



ISITMA SİSTEMLERİ



HAZIRLAYAN

Öğr. Gör. Erdoğan ŞİMŞEK

2013

ÖNSÖZ

Bu ders notu, Isıtma eğitimi veren teknik okullar ile MEB-YÖK ,projesi Isıtma Sistemleri dersi müfredat programında bulunan konulara paralel olarak hazırlanmıştır.

Isıtma Sistemleri dersi, öğrencilerimizin ısıtma ile ilgili konularında yeterli bilgiye ulaşmasını sağlayan bir ders niteliğindedir. Bu ders notu, öğrencilerimizin kendi kendilerine çalışabilmeleri ve konuyu daha iyi anlayabilmeleri açısından iyi bir kaynaktır.

Erdoğan ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-----------|
| ÖNSÖZ | I |
| İÇİNDEKİLER | III |
| 1. ISI KAYNAKLARI | 2 |
| 1.1.Yakıt nedir? | 2 |
| 1.2.Yakıtlar | 2 |
| 1.3. Hava | 3 |
| 1.4. Çeşitli Elementlerin Yanması | 3 |
| 1.5. Elementer Analizi Belli Olan Bir Yakıt İçin Yeterli Hava İhtiyacı | 4 |
| 1.6. Yakıtların Isıl Değeri | 5 |
| 1.6.1. Üst Isıl Değeri | 5 |
| 1.6.2. Alt Isıl Değeri | 5 |
| 1.7. Fazla Veya Eksik Hava İle Yanma | 6 |
| 1.8. Baca Gazı | 7 |
| 1.8.1. Yanma Sonucu 1 Kg Yakıttan Çıkan Baca Gazı | 7 |
| 2. ISI POMPASI | 8 |
| 2.1. Isı Pompası (Heat Pump) Nedir? Nasıl Uygulanır? | 10 |
| 2.1.2. Havadan-Havaya Isı Pompası | 11 |
| 2.1.3. Havadan-Suya Isı Pompası | 12 |
| 2.1.4. Sudan-Suya Isı Pompası | 13 |
| 2.1.5. Havadan-Toprağa Isı Pompası | 14 |
| 2.1.6. Sudan-Havaya Isı Pompası | 15 |
| 2.2. Soba | 15 |
| 2.2.1. Katı Yakıt Sobaları | 15 |
| 2.2.2. Sıvı Yakıtlı Sobalar | 15 |
| 2.2.3. Gaz Yakıtlı Sobalar | 16 |
| 2.3. Elektrikli Isıtıcılar | 17 |
| 2.3.1. Elektrik sobalarının Tanınması ve Çalışma Prensipleri | 17 |
| 2.3.2. Isıtıcı Aygıtlarda Kullanılan Direnç Teli ve Hesaplanması | 17 |
| 3. MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ | 20 |
| 3.1. Isıtma Sistemleri | 20 |
| 3.1.1. Sıcak Sulu Isıtma | 20 |
| 3.1.2. Kızgın Sulu Isıtma | 20 |
| 3.1.3. Buharla Isıtma | 21 |
| 3.1.4. Sıcak Hava İle Isıtma | 21 |
| 3.1.5. Bölgesel Isıtma | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2. Kat Kaloriferi Sistemleri | 22 |
| 3.2.1. Kat Kaloriferi Sistem Örnekleri | 22 |
| 3.3. Kombi | 24 |
| 3.4. Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı Sistemleri | 25 |
| 3.4.1. Alttan dağıtmalı alttan toplamalı ısıtma sistemi | 25 |
| 3.4.2. Üstten Dağıtmalı Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi | 26 |
| 3.4.3. Üstten Dağıtmalı Üstten Toplamalı Isıtma Sistemi | 27 |
| 3.5. Kızgın Sulu Isıtma Sistemleri | 27 |
| 3.6. Buharla Isıtma Sistemleri | 27 |
| 3.7. Sıcak Havalı Isıtma Sistemleri | 28 |
| 4. ISI KAYBI HESABI | 32 |
| 4.1. Isı Kaybı Hesabı | 32 |
| 4.1.1. Isı Kaybı Hesabının Yapılışı | 32 |
| 4.2. Isı Kaybı Hesabında Çizelge Kullanımı | 35 |
| 4.2.1. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması | 35 |
| 4.3.Yapı Bileşenleri | 36 |
| 4.4. Hava Sızıntısı (Enfiltrason) İçin Isı Gereksinimi | 56 |
| 5. ISI KAYBININ HESAPLANMASI | 62 |
| 5.1. Isı Kaybı Hesap Örneği | 62 |
| 5.2. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması | 65 |
| 5.3 Hava Sızıntısı İçin Gerekli Isı Gereksinimi(Q_s) | 68 |
| 6. ISITICILARIN BELİRLENMESİ VE YERLEŞTİRİLMESİ | 74 |
| 6.1. Radyatör Ve Donanım Seçimi Çizelgesinin Doldurulması | 75 |
| 6. 2. Radyatör Seçiminin Yapılması | 76 |
| 6.3. Radyatörlerin Yerleştirilmesi | 77 |
| 7. KAZANLAR | 82 |
| 7.1. Kazanlar, Kazan Dairesi ve Kazan Seçimi | 82 |
| 7.1.1. Kazanların Sınıflandırılması | 82 |
| 7.1.2. Kazan Dairesinin Yerleştirilmesi | 83 |
| 7.2. Kazan Kapasitesi Ve Isıtma Yüzeyi Hesabı | 84 |
| 7.3. Kazan Seçimi İçin Örnek | 85 |
| 7.4. Genleşme Depoları ve Güvenlik Boruları | 86 |
| 7.4.1. Açık Tip Genleşme Depoları | 86 |
| 7.4.2. Kapalı Tip Genleşme Depoları | 90 |
| 7.4.3. Kapalı Genleşme Depolarının Faydaları | 91 |
| 7.4.4. Kapalı Genleşme Deposu Seçimi İçin Örnek | 93 |
| 7.4.5. Kapalı Genleşme Depolarının Özellikleri | 95 |

| | |
|--|------------|
| 8. BORU ÇAPI HESABI | 98 |
| 8.1. Sıcak Sulu Isıtma Sistemlerinde Boru aplarının Belirlenmesi Ve Pompa Seçimi | 98 |
| 8.2. Hesap Yöntemi | 100 |
| 8.3. Dolaşım Pompası Hesabı | 105 |
| 8.4. Dolaşım Pompasının Debisi (Vp) | 106 |
| 8.5. Boru apı Hesabı İçin Örnek | 107 |
| 8.6. Sirkülasyon Pompası Seçimi | 114 |
| 9. YILLIK YAKIT MİKTARI VE YAKIT DEPOSUNUN HESAPLANMASI | 118 |
| 9.1. Yıllık Yakıt Sarfıyatı | 118 |
| 9.2. Sıvı Yakıt Deposu Hesabı | 118 |
| 9.3. Yakıt Deposu Serpantini | 119 |
| 9.4. Yakıt Deposu Seçimi İçin Örnek | 120 |
| 9.5. Bacalar | 120 |
| 9.5.1. Baca Seçiminde Diyagram Kullanımına Örnekler | 121 |
| 9.5.2. Türk Standartlarına Göre Kazan Dairesinde Bacalarla İlgili Uyulması Gereken Kurallar | 125 |
| 9.5.3. Bacalarda Meydana Gelen Sorunlar | 124 |
| 9.6. Brülörler | 125 |
| 10. DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMLERİ HESABI | 130 |
| 10.1 Döşemden Isıtma Sisteminde Kabuller | 130 |
| 10.2. Sistemin alışma Tarzı | 130 |
| 10.3. Döşemeden Isıtmanın Kullanım Alanları | 131 |
| 10.4. Döşemeden Olan Isı Yayımı | 131 |
| 10.5. Boru Sıcaklığının Belirlenmesi | 133 |
| 10.6. Borular Arasındaki Boşluğun Etkisi | 134 |
| 10.7. Kanat Verimi Değerinden Boru Dış Yüzey Sıcaklığı | 135 |
| 10.8. Su Sıcaklığının Belirlenmesi | 136 |
| 10.9. Borularda Dolaşacak Su Debisi | 137 |
| 10.10. Basınç Kayıplarının Bulunması | 137 |
| 10.11. EKLER | 143 |
| 11. ISITMA SİSTEMLERİNİN BAKIM VE ONARIMI | 148 |
| 11.1. Günlük Bakım | 148 |
| 11.2. Haftalık Bakım | 148 |
| 11.3. Aylık Bakım | 149 |
| 11.4. Yıllık Bakım (Genel) | 149 |
| 11.4.1. Vanalar | 149 |
| 11.4.2. Isı Değıştirgeleri Bakımı | 150 |

| | |
|--|------------|
| 11.4.3. İşletme Ve Bakım | 150 |
| 11.4.4. Akaryakıtlı Kuruluşlarda | 150 |
| 11.4.5. Buhar Kuruluşlarında | 150 |
| 11.5. Kazan Borularının Bakımı ve Su İle Yıkanması | 150 |
| 11.6. Sıvı Yakıt Yakıcısı (Brülör) Bakımı | 150 |
| 11.6.1. (1–15) Günlük Düzenli Brülör Bakımı | 150 |
| 11.6.2. (2-5) Haftalık Genel Yakıt-Yakma Sistemi Bakımı | 151 |
| 11.7. Diğer Bakım Ve Onarımlar | 151 |
| 11.7.1. Boruların Denetimi Ve Bakımı | 151 |
| 11.8. Isı Üretim Merkezi (Kazanlar) Personelinin Görevi Sırasında Uyması Gereken Kurallar | 152 |
| 12. ISITMA SİSTEMLERİNDE OTOMATİK KONTROL VE DONANIMLAR | 155 |
| 12.1. Isıtma Tesislerinde Kullanılan Otomatik Kontrol Sistemleri | 156 |
| 12.1.1. Kazan Kontrolü | 156 |
| 12.1.2. Isıtıcı Kontrolü | 156 |
| 12.1.3. Sistem Kontrolü | 158 |
| 12.1.4. Bölge (Zon) Kontrolü | 160 |
| 12.2. Kazan Donanımları | 160 |
| 12.3. Otomatik Kilitleme Sistem Elemanları | 169 |
| 12.4. Vanalar | 173 |
| 12.5. Denge Deposu | 173 |
| 12.6. Buhar Kapanları (Kondenstoplar) | 174 |
| 12.7. Çekvalfler | 174 |
| 12.8. Brülör beyni | 175 |
| 12.9. Buhar Kazanı Elektrik Devre Şeması Faz Takibi | 175 |
| 12.10. Sıcak Su Kazan Donanımları | 176 |
| 12.11. Kızgın Su Donanımları | 177 |
| 12.12. Buhar Kazan Donanımları | 177 |
| KAYNAKLAR | 178 |

BÖLÜM

1

ISI KAYNAKLARI, ISIL DEĞER VE YANMA

AMAÇ

Isı kaynaklarını ve özelliklerini tanıyabilme, farklı ısıtma yöntemlerini karşılaştırabilme, yakacıklara ait alt ve üst ısı değerlerini tablolardan okuyabilme ve yanma işlemini temel bağlantılar yardımıyla açıklayabilme.

1. ISI KAYNAKLARI

1.1. Yakıt nedir?

Yanma olayı, yanabilen maddelerin oksijenle birleşmesi olarak tanımlanabilir. Bu kimyasal reaksiyon sonunda elde edilen ısıya yanma ısı denir. Yanma için gerekli oksijen havadan temin edilir. Yakıt olarak her türlü kömür, petrol bileşikleri ve doğal gaz kullanılabilir. Bu yakıtlar, yeraltında bulunan fosil yakıtlar olup bileşimlerindeki karbon ve hidrojen miktarı oldukça fazladır. Isıtma sistemlerinde yukarıdaki yakıt türlerinin hepsi kullanılabilir. Bu nedenle ısıtma konuları ile uğraşanların yanmanın kimyasal kurallarını bilmesi zorunludur.

Yanma olayı iki yönden ele alınmalıdır.

- 1) Yanma olayı sırasında yakıtın en verimli bir şekilde yakılması için gerekli şartların sağlanması,
- 2) Yanmadan elde edilen ısı enerjisinden maksimum düzeyde yararlanma imkânlarının tespiti edilmelidir.

1.2. Yakıtlar

Yakıtlar, yanıcı madde olarak karbon, hidrojen ve az miktarda kükürt ihtiva ederler. Bazı yakıtların bünyesinde oksijen, su, azot ve yanıcı olmayan mineraller de bulunabilir. Yakıtlar, katı, sıvı ve gaz halindedirler. Kömür en önemli katı yakıtlardan birisi olup konutlarda ve sanayide ısı enerjisi elde etmek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çizelge 1'de kuru yakıtın kütleli bileşim yüzdesi ve ısı değerleri verilmiştir.

Çizelge 1. Kömür Tiplerine Ait Ortalama Elemanter Bileşim Yüzdeleri

| Kömür cinsi | % Nem | % C | % H ₂ | % O ₂ | % N ₂ | % Kül | kal/kg Isıl değer |
|-------------|-------|------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|
| Antrasit | 1 | 90.2 | 3.0 | 2.3 | 1.5 | 3.0 | 8100 |
| Taşkömürü | 2 | 81.9 | 4.9 | 6.0 | 2.3 | 4.9 | 6000 |
| Linyit | 15 | 56.5 | 5.7 | 31.9 | 1.6 | 4.3 | 4500 |
| Turba | 20 | 43.7 | 6.4 | 44.4 | 1.5 | 4.0 | 3500 |

Sıvı yakıtlar hidrokarbonlardan meydana gelirler. Petrol rafinerilerinde elde edilen sıvı yakıtlar farklı bileşenlerin karışımıdır. Kaynama noktaları yakın olanlar bir arada damıtılarak özel isimler alırlar. Değişik bileşiklerden oluştuklarından bileşimleri sabit değildir. Ancak, endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılan bazı petrol yakıtları için genel bir elemanter bileşim vermek mümkündür. Çizelge 2'de bilinen belli başlı sıvı yakıtlar için elemanter bileşim yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 2. Sıvı Yakıtların Elemanter Bileşim Yüzdeleri

| Yakıtın cinsi | %C | % H ₂ | % S | % Kül | Alt ısı değeri (kal/kg) |
|--------------------|------|------------------|------|-------|-------------------------|
| 100 oktanlı benzin | 85.1 | 14.9 | 0.01 | — | 10500 |
| Normal benzin | 85.5 | 14.4 | 0.1 | — | 10400 |
| Gaz yağı | 86.3 | 13.6 | 0.1 | — | 10300 |
| Mazot | 86.3 | 12.8 | 0.9 | — | 9900 |
| Hafif Fuel oil | 86.2 | 12.4 | 1.4 | — | 9900 |
| Ağır Fuel oil | 86.1 | 11.8 | 2.1 | — | 9900 |
| Çok ağır Fuel oil | 88.3 | 9.5 | 1.2 | — | 9900 |

Gaz yakıtlar üç grupta toplanabilir. En önemlisi doğal gazdır. Doğal gazlar başlıca metan (CH₄) ihtiva eder. Karbonlaştırma tesislerinden, kömür ve kok gaz üretim fırınlarından, petrolden, yüksek fırından, insan ve hayvan dışkılarının bakteriler tarafından ayrıştırılmasından çeşitli gaz yakıtlar elde edilmektedir. Gaz yakıtlarla ilgili değerler Çizelge 3’ de verilmiştir.

Çizelge 3. Gaz Yakıtlara İlişkin Hacimsel Bileşim Yüzdeleri

| Yakıtın cinsi | % H ₂ | % CO | % CH ₄ | % C ₂ H ₄ | % C ₂ H ₆ | % CO ₂ | % N ₂ | kal/kg Isıl değer |
|---------------|------------------|------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Hava gazı | 53.6 | 9.4 | 25.0 | 3.00 | — | 3.0 | 6.0 | 4300 |
| Doğal gaz | — | 1.0 | 93.0 | — | 3.0 | — | 3.0 | 7800 |
| Yüksek fırın | | | | | | | | |
| Baca gazı | 2.0 | 27.0 | — | — | — | 11.0 | 60.0 | 800 |

1.3. Hava

Yanma için gerekli oksijen havadan sağlanır. Hava, oksijenlerden başka önemli miktarda azot ve az miktarda asal gazları da ihtiva eder.

Yanma işlemine yalnız oksijen girer. Diğer gazlar hiçbir kimyasal reaksiyona girmeden baca gazına geçer. Hava içinde yanma reaksiyonuna girmeyen gazların yavaşlatıcı etkisi vardır. Bunlar alev sıcaklığını düşürür ve ısının bacadan atılmasına neden olur. Yanma olayında bizi sadece hava içindeki oksijen ilgilendirir. Diğer gazlar olaya katılmadıklarından hepsi azot kabul edilebilir. Bu nedenle havanın hacimsel ve kütleli bileşiminde yalnız oksijen ve azot göz önüne alınır. Havanın kütleli ve hacimsel bileşimi Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Havanın Hacimsel Ve Kütleli Bileşimi

| Hava | %Oksijen | %Azot |
|------------------|----------|-------|
| Hacimsel bileşim | 21 | 79 |
| Kütleli bileşim | 23.2 | 76.8 |

Yanabilen başlıca elementlerin atom ağırlıkları çizelge 5’ de verilmiştir.

Çizelge 5. Yanabilen Elementlerle İlgili Değerler.

| Elementin ismi | Simgesi | Atom ağırlığı |
|----------------|---------|---------------|
| Hidrojen | H | 1.008 |
| Karbon | C | 12.010 |
| Kükürt | S | 32.060 |
| Oksijen | O | 16.000 |

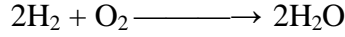
1.4. Çeşitli Elementlerin Yanması

Uygun oranlarda karıştırılmış hava ve yakıt yanma odasına gönderilir. Yanma odasında yanma oluştuktan sonra meydana gelen gazlar (baca gazı olarak) dışarı atılır.

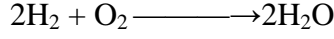
Yanmaya katılan her bir atom veya molekül değişik oranlarda oksijenle birleşir. Bundan dolayı her yakıt için gerekli hava ihtiyacı farklıdır. Herhangi bir yakıt için gerekli hava ihtiyacının hesaplanabilmesi için yanabilen her elementin yanma reaksiyonunu incelemek gerekir.

Hidrojenin Yanması:

2 molekül hidrojen 1 molekül oksijenle birleşerek 2 molekül su oluşturur.



Olay sırasında oluşan suyun buhar veya su şeklinde olması baca gazının sıcaklığına bağlıdır. Baca gazları yeteri derecede soğutulursa buhar yoğunlaşarak su meydana gelir. Bundan dolayı baca gazlarının kazan içinde soğutulması sakıncalıdır. Korozyon oluşumuna neden olup kazan ömrünü kısaltır. Ayrıca, baca gazı çıkış sıcaklığı 200 °C altına düşerse çevreye asit yağmuru başlar. Denklemi tekrar yazarsak;



Atom ağırlıklarını yazılırsa;

$$2 \times 2 + 32 = 36$$

4 atom gram hidrojen + 32 atom gram oksijen = 36 atom gram su

Ya da 4 kg hidrojen + 32 kg oksijen = 36 kg su

1 kg hidrojen için ise;

1 kg hidrojen + 8 kg oksijen = 9 kg su Demek ki 1 kg hidrojenin yanması için 8 kg oksijene ihtiyaç vardır. Hacimsel olarak yazılırsa;

1 kg hidrojen için $8/1.428 = 5.60 \text{ m}^3$ oksijen gereklidir.

Not: Oksijenin özgül ağırlığı 1.428 kg/m^3 dür.

1.5. Elemanter Analizi Belli Olan Bir Yakıt İçin Yeterli Hava İhtiyacı

1 kg yakıt için kaç kg ya da m^3 hava gerekli olduğu kullanılan yakıtın birleşimine bağlıdır. Yakıtlar için gerekli oksijen ihtiyacı ve bu oksijenin alınması için gerekli hava hacimsel olarak hesaplanacaktır.

Herhangi bir yakıt için önce minimum oksijen miktarını bulmak gerekir. Bileşiminde karbon, hidrojen ve kükürt bulunan bir yakıt için minimum oksijen miktarı (O_{\min});

$$O_{\min} = 1.866 C + 5.60\text{H}_2 + 0.70 S \quad (\text{m}^3/\text{kg yakıt})$$

Bu oksijen miktarını alabileceğimiz teorik hava ihtiyacı ise;

$$H_{te} = O_{\min} \times 4.76 \quad (\text{m}^3/\text{kg yakıt})$$

Yanmadaki çeşitli kayıplar göz önünde bulundurulursa yukarıda bulunan (H_{te}) miktarı yeterli olmayacaktır. Tam yanmanın sağlanması için teorik hava ihtiyacının (1.2-1.5) arasında bir katsayı ile çarpılması gerekir. Bulunan değere gerçek hava ihtiyacı denir.

$$H_{GER} = (1.2-1.5) \times H_{te} \quad (\text{m}^3/\text{kg yakıt}) \text{ dir.}$$

Örnek problem 1. Çizelge 2’de verilen hafif fuel oil’den saatte 15 kg yakan bir ısıtma tesisinde yanmanın tam olabilmesi için gerekli hava miktarını hesaplayınız.

