GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 23 (1), 25-36

Tokat Yöresinde Seraların İklimlendirme Gereksinimleri

Bilal Cemek Sedat Karaman Ali Ünlükara
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 60240, Tokat

Özet: Bu araştırmada, uzun yıllara dayalı meteorolojik veriler kullanılarak Tokat ilinde seracılık yönünden bitki yetiştirilmeye uygun dönemler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada özellikle seralarda yaygın olarak yetiştirilen sıcak iklim bitkilerinin istekleri göz önüne alınarak, Tokat ilinin 9 ilçesi için ısıtma, doğal havalandırma ve soğutma gibi sera içi koşulları kontrol yöntemlerinin kullanım dönemleri saptanmıştır. Ayrıca seracılığın en yoğun yapıldığı Antalya ili ile Tokat yöresi seracılığı, iklimlendirme gereksinimleri yönünden karşılaştırılmıştır. Kış yetiştiriciliği açısından Tokat ilinde seracılık yüksek ısıtma ve aydınlatma masrafları gerektirmektedir. Yaz aylarında ise Antalya'ya göre sera içi sıcaklığının kontrol edilmesinde bir çok ilçede soğutma istememesi nedeniyle daha avantajlıdır. Değerlendirmeler sonucunda Tokat yöresinde ilkbahar turfandacılığı ve yaz yetiştiriciliği ile birlikte erkenci sonbahar turfandacılığının geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Seralar, iklimlendirme istekleri, havalandırma, ısıtma, soğutma

Indoor Climate Requirements of Greenhouses in Tokat Region

Abstract: In this research, the most suitable growing period for greenhouse warm season species was defined based on long term meteorological data. Considering the climate requirements of warm season species, air conditioning periods such as heating, natural ventilation and cooling periods were determined for nine locations in Tokat. In addition, the climate requirements for Tokat were compared to Antalya in which greenhouse production was done very intensively. Winter growing greenhouse production in Tokat requires very high heating and lighting costs. But in summer months control of greenhouse indoor temperature in Tokat has advantages compared to Antalya. As a result of this study, it is suggested that in addition to early autumn production, late spring and summer production should also be encouraged in Tokat.
Key Words: Greenhouses, climatologic requirements, ventilation, heating, cooling

1. Giriş

Sera işletmeciliğinde amaç, dış koşulların bitki yetiştirilmesine olanak vermediği dönemlerde pazara kârlı ve kaliteli ürünlerin sunulabilmesidir. Bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan optimum çevre koşullarının ve yetiştirme ortamlarının sağlandığı seralardan, ekonomik olarak en yüksek oranda ürün elde etmek olasıdır. Bunun sağlanması için de seraların belirtilen amaca göre planlanmaları projelendirilmeleri ve yönetimleri gerekir. Seraların planlanmasında incelenmesi gereken en önemli etmenler havalandırma, ısıtma, soğutma ve ışıklandırmadır (Öneş, 1986; Arıcı, 1999).

Sera yetiştiriciliği ülkemizde her bölgede yapılabilir ise de seracılıkta göz önünde bulundurulacak en önemli etken ekonomik bir seracılığın yapılmasıdır. Seralarda yörelere göre değişen en önemli gider ısıtma gideridir. Bu etken seraların kurulma yerlerini ve sınırlarını saptayan en önemli etkendir. Ilıman bir yörede kurulan seranın yakıt gideri, soğuk yörede kurulan seranın yakıt giderinden önemli oranda azdır. Yalnız ısıtma giderinin sera gelirini aştığı yörelerde ekonomik bir seracılıktan söz edilemez. Ülkemizde başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgesinde ekonomik sera tarımı yapılabilmektedir. Ayrıca bazı mikroklima yörelerinde de sera tarımı yapılabilmekte ise de bu yöreler sera potansiyeline fazla katkısı olmayacak küçük alanlardan oluşmaktadır (Yağanoğlu, 2003).

Ülkemiz Akdeniz sahil şeridindeki seralarda üretimin yoğunlaştığı Aralık-Mart ayları arasındaki dönemde sıcaklık, yağış ve radyasyon değerlerinin sera yetiştiriciliğine uygun olduğu belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesi seracılığı göz önüne alındığında Akdeniz sahil şeridindeki seralardan üstünlüğü, ilkbahar ve yaz aylarında soğutma gereksiniminin olmamasıdır. Bu üstünlük ekonomik olarak Karadeniz Bölgesi seracılığını ilkbahar aylarında geçcilik ve sonbaharda erkencilik yönünden önemli kazançlar sağlamaktadır (Cemek, 2005).

İyi planlanmış bir sera yıl boyunca bitki büyümesi ve üretimi için gerekli iklim

koşullarını sağlamalıdır. Seraların yüksek ışık geçirgenliği ve yalıtımı, yeterli havalandırma randımanı, uygun yapısal dayanım ve çok iyi mekanik özelliklere sahip olması yanında hafif konstrüksiyonlu olması ve konstrüksiyonun sera içi çalışmalara engel olmaması gereklidir (Cemek, 2005).

Seracılık Tokat'ta 1980'li yıllardan beri yapılmakta olup 2002 yılı verilerine göre toplam 332,1 dekar alanda örtü altı tarımı yapıldığı belirlenmiştir. Örtü altı tarımında elde edilen verimlilik, aynı türlerle karşılaştırıldığında tarla tarımdan daha yüksektir. Yöre için seracılığın üreticilerin refahını artırması yanında etkilediği sektörler bakımından da işlem hacmi ve gelir artırıcı etkisi bulunmaktadır (Anonim, 2005).

Bu araştırmada seracılığın yaygınlaşmaya başladığı Tokat yöresinin durumu literatürlerde verilen sınır değerler göz önüne alınarak değerlendirilmiş, sera yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Antalya ili ile Tokat ilinin seracılık yönünden iklimsel avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü'nün ilin tarımsal yapı ve üretim değerlerini saptamaya yönelik raporları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün mevcut meteoroloji istasyonları iklim kayıtları, seracılık ile ilgili literatürler araştırmanın materyalini oluşturmaktadır.

