



Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi

Ali ÇAYLI¹  Yusuf TEMİZKAN² 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş, ² DSI 20. Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş

✉: alicayli@ksu.edu.tr

ÖZET

Seralarda ısıtma yapılarak üretim ve kalite artışı sağlanabilmektedir. Ancak Ülkemizde seracılığın yaygın bir şekilde yapıldığı Akdeniz bölgesinde, ısıtma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ısıtma sistemleri kullanılamamaktadır. Bunun yanında öngörülemez enerji maliyetleri ve karlılık konusu ise üreticiler için bir başka engel oluşturmaktadır. Seralarda ısıtma yükünün hesaplanmasında bölgesel olarak uzun yıllık iklim verileri, sera örtü malzemesi türü ve niteliği, ısı perdesi kullanımı, ısı perdesi türü, ısıtma sistemi, sera sızdırmazlık durumu, yetiştirilecek bitki türü, güneş radyasyonu, rüzgâr, aydınlatma vs. gibi birçok farklı parametre önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda hesaplanacak ısıtma yükü, projelenecek sistemin ısıtma gücünün belirlenmesinde de temel parametredir. Bu sebeple hesaplamaların tam ve doğru olarak yapılması yatırım maliyeti ve sistemin etkinliği açısından önem arz etmektedir. Çalışma ile Kahramanmaraş bölgesi için farklı sera tipleri ve ısı tasarruf önlemlerine göre ısıtma sistemi projelerine temel teşkil eden ısıtma yükü, ISIGER-SERA uzman sistem yazılımı ile belirlenmiş ve diğer bölgelerdeki seralarla kıyaslanarak bölgenin seracılık açısından potansiyeli değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar üzerinden bölge için en uygun sera tipi önerisi ile ısı tasarruf önlemleri belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.321559

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.06.2017

Kabul Tarihi : 13.11.2017

Anahtar Kelimeler

Uzman Sistem,
Seralarda Isıtma,
Seralar

Araştırma Makalesi

Determination of The Effect of Heat Saving Precautions and Cladding Materials on Heat Requirement via Expert System in The Kahramanmaraş Region Greenhouses

ABSTRACT

Yield and quality increase can be achieved by heating in greenhouses. However, because of high initial investment costs, heating system is not used in most of the greenhouses in the Mediterranean region where greenhouse is widely used in our country. Unpredictable energy costs and profitability are another obstacle for producers. Many different parameters such as regional long-term climate data, greenhouse cover material type and quality, thermal screen type and its usage, heating system, greenhouse tightness condition, plant species, solar radiation, wind and lighting play an important role in the calculation of the heating load to the surroundings. Also the heating load to be calculated is the basic criterion for determining power of the heating system to be projected. Therefore, accurate calculations are important in terms of investment cost and system efficiency. In study, heating load, which is the basis of heating system projects according to different types of greenhouses for Kahramanmaraş region and heat saving has been determined by using ISIGER-SERA expert system software. Also, potential of Kahramanmaraş for greenhouse production has been assessed by compared to other regions. In addition, the most appropriate greenhouse type recommendations for the region were given based on the obtained results and heat saving measures were examined.

Article History

Received : 14.06.2017

Accepted : 13.11.2017

Keywords

Expert Systems,
Greenhouse Heating,
Greenhouses

Research Article

To Cite : Çaylı A, Temizkan Y 2018. Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Örtü Malzemesi ve Isı Tasarruf Önlemlerinin Isıtma Yüküne Etkisinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 312-322. DOI:10.18016/ksudobil.321559

GİRİŞ

Seralar bitkisel üretimin tüm yıl boyunca yapılabildiği, iç ortam iklimi kontrol edilebilen bitkisel üretim yapılarıdır. Sera yapılarında yüksek sıcaklıklar ve kışın düşük sıcaklıklarının etkisiyle bitkilerin zarar görmemesi için bazı önlemlerin alınması gerekir. Yazın yüksek sıcaklıkların olumsuz etkisi gölgeleme, havalandırma ve evaporatif serinletme gibi önlemler sayesinde minimum düzeye indirilebilir. Kış döneminde ise sera iç ortam sıcaklığının bitkilerin arzu ettiği düzeyin altına düşmesine izin verilmemelidir. Bu amaçla seralarda ısıtma yapılmalıdır. Ayrıca ısıtma ile seralarda üretim ve kalitede artışlar sağlanabilmektedir. Ancak ısıtma yapılması için gerekli enerji miktarının tam olarak belirlenmesi yatırım maliyetinin azaltılması açısından önemlidir. Zira ihtiyaç duyulan ısı miktarının hatalı hesaplanması, pahalı bir yatırım olan ısıtma sistemlerinin kullanılmasının önünde bir engel teşkil etmektedir.

Seralarda her zaman kaliteli ve yüksek verim elde edilmesi istenir. Sera çevre koşulları, üründe verimin ve kalitenin düşmesindeki en önemli faktördür. Seralarda kaliteli ve yüksek verim için günlük ortalama dış ortam sıcaklığı 12 °C'nin altına düştüğünde ısıtma yapılmalıdır (Von Zabeltitz, 1992). Serada iç ortam sıcaklığının 0 °C'nin üzerinde olması bitkilerin don olayından etkilenmemesi için önemlidir. Eğer günlük ortalama dış ortam sıcaklığı 7 °C'nin üzerinde ise, dış ortamda sıcaklığın 0 °C'den daha düşük olduğu durumdaki riskler göz ardı edilir (Baytorun ve ark., 2000).

