



Yeni Nesil Isıtma Teknolojisi

# ISI Mühendisliği

## İçindekiler

Aktarım hesabı.....	2
Genel.....	2
Nominal tüketim.....	2
Nominal tüketimin hesaplanması.....	4
Tesis kapasitesi.....	6
Tesis kapasitesinin hesaplanması.....	8

## Aktarım Hesabı

### Genel

Aktarım hesabı yardımıyla,

- Nominal tüketimin ve
- Tesis kapasitesinin

güvenilir bir tahmini yapılabilir.

### Nominal tüketim

ARDO<sup>®</sup> PANELLERİNİN sayısı veya fiili tüketimi bazı faktörlere bağlıdır. Bunlar:

- Kullanıcının davranışı,
- İstenen oda sıcaklığı,
- Dışarıdaki sıcaklık,
- İzolasyon veya Rc değeri ve,
- Havalandırma kaybı.

### Kullanıcının davranışı

ARDO<sup>®</sup> PANELLERİNİN sayısının nihai tüketimi, büyük oranda kullanıcının davranışına bağlıdır. Bu nedenle, tüketimi doğru zamanlı azaltmayı kullanarak optimize etmek mümkündür. Nominal tüketim konusunda bir fikir ifade etmek için, kullanıcının davranışının da tanımlanması gerekir.

### İstenilen oda sıcaklığı

İstenilen oda sıcaklığı, tüketicinin davranışı gibi, duruma göre farklılık gösterebilen önemli bir faktördür. Kızıl ötesi ısıtmada, istenilen oda sıcaklığının, sadece hava ısıtmadakinden genellikle 1 – 3° C daha düşük olduğunun dikkate alınması gerekir. İç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark maksimum olduğu zaman, rüzgâr soğuğu faktörü en yüksek değerdedir. Bunun nedeni, ARDO<sup>®</sup> Panellerindeki ışıma şiddetinin, ortalama olarak, o anda en yüksek olmasıdır.

### Dışarıdaki sıcaklık

Kuşkusuz, ısıtılacak odanın sıcaklığını dışarıdaki sıcaklık belirler. Dışarıdaki ortalama sıcaklık, aylara göre bazen bir yıla göre farklılık gösterebileceğinden, nominal tüketim hesaplamaları için dışarıdaki ortalama sıcaklık kullanılır. Bu sıcaklık derece–gün yöntemi kullanılarak hesaplanabilir. Derece–gün verileri Meteoroloji den alınabilir.

### İzolasyon veya RC değeri

Nominal tüketim belirlendiği zaman, yüzeyin RC değeri, yani tabanın şeffaf olmayan kısımları, ön cephe duvarları ve çatı kullanılır. RC değerine yapının ısı direnci adı da verilir.

### Havalandırma Kaybı

Havalandırma kaybı, kızıl ötesi, ışıma ısı mekanizmasını etkilemez. Bununla beraber, içeriye çoğunlukla soğuk hava beslendiği için, hava ısıtma mekanizmasını etkiler. Oda sıcaklığı (ısıtılmış hava) düşük olduğu için, bu havalandırma kaybını telafi etmek için

gerekli olan ek ısı, kızıl ötesi ısıtmada, havayla ısıtmada olduğundan, önemli derecede daha düşüktür. Uygulamada, doğal ve zorlamalı havalandırma arasında fark vardır.

