

Yalova İlinde Farklı Özelliklerdeki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Metin OLGUN¹Berna KENDİRLİ¹M. Yavuz ÇELİK¹

Geliş Tarihi : 30.8.1997

Özet: Bu çalışmada, ülkemizin en yoğun seracılık bölgelerinden biri olan Yalova ilinde yaygın olarak görülen, 30 adet farklı boyut ve malzeme özelliklerine sahip seranın ısıtma gereksinimleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada sera hacmine göre havalandırma yolu ile oluşan ısı kaybı, sera örtü alanına göre kondüksiyon yolu ile oluşan ısı kaybı ve sera taban alanına göre oluşan toplam ısı açığı arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları, sera hacmindeki artışa bağlı olarak % 10 - 17 oranında azalma göstermiştir. Kondüksiyon yoluyla oluşan ısı kayıpları, örtü alanının artması ile cam seralarda %1, plastik seralarda ise tek katlı PE örtü malzemesinin kullanılması durumunda çift katlı PE malzemesine göre % 32 oranında artış göstermiştir. Seraların 1 m² taban alanından kaybolan toplam ısı miktarları ise hacim artışına ve örtü malzemesinin cinsine göre cam seralarda % 1 - 2, plastik seralarda % 1 - 6 oranında artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalova, sera, ısıtma gereksinimi.

Determining of Heating Requirements for Greenhouses with Different Features in Yalova Province

Abstract: In this study, heat requirements of 30 types greenhouses with different dimensions and material characteristics in Yalova province which is one of the most intense greenhouse region of Turkey were calculated. The results were evaluated as graficial. As a result among geenhouse volume with heat loss by ventilation, the area of the greenhouse cover with heat loss by conduction and the ground area of the greenhouse with total heat loss were determined a linear relation. Increasing greenhouse volume cause a decrease % 10 - 17 in heat loss by ventilation. Increasing area of the gereenhouse cover cause a increase % 1 for glass materials and % 32 for single layer PE materials according to double layer PE materials in heat loss by conduction. Total heat loss by per square meter of greenhouse ground area cause a increase % 1 - 2 for glass greenhouses and % 1 - 6 for plastic greenhouses.

Key Words: Yalova, greenhouse, heating requirement.

Giriş

Seralar, iklimle ilgili çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem gibi faktörler denetim altında tutularak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, sergilemek amacıyla cam ve plastik gibi ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak, değişik biçimlerde inşa edilen yüksek sistemli bir örtüaltı yetiştiriciliği yapısıdır (Öneş 1986).

Seralarda denetlenmesi gereken başlıca iklim parametreleri; sıcaklık, ışık, oransal nem ve havadaki gazların konsantrasyonudur. Bitkilerin optimum istekleri doğrultusunda sağlanan örtüaltı tarımında yılın her mevsiminde taze sebze, çiçek hatta bazı meyvelerin yetiştirilmeleri olasıdır. Sera işletmeciliği olarak adlandırılan bu tarım tekniği, iklim koşullarının uygun olduğu ılıman bölgelerde basit yapı ve az işletme masrafiyle gerçekleştirilmektedir. Böylece ortaya çıkan karlı işletmecilik, yetiştiriciye çekici gelmekte ve bu tarım tekniği ülkemizin belirli bölgelerinde gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Ülkemizde seracılık Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde dağılıma ve gelişme göstermektedir. Bu dağılım içerisinde yer yer yoğun üretim alanları doğmuştur. En

kuzeyde Yalova çevresindeki iklimde görülen seracılık, batıda İzmir ve Muğla çevresinde, güneyde Mersin ve Antalya dolaylarında yoğunlaşmakta ve Hatay ilinin Samandağ ilçesine kadar uzanmaktadır.

Ülkemizde seracılığın başlamasına ve yayılmasına öncülük eden Yalova, iklimi özelliği gösteren ekolojik yapısı ve İstanbul gibi büyük bir tüketim merkezine yakın olması nedeniyle önemini korumaktadır. Son yıllarda özellikle kesme çiçek ve saksı çiçeği yetiştiriciliği yapılan yörede seraların %40'ını plastik tünel tipi seralar, %30'unu beşik çatılı cam seralar, % 20 sini yay çatılı plastik seralar ve %10'unu da venlo tipi cam seralar oluşturmaktadır. Bölgede amaca uygun bir biçimde inşa edilen ve ısıtılan seralarda; bilgili, deneyimli ve uzmanlaşmış bir yetiştiricilik yapılmaktadır (Kendirli 1995).

Bitkilerin çimlenme, büyüme, ürün verme gibi normal gelişimlerini tamamlayabilmeleri, belirli sıcaklık derecelerinde belirli fizyolojik faaliyetler göstermelerine bağlıdır. Bu nedenle, bitkilerin normal gelişme göstermeleri sera ortamının kararlı ve uygun sıcaklıklarda tutulması ile olasıdır. Bitkilerin istediği bu kararlı ortamın sağlanabilmesi için seraların mutlaka ısıtılması veya soğutulması gerekir (Öneş 1986).

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

Seraların planlanmasında ısıtma sistemleri oldukça önem taşımaktadır. Çünkü seracılıkta en önemli girdilerin başında ısıtma masrafları gelmektedir. Isıtma sistemleri iyi planlanmış ve randımanlı çalışan seralarda daha karlı yetiştiricilik yapılabilmektedir.

