

# SOĞUKHAVA DEPOSUNUN ATIK ISISINDAN YARARLANARAK BİR SERANIN ISITILMASI\*

A. Kemal YAKUT - Z. Ayhan DOĞAN - Salih FİŞEK\*\*

## ÖZET

Günümüzde enerjinin mümkün olabilen en yüksek verim/e kullanılması ve bu yolla ısı ekonomisi sağlanması çok büyük bir önem kazanmıştır. Özellikle ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik durum dikkate alındığında, atık enerjilerden tekrar Yararlanabilecek çeşitli sistemlerin geliştirilmesi artık zaruret haline gelmiştir. Bu atık ısıdan yararlanarak bir seranın ısıtılması maksadıyla soğuk kava deposunun yoğunlaştırıcısından atılan ısıdan yararlanılmıştır. Bu maksatla, Isparta Belediyesi'ne ait soğuk hava deposunun yanında çiçek yetiştiriciliğine yönelik bir seranın kurulması insanını örnek olarak ele alınmıştır. Böylece soğuk hava deposunun ilgili prosesiyle ortak çalışabilecek yeni bir prosesin geliştirilmesiyle sera ısıtılmasının ekonomikliliği araştırılarak, tasarımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma, ısı ekonomisi ve özellikle seraların ısıtılması konusunda yapılacak uygulamalara önemli ölçüde katkıda bulunabilecektir.

Seracılık, iklim şartlarının uygun olmadığı hallerde, bitki ortam ilişkileri için gereken şartları sağlamak suretiyle örtü altında yapılan yetiştiriciliktir. Sera örtüsü, bitki için gerekli olan güneş ışınlarını maksimum düzeyde içeri alabilecek ö/ellikte olmalıdır. Bu maksatla, cam ve polietilen örtüler ve bunların taşıyıcı elemanlarının da minimum seviyede gölge oluşturacak şekilde seçilmesi gerekir.

Türkiye'de 1978 yılı rakamları ile 135.000 dekar alanda seracılık yapılmakta olup yaklaşık olarak 100.000 aile bu iş ile geçimini temin etmektedir. Ülkemiz seralarının %90'ı plastik örtülüdür. Genellikle cam alt yapısı demir, plastik alt yapısı ahşap olmaktadır (2).

Seraların ısıtılması en önemli sorunlardan biridir. İyi şartlarda yetiştiricilikte masrafların %60'ı ısıtmaya harcanmaktadır. Ayrıca ülkemi/ şartlarına uygun ısıtma sistemleri geliştirilmemiş olması verimin yarı yarıya düşmesine neden olmaktadır (1).

Böyle örtülü alanlarda karbondioksit ve oksijen değişimi ile sıcaklık ve nemin ayarlanması için havalandırma gerekmektedir. Bu ihtiyaç pencere ve vantilatörlerle temin edilmektedir. İyi bir havalandırma için üst havalandırma pencere alanı, sera taban alanının %20'si kadar olmalıdır. Oysa ülkemizde plastik örtülü seralarda üst pencere olmadığı gibi, cam örtülü seralarda ise ancak %3-4 civarındadır veya ayrıca vantilatör uygulaması yoktur.

## SERANIN ISITILMASI

Seranın ısı ihtiyacı, örtü malzemesi, sera büyüklüğü, borulu ve havalı apareyli ısıtma gibi durumlara bağlı olarak 8 ile 15 W/m<sup>2</sup>K arasında değişmektedir. Kazanlı ve borulu sistemler ülkemiz üreticisine pahalı geldiğinden genellikle varilden yapılmış sobalar gibi ilkel cihazlarla sorun giderilmeye çalışılmaktadır.

Sera ısıtılmasında sera içinde sıcaklığın düzgün dağılımını Bağlayacak şekilde boru ve ısıtıcıların düzenlenmesi çok önemlidir.

