



**bu bir MMO  
yayıdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Merkezi Şehir ve Bölge Isıtma Sistemleri**

**İHSAN ÖNEN**

İHSAN ÖNEN MÜH.  
Ebüzziya Tevrik Sk. 12/7  
Çankaya-ANKARA

## MERKEZİ BÖLGE VE ŞEHİR ISITMA SİSTEMLERİ

İhsan ÖNEN

### ÖZET :

Bu tebliğ ile merkezi bölge ve şehir ısıtma sistemlerinin dünya ve yurdumuzdaki tarihsel gelişimi, tanım ve karşılaştırmalar, merkezi sistemlerin ekonomik ve teknik avantajları ile ülke ekonomisine katkıları ve sistemin seçimi ile teknik nitelikleri anlatılmaktadır.

### 1 - TARİHÇE :

Isının bir yerden uzaklara iletilmesi çok eski zamanlarda insanlar tarafından bilinen bir yöntemdi.

Romalılar, ocakta yakılan ateşten elde edilen ısının yapının odalarına iletilmesini yapılarında uygulamışlardır. Latin yazarlar eserlerinde (DRACO) ismi ile anılan, bakır boru serpantinler kullanılarak seraların ısıtılıp sıcak mevsimlerin çiçeklerinin yetiştirildiğinden bahsederler.

Modern çağlarda 1675' de, daha sonra 1716'da, sıcak su ile seraların ısıtılması yoluna gidilmiştir. Daha sonraları Fransız mimarı Monnemain, civciv çıkartılmasında ve kar eritme sisteminde sıcak suyu kullanmıştır.

March Perkins 1831'de İngiltere'de önce banknot basmak için kullanılan bakır levhaların ısıtılması için aldığı kızgın sulu ısıtma sistemi patentini daha sonra hacim ısıtmasında da uygulamıştır.

1860-1890 yılları arasında Avrupa'da Almanya, Danimarka ve Avusturya ile İngiltere'de pek çok yapıda bu sistem uygulanmıştır.

Perkins patenti tam kapalı bir boru sistemi idi. Boruların yaklaşık 1/6 ' sı ocak hacmi içinde bulunuyordu. Bu sistemde hava yastıkları ve genleşmeler nedeni ile basınç 200 bar.'a kadar çıkıyordu. Özel kalın etli ( Perkins borusu ) denilen borular kullanılıyordu.

1860'dan 19. çağın sonuna kadar Batı Ülkelerinde, pek çok kilise, müze, banka ve diğer çeşit yapılarda bu sistem uygulandı ve 50 - 70 yıl problem çıkarmadan çalıştı.

Daha sonra buna benzer sistemler boya ve kimya endüstrilerinde bir süre, ısı taşıyıcı akışkan olarak su yerine organik akışkanlar kullanılarak uygulandı.

Bu arada Amerika'da 1877-1887 yıllarında pek çok patent alınarak 170°C.'a kadar ulaşan sıcaklıklı ısıtma sistemleri kullanıldı.

Newyork'ta 1877'de bir kaç yapıya hizmet eden ilk buharlı merkezi ısıtma sistemi uygulanmıştır.

Amerika'da uzun süre buharla bölge ısıtma sistemi kullanılmıştır. Daha sonra 1882'de Newyork City'de yine buharlı ısıtma sistemleri yapılmıştır. Ancak sonraları elektrik enerjisi üretimi ile birlikte ısıtma sistemlerinin daha ekonomik olduğu görülerek buhar kullanılmıştır.

Boston'da 1887'de uygulanan kızgın sulu bir ısıtma sistemi 1905'e kadar 18 yıl problemsiz çalışmıştır.

Daha sonraları Amerika'da pek çok şehirde bölge ısıtması yapılmış ve yaygın bir duruma gelmiştir.

Amerika'da bölge ısıtma uygulamasının gelişmesi 20. yüzyıl başından itibaren çok hızlı olmuştur.

1932 ile 1948 yılları arasında 16 yılda,

Kurulu santral kapasitesi .. % 42

Müşteri miktarı .. % 32

Isı enerjisi satış miktarı.. % 60 artmıştır.

Bu arada Avrupa'da, özellikle Almanya'da Rietschel'in öncülüğü ile açık genişleme tanklı, sıcak sulu, doğal dolaşimli ısıtma sistemi (maksimum sıcaklık 90°C.) " kalorifer " in geniş uygulama alanı bulması 1908'lerde başlar. Bundan sonra Züriç'te Prof. Hottinger 180°C. sıcaklıklı sistemi uygulamış ve sirkülasyon pompası kullanmıştır.

Bu sıralarda 1910'larda Nürnberg'de Q. Krell, kızgın sulu sistem öncülerinden olmuştur.

Daha sonra 1914-1918 birinci dünya savaşı gelişmeleri yavaşlatmıştır.

1920'lerde plastik preslerinde sellüloz ve bakalit imalatında 190°C. sıcaklığa varan kızgın sulu sistemler kullanılmıştır.

1928'lerde Gieskes ve Memekhoff Berlin'de Caliqua ( Calida-Aqua ) ( kızgın su ) isimli bir firma kurmuşlardır.

Daha sonra kendinden genleşme tanklı kazanlar yapılarak daha geniş uygulama alanı bulunmuştur.

Bu sistem Avusturya'da Geiringer tarafından geliştirilmiştir.

Tekstil ve kablo endüstrisinde geniş uygulama alanı bulmuştur.

Güney Avrupa'da ilk uygulama 1930'larda Geiringer tarafından ( Caliqua ) yapılmıştır.

1930'lardan bu yana dünyada yaklaşık onbinlere ulaşan sistem çalışmaktadır.

Önceleri pompa dönüştü idi. Sonraları gidise alınarak beslemenin basınç altında yapılması yoluna gidilerek su darbeleri azaltılmak istenmiştir. Ancak teknolojik imkanlara göre önce dökme demir pompalar kullanılmış ve bir kısmı ilk yıllarda patlamıştır.

1930 - 40 yılları arasında kısmen kendinden genleşme tanklı kazanlar ve kısmen de ayrı genleşme tanklı sistemler kullanılmıştır.

İkinci Dünya savaşından sonra, yani teknolojik olanaklarla, gaz basınçlandırılmalı sistemlere geçilmiştir.