Seralar güneş ışınlarından yararlanabilmek için ince ve saydam örtü malzemeleri ile kaplanırlar. Örtü malzemelerinin ısı yalıtım değerleri oldukça düşüktür. Sera içerisinde üretilen ısı, başta örtü malzemesi olmak üzere, havalandırma ve yapı elemanlarındaki açıklıklardan sızma yoluyla dışarıya akmaktadır. Bu kayıpların bir bölümü, güneş ışınlarının sera içerisinde termal enerjiye dönüşmesiyle karşılanmaktadır. Güneş enerjisi ile karşılanamayan bölümünün ise sera içersine kurulacak ısı kaynağından sağlanması gerekir.

Seraların ısıtma gereksinimlerinin saptanmasında, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı yöntemler geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin tamamı temelde ısı kayıp ve kazançlarının dengelenmesinden oluşan ısı dengesi esasına dayanmaktadır. Güneş radyasyonundan elde edilen ısı kazancı ile havalandırma, sızma ve kondüksiyonla oluşan ısı kayıpları arasındaki fark, seranın ısıtma gereksinimini vermektedir.

Bu çalışmada, ülkemizin en yoğun seracılık bölgelerinden biri olan Yalova ilinde yaygın olarak görülen, farklı özelliklere sahip toplam 30 adet sera için ısıtma gereksinimlerinin belirlenmesi ve üreticilere yönelik pratik sonuçların elde edilebilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Yalova ili ve çevresinde, çelik konstrüksiyonlu cam seralar ile iskelet malzemesi boru profil olan plastik tünel tipi seralar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yörede iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan ve geniş alanlar kaplayan venlo tipi cam seralar ile yay çatılı plastik seraların kullanımı da son yıllarda giderek yaygınlaşma göstermektedir (Kendirli 1995). Bu nedenle çalışmada söz konusu dört tip sera esas alınarak oluşturulan toplam 30 adet alternatif için yapısal özellikler Çizelge 1 de verilmiştir.

Yöntem

Seraların boyutsal özelliklerinin belirlenmesi

Beşik çatılı cam seralar Yalova ili kesme çiçek yetiştiriciliğinde en çok rastlanan sera tiplerinden birisidir. Seraların genişlikleri sera tipine ve örtü malzemesinin cinsine göre farklı değerlerde olmaktadır. Bireysel cam örtülü seraların genişliği 9.00-12.00 m, plastik örtülü seraların genişlikleri ise 6.00-9.00 m arasında değişiklik gösterir (Alkan 1977, Yüksel 1989). Sera uzunluğunun ise arazinin durumuna ve yetiştiricinin isteğine bağlı olmakla birlikte, üniform bir ısıtma ve havalandırma için genellikle 50.00 m'yi geçmemesi önerilmektedir (Günay 1980). Buna göre çalışmada gözönüne alınan beşik çatılı cam seranın genişliği 9.00 m olarak alınmış; sera uzunlukları ise üniform bir ısıtma sağlanabilmesi için 30.00,40.00 ve 50.00 m olarak seçilmiştir. Seranın yan yüksekliği, yetiştirilecek bitkiye, bitkinin yetiştirme devresinde alacağı boya ve serada bitkiler üzerinde

gölgeleme ve ısı perdesinin bulunması durumuna göre 1.80- 3.00 m arasında değişmektedir (Ertekin ve Deviren 1992). Kesme gül gibi yüksek süs bitkileri yetiştirilen seralarda yan duvar yüksekliği en az 2.00 m olmalıdır (Uzun 1985). Bu nedenle ısı dengesi hesaplamaları yapılan seralarda yan yükseklik alternatifleri 2.00 m ve 2.50 m olarak belirlenmiştir. Çatı eğimi, maksimum düzeyde güneş ışığını geçirebilecek, fazla mahya yüksekliği veya geniş çatı alanı yaratmayacak biçimde seçilmelidir. Güneş ışınlarından en fazla yararlanabilmek amacıyla, bir yörede en uygun sera çatı eğim açısı, 90° (Yörenin enlemi - O yörede güneş ışığının en düşük eğim derecesi) eşitliği dikkate alınarak hesaplanabilir (Sevgican 1989). Buna göre 40° kuzey enleminde bulunan Yalova 'da kurulacak seraların en uygun çatı eğim açısı 27° olarak belirlenmiştir.

Çalışmada gözönüne alınan ikinci tip sera, yörede iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan venlo tipi cam seradır. Venlo tipi seralar, 3.20 m genişliğindeki bloklardan meydana gelen geniş alanların kaplanabileceği seralardır (Ertekin ve Deviren 1992). Blok seralarda sera genişliği isteğe göre ayarlanır. Bununla beraber 6.00,9.00,12.00,15.00 ve 18.00 m'lik tekil seraların biraraya getirilmesi ile oluşturulan blok seralarda 100.00-200.00 m'yi geçmeyecek genişlikler ideal kabul edilir (Günay 1980). Çalışmada ele alınan venlo tipi sera 3.20 m genişliğinde 6 adet bloktan oluşmakta ve toplam sera genişliği 19.20 m olmaktadır.