Havalandırma ve ısı gereksinimlerinin belirlenmesinde Tokat Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan uzun yıllara ait iklim verileri kullanılmıştır. İlçelere göre rasat süresi farklı olup uzun yıllar ortalaması 5-30 yılı kapsamaktadır.

Seracılıkta üretim ekonomisine etki eden en önemli etmen yörenin iklim koşullarıdır. Bir bölgede seracılığın yapılabilmesi için o bölgenin iklim değerleri bitki gelişimi için gerekli olan sınır değerlerle karşılaştırılmalıdır. Seralarda bitki gelişimi için gerekli iklim değerleri Sirjacobs (1989), Verlodt (1990), Krug (1991), Anonymous (1992), Baytorun et al. (1996), Von Elsner et al. (2000) ve Cemek (2005)'den alınmıştır.

Araştırmada Tokat iline ilişkin 9 ilçenin iklim verileri sera yetiştiriciliği yönünden değerlendirilmiş, grafikleri çizilmiş ve bitkisel üretim için gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda ısıtma, havalandırma ve soğutma dönemleri belirlenmiştir.

Havalandırma ve ısı gereksinimlerinin hesaplanmasında Tokat ilinde son zamanlarda kurulan 400 ve 800 m² taban alana sahip, yan duvar yüksekliği 2,5 m, mahya yüksekliği 4,5 m olan yay çatılı plastik seralar model olarak seçilmiştir.

Havalandırma etkinliğinin belirlenmesinde ısı dengesi eşitliği kullanılarak 1/6, 1/4, 1/2 ve 1/1 hacim/dakika hava değişim oranları için sera iç ortam sıcaklıkları tahmin edilmiştir. Söz konusu ısı dengesi eşitliği,

$$(1 - E.F).\tau.I.Ag = U.Ac.(ti - td) + \frac{M}{v}c_p(ti - td) + 0.5.Vg.N(ti - td)$$

şeklinde olup eşitlikte; E evapotranspirasyonun güneş radyasyonuna oranını (0.5), F bitki örtü katsayısını (0.7), τ örtü malzemesi ışık geçirgenlik oranını (%90), I güneş radyasyon yoğunluğunu (KW/m^2), Ag sera taban alanını (m^2), U sera örtüsü ısı geçirme katsayısını (W/m^{2}K), Ac sera örtü yüzey alanını (m^2), M havalandırma miktarını (m^3/s), v havanın özgül hacmini (m^3/kg), cp havanın özgül ısısını (1 KJ/kg°C), Vg sera hacmini (m^3), N infiltrasyonla oluşan hava değişim sayısını (1/h), ti sera iç ortam sıcaklığını (°C), td dış ortam sıcaklığını (°C) göstermektedir (Hellickson and Walker, 1983; Ünlükara 1996; Cemek ve Demir, 1999;Yağanoğlu, 2003). Bu çalışmada model olarak alınan seralar için tek katlı polietilen örtü malzemesi ısı geçirgenlik katsayısı U (6,8 W/m^{2}K) alınmış olup, cam örtülü seralar için yapılacak hesaplamalarda ısı geçirgenlik katsayısı 6,3 W/m^{2}K alınmalıdır (Hellickson and Walker, 1983)

Eşitliklerde kullanılan havaya ilişkin özgül hacim değerlerinin belirlenmesinde psikrometrik diyagramdan yararlanılmıştır.

Isı tüketiminin hesaplanması için dış sıcaklık ve güneş radyasyonu göz önüne alınmaktadır (Anonymous, 1987). Gün boyunca ısıtma enerjisi, güneş enerjisi ve ısıtma sistemlerinden karşılanmaktadır. Etkin ısı tüketimi (q_H) aşağıdaki eşitlikle tahmin edilmektedir.

$$q_H = (\frac{Ac}{Ag}) \times U \times (ti - td) - q_{GI} \times D \times \eta$$

Eşitlikte; q_H etkin ısı tüketimini (W/m^2), Ac sera örtü yüzey alanını (m^2), Ag sera taban alanını (m^2), U ısı geçirgenlik katsayısını (W/m^2K), ti istenilen sera iç ortam sıcaklığını (°C), td dış ortam sıcaklığını (°C), q_{GI} güneş radyasyonu yoğunluğunu (W/m^2), D güneş radyasyonu geçirgenlik oranını (0,6-0,7), η serada radyasyon enerjisinin ısı enerjisine çevirme faktörünü (0,5-0,7) ifade etmektedir.

Tokat il ve ilçelerinde seralar için ısı gereksinimi hesaplanmasında sera içi sıcaklığı olarak 17 °C, sera dış sıcaklığı olarak aylık ortalama sıcaklık, güneş radyasyonu geçirgenlik oranı 0,65, radyasyon enerjisinin radyasyon enerjisine çevirme faktörü 0,6 alınmış ve güneş radyasyonu yoğunluğu olarak da meteoroloji istasyonlarında ölçülen aylık ortalama veriler kullanılmıştır.

Isıtma gereksiniminin hesaplanmasında, dış sıcaklık olarak aylık ortalama sıcaklık ve sera içi sıcaklığı olarak da sera bitkilerinin çoğunun gereksinimlerini karşılayabildiği 15 ^oC alınmıştır (Anonimous, 1992).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Isıtma

Aylık minimum sıcaklıklar ortalaması 7^o C'un altında ise sıcak iklim bitkilerinin don tehlikesiyle karşılaşma tehlikesi bulunmaktadır ve dondan korunmak için ısıtma gereklidir (Anonymous, 1992). Buna göre Niksar, Turhal, Erbaa ve Reşadiye ilçelerinde Kasım-Mart arasındaki dönemde, merkez ilçede Kasım-Nisan arasındaki dönemde, Almus ve Zile ilçelerinde Ekim-Nisan arasındaki dönemde, Artova ve Çamlıbel ilçelerinde ise Eylül-Mayıs arasındaki dönemde don tehlikesi bulunmaktadır. Bu nedenle bu dönemler arasında ya yetiştiricilik yapılmamalı ya da dondan korunmak için önlem alınmalıdır. Antalya'da ise yalnızca Ocak-Şubat dönemlerinde don tehlikesi vardır.

