



Investigation of TR63 region climate conditions in terms of greenhouse

TR63 bölgesi iklim koşullarının seracılık açısından irdelenmesi

A. Nafi BAYTORUN¹ , Adil AKYÜZ² , Ali ÇAYLI³ , Sait ÜSTÜN² 

¹Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, University of Çukurova, 01330, Adana, Turkey

²Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kahramanmaraş Sütçü İmam, 46050, Kahramanmaraş, Turkey

³Vocational School of Türkoğlu, University of Kahramanmaraş Sütçü İmam, 46880, Kahramanmaraş, Turkey

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

Keywords:

Greenhouses, heating, ventilation, shading, cooling.

✉ Corresponding author: A. Nafi BAYTORUN

✉: ckaraca@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In order to realize the year-round production in the greenhouse according to the daily average temperature values of Hatay, Osmaniye and Kahramanmaraş provinces located in TR63 Region, it is aimed to determine the air conditioning measures and the necessary parameters that can be taken in the greenhouses.

Methods and Results: In this study, the long-term climate values of the provinces in TR63 region have been determined and the temperature values reached during different periods of the air conditioning and production period, the required heating, ventilation, cooling times and the required fuel and cooling water amount have been determined. Heat requirement was calculated by using ISIGER-SERA expert system model using hourly temp., solar radiation and wind speed values considering the temp. rise in the greenhouse. The heat energy required for keeping the greenhouse temp. at 16/18 °C day and night is 132.1 kWh m⁻² a⁻¹ in Kahramanmaraş province in the second region according to TS825 standards. The provinces in the first region were calculated as 85.5 and 71.8 kWh m⁻² a⁻¹ for Hatay and Osmaniye respectively.

Conclusions: In the greenhouses in this region, heating, ventilation, shading and cooling are necessary for production to be realized all year. However, the cost of production in the greenhouse varies depending on air conditioning measures. When the climatic values of all three provinces are taken into consideration, it is seen that the production period should be started in the last week of August and continued until the end of June. One-year plants produced in the greenhouse during the summer months can also be produced under open field conditions. Due to the decrease in product prices, one-year crop production in this region should be terminated in July and greenhouses should be left empty.

Significance and Impact of the Study: This study shows that it is necessary in certain periods of the year the climate in different ways depending on the climate of greenhouses in order to obtain high quality and high efficiency in greenhouses where appropriate concentrated in the Mediterranean climate in Turkey. Also, this situation may affect production costs depending on the air conditioning. At the same time, this study will shed light on the feasibility studies of the greenhouse enterprises in the region since heating, ventilation, shading and cooling of the greenhouses are required for production in the greenhouse all year.

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, gıda maddelerine olan talep de her geçen gün artış göstermektedir. İnsanlar çoğu zaman sebze ve meyveleri mevsimi dışında da tüketmek istemektedirler. Artan gıda ve mevsimi dışında sebze, meyve talebinin karşılanabilmesi için, birim alandan yüksek verimin alındığı seracılık, tüm dünyada her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Seracılığın dünyada bir sanayi haline gelmiş olmasının en önemli nedenlerinden birisi de yetiştirme ortamının kontrol edilebilir olması nedeniyle, kalite ve verimin en üst düzeylere çıkarılabilmesidir. Artan gıda talebini karşılama isteği ve katma değeri yüksek ihraç ürünlerinin yetiştirilebilmesi seracılığın gelişmesine neden olan etmenlerdir.

Tüketici talebinin hızla değiştiği dünyada seracılık alan olarak artış gösterirken, aynı zamanda seracılıktaki teknoloji hızlı bir şekilde gelişim göstermektedir. En fazla seracılık, iklimin sera yetiştiriciliğine uygun olduğu Akdeniz havzasındaki ülkelerde yapılmaktadır. Bir Akdeniz ülkesi olan Türkiye, sera alanı varlığında dünyada dördüncü, Akdeniz ülkeleri arasında ise İspanya'dan sonra ikinci sıradadır.

Türkiye'de seracılık 1940 yılında başlamış günümüzde Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde dağılım ve genişleme göstermiştir. Bu dağılım içerisinde yer yer yoğun üretim alanları oluşmuştur. En kuzeyde Yalova çevresindeki mikro klimada görülen seracılık, batıda İzmir ve Muğla çevresinde, güneyde Antalya ve Mersin dolaylarında yoğunlaşmakta ve Hatay ilinin Samandağ ilçesine kadar uzanmaktadır. Türkiye'de örtü alanlarının %80'i ısıtma gereksiniminin düşük olduğu Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır (TUİK, 2018).

Türkiye'de seraları düşük, orta ve yüksek teknolojiye sahip seralar olmak üzere üç grup altında toplamak mümkündür. Akdeniz bölgesinin dar sahil şeridinde yer alan küçük aile işletmelerindeki seralar düşük ve orta teknolojiye sahiptirler. Bu seraların büyük çoğunluğu 1980'li yıllarda devlet tarafından sağlanan desteklerle (KKDF Kaynak Kullanımını Destekleme Fonu) kurulmuşlardır. Küçük bloklar halinde kurulan bu seralarda yan duvar havalandırması olup, düzenli ısıtma yapılmamaktadır. Çok soğuk günlerde basit önlemlerle (soba, üstten yağmurlama) ürün dondan korunmaktadır (Baytorun, 2016). Bu tip seralarda yapılan tek ürün domates yetiştiriciliğinde ortalama 15–18 kg m⁻² verim alınırken, ilkbahar üretiminde 12 kg m⁻² ve sonbahar üretiminde 9 kg m⁻² domates verimi sağlanmaktadır (Rad ve Yarşı, 2005; Daka ve ark., 2012). Türkiye'de son yıllarda büyük işletmeler halinde kurulan modern seralar yüksek teknolojiye sahip olup düzenli olarak

