

SOĞUK HAVA DEPOSUNUN SOĞUTMA YÜKÜ HESABI (Yoğurt örneği)

Örnek:

Taban alanı 120 m² olan bir soğuk hava deposunda 3 kg'lık yoğurt kaplarını içeren kasalar depolanacaktır. Aşağıdaki tabloda sunulan veriler yardımıyla toplam soğutma yükünü hesaplayınız.

İşçi sayısı	2 beden işçisi 1 forklift işçisi
Dış-iç (soğuk hava deposu içi) ortam sıcaklıkları	25 °C-2 °C
Dış ortam sıcaklığı- işletme içi ortam sıcaklığı	25 °C-19 °C
Soğuk hava deposunun dış cephe duvar yüzey alanı	120 m ²
Toplam duvar, tavan, kapı alanı	200 m ² duvar; 3 m ² kapı; 120 m ² tavan
Sıva-izolasyon kalınlığı	X ₁ : 0,025 m iç sıva kalınlığı X ₂ : 0,120 m izolasyon malzemesi kalınlığı X ₃ : 0,025 m izolasyon altı kalınlığı X ₄ : 0,200 m tuğla duvar kalınlığı X ₅ : 0,022 m dış sıva kalınlığı α ₁ : 7,5 kcal/m ² .h.°C α ₂ : 21 kcal/m ² .h.°C λ ₁ : 0,800 kcal/m.h.°C λ ₂ : 0,400 kcal/m.h.°C λ ₃ : 0,800 kcal/m.h.°C λ ₄ : 0,530 kcal/m.h.°C λ ₅ : 1,000 kcal/m.h.°C
İç duvar yüzey konveksiyon katsayısı	7,5 kcal/m ² .h.°C
Dış duvar yüzey konveksiyon katsayısı	20 kcal/m ² .h.°C
Lamba sayısı	7 adet 100 Watt'lık lamba
Motor sayısı	2 adet 0.33 kWatt'lık motor
1 yoğurt kasasının alabileceği yoğurt kabı sayısı	6 adet 3 kg'lık yoğurt
Üst üste konulabilecek azami kasa sayısı	12 adet
Yoğurt kasasının boyutları	En: 36 cm ; Boy: 52 cm
Yoğurdun özgül ısısı	0,57 kcal/kg

Çözüm:

1- ÜRÜNDEN GELEN ISI YÜKÜ

Ürün miktarının hesaplanması

Toplam taban alanının %80'i aktif depo alanı olarak kullanılabilirdiğinden;

120 m² x %80 = **96 m²** aktif depo alanı bulunmaktadır.

Bir yoğurt kasasının boyutları 0,36 x 0,52= ~ 0.19 m²

1 m²'ye konulabilecek kasa miktarı : 1 m²/ 0.19 m² = 5,26 adet kasa = ~ **5 adet kasa**

1 m²' alanda üst üste konulabilecek kasa sayısı : 5 x 12 = **60 kasa**

1 kasadaki ürün ağırlığı : 3 kg x 6 adet = **18 kg**

1 m² alandaki ürün ağırlığı : 60 kasa x 18 kg = **1.080 kg/m²**

Aktif depo alanındaki ürün ağırlığı : $96 \text{ m}^2 \times 1.080 \text{ kg} = \mathbf{103.680 \text{ kg yoğurt}}$

Günlük ürün sirkülasyon oranı %2.5 olarak kabul edildiğinde

$103.680 \text{ kg} \times \%2.5 = \mathbf{2,592 \text{ kg/günlük}}$ ürün sirkülasyonu oluşacaktır.

$$Q_{\text{ürün}} = C \times G \times (t_1 - t_0)$$

$$Q_{\text{ürün}} = 0,57 \times 2,592 \times (25-2)$$

$$Q_{\text{ürün}} = 33.981,12 \text{ kcal/24 h ya da } \mathbf{1.415,88 \text{ kcal/h}}$$