Domates için tohum çimlenme sıcaklığı 10 °C'nin üzerindedir. Optimum büyüme ve gelişme için en uygun sıcaklık ise 20–27 °C arasındadır. Çok yüksek sıcaklıklarda (30 °C üstünde) ve çok düşük sıcaklıklarda (10 °C altında) meyve bağlama olumsuz etkilenmektedir. Salatalıkta çimlenme 16-35 °C arasında gerçekleşme olup optimum gelişme sıcaklığı 20-30 °C arasındadır (Tülücü, 2003). Sıcaklıklar 12 °C'nin altına düştüğünde veya 30 °C'nin üzerine çıktığında, seradaki meyve ve sebzelerin kalitesi, verimi ve büyümesi etkilenir (Castilla ve Hernandez, 2007). Bitkiler örtü altı yetiştiriciliğinde özellikle 17-27 °C arasındaki ortalama sıcaklıklara uyum sağlamışlardır. Optimal sıcaklıklar geceleri 15-20 °C, gündüzleri ise 22-28 °C arasında değişmektedir (Castilla ve Hernandez, 2006). Eğer sera ısıtmalı değilse, güneş ışınlarıyla seranın ısındığı dikkate alınır 12-22 °C arasında ortalama günlük sıcaklık değerleri uygun sayılabilir (Von Zabeltitz, 2011). Bitki gelişimi için mutlak minimum sıcaklığın 0 °C'den büyük olması gerekmektedir. Bitkilerin optimum

gelişme için arzuladıkları sıcaklıklar ise 20 °C-30 °C arasındadır (Baytorun, 2016). Serada yüksek sıcaklıklar domateste çiçek tozu canlılığını ve çimlenme düzeyini olumsuz yönde etkilemektedir (Kravchenko ve ark., 1994). Düşük sıcaklıklarda aynı şekilde olumsuz etkilemektedir. Sera iç ortam sıcaklığının 5 °C'den 13 °C'ye çıkarılması durumunda çiçek tozu canlılığının % 17 ve çiçek tozu çimlenme kapasitesinin ise % 63 oranında artmaktadır (Baytorun ve ark., 1993).

Örtü malzemesi sera iç ortamında ısının yükselmesi ve korunması için en önemli unsurlardan birisidir. Hemming ve ark. (2014) seraya giren ışınımı yaygın ışınımaya dönüştüren örtü malzemeleri sayesinde Hollanda koşullarında domates bitkisinde % 10 verim artışı sağlanabildiğini belirtmiştir. Al-Mahdouri ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada dört farklı örtü malzemesini optik özellikler yönünden değerlendirmişler ve sera iç ortam sıcaklığının en yüksekten düşüğe doğru, cam, polivinilklorit (PVC) ve poliolenin (PO) olduğunu bildirmişlerdir. Tantau ve ark. (2012) örtü malzemesinin fotosentetik aktif radyasyon (PAR) geçirgenliğini araştırmak üzere yirmi farklı örtü malzemesi kullanarak yürüttükleri projede, iç yüzeyde oluşan su damlacıklarının PAR geçirgenliğini azalttığını, örtü malzemesi üzerinde biriken tozun ise geçirgenliğinin değişken olduğunu ve yağmur ile yıkandığı dönemlerde yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca örtü malzemesi üzerinde nem yoğunlaşması sera ısı gereksiniminin belirlenmesinde dikkate alınması gerekli bir faktördür. Sera örtüsünün her metrekaresinde yılda 100 litre su yoğunlaşmaktadır. Damla yoğunlaşmasını önleyen (anti-drop) katkılı örtü malzemeleri ışık geçirgenliğini, tek kat örtüde % 16, çift kat örtüde % 12 oranında artırmaktadır (Stanghellini ve ark., 2012).

Örtü malzemesinde kullanılan katkı maddeleri de ısı dengesine etki etmektedir. Bartzanas ve ark. (2012) domates yetiştirilen 3 farklı serada IR ve NIR katkılı örtü malzemelerini, sera enerji tüketimi açısından değerlendirmişlerdir. Bulgularına göre; kış döneminde IR katkılı örtü malzemesine sahip serada, standart örtü malzemeli seraya göre, % 10 daha düşük enerji tüketimi olduğunu, yaz döneminde ise NIR katkılı serada iç sıcaklık, standart örtü malzemeli seraya göre 2 °C daha düşük olmuştur.

Isıtılmayan seralarda düşük sıcaklık yanında, ortaya çıkan en önemli sorunlardan bir diğeri yüksek nemdir. Serada nem, yarattığı farklı sonuçlar nedeniyle kontrol edilmelidir. Yüksek nem, fungal hastalıkların ortaya çıkmasına neden olurken, aynı zamanda bitki terlemesine olumsuz yönde etki etmektedir. Serada iyi bir bitki gelişimi için, oransal nemin % 60-80 arasında

olması arzu edilmektedir. Yüksek nem, serada bitki yaprakları üzerinde yoğunlaşarak, Botrytis ve diğer fungal hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Düşük nem değerlerinde ise bitkide terleme artmakta ve bitki strese girebilmektedir (Baytorun, 2016). Seralarda yüksek nem nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara karşı kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır. Hollanda'da seralarda hastalıklara karşı mücadelede 31 kg/ha ilaç kullanılırken, İtalya'da 47 kg/ha kullanılmaktadır (Stanghellini ve ark., 2003).

Serada kullanılan ısıtma sistemi türü sera ısı enerjisi tüketimine etki etmektedir (Tantau, 1983; Von Zabeltitz, 1986). Serada en yüksek ısı enerjisi tüketimi, yükseğe yerleştirilen borular ile projelene seralarda, en düşük ısı enerjisi tüketimi ise borularının bitki sıra arasına veya taban seviyesinde olacak şekilde projelene seralarda ortaya çıkmaktadır (Tantau, 1983).

Boruların bitki sıra aralarına yerleştirildiği ısıtma sistemleri en iyi performans alınan sistemlerdir. Genel olarak ısıtma için harcanan yakıt giderleri, tüm üretim giderleri içinde yaklaşık % 80'lik bir paya sahiptir. Bu sebeple yüksek ısıtma giderleri maliyetlerinin düşürülmesi için ucuz ve fosil kaynaklar gibi çevresel etkisi olmayan yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır (Tekinel ve Baytorun, 1990). Popovski (1986), ısıtma sistemlerinde boruların konumu üzerine yaptığı çalışmada tabana yakın olarak yerleştirilen borular sayesinde, ısı kaybının en aza indirilebileceğini aynı zamanda ısıtma borularından kaynaklanan gölgeleme etkisinin en aza indirilebileceğini bildirmiştir.

Seranın ısı enerjisi tüketimini önemli düzeyde etki eden ısıtma sisteminin daha az ısı enerjisi tüketebilmesi için;

(a) Bitki sıra aralarında sıcaklığın mümkün olduğu kadar homojen dağıtılabilmesi için, ısıtma sistemi mümkün olduğu kadar tabana yakın yerleştirilmelidir.

(b) Sera çatı örtüsünde meydana gelen ışıma, mümkün olduğu kadar engellenmeli ve radyasyon mümkün olduğu kadar bitkilere yönlendirilmelidir.