ısıtılmaktadırlar. Bu seralarımızdan elde edilen ürünlerin önemli bir kısmı yurt dışına ihraç edilmektedir. Tarım Bakanlığının 2012 yılından itibaren hayata geçirdiği "Alternatif Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi" kapsamında jeotermal kaynakların bulunduğu illerimizde, modern seracılığı yaygınlaştırmak amacıyla mevcut durum analiz edilmiş ve fizibilite hazırlanmıştır (Anonim, 2019). Bu kapsamda son yıllarda Aydın, İzmir, Denizli, Afyonkarahisar, Manisa, Kütahya, Kırşehir, Şanlıurfa ve Yozgat illerinde jeotermal seracılık konusu ciddi bir şekilde ele alınmış ve yüksek teknolojiye sahip modern seralar kurulmuştur. Özellikle karasal iklimin hâkim olduğu jeotermal bölgelerde kurulan seralarda üretim periyodunun uzunluğu ve bitkilerin arzu ettiği iklim koşullarının otomasyon sistemleri ile düzenlenmesi sonucunda domates verimi 50 kg m⁻² ve üstüne çıkabilmiştir. Akdeniz bölgesinde kurulan yüksek teknolojiye sahip modern seralardan elde edilen domates verimi üretim periyodunun kısıllığı nedeniyle 30–32 kg m⁻² arasında değişmektedir (Baytorun ve ark., 2018).

Bitki gelişimi için gerekli iklim parametreleri ve sınırlar

Seradan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmesi için bitkilerin sıcaklık, nem, ışık ve CO₂ gibi gelişim etmenlerinin optimum düzeyde tutulması zorunludur. Seralarda yetiştirilen bitkilerin büyük çoğunluğu sıcak iklim bitkileri olup, iklim istekleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Sirjacobs, 1988; Baudoin ve ark., 1990; Verlodt, 1990; Krug ve Liebig, 1994)

1. Serada yetiştirilen bitkiler ortalama 17°C–27°C'ye adapte olmuşlardır.
2. Günlük ortalama sıcaklığın 12°C–22°C arasında olması durumunda, seralarda ısıtmaya gerek yoktur. Bu koşullarda seralarda iklimlendirme için doğal havalandırma yeterlidir.
3. Günlük ortalama sıcaklığın 12°C'nin altına düşmesi durumunda seralar ısıtılmalıdırlar.
4. Günlük ortalama sıcaklık 22°C'nin üzerine çıktığında, seralarda ek soğutma önlemlerinin alınması zorunludur.
5. Dış sıcaklığın 27°C'nin üstüne çıkması durumunda, seralarda evaporatif soğutma sistemlerinin (Fan-Ped) kurulması zorunludur.
6. İyi bir bitki gelişimi için gece-gündüz sıcaklık farkı 5°C–7°C arasında olmalıdır.
7. Bitkiler için mutlak maksimum sıcaklık 35°C–40°C'nin üstüne çıkmamalıdır.
8. Yılın üç ayında (Kasım, Aralık, Ocak) toplam gün uzunluğu 500–550 saat olmalıdır.

9. Günlük toplama radyasyon 2300 Wh m⁻² gün olmalıdır. Bitki büyümesi için toplam güneş radyasyonu sınırı 1000 Wh m⁻²gün'dür.
10. Minimum toprak sıcaklığı 15°C olmalıdır.
11. Hava neminin %70–%90 arasında olmalıdır.

Yapılan bu çalışmada yukarıda belirtilen koşullara bağlı olarak TR63 Bölgesinde yer alan Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinin günlük ortalama sıcaklık değerlerine göre serada tüm yıl üretimin gerçekleştirilebilmesi için yılın farklı aylarında seralarda alınabilecek iklimlendirme önlemleri ve bu önlemler için

gerekli parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

TR63 bölgesinde yer alan Kahramanmaraş, Osmaniye ve Hatay illerinin saatlik sıcaklık, nem, güneş ışınımı ve rüzgâr hızı değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır. İklimlendirme hesaplamaları için Türkiye'de son yıllarda kurulan yüksek teknolojiye sahip seraların boyutları esas alınmıştır. İklimlendirme için esas alınan sera boyutları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hesaplamalarda kullanılan seranın boyutları ve teknik özellikleri

Sera uzunluğu		Yan duvar Örtüsü	8 mm aralıklı çift kat PC
Bölme sayısı		Çatı örtüsü	180 µ
Bölme genişliği	9.60 m	Havalandırma	Çatı havalandırması
Yan duvar yüksekliği	5.00 m	Havalandırma açıklığı	Sera tabanının %40'ı
Çatı yüksekliği	2.50 m	Isıtma	Tabana yakın borulu ısıtma
Örtü yüzey alanı	27738 m ²	Isı perdesi	XLS 17
Taban alanı	20160 m ²	Isı perdesi sızdırmazlığı	Orta