Sera ısıtmada, jeotermal kaynakların kullanılması, güneş ile rüzgar enerjisinden ve ısı pompasından yararlanılması konularının araştırılması gerekmektedir. Zira ülkemiz bu temiz enerji kaynakları açısından oldukça avantajlı bir konuma sahiptir. Bu enerji kaynakları yanında pek çok sanayi kuruluşunun soğutma suyu atıklarından yararlanma yoluna gidilmelidir. Ayrıca termik santraller, cam endüstrisi, demir-çelik tesisleri, çimento fabrikaları, petrokimya tesisleri ve soğuk hava depolarının atık ısılarından istifade edilmek suretiyle seraların ısıtılması temin edilebilir.

Burada özellikle soğuk hava deposunun atık ısısından faydalanılarak sera ısıtılması incelenerek ve projelendirilecektir.

## SOĞUTMA ÇEVİRİMİNDEN ENERJİ KAZANILMASI

Soğutma sistemlerinde yoğunlaştırıcudan çevreye atılması gereken enerjinin %20'si ile %90'ına kadar değişen miktarı kompakt rekuperatörler vasıtasıyla geri kazanılabilir. Geri kazanılan bu enerji ısıtmada kullanılacağı gibi, sıcak su ihtiyacının karşılanması amacıyla da kullanılabilir. Sıcak su hatırlanmasında kullanılabilen enerji, alık ısıdan geri kazanılmış enerjinin %20 ile %50'si oranındadır (4).

Geri kazanılmış ve depolanmış enerji, merkezi ısıtmada bir eşanjöre gerek kalmadan doğrudan doğruya kullanılabilir. Ancak tesis düşük sıcaklıklarda çalışmaya uygun olduğundan yüksek debiler gerekir. İyi bir randıman elde etmek için, ısı değiştirme sıcaklıkları soğutucu akışkan yoğunlaştırma sıcaklığına çok yakın olmalıdır. Zorlanmış dolaşım, soğutma sistemlerinin çalışma şartlarını değiştirmeksizin, eşanjörlerin ısı değiştirme katsayılarını optimize eder.

Kullanılması amaçlanan su sıcaklıklarına bağı olarak soğutma sistemlerinin yoğuşturucularından geri kazanılabilir enerji miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir (4).

İstenilen su sıcaklığı	Yoğuşturucuda mevcut ısı miktarı	Geri kazanılabilir ısı miktarı	Isıtma İhtiyacı	Muhtemel olarak tamamlayıcı ısı miktarı
35°C	$q_y$	0.90 $q_y$	$q_i$	$q_i - 0.90 q_y$
45°C	$q_y$	0.40 $q_y$	$q_i$	$q_i - 0.40 q_y$
55°C	$q_y$	0.20 $q_y$	$q_i$	$q_i - 0.20 q_y$

Tablo 1'e göre öngörülen su sıcaklığını sağlayabilmek için muhtemel tamamlayıcı ısı miktarlarının depolamalı veya elektrik takviyeli ısıtma yöntemleriyle karşılanması gerekmektedir. Ancak sunulan çalışmada daha düşük sıcaklık uygulaması söz konusu olduğundan bulur takviye ısı kaynağına ihtiyaç duyulmamıştır.

### ISITILACAK SERANIN ÖZELLİKLERİ

Yapılması planlanan sera 10x20 m boyutlarına, 17381 m<sup>2</sup> faydalı taban alanına sahiptir. Seranın tepe noktasının yerden yüksekliği 4.5 m olup, 20 m'lik uzun kenarları doğu-batı yönlerindedir. Bu şekilde planlama, yetiştirilecek bitkinin güneş ışığını en iyi biçimde alabilmesi maksadıyla yapılmıştır.

Seranın doğu ve batı cephelerinde 8'er adet 1.2x1 m boyutlarında 16 adet pencere mevcuttur. Bunların yanında çatıda 0.4x0.5 m ebatlarında 13 adet havalandırma penceresi vardır. Kuzey ve güney cephelerinde birer adet kapı mevcut olup 1.2x1 m boyutlarında ikişer adet pencere yerleştirilmiştir.