(c) Soğuk havanın bitkilere ulaşmaması için, yan duvarlar izole edilmelidir (Von Zabeltitz, 1986).

Seralarda ısı gücünün hesaplanması, ortalama en düşük sıcaklık değerlerinden gidilerek kabaca belirlenmektedir. Bu durum ısıtma giderlerinin hesaplanmasında ciddi anlamda hatalara neden olmaktadır (Baytorun ve ark., 2012). Seralarda ısıtma sistemlerinin doğru olarak projelendirilmesi ve gerçek maliyetlerin belirlenmesi için ısı gücü ihtiyacının saatlik sıcaklık değerleri ile hesaplanması zorunludur (Damrath, 1980; Rath, 1992; Tantau, 1983).

Birçok araştırmacı seralarda ısı gereksinimini, iklim değerlerinin ortalamalarından giderek hesaplamıştır. Ancak sıcaklık değerlerinin ortalamalarından

gidilerek yapılan hesaplamalarda, özellikle düşük sera sıcaklığında büyük hatalar ortaya çıkmaktadır. Örneğin ortalama dış sıcaklığın 15 °C olduğu bir yerde, serada 15 °C'lik sıcaklık istendiğinde o gün için ısıtma gereği olmadığı kabul edilir. Ancak günlük ortalama sıcaklığın 15 °C olduğu koşullarda, gün içinde sıcaklık 10-20 °C arasında değişebilmektedir. Bu sebeple ortalama değerlerden gidilerek yapılan hesaplamalar yanıltıcı olabilmektedir (Baytorun, 2016).

Garcia ve ark. (1998) iki farklı seracılık yapılan alan için yıllık ısı enerjisi ihtiyacını, ortalama ve saatlik değerleri kullanarak hesaplamışlardır. Hesaplama saatlik değerler ile bulunan ısı enerjisi ihtiyacının, ortalama değerleri kullanarak yaptıkları hesaplamalarda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli ısı tasarruf önlemleri ile seralarda ısı enerjisi ihtiyacını azaltmak mümkündür. Bu önlemler arasında ısı perdesi kullanımı, çift kat örtü malzemesi kullanımı, sera iç ortam eşik sıcaklık değerinin düşürülmesi sayılabilir (Çaylı, 2014).

Kahramanmaraş iklim koşullarında çift kat örtü malzemesi kullanılması durumunda 10 °C ve 12 °C iç ortam sıcaklık değerleri için sırasıyla % 38.3 ve % 31.6 tasarruf edilebilir (Çaylı ve ark., 2014).

Lee ve ark. (2014) laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmada çift kat örtü malzemesinin % 36 enerji tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir. Şişirilmiş çift kat PE örtü malzemesi akrilik malzemelere göre ısıtma enerjisinden % 30 tasarruf sağlamaktadır (Papadopoulos ve Hao, 1997). Çaylı (2014), Doğu Akdeniz iklim kuşağında plastik serada ısı tüketimi üzerine yaptığı deneysel çalışmada, tek kat PE örtü malzemesi için toplam ısı tüketim katsayısının 4 m/s rüzgâr hızında 7.7 W/m²K olduğunu, aynı serada ısı perdesi kullanılması durumunda ise ısı tüketim katsayısının 6.3 W/m²K olarak gerçekleştiğini ve ısı perdesi kullanımı ile % 18 oranında tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Kahramanmaraş bölgesi sera iç ortam sıcaklığının en az 10 °C olmasının istenmesi durumunda; Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında seralarda ısıtma yapılması gerekmekte ve en fazla ısıtma ihtiyacı, Ocak ayında ve en az ısıtma ihtiyacı ise Kasım ayında ortaya çıkmaktadır (Çaylı ve ark., 2014).

Yapılan bu çalışmada, seracılık açısından gelişim süreci içerisinde bulunan Kahramanmaraş ilinde farklı örtü malzemeleri ve ısı tasarruf önlemleri alınması durumunda ısı ve ısı gücü gereksinimi hesaplanmış ve diğer iller ile karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada hesaplamalar, ISIGER-SERA uzman sistem yazılımı ile Kahramanmaraş iklim koşullarında 3 farklı örtü malzemesi için yapılmıştır. Seçilen seraların bölme sayısı 4, bölme genişliği 9.6 m, uzunluğu 50 m, yan duvar yüksekliği 4.0 m, mahya

yüksekliği 6.5 m, çatı eğim açısı 27.5° ve kafes kiriş aralığı 5 m'dir.

Sera iç ortam sıcaklık değerleri gece ve gündüz 16 °C, havalandırma başlangıç sıcaklığı 25 °C olacak şekilde seçilmiştir. Hesaplamalar domates bitkisi ve 01 Ekim -31 Mart yetiştirme dönemi için yapılmıştır. Isıtma sistemi olarak tabana yakın olarak yerleştirilen çelik

borulu ısıtma sistemi seçilmiş ve su giriş sıcaklığı 90° ve çıkış sıcaklığı 70° olarak sisteme girilmiştir. Sera iç ortam sıcaklık değeri minimum 16 °C olarak alınmıştır. Hesaplama, üç farklı sera örtü malzeme tipine ve her bir sera tipi için de ısı perdesi kullanılmadığına göre yapılmıştır. Sera tipleri ve özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hesaplamaya yapılan seraların özellikleri ve isim kısaltmaları

İsim Kısaltması	Yan Duvar Örtü Malzemesi	Çatı Örtü Malzemesi	Taban Alanı	Örtü Yüzey Alanı
Tip-1	0.2 mm tek kat PE	0.2 mm tek kat PE	1920 m ²	3091 m ²
Tip-2	0.2 mm çift kat PE	0.2 mm tek kat PE	1920 m ²	3091 m ²
Tip-3	16 mm boşluklu PC	0.2 mm tek kat PE	1920 m ²	3091 m ²

Çalışmada ısı enerjisi gereksinimi Baytorun ve ark. (2016b) tarafından geliştirilen ISIGER-SERA uzman sistemi ile hesaplanmıştır. ISIGER-SERA uzman sistem DIN 4701 standartlarında belirlenen esaslardan farklı olarak, dış sıcaklık yerine belirli bir sıcaklık değerine kadar havalandırılmayan ve ısıtılmayan serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık ve seranın özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmelerini dikkate alarak ısı gereksinimini saatlik değerlerden giderek hesaplamaktadır (Baytorun ve ark., 2016a).