Serada ısı gereksinimi, ISIGER-SERA uzman sistem modeliyle hesaplanmıştır (Baytorun ve ark., 2016a, b; Baytorun ve ark., 2018). ISIGER-SERA modeli serada ısı gereksinimini sıcaklık yükselmesini dikkate alarak saatlik sıcaklık, güneş ışınımı ve rüzgâr hızı değerlerinden hesaplanmaktadır. Bu modelle yapılan hesaplamalarda gün boyu serada depolanan güneş ışınımının serada oraya çıkan sıcaklık yükselmesini dikkate alındığından elde edilen sonuçlar gerçek değerlere daha yakın olmaktadır. ISIGER-SERA modelinde ısı gereksinimi aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır (Rath, 1992).

$$\Phi_{cs} = \sum_{n=1}^{8760} (U_{cs} * A_c * (\theta_{i_n} - \theta_{i,oH_n} - \Delta\theta_{sp_n}) * t_{si})$$

Eşitlikte; Φ_{cs} : Üretim periyodu boyunca ortaya çıkan ısı gereksinimi (kWh), U_{cs} : Isı gereksinim katsayısı ($W m^{-2} K^{-1}$), A_c : Örtü yüzey alanı (m^2), θ_{i_n} : Serada istene sıcaklık ($^{\circ}C$), θ_{i,oH_n} : Isıtılmayan ve belirli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan seradaki sıcaklık ($^{\circ}C$), $\Delta\theta_{sp_n}$: Sera özelliğine bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi ($^{\circ}C$), t_{si} : Simülasyon zaman aralığı (1h)

Seranın havalandırma açıklık alanının sera taban alanına bağlı olarak serada ulaşılan sıcaklık farkı aşağıdaki eşitlikten gidilerek hesaplanmıştır (Von Zabeltitz, 2011).

$$\frac{A_v}{A_G} = \frac{2}{c_{pL} * \rho * v_w * C_d \sqrt{C_w}} * \left[\frac{\tau * q_o (1 - E_v * f)}{\Delta T} - \frac{A_c}{A_G} * U_{cs} \right]$$

Eşitlikte; A_v : Havalandırma açıklık alanı (m^2), A_G : Sera taban alanı (m^2), c_{pL} : Havanın özgül ısı değeri ($kWh kg^{-1} K^{-1}$), ρ : Havanın yoğunluğu ($kg m^{-3}$), v_w : Rüzgâr hızı ($m s^{-1}$), C_d : Deşarj katsayısı, C_w : Rüzgâr katsayısı τ : Örtü malzemesinin geçirgenliği (%), q_o : Güneş ışınımı şiddeti ($W m^{-2}$), E_v : Evaporasyon katsayısı, f : Bitki örtü katsayısı, ΔT : Ulaşılan sıcaklık farkı (K)

Seralarda evaporatif soğutmada dış havanın sıcaklık ve nem değerlerinden gidilerek havanın entalpi ve nem içeriği psikrometrik eşitliklerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Soğutmada kullanılan pedin randımanı %70 olarak kabul edilmiş ve pedlerin hemen çıkışında ulaşılacak sıcaklık değeri aşağıdaki eşitlikten gidilerek hesaplanmıştır

$$\theta_L^* = \theta - \eta * (\theta - \theta_{FK})$$

Evaporatif soğutmada havaya herhangi bir ısı eklenip çekilmediği için seraya giren havanın entalpi değeri sabit kalmaktadır. Sabit entalpi değerinde seraya nemlendirilerek giren havanın yeni nem içeriği (x_i) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$x_i = \frac{h - (c_{pL} * \theta_L^*)}{r_0 + (c_{pw} * \theta_L^*)}$$

Serada yeni özelliklere sahip olan havanın öz kütlesi (yoğunluk) havanın nem içeriğine ve sıcaklığına bağlı olarak aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\rho_i = \frac{1 + x_i}{0.622 + x_i} * \frac{P}{R_w * (\theta_L^* + 273.15)}$$

Yapılan hesaplamalarda sera örtü malzemesinin geçirgenliği %60 olarak kabul edilmiştir. Seraya ulaşan güneş ışınımının duyulur ısıya dönüşen miktarının bir kısmı transmisyonla dış ortama taşınırken bir kısmı transpirasyonda kullanılmaktadır. Transpirasyonda kullanılan ve transmisyonla dış ortama taşınan ısının %35 olduğu kabul edilmiştir (Von Zabeltitz, 1986). Serada sıcaklığa etki eden %65'lik duyulur ısının dış ortama taşınması durumunda serada arzu edilen sıcaklığın sağlanması mümkün olabilmektedir.

Çalışmada gölgelendirilen serada hava değişim katsayısı $Z = 30 \text{ h}^{-1}$ olarak alınmıştır (Von Zabeltitz, 1986). Hesaplamalarda esas alınan seraların ortalama yüksekliği 6.6 m olduğundan birim alana tekabül eden hava değişim katsayısı (V_A) aşağıdaki eşitlikten gidilerek hesaplanmıştır (Baytorun ve ark., 2016a).

$$V_A = Z * H_m$$

Birim alana tekabül eden hava değişim katsayısı ise, $200 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ olarak alınmıştır. Evaporatif olarak soğutulan seradan vantilatörlerle atılan ısının geri kalan kısmı havanın entalpi değerinin yükselmesine neden olmaktadır. Seradaki havanın yeni entalpi değeri aşağıdaki eşitlikten gidilerek hesaplanmıştır.

$$h_i = h_o + \frac{q_{s,v}}{V_A * \rho_i}$$

Seradaki havanın yeni entalpi değerine ve nem içeriğine bağlı olarak serada ulaşılan sıcaklık değeri aşağıdaki eşitlikten belirlenmiştir.

