

Sera Isıtma Gereksiniminin Tahmininde Farklı Yaklaşımların İncelenmesi

Berna KENDİRLİ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Dışkapı, Ankara
Sorumlu yazar: kendirli@ankara.edu.tr

Geliş tarihi: 15.10.2015, Yayına kabul tarihi: 01.12.2015

Özet: Dünyada artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesinde birim alandan elde edilen verimin artırılmasına yönelik çalışmaların önemi giderek artmaktadır. Bu alandaki en önemli faaliyetlerden biri de, iklim koşulları denetim altında tutularak yıl boyunca üretim yapılabilen seracılıktır. Seralarda yıl boyunca üretim yapılabilmesi için, kış periyodunda ısıtma yapılması zorunludur. Bu çalışmada, Ankara ili iklim koşulları dikkate alınarak farklı tip, boyut ve malzemelere sahip yedi adet seranın ısıtma gereksinimleri on araştırmacının yaklaşımlarına göre hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda ısı gereksiniminin maksimum olduğu Ocak ayında en yüksek ısıtma yükü IX nolu araştırmacının yaklaşımından, en düşük ısıtma yükü ise VI nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilmiştir. Diğer araştırmacıların yaklaşımlarından elde edilen değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sera tipi ve örtü malzemeleri dikkate alındığında ise en fazla ısıtma yükleri PE örtülü seralarda elde edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Isıtma yükleri, Matematiksel yaklaşımlar, Örtü malzemesi, Sera tipi

Investigation of Different Approach for Estimating Greenhouse Heating Requirements

Abstract: Increasing the yield of agriculture in per unit area is very important effort to meet growing world food requirements. One of the most important agriculture activities is to have greenhouse production throughout the year that can be kept under climate control condition. If greenhouses production is planned throughout the year, heating must be done in winter period. In this study, seven greenhouse were evaluated for heating requirements of different greenhouse types, materials and size based on Ankara climatic conditions. The greenhouses heating requirements were calculated according to ten researcher's approach and the obtained results are evaluated statistically. Consequently, the highest heat load from the researcher's approach no IX and lower heating load is obtained from the VI no researcher's approach. Values obtained from the approach of other researchers seem to be similar. Considering the greenhouse types and covering materials, the highest heating loads are obtained from the PE covered greenhouses.

Key words: Heating loads, Mathematical approach, Covering material, Greenhouse type

Giriş

Dünyada artan nüfusa karşılık gıda ihtiyacının karşılanabilmesi tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ile mümkündür. Günümüzde tarımsal üretimde birim alandan alınan ürün miktarı ve kalitesinin yeterli olmaması nedeniyle karlılık giderek azalmaktadır. Bu nedenle

birim alandan elde edilen karlılığı artıran uygulamaların önemi her geçen gün artmaktadır. İklim koşullarının kontrol altında tutulması ile yıl boyunca üretimin gerçekleştirilebildiği seracılık; karlılığı artıran en önemli uygulamalardan biridir. Seralar iklime bağlı çevre koşullarının

kontrol altına alındığı, bitkinin yetiştirilmesine uygun hale getirildiği ve üretimin bütün yıl boyunca yapılabildiği tesisler olarak tanımlanabilir. Seraların daha geniş tanımı ise, iklimle ilgili çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve CO₂ gibi faktörler denetim altında tutularak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileri ile, bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak ve sergilemek amacıyla, cam veya plastik gibi ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik biçimlerde inşa edilen yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği yapısıdır. (Öneş, 1986; Yüksel 1990).

Ülkemizdeki sera işletmelerini teknoloji kullanımlarını, seraların yapısal özelliklerini ve büyüklüklerini dikkate alarak ikiye ayırmak mümkündür. Küçük ölçekli aile işletmelerinde teknoloji kullanımı sınırlı olup, üretim genellikle sadece don zararından korunmaya yönelik önlemlerin alındığı basit yapılar şeklinde sürdürülmektedir. Geleneksel sera işletmelerinin yanında, son yıllarda büyük kapalı alanlara (10 da ve fazlası) sahip, iklim kontrolü yapılan, topraksız yetiştirme tekniklerinin uygulandığı, ziraat mühendisi ve teknisyenlerini kalıcı kadroyla istihdam eden modern işletmelerin de yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir (Tüzel ve ark., 2005).

Seraların iklimlendirilmesinde en önemli enerji ihtiyacı kış aylarında ısıtma uygulamalarında gerçekleşmektedir. Soğuk mevsimlerde sera iç sıcaklığının bitki isteklerine uygun değerlere çıkarılması amacıyla yapılan ısıtma için gerekli harcamalar tüm üretim harcamalarının yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır. Bu nedenle yetiştiriciler genellikle sadece dondan korunmak amacıyla seralarını ısıtmakta ve seracılıktan beklenen fayda tam olarak elde edilememektedir (Yağcıoğlu, 2005).