ISIGER-SERA uzman sistem ısı enerjisi gereksinimini Eşitlik 1 göre hesaplanmaktadır.

$$Q = \sum_{n=1}^{8760} \left(\left((\vartheta_{i_n} - \vartheta_{i_{oH_n}} - \Delta\vartheta_{Sp_n}) * k'_a * A_H * (1 - EE_{ES}) \right) * t_{Si} \right) \quad (1)$$

Eşitlikte;

Q : Isı enerjisi [Wh]

ϑ_i : Serada istenen sıcaklık [°C]

$\vartheta_{i_{oH}}$: Isıtılmayan serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık [°C]

$\Delta\vartheta_{Sp}$: Seranın özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi [°C]

k'_a : Örtü malzemesinin toplam ısı gereksinim katsayısı [W/m²C]

A_H : Sera örtü yüzey alanı [m²]

EE_{ES} : Isı perdesi ile sağlanan ısı tasarrufu [-]

n : Yılın saatleri

t_{Si} : Simülasyonda zaman dilimi [1 h]

ISIGER-SERA uzman sistemle ısı enerjisi gereksiniminin hesaplanmasında kullanılan eşitlik ve mantıksal ilişkiler Baytorun ve ark. (2016b) tarafından yapılan çalışmada detaylı olarak verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

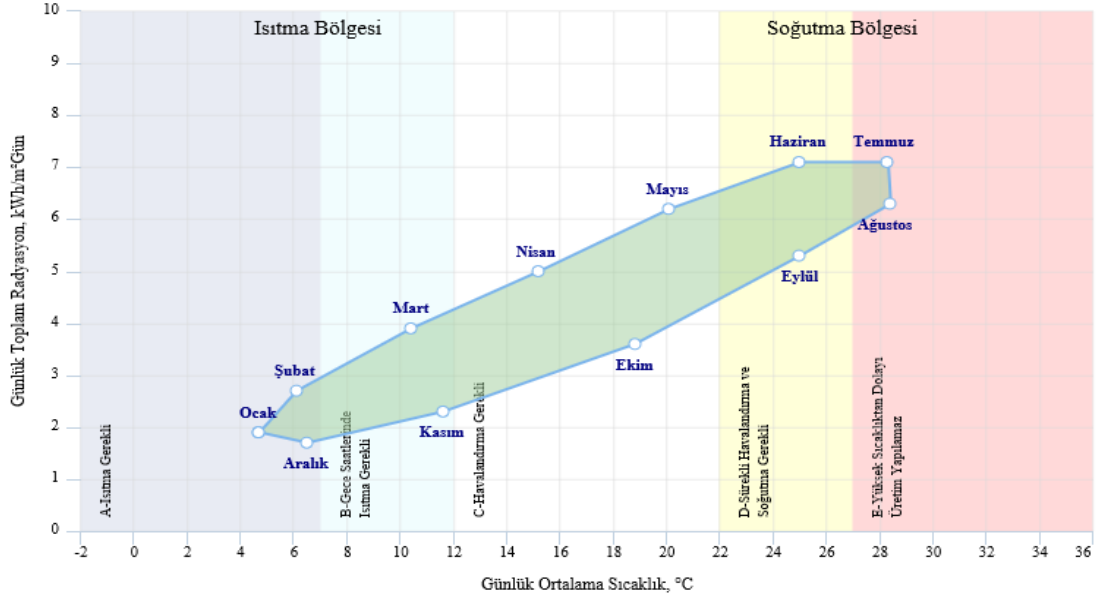
Kahramanmaraş ili için uzun yıllık iklim verileri kullanılarak, serada uygulanacak iklimlendirme önlemleri Şekil 1'de verilmiştir.

Kahramanmaraş bölgesi için seralarda Ocak, Şubat ve Aralık aylarında ısıtmanın gerekli olduğu, Kasım ve

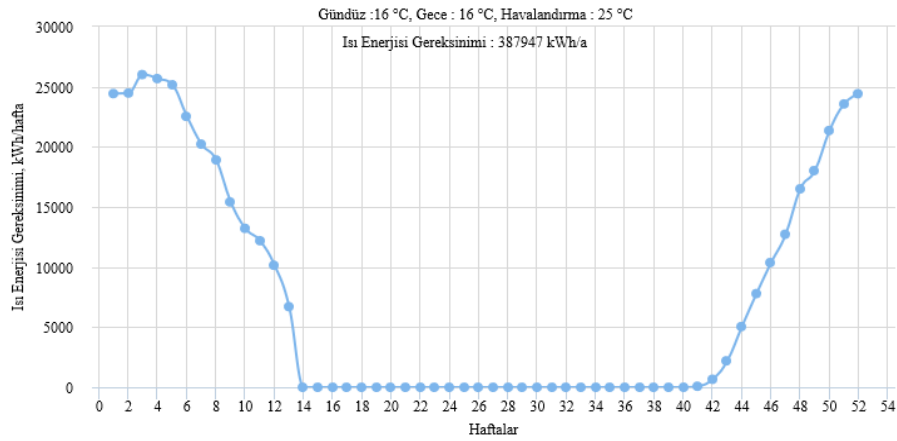
Mart aylarında ise sadece gece saatlerinde ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Ekim, Nisan ve Mayıs aylarında ise gündüz saatlerinde havalandırma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Haziran ve Eylül aylarında ise yüksek sıcaklıkların etkisi ile serada üretim yapmak için havalandırma kapaklarının sürekli açık tutulması gerektiği, Temmuz ve Ağustos aylarında ise bitki optimum koşullarının üstüne çıkan sıcaklıkların etkisiyle üretimin mümkün olmayacağı anlaşılmaktadır. Günlük toplam radyasyon açısından bakıldığında ise Aralık ve Ocak aylarında günlük toplam radyasyon değeri 2.34 kWh/m²gün değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bitkisel üretim için günlük toplam radyasyon değerinin 2.34 kWh/m²gün'den daha yüksek olması gerekir (Baytorun, 2016). Bu sebeple bu aylarda sera içerisine daha fazla ışığın girmesi için özellikle sera çatısında geçirgenliği yüksek örtü malzemeleri kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bu dönemlerde yapay ışıklandırma ile ihtiyaç duyulan minimum radyasyon değerinin karşılanması gerekebilir.

Kahramanmaraş İli koşullarında Tip-1 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 2'de verilmiştir.