$$\theta_i = \frac{h_i - x_i * r_o}{c_{pL} + c_{pw} * x_i}$$

BULGULAR ve TARTIŞMA

TR63 bölgesinde bulunan Osmaniye ve Hatay TS825 standartlarına göre I. bölgede yer alırken, Kahramanmaraş II. bölgede yer almaktadır. TR63 bölgesinde bulunan Kahramanmaraş, Osmaniye ve Hatay illerinin aylara bağlı günlük ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. TR63 bölgesinde yer alan illerin aylara bağlı uzun yıllık günlük ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
1. BÖLGE	Isıtma		Havalandırma + gölgeleme			Soğutma		Havalandırma + gölge.		Isıtma		
Hatay	8.2	9.9	13.1	17.2	21.2	24.8	27.1	27.7	25.5	20.6	14.2	9.5
Osmaniye	9.4	10.4	13.3	17.3	21.6	25.5	28.0	28.4	25.8	21.2	15.5	11.1
2. BÖLGE	Isıtma			Havalandırma+ gölge.		Soğutma		Haval. + gölge		Isıtma		
K.Maraş	4.7	6.1	10.4	15.2	20.1	25.1	28.3	28.4	25.0	18.8	11.6	6.5

Çizelgeden de görüleceği gibi tipik Akdeniz iklimi özelliği gösteren Osmaniye ve Hatay illerinde günlük ortalama sıcaklık Aralık-Şubat döneminde 12°C 'nin altına düşerken, Kahramanmaraş'ta Aralık-Mart döneminde 12°C 'nin altına düşmektedir. Bu nedenle TR63 bölgesinde bulunan Kahramanmaraş'ta için ısıtma giderleri Hatay ve Osmaniye'ye göre daha yüksek olmaktadır. Kahramanmaraş'ta sera ısı gereksinimi Hatay'dan yaklaşık olarak %48 daha fazladır (Çaylı ve Temizkan, 2018).

TR63 bölgesinde bulunan her üç ilimizde de sıcaklık değerleri Temmuz ve Ağustos aylarında 27°C 'nin

üzerindedir. Bu aylarda seralarda bitkisel üretimin devamı için soğutma işlemlerinin yapılması zorunludur.

Isı gücü, ısı gereksinimi ve yakıt miktarı

Seralarda ısıtma sistemlerinin projelenmesinde seçilecek kazan gücünün belirlenmesi önem arz eder. Kazan gücü serada hesaplanan ısı gücüne göre belirlenir. TR63 bölgesinde bulunan illerin farklı sıcaklık değerlerine göre hesaplanan ısı gücü değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. TR63 bölgesinde seralarda farklı gece/gündüz sıcaklıkları için ısı gücü değerleri (W m⁻²)

İl	15/16°C	16/16°C	16/18°C	16/20°C	17/20°C
Hatay	60	66	74	93	93
Osmaniye	53	59	59	76	76
Kahramanmaraş	86	86	103	121	121

Seralarda en önemli üretim giderleri işçilik ve ısıtma giderleridir (A. Nafi Baytorun ve ark., 2018). Çizelge 3'te TR63 bölgesinde yer alan illerde bulunan yüksek teknolojiye sahip PE plastik seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda yılın aylarına bağlı olarak ortaya çıkan ısı

enerjisi gereksinimleri verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi aylara bağlı en düşük ısı gereksinimi Osmaniye ilinde, en yüksek ısı gereksinimi Kahramanmaraş'ta ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. TR63 bölgesinde seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulabilmesi için aylara bağlı ısı gereksinimi (kWh m⁻² ay⁻¹)

İl	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Hatay	25.7	17.5	10.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	9.0	20.7
Osmaniye	20.9	15.9	10.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.9	16.8
K.Maraş	36.1	26.8	16.7	5.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	14.8	29.5

Çizelge 4'te TR63 bölgesinde yer alan illerde bulunan yüksek teknolojiye sahip PE plastik seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi üretim

periyodu boyunca ortaya çıkan ısı gereksinimleri verilmiştir.

Çizelge 4. TR63 bölgesindeki illerde yüksek teknolojiye sahip seralarda sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulduğu koşullarda ısı gereksinimi ve yakma randımanlarına bağlı kömür miktarı

İl	Isı Gereksinimi kWh m ⁻² a ⁻¹	Kömür miktarı kg m ⁻² a ⁻¹		
		Randıman %55	Randıman %60	Randıman %65
Hatay	85.5	19.1	17.5	16.2
Osmaniye	71.8	16.0	14.7	13.6
Kahramanmaraş	132.1	29.5	27.0	25.0

Çizelgeden de görüleceği gibi aylara bağlı en düşük ısı gereksinimi Osmaniye ilinde (71.8 kWh m⁻² a⁻¹), en yüksek ısı gereksinimi Kahramanmaraş'ta (132.1 kWh m⁻² a⁻¹) ortaya çıkmaktadır.

Seralarda ihtiyaç duyulan yakıt miktarı ısı gereksinimi yanında ısıtma sisteminin randımanına bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 4'te ısı perdeli serada sıcaklığın gece/gündüz 16/18°C'de tutulmak istenmesi durumunda farklı randımanlarda ihtiyaç duyulan kömür miktarları verilmiştir. Serada kullanılan ısıtma sisteminin randımanı %55 olduğunda Osmaniye'de ihtiyaç duyulan kömür miktarı 16 kg m⁻² olurken, Kahramanmaraş'ta 29.5 kg m⁻² olmaktadır. Diğer bir ifade ile Kahramanmaraş'ta serada yapılacak üretimde Osmaniye'ye oranla %46 daha fazla yakıtı ihtiyaç duyulmaktadır.