Çözüm:

Adı geçen yakıtın kimyasal analizi:

Önce bu yakıt için minimum oksijen miktarını bulmak gerekir.

$$O_{\min} = 1.866 C + 5.60 \text{H}_2 + 0.70 S \quad (\text{m}^3/\text{kg- yakıt})$$

| Yakıtın cinsi | % C | % H ₂ | % S | % Kül | Alt ısı değeri (kal/kg) |
|----------------|------|------------------|-----|-------|-------------------------|
| Hafif Fuel oil | 86.2 | 12.4 | 1.4 | — | 9900 |

$$O_{\min} = 1.866 \times 0.862 + 5.60 \times 0.124 + 0.70 \times 0.014$$

$$O_{\min} = 1.608 + 0.694 + 0.009$$

$$O_{\min} = 2.311 \text{ m}^3/\text{kg- yakıt}$$

Teorik hava ihtiyacı ise;

$$H_{te}=4.76 \times O_{min} = 4.76 \times 2.311 = 11.004 \text{ m}^3 / \text{kg- yakıt}$$

Hava fazlalık katsayısı; 1.3 alınırsa gerçek hava ihtiyacı:

$$H_{GER}=1.3 \times H_{te} = 1.3 \times 11.004 = 14.305 \text{ m}^3/\text{kg- yakıt}$$

15 kg yakıt için gerekli hava miktarı ise:

$$H_{GER}=15 \times 14.305 = 214.581 \text{ m}^3 \text{ hava}$$

Örnek problem 2 Bir jeneratör gazının hacimsel bileşimi;

H₂: %14 , CH₄: %2 , CO: %22 , CO₂: %5 , O₂: %2 , N₂: %55 olduğuna göre bu gazın 1m³ ünün yanması için gerekli hava ihtiyacını bulunuz.

Çözüm:

Yanıcı maddeler, H₂ , CH₄ ve CO'dir. 1 kg hidrojenin yanması için gerekli oksijen miktarını daha önce hesaplamıştık. Bu değer 5.60 m³ oksijendir. 1 kg hidrojen 1/0.0898=11.135 m³ dür. (0 °C ve atmosfer şartlarında 1 litre hidrojen 0,0898 gr kütlede dir.)

1 kg = 11.135 m³ hidrojen için 5.60 m³ oksijen gerekli ise, 1 m³ hidrojen için **5.60 / 11.135 = 0.50 m³** oksijen gerekir.

Metan(CH₄) için gerekli oksijen 1 m³ için daha önce 2 m³ oksijen hesaplanmıştı. Karbon monoksitin 1 m³ için ise 0.5 m³ oksijen gereklidir.

Minimum oksijen miktarı;

$$O_{min}=0.50 \times H_2 + 2.00 \times CH_4 + 0.50 \times CO$$

$$O_{min}=0.50 \times 0.14 + 2.00 \times 0.02 + 0.50 \times 0.22$$

$$O_{min}=0.07 + 0.04 + 0.11$$

$$O_{min}=0.22 \text{ m}^3 / \text{kg- yakıt}$$

$$H_{te}= 4.76 \times O_{min}= 4.76 \times 0.22$$

$$H_{te}=1.047 \text{ m}^3 \text{hava} / \text{kg yakıt}$$

$$H_{GER}=1.2 \times 1.047 = 1.256$$

$$H_{GER}=1.256 \text{ m}^3 \text{hava/ kg yakıt eder.}$$

****1.6. Yakıtların Isıl Değeri

Herhangi bir yakıtın 1kg'ının ya da 1 m³ 'ünün yanmasıyla elde edilen ısı miktarına o yakıtın ısı değeri denir. Isıl değeri üst ve alt olarak iki şekilde tanımlanır.

1.6.1. Üst Isıl Değeri: Herhangi bir yakıtın 1 kg da ya da 1 m³'ünün yanmasıyla elde edilen ısı miktarına o yakıtın **üst ısı değeri** denir.

1.6.2. Alt Isıl Değeri: Üst ısı değerden yakıtın bünyesinde bulunan suyu buhar haline getirmek için harcanan ısının düşülmesiyle elde edilen değere alt ısı değeri denir.

Suyu buhar haline getirmek için harcanılan ısıdan faydalanılmamıştır. Alt ve üst ısı değerleri arasındaki ilişki, aşağıda olduğu gibidir.

$$H_a = H_u - 600 \times W \text{ (kal/kg)}$$

$$H_a = \text{Yakıtın alt ısı değeri (kal/kg)}$$

$$H_u = \text{Yakıtın üst ısı değeri (kcal/kg)}$$

$$W = 1 \text{ kg yakıt içinde bulunan su miktarı (kg)}$$

Formüldeki 600 katsayısı ise 1 kg suyun buharlaştırılması için harcanan yaklaşık ısı miktarıdır. Yakıtların kimyasal analizlerinden faydalanılarak alt ve üst ısı değerleri bulunabilir. Bunun için yakıtın bünyesinde olan her elementin ısı değerlerinden faydalanılır. Çeşitli elementlerin ısı değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Çeşitli Elementlerin Isıl Değerleri

| Elementin adı | Üst ısıl değeri(Hü) 1Nm ³ | | | Alt ısıl değeri (Ha) 1Nm ³ | | |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | 1Kg | 0 ⁰ C/ 760mmHg | 15 ⁰ C/ 1 Ata | 1Kg | 0 ⁰ C/ 760 mmHg | 15 ⁰ C/ 1 Ata |
| Karbon | 8100 | ----- | ----- | 8100 | ----- | ----- |
| Kükürt | 2220 | ----- | ----- | 2220 | ----- | ----- |
| K.monoksit | 2440 | 3050 | 2800 | 2440 | 3050 | 2800 |
| Hidrojen | 34100 | 3070 | 2800 | 28700 | 2570 | 2360 |
| Metan | 13250 | 9480 | 8700 | 11900 | 8010 | 7820 |
| Etilen | 12000 | 15000 | 13800 | 11250 | 14400 | 12920 |
| Asetilen | 12000 | 13900 | 12800 | 11600 | 13470 | 12360 |

1.7. Fazla veya Eksik Hava İle Yanma

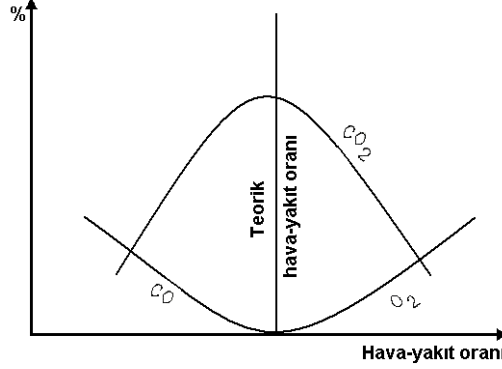
Pratikte teorik hava miktarı ile tam yanma hiçbir zaman gerçekleşemez. Yakıt + hava karışımı ne kadar iyi olursa olsun yanma havası içindeki bir kısım oksijen yanma olayına karışmadan bacadan dışarı gider. Ayrıca bazı hava kayıplarından dolayı, hesaplanan teorik hava miktarı, tam olarak yanma odasına gönderilemez. Bu sebeplerden dolayı yanma odasına için gerekli teorik hava miktarının daha fazla hava gönderilmesi yoluna gidilir. Fazla hava ile yapılan yanmada, baca gazının birleşiminde daima bir miktar oksijen bulunur. Fazla havadan dolayı baca gazındaki azot yüzdesi de artar.

Ocağa verilen fazla hava miktarı teorik hava miktarının yüzdesi olarak ifade edilebilir. Bu oranı daha önce teorik hava miktarının %20 – 50si arasında almıştık. Ocağa fazla hava verilmesi yanmanın tam olmasını sağlaması yönünden faydalı, bir kısım ısının fazla hava ile bacadan gitmesi nedeniyle de zararlıdır. O halde hem tam yanmayı gerçekleştirmek, hem de ısı kayıplarını en alt seviyede tutmak için yanma odasına teorik havadan çok az fazla hava göndermek gerekir. Az hava ile yanmada alevin rengi koyu ve uçları islidir. Bu, yakıtın tamamının yakılmamasından meydana gelir. Fazla hava ile yanmada alev açık renkli ve fazla parlaktır. Gereğinden fazla hava ile yapılan bu tür yanma türünde bacadan çıkan duman gazlarının birlikte götüreceği ısı artacağından baca kaybı da artar.

Tam hava ile yanmada kömürde ve fuel-oilde alevin rengi portakal rengine yakın tatlı sarı renktedir. Kazan için en uygun durum budur. Doğalgaz için tam yanmada alevin rengi mat mavidir. Tam yanmanın denetiminde en iyi yöntem O₂ ölçümüdür. Oksijen, fazla hava ile yanma konumunda daha kolay ortaya çıktığından O₂ ölçümü CO ölçümüne göre daha kolaydır. Hava yakıt oranının fazla hava yönünde mi yoksa fazla yakıt yönünde mi olduğu CO₂ ölçümü ile belirlenemez. Yanma verimi açısından ölçülmesi gereken diğer bir ölçüm baca gazı sıcaklığıdır. Baca gazı sıcaklığı kullanılan yakıt ve yakma sistemi ile bağlantılıdır. Baca gazı sıcaklığı yüksekse ve düşürülemiyorsa bunun nedeni aşırı fazla hava, yüksek baca gazı çekiş basıncı, kirli ısı geçiş yüzeyleri, aşırı yakıt tüketimi veya hatalı tasarımıdır. Ayrıca karbon monoksit ölçümüyle eksik ya da yetersiz yanma belirlenebilir.

1.8. Baca Gazı

Baca gazının bileşeni yakıtın cinsine, hava-yakıt oranına bağlıdır. Baca gazının birleşiminde başlıca karbondioksit(CO₂) ve azot bulunur. Eğer yakıtın bünyesinde hidrojen(H₂) varsa, baca gazında su buharı da bulunur. Daha önce de belirtildiği gibi hava-yakıt oranı teorik miktarda ise ya da teorik miktardan az ise tam yanma olmaz ve baca gazında karbon monoksit. Fazla hava ile yapılan yanmada ise baca gazında oksijen bulunur. Yanma havası teorik olduğunda karbondioksitin (CO₂) baca gazındaki birleşimi maksimum düzeydedir. Hava oranı arttıkça karbondioksit miktarı azalır ve oksijen miktarı artar. Hava miktarı azaldığında ise (CO₂)miktarı azalır, (CO)miktarı artar.

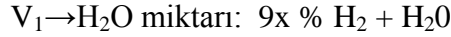
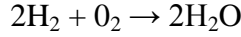


Şekil 1.1. Baca gazının bileşimiyle hava-yakıt arasındaki ilişki

1.8.1. Yanma Sonucu 1 Kg Yakıttan Çıkan Baca Gazı

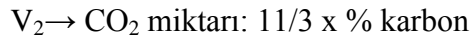
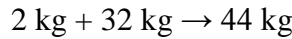
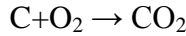
Elementer analizi, verilen bir yakıttan 1 kg 'ın yanmasıyla oluşan baca gazlarının miktarı, yanma sonucu oluşan her elementin miktarının toplanmasıyla bulunur.

Örnek: Elementer analizi %80 C , % 6 H₂ , %6 O₂, %2 H₂O, % 1 S, % 5 yanmayan elementler olarak verilen bir yakıtın 1 kg yanmasıyla oluşan baca gazları miktarını bulunuz. Fazla hava katsayısını(k=1,2) alınız.



$$V_1 = 9 \times 0.06 + 0.02 = 0.56 \text{ kg su / kg yakıt}$$

Denklemden görüldüğü gibi 1 kg hidrojenin yanmasıyla 9 kg su oluşmaktadır. O halde yakıt bünyesindeki hidrojen miktarını (kg olarak) 9 ile çarparak oluşan su miktarını buluruz.



Görüleceği üzere bir kilogram karbon yandıktan sonra $44/12 = 11/3$ kg (CO₂) oluşturmaktadır. Yakıt bünyesindeki karbon miktarını $11/3$ ile çarparsak oluşan karbondioksit miktarını buluruz.

$$V_2 = 11/3 \times 0.80 = 2.933 \text{ Kg CO}_2 \text{ kg/yakıt}$$

$$V_3 \rightarrow \text{O}_2 \text{ miktarı : } (k-1) \times \text{O}_{\min}$$

$$\text{O}_{\min} = 1,866 \times \text{C} + 5,6 \times \text{H}_2 + 0,7 \times \text{S} - \text{O}_2 = 1,866 \times 0,8 + 5,6 \times 0,06 + 0,7 \times 0,01 - 0,06$$

$$\text{O}_{\min} = 1,775 \text{ Nm}^3 / \text{kg yakıt}$$

$$\text{O}_{\min} = 1,775 \text{ Nm}^3 / \text{kg yakıt} \times 1.428 \text{ kg/Nm}^3 = 2,534 \text{ kg/kg yakıt}$$

$$(\text{oksijenin özgül ağırlığı}=1,428 \text{ kg/Nm}^3)$$

$$V_3 = (k-1) \times \text{O}_{\min} = (1.2 - 1) \times 2,534 = 0.56 \text{ kg/kg yakıt}$$

$$V_4 \rightarrow \text{N}_2 \text{ miktarı: } \text{N}_2 + 0,768 \times \text{H}_{\text{GER}}$$

$$H_{GER} = O_{min} \times 1/(232 \times K) = 2,534 \times 1/(0,232 \times 1,2) = 13,106 \text{ kg/kg-yakıt}$$

$$V_4 = 0.768 \times 13.106 = 10.065 \text{ kg Azot / kg yakıt}$$

1kg yakıttan çıkan toplam baca gazı miktarı: $V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ (kg/kg-yakıt)

$$V_t = 0,56 + 2,933 + 0,506 + 10,065 = 14,064 \text{ kg / kg-yakıt}$$

Kuru duman gazları miktarı ise bu gazlardan su buharının çıkarılması ile bulunan duman gazları miktarıdır.

$$\text{Kuru duman gazları: } V_t - V_1 = 14,064 - 0,56 = 13,504 \text{ kg/kg-yakıt}$$

1.9. Kg / Kg Olarak Bulunan Duman Gazlarının Nm³/Kg 'a Çevrilmesi

Önce duman gazlarının özgül ağırlığı bulunmalıdır. Yakıtın kimyasal bileşimine bağlı olan toplam molekül ağırlığı bulunduktan sonra 22,4'e bölünmesiyle özgül ağırlık bulunabilir.

$$M = \% C. M_1 + \% H_2. M_2 + \% O_2. M_3 + \% H_2O. M_4 + \% S \times M_5$$

$$M = 0,80 \times 12 + 0,06. 2 + 0,06. 32 + 0,02 \times 18 + 0,01 \times 32 = 12,32 \text{ kmol}$$

M₁, M₂, M₃, M₄ ve M₅ sırasıyla karbon, hidrojen, oksijen, su ve kükürdün atom ve molekül ağırlıklarıdır.

$$\text{Özgül ağırlık } d = m/22,4 = 12,32 / 22,4 = 0,55 \text{ kmol / Nm}^3 \text{ veya kg/Nm}^3 \text{ tür.}$$

Baca gazını m³ cinsinden değeriye;

$$\text{Baca gazının hacmi} = \text{baca gazının ağırlığı} / \text{baca gazının özgül ağırlığı} =$$

$$14,064 / 0,55 = 25,57 \text{ m}^3 / \text{kg tür.}$$

Ağırlığı 14,064 kg/kg-yakıt olan baca gazı = 25,57 Nm³ / kg olarak bulunmuş olur.

BÖLÜM

2

ISI POMPALARI

AMAÇ

Isı kaynaklarını ve özelliklerini tanıyabilme, farklı ısıtma sistemlerini karşılaştırabilme.

2. ISI POMPASI

2.1. Isı Pompası (Heat Pump) Nedir? Nasıl Uygulanır?

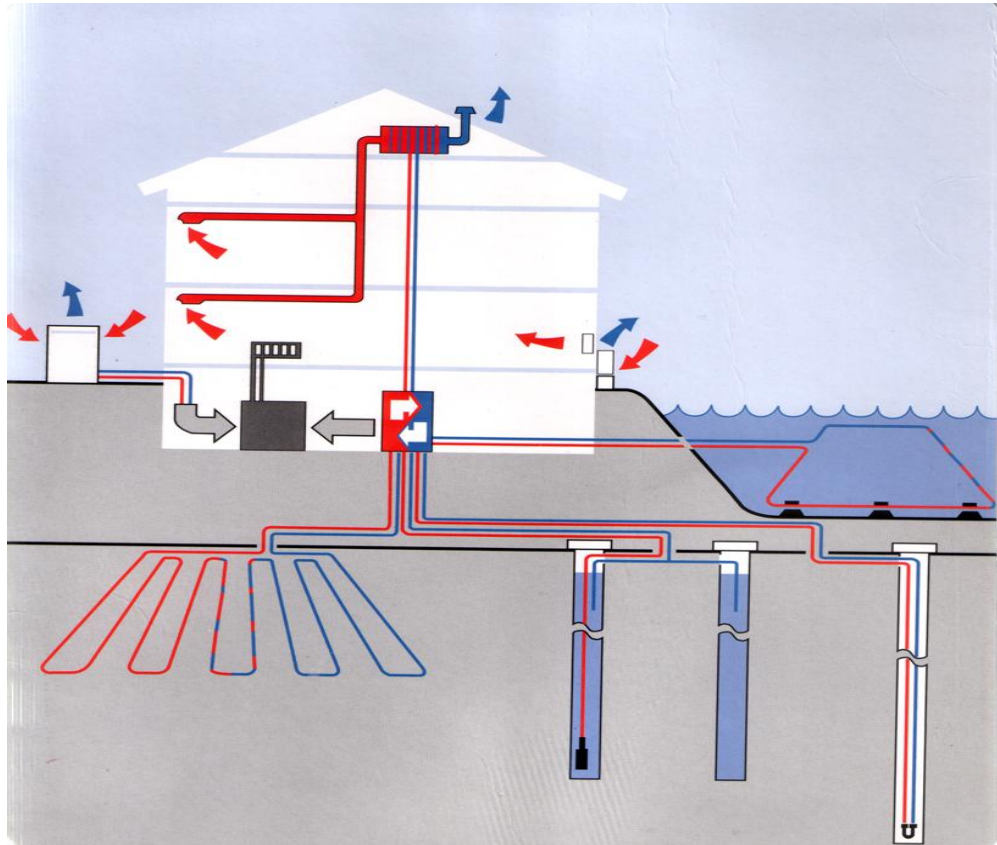
Isı pompası da, diğer soğutma cihazları gibi prensip olarak bir ortamdan başka bir ortama ısı taşırlar. Soğutma makinelerinden tek farkı; ısıyı tek değil, iki yönde taşıma kabiliyetinin olmasıdır. Bağımsız sistemlerdeki tüm ekipmanlara (Evaporatör, Kondenser, Kompresör ve Genleşme Vanası) ilave olarak, ısı pompasında dört yöllü vana mevcuttur.

Tipik bir ısı pompası, kışın dışarıdan absorbe etmiş olduğu ısıyı, ısıtılacak mekâna taşıyarak ısıtmayı sağlarken, bu işlem yazın tersine işler ve aynı mekânlardan aldığı ısı dışarıya taşınır.

Konstrüksiyon ve görünüş olarak, yalnız soğutma yapan bir cihaz ile ısı pompası arasında hiçbir fark yoktur.

Isı pompaları enerji kaynağının cinsine göre (hava, su, toprak) sınıflandırılırlar.