Sera ısı gereksinimi, seradan kaybolan ısı miktarına bağlıdır. Bir seradan ısı kaybı, ısı transferinin üç şekli olan kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon ile meydana gelmektedir. Genellikle ısı değişimleri aynı anda meydana gelir. Sera ısı talebi, ısı kaybı denkleminde, ısı kayıplarının tümü bir

katsayı ile birleştirilerek hesaplanır (Olgun ve ark., 1997; Worley, 2005).

Seralarda ısı gereksinimi minimum ya da maksimum ısıtma yüküne göre hesaplanabilmektedir. Maksimum ısıtma yükünün hesaplanmasında, uzun yıllar içinde saptanmış olan en düşük sıcaklığın görüldüğü aya ait ortalama değer kullanılır. Minimum ısıtma yükünün hesaplanmasında ise uzun yıllar içinde saptanmış olan en düşük sıcaklığın görüldüğü ayın uzun yıllardaki ortalaması kullanılır (Yüksel, 1990).

Seralarda ısı gereksiniminin hesaplanmasında en önemli etken, seranın kurulacağı yerdeki meteorolojik kayıtlara göre belirlenen en düşük çevre sıcaklığı ile bu zamanda sera içinde istenilen uygun sıcaklık derecesi arasındaki farktır (Arın ve Akdemir, 2002).

Seralarda, ısıtma gereksinimlerini karşılamak amacıyla çok çeşitli ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Bu ısıtma sistemleri buhar veya sıcak sulu radyatörlü sistemler, fosil yakıt kullanılan ısıtma sistemleri ve elektrikli ısıtıcılardır. Bu sistemlerde sıcaklık dağılımı, dış ortam hava koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Seralarda iç sıcaklığın belirli bir seviyede tutulması için denetim olanağı sağlayan bir ısıtma sistemi seçilmelidir. Büyük sera işletmelerinde ısı iletiminin su ile yapıldığı sıcak sulu kalorifer sistemleri, küçük seralarda ise üfleyici ısıtma sistemleri seçilebilir (Benli ve Durmuş, 2002).

Enerji kaynaklarının kısıtlı oluşu ve fiyatlarının giderek artması, günümüzde sera ısıtma giderlerini artırmakta, bunun sonucunda da yetiştirilen ürün fiyatları artmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar, seralarda ısıtma harcamalarını azaltmak amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle v.b.) kullanılması ve ısı kayıplarını azaltıcı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır (Kendirli ve Çakmak, 2010).

Bu çalışmada seralarda yıl boyunca üretim yapılabilmesi için gerekli olan ısı gereksinimleri farklı araştırmacıların yaklaşımlarına göre hesaplanarak, elde edilen sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada, Ankara ili iklim koşulları dikkate alınarak uygulanabilecek

farklı tip, boyut ve malzemelere sahip yedi adet seranın ısıtma gereksinimleri on araştırmacının yaklaşımlarına göre hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak değerlendirilerek, yaklaşımlar karşılaştırılmıştır.

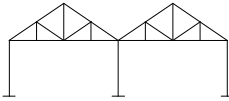
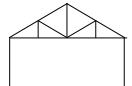
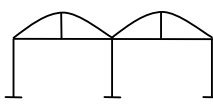
Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, sera ısıtma gereksinimleri on farklı araştırmacının yaklaşımlarına göre

hesaplanarak, sonuçlar arasındaki farklılıklar araştırılmıştır. Bu amaçla, Ankara ili için farklı tip, boyut ve malzemelere sahip yedi adet sera incelenmiştir. Çalışmada araştırma alanında iklim koşullarını en iyi sağlayabilecek beşik çatılı tekil sera, beşik çatılı blok sera ve yay çatılı blok sera olmak üzere üç tip sera önerilmiştir. Önerilen seraların boyut ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada önerilen sera tiplerinin özellikleri

Table 1. Characteristics of the greenhouse type

Sera Tipleri Greenhouse type	Genişlik width (m)	Uzunluk Length (m)	Yan yükseklik Side height (m)	Sera yüksekliği Height (m)	Toplam örtü alanı Total cover area (m ²)	Taban alanı Floor area (m ²)	Sera hacmi Volume (m ³)	Örtü malz. Cover material
 Beşik çatılı blok sera Saddle-roofed greenhouse	18.00 (2x9)	51.00	2.20	4.50	1377	918	3076	Cam/Glass Plastik (PE)/Plastic PVC
 Beşik çatılı tekil sera Wide-span greenhouse	9.00	51.00	2.20	4.50	801	459	1538	Cam/Glass Plastik (PE) /Plastic PVC
 Yay çatılı blok sera Arch-roofed greenhouse	48.00 (6x8)	50.00	2.20	3.20	4499	2400	6480	Plastik (PE) /Plastic

Beşik çatılı seralarda cam, plastik (PE) ve polivinilkarbonat (PVC) örtü malzemeleri; yay çatılı blok serada plastik (PE) örtü malzemesi için ısıtma yükleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar için gerekli ortalama düşük sıcaklık, ortalama rüzgâr hızı ve güneş ışınları şiddeti değerleri uzun yıllar ortalamaları (1960-2013) olarak Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır (Çizelge 2). Isıtma yüklerinin hesaplanmasında gerekli bir diğer parametre olan sera iç sıcaklığı, serada

yetiştirilecek bitki çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Araştırma alanında seralarda en çok üretilen ürün domatestir.

