

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TEKNİK BİLİMLER MESLEK YÜKSEKOKULU  
İKLİMLENDİRME VE SOĞUTMA TEKNOLOJİSİ

**ISITMA SİSTEMLERİ**  
**DERS NOTLARI**

ORHAN KISA  
Makina Yüksek Mühendisi  
Öğretim Görevlisi

ANTALYA-2011

## 1. GİRİŞ

Bir ve birden fazla hacmi istenilen sıcaklığa çıkarmak ve bu sıcaklıkta kararlı bir şekilde tutma işlemine **ısıtma**; bu işlemleri yapan tesislere de **ısıtma sistemleri** denir.

Isınma ihtiyacı, insan vücudu ile çevresi arasındaki ısı alışverişi ile bir ısı değişimi dengesi kurma ve ısı konfor ortamını sağlama gereğinden doğmuştur.

İnsanların barındığı veya çalıştığı binalarda ısı konfor şartları verimli çalışma ve sağlık yönünden önemlidir. Isı konfor günümüzde yalnız insanlar için değil bütün hassas cihaz ve makineler için de gereklidir.

Canlılar içerisinde insan, fizyolojik bakımından tropikal iklim şartlarına uygundur. Bir insanın rahat ve güvenli yaşayabilmesi için çevre sıcaklığının belli bir değerde olması gerekir. Bu değer 15 °C ile 27 °C arasında değişir. Dış hava sıcaklığı kış aylarında çok düştüğü için ortamların ısıtılması gerekmektedir.

## 2. ISITMA SİSTEMLERİ

Isıtma sistemleri genel olarak dört ana gruba ayrılır.

1. Merkezi ısıtma (Bina altından ısıtma)
2. Tekil ısıtma (Kat ve villa ısıtması)
3. Bölgesel ısıtma (Uzaktan ısıtma)
4. Sıcak hava ile ısıtma

### 2.1. MERKEZİ ISITMA ( Bina Altından Isıtma)

Isıtılacak binaların bodrum katlarında ayrı ayrı kazan daireleri tesis etmek suretiyle kazanlarda üretilen ısının taşıyıcı bir akışkan vasıtasıyla istenen ortamlara yerleştirilmiş ısıtıcılara gönderilmesi suretiyle gerçekleştirilen ısıtmaya merkezi ısıtma denir.

#### 2.1.1 Sıcak Sulu Isıtma Sistemleri

Bir sıcak su sistemi genel olarak sıcak su kazanı, su taşıyıcı borular, ısıtıcı elemanlar, sirkülasyon pompası, genleşme kabı, otomatik kontrol cihazları ve ara parçalarından oluşur. Isıtıcı akışkan olarak sıcaklığı 110 °C nin altında bulunan sıcak su kullanılır. Sıcak su sistemlerinin büyük çoğunluğu atmosfere açıktır ve su sıcaklığı 90 °C değerini aşmaz. Sıcak su kazanında üretilen sıcak su, borularla ısıtılacak hacimlere yerleştirilmiş radyatör, sıcak hava apareyi gibi ısıtıcı elemanlara taşınır. Burada soğuyarak ısını oda hacmine bırakan sıcak su kazana geri döner.

#### 2.1.2 Sıcak Sulu Tesislerde Uygulanan Başlıca Sistemler

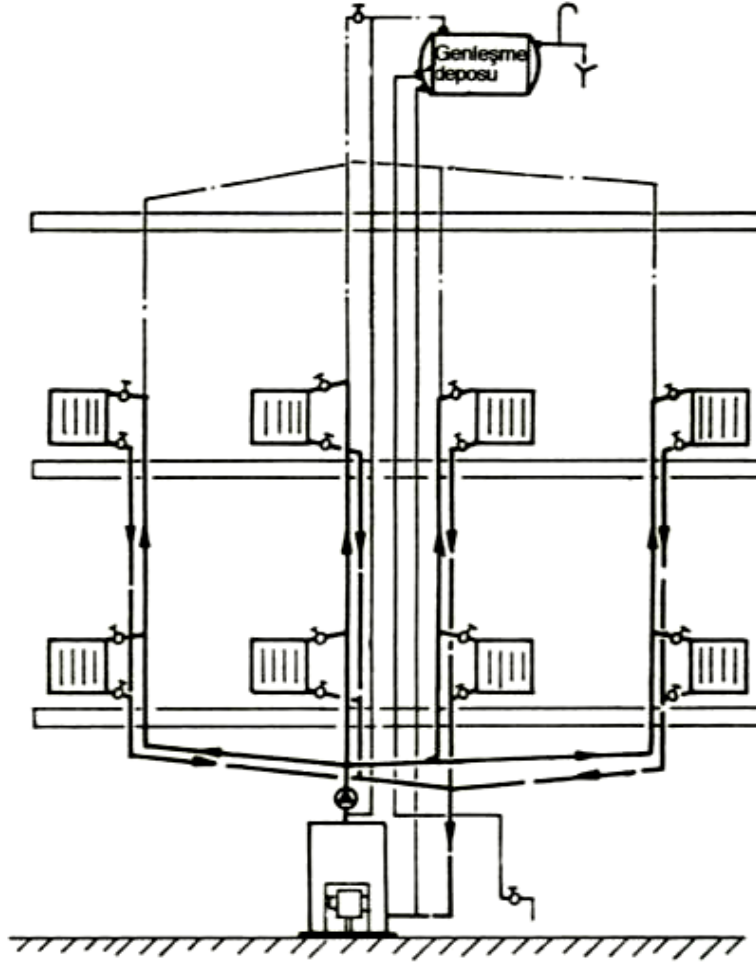
- a- Alttan dağıtım ve alttan toplamalı ısıtma sistemi,
- b- Üstten dağıtım ve alttan toplamalı ısıtma sistemi,
- c- Üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemi,

##### 2.1.2.1 Alttan Dağıtım ve Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi

Bu sistemlerde genellikle bodrum kata yerleştirilen sıcak su kazanından çıkan ana besleme borusu, sirkülasyon pompaları emiş kollektörüne gelir. Pompa çıkış kollektörü ise dağıtım kollektörü görevini yapar. Dağıtım kollektöründen yatay ana besleme boruları ile bodrum katı tavanı seviyesinde istenilen noktalara dağıtım yapılır. Bu noktalardan besleme kolonu adı verilen dik borularla su üst katlara ulaşır. Her radyatöre branşmanlarla besleme kolonundan sıcak su bağlanır. Dönüş kolonları bodrum katta toplanan yatay ana borular ile birleşirler. Böylelikle bütün radyatörlerden toplanan su dönüş kollektörüne ulaşır. Binanın en üst seviyesinde genleşme kabı vardır. Bu kap giriş ve dönüş emniyet boruları ile kazan giriş çıkışına arada hiçbir vana olamayacak

şekilde bağlanır. Ayrıca bütün çıkış kolonları bir havalık borusu ile genişleme kabına bağlıdır. Yatay borulara ve branşmanlara eğim verilmelidir. Böylece sistem içinde oluşacak havanın en üst noktaya doğru kendiliğinden akarak boşalması sağlanır.

Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’ de açık genişleme depolu ve kapalı genişleme depolu Alttan dağıtmalı ve alttan toplamalı ısıtma sistemi görülmektedir.



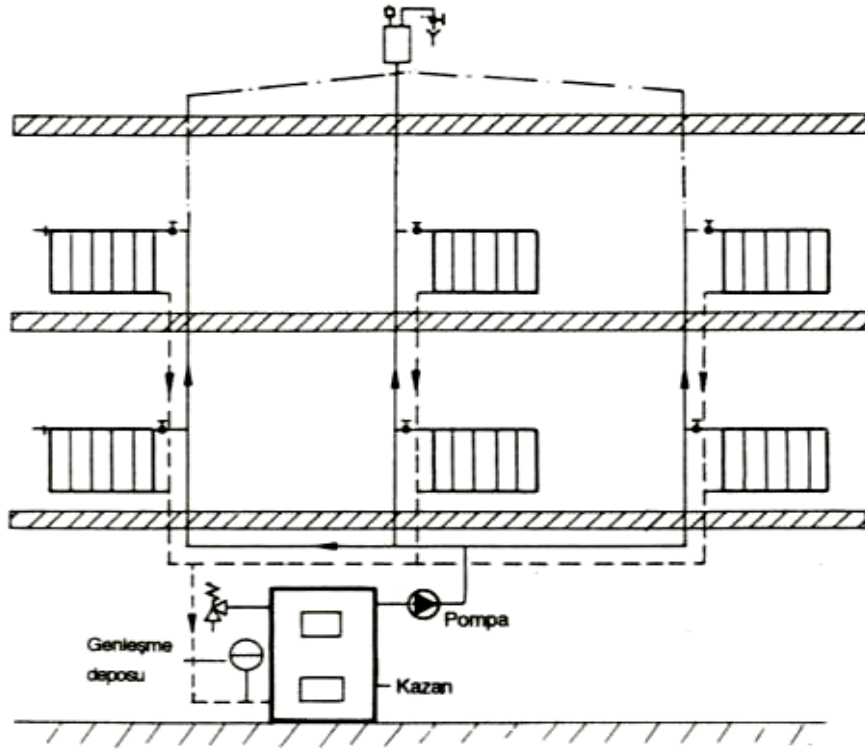
Şekil 2.1 Açık Genişleme Depolu Alttan Dağıtmalı ve Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi

### 2.1.2.2 Üstten Dağıtmalı ve Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi

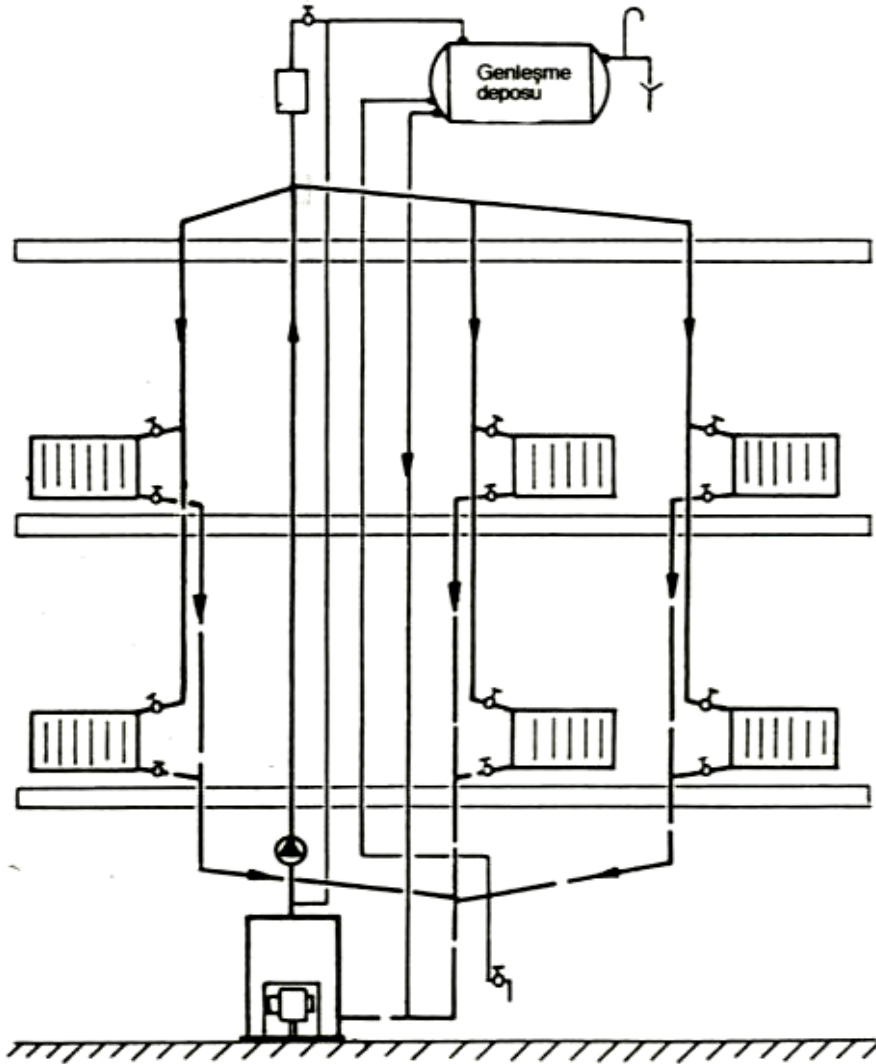
Bu sistem çatısı teras olmayan ve tam bodrumlu binalarda uygulanır. Bütün katları aynı derecede yani homojen olarak ısıtmak mümkündür. Bu nedenle en iyi çalışan sistem olarak bilinmektedir.

Şekil 2.3’ de görülen üstten dağıtmalı alttan toplamalı ısıtma sisteminde ise kazandan çıkan ana besleme kolonu ile su çatı katına ulaşır. Buradan %1 veya %2 eğimli dağıtım boruları ile çatı içinde düşey kolonlara ulaşır. Düşey besleme kolonları ve branşmanlarla radyatörler sıcak su ile beslenir. Dönüş ise bir önceki sistemin aynıdır.

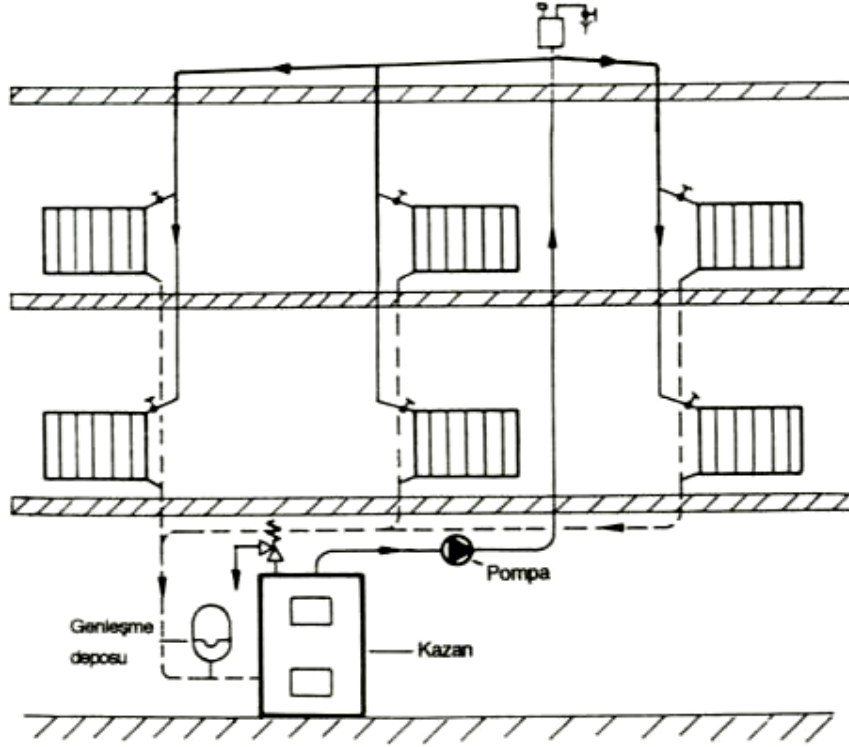
Şekil 2.4’ de kapalı genişleme depolu üstten dağıtmalı alttan toplamalı ısıtma sistemi görülmektedir. Üst kata çıkan gidiş borusunda en üst noktada hava tütünü, 1/2” hava boşaltma vanası ve otomatik hava pürjör montajı yapılmalıdır.



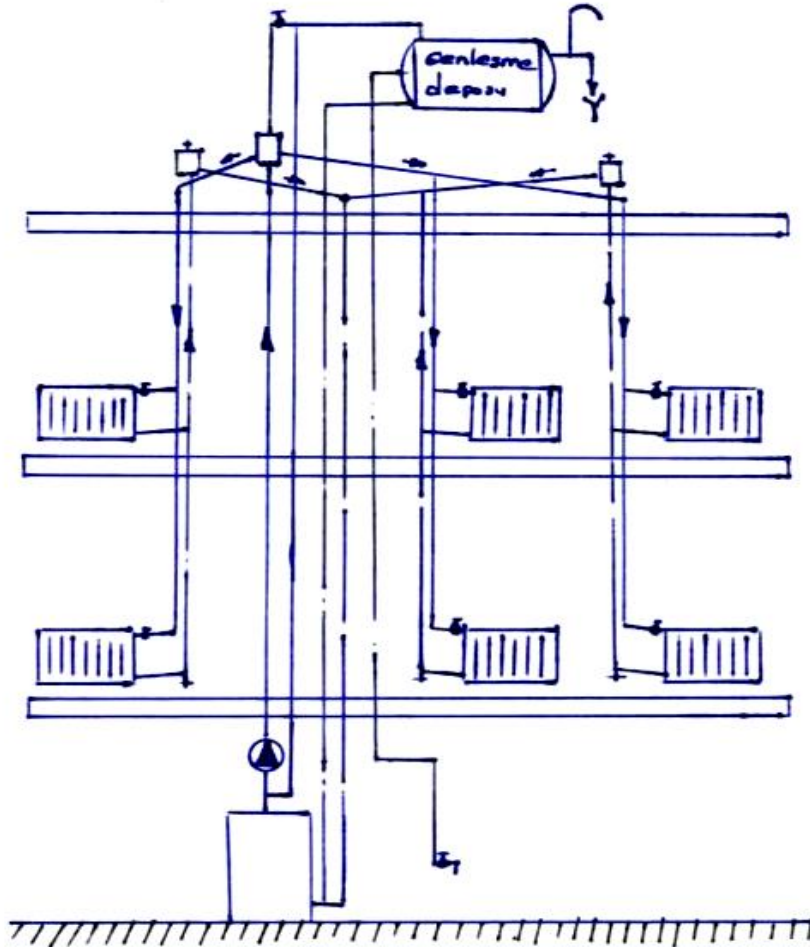
Şekil.2.2 Kapalı Genleşme Depolu Alttan Dağıtım ve Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi



Şekil 2.3 Açık Genleşme Depolu Üstten Dağıtım ve Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi



Şekil 2.4 Kapalı Genleşme Depolu Üstten Dağıtmalı Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi



Şekil.2.5 Üstten Dağıtmalı ve Üstten Toplamalı Isıtma Sistemi

### 2.1.2.3 Üstten Dağıtım ve Üstten Toplamalı Isıtma Sistemi

Eğer bodrum katta boruları geçirmek üzere hiçbir yer yoksa şemsiye sistemi denilen üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemi kullanılabilir. Sistem pompa yardımı ile doğal dolaşıma karşı çalıştığı için 90/70 °C sistemin basınç kaybı hesabında 1 m düşey boru için 12,5 mmss eklenmelidir. (Gidiş ve dönüş boruları toplamında 25 mmss eklenmelidir.)

Isıtma bakımından istenmeyen en kötü olan bir sistemdir. Zorunlu hallerde uygulanır ve bugün için çok az uygulanan bir sistemdir.

Şekil 2.5' de üstten dağıtım ve üstten toplamalı ısıtma sistemi görülmektedir.

### 2.1.3 Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde Hava Tahliyesi

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde hava, sistemdeki su dolaşımını engeller ve korozyona neden olur. Hava yapan boru ve radyatörler iyi çalışmaz. Hatta sistemin bir bölgesinde dolaşım tamamen durabilir. Suyun içerdiği hava miktarı sıcaklığa ve basınca bağlıdır. Su soğukken içinde eriyen hava, ısındığında gaz halinde açığa çıkar. Su ile birlikte sürüklenen bu hava su hızı ne kadar fazla ise sudan o kadar zor ayrılır. Kalorifer tesisatından hava alınırken pompanın durdurulması yararlıdır. Sıcak sulu sistemlerde hava oluşmasının ana kaynakları; sisteme beslenen taze su ve açık genleşme depolarıdır. Bu kaynaklardan giren erimiş haldeki hava kazanda ısınma sırasında basıncın düşük olduğu üst katlarda gazlaşarak açığa çıkar.

Pratikte oluşan havanın hareketini boru sistemi içinde en yüksek noktaya yönlendirmek için yatay borulara akış yönünde yukarı doğru hafif bir eğim (%1 veya %2) verilir.

Havalık boruları çatı arasında bulunur. Havalık borularını çatı arasına çıkarma olanağı olmayan yerlerde tavan altında toplayarak emniyet gidiş borusuna veya diğer bir kolona bağlamak mümkündür. Havalık borusu çıkma olanağı olmayan yerlerde gidiş kolonunun sonu 1/2" boru ile 500 mm daha yükseltılarak hava tüpü veya hava boşaltma pürjörü bir boru üzerine konulabilir.

### 2.1.4 Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde Donmanın Önlenmesi

Sıcak sulu sistemlerin tasarımında su sıcaklığının donma noktasının altına düşmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Isıtılmayan hacimlerden geçen borular bulunması halinde bu borularda bulunan suyun sıcaklığı donma noktasının altına düşecek ve boruların çatlamasına neden olacaktır.

Büyük binaların ısıtılmasında, sistemde bu şekilde donma noktası altında elemanlar bulunması olasılığı daha fazladır. Sirkülasyon devam ettiği yani pompa çalıştığı sürece her hangi bir donma söz konusu değildir. Kazan çalışmıyor bile olsa bütün sistemdeki su sıcaklığı donma noktası altına düşmeden her hangi bir donma olayı meydana gelmez.

Soğuk iklimlerde, geceleri ve hafta sonlarında, çalışmayan iş yerlerinde sirkülasyon pompası bu yüzden devamlı çalıştırılmalıdır. Eğer sistem uzun süreli olarak durdurulacak ise bu durumda ısıtma sisteminde mevcut bütün suyun tamamen boşaltılması gerekir. Radyatör dilimlerinin alt kısımlarında kalan az miktarda suyun donarak o noktalarda çatlamalara neden olduğu pratikte görülmüştür.

Soğuk bölgelerdeki sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, sistem çalışmakta olsa bile çatı arasındaki tesisatta bulunan hareketsiz suyun donma olasılığı vardır. Bu durumu önleyebilmek için çatı arasındaki genleşme deposu, bütün havalık boruları, emniyet boruları çok iyi izole edilmelidir.

## 2.2. TEKİL ISITMA ( Kat ve Villa Isıtması)

Kombi veya kazan tipi ısıtma cihazları kullanarak yapılacak kat kaloriferi sistemi ile villa tipi binaların veya tesisatı bulunmayan çok katlı binaların bağımsız olarak ısıtılmasıdır.

Bu tesisatın ilk tesis ve işletme masrafları merkezi sistemlere göre daha fazladır. Merkezi kalorifer tesisatı bulunan binalarda kat sahipleri arasında çıkan anlaşmazlıklar nedeniyle, bu tip tesisatın uygulama sahasını gün geçtikçe artırmış bulunmaktadır.

Ayrıca bu sistemle ısıtılan dairelerin büyük çapta işletme avantajları vardır. Bunlar;

- Değişik sıcaklıklara ayarlanabilir olması,
- Tatil günlerinde tamamen söndürülebilmesi,
- Dairede kısmi ısıtmanın yapılabilmesi,
- Otomatik kontrol düzeniyle büyük çapta yakıt tasarrufunun sağlanabilmesidir.

Kat ısıtmasının yapıldığı kat, binanın en yüksek katı ise dairenin döşemesi ve çatısı izole edilmelidir. Ara kat olması halinde, bu taktirde alt ve üst katların sobalı olması durumunda enerji kaybı artar. Bu kaybı asgari hale getirmek için döşemenin halı gibi muhtelif örtü malzemeleri ile izole edilmesi gerekir. Aksi halde komşu hacimlere giden enerji kaybı nedeniyle ekonomik olmaktan çıkar.

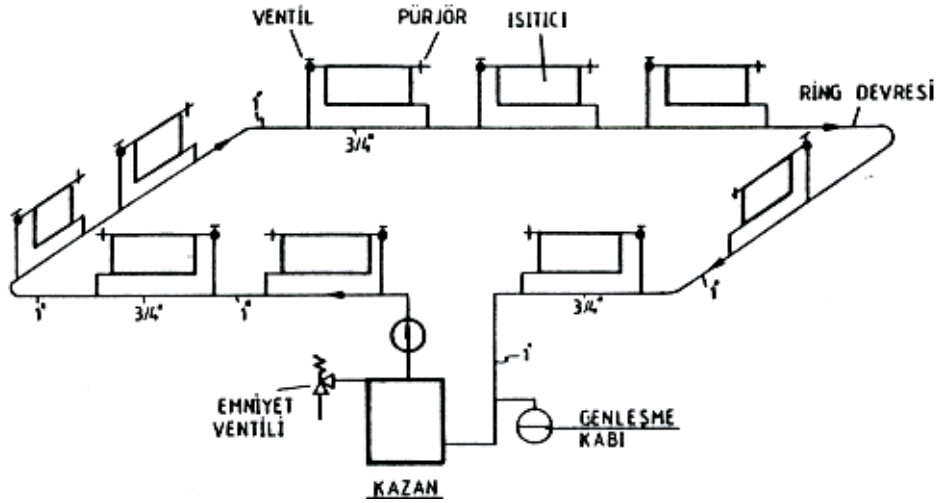
Kat kaloriferi tesisatı, tek ve çift borulu olmak üzere iki şekilde yapılır. Tek borulu sistem çift boruluya göre daha az yatırım masraflı olduğu gibi görünüm itibarı ile de daha estetikdir. Tek borulu sistemin mahsuru ise kapı eşiklerinde döşeme içerisinden geçmesidir. Bu sistemde kazandan çıkan ana besleme borusu bütün radyatörleri dolaşır. Her radyatör gereği kadar sıcak suyu bir branşman ile ana borudan alır. Ana boruda kesit daraltılır. Radyatörde soğuyan su tekrar ana boruya verilir. Her radyatörden sonra ana borudaki suyun sıcaklığı biraz düşer. Bütün radyatörleri dolaşarak soğuyan ana borudaki su kazana döndürülür. Sistemin ana özelliği dönüşe yakın radyatörlerin daima daha az sıcak su ile çalışmasıdır. Bu özellikten dolayı aynı hat üzerinde kullanılacak radyatör sayısı sınırlıdır. Gidiş borusu önce kuzey yönündeki radyatörlere verecek şekilde dağıtım yapılması tasarlanmalıdır.

Şekil 2.6' da tek borulu yatay ısıtma sistemi, şekil 2.7 tek borulu sistemde radyatör bağlantısı görülmektedir.

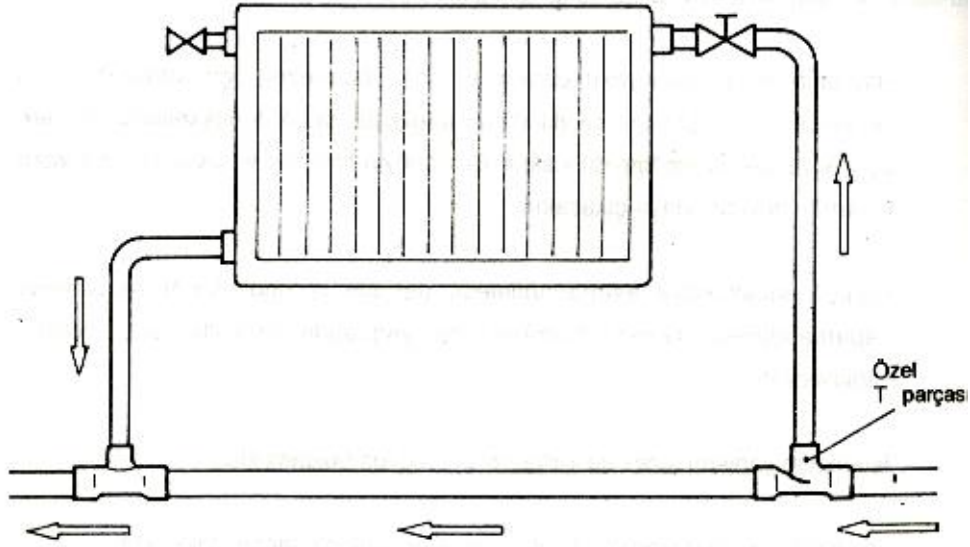
Çift borulu sistem ise üç şekilde uygulanır. Bunlar;

1. Üstten Dağıtma ve Alttan Toplama
2. Alttan Dağıtma ve Alttan Toplama
3. Üstten Dağıtma ve Üstten Toplama

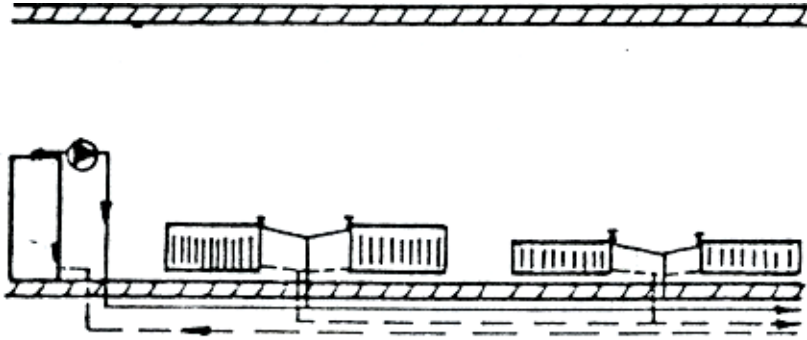
Çift borulu kat kalorifer sistemine ait bazı örnek şekiller Şekil 2.8, 2.9 ve 2.10 verilmiştir.



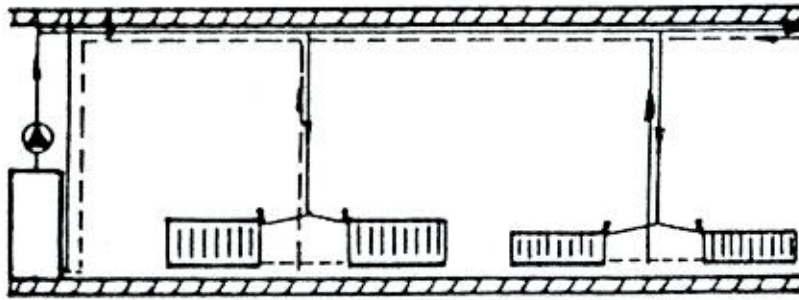
Şekil 2.6 Tek Borulu Yatay Isıtma Sistemi



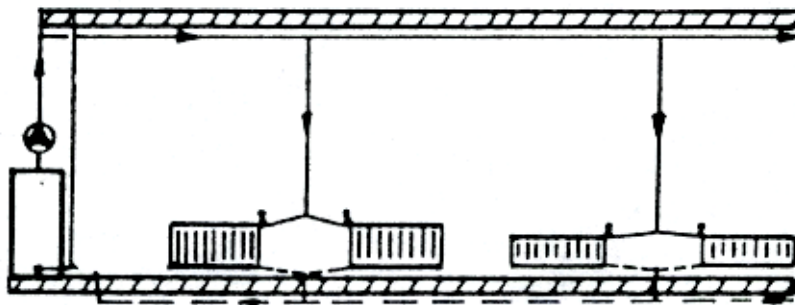
Şekil 2.7 Yatay Tek Borulu Sistemde Radyatörün Bağlanma Şekli



Şekil 2.8 Alttan Dağıtım Alttan Toplamalı Çift Borulu Kat Kaloriferi



Şekil 2.9 Üstten Dağıtım Üstten Toplamalı Çift Borulu Kat Kaloriferi



Şekil 2.10 Üstten Dağıtım Alttan Toplamalı Çift Borulu Kat Kaloriferi

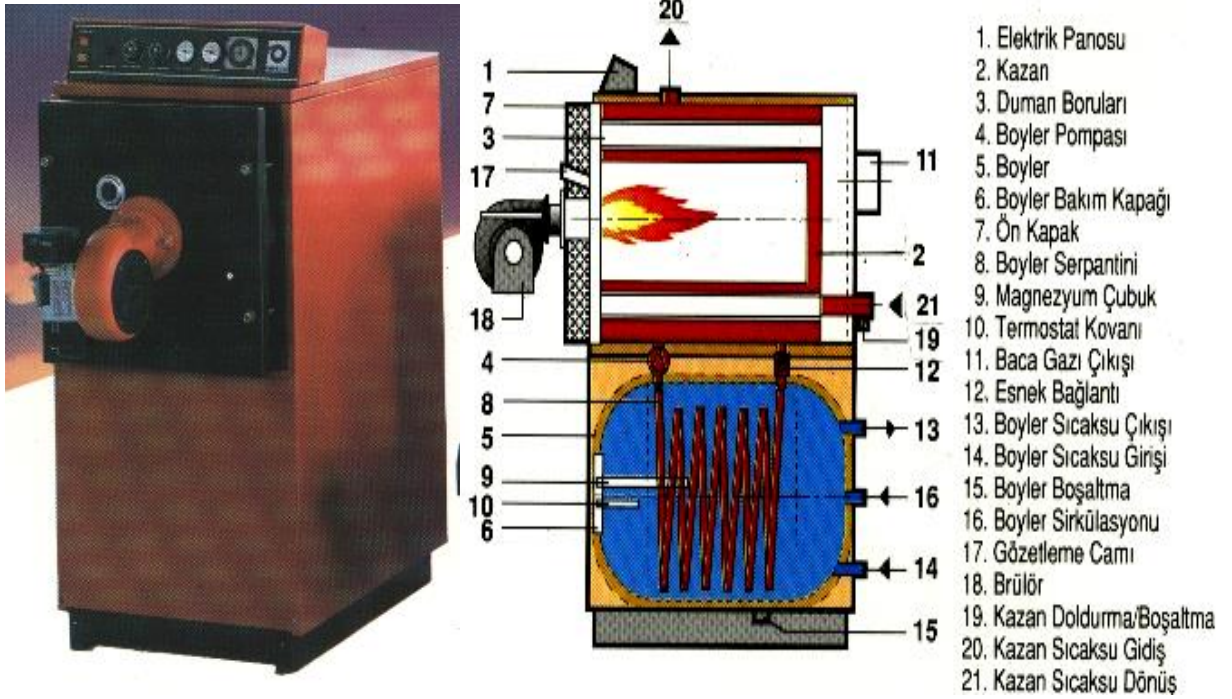


### 2.2.1 Kat ve Villa Isıtmasında Kullanılan Kalorifer Kazanları

Doğal gaz ile veya sıvı yakıtla çalışabilen bu kazanların hem ısıtma suyunu hem de ısıtma ve kullanma sıcak suyunu birlikte üretebilecek, otomatik kontrol sistemleriyle donatılmış tipleri vardır.

Bu kazanların uzun ömürlü olması, işletme veriminin yüksek olması, yakıt tasarrufunun yüksek olması gibi avantajlarının yanında kazan dairesine ihtiyaç duyulması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajları vardır.

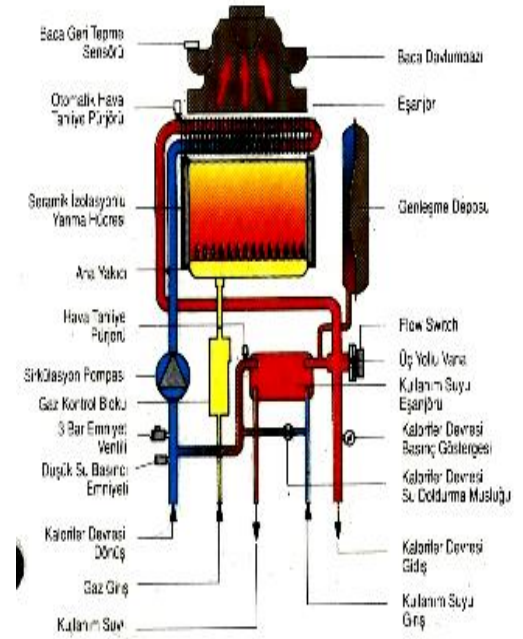
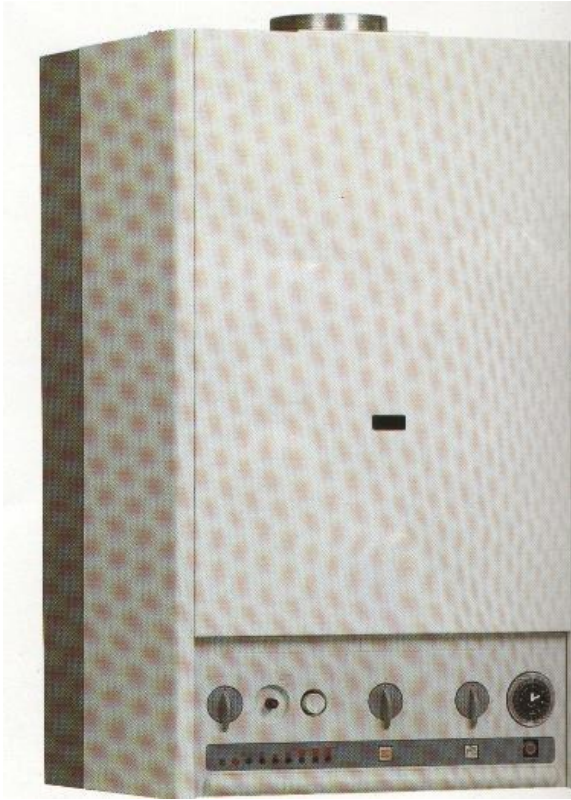
Şekil 2.11’de kat ve villa ısıtmasında kullanılan kalorifer kazanı görülmektedir.