Yalova ilinde boru profilin iskelet malzemesi olarak kullanılmasıyla oluşturulan tünel tipi plastik seralar özellikle kesme çiçek yetiştiriciliğinde tercih edilmektedir. Tünel tipi plastik seralar 8.00 m genişliğinde ve 3.60 m yüksekliğindeki yapılarıdır. Bu tip seralarda yan yükseklik sabittir. Bu nedenle çalışmada gözönüne alınan tünel tipi serada farklı sera uzunlukları ile çift katlı PE ve tek katlı PE olmak üzere iki tip örtü malzemesine göre ısıtma gereksinimleri hesaplanmıştır.

Çalışmada gözönüne alınan dördüncü tip sera, son yıllarda süs bitkileri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan, yay çatılı plastik seralardır. Yay çatılı plastik seralar 6.00 m genişlikte tek veya blok halinde kurulabilmektedir. Bu tip seralar 4'lü bloklar halinde kurulduğunda yan yüzeylerden yapılan havalandırma yeterli olabilmektedir. Daha fazla sayıda blok bulunması halinde ilave edilen blok sayısı kadar orta bölmede oluk kenarında boydan boya bant şeklinde açılan havalandırma sistemi gerekli olmaktadır (Ertekin ve Deviren 1992). Bu nedenle örnek olarak seçilen yay çatılı plastik sera 6.00 m genişliğinde 4 adet bloktan oluşmaktadır. Bu tip serada da farklı boyutsal özellikler ve iki tip örtü malzemesi için hesaplamalar yapılmıştır.

Isıtma gereksinimlerinin hesaplanması

Yalova ili seralarının ısıtma gereksinimlerinin hesaplanmasında kullanılan iklimsel proje kriterlerinden dış proje sıcaklığı ve bağıl nem değerleri ile ortalama rüzgar hızı ve güneşlenme şiddeti değerleri, yörenin uzun yıllar ortalamasına ait iklim verilerinden yararlanılarak Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır. Çalışmada ısı gereksinimlerinin hesaplanmasında dış proje sıcaklık değeri -3°C olarak belirlenmiştir (Humbaracı 1981). Dış proje bağıl nem değeri ise kış mevsimi için

Çizelge 1. Çalışmada gözönüne alınan sera tipleri ve yapısal özellikleri

Sera No	Sera Tipi	Boyutsal Özellikler		Malzeme Özellikleri	
		Yükseklik, m	Uzunluk, m		
1		2.00	38.00	Profil Çelik + Cam	
			40.00		
			50.00		
		2.50	30.00		
			40.00		
			50.00		
2		2.00	38.00	Profil Çelik + Cam	
			40.00		
			50.00		
		2.50	30.00		
			40.00		
			50.00		
3		3.00	38.00	Sera Profil + Tali Kat Polikarbonat	
			40.00		
			50.00		
		3.00	40.00		Sera Profil + Çift Kat Polikarbonat
			40.00		
			50.00		
4		2.00	38.00	Sera Profil + Tali Kat Polikarbonat	
			40.00		
			50.00		
			30.00		Sera Profil + Çift Kat Polikarbonat
			40.00		
			50.00		
		2.00	30.00	Sera Profil + Tali Kat Polikarbonat	
			40.00		
			50.00		
			30.00		Sera Profil + Çift Kat Polikarbonat
			40.00		
			50.00		

en yüksek ortalama bağıl nem değeri olan % 77 değeri alınmıştır. Aynı kayıtlardan kış mevsimi için ortalama rüzgar hızı 2.2 m/s, ortalama güneş ışınları şiddeti 131.9 cal/ cm² gün olarak belirlenmiştir.

Sera iç sıcaklığı ise serada yetiştirilecek bitki çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Yalova yöresinde yaygın olarak kesme çiçek yetiştiriciliği yapıldığından, bu değer karanfil bitkisinin sıcaklık istekleri gözönüne alınarak 18 °C olarak belirlenmiştir (Gürsan 1988). Serada üretimi yapılan domates, biber, salatalık, patlıcan gibi bazı sebzelerin sıcaklık istekleri 18-20 °C arasında değişmektedir (Sevgican 1989). Bu durumda gözönüne alınan sıcaklık değeri sebze yetiştiriciliği için de uygun olmaktadır.

Seraların ısıtma gereksinimlerinin hesaplanmasında Anonymous (1988)' da verilen esaslardan yararlanılmıştır. Ayrıca hesaplamalarda kullanılan bazı parametreler de bu kaynaktan alınmıştır. Bu yaklaşıma göre doğal havalandırma yapılan bir seranın enerji dengesi aşağıdaki gibi verilmektedir:

$$q_{sr} = (q_c + q_i) + q_v + q_f + q_p$$

Eşitlikte;

q_{sr} = Sera içerisine alınan güneş ışınımı, W/m²
 q_c = Örtü malzemesinden iletilen ısı, W/m²,
 q_i = İnfiltrasyonla olan ısı kaybı, W/m²
 q_v = Havalandırma ile kaybolan ısı, W/m²
 q_f = Toprak içerisine ısı akışı, W/m²
 q_p = Fotosentez için kullanılan enerji, W/m²
 değerlerini göstermektedir.