Ortalama sıcaklığın 12 ^oC'un altına düştüğü aylarda sera içi sıcaklığını sıcak iklim bitkileri gelişimi için optimum aralıkta tutabilmek için ısıtma gereklidir. Aylık ortalama sıcaklık ve güneş radyasyonu göz önüne alınarak Tokat iline bağlı 9 ilçe için grafikler çizilmiş ve seracılık yönünden önemli sınır değerleri bu grafiklerde gösterilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1'de görüldüğü gibi merkez ilçe ve Reşadiye ilçesinde Ekim ayının ikinci haftasından Nisan ayına kadar 23 hafta, Almus ilçesinde Ekim ayı başından Nisan ayı ilk haftasına kadar 25 hafta, Turhal ilçesinde Ekim ayının ikinci haftasından Mart ayının 4. haftasına kadar 22 hafta, Erbaa ve Niksar ilçelerinde Ekim ayının 3. haftasından Mart ayının 4. haftasına kadar 21 hafta, Zile ilçesinde Ekim ayı son haftasından Mart ayının 3. haftasına kadar 19 hafta, Çamlıbel ilçesinde Eylül ayı son haftasından Nisan ayı ortalarına kadar 27 hafta ve Artova ilçesinde Eylül ayının 2. haftasından Nisan ayının sonlarına kadar 29 hafta sera dışı sıcaklığın 12 °C'un altına düşmesi nedeniyle ısıtma yapılması gerekecektir. Bu dönemlerde ısıtma sürekli olmayıp dış sıcaklığın 12 °C'un altına düştüğü saatlerde yapılmaktadır. Özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gündüzleri güneşli ve sıcak saatlerde havalandırma gerekebileceği gibi dış sıcaklığın 12 °C'un altına düştüğü saatlerde ise ısıtma gerekebilecektir. Tokat merkez ve ilçelerinde kurulacak seraların iç ortam sıcaklığını 17 °C'ta tutabilmek için birim taban alanına (m^2) göre ısıtma gereksinimi hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir. Isıtma gereksinimleri yönünden Zile, Erbaa, Niksar, Turhal ve Almus ilçelerinin diğer ilçelere göre daha üstün durumda olduğu belirlenmiştir.

3.2. Güneşlenme süresi

Seralarda bitki gelişimini etkileyen diğer iklim elemanı güneşlenme süresidir. Yıllık güneşlenme süresi coğrafi bölgelere göre değişmektedir. Türkiye'de yıllık güneşlenme yönünden en önde 3000-3200 saatle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Şanlıurfa ve Mardin ile Akdeniz Bölgesindeki Antalya illeri gelirken bunu yılda 2800-3000 saat ile Gaziantep, Adıyaman, Siirt ve Bitlis illeri ile Ege ve Akdeniz Bölgeleri izlemektedir. Güneşlenme süresi en az olan yerler ise başta Doğu ve Batı Karadeniz bölgeleri olup yılda 1600 saat ile 1800 saat arasında güneş almaktadır (Baytorun et al., 1996). İster gün ışığına nötr bitkiler olsun isterse fotoperyodik gereksinimleri karşılanan bir gruba ait bitkiler olsun, kabaca 6 saat kadar olan ışınımı gün içerisinde almadıkları sürece bitkilerin gelişimleri normal olmayacaktır. Bu nedenle seralarda bitki yetiştiriciliği yönünden Kasım, Aralık ve Ocak aylarında minimum güneşlenme süresinin günlük 6 saatin ve toplamda ise 500-

550 saatin altında olmaması istenir (Anonymous, 1992).

Uzun yıllık ortalamalara göre Tokat Merkez ve ilçelerinin Kasım, Aralık ve Ocak aylarındaki toplam güneşlenme süreleri, eşik değer olan 500-550 saatin altında bulunmuştur. Bölge seralarında Kasım, Aralık ve Ocak aylarında bitkisel üretimin optimum koşullarda sağlanması için bu aylarda ısıtma ile birlikte yapay aydınlatmaya gereksinim duyulmaktadır.

Günlük minimum 6 saatlik güneşlenme süresi 2,3 kWh/m^{2}gün kadar güneş enerjisine karşılık gelmektedir. Krug (1991)'a göre etkili yetiştiricilik için (fotosentetik aktif radyasyon-PAR) toplam güneş radyasyonu sınır değeri 1000 Wh/m^2 gün olmalıdır.

Tokat ilçelerinin günlük toplam radyasyonları Tokat-Merkez, Turhal, Erbaa, Niksar ve Zile ilçelerinde Kasım, Aralık ve Ocak aylarında, Reşadiye ve Artova ilçelerinde Aralık ve Ocak aylarında, Almus ilçesinde ise Ocak ve Şubat aylarında eşik değer 2,3 kWh/m^{2}gün'ün altında kalmıştır (Şekil 1). Tokat ilçelerindeki seralarda ışıklanma süresi ve toplam günlük radyasyon miktarı kış aylarında yeterli değildir.

Aydınlatma için basınçlı sodyum buharlı, metal halojen ve civa buharlı lambalar kullanılabilir. Bazı bitki türleri için önerilen ışınım enerjisi miktarı, aydınlatma süresi ve zamanı Tablo 2'de verilmiştir.