Şekil 2.11 Kat ve Villa Isıtmasında Kullanılan Kalorifer Kazanı

### 2.2.2 Kat ve Villa Isıtmasında Kullanılan Kombi Cihazları

Kat ve villa ısıtmasında kullanılan şofben tipindeki kombi cihazların hem ısıtma sıcak suyunu hem de kullanma sıcak suyunu birlikte üretmesi, duvara monte edildiği için az yer kaplaması, ucuz olması gibi avantajlarının yanında, ömürlerinin kısa olması, servis ve yedek parça gibi özelliklerinin fazla olması, kapasitelerinin sınırlı olması (20.000-25.000 kcal/h), verimlerinin düşük olması gibi dezavantajları vardır. Şekil 2.12’de Kat ve Villa ısıtmasında kullanılan kombi cihazı görülmektedir.



Şekil 2.12 Kat ve Villa Isıtmasında Kullanılan Kombi Cihazı

### 2.3. BÖLGE ISITMASI (Uzaktan Isıtma)

Bölge ısıtması, endüstri tesisleri, toplu konut uygulamaları, mahalle ve şehir ısıtmaları gibi büyük ölçekli ısıtma olarak tanımlanabilir.

Bölge ısıtmasında çeşitli sistemler oluşturulabilir. Klasik bölge ısıtmasında bir ısı merkezinde üretilen ısı, boru şebekesi ile primer devre akışkanı tarafından ısıtılacak binalara taşınır.

Her binanın altındaki ısı değiştirgecinde sekonder devrede dolaştırılan ısıtıcı akışkan ısıtılır.

Primer devrede sıcak su, kızgın su veya buhar; sekonder devrede ise genellikle 90/70 ° C sıcak su dolaşır.

Sekonder devre daha önce üzerinde durulan sıcak sulu merkezi ısıtma sistemidir.

Bölge ısıtmasında kullanılan diğer bir sistemde ise; Primer devrede üretilen sıcak su veya kızgın su doğrudan bloklara verilir. Burada her blok altında bir otomatik karıştırma vanası vardır. Bu vanada primer devreden alınan yüksek sıcaklıktaki su ile bloktan dönen düşük sıcaklıktaki su istenen oranda karıştırılarak bloktaki ısıtıcılara gönderilir.

Daha küçük boyutlu uygulamalarda ise bir merkezde üretilen sıcak su ile doğrudan blokları ısıtmak mümkündür.

#### 2.3.1. Sıcak Sulu Bölge Isıtması

Prensip olarak su sıcaklığı 120 ° C nin altındadır. Ancak uygulamada genellikle 90/70 ° C sistemler kullanılır. 90/70 ° C sıcak su kullanıldığında sistemi tek devreli yapmak mümkündür. Bu durumda blok altındaki eşanjörler ortadan kalkar. Ayrıca basınç düşük olduğundan kullanılan cihaz ve elemanlar daha ucuz, sistem daha basit ve güvenlidir. Buna karşılık düşük sıcaklık ve düşük sıcaklık farkı nedeniyle boru çapları büyük ve ısıtıcı yüzey miktarları fazladır. Bir diğer dezavantajda sistemdeki su miktarının fazlalığıdır.

Yarı çapı 500 m' den küçük olan bölgelerde sıcak su genellikle teknik ve ekonomik açıdan avantajlı olmaktadır.

Bu sistem konut sitelerinde, iş merkezlerinde, hastanelerde, büyük otellerde, askeri tesislerde, buhar üretimi olmayan endüstri tesislerinde başarı ile uygulanabilir.

### 2.3.2. Kızgın Sulu Bölge Isıtması

100° C üzerindeki sıcaklıktaki suya kızgın su adı verilir. Ancak ısıtma tesisatında 120°C ve üzerindeki sıcaklıktaki suya kızgın su denilmektedir.

Kızgın su tesisatında sistem atmosfere kapalıdır. Basınçlandırma bir pompa veya denge kabı denilen bir basınçlı kap ile gerçekleştirilir. Denge kabı bir genleşme kabı olarak da düşünülebilir.

Kızgın su büyük kapasiteli bölge ve şehir ısıtması amacı ile kullanılacaksa, su gidiş sıcaklığı 180 °C ye kadar çıkabilir. Sıcaklığın yüksek olması nedeniyle kızgın sulu tesislerde kullanılacak vana ve armatürler en az PN 16 serisi olmalıdır. Gidiş ve dönüş suyu arasındaki fark ise 80 °C ye kadar büyütülebilir. Kullanılan sıcaklıklar arasında 160/80 °C, 150/90 °C, 150/70 °C gibi örnekler verilebilir. Primer kızgın su şebekesinin döşenmesinde en üst noktalarda havalandırma ve en alt noktalarda da boşaltma olanağı bulunmalıdır.

### 2.3.3. Buhar İle Bölge Isıtması

Buhar ile bölge ısıtması sadece endüstriyel tesisler için geçerlidir. Eğer sistemde, başka amaçlarla buhar üretiliyorsa, ısıtma içinde aynı buhardan yararlanılabilir. Tesisatta mevcut buhar yoksa ; sadece ısıtma amacı ile buharlı bölge ısıtması günümüzde kullanılmamaktadır.

### 2.3.4. Tek Merkezli Bölge Isıtması

Şehir ısıtmaları hariç genellikle bölge ısıtmaları tek ısı merkezli sistemlerdir. Bu sistemde dallanan tip şebeke kullanılır. Dallanan tip şebekede, bütün kullanma yerleri bir tek kol ile beslenir. Dolayısıyla bu sistem tamir ve boru patlamaları halinde zorluklar yaratır. Sadece problem olan noktada değil, bu noktadan sonraki bütün kullanma yerlerinde besleme kesilir. Boru şebekesini bir, iki, üç veya dört borulu yapmak mümkündür. Bir borulu sistem sadece buharlı tesisat için geçerlidir. Bu sistemde tek borudan kullanıcıya buhar ulaştırılır. Ancak kondens geri gönderilmez. Pahalı bir işletme sistemi olup, çok özel durumlarda kullanılır.

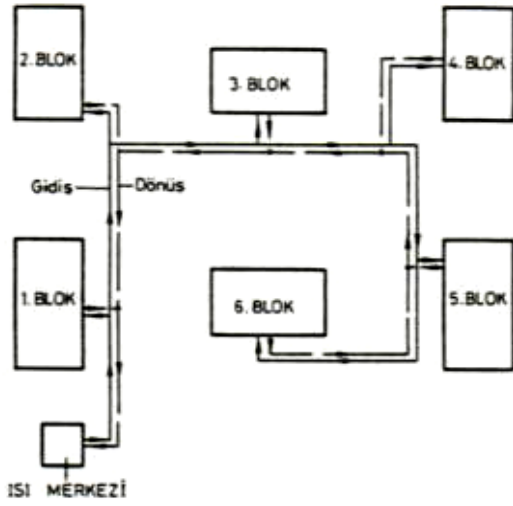
İki borulu sistem en yaygın kullanılan sistemdir. Bir boru buhar veya kızgın su gidiş, diğer boru kondens veya kızgın su dönüş borusudur.

İki borulu ısıtma sistemlerini ;

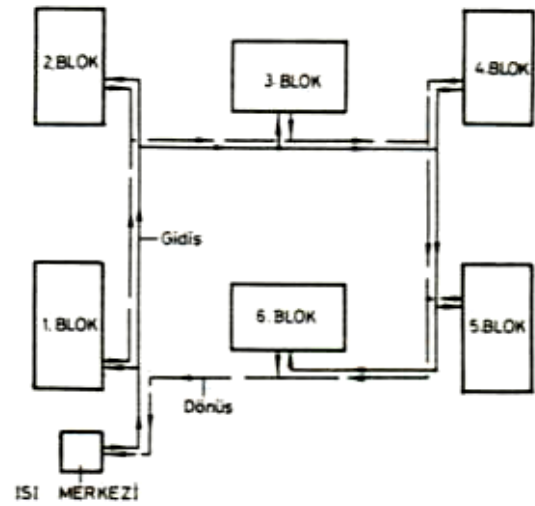
1. Düz geri dönüşlü
2. Ters geri dönüşlü (Tichelmann sistemi veya eşit direnç sistemi) olarak düzenlemek mümkündür.

Şekil 2.13 ve şekil 2.14' de bu sistemler şematik olarak görülmektedir. Düz geri dönüşlü sistemlerde paralel gidiş ve dönüş boruları aynı çaplıdır. Bu sistemlerin tasarımı ve yapımı kolaydır. Ayrıca boru çaplarından dolayı daha ucuz ve ekonomiktir. Ancak ayar veya reglaj problemi vardır. İlk ulaşılan blokta gidişle dönüş hattı arasında basınç farkı çok fazladır. Bu fark en son blokta ise çok azalır. Dolayısıyla eğer önlem alınmazsa ilk blokta su dolaşır ve bu blok iyi ısınırken son blokta az su dolaşır ve bu blok iyi ısınmaz.

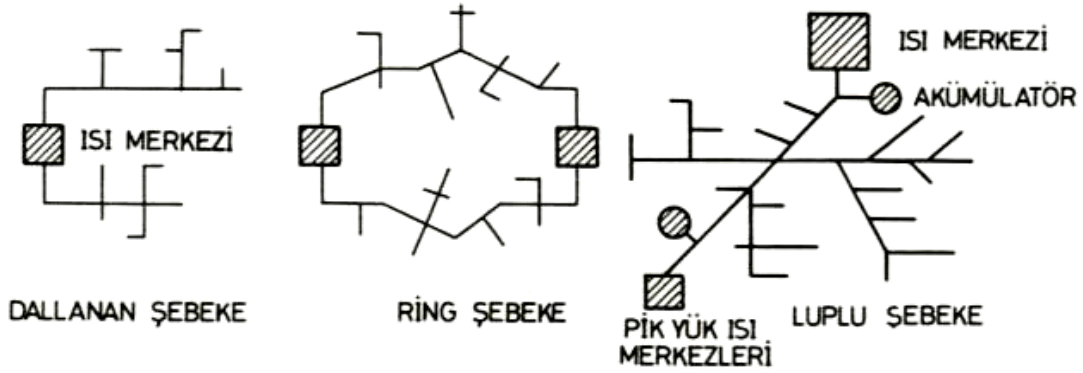
Ters geri dönüşlü sistemde ise basınç farkı dağılımı düzgündür. Dolayısıyla reglaj gereksinimi minimumdadır. Eğer mümkün oluyorsa çift borulu tesisat Tichelmann sistemine (eşit direnç sistemi) göre tasarlanmalıdır.



Şekil 2.13 Düz Geri Dönüştü 2 Borulu Dağıtım Sistemi



Şekil 2.14 Ters Geri Dönüştü 2 Borulu Dağıtım Sistemi



Şekil 2.15 Çeşitli Isıtma Şebeke Tipleri

### 2.3.5 Çok Merkezli Bölge Isıtması

Büyük şehir ısıtmalarında sistemin kullanım güvenliği açısından aynı kullanım noktasına farklı santrallerden besleme yapabilmek esastır. Çok merkezli bölge ısıtması boru dağıtım şebekesi olarak iki ana tiptir.

a-Ring şebeke

b-Luplu (Alt bölgesi) şebeke

Her iki tip şebeke de Şekil 2.15' de şematik olarak gösterilmiştir. Ring şebeke daha büyük sistemler için uygun olup, özellikle birden fazla ısı santrali bulunduğu kullanılır. Her hangi bir arıza halinde, kullanım yerlerinin başka koldan beslenebilme imkanı bulunmaktadır.

Luplu şebekede ise pik yük ısı santralleri ve boylerler bulunmaktadır. Bu sistem en büyük şebekelerde kullanılır. Sistemin çalışma güvencesi artırılmış ve her kullanıcıya en az iki noktadan ulaşılabilme olanağı getirilmiştir.

### 2.3.6 Bölge Isıtmasının Merkezi Isıtmaya Göre Avantajları

- 1 - Baca maliyeti çok daha azdır.
- 2 - Kazanlar daha az yer kaplar.
- 3 - Binalara yakıt ve kül taşıma problemi yoktur.
- 4 - Temiz ve kolaydır.
- 5 - Çevreyi daha az kirletir.
- 6 - İşletme maliyeti daha düşüktür.
- 7 - Otomatik kontrol maliyeti çok daha azdır.
- 8 - Daha tehlikesizdir.
- 9 - Daha sağlıklı ve konforlu bir ısıtma yöntemidir.

### 2.3.7 Bölge Isıtmasının Merkezi Isıtmaya Göre Dezavantajları

- 1-Galerilerin, galerilerdeki boruların, izolasyonların ve konsolların kuruluş maliyeti yüksektir.
  - 2-Galerilerdeki borulardan ısı kaybı olur. Rutubet, izolasyonları farelerin yemesi, kontrol zorlukları nedeniyle izolasyonlar zamanla bozular. Bunun sonucu olarak uzun vadede galerideki boruların ısı kayıpları çok ciddi boyutlara ulaşır.
  - 3-Galerideki boruların su hacmi, sistemin ısınma sürecini geciktirecek, kesintili işletmede yakıt giderini artıracaktır.
  - 4-Galerideki borular zamanla çürüyecektir. Kuruluştan bir süre sonra (ortalama 5 yıl sonra) sistem sık sık kesintiye uğrayacaktır.
  - 5-Sistemin arıza yapması durumunda tonlarca su harcanacak, sistemin kireç bağlama riski artacaktır.
- Sonuç olarak her apartman bloğunun altına bir kazan dairesi yapılmasının işletmede daha ekonomik ve zaman içinde daha problemsiz olacağı söylenebilir.

### 3. ISI KAYBI HESABI

Isı kaybı hesaplarını yapabilmek için gerekli sayısal değerlerin bir kısmı mimari projeden bir kısmı ise mimari proje esas alınarak seçilmiş veya hesaplanmış verilerden alınır.

Binanın ısı kayıplarının belirlenmesi için, binadaki her bölümün (hacmin) ısı kaybı yapılmalıdır. Eğer bir binanın bir dairesinin ısıtılması isteniyorsa o daireye ait bütün odaların ısı kayıpları hesaplanır. Her odaya istenilen konfor sıcaklığını sağlamak amacıyla kaybedilen ısıyı karşılayacak kapasitede ısıtıcı yerleştirilir. Dairedeki bütün bölümlerin ısı kayıpları toplamını karşılayacak büyüklükte kat kaloriferi kazanı veya kombi seçilir. Bir binanın ısıtılması isteniyorsa, dairelerin toplam ısı kaybına karşılık kazan seçilir.

Binanın her bir hacmi iki şekilde ısı kaybeder. **Birincisi**, yapı bileşenlerinden ısı geçişi (**İletimsel**) şeklinde gerçekleşir. Yapı bileşenlerinden ısı geçişi, iletim ve taşınımın bir arada olduğu şekilde gerçekleşir. Isı önce oda ortamından duvar yüzeyine doğru taşınım, sonra duvar iç yüzeyinden duvar dış yüzeyine iletim, daha sonrada duvar dış yüzeyinden dış ortama taşınım ile geçer.

**İkincisi**, hacmin pencere ve kapılarının açılan kısımlarının kasaları ile tam olarak çakışmaması nedeniyle sızıntı (**Enfiltrasyon**) yoluyla içeriden dışarıya ısı kaybı olmaktadır. Hacmin ısı kaybı bu iki yolla meydana gelen kayıpların toplanması ile bulunur.

#### 3.1 İletimsel Isı Kaybı

Yapı bileşenlerinin iletimsel ısı kayıpları aşağıdaki formül ile hesaplanır. İletimsel ısı kayıplarının hesabında, bu formüle göre hazırlanmış ve bir örneği çizelge 3.1’ de görülen, ısı kaybı cetvelinden yararlanılır. Bu cetvelde bilinen sayısal değerler yerlerine yazılır ve gerekli işlemler yapılarak hesaplar yürütülür.

$$Q = A.K.\Delta T$$

Q : Isı kaybı miktarı (kcal/h)

A : Yüzey alanı (m<sup>2</sup>)

K : Toplam ısı geçiş katsayısı (kcal /m<sup>2</sup>h°C)

ΔT : Yapı bileşenlerinin iki tarafındaki sıcaklık farkı (°C )

Toplam ısı geçiş katsayısı K, çeşitli kalınlıklardaki katmanlardan (iç sıva+ delikli tuğla+ dış sıva gibi ) oluşan yapı bileşenlerinin 1 m<sup>2</sup>’sinden 1 derecelik sıcaklık farkı bulunması durumunda saatte kcal cinsinden geçen ısı miktarını vermektedir.

Çizelgelerden, her bir yapı bileşeninin ısı iletim katsayısı k değeri EK-1’deki çizelgede verilmiştir. Çeşitli malzemelere ait k değerleri bu tür çizelgelerden bulunarak kullanılır. K toplam ısı geçiş katsayısı aşağıda verilen ifadede hesaplanır.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \dots + \frac{d_n}{k_n} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

K : Toplam ısı geçiş katsayısı (kcal /m<sup>2</sup> h°C)

α<sub>iç</sub> : İç yüzeyin ısı taşınım katsayısı (kcal /m<sup>2</sup> h°C) Çizelge 3.3’den alınır.

α<sub>dış</sub> : Dış yüzeyin ısı taşınım katsayısı (kcal /m<sup>2</sup> h°C) Çizelge 3.3’den alınır.

d : Her bir yapı bileşeninin kalınlığı (m)

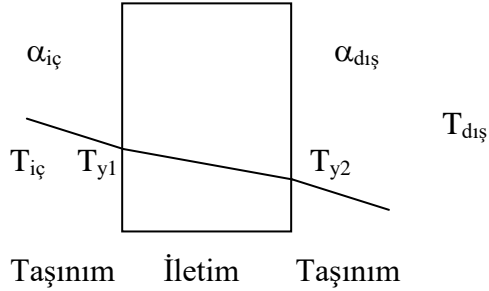
k : Her bir yapı bileşeninin ısı iletim katsayısı (kcal /m h°C)

n : Bitişik yapı malzemesi sayısı

Yukarıdaki denklemden de görüldüğü gibi buradaki ısı geçişi iletim ve taşınım yoluyla olan ısı geçişini içermektedir. Şekil 3.1’ de şematik olarak taşınım ve iletimle ısı geçişi görülmektedir.

$T_{iç}$  sıcaklığındaki ortamdan duvara doğru taşınım ile ısı geçişi olmaktadır.  $T_{y1}$  sıcaklığındaki duvar iç yüzeyinden  $T_{y2}$  sıcaklığındaki duvar dış yüzeyine doğru iletimsel bir ısı geçişi olmaktadır.  $T_{y2}$  sıcaklığındaki dış yüzeyden,  $T_{dış}$  sıcaklığındaki dış ortama doğru ise taşınım yoluyla ısı geçişi olmaktadır.

K toplam ısı geçiş katsayısı bulunduğundan sonra ,hesapı yapılan yüzeyin alanı  $A$   $m^2$  olarak ve iç-dış ortam sıcaklıkları arasındaki sıcaklık farkı  $\Delta T$  olarak belirlenir. Bu değerler  $Q = A.K.\Delta T$  denkleminde yerine yazılırsa, kcal/h cinsinden, o yüzeyden kaçan ısı miktarı bulunur. Bütün yüzeylerden hesaplanan ısı kayıpları toplanarak da odadan saatte kaçan toplam ısı miktarı bulunur.



Şekil 3.1 İletim ve Taşınım Yoluyla Isı Geçişi

D kalınlığındaki bir yapı bileşeninin paralel iki yüzeyinin bir  $m^2$ ’ sinden  $1^\circ C$ ’ lik sıcaklık farkında 1 saatte geçen ısı miktarı **ısı geçirgenliği** olarak tanımlanır. Isı geçirgenliği  $\wedge$  simgesi ile gösterilir.

$$\wedge = \frac{k}{d} \quad (\text{kcal} / \text{m}^2\text{ }^\circ\text{C})$$

Isı geçirgenliği yukarıdaki formülden hesaplanabilir. Isı geçirgenliğinin tersi, **ısı direnci** olarak tanımlanmaktadır. Isı direnci;

$$\frac{1}{\wedge} = \frac{d}{k} \quad (\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal})$$

İfadesiyle verilmektedir. Farklı özelliklerdeki tabakalardan (iç sıva + delikli tuğla + dış sıva) oluşan yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik direnci,

$$\frac{1}{\wedge} = \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \dots + \frac{d_n}{k_n}$$

İfadesiyle bulunabilir. Buradan aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{1}{\wedge} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$







### 3.2 Isı Kaybı Çizelgesinin Doldurulması

Isı kaybı hesabının yapılabilmesi için Çizelge 3.1' in doğru bir şekilde doldurulması gerekir.

Bu formun **1. sütununa**, yapı bileşenleri için kullanılan semboller yazılır. Bu semboller Çizelge 3.2 de verilmiştir

**2. sütuna**, yapı bileşenlerinin yönü,

**3. sütuna**, yapı bileşenlerinin kalınlığı yazılır.

**4. ve 5. sütuna**, yapı bileşenlerinin uzunluğu ve yüksekliği (veya genişliği) yazılır.

**6. sütuna** 4. ve 5. sütunların çarpımı yapılarak toplam alan bu sütuna yazılır.

**7. sütuna** 6. sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır.

**8. sütuna** daha sonra net duvar alanının hesaplanmasında kullanacağımız pencere ve kapı alanları yazılır. Bu nedenle bir hacmin ısı kaybı hesaplanırken pencere ve kapılar ilk satıra, bunların bulunduğu duvar ise sonraki satıra yazılırsa net duvar alanını bulmak kolay olur.

**9. sütuna**, hesaba giren alan yazılır.

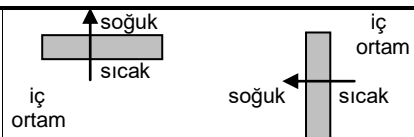
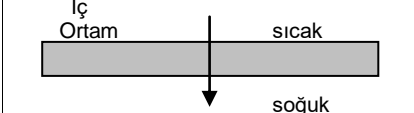
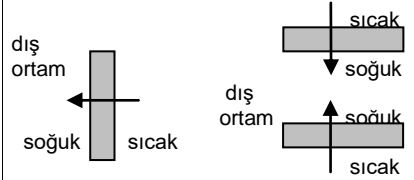
**10. sütuna**, yapı bileşenleri için hesaplanan K toplam ısı geçiş katsayısı yazılır. Pencere ve kapılar için toplam ısı geçiş katsayısının hesaplanmasına gerek olmadan doğrudan Çizelge 3.4'alınır. Hava tabakalarının ısıl geçirgenlik dirençleri ise Çizelge 3.5' de verilmiştir.

**11. sütuna**, dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı bu sütuna yazılır. Isıtılacak ortamın durumuna göre ,tesisat projelerinde kullanılacak iç hava sıcaklıkları Çizelge 3.7'de, binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları ise Çizelge 3.6' de verilmiştir. Çeşitli sıcaklık bölgelerine göre her ilde hesaplarda kullanılacak dış hava sıcaklıkları Ek-2' de verilmiştir.

**12. sütuna** ise 9, 10 ve 11. sütunların çarpımından oluşan artırımsız ısı kaybı yazılır.

Sembol	Anlamı
TP	Tek pencere
ÇP	Çift pencere
ÇCP	Çift camlı pencere
DK	Dış kapı
İK	İç kapı
BK	Balkon kapısı
DD	Dış duvar
İD	İç duvar
Ta	Tavan
Dö	Döşeme

Çizelge 3.2 Isı kaybı hesabında yapı bileşenleri için kullanılan semboller.

Durum	Film Katsayısı kcal/m <sup>2</sup> h°C	Isıl Direnç m <sup>2</sup> h°C/kcal	
İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya yukarı		7	0.14
İç yüzeyler ısı geçişi aşağı		5	0.20
Bütün dış yüzeyler		20	0.05

Çizelge 3.3 DIN 4701 'e Göre Yüzey Isı İletim Katsayıları

PENCERE VE KAPILAR	ISI GEÇİRME KATSAYISI (K) kcal/m <sup>2</sup> h°C
<b>AHŞAP PENCERE VE KAPILAR</b>	
Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK)	4.5
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 6 mm.)	2.8
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 12 mm.)	2.5
Camsız dış kapı (DK)	3.0
Bitişik (mutabık) çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK)	2.2
Kasalı çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK)	2.2
<b>METAL PENCERE VE KAPILAR</b> (Hazır profillerinden en az iki binili)	
Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK)	5.0
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 6 mm)	3.4
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 12 mm)	3.1
Bitişik (mutabık) çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK)	3.0
Kasalı çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK)	2.8
Tepe penceresi (basit) (TP)	5.0
Tepe penceresi (çift) (ÇCP)	3.0
<b>PLASTİK (PVC) PENCERELER</b>	
Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK)	4.3
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP)	2.2

Çizelge 3.4 Pencere ve Kapılar İçin Isı Geçiş Katsayıları

Hava Tabakasının Durumu	Değişik kalınlıklarda hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri						
	1/Λ = m <sup>2</sup> h°C / kcal						
	Kalınlık (cm)						
	0.5	1	2	5	10	15	20
Düşey	0.13	0.16	0.19	0.21	0.2	0.19	0.19
Yatay (Sıcak yüzey altta)	0.13	0.16	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19
Yatay (Sıcak yüzey üstte)	0.13	0.16	0.21	0.24	0.24	0.24	0.24
1 boşluklu hafif tuğla ve beton briket dolgu asmolen döşemelerde döşemenin ısı geçirgenlik direnci kaplamasız olarak 1 / Λ = 0.30 m <sup>2</sup> h°C / kcal olarak kabul edilir.							

Çizelge 3.5 Hava Tabakalarının Isıl Geçirgenlik Dirençleri

Dış Sıcaklıklar		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller	K<2	9	7	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-13	-16
	2<K<5	6	4	1	-1	-4	-6	-9	-11	-14	-16	-19
	k>5	3	1	-2	-4	-6	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış Mahaller	İçeriye veya bodruma kapı ya da pencere, büyük bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	15	14	12	10	9	7	5	3	2	0	-1
	Dışa kapı veya pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	10	8	6	5	3	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak Sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Dış duvara bitişik	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Bitişik Evlerin Sıcaklığı	Merkezi ısıtma	15										
	Mahalli ısıtma	10										
Kazan dairesi		20										
Kömürlük		10										

Çizelge 3.6 Binada Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları

ISITILACAK HACİMİN ADI	SICAKLIĞI* (°C)	ISITILACAK HACİMİN ADI	SICAKLIĞI* (°C)
<b>1- KONUTLAR</b>		<b>5- FABRİKA YAPILARI</b>	
- Oturma odası (Salonlar)	+22	- Ağır iş yapan atölye ve montaj yeri	+15
- Yatak odası	+20	- Hafif iş yapan atölyeler	+18
- Antre, hela, mutfak	+18	- Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri	+20
- Banyo	+26	<b>6- CEZA VE TUTUKEVİ</b>	
- Merdiven	+10	- Tek odalar, yatak odaları	+20
<b>2- İŞ VE İDARE BİNALARI</b>		- Hafif iş atölyesi ve koğuş	+18
- Berber, terzi dükkanı	+20	- Banyo, duş, soyunma hacimleri	+26
- Lokanta, otel, ve pansiyon odası	+20	- Hela	+15
- Bekleme odası	+20	<b>7- ÇEŞİTLİ YERLER</b>	
- İş atölyesi oturarak çalışma	+20	- Sergi evleri, müzeler genel gardiropolar	+15
- Tesviye, torna, marangoz, vb. atölye	+18	- Sinema ve tiyatro salonları	+18
- Demir, döküm ve pres vb. atölyeler	+18	- Garajlar	+10
- Elektrik, bobinaj vb. atölyeler	+20	- Ahır ve ağıl	+12
- Motor v.. Yenileştirme atölyesi	+20	- Yüzme havuzu	
- Kaporta, boya vb. iş atölyeleri	+18	- Bekleme salonu	+18
- Merdiven ve asansör boşluğu	+15	- Banyo ve duş odalarına geçiş yolu	+20
- Koridor, hela	+15	- Soyunma ve giyinme odaları	+22
- Toplantı salonu	+20	- Kurna ve duş odaları	+20~22
- Sinema, tiyatro, diskotek, gazino vb. eğlence salonları	+18	- Yüzme havuzu hacmi	+22~25
- Büro hacimleri (Md. Memur odası)	+20	- Roma hamamı ve Sauna	
- Arşiv hacimleri	+15	- Soyunma ve son terleme odası	+22
<b>3- OKULLAR (**)</b>		- Birincil terleme hacmi	+40~50
- Derslik, doğal bilim öğretimi için özel hacimler, pedagoji merkezleri, çeşitli amaçlar için kullanılan salonlar, öğretmen, yönetici ve kreş odaları	+22	- İkincil terleme hacmi	+50~60
- Dersli öğretim mutfağı ve iş atölyesi	+15~18	- Yıkanma ve duş hacmi	+26
- Öğretim aracı deposu, laboratuvar, vestiyer	+15	- Sıhhi banyo hacmi	+26
- Duş, soyunma ve giyinme odaları	+26	- Büro hacmi	+20
- Revir, doktor ve muayene odaları	+24	- Merdiven ve asansör boşluğu	+18
- Koridor, merdiven ve asansör boşluğu, kapalı teneffüs salonları ve helalar	+10~15	- Jimnastik salonu	+18
- Kreşlerde koridor, merdiven ve asansör boşluğu hela	+15	- Lokanta	
- Okullarda konferans salonları	+18	- Kütüphane ve okuma salonu	+20
- Jimnastik salonu	+15	- Ambar ve depolar	+10
- Ortopedik jimnastik salonu	+20	- Çoğunlukla dükkanlar	+18
<b>4- HASTANE YAPILARI</b>		- Ser binaları	
- Hasta yatak ve poliklinik odası	+20	- Normal çiçek ve bitkiler	+15
- Banyo, duş, ameliyat, röntgen ve röntgen soyunma odaları	+22	- Sıcak iklim bitkileri	+25
- Eczane ve laboratuvar hacimleri	+20		
- Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve helalar	+18		
		(*) Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı yükü bu iç hacim sıcaklıklarına göre hesaplanacaktır.	
		(**) Dersliklerin sıcaklıkları, normal pencere havalandırmasıyla dinlenme sıralarında (teneffüslerde) 18 °C altına düşürülebilir.	
		<b>NOT:</b> Hastane, fabrika, cami, tiyatro vb. gibi yapıların hacim iç sıcaklıkları, projeyi yaptıranla birlikte saptanmalıdır.	

Çizelge 3.7 Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları

**13. Sütuna ise Birleştirilmiş Artırım Katsayısı ( $Z_D$ )** yazılır. Birleştirilmiş Artırım Katsayısı ısınmanın kesintili yada sürekli olup olmamasına göre bir değer alır.

Bu artırım, bina kesintili ısınması durumunda, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımıdır. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa ,bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve  $D$  katsayısına bağlı olarak Çizelge 3.8’ de verilmiştir. Çizelgede kullanılacak  $D$  katsayısı için şu ifade verilmiştir.

$$D = \frac{Q_0}{A_{top}(T_{iç} - T_{dış})}$$

Burada;

$Q_0$  : Artırımsız ısı kaybı (kcal/h)

$A_{top}$  : Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanları toplamı ( $m^2$ )

$T_{iç} - T_{dış}$  : İç ve dış sıcaklıklar arası fark ( $^{\circ}C$ )

$D$  :  $Z_D$  Artırımında kullanılan katsayı ( $kcal/m^2h^{\circ}C$ )

İşletme Durumu	D			
	0.1 - 0.29	0.30 - 0.69	0.70 - 1.49	$\geq 1.50$
	% $Z_D$			
1. İşletme	7	7	7	7
2. İşletme	20	15	15	15
3. İşletme	30	25	20	15

Çizelge 3.8 Birleştirilmiş Artırım Katsayısı

Isıtma sisteminin çalıştırılmasında verilen araya göre 3 tip işletme şekli tanımlanmıştır.

- 1. İşletme** : Tesisat sürekli çalışmakta yalnız geceleri ateş azaltılmaktadır. (Genellikle konutlar)
- 2. İşletme** : Kazan her gün 10 saat tamamen söndürülmektedir. (Genellikle işyerleri)
- 3. İşletme** : Kazan her gün 14 saat veya daha uzun süre tamamen söndürülmektedir. (Genellikle işyerleri)

**14. sütuna, Kat Yükseklik Artırımı ( $Z_w$ )** olarak tanımlanan bir artırım yazılır. Bu artırım yapının konumu ne olursa olsun belirli bir kattan daha yukarıdaki katlar için alınır.

Birkaç kattan sonra artan rüzgar hızı nedeniyle göz önüne alınması gereken bir artırımdır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolonlarda sıcaklığı  $90^{\circ}C$  olan su ,yüksek katlara çıkıncaya kadar soğumaktadır.Bu nedenle artırımsız ısı kaybına, Çizelge 3.9’ da verilen oranlarda artırım eklenir.

Kat Numaraları	Bina Toplam Kat Adedi												Kat Artırımı $Z_w$ %
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	4,3,2,1	5,4,3,2,1	% 0
	4	4	5,4	5,4	5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	7,6,5	8,7,6	% 5
		5	6	6	7,6	8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	10,9,8	11,10,9	% 10
				7	8	9	10	10	11,10	12,11,10	13,12,11	14,13,12	% 15
								11	12	13	14	15	% 20

Çizelge 3.9 Kat Yükseklik Artırım Değerleri

**15. sütuna, Yön Artırımı ( $Z_H$ )** değeri yazılır. Yön artırımı odanın yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. ( $Z_H$ ) Yön artırımını seçerken ; yalnız bir dış duvarı olan odalarda bu dış duvarın baktığı yön,köşe odalarda ise iki dış duvarın köşegeninin yönü esas alınır.Köşe odalarda ,penceresi olan dış duvarın yönü de esas alınabilir.Dış duvarı ikiden fazla olan odalarda en yüksek yön artırımı değeri esas alınır. Yön artırım değeri Çizelge 3.10' da verilmiştir.

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% $Z_H$	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

Çizelge 3.10 Yön Artırım Değerleri

**16. sütuna** artırımların toplamı yazılır. Toplam artırım Z;

$$Z = (1 + \% Z_D + \% Z_W + \% Z_H) \text{ ifadesinden bulunur.}$$

**17. sütuna toplam ısı gereksinimi ( $Q_h$ )** yazılır. Toplam ısı gereksinimi ( $Q_h$ ); toplam iletimsel ısı kaybı ( $Q_i$ ) ile sızıntı ( enfiltrasyon) ısı kaybının toplamına eşittir.  $Q_h = Q_i + Q_s$

**İletimsel ısı kaybı  $Q_i = Q_0 \cdot Z$**  ifadesinden bulunur.

$$Q_i = Q_0((1 + \% Z_D + \% Z_W + \% Z_H)) \text{ yazılabilir.}$$

Sızıntı (enfiltrasyon) ısı kaybı ise Bölüm 3.3' de açıklanacaktır

### 3.3 Hava Sızıntısı (Enfiltrasyon) Isı Kaybı ( $Q_s$ )

Kapatılmış durumda olan pencere ve kapıların açılan kanatları kasaları ile tam çakışmamakta ve arada bir boşluk kalmaktadır. Dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle bu aralıktan içeriye soğuk olan dış hava sızmaktadır.Odaya sızan dış hava, aynı miktarda ve sıcak olan iç havanın dışarı sızmasına neden olmaktadır. Bu durumda, odaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir.Bu soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı denir.