Bitkiler tarafından fotosentez için kullanılan enerji, toplam güneş ışınımının % 2-3' ü kadar

$q = q_c + q_i$ olduğundan hesaplamalarda dikkate alınmayabilir (Bailey 1986).

Serada toprak içerisine olan ısı akışının belirlenmesi oldukça güç olduğundan hesaplamalarda bu değer dikkate alınmaz (Anonymous 1988).

Seranın güneşten olan ısı kazancı, dış ortam güneş ışınımı ile ilişkili olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$q_{sr} = \tau (1 - \Gamma) I$$

Eşitlikte;

τ = Seranın ışık geçirgenlik oranı, %
 Γ = Sera içerisindeki elemanların (ürün, toprak v.b.) güneş ışınımını yansıtma miktarı
 I = Güneş ışınımı, W/m² değerlerini göstermektedir.

Seranın ışık geçirgenliği cam seralarda %90, tek katlı normal PE örtülü seralarda % 86, çift katlı normal PE örtülü seralarda ise % 79 'dur. Sera içerisinde 380 - 710 nm dalga boyuna sahip PAR bölgesinde yeşil bitkilerin güneş ışınımını yansıtma miktarı 0.09 olarak alınmıştır (Başçetinçelik 1985).

Seralarda en fazla ısı kayıpları genellikle örtü malzemesinden ısı iletimi (kondüksiyon) ve hava sızıntısı (infiltrasyon) yollarıyla olmaktadır. Seranın 1 m² taban alanı için toplam ısı kaybı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

Eşitlikte;

$$q_c = \text{Seradan kondüksiyonla olan ısı kaybı, } W/m^2$$

q_i = İnfiltrasyon yolu ile olan ısı kaybı, W/m²
 değerlerini göstermektedir.

Kondüksiyon yolu ile oluşan ısı kayıpları aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır;

$$q_c = (k \cdot A_c / A_g) \cdot (T_i - T_o)$$

Eşitlikte;

A_c = Sera örtü yüzey alanı, m^2

A_g = Sera taban alanı, m^2

k = Sera örtüsünün toplam ısı iletim katsayısı,

$W/m^2 K$

$T_i - T_o$ = İç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı, K değerlerini göstermektedir.

Serada yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı, bu elemanları oluşturan unsurların ısı dirençleri ile yüzey dirençleri toplanarak bulunmuştur;

$$k = 1 / (R_i + R_\lambda + R_o)$$

Eşitlikte;

R_i = İç yüzey ısı direnci, $m^2 / W K$

R_λ = Elemanı oluşturan malzemenin ısı direnci, $m^2 / W K$

R_o = Dış yüzey ısı direnci, $m^2 / W K$ değerlerini göstermektedir.

Cam seralarda iç yüzey ısı direnci, borulu ısıtma sistemi dikkate alınarak $0.09 m^2 / W K$, tek katlı cam için örtü malzemesinin ısı direnci $0.01 m^2 / W K$ ve dış yüzey ısı direnci normal duvar için $0.055 m^2 / W K$ olarak alınmıştır. Buna göre camın toplam ısı iletim katsayısı $6.5 W/m^2 K$ olarak hesaplanmıştır (Bailey 1986).

Plastik seralarda, tek katlı PE için $R_i = 0.09 m^2 / W K$, $R_\lambda = 0.01 m^2 / W K$ ve R_o normal çatı için $0.045 m^2 / W K$ olarak alındığında, k değeri $6.9 W/m^2 K$; çift katlı PE için ise $R_i = 0.09 m^2 / W K$, $R_\lambda = 0.08 m^2 / W K$ ve R_o normal çatı için $0.045 m^2 / W K$ olarak alındığında k değeri $4.7 W/m^2 K$ olarak hesaplanmıştır.

Seralarda infiltrasyon nedeni ile oluşan ısı kaybının hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır;

$$q_i = ACR \cdot V / (A_g \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_i - T_o) / 3600)$$

Eşitlikte;

ACR = Hava değişim oranı, $1/h$

V = Sera hacmi, m^3

ρ = Havanın yoğunluğu, kg / m^3

c_p = Sabit basınçta havanın özgül ısısı, $J / kg K$ değerlerini göstermektedir.

Seranın hava değişim oranı; seranın tasarımına, örtü malzemesine, rüzgar hızına ve yönüne bağlı olarak değişir. Çalışma alanının ortalama rüzgar hızı değeri olan $2.2 m/s$ için hava değişim oranları tekil bir cam sera için $1.4 1/h$, çok bölmeli cam serada $0.9 1/h$, plastik seralarda $0.5 1/h$ olarak alınmıştır (Bailey 1986).

Sera sıcaklığına bağlı olarak sabit basınçtaki havanın özgül ısısı $1.0049 KJ/kg K$ ve yoğunluğu $1.177 kg / m^3$ olarak alınmıştır (Ültanır 1987).

Serada havalandırma yoluyla taşınan ısı duyulur ve gizli ısıdan oluşmaktadır. Bu durumda; $q_v = q_s + q_l$

olmaktadır. Duyulur ve gizli ısı akışı aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır:

$$q_s = VA \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$q_l = \varepsilon \cdot \tau (1 - \Gamma) I$$

Eşitlikte;

VA = Seranın $1 m^2$ taban alanı için havalandırma oranı, $m^3 / s/m^2$

ε = Yüzeyin güneş ışınımını yayma özelliği (Emissivite) değerlerini göstermektedir.