Serada üretimi yapılan domatesin sıcaklık istekleri gelişme dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Optimum ışık koşullarında domates bitkisinin optimum bir gelişme gösterebilmesi için sera içi sıcaklık değeri 17 °C olarak alınmıştır (Sevgican, 1989; Tülücü 2003).

Çizelge 2. Araştırma alanı uzun yıllara ait (1960-2013) iklim verileri (Anonim, 2014)
 Table 2. Climatological data for the research area

Parametre Parameter	Aylar/Months											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ort. Sıcaklık/ Aver. Temperature (°C)	0,4	1,8	5,9	11,2	15,9	19,9	23,3	22,9	18,5	12,8	6,6	2,3
Min. Sıcaklıkların ort./ Aver. of the min. Temp. (°C)	-2,9	-2,2	0,8	5,7	9,6	12,9	16,0	15,8	11,7	7,3	2,2	-0,8
Ort. rüzgar hızı/ Aver. Wind speed (m_sec)	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,2	1,8	1,6	1,6	1,7
Ort. günlük toplam güneşlenme süresi/ Aver. daily total sunshine hours (sa-da)	2,34	4,59	5,36	6,26	8,36	10,27	11,25	10,52	9,24	6,38	4,21	2,21
Ort. global güneşlenme şiddeti/Aver. global solar radiation (cal/cm ²)	143,2	217,6	315,9	386,1	482,0	540,5	551,0	499,0	412,3	279,2	175,0	120,9
Ort. global güneşlenme şiddeti/Aver. global solar radiation (W/m ²)	2,31	3,51	5,10	6,23	7,78	8,73	8,90	8,06	6,66	4,51	2,83	1,95

Seraların ısıtma yüklerinin hesaplanmasında ısı kazanç ve kayıpları arasındaki farkın eşitlenmesine dayanan ısı dengesi yaklaşımı esas alınmıştır. Isı kayıp ve kazançlarını farklı araştırmacılar farklı matematiksel yaklaşımlarla belirlemişlerdir. On araştırmacının seralarda ısıtma gereksiniminin hesaplanmasında kullandığı matematiksel ilişkiler Çizelge 3’de verilmiştir. Seralar tamamen örtü malzemesi ile kaplandığından örtü malzemesinin tipi seraların ısı gereksiniminin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Sera örtü malzemesinin ışık geçirgenliği ısı kazancının, örtü malzemesinin ısı iletim katsayısı ise ısı kayıplarının hesaplanmasında en önemli etkenlerdir. Farklı araştırmacıların bu üç örtü malzemesi için hesaplamalarda kullandığı değerler Çizelge 4’de verilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan örtü malzemeleri kalınlık ve tip olarak aynı olmasına rağmen,

araştırmacıların yaklaşımlarının farklı olması nedeniyle bu değerlerde farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

İlk olarak araştırma alanında seçilen yedi sera tipi için farklı araştırmacıların önerdiği yaklaşımlara göre sera ısıtma ihtiyaçları hesaplanmıştır. Daha sonra araştırma alanında farklı sera tipleri için on araştırmacının yaklaşımlarına göre belirlenen ısı gereksinimlerinin, sera tipleri ve örtü malzemelerine göre değişimi ve bu değişimin önem düzeyine göre anlamlı (önemli) olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Varyans analizinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda sera tipleri ve örtü malzemeleri ile araştırmacıların yaklaşımları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Çizelge 3. Seraların ısıtma gereksinimlerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel ilişkiler

Table 3. Mathematical relationships used in the calculation of greenhouse heating requirements

No Nbr	Araştırmacı Researcher	Isı Kaybı Heat Lost	Isı Kazancı Heat Gain
I	Başçetinçelik&Öztürk,1996	$q = q_c + q_i$ $q_c = k \times A_c / A_g \times (T_i - T_o)$ $k = 1 / R_i + R_\lambda + R_o$ $q_i = ACR \times V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_o) / 3600 \times A_g$ $q = U \times A_c / A_g \times (T_i - T_o)$	$I \times \tau \times \gamma$
II	Baytorun,1995	$Q = Q_T + Q_L$ $Q_T = A_H / R_k (t_i - t_{NA})$ $R_k = 1 / R_i + R_\lambda + R_a$ $Q_L = A_H / R_L (t_i - t_{NA})$	$q_{sf} \times D \times \eta$
III	Filiz,2001	$q_c = A \times U \times (t_i - t_o)$ $q_{sa} = W \times C_p \times (t_i - t_d)$ $q_{cv} = E \times f \times q_s$	$q_s = T \times I_s \times A_f$