### Nominal tüketimin hesaplanması

Nominal tüketimi hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$Q_{W_w} = Q_{W_{gv}} + Q_{W_{vv}}$$

$$Q_{W_{gv}} = (A_s \times \Delta T \times f_c) / R_c + (A_r \times U_r \times \Delta T \times f_c) + (A_d \times U_d \times \Delta T \times f_c)$$

$$Q_{W_{vv}} = (Q_{V_{ni}} + Q_{mi}) \times \rho_{lucht} \times C_p \times \Delta T \times f_c$$

Burada;

$$U_r = \text{Pencerenin iletkenlik katsayısı [watt/m}^2\text{K]}$$

$$U_d = \text{Dış duvarın iletkenlik katsayısı [watt/m}^2\text{K]}$$

$$R_c = \text{Yüzey etkisinin ısı direnci katsayısı [m}^2\text{K/Watt]}$$

$$Q_{W_w} = \text{Toplam ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{W_{vv}} = \text{Havalandırmayla ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{W_{gv}} = \text{Kondüksiyonla ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{V_{ni}} = \text{Doğal konveksiyon ve süzülmeyle havanın hacimsel debisi [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{V_{mi}} = \text{Mekanik havalandırmayla havanın hacimsel debisi [m}^3\text{/s]}$$

$$C_p = \text{Sabit basınçta havanın spesifik ısısı ( } C_p = 1000 \text{ jul / kgK)}$$

$$A_s = \text{Pencere ve kapı yüzeyi haricindeki etkin yüzey (m}^2\text{)}$$

$$A_r = \text{pencere yüzeyi (m}^2\text{)}$$

$$Q_{W_w} = \text{Toplam ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{W_{vv}} = \text{Havalandırmayla ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{W_{gv}} = \text{Kondüksiyonla ısı kaybı [Watt]}$$

$$Q_{V_{ni}} = \text{Doğal konveksiyon ve süzülmeyle havanın hacimsel debisi [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{V_{mi}} = \text{Mekanik havalandırmayla havanın hacimsel debisi [m}^3\text{/s]}$$

$$C_p = \text{Sabit basınçta havanın spesifik ısısı ( } C_p = 1000 \text{ jul / kgK)}$$

$$A_s = \text{Pencere ve kapı yüzeyi haricindeki etkin yüzey (m}^2\text{)}$$

$$A_r = \text{pencere yüzeyi (m}^2\text{)}$$

### Havalandırma/süzmenin hacimsel debisi aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Hava geçirgenliği, binanın tipine bağlı olarak hesaplanabilir. Bu hesaplama 10 Pa basınç farkında basınç –hacimsel debi karakteristiğinden çıkarılabilir. Aşağıdaki formülde belirtildiği gibi:

$$Q_{V_{10}} = 1,43 \times A_g / 1000$$

Burada;

$$Q_{V_{10}} = \text{oturulan yerin hava geçirgenliği [m}^3\text{/s]}$$

$$A_g = \text{Isıtılan bölgedeki kullanılabilir yüzey [m}^2\text{]}$$

Havanın havalandırılmış hacmi eşit bir sınıra kadar tekrar doldurulmuş durumda olduğu için, uygulamada havalandırmayı ve süzmeyi referans alırız. Isıtılmış bölge söz konusu olduğunda, “soğuk” süzölmüş kısım ek ısıtmadan geçirilmelidir. Sonuç olarak, “sıcak” havalandırılmış kısım kaybolur. Doğal süzölmenin hacmi, toplam hava debisi  $Q_{V_{10}}$ 'nin bir kesridir.

$$Q_{V_{ni}} = 0,35 \times Q_{V_{10}}$$

Burada,

$$Q_{V_{ni}} = \text{doğal havalandırma ve süzölmeden geçen havanın hacimsel debisi [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{V_{10}} = \text{oturulan yerin hava geçirgenliği [m}^3\text{/s]}$$

Ortalama iç ve/veya dış sıcaklığı dikkate alarak, ısı ihtiyacı Watt cinsinden hesaplanabilir. Kuşkusuz, ısı ihtiyacını farklı dönemlerde hesaplamak gerekli olabilir. Gündüz ve gece arasındaki fark buna bir örnektir.

Eğer her bir durum için,  $Q_{W_w}$ 'nin büyüklüğü bilinirse, o durumla ilgili toplam tüketim, saat sayısını voltajla çarpmak suretiyle hesaplanabilir. Bu formül olarak şu şekilde belirtilir:

lir:Tüketim =  $Q_{W_w} \times \text{saat} / 1000$  [kW/s] Böylece, sırasıyla gündüz ve gece tarifesine göre, gündüz ve gece tüketimleri ayrı olarak hesaplanabilir.