Hava sızıntısı ısı kaybı:

$$Q_s = \Sigma a.L.R.H.\Delta T Z_e \text{ kcal/h formülü ile hesaplanır.}$$

Burada;

a : Hava sızdırma katsayısı ( $m^3/mh$ )

L : Pencere veya kapının açılan kısımlarının metre olarak çevre uzunluğu.

R : Oda durum katsayısı

H : Bina durum katsayısı

$\Delta T$  : İç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark  $^{\circ}C$

$Z_e$  : Her iki dış duvarında pencere olan odalar için i 1.2, diğer odalar için değeri 1 olan katsayıdır.

#### a: Sızdırganlık katsayısı

Sızdırganlık katsayısı çizelge 3.11' de malzeme cinsine ve pencere (kapı) tipine göre verilmiştir.

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a
Ahşap Çerçeve	Tek pencere	3.0
	Çift camlı pencere	2.5
	Çift pencere	2
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2
	Tek pencere	1.5
Çelik veya metal çerçeve	Çit camlı pencere	1.5
	Çift pencere	1.2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40.0
	Eşikli Kapılar	15.0
Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır		

Çizelge 3.11 Kapı ve Pencerelelerin Sızdırganlık Katsayıları

**L: Pencere veya kapının açılan kısımlarının uzunluğu**

Hava sızıntısı ısı kaybını hesaplamak için pencere ve kapıların açılan kısımlarının çevre uzunlukları önceden hesaplanmalıdır. Pencerelelerin açılan kısımlarının çevre uzunluğu bilinmiyorsa yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bunun için  $W = L / A$  formülü ve Çizelge 3.12' deki bilgilerden yararlanılır.

**ÖRNEK:**

Pencere yüksekliği  $h = 1,25$  m, ve alanı  $A = 3 \text{ m}^2$  olan bir pencerenin açılan kısmın yaklaşık uzunluğunu bulabilmek için çizelge 3.12' den  $h = 1,25$  için  $W = 4,10$  değeri bulunur. Bu değerler;

$L = W.A$  formülünde yerine konulursa;  
 $L = 4,10.3 = 12,3$  m bulunur.

Yapının Şekli	Pencere veya kapının yüksekliği (h)	W = L / F
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0.50	7.20
	0.63	6.20
	0.75	5.30
	0.88	4.90
	1.00	4.50
	1.25	4.10
	1.30	3.94
	1.50	3.70
	2.00	3.30
	2.50	3.00
İki kanatlı kapı	2.50	3.30
Tek kanatlı kapı	2.10	2.60

Çizelge 3.12 Yaklaşık Açılan Pencere Uzunluğunu Belirleyen Çizelge

**R : Oda durum katsayısı**

Oda durum katsayısı hesaplanan  $\Sigma a.L$  değeri ile oda içine giren havanın akıp gidebilme durumunu belirtir. Çoğu halde pencereler vasıtası ile içeri sızan hava, kapılardan dışarı sızar. R katsayısı hesaplanan hava miktarına oda durumunun gösterdiği direnci belirtir. R katsayısının tam olarak hesabı imkansızdır. Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için  $R = 0,9$  büyük pencereleri ,buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için  $R = 0,7$  alınır.

R katsayısının seçimi için Çizelge 3.13' ten yararlanılır.

Pencere Cinsi	İç kapı	$\frac{FA}{FT}$ (Dış Pencere Alanı) / (İç Kapıların Alanı)	R
Tahta veya plastik pencere	Aralıklı	< 3	0.9
	Aralıksız	< 1.5	
Çelik veya metal pencere	Aralıklı	< 6	
	Aralıksız	< 2.5	
Tahta veya plastik pencere	Aralıklı	3 ile 9	0.7
	Aralıksız	1.5 ile 3	
Çelik veya metal pencere	Aralıklı	6 ile 20	
	Aralıksız	2.5 ile 6	

Çizelge 3.13 Oda durum katsayısı

**H: Bina durum katsayısı**

Bina durum katsayısı binanın konumuna ,bölgenin rüzgar durumuna bağlı olarak Çizelge 3.14'den seçilir.Ancak Yüksek yapılarda üst katlarda rüzgar basıncı artacağından sızan hava miktarı da artar.

		Bina Durum Katsayısı (H)	
Bölgenin Durumu	Binanın Durumu	Bitişik Nizam	Ayrık Nizam
Normal Bölge	Mahtuz	0.24	0.34
	Serbest	0.41	0.58
	Çok Serbest	0.60	0.84
Rüzgarlı Bölge	Mahtuz	0.41	0.58
	Serbest	0.60	0.84
	Çok Serbest	0.62	1.13

Çizelge 3.14 Bina Durum Katsayısı (H)

Dış kapısı doğrudan dış havaya açılan hacimlerde (dükkan,mağaza, banka v.s yerler) hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi söz konusudur.

Bu gibi yerlerde aşağıdaki formülden hareket edilerek hava değişimi ısı kaybı hesaplanır.

$$Q_s = n \cdot \gamma \cdot c_p \cdot \Delta T \cdot v$$

Burada;

n : Hava değişimi sayısı (defa/h)

$\gamma$  : Dış havanın yoğunluğu ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$c_p$ : Havanın özgül ısısı ( $c_p = 0,24/\text{kg}^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$ : İç ve dış sıcaklıklar farkı ( $^\circ\text{C}$ )

v : Verilen yerin hacmi( $\text{m}^3$ )

**3.4 Isı Kaybı Hesabına Örnek**

Bu bölümde ısı kaybı bir dairenin bir odası için ayrıntılı olarak yapılmıştır. Şekil 3.1'de ısı kaybı hesabı yapılacak örnek bir daire (302 nolu SALON) verilmiştir Dairenin iç hava sıcaklıkları Çizelge 3.6' dan alınmıştır. Salon için iç hava sıcaklığı  $22^\circ\text{C}$ 'dir. Hesabı yapılan örnek bina Balıkesir'dedir. Balıkesir için hesaplarda kullanılacak dış hava sıcaklığı EK-2' den  $-3R$  olarak alınmıştır. Daire ara katta olduğundan, döşeme ve tavadan ısı kaybı olmayacaktır.Bu nedenle döşeme ve tavan için ısı geçiş katsayıları hesaplanmamıştır. Hesabı yapılacak dairede seçilen



odanın dış duvarı ve iç duvarı için malzeme cinsi , kalınlıkları ve ısı iletim katsayıları aşağıda verilmiş olup yapı malzemelerinin ısı iletim katsayıları EK-1' den alınmıştır.

Oda için ısı kaybı hesabından önce odanın yapı malzemelerinin K ısı geçiş katsayıları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. Burada kolon ve kirişlerin ısı geçiş katsayılarının duvarlar ile aynı olduğu kabulü ile hesap yapılmıştır

### DIŞ DUVAR

	d(cm)	k(Kcal/mh°C)
İç sıva	3	0.75
Yutong	20	0.17
Dış sıva	3	1.20

$\alpha_{iç} = 7$   $\alpha_{dış} = 20$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0.03}{0.75} + \frac{0.20}{0.17} + \frac{0.03}{1.2} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{K} = 0.142 + 0.04 + 1.176 + 0.025 + 0.05$$

$$\frac{1}{K} = 1.433 \quad \longrightarrow \quad K = 0.70 \text{ (Kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$$

### İÇ DUVAR

	d(cm)	k(Kcal/mh°C)
İç sıva	3	0.75
Delikli tuğla	9	0.43
İç sıva	3	0.75

$\alpha_{iç} = 7$   $\alpha_{dış} = 7$

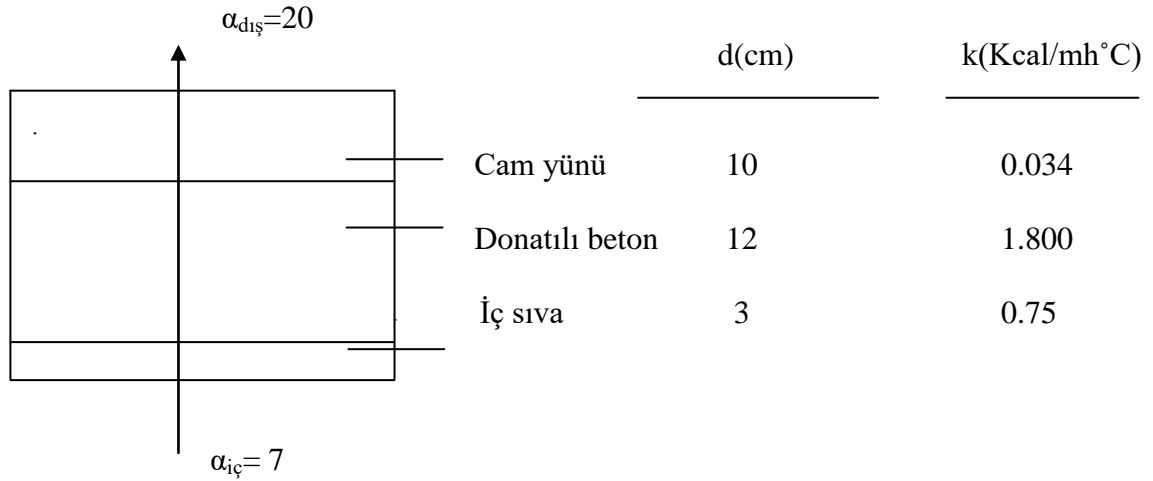
$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0.03}{0.75} + \frac{0.09}{0.43} + \frac{0.03}{0.75} + \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{K} = 0.142 + 0.04 + 0.209 + 0.04 + 0.142$$

$$\frac{1}{K} = 0.573 \longrightarrow K = 1.75 \text{ (Kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$$

### ÜZERİ ÇATI İLE ÖRTÜLÜ TAVAN



$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0.03}{0.75} + \frac{0.12}{1.8} + \frac{0.10}{0.034} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{K} = 0.142 + 0.04 + 0.067 + 2.94 + 0.05$$

$$\frac{1}{K} = 3.24 \longrightarrow K = 0.31 \text{ (Kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$$

Hesaba başlamadan önce oda numarası ve odanın sıcaklığı Çizelge 3.15'in ilk satırına yazılır.

Daha sonra hesap için bir yön belirlenir. Bu yönden başlamak suretiyle öncelikle çıkarılan alan niteliğinde olan pencere balkon kapısı gibi alanlardan hesaba başlanır. Daha sonra pencere ve kapının bulunduğu ana yapı malzemesine bir sonraki satırda geçilir.

Kuzey yönde, çift camlı pencere (ÇCP) hesabı 1. satırda yapılacaktır. Bu amaçla 1. satırın 1 ve 2. sütununa pencerenin işareti (ÇCP) ve yönü (K) yazılır. 3. sütuna pencere ve kapılar için kalınlık yazılmaz. 4. ve 5. sütuna pencere uzunluğu ve yüksekliği olarak 1.6 m, ve 1.4 m yazılır. 6. sütuna toplam alan olarak  $2.24 \text{ m}^2$  yazılır. 7. sütuna miktarı olarak 1 değeri yazılır. 8. sütuna pencere ve kapılar için bu alanın bir sonraki satırda çıkarılmasını ifade edecek bir ok işareti yapılır. 9. sütuna hesaba giren alan olarak  $2.24 \text{ m}^2$  yazılır. 10. sütuna plastik (ÇCP) pencereler için Çizelge 3..4'den ısı geçirme katsayısı olarak  $2.2 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$  yazılır. 11. sütuna İç sıcaklık ile dış sıcaklık arasındaki fark yazılır.  $\Delta T = T_{iç} - T_{dış}$   $\Delta T = 22 - (-3) = 25^\circ\text{C}$  yazılır. 12. sütun artırimsız ısı kaybının hesaplandığı yer olup bu sütuna 9,10 ve 11. sütunların çarpım değeri yazılır.

$$Q_0 = A K \Delta T$$

$$Q_0 = 2.24 \times 2.2 \times 25 = 123 \text{ kcal/h}$$

Kuzey yönde bulunan dış duvarın hesabı 2. satırda yapılacaktır. 2. satırın 1 ve 2. sütununa dış duvarın işareti (DD1) ve yönü (K) yazılır. 3. sütuna duvarın kalınlığı olarak 26 cm yazılır. 4. ve 5. sütuna duvar uzunluğu ve yüksekliği olarak 6.4 ve 2.8 m yazılır. 6. sütuna toplam alan olarak  $17.92 \text{ m}^2$  yazılır. 7. sütuna miktar olarak 1 değeri yazılır. 8. sütuna çıkarılan alan olarak pencere alanı  $2.24 \text{ m}^2$  yazılır. 9. sütuna hesaba giren alan  $17.92 - 2.24 = 16.68 \text{ m}^2$  yazılır. 10. sütuna dış duvar için daha önce hesaplanan K toplam ısı geçiş katsayısı  $0.7 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$  değeri yazılır. 11. sütuna sıcaklık farkı olarak  $25^\circ\text{C}$  yazılır. 12. sütuna 9,10 ve 11. sütunların çarpım değeri olan  $274 \text{ kcal/h}$  yazılır. Benzer şekilde diğer satırlar doldurulur.

Artırimsız ısı kaybı için 12. sütunun bütün satırlarında bulunan değerler toplanarak  $1038 \text{ kcal/h}$  değeri bulunur.

Birleştirilmiş artırım katsayısı  $Z_D$  için Çizelge 3.8' yararlanılır. Tesisat konut olduğundan, sürekli çalışmakta ve yalnız geceleri ateş azaltılmaktadır. 1. işletme tipine girdiğinden  $Z_D$  için 7 değeri seçilir.

Kat yüksekliği artırımı Çizelge 3.9' dan alınacaktır. Hesabı yapılan daire 4 katlı bir binanın 4. katında olduğundan kat yükseklik artırımı olarak  $Z_W$  değeri, 5 olacaktır.

Yön artırımı için Çizelge 3.10' dan yararlanılır. Köşe odalar için iki dış duvarın köşegeni esas alındığından burada kuzey doğu yönündeki artırım değeri  $Z_H = 5$  olacaktır.

Artırım değerleri 13,14 ve 15. sütuna yazıldıktan sonra 16. sütuna artırımların toplamı Z için;

$$Z = 1 + \% Z_D + \% Z_D + \% Z_H$$

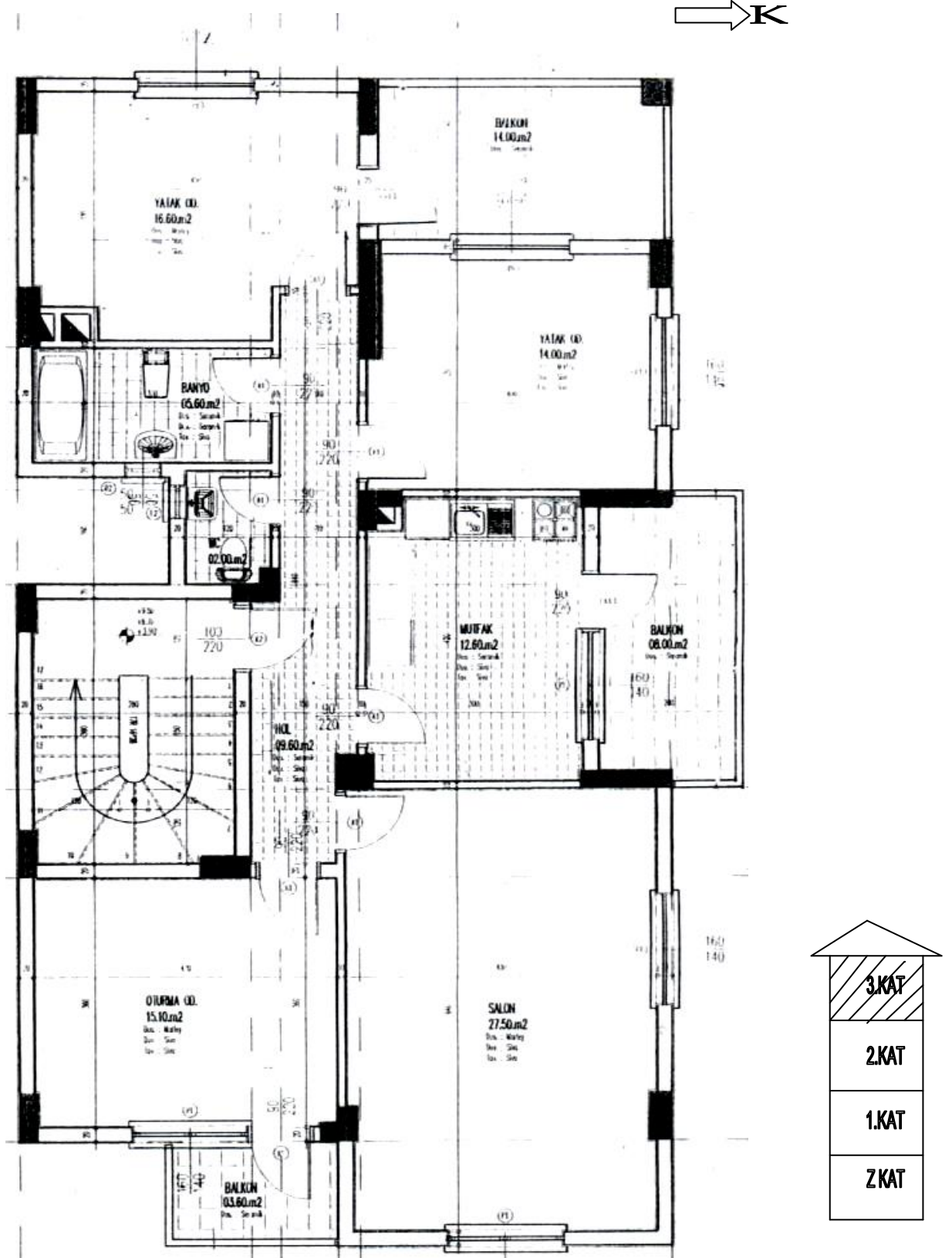
$$Z = 1 + 0.07 + 0.05 + 0.05$$

$$Z = 1.17$$

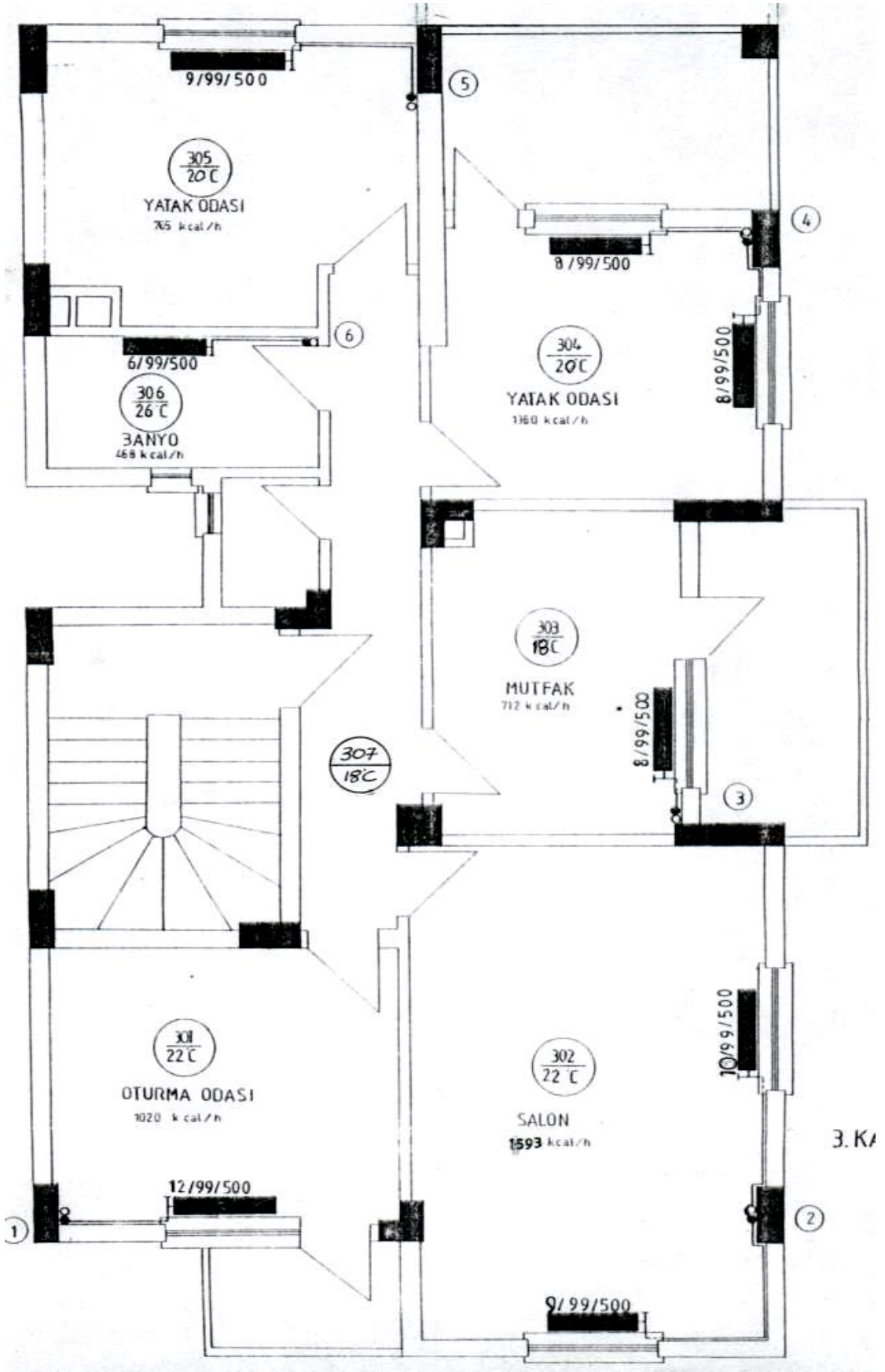
$$Z = 1.17 \text{ değeri yazılır.}$$

$Q_i$  iletimsel ısı kaybı hesaplanarak 17. sütuna yazılır.

$$Q_i = Q_0 Z = 1038 \times 1.17 = 1214 \text{ kcal/h}$$



Şekil 3.1 Hesabı Yapılacak Örnek Daire (Mimari Proje)



Şekil 3.2 Hesabı Yapılan Örnek Daire (Tesisat Projesi)

Çizelge 3.15 Örnek Isı Kaybı Hesabı Çizelgesi

ISI KAYBI HESABI														Sayfa		
Tesisin adı:.....														Kat		
														Tarih		
Yapı Bileşenleri				Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya genişlik	Toplam Alan Ao	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan A	Isı Geçirme Katsayısı k	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı Qo	Birleşik Zd	Kat Yüksekliği Zw	Yön Zh	Toplam Z	Toplam Isı İhtiyacı Qh=Qi+Qs
302 SALON (22 °C)																
ÇCP1	K		1,6	1,4	2,24	1		2,24	2,2	25	123					
DD1	K	26	6,4	2,8	17,92	1	2,24	15,68	0,7	25	274					
ÇCP2	D		1,6	1,4	2,24	1		2,24	2,2	25	123					
DD2	D	26	4,3	2,8	12,04	1	2,24	9,8	0,7	25	172					
DD3	G	26	1,3	2,8	3,64	1		3,64	0,7	25	64					
İK	G		0,9	2,2	1,98	1		1,98	2,5	4	20					
İD1	G	15	1,1	2,8	3,08	1	1,98	1,1	1,75	4	8					
İD2	B	15	3	2,8	8,4	1		8,4	1,75	4	59					
DD4	B	26	0,8	2,8	2,24	1		2,24	0,7	25	39					
TA		25	6,4	4,3	27,52	1		27,52	0,27	21	156					
+																
											1038	7	5	5	1,17	1214
Qsp = 2 x 8,55 x 0,9 x 0,41 x 25 x 1,2 x 2 = 379																379
											+					
																1593 kcal/h

Sızıntı ile ısı kaybı  $Q_s$ ' nin hesabı için;  $Q_s = \Sigma (a \cdot l) R H \Delta T Z_e$  kcal/h denklemi kullanılmaktadır.

a sızdırganlık katsayısı Çizelge 3.11' den plastik çerçeveli pencereler için 2 olarak alınır.

Pencerelerin açılan kısımlarının uzunluğu,  $l$  değeri mimari projeden ölçülerek hesaplanır.

Isıtma tesisatı projesinin hazırlanması sırasında pencere konstrüksiyonu belli değilse böyle durumda Çizelge 3.12 yardımıyla açılan kısımların yaklaşık uzunluğu hesaplanır.  $W= 3.82$ ,  $A= 2.24$ ' den  $l= 8.55$  olarak bulunur.

R oda durum katsayısı Çizelge 3.13'den 0.9 olarak bulunur.

H bina durum katsayısı binanın ve bölgenin durumuna ( Rüzgarlı, mahfuz, bitişik nizam) bağlı olarak Çizelge 3.14'den 0.41 olarak bulunur.

Her iki dış duvarda pencere olduğundan  $Z_e$  değeri 1.2 olarak alınmıştır.

Toplam ısı geçiş miktarı iletimsel ısı kaybı ile sızıntı ısı kaybının toplamına eşittir.

$$Q_T = Q_i + Q_s$$

$$Q_T = 1214 + 379 = 1593 \text{ kcal/h olarak bulunur.}$$

#### 4. KOLON ŞEMASI VE BORU ÇAPI HESABI

Tesisatı oluşturan kazan, kollektörler, borular, vanalar, ısıtıcılar, genişleme deposu ile diğer donanım ve armatürlerin tümünün düşey görünüşünü iki boyutlu olarak gösteren resme **Kolon Şeması** denir. Kolon şemasında düşey ölçüler ölçekli, eğimli olarak döşenen yatay borular ölçeksiz çizilir. Yükseklikleri farklı olan radyatörler değişik yükseklikte gösterilir. Kolonlar ana dağıtım borularından ayrıldıkları sıraya göre kazan veya kollektörlere daha uzak veya daha yakın olarak gösterilir.

Kat planlarında üzerine dilim sayısı ve cinsi yazılan radyatörlerin, kolon şemasında gösterildikleri dikdörtgenin içine oda no, oda sıcaklığı ve radyatör verimi dışında ve üst kısmına radyatörün dilim sayısı ve cinsi yazılır.

Kolon şeması ve kat planında gidiş boruları düz, dönüş boruları ise kesik çizgiler ile gösterilir.

Kolonlarda her bir boru parçasının ısı yükü boru uzunluğu hesaplanır ve üzerine yazılır. Bundan sonra boru çapının belirlenmesine başlanabilir. Kritik devreyi gösteren kolonda her bir boru parçası radyatörden başlayıp kazana doğru büyüyen sayılarla numaralanır. Boru çapları bu amaçla hazırlanmış çizelgeler (Çizelge 4.1) doldurularak hesaplanır.

Boru çapı hesabı yapılırken ya R basınç düşümü kabulünden yada hız değerlerinden hareket edilir. Genellikle bir R basınç düşümü kabulünden hareket edilir. Bu arada çap seçilirken hız değerlerine de bakılmalıdır. Braşmanlarda en küçük değerde olan su hızı boru çapları büyüdükçe düzgün şekilde artmalı ve kazan girişinde en büyük hıza ulaşmalıdır. Su akış sesi çevreyi rahatsız etmemelidir. Bu nedenle konfor ısıtmasında su hızı braşmanlarda 0,2 – 0,3 m/s mertebesinde olmasına dikkat edilir. Su hızının 2" e kadar borularda 1 m/s, daha büyük çaplı borularda ise 1,5 m/s değerini aşması istenmez.

R basınç düşümünün büyük seçilmesi durumunda boru çapları küçük çıkacak ve buna bağlı olarak da boru şebekesi daha ucuza mal olacaktır. Ancak basınç düşümünün büyük seçilmesiyle sirkülasyon hızları ve basınç kayıpları artacağından pompanın tükettiği enerji miktarı artacaktır.

R basınç düşümünün düşük seçilmesi durumunda ise boru çapları büyük çıkacak ve boru şebekesi daha pahalıya mal olacaktır. Buna karşılık pompanın tükettiği enerji azalacaktır.

Boru şebekesinin ve işletme giderlerinin daha ekonomik olması açısından ortalama basınç düşümleri **küçük tesislerde R= 5-8 mmSS/m , büyük tesislerde R=8-15 mmSS/m** alınabilir.

Bu bilgiler doğrultusunda aşağıdaki adımlarla boru çapları belirlenir.

1. Öncelikle binanın boru planı çizilir.
2. Kritik devre seçilir. Kritik devre yatay doğrultuda en uzak ve düşey doğrultuda en yukarıdaki radyatördür.
3. Kritik devrenin en yukarısındaki radyatörden başlayarak her iki T parçası arasına ayrı bir numara vermek suretiyle devre üzerindeki bütün kısımlar numaralandırılır.
4. Numaralandırdığımız her boru parçasının üzerine taşıdıkları ısı yükleri yazılır.
5. Gidiş ve dönüş boruları birleştirilerek, boru çapı hesabı çizelgesinin a, b ve d sütunlarına sıra ile parça numarası, ısı miktarı ve parçanın uzunluğu yazılır.
6. Pompalı sıcak sulu ısıtmada borulardaki basınç kaybı çizelgesinden (Ek-4) boru çapı değeri araştırılır. Bu amaçla önceden kabul edilen R değeri bulunur. Bu R değerinden itibaren yatay olarak gidilir ve borudan geçen ısı miktarına en yakın ısının büyük olanının yazılı olduğu sütun bulunur. Bu sütunun başında yazılı olan çap değeri, aranan boru çapını verecektir. Bu çap değerinden aşağıya inilmek suretiyle bu borudaki ısı miktarına karşılık gelen en yakın ısı miktarı bulunur. Isı yükünün hemen altında bulunan hız değeri Çizelge 4.1'in f sütununa yazılır. Buradan yatay olarak giderek bu borudaki gerçek R değeri tespit edilir ve Çizelge 4.1'in g sütununa yazılır.
7. Gerçek R basınç düşümü ile buna ait boru boyu çarpılarak bu kısımdaki toplam basınç düşmesi bulunur ve boru çapı hesabı çizelgesinin h sütununa yazılır.
8. Çizelge 4.2 yardımıyla özel direnç sayıları toplamı  $\Sigma \xi$  değeri bulunarak boru çapı hesabı çizelgesinin i sütununa yazılır.

Çizelge 4.2' de 1.sütuna parça numarası, 2 sütuna boru çapı (Çizelge 4.1' den), 3.-21 sütunlara çizelge 4.2 de gösterilen kayıplar yazılır. 22. sütuna ise özel dirençlere ait kayıpların toplamı yazılır.

**9.** Hız ve  $\Sigma \xi$  yardımıyla sıcak sulu sistem için boruların Z özel dirençlerini veren EK-6' daki çizelgeye giderek özel dirençler tespit edilir. Tespit edilen Z değeri Çizelge 4.1'in k sütununa yazılır.

**10.** Sürtünme (LR) ve özel dirençler (Z) bir boru için, buru çapı hesabı çizelgesinin h ve k sütunlarına tek tek yazılır. h ve k sütunlarının toplamı  $\Sigma LR$  ve  $\Sigma Z$ ' yi verir.  $\Sigma LR$  ve  $\Sigma Z$ ' nin toplamı aşağıdaki ifadede yerine konursa H toplam basıncı bulunur.

**11.** e ve k sütunları yaklaşık boru çapına göre yapılır.Boru şebekesinde düzensizlikler görüldüğü takdirde elde edilen ilk boru çapı değiştirilerek uygun bir akış sağlanmalıdır. Değiştirilen çapa göre yapılan hesaplar Çizelge 4.1' in l ve q sütunlarına yazılır. Değiştirilen buru çapı ile hesap yapmanın bir amacı da seçilen iki farklı R değeri ile yapılan hesapların karşılaştırmasını yapmaktır. Kayıplar arasındaki fark Çizelge 4.1' in r ve s sütunlarına yazılarak en uygun R seçimi yapılır.

Pompalı ısıtma sistemlerinde toplam basınç için aşağıdaki ifade bulunur.

$$H = \Sigma(LR) + \Sigma Z \quad (\text{mmSS/m})$$

Bu denklemde ;

L : Boru parçasının uzunluğunu (m)

R : Metre boru başına basınç kaybı (mmSS/m)

Z : Özel direnç kayıpları (mmSS/m)

Pompa basıncı H basıncını yenebilecek güçte olmalıdır.





ξ DEĞERLERİNİ HESAPLAMA ÇİZELGESİ																		Sayfa			
.....Binası																		Kat			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Parça No	Boru Çapı	Kazan veya radyatör	Kollektör giriş veya çıkış	Pantolon Parçası	S Parçası	Çift dirsek (Geniş)	Çift dirsek (Dar)	T Birleşme	T Ayrılma	T Karşıt akım	T Geçiş (ayrılma)	T Giriş (ayrılma)	Boru çapları	Deve boynu 90°	Dirsek	Şiber Vana	Kolon vanası (düz)	Kolon vanası (eğik)	Radyatör ventili (düz)	Radyatör ventili (köşe)	
		3.0	0.5	1.6	0.5	1.0	2.0	1.0	1.5	3.0	0.5	1.0	¼ "	1.5	2.0	1.1	17.0	3.0	6.5	5.0	
													½ "	1.1	1.7	0.6	13.0	3.0	6.0	3.0	
													1 "	0.9	1.3	0.5	12.0	3.0	6.0	2.0	
													1¼ "	0.5	1.1	0.4	10.0	2.5	5.0	2.0	
													1½ "	0.4	1.0	0.3	8.0	2.5	-	-	
													2 "	0.5	0.8	0.3	7.0	2.0	-	-	
																					TOPLAM

Çizelge 4.2 ξ Değerlerini Hesaplama Çizelgesi

#### 4.1 SİRKÜLASYON POMPASI HESABI

Pompalar debi ve basınç karakteristik özellikleriyle belirlenir. Sirkülasyon pompası, sistemde meydana gelen sürtünme kayıplarını yenebilecek güçte seçilmelidir.

##### Sirkülasyon Pompası Debisi ( $V_p$ )

Sirkülasyon pompasının debisi  $V_p$  aşağıdaki ifadeden bulunur.

$$V_p = \frac{Q_K}{C g (T_g - T_d)}$$

Burada;

$Q_K$  : Tesisin toplam ısı ihtiyacı

$C$  : Suyun özgül ısınma ısısı ( $C= 1 \text{ kcal/Kg}^\circ\text{C}$ )

$g$  : Suyun yoğunluğu ( $\text{Kg/m}^3$ )

$T_g - T_d$  : Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark ( $^\circ\text{C}$ )

90/70 sıcak sulu sistemlerde  $T_g - T_d = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ve  $g = 1000 \text{ Kg/m}^3$  seçilirse

$$V_p = \frac{Q_K}{20000} \text{ (m}^3\text{/h)} \text{ ifadesi bulunur.}$$

##### Sirkülasyon Pompasının Basıncı

Pompanın basıncı;

$$H_p = \Sigma(LR) + \Sigma Z \text{ (mmSS)}$$

olacak şekilde seçilmelidir. Emniyette çalışma için bu basınca % 10 ilave yapılır. Kazan dairesi kayıpları dikkate alınmadıysa , hesaplanan basınç 300-800 mmSS kadar artırılır. Bu basınç artırımını, kapasitenin büyüklüğü de dikkate alınarak yapılır.

$$H_p = (\Sigma(LR) + \Sigma Z) 1.1 \text{ (mmSS)}$$

$$H_p = \Sigma(LR) + \Sigma Z + (300 \sim 800) \text{ (mmSS)}$$

Uygulamada özellikle büyük tesislerde pompa basıncına % 50' ye varan eklemeler yapılmaktadır.