Doğal havalandırma yapılan seralarda herbir m^2 lik taban alanı için $3-4 m^3 / dak'$ lık bir hava değişimi sağlanabilmektedir (Yavuzcan 1989). Bu çalışmada herbir m^2 lik taban alanı için $3 m^3 / dak'$ lık hava değişimi sağlandığı kabul edilerek, $1 m^2$ taban alanı için havalandırma oranı $0.05 m^3 / s/m^2$ olarak belirlenmiştir.

Cam ve plastik örtülü seralarda emissivite değeri ortalama 0.90 olarak alınmıştır (Başçetinçelik 1985).

Çalışmada, farklı tip ve boyuttaki seralarda ısı kayıp ve kazançları hesaplanarak, ısıtma gereksinimleri sera hacmi, örtü alanı ve taban alanlarına göre şekiller halinde verilmiştir.

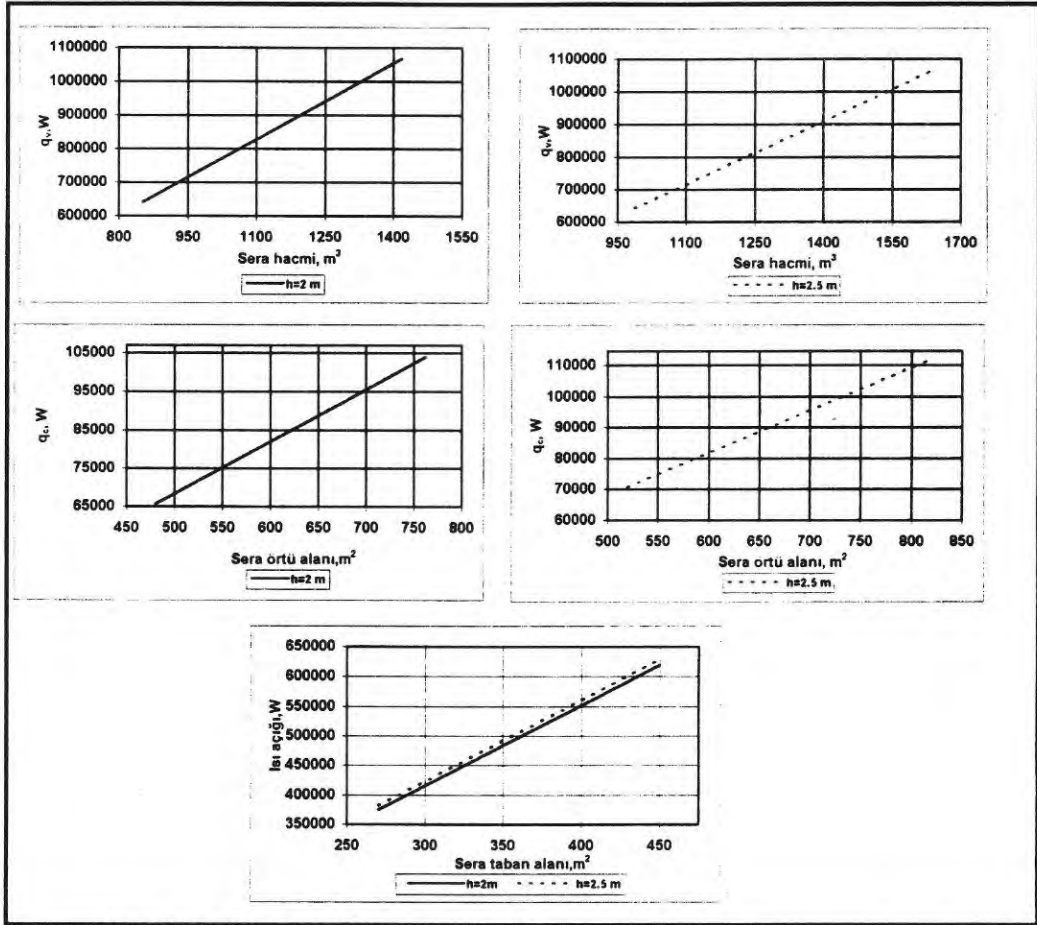
Bulgular ve Tartışma

Çalışmada gözönüne alınan sera tiplerinde farklı boyutsal ve malzeme özelliklerine göre oluşturulan toplam 30 adet alternatif için ısı dengesi hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar her tip sera için havalandırma ile olan ısı kaybına göre sera hacimleri, kondüksiyonla olan ısı kaybına göre sera örtü alanları ve toplam ısı açığına göre sera taban alanları dikkate alınarak, grafiksel olarak değerlendirilmiştir (Şekil 1, 2, 3 ve 4).

