

FARKLI SERA KONSTRÜKSİYONLARININ SERA ORTAM KOŞULLARINA VE ISI EKONOMİSİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Nurullah KIRATLI* & Alim İŞİK** & Behçet GÜLENÇ***

ÖZET

Günümüzde, seracılığın ekonomik olarak yapılmasını engelleyen en büyük etken ısıtma giderlerinin yüksek olmasıdır. Isıtma giderleri, toplam sera giderleri içinde en yüksek paya sahiptir. Bu çalışmada, ısıtma giderlerinin azaltılması amacıyla her birisi 36 m² olan; birisi sabit, diğerleri de hacmi %10 oranında küçültülmüş sabit sera, hacmi %20 oranında küçültülmüş sabit sera ve hacmi %30 oranına kadar küçülebilen hacim kontrollü-hareketli seralar kurulmuştur. Çalışmada tasarımı yapılmış bu seralardaki hacim değişiminin; sera içi sıcaklığına, sera içi bağıl nemine ve yakıt ekonomisine etkisi araştırılmıştır.

İki ayrı dönemde yapılan denemeler sonucunda; sera hacmi küçüldükçe, sera içi ortalama sıcaklığını arttırdığı, ortalama bağıl nemin ise azaldığı belirlenmiştir. Sabit seraya göre, %30 oranında hacim küçültmeli sera için bu oranların, sırasıyla %9 ve %12 olduğu, bunun sonucunda ise bu serada %24 oranında ısı ekonomisinin sağlandığı ortaya konmuştur.

1.GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda örtü altı yetiştiriciliği hızla artmaktadır. 2002 yılı verilerine göre örtü altı yetiştiriciliğinin yapıldığı toplam alanın 42213 hektara ulaştığı belirtilmektedir [1]. Kış aylarında, sera içerisindeki sıcaklığı yeterli düzeyde tutabilmek için oldukça büyük boyutlarda ısı enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır [2-3]. Bu konu, araştırmacıları değişik sera konstrüksiyonlarını ve sera ısıtılmasında alternatif ısı kaynaklarını araştırmaya itmiştir. Enerji fiyatlarının giderek arttığı günümüzde, sera ısıtma giderleri de artmaktadır. Seralarda ısı korunumu sağlamak ve enerji tüketimini en aza indirebilmek için bir çok sistem ve yeni örtü malzemeleri geliştirilmiştir [4-5]. Seralarda kullanılan ısı perdeleri ve doğal enerjiden yararlanma olanakları bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Seralarda ısı perdelerinin kullanılması durumunda, gündüzleri sera içerisine giren güneş ışınları da önemli ölçüde azalmakta, bunun sonucunda da bitki gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır [6-8].

Bu çalışmada; ısıtma giderlerinin azaltılması amacıyla farklı sera konstrüksiyonları oluşturularak, bu seraların; domates yetiştiriciliğinde sera içi ortam koşullarına (sera içi bağıl nem ve sıcaklığına) etkileri araştırılmış, jeotermal enerji ve kok kömürü ile sera ısıtılmasına ekonomik etkileri değerlendirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

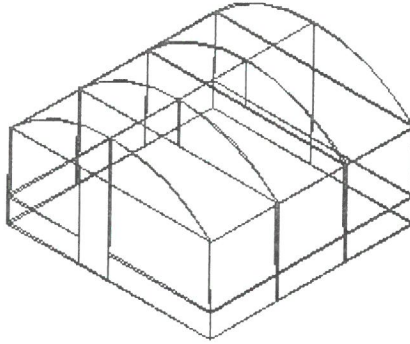
2.1. Materyal

Araştırma, Kütahya-Simav Eynal kaplıcaları bölgesinde kurulmuş ve jeotermal enerji ile ısıtılan prototip plastik seralarda yürütülmüştür.

