



Doğu Akdeniz Bölgesi Modern Seralarında Farklı Örtü Malzemesi ile Farklı Isı Perdeleri Kullanımının Sera Isı Gereksinimine Etkisinin Belirlenmesi

Sait ÜSTÜN¹, Elif Kübra ÇÖLKESEN², Katibe Gülşah BOLAT³, Gülçin HAYIRSÖZ⁴

¹KSÜ, Enformatik Bölümü, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş, ²KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Avşar

Kampüsü/Kahramanmaraş, ³KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş,

⁴KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0002-9978-6140>, ²<https://orcid.org/0009-0008-9766-0860>, ³<https://orcid.org/0009-0006-2411-8136>

⁴<https://orcid.org/0009-0009-9427-4056>

✉:saitüstün@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesindeki Antakya, Mersin, Adana ve Antalya illerinde yer alan ileri teknolojik seralarda ihtiyaç duyulan ısı gereksinim değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar, farklı örtü malzemesi ve çeşidi ile ısı perdesinin farklı sızdırmazlık özelliklerinin kullanıldığı her bir il için 24 sera tipi için ayrı ayrı yapılmış ve karşılaştırmaları verilmiştir. Isı perdesiz hesaplamalarda optimum ısı enerjisi gereksinimi Adana, Mersin, Antalya ve Antakya için sırasıyla cam seralarda 79.9 kW h m⁻² a⁻¹, 80.8 kW h m⁻² a⁻¹, 104.8 kW h m⁻² a⁻¹, 117.9 kW h m⁻² a⁻¹, plastik seralarda ise 78.7 kW h m⁻² a⁻¹, 81.9 kW h m⁻² a⁻¹, 105.6 kW h m⁻² a⁻¹, 116.3 kW h m⁻² a⁻¹ olarak bulunmuştur. Isı perdeli hesaplamalarda ise optimum ısı enerjisi gereksinimi Mersin, Adana, Antalya ve Antakya için sırasıyla cam seralarda 49.0 kW h m⁻² a⁻¹, 53.0 kW h m⁻² a⁻¹, 61.4 kW h m⁻² a⁻¹, 75.9 kW h m⁻² a⁻¹, plastik seralarda ise 53.2 kW h m⁻² a⁻¹, 54.6 kW h m⁻² a⁻¹, 66.5 kW h m⁻² a⁻¹, 79.0 kW h m⁻² a⁻¹ olarak bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda optimum ısı maliyetini sağlayan sera tipi, cam örtülü seralar için C8, PE örtülü seralar için ise P16 olarak belirlenmiştir. Çelik borulu ısıtma sisteminde boruların seraya yerleştirilme şekli olarak en iyi sonuç sera tabanına yakın yerleştirilmesi ile sağlanırken, sızdırmazlığı iyi ısı perdelerinin kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, Doğu Akdeniz Bölgesi ileri teknolojik seralarda optimum ısı maliyetinin sağlanması için cam seralarda, çatıda tek kat cam, yan duvarlarda çift kat cam, PE seralarda ise çatı da tek kat PE, yan duvarlarda ise çift kat sert PE (32 mm) kullanılmalıdır. Çelik borulu ısıtma sisteminde borular sera tabanına yakın yerleştirilmeli ve ısı koruma önlemi olarak da ısı perdeleri kullanılmalıdır.

Biyosistem Mühendisliği

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.04.2024

Kabul Tarihi : 01.06.2024

Anahtar Kelimeler

Optimum ısı maliyeti

Isı perdesi

Örtü malzemesi

Isı koruma

Enerji verimliliği

Determination of the Effect of Using Different Covering Materials and Different Thermal Curtains on Greenhouse Heat Requirement in Modern Greenhouses of the Eastern Mediterranean Region

ABSTRACT

In this study, the heat requirement values needed in advanced technological greenhouses in the provinces of Antakya, Mersin, Adana and Antalya in the Eastern Mediterranean Region were calculated. Calculations were made separately for 24 greenhouse types for each province where different cover materials and types and different sealing properties of the thermal curtain were used, and their comparisons were given. In calculations without thermal curtains, the optimum heat energy requirement was found to be 79.9 kW h m⁻² a⁻¹, 80.8 kW h m⁻² a⁻¹, 104.8 kW h m⁻² a⁻¹, 117.9 kW h m⁻² a⁻¹, 78.7 kW h m⁻² a⁻¹, 81.9 kW h m⁻² a⁻¹, 105.6 kW h m⁻² a⁻¹, 116.3 kW h m⁻² a⁻¹ in glass greenhouses for Adana, Mersin, Antalya and Antakya, respectively. In thermal curtain calculations, the optimum heat energy requirement was found to be 49.0 kW h m⁻² a⁻¹, 53.0 kW h m⁻² a⁻¹, 61.4 kW h m⁻² a⁻¹, 75.9 kW h m⁻² a⁻¹ for glass greenhouses and 53.2 kW h m⁻² a⁻¹, 54.6 kW h m⁻² a⁻¹, 66.5 kW h m⁻² a⁻¹, 79.0 kW h m⁻² a⁻¹ for plastic greenhouses for Mersin, Adana, Antalya, and Antakya,

Article Concepts

Research Article

Article History

Received : 04.04.2024

Accepted : 01.06.2024

Keywords

Optimum heat cost

Heat screen

Cover material

Heat conservation

Energy efficiency

respectively. As a result of the calculations, the greenhouse type that provides the optimum heat cost was determined as C8 for glass-covered greenhouses and P16 for PE-covered greenhouses. In the steel pipe heating system, the best result is achieved by placing the pipes in the greenhouse close to the greenhouse floor, while it has been determined that heat curtains with good sealing should be used. As a result, in order to ensure optimum heat cost in advanced technological greenhouses in the Eastern Mediterranean Region, in glass greenhouses, single layer glass on the roof, double layer glass on the side walls, and in PE greenhouses, single layer PE on the roof and double layer hard PE (32 mm) on the side walls should be used. In the steel pipe heating system, the pipes should be placed close to the greenhouse floor and heat curtains should be used as a heat protection measure.

- Atıf İçin :** Üstün S., Çölkesen E.K., Bolat K.G., Hayırsöz G., (2024). Doğu Akdeniz Bölgesi Modern Seralarında Farklı Örtü Malzemesi ile Farklı Isı Perdeleri Kullanımının Sera Isı Gereksinimine Etkisinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 27(6), 1343-1355. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi. 1462607.
- To Cite:** Üstün S., Çölkesen E.K., Bolat K.G., Hayırsöz G., (2024). Determination of the Effect of Using Different Covering Materials and Different Thermal Curtains on Greenhouse Heat Requirement in Modern Greenhouses of the Eastern Mediterranean Region. *KSU J. Agric Nat* 27(6), 1343-1355. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi. 1462607.

GİRİŞ

Seralar, bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak yılın farklı aylarında ısıtma, havalandırma, gölgeleme, soğutma gibi işlemlere ihtiyaç duyarlar. Bitkiler sıcaklık değişimine, gelişimleri ile hızlı bir şekilde cevap verirler. Serada yetiştirilen bitkiler 10°C – 24°C sıcaklık aralığına pozitif olarak artan bir tepki verdiği bilinmektedir (Nelson, 2002).

Seralarda en fazla üretilen ürünler, çoğunlukla yüksek ısı gereksinimi gösteren sebzelerdir (domates, biber, hıyar, kavun, yeşil fasulye, patlıcan vb.). Seralarda üretilen bu ürünler, ılıman iklim bitkileri olup ortalama 17°C-27°C'ye adapte olmuşlardır. Bu ürünler minimum 12°C'nin altında ve maksimum 32°C'nin üstündeki sıcaklık değerlerinde strese girerler (Nisen ve ark., 1988). Don olayının yaşandığı düşük sıcaklıklarda geri dönüşü olmayan hasarlar ortaya çıkar.

Günlük ortalama sıcaklığın 12°C'nin altına düştüğü koşullarda seralarda ısıtma yapılmalıdır. Türkiye'de seracılığın yaygın olarak yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgelerinde, günlük ortalama sıcaklık 12°C'nin altına düştüğünden seralar Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ısıtılmalıdır. Verim ve kaliteyi olumlu yönde etkileyen ısıtma, üretim maliyetini arttırmaktadır. Isıtma giderleri sera yapısına, donanımına ve yöre iklimine bağlı olarak işletme giderlerinin % 20-60 arasında değişmektedir (Baytorun ve ark., 2017).