#### 4.2 Boru Çapı Hesabına Örnek

Örnek boru çapı hesabı için Şekil .4.1' de kolon şeması gösterilen tesisat kullanılmıştır.

Kolon şeması üzerinde her parçanın taşıdığı ısı miktarı o parçanın üzerine yazılmıştır. 1 Nolu kolonun en üst noktasındaki radyatör, kritik radyatör olarak belirlenmiş ve her parça numaralandırılmıştır.

Boru çapı hesabı için Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 doldurulacaktır. Çizelge 4.3'ün h sütununa kadar gelindikten sonra, Çizelge 4.4 doldurularak değeri ı sütununa yazılır. Ek- 6' daki Z özel Dirençler Hesabı Çizelgesini kullanarak, W hız ve  $\Sigma\zeta$  direnç katsayısı değerleri yardımıyla Z özel direnci bulunur.

Çizelge 4.3'ün 1. satırı aşağıda ayrıntılı olarak yapılmıştır.

a sütununa parça no: 1 (Şekil 4.1' den)

b sütununa 1 numaralı parçanın ısı yükü : 2678 kcal/h (Şekil 5.1'den)

d sütununa 1 numaralı parçanın uzunluğu: 8 m (Şekil 5.1'den)

e,f,g sütununun doldurulması için Ek-4 ' yararlanılır.R basınç kaybı 6 mmSS/m başlangıç kabul değeriyle hesaba başlanır. Seçilen R=6 mmSS/m değerinden itibaren sağa doru giderek 1 nolu borunun ısı yükü olan 2678 kcal/h'dan büyük ve en yakın değer 3180 kcal/h seçilir. Bu değerden yukarı doğru çıkarak boru çapı 1/2" olarak saptanır. Seçilen boru çapından aşağıya doğru inilir. 2678 kcal/h'dan büyük ve en yakın değer olan 2710 kcal/h seçilir. Bu değer yanındaki 0.20 m/sn borudaki su hızını vermektedir. Buradan sola doğru gidilerek R basınç kaybı değeri 4.5 mmSS/m bulunur. Bulunan değerler Çizelge 4.3' de yerine konulur.

e sütununa d= 1/2"

f sütununa W= 0.20 m/sn

g sütununa R= 4.5 mmSS/m

L boru boyu ile R basınç kaybı değerleri çarpılarak h sütunundaki (LR) yerine yazılır.

$$LR = 8 \times 4.5 = 36 \text{ mmSS}$$

i sütunundaki toplam direnç sayısı  $\Sigma\zeta$ ' nın bulunması için Çizelge 4.4'ün doldurulması gerekmektedir.

Çizelge 4.4'ün doldurulması kısaca aşağıda açıklanmıştır:

1.sütuna parça numarası 1 yazılır.

2. sütuna boru çapı 1/2" değeri Çizelge 4.3'den yazılır

3.- 21. sütunlarda hangi tür kayıplar varsa bunlar yazılır. 1 nolu parçada radyatörden dolayı 3, T ayrılmadan dolayı 1.5, dirsek kaybı olarak 6, radyatör vanasından dolayı da 10 yazılır.

22. sütuna toplam direnç  $\Sigma\zeta = 20.5$  değeri yazılır.

Çizelge 4.3'ün k sütunundaki Z değerinin belirlenmesinde burudaki su hızı 0.20 m/sn ve  $\Sigma\zeta = 20.5$  değerlerine bağlı olarak Ek- 6' dan Z değeri 32.8 olarak bulunur.

2, 3, 4, 5 numaralı parçalar için de Çizelge 4.3 benzer şekilde doldurulur. h sütunundaki  $\Sigma LR$  ve k sütunundaki  $\Sigma Z$  değerleri toplanırsa,

$$\Sigma LR = 165.2 \text{ mmSS}$$

$$\Sigma Z = 158.7 \text{ mmSS}$$

bulunur. Bu iki değer toplandıysa toplam direnç şöyle bulunur.

$$\Sigma LR + \Sigma Z = 323.9 \text{ mmSS}$$

$$\text{Pompa basıncı } H_p = \Sigma LR + \Sigma Z + (300-500) \text{ (mmSS)}$$

$$H_p = 165.2 + 158.7 + 500 = 824 \text{ mmSS bulunur.}$$

$$\text{Pompa debisi } V_p = Q_k / 20.000 \text{ formülünden}$$

$$V_p = 26.388 / 20.000 = 1.32 \text{ m}^3/\text{h bulunur.}$$





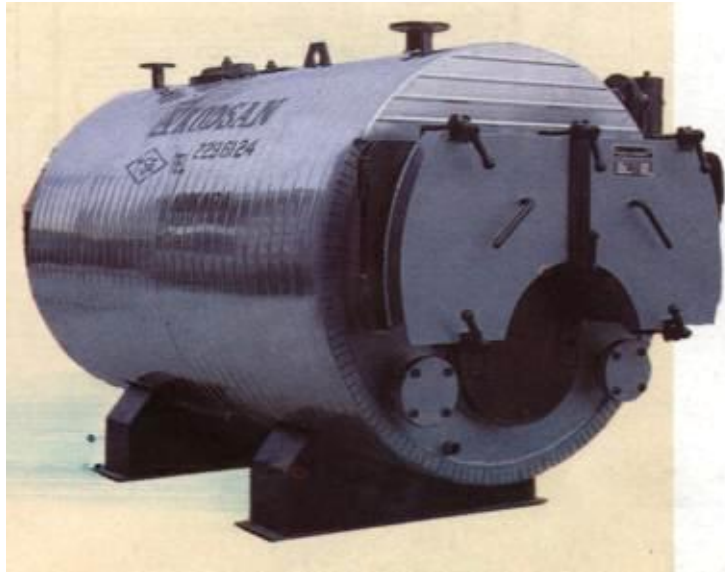
## 5. KAZANLAR VE KAZAN DAİRESİ YERLEŞİMİ

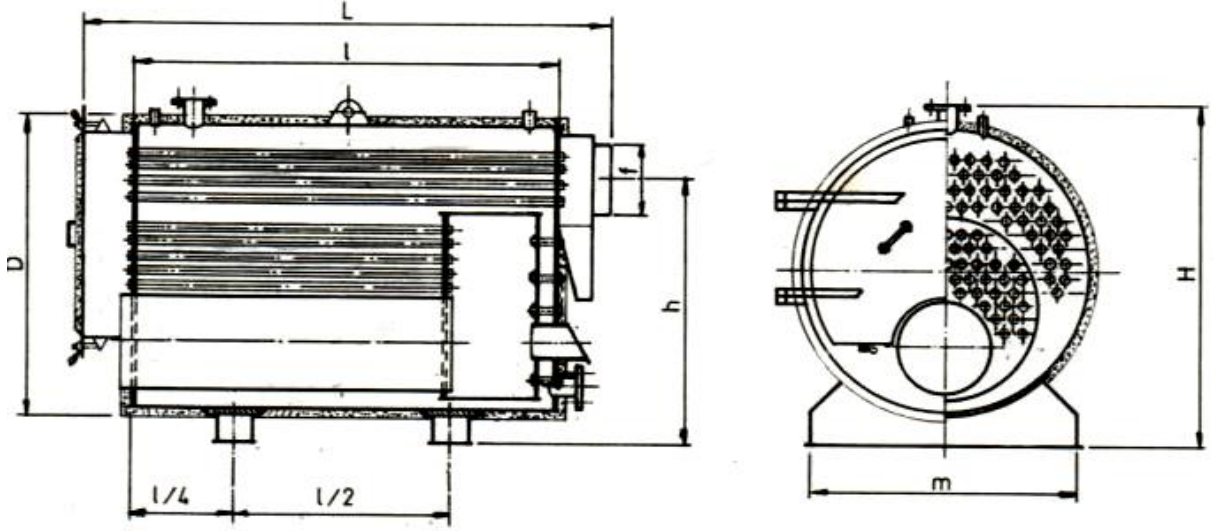
### 5.1 Kazanların Sınıflandırılması

Isıtma tesislerinde kullanılan kazanların sınıflandırılması çeşitli kriterlere bağlı olmak üzere aşağıdaki gibi yapılır.

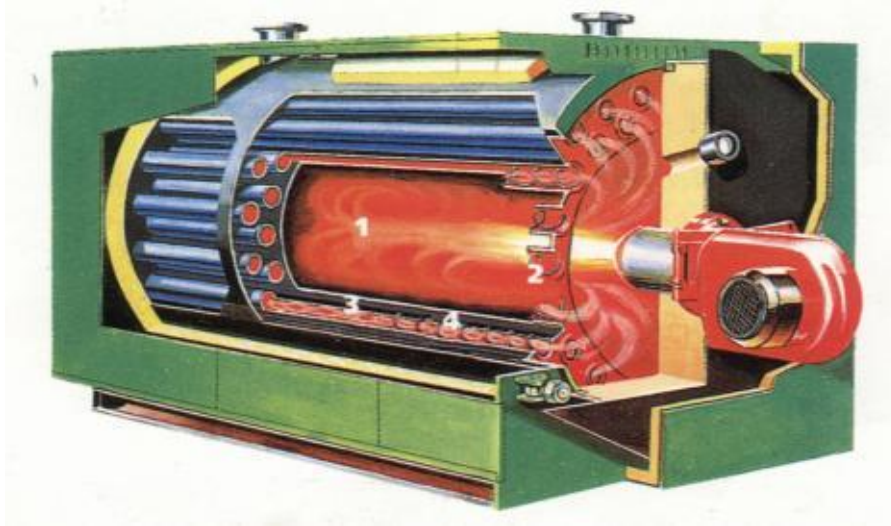
1. Kazan yapımında kullanılan malzemenin cinsine göre;
  - Dökme dilimli kazanlar
  - Çelik kazanlar
2. Kullanılan yakıtın cinsine göre;
  - Gaz yakıtlı kazanlar (Doğal gaz)
  - Sıvı yakıtlı kazanlar (Motorin, fuel –oil )
  - Katı yakıtlı kazanlar
3. Yanma odasının basıncına göre;
  - Karşı basınçlı kazanlar
  - Karşı basınçsız kazanlar
4. Isıtıcı akışkan cinsine göre;
  - Sıcak sulu kazanlar
  - Kaynar sulu kazanlar
  - Buharlı kazanlar
5. Kazanın yapısal tasarımı açısından;
  - Alev borulu kazanlar
  - Alev duman borulu kazanlar
  - Duman borulu kazanlar
  - Su borulu kazanlar
6. Kazanın biçimi açısından;
  - Yarım silindirik kazanlar
  - Tam silindirik kazanlar
  - Prizmatik paket kazanlar

Şekil 5.1’de Tam silindirik kalorifer kazanı, Şekil 5.2’de Prizmatik paket kazanın şekli görülmektedir.





Şekil 5.1 Silindirik Kalorifer Kazanı



Şekil 5.2 Prizmatik- Paket Kalorifer Kazanı

## 5.2. Kazan Kapasitesi ve Isıtma Yüzeyi Hesabı

Sıvı yakıt ve doğal gaz kazanlarında, kazan kapasitesi kazan yüzeyi ( $m^2$ ) olarak değil ısı kapasite olarak tanımlanmaktadır.

Bu durumda kazan kapasitesi  $Q_K$ ,

$$Q_K = Q_H(1 + Z_R) \text{ olacaktır.}$$

Burada;

$Q_H$  : Kazan ısı yükü (kcal/h)

$Z_R$  : Kazan ısı yükü artırım katsayısı

**$Z_R$  Katsayısı için üç durum tanımlanmıştır.**

1- Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, sıcak hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeyinde bulunuyorsa  $Z_R = 0,05$  alınır.



2- Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış,soğuk hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeyinde bulunuyorsa  $Z_R = 0,10$  alınır.

3- Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden veya kanallardan, kolonlar ise tesisat bacalarından geçiyorsa  $Z_R = 0,15$  alınır.

Kömürlü kazanlarda ise kazan kapasitesi genellikle ısıtma yüzeyi ile tanımlanmaktadır. Kazan kapasitesi (Isıtma yüzeyi) ısı hesabı sonucu bulunan  $Q_H$  ısı kaybı değeri esas alınarak yapılır.

Tek kazan kullanılması durumunda kazan ısıtma yüzeyi hesabında aşağıdaki formül kullanılır.

$$A_K = Q_H / K_K ( 1 + Z_R )$$

Burada;

$A_K$ : Kazanın metre kare cinsinden ısıtma yüzeyi alanı ( $m^2$ )

$K_K$ : Kazanın birim ısıtma yüzeyinden alınan ortalama ısı miktarı ( $kcal/m^2h$ )

$K_K$  değeri için;

- Sıvı yakıt kullanılması durumunda  $K_K = 8000 kcal/m^2h$

- Linyit kömürü kullanılması durumunda  $K_K = 6000 kcal/m^2h$

Hesap sonucunda kazan ısıtma yüzeyi kesirli çıkarsa bir üst tam sayıya yükseltilir.

### 5.3 Kazan Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Mümkün olduğu kadar ısıl verimi ve ısıtma verdisi yüksek kazanlar seçilmelidir.

2. Genellikle ısıtma kazanları standart imalatlar olup, hesaplanan gerekli ısıl kapasite veya ısıtma yüzeyi değeri iki standart imalat arasında kalırsa bir üst değer seçilmelidir.

3. Elle beslemeli kömür yakan kazanların ısıl kapasitesi 500.000 kcal/h değerini veya ızgara alanı 2  $m^2$  yi geçmemelidir. Aksi halde kömür beslemesinde güçlükler doğar.Bu gibi hallerde daha küçük kapasiteli birden fazla sayıda kazan kullanılmalıdır.

4. Tesisatta iki kazan kullanılması durumunda, her biri gereken kapasitenin 2/3' nü sağlayan iki kazan seçimi tavsiye edilir. Üç kazan kullanılması durumunda kapasite eşit olarak paylaşılır. Boylerli tesislerde toplam ısı gereksinimi 300.000 kcal/h değerini aşılıyorsa kullanma sıcak suyu üretimi için ayrı bir kazan kullanılması önerilir.

5. İki veya daha çok sayıda kazan kullanılacaksa, her kazan tesisattan ayrılarak bağımsız çalışacak şekilde vanalarla donatılmalıdır. Her kazanın güvenlik boruları ayrı olmalıdır.

### 5.4 KAZAN DAİRESİ YERLEŞİMİ

Kazanlar döşeme sularından ve çevre yıkama sularından korunmak üzere 10-15 cm yükseklikte bir kaide üzerine oturtulmalıdır. Brülörün en alt noktası yerden en az 20 cm yukarıda olmalıdır.

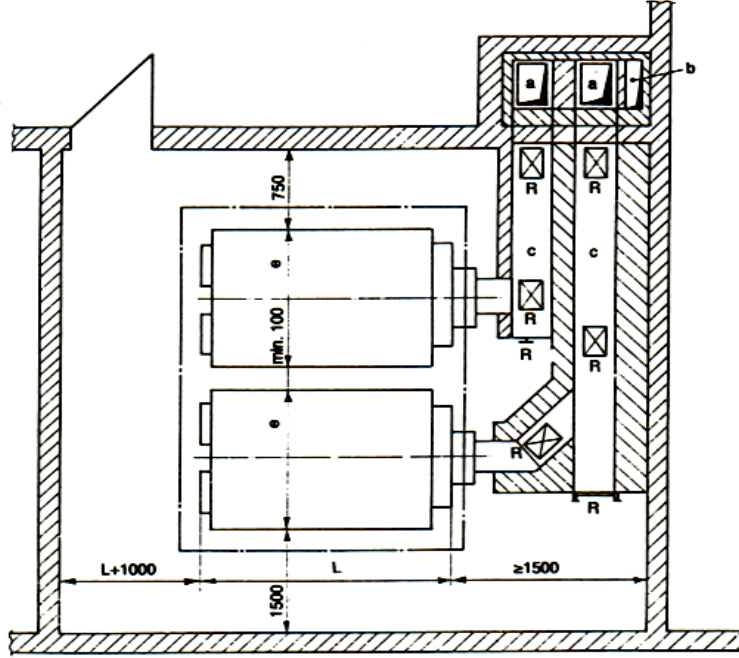
Kazan dairesinde çevre sularını toplayan büyük boy döşeme süzgeci bulunmalıdır. Çok büyük kazan dairelerinde 50\*50\*60 cm ölçülerinde çevre suyu toplama çukuru bulunmalı, kanalizasyona bağlanmıyorsa bir pompa ile kanalizasyona aktarılmalıdır.

Kazan dairesi uygun bir şekilde havalandırılmalıdır. Kazan dairesine gerekli temiz havanın girebilmesi için zemin düzeyinde, duman bacası kesitinin en az yarısı kesitte bir temiz hava girişi bulunmalıdır. Pis havanın uzaklaşabilmesi için en az baca kesitinin % 25' i büyüklükte pis hava bacası yapılmalıdır.

Kazanlar bacaya en yakın yolda bağlanmalıdır. Kazan kenarlarının duvarlardan veya duvara monte edilmiş cihazlardan uzaklığı en az 70 cm, iki kazan arasındaki uzaklık en az 40 cm olmalıdır. Kazan dairesinin yüksekliği kazan üzerinde yer alacak ekipmanların gerektiğinde tamir ve

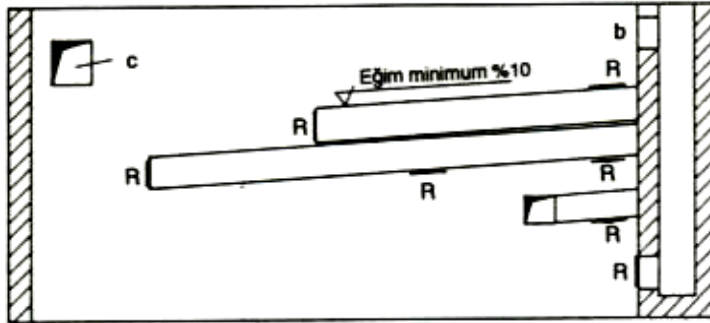
bakımının yapılmasında zorluk doğurmaması için en yüksek kazan ekipmanlarının üzerinde, en az bir metrelik serbest mesafe bulunmalıdır

Kazanın çeşitli yönlerinden bakılacak mesafenin kazanın L uzunluğu cinsinden boyutları iki veya üç kazana ilişkin yerleştirme şemalarının verildiği düzenleme Şekil 5.2 ve Şekil 5.3' dendir. Tek kazan olması durumunda, kazan kenarının duvardan uzaklığı için şekil 5.2' deki değerler esas alınır.



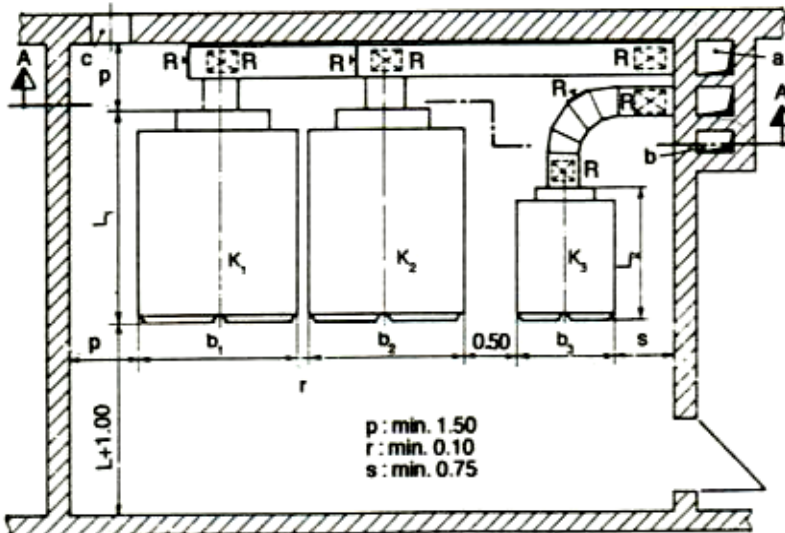
Şekil 5.2 İki Kazanın Kazan Dairesine Yerleştirilmesi

- a- Duman bacası
- b- Pis hava atma bacası
- c- Duman kanalları
- d- Temizleme kapakları
- e- Kazanın genişliği



- R- Duman borusu ve duman bacası temizleme kapağı
- a- Duman bacası
- b- Pis hava atma bacası
- c- Yakma hava penceresi

- K1, K2, K3 - Kazanlar
- b1, b2, b3 - Kazan genişlikleri
- L1, L2 - Kazan uzunlukları



Şekil 5.3 Üç Kazanın Kazan Dairesine Yerleştirilmesi

## 6. ISITICI ELEMANLAR

İç ortam sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığının farklı olması durumunda hacmin yapı bileşenlerinden dışarıya ısı kaybı olacaktır. Konfor sıcaklığının sağlanabilmesi için kayıp olan ısının hesaplanarak hacmin iç ortamına verilmesi gerekir. Bu amaçla çeşitli ısıtıcılar kullanılmaktadır. Bu ısıtıcılar su , kızgın su veya buhar ile kendilerine ulaşan ısıyı kondüksiyon, konveksiyon veya radyasyon yoluyla hacmin iç ortamına ileterek hacmin ısınmasını sağlarlar.

Bu ısıtıcıları aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

1. Boru ısıtıcılar
2. Radyatörler
3. Konvektörler

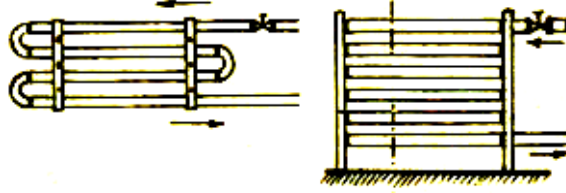
Isıtıcı olarak konutlar ,okullar ve hastanelerde radyatör, bürolar ve otellerde konvektör veya salon tipi sıcak hava cihazları, fabrika ve atölye gibi kat yüksekliği fazla olan binalarda duvar tipi sıcak hava cihazları önerilir.

### 6.1 BORU ISITICILAR

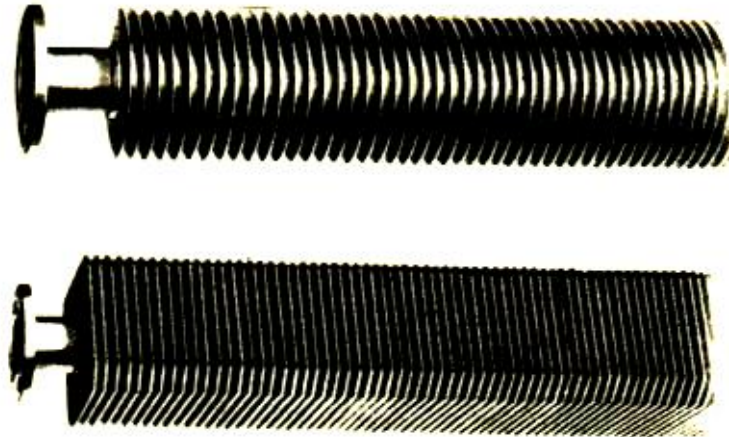
Boru ısıtıcıları, boruların kıvrılarak veya kaynakla birleştirilmesi suretiyle yapılır. Isı geçişi, borular içerisinden geçen sıcak su veya buharın ısısını temas ettiği yüzeye vermesi ve bu ısının boru dış yüzeyinden havaya geçmesi suretiyle gerçekleşir. Boruların ısıtma yüzeylerinin küçük olması nedeniyle istenilen ısı kapasiteyi elde etmek için uzun boru kullanılır.

Boruların üzerine saç kanatlar geçirilmek suretiyle daha fazla ısıtma yüzeyi elde edilerek ısıtma kapasitesi artırılır. Bu şekilde elde edilen borulara **Kanatlı Boru Isıtıcıları** denir.

Genellikle seralarda , fabrikalarda ve gemilerde kullanılır. Şekil 6.1' de çıplak boru ısıtıcıları, Şekil 6.2' de kanatlı boru ısıtıcıları görülmektedir.



Şekil 6.1 Çıplak Boru Isıtıcıları



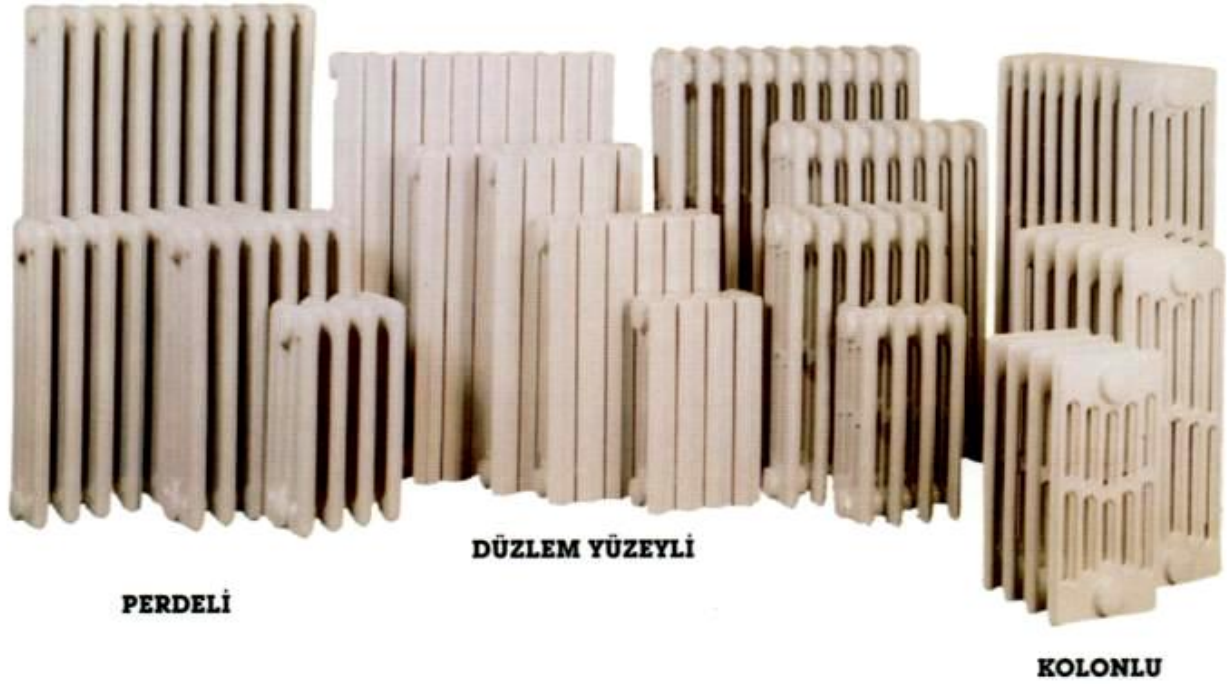
Şekil 6.2 Kanatlı Boru Isıtıcıları

## 6.2 RADYATÖRLER

Radyatörlerde ısının çevreye yayılışı ışıınım (radyasyon) ve taşınım (konveksiyon) yoluyla gerçekleşir. Işıınımla olan ısı geçişi taşınıma göre daha düşüktür.

Radyatörler yapılmış oldukları malzemenin cinsine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir

- Döküm radyatörler (kolonlu, perkolon, ridem.)
  - Çelik radyatörler (dilimli çelik radyatör, panel radyatör)
  - Alüminyum radyatörler ( alüminyum alurad, elba ) olarak sınıflandırılabilir.
- Şekil 6.3'de döküm radyatörler gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Döküm Radyatörler

### 6.2.1 Radyatörlerin Karşılaştırılması

Farklı radyatörler arasında seçim yapabilmek için aşağıdaki kriterler dikkate alınır.

**1. Ömür:** Bir radyatörün ömrü kullanılan malzemeye göre değişir. En uzun ömürlü radyatörler döküm radyatörlerdir. Panel radyatörlerin ömürleri 15 ila 20 yıl olup, alüminyumlarda ise değişkendir.

**2. Radyatör yatırım maliyeti :** Radyatör fiyatlarını karşılaştırırken  $m^2$  fiyatları değil, kalori maliyetleri esas alınmalıdır. En pahalı radyatörler döküm ve alüminyum radyatörlerdir. Panel radyatörler daha ucuzdur. En ucuz radyatörler ise dilimli çelik radyatörlerdir.

**3. Gerekli ısıtma yüzeyi miktarı :** Bir radyatör aynı ısıyı ,aynı şartlarda ne kadar küçük yüzeyle verebiliyorsa ısı verimi o kadar iyidir. Radyatörler içinde en küçük ısıtma yüzeyi döküm radyatörlerin 144/500 kolonlu ve 900/70 perkolon tiplerinde görülmektedir.

**4. Estetik:** Estetik olarak panel ve alurad radyatörler daha tercih edilmektedir.

**5. Toz tutma ve temizlenebilme:** Bu açıdan düz yüzeyli olan çelik radyatörler tercih edilmektedir.

**6. Güvenlik:** Dilimli çelik radyatörlerde olduğu gibi kenarları keskin olan radyatörler çarpma halinde tehlike oluştururlar.

**7. Ağırlık:**Ağırlık radyatörün montajını etkileyen bir faktördür.Bu açıdan döküm radyatörler diğer radyatörlere göre daha dezavantajlıdır.

**8. Su hacmi:** Su hacmi fazla olan radyatörler geç ısınıp geç soğurlar. Bunlar dilimli çelik radyatörlerdir. Su hacminin büyük olması genleşme deposunun büyüklüğünü etkiler.

## 6.2.2. Radyatör Sayısının Belirlenmesi ve Yerleştirilmesi

Radyatör kullanılması durumunda, farklı iç sıcaklıklarda her dilim radyatörün verimi prospektüsünde belirtilmiştir. Her hacmin ısı kaybı bir dilim radyatörün verimine bölünerek o hacim için gerekli radyatör miktarı bulunur. Hesap sonucu kesirli çıkarsa radyatörün bir dilim artırılması uygun olur. Bir grup radyatör, zorunluluk yoksa 30 dilimi geçmemeli ve geçiyorsa iki grup radyatör kullanılması yoluna gidilmeli veya ters bağlantı yapılmalıdır.

Isıtıcı sayıları ile birlikte, diğer donanımın (grup, konsol, kelepçe vb) belirlenmesinde kullanılan form Çizelge 6.1' de verilmiştir. Bu çizelgede,

1. **Sütuna**, Odanın Nosu (101),
2. **Sütuna**, Odanın Adı ( SALON),
3. **Sütuna**, Odanın sıcaklığı (Salon için 22 °C ),
4. **Sütuna**, Odanın hacmi m<sup>3</sup> olarak yazılır.
5. **Sütuna**, Odanın ısı kaybı için hesaplanan değeri yazılır.

6. **Sütuna**, radyatörün birim verimi yazılır. Radyatör verimi hesaplanırken firmaların verdikleri kataloglardan yararlanır. Katalogların kullanımında tesisattaki su sıcaklığı ve oda sıcaklığından yararlanır. Kataloglardan, aranan tip radyatörün dökme dilimli olması halinde bir diliminin bir saatte vereceği ısı miktarı, panel radyatör olması halinde 1 m'sinin vereceği ısı miktarı bulunmaktadır. 90/70' lik sıcak sulu sistemlerde dökme dilimli 144/500 tipli kolonlu radyatör seçilmiş ise ve oda sıcaklığı 20 °C ise radyatörün birim verimi katalogdan 103 kcal/h bulunur. 22 PKKP 500 tipi panel kullanılması durumunda 20 °C oda sıcaklığında 1 m'sinin vereceği ısı 1914 kcal/h olarak bulunur. Bulunan değer 6. sütuna yazılır.

7. **Sütuna**, Seçilmiş olan radyatörün ısıtma yüzeyi katalogdan bulunarak bu sütuna yazılır.

8. **Sütuna**, radyatörün verimi yazılır. Örnek olarak odanın ısı kaybı 2200 kcal/h, odaya konulacak radyatör tipi 144/500, bu tipteki radyatörün 20 °C deki birim verimi 103 kcal/h olarak katalogdan alındıktan sonra odanın ısı kaybı 2200 kcal /h radyatörün birim verimi 103 kcal/h bölünerek 21,3 olarak radyatör sayısı bulunur. 21,3 dilim radyatör sayısı olamayacağından radyatör sayısı 22 olarak alınır. 22 dilim radyatör ile birim radyatör verimi 103 kcal/h çarpılırsa; 22x103 2266 kcal/h değeri bulunur. 22 PKKP 500 tipi panel radyatör kullanılması durumunda 2200 kcal/h panel radyatörün 1 m'sinin verdiği ısı olan 1914 kcal/h'e bölünerek 1,14 m olarak radyatör uzunluğu bulunur. Bu değer virgülden sonraki hanesi bir üste tamamlanırsa, panel radyatörün boyu 1,2 olarak belirlenir. Bu değer 1914 kcal/h ile çarpılırsa 2297 kcal/h olarak bulunur ve 8. sütuna yazılır.

9, 10, 11 ve 12 **sütunlara**, aynı binada farklı radyatör kullanılması durumunda radyatör cinsleri yazılır.

13. **Sütuna**, oda için belirlenen grup sayısı yazılır. Örneğin oda için belirlenen radyatör dilim sayısı 22 ise her grupta 11 dilim olacak şekilde 2 grup olarak pencere altlarına konulabilir.

14. ve 15. **Sütunlara**, her grupta 15 dilime kadar 2 konsol 1 kelepçe, 25 dilime kadar 3 konsol 1 kelepçe, 45 dilime kadar 4 konsol 2 kelepçe olacak şekilde konsol ve kelepçe miktarları yazılır.

16, 17 ve 18. **Sütunlara**, kullanılacak musluk sayıları yazılır.

19, 20 ve 21. **Sütunlara**, kullanılacak rekor sayıları yazılır.





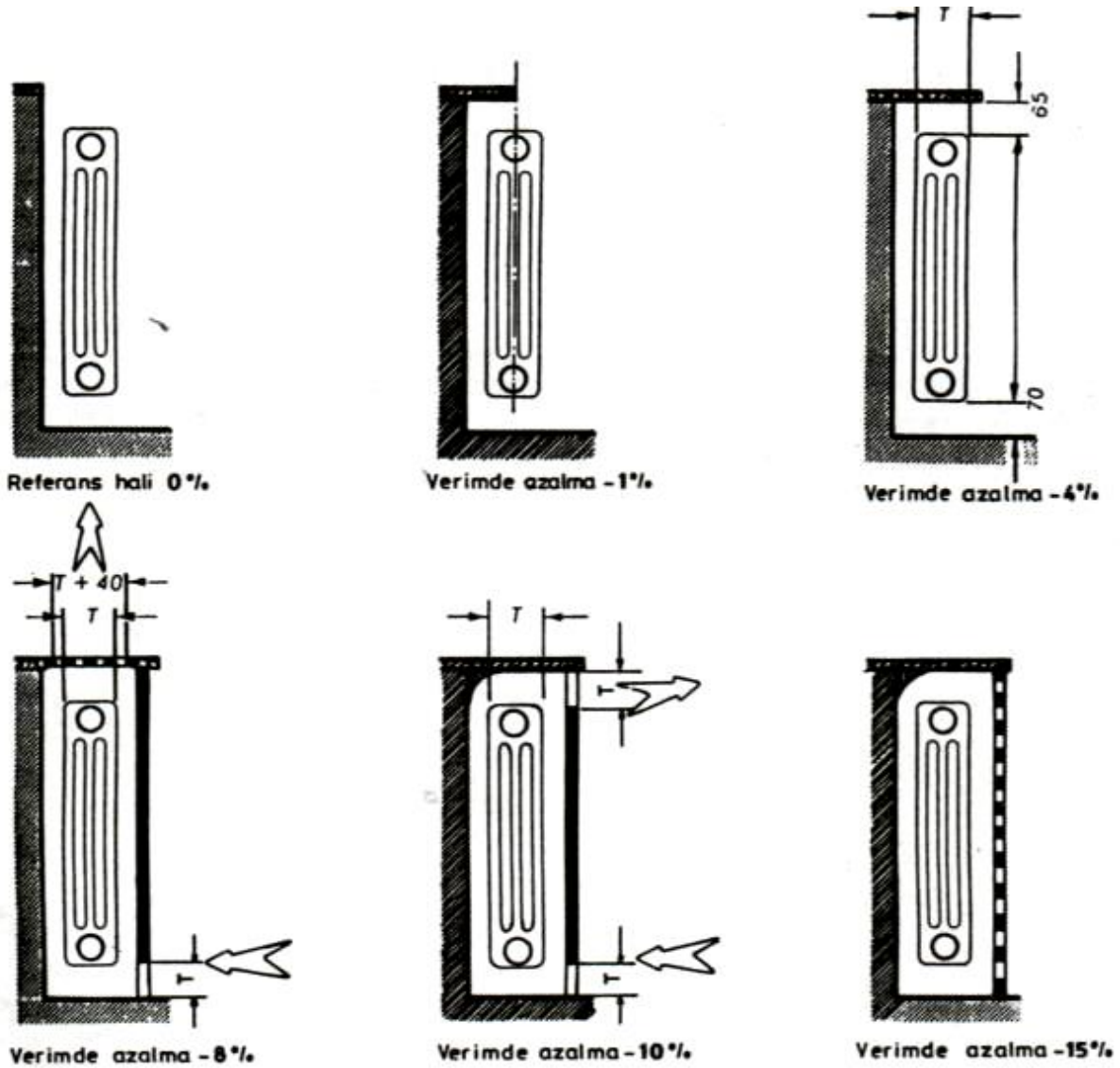
Isıtılan hacimlerin en soğuk yerleri pencere önleridir. Bu nedenle, ısıtıcılar pencere altlarına pencereyi ortalayacak şekilde yerleştirilir. Isıtıcı seçiminde, ısıtıcı yüksekliğinin pencerenin altında kalan duvarın yüksekliğini geçmemesine dikkat edilmelidir. Penceresi bulunmayan veya çok küçük olan odalarda radyatör dış duvar önlerine yerleştirilir.