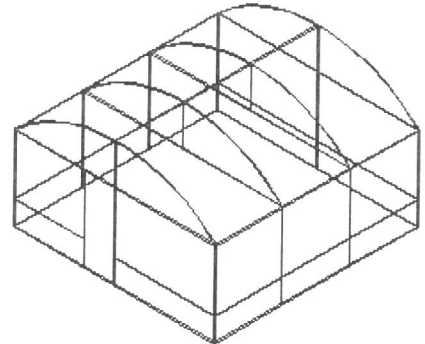
Anahtar kelimeler: Sera, Hacim kontrollü sera, Sıcaklık, Bağıl nem

Araştırmanın yürütüldüğü seraların özellikleri Çizelge 2.1’de verilmiştir. Araştırmada; bir adet sabit sera (A), bir adet hacmi %10 oranında küçültülmüş sabit sera (B), bir adet hacmi %20 oranında küçültülmüş sabit sera (C) ve bir adet hacmi %30 oranına kadar küçültülebilen kontrollü hareketli sera (D) tasarlanmış ve kurulmuştur. Tasarımı yapılan seraların şematik görünüşleri Şekil 2.1’de verilmiştir. Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan seraların teknik özellikleri

Sera Tipi	Genişlik (m)	Uzunluk (m)	Yükseklik (m)	
			Yan Yükseklik	Mahya Yüksekliği
Sabit sera (A)	6	6	2.5	3.70
%10 hacim küçültülmüş sabit sera (B)	6	6	2.16	3.36
%20 hacim küçültülmüş sabit sera (C)	6	6	1.81	3.01
%30 hacim küçültülmüş hacim kontrollü-hareketli sera (D)	6	6	1.47-2.5	2.67-3.70



a) Hareketli sera



b) Sabit sera

Şekil 2.1. Araştırmada kullanılan seraların şematik görünüşleri

Araştırma; 17 Şubat- 25 Ağustos 2002 ve 26 Ağustos 2002- 27 Şubat 2003 tarihleri arasında iki ayrı deneme olarak yürütülmüş ve sera içerisine dikilen Elif 144 hibrit domates fideleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Seralarda örtü malzemesi olarak, çift kat kalınlığı 0,35 mm olan tek kat %6 UV katkılı PE örtü kullanılmıştır. Her seranın ısınması için gerekli ısınma suyu termostatlı vanalar yardımıyla kontrollü olarak verilmiştir. Seralar içerisindeki sıcaklık ölçümünde max-min termometre, bağıl nem oranının ölçümünde ise higrometre kullanılmıştır.

2.1. Metot

Her seraya eşit sayıda ve aynı günde, Elif 144 hibrit domates fidesi dikilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde, yörede uygulanan standart yetiştirme tekniği uygulanmış ve seralara göre işlem farklılığı oluşmamasına dikkat edilmiştir. Seralardaki sıcaklık ve nem ölçümleri; tüm üretim sezonu boyunca her gün saat 8⁰⁰’de, 13⁰⁰’de ve 20⁰⁰’de yapılmıştır. Yapılan ölçümler, istatistiksel analizlerle sera tipine göre değerlendirilmiştir.

Seçilen sera hacimlerinin sonuçlara etkileri, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi ile incelenmiş ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu aralık testi kullanılmıştır. Her bir seranın ısı ve yakıt gereksinimleri, jeotermal ve kok kömürü için ayrı ayrı hesaplanarak [9] hacim kontrolünün ısı ekonomisine etkisi belirlenmiştir. Seralardaki yakıt gereksinimleri ve birim yakıt bedellerinin belirlenmesinde, yörede jeotermal ve kok kömürü ile ısıtmada uygulanan 2003 yılı fiyatları esas alınmıştır. Kok kömürü bedeli 120 000 000TL/ton, Jeotermal enerji bedeli ise 60 000 000TL/da olarak alınmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.Sera İçi Ortam Koşulları

Sera içi ortalama sıcaklığı değerlerinin aylara, ölçüm zamanlarına ve sera tiplerine göre değişimleri Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1'de, bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2'de; ortalama bağıl nem değerlerinin aylara, ölçüm zamanlarına ve sera tiplerine göre değişimleri Çizelge 3.3 ve Şekil 3.2'de, bu değerlere ilişkin varyans analizi sonuçları da Çizelge 3.4'de verilmiştir.