Seranın ısıtılmasında, seranın yanında bulunan soğuk hava deposunun yoğuşturucusundan çevreye atılan ısı enerjisinden yararlanılmıştır. Bu ısı yoğuşturucuda serada kullanılacak olan ısıtma suyuna aktarılmıştır. Seradan dönen su ile soğutma sisteminin soğutucu akışkanı yoğuşturulmaktadır.

### SERANIN ISI İHTİYACININ BELİRLENMESİ

Seralarda yapay iklim koşullarının oluşturulabilmesi, enerji sarfiyatını gerektirir. Seralardaki enerji harcamasının temelini ısıtma oluşturduğundan ısı kayıplarının hesabı yapılacaktır. Üstelik seraların ısıtılması öteki tip binaların ısıtılmasından farklıdır. Zira örtü yüzeylerinin özelliğinden ötürü çabuk ısınır çabuk soğurlar.

#### Seranın Isı Kayıpları:

Isı ihtiyacının hesabı için önce ısı kayıplarının belirlenmesi gerekir. Seranın toplam ısı kaybı;

$$Q = A_{\text{ÖR}} K' (T_Y - T_D) \quad (1)$$

formülüyle tanımlıdır. Burada, A<sub>ÖR</sub>, örtü yüzey alanı (m<sup>2</sup>), K', havalandırma ısısının da dahil olduğu toplam ısı geçiş katsayısı (W/m<sup>2</sup>K), T<sub>Y</sub>, sera iç sıcaklığı (K), T<sub>D</sub>, seranın çevre sıcaklığı (K)'dir.

#### Isı Transfer Yüzeyi Hesabı:

Seranın tüm yüzeyleri ısı transferini etkilemektedir. Ana çerçeveler için L profil, ara pencereler için T profil kullanılmıştır. Sera zemininde 0.45 m genişliğinde ve 0.20 m yüksekliğinde bir taş temel duvarı ve bunun üzerinde 0.20 m genişliğinde ve 0.50 m yüksekliğinde kevk duvarı mevcuttur. Yönler göre toplam ısı transfer yüzeyleri hesaplanmıştır.

#### Toplam Isı Transfer Katsayısı Hesabı:

Denklem (1)'deki K' toplam ısı transfer katsayısının hesaplanması çok önemlidir. Bu katsayı;

$$K' = K + K_L \quad (2)$$

şeklinde tanımlıdır. Burada, K', seradan çevreye olan toplam ısı geçiş katsayısı (W/m<sup>2</sup>K), K<sub>L</sub>, sera örtü malzemesinden sızan havanın taşıdığı entalpiyi karşılayan ısı geçiş katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)'dir. K<sub>L</sub>, katsayısı seranın iç ve dışında nem miktarının aynı olması durumunda şu eşitlikle bulunabilir.

$$K_L = C_v \quad (3)$$

Burada: C, 0.19 (W/m<sup>2</sup>K) (m/s) bir orantı katsayısı olup sera yapım malzemesine ve işçiliğe bağlı deneysel bir veridir, v, sera bölgesinde ortalama rüzgar hızıdır (m/s) (1).

Isparta için aylara göre ortalama rüzgar hızı 1.93 m/s alınarak;

$$K_L = 0.3667 \text{ W/m}^2\text{K bulunur.}$$

Toplam ısı aktarım katsayısı;

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{t}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}} \quad (4)$$

Burada,  $\alpha_i$ , sera iç yüzeyi film katsayısı (W/m<sup>2</sup>K), t, kullanılan seranın örtü malzemesi kalınlığı (m),  $\lambda$ , kullanılan örtü malzemesinin ısı iletim katsayısı (W/ m<sup>2</sup>K),  $\alpha_o$  örtünün dış yüzeyindeki film katsayısıdır (W/m<sup>2</sup>K). [3] $\alpha_i$ 'nin Hesaplanması: Sera iç yüzeyinin ısı taşınım katsayısı  $\alpha_i$ 'nin bulunabilmesi için bazı değerlerin hesaplanması gerekir,

#### a) Sera Zemininden Isıtma İle Isı Geçişinin Hesaplanması

Örtü iç yüzey sıcaklığı aşağıda verilen ampirik eşitlik bulunur.

$$T_{\text{ör}} = 0.45 (T_i - T_o) \quad (5)$$

(5) formülüyle örnek sera için örtü iç yüzey sıcaklığı,  
 $T_{\text{ör}} = 274.47 \text{ K} (=1.32 \text{ }^\circ\text{C})$  olarak hesaplanır.