Soğuk iklim bölgelerinde üretim yapılan seralar, yılın büyük bir bölümünde ısıtılmak zorundadır. Isıtma süresi daha kısa olan ılıman iklim bölgelerinde üretim yapılan seralarda ısıtma gereksinimi kış aylarında ortaya çıkmaktadır. Akdeniz gibi ılıman iklim bölgelerinde, ısı gereksinimine sadece kış aylarının gece saatlerinde ihtiyaç duyulmaktadır (Baytorun, 2016).

Bölgenin iklim koşullarına göre inşa edilen seralarda

gerekli ısı tasarruf önlemlerinin alınması, ısıtma giderlerinden kaynaklı üretim maliyetlerinin düşürülmesi açısından önemlidir (Boyacı ve ark., 2016). Bununla birlikte seralar için seçilen ısıtma sisteminin doğru olarak projelenmesi, enerji tasarrufu ve ilk yatırım giderlerinin azaltılması açısından büyük bir öneme sahiptir (Akyüz ve ark., 2017).

Seralarda çatı bölgesinde çift katlı örtü malzemesinin kullanılması enerji tasarrufu sağlarken seraya ulaşan ışık miktarını azaltabilmekte, aynı zamanda CO₂ ve nem sorunu yaratabilmektedir (Tantau, 2012; Baytorun, 2016). Seralarda ısı kayıplarını minimize etmek için yapılan yalıtım sonucunda, sera içindeki nem yükselmesi de göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle sera çatı bölgesinde, son yıllarda yaygın olarak tek katlı örtü malzemesi ile gece saatlerinde iyi yalıtılmış hareketli ısı perdelerinin kullanılması önerilmektedir (Baytorun, 2016). İlıman iklim bölgelerinde ısıtma için gerekli olan ısı enerjisinin %100'üne ve soğuk bölgelerde %70-75'ine gece saatlerinde ihtiyaç duyulduğundan, sistem iyi projelenip malzeme iyi seçildiğinde ısı perdeleri ile önemli düzeyde ısı tasarrufu sağlanabilir (Von Zabeltitz, 1982, Baytorun, 2016). Aynı zamanda don olayı riskini azaltmak için de ısıtma yapılmayan seralarda ısı perdeleri kullanılabilir (Teitel ve ark., 1996). Isı perdelerinin seçiminde malzemenin, küçük yüzey alanına sahip olmasına, kolay monte edilebilmesine ve çekme gerilmesinin az olmasına dikkat edilmelidir (Meyer, 1982).

Rath (1992) çalışmalarında alüminyum dokusu az olan ısı perdesi ile %40, alüminyum dokusu fazla olan ısı perdesi ile %50 oranında tasarruf edilebileceğini hesaplamıştır. Tek kat enerji perdesi yardımıyla seralarda %32 enerji tasarrufu sağlanabilirken, bu oranın çift kat perde ile %48'e ve çift kat enerji perdesi ile %52'ye çıkarılabilmektedir. Serada sadece gündüz perdelerinin kullanılması durumunda gece saatlerinde

ihtiyaç duyulan ısı enerjisi gereksinimini %25, gündüz saatlerinde ise %9 azaltılabildiği belirlenmiştir (Domke, 2011).

Seralarda kullanılan perdelerin ısı tasarruf oranları perdelerin sızdırmazlıklarına bağlı olarak değişmektedir (Meyer, 1984; Müller, 1987). Isı perdelerinin yan duvar ve sera cepheleriyle birleştiği yerler sızdırmaz olmalıdır. Aksi takdirde ısınan havanın yükselerek bu aralıklardan geçip çatı örtü malzemesi tarafından dış ortama taşınması ısı tasarrufunu azaltmaktadır (Çaylı ve ark., 2016; Önder & Baytorun, 2016). Aynı zamanda ısı perdesi sızdırmazlığı iyi olan seralarda rüzgar hızına bağlı olarak ortaya çıkan ısı kayıpları en düşük düzeydedir (Schmidt ve ark., 2011).

Seralarda ısı gereksinimi kullanılan ısıtma sistemlerinin tipi ve sera donanımına bağlı olarak değişmektedir (Baytorun ve ark., 2018a; Baytorun ve ark., 2018b). Isı gereksinimi hesaplamaları, serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık ve seranın özelliğine bağlı sıcaklık yükselmesi dikkate alınarak saatlik iklim değerlerine göre yapılmalıdır (Baytorun ve ark., 2018c). Isı gereksinimi hesaplamalarında doğru sonuçlar elde edebilmek için iklim verilerinin, araştırmanın yapıldığı yerden toplanması da oldukça önemlidir (Çaylı ve ark., 2018).

Yapılan bu çalışmada bölge iklim koşullarında kurulacak ve düzenli olarak ısıtılacak yüksek teknolojik seralarda, farklı örtü malzemelerine göre ısı enerjisi gereksiniminin hesaplanması, ısı perdesi gibi ısı koruma önlemleri ile ısı tasarruf oranlarının belirlenmesi ve çelik borulu ısıtma sisteminde boruların seraya en uygun yerleşim şeklinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, seracılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı Antalya ili ile diğer illerdeki ısı gereksinim değerleri karşılaştırılarak üreticilerin rekabet edebilmeleri için alması gereken önlemler belirlenmiştir. Ayrıca çelik borulu ısıtma sisteminin, serada farklı konumlarda kullanılması durumunun ısı enerjisi gereksinimine etkisi de ortaya konulmuştur.

MATERYAL ve METOD

Doğu Akdeniz Bölgesi

Doğu Akdeniz bölgesi, Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Mersin, Osmaniye ile Konya'nın Beyşehir, Seydişehir, Bozkır, Taşkent, Hadim, Derebucak, Yalhöyük ve Ahırılı ilçelerini kapsamaktadır. Bu çalışmada ISIGER-SERA (Baytorun ve ark., 2016) uzman sisteminde verileri olan ve Akdeniz'e doğrudan kıyısı bulunan Adana, Antalya, Antakya ve Mersin illerine ait hesaplamalar yapılmıştır.

Sera Özellikleri

Isı gereksiniminin hesaplanmasında son yıllarda modern seralarda kullanılan sera ölçüleri göz önüne

alınmıştır. Çalışmada, uzunluğu 50 m, genişliği 9.6 m, yan duvar yüksekliği 4.5 m, mahya yüksekliği 6.5 m olan 10 adet bloktan oluşan taban alanı 4800 m² olan, plastik örtü malzemeli (yay çatılı), cam örtü malzemeli (gotik çatılı) olan seralar kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalarda, serada sıcaklık yükselmesi 7 °C, ısı depolama katsayısı cam örtülü sera için 1, plastik örtülü sera için ise 0.5 olarak alınmıştır. Havalandırma sıcaklığı ise 23°C olarak alınmıştır. Hesaplamalar için farklı örtü malzemelerinin kullanıldığı sera tipleri oluşturulmuş ve bu sera tipleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Isı Perdesi

Seralarda kullanılan ısı perdelerinin dokularında bulunan alüminyum malzemenin oranı, serada ısıma yoluyla ortaya çıkan ısı kayıplarının azaltılması açısından büyük bir öneme sahiptir. Yapılan çalışmada enerji tasarruf oranı %50 olan ısı perdesi hesaplamalarda esas alınmıştır. Isı perdelerinin sağladığı ısı tasarrufu perdelerin sızdırmazlıklarına bağlıdır. Yapılan çalışmada %50 tasarruf oranına sahip ısı perdesinin sızdırmazlığına bağlı olarak hesaplamalarda esas alınan düzeltme faktörleri Çizelge 2'de verilmiştir (Rath 1992).

Isıtma Sistemi

Çalışmada ısıtma sistemi olarak çelik borulu ısıtma sistemi seçilmiştir. Hesaplama kullanılan ısıtma sistemine ait özellikler Çizelge 3'de verilmiştir.