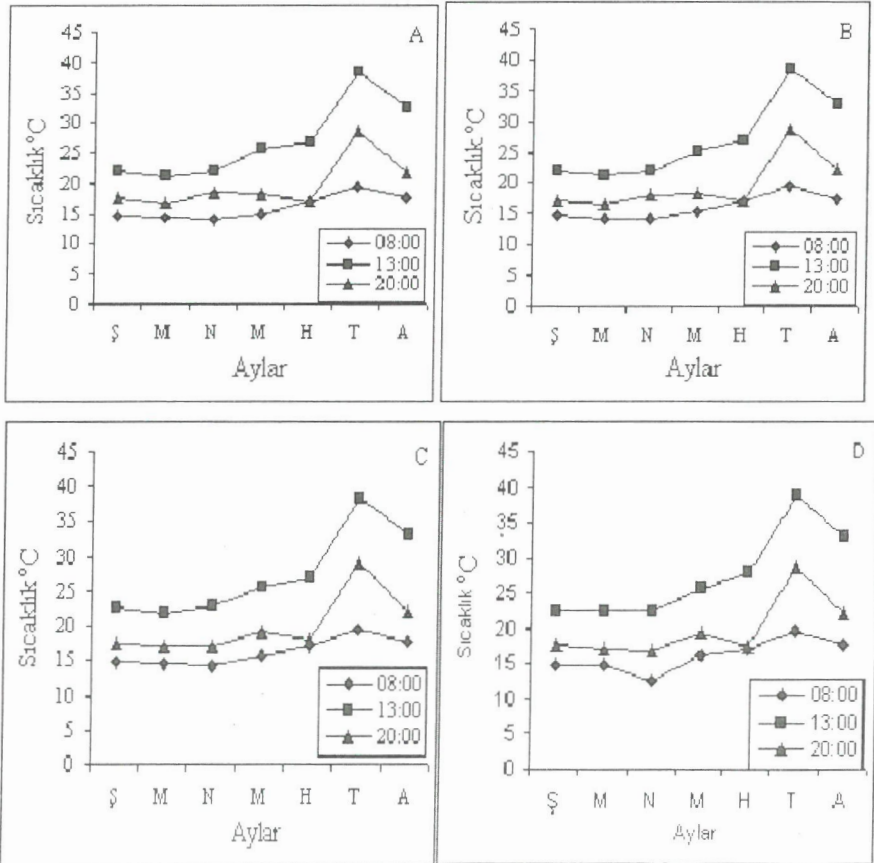
Çizelge 3.1. Sera tipine, ölçüm zamanına ve aylara göre sera içi ortalama sıcaklıkları (°C)

Sera Tipi	Ölçüm Saati	Aylar								Ort.
		Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağ.	Ort.	
A	8 ⁰⁰	14,58	14,19	14,10	14,87	17,13	19,33	17,55	15,90	20,86c
	13 ⁰⁰	22,08	21,06	22,00	25,47	26,86	38,41	32,60	26,93	
	20 ⁰⁰	17,58	16,64	18,36	18,12	17,13	28,67	21,70	19,74	
	Ort.	18,08	17,30	18,15	19,49	20,37	28,80	23,95	20,88	
B	8 ⁰⁰	14,66	14,25	14,20	15,29	17,16	19,35	17,57	16,07	21,18b
	13 ⁰⁰	22,00	21,25	22,00	25,12	26,90	38,41	32,90	26,94	
	20 ⁰⁰	17,31	16,74	18,21	18,38	17,23	28,67	22,15	19,81	
	Ort.	17,99	17,41	18,14	19,60	27,22	28,81	24,21	21,91	
C	8 ⁰⁰	14,76	14,64	14,26	15,77	17,16	19,35	17,60	16,22	21,17b
	13 ⁰⁰	22,66	21,67	22,85	25,51	27,12	38,41	33,15	27,34	
	20 ⁰⁰	17,33	16,96	17,16	19,09	18,01	28,92	22,2	19,95	
	Ort.	18,25	17,76	18,09	20,12	20,76	28,89	24,32	21,17	
D	8 ⁰⁰	14,91	14,70	12,53	16,32	17,16	19,61	17,65	17,16	22,65a
	13 ⁰⁰	22,50	22,35	22,36	25,54	27,90	38,58	32,90	27,45	
	20 ⁰⁰	17,83	16,96	16,90	19,51	17,28	28,74	22,15	19,91	
	Ort.	18,41	18,00	17,99	20,46	20,78	28,98	24,23	20,09	
Genel ort.		18,18	17,62	20,07	19,92	21,01	28,87	24,18	21,47	

Çizelge 3.2. Sera içi ortalama sıcaklık değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P (Olasılık)
Tekerrür (Ay)	6	1252,74	208,80	49,53 ^{xx}	0,000
Sera Tipi	3	1,22	0,40	0,10 ^{ns}	0,245
Ölçüm Zamanı	2	1872,67	936,50	222,14 ^{xx}	0,000
İnteraksiyon	6	0,84	0,14	0,03 ^{ns}	0,999
Hata	66	278,20	4,20		
Genel	83	3405,67			