## 2 - MERKEZİ ISITMA SİSTEMİNİN TERCİH NEDENLERİ :

Ada, bölge veya şehir ısıtma sistemlerinin, sobalı, kat kaloriferli veya bugün yurdumuzda yaygın olarak uygulanan blok kaloriferli sistemlere göre sağladığı avantajlar, ana çizgileri ile şöyledir :

- Enerji kaynaklarının verimli kullanılması:

Blok kalorifer sistemlerinde yakılan yakıttan sağlanan yararlı ısı enerjisi miktarı, yanma ve kazan verimlerinin düşüklüğü nedeniyle ortalama olarak % 50 ler dolaylarındadır. Merkezi ısıtma sistemlerinde bu oran, bütün kayıplar çıktıktan sonra % 85'lere ulaşmaktadır. Kazanç çok büyüktür.

- Hava ve çevre kirliliğinin azalması :

Isıtma amacıyla kullanılan yakıt miktarı, ülkelerin iklim koşullarına ve yaşam standartlarına göre değişmekle birlikte , genelde ülkede kullanılan toplam enerji miktarının yaklaşık % 40' ı kadardır. Buna karşın, ısıtma amacıyla kullanılan % 40 ' lık bu yakıt miktarının, şehirlerde hava kirliliğine etkisi % 70 - 90 dolaylarındadır. Bütün ülkelerde yapılan araştırmalar ne cins olursa olsun, ısıtma amacıyla kullanılan yakıtların hava kirliliğinin en büyük nedeni olduğunu göstermiştir. Özellikle kömür oranı yüksek linyit kömürü yakılması, kirliliği daha büyük boyutlara ulaştırmaktadır. Dünyada yapılan hesaplamalar, kömür yakan 10 daireli 3 apartmanın bacasının bir ısıtma periyodunda şehir havasına yaklaşık 1 ton kurum verdiğini göstermektedir.

- Ulusal enerji kazancı :

Ada ve şehir ısıtma sistemlerinde düşük kaliteli ve ucuz yakıtların yüksek verimle yakılabılmesinin yanısıra, ısıtma yakıt ihtiyacının yaklaşık % 15 - 20 ' si dolaylarına ulaşan şehir çöplerinin de yakılması ile hem yakıt maliyeti ucuzlamakta, hem de yok edilmesi problem olan bu artıklar değerlendirilmiş olmaktadır.

- Yapılarda, kazan dairesi, yakıt deposu ve baca alanları kazanılır.

- Yapı, çevre ve doğa kirliliği önlenir.

- Kazan, yakıcı, işletme personeli sorunu olmayan daha rahat servis sağlanır.

- Daha konforlu, sağlıklı ve devamlı ısı enerjisi sağlanır.

- Yapı ısıtmasında, otomatik kontrolün etkin ve sağlıklı biçimde kullanılması ile % 25-30 mertebesinde enerji ekonomisi sağlanır.

### 3 - SİSTEMLERİN TANIMI VE KARŞILAŞTIRILMASI:

Üretilen ısı enerjisinin ısıtma amacı ile istenilen yere taşınması bir akışkan aracılığı ile sağlanmaktadır.

Bu akışkan, genelde su veya buhardır.

Buharlı sistemler:

- a) Alçak basınç .. 0.5 bar.
- b) Orta basınç .. 4 - 5 bar.
- c) Yüksek basınç .. 6 bar. ve daha yüksek olarak

bölümlere ayrılabilir.

Sulu sistemler :

a) Sıcak sulu ..  $t \leq 100^{\circ}\text{C}$ .

b) Kızgın sulu ..  $t \geq 105-110^{\circ}\text{C}$ . ve daha yüksek

Her iki sistemde de genellikle 10 Gcal/h. kapasitenin üstünde ısıtma ile birlikte elektrik enerjisi üretmek bugünkü koşullarda ekonomik olmaktadır.

Bölge ısıtma sisteminde, elektrik enerjisi üretimi ile birlikte uygulanması, genellikle ısı üretiminde yaklaşık % 30 ucuzluk sağlamakta, ancak ilk yatırım artmaktadır.

Büyük miktarlarda ısı enerjisini ekonomik olarak taşıyabilmenin yolu, suyun gidiş ve dönüş sıcaklıkları farkını büyütüp, sirkülasyon miktarını ve şebeke boru çapını küçültmekten geçmektedir. Ancak, suyun üst sıcaklık sınırını sistem basıncı, alt sınırını da ana akışkandan elde edilecek ikinci akışkan cinsleri ve ısıtma sıcaklıkları kısıtlamaktadır.

Uygulama alanında kot farkları genelde 30-40 mSS.'dan fazla değilse PN.16 basınç sınırında malzeme ile 165-100<sup>o</sup>C. sıcaklıklı kızgın sulu sistemler gerçekleştirilebilmektedir.

Daha büyük kot farkları olması halinde ve 180-100<sup>o</sup>C. sıcaklıklı kızgın sulu sistemleri uygulayabilmek için PN.25 malzeme kullanılması gerekmektedir.

Isıtma amacıyla ısı enerjisinin taşınmasında kızgın suyun buhara tercih edilmesindeki nedenler :



- Kızgın su kazanları % 15 - 20 daha küçük ve ucuzdur,  
- Kızgın sulu sistemlerde ani yük çekişlerine uyum,  
sistemin ısı depolama özelliği ile daha rahat sağlanmaktadır,  
- Kızgın sulu sistemlerde şebeke enerji kayıpları  
daha azdır,

- Kızgın sulu sistemlerin şebeke ve kullanım merkezle-  
rindeki bağlantı ve kontrol teçhizatı daha ucuz, sade, bakım  
ve işletmesi daha az problemlidir,

- Kızgın su şebekeleri, genelde buhara göre daha küçük  
çaplı ve bu nedenle daha ucuz ve uzun ömürlüdürler,

- Isı üretim santrali, dış şebeke ve kullanım merkezleri  
ile birlikte yapılan karşılaştırmada  $t \geq 100^{\circ}\text{C}$ . olması  
halinde, kızgın sulu sistemler, buharlı sistemlerden yaklaşık  
% 10 daha ucuzdur,

- Kızgın sulu sistemlerin işletmesi, buharlı sistemler-  
den daha basit ve sade, ömürleri daha uzundur,

- Kızgın sulu sistemlerin toplam verimleri buharlı  
sistemlerden daha yüksektir

Buharlı sistemlerde, ısı yalıtımı yapılamıyan kondens  
ayırıcılar, zorunlu boşaltmaların çokluğu, döndürülemeyen  
kondens ve kondens pompası kayıpları ile kondens buharlaşma  
kayıpları, sistem kuruluş kalitesine bağlı olarak % 10-20  
işletme pahalılığı getirmektedir,

- Kondens ayırıcı ve basınç düşürme düzeni, buharlı  
sistemler işletmesinde, çok dikkatli gözetimi gerektirir.  
Bakımsız kondens ayırıcı, büyük enerji kayıplarına neden  
olmaktadır,

- Su arıtma düzeni, buharlı sistemler ve özellikle buhar kazanı için çok önemlidir. Kızgın sulu sistemlerde su kayıpları buharlı sistemlere göre çok azdır,

- Son 60-70 yıllık uygulamaların incelenmesi sonucu kızgın sulu sistemlerin buharlı sistemlere göre;

-- İlk yatırımda yaklaşık % 10 ucuz,

-- İşletme maliyeti yaklaşık % 20 - 30 düşük,

-- Onarım ve bakım maliyeti, yaklaşık % 50-60 daha az olduğu saptanmıştır.