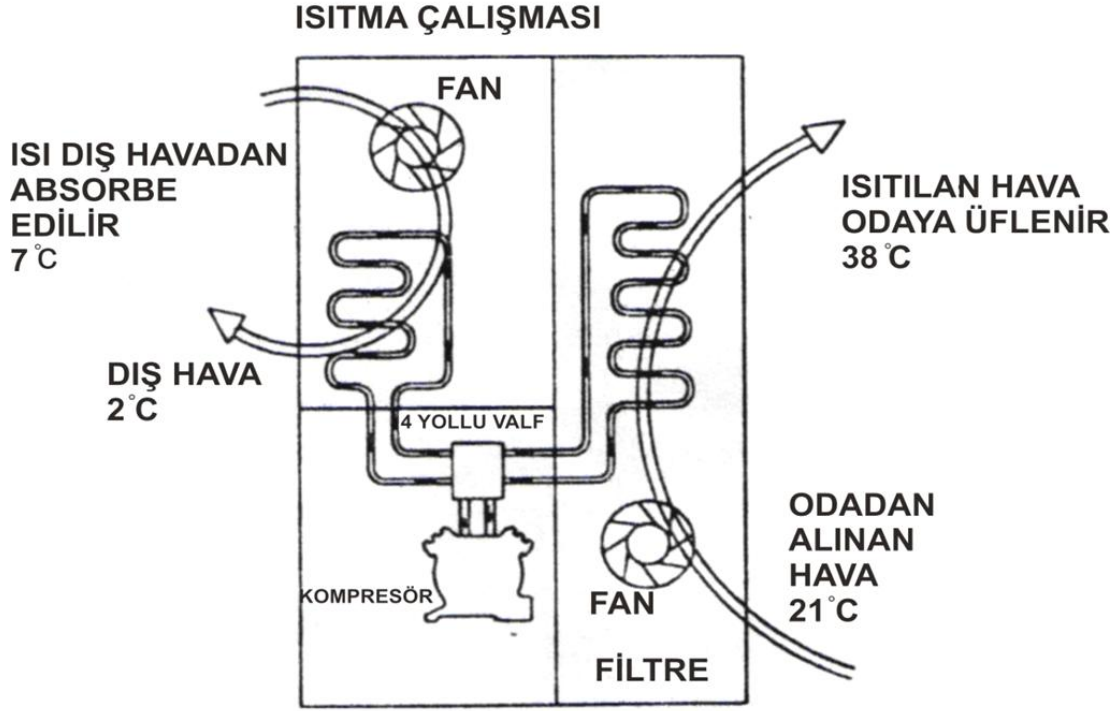
- Havadan havaya ısı pompası
- Havadan suya ısı pompası
- Sudan suya Isı Pompası
- Havadan toprağa ısı pompası
- Sudan havaya ısı pompası



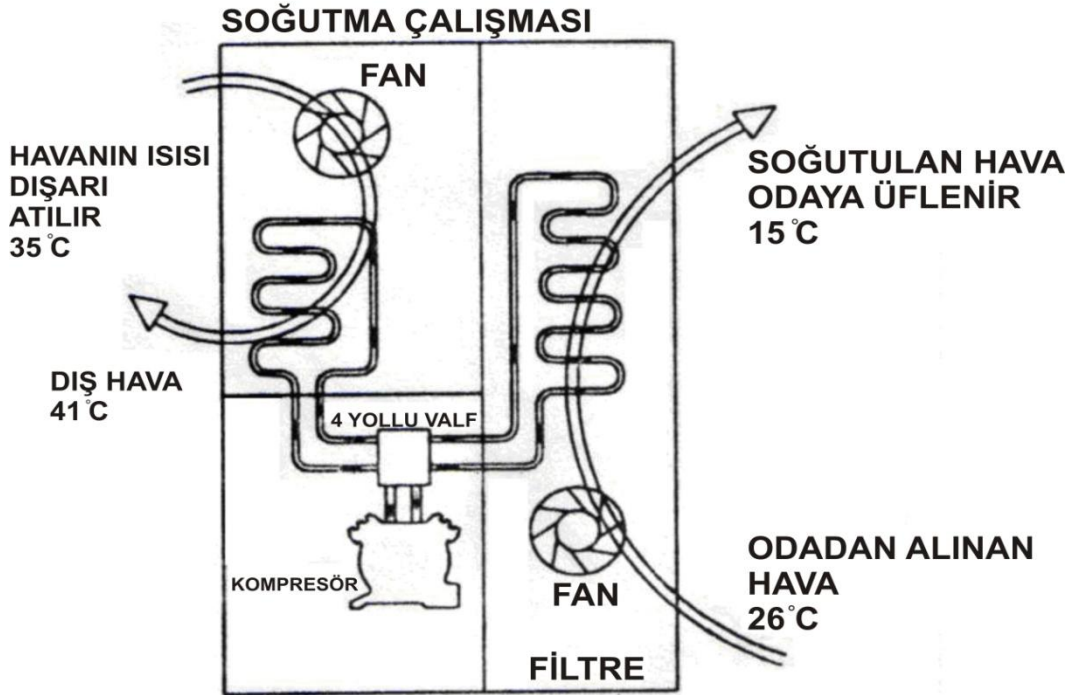
Şekil 2.1. Isı pompası çeşitleri

2.1.2. Havadan-Havaya Isı Pompası

Bu tip ısı pompalarında, ısının absorbe edildiği ve serbest bırakıldığı ortamın her ikisi de havadır. Bunlara en iyi örnek, pencere ve split tipi klimalardır.



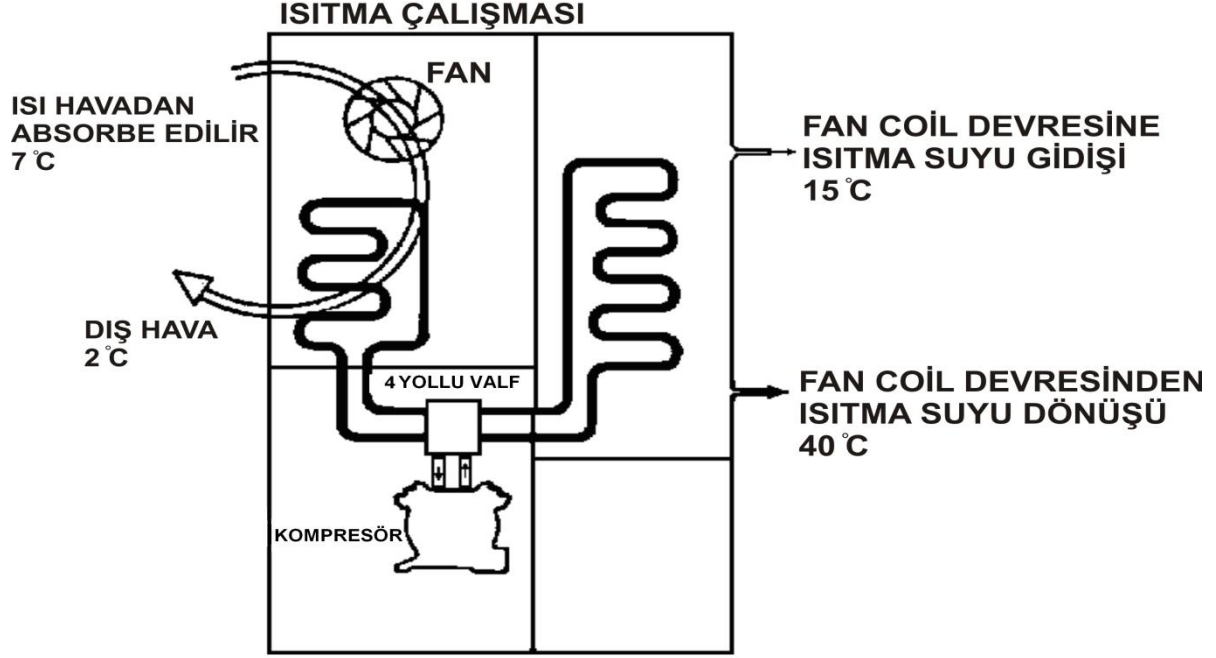
Şekil 2.2. Havadan-havaya ısı pompası



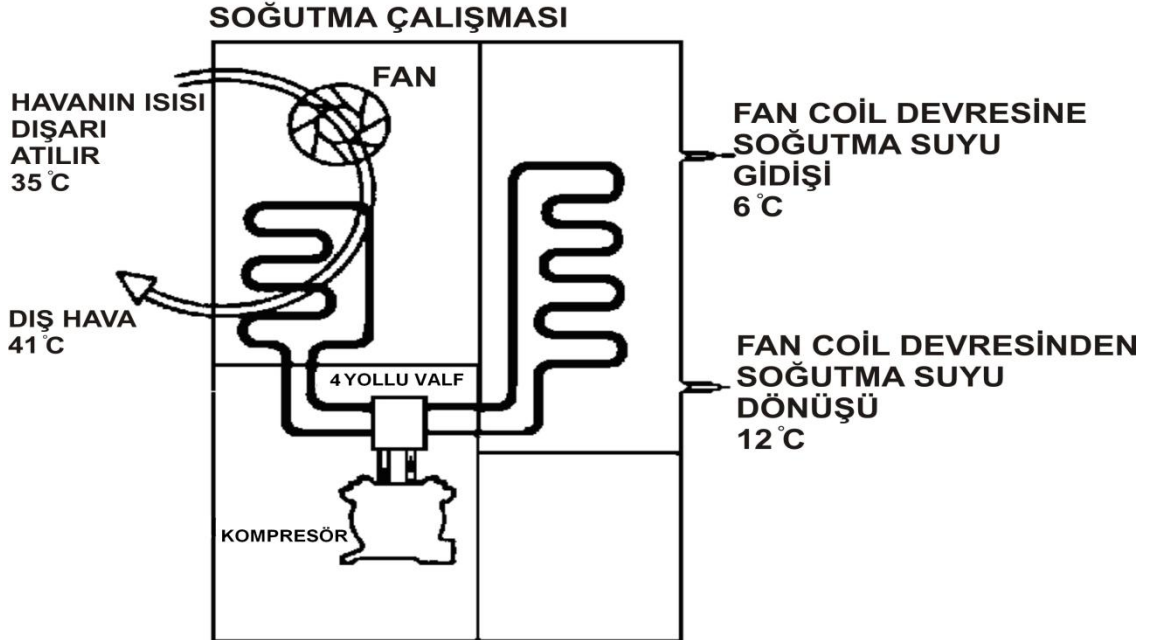
Şekil 2.3. Havadan-havaya ısı pompası

2.1.3. Havadan-Suya Isı Pompası

Bu tip ısı pompalarında, ısı kaynağı yaz çalışmasında su, kış çalışmasında ise havadır. Prensip olarak havadan/havaya ısı pompasından tek farkı, ısının bir tarafta hava yerine suya aktarılması veya sudan absorbe edilmesidir.



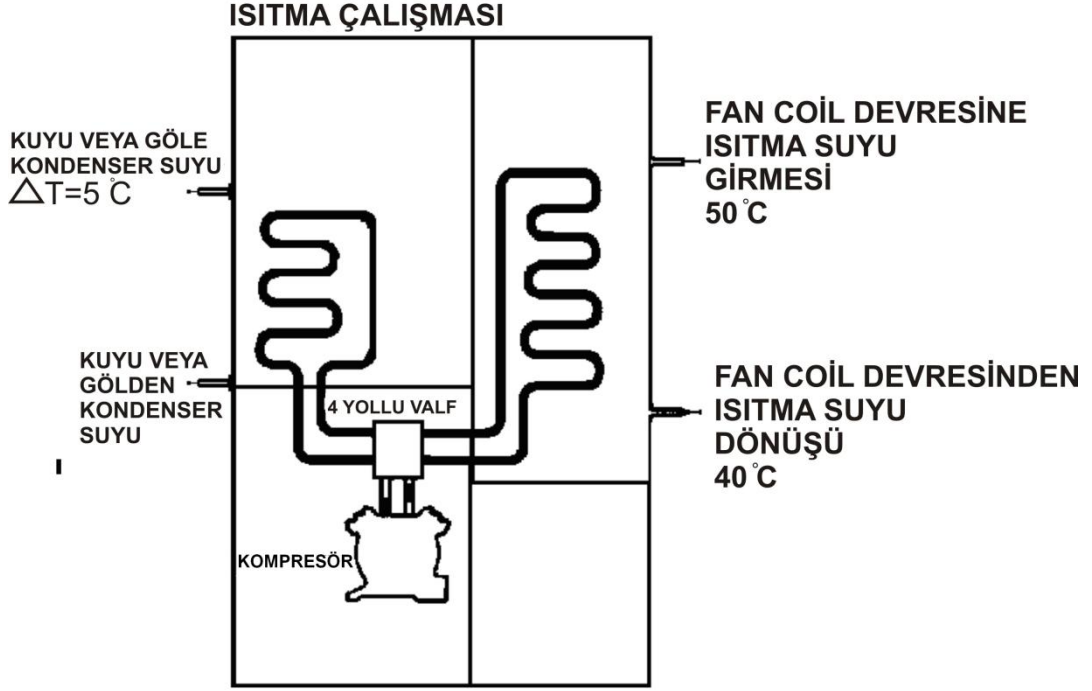
Şekil 2.4. Havadan-suya ısı pompası çevrimi



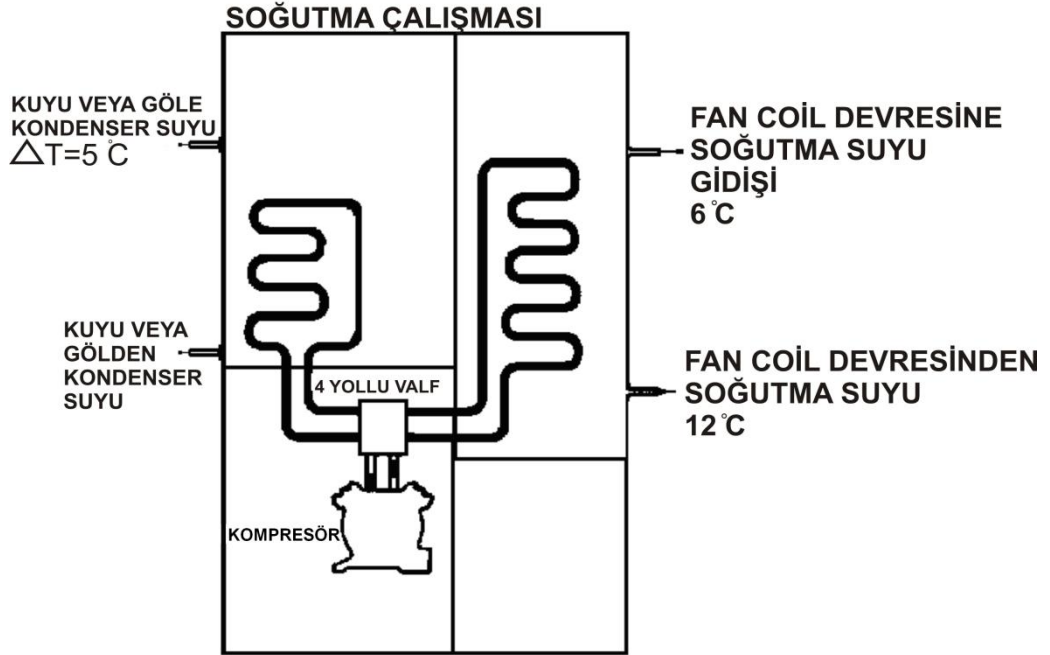
Şekil 2.5. Havadan-suya ısı pompası çevrimi

2.1.4. Sudan-Suya Isı Pompası

Genellikle, büyük hacimlerde su rezervi olan kuyulardan, göllerden, denizden veya nehir suyundan yararlanılarak ısıtma veya soğutma temin üzere dizayn edilmişlerdir.



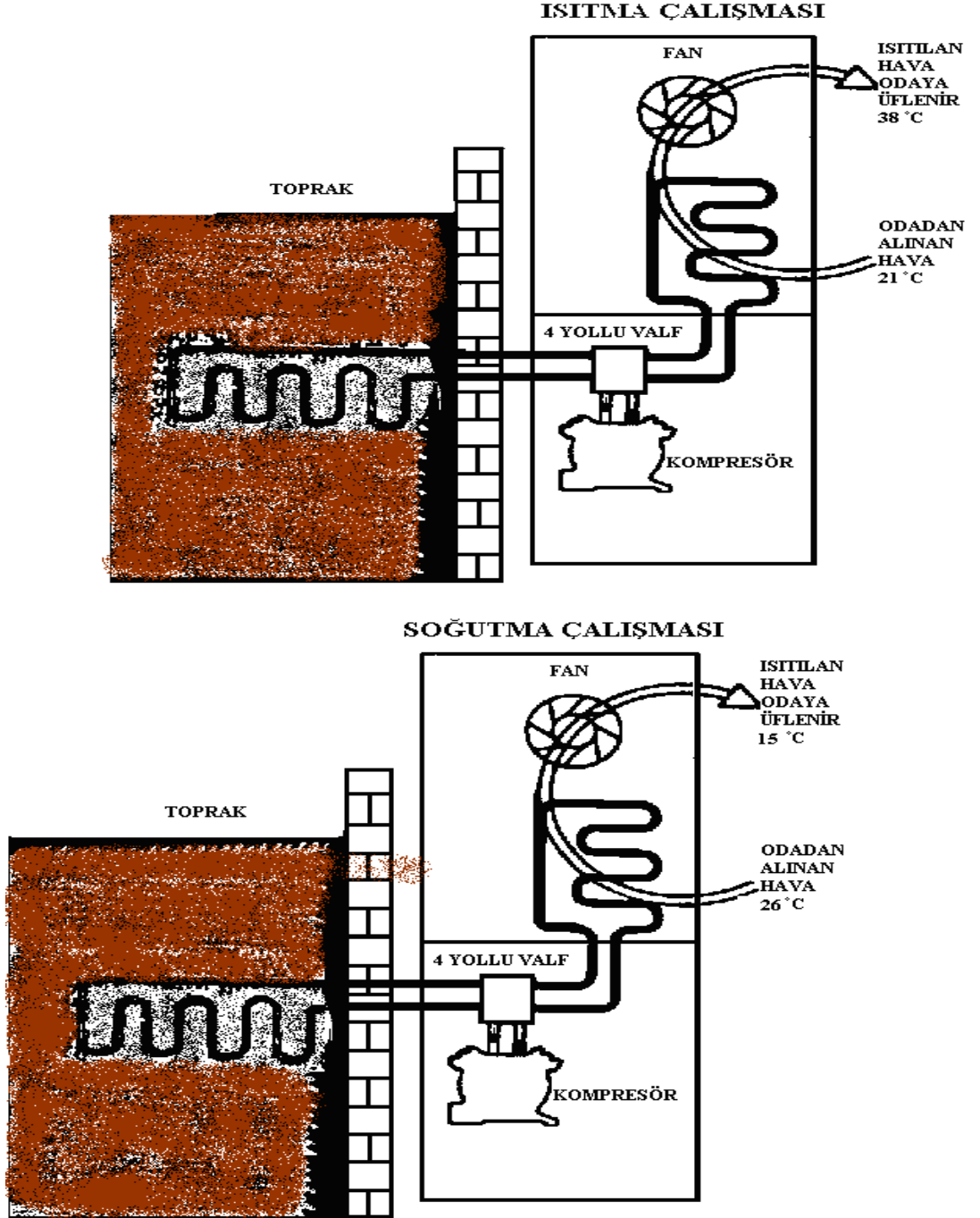
Şekil 2.6. Sudan-suya ısı pompası çevrimi



Şekil 2.7. Sudan-suya ısı pompası çevrimi

2.1.5. Havadan-Toprağa Isı Pompası

Bu tipler, havadan suya ısı pompası ile büyük benzerlik gösterirler. Burada tek fark, ısı kaynağı veya absorberi olarak su yerine toprak kullanılmasıdır. Bu tip uygulamalar, pek yaygın değildir.



Şekil 2.8. Havadan-toprağa ısı pompası çevrimi

2.1.6. Sudan-Havaya Isı Pompası

Havadan suya ısı pompası ile tamamen aynıdır. Tek fark, iç ortam veya ortamdan ısı taşıyan akışkanın hava olması, diğer taraftaki ısı taşıyıcı akışkanın ise; yine göl, nehir, deniz veya bol hacimli kuyu suyu olmasıdır.

2.2. Soba

Soba ile ısıtma, bireysel ısınmanın en çok kullanılan örneğidir. Sobaları katı yakıt, sıvı yakıt, gaz yakıt ve elektrikli olmak üzere dört grupta toplamak mümkündür. Soba düşük konforlu, sadece kurulu bulunduğu mekânı ısıtan bir cihazdır. İyi bir ısınma için, evin ısı kaybı ve projesi göz önüne alınarak iki veya üç adet soba kullanımı idealdir. Yüksek kapasiteli tek bir soba ile ısınmak verimsiz ve konforsuzdur. Soba kullanımında, sıcak su temini için şofben kullanılması gereklidir.

2.2.1 Katı Yakıt Sobaları

Katı yakıt sobalarının, tuğlalı soba, kuzine soba ve kovalı soba gibi birçok çeşidi vardır. Türkiye’de en çok kovalı sobalar tercih edilmektedir. Soğuk bölgelerde ise genelde tuğlalı emaye döküm sobalar kullanılır. Hem ısıtma hem ocak fonksiyonu olan kuzine sobalar ise kırsal bölgelerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Katı yakıt sobaları tutuşturulurken, tutuşturma yakma işlemi mutlaka üstten gerçekleştirilmelidir. Sobanın alttan tutuşturulması ısının bacadan çok çabuk gitmesine, sobanın çok çabuk dolmasına ve hava kirliliğine sebep olur. Kömür sobalarında önce kömür alt kısma yerleştirilir. Üstüne kırılmış odun çekişi engellemeyecek şekilde çapraz olarak yerleştirilir. Üstten çıra ya da çeşitli tutuşturucularla yakma gerçekleştirilir. Üstündeki sürgülü kapak açılarak yanma için gerekli oksijen miktarı artırılır. Böylece yanmanın daha kolay gerçekleşmesi sağlanır. Soba boruları kullanım sıklığına ve kullanılan kömürün kalitesine göre çeşitli zamanlarda temizlenerek çekişin rahat olması ve baca gazlarının iç ortama sızması önlenmelidir.



Şekil 2.9. Kovalı sac soba

2.2.2. Sıvı Yakıtlı Sobalar

Sıvı yakıt sobaları genellikle gaz yağı, motorin ve sanayinin bazı bölgelerinde kullanılan yanık yağı sobalarıdır. Gaz yağı ve motorin sobalarında bir yakıt deposu bulunur. Bu depodan ocak kısmına bir boru vasıtasıyla yakıt gönderilerek yanma sağlanır. Yanma miktarı gönderilen yakıt miktarının artırılıp azaltılmasıyla ayarlanır.



Şekil 2.10. Yanık yağı sobası

2.2.3. Gaz Yakıtlı Sobalar

Doğalgaz sobalarında, doğalgaz ve LPG yakıt olarak kullanılabilir. Bu sobalarda baca bağlantısı yapılması gerekir. Gaz, ocak kısmına gönderildikten sonra ateşleme otomatik çakmakla gerçekleştirilir. Bir tehlike durumunda baca sensöründen alınan sinyalle manyetik ventilin gazı kesmesi sağlanır. Yanmayı görebilmek için ön kısmına ısıya dayanıklı bir cam yerleştirilmiştir. Fanlı modellerde homojen ve çabuk ısınma sağlanır ve üst yüzeyleri genellikle emaye kaplıdır. Ülkemizde yaygın şekilde kullanılan diğer gazlı yakıt soba tipi katalitiklerdir. Katalitiklerde yakıt olarak LPG kullanılır. LPG'nin yakılmasıyla elde edilen ısı, ortama verilerek ortamın ısıtılması sağlanır. Yanma için gerekli oksijeni ortamda bulunan havadan aldığı için sağlık açısından fazla tercih edilmez.