Isı Gereksiniminin Hesaplanması

Saatlik ölçülmüş iklim verileri kullanılarak, seranın özelliklerine ve serada kullanılan donanıma bağlı olarak ısı enerjisi gereksinimi, Rath (1992) tarafından DIN 4701 standartları esas alınarak geliştirilen 1 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$Q = \sum_{n=1}^{8760} \left((t_{in} - t_{i,OH_n} - \Delta t_{sp_n}) \cdot U_{cs} \cdot A_c \cdot (1 - EE_{ES_n}) \right) \cdot t_{si} \quad [1]$$

Eşitlikte;

Q : Seranın yıllık ısı gereksinimi [Wh]

t_{in} : Serada istenen sıcaklık [°C]

$t_{i,OH}$: Isıtmasız serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık [°C]

Δt_{sp} : Serada depolanan ısıya bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi [°C]

U_{cs} : Isı gereksinim katsayısı [W m⁻² K⁻¹]

A_c : Sera örtü yüzey alanı [m²]

EE_{ES} : Serada kullanılan enerji koruma önleminin tasarruf oranı [-]

n: Yılın saatleri [h]

1 nolu eşitlikteki Δt_{sp} , gündüz saatlerinde serada depolanan enerji dikkate alınarak belirlenir. Δt_{sp} 'nin belirlenmesinde 2 ve 3 nolu eşitlikler kullanılmıştır.

$$\Delta t_{sp,pot} = \frac{Z_d}{\max(Z_2, \dots, Z_{365})} * \Delta t_{sp,max} \quad [2]$$

2 nolu eşitlikteki Z_d , 3 nolu eşitlik yardımı ile elde edilmiştir:

$$Z_d = \overline{t_{i,OH,Gündüz_d-1}} - \overline{t_{i,OH,Gece_d}} \quad [3]$$

Z_d :Gündüz gece sıcaklık ortalama farkı [°C]

Elde edilen verilere göre gün boyu depolanan enerjiye bağlı olarak serada ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi (Δt_{sp}) aşağıdaki mantıksal eşitlikler yardımı ile belirlenmiştir (Rath 1992).

Çizelge 1. Örtü malzemelerine göre oluşturulan sera tipleri
Table 1. Greenhouse types created according to covering materials

Sera Tipi	Örtü Malzemesi		Isı Perdeleri ve Sızdırmazlık Durumu
	Çatı	Yan Duvar	
C1	Tek katlı cam	Tek katlı cam	Yok
C2	Tek katlı cam	Tek katlı cam	Var, Kötü
C3	Tek katlı cam	Tek katlı cam	Var, Orta
C4	Tek katlı cam	Tek katlı cam	Var, İyi
C5	Tek katlı cam	Çift katlı cam	Yok
C6	Tek katlı cam	Çift katlı cam	Var, Kötü
C7	Tek katlı cam	Çift katlı cam	Var, Orta
C8	Tek katlı cam	Çift katlı cam	Var, İyi
P1	Tek katlı plastik	Tek katlı plastik	Yok
P2	Tek katlı plastik	Tek katlı plastik	Var, Kötü
P3	Tek katlı plastik	Tek katlı plastik	Var, Orta
P4	Tek katlı plastik	Tek katlı plastik	Var, İyi
P5	Tek katlı plastik	Çift katlı plastik	Yok
P6	Tek katlı plastik	Çift katlı plastik	Var, Kötü
P7	Tek katlı plastik	Çift katlı plastik	Var, Orta
P8	Tek katlı plastik	Çift katlı plastik	Var, İyi
P9	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (16 mm)	Yok
P10	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (16 mm)	Var, Kötü
P11	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (16 mm)	Var, Orta
P12	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (16 mm)	Var, İyi
P13	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (32 mm)	Yok
P14	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (32 mm)	Var, Kötü
P15	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (32 mm)	Var, Orta
P16	Tek katlı plastik	Çift katlı sert plastik (32 mm)	Var, İyi

Çizelge 2. Isı perdesinin sızdırmazlıklarına bağlı düzeltme katsayıları
Table 2. Correction coefficients depending on the sealing of the thermal curtain

Isı Perdeleri Sızdırmazlığı	Düzeltilme Katsayısı
İyi	6.80
Orta	11.05
Kötü	29.43
Isı perdesi yok	0.00

Çizelge 3. Isıtma sistemlerine bağlı olarak hesaplamalarda kullanılan düzeltme faktörleri
Table 3. Correction factors used in calculations depending on heating systems

Isıtma Sistemi	Düzeltilme Faktörü
Yükseğe yerleştirilmiş borulu ısıtma sistemi	1.17
Masa altına yerleştirilmiş borulu ısıtma sistemi	1.06
Yan duvarlara yerleştirilmiş borulu ısıtma sistemi	1.16
Tabana ve bitki masuralarına yerleştirilmiş borulu ısıtma sistemi	0.96
Delikli plastik tüplü hava ısıtıcısı	1.00

$$\left. \begin{array}{l} \Delta t_{sp,pot} \geq 25 \text{ ve } q_G > 0 \text{ ise} \\ t_i - t_{i,OH} \leq \Delta t_{sp,pot} < 25 \text{ ve } q_G > 0 \text{ ise} \\ 0 < \Delta t_{sp,pot} < t_i - t_{i,OH} < 25 \text{ ve } q_G > 0 \text{ ise} \\ \text{Değilse} \end{array} \right\} \Delta t_{sp} = \begin{cases} \Delta t_{sp,pot} \\ \Delta t_{sp,pot} \\ \frac{\Delta t_{sp,pot} \cdot (t_i - t_{i,OH} - 25)}{\Delta t_{sp,pot} - 25} \\ 0 \end{cases}$$

1 nolu eşitlikte ısıtılmayan serada ortaya çıkan sıcaklık değerinin ($t_{i,OH}$) belirlenmesi için, güneş radyasyonuna bağlı serada ulaşılan teorik sıcaklık değerinin ($t_{i,th}$) hesaplanması gereklidir. Serada teorik sıcaklık 4 nolu eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$t_{i,th} = \frac{q_G * D_G * \eta * A_G}{U_{CS} * (1 - EE_{ES}) * A_C} + t_a \quad [4]$$

Eşitlikte:

- $t_{i,th}$: Isıtılmayan ve havalandırılmayan serada ortaya çıkan teorik sıcaklık [°C]
 q_G : Güneş radyasyonu [$W m^{-2}$]
 D_G : Örtü malzemesinin geçirgenlik oranı [%]
 t_a : Dış sıcaklık [°C]
 η : Serada enerji dönüşüm faktörü (duyulur/gizli) (Standart =0,7)

Serada ortaya çıkan teorik sıcaklık ve serada istenen havalandırma sıcaklığına (t_L) bağlı olarak, 1 nolu eşitlikteki ısıtılmayan serada iç sıcaklık değeri ($t_{i,OH}$), aşağıdaki mantıksal eşitlikler yardımı ile belirlenmiştir.

$$t_{i,th} \geq t_L \text{ ve } t_L \geq t_a \text{ ise } \left. \begin{array}{l} t_{i,th} < t_L \text{ ve } t_{i,th} > t_a \text{ ise} \\ \text{Değilse} \end{array} \right\} t_{i,OH} = \begin{cases} t_L \\ t_{i,th} \\ t_a \end{cases}$$

Eşitlikte;

- t_L : Havalandırma sıcaklığı [°C]
 $t_{i,S}$: Serada arzulanan iç sıcaklık değeri [°C]

Serada gerçek iç sıcaklık değeri (t_i) aşağıdaki koşullara göre belirlenmiştir.

$$t_{i,OH} \leq t_{i,S} \text{ ise } \left. \begin{array}{l} \text{Değilse} \end{array} \right\} t_i = \begin{cases} t_{i,S} \\ t_{i,OH} \end{cases}$$

Eğer serada gece gündüz farklı sıcaklık değerleri arzu ediliyorsa bu durumda iç sıcaklık değeri (t_i) aşağıdaki koşullara göre belirlenir.

$$q_G > 0 \text{ ve } t_{i,OH} \leq t_{i,S_{Gün}} \text{ ise } \left. \begin{array}{l} q_G = 0 \text{ ve } t_{i,OH} \leq t_{i,S_{Gece}} \text{ ise} \\ \text{Değilse} \end{array} \right\} t_i = \begin{cases} t_{i,S_{Gündüz}} \\ t_{i,S_{Gece}} \\ t_{i,OH} \end{cases}$$