#### 4 - SİSTEMLERİN SEÇİMİ VE BÖLÜMLERİ :

Kızgın sulu veya buharlı merkezi ısıtma sistem seçimini etkileyen önemli faktör ekonomiklik olmakla birlikte, istenilen ısı enerjisinin sıcaklık ve basıncı ile uygulamada kullanılacak teçhizatı sağlama olanakları da önemli bir etkidir.

Eğer sistem, yalnız ısıtma amacı ile kullanılacaksa, bugün için bütün malzemesi PN.16 nitelikli olarak iç piyasa- dan sağlanarak gerçekleştirilebilecek 165-100°C. sıcaklıklı sistemler tercih edilmektedir.

Merkezi ısıtma sistemleri;

- Isı santrali,

- Isı iletim şebekesi,

- Yapı veya yapı gruplarının tesisat merkezlerinden oluşmaktadır.

Isı santralında;

- Kazan ve yakıcısı ile yardımcı teçhizatı,

- Sistem besleme tankı, pompası , su şartlandırma,

- Yakıt depolama ve hazırlama ,
- Genleşme tankı ve basınçlandırma düzeni,
- Sistem sirkülasyon pompaları,
- Kimyasal dozlama düzeni,
- Baca ve baca gazı donanımı,
- Isı santrali otomatik kontrol düzeni,

ana bölümleri oluşturmaktadır.

## 5 - SİSTEM PROJELENDİRME, TEÇHİZAT SEÇİMİ VE TEKNİK NİTELİKLERİ :

### 5.1 - Isı yükünün saptanması:

Merkezi ısıtma sistemlerinin projelendirilmesinde, ilk bilinmesi gereken, kurulacak sistemin ısı yüküdür. Bulunan veya hesaplanan ısı yükleri, genellikle;

- Isıtma yükleri,
- Üretimde kullanılacak enerji,
- Servis yükleri .. şeklindedir.

Uzun süren göziem ve değerlendirmeler sonucu toplam kurulu yük ile, sistemden çekilen gerçek yükün, sistemin karakterine göre değişmekle birlikte aşağıdaki sınırlarda olduğu saptanmıştır.

Kullanma faktörü:

- Isıtma yükleri için % 70-80,
- Üretim yükleri için, sistem karakterine bağlı olarak değişir,
- Servis yükleri için % 40-60

Bu demektir ki ısı Üretim Ünitesini toplam kurulu yüke göre kurmaya gerek yoktur.

Yalnız ısıtma ve kullanma sıcak suyu hazırlama ve servis ihtiyaçları için kurulan merkezi ısıtma sistemlerinde, genellikle toplam kurulu yükün % 75-80'i ısıtma, % 20-25'i kullanma sıcak suyu, % 5-8'i ise ısı üretim ünitesi servis yüklerinden oluşmaktadır.

Isı santralını % 100 kurulu yüke göre kurmak yerine, kullanma faktörü kullanarak daha küçük kapasiteli kurmak, ilk kuruluş maliyetini düşürmektedir. Sıcak su üretimi olan bir merkezi ısıtma ısı santralında, bu yaklaşımla, ulaşılan kapasite küçülmesi % 25-30 dolaylarındadır. Bu durum, kazanın, yakıcının, pompaların, dış şebekenin ve bütün sistemin %25-30 daha küçük kapasiteli yapılabilmesi ve bu yatırım farkının kaynak olarak kazanılması demektir.

#### 5.2 - Kazan kapasitesinin saptanması:

Yukarda (5.1) de bulunan faktörlü yük ile yaz yükü arasındaki oran, kazan kapasitesinin saptanmasında ana kriter olup, diğer kriterler şunlardır:

- Kazanın yedeklenmesi,
  - Kazan verimi,
  - Kazan ömrü,
  - Yaz yükünün iyi verim bölgesinde karşılanması,
- Kazan kapasitesi verilirken;
- Normal kapasite,
- Maksimum devamlı kapasite,
- Maksimum geçici kapasite ... ayrı ayrı belirtilmelidir.

### 5.3 - Kızgın su sisteminin çalışma rejimi:

Kızgın su sisteminin dönüş sıcaklığı, sekonder devre gidiş sıcaklığından 7-10°C. yüksek olmalıdır. Gidiş suyu sıcaklığının saptanmasındaki ana etkenler:

- Sistemin ısı kapasitesi,
- Sekonder devrede gerekli maksimum sıcaklık,
- Sistemde çıkılabilecek maksimum basınç ve sıcaklık,
- Dış şebekede kullanılabilecek en büyük boru çapı,
- Sistemde kullanılacak malzemenin basınç ve sıcaklık sınırı.

Kızgın suyun gidiş ve dönüş sıcaklığının saptanmasından sonra, kızgın su sisteminin basınçlandırma şekli seçilerek sistemin basınç karakteri bulunur. Gidiş ve dönüş sıcaklık farkının büyük olması, sirkülasyon miktarı ve boru çapının küçülmesini sağlar. PN.16 malzeme kullanılarak ve azotlu basınçlandırma yöntemi uygulanarak ulaşılabilecek maksimum sıcaklık 164°C., buhar yastıklı basınçlandırmada ise 137°C. den fazla olamamaktadır. Daha yüksek sıcaklık sınırları gerekli ise, PN.25 basınç standardındaki malzeme kullanımına gidilmesi zorunludur. Kızgın su sistemi sirkülasyon pompası basıncı da teçhizatın basınç sınırının saptanmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Kızgın su pompa çıkışındaki basınç, sistem çalışma basıncı ile pompa basıncının toplamına eşittir.