<xx>: %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli, <ns> :İstatistiksel olarak önemsiz



Şekil 3.1. Sera içi ortalama sıcaklığının, sera tipine, aylara ve ölçüm zamanına göre değişimi

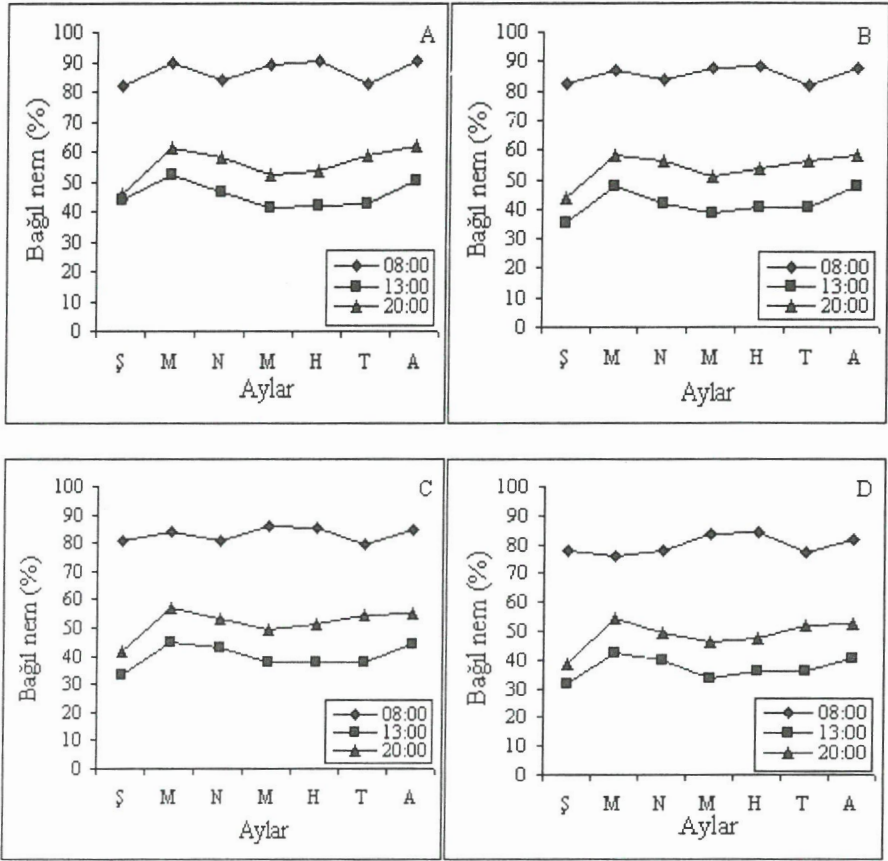
Çizelge 3.3. Sera tipine, aylara ölçüm zamanına göre sera içi ortalama bağıl nemleri (%)

Sera Tipi	Ölçüm Saati	Aylar								Ort.
		Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağ.	Ort.	
A	8 ⁰⁰	81,75	89,77	84,00	89,29	90,06	82,80	90,20	86,84	62,78a
	13 ⁰⁰	43,91	52,54	46,50	41,51	42,10	42,51	50,50	45,65	
	20 ⁰⁰	45,58	61,41	57,86	52,48	53,33	58,77	61,70	55,88	
	Ort.	57,08	67,91	62,79	61,09	61,83	61,36	67,47	62,78	
B	8 ⁰⁰	82,58	86,96	83,70	87,77	88,40	81,48	87,40	85,47	60,37b
	13 ⁰⁰	35,50	48,00	41,80	38,87	40,30	40,22	47,45	41,73	
	20 ⁰⁰	43,50	58,48	55,90	51,09	53,40	56,58	58,41	53,91	
	Ort.	53,86	64,48	60,47	59,24	60,70	59,43	64,43	60,37	
C	8 ⁰⁰	80,75	84,12	80,70	86,09	85,10	79,22	84,60	82,94	58,18b
	13 ⁰⁰	33,25	44,77	42,80	37,93	37,80	38,19	44,30	39,86	
	20 ⁰⁰	41,66	57,35	53,12	49,19	51,40	54,25	55,20	51,74	
	Ort.	51,89	62,08	58,87	57,74	58,10	57,22	61,37	58,18	
D	8 ⁰⁰	77,83	75,83	78,13	83,80	84,30	76,96	81,40	79,75	55,17c
	13 ⁰⁰	31,58	42,16	40,06	33,83	35,90	36,12	40,55	37,17	
	20 ⁰⁰	38,75	54,25	49,15	46,54	47,26	51,90	52,30	48,59	
	Ort.	49,39	57,41	55,78	54,72	55,82	54,99	58,08	55,17	
Genel ort.	53,05	62,97	59,48	58,20	59,11	58,25	62,84	48,04	59,13	