Sera taban sıcaklığı sera iç sıcaklığına eşit alınabilir. Buna göre, toprakların örtü yüzeyine doğru ışımaya yoluyla ısı transferi;

$$Q_{\text{tö}} = \epsilon_T \sigma A_T [(T_T)^4 - (T_{\text{ör}})^4] \quad (6)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $\epsilon_T$ , toprak yüzeyinin yayıcılığı olup 0.93 olarak alınmıştır.  $\sigma$ , Stefan Boltzman sabitidir.  $A_T$  toprak yüzey alanı (m<sup>2</sup>),  $T_T$ , toprak yüzeyinin sıcaklığı ( $\sim T_i$ )'dir. Denklem (6) kullanılarak,  $Q_{\text{tö}} = 1153.3 \text{ W}$

bulunur. Toprak yüzeyinden sera örtü yüzeyine ışımaya ısı transferinin etken ısı geçiş katsayısı,

$$\alpha_{\text{tö}} = \frac{Q_{\text{tö}}}{A_{\text{ört}} (T_i - T_{\text{ör}})} \quad (7)$$

eşitliğiyle bulunur. Burada,  $A_{\text{ört}}$ , sera örtü yüzeyinin alanı (m<sup>2</sup>)'dir. Bu alan 1 m<sup>2</sup>'lik birim toprak yüzey alanına karşılık 1.5 m<sup>2</sup> alınmaktadır. Buradan etken ısı geçiş katsayısı,

$$\alpha_{\text{tö}} = 2.4313 \text{ W/m}^2\text{K olarak hesaplanır.}$$

## b) Sera Isıtma Sisteminde Işımayla Transfer Olan Isı Akışının Hesaplanması

Bu değer borulu ısıtma yüzeyleri için sözkonusu olup, ısıtma borusundan örtürü iç yüzeyine ışımaya transfer olunan ısı şu eşitlikle bulunur.

$$Q_{i\ddot{o}} = \epsilon_1 \sigma A_1 \left[ (T_1)^4 - (T_{\ddot{o}r})^4 \right] \quad (8)$$

Burada;  $\epsilon_1$ , borulu ısıtma sisteminin yayıcılığı olup, 0.93 olarak alınabilir,  $A_1$ , borulu ısıtma sisteminde ısı yayan boru yüzey alanı (m<sup>2</sup>) olup ortalama 3.3 m<sup>2</sup> örtü alanına 1 m<sup>2</sup> boru alanı ve 0.5 m<sup>2</sup> ısı yapan boru alanı hesabıyla 1 m<sup>2</sup> örtü alanı için  $A_1=0.15$  m<sup>2</sup> alınabilir. Bu hesaplama toplam ısı yayan boru yüzey alanı  $A_1 = 26.1$  m<sup>2</sup> bulunur.  $T_1$ , boru yüzey sıcaklığı olup sıcak su sistemine 313.15 K (=40°C) ile girip 303.15 K (=30°C) ile döndüğü dikkate alınarak ve sera içi ortam sıcaklığını da 273.15 K (=0°C)'den 288.15 K (=15°C) çıkarılması gerekliliği dikkate alınarak  $T_1=294.4$  K (=21-25°C) bulunur. Bu değerler ile  $Q_{i\ddot{o}}=2521.1$  W hesaplanır. Bu ısı transferinin etkin ısı geçiş katsayısı.

$$\alpha_{i\ddot{o}} = \frac{Q_{i\ddot{o}}}{A_{\ddot{o}r} (T_1 - T_{\ddot{o}r})} \quad (9)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada,  $A_{\ddot{o}r}$ , birim boru alanını karşılayan örtü yüzey alanı (m<sup>2</sup>)'dir. Böylece,  $\alpha_{i\ddot{o}} = 0.7278$  W/m<sup>2</sup>K bulunur.