#### 5.4 - Sistem sirkülasyon miktarı:

Sistem sirkülasyon miktarı, toplam kurulu yüke göre hesaplanır. Kızgın su gidiş sıcaklığı ısı santralından gönderildiği şekilde sabittir. Dönüş sıcaklığı kullanım yerlerine göre farklıdır. Isı santralına dönüş, bunların karışım sıcaklığında olup yüklerin oranlarına göre değişkendir. Ancak bu değişme sistemin büyüklüğüne göre değişmekle birlikte 1 -2 °C. mertebesinde kalmaktadır. Ana dağıtım şebekesindeki soğuma şebekenin karakterine bağlı olarak 3 - 8°C. mertebesinde alınmaktadır. Başlıca etkenler :

- Şebekenin büyüklüğü,
- Isı yalıtım kalınlığı,
- Sistemdeki sirkülasyon miktarı, olarak belirtilebilir.

Genellikle ısı yalıtımı iyi yapılmış ve çok yaygın olmayan, toplam uzunluğu 2.5 - 3.0 km. mertebesinde ve toplam yükü 5 - 50 Gcal/h. mertebesindeki sistemler için soğuma miktarı emniyetle 5°C. olarak alınabilir.

Dönüş sıcaklığı ve soğuma miktarı saptandıktan sonra, gidiş ve dönüş sıcaklık farkı (  $\Delta t$  ) bulunur ve sirkülasyon miktarı hesaplanır.

Azot basınçlandırmalı sistemde, şebeke sirkülasyon miktarı ile ısı santrali kazanlar sirkülasyon miktarı aynıdır. Buhar yastıklı basınçlandırmalı sistemde kazanlar sirkülasyon miktarı daha azdır. Zira gidiş suyunun sıcaklığının ayarı için kazan suyuna dönüş suyu karıştırılmaktadır.

Sirkülasyon miktarı bulunduğundan sonra, en kritik kol için şebeke direnç hesabı yapılarak toplam direnç bulunur ve kızgın

su sirkülasyon pompaları seçilir. Pompa emişlerinde buharlaşma nedeniyle kavitasyon olmaması için kızgın su pompalarının NPSH değerleri düşük, 1-2 mSS. mertebesinde ve devir sayıları 1800 l/dak.' dan küçük, tercihan 1450 l/dak. ve daha küçük olmalıdır.

#### 5.5 - Basınçlandırma :

Kızgın su sistemlerinde basınçlandırma,

- Buhar yastıklı,
- Azotlu,
- Pompalı , olarak sağlanır.

Pompalı basınçlandırma, eski bir teknoloji olup, problemli oluşu nedeniyle günümüzde pek kullanılmamaktadır.

Buhar yastıklı basınçlandırma, gerekli üst basınç, kendi buhar basıncı ile sağlanmak üzere ısı üretim araçlarında daha yüksek sıcaklıklı kızgın su elde edilip şebeke gidiş suyu sıcaklığı 3 yollu karıştırma vanaları aracılığı ile yüksek sıcaklıklı kızgın su ile dönüş suyu karıştırılarak elde edilir. Sistem stabildir, işletme basit ve problemsizdir. Ancak, sistem gerekli üst basınç kadar daha yüksek basınçta çalışır. 145°C.'a kadar olan sistemlerde PN.16 malzeme ile rahatlıkla uygulanabilir. Daha yüksek sıcaklıklar için PN.25 malzemeye gerek olacağından ilk kuruluş maliyeti artar.

Azot basınçlandırmalı sistemde ek basınç, nötr azot gazı ile sağlanır. Genleşme tankı, buhar yastıklı sistemin aksine, kızgın su sirkülasyon pompalarının basmasında olmalıdır. Gaz kaçaqları ve azotun sağlanması problem olmayan haller için rahatlıkla kullanılabilir.

Ancak elektrik kesilmelerinde sistemde kaynama ve buharlaşma nedeniyle şokların oluşma tehlikesi vardır. İşletmede çok dikkatli olunması gereklidir.

#### 5.6 - Genleşme ve basınçlandırma tankı :

Kızgın su sistemindeki suyun genleşmesi, ısı santralından çıkış sıcaklığı ile ortalama dönüş sıcaklıklarının hacim değişmelerinden oluşmaktadır.

Dönüş sıcaklığı kullanım yerlerine bağlı olarak değişmekle birlikte, örneğin 160/100°C. sistemde, uzun yılların gözlemlerinden alınan sonuca göre fark 60°C.' in üstüne çıkmaktadır. Genleşme 100°C. suyun 160°C.' a ısınması ile özgül hacim değişmesi sonucu oluşmaktadır.

Hacim değişimi dönüş suyunun ısınması ile olduğundan ve dönüş suyu miktarı da toplam su hacminin yarısı kadar olduğundan, bulunan genleşme yüzdesinin yarısını almak gerekir.

Sistemin su hacmi eksiksiz hesaplanabiliyorsa, hesaplanan % genleşme miktarı olarak kullanılabilir. Eğer sistem su hacminin hesabında bilinmeyen durumlar varsa, genleşme oranının % 1 daha arttırılarak alınması emniyetli olur.

Genleşme tankının hacminin bulunabilmesi için sistem su hacminin bilinmesi gerekmektedir.

Sistemin kızgın su şebekesi, kızgın su kullanan cihazların serpantinleri, ısı santrali boru ve kollektörleri, pompalar, armatürler, kazanlar, eşanjörler vb.. ile bilinmeyenler için de sistemin karakterine göre % 10 - 20 emniyet payı



eklenerek sistemin su hacmi bulunur. Genleşme oranı bilindiğinden sistemdeki hacim değişimi ( m<sup>3</sup>.) olarak bulunur.

Genleşme ve basınçlandırma tankının boyutlandırılmasında taşıma ve montaj problemleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Orta büyüklükteki sistemler için tank uzunluğu 6.0 m. ve çapı 1.6 m. den daha küçük, büyük sistemlerde tank uzunluğu 12.0 m. ve çapı 2.4 m.'den daha büyük olmamalıdır. Daha büyük genleşme tank hacmi gerekiyorsa paralel iki genleşme tankı yapılmalıdır.

Genleşme tankının boyutlandırılmasında, yatay genleşme tanklarında maksimum doldurma seviyesi, tank çapının % 80 ini geçmemesi sağlanmalı, normal su seviyesi tank ekseninin 25-30 cm. üstünde, minimum su seviyesi tank ekseninin 10 cm. altında olmalıdır.