IV	Hakgören&Kürklü,2007	$Q_{is} = Q_{yü} + Q_{in}$ $Q_{yü} = A \times U \times (t_i - t_d)$ $Q_{in} = 0.32 \times d \times (t_i - t_d)$	-
V	Öneş,1986	$Q_k = A \times U \times (t_i - t_d)$ $U_s = 1 / 1/f_i + d/\lambda + 1/f_d$ $U_h = 0.20 \times V_r$ $U = U_s + U_h$	$Q_g = 0.50 \times I_o \times A_c$
VI	Öztürk, 2008	$Q_t = q_i + q_c$ $q_i = k \times A_{\delta} / A_t \times (t_i - t_d)$ $k = 1 / R_i + R_{\lambda} + R_d$ $Q_t = U \times A_{\delta} / A_t \times (t_i - t_d)$	$I \times \tau \times \gamma$
VII	Yağanoğlu,2008	$q_{max} = q_k + q_i$ $q_k = A \times U \times (t_i - t_d)$ $U = 1 / 1/f_i + d_n/k_n + 1/f_d$ $q_i = 0.5 \times V_s \times N_h \times (t_i - t_d)$ $Q_k = \Sigma A_{\delta} \times U \times (T_i - T_d)$ $U = \Sigma k_y + k_s + k_r$ $\Sigma k_y = 1 / R_i + R_k + R_d$ $R_i = 1 / \alpha_i$, $R_k = \delta / \lambda$, $R_d = 1 / \alpha_d$ $\alpha_{z\delta} = Q_{z\delta} / \Sigma A_{\delta} (T_i - T_{\delta})$ $Q_{z\delta} = \epsilon_t \times \sigma \times A_t \times [(T_i)^4 - (T_{\delta})^4]$ $T_{\delta} = 0.43 (T_i - T_d) + T_d$ $\alpha_{i\delta} = Q_{b\delta} / \Sigma A_{b\delta} (T_i - T_{\delta})$ $Q_{b\delta} = \epsilon_b \times \sigma \times A_b \times [(T_b)^4 - (T_{\delta})^4]$ $\alpha_d = 9.3 + 3.3 U$ $k_s = HDS \times V \times \rho \times C_p / 3600 \times \Sigma A_{\delta}$ $k_r = 0.19 U$	$q_g = \tau \times I \times A_s$
VIII	Yağcıoğlu,2005	$Q_1 = A \times K \times (t_i - t_d)$ $K = K_1 + K_2$ $K_2 = 0.19 \times V$ $K_1 = 1 / 1/\alpha_i + d/\lambda + 1/\alpha_d$ $\alpha_{i\delta} = Q_{i\delta} / A_{i\delta} (T_i - T_{\delta i})$ $Q_{i\delta} = C_t \times A_t \times [(T_i/100)^4 - (T_{\delta i}/100)^4]$ $T_{\delta i} = 0.43 (T_i - T_d) + T_d$ $\alpha_{i\delta} = Q_{i\delta} / A_{b\delta} (T_i - T_{\delta i})$ $Q_{i\delta} = C_b \times A_b \times [(T_b/100)^4 - (T_{\delta i}/100)^4]$ $\alpha_d = \alpha_{i\delta} + \alpha_{\delta i}$	$Q_g = I_o \times A_c \times \eta$
IX	Yavuzcan,1987	$Q_k = A \times U \times (t_i - t_d)$ $U = U_s + U_h$ $U_h = 0.19 \times V$ $U_s = 1 / 1/f_i + d/\lambda + 1/f_d$	$Q_2 = I_o \times A_{ca} \times \eta$
X	Yüksel,1990	$Q_k = A \times U \times (t_i - t_d)$ $U = U_s + U_h$ $U_h = 0.19 \times V$ $U_s = 1 / 1/f_i + d/\lambda + 1/f_d$	$Q_g = 0.50 \times I_o \times A_c$