Serada ısı gücü ve ısı enerjisi gereksiniminin belirlenmesinde kullanılan toplam ısı iletim katsayısı (U_{CS}), örtü malzemesinin özelliğine, sera tipine, ısıtma, sulama sistemine, rüzgâr hızına ve gökyüzünün bulutlu ve açık olmasına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yapılan hesaplamalarda toplam ısı iletim katsayısı 4 $m s^{-1}$ rüzgâr hızında tek katlı PE plastik için 7 $W m^{-2} K^{-1}$, cam sera için 7.65 $W m^{-2} K^{-1}$ olarak alınmış (Zabeltitz, 1986; Tantau, 1983; Meyer, 1981, 1982) ve hesaplamaların yapıldığı saatteki rüzgâr hızına bağlı olarak yeniden belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

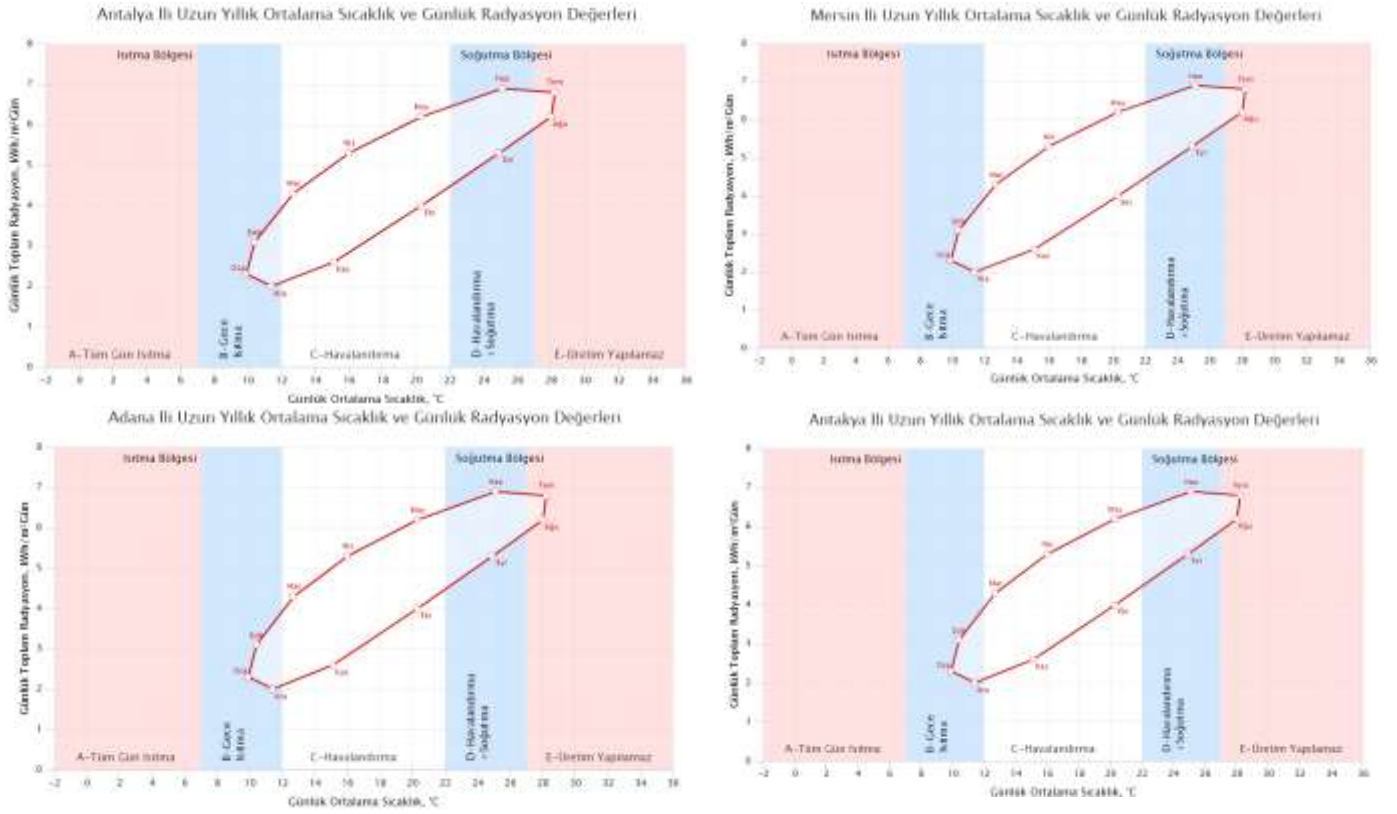
Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilen iklim değerleri incelendiğinde Doğu Akdeniz Bölgesi proje illerinde hava sıcaklığının 7°C'nin altına düşmediği görülmektedir. Bu koşullarda çalışmada kullanılan tüm illerde seralarda Aralık-Şubat döneminde sadece

gece saatlerinde ısıtma, Mart-Nisan-Mayıs-Ekim-Kasım aylarında sadece havalandırma, Haziran ve Eylül aylarında havalandırma ve günün belirli saatlerinde soğutma yapılması gerekmektedir. Seralarda Temmuz ve Ağustos aylarında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar nedeniyle üretim yapılamamaktadır (Şekil 1).

Modern seralarda ısı perdesi ve çift kat örtü malzemesi kullanımı gibi ısı tasarruf önlemleri uygulanmaktadır. Ancak günümüzde örtü altı yetiştiriciliğin yaygın olarak yapıldığı Akdeniz bölgesindeki seraların % 3'ünde modern seracılık yapılmaktadır (Baytorun, 2016). Bu durum göz önüne alındığında bölgedeki seraların çoğunluğunda ısıtma yapılmadığı veya modern olmayan seralarda üretim yapıldığı anlaşılmaktadır.

Seralarda yapılacak fizibilite hesaplamalarında maksimum ısı gücünün hesaplanması yanında sera kurulacak yerin iklimine bağlı yıllık ısı enerjisi gereksiniminin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi illeri teknolojik seracılık faaliyetlerinin yapıldığı proje illerinde saatlik iklim değerleri kullanılarak gece ve gündüz farklı sıcaklık değerleri için gerekli ısı gücü ve yıllık ısı enerjisi gereksinimi hesaplanarak Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'ten görüleceği gibi farklı sıcaklık değerlerinde farklı sera tipleri için hesaplanan maksimum ısı gücü gereksinimleri değişim gösterirken, ısı perdesinin sızdırmazlık durumuna göre hesaplanan maksimum ısı gücü değerlerinde değişim gözlenmemektedir. Bununla birlikte ısı perdesinin kullanılmadığı durumlarda sadece Antalya ilinde maksimum ısı gücü gereksinimi, ısı perdesi kullanılan durumlara göre cam seralarda %0.6, plastik seralarda %0.3 daha fazla hesaplanmıştır. Hesaplanan yıllık ısı enerjisi gereksinimi, en fazla ısı perdesinin kullanılmadığı durumlarda ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4'te çelik borulu ısıtma sisteminde boruların yerleşim durumları incelendiğinde, boruların en uygun yerleşim şeklinin tabana yakın yerleştirme olduğu görülmektedir. Boruların masa altına yerleştirilmesi ikinci sırada, tabana yakın yerleştirilmesi ise üçüncü sırada yer almıştır. Bu durumda çelik borulu ısıtma sisteminde boruların sera tabanına yakın yerleştirilmesi, optimum ısıtma maliyetini sağlamaktadır. Seralarda ısıtma borularının taban yakın yerleştirilmesi durumunda ısı enerjisi gereksinimi en fazla Antakya ilinde ısı perdesinin kullanılmadığı cam örtülü sera tipinde 130.8 $kW h m^{-2} a^{-1}$ olarak hesaplanırken, Antalya, Adana ve Mersin illerinde ise sırasıyla 115.58 $kW h m^{-2} a^{-1}$, 89.68 $kW h m^{-2} a^{-1}$, 88.98 $kW h m^{-2} a^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Plastik seralarda ise Antakya, Antalya, Adana ve Mersin illeri için sırasıyla 135.858 $kW h m^{-2} a^{-1}$, 121.758 $kW h m^{-2} a^{-1}$, 94.258 $kW h m^{-2} a^{-1}$, 92.658 $kW h m^{-2} a^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan illerin uzun yıllık günlük ortalama sıcaklık ve günlük toplam güneş radyasyonu değerlerine bağlı olarak serada alınması gereken iklimlendirme önlemleri
Figure 1. Climatization measures to be taken in the greenhouse depending on the long-year daily average temperature and daily total solar radiation values of the provinces used in the study

Table 4. The heat power required for regularly heated greenhouses in the Eastern Mediterranean Region and the heat energy requirement values needed throughout the production period.