#### 5.7 - Kızgın su sirkülasyon pompaları :

Kızgın su sirkülasyon pompaları bölüm ( 5.4 ) ' de hesaplandığı şekilde debisi bulunduktan sonra, şebeke ve sistem dirençleri hesaplanarak karakteristikleri saptanır.

Kızgın su pompaları 150-160<sup>o</sup>C. sıcaklığa kadar uygulamalarda dökme demir, tercihan sfero döküm gövdeli, dökme demir Meehanit veya paslanmaz çelik rotorlu olmalı, hiç bir zaman bronz malzeme kullanılmamalıdır. Kızgın suda bronz malzemede korozyon ve aşınma olur. Kızgın su pompalarının salmastraları elle sıkmalı ve mekanik tipte olabilir, ancak muhakkak salmastrası soğutmali tipte olmalıdır. Yataklar bilya veya masuralı olabilir, ancak en az iki yataklı veya üç yataklı tercih edilmelidir.

Bazı hallerde değişken devirli elektrik motorlu pompalar da kullanılır, ancak ilk kuruluş maliyeti önemli oranda yükselir. Bunun yerine paralel kızgın su pompaları seçilerek elektrik enerjisi ekonomisi sağlanabilir. Ayrıca proses olmayan sistemlerde yaz yükü, toplam yükün % 20' leri mertebelerinde olduğundan, yaz yükü için ana pompalardan biri bile büyük olabilir, bu gibi hallerde yaz yükünü karşılamak için daha küçük debi ve manometrik yükseklikli pompalar seçilir.

#### 5.8 - Su şartlandırma :

Su şartlandırma sisteminin kapasitesinin saptanmasında kriter, sistemin 48 - 72 saatte doldurulabilmesidir. Bu esasa göre seçilen su şartlandırma sistemi kapasitesi, sistem kaçaklarını rahatlıkla karşılayabilmektedir.

#### 5.9 - Sistem besleme pompaları :

Sistem besleme suyu pompa kapasitesi, DIN 4752'ye göre

$$V = (Q / 2500) \text{ kg/h. } \text{dır.}$$

Sistem besleme pompasının basıncı, genellikle çalışma basıncınının 1.5 katı olarak alınmalıdır. Besleme pompaları 95- 100°C. sıcaklıktaki besleme suyunu sisteme basan, santrifüj, kademeli tiptedir. Bir adet asıl, bir adet yedek olarak seçilmelidir.

#### 5.10 - Kimyasal dozlama :

Kızgın su sisteminin su karakterinin düzenlenmesi için kullanılan kimyasal dozlama pompası, kapasite ayarlı tipte ve sistemin büyüklüğüne bağlı olarak 0 - 10 lt/h. kapasiteli

ve en çok 250 mSS. basınçlı olarak seçilirler.

Kızgın su sistemlerinde, genellikle;

- 10 - 15 gr/m<sup>3</sup>. fosfat veya kostik soda

- 5 - 10 gr/m<sup>3</sup>. sodyum sülfat... olmak üzere

15 - 25 gr/m<sup>3</sup>. dozlama yapılması yeterli olmaktadır.

#### 5.11 - Besleme suyu deposu :

Kızgın su sistemine beslenecek suyun, şartlandırılmış ve korozyona neden olabilecek O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> vb.. gazlarının alınmış olması gereklidir. Sözü edilen gazların alınması, suyun en az 95°C.' a ısıtılması ile mümkündür. Besleme deposu, kızgın sulu sistemlerde ısıtıcılı olmak zorundadır ve degazör gibi görev yapmaktadır.

Besleme suyu deposu aynı zamanda genişleme tankından seviye yükselmesi sonucu taşan suyun verildiği bir depodur. Bu nedenle hacmi, sistem genişleme miktarından büyük olmalıdır.

Isıtıcınınin devamlı devrede olmasına gerek yoktur, besleme ihtiyacı görülünce 2-3 saat önce ısıtıcı devreye alınıp besleme suyu ısıtılır ve sonra besleme yapılır. Besleme deposu ısıtıcı serpantininde ısıtıcı akışkan olarak kızgın su kullanılır.

#### 5.12 - Yakıcılar :

Kızgın su kazanları, yaklaşık 10-12 bar. işletme basıncı, sıvı ve gaz yakıtları için 8-10 Gcal/h. kapasiteye kadar Skoç ve su borulu tipte, daha büyük basınç ve kapasiteler için su borulu tipte yapılırlar.

Kömür yakılan kazanlarda kömür cinsine ve kullanılan ülkenin teknolojik olanaklarına göre değişik yakma düzenleri kullanılabilir. Ancak, son yıllarda ve özellikle günümüzde çok büyük termik santrallerin kazanları dışında kömür, direkt olarak kullanılmamakta, sıvı yakıt veya kömürden elde edilmiş sıvı yakıt ve gaz ile doğal gaz kullanılmaktadır.

Kömür hazırlama ve yakma sistemleri ile kül ve curuf atma düzenleri ve bunların taşınması, küçük ve orta sistemler için ekonomik sınırlarda kalmamakta, pahalı olmaktadır. Küçük ve orta kapasiteli sistemlerde, özellikle düşük kaliteli kömürün ( linyitin ) verimli bir şekilde yakılması sağlanamamakta, çevre ve hava kirliliğine engel olabilmeye önlemleri alınmamaktadır.

Sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda brülör yanma havası, 250 - 300 kg/h. yakıt kapasitesinden daha büyük olanlarda genellikle ayrı bir yanma havası vantilatörü ile sağlanır.

### 5.13 - Yakıt hazırlama Uniteleri:

Yakıt hazırlama Ünitesi, yakıt cinsine göre değişmektedir.

Kömürlü sistemlerde:

- Kömür depolama ve dane büyüklüğünün homogen hale getirilmesi,
- Depodan yanma hücrelerine taşınması,
- Eğer kömür pülverize sistemde yakılıyorsa , ayrıca kömürün öğütülmesi sistemi de kömür hazırlamanın bir parçasıdır.

Sıvı yakıtlı sistemlerde:

- Yakıtın ana depoda depolanması ve depodan ısıtılarak alınıp ısı santralına pompalanması,
- Isı santralındaki yakıt ısıtma ve fitreleme sistemin-den alınıp brülörlere pompalanması,

Ana yakıt tankları sistemin büyüklüğüne göre yer üstü silindirik ve ısıtıcılı tipte yapılıır. Yakıt depolama kapasitesinin sistemin karakterine bağlı olarak en az 30 günlük, hatta ulaşım ve sağlama durumları da göz önüne alınarak 45 - 60 günlük kurulmasında yarar vardır.