Işınım enerjisi düzeylerinin bitki gelişimine olan etkileri farklıdır. Işınım enerjisi 0,3 Wm^{-2} olduğunda, bitkilere olan etkisi çok azdır veya önemsiz düzeydedir. Bu amaçla kullanılan ışık kaynaklarının etkinliği ve ışık dağılımı teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişmiştir. Bununla birlikte gönderilen renk ve ortamda yaratılan atmosferin şekline sürekli olarak önem verilmiştir. Bu amaçla düşük güçlü akkor telli ve flüorışıl lambalar tercih edilir. Bitkilerin ışınım enerjisinin düşük olduğu koşullarda uzun süre bırakılması durumunda, bir takım olumsuz etkiler ortaya çıkar (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

3.3. Doğal Havalandırma

Seralarda sıcaklığın 17–27 °C arasında olması sıcak iklim bitkilerinin uygun şekilde gelişimi için istenilmektedir. Sera içi sıcaklık artışını kontrol etmek için havalandırma, gölgelendirme ve soğutma yöntemlerinden biri veya birkaçı birlikte kullanılmaktadır. Doğal havalandırma, rüzgar ve iç-dış sıcaklık farkı etkisiyle (gravite) doğal kuvvetler yoluyla gerçekleşmekte, yan duvarlarda bulunan hava giriş açıklıklarından giren hava, çatı mahyasında bulunan çıkış açıklıklarından çıkmaktadır. Mekanik havalandırmada ise fanlar kullanılmakta ve işletilmesi belirli bir maliyeti gerektirmektedir. Seralarda havalandırma etkinliği hava değişim oranına bağlı olarak aşağıdaki gibi gruplandırılabilir (Baytorun, 1995).

Havalandırma Etkinliği	Hava değişim oranı (hacim/saat)
Yetersiz	1-20
İyi	20-50
Çok iyi	50 <

Öztürk ve Başçetinçelik (2002) sera havasının dakikada bir kez değiştirilmesi durumunda, iç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığından 5 °C daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Anonymous (1992)'da rüzgar hızının 5-8 m/s olması durumunda bile doğal havalandırmayla sera havasının saatte 40-50 kez değiştirilebileceği ve böylece yazın sera iç-dış sıcaklık farkının 10 °C'a çıkabileceği belirtilmiş olup, ortalama dış sıcaklığın 12-22 °C arasında olduğu dönemler doğal havalandırmayla sıcaklığın kontrol edilebildiği dönemler olarak gösterilmiştir. Tokat ilinde taban alanı 400 ve 800 m² olan yay çatılı plastik seralar için ısı-nem dengesi eşitliği kullanılarak 1/6, 1/4, 1/2, 1/1 hacim/dakika hava değişim oranlarında sera içi sıcaklık değerleri belirlenmiştir (Tablo 3-4).

Seralarda 1/6 oranında havalandırma yapılması durumunda, tüm ilçelerde Aralık ve Ocak aylarında, Kasım ve Şubat aylarında ise yalnızca Artova ve Çamlıbel ilçelerinde sera içi sıcaklığı bitki gelişimi için gerekli optimum sıcaklığın alt sınır değeri olan 17 °C'un altına düşmektedir (Çizelge 4 ve 5). Bu nedenle söz konusu aylarda sera içi sıcaklığının korunabilmesi için havalandırma yapılmamalıdır. Mart ve Ekim aylarında 1/6 veya 1/4, Nisan, Mayıs ve Eylül aylarında 1/2 ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 1/1 oranında havalandırma yapılması uygun sera içi sıcaklıklarının oluşması için gereklidir. Tokat Merkez, Almus, Reşadiye, Çamlıbel ve Artova ilçelerinde Nisan-Ekim ayları arası dönemde ortalama dış sıcaklığın 12 °C'dan yüksek ve 22

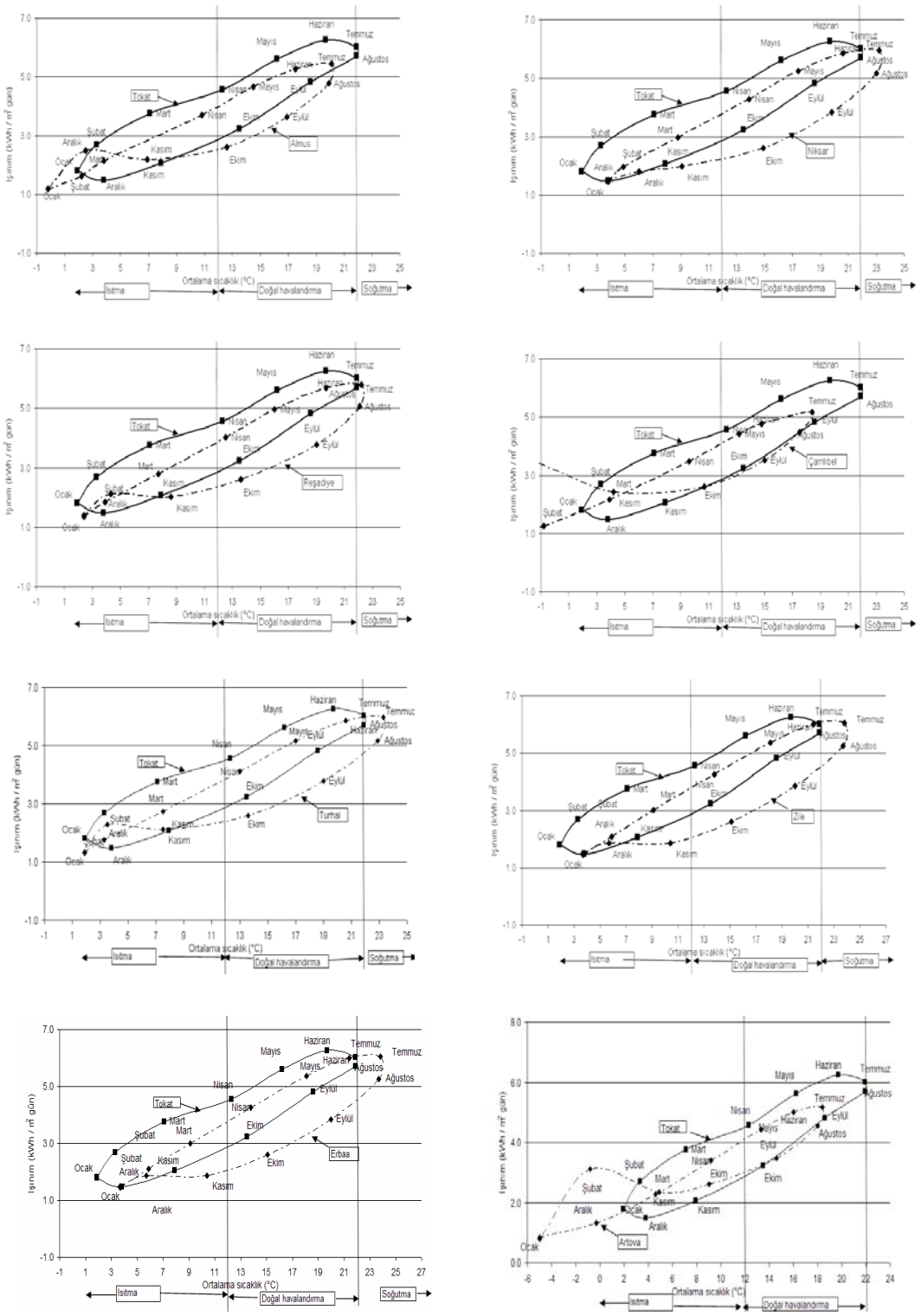
°C'dan düşük olması nedeniyle doğal havalandırma yoluyla sera içi sıcaklığı kontrol edilebilir durumdadır. Fakat yazın gün içerisinde sıcaklığın en yüksek olduğu öğle ve sonrası saatlerde gölgeleme yapılarak kısa süreli de olsa aşırı sera içi sıcaklıklarının önlenmesi yararlı olacaktır. Erbaa, Niksar ve Zile'de Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklığın 22 °C'un üzerine çıkması, sıcaklık kontrolü için soğutma yapılmasını gerektirmektedir. Ancak her iki ayda da günlük ortalama dış sıcaklık değerlerinin aşırı yükselmemesi ve 25 °C'un altında kalması nedeniyle pahalı soğutma sistemleri yerine mekanik havalandırma destekli doğal havalandırma ve gölgeleme sistemleriyle sıcaklığın kontrol edilebilmesi olasıdır.