Çizelge 4. Doğu Akdeniz Bölgesinde düzenli olarak ısıtılan seralar için gerekli ısı gücü ve üretim periyodu boyunca ihtiyaç duyulan ısı enerjisi gereksinimi değerleri.

Sera Tipi	Antalya		Mersin		Adana		Antakya	
	1	2	1	2	1	2	1	2
	Tabana Yakın, Çelik Borulu Isıtma Sistemleri							
C1	100.5	115.5		88.9		89.6		130.8
C2		102.8		79.9		81.7		118.5
C3	99.9	83.2	86.9	65.4	92.8	69.5	115.8	99.5
C4		63.5		50.9		57.4		80.5
C5	91.5	104.8		80.8		79.9		117.9
C6		94.2		73.2		73.2		107.6
C7	90.6	77.8	78.6	61.1	83.8	63.1	104.8	91.8
C8		61.4		49.0		53.0		75.9
P1	101.8	121.7		94.2		92.6		135.8
P2		109.4		85.4		85.0		124.0
P3	101.4	90.1	88.3	71.1	93.8	73.1	117.4	105.5
P4		70.8		56.8		61.3		87.1
P5	95.2	113.5		88.1		85.6		126.0
P6		102.7		80.3		78.9		115.5
P7	94.1	85.7	82.4	67.7	87.4	68.5	108.9	99.3
P8		68.7		55.2		58.0		83.1
P9	93.8	111.5		86.4		83.9		123.3
P10		101.0		78.9		77.4		113.3
P11	92.3	84.6	80.5	66.8	86.1	67.3	106.6	97.6

P12		68.2		54.6		57.3		82.0
P13	88.9	105.6		81.9		78.7		116.3
P14		96.1	76.5	75.2	81.1	72.8	100.6	107.2
P15	87.3	81.3		64.2		63.7		93.1
P16		66.5		53.2		54.6		79.0
Yan Duvar, Çelik Borulu Isıtma Sistemleri								
C1	120.9	138.9		106.9		107.8		157.3
C2		123.6	104.5	96.1	111.6	98.2	139.2	142.4
C3	120.1	100.0		78.6		83.6		119.6
C4		76.3		61.2		69.0		96.8
C5	110.0	126.0		97.1		96.1		141.8
C6		113.2	94.5	88.0	100.8	88.1	126.0	129.3
C7	108.9	93.5		73.5		75.9		110.3
C8		73.8		58.9		63.7		91.3
P1	123.1	147.0		113.9		111.9		164.1
P2		132.2	106.7	103.2	113.4	102.7	141.9	149.8
P3	122.5	108.8		86.0		88.4		127.5
P4		85.5		68.7		74.0		105.2
P5	115.1	137.2		106.4		103.5		152.2
P6		124.1	99.5	97.1	105.7	95.3	131.6	139.6
P7	113.8	103.6		81.9		82.7		120.0
P8		83.0		66.6		70.1		100.4
P9	113.4	134.8		104.4		101.4		149.0
P10		122.1	97.2	95.4	104.0	93.5	128.8	136.8
P11	111.5	102.3		80.7		81.4		118.0
P12		82.5		66.0		69.2		99.0
P13	107.4	127.6		99.0		95.1		140.6
P14		116.1	92.4	90.8	98.0	87.9	121.5	129.6
P15	105.4	98.2		77.6		77.0		112.5
P16		80.3		64.3		66.0		95.5
Masa Altı, Çelik Borulu Isıtma Sistemleri								
C1	110.7	127.2		97.9		98.7		144.1
C2		113.2	95.7	88.0	102.2	89.9	127.5	130.5
C3	110.0	91.6		72.0		76.5		109.6
C4		69.9		56.0		63.2		88.7
C5	100.7	115.4		88.9		88.0		129.9
C6		103.7	86.5	80.6	92.3	80.7	115.4	118.5
C7	99.7	85.6		67.3		69.5		101.0
C8		67.6		53.9		58.4		83.6
P1	112.5	134.4		104.1		102.3		150.0
P2		120.8	97.5	94.3	103.6	93.8	129.7	136.9
P3	111.9	99.5		78.5		80.7		116.5
P4		78.1		62.7		67.6		96.2
P5	105.1	125.4		97.3		94.5		139.1
P6		113.4	90.9	88.7	96.5	87.1	120.2	127.6
P7	104.0	94.6		74.8		75.6		109.7
P8		75.9		60.9		64.1		91.8
P9	103.6	123.1		95.4		92.7		136.2
P10		111.5	88.8	87.2	95.0	85.4	117.7	125.1
P11	101.9	93.5		73.7		74.3		107.8
P12		75.4		60.3		63.2		90.5
P13	98.2	116.6		90.4		86.9		128.4
P14		106.1	84.4	83.0	89.5	80.4	111.0	118.4
P15	96.3	89.8		70.9		70.3		102.8
P16		73.4		58.8		60.3		87.2

¹ Maksimum ısı gücü gereksinimi ($W m^{-2}$), ² Isı enerjisi gereksinimi ($kWh m^{-2} a^{-1}$)

Çizelge 4'te görüldüğü gibi en az ısı enerjisi gereksinimi cam örtülü seralar için Mersin ilinde 88.9 kW h m⁻² a⁻¹, plastik örtülü seralar için Adana ilinde 92.6 kW h m⁻² a⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Cam ve plastik seralarda hesaplanan değerler incelendiğinde Mersin ve Adana illerinin değerleri çok küçük değişiklikler ile benzerlik göstermektedir. Mersin ilinde C1 ile P1 sera tipi için hesaplanan ısı enerjisi gereksinim değerine, Adana ilinde C1 ile P1, Antalya ilinde C3 ile P3 ve Antakya ilinde ise C4 ile P4 sera tipi kullanılarak sağlanabilmektedir. Benzer durumlar yan duvarlarda kullanılan farklı örtü malzemeleri ile ısı perdesinin kullanıldığı durumlarda da

görülmektedir. Bu durum, ısı perdesi gibi ısı koruma önlemleri kullanılarak ısı enerjisi gereksinimi için ortaya çıkan ısı maliyeti ile farklı bölgeler için rekabet edilebilir ürünler üretilebilir.

Seralarda ısıtma borularının taban yerleştirilmesi durumunda ısı enerjisi gereksinimi en fazla Antakya ilinde ısı perdesinin kullanılmadığı cam sera tipi için 130.8 kW h m⁻² a⁻¹ (C1), plastik sera tipi için ise 135.858 kW h m⁻² a⁻¹ (P1) değerleri kullanılarak ısı perdesinin sızdırmazlık durumlarına göre hesaplanan tasarruf oranları Çizelge 5'te verilmiştir.

Table 5. Thermal energy requirement and heat curtain sealing savings rates when heating pipes are placed at the base

Çizelge 5. Isıtma borularının tabana yerleştirilmesi durumunda ortaya çıkan ısı enerjisi gereksinimi ve ısı perdesi sızdırmazlık tasarruf oranları

Sera Tipi	Antalya		Mersin		Adana		Antakya	
	1	2	1	2	1	2	1	2
C1	0.0	11.7	0.0	32.0	0.0	31.5	0.0	0.0
C2	11.0	21.4	10.1	38.9	8.9	37.6	9.4	9.4
C3	28.0	36.4	26.5	50.0	22.4	46.9	23.9	23.9
C4	45.0	51.5	42.8	61.1	36.0	56.1	38.4	38.4
C5	9.2	19.9	9.2	38.3	10.8	38.9	9.9	9.9
C6	18.4	28.0	17.7	44.0	18.3	44.0	17.8	17.8
C7	32.7	40.5	31.3	53.3	29.6	51.8	29.9	29.9
C8	46.9	53.1	44.9	62.6	40.9	59.5	42.0	42.0
P1	0.0	10.4	0.0	30.6	0.0	31.8	0.0	0.0
P2	10.1	19.5	9.3	37.1	8.3	37.4	8.7	8.7
P3	26.0	33.7	24.5	47.6	21.1	46.2	22.3	22.3
P4	41.8	47.9	39.7	58.2	33.9	54.9	35.9	35.9
P5	6.7	16.4	6.5	35.2	7.6	37.0	7.3	7.3
P6	15.6	24.4	14.8	40.9	14.9	41.9	15.0	15.0
P7	29.6	36.9	28.1	50.1	26.1	49.6	26.9	26.9
P8	43.5	49.4	41.5	59.4	37.4	57.3	38.8	38.8
P9	8.4	17.9	8.3	36.4	9.4	38.2	9.2	9.2
P10	17.0	25.6	16.2	41.9	16.5	43.0	16.6	16.6
P11	30.5	37.7	29.1	50.8	27.3	50.4	28.1	28.1
P12	43.9	49.8	42.0	59.8	38.2	57.9	39.7	39.7
P13	13.2	22.3	13.1	39.7	15.1	42.1	14.4	14.4
P14	21.0	29.3	20.3	44.7	21.4	46.4	21.1	21.1
P15	33.2	40.2	31.9	52.7	31.3	53.1	31.4	31.4
P16	45.4	51.0	43.5	60.8	41.1	59.8	41.8	41.8