## c) Örtü İç Yüzeyi ile Atmosfer Arasında Taşınım İle Isı Geçiş Katsayısı

Araştırmalar sonucunda;

Borulu ısıtma yönteminde :  $\alpha_B = 4.4$  W/m<sup>2</sup>K Havalı ısıtma yönteminde :  $\alpha_H = 5.2$  W/m<sup>2</sup>K olarak tespit edilmiştir. Bu değerler de dikkate alınarak sera içi ısı taşınım katsayısı, borulu ısıtma yöntemi için,

$$\alpha_i = \alpha_B + \alpha_{T0} + \alpha_{R0} \quad (10)$$

ve havalı ısıtma yöntemi için,

$$\alpha_i = \alpha_B + \alpha_{T0} \quad (11)$$

şeklinde ifade edilir. Borulu ısıtma sistemi kullanıldığında Denklem (10) yardımıyla,

$$\alpha_i = 7.5591 \text{ W/m}^2\text{K}$$

hesaplanmış olur.

Dış ısı geçiş katsayısı  $\alpha_o$  ise, ışımaya, doğal konveksiyonla ısı geçişine bağlıdır. Bu sebeple  $v_r$  (m/s) boyutunda rüzgar hızını belirtmek üzere şu ampirik eşitlikle dış ısı geçiş katsayısı bulunabilir (5).

$$\alpha_o = 9.3 \text{ W/m}^2\text{K} + 3.3 \text{ W/m}^2\text{K} \times v_r \quad (12)$$

Buradan,  $\alpha_o = 15.669 \text{ W/m}^2\text{K}$  bulunur.

Hesaplanan iç ve dış konveksiyon katsayıları ile (4) no'lu formül uyarınca  $\lambda_{cam} = 0.762 \text{ W/m}^2\text{K}$  ısı iletim katsayısı ve  $d = 0.003 \text{ m}$  kalınlığında cam için,

$$K_{cam} = 4.998 - 5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ve  $\lambda_{metal} = 39 \text{ W/m}^2\text{K}$  ve  $d = 0.005 \text{ m}$  (ortalama olarak) ile metal için,

$$K_{metal} = 5.1817 \text{ W/m}^2\text{K}$$

hesaplanır.

Toplam ısı transferi katsayısı  $K'$  ise Denklem (2)'den;

$$K'_{cam} = 5.3667 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$K'_{metal} = 5.5484 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Böylece seradan kaybolan ısı miktarı ise (1) no'lu formülle,

$$Q = 48 \text{ kW}$$

olarak hesaplanmış olur.

## GÜNEŞTEN KAZANILAN ISI

Seralar güneş radyasyonu etkisindedir. Dolayısıyla serada ışımla ısı kazancı söz konusudur.

Güneş radyasyonu ile ısı kazancı,

$$Q_g = I_o A_{ca} \eta \quad (13)$$

şeklinde ifade edilir. Burada  $I_o$ , ortalama günlük ışıma şiddeti (MJ/m<sup>2</sup>gün),  $A_{ca}$ , sera çatı alanı (m<sup>2</sup>).

Bu değer sera taban alanının yaklaşık 1.16 katıdır.  $\eta$  seraya gelen güneş enerjisinden faydalı hale dönüşen kısımdır (yaklaşık olarak %50). Ortalama günlük güneş ışıma şiddeti  $I_o$ , Isparta ili için, kış aylarında ortalama 4.75 MJ/m<sup>2</sup>gün ve yaz aylarında ortalama olarak 12.6125 MJ/m<sup>2</sup>gün değerindedir (3).