Ana yakıt tanklarında yakıtın ısıtılması emiş ısıtıcısı ile sağlanır. Ayrıca tank içindeki kalıntının zaman zaman temizlenmesi ve çok soğuk günlerde emiş ısıtıcısına destek olarak taban ısıtıcısı da devreye alınır.

Brülörlere gönderilen yakıt, brülör cinsine göre değişmekle birlikte 70-90°C.'a ısıtılmalı ve ince filtreden geçirilmelidir. Yakıt ring pompaları, brülörlerin toplam kapasitelerinin 1.5 katı olmalıdır. Isıtılmış yakıt, varsa ana yakıt tankına, eşanjörlü sistemde pompa emişine döndürülmelidir.

#### 5.14 - Baca ve baca gazı aspiratörü:

Kazanlarda yanma vakumunda veya duman yolu tarafındaki dirençler, bacanın doğal çekişi ile yenilemiyorsa, kazan çıkışına baca gazı aspiratörü konulmalıdır. Bunun bir yararı da ısı santralının temiz kalmasıdır. Kazanda yanma, vakumda olacağından ısı santralına duman ve kurum kaçakları olmayacaktır.

Baca gazı aspiratörü en az  $250^{\circ}\text{C}$ . sıcaklıkta çalışmaya uygun olmalıdır. Yatakları dışarda ve hava ile soğutma düzenli olmalı, ayrıca sıcak yüzeylerin radyasyonundan korunmalıdır.

Baca, çelik veya kargir olabilir. Çelik bacada korozyon için önlem alınmalı ve baca dıştan en az 8 cm., tercihan 10 cm. cam veya taş yünü ile ısı yalıtımı yapılarak, dışı sac ile kaplanmalıdır.

Kargir bacanın içi ateş tuğlası kaplanmalı ve ateş tuğlası ile betonarme arasına, betonarme iç yüzey sıcaklığı yaklaşık  $40^{\circ}\text{C}$ . 'ın üstüne çıkmayacak şekilde ısı yalıtımı yapılmalıdır.

Baca yüksekliği konusunda yurdumuzda kısıtlayıcı yasalar olmamakla birlikte, çevre kirlenmesini önlemek için baca yüksekliği en az 30 m., tercihan 50 m. olmalıdır.

Kömür yakan kazanlarda, zorunlu olarak, ağır sıvı yakıt yakan kazanlarda tercihan, kazan ile baca arasına kurum tutucu konulmalıdır.

Ayrıca baca gazı sıcaklığını, atmosfere kolayca yükselmesine engel olmayacak sınır olan  $180^{\circ}\text{C}$ . dolaylarına düşürerek  $250-180 = 70^{\circ}\text{C}$ . sıcaklık farkının taşıdığı ısı enerjisini de almak üzere, su borulu kazanlarda kazan yapısı içinde skoç tipi kazanlarda kazan dışında olmak üzere "ekonomizör" konulması % 5-8 dolaylarında yakıt ekonomisi sağlamaktadır.

5.15 - Kazan dönüş suyu ısıtılması:

Skoç tipi kazanlarda önemli olmamakla birlikte su borulu kazanlarda, kazan ekonomizör borularında kükürt korozyonuna

engel olmak için baca gazında bulunan  $SO_2$  ve  $SO_3$  gazlarının su buharı ile birleşerek  $H_2SO_3$  ve  $H_2SO_4$  oluşturması, kazan su girişi  $135^{\circ}C$ . dolaylarında tutularak kısmen önlenir.

Kazana dönen suyun ısıtılması, kızgın sulu sistemlerde  $100-110^{\circ}C$ . dolaylarında dönüş suyuna,  $160-180^{\circ}C$ . sıcaklıktaki gidiş suyu karıştırılarak sağlanır.

#### 5.16 - Isı santrali otomatik kontrol düzeni :

Kızgın sulu sistemlerde, otomatik kontrol düzeninde, cihazların birbirleri ile bağlantıları sistem akış şemasında gösterilir.

Yakıcılar, kızgın su sıcaklığı veya basıncından kumanda alarak kazan su çıkış sıcaklığını sabit tutarlar.

Tehizatın çalışma sırası aşağıdaki gibidir:

- Sistem besleme pompası,
- Sistem sirkülasyon pompası,
- Varsa baca gazı aspiratörü,
- Yanma havası vantilatörü,
- Yakıt düzeni,
- Yakıcı

Sistem seri kitlemelidir.

Sistem yük değişimlerinde, kazanlar ve şebeke sirkülasyon pompaları otomatik olarak devreye girip çıkabilir, ancak bu düzen genellikle karmaşık ve arıza yapan cinsten olduğundan, yük değişimi de hiç bir zaman ani olmadığından gereksizdir. Bu nedenle kazanların ve pompaların devreye alınıp çıkarılmaları, dönüş kollektöründeki sıcaklığa bağlı olarak elle yapılır.

Sistem besleme suyu pompaları, besi deposunda CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>' i alınmış 93 - 95°C. sıcaklıktaki suyu kızgın su sistemine basmaktadır. Pompalar, genleşme tankı seviyesinden kumanda olarak çalışırlar.

Isı santralında bulunan bütün teçhizatın kontrol ve kumandası, otomatik kontrol ve kumanda panosunda toplanmalıdır. Isı santrali, tercihan bodrumlu yapılmalı ve kablolar, bodrum tavanında kablo tavalarında bulunmalı, bodrum yapma olanağı yoksa, ısı santrali hacmi içindeki kablo tavalarından motorlara ulaşmalıdır.

Bu suretle bakım ve onarım problemsiz yapılabilmektedir.

5.17 - Isı santrali içindeki borulama ve ısı yalıtımı :

Isı santrali içindeki borulama, yerleşme ile ilgili olarak kat planlarında ve cihazlar arasındaki bağlantılar, işin yapılabilmesini sağlayacak şekilde şemalarda gösterilmelidir.

Boru çaplarının saptanmasında, kızgın su hızı 1.5-2.0 m/san. ve basınç düşümleri 0.05-0.15 mmSS/m. sınırlarında tutulmalıdır.

Kızgın su sıcaklığına göre boru cedvellerinde bulunan özel dirençler düzeltilmeli ve boru çapı hesabı yapılırken su mikdarları için özgül hacim düzeltmesi yapılmalıdır.