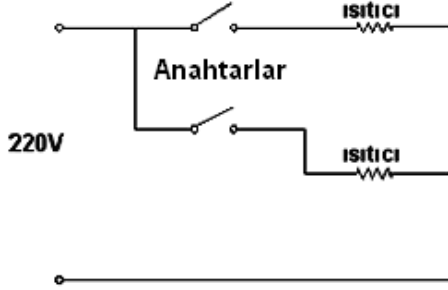


Şekil 2.11. Doğalgaz sobası

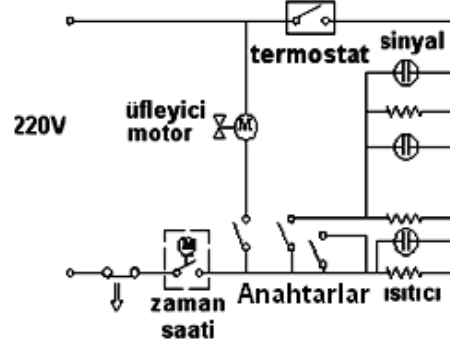
2.3. Elektrikli Isıtıcılar

2.3.1. Elektrik Sobalarının Tanınması ve Çalışma Prensibi

Elektrik sobaları ortamın ısısını yükseltmek için kullanılır. Günümüzde çok çeşitli olarak yapılan sobaların hepsinde prensip aynı olup bir rezistans ve rezistansın ürettiği ısıyı yayan yansıtıcı ya da ısıyı ortama yayan pervaneli motordan ibarettir.



Şekil 2.12. Basit elektrik sobası



Şekil 2.13. Geliştirilmiş elektrik sobası

Elektrik sobalarının basit tipleri olduğu gibi çok gelişmişleri de yapılmaktadır.

Şekil 2.12’de basit bir elektrik sobasının elektrik bağlantı şeması görülmektedir. Komütatör anahtar ısıtıcılara ayrı ayrı kumanda etmektedir. Bu sobada ısıtıcılar, anahtar kapatılmadıkça veya fişi prizden çekmedikçe sürekli devrede kalırlar. Bu tip sobalar ısıyı bir yansıtıcıyla yansıtırlar. Yansıtıcı temiz olmalı, paslanmışsa temizlenmeli veya değiştirilmelidir.

Şekil 2.13’de ise geliştirilmiş bir elektrik sobası şeması görülmektedir. Üç konumlu anahtar, üfleyici motora ve rezistanslara kumanda etmektedir. Zaman saati devreye seri bağlanmıştır ve istenilen zamanda sobanın ısınmaya başlaması veya durmasını sağlar. Termostat ısıtıcılara seri bağlanmış ve ortam çok ısındığında ısıtıcıları devreden çıkarır. Ortam soğumaya başlayınca tekrar ısıtıcıları devreye sokar. Devrilme butonu ise soba devrildiğinde veya düz durmadığında devrenin akımını keser.

Bu tip sobalardan başka bir de yağlı radyatörler vardır ki dış görünüşü kalorifer peteklerine benzer. Peteklerin içine tüp rezistans ve yağ konulmuştur. Isıtıcı önce yağı ısıtır, yağ petekleri, petekler de dış ortamı ısıtırlar. Petekler geç ısınır geç soğur. Peteklerin bağlantı şeması geliştirilmiş elektrik sobasından çok farklı değildir.

Gelişen teknoloji ev aletlerine de yansımakta, günümüzde uzaktan kumandalı ve çeşitli görünümünde modelleri üretilmektedir.

2.3.2 Isıtıcı Aygıtlarda Kullanılan Direnç Teli ve Hesaplanması

Elektrik enerjisi ısı enerjisine kolayca dönüşmektedir. İçerisinden elektrik akımı geçen iletken, üzerinden geçen akımın karesi ve iletken direncinin çarpımı kadar ısınır ($I^2 \times R$). Bu ısınma, bazı yerlerde zararlı, bazı yerlerde yararlıdır. Örneğin elektrik motoru ve transformatörlerde zararlı, ısıtıcı aygıtlarda (ocak, soba, fırın vb.) faydalıdır. Bu bölümde elektrik akımı ısı etkisinin yararları incelenecektir.

Çizelge 2.1. Isıtıcı Aygıtlarda Kullanılan Direnç Teli ve Hesaplanması

| Gerilim (v) | Çap (mm) | Uzunluk (m) | Güç (W) | 1 kg'da direnç | 1metrede direnç | 1kg'da metre |
|-------------|----------|-------------|---------|----------------|-----------------|--------------|
| 220 | 0,3 | 6 | 400 | 325 | 19,1 | 1951 |
| 220 | 0,4 | 7 | 600 | 157 | 10,74 | 1098 |
| 220 | 0,45 | 7,2 | 750 | 120 | 8,5 | 867 |
| 220 | 0,5 | 7,8 | 850 | 90 | 6,87 | 702 |
| 220 | 0,55 | 8,2 | 1000 | 70 | 5,67 | 579 |
| 220 | 0,6 | 8,6 | 1100 | 56 | 4,77 | 487 |
| 220 | 0,65 | 9 | 1200 | 46 | 4,07 | 415 |
| 220 | 0,7 | 9,3 | 1400 | 38 | 3,5 | 358 |
| 220 | 0,8 | 10 | 1600 | 27 | 2,68 | 274 |
| 220 | 0,9 | 11,2 | 2000 | 20 | 2,12 | 216 |
| 220 | 1 | 11,5 | 2300 | 15 | 1,72 | 175 |



Şekil 2.14. Rezistans

Aygıtlarda kullanılacak ısıtıcı tel, direnç değeri yüksek, ısıya dayanıklı ve hava içerisindeki oksijenden etkilenmemesi gerekir. Bu özelliklere en yakın materyal krom-nikel'dir. Buna krom-nikel ısıtıcı rezistans denir.

Isıtıcının gücünü rezistansın kalınlığı ve uzunluğu belirler. Isıtıcı yapımında rezistansa verilecek şekil için rezistansın çapı ve uzunluğunun bilinmesi gerekir.

Isıtıcı yapılacak telin şekli, kullanılacağı yere bağlıdır. Isıtıcı çapı ve uzunluğu verilen çizelgeden bulunabilir.

Tabloya göre 220 voltta 850 Watt gücünde bir ısıtıcı yapmak için 0,50 mm çapında, uzunluğu ise 7,8 m uzunluğunda malzeme kullanmak gerekir.

| Gerilim (v) | Çap (mm) | Uzunluk (m) | Güç (W) | 1 kg'da direnç | 1 metrede direnç | 1 kg'da metre |
|-------------|----------|-------------|---------|----------------|------------------|---------------|
| 220 | 0,5 | 7,8 | 850 | 90 | 6,87 | 702 |

BÖLÜM

3

MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ

AMAÇ

Merkezi ısıtma sistemlerinin yapısını kavrayabilme.

3. MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ

3.1. Isıtma

İnsanların dış hava şartlarına karşı barınmalarını sağlayan konut ya da işyerlerinde sağlıklı bir insan vücudunun fizyolojik ısı ihtiyaçlarının değişik ısıtma sistemleriyle karşılanması işlemidir.

Isıtma Sistemlerini 3 ana grupta toplayabiliriz.

1. Lokal ısıtma sistemleri,
2. Merkezi ısıtma sistemleri,
3. Bölgesel ısıtma sistemleridir.

1) Lokal Isıtma Sistemleri: Isı, ısıtacak mahalin bizzat içinde üretilir. Isıtılması gereken mahalde bir ısı üretici bulunur. Odun ve kömür sobaları, şömine, elektrik sobaları, doğalgaz sobaları ile yapılan ısıtma bu gruba girer.

2) Merkezi Isıtma: Bir ısıtma merkezinde üretilen ısının taşıyıcı bir ortam vasıtasıyla, ısıtılması istenilen ortamlara yerleştirilmiş ısıtıcılara gönderilmesi suretiyle gerçekleştirilen ısıtmaya merkezi ısıtma denir. Merkezi ısıtma, ısı taşıyan ortamın cinsine göre çeşitli isimler alır.

1. Sıcak sulu ısıtma
2. Kızgın sulu ısıtma
3. Buharla ısıtma
 - a) Alçak basınçlı buharla ısıtma
 - b) Yüksek basınçlı ısıtma
 - c) Vakumlu buharla ısıtma
4. Sıcak hava ile ısıtma

Not: Bu bölümde merkezi ısıtma sistemlerinin genel yapısı anlatılacaktır.

3.1.1. Sıcak Sulu Isıtma

Bu sistemde ısı taşıyıcı ortam 90°C 'a kadar ısıtılan sudur. Tesisat atmosfere açık veya kapalı dizayn edilebilir. Isıtılan sıcak su ile soğuyan suyun özgül ağırlıkları arasındaki farktan da yararlanılarak, devreye bir pompa ilavesi ile cebri olarak sirkülasyon yapar. Çıkış suyu sıcaklığı 110°C 'a kadar olan ısıtma sistemleri de, sıcak sulu ısıtma sistemleridir. Bu tür ısıtma sistemi, en az 110°C 'a karşılık gelen basınç altında tutulan kapalı bir sistemdir.

3.1.2. Kızgın Sulu Isıtma

Bu sistemde 110°C 'tan 200°C 'a kadar ısıtılan su kullanılır. Suyun buharlaşmasını önlemek için devamlı olarak bir karşı basınç uygulanır. Bu sistem atmosfere kapalı bir sistemdir.

3.1.3. Buharla Isıtma

Buharlı ısıtma üç grup altında incelenir;

a) Alçak Basıncılı Buharla Isıtma: Buhar kazanının çıkış basıncı en fazla 1,5 bar ve sıcaklığı da en fazla 110 °C'a kadar olan buharla yapılan ısıtmadır.

b) Yüksek Basıncılı Buharla Isıtma: Buhar kazanının çıkış basıncı 1,5 bar'dan ve sıcaklığı da 110 °C'dan yüksek buharla yapılan ısıtmadır.

c) Vakumlu buharla Isıtma: Basıncı atmosfer basıncından az olup 0,05 ile 0,75 bar arasında değişen ve sıcaklığında en az 65 °C olan buharla yapılan ısıtmadır.

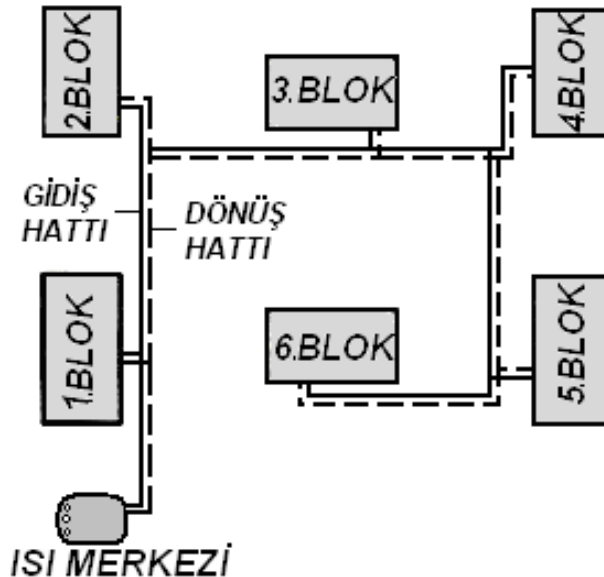
3.1.4. Sıcak Hava ile Isıtma

Burada ısı taşıyan ortam havadır. Bir merkezde ısıtılan hava kanallar vasıtasıyla ısıtılması gereken mahale sevk edilir. Bu sistem genellikle ısıtma ile birlikte, hava değişiminin de sağlanması gereken mahallere uygulanır.

3.1.5 Bölgesel Isıtma

Birden daha fazla binanın, bina dışında tesis edilen bir kazan dairesiyle ısıtılmasına bölgesel ısıtma denir. Bu kazan dairesi de bölgesel ısı santrali ya da ısı merkezi olarak adlandırılır. Isıtılacak olan bölge çok büyük ve yoğun bir yerleşim bölgesi, ya da büyük bir sanayi tesisi olduğunda "Kent ısıtılması" denilen bölgesel ısıtma sistemi uygulanır. Konut sitelerinin teknik yönden bölgesel ısıtma sistemiyle ısıtılması gerektiğinde konunun hukuki, ticari ve idari yönlerden de etüt edilerek fizibilite raporunun hazırlanması, sonra projelendirilmesi gerekir.

Hangi ısıtma sisteminin seçileceğine sistemin emniyeti, ekonomikliği işletme ve bakım kolaylığı ve istenilen konfor şartları göz önüne alınarak karar verilmelidir.



Şekil 3.1. Düz geri dönüşlü iki borulu bölgesel dağıtım sistemi

3.2. Kat Kaloriferi Sistemleri

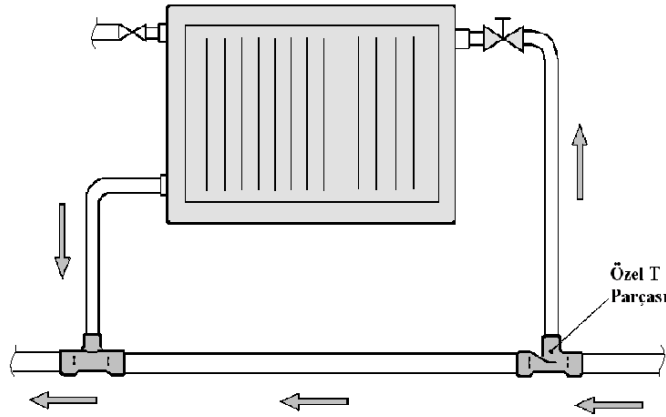
Kat kaloriferleri sistemlerine aşağıdaki durumlarda geçilmektedir.

1. Tek katlı binalarda ve villalarda,
2. Merkezi ısıtma tesisatı bulunmayan çok katlı binalarda,
3. Merkezi ısıtma tesisatı bulunan ancak sonradan sistem değiştirilerek bireysel sisteme dönen binalarda.

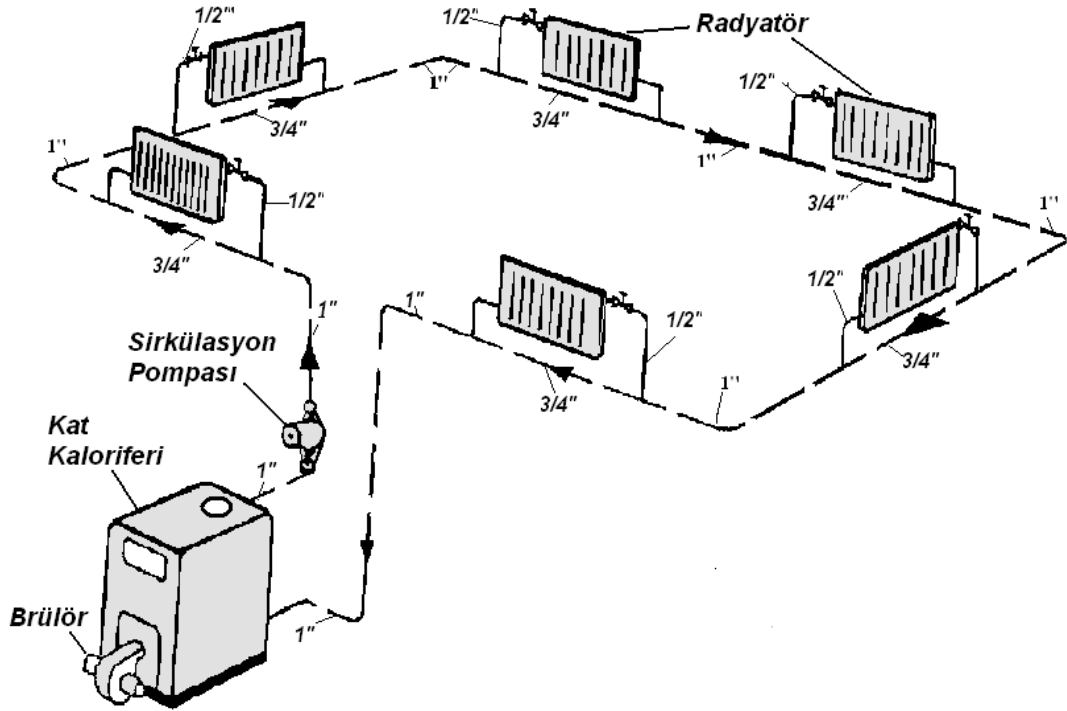
3.2.1. Kat Kaloriferi Sistem Örnekleri

Kat kaloriferi sistemi tek borulu ve çift borulu olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

Bu sistemde ısıtıcılar by-pass borusu ile bağlanmıştır. Yatay tek borulu sistemin radyatör bağlantısı ve çalışması aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



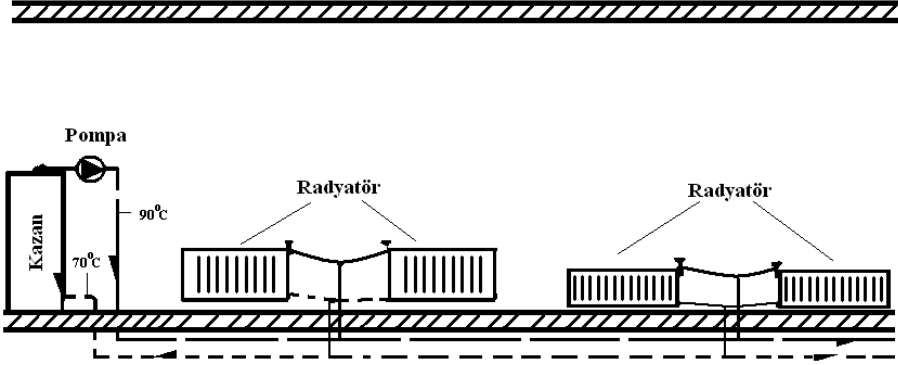
Şekil 3.2. Yatay tek borulu sistemde radyatörün bağlama şekli



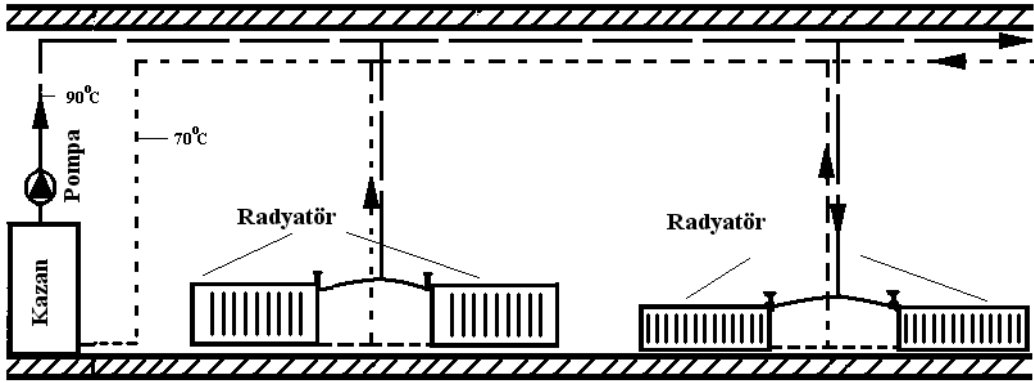
Şekil 3.3. Yatay tek borulu kalorifer sistemi

Çift borulu kat kalorifer sisteminde suyun binaya dağıtılıp toplanmasına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

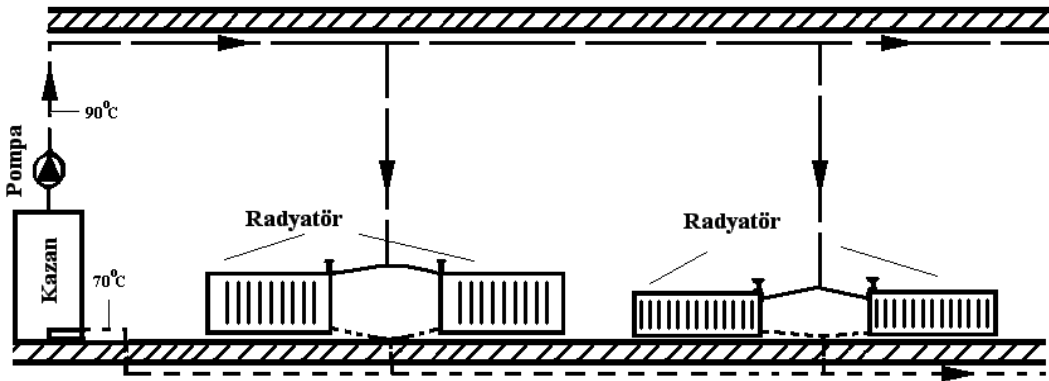
1. Alttan dağıtılıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi
2. Üstten dağıtıp üstten toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi
3. Üstten dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi



Şekil 3.4. Alttan dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi



Şekil 3.5. Üstten dağıtıp üstten toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi



Şekil 3.6. Üstten dağıtıp alttan toplamalı çift borulu kat kaloriferi sistemi

Kat kaloriferi sistemi, kullanılan yakıtın cinsine göre brülör, sistemin kapasitesine göre sirkülasyon pompası, boylerler, genişleme deposu program saati, kazan, termostat ve çeşitli parçalardan oluşur. Kapasiteleri 50.000 kcal/h'a (59,3 kW) kadar çıkabilmektedir.