Çizelge. 3.4. Sera içi ortalama bağıl nem değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P (Olasılık)
Tekerrür (Ay)	6	806,25	134,40	15,74 ^{xx}	0,000
Sera Tipi	3	661,74	220,60	25,84 ^{xx}	0,000
Ölçüm Zamanı	2	27288,07	13644,00	1598,31 ^{xx}	0,000
İnteraksiyon	6	13,65	2,30	0,27 ^{ns}	0,950
Hata	66	563,41	8,53		
Genel	83	29333,13			

<xx>: %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli. <ns> : istatistiksel olarak önemsiz



Şekil 3.2. Sera içi ortalama bağıl neminin sera tipine, aylara ve ölçüm zamanına göre değişimi

Çizelge ve şekillerde de görüldüğü gibi; sera tipinin, ölçüm yapılan ayların ve gün içindeki ölçüm saatinin, sera içi ortam sıcaklığı üzerine etkisi önemlidir. Sera içi ortalama sıcaklığı; öğle saatinde en yüksek değerde iken, akşam ve sabah saatlerinde daha düşük çıkmıştır. Sera içi sıcaklık değeri, hacim kontrollü-hareketli serada ortalama 22,65 °C ile en yüksek değerde iken, en düşük sıcaklık sabit serada 20,86 °C olarak gerçekleşmiştir. Ortalamaların çoklu karşılaştırması sonucunda; D serası ayrı bir grup, C ve B seraları ayrı bir grup, A serası ise ayrı bir grup oluşturmuştur. Diğer bir ifade ile, sera içi ortalama sıcaklık değerleri D tipi serada diğerlerine göre önemli derecede yüksektir. Bu serada A serasına göre %8,5 oranında sıcaklık artışı sağlanmıştır.

Sera içi bağıl nem oranları; aylara, sera tipine ve ölçüm zamanlarına göre önemli derecede farklılık göstermiştir. Sera tipi ve ölçüm zamanı, bağıl nem oranı üzerine etkili olurken, interaksiyon önemsizdir.

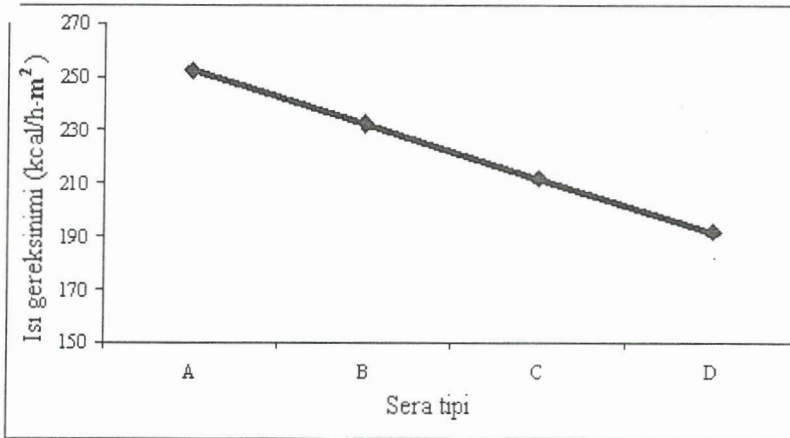
Genel olarak, sera hacminin küçülmesiyle sera içi bağıl nem değerleri düşmekte, sabah saatlerinde daha yüksek olan bağıl nem değerleri, öğle ve akşam saatlerinde azalmaktadır. Sera hacmine bağlı olarak bağıl nem değerlerinin düşmesi, seralardaki ortam sıcaklığının artmasından kaynaklanmıştır [10]. Ortalamaların çoklu karşılaştırılması sonucunda en yüksek ortalama bağıl nem değeri ile sabit sera ayrı bir grubu oluştururken, %10 ve %20 oranında hacim küçültmeli sabit seralar ayrı bir grup, hacim kontrollü-hareketli sera ise ayrı bir grup oluşturmuştur. Yani, hacim kontrollü-hareketli serada bağıl nem değeri, diğerlerine göre önemli derecede düşüktür. Bu serada bağıl nem, kontrol serasına göre yaklaşık %14 oranında azalmıştır.

