



Balıkesir Koşullarında Sera Isı Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Önder Genç¹, Ahmet Nedim Yüksel^{1*}, Can Burak Şişman¹
Erhan Gezer¹

¹Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü 59030 Tekirdağ
*e-mail: anyuksel@nku.edu.tr; Telefon: 0 282 293 14 42-215; Fax: 0 282 293 14 89

Geliş Tarihi: 9.08.2009, Kabul Tarihi: 14.02.2010

Özet: Seralar bitkilerin yetişme periyodunda uygun iklim şartlarını optimum düzeyde sağlayan kontrollü yetiştirme ortamlarıdır. Soğuk gün ve gecelerde sera içerisinde bitkiler için uygun sıcaklık değerlerinin oluşturulması seraların ısıtılması ile mümkündür. Bu çalışmada, Balıkesir ilindeki mevcut bir seranın ve yöreye uygun sera modellerinin ısı gereksinimleri hesaplanmış, hesaplanan ısı gereksinimlerini karşılayacak farklı yakıt miktarları ve maliyetleri belirlenmiş ve yöreye uygun sera modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan üç farklı sera örtü malzemesi seçilmiş ve sera iç sıcaklığının 10°C ve 20°C de tutulması için gerekli ısı gereksinimleri ve yakıt giderleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda çift katlı (PE) plastik örtü malzemesi kullanılması halinde seralarda ısı ihtiyacının en az olduğu tespit edilmiştir. Seraları ısıtmak amacıyla yerli linyit kömürü ve ithal Sibiry kömürünün yakıt olarak tercih edilmesi durumunda daha ekonomik bir yetiştiriciliğin yapılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Balıkesir, sera, ısıtma, ısı gereksinimi, yakıt giderleri.

Determinating of Heating Amounts of Greenhouses at Balıkesir Climatic Conditions

Abstract: The greenhouses are controlled growing environments to establish a suitable climatologic condition for the plants during growing period. It is necessary to heat up the greenhouses to ensure appropriate temperature for the plants, when the cold periods occur.

In this study, the heating requirements were calculated for a certain greenhouse in Balıkesir and appropriate greenhouse models. Additionally, quantities and costs of different heating source were determined for those greenhouses. For this aim, three different types of cover materials were selected, and the heating requirement and the cost were computed assuming the inside temperatures were 10 and 20°C. According to these calculations, double-layered plastics cover (PE) was the most suitable, in order to minimize the heating requirement. Since, the region climate is suitable for greenhouse proovetion, lignite coal and Siberia coal were suggested for the heating.

Key Words: Balıkesir, greenhouse, heating, heat requirement, fuel expenditure.

Giriş

Ülkelerin geleceğe yönelik gıda ihtiyaçlarının nüfus artışı da dikkate alınarak karşılanabilmesi için, mevcut tarım üretiminin daha ucuz ve verimli duruma getirilmesi gerekmektedir. Günümüzde tarım alanlarının arttırılamaması, arazilerin parçalanarak küçülmesi, tarım alanlarının amaç dışı kullanımının artması ve birim alandan alınan ürün miktarı ve kalitesinin yeterli olmaması nedeniyle tarımsal üretimin karlılığı azalmaktadır. Bu nedenle birim alandan elde edilen karlılığı artıran uygulamaların önemi her geçen gün daha artmaktadır. Bitkisel üretimin kontrollü koşullarda gerçekleştirilmesi birim alandan alınan verimi ve karlılığı artıran uygulamaların en başında gelmektedir (Coşkun ve Filiz, 1996). İklim koşullarının kontrol altında tutulduğu ve tüm yıl boyunca üretimin yapılabildiği uygulamalara seracılık adı verilmektedir. Seralar, iklimle ilgili çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan, sıcaklık, ışık ve nem gibi faktörlerin denetim altında tutulmasıyla bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle, bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak ve sergilemek amacıyla, cam, plastik v.b ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan bitkisel üretim yapılarıdır (Öneş, 1986; Yağanoğlu ve Örüng, 1997; Yüksel, 2000).

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).

Sera iklimlendirilmesi yapay olarak sağlandığından enerji harcamaları oldukça fazladır. Seralarda 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 yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Bu nedenle yetiştiriciler genellikle seraların ısıtılmasını mümkün olan en düşük seviyede yapmaya, diğer bir deyişle sadece dondan korunmak amacıyla yapmaya çalışmaktadırlar. Bu durum ise seracılıktan beklenen faydanın tam olarak elde edilememesine yol açmaktadır. Ancak seralarda ısı korunumu önlemleri ile bu harcamalar en aza indirilebilmekte ve fayda maksimize edilebilmektedir (Yağcıoğlu, 1999).

Sera ısı gereksinimi, seradan kaybolan ısı miktarına bağlıdır. Bir seradan ısı kaybı, ısı transferinin üç şekli olan konveksiyon, 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 (Worley, 2005).