Isı kaybı büyük pencere sayısı çok olan hacimlerde her pencere önüne radyatör yerleştirilmesi ısının homojen olarak dağıtılması için uygun olur.

Niş içine konan ısıtıcılar için Şekil 6.4' da belirtilmiş olan verim düşüklüğü dikkate alınmalıdır.

Yükseğe asılan radyatörler görevlerini tam olarak yapamazlar. Radyatörün yukarı asılmasının zorunlu olduğu hallerde % 10' luk bir verim düşüklüğü göz önüne alınmalıdır.

Radyatörün koyulacağı duvar mutlaka izole edilmeli, yerden yüksekliği 70 mm, duvardan uzaklığı en az 40 mm alınarak monte edilmelidir.



Şekil 6.4 Niş Ebadının ve Şeklinin Verime Etkisi

### 6.3. KONVEKTÖRLER

Konvektörler kanatlı boruların kaset içine yerleştirilmiş şeklidir. Kasetin alt tarafından giren soğuk hava kanatlı ısıtıcı borularda ısınır ve yükselen ısınmış hava kasetin üst tarafından odaya verilir. Konvektörlerde ısı geçişi % 95-98 gibi büyük oranda konveksiyonla olur. Radyasyonla ısı geçişi çok azdır.

Konvektörler doğal çekişli ve üflemeli olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal çekişli konvektörlerde hava hareketi tamamen kasetin yarattığı baca etkisiyle gerçekleşir. Konvektör ısıtma gücünü ayarlamak için hava akımını azaltıp çoğaltmak üzere hava klapeleri kullanılabileceği gibi konvektöre giren su miktarını ayarlamak üzere kontrol vanaları da kullanılabilir.

Üflemeli konvektörlerde ise hava hareketini sağlamak üzere radyal fanlar kullanılır. Fan tarafından bir filtreden geçerek emilen hava, ısıtıcı borulardan geçerek odaya üflenir. Bu düzenlemede fan altta ısıtıcı borular ise üsttedir. Bazı tiplerde ise hava girişine dış hava bağlantısı da yapılabilir. Böylece üflemeli konvektörler aynı zamanda havalandırma işlevini de yerine getirir.

Konvektörler az yer kaplamaları ve çabuk ısıtmaları nedeniyle tercih edilirler. Konvektörlerde temizlik çok önemlidir. Özellikle üflemeli tip konvektörlerin filtreleri çabuk kirlenir ve tıkanır. Bu nedenle filtrelerin belirli aralıklarla temizlenmesi gerekir.

Isıl güç ayarı için, genellikle devri kademeli olarak ayarlanabilen fanlar kullanılır. Fan tamamen durdurulduğunda ise konvektörden yayılan ısı çok azalır. Şekil 6.5’de üflemeli konvektör gösterilmiştir.



Şekil 6.5 Üflemeli Konvektörler ( Salon Tipi Sıcak Hava Apareyi )



## 7. GENLEŞME DEPOLARI

Genleşme depoları sistemdeki basıncın kontrolü ve sisteme gerekli su desteğinin sağlanması bakımından çok önemlidir. Genleşme depoları açık ve kapalı olmak üzere iki tiptedir.

### 7.1 AÇIK GENLEŞME DEPOSU

Açık genleşme deposu atmosfere açık çalışır. Genleşen su hacmini toplamak üzere dağıtma sisteminin en yüksek noktasından biraz daha yüksek noktaya genleşme deposu yerleştirilir. Kazanda genleşen su gidiş emniyet borusu vasıtasıyla genleşme deposunda depolanır. Tesisattaki su soğuduğu zaman tesisatın eksilen suyu dönüş emniyet borusu vasıtasıyla genleşme deposu tarafından tamamlanır. Genleşme deposu aynı zamanda sistemi atmosfere açtığından ısıtma tesisatındaki basıncın atmosfer basıncının üstüne çıkmasına engel olarak sistemin emniyetini sağlar. Havalık boruları genleşme deposundan atmosfere açılmak suretiyle sistemdeki hava tahliye edilir. Tesisatta bulunan her kazan için kapasitelerine göre ayrı ayrı genleşme deposu kullanılması tavsiye edilmektedir. Yani iki kazanı tek bir genleşme deposuna bağlamak doğru değildir. Her kazan ve genleşme deposu için gidiş ve dönüş emniyet boruları vardır. Bu emniyet boruları üzerine hiçbir kapayıcı vana konulmamalıdır. Şekil 7.1’de açık tip çeşitli genleşme depolarının tesisata bağlantı şekilleri görülmektedir.

Tesisattaki  $V_s$  litre su ısınma sonucu genişler ;

$$V_g = 0,08 V_s \text{ (lt)}$$

kadar artar. Artan bu hacmi depolayacak açık genleşme deposunun hacmi ise;

$$V_{gd} = 0.0025 Q_K \text{ (lt)} \quad Q_K : \text{Kazan ısı gücü (kcal/h)}$$

Gidiş ve dönüş emniyet borularının ise;

$$d_{gidiş} = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{Q_K}{1000}} \quad (\text{mm})$$

$$d_{dönüş} = 15 + \sqrt{\frac{Q_K}{1000}} \quad (\text{mm})$$

ÖRNEK: Isı gücü 110.000 kcal/h olan bir kalorifer kazanı için gerekli açık genleşme deposu hacmi, gidiş ve dönüş emniyet borularının çapları hesaplanacaktır.

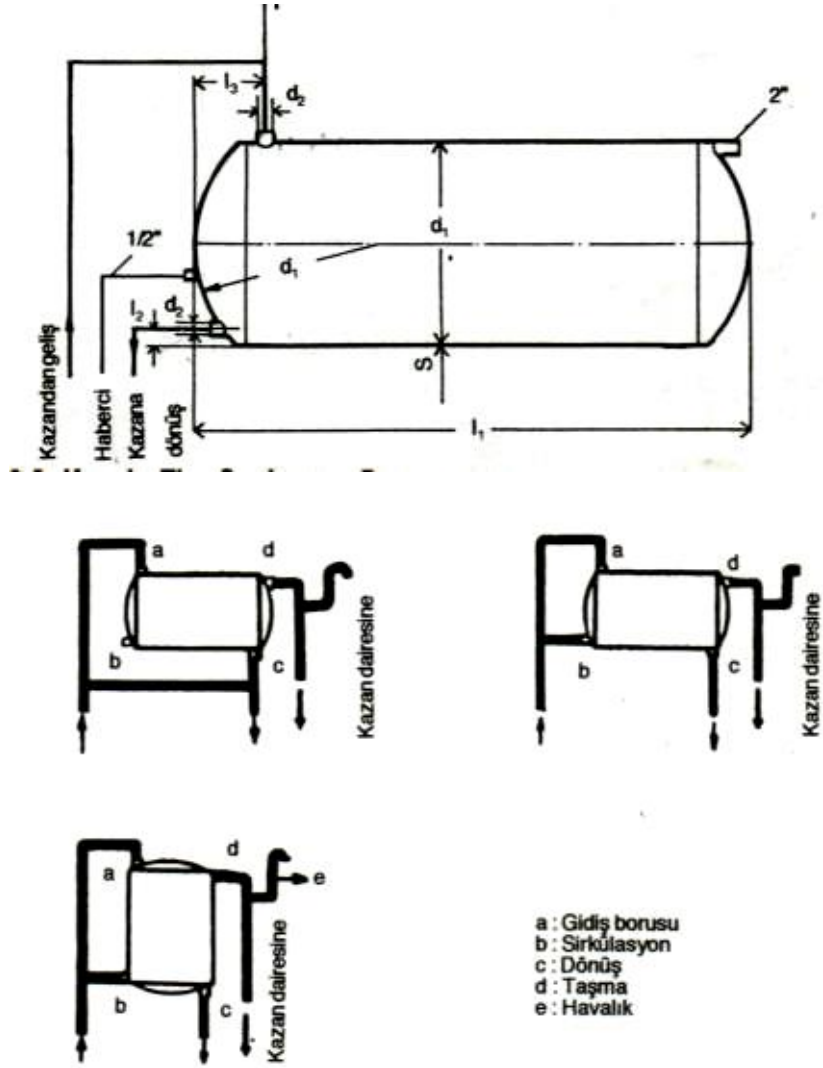
$$V_{gd} = 0.0025 \cdot 110.000 = 275 \text{ (lt)}$$

Standart depo hacmi 300 lt olan genleşme deposu seçildi.

Emniyet borularının çapları:

$$d_{gidiş} = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{110.000}{1000}} = 31 \text{ mm} \quad 1 \frac{1}{4}'' \text{ boru çapı seçildi.}$$

$$d_{dönüş} = 15 + \sqrt{\frac{110.000}{1000}} = 25 \text{ mm} \quad 1'' \text{ boru çapı seçildi.}$$

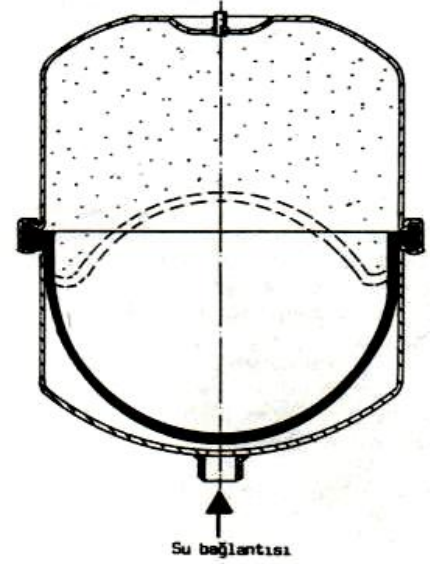


Şekil 7.1 Açık Tip Genleşme Depolarının Tesisata Bağlantı Şekilleri

## 7.2 KAPALI GENLEŞME DEPOLARI

Isıtma tesisatında açık genleşme depoları, hem yerleştirme problemi hem de işletmedeki problemler dolayısıyla yerini kapalı genleşme depolarına bırakmaktadır. Kapalı genleşme depoları emniyet ventili ile birlikte kullanılır. Ayrıca manometre mutlaka bulunmalıdır.

Kapalı genleşme depoları mebranlı veya daha büyük kapasitelerde gaz yastıklı olabilir. Kapalı genleşme kabı içeren sistemler otomatik kontrollü yanma sağlanan kazan kullanıldığı zaman mümkündür. Modern ısıtma sistemlerinde artık daha çok kapalı genleşme depoları kullanılmaktadır. Kapalı genleşme deposu Şekil 7.2' de görüldüğü gibi üstünde basınçlı azot gazı bulunan bir diyafram içerir. Altındaki su genişleyince diyafram yukarı doğru açılır ve azot gazını sıkıştırır. Gaz tarafından sisteme uygulanan basınç biraz artar.



Şekil 7.2 Mebranlı Kapalı Genleşme Deposu

Sistemde kullanılması gereken diyaframlı ve yaylı emniyet ventillerinin boyutları Çizelge 7.1 ve 7.2 de verilmiştir.

Emniyet Ventil çapı	Isıtma gücü kW	Kcal/h
DN 15 (R ½")	50	(45000)
DN 20 (R ¾")	100	(90000)
DN 25 (R 1")	200	(175000)
DN 32 (R 1 ¼")	350	(300000)
DN 40 (R 1 ½")	600	(ca. 500000)
DN 50 (R 2")	900	(ca. 750000)

Çizelge 7.1 Diyaframlı Emniyet Ventili Seçimi (3 barlık işletme basıncına kadar kullanılır)

Efektif ↓ Basınç (bar)	3/4"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"	4"	Emniyet Ventili çapı ←
1.0	119	186	310	477	746	1261	1910	2984	Sistem Isı Gücü (kW)
1.5	157	245	406	626	978	1653	2504	3912	
2.0	173	270	448	691	1080	1825	2765	4320	
3.0	234	366	608	936	1463	2472	3745	5852	
3.5	264	412	685	1055	1648	2786	4220	6593	
4.0	292	456	758	1168	1824	3083	4670	7297	
4.5	318	497	826	1273	1989	3361	5092	7957	
5.0	344	538	894	1378	2154	3640	5514	8615	
5.5	370	578	960	1480	2313	3908	5920	9251	

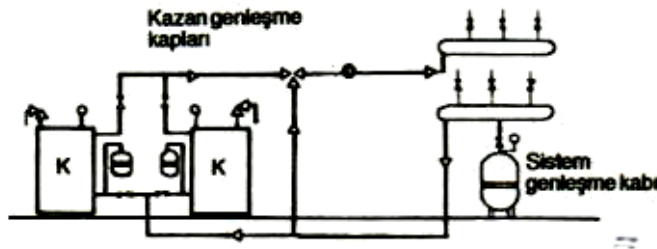
Çizelge 7.2 Yaylı Emniyet Ventili Seçimi ( Sistem ısı gücüne göre)

### 7.2.1 Kapalı Genleşme Deposunun Sisteme Bağlantısı

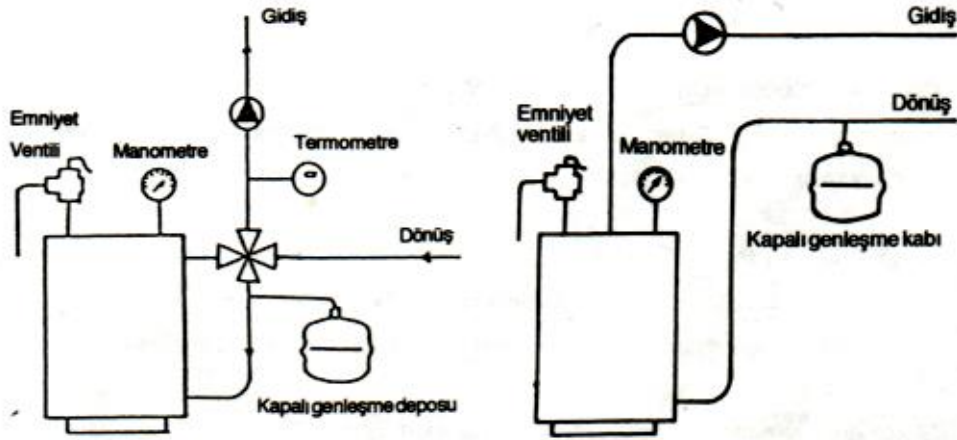
Kapalı genleşme depoları,üzerlerinde emniyet valfi, manometresi ve doldurma valfi bulunmalıdır. Kapalı genleşme deposunun tesisata bağlantısı yapıldıktan sonra su doldurmadan önce azot gazının basıncı, bağlantı noktasındaki statik basınca eşit olmalıdır.Basınç fazla ise gaz atılmalı,az ise doldurulmalıdır.

Tek kazanlı küçük ısıtma sistemlerinde tek genleşme kabı kullanılır. Çok kazanlı büyük ısıtma sistemlerinde her kazana birer adet genleşme kabı bağlandığı gibi sisteme de ayrı ve birden fazla sayıda genleşme kabı bağlanabilir.

Çift kazanlı bir sistemde kapalı genleşme deposunun sistemdeki yeri Şekil 7.3' de kapalı genleşme deposunun sisteme bağlantısı ise, Şekil 7.4'de verilmiştir.



Şekil 7.3 Çift Kazanlı Bir Sistemde Kapalı Genleşme Deposunun Sistemdeki Yeri



Şekil 7.4 Kapalı Genleşme Deposunun Sisteme Bağlantı Şekli

### 7.2.2 Kapalı Genleşme Depolarının Yararları

1.Kalorifer sistemi kapalı sisteme döneceğinden hava ile teması bulunmayacak ve korozyon azalacaktır

2.Kapalı kalorifer sisteminde su buharlaşıp kaybolmayacağından,su eksilmesi olmayacaktır.

3.Kapalı sistemde basınç dağılımı eşdeğerde olacağından, her radyatörün ısınması daha dengeli olacaktır.

4.Kazanın hemen yanına monte edildiğinden,çatıya kadar çekilen borudan, izolasyondan,boruların her katta kaybettiği alandan ve işçilikten tasarruf sağlanacaktır.

5.Çatıdaki genleşme deposu kalkacağından,boruların ısı kaybı önlenmiş olacaktır.

### 7.2.3 Kapalı Genleşme Deposu Hacminin Hesaplanması

Kapalı genleşme deposu hacminin hesaplanmasında önce sistemdeki toplam su hacmi  $V_s$  belirlenir. Isıtma kazanı , ısıtıcılar ve borular içindeki toplam su hacmi üretici firma kataloglarından belirlenir. Çizelge 7.3’ de çeşitli çaptaki boruların 1 m uzunluk başına su kapasiteleri ve çeşitli tip ısıtıcı ve kazanların genel olarak içerdikleri su miktarları verilmiştir.

Döküm Radyatörler	900 mm	3,5	L/m <sup>2</sup>
Döküm Radyatörler	500 mm	3,5 - 4	L/m <sup>2</sup>
Çelik Radyatörler	900 mm	5	L/m <sup>2</sup>
Çelik Radyatörler	500 mm	6	L/m <sup>2</sup>
Panel Radyatörler	PK 600	2,8	L/m
Panel Radyatörler	PKKP 600	5,6	L/m
Konvektörler		0,2 - 0,4	L/m <sup>2</sup>
Döküm Kazanlar		0,5 - 1	L/kW
Çelik Kazanlar		2 - 4	L/kW
Çelik Borular	DN 15 (1/2")	0,21	L/m
Çelik Borular	DN 20 (3/4")	0,38	L/m
Çelik Borular	DN 25 (1")	0,60	L/m
Çelik Borular	DN 32 (1 1/4")	1,02	L/m
Çelik Borular	DN 40 (1 1/2")	1,39	L/m
Çelik Borular	DN 50 (2")	2,21	L/m

Çizelge 7.3 Kazan Radyatör ve Boruların Su Hacimleri

Bina ısıtmasında yaklaşık hesap yapılmak istendiğinde sistemdeki su hacmi ;

$$V_s = W \cdot Q_K \quad (\text{lt})$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada;  $Q_K$  kazan ısı gücü,  $W$  ise özgül ısı miktarı olup ısıtma sisteminde konvektör kullanıldığında 5.2 , panel radyatör kullanıldığında 8.33, döküm radyatör kullanıldığında 12 ve döşemeden ısıtma sisteminde 18.5 L/KW değerindedir. Ayrıca sistemdeki su hacmi Çizelge 7.4’ den de alınabilir.

Çizelge 7.4 Sistemdeki Su Hacminin Belirlenmesi

Kapalı genleşme deposu hacminin hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılır.

$$V_{gd,k} = V_d + V_s \cdot E \frac{P_{t\ddot{u}} + 1}{P_{t\ddot{u}} - P_{g\ddot{o}}}$$

Denklemdaki sembollerin anlamı aşağıdaki gibidir.

$V_{gd,k}$ : Kapalı genişleme deposu hacmi (lt)

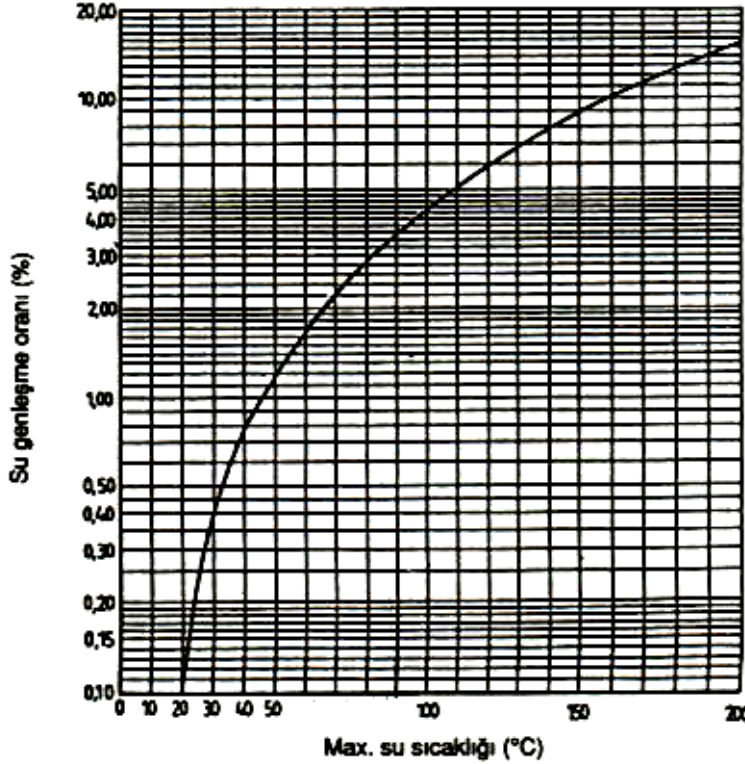
$V_s$  : Tesisattaki su hacmi ( Çizelge 7.4' den alınır veya yaklaşık olarak hesaplanır.)

$E$  : Su genişleme oranı ( Çizelge 7.5' den alınır.)

$P_{tü}$  : Tesisat işletme üst basıncı (bar)

$P_{gö}$  : Kapalı genişleme deposu ön basıncı (bar)

$V_d$  : Sistem soğukken depodaki su miktarı ( Nominal hacmi 15 litreye kadar, depodaki su hacmi, nominal hacmin %20 si olmalı, daha büyük tesislerde ise sistem su hacminin % 0.5'i kadar olmalıdır. Buna göre ;  $V_d = 0.005 V_s$  olmalıdır.)



Çizelge 7.5 Tesisattaki Maksimum Su Sıcaklığına Bağlı Olarak Su Genleşme Oranı

**ÖRNEK:** 175.000 kcal/h (200 kW)' lık kalorifer kazanı için kapalı genişleme deposu seçilecektir. Sistemde döküm radyatör kullanılmaktadır. Tesisata giden suyun maksimum sıcaklığı 90° C, statik su yüksekliği 15 mSS değerindedir.

İşletme basıncı 2,5 bar olarak verilmektedir. Bu durumda emniyet ventili açma basıncı  $P_a = 3$  bar, emniyet ventili kapama fark basıncı ise 0.5 olmaktadır. Emniyet ventili açma basıncı işletme basıncından 0.5 daha büyük olmalıdır.

Sistemde diyaframlı emniyet ventili kullanılacaktır. Çizelge 7.1' den 175.000 kcal/h' ın karşılığı olarak DN (R 3/4") seçilir.

Genleşme deposu hacmini hesaplayabilmek için önce tesisattaki su hacminin belirlenmesi gerekir. Bunun için Çizelge 7.4' den 175.000 kcal/h (200 kW)' lık güç ve döküm radyatör için;

$V_s = 2500$  lt değeri bulunur.

Su genişleme oranı  $E$  ise Çizelge 7.5' den, maksimum su sıcaklığı 90°C kullanılarak,

$E = \% 35$

$E = 0.035$  değeri bulunur.

Tesisat işletme üst basıncı,

$P_{t\ddot{u}} = 2.5$  bar olarak verilmiştir.

Kapalı genleşme deposu ön basıncı,

$P_{g\ddot{o}} = 1.5$  bar olarak alınır.

Buna göre genleşme deposu hacmi;

$$V_{gd,k} = V_d + V_s \cdot E \frac{P_{t\ddot{u}} + 1}{P_{t\ddot{u}} - P_{g\ddot{o}}}$$

$$V_{gd,k} = 0.005V_S + V_s \cdot E \frac{P_{t\ddot{u}} + 1}{P_{t\ddot{u}} - P_{g\ddot{o}}}$$

$$V_{gd,k} = 0.005 \cdot 2500 + 2500 \cdot 0.035 \frac{2.5 + 1}{2.5 - 1.5}$$

$V_{gd,k} = 320$  lt olarak bulunmaktadır.

#### 7.2.4 Kapalı Genleşme Sistemlerinde Emniyet

Kapalı tip genleşme depolarında tesisatın ısı kapasitesine bağlı olarak DIN 4751' de açıklanan aşağıdaki emniyet tedbirlerinin alınması istenmektedir.

**300000 kcal/h kapasitenin altındaki mebranlı tip genleşme deposu olan sistemlerde uyulması gereken şartlar şunlardır:**

1. Sadece sıvı ve gaz yakıt için kullanılabilir.
2. Statik yükseklik 15 metreyi geçmemelidir.
3. Sistem termostatik kontrole ve limit termostata sahip olmalıdır.
4. Kazan üzerinde emniyet ventili olmalıdır.
5. 150 kW gücün üzerinde su seviyesi emniyeti bulunmalıdır.
6. Termometre ve manometre bulunmalıdır.

**300000 kcal/h kapasitenin üstünde ya da 300000 kcal/h kapasitenin altında olup , statik yüksekliği 15 m' yi geçen tesislerde uyulması gereken şartlar şunlardır.**

1. Maksimum su gidiş sıcaklığı 100°C, toplam basınç 5 bar olmalıdır.
2. Termostat ve limit termostat kontrolü bulunmalıdır.
3. Sadece sıvı ve gaz yakıt kullanılmalıdır.
4. Emniyet ventili bulunmalıdır.
5. Presostat ve su seviyesi kontrolü bulunmalıdır.
6. Sistemin basınçlandırması genleşme deposundaki basınçlı gazla, hava kompresörü ile veya basınçlandırma pompası ile gerçekleştirilmelidir.
7. Gerekli göstergeler bulunmalıdır.
8. Sistemin test edilmesi ve belgelenmesi gereklidir.



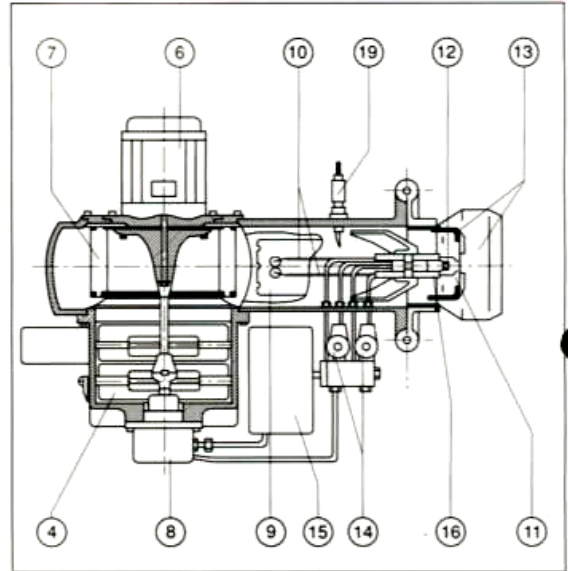
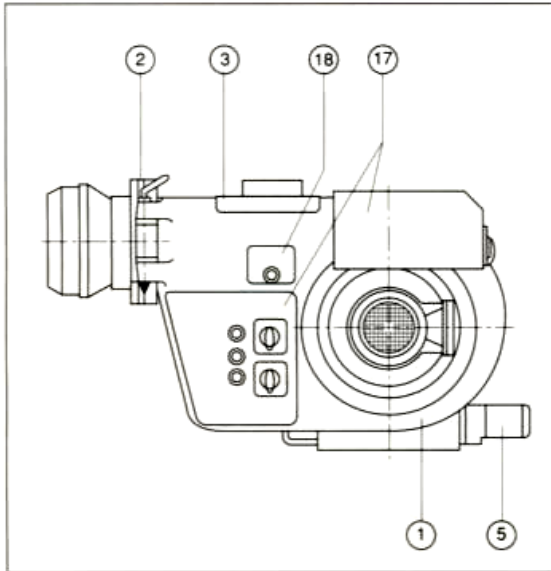
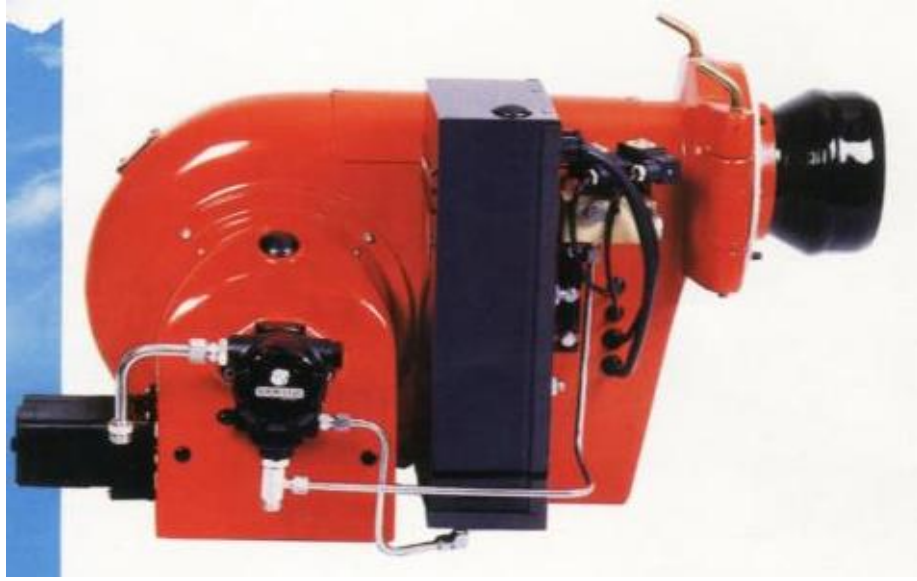
## 8. BRÜLÖRLER

### 8.1 Fuel Oil Brülörleri

#### 8.1.1 Fuel Oil Yakan Brülörlerin yapıları

Şekil 8.1’ de görüldüğü gibi namlu biçimindeki gövde üzerine yanma için gerekli parçalar yerleştirilir. Yanmanın olabilmesi için yakıt, hava ve tutuşma gerekir.

Brülörde bulunan pompa, yakıtın uygun bir basınçta memeden ocağa fışkırmasını sağlar. Vantilatör yanma için gerekli havayı verir. Bir ateşleme trasformatörünün sağladığı yüksek gerilimin elektrotlar arasında meydana getirdiği ark, yakıtı tutuşturur. Aşağıdaki kısımlarda brülör önemli parçalarının yapıları, çalışmaları ve özellikleri geniş ölçüde gösterilecektir.



Şekil 8.1 Fuel –Oil Brülörü ve Ana Parçaları

#### 1-Brülör Gövdesi :

**2-Menteşeli Tespit Flanşı:** Özel menteşe düzeni ile brülörlerin sökülmeden sağa veya sola döndürülerek kolay servisine olanak sağlar.



**3- Üst Kapak:** Kapak yerinden kaldırılarak brülör namlusu içindeki donanıma müdahale edilir.

**4- Hava Klapesi Grubu:** Brülör yanma havasının debisini ayarlar. El ile veya servo motor ile kumanda edilir. Hava ayar kolu sabitlendikten sonra çalışma esnasında ayar bozulmaz.

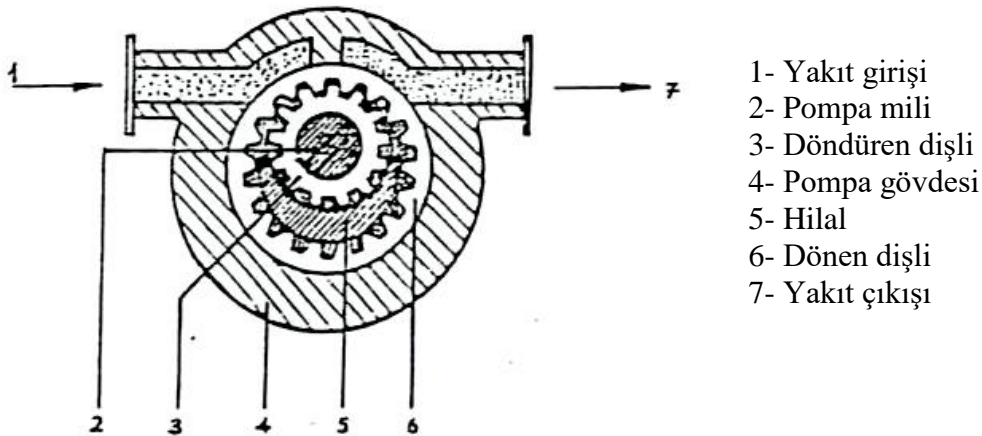
**5- Hava Klapesi Servo motoru :** İki kademeli brülörlerde, yakıt debisine uygun olarak hava debisini uygun olarak ayarlar. Durma halinde klapeyi tam kapatarak yanma hücresinin soğumasını önler.

**6- Brülör Motoru:** Brülörlerde 1 fazlı veya 3 fazlı asenkron motorlar kullanılır. Brülörlerde kullanılan motor, pompayı ve fanı döndürür. Motor, pompa ve fan ayrı ayrı yataklandırılırlar. Bu üç eleman arasındaki bağlantı iki plastik mille yapılır. Brülörün motoru çalıştığında, ocağa yakıt ve hava verilir. Bu arada ateşleme sağlanırsa , yanma başlar.

**7- Fan:** Yakıtın yanması için gerekli olan oksijen fanın verdiği havadan sağlanır. Brülörlerde kullanılan fanlar, tambur biçiminde çok kanatlı olarak yapılırlar. Dönme hareketini brülördeki motordan alırlar. Fanlar yanma için gerekli çok miktardaki havayı düşük basınçta sağlarlar. Bir litre yakıtın iyi şekilde yanması için  $11,5 \text{ m}^3$  hava gerekir. Fakat yakıt ile havayı tam olarak karıştırmak mümkün olmadığından, bir litre yakıt için ocağa  $15 \text{ m}^3$  hava verilir. Fanın girişindeki bir kapak ayarlandığında, iyi bir yanma için gerekli miktardaki hava sağlanmış olur. Fandan çıkan hava namludan geçerek ocağa gelir. Ocağa püskürtülen yakıt ile fandan gelen hava direkt olarak karışırsa, yanma dumanlı olur. Bu sakıncayı gidermek için brülörlerde türbülötörler kullanılır.

**8- Brülör Pompası:** Her hangi bir sıvı yakıtın yanabilmesi için, bu yakıtın gaz haline geçmesi gerekir. Brülörlerde sıvı yakıt dar bir delikten püskürtülerek gaz haline dönüştürülür. Dar delikten fişkıran yağ çok küçük parçalara ayrılır. Bu küçük parçalar da çok kısa bir zaman içinde buharlaşarak gaz haline dönüşürler. Sıvı yakıtın bir delikten püskürtülebilmesi için basıncın yükseltilmesi gerekir. Gazyağı ve motorin gibi hafif yağların püskürtülme basıncı  $7 \text{ kg/cm}^2$  , ağır yağların ise  $18 \text{ kg/cm}^2$  olur. Yağ basıncının en uygun değere çıkartılması pompa ile sağlanır. Brülörlerde genellikle Şekil 8.2’de görüldüğü gibi dişli pompa kullanılır.