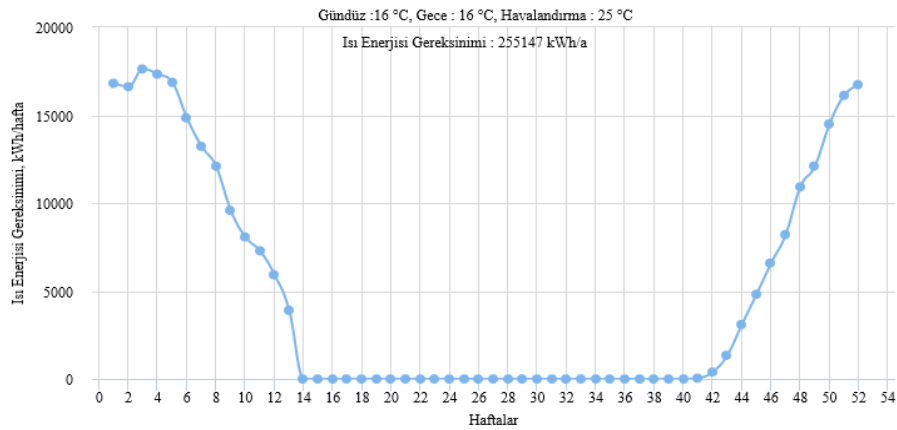
Şekil 2a incelendiğinde en yüksek ısı gereksinimi yılın 3,4 ve 5 haftalarında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu haftalar için ısı gereksinimi 25 000 kWh/Hafta'nın üzerine çıkmaktadır. Yılın 14'ncü haftasında ise serada ısıtmaya ihtiyaç kalmamaktadır. Isıtma periyodu ise yılın 42'nci haftasında başlamakta ve bir sonraki yılın 14'ncü haftasına kadar sürmektedir. Toplamda yılın 26 haftasında ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu periyotta 7 hafta için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nin altındadır. Bir yetiştirme sezonunda 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 387 947 kWh olarak bulunmuştur. Şekil 2b'de ise serada ısı perdesi kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan ısı gereksinimi verilmiştir. Buna göre toplam ısı enerjisi gereksiniminin ısı perdesi durumunda 255 147 kWh olduğu ve ısı perdesiz kullanıma göre % 34 daha az enerji ihtiyacı olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Kahramanmaraş ili için ortalama sıcaklık ve güneş radyasyonu ilişkisi

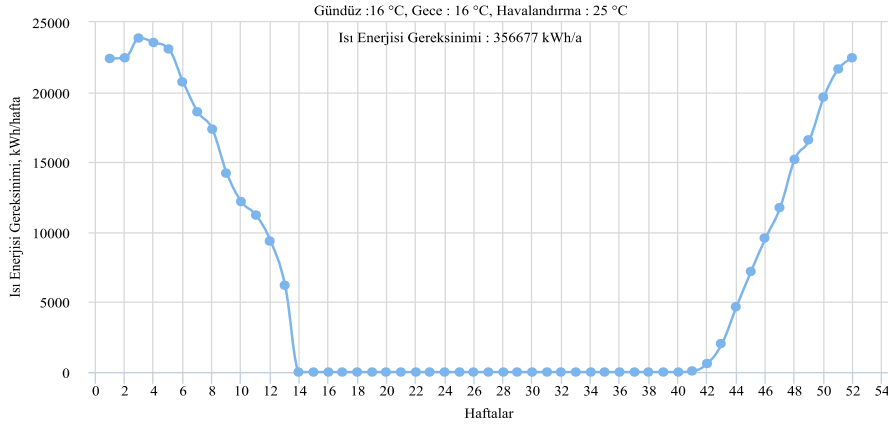


(a)

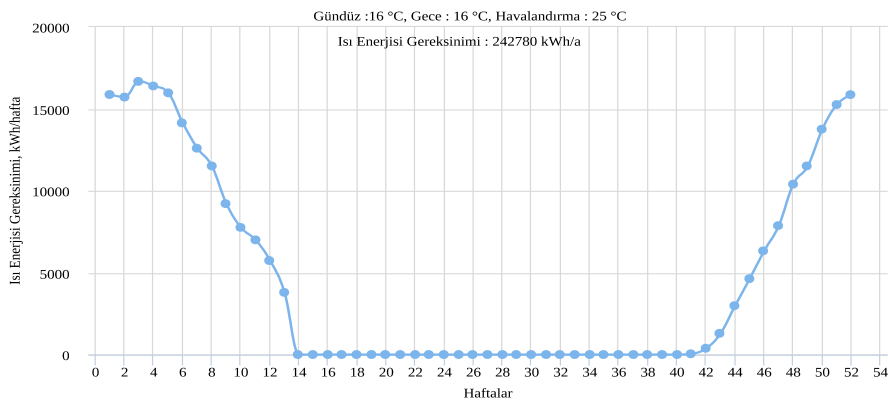


(b)

Şekil 2. Tip-1 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdessiz (b) ısı perdeli



(a)



(b)

Şekil 3. Tip-2 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdesiz (b) ısı perdeli

Kahramanmaraş ili koşullarında Tip-2 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3a'da verilen Tip-2 serada ise toplamda yılın 25 haftasında ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmakta ve bu periyotta yılın 7 haftası için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nın altında, 18 haftası için 20 000 kWh'nın üzerinde olmaktadır. Bir yetiştirme sezonu için 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 356 677 kWh olarak bulunmuştur. Isı perdesi kullanılması durumunda ihtiyaç duyulan toplam ısı gereksinimi ise 242 780 kWh olmaktadır (Şekil 3b). Isı perdesiz kullanıma göre % 32 daha az enerjiye ihtiyaç vardır.