Havalandırma

Günlük ortalama sıcaklığın 12–22°C arasında olması durumunda seralarda iç ortam havasının düzenlenmesi için havalandırma yeterli olmaktadır. Seralarda iyi bir havalandırma için havalandırma açıklık alanlarının sera taban alanına oranı %20–%25 arasında olmalıdır (Baytorun, 1986). Yüksek teknolojiye sahip seralarda böceklerin seraya girmemesi için böcek tülleri kullanılmaktadır. Sase ve Christianson (1990) yaptıkları çalışmada sera havalandırma açıklıklarında böcek tüllerinin kullanılması durumunda havalandırma açıklık alanının deşarj katsayısına bağlı olarak 1.2–5 kat arasında artırılmasını gerektiğini belirlemişlerdir. Bu sebeple son yıllarda kurulan seralarda havalandırma açıklık alanlarının sera taban alanına oranı %40 alınmaktadır. Çizelge 5'te TR63 bölgesinde yer alan illerin saatlik iklim değerlerinden gidilerek serada ve dış ortamda 22°C'nin üzerindeki saatler verilmiştir.

Çizelge 5. TR63 bölgesinde yer alan illerde %40 havalandırma açıklığına sahip serada ve dış ortamda 22°C'den yüksek sıcaklık saatleri

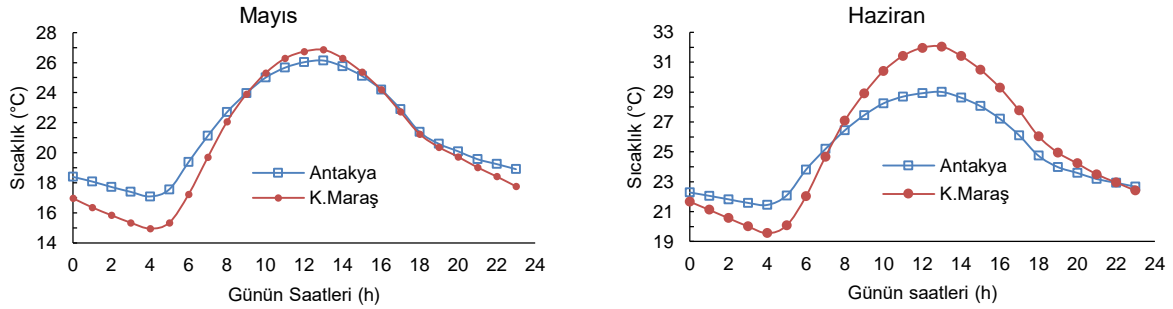
İL	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Hatay	0	0	0	35	300	602	744	744	637	274	12	0
Osmaniye	0	0	0	80	336	580	744	744	593	304	54	0
K.Maraş	0	0	0	12	248	512	737	738	505	188	0	0
Serada sıcaklığın 22°C'den yüksek olduğu saat sayısı												
Hatay	0	0	0	102	330	606	744	744	641	293	29	0
Osmaniye	0	0	25	224	378	592	744	744	595	327	121	0
K.Maraş	0	0	0	82	327	536	739	739	522	257	18	0

Çizelgeden de görüleceği gibi TR63 bölgesinde bulunan illerde dış ortam sıcaklıkları Nisan-Kasım döneminde 22°C'nin üzerine yükselmektedir. Ancak serada havalandırma sadece sıcaklık kontrolü için yapılmamaktadır. Havalandırma aynı zamanda serada nem ve CO₂ yoğunluğunun düzenlenmesi içinde yapılmaktadır. Belirtilen nedenle tüm yıl boyunca dış sıcaklık değerleri kritik değerlere ulaşmadığı sürece serada havalandırma yapılmaktadır. Nisan-Kasım dönemlerinde serada sıcaklığın düzenlenmesi için havalandırma yapılmalıdır.

Hatay iklim koşullarında Nisan ayında dış ortamda sıcaklığı 35 saat 22°C'nin üzerine yükselirken, %40 havalandırma açıklığına sahip serada sıcaklık 102 saat 22°C'nin üzerine yükselmektedir.

Soğutma

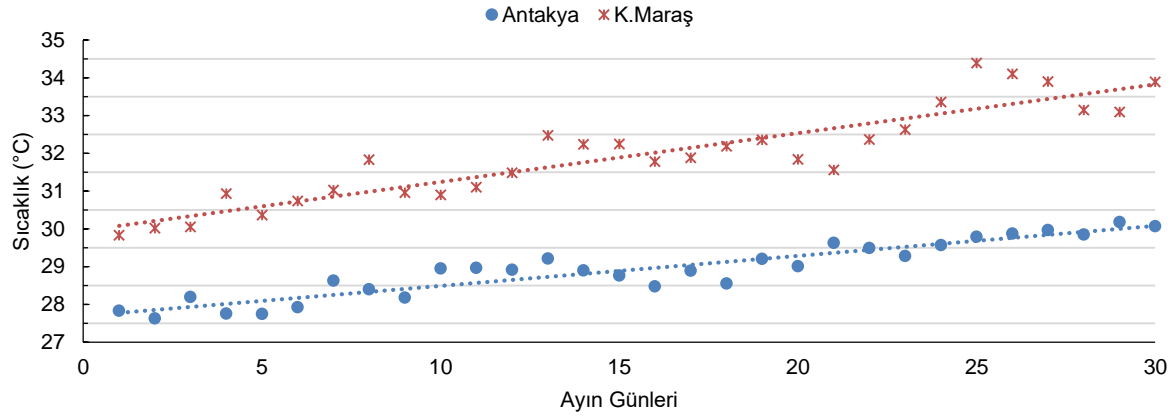
TR63 bölgesinde yer alan Hatay ve Kahramanmaraş illerinde %50 oranında gölgelendirilen ve %40 havalandırma açıklığına sahip seralarda Mayıs ve Haziran aylarındaki saatlik sıcaklık değerleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kahramanmaraş ve Hatay illerindeki %50 gölgelendirilen ve %40 havalandırma açıklığına sahip seralarda günün saatlerine bağlı sıcaklık değerleri