Çizelge 4. Hesaplamalarda kullanılan örtü malzemelerine ilişkin değerler

Table 4. Values of cover material used in the calculations

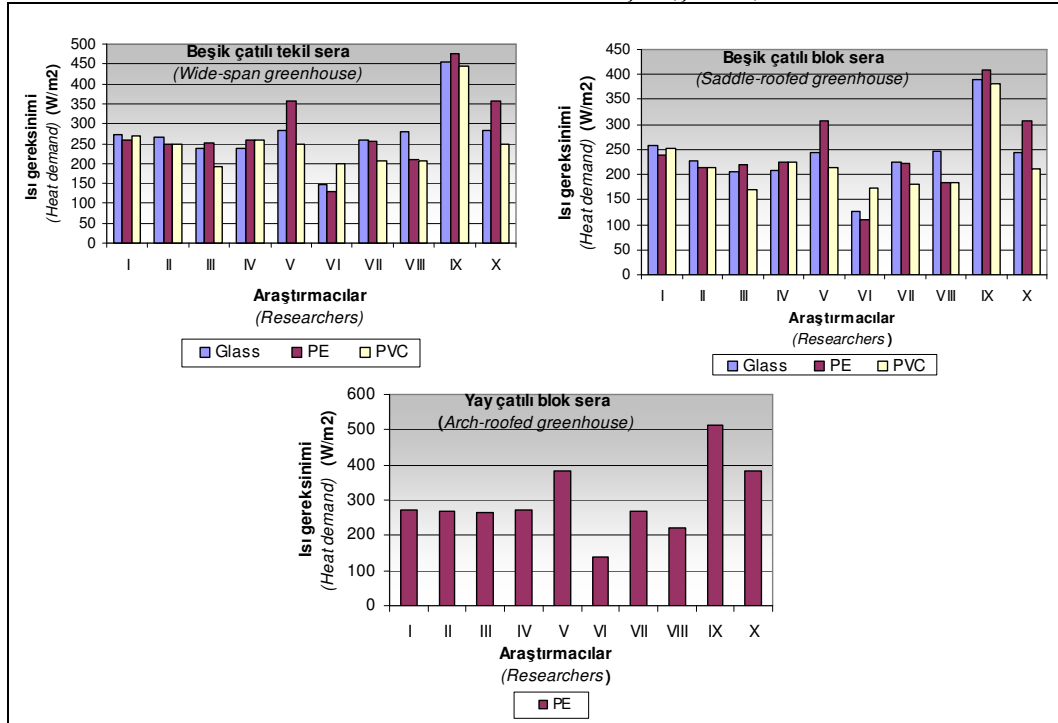
No Nbr	Araştırmacı Researcher	Isı iletim katsayısı Heat transmission coefficient (W/ m ² K)			Işık geçirgenliği Light transmission (%)		
		Cam/ Glass	PE	PVC	Cam/ Glass	PE	PVC
I	Başçetinçelik&Öztürk,1996	7.14	7.14	7.14	0.90	0.89	0.84
II	Baytorun,1995	R _k =0.15 R _t =1.00	R _k =0.15 R _t =2.00	R _k =0.15 R _t =2.00	D=0.6	D=0.5	D=0.5
III	Filiz,2001	6.30	6.70	5.00	0.88	0.89	0.71
IV	Hakgören& Kürklü,2007	6.25	6.81	6.81	-	-	-
V	Öneş,1986	7.85	9.94	6.81	-	-	-
VI	Öztürk,2008	3.97+0.16V _r	3.55+0.11V _r	4.87+0.54V _r	0.90	0.89	0.84
VII	Yağanoğlu,2008	6.30	6.80	5.00	0.88	0.85	0.89
VIII	Yağcıoğlu,2005	δ/λ= 0.005	δ/λ= 0.048	δ/λ=0.006	-	-	-
IX	Yavuzcan,1987	d/λ= 0.004	d/λ= 0.006	d/λ=1/ 2250	-	-	-
X	Yüksel,1990	7.85	9.94	6.81	-	-	-

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada materyal olarak seçilen yedi adet serada, ısı gereksinimleri bütün yıl boyunca on farklı araştırmacının yaklaşımlarına göre hesaplanmıştır. Seraların ısı gereksinimi değerleri incelendiğinde en fazla ısı açığının Ocak ayında, en düşük ısı açığının ise Temmuz ayında gerçekleştiği görülmektedir. Sera ve örtü malzemesi tipine bağlı olarak birim taban alanı için hesaplanan en yüksek ve en düşük ısıtma yükleri grafiklendirilerek Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.

Araştırma alanında bütün sera tiplerinde yıl boyunca hesaplanan en yüksek ısıtma yükü değerleri IX nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilmiştir. Aynı şekilde ısıtma yüklerinin en fazla olduğu Ocak ayında da en yüksek değerler IX nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilmiş; bunu sırasıyla V ve X nolu araştırmacılar izlemiştir. I, II, III, IV ve VII nolu araştırmacıların sonuçları birbirine oldukça yakındır. Bütün sera tiplerinde en düşük ısıtma yükü değerleri VI nolu araştırmacının sonuçlarından elde edilmiştir (Şekil 1).