Otomatik kontrol ( motorlu, termostatik, solenoid ) vanaların seçiminde, akışkan miktarı (lt/h.), basınç düşümü (mSS. veya KPa.) ve K<sub>v</sub> değerleri de ( m<sup>3</sup>/h.) esas alınarak seçim yapılmalıdır.



Isı santrali içindeki bütün boru ve armatürlere, cihazlara, cam yünü ile ısı yalıtımı yapılarak, üzerlerine galvaniz sac veya alüminyum levha kaplanmalıdır.

#### 5.18 - Dağıtım şebekesi :

Kızgın su dağıtım şebekesi, ısı santrali ile kullanım yerleri, tesisat merkezleri arasındaki kızgın suyun gidiş ve dönüş hatlarından oluşur.

Kızgın su dağıtım borularınının, işletmede oluşacak bir arızada kolayca ulaşılabilecek şekilde galeri içinde olması tercih edilmelidir. Galeri boyutları, DN.150-250 mm. boru çapları için ( 180 x h = 200 cm.), bransman galerileri için DN.125 mm. ve daha küçük çaplı borular için (160 x h = 290 cm.) boyutlarında olmalıdır.

Kızgın su boruları, tercihan dikişsiz ve buhar borusu standartlarına uygun olmalıdır. 140°C. ve daha düşük sıcaklıklar için dikişli boru kullanılabilir. Daha yüksek sıcaklıklarda, dikişsiz ve St 35.8 malzemedan yapılmış boru kullanılmalıdır.

Kızgın su sisteminde kullanılan armatürler, tercihan çelik veya döküm çelik gövdeli olmalıdır. Ancak, PN.16 basınç sınırı ( 164°C.) için dökme demir veya sfero döküm olabilir. Oturma yüzeyleri ve mili paslanmaz çelik olmalıdır. Çelikten başka malzeme kullanılmamalıdır. Kesin kapama gereken yerlerde oturmalı vana tercih edilmelidir. Sürgülü vanada az da olsa sızıntı olabilir.

Flenşli armatür kullanılmalıdır. Flenş bağlantılarında elastik ve kaliteli malzemeden yapılmış somun-cıvata ve grafitli klingrit conta kullanılmalıdır.

Boru bağlantılarında, büyük çaplı borularda elektrik ark, küçük çaplılarda, et kalınlığı 4 mm. den ince olanlarda oksii-asetilen kaynağı kullanılmalıdır.

Kızgın su borularınının mesnetlenmesi çok önemlidir. Makara, gayd, serbest gayd ve ankrajlarda taşıyıcı çelik konstrüksiyon, boru çaplarına göre gelecek gerilmelere dayanacak boyutlarda seçilmelidir.

Boruların genleşmelerinin alınmasında DN.250 mm. ve daha küçük çaplar için ( Z, L ve U ) genleşmeleri kullanılabilir. Daha büyük çaplı borularda ( U ) boyutları çok büyüyeceği için çok katlı, paslanmaz çelik genleşme parçaları tercih edilir. Ancak, genleşme parçalarının eksenlenmesi ve doğru montajı çok duyarlı çalışmayı gerektirir.

Dış şebeke borularınının ısı yalıtımında cam yünü kullanılır ve üzerine tercihan galvaniz sac veya alüminyum levha kaplanır.

Galeri içine girme ve malzeme sokmak için yer yer adam delikleri ve galerinin havalanması için havalandırma baca ve manikaları yapılmalıdır. Galeri veya kanalın içine girecek yeraltı ve zemin sularınının dışarıya atılması için deşarjlar yapılmalıdır.

Kızgın su dış şebekesinde, olanaklar elverdiği ölçüde tepe noktalarından kaçınılmalı, sistemde oluşabilecek hava boru eğimleri ile tesisat merkezlerine taşınmalıdır.

Zira, işletmede her zaman ulaşılamıyan noktalardan havanın alınması ihmal edilebilir ve boru sisteminde sirkülasyon bozukluğu ve su koçu olayı olabilir, darbeler boru ve armatür patlamalarına neden olabilir.

Galeri içinde aydınlatma ve yaklaşık 30 m. de bir elektrikli cihazlar ve kaynak için monofaze ve trifaze priz bulunmalı, aydınlatma va-vien düzende olmalı, ayrıca galerinin bütünüün veya bölüm bölüm elektriği ısı santralından kesilebilmelidir.

Dağıtım şebekesindeki ısı kayıpları, şebekenin ve ısı yalıtımının karakterine bağlı olmakla birlikte, genellikle % 5-8 sınırlarındadır. Boru çapı hesabında şebeke ısı kayıpları yüklere eklenmelidir.

Galeriden branşman ayrımlarında hem branşman borularına hem de branşman ayrimından sonrasına ana borulara vana konulmalıdır. Bu suretle arızalı bölümden öncesi, ısı santrali tarafı, vanalar kapatılıp onarım yapılırken çalışmasına devam edebilir.

#### 5.19 - Tesisat merkezleri:

Tesisat merkezleri, kızgın su kullanan ısı üretim araçlarının bulunduğu hacimlerdir. Eşanjörler, boylerler, buhar generatörleri, klima-ısıtma-havalandırma santralleri veya üretim cihazları ısı üretim araçlarıdır.

Kızgın su kullanan ısı üretim araçlarının, kızgın suyun içinden geçtiği serpantin borusu çelik, özel hallerde paslanmaz çelik olmalıdır.

Kızgın su kullanan ısı üretim araçlarında kontrol vanası buharlaşmaya engel olacağından dönüş konulmalı ve tek oturma yüzeyli olmalıdır. Çift oturmali kontrol vanaları kapalı konumlarında kaçak yaparlar. Kızgın su kullanan ısı üretim araçlarının sıcaklık kontrolunda daha önceki alışkanlıkların tersine iki yollu kontrol vanaları kullanılmalıdır. Bu suretle ısı ve elektrik enerjisi ekonomisi sağlanır. Ancak bu halde şebeke uçlarında her kola sirkülasyon miktarının yaklaşık % 10 ' u mertebesinde minimum sirkülasyon sağlayacak by-pass vanaları konulmalıdır.

Tesisat merkezlerinde kullanılan kontrol vanaları elektrikli veya eletronik tipte ise yay geri dönüşlü olmalıdır. Aksi takdirde kaynama ve patlamalar olur. Devamli sabit sıcaklık sağlanması isteniyorsa , boyler, buhar generatörü, besi deposu, proses ile ilgili her türlü sabit sıcaklıklı banyolar gibi, termostatik vana kullanılması yeterlidir.