Seralarda, ısıtma gereksinimlerini karşılamak amacıyla çok çeşitli ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Seralarda özellikle ısıtma sistemleri daha büyük önem arz etmektedir. Bu ısıtma sistemleri buhar veya sıcak sulu radyatörlü sistemler, fosil yakıt kullanılan ısıtma sistemleri, elektrikli ısıtıcılar ve benzerleridir. Bu sistemler genelde seralarda ısıtma yükü ihtiyacını karşılamaktadır. Fakat bu tür sistemlerde sıcaklık dağılımı, dış ortam hava koşullarından oldukça çok etkilenir (Benli ve Durmuş, 2002).

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 üfleyci ısıtma sistemleri seçilebilir (Tekinel ve Baytorun, 1990).

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 ve enerji harcamalarını azaltmak amacıyla, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle v.b) kullanılması ve ısı kayıplarını azaltıcı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır (Yağcıoğlu, 1999).

Genel olarak verimli arazilere sahip olan Balıkesir her türlü sebze ve meyvenin yetiştirildiği bir ilimizdir. Üretilen sebze ve meyveler genel olarak üreticiler tarafından semt pazarlarında taze ve ucuz olarak satılmaktadır. Balıkesir ilinin tarımda kullanılan arazi dağılımına bakıldığında, tarla arazisi %72.78, sebzelik %7.57, meyvelik %1.86, bağlar %0.76, zeytinlik %16.65, dutluk %0.38 olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2007a). Balıkesir ilinde örtü altı yetiştiriciliği toplam 7.1 ha alanda yapılmaktadır. Bu alanın 0.9 ha cam sera, 6.1 ha PE sera ve 0.1 ha alçak tünellerden meydana gelmektedir (Sevgican ve ark., 2000).

Güneş enerjisinden yararlanabilme potansiyeli bakımından Balıkesir ili içerisinde Ayvalık ve Edremit çevresi büyük bir potansiyele sahip iken; Bandırma ve Dursunbey çevresinde yeterli düzeyde olmadığı gözlenir. Yıllık ortalama sıcaklıklar Edremit 16.2 °C, Bandırma 14.1 °C, Balıkesir 14.5 °C, Dursunbey 12.1°C olarak şekillenir. Yöre rüzgâr bakımından dikkati çeken bir saha olarak ifade edilebilir. Poyraz ve Etesiyen olarak ifade edilen kuzey yönlü rüzgârlar egemendir. Hâkim rüzgâr yönü olarak kuzey-kuzeydoğu dikkati çekmektedir. Balıkesir genelinde rüzgar hızı bakımından kış ve ilkbahar döneminde bir azalma, yaz ve sonbahar döneminde bir artış dikkat çekmektedir (Anonim, 2007b).

Bu araştırmada Balıkesir ilinde mevcut örnek bir seraya ait iç sıcaklık değerleri detaylı bir şekilde izlenerek bu seranın ısıtma yükü belirlenmesi, yörenin topoğrafik yapısını ve iklim özelliklerini (hâkim rüzgârlar, güneşlenme, sıcaklık, bağıl nem, donlu gün sayısı vs.) dikkate alarak yöreye uygun sera modellerinin geliştirmesi ve geliştirilen sera modelleri için yetiştirilecek ürünler için minimum ve optimum koşullarda ısıtma yüklerinin belirlenmesi ve ısıtma maliyetlerinin belirlenerek karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Balıkesir iline bağlı olan köylerde yapılan gözlemler sonucunda Ayşebacı köyünde bir adet serada ısıtma sisteminin kullanıldığı tespit edilmiş ve araştırma materyali olarak seçilmiştir. Belirlenen seranın uzunluğu 35 m, genişliği 24 m, yan duvar yüksekliği 2.2 m ve mahya yüksekliği 1.6 m dir. Serada 1x7 m'lik 6 adet havalandırma penceresi bulunmaktadır. Örnek sera silindirik çatıya sahip blok seradır ve örtü malzemesi olarak çift katlı PE kullanılmaktadır. Örnek serada sera iç sıcaklığını 10°C'de tutmak amacıyla sıcak havayla ısıtma yapılmaktadır. İşletme sahibi domates ve salatalık yetiştiriciliği yapmaktadır.

Araştırma materyalini oluşturan sera boyutları temel alınarak üç farklı örtü malzemesi kullanılarak inşa edilecek sera modelleri planlanmış ve projeleri hazırlanmıştır.

Araştırmada materyal olarak seçilen mevcut seranın ve hazırlanan sera modellerinin ısıtma yüklerinin belirlenmesinde kullanmak amacıyla Ankara Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 2006 yılı iklim verileri ile yöreye ait uzun yıllar ortalama iklim verileri temin edilerek kullanılmıştır. Balıkesir iline ait uzun yıllar ortalama iklim verileri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Balıkesir ili uzun yıllara ait iklim verileri (Anonim, 2006)