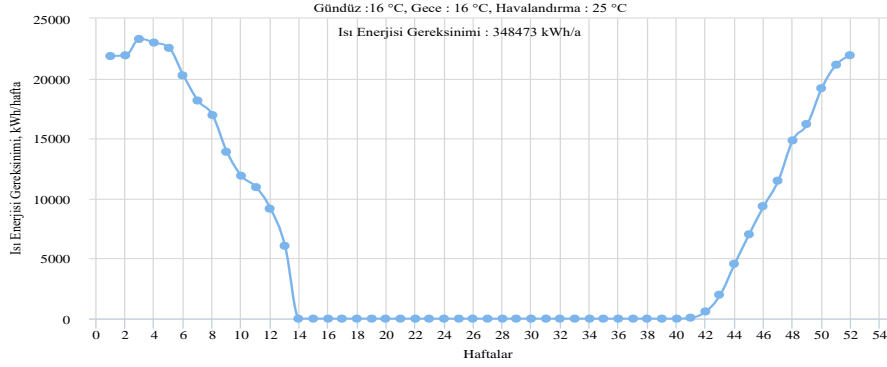
Kahramanmaraş ili koşullarında Tip-3 sera için haftalık ısı gereksinimi Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4a incelendiğinde Tip-3 serada ise yılın 25 haftasında ısıtma ihtiyacı olduğu görülmektedir. Bu periyotta yılın 8 haftası için ısıtma gereksinimi 10 000 kWh'nın altında, 17 haftası için 20 000 kWh'nın üzerindedir. Bir yetiştirme sezonu için 16 °C sabit iç ortam sıcaklığı için gerekli olan ve ısı perdesi kullanılmayan serada enerji gereksinimi 348 473 kWh, ısı perdesi kullanılması durumunda (Şekil 4b) ise 239

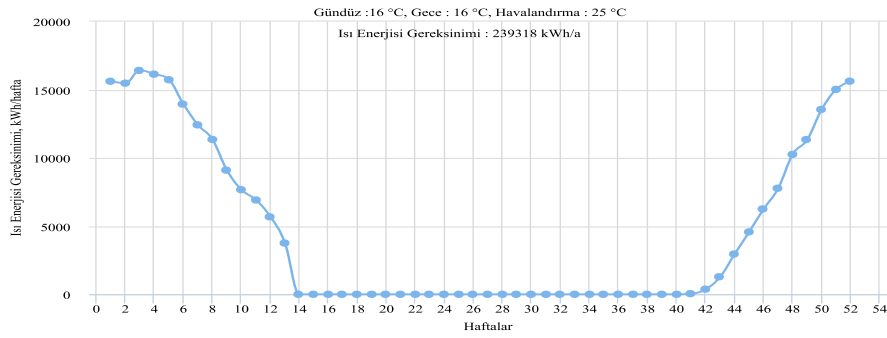
318 kWh olduğu ve ısı perdesiz kullanıma göre % 31 daha az enerji ihtiyacı olduğu hesaplanmıştır.

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). Isı perdesi kullanılması durumunda Tip-1, Tip-2 ve Tip-3 serada sırasıyla % 34, % 32 ve % 31 ısı tasarruf edilebileceği hesaplanmıştır. Bu değer literatürdeki değerler ile benzerlik göstermektedir.

Şekil 5'te ihtiyaç duyulan yıllık ısı gücünün saatlik tekerrürleri verilmiştir. Buna göre; Tip-1 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2706 saat ısıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 5a). İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 270 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 663 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 115 saate düşmektedir.

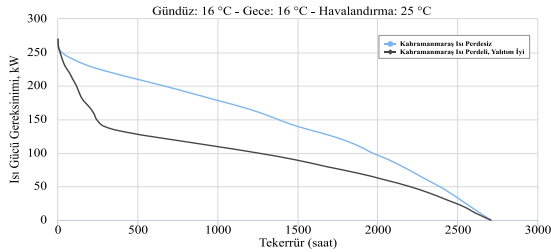


(a)

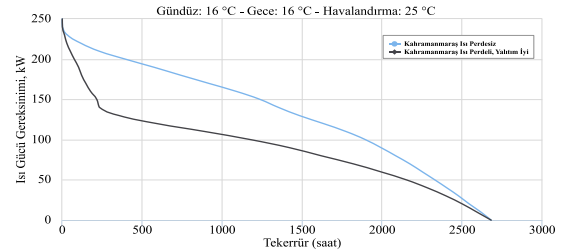


(b)

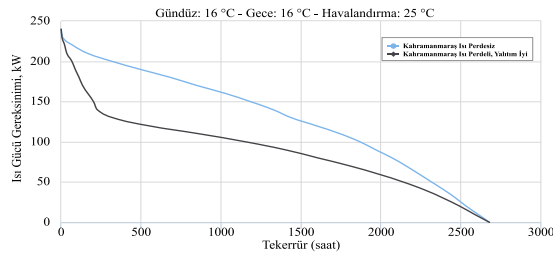
Şekil 4. Tip-3 sera için haftalık ısı gereksinimi (a) ısı perdesiz (b) ısı perdeli



(a)



(b)



(c)

Şekil 5. Yıllık ısı gücü tekrürleri (a) Tip-1 (b) Tip-2 (c) Tip-3

Tip-2 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2681 saat ısıtma yapılması gerektiği belirlenmiştir (Şekil 5b). İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 240 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 394 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum

şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 75 saate düşmektedir. Tip-3 sera için bir yetiştirme sezonunda toplam 2677 saat ısıtma yapılması gerektiği Şekil 5c'ten görülmektedir. İhtiyaç duyulan maksimum ısı gücü ise 230 kW olarak bulunmuştur. Toplam ısıtma süresince yılın 317 saatinde 200 kW'ın üzerinde ısıtma gücü ihtiyacı

bulunmaktadır. Yalıtım özelliği iyi olan alüminyum şeritli ısı perdesi kullanılması durumunda ise ısı 200 kW üzerindeki ısı gücü ihtiyacı 67 saate düşmektedir. Çizelge 2'de Kahramanmaraş ili için farklı örtü malzemesi ve tasarruf önlemlerine göre maksimum ısıtma gücü gereksinimi verilmiştir.

Çizelge 2. Kahramanmaraş İli için maksimum ısıtma gücü gereksinimi

Sera Tipi	Maksimum ısı gücü (kW)
Tip-1	270
Tip-2	240
Tip-3	230

Çizelge 3. Kahramanmaraş iklim koşullarında farklı sera örtü malzemeleri için, gece/gündüz 16 °C sıcaklık değeri için aylık ısı enerjisi gereksinimi

Aylar	Tip-1		Tip-2		Tip-3	
	Isı Perdesiz	Isı Perdeli	Isı Perdesiz	Isı Perdeli	Isı Perdesiz	Isı Perdeli
Ekim	4 923	3 731	4 559	3 531	4 462	3 476
Kasım	45 472	35 406	41 930	33 286	41 000	32 714
Aralık	92 392	74 183	84 961	69 340	83 006	68 035
Ocak	111 536	89 552	102 290	83 455	99 870	81 823
Şubat	82 756	65 004	76 055	60 842	74 304	59 725
Mart	50 867	38 344	46 883	36 137	45 831	35 527
Toplam	387 947	306 220	356 677	286 591	348 473	281 299

Çizelge 3'e göre, toplam ısı enerjisi gereksinimi 281 MWh/a ile en düşük ısı perdeli Tip-3 serada olduğu görülmektedir. En fazla ısı gereksinimine ihtiyaç duyulan sera ise ısı perdesiz Tip-1'dir. Isı enerjisi gereksinimi aylık olarak incelendiğinde ise tüm sera tipleri için en az ısı gereksinimi Ekim ayında, en fazla ısı gereksiniminin Ocak ayında olduğu görülmektedir.