#### 5.20 - Kızgın su teçhizatının teknik nitelikleri:

Kızgın su sistemlerinde kullanılan bütün teçhizatın standartları yüksek basınç buhar tesisatı malzemeleri gibidir. En az PN.16, sıcaklık ve basınca bağlı olarak PN.25-40 malzeme kullanılmalıdır. Ancak buhar sistemlerinden farklı olarak kızgın sulu sistemlerde kullanılacak teçhizatta bakır ve alaşımları bulunmamalıdır. PN.16 malzeme dökme demir veya sfero döküm olabilir. Daha yukarı basınç sınırları için çelik armatür kullanılması zorunludur.

Kızgın su pompalarının salmastraları su soğutmalı tipte olmalı ve soğutma suyu akmazken pompa çalışmayacak şekilde

seri kilitleme düzeni bulunmalıdır.

Kızgın su kazanları PN.16 basınç ve sıcaklık sınırlarında, yapımcılara göre değişmekle birlikte sıvı yakıt için genellikle 7.5 Gcal/h. kapasiteye kadar Skoç tipinde yapılabilmektedir. Kömür yakılması halinde bu kapasite 3-5 Gcal/h. sınırları arasındadır.

Daha büyük basınç, sıcaklık ve kapasite için su borulu kazan kullanılmalıdır.

Kızgın sulu sistemlerde ısı santralında problemlere engel olmak için elektrik kesilmelerine karşı şebeke sirkülasyon pompaları ve en az bir kazanın ve tamamlayıcı teçhizatının devrede kalmasını sağlayacak güçte yedek generatör bulunmalıdır.

Diğer teçhizatın büyüklükleri ve nitelikleri kendi bölümlerinde açıklanmıştır.

## 6 - KIZGIN SULU SİSTEMLERDE İŞLETME :

Kızgın sulu sistemlerde basınç ve sıcaklık değişmelerine engel olmak gerekir. Büyük değişmeler sistemde şoklara, kaçak ve patlamalara neden olur.

Aynı şekilde genleşme tankının seviye dalgalanması da minimum olmalıdır.

Sistemin projelendirme ve teçhizat büyüklük ve niteliklerinin saptanması ve montajı standart ve genel mühendislik ve teknolojik gereklerine uygun olarak yapılmalıdır. Gerekli bütün kontroller kesin olarak ışıklı, sesli uyarılı, otomatik durma ve çalışmalı olmalı ve bu düzenlerin devamlı çalışır halde olması sağlanmalıdır.

Kızgın su pompaları çıkış vanası kapalı olarak çalıştırılmalı ve sonra yavaş yavaş açılmalıdır. Aynı şekilde paralel çalışan pompalardan biri durdurulacaksa önce vanası kapatılmalı sonra pompa durdurulmalıdır.

Su kalitesi ve seviyesi devamlı kontrol edilmelidir.

Sistem besleme suyu kesin olarak su şartlandırmadan alınmalı ve 95-100°C.'a ısıtılmalı ve gazları alınmalıdır.

Salmastra ve yatak soğutmasında şartlandırılmış su kullanılmalıdır.

#### 7 - YURDUMUZDA UYGULANMIŞ BÖLGE VE ŞEHİR ISITMA SİSTEMLERİ :

- ODTÜ .. 60 Gcal/h. 13 bar.  
300°C. kızgın buhar ... 1962
- MTA .. 1. 17 Gcal/h. 4 bar doymuş buhar .. 1965  
2. 6 Gcal/h. 4 bar " " 1973
- Karadeniz Teknik Üniversitesi  
1. 25 Gcal/h. 180/110°C. kızgın su .. 1969  
2. 53 Gcal/h. 180/110°C. " " 1978
- Atatürk Üniversitesi  
1.80 Gcal/h. 180/110°C. kızgın su .. 1971
- Türk-İş 5. kısım ( 5000 konut )  
80 Gcal/h. 180/110°C. kızgın su .. 1973
- TPAO Orta Anadolu Rafinerisi-Sosyal site  
7.5 Gcal/h. 150/100°C. kızgın su .. 1977
- ODTÜ - Gaziantep kampusu  
55 Gcal/h. 180/110°C. kızgın su .. 1976

- Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.

Muş, Ağrı, Van, Bor ve Iğın Şeker fabrikaları  
( Herbiri için ayrı ayrı )

7.5 Gcal/h. 150/110°C. kızgın su ..1977-84

- K.K.K. Devlet Mahallesi 2020 konut

37.5 Gcal/h. 160/110°C. kızgın su ..1985

- TBMM - parlamenter konutları

( 400 konut ↓ 200 hizmetli konutu)

20 Gcal/h. 140/100°C. kızgın su .. 1985

- Kuleli askeri lisesi

20 Gcal/h. 160/110°C.kızgın su.. 1986

- Kara Harbokulu (II.)

36 Gcal/h. 155/100°C. kızgın su .. 1986

- TRT Sitesi - Ankara

Bölge ısıtma 37.5 Gcal/h. kızgınsu } 1987  
Bölge soğutma 15 Gcal/h. ( 5/12°C.). } 1988

- TC.Merkez Bankası Çayyolu Tesisleri

Bölge ısıtma 15Gcal/h.(100/65°C.)

Bölge soğutma 10 Gcal/h.(5/12°C.)

( Bu proje devam ediyor )

İnsan Önen

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesini 1955 yılında bitirip, Toprak Mahsulleri Ofisi, İmar ve İskan Bakanlığında tesisat mühendisi olarak çalışıp bu arada İngiltere ve Almanya'da tesisat konularında araştırma ve incelemelerde bulunmuştur.

ODTÜ Kampusu kuruluşunda Üniversitenin tesisat sorumlu mühendisi ve kampusun "bölge ısıtma sisteminin " uygulama, proje yapımı ve uygulama kontrol sorumlu mühendislik hizmetlerini yapmıştır.

Tesisat mühendisliği dalında, 1964 yılından bu yana 29 yıldır, serbest sektörde proje yapımı ve danışmanlık hizmetlerini sürdürmektedir.

TMMOB-MMO., TIBTD ve ASHRAE üyesi olup tesisat mühendisliği, "Bölge ve şehir ısıtması " konularında konferans, seminer tebliğ ve araştırma çalışmaları bulunmaktadır.