Ocak ayına ait ısıtma yükleri sera tiplerine göre incelendiğinde elde edilen sonuçlar arasında çok büyük bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Genel olarak en yüksek değerler IX nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilmiş olup, 400-500 W/m² arasında değişmektedir. En düşük değerler ise 100-150 W/m² arasında olup, VI nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilmiştir. Beşik çatılı tekil sera ve beşik çatılı blok seralarda örtü malzemesi dikkate alındığında, genel olarak en fazla ısı açığı değerleri PE örtülü seralarda ortaya çıkmıştır. Her iki sera tipinde de bu farklılık V, IX ve X nolu araştırmacıların yaklaşımlarında daha belirgin olarak saptanmıştır. II, IV ve VIII nolu araştırmacılar da PE ve PVC örtü malzemeleri için elde edilen sonuçlar birbirine çok yakındır. Beşik çatılı tekil sera ve beşik çatılı blok seralarda VI nolu araştırmacının yaklaşımına göre yapılan hesaplamalarda PVC örtü malzemesinde en yüksek ısı açığı olduğu belirlenmiştir. Cam örtü malzemesinde en yüksek ısı açığı ise, her iki sera tipinde de I, II, VII ve VIII nolu araştırmacıların yaklaşımlarından elde edilmiştir (Şekil 1).

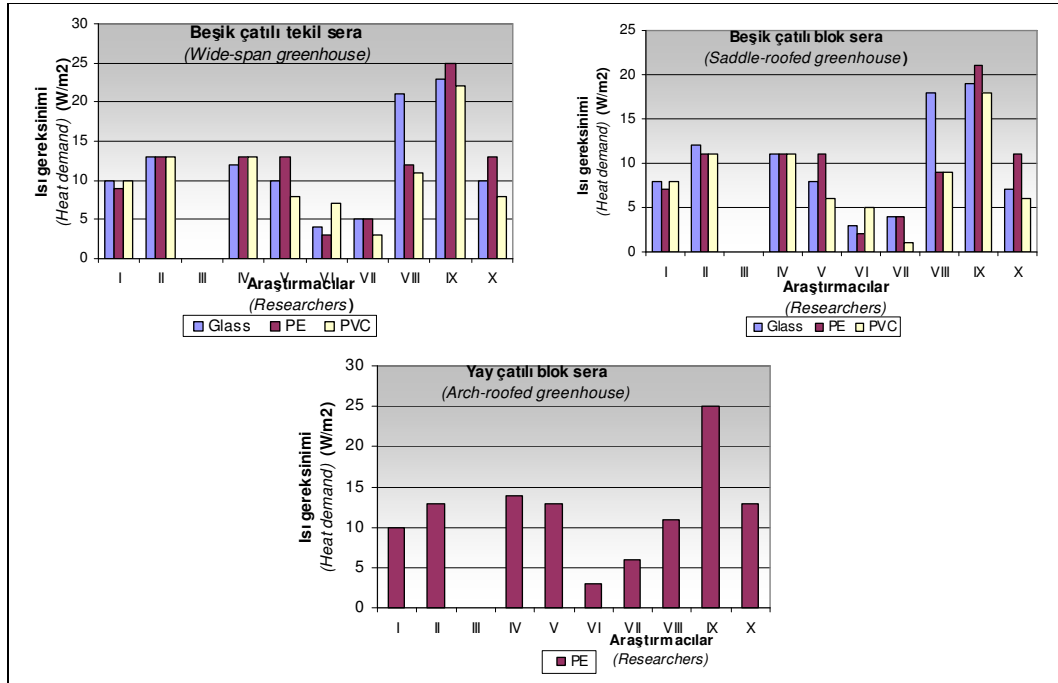


Şekil 1. Ocak ayı araştırma alanı ısı gereksinimleri
Figure 1. Research area heat requirements on January

Araştırma alanında en düşük ısıtma yükünün elde edildiği Temmuz ayına ilişkin değerler incelendiğinde, bütün sera tiplerinde en yüksek ısı açığının IX nolu araştırmacının yaklaşımından elde edildiği belirlenmiştir. En düşük ısıtma yükleri ise bütün sera tiplerinde sırasıyla VII ve VI nolu araştırmacıların sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Temmuz ayında bütün sera tipleri için yapılan hesaplamalarda III nolu araştırmacının yaklaşımına göre ısı fazlası olduğu (ısı açığı sıfır) saptanmıştır (Şekil 2).

Beşik çatılı tekil sera ve beşik çatılı blok seralarda V, IX ve X nolu araştırmacıların yaklaşımlarına göre elde edilen sonuçlar PE örtülü seralarda daha fazla ısı açığı olduğunu göstermiştir. Beşik çatılı tekil serada II nolu

araştırmacının, beşik çatılı blok seralarda ise IV nolu araştırmacının yaklaşımı PE, PVC ve cam örtülü seralarda ısı açığı değerlerinin eşit olduğu sonucunu vermektedir. Her iki sera tipinde de VIII nolu araştırmacıda cam serada en yüksek, VI nolu araştırmacıda da PVC örtülü serada en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Beşik çatılı tekil sera ve beşik çatılı blok seralarda I, II, IV ve VII nolu araştırmacıların yaklaşımları her üç örtü tipinde de birbirine yakın değerlerdedir. Yay çatılı blok serada da (PE örtü) en yüksek ısı açığı IX nolu araştırmacıdan, en düşük ısı açığı III nolu araştırmacıdan elde edilmiştir. I, II, IV, V, VIII ve X nolu araştırmacıların değerleri birbirine oldukça yakın olup, 10-15 W/m² arasında değişmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Temmuz ayı araştırma alanı ısı gereksinimleri
Figure 2. Research area heat requirements on July