3.3. Kombi

Hem ısınma hem de kullanma sıcak suyu hazırlayabilen ısıtma cihazıdır. Bu cihazlar kapalı sistemler için tasarlanmıştır. Merkezi ısıtma için boru tesisatı kat kaloriferleri gibidir.

Kombilerde, brülörün üstündeki kanatlı borularda ısınıp dağıtma valfine gelen sıcak su ya kullanma sıcak suyu temin eden ısı değiştiricisine ya da merkezi ısıtma sistemine gelir.

Kullanma sıcak suyu eşanjörü, içinde bakır borular olan küçük bir kaptır. Bakır boruların içinden borulara giden su geçerken, dışındaki yani silindirin içindeki su tarafından ısıtılır. Merkezi ısıtma sistemi basınçlı olduğundan, basınç yükselmesi durumunda emniyet ventili devreye girer. Kombi üzerindeki bir manometre çalışma basıncını gösterir. Isıtma sıcak suyu gidiş ve dönüşü arasında bir by-pass bağlantısı olabilir.

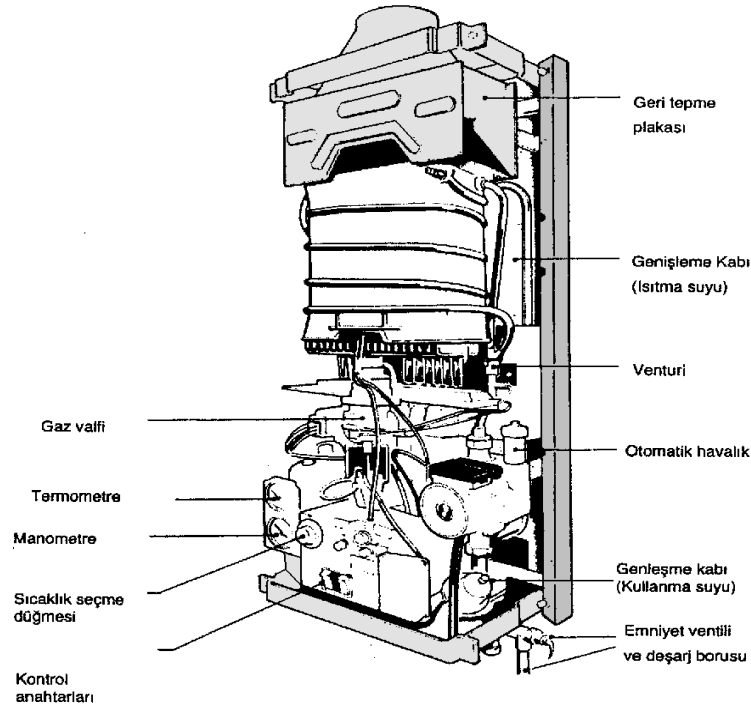
Kombilerin atık gaz bağlantısı;

Açık bacalı

Denge bacalı

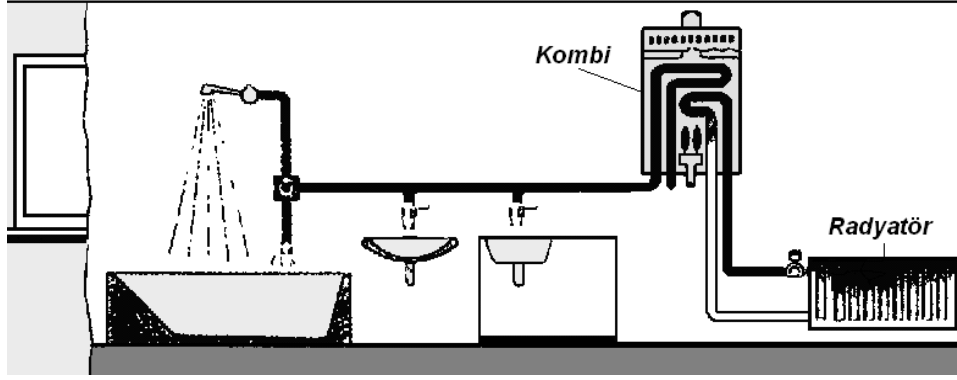
Fanlı, denge bacalı

Fanlı, açık bacalı olabilir.



Şekil 3.7. Kombi

Kombilerle ilgili yukarıda belirtilen hususlar, kullanma sıcak suyunun küçük bir eşanjörde (ısı değiştiricisinde) ısıtıldığı kombi kazanlara aittir. Kombi kazanlarının, kullanma sıcak suyunu direkt olarak da ısıtabilen tipleri vardır. Suyun direkt olarak ısıtılması birkaç şekilde gerçekleşebilir. Bunlardan birisi, kullanma sıcak su borularının kombi eşanjöründeki (brülörün üstündeki kanatlı borular) boruların içinden veya yanından geçirilmesidir. Bir başka ısıtma şekli de, kullanma sıcak suyu için ayrı bir eşanjör yapılmasıdır. Bu eşanjör, ana eşanjörün üstüne monte edilir. Direkt kombiler dağıtma valfine ve ayrı su ısıtıcı eşanjörüne ihtiyaç göstermez.



Şekil 3.8. Kombi kazanı ile sıcak su elde edilmesi ve radyatörde ısıtma yapılması

3.4. Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı Sistemleri

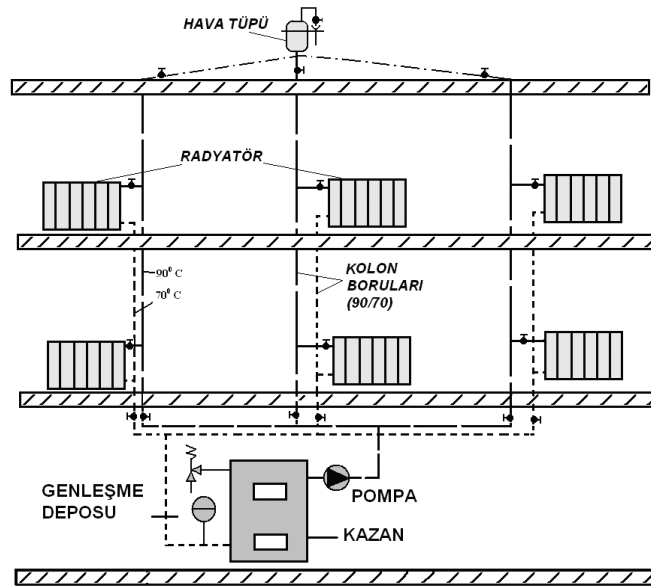
Sıcak sulu tesislerde uygulanan başlıca sistemler şunlardır:

1. Alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi
2. Üstten dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi
3. Üstten dağıtım üstten toplamalı ısıtma sistemi

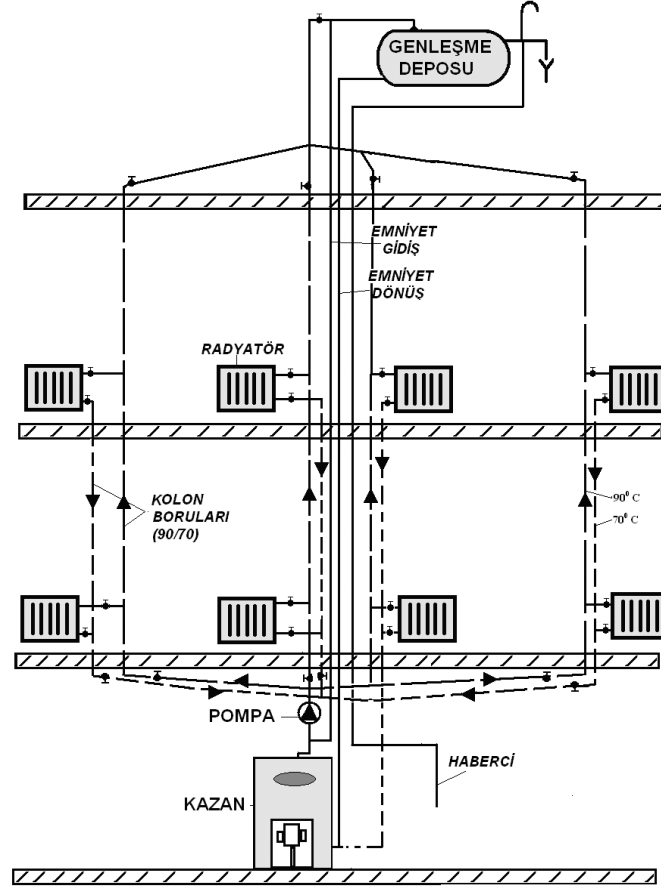
3.4.1. Alttan Dağıtım Alttan Toplamalı Isıtma Sistemi

Kazan dairesinin bulunduğu bodrum katın tüm bina tabanına yayılmış olması durumunda rahatlıkla uygulanabilir bir tesisat şeklidir. Günümüzde en çok kullanılan tesisat budur.

Bu sistemi düz teras çatılı binalara uygulamak zordur. Havalık boruları geçişe engel olurlar. Açık ve kapalı sistem olarak dizayn edilebilirler. Günümüzde açık genişleme depolarının mahsurları dikkate alınarak, bu sistem genelde kapalı genişleme depolu alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi olarak kurulmaktadır. Bu sistemin en büyük dezavantajı alt katlar üst katlara oranla daha fazla ısınır.



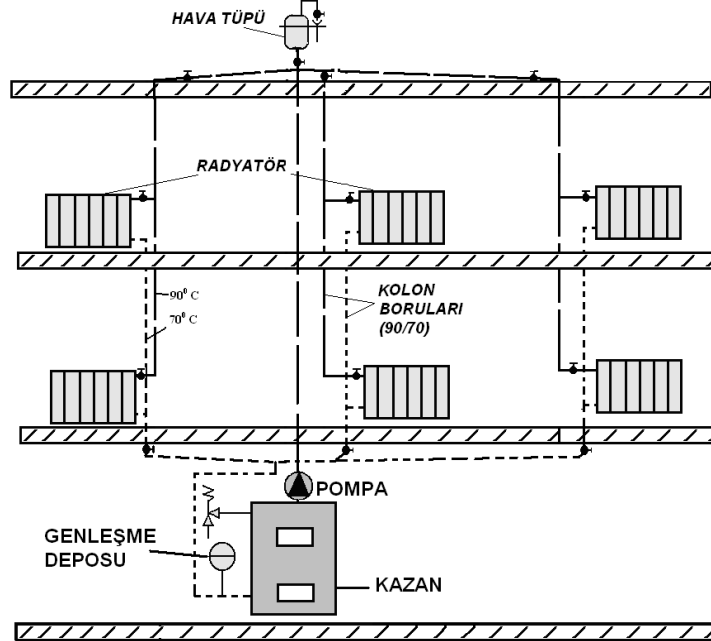
Şekil 3.9. Kapalı genişleme depolu alttan dağıtım alttan toplamalı ısıtma sistemi



Şekil 3.10. Açık genişleme deposu alttan dağıtmalı alttan toplamalı ısıtma sistemi

3.4.2. Üstten Dağıtmalı Altan Toplamalı Isıtma Sistemi

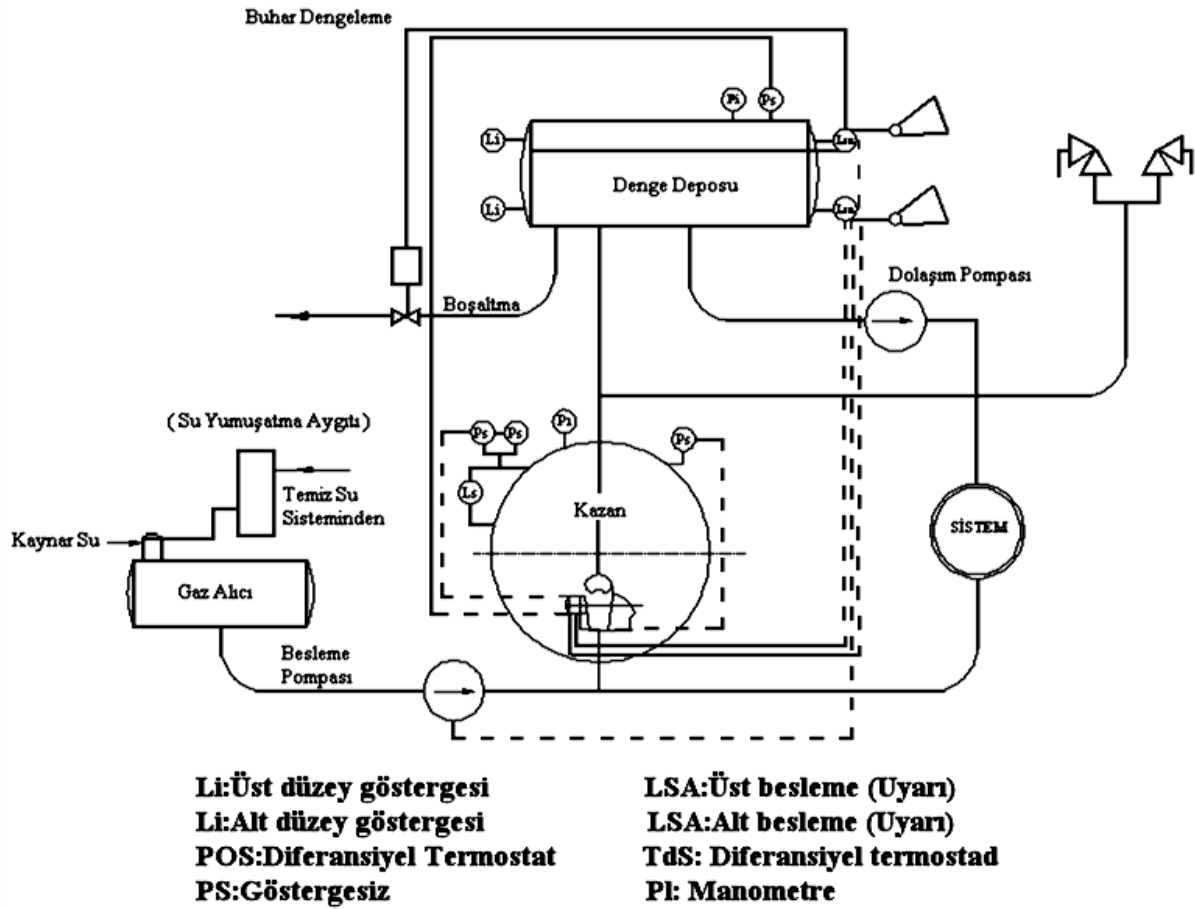
Bu sistem, çatısı olmayan ve tam bodrumlu binalarda uygulanır. Bütün katları homojen olarak ısıtmak mümkündür. Bu nedenle en iyi çalışan sistem olarak bilinmektedir. Bu özelliklerine karşın fazla kullanılan bir sistem değildir.



Şekil 3.11. Kapalı genişleme deposu üstten dağıtmalı, alttan toplamalı ısıtma sistemi

Bu sistemler ya buharla ya da azot gazı ile basınçlandırılırlar. Pompa ile basınçlandırılan sistemler de mevcuttur.

Bu sistemler otomatik kontrole oldukça uygundur. Sistemde kullanılan suyun tamamen kirecinin alınması gerekir. İlk yatırım maliyeti oldukça fazladır.



Şekil 3.13. Kızgın sulu ısıtma sistemleri

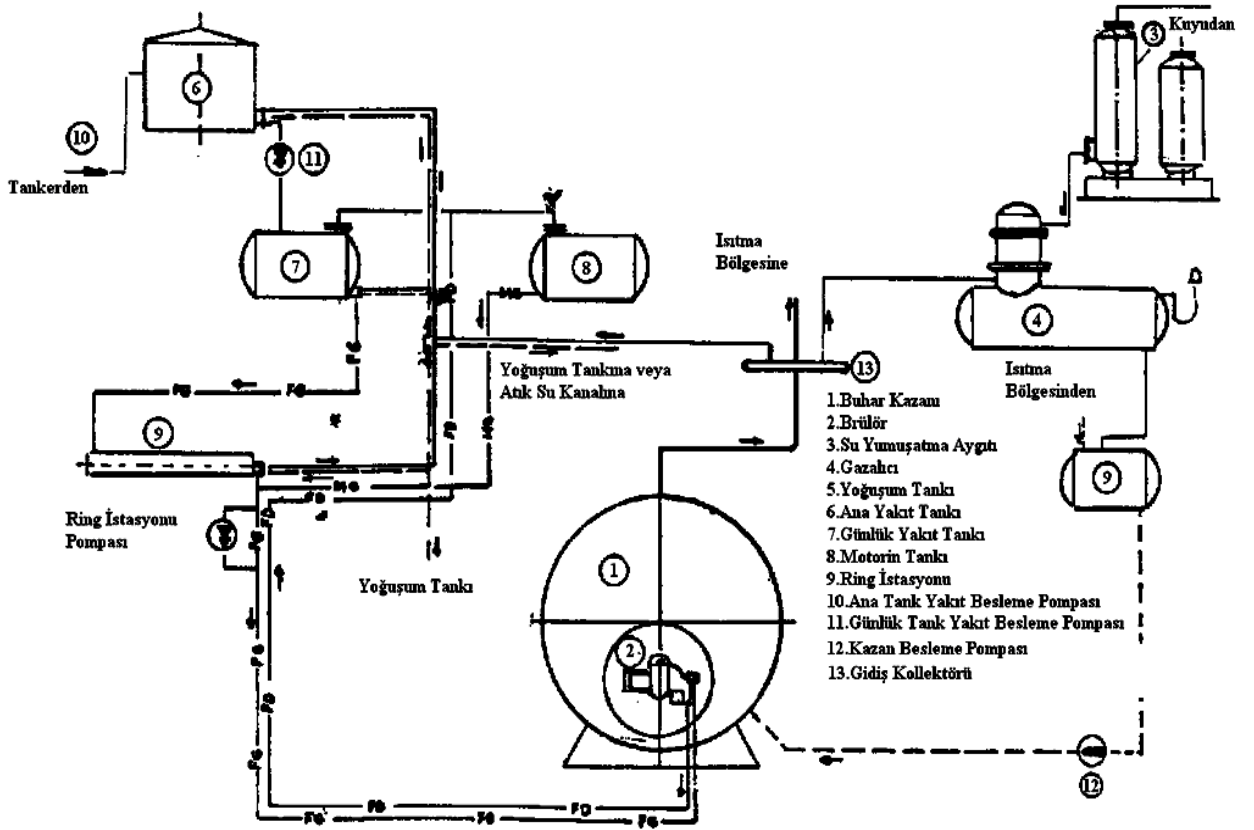
3.6. Buharla Isıtma Sistemleri

Buhar kazanlarında yakıtın yanmasıyla üretilen buhar, tesisata verilmeden önce kollektör üzerindeki yan geçiş ve hat sonlarındaki drenlere açılır.

Sisteme buhar verilmeye başlamadan önce ana buhar vanası yan geçişi açılarak, sistem ısıtılmalı ve önceden kalmış yoğuşan suyun sürüklenmesi sağlanmalıdır. Yan geçiş ve çevrim sonlarında yalnızca buhar geçtiğine emin olununca bu bölümler kapatılır ve doğal buhar kapanı durumuna geçilir. Buhar çıkışı işletme gereksinmelerine yanıt verecek duruma getirilir. Kullanılmayan hatların son noktalarının çok az açık bırakılmasında yarar vardır.

Kazandan alınan buhar çoğu zaman çevrim veya çevrimlerin üzerine konan ve kullanım yerinin basınç gereksinimine göre basınç düşürücülerden geçirilerek kullanılır. Kullanılan buhar bir tankta toplanır, çoğu zaman şamandıralı pompa sistemi ile yoğuşma tankına gönderilir. Böylece ısı ekonomisi sağlanıp verim yükseltilir.

Kullanılan su tamamen kirecsiz olmalıdır. Bu sistemlerde su beslemesi otomatik su düzeyi denetim cihazı tarafından pompaya verilen sinyalle sağlanır.



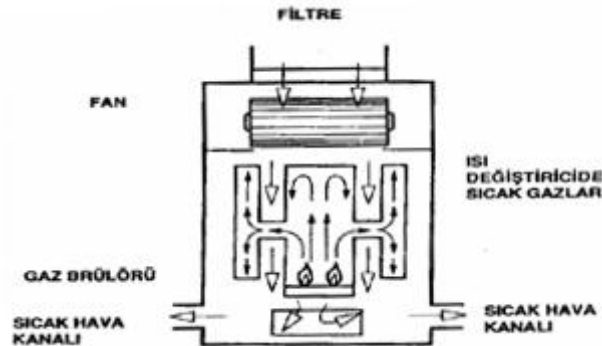
Şekil 3.14. Buhar tesisatı ilke çizelgesi

3.7. Sıcak Hava İstima Sistemleri

Sıcak havayla ısıtma sistemi oldukça ucuz olup villa tipi yapıların tamamının veya bir kısmının ısıtılmasında kullanılır.

Bu sistemlerde sıcak hava üretici katı, sıvı, gaz veya elektrikle çalışabilir. Isınma için gerekli zaman çok kısadır. Sıcak hava cihazlarında ısıtılacak havayı ısı değiştiriciye üfleyen bir fan bulunur. Fan tarafından üretilen ve ısı değiştirici de ısınan hava bir dağıtım odasından bu odayı irtibatlandırılmış kanallara çıkarak ısıtılmak istenilen hacme gönderilir.