Sera çatı alanı; cam yüzeyi, profil yüzeyi ve havalandırma penceresi yüzeyleriyle 252.4 m<sup>2</sup>'dir.

Bu değerler ile (13) no'lu formül gereğince kış aylarında güneş enerjisinden kazanılan ısı 6937 W olup sera için karşılanması gereken ısı,

$$Q_H = Q - Q_S = 41 \text{ kW}$$

olmaktadır. Sera için önemli olan husus kış aylarında ısıtma olduğundan işlemler kış ayları için yapılacaktır.

### SERA İÇİN GEREKLİ OLAN ISININ KARŞILANMASI

Seranın ısıtılması için gerekli olan ısı, sera yanında bulunan soğuk hava deposunun yoğuşturucusundan çevreye atılmakta olan ısının geri kazanılması ile elde edilecektir. Bu maksatla, yoğuşturucuya sıvılaştırılmak üzere gönderilen amonyak buharının ısısı bir eşanjör vasıtasıyla çekilir. Bu ısıtıcı borular vasıtasıyla seraya aktarılır.

Soğuk hava deposundan yoğuşturucuda çekilen ısı

$$Q_K = Q_o + W \quad (14)$$

şekindedir. Burada,  $Q_o$ , soğuk hava deposunun soğutma kapasitesi olup 16.28 kW (=100.000 kcal/h) ve  $W$ , kompresör gücü olup 40 kW olarak okunmuşlardır.

Bu değerlerle yoğuşturucu kapasitesi Denklem (14) ile

$$Q_K = 156.28 \text{ kW} (= 134.400 \text{ kcal/h})$$

hesaplanır. Buna göre yoğuşturucu için gerekli su miktarı,

$$Q_K = \dot{m}_{su} c_{psu} \Delta T \quad (15)$$

ile,  
 $\dot{m}_{su} = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} (=5.4 \text{ m}^3/\text{h})$   
gerekmektedir.

### EŞANJÖR İHTİYACI

Yoğuşturucuda açığa çıkan ısıdan faydalanmak için bir eşanjöre ihtiyaç vardır. Eşanjör alanı, karşıt akımlı üretimde küçüleceğinden karşıt akımlı bir eşanjör alınmıştır. Böylece bir eşanjörde, sıcak akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıkları 398.15 K (=125°C) ile 318.15 K (=45°C)'dir. Soğuk akışkanın ise giriş sıcaklığı 288.15 K (=15°C) ile çıkış sıcaklığı 313.15 K (=40°C)'dir. Bu durumda,

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

ile,

$$\Delta T_m = 326 \text{ K} (=53^\circ\text{C})$$

bulunur.

Sistem rejime girdiğinde gerekli su miktarı,  $Q_K$  ve

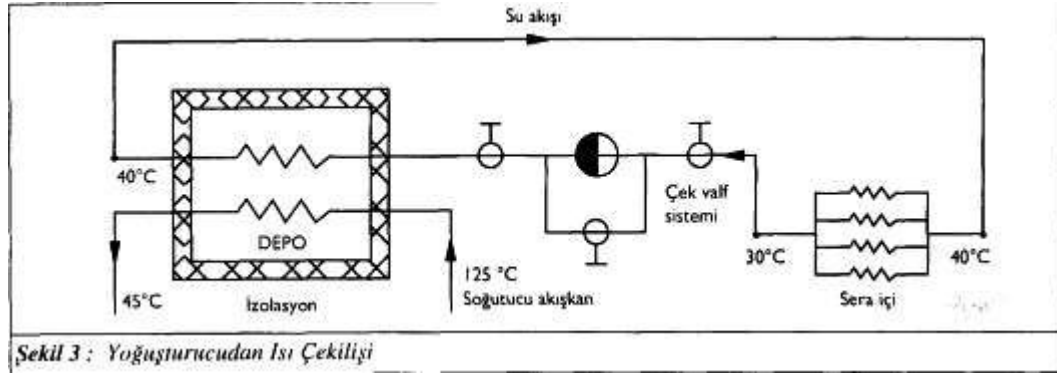
$$\Delta T = 313.15 - 303.15 \text{ K} = 10 \text{ K} \text{ ile,}$$

$\dot{m}_{su} = 3.73 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} (=13.44 \text{ m}^3/\text{h})$   
dır.