Araştırma alanında farklı sera tipleri için on araştırmacının önerdiği yaklaşımlara göre belirlenen sera ısıtma ihtiyaçları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda farklı yaklaşımlara göre hesaplanan ısı gereksinimlerinin sera tipleri ve örtü malzemelerine göre değiştiği ve bu farklılıkların önemli düzeyde ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu

nedenle sera tipleri ve örtü malzemelerine göre farklı yaklaşımlar arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Duncan analizleri yapılmıştır (Çizelge 6).

Sera tipine göre yapılan hesaplamalarda blok, tekil ve yay çatılı blok seralarda VI ve IX nolu araştırmacıların yaklaşımlarının diğerlerinden tamamen farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Blok ve tekil seralarda I, II, IV ve VIII nolu araştırmacıların ısı

gereksinimi değerleri arasında fark olmadığı, benzer şekilde V ve X nolu araştırmacılar ile III ve VII nolu araştırmacıların sonuçları arasında bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

Örtü malzemeleri yönünden araştırmacıların elde ettiği sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde, cam seralarda I, II, III, IV, V, VII ve X nolu araştırmacıların sonuçları arasında farklılık olmadığı saptanmıştır. VI, VIII ve IX nolu araştırmacıların sonuçlarının ise diğerlerinden farklılık gösterdiği ve birbirleriyle ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Polietilen (PE) örtülü seralar için yapılan hesaplamalarda I, II, III, IV ve VII nolu araştırmacıların sonuçları kendi arasında ilişkili bulunmuştur. Aynı şekilde V ve X nolu araştırmacıların sonuçları arasında bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. VI, VIII ve IX nolu araştırmacıların yaklaşımlarına göre elde edilen sonuçların diğerlerinden tamamen farklı olduğu ve kendi aralarında da ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

PVC örtülü seralarda yapılan ısı gereksinimi hesaplamaları I, II, IV, V ve X nolu araştırmacıların sonuçları arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde III, VI, VII ve VIII nolu araştırmacıların sonuçları da birbirinden farklı değildir. Bu örtü tipinde IX nolu araştırmacının yaklaşımından elde edilen sonuçlar diğerlerinden farklı bulunmuştur.

Araştırmacı örtü malzemesi interaksiyonuna göre yapılan incelemelerde, aynı araştırmacının farklı örtü malzemelerine göre yapılan ısı gereksinimi hesaplarında da değişimler olabilmektedir. Buna göre, III, V, VII ve X nolu araştırmacılar PE örtülü seralar için yapılan hesaplamaların; IV, VI ve VIII nolu araştırmacıların yaklaşımlarında ise cam örtülü sera için yapılan hesaplamaların diğerlerinden farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. I, II ve IX nolu araştırmacılar ise bütün örtü malzemelerine göre yapılan hesaplamaların birbirinden farklı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5. Sera ısıtma gereksinimleri için istatistiksel analiz (ANOVA) sonuçları
Table 5. Statistical analysis (ANOVA) results for greenhouse heating requirements

Konu/Subject	MS	F	P*
Sera tipi/Greenhouse type	75488.167	128.972	0.000
Örtü malzemesi/Cover material	8882.253	15.175	0.000
Seratipi+örtü malzemesi/ Greenhouse type+cover material	132.072	0.226	0.799

* MS: Kareler ortalaması, F:Test değeri, p:olasılık düzeyi (p<0.01)

* MS: Mean square, F:Test value, p:probability level (p<0.01)

Çizelge 6.Farklı araştırmacıların yaklaşımlarına göre hesaplanan ısı gereksinimleri
Table 6.Calculated heat requirements with different researchers's approach

Araştırmacı Researcher	Örtü malzemesi Cover material			Sera tipi Greenhouse type		
	Cam Glass	PE	PVC	Blok Saddle-roofed	Tekil Wide-span	Yay Arch-roofed
I	136.5c	127.5c	129.7c	118.5cd	136.5c	144.8c
II	132.6cd	124.0c	124.0c	114.6cde	133.3c	140.5c
III	123.1de	122.0c	100.0de	104.5de	139.5c	146.5c
IV	119.5e	129.4c	129.4c	120.5c	138.5c	145.3c
V	139.0c	175.0b	121.1c	161.6b	188.4b	198.5b
VI	71.21f	62.33e	98.9e	57.5f	67.2e	72.4e
VII	125.5de	124.3c	99.4de	116.1cde	132.4c	139.8c
VIII	152.7b	111.0d	109.1d	103.4e	118.7d	124.0d
IX	231.1a	235.7a	225.1a	223.9a	247.4a	279.3a
X	138.6c	174.9b	120.7c	161.5b	188.3b	201.3b

*Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir.