### **Tesis kapasitesi**

ARDO<sup>®</sup> panellerin tesis kapasitesi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar:

- İstenilen maksimum oda sıcaklığı,
- Minimum dış sıcaklık,
- İzolasyon veya Rc değeri ve
- Havalandırma kaybı.

### **İstenilen maksimum oda sıcaklığı**

İstenilen maksimum oda sıcaklığı, duruma göre değişebilen önemli bir faktördür. Kızıl ötesi ısıtmada, istenilen oda sıcaklığının, sadece havayla ısıtmadakinden (konveksiyon) genellikle 1–3°C daha düşük olduğunun hesaba katılması gerekir. İç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark maksimumda olduğu zaman, hava durumu şiddeti faktörü kendisinin en yüksek değerindedir. Bunun nedeni, Çoklu Isıtma Panellerinin ısıma şiddetinin, ortalama olarak o anda en yüksek olmasıdır.

### **Minimum dış sıcaklık**

Kuşkusuz kurulacak gücü minimum dış sıcaklık belirler. Minimum dış sıcaklık genellikle – 10°C alınır. Kuşkusuz, minimum dış sıcaklık için bu değerden daha düşük veya daha yüksek değerler de alınabilir.

### **İzolasyon veya RC değeri**

Nominal tüketimi belirlediğimiz zaman, yüzey etkinin RC değeri, yani, tabanın şeffaf olamayan kısımları, duvarların ön cepheleri ve çatı kullanılır. RC değerine aynı zamanda yapının ısı direnci denir. RC değerine ek olarak kapılar ve pencereler boyunca ısı transferini hesaplamak için U değeri kullanılır.

### **Havalandırma Kaybı**

Havalandırma kaybı, kızıl ötesi ısıma ısı mekanizmasını etkilemez. Bununla beraber, birçok durumda soğuk hava beslendiği için, havalandırma, hava ısıtma mekanizmasını etkilemez. Bu havalandırma kaybını telâfi etmek için gerekli olan ek hava, oda sıcaklığı (ısıtılmış hava) daha düşük olduğu için, kızıl ötesi ısıtmada, havayı ısıtan sistemlerdeki ısıtmada olduğundan önemli oranda daha düşüktür.

Uygulamada, doğal ve zorlamalı havalandırma arasında fark vardır. Nihai havalandırma ve süzülme hava geçirgenliğinin yaklaşık % 35'ine ulaşır.

### **Tesis kapasitesinin hesaplanması**

Tesis kapasitesini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$Q_{W_w} = Q_{W_{gv}} + Q_{W_{vv}}$$
$$Q_{W_{gv}} = (A_s \times \Delta T \times f_c) / R_c + (A_r \times U_r \times \Delta T \times f_c)$$
$$Q_{W_{vv}} = (Q_{v_{ni}} + Q_{m_i}) \times \rho_{air} \times C_p \times \Delta T \times f_c$$

Burada:

$U_r$  Pencerenin iletkenlik katsayısı [watt/m<sup>2</sup>K]

$U_d$  Dış duvarın iletkenlik katsayısı [watt/m<sup>2</sup>K]