Gece/gündüz sıcaklığı 16 °C, havalandırma sıcaklığı 25 °C olan Tip-1 sera için Kahramanmaraş ve bazı Akdeniz iklim kuşağındaki illerin ısı

Çizelge 2 incelendiğinde, ısıtma sistemlerinin projelendirilmesinde esas alınan maksimum ısı gücünün, ısı yalıtımı iyi olan örtü malzemesi ve ısı perdesi kullanımı ile azaldığı görülmektedir. Tip-1 yerine Tip-2 malzeme kullanılması durumunda % 12,5, Tip-1 yerine Tip-3 malzeme kullanılması durumunda % 17 oranında daha küçük boyutlu bir ısıtma sisteminin projelendirilmesi mümkün olmaktadır.

Çizelge 3'de Kahramanmaraş iklim koşullarında farklı sera örtü malzemeleri için, gece/gündüz 16 °C sıcaklık değeri için, üretim periyodundaki aylık ısı enerjisi gereksinimi değerleri kWh olarak verilmiştir.

gereksinimlerinin karşılaştırılması amacıyla hesaplanan değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Buna göre en az ısı gereksiniminin Mersin ilinde en fazla ısı gereksinimi Kahramanmaraş ilinde olduğu görülmektedir. Kahramanmaraş ili diğer illerle karşılaştırıldığında ısı gereksinimi bakımından 202.10 kWh/m² gibi oldukça yüksek bir değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ısıtma yapılan seralar için Kahramanmaraş'ın diğer illerdeki üreticiler ile rekabet etme imkânını zayıflatmaktadır.

Çizelge 4. Akdeniz iklim kuşağındaki bazı illerin Tip-1 sera için aylara göre ısı gereksinimi

İl	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Adana	33.60	25.20	15.20	0.10	9.20	27.10	110.40
Antalya	34.70	27.90	18.80	0.30	11.50	27.60	120.80
Hatay	42.00	28.60	15.60	0.50	14.50	35.20	136.40
Kahramanmaraş	58.10	43.10	26.50	2.60	23.70	48.10	202.10
Mersin	29.70	22.20	12.40	0.00	7.60	24.00	95.90

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

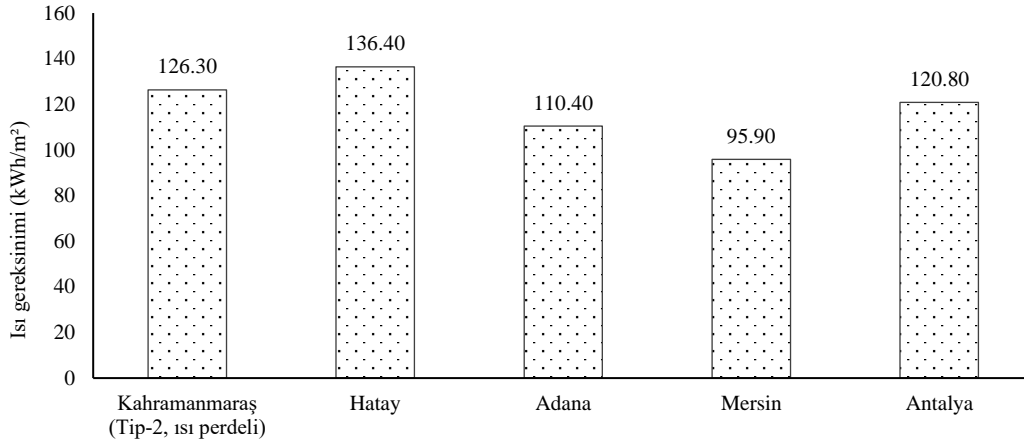
modern olmayan seralarda üretim yapıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle Kahramanmaraş ilinde yeni kurulacak modern seralarda ısı tasarruf önlemlerinin alınması ile enerji tüketimi azaltılarak üretim maliyetleri düşürülebilir ve seracılık yapılan diğer illerle rekabet etme imkânı yaratılabilir. Kahramanmaraş ilinde ısı perdeli Tip-2 sera, diğer

iller için ısı perdesiz Tip-1 serada üretim yapılması durumunda ısı enerjisi gereksinimleri Şekil 6'de verilmiştir.

Modern seralarda kullanılan ısı tasarruf önlemlerinin Kahramanmaraş ili için uygulanması durumunda gereksinilen ısı enerjisi 126.30 kWh/m² olmaktadır. Bu durumda Akdeniz sahil kuşağındaki diğer illerin ısı gereksinimlerine yakın bir değer elde

edilebilmektedir. Ancak bu şekilde diğer illerle seracılık açısından rekabet edilebilir.

Yapılan hesaplamalar neticesinde Kahramanmaraş bölgesinde seralarda ısıtma yapılması durumunda en uygun sera örtü malzemesi olarak, yapılan hesaplamalar sonucunda çift kat PE olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ısı tasarruf önlemi olarak da ısı perdesi kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 6. Akdeniz bölgesindeki iller için ısı gereksinimi

SONUÇ

Seralarda ısıtma yapılması durumunda Akdeniz iklimi görülen diğer illerle karşılaştırıldığında Kahramanmaraş'ın seracılık açısından rekabet etme olanağının düşük olduğu görülmektedir. Isı perdesiz Tek kat PE örtü malzemesi kullanılması durumunda 202.10 kWh/m² olan toplam ısı gereksinimi, Hatay için 136.4 kWh/m², Antalya için 120.80 kWh/m², Adana için 110.40 kWh/m² ve Mersin için 95.90 kWh/m² olmaktadır. Bu durumda ısıtma yapılması maliyet açısından büyük bir fark ortaya çıkaracaktır. Bu farkın giderilebilmesi ancak daha yüksek gelir getiren farklı ürünlerin yetiştirilmesi, ısı perdesi kullanımı, polikarbonat veya çift kat PE örtü malzemesi gibi ısı tasarruf önlemlerinin uygulanabildiği modern seralarla mümkün olabilir.