Bölge genel olarak değerlendirildiğinde; ilkbahar ve sonbaharda havalandırmayla sera içi sıcaklığının kontrol edilebilmesi, yazın ortalama dış sıcaklığın 25 °C'un üzerine çıkmaması ve mekanik havalandırma destekli doğal havalandırma ile gölgeleme kullanılarak sera içi sıcaklığının optimum sınırlarda tutulabilme olanağının bulunması, bu dönemlerde seracılık açısından önemli bir kazanım sağlamaktadır. Çünkü ülkemizde seracılığın yaygın olarak yapıldığı Akdeniz Bölgesinde günlük ortalama sıcaklığın Haziran ayından Eylül ayının başına kadar 25 °C'un üstüne çıkması, seralarda etkili şekilde soğutma yapılmasını gerektirmektedir. Hem evaporatif soğutmanın pahalı olması hem de Akdeniz sahil şeridinde oransal nemin yüksek olması seralarda etkili evaporatif soğutmaya olanak vermemekte (Baytorun ve ark, 1996) ve belirtilen dönemlerde seralar boş bırakılmaktadır.

Tablo 3 incelendiğinde 400-800 m^2 taban alanlı seralarda hava değişim oranı 1 hacim/dakika olması durumunda, iç ortam sıcaklığı 27 °C'un üzerine aşırı derecede çıkmamıştır. Bu sıcaklık değeri bitkilerin optimum sıcaklık isteklerinin üst sınırından 1-3 °C kadar fazla olup, özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında yüksek soğutma giderlerine neden olmayacağını göstermektedir.

Tablo 5 ve 6'da 400 ile 800 m^2 taban alanlı seralarda ortaya çıkabilecek iç ortam sıcaklıkları göz önüne alınarak farklı hava değişim oranlarında havalandırma çıkış ve giriş açıkları verilmiştir.

Anonymous (1992) toplam hava çıkış açıklığının sera taban alanının % 15-25'i kadar olması gerektiğini belirtmiştir. Bu durumda 400 m^2 ve 800 m^2 taban alanlı seralarda en az hava çıkış açıklığı sırasıyla 60 m^2 ve 120 m^2 olmalıdır.



Şekil 1. Tokat yöresinin günlük sıcaklık ve ışınım değerlerine göre seralarda iklimlendirme isteklerinin karşılaştırılması

Tablo 1. Tokat yöresinde kurulacak seraların birim taban alanları (m^2) için aylara göre günlük ısıtma gereksinimleri (W)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					400 m^2							
Merkez	4639	3542	2633	147							2333	3925
Artova	6473	4881	3009	1064						1466	2814	4706
Çamlıbel	6131	5037	3228	940						936	3028	5359
Zile	3649	2822	1458								1200	2556
Turhal	3583	3069	1476								1623	2524
Niksar	3965	3301	1731								1833	3241
Erbaa	4123	3439	1776								2221	3465
Reşadiye	4592	3939	2240	75							2346	3607
Almus	4230	3621	2239								1976	3134
					800 m^2							
Merkez	3765	2791	1962								1820	3188
Artova	5356	4003	2379	668						1060	2199	3802
Çamlıbel	5069	4133	2562	565						617	2378	4348
Zile	2974	2258	1056								864	1982
Turhal	2912	2454	1060								1221	1966
Niksar	3223	2636	1259								1407	2596
Erbaa	3355	2743	1293								1739	2779
Reşadiye	3754	3177	1696								1832	2881
Almus	3463	2924	1736								1514	2464

Tablo 2. Bazı Bitki Türleri İçin Işınım Enerjisi Miktarı (ASHRAE, 1991).