İklim verileri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En düşük sıcaklık (°C)	-21.8	-13.1	-7.9	-2.8	0.6	4.0	9.1	6.0	4.5	-2.3	-7.6	-12.9
Max sıcaklık (°C)	20.1	23.4	30.7	35.2	38.5	39.8	41.6	43.7	39.4	36.1	28.7	25.7
Ort. sıcaklık (°C)	4.9	6.0	7.8	12.8	17.8	22.1	24.6	24.5	20.5	15.7	11.1	7.1
Ort. buhar basıncı (mb)	7.3	7.4	7.7	9.8	12.8	14.9	16.3	16.3	14.1	12.0	10.4	8.5
Ort. nisbi nem (%)	81	78	73	68	65	58	54	55	61	69	78	82
Ort. yağış (mm)	99.3	80	62.3	48.1	39.2	26.5	26.5	9.9	7.7	18.3	42.2	72.0
Güneşten kazanılan ısı miktarı (Kkal.m ⁻² .h ⁻¹)	7010	9782	13779	21647	26593	28946	29569	26501	19827	12556	8419	6750
Ort. kar yağışlı gün sayısı	1.7	1.5	0.6	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.5
Ort. dolulu gün sayısı	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1
Ort. kırılgıl gün sayısı	5.8	5.4	5.8	0.6	0.1	-	-	-	-	0.4	2.4	5.0
Ort. rüzgar hızı (m/s)	2.9	3.2	3.4	2.7	2.3	3.0	4.1	4.1	3.5	2.6	2.2	2.6
Ort. toprak sic. (°C) (20 cm)	5.8	6.1	8.6	13.6	19.4	23.5	25.5	25.4	21.7	16.8	12.2	8.4
En düşük toprak sic. (°C) (20 cm)	-3.8	0.7	2.6	6.1	10.6	16.2	20.2	17.8	12.8	9.5	2.9	1.6

Yöntem

Araştırma arazi çalışmaları ve büro çalışmaları olarak iki kısımda yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında, araştırmanın materyalini oluşturan seranın teknik özellikleri ve üretim dönemindeki sera iç sıcaklık değerleri ölçülmüştür.

Arazi çalışmaları sonucunda mevcut seraya ait bilgiler elde edildikten sonra büro çalışmalarına geçilmiştir. Büro çalışmalarında mevcut seraya ait belirlenen iç sıcaklık ve 2006 yılı dış hava sıcaklık verilerinden yararlanılarak ısıtma yükü Yüksel (2000) de verilen yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Isıtma yükü sera iç sıcaklığının 10 °C ve 20 °C olması

durumları için ayrı ayrı belirlenmiştir. Sera iç sıcaklığı için seçilen bu değerler domates ve salatalık yetiştiriciliğinde gerekli olan minimum ve optimum sıcaklık değerleridir. Tülücü (2003) domates tohumlarının 10 °C ve üstünde çimlendiğini ve optimum büyüme için en uygun sıcaklık isteğinin 20–27 °C arasında olduğunu belirtmiştir. Meyve bağlamasının 30 °C üstünde ve 10 °C altında çok zayıf gerçekleştiği belirtilmektedir. Genellikle gelişme süresi 100–140 gün arasındadır. Salatalık, tohumlarının çimlenme sıcaklığı 16–35 °C arasında, meyve gelişimi için optimum sıcaklık 20–30 °C'dır. Bu nedenle sera iç sıcaklığının 10-20 °C arasında olması domates ve salatalık yetiştiriciliği için yeterli olmaktadır.

Araştırma materyalini oluşturan seranın ısı gereksinimi hesaplandıktan sonra aynı boyutta cam, tek katlı plastik ve çift katlı plastik örtü malzemeleri kullanılarak oluşturulan sera modellerinin uzun yıllar iklim verilerinden yararlanılarak ısı gereksinimleri hesaplanmıştır. Isı gereksinimleri belirlenen sera modellerinin teknik özellikleri Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge.2. Araştırmada kullanılan sera modellerinin ölçüleri ve hesaplanan değerleri

Sera / Çatı Tipi	Cam sera (Beşik çatı)	Plastik sera (Silindirik çatı)	
	Cam	PE Tek kat	PE Çift kat
Örtü malz. Kalınlığı (mm)	3.8	0.2	0.4
Sera boyu(m)	35	35	35
Sera yüksekliği (m)	2.2	2.2	2.2
Sera genişliği (m)	24	24	24
Taban Alanı (m ²)	840	840	840
Sera çatı alanı (m ²)	943.8	871.5	871.5
Toplam yüzey alanı (m ²)	1241.8	1191.4	1191.4

Araştırma materyalini oluşturan mevcut serada ve projelenecek model seralarda ısı gereksinimleri belirlendikten sonra bu ısının odun, yerli linyit kömürü, ithal Sibirya kömürü, fuel oil, doğal gaz ve elektrik gibi farklı yakıtların kullanılması durumunda ortaya çıkacak ısıtma giderleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