Mayıs ayında %50 oranında gölgelendirilen seralarda iyi bir havalandırma ile serada ulaşılan sıcaklık değerleri sınır değer olan 27°C'ye ulaşmaktadır. Haziran ayında ise seradaki sıcaklıklar gölgelemenin yapılmasına rağmen sınır değer olan 27°C'nin üzerine yükselmektedir. Belirtilen nedenle seralarda kaliteli bir

üretimin yapılması için seraların haziran ayından itibaren gündüz saatlerinde soğutulması zorunlu olmaktadır. Hatay ve Kahramanmaraş illerinde %50 oranında gölgelendirilen ve havalandırılan serada Haziran ayının farklı günlerinde saat 12.00'de ortaya çıkan sıcaklık değerleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Hatay ve Kahramanmaraş iklim koşullarında %50 oranında gölgelendirilen serada Haziran ayının günlerinde saat 12.00'de ortaya çıkan sıcaklık değerleri

Şekilden de görüleceği gibi Hatay ilinde Haziran ayının ilk günlerinde saat 12.00'de ortaya çıkan sıcaklık değerleri 27.5°C olurken Haziran ayının son günlerinde 30°C'ye yükselmektedir. Kahramanmaraş ilinde ise Haziran ayının başlarında 30°C olan dış sıcaklık değerleri Haziran

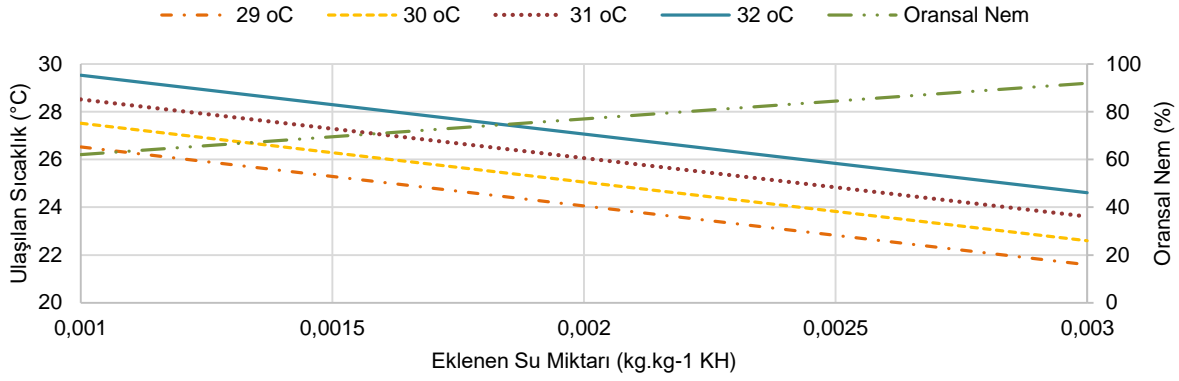
ayının sonlarına doğru 34°C'ye yükselmektedir. Çizelge 5'te TR63 bölgesinde yer alan illerde %50 oranında gölgelendirilen, havalandırılan serada ve dış ortamda sıcaklığın 27°C'den yüksek olduğu saatler toplamı verilmiştir.

Çizelge 5. TR63 bölgesinde yer alan illerde dış ortamda ve %40 havalandırma açıklığına sahip seralarda %50 gölgelemenin yapıldığı koşullarda 27°C'den yüksek sıcaklık saatleri

İl	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Dış sıcaklığın 27°C'den yüksek olduğu saat sayısı												
Hatay	0	0	0	0	7	192	342	371	246	69	0	0
Osmaniye	0	0	0	0	77	276	402	419	280	125	0	0
K.Maraş	0	0	0	0	31	254	394	399	239	23	0	0
Serada sıcaklığın 27°C'den yüksek olduğu saat sayısı												
Hatay	0	0	0	0	35	230	351	383	263	85	0	0
Osmaniye	0	0	0	8	216	338	443	447	310	198	8	0
K.Maraş	0	0	0	0	77	283	418	417	269	66	0	0

Hatay ilinde Mayıs ayında dış ortamda sıcaklık sadece 7 saat 27°C'nin üzerinde seyrederken gölgelendirilen ve havalandırılan serada 35 saat sıcaklık 27°C'nin üzerinde seyretmektedir (Çizelge 5). TR63 bölgesindeki illerde gölgelendirilen ve havalandırılan seralarda 27°C'nin üzerindeki saatler Haziran ayının ilk gününden itibaren hızlı bir şekilde artmaktadır. Temmuz ve Ağustos aylarında serada sıcaklığın 27°C'den yüksek olduğu saat sayısı ayların sahip olduğu saat sayısının yarısından daha fazladır. Diğer bir ifade ile gündüz saatlerinde seranın sürekli olarak soğutulma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

TR63 bölgesinde Mayıs ayında serada havanın sisleme ile nemlendirilmesi durumunda sıcaklığın düzenlenmesi mümkün olabilmektedir. Şekil 3'te %50 nem ve farklı sıcaklık değerlerine sahip serada havaya eklenen su miktarlarına bağlı olarak ulaşılan sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi serada hava sıcaklığının 32°C ve oransal nemin %50 olduğu koşullarda bir kg kuru havaya eklenen 2 gram su ile serada ulaşılan sıcaklık 27.1°C'ye çekilirken havanın oransal nemi %77'ye yükselmektedir.