Bitki Türü	Işınım Enerjisi (Wm^{-2})	Aydınlatma süresi (h)	Aydınlatma zamanı	Aydınlatma amacı
Süs bitkileri				
Afrika menekşesi	12-24	12-16	06^{00}-18^{00}	Erken çiçeklenme
Karanfil	12-24	16	08^{00}-24^{00}	Dallanma ve erken çiçeklenme
Krizantem	12-24	16	08^{00}-24^{00}	Dallanma ve çiçek gelişimi
Gül	12-48	24	-	Gelişme ve erken çiçeklenme
Orman gülü	12	16	08^{00}-24^{00}	Vegetatif gelişme
Sebzeler				
Domates	12-24	16	08^{00}-24^{00}	Gelişme ve erken çiçeklenme
Hıyar	12-24	24	-	Gelişme ve erken çiçeklenme
Patlıcan	12-48	24	-	Erkenci verim artışı
Marul	12-48	24	-	Gelişmeyi hızlandırma
Biber	12-24	24	-	Erkenci verim artışı

Tablo 3. Tokat yöresinde 400 m^2 taban alanlı yay çatılı plastik sera kurulması durumunda farklı havalandırma oranlarında aylara göre tahmin edilen sera içi sıcaklıkları (°C)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Havalandırma Oranı 1/6 (Hacim/Dak)												
Almus	11	16	21	31	36	39	41	40	34	26	18	12
Artova	6	14	22	29	34	37	39	38	32	23	16	9
Çamlıbel	7	13	21	29	34	36	39	37	32	24	15	7
Erbaa	15	20	27	34	39	43	45	43	37	29	21	15
Niksar	15	19	26	34	39	42	44	43	37	29	20	16
Reşadiye	13	18	25	32	37	41	43	42	36	27	19	14
Turhal	13	17	25	33	38	42	44	43	36	27	18	13
Zile	11	16	24	32	37	41	43	41	35	26	18	12
Merkez	13	17	25	32	37	41	43	42	36	27	19	13
Havalandırma Oranı 1/4 (Hacim/Dak)												
Almus	9	14	18	27	31	35	37	36	31	24	16	10
Artova	4	11	19	25	30	33	35	34	28	20	13	7
Çamlıbel	5	11	18	26	30	32	35	33	29	22	13	5
Erbaa	13	17	23	30	35	39	41	40	34	26	19	13
Niksar	13	16	23	30	35	38	40	39	34	26	18	14
Reşadiye	11	15	22	29	33	37	39	38	33	25	17	12
Turhal	11	15	22	29	34	38	40	39	33	25	16	11
Zile	9	13	20	28	33	37	39	38	32	24	16	10
Merkez	11	15	21	28	33	37	39	38	33	25	17	12
Havalandırma Oranı 1 / 2 (Hacim/Dak)												
Almus	5	9	12	21	25	28	31	30	26	20	12	7
Artova	0	7	13	19	24	27	29	28	23	16	10	4
Çamlıbel	1	6	13	20	24	26	29	27	24	18	10	2
Erbaa	9	13	18	24	29	32	35	34	29	22	16	11
Niksar	9	12	18	24	28	32	34	33	29	22	14	11
Reşadiye	8	11	16	23	27	31	33	32	28	21	14	9
Turhal	7	10	16	23	28	31	34	33	28	21	13	8
Zile	6	9	15	22	26	30	33	32	27	20	12	7
Merkez	7	10	16	22	27	31	33	32	27	20	13	9
Havalandırma Oranı 1 (Hacim/Dak)												
Almus	3	6	9	16	21	24	26	26	22	17	10	5
Artova	-2	4	10	15	19	22	24	24	20	13	8	2
Çamlıbel	-1	3	9	15	19	21	24	23	20	15	7	0
Erbaa	7	10	14	20	24	28	30	29	25	19	13	8
Niksar	7	9	14	20	24	27	29	29	25	19	12	9
Reşadiye	6	8	13	18	22	26	28	28	24	18	12	7
Turhal	5	7	13	19	23	27	29	29	24	18	11	6
Zile	4	6	11	17	22	26	28	27	23	17	10	5
Merkez	5	7	12	18	22	26	28	28	24	17	11	7

Tablo 4. Tokat yöresinde 800 m^2 taban alanlı yay çatılı plastik sera kurulması durumunda farklı havalandırma oranlarında ortaya çıkan sera içi sıcaklıkları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Havalandırma Oranı 1/6 (Hacim/Dak)												
Almus	12	18	23	32	37	41	43	41	36	28	19	13
Artova	7	15	24	31	36	39	41	39	33	24	16	10
Çamlıbel	8	14	23	31	36	38	41	39	34	26	16	7
Erbaa	16	21	28	35	41	45	47	45	39	30	22	16
Niksar	16	20	28	36	40	44	46	45	39	30	21	17
Reşadiye	14	19	27	34	39	43	45	44	38	29	20	15
Turhal	14	19	27	35	40	44	46	44	38	29	19	14
Zile	12	17	25	33	39	43	45	43	37	28	19	13
Merkez	14	19	26	34	39	43	45	43	37	29	20	14
Havalandırma Oranı 1/4 (Hacim/Dak)												
Almus	9	14	19	28	33	36	38	37	32	24	16	11
Artova	4	12	20	26	31	34	36	35	29	21	14	7
Çamlıbel	5	11	19	27	31	33	36	34	30	23	13	5
Erbaa	13	18	24	31	36	40	42	41	35	27	20	14
Niksar	13	17	24	31	36	39	42	40	35	27	18	14
Reşadiye	12	16	23	30	34	38	40	39	34	26	18	13
Turhal	11	15	23	30	35	39	42	40	34	26	17	12
Zile	10	14	21	29	34	38	40	39	33	25	16	11
Merkez	11	15	22	29	34	38	40	39	34	25	17	12
Havalandırma Oranı 1 / 2 (Hacim/Dak)												
Almus	5	10	13	21	26	29	31	30	26	20	12	7
Artova	1	7	14	20	24	27	29	28	24	16	10	4
Çamlıbel	2	6	13	20	24	26	29	28	24	18	10	2
Erbaa	9	13	18	24	29	33	35	34	29	22	16	11
Niksar	10	12	18	24	29	32	34	34	29	22	15	11
Reşadiye	8	11	17	23	27	31	33	33	28	21	14	9
Turhal	8	11	17	23	28	32	34	33	28	21	13	9
Zile	6	9	15	22	27	31	33	32	27	20	12	8
Merkez	8	11	16	23	27	31	33	32	28	21	13	9
Havalandırma Oranı 1 (Hacim/Dak)												
Almus	3	6	9	17	21	24	26	26	22	17	10	5
Artova	-2	4	10	15	19	22	25	24	20	13	8	2
Çamlıbel	-1	3	9	15	19	21	25	23	20	15	7	0
Erbaa	7	10	14	20	24	28	30	30	25	19	14	9
Niksar	7	9	14	20	24	27	30	29	25	19	12	9
Reşadiye	6	8	13	18	22	26	28	28	24	18	12	7
Turhal	5	7	13	19	23	27	30	29	24	18	11	6
Zile	4	6	11	18	22	26	28	28	23	17	10	5
Merkez	5	7	12	18	22	26	28	28	24	18	11	7