*The values in the same column with different letters are statistically different (p<0.05).

Seralarda son yıllarda en çok kullanılan örtü malzemesi olan polietilen örtü seralar malzemesinde blok, tekil ve yay çatılı blok seralar için yapılan hesaplamalar

incelendiğinde, tekil ve yay çatılı blok seralarda I, II, III, IV ve VII nolu araştırmacıların sonuçları arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Blok seralarda ise I, II, III, IV, VII ve VIII nolu araştırmacıların sonuçları birbiriyle ilişkili bulunmuştur. Bütün sera tiplerinde V ve X nolu araştırmacıların yaklaşımları arasında fark olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bütün sera tiplerinde VI, VIII ve IX nolu araştırmacıların yaklaşımlarına göre elde edilen sonuçların diğerlerinden tamamen farklı olduğu ve kendi aralarında da ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma alanında sera tipi ve örtü malzemesi özelliklerine göre önerilen yedi adet serada, bütün yıl boyunca on araştırmacının yaklaşımlarına göre ısı gereksinimi hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar IX nolu araştırmacının yaklaşımının en yüksek ısıtma yükünü verdiğini göstermektedir. En düşük ısıtma yükleri, Temmuz ayında ısı fazlası olan III nolu araştırmacı dikkate alınmadığında, her iki ayda da VI nolu araştırmacının yaklaşımında ortaya çıkmaktadır. Diğer araştırmacıların yaklaşımlarından elde edilen değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu durum ısıtma ihtiyacının maksimum olduğu Ocak ayında daha net olarak ortaya çıkmaktadır. Araştırma alanında seralarda yıl boyunca üretim yapılabilmesi için Kasım ayından Nisan ayı ortalarına kadar ısıtma yapılması gerekir. Bu aylardaki ısıtma yüklerindeki değişim Ocak ayındakine benzer bir grafik oluşturmaktadır. Isıtma sisteminin projelenmesinde en yüksek ısıtma yükleri dikkate alındığından Ocak ayına ait sonuçların yorumlanması daha doğru olabilir. Sera tipi ve örtü malzemeleri dikkate alındığında en fazla ısıtma yükleri PE örtülü seralarda elde edilmektedir.

Kaynaklar

Anonim, 2014. Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü Kayıtları. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirilme/il-ve-ilceler->

- istatistik.aspx.ANKARA.(Erişim tarihi: 03.04.2014)
- Arın, S. ve S., Akdemir., 2002. Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi B Serisi, Cilt 3, No 1: 89-99.
- Başçetinçelik, A. ve Öztürk, H. 1996. Seralarda Isıtma.TemavYayımları No:1, (Çeviri), Ankara, 214s.
- Baytorun, A. N., 1995. Seralar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 110, Ders Kitapları Yayın No: 29, (Çeviri), Adana, 406s.
- Benli, H. ve A., Durmuş., 2002. Havalı Güneş Kolektörleri ve Gizli Isı Depolama Yöntemi Kullanılarak Sera Isıtılması. Mühendis ve Makine Dergisi, cilt:48, sayı: 569.
- Filiz, M., 2001. Sera İnşası ve Kliması. Üniversite Kitapları:10, Akademi Kitabevi, İzmir, 266s.
- Hakgören, F. ve Kürklü, A., 2007. Sera Planlaması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:6, Antalya, 184s.
- Kendirli, B. ve Çakmak, B., 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanımı, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2, 1, 95-103s., Ankara.
- Olgun, M., B. Kendirli, M. Y. Çelik, 1997. Yalova İlinde Farklı Özelliklerdeki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (3) s:1-7, Ankara.
- Öneş, A., 1986. Sera Yapım Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1165, Ankara, 151s.
- Öztürk, H., 2008. Sera İklimlendirme Tekniği. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Sevgican, A., 1989. Örtüaltı Sebzeçiliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No:19, Yalova.
- Tülücü, K., 2003. Özel Bitkilerin Sulanması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları. Baskı No:1, Adana.
- Tüzel Y., Gül A., Daşgan H.Y., Özgür M., Özçelik N., Boyacı H.F., Ersoy A., 2005. Örtüaltı Tarımdaki Gelişmeler.

- Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri, p. 609–627.
- Worley, J., 2005. Greenhouses Heating, Cooling and Ventilation. The University of Georgia.
- Yağanoğlu, A.V.,2008. Sera Yapım Tekniği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları:200, Erzurum.
- Yağcıoğlu, A., 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:562, İzmir.
- Yavuzcan, G., 1987. İçsel Tarım Mekanizasyonu. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:86, Ders Kitabı:1, Tekirdağ.
- Yüksel, A.N.,1990. Sera Yapım Tekniği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları:200, Erzurum.