2- DUVARLARDAN GELEN ISI YÜKÜ

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{X_1}{\lambda_1} + \frac{X_2}{\lambda_2} + \frac{X_3}{\lambda_3} + \frac{X_4}{\lambda_4} + \frac{X_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{7,5} + \frac{0,025}{0,80} + \frac{0,12}{0,04} + \frac{0,025}{0,80} + \frac{0,20}{0,53} + \frac{0,022}{1,00} + \frac{1}{21}}$$

$$\mathbf{K = 0.274 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$$

Soğuk odanın her yerinde aynı kalınlıkta ve aynı cins izolasyon malzemesi kullanıldığı varsayıldığında her yer için ısı transfer katsayısı $K = 0.274 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ olacaktır. Soğuk hava deposunun toplam duvar alanı:

$$\Sigma_{\text{duvar}} = 200 + 3 + 120 \quad \Sigma_{\text{duvar}} = \mathbf{323 \text{ m}^2}$$

$$Q_{\text{duvar}} = K \times A \times \Delta t$$

$$Q_{\text{duvar}} = 0,274 \times 323 \times (25-2)$$

$$Q_{\text{duvar}} = \mathbf{2.035,54 \text{ kcal/h}}$$

3- SOLAR RADYASYON KAYNAKLI ISI YÜKÜ

Dış çevre sıcaklığı 25 °C , soğuk hava deposu iç ortam sıcaklığı ise 19 °C olduğuna göre;

$$Q_{\text{solar}} = K \times A \times \Delta t$$

$$Q_{\text{solar}} = 0,274 \times 120 \times (25-19)$$

$$Q_{\text{solar}} = \mathbf{197,28 \text{ kcal/h}}$$

ELEKTRİK LAMBALARI VE MOTORLARDAN KAYNAKLANAN ISI YÜKÜ

1 kWh = 860 kcal/h olduğuna göre;
Lambalardan gelen ısı yükü:

$$Q_{\text{lamba}} = \frac{100 \times 7}{1000} \times 860 = 602 \text{ kcal/h}$$

Motorlardan gelen ısı yükü (forklift motoru dahil):

$$Q_{\text{motor}} = 0.33 \times 2 \times 860 = 567,6 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{lamba/motor}} = Q_{\text{lamba}} + Q_{\text{motor}} = 602 + 567,6 = \mathbf{1.169,60 \text{ kcal/h}}$$

4- PERSONELDEN KAYNAKLANAN ISI YÜKÜ

Beden işçisinin ısı yükü 375 kcal/h; araçla çalışan personelin ısı yükü 250 kcal/h

$$Q_{\text{personel}} = (2 \times 375) + (1 \times 250)$$
$$Q_{\text{personel}} = \mathbf{1.000 \text{ kcal/h}}$$

5- İNFİLTASYONDAN KAYNAKLANAN ISI YÜKÜ

Oda hacmi = 20 m boy x 6 m en x 3 m yükseklik = 360 m³

24 saatlik infiltrasyon oranı toplam hacmin yaklaşık 4,2 katı dolayındadır (Bkz. Ders notları Çizelge 6)

360 m³ x 4,2 = 1.512 m³/gün ya da 63 m³/h hava değişimi oluşacaktır.

25 °C'deki taze havanın 1 kg'ının hacmi:

$$v = \frac{273 + 25}{353} = 0,844 \text{ m}^3$$

$$G = V/v = 55/0,844$$

$$G = 65,16 \text{ kg/h}$$

$$Q_{\text{infiltrasyon}} = 0,241 \times G \times \Delta t$$

$$Q_{\text{infiltrasyon}} = 0,241 \times 65,16 \times (25-2)$$

$$Q_{\text{infiltrasyon}} = \mathbf{361,18 \text{ kcal/h}}$$

TOPLAM ISI YÜKÜ = $Q_{\text{ürün}} + Q_{\text{duvar}} + Q_{\text{solar}} + Q_{\text{lamba/motor}} + Q_{\text{personel}} + Q_{\text{infiltrasyon}}$
TOPLAM ISI YÜKÜ = $1.415,88 + 2.035,54 + 197,28 + 1.169,60 + 1.000 + 361,18$
TOPLAM ISI YÜKÜ = **6.179,48 kcal/h**
Hata payı dahil ısı yükü : $(\%10 \times 6.179,48) + 6.179,48 = 6.797,42 \text{ kcal/h}$