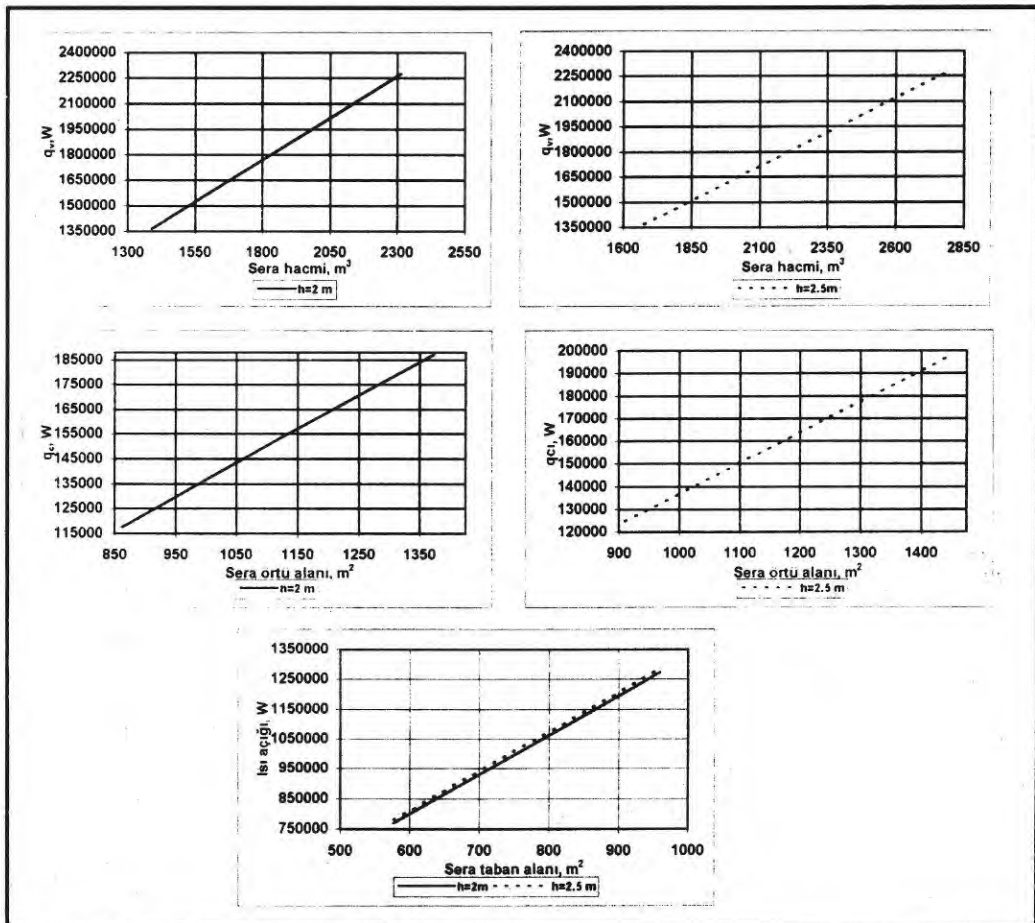
Şekillerin incelenmesinden de görülebileceği gibi sera hacmine göre havalandırma yoluyla olan ısı kaybı, sera örtü alanına göre kondüksiyon yoluyla olan ısı kaybı ve sera taban alanı ile toplam ısı açığı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Beşik çatılı tekil seralarda sera hacmine bağlı olarak havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları $640.710 - 1.067.850 W$, sera örtü alanına bağlı olarak kondüksiyonla olan ısı kayıpları $65.616-112.050 W$; taban alanına bağlı olarak oluşan toplam ısı açığı değerleri ise $375.030 - 630.000 W$ arasında değerler almaktadır (Şekil 1). Yapılan hesaplamalara göre bu tip seralarda yan yüksekliğin $2.00 m$ den $2.50 m$ ye çıkmasıyla $1 m^3$ sera hacminden havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarında % 14 azalma olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yan yüksekliğin artması seranın $1 m^2$ örtü alanından kondüksiyon yoluyla olan ısı kayıplarını % 1, $1 m^2$ taban alanından oluşan toplam ısı kaybını ise % 2 artırmaktadır.

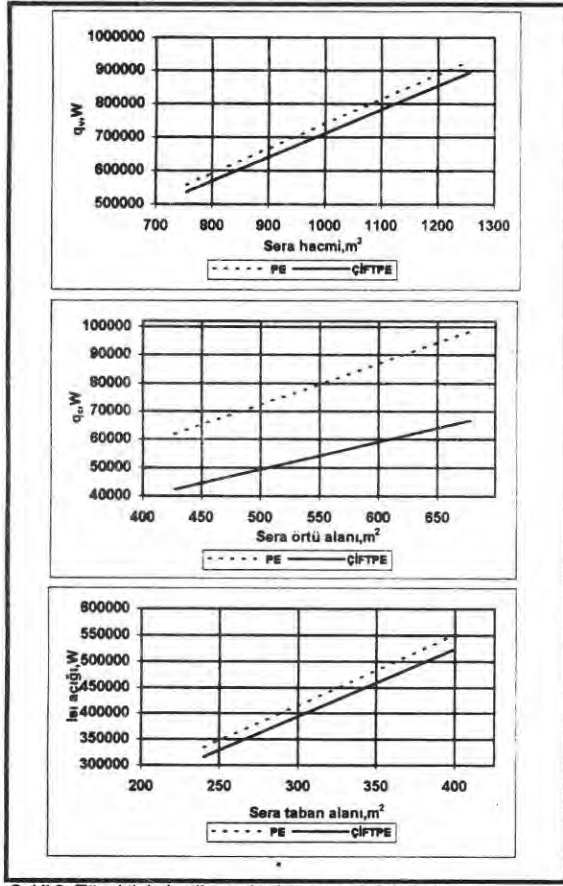
Venlo tipi seralarda sera hacmine bağlı olarak havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları $1.366.848 - 2.278.080 W$ arasında değişiklik göstermektedir. Örtü alanına bağlı olarak kondüksiyon yoluyla oluşan ısı