Burada gövde içinde iki dişli birlikte dönerler. Dönme hareketini motor milinden alan küçük dişli, kendi dönerken büyük dişliyi de döndürür. Pompanın sol tarafından giren yağ, dişlilerin oyuklarından pompa çıkışına taşınır. Pompa çıkışında biriken yağın basıncı artar. Eğer yakıt pompaya kendiliğinden geliyorsa, tek boşluklu pompa kullanılır. Yakıt deposu pompadan daha aşağıda ise biri yağı emmek için, diğeri ise yağı basmak için iki boşluklu bir pompanın kullanılması gerekir.

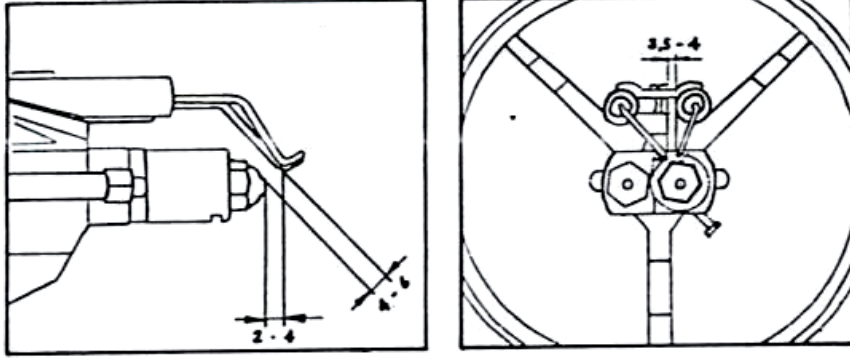


Şekil 8.2 Dişli Pompanın Yapısı

**9- Ateşleme Transformatörü :** Brülörlerde yakıtın tutuşturulması elektrik arkıyla yapılır. Elektrik arki ise , brülörün üzerinde bulunan bir ateşleme transformatörünün  $10.000 \text{ V}$  luk sekonder geriliminin ateşleme elektrotlarına uygulanması ile sağlanır.

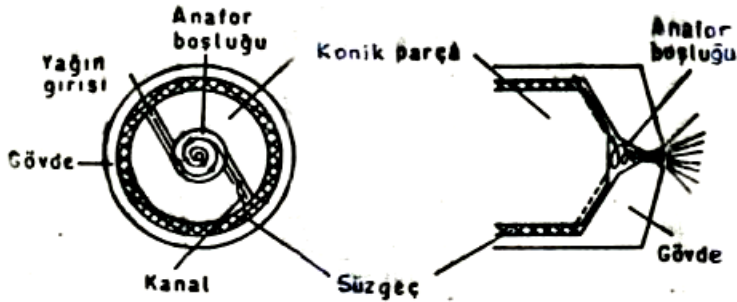
**10- Buji Kabloları :** Yüksek gerilime mukavim özel izolasyonlu ve özel tespit uçludur.

**11- Elektrotlar :** Elektrodlar yüksek gerilime mukavim, krom- nikel alaşımından yapılmış ve porselen izolasyonlu ve uçları bükülebilir tiptendir. Bu elektrodlar bir kelepçe ile memeye gelen yakıt borusuna ayarlanabilecek şekilde bağlanırlar. Elektrodların birbirleri ve meme ile olan aralıkları güvenli bir tutuşma için önemlidir. Elektrod ayarlarırken oluşacak kıvılcımın türbülötör ve memeye çarpmamasına, aynı zamanda püskürtülen yakıt hüzmesinin de türbülötör ve elektrodlara değmemesine dikkat edilir. Şekil 8.3’de elektrot ayarları için en uygun değerler verilmiştir.



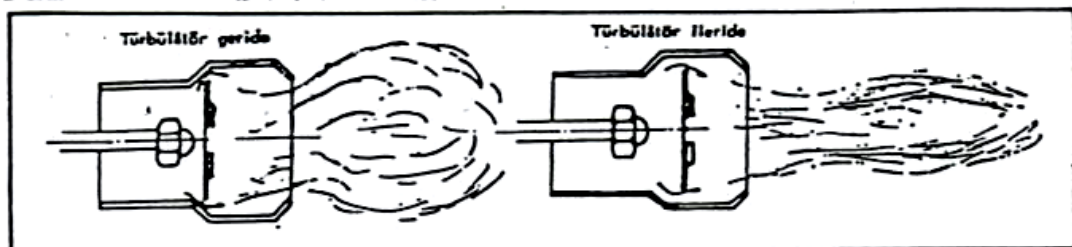
Şekil 8.3 Elektrod Ayar Ölçüleri

**12- Meme :** Şekil 8.4’de görüldüğü gibi bir meme, konik parça, süzgeç ve gövde olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Konik parça gövdeye vidalanarak bağlanır ve gövde içine tam olarak oturur. Süzgeç, konik parça ile gövde arasında bulunur. Meme çok hassas bir eleman olduğundan , yakıt meme içindeki süzgeçte bir kere daha süzülür. Süzülen yakıt konik parça ile gövdenin birleştiği yerde bulunan iki ince kanaldan meme ucuna gelir. Bu kanallar çok ince olduğundan, yakıt meme ucuna hız kazanarak ilerler. Meme ucunda bulunan anofor boşluğunda bir dönme hareketi meydana gelir. Yakıt dönerek büyük bir hızla ( 65 km/h ) meme deliğinden ocağa fıskırır. Delikten fıskıran yakıt dönmekte olduğundan bir koni biçiminde açılır ve çok ufak parçalara ayrılır. Parçaların büyüklüğü 0,002 mm kadar olduğundan, bu parçalar çok çabuk olarak buharlaşır ve gaz haline geçerler. Ocakların şekilleri ve kapasiteleri çok farklı olduğundan, memeler de değişik özelliklerde yapılırlar. Uygulamada kullanılan memelerin kapasiteleri 2 – 120 litre/ saat, püskürtme açıları da 30-90 derece arasında değişir. Ayrıca püskürtme içi boş veya dolu koni şeklinde olabilir.



Şekil 8.4 Bir Memenin Yapısı

### 13-Türbülötör ve Yanma Başlığı:



Şekil 8.5 Türbülötör Ayar Şeması

**14- Solenoid valf:** Tek kademeli tiplerde bir adet, çift kademeli tiplerde iki adettir. İki hareketle ön süpürme sırasında yakıtın devridaim ettirilerek ısıtılmasını temin eder ve brülörün durması sırasında art püskürtmeyi önler.

**15- Yağ Ön Isıtıcısı:** Yağın bozulmadan süratle ısıtılmasını sağlayan kuru tip ısıtıcılar ayar termostatından başka alt limit ve üst limit termostatları ile donatılmıştır.

**16- Burun Parçası:** İlk hareket sırasında yakıtın memeden püskürtülmeden dolaştırılmasını sağlar.

**17- Elektrik Panosu:**

**18- Kumanda Beyni:** Brülörün belli bir programa göre yol almasını sağlar. Normal çalışma sırasında brülörün alev kontrolünü yapar. Alev arıza sebebiyle söndüğünde brülörü hemen durdurup arıza lambasını yakar.

**19- Fotosel:** İlk hareketle alevin teşekkül etmemesi veya çalışma esnasında sönmesi halinde kumanda beyni vasıtasıyla brülörün durmasını sağlar.

## 8.1.2 Fuel Oil Brülörlerinin İşletmeye Alınması

### 8.1.2.1 Genel Kontroller

- 1- Brülör ile tank arasındaki yakıt boruları doğru çekilmiş bağlantısı yapılmış mı ?
- 2- Yakıt tankı yakıt ile doldurulmuş mu?, brülör montajı doğru yapılmış mı ?
- 3- Sistemin kablo bağlantıları doğru çekilmiş mi?, ısıtıcı termostadı doğru ayarlanmış mı ?
- 4- Duman kanalında damper var mı?, doğru ayarlanmış mı ?
- 5- Sistemde kazan, radyatörler ile tesisat su il doldurulmuş mu ?
- 6- Sıcak su sirkülasyon pompaları çalışır durumda mı ?
- 7- Pot depo brülör ısıtıcısı yakıtla dolu mu ?

### İşletmeye Almadan önce Meme (Lans) Mekanizmasının Sızdırmazlık kontrolü

1- Termostatların ayarlarını 0 konumuna getirin ve brülör pompası yardımı ile ön ısıtıcıyı yakıtla doldurun.

2- Isıtıcı dolduktan sonra termostatları 15°C farkla 60- 75 °C olarak ayarlayın.

3- Fotoseli yuvasından, ateşleme devresini klemenden çıkartın.

4- Brülörü çalıştırın ve yakıt memesinden yakıt damlaması veya akıtması olup olmadığını kontrol edin.

5- Pompa basıncını yaklaşık 4 bara ayarlayın, ön süpürme sırasında yaklaşık (15 sn.) ısıtıcının ve lansın yakıtla dolup dolmadığını kontrol edin. ( memeden kesinlikle yakıtın kaçmaması gerekir.)

6- Pompa basıncını pompaya bağlanan manometreden kontrol ederek 8 bara ayarlayın. Memeden yakıt damlaması olmamalıdır. Sonunda brülör emniyet süresi sonunda otomatik olarak arızaya geçecektir.

7- Sirkülasyon sırasında veya yakma konumunda 8 bar pompa basıncında memeden yakıt geliyorsa brülörü derhal durdurun, memeyi ve lans pistonunu çıkarın, mazotla yıkayıp temizleyin ve tekrar kontrol edin.

8- Son kontrol sonucunda lansın kaçırmadığı görülmelidir, eğer hala kaçırıyorsa pistonu yenisi ile değiştirin.

### Lansın kapatma Fonksiyonunun Kontrolü

1- Lans 10-12 pompa basıncında açmalıdır.

2- Ön süpürme sırasında pompa basıncını 14 bara ayarlayın. Brülörü çalıştırın, süpürme anında memeden yakıt akmamalıdır.

3- Manyetik ventilin kapaması ile birlikte pompa basıncı 20 barı göstermeli ve memeden yakıt püskürmelidir.

4- Brülörün arızaya geçmesi veya kazan termostatının kesmesi ile brülörün durması halinde lans sızamaz bir şekilde meme ucunu kapamalıdır.

### 8.1.2.2 Devreye Alma Sırasında Yapılması gereken Genel kontroller

1- Yakıt tankında yakıt olup olmadığı kontrol edilmelidir.

2- Ön ısıtıcı pot termostat değeri 50 °C olmalıdır ve pot ısıtıcı çıkışındaki ve geri dönüşteki vanaların açık olmasına dikkat edilmelidir.

3- Varsa oda termostatları ayarlanmalı, kazanda su olup olmadığı kontrol edilmelidir.

4- Elektrik tesisatı kurallara uygun olarak yapılmalıdır, voltaj brülöre uygun olmalıdır.

5- Yakıt tesisatı yakıtın rahatlıkla ön ısıtıcı pot ve brülör pompasına akmasını sağlayacak şekilde olmalıdır.

### 8.1.2.3 Devreye Alma ve Brülörlerin Çalışması

1- Bahsedilen genel kontroller yapıldıktan sonra motor kontaktöre basılarak yakıtın brülör ısıtıcı potuna dolması ve geri dönüşten delmesi sağlanır.

2- Geri dönüş hortumu check – valfiyle birlikte ön ısıtıcı pota bağlanır ve brülörün işletme pako şalteri açılır.

3- Brülörün pot ısıtıcısındaki fuel oil henüz soğuk olduğundan rezistanslar çalışmaya başlar.

4- Belli bir müddet sonra fuel oil yanma sıcaklığına erişince yol verici termostat , motorun devreye girmesini sağlar. Motor devreye girince motora akuple olan pompada çalışmaya başlar ve fuel oil sirkülasyona başlar. Aynı zamanda motora bağlı olan fan da çalışarak yanma hücrelerine hava üfler.

5- Ön süpürme süresi yaklaşık 17 sn. dir ve bu süre içerisinde yakıt sırayla ön ısıtıcı, pompa, pot ısıtıcı, mekanizma , ventil ön ısıtıcı ... şeklinde dolaşır.

6- Sirkülasyon basıncı yaklaşık 14-18 atü olmalıdır.

7- Elektrotlar trafodan gelen yüksek gerilim sayesinde ateşlemeye başlar. Süpürme süresi sonunda röleden solenoid ventile enerji gönderilir ve normalde açık olan ventil fuel oilin geri dönüş hattını kapatır, bu sırada mekanizma artan fuel oil piston arasındaki yay kuvvetini yenerek memeden püskürmeye başlar. Yakıt memeden 60 veya 45 derece açıyla toz haline gelerek püskürür ve elektrotlardaki kıvılcım sayesinde alev alır ve yanmaya başlar.

8- Yanmanın sağlıklı olup olmadığı kırmızı alev karşı duyarlı olan QRB 1 fotosel tarafından kontrol edilir. Eğer yanma olmuşsa fotosel alevi görür ve röleyi kilitler, brülör çalışmasına devam eder. Ateşleme 17 sn. daha sürer. Kazan içindeki su sıcaklığı ayarlanan değere ulaşınca kadar brülör çalışmasını sürdürür. Ayarlanan sıcaklığa ulaşıldığında kazan termostatı devreyi keser ve brülör dinlenmeye geçer.

9- Eğer brülör iki kademeli ise 1. kademe devreye girdikten kısa bir süre sonra röleden hava ayar servo motoruna hava miktarının artırılması için komut gider ve servo motor hava klapesini açmaya başlar, bununla birlikte 2. kademe normalde kapalı ventil de enerjilenir ve 2. memeden yakıt püskürmeye başlar. Böylece brülör yüksek kapasitede çalışmasını sürdürür.

10- Kazan üzerinde 2 adet termostat vardır. Bunlardan 1 kademe termostatı 2 kademe termostatından daha yüksek bir değere ( yaklaşık 5°) ayarlanmalıdır. Su sıcaklığı 2. kademe termostatının ayarlandığı değere ulaşınca 2. meme devre dışı kalır, servo motor hava miktarını kısar ve brülör 1. kademeye düşer.

### 8.1.3 Fuel Oil Brülörlerinin Genel Bakımı

1- Üzerinde önemle durulması gereken konu kullanılan yakıtın temiz olması ve tesisatın hatasız yapılmış olmasıdır. Yakıt pis ise içerisindeki yabancı zerreçikler pompanın dişlerinin ve yataklarının aşınmasına, memenin tıkanmasına sebep olur. Bu tür arızalara sebebiyet vermemek için

yakıt tesisatında bir filtrenin bulunması ve pompa önündeki pislik tutucu ile ve bu filtrenin en az 15 günde bir temizlenmesi gerekmektedir.

2- Meme temizliği haftada bir kez yapılmalı ve fırça veya tel fırça gibi sert aletler kesinlikle kullanılmamalıdır.

3- Türbülötör 10 günde bir temizlenmelidir. Temizlenmediği takdirde sağlıklı bir yanma oluşmaz.

4- Fan kanatlarının, yanmanın ve balansın bozulmaması için iki ayda bir temizlenmesi gerekir.

5- Yanma ayarlarının iki ayda bir yaptırılması gerekir.

6- Kazan içerisinde oluşacak kurumun iki haftada bir temizlenmesi gerekir.

7- Yakıt tankında biriken tortuların her yıl temizlenmesi gerekir.

8- Günlük yakıt tankında ve ön ısıtıcıda meydana gelebilecek su birikintilerinin haftada bir temizlenmesi gerekir. Otomatik havalandırması olmayan potlardaki hava boşaltma vanası haftada bir açılmalıdır.

9- Brülörün sezon başında ve sonunda komple bakımı yaptırılmalıdır.

10- Yaz aylarında kalorifer bacaları yetkili merci itfaiye tarafından temizlenmelidir.

#### 8.1.4 Fuel Oil Brülörleri ve Tesisatlarının Montaj Kuralları

1- Yakıtın üst seviyesi brülör pompa seviyesinden aşağıda olmaması tavsiye edilir.

2- yakıt tesisatında brülörden önce bir ön ısıtıcı pot, bu potun rezistansı , hava borusu ve geri dönüş check valfi, boşaltma vanası ve termometresi olmalıdır.

3- Rakorlu ve dişli yakıt bağlantı hatlarının çok iyi yapılmış olması ve sızıntının meydana gelmemesi gerekmektedir.

4- Ön ısıtıcı pot ile pompa arasına mutlaka bir fuel oil filtresi koymak gerekir.

5- Ana yakıt tankında sıcak su serpantini veya yakıt çıkış vanasına yakın ısıtıcı rezistans kullanılmalıdır. Ana tank ile ön ısıtıcı pot arası mesafe 3 metreden fazla ise aradaki boruya ısıtıcı bant sarılması gerekir.

6- Ana yakıt tankı ile brülör arasındaki mesafe 10 metreden fazla ise ek bir pompalama sistemi gerekir.

7- Brülör, kazan üzerine monte edilirken , cehennemlik ile alev borusu mesafesini iyi ayarlamak , brülör flanşı ile kazan flanşı arsına ısıl izolasyon ve gaz sızdırmazlığı için amyant conta kullanmak gerekir.

8- Elektrik tesisatının projeye uygun olarak yapılması, kabloların boru ve çelik spirallerle koruma altına alınması ve emniyetin ön planda tutulması gerekir.

9- Kazan – Brülör- Tesisat montajı yapılırken , bir arıza anında rahat çalışabilme imkanı göz önünde bulundurulmalıdır.

#### 8.1.5 Fuel Oil Brülörlerinin Arıza ve Nedenleri

Arıza durumunda ilk önce kontrol edilmesi gereken noktalar şunlardır:

1- Brülör ana sigortasında yada pano ile brülör arsındaki kablolarda kısa devre var mı ?

2- Baca çekişi normal mi ?

3- Tankta ve ön ısıtıcı depoda yakıt var mı ?

4- Memede tıkanma var mı ? , Elektrotlar temiz mi, ayarları normal mi ?

5- Pompanın önündeki filtre veya tesisattaki filtre tıkalı mı ?

6- Pompada hava var mı ?

7- Kazan duman borularında ve dilimlerinde fazla kurum var mı ?

8- Yakıt vanaları açık mı ?

9- Kazan termostatı doğru ayarlanmış mı ?

10- Voltaj normal mi ? Elektrik var mı ?

Yapılan bu genel kontrollerden sonra arıza tespit edilmemişse diğer olasılıklar üzerinde durmak gerekir. Bu olasılıklar ise aşağıda açıklanmıştır.

#### **8.1.5.1 Brülör Motoru Çalışmıyorsa**

- 1- Motor termiği atık olabilir. Motor yanmış olabilir. Motor rulmanında veya yataklarında sıkışma, dağılma gibi arızalar olabilir.
- 2- Brülör ısıtıcı pot rezistansları çalışmıyor olabilir.
- 3- Isıtıcı pot termostatı ( yol verici termostat ) arızalı olabilir.
- 4- Kumanda panosuna 3 faz gelmiyor olabilir.
- 5- Role arızalı olabilir.

#### **8.1.5.2 Brülör Çalışmıyorsa**

- 1- Klemensler kontrol edilerek ateşleme trafo kablolarında bir gevşeme veya çıkma olmuş olabilir.
- 2- Ateşleme trafosu arızalı olabilir.
- 3- Elektrot kabloları çıkmış yada şase yapıyor olabilir. Elektrot ayarları bozulmuş, elektrotlar kirlenmiş veya seramikleri kırılmış veya çatlamış olabilir.
- 4- Meme tıkanmış, lans mekanizmasına pislik girmiş olabilir
- 5- Türbülötör ayarsız veya kirlenmiş olabilir.
- 6- Pompa hava yapmış olabilir. Yakıt memeden püskürmüyorsa pompa filtresi tıkalı olabilir.
- 7- Selonoid ventil arızalı olabilir, bobini yanmış olabilir.
- 8- Yakıtta su olabilir. Yakıt tam ısınmadan püskürüyor olabilir.
- 9- Motor- Pompa bağlantı kaplini sıyırılmış olabilir.
- 10- Pompa basıncı 14 atüden düşük olabilir
- 11- Hava ayar klapesi çok açıktır ve alevi söndürüyor olabilir.
- 12- Kumanda rölesi arızalı olabilir.
- 13- Fotosel ışık görüyor olabilir.

#### **8.1.5.3 Yanma Başlıyor ve 2-3 Sn. İçerisinde Brülör Arızaya Geçiyorsa**

- 1- Fotosel arızalı olabilir. Kirlenmiş veya dönmüş olabilir, kabloları çıkmış olabilir.
- 2- Hava çok açıktır ve alevi kopartıyordur. Yada hava çok kapalıdır ve alevde boğulma oluyordur.
- 3- Meme bozulmuştur ve yakıt iyi püskürmüyordur.
- 4- Türbülötör ayarı bozuktur veya cüruf yapmıştır.
- 5- Röle bozuktur ve fotoselden gelen sinyali algılayamıyordur.
- 6- Kazan baca çekişi iyi olmayabilir, alev boğuluyordur ve tepme yapar.
- 7- Motor ters dönüyor olabilir.

#### **8.1.5.4 Brülör Yanmaya Başladıktan 2-3 Dak. Sonra Arızaya Geçiyorsa**

- 1- Voltaj kontrol edilir.
- 2- Hava ayarına bakılır.
- 3- Türbülötör ayarına bakılır.
- 4- Hava fanının normal çalışıp çalışmadığına , kirlenip kirlenmediğine bakılır.
- 5- Baca çekişinin iyi olup olmadığına bakılır.
- 6- Kazan duman borularının ve külhanın kurum ile dolup dolmadığına bakılır.
- 7- Brülörün kazana göre uygun seçilip seçilmediğine bakılır. Eğer karşı basınçlı radyasyon tipi kazan ise brülör uzun alev borulu olmalıdır.

### 8.1.5.5 Brülör Çalışırken Tepmeli veya Sarsıntılı Çalışıyorsa

- 1- Yakıtta su karışmış olabilir.
- 2- Meme kapasitesi büyük seçilmiş olabilir.
- 3- Pompa basıncında dalgalanmalar olabilir.
- 4- Meme açısı veya brülör alev borusu kazana uygun olmayabilir.
- 5- Brülör namlusu kazana uygun olmayabilir.
- 6- Memeden püsküren yakıt miktarına göre hava debisi çok fazladır ve yakıttan yeteri kadar verim alamıyordur. Bu durumda hava miktarını azaltmak gerekir.
- 7- Baca çekişi çok fazla ise ve aşırı bir vakum varsa yanmış gazlar çok hızlı olarak bacadan dışarı çıkıyordur ve böylece verim düşük olur.
- 8- Kazanda aşırı kurum vardır.
- 9- Kazan sızdırmazlık contaları görevini tam olarak yapmıyordur.
- 10- Hava miktarı yakıtta göre çok azdır, kazanda ve bacada kurum oluşur.
- 11- Pompa basıncı çok düşük olduğundan yakıt tam yanmıyordur.
- 12- Türbülötör cüruf yapmış olabilir.
- 13- Kazan binaya göre küçük seçilmiş olabilir.

## 9. OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ

Bir sıcak sulu ısıtma sisteminde otomatik sıcaklık kontrolü sistemin karmaşıklık derecesine, büyüklüğüne ve kullanılan cihazların tipine bağlı olarak büyük ölçüde değişir.

Otomatik kontrol sistemleri, yakıt tasarrufu, ısıl konfor ve işletme kolaylığı sağlamak amacıyla kullanılır. Isıtma tesislerinde otomatik kontrol sistemlerinin kullanılmasıyla büyük oranda yakıt tasarrufu sağlanacağından sistem kendisini kısa sürede amorti edecektir.

Isıtma tesislerinde kullanılan otomatik kontrol sistemleri ; kazan kontrolü, ısıtıcı kontrolü, sistem kontrolü ve zon (bölge) kontrolü olmak üzere dört ayrı grupta incelenecektir.

### 9.1 Kazan Kontrolü

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde, kazan su çıkış sıcaklığının istenen değerde tutulması amacıyla yapılan kontrol sistemidir.

Sıvı ve gaz yakıt yakan kazanlarda, kazan su çıkış sıcaklığı kontrolü iki şekilde yapılır.

#### 9.1.1 Kazan Termostati

Kazan termostati kazan su sıcaklığını ayarlanan sabit bir değerde tutar. Bunların en basiti iki kontaklı tiplerdir. Bunlar tek kademeli brülörün ON-OFF kontrolüne bağlanır. Genellikle açma kapama sıcaklık farkı 6 °C civarındadır.

Üç kontaklı termostatlar genellikle iki kademeli brülörlerde kullanılır. Bu termostatlar yine ON-OFF kontrollüdür. Kontaklara bağlanan 1. ve 2. kademeyi sıra ile devreye sokar ve çıkarır. Büyük sistemlerde kullanılır.

Oransal termostatlarda ise sürekli kontrol vardır. Oransal termostat ayarı ile su sıcaklığı kademeli olarak değiştirilirken yakıt ve hava miktarı da kademeli olarak değişir.

#### 9.1.2 Oda Termostati İle Kazan Kontrolü

Duyar elemanının yerleştirildiği odada sıcaklık sabit kalacak şekilde kazan çalışması ON-OFF olarak kontrol edilir. Oda termostati ile kazan kontrolü daha çok kat kaloriferi sistemlerinde yapılmaktadır.

### 9.2 Isıtıcı Kontrolü

Isıtıcıların yaydığı ısı kontrol edilerek oda sıcaklığının ayarlanan sabit bir değerde tutulması şeklinde yapılır.

#### 9.2.1 Termostatik Radyatör Vanası

Radyatörden önce monte edilen vananın üzerinde oda sıcaklığından kumanda alan bir termostat vardır. Bu termostat oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayarak vanayı açıp kapamak suretiyle radyatöre giren suyun debisini ayarlar ve böylece radyatörün yaymış olduğu ısı oda sıcaklığına bağlı olarak kontrol edilir. Genellikle villa tipi küçük çaplı ısıtma uygulamalarında kullanılır.

#### 9.2.2 Üfleli Konvektörlerin Isı Ayarı

Üfleli konvektörlerde devri kademeli olarak ayarlanan fanlar kullanılır. Bu fanların devir sayıları artırıldıkça yaymış oldukları ısı da artar. Devir sayılarının artırılması fanın daha sesli çalışmasına neden olacağından çevreyi daha fazla rahatsız edecektir.

Üfleli konvektörlerin üzerinde veya odanın uygun bir yerinde oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayabilen bir termostat bulunur. Bu termostat oda sıcaklığındaki değişiklikleri algılayarak fanı durdurup çalıştırmak suretiyle konvektörün yaydığı ısı kontrol edilir.

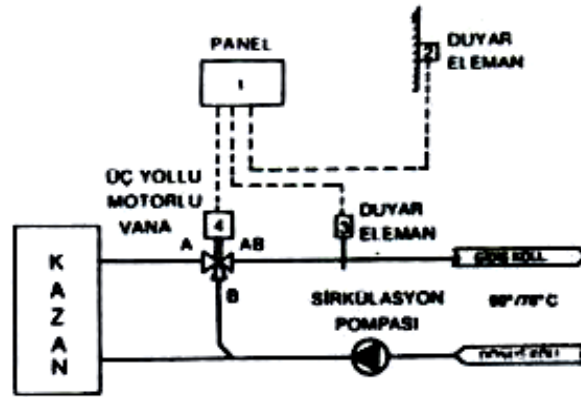


### 9.3 Sistem Kontrolü

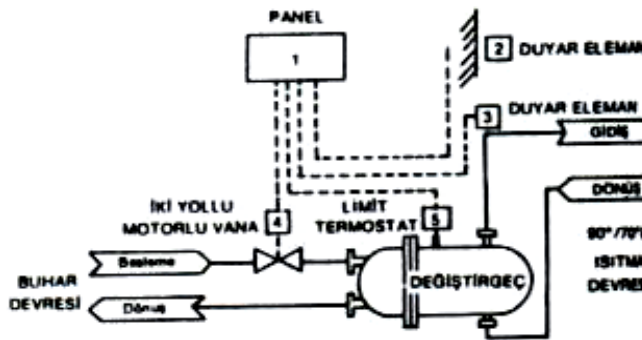
Sisteme gönderilen sıcak su sıcaklığının, dış hava sıcaklığındaki değişimlere bağlı olarak, ayarlanması sıcak sulu ısıtma sistemlerinde daima istenilen bir husustur. Dış hava sistem kontrolü; küçük ısıtma sistemlerinde gerekli bütün kontrol mükemmeliyetlerini sağlayabilir.

Sıcak su kazanlarında dış hava sistem kontrolünün gerçekleştirilebilmesi için iki yöntem mevcuttur. Bunlardan birincisinde kazan su sıcaklığı değiştirilir. İkincisinde ise kazan su sıcaklığı sabit tutulurken, sisteme gönderilen su sıcaklığı değiştirilir. İlk yöntemin boylerde kullanma sıcak suyu üretimine uygun olmaması, sistem su sıcaklığında değişik dalgalanmalara neden olması ve düşük yüzey sıcaklıkları dolayısı ile korozyona neden olması gibi sakıncaları vardır. Bu nedenle bir üç yollu vana kullanan ikinci yöntem tercih edilir. Bu ikinci yöntemde üç yollu vana dış hava termostatından kumanda alarak, Şekil 9.1’ de görüldüğü gibi, sisteme giden su sıcaklığını ayarlar.

Eğer sıcak su üretimi kazan yerine buhar veya kızgın su ile çalışan bir ısı değiştirgecinde gerçekleşiyorsa, dış hava sistem kontrolü değiştirgece olan buhar veya kızgın su beslemesini buhar halinde iki, kızgın su halinde üç yollu vana ile kısarak ayarlar. Buna göre değiştirgeçte üretilen su sıcaklığı değişir. (Şekil 9.2)



Şekil 9.1 Üç Yollu Vana İle Sistem Kontrolü



Şekil 9.2 İki Yollu Vana İle Isı Değiştirgeçlerinde Sistem Kontrolü

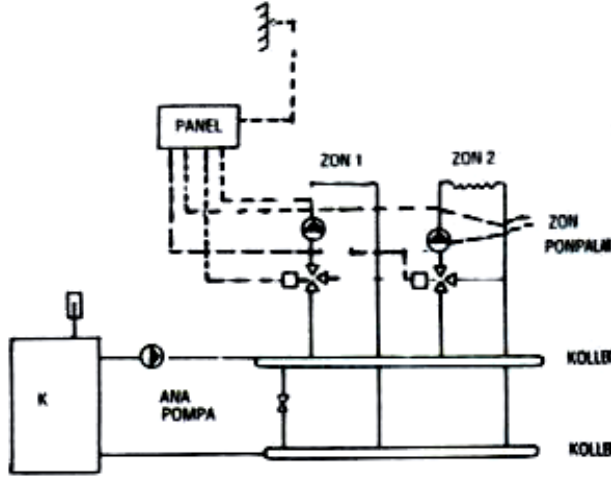
### 9.4 Bölge (Zon) Kontrolü

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde bölge (zon) kontrolü sık rastlanan bir uygulamadır. Isıtılan bina içinde benzer konuma veya kullanıma sahip odalardan veya mahallerden meydana gelen grup veya bölgeye zon adı verilmektedir. Bu bölgede ısıtma kontrolünü, aynı değere ayarlanmış tek bir kontrol düzeni ile gerçekleştirmek mümkündür. Zon kontrol sistemini tek zonlu ve çok zonlu olarak

ayrılmak mümkündür. Tek bir ailenin yaşadığı küçük binaların çoğu tek zonludur. Buradan binanın zonlara ayrılması yöne,yüksekliğe ve diğer faktörlere göre belirlenir.

Çok zonlu uygulamalarda her bir bağımsız zonu kontrolü değişik şekillerde gerçekleştirilebilir. En fazla tercih edilen Şekil 9.3’ de gösterildiği gibi, sisteme sekonder sirkülasyon pompalarının ilavesi ile gerçekleştirilir. Bu durumda sekonder sirkülasyon pompası; üç yollu karışım vanası yardımı ile ısıtma ihtiyacına göre, ısıtıcılardan geçen su sıcaklığını ayarlar.

Her hangi bir zon kontrol sisteminde düzgün bir ısıtmanın olabilmesi için, zonların iyi bir şekilde seçimi, ısıtma elemanlarının doğru boyutlandırılması ve sistemin doğru bir şekilde dengelenmesi gerekir.



Şekil 9.3 Büyük Sistemlerde Zon Kontrolü

## 10. BACALAR

Bacanın görevi atık gazın çevreye zarar vermeyecek şekilde kazandan çıkmasını sağlamak ve sıcak gazın kazanda istenilen hızda dolaşabilmesi için gerekli çekişi sağlamaktır.

Bacalar doğal çekişli ve zorlanmış çekişli olarak ikiye ayrılır. Yanma için gerekli havanın emilmesi ve yanma ürünlerinin kazanda ve duman yollarında istenilen hızda dolaştırılması bacada yaratılan doğal çekişle sağlanıyorsa buna doğal çekişli baca adı verilir. Burada çekişi yaratan kuvvet sıcaklık farkı dolayısıyla oluşan yoğunluk farkıdır. Zorlanmış çekişli bacalarda ise çekme kuvveti bir emiş fanı ile oluşturulur.

Doğal çekişli kalorifer kazanları baca açısından dört grupta toplanır.

**1-Kömür Kazanları :** Yakma havası emilmesi kazandaki, bağlantı kanallarındaki ve bacadaki dirençlerin karşılanması baca çekişi ile gerçekleşir.

**2- Alçak Basınçlı Üflemlü Brülörlü Kazanlar:** Kazandaki, bağlantı kanallarındaki ve bacadaki dirençler baca çekişi ile karşılanır.Yakma havası brülör ile sağlanır.

**3- Yüksek Basınçlı Üflemlü Brülörlü Kazanlar:** Bağlantı kanallarındaki ve bacadaki dirençler baca çekişi ile karşılanır.Yakma havasının temini ve kazanda dolaştırılması brülör tarafından sağlanır. Yüksek basınçlı üflemlü brülörler karşı basınçlı kazanlarda kullanılır.

**4-Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanları:** Kanal ve bacadaki dirençler doğal baca çekişi ile sağlanır. Havanın emilmesi ve kazanda dolaştırılması brülör tarafından sağlanır.

### 10.1 Baca Yapımında Dikkat Edilecek Kurallar

1- Her kazan için bağımsız bir baca olmalı, birden fazla kazan kesinlikle aynı bacaya bağlanmamalıdır. Kalorifer bacalarına soba,şofben v.s bağlanmayacaktır.

2- Baca kesiti yeterli büyüklükte olmalıdır.

3- Baca duvarlarında kesinlikle delikli tuğla kullanılmamalıdır.Malzeme olarak yüzeyi düzgün yüksek sıcaklığa dayanıklı ateş tuğlası ve paslanmaz çelik bacalar tavsiye edilmektedir.

4- Bacalar mümkün olmadıkça binanın dış duvarına konulmamalıdır. Binanın orta noktalarına yakın konulmalı ve bina mahyasının en az 80 cm üzerine çıkılmalıdır.

5- Bacalar komşu yüksek binaların çekişi bozan etkilerini azaltmak amacıyla , mümkünse bu binalardan 6 m uzakta bulunmalıdır.

6- Bacalar mümkün olduğu kadar yön değiştirmeyecek şekilde yapılmalı, yön değiştirmenin zorunlu olduğu hallerde ise yön değiştirmede yatayla açı en az 60 ° olmalıdır.

7-Bacalar dışardan hava almayacak şekilde içi ve dışı sıvalı olarak yapılmalıdır. Baca duvarlarının et kalınlığı bir tuğladan az olmamalıdır.

8- Duman kanalları bacaya düz bir kanalla bağlanmalıdır. Mümkün olduğu kadar dirseklerden kaçınılmalıdır.