¹ Yıllık ısı gücü tasarruf oranları (%), ² Isı perdesi tasarruf oranları (%)

Çizelge 5 incelendiğinde, cam seralar için en uygun sera tipi C8, plastik seralar için en uygun sera tipi ise P16 olarak belirlenmiştir. Bu durumda Doğu Akdeniz Bölgesi cam seralarda çatıda tek kat cam, yan duvarlarda ise çift kat cam plastik seralarda ise çatıda tek kat PE, yan duvarlarda çift katlı sert PE (32 mm) ile ısı perdesinin "iyi" sızdırmazlık durumunun kullanılması optimum ısı maliyetinin ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

Çizelge 5'te cam seralarda ısı perdesinin

kullanılmadığı durumda Antakya ili ısı enerjisi gereksinimine göre karşılaştırıldığında, Adana, Mersin ve Antalya illeri için sırasıyla %31.5, %32.0, %11.7, plastik seralarda ise %31.8, %30.6, %10.4 daha az ısı enerjisi gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 5'te verilen optimum ısı maliyetini sağlayan ısı perdesinin sızdırmazlık durumlarına göre, cam ve plastik seralar için ortaya çıkan tasarruf oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Isı perdeleri en fazla ısı koruma oranını Antalya ilinde sağlarken diğer iller

sırasıyla Mersin, Antakya ve Adana olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde, ısı perdeleri cam seralarda daha iyi sonuç vermektedir. Isı perdesi sızdırmazlığının “iyi” olması durumunda cam

seralarda ısı enerjisi gereksiniminde %40, plastik seralarda ise %35 oranında tasarruf sağlanabilmektedir. Bu sonuçlar seralarda kullanılacak ısı perdelerinin sızdırmazlık oranlarının göz önüne alınması gerektiğini göstermektedir.

Table 6. Heat curtain sealing rates of greenhouse types calculated for optimum heat cost
Çizelge 6. Optimum ısı maliyeti için hesaplanan sera tiplerinin ısı perdesi sızdırmazlık oranları

Örtü Malzemesi	Antalya			Mersin			Adana			Antakya		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Cam	10.2	25.8	41.5	9.3	24.3	39.4	8.4	21.0	33.7	8.8	22.2	35.6
Plastik	9.0	23.0	37.0	8.2	21.6	35.0	7.5	19.0	30.6	7.8	19.9	32.1

¹ Isı perdesi sızdırmazlığı kötü, ² Isı perdesi sızdırmazlığı orta, ³ Isı perdesi sızdırmazlığı iyi

Çaylı (2014), tek kat PE serada, ısı perdesinin sızdırmazlık durumuna göre değişmekle birlikte % 17 oranında tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Diğer araştırmacılar ise ısı perdesi kullanarak % 20–70 arasında ısı tasarrufu sağlanabileceğini bildirmişlerdir (Arinze ve ark., 1986; Chandra ve Albright, 1980; Critten ve Bailey, 2002; Le Quillec ve ark., 2005; Meyer, 1984; Nijskens ve ark., 1984). Sızdırmazlık oranı iyi olan ısı perdesi kullanılması durumunda Antalya, Mersin, Antakya ve Adana illerindeki cam serada sırasıyla % 42, % 39, %36 ve % 34, plastik serada ise sırasıyla %37, %35, %32 ve %31 oranında ısı tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır. Bu değerler literatürdeki değerler ile benzerlik göstermektedir.

Seralarda ısıtma sistemlerinde kullanılacak olan kazan kapasitelerinin belirlenmesi için maksimum ısı gücü değeri ile maksimum ısı gücü değerlerine yılın kaç saatinde ihtiyaç duyulduğunun bilinmesi, ısıtma sistemlerinin kapasite tayinlerinde büyük öneme sahiptir. Yapılan çalışmada optimum ısı maliyeti sağlayan cam örtülü C8 ile plastik örtülü P16 sera tiplerinde iyi derecede ısı perdesi yalıtımına sahip sera için hesaplanmış ısı gücü değerleri ve yılın kaç saatinde bu değerlere ihtiyaç duyulduğu Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7’den de görüleceği gibi Adana ilinde çatısı tek kat PE, yan duvarları çift kat sert PC ile kaplı serada (P16) sıcaklığın üretim periyodu boyunca gündüz/gece 21/16°C’de tutulmak istenmesi durumunda gereksinim duyulan ısı gücü 90 W m⁻² olmaktadır. Ancak bu ısı gücüne yılın sadece 3 saatinde ihtiyaç duyulmaktadır. Serada 60 W m⁻² ısı gücüne sahip ısıtma sisteminin kurulması durumunda yılın sadece 88 saatinde sıcaklık istenilen değerlerin altında seyredecektir. Belirtilen nedenle serada ısı gereksiniminin %80’ini karşılayacak ana kazan ve bitkileri dona karşı koruyacak ikincil bir kazanın seçilerek ısıtma sisteminin planlanması daha sağlıklı olacaktır.

Sera ısıtma sisteminde fosil enerji kullanılması

durumunda yakıt depolama kapasitesinin belirlenmesi için aylık ısı enerjisi gereksiniminin bilinmesi gereklidir. Yapılan çalışmada optimum ısı maliyetinin sağlandığı çelik borulu ısıtma sisteminde boruların sera tabanına yakın yerleştirilmiş seraların farklı donanımlar için aylık ısı enerjisi gereksinimleri Çizelge 8’de verilmiştir.

Hesaplamalarda ısı enerjisi gereksinimi olmayan Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları Çizelge 8’de verilmemiştir. Bununla birlikte çizelge incelendiğinde Nisan, Mayıs ve Ekim aylarında ortaya çıkan ısı enerjisi gereksinimi çok küçük değerler olduğu için ihmal edilebilir. Sonuç olarak Doğu Akdeniz Bölgesi ileri teknolojik proje seralarında Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık ayları olmak üzere beş (5) ay ısı enerjisi gereksinimi ortaya çıktığı belirlenmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan ileri teknolojik seralarda Antalya, Mersin, Adana ve Antakya illerinin ölçülmüş saatlik değerlerine göre farklı sera tipleri için ısı enerjisi gereksinimi değerleri farklı gece-gündüz sıcaklıklar için hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda optimum ısı maliyeti, cam seralar için çatıda tek kat cam, yan duvarlarda çift kat örtü malzemesi, plastik seralarda ise çatıda tek kat PE, yan duvarlarda ise çift kat sert PE (32 mm) örtü malzemesi ile ısı perdesi kullanılması ile sağlandığı belirlenmiştir. Çalışmada çelik borulu ısıtma sisteminde boruların sera tabanına yakın yerleştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak Doğu Akdeniz Bölgesindeki ileri teknolojik seralarda örtü malzemesi olarak cam malzemenin ve sızdırmazlığı iyi olan ısı perdelerinin kullanılması, eğer bölgede plastik örtülü sera tercih edilecek ise çatıda tek kat PE, yan duvarlarda ise çift kat sert PE (32 mm) malzemenin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca ısıtma sisteminde çelik borular kullanılacak ise boruların sera tabanına yakın yerleştirilmesi önerilmektedir.