Şekil 3. Farklı sıcaklıklarda ve oransal nemin %50 olduğu koşullarda sera havasına eklenen su miktarına bağlı olarak serada ulaşılan sıcaklık ve nem değerleri

TR63 bölgesinde bulunan illerin maksimum sıcaklık ve minimum nem değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi en yüksek sıcaklıklar Kahramanmaraş ilinde ortaya çıkmaktadır.

Kahramanmaraş'ın yüksek sıcaklık dezavantajına karşın oransal nemim düşük olması evaporatif soğutma açısından büyük avantaj sağlamaktadır.

Çizelge 6. TR63 bölgesinde yer alan illerin maksimum sıcaklık (°C) ve minimum nem değerleri (%)

İl	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
	Maksimum Sıcaklık (°C)											
Hatay	12.0	14.5	18.2	22.6	26.5	29.2	31.1	32.0	31.0	27.3	20.2	13.7
Osmaniye	14.5	16.0	19.1	23.6	27.6	31.3	33.5	34.2	32.2	28.2	21.4	16.0
K.Maraş	9.2	11.0	15.9	21.2	26.7	31.9	35.5	35.9	32.5	26.0	17.8	11.1
Minimum Nem (%)												
Hatay	53	43	42	42	42	39	40	40	43	41	41	41
Osmaniye	42	33	31	32	37	38	40	41	34	31	28	38
K.Maraş	50	37	31	25	26	21	16	17	17	25	31	42

TR63 bölgesinde bulunan illerde ortaya çıkan maksimum sıcaklık ve minimum nem değerlerine bağlı olarak %50 oranında gölgelendirilen seralarda kurulu evaporatif

soğutmada ped randımanının %70 olduğu koşullarda seralarda ulaşılan sıcaklık değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. TR63 bölgesindeki illerde serada %50 gölgelendirmenin yapıldığı, hava değişim katsayısının $200 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ve ped randımanının %70 olduğu koşullarda serada ulaşılabilen sıcaklık değerleri (°C)

İL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazir.	Temm.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Hatay	-	-	-	-	-	24.7	26.5	27.3	26.8	23.4	-	-
Osmaniye	-	-	-	-	23.1	26.3	28.5	29.3	26.5	22.7	-	-
K.Maraş	-	-	-	-	-	24.1	25.7	26.3	23.7	-	-	-

Çizelgeden de görüleceği gibi Osmaniye ilinde Temmuz ve Ağustos aylarında ortaya çıkan sıcaklık değerleri 27°C 'den yüksektir. Hatay ve Kahramanmaraş illerinde ise hava sıcaklıkları belirtilen aylarda sınır değerlerde tutulabilmektedir.

Seralarda yapılan evaporatif soğutmada elektrik enerjisi gereksinimi yanında temiz su ihtiyacı büyük önem arz

etmektedir. TR63 bölgesinde bulunan illerde yapılacak evaporatif soğutmada gereksinilen su miktarı Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi serada yapılacak evaporatif soğutmada gerekli olan su miktarı iklim koşullarına ve serada ulaşılan sıcaklık değerlerine bağlı olarak 0.625 ile $1.172 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Çizelge 8. TR63 bölgesindeki illerde serada %50 gölgelemenin yapıldığı, hava değişim katsayısının $200 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ve ped randımanının %70 olduğu koşullarda serada gerekli su miktarı ($\text{kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$)

İl	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Hatay	-	-	-	-	-	0.676	0.686	0.697	0.645	0.625	-	-
Osmaniye	-	-	-	-	0.679	0.719	0.721	0.713	0.791	0.773	-	-
K.Maraş	-	-	-	-	-	0.995	1.172	1.157	1.081	-	-	-

Türkiye'de seracılık iklimin uygun olduğu Akdeniz bölgesinde yoğunlaşan seralarda kaliteli ve yüksek verimin elde edilebilmesi için, seraların iklime bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde farklı şekillerde iklimlendirilmesi zorunludur. Seralarda iklimlendirme alınan önleme bağlı olarak üretim maliyetini etkilemektedir.

Yatırım destek programlarına göre TR63 bölgesinde yer alan Kahramanmaraş, Osmaniye ve Hatay illeri TS825 standartlarına bağlı olarak farklı iklim bölgelerinde yer almaktadırlar. Hatay ve Osmaniye I. Bölgede yer alırken, Kahramanmaraş II. Bölgede yer almaktadır. Her üç ilimizin iklim değerleri göz önüne alındığında bu illerimizde yapılacak modern seracılık üretiminde üretim periyodu Ağustos ayının son haftasında başlayarak Haziran ayının sonuna kadar devam etmektedir.