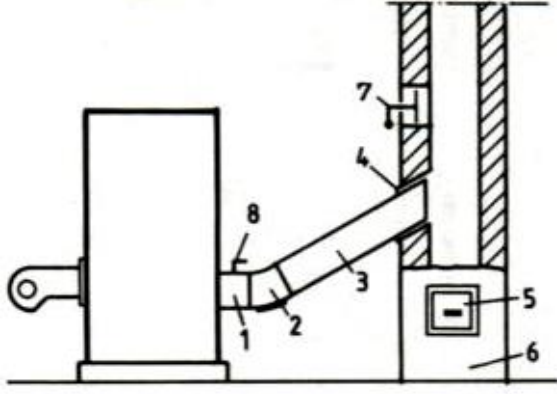
9- Yatay duman kanalları bacaya en az % 5'lik yükselen bir eğimle bağlanmalı, ve uzunluğu hiçbir suretle baca yüksekliğinin 1/4' nü aşmamalıdır.

10- Duman gazları bacada soğumamalıdır. Bu durum hem çekişi azaltır, hem de yoğuşmaya neden olur. Bacaların tavsiye edilen ısıl direnci 0,12 m<sup>2</sup>K/W değerindedir. Bu amaçla bacalar izole edilmelidir.

11- Bacaların en alt kotunda , saçtan ve hava sızmayacak şekilde yapılmış, contalı bir temizleme kapağı yapılmalıdır.

12- Duman kanalları bacaya doğrudan bağlanmalı, zorunlu durumlarda yuvarlak dirsek kullanılmalıdır. 90° lik keskin dirsek kullanılmamalıdır.

Kazanların bacaya bağlantısı Şekil 10.1' de şematik olarak gösterilmiştir.



- 1.Kazan baca çıkışı,
2. Temizleme kapaklı dirsek,
3. Baca bağlantı kanalı,
4. Bacaya giriş,
- 5.Temizleme kapağı,
- 6 Baca kaidesi,
7. Çekiş sınırlayıcı,
8. Kömür kazanları için klape

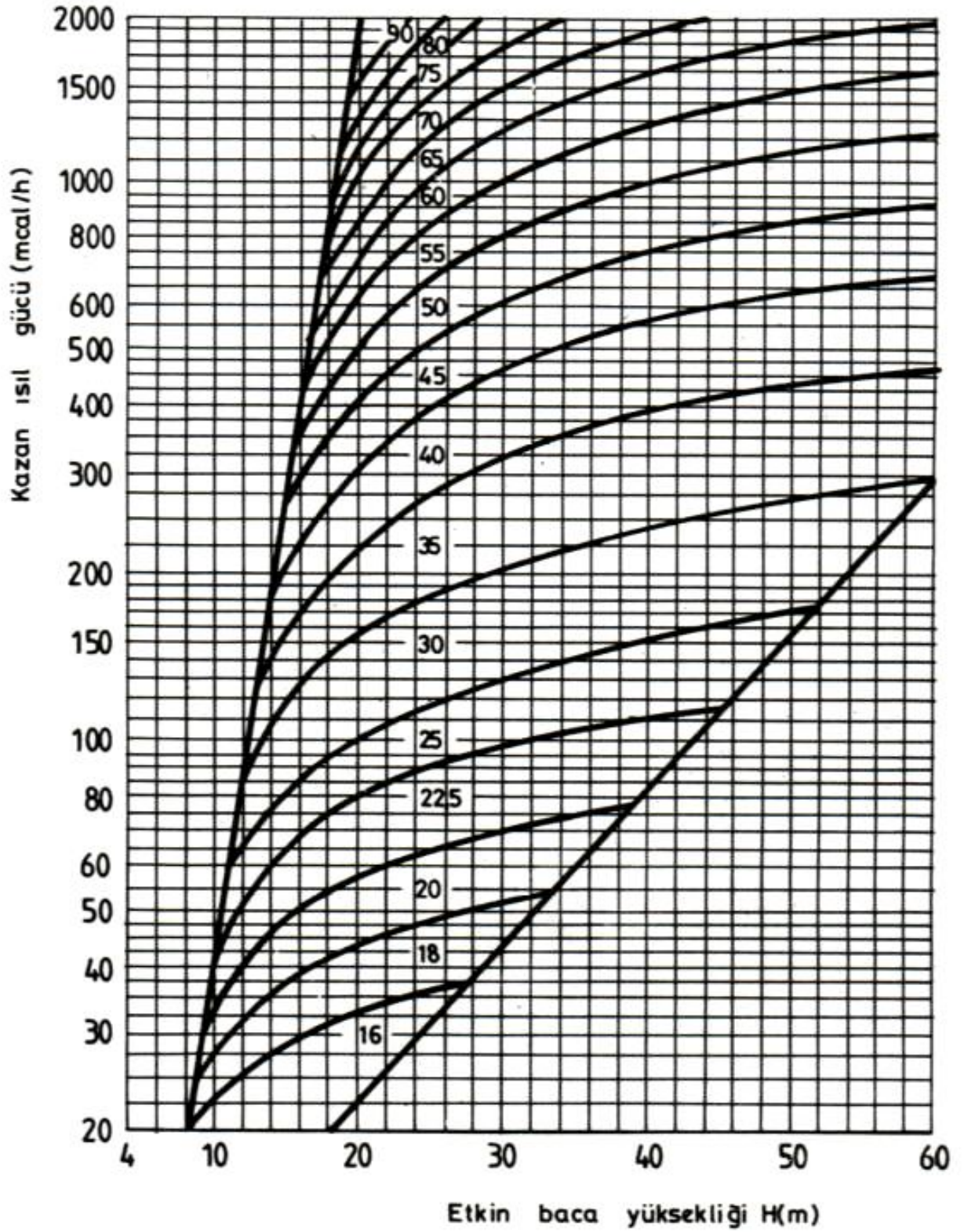
Şekil 10.1 Kazanların Bacaya Bağlantısı

## 10.2 Baca Hesabı

Kazanların baca hesabında kullanılacak son derece detaylı bir hesaplama yöntemi vardır. Bu yöntemde kullanılan yakıtın cinsine bağlı olarak kazan, bağlantı kanalı , bacadaki basınç kayıpları ve ısı kayıpları hesaplanmakta ve bu durumda ortaya çıkan doğal çekişin yeterli olup olmadığına bakılmaktadır. Bu yöntemde göre baca hesabının yapılması oldukça zor ve uzun bir yoldur.

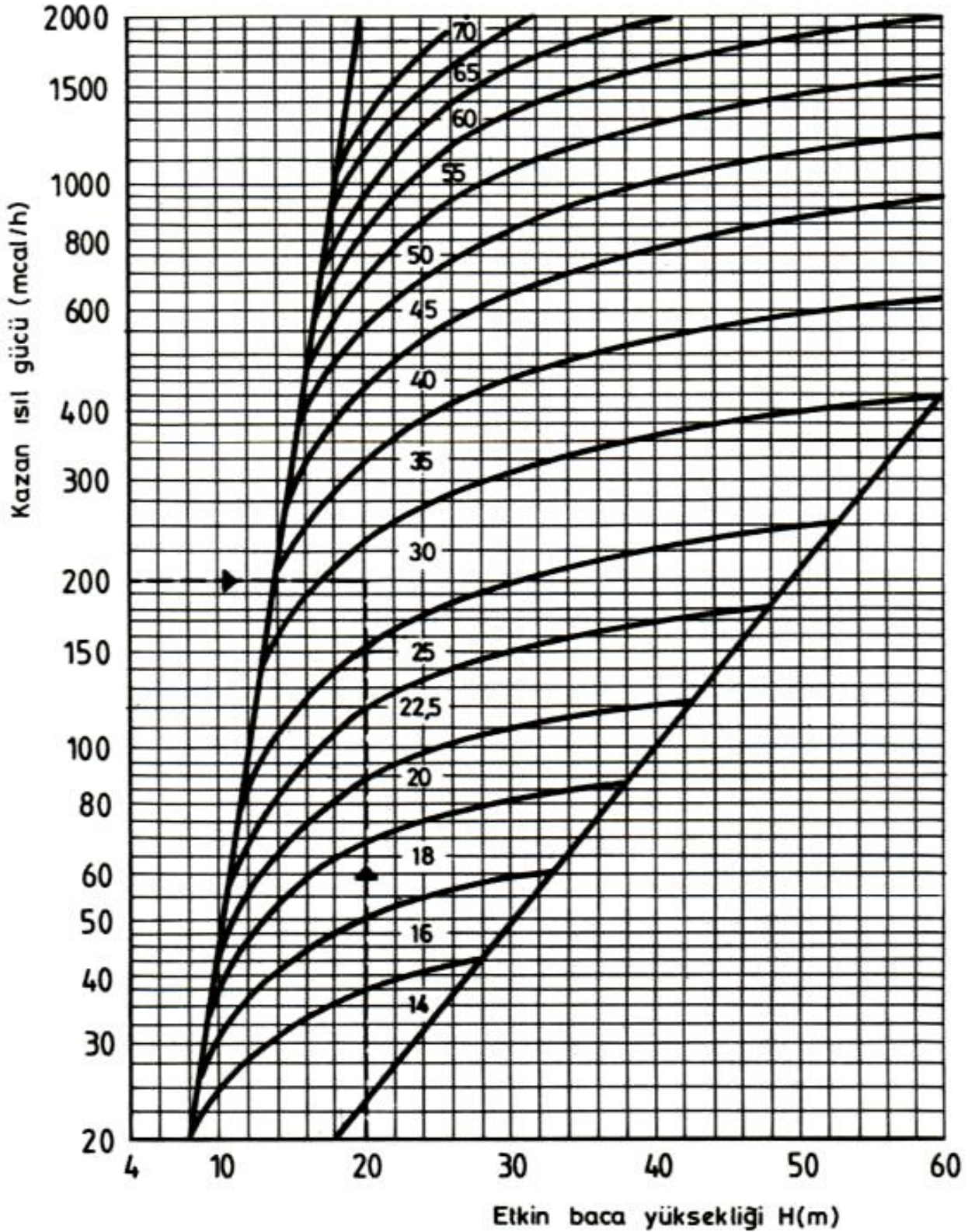
Bu nedenle kullanılan yakıtın cinsine göre hazırlanmış diyagramlardan yararlanarak baca hesabını yapmak daha pratik bir çözümdür.

Kömür kazanları için baca çapları Şekil 10.2’de,  
 Alçak basınçlı brülörlü sıvı yakıt ve doğal gaz kazanları baca çapları Şekil 10.3’de,  
 Yüksek basınçlı sıvı yakıt ve doğal gaz kazanları baca çapları Şekil 10.4’ de,  
 Atmosferik brülörlü doğal gaz kazanları baca çapları Şekil 10.5’de verilmiştir.



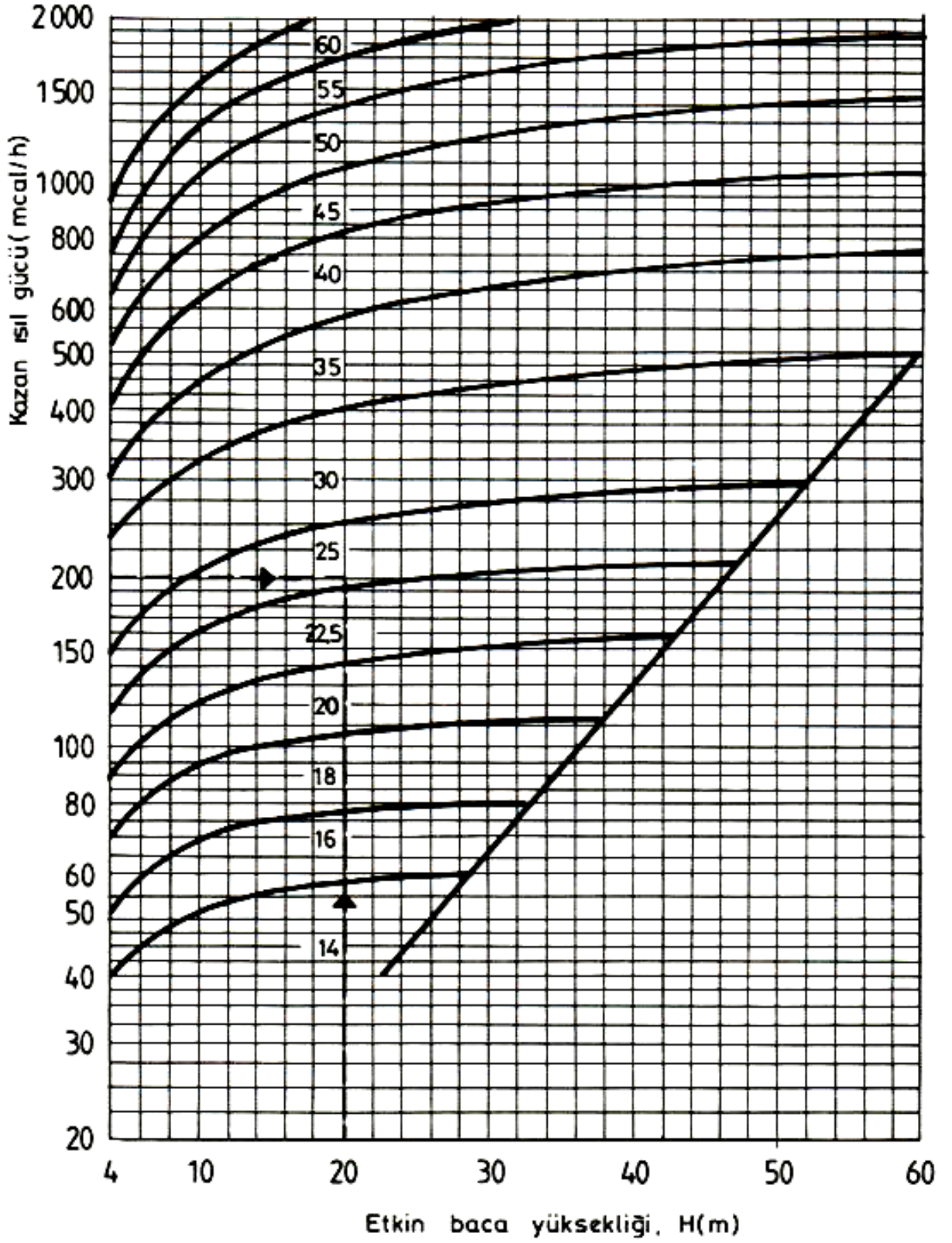
Şekil 10.2 Kömür Kazanları Baca Çapları (cm)





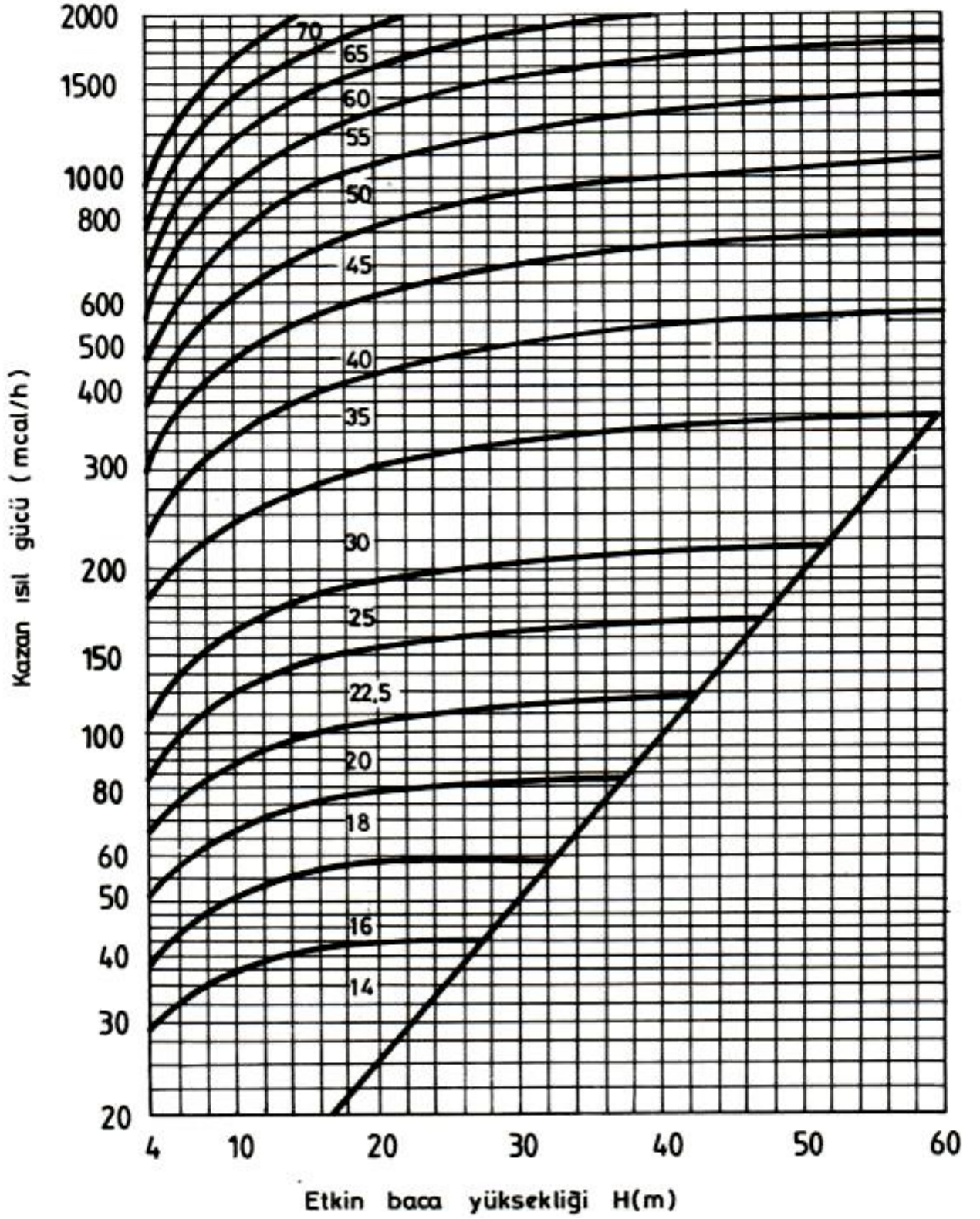
Şekil 10.3 Alçak Basıncılı Brülörlü Sıvı Yakıt ve Doğal Gaz Kazanları Baca Çapları (cm)

**ÖRNEK:** Kazan gücü,  $Q_k = 200 \text{ kW}$  ve baca yüksekliği,  $H = 20 \text{ m}$  için Baca çapı,  $D = 30 \text{ cm}$ .



Şekil 10.4 Yüksek Basıncılı Sıvı Yakıt ve Doğal Gaz Kazanları Baca Çapları (cm)





Şekil 10.5 Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanları Baca Çapları (cm)



## 11.YILLIK YAKIT MİKTARI HESABI VE YAKIT DEPOLARI

Isıtma tesisatında yıllık yakıt miktarı hesaplanarak, yakıt deposu tesisin en az 20 günlük yakıt gereksinimini karşılayacak büyüklükte olmalıdır.

### 11.1 Yıllık Yakıt Sarfiyatı

Yıllık yakıt sarfiyatı  $B_y$  için;

$$B_y = \frac{Q_K Z_g Z_y}{2 H_u \eta_K}$$

formülü verilmektedir. Bu formüldeki sembollerin anlamları şöyledir:

- $Q_K$  : Kazanın ısı kapasitesi (kcal/h)  
 $Z_g$  : Günlük çalışma süresi (saat/gün)  
 $Z_y$  : Yıllık çalışma süresi (gün)  
 $H_u$  : Yakıtın alt ısı değeri (kcal/h)  
 $\eta_K$  : Kazanın verimi ( % )

Kazan verimi  $\eta_K$  için aşağıdaki değerler verilmektedir.

- Doğalgaz için : 0.85-0.92  
 Fuel-oil için : 0.75  
 Linyit kömürü için : 0.60-0.65  
 Kok ve maden kömürü için : 0.65-0.70

### 11.2 Yakıt Depoları

Sıvı yakıtların depo edilmesi amacı ile imal edilen yakıt depoları boyutları standart olup, TS 712 kapsamındadır. Bu standart kapsamındaki silindirik yer üstü deposu boyutları Şekil 11.2' de görülmektedir. Yakıt depoları ekonomik olarak sistemin yaklaşık 20 günlük ihtiyacını karşılayacak ölçüde veya yakıt tankerinin büyüklüğü dikkate alınarak daha büyük hacimde seçilebilir. Yakıt depolarının kazan dairesinden ayrı bir hacimde olması ve kapılarının saç olması ve havalandırılması gerekir. Yakıt depolarının alt seviyesi, filtrenin monte edilebilmesi, yakıtın doğal olarak akabilmesi için zeminden en az 25 cm yükseklikte olmalıdır.

Isıtma tesisatında sıvı yakıt olarak (motorin) veya orta ağır (4-5 nolu fuel oil) yakıtlar kullanılır.

Kalorifer yakıtı olarak kullanılan fuel oil'in depoda akabilir halde tutulabilmesi için ısıtıcı serpantin kullanılır. Yakıt borusu montajında hazır dirsek kullanılmayacak, dirsek yerine geniş olarak kıvrılmış boru kullanılmalıdır. Yakıt deposu ile pot depo arasındaki yakıt borusu en kısa mesafede bağlanmalıdır. Pot deponun brülörün açıldığı tarafa monte edilmesi gerekir.

#### Fuel oil'in değişik noktalardaki sıcaklıkları:

- 1- Pompalama sıcaklığı = 20 °C
- 2- Yakıt deposunda çıkış sıcaklığı (pompasız sistemde) = 40 °C
- 3- Pot depo çıkışında sıcaklığı = 70-80 °C
- 4- Brülör çıkışında sıcaklığı = 105-110 °C

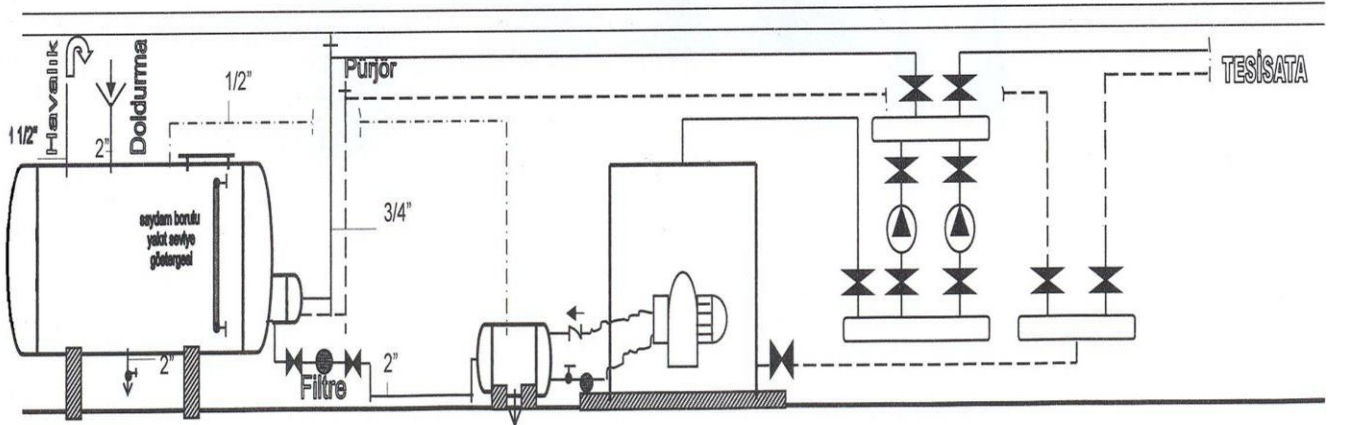
Pot depoların hacmi en az 80 L olmalıdır. 80 L depo 35 L/h brülör kapasitelerine kadar kullanılabilir.

Daha büyük brülörler için brülör kapasitesine bağılı olarak pot depo hacimleri aşağıda verilmiştir.

Brülör	L/h	35	50	65	90	130
Pot depo	L	80	100	125	150	200

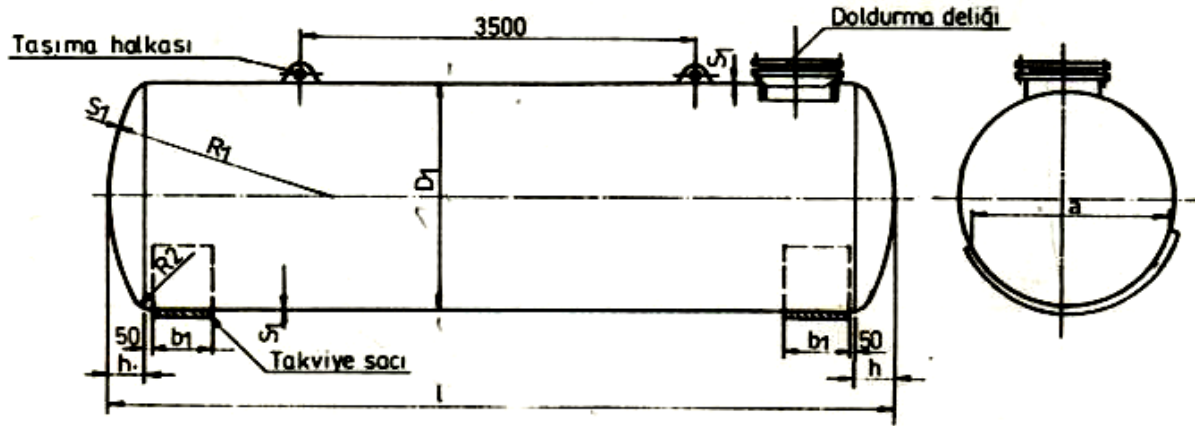
Yakıt depoları bağlantıları ve ekipmanları aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Havalık (depo büyüklüğüne bağılı, ancak DN 40 (1 1/2")) alınabilir.
- 2- Boşaltma musluğu ve hattı (5 m<sup>3</sup>' e kadar DN 32, 10m<sup>3</sup>' kadar DN 40 (1 1/2"))
- 3- Yakıt gidiş hattı DN 50 (2")
- 4- Yakıt dönüş hattı DN 15 (1/2")
- 5- Dolum hattı DN (2")
- 6- Seviye göstergesi (1/2" veya 3/4")
- 7- Numune alma ağız



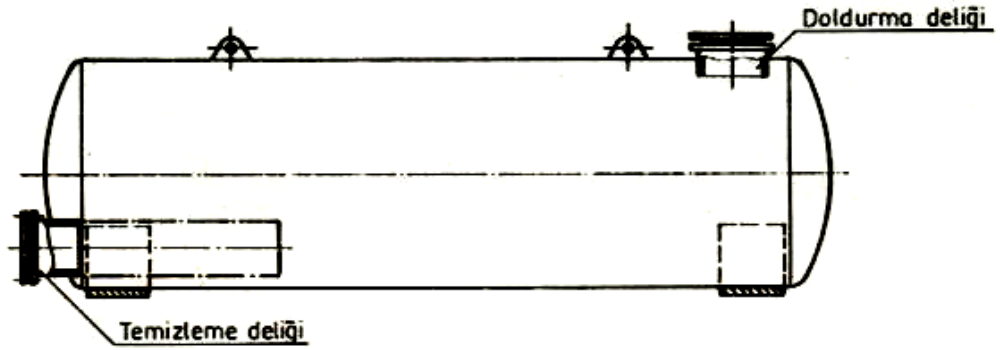
Şekil 11.1 Yakıt Deposu ile Brülör Bağlantı Şeması

### YATAY SİLİNDİRİK YERÜSTÜ TANKI TEMİZLEME DELİKSİZ



Temizleme deliksiz 10 m<sup>3</sup> lük yatay silindirik yerüstü tankının belirtilişi: TS 712 /1

### TEMİZLEME DELİKLİ



Temizleme delikli 10 m<sup>3</sup> lük yatay silindirik yerüstü tankının belirtilişi: TS 712/1

Hacim m <sup>3</sup> , min.	5	7	10	(13)	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
Dış çap, D1	1600				2000				2500				2900	
Toplam uzunluk l max.	2820	3740	5350	6960	8570	6960	8540	10120	8800	10800	12800	12750	15950	
Başlığın yüksekliği h =	260				320				400				450	
Sac kalınlığı S1 min.	5				6				7				9	
Doldurma deliği iç çapı	500				600				600					
Taşıma halkası sayısı	1				2				2					
Takv. sacının gen. b1	350				525				600				950	1350
Oturma uzunluğu a1	1200				1800				2200				2600	
Ağırlık kg =	Tem. Deliksiz	740	930	1250	1550	1850	2420	2850	3400	4400	5300	6300	9500	11500
	Tem. Delikli	790	980	1300	1600	1900	2450	2900	3450	4450	5350	6350	9550	11600

Parantez içindeki değer zorunluluk olmadıkça kullanılmamalıdır.

Şekil 11.2 Yatay Silindirik Yer Üstü Tankı

### 11.2.1 Sıvı Yakıt Deposu Hesabı

Sıvı deposu hesabı için, belli bir periyot (örneğin 20 gün) süresince depolanacak yakıt miktarı  $B_p$ , aşağıdaki ifade ile bulunur:

$$B_p = \frac{Q_K Z_g Z_p}{H_u \eta_K} \quad (\text{kg/periyot})$$

Buradaki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

$B_p$  : Depolanacak yakıt miktarı (kg/periyot)  
 $Z_p$  : Depolanacak gün sayısı (gün/periyot)

Depolanacak yakıt miktarı yukarıdaki denklemden belirlendikten sonra, sıvı yakıt deposunun hacmi  $V_{syd}$  aşağıdaki ifadede bulunur.

$$V_{syd} = \frac{B_p}{\rho} \quad (\text{m}^3)$$

Bu ifadedeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

$B_p$  : Depolanacak yakıt miktarı (kg)  
 $\rho$  : Yakıtın yoğunluğu = 860 (kg/m<sup>3</sup>)

### 11.2.1 Yakıt Deposu Serpantin Hesabı

Soğuk günlerde fuel oilin akma özelliği azaldığından brülöre verilmeden önce ısıtılması gerekmektedir. Bu amaçla fuel oil, ana yakıt depolarında kazandan alınan sıcak su ile, ön ısıtıcı depo ve brülörde elektrikli ısıtıcılar kullanılarak ısıtılır. Isınma amacıyla verilecek enerji  $Q_y$ ;

$$Q_y = C G_y (T_2 - T_1) \quad (\text{kcal/h})$$

Olmaktadır. Buradaki sembollerin anlamları şöyledir:

$C$  : Fuel oil'in özgül ısısı ( $C = 0.50$  kcal/kg°C)  
 $G_y$  : Saatte ısıtılması gereken yakıt miktarı (kg/h)  
 $T_1$  : Yakıtın ilk sıcaklığı (°C)  
 $T_2$  : Yakıtın son sıcaklığı (°C)

Saatte ısıtılacak yakıt miktarını belirten  $G_y$  seçilecek brülörün kapasitesini de kg/h olarak vermektedir.

$$G_y = \frac{Q_K}{H_u \eta_{br}} \quad (\text{kg/h})$$

Bu ifadedeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

$Q_K$  : Kazanın ısı kapasitesi (kcal/h)  
 $\eta_{br}$  : Brülörün verimi (0.80-0.98)  
 $H_u$  : Yakıtın alt ısı değeri (kcal/h)

Isıtmada kullanılacak serpantin yüzey alanı  $A_s$  aşağıdaki ifadeden hesaplanır.

$$A_s = 1.1 \frac{Q_y}{K \left( T_{ms} - \frac{T_2 - T_1}{2} \right)} \quad (\text{m}^2)$$

Serpantin boyu  $L$  için ;

$$L = \frac{A_s}{3.14 D} \quad (\text{m})$$

ifadesi verilmektedir. Bu formüllerdeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

$k$  : Serpantin borularının ısı iletim katsayıları (kcal/mh°C)

$T_{ms}$  : Sıcak suyun ortalama sıcaklığı (°C)

$D$  : Serpantin borusunun dış çapı (m)

$Q_y$  : Fuel oili ısıtmak için gerekli enerji (kcal/h)

**Ek 1. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isı İletkenliği Hesap Değerleri ( $\lambda_n$ 1),2),3),4).**

Sıra No	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim Hacim Ağırlığı 1) $\text{kg/m}^3$	Isı İletkenliği Değeri ( $\lambda_n$ ) 4) $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$
<b>1</b>	<b>Doğal taşlar</b>		
1.1	Kristal yapılu püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer vb.)	>2800	3,00
1.2	Tortul taşlar (kum tış traverten, konglomeralar vb.)	<2600	2,00
1.3	Gözenekli püskürük taşlar	1600	0,47
<b>2</b>	<b>Doğal zeminler (doğal nemlilikte)</b>		
2.1	Kum, kum-çakıl	1800	1,20
2.2	Kil, sıkı toprak	2000	1,80
<b>3</b>	<b>Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)</b>		
3.1	Kum, Çakıl, kırma taş (mıcır)	1800	0,60
3.2	Bims Çakılı, (TS 3234'de tanımlanan bimsden)	$\leq 1000$	0,16
3.3	Yüksek fırın curufu	$\leq 600$	0,11
3.4	Kömür Curufu	$\leq 1000$	0,20
3.5	Gözenekli doğal taş mıcırları	$\leq 1200$ $\leq 1500$	0,19 0,23
3.6	Genleştirilmiş perlit agregası (TS. 3681'de tanımlanan)	$\leq 50$ $\leq 100$ $\leq 150$ $\leq 200$	0,04 0,05 0,06 0,07
3.7	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	$\leq 200$	0,043
3.8	Polistirel, sert köpük parçacıkları	15	0,039
3.9	Testere ve planya talaşı	200	0,06
3.10	Saman	150	0,05
<b>4</b>	<b>Harçlar (sıva, şap ve diğer harç tabakları)</b>		
4.1	Kireç harcı. Kireç-çimento harcı	1800	0,75
4.2	Çimento harcı	2000	1,20
4.3	Alçı harcı kireçli alçı harcı	1400	0,60
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,30
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,03
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,20
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık $\geq 15$ mm	2300	0,77
4.8	Samanlı kerpiç harcı	1200	0,40
4.9	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800 900 1000	0,26 0,30 0,33
4.10	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç tabakaları	400 500 600 700 800	0,12 0,14 0,17 0,21 0,25
<b>5</b>	<b>Yapı elemanları ve bileşenleri</b>		
5.1	Normal beton, (TS 500'e uygun) doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	Donatılı Donatısız	1,80 1,50
5.2	Hafif betonlar, donatılı veya donatısız (agregalar arası boşluksuz)		
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak yapılmış betonlar (TS 1114'e uygun agregalarla)	1000 1200 1400 1600 1800 2000	0,40 0,50 0,62 0,75 0,85 1,03
5.2.2.	Yalnız doğal bims, kullanılarak ve kuvaris kumu katılmadan yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 3)	1000 1100 1200 1300	0,33 0,38 0,43 0,48

**Ek 1. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isı İletkenliği Hesap Değerleri ( $\lambda_h$ 1),2),3),4).(Devamı)**

Sıra No	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim Hacim Ağırlığı 1) $\text{kg/m}^3$	Isı İletkenliği Değeri ( $\lambda_h$ ) $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$
5.2.3.	Yalnız genişletilmiş perlit kullanılarak ve kuartz kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3234'e uygun olarak 3)	300	0,09
		400	0,11
		500	0,13
		600	0,16
		700	0,18
		800	0,21
		900	0,23
		1000	0,26
		1200	0,30
		1400	0,36
1600	0,42		
5.3	İnce agregası olmayan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)		
5.3.1	Gözeneksiz agregalar (Örneğin çakıl) kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,70
		1800	0,95
		2000	1,20
5.3.2.	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar 3)	600	0,19
		700	0,22
		1000	0,31
		1200	0,40
		1400	0,49
		1600	0,65
		1800	0,79
2000	1,03		
5.3.3	Yalnız bims kullanılarak kuartz kumu katılmadan yapılmış (TS 3234'e uygun bims agregası kullanılarak) TS 2823 bims betondan mamul yapı elemanları	600	0,16
		700	0,18
		800	0,21
		900	0,23
		1000	0,28
1200	0,38		
5.4	Organik asıllı agregalarla yapılmış hafif betonlar		
5.4.1	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	400	0,12
		600	0,16
		800	0,22
		1000	0,30
		1200	0,38
5.4.2	Çeltik Kapçığı betonu	600	0,12
		700	0,15
<b>6</b>	<b>Yapı levhaları, plakları</b>		
6.1	Asbestli çimento levhalar (TS 807'e uygun)	2000	0,50
6.2	Gaz beton yapı levhaları (TS 453' e uygun plakalar)	400	0,12
		500	0,14
		600	0,16
		700	0,18
		800	0,20
6.3	Hafif betondan duvar plakaları	800	0,25
		900	0,28
		1000	0,32
		1200	0,40
6.4	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, çelikli,dolgu veya agregalı olanlar dahil) (TS 451,TS 452, TS 1474'e uygun)	600	0,50
		750	0,30
		900	0,35
		1000	0,40
1200	0,50		
6.5	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS 3682'ye uygun)	600	0,15
		750	0,17
		900	0,19
6.6	Alçı karton plaklar	900	0,18