Şekil 1. Beşik çatılı cam seralarda ısı gereksinimleri



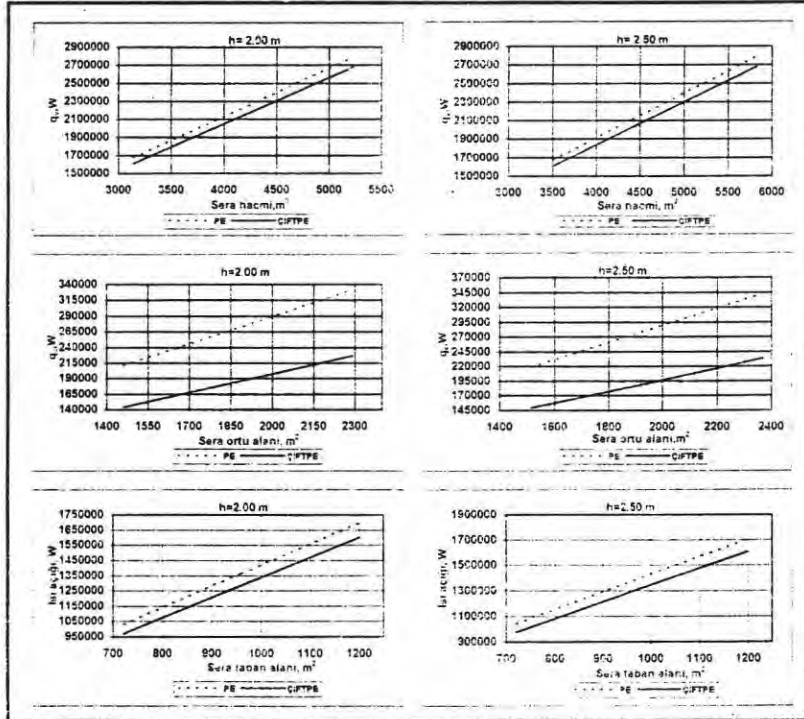
Şekil 2. Venlo tipi cam seralarda ısı gereksinimleri



Şekil 3. Tünel tipi plastik seralarda ısı gereksinimleri

kayıpları 117.504 - 196.800 W, taban alanına bağlı olarak oluşan toplam ısı açığı değerleri ise 777.600 - 1.285.440 W arasında değişmektedir (Şekil 2). Yapılan hesaplamalar, venlo tipi seralarda yan yüksekliğin 2.00'm' den 2.50 m' ye çıkmasıyla 1 m^3 sera hacminden havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarında % 17 azalma olduğunu göstermiştir. Ayrıca yan yüksekliğin artması seranın 1 m^2 örtü alanından kondüksiyon yoluyla olan ısı kayıplarını ve 1 m^2 taban alanından oluşan toplam ısı kayıplarını % 1 artırmaktadır.

Tünel tipi seralarda sera hacmine bağlı olarak havalandırma yoluyla, sera örtü alanına bağlı olarak kondüksiyon yoluyla ve sera taban alanına bağlı olarak oluşan toplam ısı kayıpları sırasıyla örtü malzemesinin tek kat PE olması durumunda 557.520 - 929.200 W, 61.920 - 98.400 W, 330.840 - 551.600 W; örtü malzemesinin çift katlı PE olması durumunda ise 536.400 - 894.000 W, 42.240 - 66.800 W, 316.320 - 523.600 W arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3). Tünel tipi seralarda yan yükseklik değişmediğinden, farklı örtü malzemeleri için yapılan değerlendirmede, 1 m^3 sera hacminden havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarının, örtü malzemesinin çift katlı PE olması durumunda tek katlı PE malzemeye oranla % 4 daha az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte sera örtü alanının her 1 m^2 ' sinden kondüksiyon yoluyla kaybolan ısı miktarı tek kat PE örtülü seralarda çift kat PE örtülü seralara göre % 32 daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Seranın 1 m^2 taban alanından kaybolan toplam ısı miktarları ise örtü malzemesi olarak çift katlı PE kullanıldığı durumda tek katlı PE malzemeye oranla % 5 daha azdır.