R<sub>c</sub> Yüzey etkisinin ısı direnci katsayısı [ $m^2K/Watt$ ]  
 Q<sub>w<sub>w</sub></sub> Toplam ısı kaybı [Watt]  
 Q<sub>w<sub>v</sub></sub> Havalandırmayla ısı kaybı [Watt]  
 Q<sub>w<sub>g</sub></sub> Kondüksiyonla ısı kaybı [Watt]  
 Q<sub>v<sub>ni</sub></sub> Doğal konveksiyon ve süzülmeyle havanın hacimsel debisi [ $m^3/s$ ]  
 Q<sub>mi</sub> Mekanik havalandırmayla havanın hacimsel debisi [ $m^3/s$ ]  
 C<sub>p</sub> Sabit basınçta havanın spesifik ısısı ( C<sub>p</sub> = 1000 jul / kgK)  
 A<sub>s</sub> Pencere ve kapı yüzeyi haricindeki etkin yüzey ( $m^2$ )  
 A<sub>r</sub> Pencere yüzeyi ( $m^2$ )  
 A<sub>d</sub> Dış duvar yüzeyi [ $m^2$ ]  
 ΔT Sıcaklık fark [ $T_{iç} - T_{dış}$ ] [°C'dan °K'e]  
 f<sub>c</sub> Doğrudan kızıl ötesi ısıtma mekanizmasının pozitif etkisi için kompensasyon (düzeltme) faktörü [f<sub>c</sub> = 0,937]  
 ρ<sub>lucht</sub> Havanın yoğunluğu [1.293 kg/ $m^3$ ]

### **Havalandırma/süzmenin hacimsel debisi aşağıdaki gibi hesaplanabilir.**

Hava geçirgenliği, binanın tipine bağlı olarak hesaplanabilir. Bu hesaplama 10 Pa basınç farkında basınç –hacimsel debi karakteristiğinden çıkarılabilir. Aşağıdaki formülde belirtildiği gibi,

$$Q_{v_{10}} = 1,43 \times A_g / 1000$$

Burada;

Q<sub>v<sub>10</sub></sub> Oturulan yerin hava geçirgenliği [ $m^3/s$ ]

A<sub>g</sub> Isıtılan bölgedeki kullanılabilir yüzey [ $m^2$ ]

Havanın havalandırılmış hacmi eşit bir sınıra kadar tekrar doldurulmuş durumda olduğu için, uygulamada havalandırmayı ve süzmeyi referans alırız. Isıtılmış bölge söz konusu olduğunda, “soğuk” süzölmüş kısım ek ısıtmadan geçirilmelidir. Sonuç olarak, “sıcak” havalandırılmış kısım kaybolur. Doğal süzölmünün hacmi, toplam hava debisi Q<sub>v<sub>10</sub></sub>'nin bir kesridir.

$$Q_{v_{ni}} = 0,35 \times Q_{v_{10}}$$

Burada:

Q<sub>v<sub>ni</sub></sub> doğal havalandırma ve süzölmenden geçen havanın hacimsel debisi [ $m^3 / s$ ]

Q<sub>v<sub>10</sub></sub> oturulan yerin hava geçirgenliği [ $m^3/s$ ]

Ortalama iç ve dış sıcaklıkları varsayarak, ısı ihtiyacı Watt cinsinden hesaplanabilir. Tesis kapasitesini bu Watt cinsinden maksimum ısı ihtiyacını belirler. Maksimum güçte çalışılırlarken, ARDO<sup>®</sup> Panellerinin modüle edici etkisi için bir sınır değer söz konusu olması gerektiğinden, tesis kapasitesi hesaplanan maksimum ısı ihtiyacından daha yüksektir. Bu, şu formülle ifade edilir:

$$P_{instal} = P_{trans} \times 100 / f_m$$

Burada:

P<sub>instal</sub> Kurulacak güç [Watt]

f<sub>m</sub> Kullanılacak ısı panelinin tipi ile ilgili modülasyon (düzeltme) faktörü

P<sub>trans</sub> Aktarım hesabına göre güç

### **DİKKAT**

#### **ARDO<sup>®</sup> panellerle ısınanlar,**

Bütün bu hesaplamalarla uğraşmadan, minimum enerjiyle maximum ısınma sağlayan enerjiyi gereksiz harcıyıp terlememek için ARDO<sup>®</sup> larını oda termostatıyla beraber kullanmalıdırlar. Böylece en soğuk ve en sıcak havada bile aynı derecede ısınma konforuna kavuşurlar.