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 imkânı sağladığı için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Al-Mahdouri, A., Baneshi, M., Gonome, H., Okajima, J., Maruyama, S. (2013). Evaluation of optical properties and thermal performances of different greenhouse covering materials. *Solar Energy*, 96, 21-32. doi: 10.1016/j.solener.2013.06.029

- 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
- Bartzanas, T., Kitta, E., Katsoulas, N., Tsouknidas, A. (2012). Effect of Two New Cover Materials on Greenhouse Energy Consumption and Cooling Load. *Xxviii International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (Ihc2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation*, 927, 559-563.
- Baytorun, A. N. (2016). *Seralar, Sera Tipleri, Donanımı ve İklimlendirilmesi* (1 ed.). İstanbul: Nobel kitabevi.
- Baytorun, A. N., Akyüz, A., Zaimoğlu, Z. (2000). *Seralarda iklimlendirme. 2. Uluslararası Turfanda Şurası*, Anamur.
- Baytorun, N., Abak, K., Tokgöz, H., Altuntas, Ö. (1993). Effect of different greenhouse covering materials on inside climate and on the development of tomato plants. *II Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates* 366.
- Baytorun, N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016a). Sera Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Uzman Sistem "ISIGER-SERA". *Tesisat Mühendisliği*(155), 13-24.
- Baytorun, N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016b). Seralarda ısıtma sistemlerinin modellemesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman

- sistemin "ISIGER-SERA" geliştirilmesi. TÜBİTAK 114O533 nolu proje.
- Baytorun, N., Zaimoğlu, Z., Üstün, S. (2012). Akdeniz Bölgesi Seralarında Isı Enerjisi Gereksiniminin ve Enerji Artırım Önlemlerinin Etkisinin Belirlenmesi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Bornova, İzmir.
- Castilla, N., Hernandez, J. 2006. Greenhouse technological packages for high-quality crop production. XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Advances in Environmental Control, Auto. 761.
- Castilla, N., Hernandez, J. (2007). Greenhouse technological packages for high quality production. *Acta Horticulturae*, 285-297. doi: 10.17660/ActaHortic.2007.761.38
- 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. (2014). Plastik Seralarda Isı İletim Katsayısının Belirlenmesi ve Isı Artırım Önlemlerinden Isı Perdelerinin Etkinliğinin Araştırılması. (Doktora Tezi PhD), KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Çaylı, A., Boyacı, S., Üstün, S., Akyüz, A. (2014). Kahramanmaraş Bölgesi İçin Seralarda Maksimum Isıtma Yükünün Belirlenmesi. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Damrath, J. (1980). Tabellen zur Heizenergieermittlung von Gewächshäusern Gartenbautechnische Informationen 8. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Hannover, 8.
- Garcia, J. L., De la Plaza, S., Navas, L. M., Benavente, R. M., Luna, L. (1998). Evaluation of the feasibility of alternative energy sources for greenhouse heating. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 69(2), 107-114. doi: DOI 10.1006/jaer.1997.0228
- Hemming, S., Mohammadkhani, V., van Ruijven, J. (2014). Material Technology of Diffuse Greenhouse Covering Materials - Influence on Light Transmission, Light Scattering and Light Spectrum. International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant Factory - Greensys 2013, 1037, 883-895.
- Kravchenko, A., Saltanovich, T., Danailov, J. (1994). Influence of stress temperature on the masculine gametophyte of tomatoes. *Stiinte biologice si chimice*.
- Le Quillec, S., Brajeul, E., Lesourd, D., Loda, D. (2005). Thermal Screen Evaluation In Soilless Tomato Crop Under Glasshouse. *Acta Horticulturae*.
- Lee, H. W., Lee, J. W., Diop, S., Na, O. H. (2014). Measurement of Overall Heat Transfer Coefficient of Covering Material with Thermal Screens for Plastic Greenhouse. International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant Factory - Greensys 2013, 1037, 219-224.
- Meyer, J. (1984). The influence of thermal screens on energy consumption of greenhouse. *Gartenbauwissenschaft*, 49, 74-80.
- 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
- Papadopoulos, A. P., Hao, X. M. (1997). Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. *Scientia Horticulturae*, 70(2-3), 165-178. doi: Doi 10.1016/S0304-4238(97)00054-X
- Popovski, K. (1986). Location of heating installations in greenhouses for low temperature heating fluids. *CNRE Bulletin (FAO)*.
- Rath, T. (1992). Einsatz wissenschaftlicher Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems HORTEX. *Gartenbautechnische Informationen (Germany)*. no. 34.
- Stanghellini, C., Bruins, M., Mohammadkhani, V., Swinkels, G. J., Sonneveld, P. J. (2012). Effect of Condensation on Light Transmission and Energy Budget of Seven Greenhouse Cover Materials. International Symposium on Advanced Technologies and Management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems: Greensys2011, 952, 249-254.
- Stanghellini, C., Kempkes, F., Knies, P. (2003). Enhancing environmental quality in agricultural systems. International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609.
- Tantau, H. J. (1983). Heizungsanlagen Im Gartenbau. *Handbuch Des Erwerbsgärtners.*, 258.
- Tantau, H. J., Hinken, J., von Elsner, B., Max, J. F. J., Ulbrich, A., Schurr, U., Hofmann, T., Reisinger, G. (2012). Solar Transmittance of Greenhouse Covering Materials. VII International Symposium on Light in Horticultural Systems, 956, 441-448.
- Tekinel, O., Baytorun, A. (1990). Seracılıkta yeni teknolojiler. *Türkiye*, 5, 11-21.
- Tülücü, K. (2003). Özel Bitkilerin Sulanması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: Baskı.
- Von Zabertitz, C. (1986). *Gewachshauser - Handbuch des Erwerbsgärtners*. Stuttgart: Ulmer -Verlag.

Von Zabeltitz, C. (2011). Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control. 285-311. doi: 10.1007/978-3-642-14582-7_12

Von Zabeltitz, C. (1992). Energy-efficient greenhouse designs for Mediterranean countries. *Plasticulture* (France).