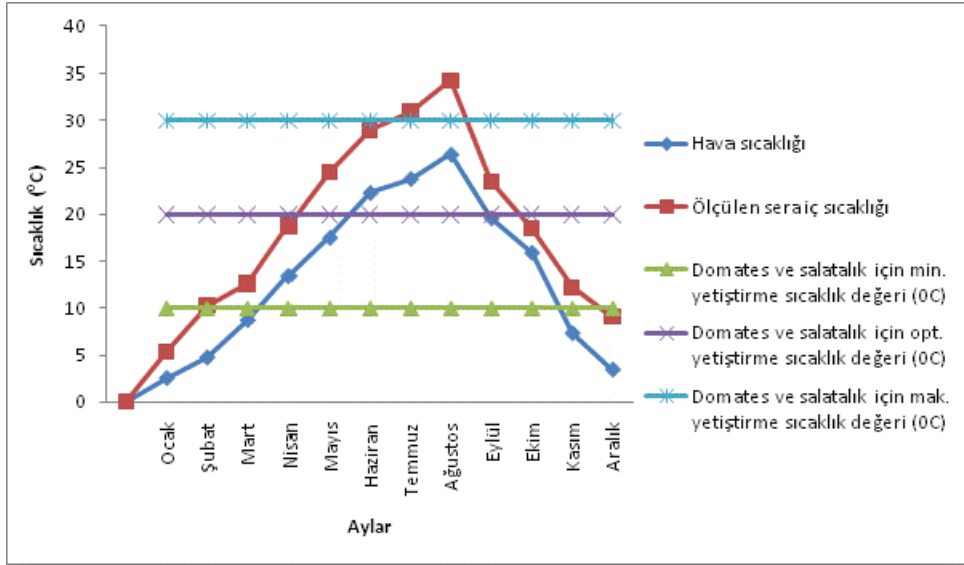
Elde edilen sonuçlar doğrultusunda mevcut seranın ve farklı örtü malzemesi kullanılan model seraların ısı gereksinimleri ve yakıt masrafları dikkate alınarak yöreye uygun sera modeli belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

İklim Verilerinin Değerlendirilmesi

Araştırma serasında ölçülen sera iç sıcaklıkları ve 2006 yılına ait iklim verileri ile domates ve salatalık yetiştiriciliği için gerekli minimum, maksimum ve optimum sıcaklık istekleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi Balıkesir ilinde 2006 yılında en düşük sıcaklıklar Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında ölçülmüştür.

Araştırma serasında belirlenen sera iç sıcaklığı domates ve salatalık için minimum sıcaklık değeri olan 10°C'nin altına Aralık, Ocak ve Şubat aylarında düşmüştür (Şekil 1). Mart ve Nisan aylarında sera içi sıcaklığı domates ve salatalık için optimum sıcaklık değeri olan 20°C altında kalmış, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında ise 20°C'nin üzerine çıkmıştır. Ölçülen sera iç sıcaklıkları incelendiğinde Temmuz ve Ağustos aylarında belirtilen ürünler için soğutmanın yapılması gerektiği görülmektedir. Araştırma serasında ölçülen iç sıcaklıklara ve bitki isteklerine göre, Mart ve Nisan aylarında bitkilerin optimum sıcaklık isteklerinin karşılanamadığı, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise optimum sıcaklık değerinin aşıldığı görülmektedir. Optimum bitki istekleri açısından Ekim-Nisan ayları arasında ısıtma yapılması, Haziran-Ağustos ayları arasında ise soğutma yapılması gerekmektedir.



Şekil 1. 2006 yılı aylara göre ortalama sera iç ve dış sıcaklık değerleri ve domates (yetiştirilme dönemlerindeki) salatalık sebzelerinin minimum, optimum ve maksimum sıcaklık istekleri (Tülücü, 2003).

Seralarda Güneşten Kazanılan Isı Enerjisi

Ülkemiz seralarında ısıtma sadece bitkileri dondan korumak amacıyla yapıldığı için, seralarının ısınmasında en önemli unsur güneş ışınlarıdır. Güneşten gelen enerjinin % 25-35'i sera örtü yüzeyi, % 10'u ise yapı malzemesi tarafından tutulmaktadır. Geriye kalan % 55-65'lik kısım ise sera içerisine girmekte ancak bu güneş enerjisinin % 10'u yansımaya kaybolmaktadır. Böylece güneşten gelen toplam ısı enerjisinin serada yararlı şekilde dönüşen kısmı yaklaşık olarak % 45-50 arasındadır (Yüksel, 2000). Çizelge 1'de aylara göre güneş ışınlamından kazanılan ısı enerji miktarı görülmektedir. Çizelgeden de anlaşıldığı gibi

Balıkesir ilinin güneş enerjisi potansiyeli, yıllık toplam $211379 \text{ Kkal.m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ile sera ısı gereksiniminin önemli bir kısmını karşılayabilecek düzeydedir.

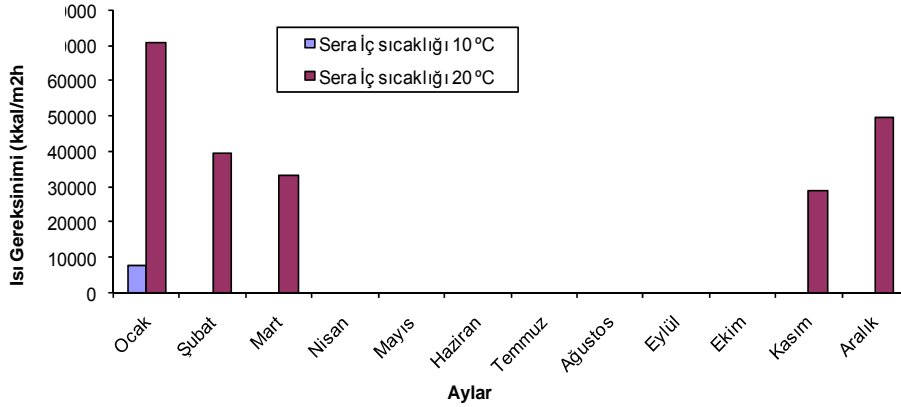
Seralarda Isı Gereksiniminin Belirlenmesi

Seralarda bitki yetiştiriciliğinde en önemli masraf enerji ihtiyacı veya ısıtma giderleridir. Seranın ısı ihtiyacı, seralarda optimum üretim yapılabilmesi için seraya ısıtma sistemi ile verilmesi gereken ısı miktarıdır. Araştırma serasının ve farklı sera örtü malzemelerinin kullanıldığı model seraların farklı sera iç sıcaklık değerleri için her aya ait hesaplanan ortalama ısı gereksinimleri aşağıda grafikler halinde sunulmuştur.