**bakınız: 47**

## bakınız: 48

Yoğuşturucudan ısı çekilişi şematik olarak Şekil 3'den görülmektedir.



## BORULU ISITICI HESABI

Sıcak su ortalama sıcaklığı 353.15 K (=80°C) ile ortam sıcaklığı 288.15 K (=15°C) dikkate alınarak tablodan nominal çapı 2" olan yatay tek horu için ısıtma gücü 0.16 kW (=138 kcal/mh) okunur.

Isıtma gücü ile (TH-Ti) sıcaklık farkı arasındaki ilişki;

$$q = q_n \left[ \frac{\Delta T}{T_n} \right]^m \quad (16)$$

denklemlerle ifade edilir. Bu ifadeden,  $m=1.25$  (ortalama su sıcaklığı ve her cins boru için) (5) ile;

$$q = 0.067 \text{ kW} (=58 \text{ kcal/mh})$$

bulunur. Sera boyu hesaba katılarak toplam 32 adet boru bulunur. Bu borular 4'erli gruplar halinde yerleştirilecektir.

## SONUÇ

Soğuk hava deposunun yoğuşturucusundan kazanılan enerji ile sera ısıtılması uygulaması başarı ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'den de görüleceği üzere özellikle düşük sıcaklık gerektiren uygulamalarda yoğuşturucuda mevcut ısıdan %90 oranında istifade edilebilmektedir.

Şayet merkezi ısıtma yapılacaksa yüksek sıcaklık uygulamaları için depolamalı ve geceleri elektrik takviyeli sistem seçilmelidir. Ancak düşük sıcaklık gerektiren merkezi ısıtmalarda depolamaya ihtiyaç yoktur. Her iki halde eşanjöre ihtiyaç duyulmaksızın gere kazanılmış enerji doğrudan kullanılabilir (5).

Bu çalışmada yoğuşturucudan çekilen geri kazanılmış enerji, tesise eşanjör sistemi ilavesiyle serayı ısıtacak soğuk akışkana verilmekle ve böylece dört adet gidiş-dönüş ısıtıcı boru gruplarıyla seranın ısıtılması temin edilmektedir. Daha büyük sera alanlarının ısı ihtiyacı, depo ve gerektiğinde geceleri elektrikle ısıtma gibi ilave tedbirler alınarak temin edilebilir.

Sonuç olarak, ülkemiz sanayi kuruluşlarının atık ısılarının, ilave bir takım tedbirlerle geri kazanılmasıyla, tesislerde ortak çalışacak kombine sistemler oluşturularak sera ve benzeri alanlarda kullanılması ülkemiz ekonomisi açısından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Üstelik yapılan masraflar kendini, hangi tür yakıt kullanılırsa kullanılsın bir yıla bile kalmadan çok kısa bir sürede amorti etmektedir.

## KAYNAKÇA

1. ALİBAŞ, K., Seraların Isı Kayıplarının Hesaplanması, Hacettepe Üniversitesi, Zonguldak.
2. HAZARDIN, G., Türkiye'de Sem Yapımı Teknolojisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
3. KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A., Güneş Enerjisi, İTÜ Makina Fakültesi, (1983), İstanbul.

4. RIETSCHER, H., RAISS, W., Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme Tekniđi, (1974), İstanbul.

5. RIDEL, P., 16. Congres International Du Froid, Commision (1983), Paris.

6. AYBERS, N., Isıtma, Havalandırma ve iklim Tesisleri, Cilt-1 İTÜ Kütüphanesi, Sayı.-609, İstanbul.

\* MÜHENDİS ve MAKİNA 397. sayısından derlenmiştir.

\*\* S.D.Ü. Müh. Fak. Mak. Böl. ISPARTA