Şekil 4. Yay çatılı plastik seralarda ısı gereksinimleri

Yay çatılı blok seralarda sera hacmine göre havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları, sera örtü alanına göre kondüksiyon yoluyla oluşan ısı kayıpları ve sera taban alanına göre oluşan toplam ısı kayıpları sırasıyla örtü malzemesinin tek kat PE olması durumunda 1.672.560 - 2.787.600 W, 211.680 - 332.400 W, 1.030.320 - 1.710.000 W; örtü malzemesinin çift katlı PE olması durumunda ise 1.609.200 - 2.787.600 W, 144.000 - 234.000 W ve 969.120 - 1.611.600 W arasında değişmektedir (Şekil 4). Yay çatılı blok seralarda hem yan yükseklik, hem de örtü malzemesine göre yapılan değerlendirmede, yan yüksekliğin 0.50 m artmasıyla 1 m³ sera hacminden havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarında aynı tip örtü malzemesine sahip seralarda % 10 oranında bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yan yüksekliğin 0.50 m artması ile örtü malzemesi olarak çift katlı PE kullanıldığı zaman 1 m³ sera hacminden havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarı tek kat PE malzemeye göre % 14 azalmaktadır. Sera yan yüksekliği değişmediğinde ise, seranın birim hacminden havalandırma yoluyla olan ısı kaybı çift katlı PE örtü malzemesinde tek kat PE malzemeye oranla % 4 daha az olmaktadır. Diğer taraftan, çalışmada ele alınan yay çatılı blok seralarda yan yüksekliğin 0.50 m artırılmasıyla örtü alanının 1m²'sinden kondüksiyon yoluyla kaybolan ısı miktarı aynı tip örtü malzemesi için % 1 oranında artmaktadır. Ayrıca sera yan yüksekliğinin 0.50 m artması ile örtü malzemesinin birim alanından kondüksiyon yoluyla kaybolan ısı miktarının çift kat PE malzemede tek kat PE malzemeye göre % 32 daha az olduğu belirlenmiştir. Sera yan yüksekliği değişmediğinde ise çift katlı PE malzemede tek katlı PE malzemeye göre kondüksiyon yoluyla oluşan ısı kaybı % 32 daha az olmaktadır. Seranın 1 m² taban alanından kaybolan toplam ısı miktarı, aynı örtü malzemesi için yüksekliğin 0.50 m artması durumunda % 1 oranında artmakta olup, bu değer çift katlı PE örtü malzemesi kullanılması durumunda tek katlı PE malzemeye göre aynı yükseklik için % 6, yüksekliğin 0.50 m artması durumunda ise % 5 oranında azalma göstermektedir.

Bu çalışmada Yalova yöresinde kesme çiçek ve iç mekan süs bitkileri yetiştiricileri için alternatif olarak seçilen 30 adet seranın sadece ısıtma gereksinimleri yönünden karşılaştırılmaları yapılmış ve toplam ısı kayıpları dikkate alındığında, aynı taban alanına sahip seralardan venlo tipi cam seraların ısıtma gereksinimlerinin % 6 - 7 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan

plastik örtülü seraların cam örtülü seralara göre inşaat maliyetinin daha az olduğu bilinmektedir. Nitekim Yalova yöresinde de plastik örtülü seralar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenlerle çift katlı PE örtü malzemesine sahip yay çatılı plastik seraların, inşaat maliyetleri de gözönüne alındığında, yöre için daha uygun oldukları söylenebilir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1988. **Energy Conservation and Renewable Energies for Greenhouse Heating**. FAO Regional Office for Europe. CNRE Guideline No.2. Rome. 168 p.
- Alkan, Z. 1977. **Sera Plantama ve İnşa Tekniği**. Ege Üniv. Mühendislik Bilimleri Fakültesi Denizli Ön Lisans Yüksek Okulu. Denizli.
- Bailey, B.J. 1986. **Application of reject energy for heating greenhouses in the United Kingdom**. Paper presented at FAO/ CNRE Workshop Industrial Thermal Effluents for Greenhouse Heating, Dublin, Ireland.
- Başçetinçelik, A. 1985. **Sera Örtü Malzemelerinin Işık Geçirgenliği ile 37° ve 41° Enlemlerdeki Güneş Işınımı Geçirgenliği Üzerinde Bir Araştırma**. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları. No:41. Adana. 123 s.
- Ertekin, Ü., A. Deviren. 1992. **Türkiyede Gelişen Seracılık ve Örnek Sera Tipleri**. Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. No: 16. Antalya. 12 s.
- Günay, A. 1980. **Tanımı, İnşaa ve Kliması ile Serler**. Çağ Matbaası. Cilt 1. Ankara.
- Gürsan, K. 1988. **Karanfil Yetiştirme Tekniği**. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No: 17. Yalova. 76 s.
- Humbaracı, İ. 1981. **Isıtma ve Havalandırma**. Elif Matbaacılık, Ankara.
- Kendirli, B. 1995. **Yalova ve Çevresindeki Kesme Çiçek Seralarında Sera İçi Koşulların Yeterlilikleri ve Geliştirme Olanakları**. A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı. Doktora Tezi (Basılmamış). Ankara. 180 s.
- Öneş, A. 1986. **Sera Yapım Tekniği**. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No:970. Ankara. 123 s.
- Sevgican, A. 1989. **Örtüaltı Sebzeçiliği**. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:19. Yalova.
- Uzun, G. 1985. **Sera Gülcülüğü**. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:8. Yalova. 76 s.
- Ültanır, M. Ö. 1987. **Termodinamik**. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1023. Ders Kitabı: 296. Ankara. 457 s.
- Yavuzcan, G. 1989. **İçsel Tarım Mekanizasyonu**. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1028. Ankara.
- Yüksel, A. N. 1989. **Sera Planlaması ve Yapımı**. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları. No: 51. Ankara.