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, 1989).

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).

Oluşturulacak model seralar ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla araştırma yapılan seraya ait 2006 yılı iklim verileri kullanılarak, 10°C ve 20°C sera iç sıcaklık değerlerine göre hesaplanan ısı gereksinimi Şekil 2’de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, ölçüm yapılan seranın iç sıcaklığının 10°C da tutulması için hesaplanan en yüksek ısı gereksinim değeri Ocak ayında $7812.201 \text{ kkal h}^{-1}$ olarak, sera iç sıcaklığının 20°C da tutulması için ise en yüksek ısı gereksinim değeri yine Ocak ayında $70776.35 \text{ kkal h}^{-1}$ olarak bulunmuştur.



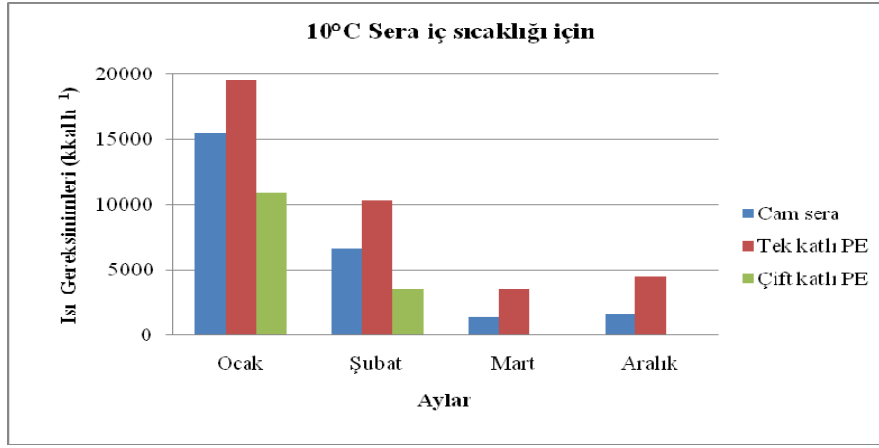
Şekil 2. Araştırma serasında 2006 yılına ait ısı gereksinimi (kkal h^{-1})

Örtü malzemesi olarak kalınlığı 3,8 mm olan camın kullanıldığı cam sera, tek katlı PE ve çift katlı PE ile inşa edildiği öngörülen model seraların iç sıcaklığının 10°C ve 20°C da tutulması için uzun yıllar iklim verileri kullanılarak hesaplanan ısı gereksinimi değerleri Şekil 3’ ve Şekil 4 de görülmektedir.

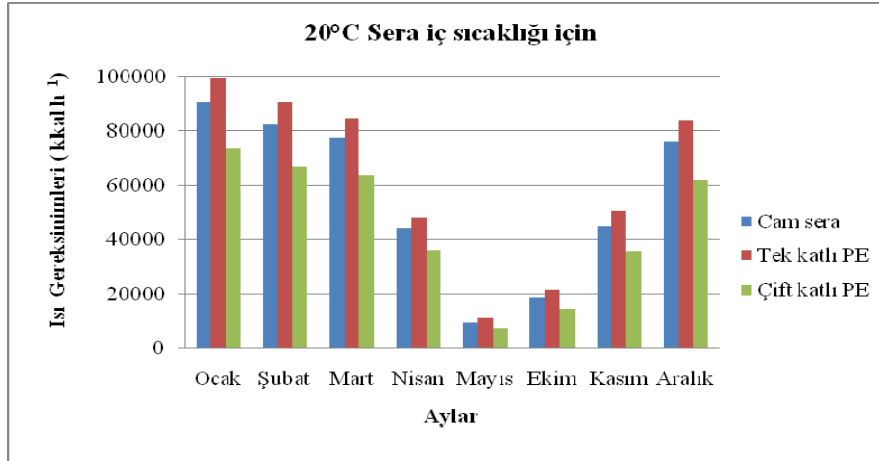
Şekil 3 ve 4 den de görüldüğü gibi birinci model sera olan cam sera için hesaplanan ısı gereksinimi değerlerine göre sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak, Şubat, Mart ve Aralık, 20 °C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım, Aralık aylarında ısıtmanın yapılmasının gereklidir.

Model seralardan ikincisi olan tek katlı PE örtülü plastik seranın sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak, Şubat, Mart ve Aralık, 20°C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ısıtma yapılmasının gerekmektedir (Şekil 3,4).