Sıcak hava kanalları döşeme veya tavan seviyesinde bulunan çıkış ağzlarında son bulur. Bu ağzılara difüzör denir.

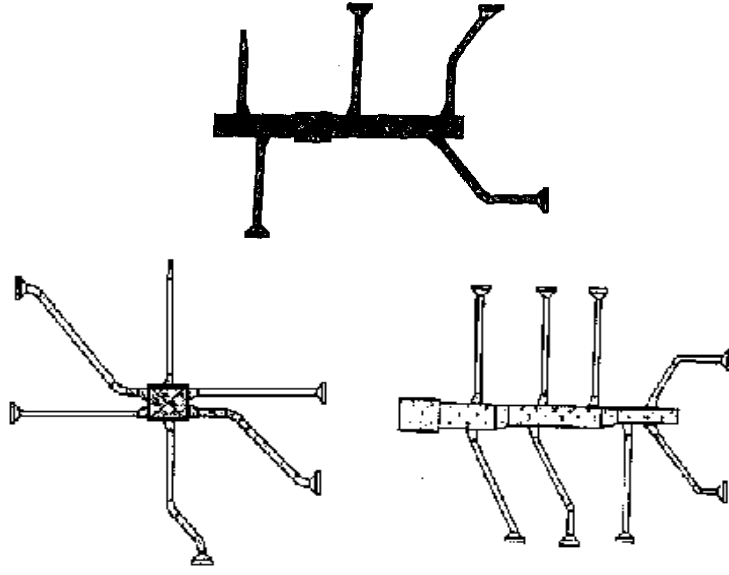


Şekil 3.15. Sıcak hava cihazı

Çıkış ağzları damperlerle ayarlanarak ortam sıcaklığı kontrol edilebilir. Hava kanalları sağlam ve sızdırmaz olmalıdır. Ayrıca kanallar izole edilmelidir.

Yapılan kanal sistemleri şunlardır:

1. Genişletilmiş sistem
2. Radyal sistem
3. Merdiven sistemi



Şekil 3.16. Uygulanan kanal sistemleri

BÖLÜM

4

ISI KAYBI HESABI

AMAÇ

Isı kaybı hesaplarını yapabilme.

Q= Isı kaybı (W)

A= Isı kaybının gerçekleştiği yüzey alanı (m²)

U= Toplam ısı geçirgenlik katsayısı ($\frac{W}{m^2 K}$)

ΔT = Yapı bileşenlerinin iki tarafındaki sıcaklık farkı (K)

Toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U), çeşitli kalınlıktaki katmanlardan (iç sıva + delikli tuğla + Dış sıva gibi) oluşan yapı bileşeninin 1 m² sinden 1 K'lik sıcaklık farkı bulunması durumunda, watt (W) cinsinden geçen ısı miktarıdır. Toplam ısı geçirgenlik katsayısı aşağıda verilen denklem yardımıyla hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\infty_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\infty_{dış}}$$

U: Toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K).

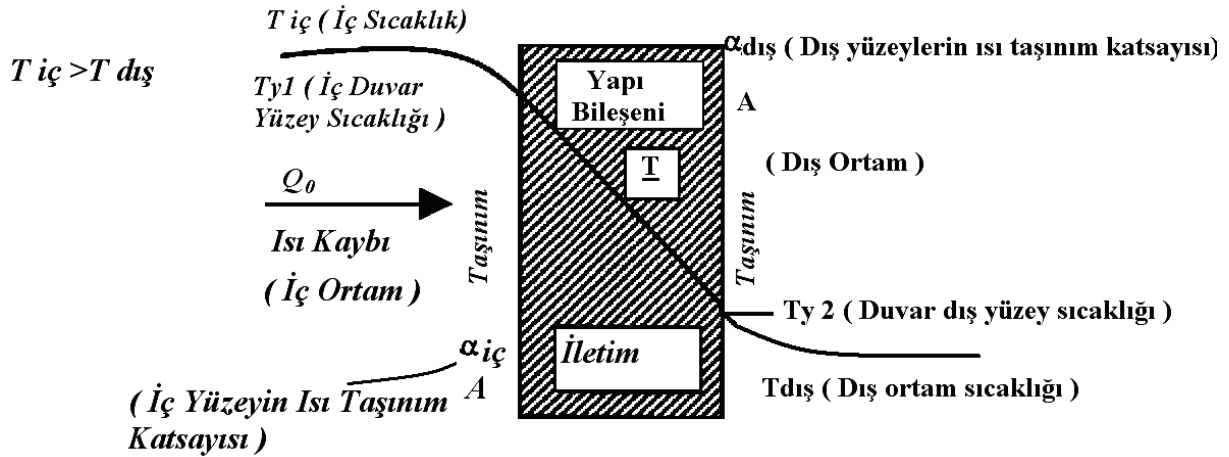
$\infty_{iç}$: İç yüzeyin ısı taşınım katsayısı (W/m²K)

$\infty_{dış}$: Dış yüzeyin ısı taşınım katsayısı (W/m²K),

d: Her bir yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λ_n : Her bir yapı bileşeninin ısı iletkenlik hesap değeri (W/mK),

Yukarıdaki denklemde görüldüğü gibi ısı geçişi iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşmektedir.



Şekil 4.1. İletim ve taşınım yoluyla ısı geçişi

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

Formülde λ_n çeşitli yapı bileşenlerinin ısı iletkenlik katsayısı TS 825 ısı yalıtım kuralları standardı çizelgelerinden alınır. Formüldeki ∞ yüzeysel ısı taşınım direnci değerleri de ilgili

tablodan alınır. Gerekli hesaplamalar yapılarak (U) toplam ısı transfer katsayısı bulunur. A, hesabı yapılan yüzey alanıdır. (ΔT) iç ve dış ortam sıcaklıkları arasındaki farktır. İç ortam sıcaklıkları ve dış ortamın illere göre sıcaklıkları ilgili çizelgelerden alınır. Daha sonra $Q_o=A.U.\Delta T$ formülü ile W cinsinden o yüzeyden geçen ısı miktarı bulunur. Bütün yüzeyler bu şekilde hesaplandıktan sonra toplanarak o odanın ısı kaybı bulunur.

Isı geçirgenliği Δ simgesi ile gösterilir d kalınlığındaki bir yapı bileşenini paralel iki yüzeyinin 1 m^2 sinden $1 \text{ }^\circ\text{C}$ lik sıcaklık farkında bir saatte geçen ısı miktarı, ısı geçirgenliği olarak tanımlanır. Birim $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ dir.

$$\Delta = \frac{\lambda}{d}$$

Isı geçirgenliğinin tersi ısı geçirgenlik direnci olarak tanımlanmaktadır. Birimi $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$

$$\frac{I}{\Delta} = \frac{d}{\lambda}$$

Farklı özelliklerdeki tabakalardan (İç sıva + Delikli tuğla + Dış sıva) oluşan yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci

$$\frac{I}{\Delta} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \text{ İfadesi bulunur.}$$

Toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U) denkleminde ısı geçirgenlik direnci $1/\Delta$ yerine yazarsak denklem

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{1}{\Delta} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

şeklini alır.

4.2. Isı Kaybı Hesabında Çizelge Kullanımı

1. Sütun: Yapı bileşeninin işareti kısaltılmış olarak bu sütuna yazılır.

Çizelge 4.2. Isı Kaybı hesabında Yapı Bileşenleri İçin Kullanılan Semboller

| İşaret | Anlam |
|---------------|-------------------|
| TP | Tek Pencere |
| ÇP | Çift Pencere |
| ÇCP | Çift Camlı |
| DK | Dış Kapı |
| İK | İç Kapı |
| BK | Balkon Kapısı |
| BDD | Bitişik Dış Duvar |
| KD | Komşu Duvar |
| DD | Dış Duvar |
| İD | İç Duvar |
| Ta | Tavan |
| Dö | Döşeme |

2.Sütun: Yapı bileşenini yönü kısaltılmış olarak bu sütuna yazılır.

DOĞU = → **D**

BATI = → **B**

KUZEY = → **K**

GÜNEY = → **G**

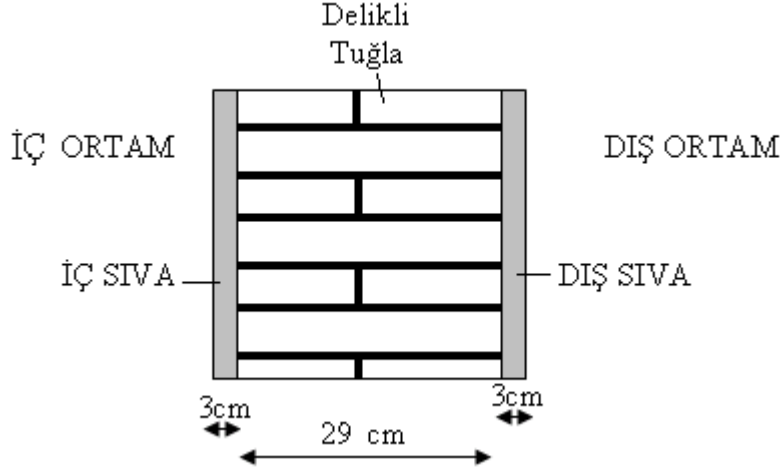
KUZEY DOĞU = → **KD**

KUZEY BATI = → **KB**

GÜNEY DOĞU = → **GD**

GÜNEY BATI = → **GB**

3. Sütun: Yapı bileşeninin kalınlığı cm olarak yazılır.



Kalınlık: 35 cm

Kalınlık binanın değişik yerlerinde kullanılan duvarlara göre değişir. 13 cm, 14 cm, 24 cm, 35 cm gibi.

Alan Hesabı:

4. Sütun : Hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeninin uzunluğu m (metre) olarak yazılır.

5. Sütun : Hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeninin m olarak yüksekliği veya genişliği yazılır.

6. Sütun: Toplam alanı bulabilmek için 4. ve 5. sütunlar çarpılıp bu sütuna yazılır (m²)

7. Sütun : Miktar olarak tanımlanan bu sütuna 6. sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır. Örneğin pencere gibi aynı boyuta sahip alanlarda, pencereden sadece birinin alanı 6. sütuna yazılır. Bu eşit alanlı pencerelerden kaç adet varsa değer 7. sütuna yazılır.

8. Sütun : Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkartılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmaktadır. Bir önceki satırlarda çıkarılacak alanlar yazılarak, duvar alanı hesabı yapılırken çıkarılacak alanların çıkarılması gerekir. Çıkarılan alan olarak tanınan bu sütuna bir önceki satır veya satırların 6. sütundaki değer veya toplam değer yazılır.

9. Sütun : 6. sütunda yazılan toplam alandan 8. sütunda yazılan alan çıkarılır. Hesaba girecek net duvar alanı bu sütuna yazılır.

$Q_o = U \cdot A \cdot \Delta T$ Formülündeki A sembolüyle gösterilen alan işte bu alandır.


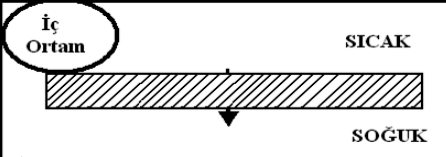
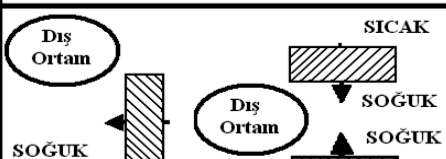
10. Sütun:

$Q_o=U.A.\Delta T$ formülündeki U sembolü ile gösterilen ısı geçirgenlik katsayısı değeri bu sütuna yazılır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3} + \frac{d_4}{k_4} + \frac{1}{h_2}$$

Formülünde (∞) yüzeysel ısı taşınım dirençleri aşağıdaki çizelgeden alınır.

Çizelge 4.3. Yüzeysel Isı Taşınım Direnç Değerleri

| Durum | Yüzeysel Isı Taşınım Direnci m ² K/W |
|---|---|
|  <p>İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya vukarı</p> | 0.13 |
|  <p>İç Yüzeyler, Isı geçişi aşağı</p> | 0.17 |
|  <p>Bütün Dış Yüzeyler</p> | 0.04 |

Pencere ve kapılar için ısı geçirgenlik direnç katsayıları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.4 . Pencere ve Kapılar İçin Toplam Isı Geçirgenlik Katsayıları

| PENCERE ve KAPILAR | ISI GEÇİRGENLİK KATSAYISI (U) W/m²K |
|---|---|
| AHŞAP PENCERE ve KAPILAR | |
| Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK) | 5.2 |
| Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 6 mm) | 3.3 |
| Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 12 mm) | 2.9 |
| Camsız dış kapı (DK) | 3.5 |
| Bitişik (mutabık) çift, kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK) | 2.6 |
| Kasalı çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK) | 2.6 |
| METAL PENCERE ve KAPILAR (Hazır profillerinden en az iki binili) | |
| Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK) | 5.8 |
| Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 6 mm) | 4.0 |
| Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) ve dış kapı (DK) (iki cam arası 12 mm) | 3.6 |
| Bitişik (mutabık) çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK) | 3.5 |
| Kasalı çift kanatlı pencere (ÇP) ve dış kapı (DK) | 3.3 |
| Tepe penceresi (basit) (TP) | 5.8 |
| Tepe penceresi (çift) (TP) | 3.5 |
| PLASTİK (PVC) PENCERELER | |
| Basit tek camlı pencere (TP) ve dış kapı (DK) | 5.0 |
| Özel birleştirilmiş çift camlı pencere (ÇCP) | 2.6 |

Pencere ve kapılar için bu değerler direk ısı kaybı hesap çizelgesine yazılır.

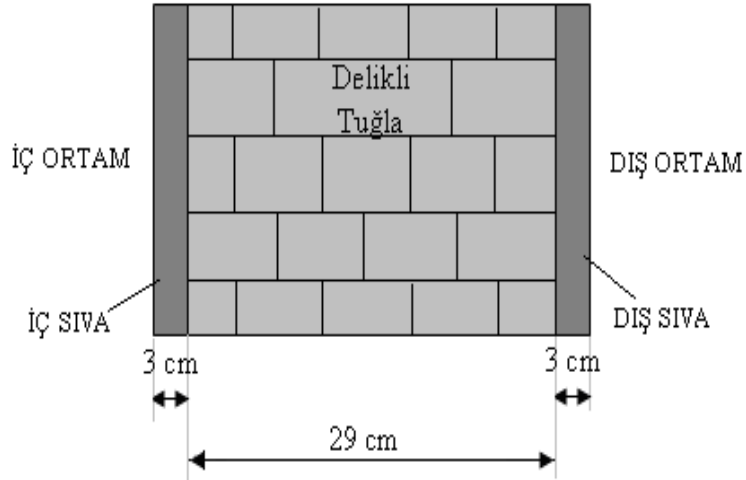
Hava tabakasının ısı geçirgenlik dirençleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.5. Hava Tabakalarının Isı Geçirgenlik Dirençleri

| Hava Tabakasının Durumu | Değişik kalınlıklardaki hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri | | | | | | |
|---------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | $\frac{1}{\Delta} = \frac{m^2 K}{W}$ | | | | | | |
| | Kalınlık (cm) | | | | | | |
| | 05. | 1 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Düşey | 0.11 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.16 |
| Yatay (sıcak yüzey altta) | 0.11 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| Yatay (sıcak yüzey üstte) | 0.11 | 0.14 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |

1 boşluklu hafif tuğla ve beton briket dolgu asmolen döşemelerde döşemenin ısı geçirgenlik direnci kaplamasız olarak $\frac{1}{\Delta} = 0.26 \text{ m}^2\text{K/W}$ olarak kabul edilir

Şimdi 29 cm'lik iç ve dış sıvalı tuğla duvar için Toplam Isı Transfer (Geçirgenlik) katsayısını hesaplayalım



$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{du}}$$

| Durum | Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri m ² K/W |
|-------|---|
| | İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya yukarı 0.13 |
| | İç yüzeyler ısı geçişi aşağı 0.17 |
| | Bütün dış yüzeyler 0.04 |

Şekil 4.3. Yüzeysel ısı taşınım dirençleri

α değerleri yukarıda verilen yüzeysel ısı taşınım dirençleri çizelgesinden alınır. .

λ h ısı iletkenlik hesap değerleri TS 825 ten alınır (TS 825 EK-5).

Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin ısı iletkenliği Hesap Değerleri (λ_n) ve Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörleri (μ) değerleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.6.Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin ısı iletkenliği Hesap Değerleri

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim kütleşi ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾ |
|---------|--|--|---|---|
| 1 | Doğal taşlar | | | |
| 1.1 | Kristal yapılı püskürük ve meta formik taşlar (granit, bazalt, mermer vb.) | >2800 | 3,5 | |
| 1.2 | Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.) | 2600 | 2,3 | |
| 1.3 | Gözenekli püskürük taşlar | <1600 | 0,55 | |
| 2 | Doğal zeminler (doğal nemlikte) | | | |
| 2.1 | Kum, kum-çakıl | 1800 | 1,4 | |
| 2.2 | Kil, sıkı toprak | 2000 | 2,1 | |
| 3 | Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda) | | | |
| 3.1 | Kum, çakıl, kırma taş (mıcır) | 1800 | 0,7 | |
| 3.2 | Bims çakılı (TS 3234) | ≤ 1000 | 0,19 | |
| 3.3. | Yüksek fırın cürufu | ≤ 600 | 0,13 | |
| 3.4 | Kömür curufu | ≤ 1000 | 0,23 | |
| 3.5 | Gözenekli doğal taş mıcırları | ≤ 1200 | 0,22 | |
| | | ≤ 1500 | 0,27 | |
| 3.6 | Genleştirilmiş prelit agregası (TS 3681) | ≤ 50 | 0,046 | |
| | | ≤ 100 | 0,058 | |
| | | ≤ 150 | 0,070 | |
| | | ≤ 200 | 0,081 | |
| 3.7 | Genleştirilmiş mantar parçacıkları | ≤ 200 | 0,05 | |
| 3.8 | Polistiren, sert köpük kapçacıkları | 15 | 0,045 | |
| 3.9 | Testere ve planya talaşı | 200 | 0,07 | |
| 3.10 | Saman | 150 | 0,058 | |
| 4 | Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları | | | |
| 4.1 | Kireç harcı, kireç-çimento harcı | 1800 | 0,87 | 15-30 |
| 4.2 | Çimento harcı | 2000 | 1,4 | 15-31 |
| 4.3 | Alçı harcı, kireçli alçı harcı | 1400 | 0,7 | 10 |
| 4.4 | Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva | 1200 | 0,35 | 10 |
| 4.5 | Alçı harçlı şap | 2000 | 1,2 | 15-35 |
| 4.6 | Çimento harçlı şap | 200 | 1,4 | 15-35 |
| 4.7 | Dökme asfalt kaplama, kalınlık ≥ 15 mm | 2300 | 0,9 | |
| 4.8 | Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları | 800 900 1000 | 0,30 0,35 0,38 | |
| 4.9 | Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları | 400 500 600 700 800 | 0,14 0,20 0,24 0,29 | |
| 5 | Büyük boyutlu yapı elemanları ve bileşenleri (kolon, kiriş, döşeme ve ısı iletkenliği hesabına esas yüzeyi 0,25 m ² den büyük olan perde, panolar gibi) | | | |
| 5.1 | Normal beton, (TS 500'e uygun) doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar | 2400 2200 | 2,1 1,71 | 70-150 70-150 |

Çizelge 4.7. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isıl İletkenliği Hesap Değerleri

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim kütle ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri ⁴⁾ λ_h W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü ⁶⁾ μ |
|---------|--|---|--|--|
| 5.2 | Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız | | | |
| 5.2.1 | Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114'te uygun agregalarla) ³⁾ | 800 900 100 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1800 2000 | 0,39 0,44 0,49 0,55 0,62 0,70 0,79 0,89 1,00 1,30 1,60 | 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 70-150 |
| 5.2.2 | Yalnız genişletilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) ⁵⁾ | 300 400 500 600 700 800 900 1000 1200 1400 1600 | 0,10 0,13 0,15 0,19 0,21 0,24 0,27 0,30 0,35 0,42 0,49 | |
| 5.3 | Tüvanan halindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) | | | |
| 5.3.1 | Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar | 1600 1800 2000 | 0,81 1,10 1,40 | 3-10 . 5-10 |
| 5.3.2 | Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar | 600 700 800 900 1200 1400 1600 1800 2000 | 0,22 0,26 0,28 0,36 0,46 0,57 0,75 0,92 1,20 | 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 |
| 5.3.3 | Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar (TS 3234'e uygun) (TS 2823'e uygun yapı elemanları dahil) | 500 600 700 800 900 1000 1200 | 0,15 0,18 0,20 0,24 0,27 0,32 0,44 | 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 5-15 |
| 5.4 | Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar | | | |
| 5.4.1 | Ahşap testere veya planya talaşı betonu | 400 600 800 1000 1200 | 0,14 0,19 0,25 0,35 0,44 | |
| 5.4.2 | Çeltik kapağı betonu | 600 700 | 0,14 0,17 | |

Çizelge 4.8 Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isıl İletkenliği Hesap Değerleri