Table 7. Heat power requirements of greenhouse types that provide optimum heat costs by province
Çizelge 7. Optimum ısı maliyeti sağlayan sera tiplerinin illere göre ısı gücü gereksinimi tekerrürleri

Isı Gücü Gereksinimi W m ⁻²	Antalya		Mersin		Adana		Antakya	
	Cam	Plastik	Cam	Plastik	Cam	Plastik	Cam	Plastik
0	2609	2605	2319	2333	2280	2251	2670	2650
10	2248	2284	1911	1965	1919	1916	2303	2332
20	1760	1865	1466	1568	1520	1539	1924	1989
30	1190	1396	836	1055	1006	1120	1485	1602
40	420	716	256	425	440	589	887	1113
50	177	191	120	110	158	148	376	535
60	132	118	81	78	99	88	246	216
70	98	92	49	38	62	55	179	169
80	57	47	22	18	33	22	151	131
90	24	19	6	5	7	3	114	97
100	5	4			1		74	51
110							33	18
120							7	2

Table 8. Monthly heat energy requirements for different equipment of greenhouses with pipes placed close to the greenhouse floor in the steel pipe heating system where optimum heat cost is achieved

Çizelge 8. Optimum ısı maliyetinin sağlandığı çelik borulu ısıtma sisteminde boruların sera tabanına yakın yerleştirilmiş seraların farklı donanımlar için aylık ısı enerjisi gereksinimleri

Sera Tipi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Ekim	Kasım	Aralık
Antalya İli								
C1	31.2	25.2	17.4	6.4	0.5	0.5	10.6	23.8
C2	27.9	22.4	15.5	5.6	0.3	0.5	9.3	21.3
C3	22.5	18.1	12.6	4.6	0.3	0.4	7.5	17.1
C4	17.2	13.9	9.7	3.6	0.2	0.3	5.6	13.0
C5	28.3	22.8	15.8	5.8	0.4	0.5	9.6	21.6
C6	25.6	20.5	14.2	5.2	0.3	0.4	8.5	19.5
C7	21.1	17.0	11.8	4.3	0.2	0.4	7.0	16.0
C8	16.6	13.4	9.4	3.5	0.2	0.3	5.5	12.6
P1	32.6	26.3	18.3	6.9	0.5	0.6	11.4	25.0
P2	29.4	23.7	16.5	6.2	0.4	0.5	10.1	22.5
P3	24.2	19.5	13.7	5.2	0.3	0.5	8.3	18.5
P4	19.0	15.3	10.8	4.1	0.3	0.4	6.4	14.4
P5	30.4	24.6	17.1	6.5	0.5	0.5	10.6	23.3
P6	27.6	22.2	15.5	5.8	0.4	0.5	9.5	21.2
P7	23.0	18.6	13.0	4.9	0.3	0.4	7.9	17.6
P8	18.4	14.9	10.5	4.0	0.2	0.4	6.3	14.0
P9	29.9	24.1	16.8	6.4	0.5	0.5	10.5	22.9
P10	27.1	21.9	15.3	5.7	0.4	0.5	9.3	20.8
P11	22.7	18.3	12.8	4.8	0.3	0.4	7.8	17.4
P12	18.3	14.8	10.4	4.0	0.2	0.4	6.2	13.9
P13	28.3	22.8	15.9	6.0	0.5	0.5	9.9	21.7
P14	25.8	20.8	14.5	5.5	0.3	0.5	8.9	19.8
P15	21.8	17.6	12.3	4.7	0.3	0.4	7.5	16.7
P16	17.8	14.4	10.1	3.9	0.2	0.3	6.1	13.6

Mersin İli								
C1	27.3	20.4	12.2	2.2	0.0	0.1	6.6	20.0
C2	24.7	18.4	11.0	1.9	0.0	0.1	5.9	17.9
C3	20.5	15.1	9.1	1.6	0.0	0.1	4.7	14.3
C4	16.2	11.8	7.1	1.3	0.0	0.1	3.5	10.8
C5	24.8	18.5	11.1	2.0	0.0	0.1	6.0	18.2
C6	22.6	16.8	10.1	1.8	0.0	0.1	5.4	16.4
C7	19.1	14.1	8.5	1.5	0.0	0.1	4.4	13.4
C8	15.6	11.3	6.8	1.2	0.0	0.1	3.5	10.5
P1	28.5	21.5	13.0	2.5	0.0	0.1	7.3	21.2
P2	26.0	19.5	11.8	2.2	0.0	0.1	6.6	19.1
P3	21.9	16.3	9.9	1.8	0.0	0.1	5.4	15.6
P4	17.8	13.0	8.0	1.5	0.0	0.1	4.2	12.2
P5	26.7	20.1	12.2	2.3	0.0	0.1	6.9	19.8
P6	24.5	18.3	11.1	2.1	0.0	0.1	6.2	18.0
P7	20.9	15.5	9.4	1.8	0.0	0.1	5.1	14.9
P8	17.3	12.6	7.7	1.4	0.0	0.1	4.1	11.9
P9	26.2	19.7	11.9	2.3	0.0	0.1	6.7	19.4
P10	24.0	18.0	10.9	2.0	0.0	0.1	6.1	17.7
P11	20.6	15.2	9.3	1.7	0.0	0.1	5.1	14.7
P12	17.1	12.5	7.7	1.4	0.0	0.1	4.0	11.8
P13	24.8	18.6	11.3	2.2	0.0	0.1	6.4	18.4
P14	22.9	17.1	10.4	1.9	0.0	0.1	5.8	16.8
P15	19.8	14.6	8.9	1.7	0.0	0.1	4.9	14.2
P16	16.6	12.2	7.5	1.4	0.0	0.1	4.0	11.5
Adana İli								
C1	28.0	19.4	11.2	3.3	0.0	0.1	6.8	20.8
C2	25.6	17.7	10.2	3.0	0.0	0.1	6.1	19.0
C3	21.9	15.0	8.6	2.6	0.0	0.1	5.2	16.1
C4	18.2	12.3	7.1	2.3	0.0	0.1	4.3	13.1
C5	25.0	17.3	10.0	2.9	0.0	0.1	6.0	18.6
C6	23.0	15.8	9.1	2.7	0.0	0.1	5.5	17.0
C7	19.9	13.6	7.8	2.4	0.0	0.1	4.7	14.6
C8	16.8	11.4	6.5	2.1	0.0	0.1	3.9	12.2
P1	28.7	20.0	11.6	3.6	0.0	0.1	7.2	21.5
P2	26.4	18.3	10.7	3.3	0.0	0.1	6.5	19.7
P3	22.9	15.7	9.1	2.9	0.0	0.1	5.6	16.8
P4	19.3	13.1	7.6	2.5	0.0	0.1	4.7	14.0
P5	26.5	18.5	10.8	3.3	0.0	0.1	6.6	19.8
P6	24.5	17.0	9.9	3.1	0.0	0.1	6.0	18.3
P7	21.4	14.7	8.6	2.7	0.0	0.1	5.2	15.8
P8	18.2	12.4	7.2	2.4	0.0	0.1	4.4	13.3
P9	26.0	18.1	10.6	3.2	0.0	0.1	6.5	19.4
P10	24.1	16.7	9.7	3.0	0.0	0.1	5.9	17.9
P11	21.0	14.5	8.4	2.7	0.0	0.1	5.1	15.5
P12	18.0	12.3	7.1	2.3	0.0	0.1	4.3	13.1
P13	24.3	17.0	9.9	3.1	0.0	0.1	6.1	18.2
P14	22.6	15.7	9.2	2.9	0.0	0.1	5.6	16.8
P15	19.9	13.7	8.0	2.5	0.0	0.1	4.9	14.7
P16	17.1	11.7	6.8	2.2	0.0	0.0	4.1	12.5

Antakya İli								
C1	40.3	26.8	15.2	3.5	0.2	0.7	13.1	31.1
C2	36.8	24.3	13.7	3.1	0.1	0.6	11.8	28.0
C3	31.7	20.5	11.5	2.6	0.1	0.5	9.6	23.1
C4	26.6	16.6	9.2	2.1	0.1	0.4	7.4	18.1
C5	36.0	24.2	13.8	3.2	0.1	0.7	11.9	28.0
C6	33.1	22.2	12.6	2.9	0.1	0.5	10.8	25.5
C7	28.8	19.0	10.7	2.4	0.1	0.4	9.0	21.3
C8	24.5	15.7	8.8	2.0	0.1	0.4	7.2	17.2
P1	41.0	27.8	16.0	3.9	0.2	0.8	13.9	32.2
P2	37.8	25.4	14.6	3.5	0.1	0.6	12.7	29.2
P3	32.9	21.7	12.4	3.0	0.1	0.6	10.5	24.5
P4	28.0	17.9	10.2	2.4	0.1	0.5	8.4	19.7
P5	37.8	25.8	14.9	3.6	0.2	0.7	13.0	29.8
P6	35.0	23.7	13.7	3.3	0.1	0.6	11.9	27.3
P7	30.7	20.4	11.7	2.8	0.1	0.5	10.0	23.1
P8	26.3	17.1	9.8	2.3	0.1	0.5	8.2	18.9
P9	37.0	25.3	14.6	3.6	0.2	0.7	12.8	29.2
P10	34.2	23.3	13.4	3.2	0.1	0.6	11.7	26.8
P11	30.1	20.1	11.5	2.7	0.1	0.5	9.9	22.7
P12	25.9	16.9	9.6	2.3	0.1	0.4	8.1	18.6
P13	34.7	23.9	13.8	3.4	0.1	0.7	12.1	27.6
P14	32.2	22.1	12.7	3.0	0.1	0.6	11.2	25.4
P15	28.5	19.2	11.0	2.6	0.1	0.5	9.5	21.7
P16	24.7	16.3	9.3	2.2	0.1	0.4	7.9	18.0