Örtü malzemesi olarak çift katlı PE kullanılan üçüncü model serada ise sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak ve Şubat, 20°C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım, Aralık aylarında ısıtma yapılması gerekmektedir (Şekil 3,4).



Şekil 3. 10°C sera iç sıcaklığı için model seraların ısı gereksinimleri (kcal h⁻¹)



Şekil 4. 20°C sera iç sıcaklığı için model seraların ısı gereksinimleri (kcal h⁻¹)

Sera Örtü Malzemelerine Göre Isı Gereksiniminin Karşılaştırılması

Sera örtü malzemelerine göre 10°C ve 20°C sera iç sıcaklıkları için hesaplanan ısı gereksinimi değerleri sonucunda (Şekil 3,4) örtü malzemesi olarak tek kat PE kullanılan serada ısı ihtiyacının, bütün aylarda diğer sera örtü malzemelerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 3,8 mm cam ve çift kat PE izlemiştir. En az ısı ihtiyacı çift kat PE sera örtü malzemesi kullanılan serada meydana gelmiştir. Şekil 3 ve 4'den görüldüğü gibi, 10°C ve 20°C sera iç sıcaklıkları için seralarda en fazla ısı ihtiyacı Ocak ayında hesaplanmıştır. Hesaplanan veriler doğrultusunda 10°C sera iç sıcaklığı için çift katlı PE hariç Ocak, Şubat, Mart ve Aralık aylarında, 20°C sera iç sıcaklığı için ise Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim Kasım ve Aralık aylarında ısıtma yapılması gerekmektedir.

Sera iç sıcaklığını 10°C de tutmak için örtü malzemesi olarak tek kat PE yerine çift katlı PE örtü malzemesinin kullanılması durumunda % 62'lik bir ısı tasarrufu sağlanabilmektedir. Yine 3.8 mm cam örtü malzemesi kullanılması durumunda ise % 34'lük bir ısı kazancı sağlanabilmektedir. Sera iç sıcaklığını 20°C de tutmak için örtü malzemesi olarak tek kat PE yerine çift katlı PE örtü malzemesi kullanıldığında % 26'lık bir ısı tasarrufu ve 3.8 mm cam örtü malzemesi kullanıldığında ise % 9'luk bir ısı kazancı sağlamak mümkündür.

Yıllık Yakıt Miktarı ve Sera Yakıt Giderlerinin Karşılaştırılması

Yıllık yakıt miktarının bulunmasında seraların ısı gereksinimi değerlerine göre 10°C sera sıcaklığı için Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında ısıtmanın yapılacağı, 20°C sera sıcaklığı için ise Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ısıtmanın yapılacağı varsayılmıştır. Bu aylarda sera ısıtma sisteminin ortalama günde 14 saat çalıştırılacağı, yıllık çalışma süresinin ise 10°C sera sıcaklığı için 120 gün ve 20°C sera sıcaklığı için 210 gün olacağı kabul edilmiştir. Sera ısıtmasında katı, sıvı ve gaz halde değişik yakıtlar kullanılmaktadır. Araştırmada 840 m² sera ısıtma sıcak hava ile ısıtma sisteminin kullanıldığı kabul edilmiştir. Çizelge 3'de sera ısıtmasında kullanılabilecek yakıtların ısı değerleri, yanma verimi ve birim fiyatları verilmiştir.

Çizelge 3. Sera ısıtmasında kullanılabilecek yakıtların ısı değerleri, yanma verimi ve 2008 yılı birim fiyatları (Anonim 2008).

Yakıt cinsi	Yakıtın alt ısı değeri (kkal kg ⁻¹)	Yanma verimi (%)	Birim fiyatı (TL kg ⁻¹ m)
Ođun	3450	60	0.31
Yerli Linyit Kömürü	4640	65	0.34
İthal Sibiryaya Kömürü	7000	65	0.56
Fuel oil	9562	80	0.87
Doğal Gaz	8250 (kkal m ⁻³)	93	0.79
Elektrik	860 (kkalk W ⁻¹ h ⁻¹)	99	0.28

Belirlenen sera taban alanına göre her bir sera örtü malzemesi ve sera içi sıcaklığı için yıllık yakıt miktarları tespit edilmiştir. Çizelge 4 ve 5'de yıllık yakıt miktarları ve seraların yakıt giderleri TL olarak verilmiştir.

Öngörülen 10°C ve 20°C sera iç sıcaklıklarının her ikisinde de tek katlı PE örtü malzemesi kullanılan sera en fazla yakıt miktarına ve yakıt giderine sahiptir. Bunun yanında çift kat PE örtü malzemesi kullanılan sera ise en az yakıt miktarına ve giderine sahiptir. Yapılan maliyet analizi sonucunda sera ısıtma sistemlerinde kullanılabilen en ekonomik yakıt yerli linyit kömürüdür. Bunu, sırasıyla ithal Sibiry kömürü, odun, fuel oil ve doğalgaz izlemektedir. Sera ısıtma sistemlerinde kullanılabilen en pahalı yakıt ise elektrik olarak tespit edilmiştir. Öngörülen 10°C ve 20°C sera iç sıcaklıklarının yakıt giderleri hesaplanırken, sera iç sıcaklığı 20°C yerine 10°C ısıtılması halinde sera yakıt miktarında ve yakıt giderinde yaklaşık %95 oranında azalma meydana geleceği belirlenmiştir.