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim külesi ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_k ²⁾ W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü μ |
|----------------|--|--|---|---|
| 5.5 | Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453'e uygun yapı elemanları dâhil) | 400 | 0,14 | 5-10 |
| | | 500 | 0,16 | 5-10 |
| | | 600 | 0,19 | 5-10 |
| | | 700 | 0,21 | 5-10 |
| | | 800 | 0,23 | 5-10 |
| 6 | Yapı plakları ve levhaları | | | |
| 6.1 | Gaz beton yapı levhaları (TS 453'e uygun plaklar) | | | |
| 6.1.1 | Normal derz kalınlığında ve normal harçta yerleştirilen levhalar | 500 | 0,22 | 5-10 |
| | | 600 | 0,24 | 5-10 |
| | | 700 | 0,27 | 5-10 |
| | | 800 | 0,29 | 5-10 |
| 6.1.2 | İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar | 500 | 0,19 | 5-10 |
| | | 600 | 0,22 | 5-10 |
| | | 700 | 0,24 | 5-10 |
| | | 800 | 0,27 | 5-10 |
| 6.2 | Hafif betondan duvar plakları | 800 | 0,29 | 5-10 |
| | | 900 | 0,32 | 5-10 |
| | | 1000 | 0,37 | 5-10 |
| | | 1200 | 0,47 | 5-10 |
| | | 1400 | 0,58 | 5-10 |
| 6.3 | Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451, TS. 452, TS 1474'e uygun) | 600 | 0,29 | 5-10 |
| | | 750 | 0,35 | 5-10 |
| | | 900 | 0,41 | 5-10 |
| | | 100 | 0,47 | 5-10 |
| | | 1200 | 0,58 | 5-10 |
| 6.4 | Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS 3682'ye uygun) | 600 | 0,29 | 5-10 |
| | | 750 | 0,35 | 5-10 |
| | | 900 | 0,41 | 5-10 |
| 6.5 | Alçı karton plakalar (TS 452'e uygun) | 900 | 0,21 | 8 |
| 7 | Kâğır duvarlar | | | |
| 7.1.1 | TS 704, TS 705'e uygun tuğlalarla yapılan kâğır duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger (TS 2602) | 1800 | 0,81 | 50-100 |
| | | 2000 | 0,94 | 50-100 |
| | | 2200 | 1,20 | 50-100 |
| 7.1.2 | TS 704, TS 705'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar | 1200 | 0,50 | 5-10 |
| | | 1400 | 0,58 | 5-10 |
| | | 1600 | 0,68 | 5-10 |
| | | 1800 | 0,81 | 5-10 |
| | | 2000 | 0,96 | 5-10 |
| 7.1.3 | Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli) | | | |
| 7.1.3.1 | Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar | 700 | 0,35 | 5-10 |
| | | 800 | 0,38 | 5-10 |
| | | 90 | 0,42 | 5-10 |
| | | 1000 | 0,45 | 5-10 |
| 7.1.3.2 | TS 4916'ya uygun harç kullanılarak ASE sınıfı tuğlalarla yapılan duvarların ²⁾ | 700 | 0,30 | 5-10 |
| | | 800 | 0,33 | 5-10 |
| | | 900 | 0,36 | 5-10 |
| | | 1000 | 0,39 | 5-10 |
| 7.1.4 | Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun W sınıfı tuğlalarla, normal veya harç cepli) | | | |

Çizelge 4.9.Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isıl İletkenliği Hesap Değerleri

TS 825 EK 5'in Devamı

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim kütle ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_h ⁴⁾ W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾ |
|---------|--|---|--|--|
| 7.1.4.1 | Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar | ≤ 700 800 900 1000 | 0,30 0,33 0,36 0,39 | 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.1.4.2 | TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar ²⁾ | ≤ 700 800 900 1000 | 0,24 0,27 0,30 0,33 | 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.1.5 | Düsey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS 4377'ye uygun W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla) | | | |
| 7.1.5.1 | Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar | ≤ 700 800 900 1000 | 0,24 0,24 0,30 0,34 | 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.1.5.2 | TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı lamba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar ²⁾ | ≤ 700 800 900 1000 | 0,18 0,21 0,24 0,28 | 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.1.6 | Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563) | ≤ 1000 | 0,45 | 5-10 |
| 7.2 | Kireç kum taşı duvarlar (TS 808'e uygun) | 700 800 900 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 | 0,35 0,40 0,44 0,50 0,57 0,70 0,79 0,99 1,10 1,30 | 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-100 |
| 7.3 | Gaz beton duvar blokları ile duvarlar (TS 453'e uygun) | | | |
| 7.3.1 | Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklara duvarlar | 400 500 600 700 800 | 0,20 0,22 0,24 0,27 0,29 | 5-10 5-10 5-10 5-10 5-100 |
| 7.3.2 | İnce derzli (derz kalınlığı ≤ 3 mm) veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) | 400 500 600 700 800 | 0,15 0,17 0,20 0,23 0,27 | 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.3.3 | TS 4916'ya uygun harç kullanılarak gaz beton bloklarla yapılan duvarlar ²⁾ | 400 500 600 700 800 | 0,14 0,16 0,18 0,21 0,23 | 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 |
| 7.4 | Beton briket veya duvar blokları ile duvarlar | | | |
| 7.4.1 | Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) | 500 600 700 800 900 1000 1200 1400 1600 1800 2000 | 0,32 0,34 0,7 0,40 0,43 0,46 0,54 0,63 0,74 0,87 0,99 | 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 5-10 |

Çizelge 4.10. Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isıl İletkenliği Hesap Değerleri

TS 825 EK 5'in Devamı

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri λ_n ⁴⁾ W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü μ ⁶⁾ |
|---------|--|--|---|---|
| 7.4.2 | Doğal bims beton dandolu bloklarda duvarlar (TS 2823'e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış) | 500 | 0,29 | 5-10 |
| | | 600 | 0,32 | 5-10 |
| | | 700 | 0,35 | 5-10 |
| | | 800 | 0,39 | 5-10 |
| | | 900 | 0,43 | 5-10 |
| | | 1000 | 0,46 | 5-10 |
| | | 1200 | 0,54 | 5-10 |
| | | 1400 | 0,63 | 5-10 |
| | | 1600 | 0,74 | 5-10 |
| | | 1800 | 0,87 | 5-10 |
| 2000 | 0,99 | 5-10 | | |
| 7.4.3 | Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823'e uygun SW türü bloklarla) Uzunluk \geq 490 mm 240 mm \leq Uzunluk < 490 mm | 500 | 0,20 | 5-10 |
| | | 600 | 0,22 | 5-10 |
| | | 700 | 0,25 | 5-10 |
| | | 800 | 0,28 | 5-10 |
| | | 500 | 0,22 | 5-10 |
| | | 600 | 0,24 | 5-10 |
| | | 700 | 0,28 | 5-10 |
| | | 800 | 0,31 | 5-10 |
| 7.4.4 | Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklara) | | | |
| 7.5 | Boşluklu briket veya bloklarla duvarlar | | | |
| 7.5.1 | Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS 2823'e uygun BDB türü bloklarla) | | | |
| 7.5.1.1 | 2 sıra boşluklu; genişlik \leq 240 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik \leq 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik \leq 365 mm, 5 sıra boşluklu; genişlik \leq 490 mm, 6 sıra boşluklu; genişlik \leq 490 mm, olan bloklarda | 500 | 0,29 | 5-10 |
| | | 600 | 0,32 | 5-10 |
| | | 700 | 0,35 | 5-10 |
| | | 800 | 0,39 | 5-10 |
| | | 900 | 0,44 | 5-10 |
| | | 100 | 0,49 | 5-10 |
| | | 1200 | 0,60 | 5-10 |
| | | 1400 | 0,73 | 5-10 |
| 7.5.1.2 | 2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda | 500 | 0,29 | 5-50 |
| | | 600 | 0,34 | 5-50 |
| | | 700 | 0,39 | 5-50 |
| | | 800 | 0,46 | 5-50 |
| | | 900 | 0,55 | 5-50 |
| | | 100 | 0,64 | 5-50 |
| | | 1200 | 0,76 | 5-50 |
| 1400 | 0,90 | 5-50 | | |
| 7.5.2 | Normal betondan boşluklu briket ve bloklarda duvarlar (TS 406'ya uygun) | | | |
| 7.5.2.1 | 2 sıra boşluklu; genişlik \leq 240 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik \leq 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik \leq 365 mm olan bloklarda | \leq 1800 | 0,92 | 20-30 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 7.5.2.2 | 2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda | \leq 1800 | 1,3 | 20-30 |
| | | | | |

Çizelge 4.11.Yapı Malzeme ve Bileşenlerinin Isıl İletkenliği Hesap Değerleri

TS 825 EK 5'in Devamı

| Sıra No | Malzeme veya bileşenin çeşidi | Birim hacim kütlesi ¹⁾ kg/m ³ | Isıl iletkenlik Hesap değerleri ⁴⁾ W/mK | Su buharı difüzyon direnç faktörü ⁵⁾ μ |
|------------|--|--|---|--|
| 7.6 | Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar Taşın birim hacim kütlesi; < 1600 kg/m ³ ≤ 1600, <2000 kg/m ³ ≤ 2000, <2600 kg/m ³ ≤ 2600 kg/m ³ | | 0,80 1,16 1,74 2,56 | |
| 8 | Ahşap ve ahşap mamulleri | | | |
| 8.1 | Ahşap | | | |
| 8.1.1 | İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar | 600 | 0,13 | 40 |
| 8.1.2 | Kayın, meşe, dişbudak | 800 | 0,20 | 40 |
| 8.2 | Ahşap memülleri | | | |
| 8.2.1 | Kontrplak (TS 46), kontratabla (TS 1047) | 800 | 0,13 | 50-400 |
| 8.2.2 | Ahşap yonga levhalar | | | |
| 8.2.2.1 | Yatık yongalı levhalar (TS 180, TS 1617) | 700 | 0,13 | 50-400 |
| 8.2.2.2 | Dik yongalı levhalar (TS 3482) | 700 | 0,17 | 20 |
| 8.2.3 | Odun lifi levhalar | | | |
| 8.2.3.1 | Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64) | 600 800 1000 | 0,13 0,15 0,17 | 70 70 70 |
| 8.2.3.2 | Hafif odun lifi levhalar | ≤ 200 ≤ 300 | 0,046 0,058 | 5 5 |
| 9 | Kaplamalar | | | |
| 9.1 | Döşeme kaplamaları | | | |
| 9.1.1 | Linolyum | 1000 | 0,17 | |
| 9.1.2 | Mantarlı linolyum | 700 | 0,08 | |
| 9.1.3 | Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC) | 4500 | 0,23 | |
| 9.1.4 | Halı vb. kaplamalar | 250 | 0,07 | |
| 9.2 | Suya karşı yalıtım kaplamaları | | | |
| 9.2.1 | Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar | | | |
| 9.2.2 | Armatürlü bitümlü pestiller (membranlar) Bitümlü karton Cam tülü armatürlü bitümlü pestil 0,01 mm alüminyum folyolu bitümlü pestil cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri | 1100 1200 900 2000 2000-5000 | 0,19 0,19 0,26 0,19 0,30 | 2000 14000 100000 14000 20000 |
| 9.2.3 | Armatürlü veya armatürsüz plastik pestil ve folyolar Polietilen folyo PVC örtü PIB polyisobütilen örtü ECB etilen kopolimer örtü EPDM etilen propilen kauçuk örtü | 1000 1200 1600 1000 1200 | 0,19 0,19 0,26 0,19 0,30 | 80000 42000 300000 80000 100000 |
| 10 | Isı yalıtım malzemeleri | | | |
| 10.1 | Odun talaşı levhaları (TS 305) Levha kalınlığı ≥ 25 mm Levha kalınlığı = mm | 360-480 570 | 0,09 0,15 | 2-5 2-5 |
| 10.2 | Sentetik köpük malzemeler | | | |
| 10.2.1 | Polistiren sert köpük levhalar (PS) | | | |
| 10.2.1.1 | Polistiren-partiküller köpük (TS 7316) | ≥ 15 | 0,040 | 20,250 |
| 10.2.1.2 | Polistiren-ekstrüde köpük XPS (TS 11989) | | | |
| 10.2.1.2.1 | Yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı levhalar | ≥ 20 | 0,031 | 8-250 |
| 10.2.1.2.2 | Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar | ≥ 30 | 0,028 | 8-250 |
| 10.2.2 | Polüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981) | ≥ 30 | 0,035 | 30-100 |
| 10.3 | Fenol reçinesinden sert köpük levhalar | ≥ 30 | 0,040 | 10-50 |
| 10.4 | Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901) | 8-500 | 0,040 | 1 |
| 10.5 | Cam köpüğü levhalar | 100500 | 0,052 | 10000 |
| 10.6 | Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304) | 80-160 >160-250 >250-500 | 0,040 0,050 0,055 | 10 30 35 |
| 10.7 | Kamıştan hafif levhalar | | 0,058 | |

| | Malzeme Cinsi | Kalınlık , d (m) | Isı iletkenlik hesap Isı iletkenlik d değeri değeri λ_n (W/m K) |
|---|---------------|------------------|---|
| a | Dış Sıva | 0,03 | 1,4 |
| b | Delikli Tuğla | 0,29 | 0,50 |
| c | İç Sıva | 0,03 | 0,87 |

Bulunan bu değerlerden sonra Toplam ısı geçirgenlik katsayısı U şöyle hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{1,4} + \frac{0,29}{0,50} + \frac{1}{0,87}$$

$$\frac{1}{U} = 0,714 + 0,58 + 1,15$$

$$\frac{1}{U} = 2,444$$

$$U = 0,41$$

11. Sütun: Dış ortam sıcaklıkları ve tesisat projelerinde kullanılan iç ortam sıcaklıkları tablolardan alınır.

$\Delta T = (T_{iç} - T_{dış})$ formülüyle hesaplanarak bu sütuna yazılır.



EK-2: Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabında Kullanılacak Dış Sıcaklık Değerleri
Çizelge 4.12. Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabında Kullanılacak Dış Sıcaklık Değerleri

| Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| Acıpayam | -6 | Ayancık | -3 R | Bozkurt | -3 R | Çukurca | -18 |
| ADANA | 0 R | Ayazı | -6 R | Bozova | -6 R | Çumra | -12 |
| ADAPAZARI | -3 R | Ayaş | -12 R | Bozüyük | -9 R | Çüngüş | -9 |
| Adilcevaz | -15 | AYDIN | -3 R | Bucak | -9 | Çıldır | -21 |
| ADİYAMAN | -9 | Ayvacık | -3 R | Bulancak | -3 | Çınar | -6 R |
| Ağlasun | -9 | Ayvalık | -3 R | Bulanık | -21 | Daday | -12 |
| Ağın | -15 | Azdavay | -9 | Buldan | -6 | Darende | -15 |
| AGRI | -24 | Babaeski | -9 R | BURDUR | -9 | Datça | -3 R |
| AFYON | -12 R | Bafra | -3 R | Burhaniye | -3 R | Demirci | -6 R |
| Afşin | -15 | Bahçe | -3 | BURSA | -6 R | Demirköy | -9 R |
| Ahlat | -15 | Bala | -12 R | Bünyan | -15 | DENİZLİ | -6 |
| Akçaabat | -3 | BALIKESİR | -3 R | Ceyhan | 0 R | Dereli | -6 |
| Akçadağ | -12 | Balyağ | -3 R | Cide | -3 R | Derik | -6 R |
| Akçakale | -6 R | Banaz | -9 R | Cihanbeyli | -12 | Develi | -15 |
| Akçakoca | -3 R | Bandırma | -6 R | Cire | -6 | Devrek | -9 |
| Akdağ Madeni | -15 | BARTIN | -3 R | Çal | -9 | Devrekâni | -12 |
| Akhisar | -3 R | Başkale | -27 | Çamardı | -15 R | Dicle | -9 |
| Akkuş | -6 | Baskil | -12 | Çameli | -6 | Digor | -27 |
| AKSARAY | -15 | BATMAN | -9 | Çan | -3 | Dikili | -3 R |
| Akseki | -9 R | Bayat | -15 | ÇANAKKALE | -3 R | Dinar | -9 |
| Akşehir | -12 | BAYBURT | -15 | Çankaya | -12 R | Divriği | -18 |
| Alaca | -15 | Bayhan | -12 | ÇANKIRI | -15 | Diyadin | -24 |
| Alaçam | -3 R | Bayramiç | -3 R | Çardak | -9 | DIYARBAKIR | -9 R |
| Alanya | +3 R | Bayındır | -3 | Çarşamba | -3 R | Doğanhisar | -12 |
| Alaşehir | -6 | Bergama | -3 R | Çat | -21 | Doğanşehir | -9 |
| Almus | -12 | Besni | -9 | Çatalak | -21 | Doğubayazıt | -27 |
| Altınözü | 0 R | Berişi | -9 | Çatalca | -6 R | Dörtöy | +3 R |
| Altıntaş | -12 | Beykoz | -3 R | Çatalzeytin | -3 R | Durağan | -9 |
| Aluçra | -12 | Beyşehir | -12 R | Çay | -12 | Dursunbey | -9 R |
| AMASYA | -12 | Beytüşşebap | -18 | Çaycuma | -6 R | Düzce | -9 R |
| Anamur | +3 | Beyşehir | -12 | Çayeli | -3 | Eceabat | 3 R |
| Andırın | -9 | Biga | -3 R | Çaykara | -9 | EDİRNE | -9 |
| ANKARA | -12 R | Bigadiç | -6 R | Çayyralan | -15 | Edremit | -3 R |
| ANTAKYA | 0 R | BİLECİK | -9 R | Çayyırı | -18 | Eğirdir | -9 |
| ANTALYA | +3 R | BİNGÖL | -18 R | Çekerek | -15 | Eflani | -12 |
| Araban | -9 | Birecik | -6 R | Çelikhhan | -9 | ELAZIĞ | -12 |
| Araç | -15 | Bismil | -9 | Çemişkezek | -15 | Elbistan | -12 |
| Araçlı | -3 | BİTLİS | -15 | Çerkezköy | -9 R | Eleşkirt | -24 |
| Arpaçay | -27 | Boğazlıyan | -15 | Çerkeş | -15 | Elmalı | -9 |
| Arapkir | -15 | Bodrum | +3 R | Çermik | -9 R | Emet | -9 R |
| Ardahan | -21 | BOLU | -15 | Çeşme | 0 | Emirdağ | -12 |
| Ardanuç | -9 | Bolvadin | -12 | Çiçekdağ | -15 | Enez | -9 R |
| Ardeşen | -3 | Bor | -15 R | Çifteler | -15 R | Erbaa | -12 |
| Arguvan | -12 | Borçka | -3 | Çine | -3 R | Erciş | -15 |
| Arhavi | -3 | Bornova | 0 R | Çivril | -9 | Erdek | -6 R |
| Artova | -12 | Boyabat | -9 | Çorlu | -9 R | Erdemli | +3 |
| ARTVİN | -9 | Bozcaada | -15 | Çoruh | -9 | Ereğli (Karadeniz) | -3 R |
| Aşkale | -21 | Bozdoğan | +3 R | ÇORUM | -15 | Ereğli (Konya) | -15 |
| Avanos | -15 | Bozkır | -9 | Çubuk | -12 R | Ergani | -9 |

Çizelge 4.13.Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabında Kullanılacak Dış Sıcaklık Değerleri

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

EK-2: Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabında Kullanılacak Dış Sıcaklık Değerleri (Devam)
Çizelge 4.14. Yerleşim Yerlerine Göre Isı Hesabında Kullanılacak Dış Sıcaklık Değerleri

| Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C | Merkez | Sıcaklık °C |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------|----------------|
| Mihalıççık | -12 R | Pazar | -3 | Şefaathlı | -15 | Uluborlu | -9 |
| Milis | 0 | Pazarcık | -9 | Şemdinli | -27 | Uludere | -12 |
| Mucur | -12 | Pazaryeri | 9 | Şereflikoçhisar | 12 | Ulukışla | -15 |
| Mudanya | -3 R | Pehlivanköy | -9 R | ŞIRNAK | -6 | Ulus | -6 R |
| MUĞLA | 3 R | Perşembe | -3 R | Şile | -3 R | URFA | -9 R |
| Mudurnu | -9 | Pertek | -12 | Şiran | -15 | Uzunköprü | -9 R |
| Muradiye | -18 | Pervari | -15 | Şirvan | -12 | UŞAK | -3 R |
| Mutarlı | -6 R | Pınarbaşı | -15 | Şuhut | -12 R | Ünye | -15 |
| Mut | -9 | Posof | -15 | Taşköprü | -12 | Urfa | -3 R |
| Mutki | -15 | Pozantı | -9 | Taşlıçay | -24 | Üsküdar | -3 |
| MUŞ | -18 | Pülümür | -16 | Taşova | -12 | Vakfikebir | -15 |
| Nallıhan | -12 R | Pütürge | -9 | Tatvan | -15 | VAN | -21 |
| Narman | -24 | Refahiye | -18 | Tavas | -3 | Varto | -9 |
| Nazilli | -3 | Reşadiye | -12 | Tavşanlı | -9 R | Vezirköprü | -6 R |
| Nazimiye | -18 | Reyhanlı | -3 R | Tefenni | -9 | Viranşehir | -6 R |
| NEVŞEHİR | -15 | RİZE | -3 | TEKİRDAĞ | -6 R | Vize | -15 |
| NİĞDE | -15 R | Safranbolu | -12 | Tekmen | -21 | Yahyalı | -3 R |
| Niksar | -12 | Saimbeyli | -12 | Tercan | -21 | YALOVA | -12 |
| Nizip | -6 R | Salihli | -3 | Terme | -3 R | Yalvaç | -15 |
| Nusaybin | -6 R | Samandağ | +3 R | Tire | -3 R | Yapraklı | -3 R |
| Oğuzeli | -9 | SAMSUN | -3 R | Tirebolu | -3 | Yatağan | -9 |
| Of | -3 | Sandıklı | -12 | TOKAT | -15 | Yavuzeli | 0 R |
| Oltu | -24 | Sapanca | -3 R | Tomarza | -15 | Yayladağı | -3 R |
| Olur | -18 | Sultanhisar | -3 | Tonya | -3 | Yenice | -6 R |
| ORDU | -3 | Suluova | -12 | Torbali | 0 R | Yenişehir | -15 |
| Orhaneli | -6 R | Sungurlu | -15 | Tortum | -21 | Yeşilhisar | -9 |
| Ortaköy | -15 | Susurluk | -6 R | Tosya | -15 | Yeşilyurt | -15 |
| | | | | Lİ | -18 | Yüksekova | -12 |
| Ovacık | -18 | Şabanözü | -15 | Turgutlu | -3 | Yunak | -12 |
| Ödemiş | -3 | Şankaya | -21 | Turhal | -12 | Yusufeli | -12 |
| Ömerli | -6 | Şarkikarağaç | -12 | Türkeli | -3 R | Yığılıca | -18 |
| Özalp | -15 | Şarköy | -3 R | Tutak | -22 | Yıldızeli | -18 |
| Palu | -15 | Şarkışla | -18 | Tuzluca | -18 | Zara | -18 |
| Pasinler | -24 | Şavşat | -12 | Ula | -3 R | Zire | -15 |
| Patnos | -21 | Şebinkarahisar | 12 | Ulubey | -9 | ZONGULDAK | -3 R |