3.2. Seraların Isı ve Yakıt Gereksinimleri

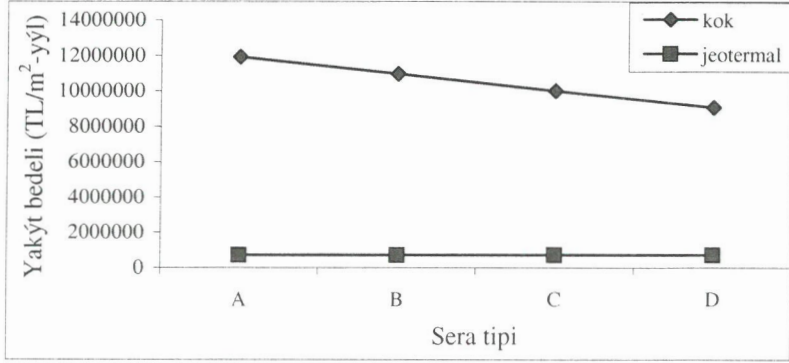
Sera tipine ve enerji kaynağı cinsine göre, birim ısı ve yıllık yakıt gereksinimleri ile birim yakıt bedellerinin değişimleri Çizelge 3.5’de ve Şekil 3.3-3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Sera tipine göre yıllık ısı ve yakıt gereksinimi değerleri

Sera tipi	Isı İhtiyacı (kcal/m ² -h)	Çalışma süresi (h/yıl)	Isı İhtiyacı (kcal/m ² -yıl)	Yakıt Gereksinimi (kg/m ² -yıl)		Yakıt bedeli (000 TL/m ² -yıl)		Yakıt Bedeli Değişimi (%)	
				Kok	Jeoter.	Kok	Jeoter.	Kok	Jeot.
A	252,3	2457	619901	95,3	1252,1	11921	720	-	-
B	232,3	2457	570761	87,8	1153,1	10976	720	-8	-
C	211,8	2457	544963	80,1	1051,2	10007	720	-16	-
D	191,8	2457	471253	72,5	952,1	9063	720	-24	-



Şekil 3.3. Birim ısı gereksiniminin sera tipine göre değişimi



Şekil 3.4. Birim yakıt bedelinin sera tipine ve yakıt cinsine göre değişimi

Çizelge ve şekiller incelendiğinde; sera tipine göre birim ısı gereksiniminin sera hacminin küçülmesiyle azaldığı, buna bağlı olarak da yıllık yakıt gereksiniminin düştüğü görülmektedir. Yakıt bedeli; kok kömürü ile ısıtmada yakıt gereksinimine paralel olarak azalırken, jeotermal enerji ile ısıtmada birim alan üzerinden sabit fiyat uygulaması nedeniyle sera tipine göre değişim göstermemektedir.

Kok kömürü ile ısıtma dikkate alındığında, A serasına göre; D serasında %24, C serasında %16, B serasında ise %8 oranında ısı ve yakıt tasarrufu, dolayısıyla da aynı oranlarda yakıt ekonomisi sağlamaktadır. Ülkenin çoğu yerinde sera ısıtmasında kok kömürünün de yer aldığı fosil enerji kaynakları kullanımının yaygın olduğu göz önüne alındığında, hacim kontrollü sera konstrüksiyonu ile sağlanan bu tasarrufun, ülke ekonomisine önemli bir katkı olacağı açıktır. Diğer yandan, alçak plastik tünellerde ve seralarda, ısı perdesi kullanımının sera içi sıcaklığını artırarak ısıtma maliyeti düşürdüğü ve %35-40'a yakın bir ısı tasarrufu sağlayabileceği belirtilmektedir [11, 12, 13].