Tablo 5. Tokat yöresinde 400 m^2 ve 800 m^2 taban alanlı yay çatılı plastik sera kurulması durumunda farklı havalandırma oranlarında ortaya çıkan sera içi sıcaklıklarında havalandırma çıkış açıklıkları (m^2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
400 m^2												
1/6	-	-	6	5	5	5	5	5	6	6	-	-
1/ 4	-	-	9	9	9	9	9	9	10	11	-	-
1/ 2	-	-	24	22	22	22	22	23	24	27	-	-
1	-	-	62	59	58	57	58	60	64	71	-	-
800 m^2												
1/6	-	-	11	10	10	10	10	10	11	12	-	-
1/ 4	-	-	18	17	17	17	17	17	18	20	-	-
1/ 2	-	-	46	44	43	42	43	44	47	53	-	-
1	-	-	124	117	114	113	114	118	126	140	-	-

Tablo 6. Tokat yöresinde 400 m^2 ve 800 m^2 taban alanlı yay çatılı plastik sera kurulması durumunda farklı havalandırma oranlarında ortaya çıkan sera içi sıcaklıklarında Havalandırma giriş açıklıkları (m^2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
400 m^2												
1/6	-	-	4	4	4	3	4	4	4	4	-	-
1/ 4	-	-	6	6	6	6	6	6	6	7	-	-
1/ 2	-	-	16	15	15	14	15	15	16	18	-	-
1	-	-	42	39	38	38	39	40	43	47	-	-
800 m^2												
1/6	-	-	7	7	7	7	7	7	7	8	-	-
1/ 4	-	-	12	11	11	11	11	12	12	14	-	-
1/ 2	-	-	31	29	28	28	29	30	32	35	-	-
1	-	-	82	78	76	75	76	79	84	93	-	-

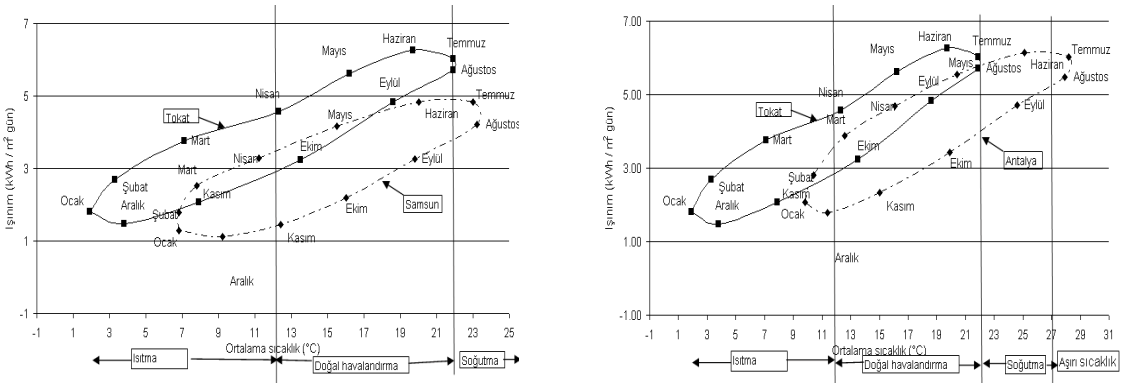
3.4. Tokat, Antalya ve Samsun İllerinin Sera Mikroklima Gereksinimlerinin Karşılaştırılması

Ülkemizin seracılık yönünden en uygun ve en gelişmiş ili olan Antalya ilinin Tokat ile, Karadeniz Bölgesinde seracılığın yaygın olarak yapıldığı Samsun ilinin Tokat ile günlük ortalama sıcaklık ve ışınım değerleri karşılaştırılarak Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde minimum toplam radyasyonun 2,3 kWh/m^2gün olabileceği düşünülürse, Antalya Bölgesi Aralık ve Ocak aylarında bu değerin altında kalmaktadır. Tokat ve Samsun illeri göz önüne alındığında Kasım, Aralık ve Ocak aylarında minimum toplam radyasyon değeri 2,3 kWh/m^2gün'ün altındadır.

Seraların ısıtılması için eşik değer 12 ^oC alındığında; Antalya ilinde Aralık ayı ile Şubat ayının sonuna kadar olan dönemde ısıtma gerekli iken, Samsun'da Kasım ayı başından Nisan ayı ortalarına kadar olan dönemde ve Tokat'ta ise Kasım ayı başından Nisan ayı sonuna kadar olan dönemde ısıtma gerekecektir. Ayrıca Tokat ilinde ortalama sıcaklıkların daha düşük olması nedeniyle ısıtma giderleri de daha yüksek olacaktır.

Yaz aylarında Tokat ili göz önüne alındığında Nisan ayının ikinci haftasından, Ekim ayının sonlarına kadar doğal havalandırma kullanılabilmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarının belirli günlerinde soğutma gereksinimi gerekli olmasına karşın, seralarda yetiştirilen sebzelerin 17–27 °C arasındaki sıcaklık değerlerinde daha iyi geliştikleri göz önüne alındığında Tokat ili hemen hemen bu eşik değerler arasında kalacak ve çok az evaporatif soğutma veya havalandırma-gölgelendirme önlemleriyle sera içi sıcaklığı kontrol edilebilecektir. Buna karşın Antalya'da Mayıs ayı başlarından Eylül ayı sonlarına kadar ve Samsun'da ise Haziran ayı ortalarından Ağustos ayı ortalarına kadar evaporatif soğutmaya gereksinim duyulacaktır.