Teşekkür

Bu çalışmanın hazırlanmasında “Seralarda Isıtma Sistemlerinin Modellemesi ve Karar Verme Aşamasında Bilimsel Verilere Dayalı Uzman Sistemin Geliştirilmesi” adlı 1140533 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenerek geliştirilen ISIGER-SERA yazılımı kullanılmıştır. Bu olanağı sağlayan TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazar(lar) makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazar(lar)ı aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Akyüz, A., Baytorun, A. N., Çaylı, A., Üstün, S. & Önder, D. (2017). Seralarda Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Gerekli Olan Isı Gücünün Belirlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 20(3), 209-217. doi:10.18016/ksudobil.266155.

Arinze, E. A., Schoenau, G. J., Besant, R. W. (1986). Experimental and computer performance evaluation of a movable thermal insulation for energy conservation in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34, 97-113. doi:

10.1016/S0021-8634(86)80003-8.

Baytorun, A. N. (2016). Seralar, Sera Tipleri, Donanımı ve İklimlendirilmesi. 1. Baskı. *Nobel Akademik Yayıncılık. Nobel kitabevi, İstanbul. 444s.*

Baytorun, A. N., Akyüz, A., Üstün, S. & Çaylı, A. (2018a). Sera Isı Gereksinimi Hesaplama Modelinin “ISIGER-SERA” Çukurova Koşullarında Test Edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 21(5), 699-707. doi:10.18016/ksudobil.396127.

Baytorun, A. N., Akyüz, A., Üstün, S. & Çaylı, A. (2018b). Testing Greenhouse Heat Requirement Calculation Model" ISIGER-SERA" in Cukurova Conditions. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi- 21(5)*, 699-707. doi:10.18016/ksudobil.396127.

Baytorun, A. N., Üstün, S. & Akyüz, A. (2016). Farklı Isıtma-Derece-Gün (HDD) Değerlerine Bağlı Olarak Seralarda Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 31(2), 119-128.

Baytorun, A. N., Üstün, S., Akyüz, A. & Çaylı, A. (2017). Antalya İklim Koşullarında Farklı Donanımlara Sahip Seraların Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 5(2), 144-152.

Baytorun, A. N., Zaimoğlu, Z., Akyüz, A., Üstün, S. & Çaylı, A. (2018c). Comparison of Greenhouse Fuel

- Consumption Calculated Using Different Methods with Actual Fuel Consumption. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF)* 6(7), 850-857.
- Baytorun, N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016a). Seralarda ısıtma sistemlerinin modellenmesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin "ISIGER-SERA" geliştirilmesi. TÜBİTAK 114O533 nolu proje.
- Chandra, P., Albright, L. D. (1980). Analytical Determination of the Effect on Greenhouse Heating Requirements of Using Night Curtains. *Transactions of the Asae*, 23(4), 994-1000.
- Critten, D. L., Bailey, B. J. (2002). A review of greenhouse engineering developments during the 1990s. *Agricultural and Forest Meteorology*, 112, 1-22. doi: 10.1016/S0168-1923(02)00057-6.
- Çaylı, A., Akyüz, A., Baytorun, A. N., Üstün, S. & Boyacı, S. (2016). Determination of Structural Problems Causing Heat Loss with the Thermal Camera in Greenhouses. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 19(1), 5-14.
- Çaylı, A., Akyüz, A., Kaya, E. H., Çiçekli, Y. & Yıldız, M. Ç. (2018). A Comparison on The Spatial Variability of Some Meteorological Data: Kahramanmaraş Case Study. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 21(2), 175-184. doi:10.18016/ksudobil.320511.
- Çaylı, A. (2014). Plastik Seralarda Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi ve Isı Artırım Önlemlerinden Isı Perdelerinin Etkinliğinin Araştırılması. (Doktora Tezi PhD), KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Domke, O. (2011). Neue Entwicklungen bei doppelagigen Energieschirmmaterialien und beim Einsatz von Tagesenergieschirmen. Fachtagung Energieeffizienz, "Energie-Innovationen im Gartenbau – Neue Ideen aus Praxis und Forschung", 9. November 2011 im Gartenbauzentrum Straelen.
- Le Quillec, S., Brajeul, E., Lesourd, D., Loda, D. (2005). Thermal Screen Evaluation In Soilless Tomato Crop Under Glasshouse. *Acta Horticulturae*.
- Meyer J, 1982. Bewertung von beweglichen Energieschirmen in [sic] Hinblick auf den Wärmeverbrauch von Gewächshäusern. 11.
- Meyer J, 1984. The influence of thermal screens on energy consumption of greenhouse. *Gartenbauwissenschaft* 49, 74-80.
- Meyer J, Schockert K, Laun N, Schlipen M, Kreuzpainter A 2014. Niedrigenergiegewachshaus mit CO₂-neutralen Heizsystem. Zukunft Initiative Niedrigenergie Gewachshaus (ZINEG). Ansätze und Ergebnisse.
- Meyer J,. 1981. Bewegliche Energieschirme. ITG Heft 10. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft. Universität Hannover.
- Müller G 1987. Energieschirme unter Praxisbedingungen Bewertung und Optimierung im Hinblick auf Energieverbrauch und Klimaführung. Dissertation. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft Universität Hannover.
- Nelson, P. V. (2002). Greenhouse operation and management. Sixth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey, USA 692 pp.
- Nijskens, J., Deltour, J., Coutisse, S., Nisen, A. (1984). Heat-Transfer through Covering Materials of Greenhouses. *Agricultural and Forest Meteorology*, 33(2-3), 193-214. doi: Doi 10.1016/0168-1923(84)90070-4.
- Nisen, A., Grafiadellis, M., Jiménez, R., La Malfa, G., Martiez-Garcia, P. F., Monteiro, A., Verlodt, H., Villele, O., Von Zabeltitz, C., Denis, J. C., Boudoin, W. & Garnaud, J. C. (1988). Cultures protegees en climate mediterranean, FAO, Rome.
- Önder, D. & Baytorun, A. N. (2016). Akdeniz Bölgesi İklim Koşullarında Seralarda Kullanılan Isı Perdelerinin Sera İçi Sıcaklığına ve Enerji Tasarrufuna Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(03), 111-120
- Rath T 1992. Einsatz wissenschaftlicher Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems HORTEX. Gartenbautechnische Informationen (Germany). no. 34.
- Schmidt, U., Huber, C., Dannehl, D., Rocks, T., Tantau, H. J. & Meyer, J. (2011). Effect of Special Climate Conditions in Closed Greenhouses on Coefficient of Performance and Plant Growth - Preliminary Tests for Optimizing Closed Greenhouse Control. *Acta Hortica* 893, 429-436
- Tantau, H. J. (1983). Heizungsanlagen im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Tantau, H. J. (2012). Erfahrungen aus dem ZINEG-Projekt mit dem Einsatz unterschiedlicher Energieschirme BGT kolloquium Berlin.
- Teitel, M., Peiper, U. & Zvieli, Y. (1996). Shading screens for frost protection. *Agricultural and forest meteorology* 81(3-4), 273-286.
- Von Zabeltitz C, 1982. Forschung für die Technik der Pflanzenproduktion in Gewächshäusern. Grundlagen der Landtechnik 32(5):152-155.
- Von Zabeltitz C,. 1986. Gewachshäuser - Handbuch des Erwerbsgartnersbaski. Handbuch des Erwerbsgartners. Ulmer -Verlag, Stuttgart.