4.SONUÇLAR

Bu araştırma sonucunda; değişik sera iç hacimlerine sahip sera konstrüksiyonlarının sera içi sıcaklık ve bağıl nemi değişiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Hacim kontrollü-hareketli sera ile sağlanan %30 oranındaki hacim küçülmesi, sera içi ortalama sıcaklığını yaklaşık %9 oranında artırırken, sera içi ortalama bağıl nemini ise yaklaşık %12 oranında azaltmıştır. Sera içi ortam koşullarındaki bu değişim, klasik konstrüksiyona göre hacim kontrollü sera konstrüksiyonunun %24'lere varan ısı tasarrufu ve yakıt ekonomisi sağlamasına yol açmıştır. Seracılıkta ısıtma giderlerinin, toplam üretim giderleri içindeki payının en yüksek değerde olduğu göz önüne alındığında, elde edilen bu tasarrufun oldukça önemli bir değer olduğu söylenebilir. Diğer yandan, hacim kontrollü hareketli serada, ürünün hasadının iki hafta daha erken yapılabilmesi de, ürünün daha yüksek satış bedeli ile pazarlanabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu da üreticinin gelir düzeyinin artması açısından çok önemli bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

- [1] Anonymous, *VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı*, Örtü Altı Sebzeçiliği Özel İhtisas Grubu Komisyon Raporu, Seracılık Araştırma Enstitüsü, Antalya (1993), 36-66.
- [2] Anonymous, *Tarist İstatistiksel Paket Programı*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, (1993) Bornova/İZMİR.
- [3]Başçetinçelik, A., and Öztürk, H.H., *Seralarda Ortam Kontrolü*, II. Seracılık Sempozyumu, (1997) Simav/KÜTAHYA, 67-68.
- [4]Bailley, B.J., *The Evaloution of Thermal Screens in Glasshouse on Commerical Nursries*, Acta Horticulturae, Vol. 115, (1981) 633-640.
- [5] Mills, P.J.W., Smiths, I.E., and Marais, G., *Greenhouse Construction Desingn*, Acta Horticulturae, 181, (1990) 84-87.
- [6] Macit, E., *Seralarda Domates Yetiştiriciliği*, II. Seracılık Sempozyumu, Cilt I, (1997), Simav/KÜTAHYA, 77-84.
- [7] Sevican, A., *Örtü Altı Sebzeçiliği*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, (1999), Bornova/İZMİR, , 19-67.
- [8]Cockshull, K.E., *The Unflance of Energy Conservation on Crop Productivity* , Acta Horticulturae, Vol. 9, (1989), 121-129.
- [9] Kıratlı, N., *Çelik konstrüksiyonlu hacim kontrollü sera tasarımı, enerji korunumu ve ısıtma borularının korozyon özelliklerinin araştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2003), Sıhhiye-Ankara,84-88.
- [10] Demir, Y., Baklaya, A., Cemek, B., *Seralarda çevre bitki ilişkisi ve çevre şartlarının etkisi*, II seracılık sempozyumu, (1997), Simav/KÜTAHYA,21-24.
- [11] Tüzel, Y., *Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Enerji Koruma Sistemleri Üzerine bir Araştırma*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (1989), Bornova/İZMİR,36-42.
- [12] Karunç,A., *Tarım ve köy işleri bakanlığı sera tiplerinin Antalya koşullarında yeterliliği, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, (1993), Ankara, 72-79.
- [13] Harzadın, G., *Sera yapısal teknolojilerindeki istenen özellikler, II Seracılık Sempozyumu*, (1997), Simav/Kütahya, 78-81.

ABSTRACT

THE EFFECT ON GREENHOUSE AIR CONDITIONS AND HEATING ECONOMY OF DIFFERENT GREENHOUSE DESIGNS

Currently, high heating cost in greenhouses is a main drawback for their widely use. The heating cost has the highest percentage of the total production cost. In this research, in order to reduce the heating cost four greenhouses which are 36 m² were constructed. One of these greenhouses had a fixed volume while the others were reduced by 10%, 20% and 30% (variable vertically). The effect of variable volume on the temperature, relative humidity and fuel economy in the greenhouse was investigated.

Two different experiment periods showed that volume control affected temperature, relative humidity and fuel need in the greenhouses. In the greenhouse reduced volume 30%, temperature increased 9%, relative humidity reduced %12 and fuel need reduced 24% according to traditional greenhouse.

Key Words: Greenhouse, Volume controlled greenhouse, Temperature, Relative humidity

* : Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, 06500, ANKARA- TURKEY

** : Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Dumlupınar Üniversitesi,
43500, KÜTAHYA- TURKEY

***: Metal Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi,
06500, ANKARA-TURKEY