Bu sonuçlar Tokat seracılığının zorunlu havalandırma ve soğutma gereksinimini zorunlu kılmaması nedeniyle yaz aylarında hem üstünlük, hem de ekonomik yetiştiricilik olanağı sağlamaktadır.



Şekil 2. Tokat ilinin Antalya ve Samsun illerinin günlük sıcaklık ve ışınım değerlerine göre seralarda iklimlendirme isteklerinin karşılaştırılması

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucu yapılan değerlendirmeler Tokat ilinde seracılığın ilkbahar ve sonbahar turfandacılığı şeklinde yapılmasının uygun olacağını ortaya koymaktadır. Tokat ilinin ilçelerinde de benzer değerlendirme görülürken, Artova ve Çamlıbel ilçelerinde daha çok yaz aylarında seracılık yapılması uygun olacaktır.

Diğer ilçelerde ilkbahar ve sonbahar turfandacılığı için don riski olmayan aylara göre ekim, dikim, hasat tarihleri belirlenmeli ve bu dönemler için uygun bitki çeşitleri seçilmelidir. Su şilteleri, ısı perdeleri veya güneş kolektörleriyle ısıtma gibi önlemler alınarak Niksar, Turhal, Erbaa ve Reşadiye ilçelerinde Mart ve Kasım ayları, Merkez ilçede Nisan ve Kasım ayları, Almus ve Zile ilçelerinde, Nisan ve Ekim ayları üretim dönemine kazandırılmalıdır. Bu önlemlerle don riski bulunmayan aylarda da bitkiler için optimum sıcaklıkların yakalanmasında ve yüksek gece-gündüz sıcaklık farklarının oluşmasının engellenmesine yardımcı olunabilir.

Bu şekilde kıyı bölgelerinin sera ürünlerinin piyasaya arzının azaldığı ve henüz tarla ürünlerinin piyasaya sürülmediği ilkbaharın geç dönemlerine ve tarla ürünlerinin piyasadan kalktığı ve kıyı bölgelerindeki sera ürünlerinin de henüz başlamadığı sonbaharın sonlarına doğru pazara ürün çıkarılabilirse karlılığın artacağı düşünülmektedir.

İlkbahar ve yaz aylarında Tokat ilinin Antalya iline göre iklim koşulları yününden daha avantajlı olduğu görülürken sonbahar ve kış ayları göz önüne alındığında Antalya seracılık açısından daha avantajlıdır. Tokat ili özellikle ilkbahar ve yaz yetiştiriciliği ile erkenci sonbahar yetiştiriciliği bakımından Antalya ve diğer seracılık bölgelerine alternatif olmasa bile iç piyasa ve tüketim yönünden önemli bir potansiyel oluşturabilir durumdadır.

Kaynaklar

Anonymous, 1987, Greenhouse Heating with Solar Energy. Reur Technical Series 1. FAO Regional Office for Europe, ENEA Italian Commission for Nuclear and Alternative Energy Sources.

Anonymous, 1992. Heating, ventilating and cooling greenhouses. American Society of Agricultural Engineering Standarts 1992. USA, 500-505.

Anonim, 2004. Tokat Meteoroloji Bülteni Raporları, D.M.İ Tokat Bölge Müdürlüğü, Tokat.

Anonim, 2005. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tokat İl Müdürlüğü Brifing Dosyası,Tokat.

Arıcı, İ., 1999, Sera Yapım Tekniği,. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları,44, Bursa.

ASHRAE, 1991. Design for plant facilities: Environmental control for animals and plants. Handbook, HVAC Applications SI Edition.

Baytorun, N., 1995. Seralar (Çeviri). Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları No: 110, Adana.

Baytorun, N., Abak, K., Üstün, S., İkiz, Ö., 1996. GAP alanında sera tarımı potansiyeli sahil bölgeleri ile karşılaştırılması. GAP 1. Sebze Tarımı sempozyumu. 7-10 Mayıs 1996, Şanlıurfa.

Cemek, B., 2005. Samsun İl ve İlçelerinde Seraların İklimsel İhtiyaçlarının Belirlenmesi, OMÜ.Zir.Fak. (Basımda).

Cemek, B. and Y. Demir, 1999. Prevailing conditions, problems and development possibilities of greenhouses in the Black Sea Region. Tr.J.of Agriculture and Forestry , 23(29,431-439.

Hellickson, M.A., Walker, J.N. 1983. Ventilation of Agricultural Structures. Published by: ASAE, 372 pp., American Society of Agricultural Engineers 2950 Niles Road, St. Joseph, Michigan, 49085-9659 USA.

Krug, H., 1991. Gemueseproduktion (Vegetable production) Parey, Berlin, Hamburg, Germany.

Öneş, A., 1986. Sera Yapım Tekniği 2.Baskı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 1165, Ankara.

Öztürk, H..H., Başçetinçelik, A., 2002. Seralarda Havalandırma., Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No: 227, Ankara.

Sirjacobs M., 1989. Greenhouses in Egypt, protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO, Rome, Italy.

Ünlükara, A., 1996. Tokat merkez İlçede bulunan çelik konstrüksiyonlu cam seraların iklimsel ve yapısal yönden incelenmesi ve geliştirme olanakları üzerine bir araştırma. Atatürk Üni. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve ve Sulama Böl.A.B.D.Erzurum.

Verlodt, H., 1990. Greenhouses in Cyprus, protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO, Rome, Italy.

Von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., Von Zabeltitz C., Gratraud, J., Russo, G., Suay-Cortes, R., 2000. Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union countries, part I. design requirements. Journal of Agricultural Engineering Research, 75 (1), 1-16.

Yağanoğlu, V., 2003. Sera Yapım Tekniği. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No:200, Erzurum.