Çizelge 4.15. Tesisat Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları

| Isıtılacak Hacmin Adı | Sıcaklığı °C | Isıtılacak Hacmin Adı | Sıcaklığı °C |
|---|--------------|---|--------------|
| 1. KONUTLAR | | 5. FABRİKA YAPILARI | |
| Oturma odası (salonlar) | 22 | Ağır iş yapan atölye ve montaj yeri | 15 |
| Yatak odası | 20 | Hafif iş yapan atölyeler | 18 |
| Antre, WC, mutfak | 18 | Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri | 20 |
| Banyo | 26 | 6. CEZA ve TUTUKEVİ | |
| Merdiven | 10 | Tek odalar, yatak odaları | 20 |
| 2. İŞ ve İDARE BİNALARI | | Hafif iş atölyesi ve koğuş | 18 |
| Berber, terzi dükkan | 20 | Banyo, duş, soyunma hacimleri | 26 |
| Lokanta, otel ve pansiyon odası | 20 | WC | 15 |
| Bekleme odası | 20 | 7. ÇEŞİTLİ YERLER | |
| Oturarak çalışılan iş atölyesi | 20 | Sergi evleri, müzeler | 15 |
| Tesviye, torna, marangoz vb atölye | 18 | Sinema ve tiyatro salonları | 18 |
| Demir, döküm, pres vb atölyeler | 18 | Garajlar | 10 |
| Elektrik, bobinaj vb atölyeleri | 20 | Yüzme havuzu | |
| Motor vb yenileştirme atölyesi | 20 | Bekleme salonu | 18 |
| Kaporat boya vb iş atölyesi | 18 | Banyo ve duş odalarına geçiş yolu | 20 |
| Merdiven ve asansör boşluğu | 15 | Soyunma ve giyinme odaları | 22 |
| Koridor, WC | 15 | Kurna ve duş odaları | 20=22 |
| Toplantı salonu | 20 | Yüzme havuzu hacmi | 22=25 |
| Sinema, tiyatro, diskotek, gazino vb eğlence salonları | 18 | Roman hamamı ve sauna | |
| Büro hacimleri (Müdür, memur odası) | 20 | Soyunma ve son terleme odası | 22 |
| Arşiv hacimleri | 15 | 1. Terleme hacmi | 40=50 |
| 3. OKULLAR** | | 2. Terleme hacmi | 50=60 |
| Derslik, doğal bilim öğretimi için özel hacimler, pedagoji merkezleri, çeşitli amaçlar için kullanılan salonlar, öğretmen, yönetici ve kreş odaları | 22 | Yıkama ve duş hacmi | 26 |
| Dersli öğretim mutfağı ve iş atölyesi | 15=18 | Sihhi banyo hacmi | 26 |
| Öğretim aracı deposu, laboratuvar, vestiyer | 15 | Büro hacmi | 20 |
| Duş, soyunma ve giyinme odaları | 26 | Merdiven ve asansör boşluğu | 18 |
| Revir, doktor ve muayene odaları | 24 | Jimnastik salonu | 18 |
| Koridor, merdiven ve asansör boşluğu kapalı teneffüs salonları ve WC | 10=15 | Lokanta | 18 |
| Kreşlerde koridor, merdiven ve asansör boşluğu, WC | 15 | Kütüphane ve okuma salonu | 20 |
| Okullarda konferans salonları | 18 | Ambar ve depolar | 10 |
| Jimnastik salonu | 15 | Dükkânlar | 18 |
| Ortopedik jimnastik salonu | 20 | Sera binaları | |
| 4. HASTANE YAPILARI | | Normal çiçek ve bitkiler | 15 |
| Hasta yatak ve poliklinik odası | 20 | Sıcak iklim bitkileri | 25 |
| Banyo, duş, ameliyat, röntgen ve röntgen soyunma odaları | 22 | * Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı yükü bu iç hacim sıcaklıklarına göre hesaplanacaktır. | |
| Eczane ve laboratuvar | 20 | ** Dersliklerin sıcaklıkları normal pencere havalandırmasıyla dinlenme sıralarında (teneffüslerde) 18°C altına düşürülebilir. | |
| Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve WC | 18 | Not : Hastane, fabrika, camii, tiyatro vb yapıların iç hacim sıcaklıkları projeyi yaptıranla birlikte saptanmalıdır. | |

Çizelge 4.16.Binalarda Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dış Sıcaklıklar | | 3 | 0 | -3 | -6 | -9 | -12 | -15 | -18 | -21 | -24 | -27 |
| Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller | | | | | | | | | | | | |
| W/m ² K U<2,33 2,33≤U≤5,82 U>5,82 | | 9 | 7 | 4 | 2 | -1 | -3 | -6 | -8 | -11 | -13 | -16 |
| | | 6 | 4 | 1 | -1 | -4 | -6 | -9 | -11 | -14 | -15 | -19 |
| | | 3 | 1 | -2 | -4 | -6 | -9 | -12 | -14 | -17 | -19 | -22 |
| Isıtılmamış mahaller | İçeriye veya bodruma kapı ya da pencereci bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 2 | 0 | -1 |
| | Dış kapı veya pencereci 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 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 |
| Evlerin bitişik sıcaklığı | Merkezi ısıtmalı | 15 | | | | | | | | | | |
| | Mahalli ısıtmalı | 10 | | | | | | | | | | |
| Kazan dairesi | | 20 | | | | | | | | | | |
| Kömürlük | | 10 | | | | | | | | | | |

12.Sütun $Q_0=A.U.(\Delta T)$ Formülündeki değerler tamamıyla ortaya çıkmıştır. 9. SÜTUN X 10 SÜTUN X 11 SÜTUN çarpılarak çıkan değer 12. SÜTUNA yazılır. Bu değer artırımsız (zamsız) ısı kaybıdır.

| ADANA MESLEK YÜKSEKOKULU İKLİMLENDİRME SOĞUTMA PROGRAMI | | | | | | | | | | | | | | | | ISİ KAYBI HESABI ÇİZELGESİ |  |
|--|-----|----------|-------------|-------------------------|----------------|--------|----------------|-------------------|---------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|--------|--|---|
| Tesisin Adı : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Yapı Bileşeni | | | Alan Hesabı | | | | | Isı Kaybı Hesabı | | | | Artırımlar | | | | 17 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | |
| İşaret | Yön | Kalınlık | Uzunluk | Yükseklik veya Genişlik | Toplam Alan | Miktar | Çıkarılan Alan | Hesaba Giren Alan | Isı Geçirgenlik Katsayısı | Sıcaklık Farkı | Artırımsız ısı Kaybı | Birleşik | Kat Yüksekliği | Yön | Toplam | Toplam ısı ihtiyacı | |
| | | | | | A ₀ | | A | A | U | ΔT | Q ₀ | Z _D | Z _W | Z _H | Z | Q ₀ =Q ₁ +Q ₅ | |
| | | cm | m | m | m ² | Ad | m ² | m ² | W/m ² K | K | W | % | % | % | l+% | W | |

13. Sütun: D Birleştirilmiş Artırım Katsayısı:

Bu sütuna ısıtmanın sürekli ya da kesintili olup olmamasına göre değerler yazılır.

Bu artırım binanın kesintili ısınma durumunda soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımıdır.

Yapı ne kadar büyükse ve ısıtma sistemi ne kadar çok kesintili çalışıyorsa, bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı işletme durumu ve D katsayısına bağlı olarak aşağıdaki çizelgeden alınır.

$$D = \frac{Q_o}{A_{TOP} \cdot (T_{iç} - T_{dış})}$$

Q_o = Zamansız ısı kaybı

A_{TOP} = Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanları toplamı (m^2)

$(T_{iç} - T_{dış})$ = İç ve dış sıcaklık farkı (K)

D = Z_D artırımında kullanılan katsayı (W/m^2K)

Çizelge 4.17. İşletme Durum Değerleri

| İŞLETME DURUMU | D (W/m^2K) | | | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|-------------|
| | 0,12-0,34 | 0,35-0,80 | 0,80-1,73 | $\geq 1,74$ |
| 1. İŞLETME | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2. İŞLETME | 20 | 15 | 15 | 15 |
| 3. İŞLETME | 30 | 25 | 20 | 15 |

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre 3 tip işletme şekil 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 söndürülmektedir (genellikle işyerleri).

14. Sütun: Z_w Kat Yükseklik Artırımı:

Kat yükseklik zammı belirli katlardan sonra verilir. Çünkü birkaç kat yükseklikten sonra rüzgâr hızı nedeniyle ısı kaybı artar. Örneğin 5 katlı bir binadan ilk üç kat için yükseklik zammı dikkate alınmaz 4 kat için % 5, 5 kat için % 10 yükseklik zammı alınır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolanlardan 90^0C su sıcaklığı yüksek katlarda düşmektedir. Bu nedenle de bu artırım gereklidir.

Çizelge 4.18. Kat Yükseklik Artırım Çizelgesi

| Kat | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|-----------|
| Artırım | | | | | | | | | | | | |
| 0% | 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 |
| 5% | 4. | 4. | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 6.5.4 | 6.5.4 | 6.4.5 | 6.4.5 | 6.5.4 | 7.6.5 | 8.7.6 |
| 10% | | 5. | 6. | 6. | 7.6. | 8.7. | 9.8.7 | 9.8.7 | 9.8.7 | 9.8.7 | 10.9.8 | 11.19 |
| 15% | | | | 7. | 8. | 9. | 10. | 10. | 11.10. | 12.11.10 | 13.12.11 | 14.13.12 |
| 20% | | | | | | | | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. |

15. Sütun: Z_H Yön Artırımı:

Odanın yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. Z_H yön artırımı seçilirken yalnız bir dış duvarı olan odalarda, bu dış duvarın baktığı yön, köşe odalarda ise iki dış duvarın birleştiği köşenin yönü esas alınır. Köşe odalarında, penceresi olan dış duvarın yönü de esas alınabilir. Dış duvarı ikiden fazla olan odalarda en yüksek yön artırım değeri alınır. Yön artırım değerleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.19.Yön Artırım Çizelgesi(Z_H)

| YÖN | G | GB | B | KB | K | KD | D | GD |
|-----------------|----|----|---|----|---|----|---|----|
| %Z _H | -5 | -5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | -5 |

16. Sütun: Z(1+%Z_D+%Z_W+%Z_H)

Artırımların toplamalarının yazıldığı sütundur.

17. Sütun: Toplam Isı Gereksinimi (İhtiyacı) (O_h)

1.Bu sütun 3 adımda hesaplanır. Birinci adımda artırımlar da dikkate alınarak, toplam ısı geçiş kaybı

$Q=Q_o \cdot Z$ formülü ile bulunur.

2. adımda sızıntı ile kaçan ısı miktarı hesaplanır. Bu kısma aşağıdaki bölümde değinilecektir.

3. adımda ise toplam ısı gereksinimi Q_h hesaplanır. Bunun için artırımlar dikkate alınarak bulunun Q ısı kaybı ve Q_s sızıntı (enfiltrasyon) ile toplanır.

17. Sütunun sonunda bulunan artırımlı ısı gereksinimi ile, pencere ve kapıların açılan kısımları arasından kaçan ısı toplamı Q_h=Q+Q_s denklemi ile bulunur.

$$Q_h = Q + Q_s$$

$$\left| \begin{array}{l} \text{Toplam ısı} \\ \text{Gereksinimi} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \text{Artırımlı ısı} \\ \text{Gereksinimi} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{l} \text{Sızıntı için} \\ \text{Isı Gereksinimi} \end{array} \right|$$

4.4. Hava Sızıntısı (Enfiltrasyon) İçin Isı Gereksinimi

Hava sızıntısı için ısı gereksinimi (Q_s) odaya pencere ve kapı aralıklarından dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle sızan soğuk havanın ısıtma gereğinden doğmaktadır. Sızan bu havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir. Sızan soğuk dış havayı ısıtmak için gerekli ısı miktarına “(Q_s)” Hava sızıntısı için ısı gereksinimi denir. Aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_s = \frac{1}{3} \sum (a \cdot \ell \cdot R) \cdot \Delta T \quad [W]$$

Denklem (2.13)'deki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir;

a: Sızdırganlık katsayısı (m^3/mh),

ℓ : Pencere veya kapının açılan kısımlarının uzunluğu (m),

R: Oda durum katsayısı (kj/m^3K),

H: Bina durum katsayısı,

ΔT : iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark (K),

Z_e : Her iki dış duvarında pencere olan odalar için 1.2, diğer odalar için 1.0 alınan katsayıdır.

a: Sızdırganlık Katsayısı

Sızdırganlık katsayısı aşağıdaki çizelgede malzemenin cinsine ve pencere ve kapıların tipine göre verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kapı ve Pencereilerin Sızdırganlık Katsayıları

| Malzeme | Pencere veya kapı şekil | a(m^3/mh) |
|--|-----------------------------|---------------|
| Ahşap çerçeve | Tek pencere | 3.0 |
| | Çift camlı pencere | 2.5 |
| | Çift pencere | 2.0 |
| Plastik çerçeve | Tek veya çift camlı pencere | 2.0 |
| | Çift pencere | 1.5 |
| Çelik veya metal çerçeve | Çift camlı pencere | 1.5 |
| | Çift pencere | 1.2 |
| İç kapılar | Eşiksiz kapılar | 40.0 |
| | Eşikli kapılar | 15.0 |
| Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır. | | |

Isıtma tesisatı projesinin hazırlanması sırasında pencere konstrüksiyonunun belli olmadığı durumlarda pencerelerin veya kapıların açılır kısmının çevre uzunluğu belirlenemez. Bu durumda aşağıdaki çizelgeden yararlanılır.

Çizelge 4.21. Pencereilerin Açılan Kısımlarının Uzunluğu

| Yapının Şekli | Pencere veya kapının yüksekliği | $W = \frac{\ell}{A}$ |
|--|---------------------------------|----------------------|
| | 0.50 | 7.20 |
| | 0.63 | 6.20 |
| | 0.75 | 5.30 |
| | 0.88 | 4.90 |
| Muhtelif çok kanatlı pencereler | 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 4.22. Yaklaşık açılan Pencere Uzunluğunu Belirleyen Çizelge

| Yapının Şekli | Pencere veya kapının yüksekliği | $W = \frac{\ell}{A}$ |
|--|---------------------------------|----------------------|
| 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 |

$$W = \frac{\ell}{A}$$

ℓ = Pencerenin açılan kısmının çevre uzunluğu

$$A = \text{Toplam pencere alanı} \quad \ell = W \cdot A$$

kapı yüksekliği (h) bağlı seçilir. $\ell = W \cdot A$ eşitliğinden yararlanılarak, pencerenin açılan uzunluğu için yaklaşık bir değer hesaplanır.

Örnek: Yüksekliği 1,5 m ve alanı 3 m² olan bir pencerenin ℓ açılan kısmı için yaklaşık değeri bulunuz.

$$h=1,5 \text{ m} \Rightarrow W=3,70$$

$$\ell = W.A$$

$$\ell = 3,70.3$$

$$\ell = 11,1 \text{ m olarak bulunur.}$$

(R) Oda Durum Katsayısı

Oda durum katsayısı (R), Pencere malzemesi, kapının aralıklı veya aralıksız oluşu ve

$$\frac{A_{DP}}{A_{İK}} = \frac{\text{DIŞ PENCERE ALANI}}{\text{İÇ KAPI ALANI}}$$

Oranına bağlı olarak aşağıdaki çizelgeden seçilir.

(R) içeri giren havanın akıp gidebilme durumunu belirtir. Çoğu halde pencereler vasıtasıyla içeri sızan hava kapılardan dışarı sızar. Tam olarak hesabı zordur. Bu yüzden aşağıdaki değerler alınır.

Çizelge 4.23. Havanın Akıp Gitme Durumu (R)

| | | $A_{İK}$ (İç kapı alanı) | R |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------|-----|
| TAHTA VEYA PLASTİK ÇERÇEVE | Aralıklı | $A_{DH}/A_{İK} < 3$ | 0.9 |
| | Aralıksız | $A_{DH}/A_{İK} < 1.5$ | 0.9 |
| ÇELİK VEYA METAL ÇERÇEVE | Aralıklı | $A_{DH}/A_{İK} < 6$ | 0.9 |
| | Aralıksız | $A_{DH}/A_{İK} < 2.5$ | 0.9 |
| TAHTA VEYA PLASTİK ÇERÇEVE | Aralıklı | $3 < A_{DH}/A_{İK} < 9$ | 0.7 |
| | Aralıksız | $1.5 < A_{DH}/A_{İK} < 3$ | 0.7 |
| ÇELİK VEYA METAL ÇERÇEVE | Aralıklı | $6 < A_{DH}/A_{İK} < 20$ | 0.7 |
| | Aralıksız | $2.5 < A_{DH}/A_{İK} < 6$ | 0.7 |

R=0,9→Normal ebatta pencere ve kapıları olan odalar için

R=0,7→Büyük pencereleri, buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için .

(H) Bina Durum Katsayısı

(H) Binanın, konumuna, bölgenin rüzgâr durumuna bağlı olarak aşağıdaki tablodan alınır.

Ancak yüksek katlarda rüzgâr daha fazla olacağından bulunan H değerleri DIN 4701'e göre bir katsayı ile çarpılmalıdır. Bu çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.24.Binanın Konumu ve Bina Durum Katsayısı

| | Binanın durumu | Bina durumu katsayısı | |
|----------------|----------------|-----------------------|-------------|
| | | Bitişik nizam | Ayrık nizam |
| Normal bölge | Mahfuz | 1.00 | 1.42 |
| | Serbest | 1.72 | 2.43 |
| | Çok serbest | 2.51 | 3.52 |
| Rüzgârlı bölge | Mahfuz | 1.72 | 2.43 |
| | Serbest | 2.51 | 3.52 |
| | Çok serbest | 2.60 | 4.73 |

Çizelge 4.25. H İçin Artırım Katsayısı

| Y | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 | 75 | 80 | 85 | 95 | 100 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 |

Y: Yerden Yükseklik (m)

Dış yapısı doğrudan dış havaya açılan, ısıtılan hacimlerde (bina giriş holü, mağaza, banka v.b.), hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi olmaktadır. Bu gibi yerlerde aşağıdaki formül ile hava değişiminden olan ısı kaybı hesaplanır.

$$Q_s = \frac{1}{3.6} npC_p \Delta TV$$

Bu formüldeki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir;

n: Hava değişim sayısı (defa/h),

p: Dış havanın yoğunluğu (kg/m³)

C_p: Sabit basınçlı havanın özgül ısısı (C_p=1.005 kJ/kgK),

ΔT: İç dış sıcaklık arasındaki fark, (K)

V: Isıtılan yerin hacmi, (m³)

n hava değişim sayısı için şu eşitlik önerilmektedir.

$$n = \frac{ks.af.dhh.kss}{V.24}$$

Bu eşitlikteki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir;

ks : Binada oturan kişi sayısı,

af : Artırım faktörü

dhh : Kapının bir açılışında değişen hava hacmi,

kks : Bir kişinin günde kapıyı kullanma sayısı.

Kapı bir açıldığında değişen hava hacmi (dhh) için bir yaklaşım olarak, tabanı kapının eni kadar ve yüksekliği kapının boyu kadar bir kare prizma önerilir.

$$dhh = (\text{kapı eni})^2 \cdot (\text{kapı yüksekliği})$$

Büyük atölye gibi araç, araba giren yerlerin kapılarında kapının açık kalma süresine bağlı olarak, (dhh) bir artırım faktörüyle (af) çarpılır. Atölyelerde birden fazla kapı olması durumunda n değeri bulunurken her bir kapı için bulunan n değeri toplanır. Konut olarak kullanılan bina dış kapılarında af=1,5 alınabilir.

Pratik hesaplardan n değeri küçük hacimler için en fazla 0,33, orta büyüklükteki hacimler için, Orta büyüklükteki (100 m² taban alanı, 3-5 yükseklikli yerlerde) en fazla 0,20, büyük hacimler için (1000 m² taban alanlı) en fazla 0,15 önerilmektedir.