Çizelge 4. Sera ısıtması için gerekli olan yıllık yakıt miktarı

Yakıtlar	Cam Sera		Tek kat PE		Çift kat PE	
	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı
	(10°C)	(20°C)	(10°C)	(20°C)	(10°C)	(20°C)
Odun (kg yıl ⁻¹)	12226.43	378507.4	18452.1	417224.2	7078.17	307394.5
Yerli Linyit Kömürü (kg yıl ⁻¹)	9090.771	281433.3	13719.8	310220,6	5262.86	228558.4
İthal Sibiry Kömürü (kg yıl ⁻¹)	6025.883	186550.1	9094.27	205631,9	3488.53	151501.6
Fuel oil (kg yıl ⁻¹)	4411.334	136566.7	6657.59	150535,8	2553.83	110908.9
Doğal Gaz (m ³ yıl ⁻¹)	5112.87	158284.9	7716.35	174475,6	2959.96	128546.8
Elektrik (kW h yıl ⁻¹)	49047.88	1518431	74023.1	1673748	28395	1233152

Çizelge 5. Sera ısıtması için gerekli olan yıllık yakıt giderleri (2008 yılı birim fiyatlarına göre)

Yakıtlar	Cam sera		Tek kat PE		Çift kat PE	
	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı	Sera iç sıcaklığı
	(10°C)	(20°C)	(10°C)	(20°C)	(10°C)	(20°C)
Odun (TL yıl ⁻¹)	3790	117337	5720	129339	2194	95292
Yerli Linyit Kömürü (TL yıl ⁻¹)	3091	95687	4664	105474	1789	77709
İthal Sibiry Kömürü (TL yıl ⁻¹)	3374	104468	5093	115154	1954	84841
Fuel oil (TL yıl ⁻¹)	3839	118813	5792	130966	2222	96491
Doğal Gaz (TL yıl ⁻¹)	4039	125045	6096	137836	2338	101552
Elektrik (TL yıl ⁻¹)	13733	425160	20726	468649	7950	345282

Sonuç ve Öneriler

İklim verileri incelendiğinde Balıkesir ili sera tarımına uygun bir iklim yapısına sahiptir. Özellikle seralarda ısı ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak iklim faktörlerinden güneş ışınımı açısından Balıkesir ili zengin bir potansiyele sahiptir. Son yıllarda sıcaklığın yükselmesi, seracılığın olumsuz yönde etkileyen kuvvetli rüzgâr ve donlu gün sayısının azalması seracılığın daha ekonomik olarak yapılabilmesini göstermektedir. Sera

kurulmasında özellikle güneş ışınlarının ve rüzgâr akımlarının yönü iyi belirlenmelidir. Kurulacak seralar güneşten en fazla yararlanacak yönde ve sürekli esen rüzgâr hızlarından etkilenmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

Sera örtü malzemelerinden ısı gereksinimi en az olan çift kat PE örtü malzemesidir. Bunu sırasıyla cam ve tek katlı PE izlemiştir. Çalışmanın sonunda tek kat PE örtülü serayı ısıtmak için gerekli enerji cam örtülü serayı ve çift katlı PE örtülü serayı ısıtmak için gerekli olan enerjiden daha fazla bulunmuştur Sera iç ortam sıcaklığının 10°C yerine 20°C'ye çıkarılması bütün sera örtü malzemelerinde ısı ihtiyacını artırmıştır.

Plastik örtülü seraların cam örtülü seraya göre inşaat maliyetinin daha az olduğu bilinmektedir. Plastik örtülerin m² fiyatları 1,8 TL iken çift katlı Plastik örtülerin 3,5 TL ve camın ise 4,7TL civarındadır (Anonim, 2007c). Cam örtülü seranın yapımındaki işçilik ve yüksek inşaat teknolojisi gerektirmesi plastiğe göre dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca bu örtü malzemesinde çatı dizaynı sağlam yapılamaması durumunda kar birikmesi sonucu yörede çatının kardan dolayı çökmesine sebebiyet verecektir. Plastik sera çabuk kirlendiğinden zamanla ışık geçirgenliği azalır. İklim etmenlerinden çabuk yıpranır. Bunun yanında ucuz olması, basit sera iskeleti, kaplama şeklinin kolay ve az işçilik gerektirmesi plastiğin avantajlarından. Tek kat örtü malzemeleri yerine dayanımı artırmak, ısı korunumunu iyileştirmek amacıyla çift kat ve içi hava boşluklu örtü malzemeleri kullanılmalıdır. Bu nedenlerden çift katlı plastik örtülü sera ısı gereksiniminin daha az olması çalışmanın yapıldığı Balıkesir ili için uygun sera örtü malzemesinin çift katlı plastik örtülü seralar olduğunu göstermektedir. Silindirik çatılı çift katlı plastik örtülü seralar; hem güneş ışınlarından daha iyi yararlanması hem de cama göre kuruluş maliyetinin az olmasından dolayı yörede tercih edilmelidir. Bununla birlikte yetiştirme sistemi olarak genellikle sonbahar ve ilkbahar yetiştirme türleri seçilmelidir. Bu tür yetiştiricilikte yılda iki farklı ürün alınabilmektedir.