Ek 1. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isı İletkenliği Hesap Değerleri ( $\lambda_h$ )1),2),3),4).(Devamı)

Sıra No	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim Hacim Ağırlığı 1) $kg/m^3$	Isı İletkenliği Değeri ( $\lambda_h$ ) $kcal/mh^\circ C$
7	<b>Duvarlar</b>		
7.1	Tuğla duvarlar		
7.1.1	Doku veya düşey delikli normal veya klinker tuğlalarla duvarlar (TS 704,TS 705, uygun tuğlalarla)	<1200	0,43
		1400	0,50
		1600	0,59
		1800	0,70
		2000	0,83
7.1.2	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'e uygun AB sınıfı tuğlalarla )	<700	0,30
		800	0,33
		900	0,30
7.1.3	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'e uygun W sınıfı tuğlalarla )	<700	0,26
		800	0,28
		900	0,31
7.1.4	Yatay delikli tuğlalarla duvarlar	<1000	0,39
		1000	0,43
		1200	0,49
7.2	Kireç kum taşı duvarlar ( TS 809'e uygun kireç kum taşıyla)	1400	0,60
		1600	0,68
		1800	0,85
		2000	0,95
7.3	Gaz beton duvar blokları ile duvarlar (TS 453'e uygun bloklarlar)		
7.3.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar	400	0,17
		500	0,19
		600	0,21
		700	0,23
		800	0,25
7.3.2	İnce derzli (derz kalınlığı <3mm) veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla)	400	0,14
		500	0,16
		600	0,19
		700	0,21
7.4	Betondan dolu briket veya duvar bloklarıyla duvarlar	800	0,23
		500	0,28
		600	0,30
		700	0,32
7.4.1	Hafif veya normal betondan dolu Briket veya bloklarla duvarlar (TS 460'ya uygun briket veya bloklarla)	800	0,34
		900	0,37
		1000	0,40
		1200	0,46
		1400	0,54
		1600	0,63
		1800	0,75
		2000	0,85
		2200	1,03
7.4.2	Bims betondan dolu bloklarda duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 2823'e uygun bloklarla)	500	0,25
		600	0,28
		700	0,30
		800	0,33
		900	0,37
		1000	0,40
		1200	0,46



**Ek 1.** Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isı İletkenliği Hesap Değerleri ( $\lambda_h$ )1),2),3),4).(Devamı)

Sıra No	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim Hacim Ağırlığı 1) $kg/m^3$	Isı İletkenliği Değeri ( $\lambda_h$ ) $kcal/mh^\circ C$	
7.4.3	Geniştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla)	500	0,22	
		600	0,25	
		700	0,26	
		800	0,30	
7.5	Betondan boşluklu briket veya duvar bloklarıyla duvarlar (TS 406'ya uygun boşluklu beton briketlerle)			
7.5.1	En az 2 sıra deliği bulunan boşluklu beton briketlerle duvarlar 2 sıra boşluklu bloklarda genişlik $\leq 20$ cm 3 sıra boşluklu duvarda genişlik $\leq 30$ cm olması	500	0,25	
		600	0,28	
		700	0,30	
		800	0,33	
		900	0,38	
		1000	0,41	
<b>8</b>	<b>Bitümlü Malzeme</b>			
8.1	Asfalt	2100	0,60	
8.2	Bitüm	1050	0,15	
8.3	Rüberoit	1100	0,12	
8.4	Katranlı Kanaviçe		0,15	
<b>9</b>	<b>Kaplamalar</b>			
9.1	Döşeme kaplamaları	1000	0,15	
9.1.1	Linelyum	700	0,07	
9.1.2	Mantarlı linolyum	1500	0,20	
9.1.3	Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	250	0,06	
9.1.4	Halı vb.kaplamalar	200		
9.2	Suya karşı yalıtım kaplamaları			
9.2.1	Mastık asfalt kaplama $\leq 7$ mm	2000	0,70	
9.2.2	Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar	1100	0,17	
<b>10</b>	<b>Isı yalıtım malzemeleri</b>			
10.1	Odun talaşı levhaları (TS 305)	Levha kalınlığı $\geq 25$ mm	360-460	0,08
		Levha kalınlığı =15 mm	570	0,13
10.2	Sentetik köpük malzemeler TS 2193			
10.2.1	Polistren sert köpük levhalar	$\leq 15$	0,034	
10.2.2	Poliüretan sert köpük levhalar	$\leq 30$	0,030	
10.2.3	Fenol reçinesinden sert köpük levhalar	$\leq 30$	0,034	
10.3	Mineral ve bitkisel liflerden ısı malzemeleri (TS 901)	8-200	0,034	
10.4	Bitkisel liflerden ısı yalıtım malzemeleri (TS 901)	15-200	0,040	
10.5	Cam köpüğü levhalar	100-150	0,050	
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	80-160	0,039	
		<160-250	0,043	
		<250-300	0,047	
10.7	Kamıştan hafif levhalar	150-200	0,05	
<b>11</b>	<b>Diğer malzeme ve bileşenler</b>			
11.1	Cam	2500	0,70	
11.2	Seramik veya cam mozayık kaplama seramik vb.	2000	0,85	
11.3	Seramik veya vsm mozayık kaplama	2000	1,03	
<b>12</b>	<b>Metaller</b>			
12.1	Çelik	7580	52	
12.2	Bakır	8900	327	
12.3	Alüminyum	2700	172	
<b>13</b>	<b>Lastik (yoğun)</b>	1000	0,17	

Ek 2. Yerleşim yerlerine göre ısı hesabında kullanılacak ısı değerleri.

İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C
ADAPAZARI	-3R	Avanos	-15	Bozkurt	-3R	ÇORUM	-15
Acipayam	-6	Ayancık	-3R	Bozova	-6R	Çubuk	-12R
ADANA	0R	Ayaş	-12R	Bozüyük	-9R	Çukurca	-18
Adilcevaz	-15	AYDIN	-3R	Bucak	-9	Çumra	-12
ADIYAMAN	-9	Ayvacık	-3R	Bulancağ	-3	Çüngüş	-9
Afşin	-15	Ayvalık	-3R	Bulanık	-21	Daday	-12
AFYON	-12R	Azdavay	-9	Buldan	-6	Datça	-3R
Ağın	-15	Babaeski	-9R	BURDUR	-9	Derende	-15
Ağlasun	-9	Bafra	-3R	Burhaniye	-3R	Demirci	-6R
AĞRI	-24	Bahçe	-3	BURSA	-6R	Demirköy	-9R
Ahlat	-15	Bala	-12R	Bünyan	-15	DENİZLİ	-6
Akçaabat	-3	BALIKESİR	-3R	Ceyhan	0R	Dereli	-6
Akçadağ	-12	Balya	-3R	Cide	-3R	Derik	-6R
Akçakale	-6R	Banaz	-9R	Cihanbeyli	-12	Develi	-15
Akçakoca	-3R	Bandırma	-6R	Cizre	-6	Devrek	-9
Akdağmadeni	-15	BARTIN	-3R	Çal	-9	Devrekani	-12
Akhisar	-3R	Başkil	-12	Çamardı	-15R	Dicle	-9
Akkuş	-6	Başkale	-27	Çameli	-6	Digor	-27
AKSARAY	-15	BATMAN	-9	Çan	-3R	Dikili	-3R
Akseki	-9R	Bayat	-15	ÇANAĞKALE	-3R	Dinar	-9
Akşehir	-12	BAYBURT	-15	Çankaya	-12R	Divriği	-18
Akyazı	-6R	Bayındır	-3	ÇANKIRI	-15	Diyadin	-24
Alaca	-15	Bayhan	-12	Çardak	-9	DİYARBAKIR	-9R
Alaçam	-3R	Bayramiç	-3R	Çarşamba	-3R	Doğanhisar	-12
Alanya	3R	Bergama	-3R	Çat	-21	Doğanşehir	-9
Alaşehir	-6	Besni	-9	Çatak	-21	Doğubeyazıt	-27
Almus	-12	Beşiri	-9	Çatalca	-6R	Dört Yol	3R
Altınözü	0R	Beykoz	-3R	Çatalzeytin	-3R	Durağan	-9
Altıntaş	-12	Beyşehir	-12	Çay	-12	Dursunbey	-9R
Aluçra	-12	Beyşehir	-12	Çaycuma	-6R	DÜZCE	-9R
AMASYA	-12	Beytüşşebap	-18	Çayeli	-3	Eceabat	-3R
Anamur	3	Biga	-3R	Çayıralan	-15	EDİRNE	-9
Andırın	-9	Bigadiç	-6R	Çayırli	-18	Edremit	-3R
ANKARA	-12R	BİLECİK	-9R	Çaykara	-9	Eflani	-12
ANTAKYA	0R	BİNGÖL	-18R	Çekerek	-15	Eğridir	-9
ANTALYA	3R	Birecik	-6R	Çelikhhan	-9	ELAZIĞ	-12
Araban	-9	Bismil	-9	Çemişgezek	-15	Eleşkirt	-24
Araç	-15	BİTLİS	-15	Çerkezköy	-9R	Elmalı	-9
Araçlı	-3	Bodrum	3R	Çerkeş	-15	Elbistan	-12
Arapkir	-15	Boğazlıyan	-15	Çermik	-9R	Emet	-9R
ARDAHAN	-21	BOLU	-15	Çeşme	0R	Emirdağ	-12
Ardanuç	-9	Bolvadin	-12	Çiçekdağ	-15	Enez	-9R
Ardeşene	-3	Bor	-15R	Çifteler	-12R	Erbaa	-12
Arhavi	-3	Borçka	-3	Çınar	-6R	Erdek	-6R
Arapcay	-27	Bornova	0R	Çine	-3R	Erdemli	3
Arguvan	-12	Boyabat	-9	Çivril	-9	Erciş	-15
Artova	-12	Bozcaada	-15	Çıldır	-21	Ereğli (Konya)	-15
Artvin	-9	Bozdoğan	3R	Çorlu	-9R	Ereğli(Karadeniz)	-3R
Aşkale	-21	Bozkor	-9	Çoruh	-9	Ergani	-9

## Ek 2. Yerleşim yerlerine göre ısı hesabında kullanılacak ısı değerleri. (Devamı)

İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C
Ermenek	-9	GÜMÜŞHANE	-12	Kadirli	-3R	KIRKLARELİ	-9R
Eruh	-6	Gündoğmuş	-3R	Kadıköy	-3R	KIRŞEHİR	-12
ERZİNCAN	-18	Güney	-6	Kadinhan	-12	Kızılcıhamam	-12
ERZURUM	-21	Gürpınar	-18	Kağızman	-24	Kızıltepe	-6
Espiye	-3	Gürün	-15	Kahta	9R	Koçarlı	-3R
Eskipazar	-15	Hacıbektaş	-12	Kalecik	-12	KONYA	-12
ESKİŞEHİR	-12	Hadım	-9	Kaman	-12	Korkuteli	-9
Eşine	-6R	Hafik	-9	Kandıra	-3R	Koyulhisar	-12
Ezine	-3R	HAKKARİ	-24	Kangal	-18	Kozaklı	-15
Fatsa	-3R	Halfeti	-9R	Karaburun	-3	Kozan	-3
Feke	-9	Hamur	-24	KARABÜK	-12R	Kozluk	-12
Felahiye	-15	Hanak	-21	Karacabey	-6R	Köyceğiz	-3R
Fethiye	-3	Hani	-12	Karacasu	-3	Kula	-6
Fındıklı	-3	Hassa	-3R	Karahallı	-9	Kulp	-15
Finike	3R	Havsa	-9R	Karaisalı	-3R	Kumluca	0
Foça	0R	Havza	-9	Karakoçan	-18	Kurşunlu	-15
GAZİANTEP	-9	Haymana	-12R	KARAMAN	-12	Kurtalan	-9
Gazipaşa	-3R	Hayrabolu	-9R	Karamüsel	-3R	Kurucaşile	-3R
Gebze	-3R	Hazro	-12	Karapınar	-12	Kuşadası	-15
Gediz	-9R	Hekimhan	-15	Karasu	-3R	Kuyucuk	-3
Gelibol	-3R	Hendek	-6R	Karataş	+3R	Küre	-6R
Gelendost	-12	Hilvan	-6R	Karayazı	-24	KÜTAHYA	-12
Gemerek	-15	Hizan	-18	Kargı	-12	Ladik	-9
Gemlik	-3R	Hınis	-21	Karlıova	-21	Lalapaşa	-9R
Genç	-15	Hopa	-3	KARS	-27	Lapseki	-3
Gercüş	-6	Horasan	-27	Kartal	-3R	Lice	-15
Gerede	-15	Hozat	-18	KASTAMONU	-12	Lüleburgaz	-9R
Gerger	-9	IĞDIR	-18	KAYSERİ	-15	Maden	-9
Germencik	-3R	İlgaz	-15	Kaş	+3R	Maçka	-3
Gerze	-3R	İlgın	-12	Kavak	-6	Mağara	-3
Gevaş	-15	İdil	-12	Keban	-12	MALATYA	-12
Geyve	-6R	İliç	-6	Keçiborlu	-9	Mahmudiye	-12R
GİRESUN	-3	İkizdere	-9	Keles	-3R	Malzgirt	-21
Göksun	-12	İmranlı	-18	Kelkit	-15	Malkara	-6R
Gölbaşı	-9	İmroz	-3R	Kemah	-18	Manavgat	-3R
Gölcük	-3R	İncesu	-15	Kemaliye	-18	MANİSA	-3R
Göle	-21	İnebolu	-3R	Kemalpaşa	-3	Manyas	-6R
Göhlhisar	-9	İnegöl	-9R	Kepsut	-3	K.MARAŞ	-9
Gölköy	-6	İpsala	-9R	Keskin	-12	MARDİN	-6
Gölpazarı	-6	İskendurun	+3	Keşan	-6R	Marmaris	+3R
Gönen	-6R	İskilip	-15	Keşap	-3	Mazıdağı	-6
Görele	-3	İslahiye	-3	Kıbrısçık	-12	Mazgıt	-18
Gördes	-6R	İSPARTA	-9	Kiğı	-18	Mecitözü	-15
Göynük	-9R	İSTANBUL	-3R	KİLİS	-6	Menemen	0R
Gölnücek	-15	İspir	-18	Kınık	-3R	Mengen	-15
Güdül	-12R	İvrindi	-3R	Kiraz	-3	Meriç	-9R
Gülнар	-3	İZMİR	0	Kırıkhan	0R	Mersin	+3
Gülşehir	-15	İZMİT	-3R	KIRIKKALE	-12	Merzifon	-12
Gümüşhacıköy	-12	İzmit	-3R	Kırkağaç	-3	Mesudiye	-12

## Ek 2. Yerleşim yerlerine göre ısı hesabında kullanılacak ısı değerleri. (Devamı)

İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C
Midyat	-6	Polatlı	-12R	Terme	-3R	Yeşilyurt	-12
Mihalıççık	-12	Posof	-15	Tire	-3R	Yığılca	-12
Milis	0R	Pozantı	-9	Tirebolu	-3	Yıldızeli	-18
Mucur	-12	Pütürge	-9	TOKAT	-15	YOZGAT	-15
Mudanya	-3R	Refahiye	-18	Tomarza	-15	Yunak	-2
Mudurnu	-9	Reşadiye	-12	Tonya	-3	Yusufeli	-12
MUĞLA	-3R	Reyhanlı	-3R	Torbali	0R	Yüksekova	-27
Muradiye	-18	RİZE	-3	Totum	-21	Zara	-18
Muratlı	-6R	Safranbolu	-12	Torul	-9	Zile	-15
Kemalpaşa	-6R	Saimbeyli	-12	Tosya	-15	ZONGULDAK	-3R
MUŞ	-18	Salihli	-3	Tozanlı	-12		
Mut	-9	Samandağ	3R	TRABZON	-3		
Mutki	-15	SAMSUN	-3R	TUNCELİ	-18		
Nallıhan	-12R	Sandıklı	-12	Turgutlu	-3		
Narman	-24	Sapanca	-3R	Turhal	-12		
Nazilli	-3	Sultanhisar	-3	Tutak	-22		
Nazmiye	-18	Suluova	-12	Tuzluca	-18		
NEVŞEHİR	-15	Suruç	-6R	Türkeli	-3R		
NIĞDE	-15	Sungurlu	-15	Ula	-3R		
Niksar	-12	Susurluk	-6R	Ulubey	-9		
Nizip	-6R	Suşehri	-15	Uluborlu	-9		
Nusaybin	-6R	Sürmene	-3	Uludere	-12		
Of	-3	Sütçüler	-9	Ulukışla	-15		
Oğuzeli	-9	Şabanözü	-15	Ulus	-6R		
Oltu	-24	Şarkikaraağaç	-12	URFA	-6R		
Olur	-18	Sarıkişla	-18	Urla	0		
ORDU	-3	Şarköy	-3R	Uşak	-9R		
Orhaneli	-6R	Şavşat	-12	Uzunköprü	-9R		
Orhangazi	-3R	Şebinkarahisar	-12	Ünye	-3R		
Ortaköy	-15	Şefaatlı	-15	Ürgüp	-15		
Osmancık	-12	Şemdinli	-27	Üsküdar	-3R		
Osmaneli	-6R	Şankaya	-21	Vakfıkebir	-3		
Osmanlı	-3R	Şereflikoçhisar	-12	VAN	-15		
Ovacık	-18	Şile	-3R	Varto	-21		
Ödemiş	-3	Şiran	-15	Vezirköprü	-9		
Ömerli	-6	ŞIRNAK	-6	Viranşehir	-6R		
Özalp	-15	Şirvan	-12	Vize	-9R		
Palu	-15	Şuhut	-12R	Yahyalı	-15		
Pasinler	-24	Tarsus	0	Yalvaç	-12		
Patnos	-21	Taşköprü	-12	Yapraklı	-15		
Pazar	-3	Taşlıçay	-24	Yayladağı	0R		
Pazarcık	-9	Taşova	-12	YALOVA	-3R		
Pazaryeri	-9	Tatvan	-15	Yatağan	-3R		
Pehlivanlı	-9R	Tavas	-3	Yavuzeli	-9		
Perşembe	-3R	Tavşanlı	-9R	Yenice	-3R		
Pertek	-12	Tefenni	-9	Yenişehir	-6R		
Pervari	-15	TEKİRDAĞ	-6R	Yerköy	-15		
Pınarbaşı	-15	Tekmen	-21	Yeşilova	-9		
Pülümür	-18	Tercan	-21	Yeşilhisar	-15		

## Ek 3. Belediyelerin Isı Bölgelerine Göre Dağılımı

BİRİNCİ ISI BÖLGESİNE GİREN BELEDİYELER							
1	ADANA	23	ERDEMLİ	45	KIRIKHAN	67	SARAYKÖY
2	AKÇAKALE	24	FETHİYE	46	KIZILTEPE	68	SARUHANLI
3	AKHİSAR	25	FİNİKE	47	KAOÇARLI	69	SEFERİHİSAR
4	ALANYA	26	FOÇA	48	KOZAN	70	SELÇUK
5	ALAŞEHİR	27	GAZİPAŞA	49	KÖYCEĞİZ	71	SERİK
6	ALTINÖZÜ	28	GERMENCİK	50	KUMLUCA	72	SİLİFKE
7	ANAMUR	29	HALFETİ	51	KUŞADASI	73	SOMAR
8	ANTALYA (Merkez)	30	HATAY (Antakya)	52	KUYUCAK	74	SÖKE
9	AYDIN (Merkez)	31	HASSA	53	MANAVGAT	75	SULTANHİSAR
10	AYVALIK	32	İÇEL (Mersin)	54	MANİSA (Merkez)	76	SURUÇ
11	BAYINDIR	33	İSLAHİYE	55	MARMARİS	77	TARSUS
12	BERGAMA	34	İSKENDERUN	56	MENEMEN	78	TİRE
13	BİRECİK	35	İZMİR	57	MİLAS	79	TORBALI
14	BODRUM	36	KADİRLİ	58	MUT	80	TURGUTLU
15	BORNOVA	37	KARABURUN	59	NAZİLLİ	81	TÜRKOĞLU (K.Maraş)
16	CEYHAN	38	KARAİSALI	60	NİZİP	82	URFA
17	CİZRE	39	KARTAŞ	61	NUSAYBİN	83	URLA
18	ÇEŞME	40	KARŞIYAKA	62	OSMANIYE	84	VİRANŞEHİR
19	ÇİNE	41	KAŞ	63	ÖDEMİŞ	85	YAYLADAĞI
20	DATÇA	42	KEMALPAŞA	64	REYHANLI	86	YENİPAZAR
21	DİKİLİ	43	KINIK	65	SALİHLİ	87	YUMURTALIK
22	DÖRTYOL	44	KIRKAĞAÇ	66	SAMANDAĞ		
İKİNCİ ISI BÖLGESİNE GİREN BELEDİYELER							
1	ABANA	31	BALIKESİR (Merkez)	61	BURSA (Merkez)	91	DİCLE
2	ACIPAYAM	32	VALYA	62	CİDE	92	DİNAR
3	ADALAR	33	BANAS	63	ÇAL	93	DİYARBAKIR (Merkez)
4	ADIYAMAN (Merkez)	34	BANDIRMA	64	ÇAMELİ	94	DOĞANŞEHİR
5	AĞIN	35	BARTIN (Merkez)	65	ÇAMLIHEMŞİL	95	DOMANIÇ
6	AĞLASUN	36	BATMAN (Merkez)	66	ÇAN	96	DURAĞAN
7	AKÇAABAT	37	BAYKAN	67	ÇANAKKALE (Merkez)	97	DURSUNBEY
8	AKÇADAĞ	38	BAYRAMIÇ	68	ÇARDAK	98	DÜZCE
9	AKÇAKOCA	39	BESNİ	69	ÇARŞAMBA	99	ECEBAT
10	AKKUŞ	40	BEŞİKTAŞ	70	ÇATALCA	100	EDİRNE (Merkez)
11	AKSEKİ	41	BEŞİRİ	71	ÇATALZEYTİN	101	EDREMİT
12	AKYAZI	42	BEYKOZ	72	ÇAYCUMA	102	EĞRİDİR
13	ALÇAM	43	BEYOĞLU	73	ÇAYELİ	103	ELMALI
14	AMASYA (Merkez)	44	BİGA	74	ÇAYKARA	104	EMET
15	ANDIRAN	45	BİGADIÇ	75	ÇELİKHAN	105	EMİNÖNÜ
16	ARAKLI	46	BİLECİK	76	ÇERKEZ	106	ENEZ
17	ARDANUÇ	47	BİSMİL	77	ÇERMİK	107	ERBAA
18	ARDEŞEN	48	BORÇKA	78	ÇINAR	108	ERDEK
19	ARHAVİ	49	BOYABAT	79	ÇİVRİL	109	EREĞLİ (Karadeniz)
20	ARSİN	50	BOZCADA	80	ÇORLU	110	ERFELEK
21	ARTVİN (Merkez)	51	BOZDOĞAN	81	ÇORUH	111	ERGANİ
22	ATABEY	52	BOZKIR	82	ÇÜMBÜŞ	112	ERMENEK
23	AYANCIK	53	BOZKURT	83	DARENDE	113	ERUH
24	AYBASTI	54	BOZOVA	84	DAZKIRI	114	ESPIYE
25	AYVACIK	55	BOZÖYÜK	85	DEMİRCİ	115	EŞME
26	AZDAVAY	56	BUCAK	86	DEMİRKÖY	116	EYNESİL
27	BABAESKİ	57	BULANCAK	87	DENİZLİ (Merkez)	117	EYÜP
28	BAHÇE	58	BULDAN	88	DERELİ	118	EZİNE
29	BAFRA	59	BURDUR (Merkez)	89	DERİK	119	FATİH
30	BAKIRKÖY	60	BURANIYE	90	DEVREK	120	FATSA

**Ek 3. Belediyelerin Isı Bölgelerine Göre Dağılımı (Devamı)**

İKİNCİ ISI BÖLGESİNE GİREN BELEDİYELER							
121	TEKE	176	KARASU	231	PAZARYERİ	286	ULUBORLU
122	FINDIKLI	177	KARGI	232	PEHLİVANKÖY	287	ULUS
123	GAZİANTEP	178	KARTAL	233	PERŞEMBE	288	UŞAK (Merkez)
124	GAZİOSMANPAŞA	179	KAVAK	234	PINARHİSAR	289	UZUNKÖPRÜ
125	GEBZE	180	KAYNARCA	235	POZANTI	290	ÜNYE
126	GEDİZ	181	KEBAN	236	PÜTÜRGE	291	ÜSKÜDAR
127	GELİBOLU	182	KEÇİBORLU	237	REŞADİYE	292	VEZİRKÖPRÜ
128	GEMLİK	183	KELES	238	RİZE(Merkez)	293	VİZE
129	GERCÜŞ	184	KEPSUT	239	SAFRANBOLU	294	YALOVA
130	GELGEL	185	KEŞAN	240	SAKARYA (Adapazarı)	295	YATAĞAN
131	GERZE	186	KEŞAP	241	SAMSAT	296	YAVUZELİ
132	GEYBE	187	KIRKLARELİ (Merkez)	242	SAMSUN (Merkez)	297	YENİCE
133	GİRESUN (Merkez)	188	KİLİS	243	SAPANCA	298	YENİŞEHİR
134	GÖLCÜK	189	KİRAZ	244	SARAY	299	YEŞİLOVA
135	GÖLBAŞI	190	KOCAELİ (Merkez)	245	SARAY	300	YİĞİLCA
136	GÖLHİSAR	191	KOFÇAZ	246	SARIGÖL	301	YORMA
137	GÖLPAZARI	192	KORGAN	247	SARIYER	302	ZEYTİNBURNU
138	GÖNEN	193	KORKUTELİ	248	SAVAŞTEPE	303	ZONGULDAK (Merkez)
139	GÖRDEZ	194	KOZLUK	249	SAVUR		
140	GÖRELE	195	KULA	250	SELENDİ		
141	GÖYNÜCEK	196	KUMRU	251	SENİRKENT		
142	GÖYNÜK	197	KURTALAN	252	SINDIRGI		
143	GÖLKÖY	198	KURUCAŞİLE	253	SİİRT (Merkez)		
144	GÜNVAR	199	KÜRE	254	SİLOPI		
145	GÜNDOĞMUŞ	200	LADİK	255	SİLVAN		
146	GÜNEY	201	LALAPAŞA	256	SİMAV		
147	HADIM	202	LAPSEKİ	257	SİNOP (Merkez)		
148	HANİ	203	LÜLEBURGAZ	258	SİVAS (Merkez)		
149	HAVRA	204	MAÇKA	259	SİVEREK		
150	HAVSA	205	MADEN	260	SÖĞÜT		
151	HAVZA	206	MALATYA (Merkez)	261	SULUOVA		
152	HAYRABOLU	207	MALKARA	262	SUSURLUK		
153	HENDEK	208	MANYAS	263	SÜRMENE		
154	HİLVAN	209	K.MARAŞ (Merkez)	264	SÜTÇÜLER		
155	HOPA	210	MARDİN (Merkez)	265	ŞARKÖY		
156	ISPARTA (Merkez)	211	MAZIDAĞI	266	ŞİLE		
157	İDİL	212	MENGEN	267	ŞIRNAK (Merkez)		
158	İKİZDERE	213	MERİÇ	268	ŞİRVAN		
159	İMROZ	214	MİDYAT	269	ŞİŞLİ		
160	İNEBOLU	215	MUDANYA	270	TAŞKÖPRÜ		
161	İNEGÖL	216	MUDURNU	271	TAŞOVA		
162	İPSALA	217	MUĞLA (Merkez)	272	TAVAZ		
163	İSTANBUL (Merkez)	218	M. KEMAL PAŞA	273	TEFENNİ		
164	İVRİNDİ	219	NİKSAR	274	TEKİRDAĞ (Merkez)		
165	İZNİK	220	OF	275	TERME		
166	KADIKOY	221	OĞUZELİ	276	TİREBOLU		
167	KAHTA	222	ORDU (Merkez)	277	TRABZON (Merkez)		
168	KALE	223	ORHANELİ	278	TOKAT (Merkez)		
169	KALKANDERE	224	ORHANGAZI	279	TONYA		
170	KANDIRA	225	OSMANCIK	280	TORUL		
171	KARABÜK	226	OSMANELİ	281	TURHAL		
172	KARACABEY	227	ÖMERLİ	282	TÜRKELİ		
173	KARACASU	228	PALU	283	ULA		
174	KARAHALLI	229	PAZAR	284	ULUBEY (Ordu)		
175	KARAMÜSEL	230	PAZARCIK	285	ULUBEY (Uşak)		

ÜÇÜNCÜ İSİ BÖLGESİNE GİREN BELEDİYELER							
1	ADİLCEVAZ	61	DADAY	121	KALECİK	181	POSOĞ
2	AFŞİN	62	DELİCE	122	KAMAN	182	REFAHİYE
3	AFYON (Merkez)	63	DERİNKUYU	123	KANGAL	183	SALMBEYLİ
4	AĞRI (Merkez)	64	DEVELİ	124	KARAKOÇAN	184	SANDIKLI
5	AHLAT	65	DEVRAKANİ	125	KARAMAN	185	SARAYÖNÜ
6	AKDAĞMADENİ	66	DİĞOR	126	KARAPINAR	186	SARIKAMIŞ
7	AKSARAY (Merkez)	67	DİVRİĞİ	127	KARAYAZI	187	SARIKAYA
8	ALAŞEHİR	68	DİYADİN	128	KARLIOVA	188	SARIOĞLAN
9	ALACA	69	DOĞANHİSAR	129	KARS (Merkez)	189	SARIZ
10	ALMUS	70	DOĞUBEYAZIT	130	KASTAMONU (Merkez)	190	SASUN
11	ALTINTAŞ	71	EFLANİ	131	KAYSERİ (Merkez)	191	SEREN
12	ALTINDAĞ	72	ELAZIĞ (Merkez)	132	KELKİT	192	SELİM
13	ALUÇRA	73	ELVİSTAN	133	KEMAH	193	SEYDİŞEHİR
14	ANKARA (Merkez)	74	ELDİVAN	134	KEMALİYE	194	SEYİTGAZİ
15	ARAÇ	75	ELEŞKİRT	135	KESKİN	195	SİNCANLI
16	ARALIK	76	ELMADAĞ	136	KIBRISCIK	196	SİVAS(Merkez)
17	ARAPKİR	77	EMİRDAĞ	137	KIĞI	197	SİVRİCE
18	ARDAHAN	78	ERCİŞ	138	KIRIKKALE (Merkez)	198	SİVRİHİSAR
19	ARGUVAN	79	EREĞLİ (Merkez)	139	KIRŞEHİR (Merkez)	199	SOLHAN
20	ARPAÇAY	80	ERZİNCAN (Merkez)	140	KIZILCAHAMAM	200	SORGUN
21	ARTOVA	81	ERZURUM (Merkez)	141	KONYA (Merkez)	201	SULAKYURT
22	AŞKALE	82	ESKİPAZAR	142	KOYULHİSAR	202	SULTANDAĞ
23	AVANOS	83	ESKİŞEHİR (Merkez)	143	KOZAKLI	203	SUNGURLU
24	AYAŞ	84	FELAHİYE	144	KULU	204	SUSUZ
25	BALA	85	GELENDOST	145	KULP	205	SUŞEHİRİ
26	BASKİL	86	GEMECEK	146	KURŞUNLU	206	ŞABANÖZÜ
27	BAŞKALE	87	GENÇ	147	KÜTAHYA (Merkez)	207	ŞARKIŞLAN
28	BAYAT	88	GEREDE	148	LİCE	208	ŞARKIKARAAĞAÇ
29	BAYBURT (Merkez)	89	GEVAŞ	149	MAĞARA (Tufanbeyli)	209	ŞAVŞAT
30	BEYPAZARI	90	GÖKSUN	150	MAHMUDİYE	210	ŞEBİNKARAHİSAR
31	BEYŞEHİR	91	GÖLE	151	MALAZGİRT	211	ŞEFAATLI
32	BEYTÜŞŞEBAP	92	GÜDÜL	152	MAZGİRT	212	ŞEMDİNLİ
33	BİNGÖL (Merkez)	93	GÜLŞEHİR	153	MECİTÖZÜ	213	ŞENKAYA
34	BİTLİS (Merkez)	94	GÜMÜŞHACIKÖY	154	MERZİFON	214	ŞEREFLİKOÇHİSAR
35	BOĞAZLIYAN	95	GÜMÜŞHANE(Merkez)	155	MESUDİYE	215	ŞİRAN
36	BOLU (Merkez)	96	GÜLPINAR	156	MİHALIÇÇIK	216	ŞUHUT
37	BOLVADİN	97	GÜRÜN	157	MUCUR	217	TAŞLIÇAY
38	BOR	98	HACİBEKTAŞ	158	MURADİYE	218	TATVAN
39	BULANIK	99	HAFİK	159	MUŞ(Merkez)	219	TEKMAN
40	BÜNYAN	100	HAKKARİ (Merkez)	160	MUTKİ	220	TERCAN
41	CİHANBEYLİ	101	HAMRU	161	NAZLIHAN	221	TOMARZA
42	ÇAMARDI	102	HANAK	162	NARMAN	222	TORTUM
43	ÇAMLIDERE	103	HAYMANA	163	NAZMIYE	223	TOSYA
44	ÇANKAYA	104	HANZO	164	NEVŞEHİR (Merkez)	224	TUNCELİ (Merkez)
45	ÇANKIRI (Merkez)	105	HEKİMHAN	165	NİĞDE (Merkez)	225	TUTAK
46	ÇAT	106	HİNİS	166	OLTU	226	TUZLUCA
47	ÇATAK	107	HİZAN	167	OLUR	227	ULUDERE
48	ÇAY	108	HORASAN	168	ORTA	228	ULUKIŞLA
49	ÇAYIRALAN	109	HOZAT	169	OLUR	229	ÜRGÜP
50	ÇAYIRLI	110	IĞDIR (Merkez)	170	ORTAKÖY (Çorum)	230	VAN (Merkez)
51	ÇEKEREK	111	ILGAZ	171	OVACIK (Tunceli)	231	VARTO
52	ÇEMİŞKEZEK	112	ILGIN	172	OVACIK (Çankırı)	232	YAHYALI
53	ÇERKEŞ	113	İHSANİYE	173	ÖZALP	233	YALVAÇ
54	ÇILDIR	114	İLİÇ	174	PASINLER	234	YAPRAKLI
55	ÇİÇEKDAĞ	115	İMRALI	175	PATNOS	235	YENİMAHALLE
56	ÇİFTELER	116	İNCESU	176	PERTEK	236	YERKÖY
57	ÇORUM (Merkez)	117	İSKİLİP	177	PERVARI	237	YEŞİLHİSAR
58	ÇUBUK	118	İSPİR	178	PINARBAŞI		
59	ÇUKURCA	119	KADIRHANI	179	PÜLÜMÜR		
60	ÇUMRA	120	KAĞIZMAN	180	POLATLI		