TR63 bölgesinde yer alan illerimizde tüm yıl seralarda üretimin gerçekleştirilebilmesi için seraların ısıtılması, havalandırılması, gölgelenmesi ve soğutulması gereklidir. Serada üretim maliyeti iklimlendirme önlemlerine bağlı olarak değişmektedir. Akdeniz iklim kuşağında işçilikten sonra üretim maliyetini etkileyen en önemli unsur ısı ve elektrik enerjisidir. TS825 standartlarına göre II. Bölgede bulunan Kahramanmaraş ilinde serada sıcaklığın gece gündüz $16/18^\circ\text{C}$ 'de tutulabilmesi için gerekli olan ısı enerjisi $132.1 \text{ kWh.m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, Hatay'da $85.5 \text{ kWh m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, Osmaniye'de $71.8 \text{ kWh m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 'dir. Diğer bir ifade ile Kahramanmaraş'ta yapılacak domates üretiminde Hatay'a oranla 1.54, Osmaniye'ye oranla 1.84 kat daha fazla ısı enerjisi tüketimi ortaya çıkmaktadır. Bu durum TR63 bölgesinde bulunan Osmaniye'de seracılığın Hatay ve Kahramanmaraş'a göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

TR63 bölgesinde bulunan illerde seralarda mayıs ayından itibaren havalandırma + gölgeleme ile sıcaklığın kontrol edilmesi gereklidir. Mayıs ayının son haftasından, haziran ayının sonlarına kadar seralarda sisleme ile evaporatif soğutma yapılmalıdır. Bu yöntemle seradaki bitkilerin kısa aralıklarla yapılacak yüksek basınçlı su püskürtmeleri ile serinletilmesi mümkün olabilmektedir. TR63 bölgesinde bulunan Kahramanmaraş ili ortaya çıkan maksimum sıcaklıklar nedeniyle Hatay ve Osmaniye'ye göre dezavantaja sahiptir. Ancak

Kahramanmaraş'ta hava neminin diğer iki ile göre daha düşük olması bu ilde seralarda kurulacak evaporatif soğutma sistemlerini daha etkili kılmaktadır. Ancak fan ve ped sistemi ile yapılan evaporatif soğutma oldukça fazla elektrik enerjisi ve temiz suya ihtiyaç göstermektedir. Ayrıca sıcak dönemlerde serada üretilen tek yıllık bitkilerin dış iklim koşullarında üretilmesi seralarda üretimin devamını engellemektedir. Belirtilen nedenle TR63 bölgesinde seralarda yapılan tek yıllık bitkisel üretim Temmuz ayında sonlandırılarak seralar boş bırakılmaktadır. Ancak süs bitkileri üretimi yapılan seralarda evaporatif soğutma uygulanmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anonim (2019) Alternatif Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/kumelenme> (Erişim Tarihi: 01.08.2019)
- Baudoin W, Denis I, Grafiadellis M, Jimenez R, La Malfa G, Martinez-Garcia P (1990) Protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO plant production, Rome, Italy (90).
- Baytorun A (1986) Bestimmung des Luftwechsels bei gelüfteten Gewächshäusern (Doctorate), Univ. Hannover Hannover.
- Baytorun A, Akyüz A, Üstün S (2016a) Seralarda ısıtma sistemlerinin modellemesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin geliştirilmesi. TÜBİTAK Projesi (1140533).
- Baytorun AN (2016b) Seralar, Sera Tipleri, Donanımı ve İklimlendirilmesi. İstanbul: Nobel kitabevi. ISBN: 6053205616, 444s
- Baytorun AN, Akyüz A, Üstün S, Çaylı A (2018) Sera Isı Gereksinimi Hesaplama Modelinin "ISIGER-SERA" Çukurova Koşullarında Test Edilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(5), 699-707.

- Baytorun AN, Zaimoğlu Z, Akyüz A, Üstün S, Çaylı A (2018) 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 (2016) Sera Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Uzman Sistem" ISIGER-SERA. Tesisat Mühendisliği, 13-24.
- Çaylı A, Temizkan Y (2018) Determination of The Effect of Heat Saving Precautions and Cladding Materials on Heat Requirement via Expert System in The Kahramanmaraş Region Greenhouses. *KSU Journal Of Agriculture and Nature*, 21(3), 312-322. doi: 10.18016/ksudobil.321559
- Daka K, Gül A, Engindeniz S (2012) Production and marketing of tomatoes oriented to export in greenhouses in Muğla. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2), 175-185.
- Krug H, Liebig HP (1994) Model for planning and control of transplant production in climate controlled greenhouses. 1: Production planning. *Gartenbauwissenschaft (Germany)*.
- Rad S, Yarşı G (2005) Silifke ilçesi'nde serada domates yetiştiren işletmelerin ekonomik performansları ve birim ürün maliyetleri. *Tarım bilimleri dergisi*, 11(1), 26-33.
- Rath T (1992) Einsatz wissensbasierter Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems HORTEX. *Gartenbautechnische Informationen (Germany)*. no. 34.
- Sase S, Christianson LL (1990) Screening greenhouses—some engineering considerations. Paper NABEC 90-201. *ASAE/Northeast Agri. ASAE Paper*, 1(1), 1-13.
- Sirjacobs M (1988) Agro-climatological criteria for selecting the most appropriate areas for protected cultivation in Egypt. *Protected cultivation in the Mediterranean climate. Greenhouses in Egypt*, 5-12.
- TÜİK (2018) Niteliklerine göre örtü altı tarım alanları Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara.
- Verlodt H (1990) Greenhouses in Cyprus, protected cultivation in the Mediterranean climate. *FAO, Rome, Italy*.
- Von Zabeltitz C. (1986) *Gewachshauser - Handbuch des Erwerbsgartners*. Stuttgart: Ulmer -Verlag.
- Von Zabeltitz C. (2011) *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control*, Berlin, Springer, 285-311.