Yazın Temmuz ve Ağustos aylarında sera iç sıcaklığının domates ve salatalık bitkileri için maksimum sıcaklık değerimiz olan 30°C geçtiğinden bu aylarda gölgelendirme yöntemiyle sera iç sıcaklığı 5-6°C düşürmek mümkündür.

Seralarda yıllık yakıt miktarları ve giderlerine bakıldığında alt ısıl değeri yüksek ve birim fiyatı düşük olan yerli linyit kömürü ve ithal Sibiryâ kömürü sera ısıtma sistemlerinde kullanılabilir en uygun yakıt türüdür.

Serada yetiştirilen ürünün maliyeti, açık alanda yetiştirilene göre daha fazladır. Karlı bir seracılık yapılması için yetiştirilen ürünün iyi fiyata ve çok çabuk satılması gerekmektedir. Seracılık yoğun tarım uygulamalarının yapıldığı, bilgi ve deneyimli uzmanlaşmış bir yetiştiriciliği gerektirmektedir. Balıkesir ili ve çevresi örtü altı yetiştiriciliği bakımından büyük bir potansiyele sahiptir. İlin Marmara bölgesinde yer alması, büyük şehirlere ve tatil yörelerine yakın olması elde edilen ürünün pazarlama sorununu büyük oranda ortadan kaldırmaktadır. Yöre ikliminin de ılıman olması örtü altı yetiştiriciliğini teşvik etmektedir. Ancak bitkisel üretim yapıları kuruluş aşamasında yatırım ve daha sonraki aşamalarda işletme-bakım masrafları gerektirdiğinden, bu yapılardan optimum düzeyde fayda sağlayacak şekilde projelenip, inşa edilmesi gerekir.

Çalışmanın sonunda genel olarak Balıkesir ili sera tarımı için iklim şartlarının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Yörede özellikle kış aylarındaki yetiştiricilikte ısıtma ihtiyacı çok fazla bulunmuştur. Bu nedenle yetiştirme periyodu olarak erken ilkbahar ve sonbahar dönemi seçilmelidir. Bu dönemlerde seralardan çift ürün elde edilebilir. Sera örtü

malzemesi olarak çift kat PE kullanılan silindirik çatılı seraların kurulması yörede daha az ısıtma ile ekonomik bir yetiştiriciliğin yapılmasını sağlayacaktır. Ayrıca yörenin ekonomik sera yakıtları ve bu yakıtların temini açısından bulunduğu konum itibarıyla herhangi bir sıkıntısı bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Anonim. 2006. Balıkesir İline Ait Uzun Yıllardaki Meteorolojik Veriler. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR>
- Anonim. 2007a. Balıkesir’de Tarım <http://www.balikesir.com/balikesir/tarim.htm>
- Anonim. 2007b. Balıkesir Hakkında Genel Bilgi [www.yurdumuzutaniyalim.com/ archive/index.php?t-5.html](http://www.yurdumuzutaniyalim.com/archive/index.php?t-5.html)
- Anonim. 2007c. Sera Örtü Malzemeleri. <http://www.bahcesel.com/forumsel/sera-planlamasi/19182-sera-ortu-malzemeleri>
- Anonim. 2008. Güncel Yakıt Fiyatlarının Karşılaştırma Tablosu. Enerji Dünyası Dergisi, Teknik Yayıncılık, Tanıtım A.Ş. http://www.teknikyayincilik.com/tablolari/466_100.xls
- 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.
- 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.
- Coşkun M., M. Filiz. 1996. Sera içi Kliması Düzenleme İlkeleri ve Bu Konuda Gelişen Teknolojiler Üzerine Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, TYS Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Öneş, A., 1986. Sera Yapım Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:970,Ankara.
- Sevgican A., Y. Tüzel, A. Gül ve RZ. Eltez. 2000. Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği. V. Türkiye Ziraat Teknik Kongresi 17–21 Ocak, 2. Cilt, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası: 679–707, Ankara.
- Tekinel O., AN. Baytorun. 1990. Seracılıkta Yeni Teknolojiler. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu Bildirileri: 11–21, İzmir.
- Tüzel Y., A. Gül, HY. Dasgan, M. Özgür, N. Çelik, HF. Boyacı ve A. Ersoy. 2005. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3–7 Ocak 2005, Ankara, I. Cilt: 551–563.
- Tülücü K. 2003. Özel Bitkilerin Sulanması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları. Baskı No:1, Adana.
- Worley J. 2005. Greenhouses Heating, Cooling and Ventilation. The University of Georgia.
- Yağanoğlu A.V. ve Örüng İ. 1997. Seracılıkta Son Gelişmeler ve Sera Tipleri. 2. Seracılık Sempozyumu, 31 Mayıs-01 Haziran 1997, Kütahya.
- Yağcıoğlu A. 1999. Sera Mekanizasyonu, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: 59/1 Bornova/İzmir.
- Yüksel A.N. 1989. Sera planlaması ve Yapımı, Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları No: 51. Ankara.
- Yüksel A.N. 2000. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul.