

**BALIKESİR İLİ İKLİM KOŞULLARINA
UYGUN SERA MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI
VE ISITMA-SOĞUTMA YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

Önder GENÇ

Yüksek Lisans Tezi

**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ahmet Nedim YÜKSEL**

2008

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BALIKESİR İLİ İKLİM KOŞULLARINA UYGUN SERA MODELLERİNİN
OLUŞTURULMASI VE ISITMA-SOĞUTMA YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ**

Önder GENÇ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. AHMET NEDİM YÜKSEL

TEKİRDAĞ-2008

Her hakkı saklıdır

PROF. DR. AHMET NEDİM YÜKSEL danışmanlığında, **Önder GENÇ** tarafından hazırlanan bu çalışma 13/03/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oyçokluğu / oybirliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: **PROF. DR. AHMET NEDİM YÜKSEL**

İmza :

Üye : **YRD. DOÇ. DR. CAN BURAK ŞİŞMAN**

İmza :

Üye : **YRD. DOÇ DR. TÜRKAN AKTAŞ**

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım

PROF. DR ORHAN DAĞLIOĞLU.
Enstitü Müdürü

1.GİRİŞ

Dünya ülkelerinin en büyük hedeflerinden biri kendi gıda gereksinimlerini karşılayabilmektir. Sanayi sektöründe 1950’li yıllarda başlayan hızlı büyüme bazı ülkelerin tarıma gereken önemi vermemeleri sonucu diğer ülkelere ekonomik açıdan bağımlı kalmalarına sebebiyet vermiştir. Dünyadaki hızlı nüfus artışı, tarım alanlarının giderek azalması ve yerini sanayiye bırakması, tarımda ileri tarım teknolojilerinin uygulanmaması gibi nedenler bazı ülkelerin kendi gıda gereksinimlerini karşılayamamaları sonucu açık tehlikesiyle karşı karşıya kalmalarına neden olmuştur. Kısacası tarım sektörünü kendine yeterli hale getirmeyen ülkeler ekonomik açıdan diğer ülkelere bağımlı kalmaktadır.

Seralar; iklimle ilgili çevre koşullarına, tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık ve nem gibi etmenlerin denetim altında tutularak, bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, sergilemek amacıyla cam, plastik v.b ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan bitkisel üretim yapılarıdır (Yüksel 2000).

Ülkemizdeki sera işletmelerini teknoloji kullanımlarına göre, 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 altında sürdürülmektedir. Havalandırmanın yetersiz olduğu bu seralarda insan sağlığı ve çevre açısından tehlike oluşturan sentetik kimyasallar (ticari gübre, pestisit, hormon, vb) bilinçsizce kullanılmakta ve ardı ardına aynı türlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır. 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).

Seracılığın dünyadaki ilk örnekleri İtalya’da, Romalılar döneminde görülmektedir. Romalılar güneye bakan kuytu yamaçlara açtıkları çukurların üzerine şeffaf malzemeler kapatarak sebze yetiştirmişlerdir. Örtü altında bitki yetiştiriciliği, Avrupa’da evlerin güneye bakan yönlerinin camla örtülmesi ile gelişmeyi sürdürmüştür. Seracılığın ilk başlangıcı XVI. ve XVII. asırlarda bu yapılarla başlamıştır. Bu yapıların XVIII. asırda ışık miktarının az

olduğu belirlenerek, yapı içine giren ışık miktarını arttırmak amacı ile cam alanı fazlalaştırılmış ve çatıdan başka yan duvarları da cam yapılmıştır (Yüksel 2000).

Örtü altı yetiştiriciliği ticari olarak XIX asrın başlarında Kuzey Avrupa ülkelerinde başlamış ancak II. Dünya Savaşı'ndan sonra gelişme göstermiştir. Plastiğin 1960'lı yıllarda tarımda kullanılmaya başlanması ile ılıman (Akdeniz) ikliminin hüküm sürdüğü bölgelere kaymış, 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizinden sonra ısıtma giderlerinin yükselmesi ile birlikte örtü altı yetiştiriciliği Akdeniz havzasında daha da hızlı yayılmıştır. Son yıllarda Asya ülkelerinde de örtü altı tarımının yaygınlaştığı görülmektedir. Çin'de 2002 yılı itibari ile toplam örtü altı alanı 1963000 ha olarak bildirilmektedir (Jiang ve Yu 2004).

Dünya toplam sera alanının %15'ini cam sera %85'ini ise plastik sera oluşturmaktadır. AB ülkelerinde, serada yetiştiricilik yapan önemli ülkeler İspanya, İtalya, Almanya, İngiltere, Fransa ve Hollanda'dır. Hollanda sahip olduğu sera teknolojisi ile İspanya ve İtalya ise sera alanları ile önemli ülkelerdir (Sevgican ve ark. 2000).

Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği 1940'lı yıllarda Antalya'da kurulan seralar ile başlamıştır. Seracılığın gelişimi 1940–1960 yılları arasında çok yavaş olmuş ve özellikle Antalya ve İzmir civarında yayılma göstermiştir. Bu yıllardan sonra plastiğin örtü materyali olarak kullanılmaya başlanması ile gerek sera, gerekse alçak tünel alanlarında hızlı bir artış görülmüştür. Sera alanlarında en hızlı artış 1975–1985 yılları arasında gerçekleşmiştir. Bundan sonraki yıllarda artış devam etmekle birlikte daha yavaş olmuştur. Özellikle 1990 yılına kadar hızlı artış gösteren alçak tünel alanları ise, tünel altında yetiştirilen türlerin bir yıl önceki fiyatlarındaki değişimlere bağlı olarak, dalgalanmalar göstermiştir. Toplam sera alanlarındaki artış 1990–1997 yılları arasında % 64,5 iken, alçak tünellerdeki artış % 9 olmuştur. (Yüce 1997; Anonim 1997; Tüzel ve Eltez 1997). Türkiye'de örtüaltı alanı 1996–1997 yılı verilerine göre 44 291 ha ulaşmış olup, bunun 26 780 ha'ı (% 60,5) alçak plastik tünel, geriye kalan 17 510 ha'ı (%39,5) sera alanlarından oluşmaktadır (Anonim 1997).

Sera iklimlendirilmesi yapay olarak sağlandığından enerji harcamaları oldukça fazladır. Seralarda en önemli enerji ihtiyacı kış aylarında ısıtma uygulamalarında gerçekleşmektedir. 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 yenilebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle v.b) kullanılması

ve ısı kayıplarını azaltıcı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır. Seralarda kullanılmak üzere bu enerji kaynakları içersinde daha çok güneş enerjisiyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Yağcıoğlu 1999).

Bu araştırma Balıkesir yöresinin topoğrafik yapısını ve iklim özelliklerini (hâkim rüzgârlar, güneşlenme, sıcaklık, bağıl nem, donlu gün sayısı vs.) dikkate alarak yöreye uygun sera modellerini geliştirmektir. Ayrıca belirlenen modellerde kış ve yaz mevsimleri için optimum koşullarda ısıtma yükleri hesaplanacaktır. Bunun dışında yöredeki mevcut örnek bir seraya ait iç sıcaklık değerleri detaylı bir şekilde tetkik edilerek ısıtma yükünü belirleyerek sera modelleriyle karşılaştırma yaparak sorunları belirleyip çözüm önerilerinde bulunulacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

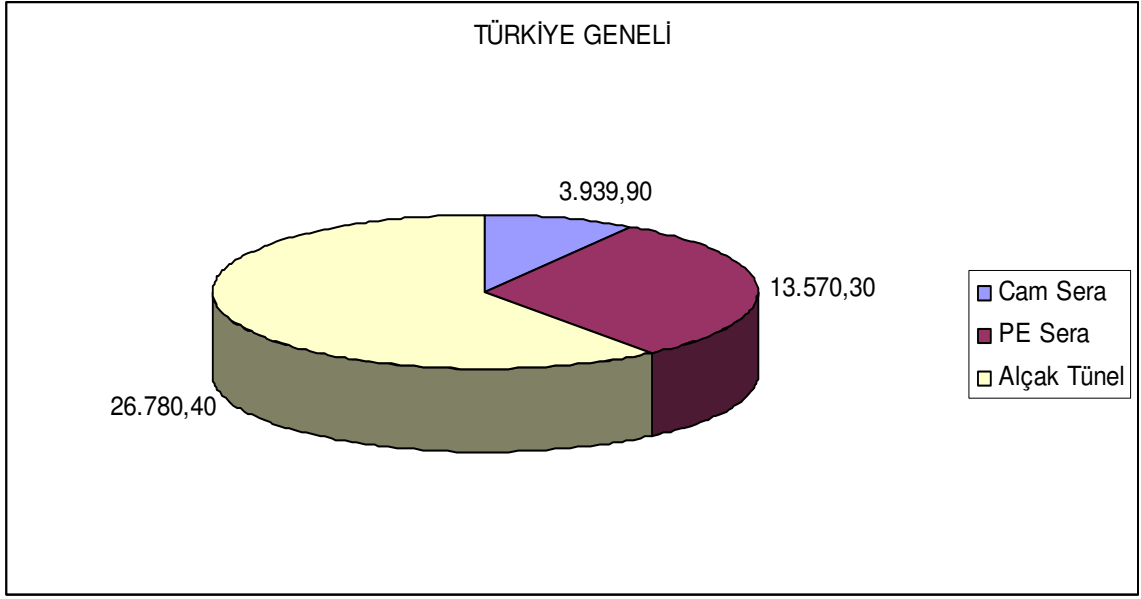
Seralar oldukça pahalı bitkisel üretim yapıları olduklarından dikkatli ve günün modern teknolojisi ile projelendirilmelidir. Ancak modern teknolojinin yanlış uygulanması veya tam uygulanmaması nedeniyle birçok sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunlar; taşıyıcı konstrüksiyon, havalandırma, ısıtma, soğutma, gölgeleme, sulama vb. sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır (Tekinel ve Baytorun 1990a).

Ülkemizde örtü altı üretimi, mevcut iklim koşullarından olabildiğince yararlanarak, en alt düzeyde masraf ile yapılmaya çalışılmaktadır. Bu yüzden iç mekân süs bitkileri seraları haricindeki diğer seralarda ısıtma genelde don zararından korunmak amacıyla yapılmaktadır. Bunun sonucunda gerek verim, gerekse kalite düşmekte ve hastalıkları kontrol etmek güçleşmektedir (Sevgican ve ark. 2000).

Ülkemizde bitkisel üretim yapıları seralar, alçak ve yüksek tünellerden oluşmaktadır. Bu alanın % 43'ü alçak plastik tünel, % 57' si ise sera alanlarından oluşmaktadır (Tüzel ve ark. 2005). Sera alanlarımızın % 95' inde sebze, % 4' ünde süs bitkileri ve % 1' inde ise meyve türleri yetiştirilmektedir (Tüzel ve Eltez 1997).

Ülkemiz seralarına örtü malzemesi itibariyle baktığımızda; % 77,5'inin plastik örtülü (PE veya sert plastik), geriye kalan % 23,1'inin ise camla kaplı olduğu görülmektedir (Tüzel ve Eltez 1997).

Ülkemizde örtüaltı yetiştiriciliği ekolojik koşullara bağımlı olarak gelişme gösterdiğinden, örtüaltı alanlarımız özellikle güney kıyılarımızda yoğunlaşmıştır (Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1). Ülkemizde örtüaltı yetiştiriciliği 1997 yılı verilerine göre; seraların % 80,9'u alçak plastik tünellerin ise % 95,2'si Akdeniz Bölgesinde bulunmakta, bunu Ege Bölgesi izlemektedir. İller bazında incelendiğinde, seracılık açısından en önemli merkezler sırası ile Antalya, İçel ve Muğla izlemektedir (Anonim 1997).



Şekil 2.1. Örtü altı alanlarının Türkiye geneline göre dağılımı (ha)

Çizelge 2.1. Örtü altı alanlarının bölgelere göre dağılımı (ha)

Bölgeler ve Merkezler	Cam Sera	PE Sera	Alçak Tünel
Akdeniz	3516.00	10648.10	25505.20
Ege	368.30	2085.00	869.80
Marmara	53.90	274.20	0.80
Karadeniz	0.50	540.20	394.80
İç Anadolu	0.30	18.60	9.80
Doğu Anadolu	-	3.70	-
G.Doğu Anadolu	0.90	0.50	-
Türkiye Geneli	3939.90	13570.30	26780.40

Örtüaltı alanlarında 1980 yılından bu yana meydana gelen değişimler dikkate alındığında, gelecek 20 yıl içerisinde örtüaltı alanlarımızın Çizelge 2.2'de özetlenen şekilde gelişmesi beklenmektedir (Sevgican ve ark. 2000).

Çizelge 2.2. Sera alanlarında gelecek 20 yılda beklenen gelişmeler (ha)

Yıl	Cam Sera	PE Sera	Toplam Sera	Alçak Tünel	Toplam Örtü Altı Alanı
1980	952.20	4071.70	5023.90	3148.60	8172.50
1985	1101.10	8036.50	9137.60	10862.00	19999.60
1990	2221.20	8421.90	10643.10	24573.30	35216.40
1995	3185.90	11033.30	14219.20	19615.10	33834.30
2000	3833.90	13208.30	17042.20	30327.50	47369.70
2005	4624.10	15335.30	19959.40	36638.60	56598.00
2010	5414.30	17462.30	22876.60	42949.70	65826.30
2015	6204.50	19589.30	25793.80	49260.80	75054.60
2020	6994.70	21716.30	28711.00	55571.90	84282.90

2.1. Seralarda İklim Koşulları:

Seralar bitkilerin gelişmesi için gerekli koşulların yapay yollarla sağlandığı üstü ışık geçiren örtü ile kaplı yapılardır. Bitki gelişmesi ve büyümesinde en önemli etmen iklimdir. Seralarda genellikle mevsim dışında yetiştiricilik yapıldığı için, iklim etmenlerinin bitki isteklerine uygun hale getirilmesi çok önemlidir. Sera yetiştiriciliğinde havanın soğuması nedeni ile sera içi sıcaklığın düşmesi bitki gelişiminde olumsuz etki yapmaktadır. Sera içi sıcaklığı serada yetiştirilecek bitki çeşidine göre değişmektedir. Genel olarak sebzelerin yetiştirme periyodundaki sıcaklık değerleri 9°C ile 25°C arasında değişmektedir. Bitkilerin normal gelişmelerini tamamlayabilmeleri için özellikle kış aylarında, seraların uygun sıcaklık değerlerine kadar ısıtılması gerekir (Ertekin ve Yıldız 1994).

Domates, sert ve tropikal iklim olmak üzere geniş bir iklim kuşağında yetişir. Domates sert iklim yerlerde tek yıllık, tropikal bölgelerde çok yıllık olarak ta yetişmektedir. Tohumlar 10 °C ve üstünde çimlenir. Optimum büyüme için en uygun sıcaklık isteği 20–27 °C arasındadır. Meyve bağlaması 30 °C üstünde ve 10 °C altında çok zayıf olur. Genellikle gelişme süresi 100–140 gün arasındadır. Salatalık, normal dönemde açık alana doğrudan tohum ekimi ile ve erken üretim için fideleme yöntemiyle üretimi yapılır. Çimlenme 16–35 °C arasında, meyve gelişimi için optimum sıcaklık 20–30 °C'dir (Tülücü 2003).

Seralar güneş radyasyonunun etkisi altındadır. Seralara gelen güneş enerjisinin %25-35'ni örtü yüzeyi ve %10'nu yapı malzemesi tarafından tutulduğu, geriye kalan %55-65'lik

ısı enerjisinin seraya girdiği, seraya giren bu enerjinin %20'nin yansımayla kaybolduğu; böylece, güneşten kazanılan toplam ısı enerjisinin serada faydalı hale dönüşen kısmının yaklaşık %45-50 olduğu saptanmıştır (Ertekin ve Yıldız 1994).

Serada enerji dengesinin çıkarılmasında güneşten kazanılan ısı, topraktaki ısı akısı, toprak ve bitki ışınması, toprak ve bitkide olan buharlaşmalar, yapı ve örtü malzemesinden meydana gelen ışınma, toprak bitki ve sera malzemesindeki konveksiyon ve havalandırma ile meydana gelen ısı değişimi dikkate alınmalıdır (Baytorun 1995).

Serada yetiştiricilik konusunda önemli bir parametre, seranın yıl içerisinde güneşten yararlanma süresidir. Seraların güneş enerjisi ile ısıtılması yönteminde, güneş enerjisi doğrudan gün boyunca kullanılır veya soğuk periyotlar için kolektörlerin yardımıyla ısı depolama tankında depolanır (Kürklü 1990).

Sera kapalı bir ortam olduğundan sera toprağı ve bitkiden sürekli nem verildiği için, sera havasının bağıl nemi dış ortamdan daha yüksektir. Havanın nem oranı arttıkça yoğunluğu azalmakta, bu da düşey yönde ısı değişimini artırmaktadır (Boulard 1993).

Ohio State Üniversitesi'nde yeni aerodinamik modelleme teknikleri kullanılarak seralarda doğal havalandırma ve rüzgârın sera iklimine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, ticari bir seracılık işletmesinin konstrüksiyonu simülasyonla incelenerek, çeşitli yönlerden esebilecek rüzgâr etkileri uygulamalı olarak test edilmiştir (Short 1998).

Domates bitkisi, fide döneminde nemi sever, yetiştirme ve meyve olgunlaşma döneminde yüksek nemden hoşlanmaz. Nemli ortamlarda hastalıklar artar; ama domates bitkisi kök çevresinin düzenli su almasını ister. Domates bitkisinin örtü altında fide dönemindeki sıcaklık isteğı 18-20°C iken yetiştirme döneminde 25°C'dir. Domates bitkisi 30°C'nin üstündeki sıcaklıkta meyve tutumu sorunu ve 10°C'nin altındaki sıcaklıkta ise bitki gelişmesi durur (Anonim 2008a).

Hıyar sığağı seven bir bitki olmasına karşın hava sıcaklığının 35°C'nin üzerinde uzun süre devamı, bitkilerin gelişmesini ve mahsul verme gücünü azaltır. En uygun sera içi sıcaklık 25-28°C'dir. Hıyarın meyve bağlaması için gerekli olan en düşük sıcaklık 15°C olarak verilmekte ise de, 12°C'nin altına düşürülmemesi genel bir tavsiyedir. Bu derecenin altında üretim yapılmak isteniyorsa seraların ısıtılması gerekir. Vejetasyon döneminde bitki için

uygun nem % 70-80'dir. Orantılı nemin % 50'nin altına ve % 90'ın üzerine çıkması halinde nem ayarlamasını yapmak gerekir (Anonim 2008b).

2.2. Seralarda Isıtma

Yüksel ve Albut (1989) Tekirdağ ilinde seralarda yaptıkları çalışmada, yılda iki ürün yetiştiriciliği yapıldığı zaman cam seralarda yakıt miktarında ve yakıt giderlerinde yaklaşık %30 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için sonbahar yetiştiriciliğinde dikim 15 Eylül ile 15 Ekim arasında, ilkbahar yetiştiriciliğinde ise dikim Şubat ortalarında yapılabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca kış aylarında seraların mutlaka bir ısı kaynağı ile ısıtılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Ünsal ve İnallı (1990) yürüttükleri bir çalışmada, güneş kaynağından elde edilen ısının sera toprak derinliğine yerleştirilen plastik borulardan geçirilerek toprağın ısıtılması amaçlanmıştır. Güneş enerjisinden yararlanılarak ısıtılan sıcak suyun toprağın altındaki plastik borulardan geçirilmesi sera ısıtmasında alternatif ısıtma şeklidir.

Tekinel ve ark. (1990b) yaptıkları bir çalışmada, seralarda ısı perdesi ve su şilteleri kombinasyonu kullanılarak sera ısı ve enerjisi korunumunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre su şiltelerinin kullanılması ile 3–5°C, ısı perdesi ile 3–4°C, iki sistem birlikte kullanıldığında ise 6–8°C lik bir ısı artışı sağlanabilmiştir. Enerji depolama kapasitelerinin artırabilmesi için şilte ile izolasyon malzemesi arasına motor yağı sürülerek su sıcaklıkları 1°C arttırabilmiştir. Bu işlem sonucunda 30L/m²'lik sistemde enerji depolama randımanı %19.35 olarak bulunmuştur.

Öztürk ve ark. (1992) seralarda ısı kayıplarını azaltarak enerji korunumu sağlayan birçok sistem geliştirmeye çalışmışlardır. Isı korunumu sağlamak amacı ile sera çatısının çift kat örtü malzemesi ile kaplanması durumunda, sera içerisine giren güneş ışınımının önemli oranda azalacağını belirtmişlerdir. Seradaki ikinci örtü katının geceleri kapatılan ve gündüzleri açılan geçici perde (ısı perdesi) şeklinde olması ile bu durumun önlenebileceğini bildirmişlerdir.

Cam örtü malzemesi, ışık geçirgenliği ve dayanıklılık açısından diğerlerine göre daha üstündür, ancak pahalıdır. Plastik örtülü seraların maliyeti düşük olmasına karşın, dış etkenlerden çabuk etkilenir ve yıpranır. Özellikle sıcak iklime sahip ülkelerde plastik seralar

tercih edilmektedir. Sert ve tabakalar şeklinde olan suni elyaf örtü malzemeleri özellikle yurtdışında kullanımı yaygınlaşmıştır. Plexicam (polimetilmetakrit) levhalar tek ve çift katlı olarak satılmaktadır. Cama göre dayanımı daha iyidir. Isı yalıtımı açısından üstünlük taşımaktadır. Dolu yağışlarının sık olduğu yerlerde dayanıklı olduğu için tercih edilebilecek bir malzemedir (Yağcıoğlu 1999).

Sera ısıtma uygulamalarında sınırlayıcı en önemli iki faktör sera içerisine en fazla güneş ışınımı geçişinin sağlanması ve yalıtımdır. Seralarda yalıtımın amacı ikinci bir örtü kullanılarak ısı kayıpları azaltılmaya çalışmaktır. Herhangi bir serada sıcaklık dağılımına; seranın yönü, rüzgâra açıklık derecesi ve gölgeleme gibi etmenler etki etmektedir (Kürklü ve ark. 1995).

Antalya yöresinde yapılan bir çalışmada, seralar için en uygun sera simülasyon yöntemi ile tespit edilmeye çalışılmış ve bu amaçla fortran dilinde yazılmış bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Çalışmanın sonunda, bütün şartlar eşit olması halinde güneş enerjisi kazanımı açısından seraların güneydoğu-batı yönünde kurulmasının daha uygun olacağı saptanmıştır (Tepe 1996).

Seracılığın ülkemizde bahçe bitkilerine alternatif olarak değeri hızla artmaktadır. Sera tarımında en fazla enerji ihtiyacı ısıtma uygulamalarında gerçekleşmektedir. Dış sıcaklık değerlerinin bitki gelişme sıcaklığının altına düşmesi halinde seraların mutlaka ısıtılması gerekmektedir. Sera iç sıcaklığının istenilen düzeye getirmek için öncelikli olarak seralarda ısı gereksinimi tespit edilmesi gerekir.

Seralarda ısı gereksiniminin hesaplanmasına etki eden faktörler şunlardır;

1. Sera içerisindeki istenilen hava sıcaklığına,
2. Sera dışındaki hava sıcaklığına,
3. Sera yapı elemanlarını ısı geçirme katsayısına,
4. Sera dış yüzeylerini toplam alanına,
5. Seranın yapı kalitesine bağlı olarak değişir (Yüksel 2000).

Seraların ısıtılması amacı ile aşağıda belirtilen enerji kaynaklarından yararlanılabilir;

1. Endüstri tesislerinden atık ısı olarak alınan düşük sıcaklıklı enerjiler
2. Isı pompaları yardımı ile hava, toprak ve atık ısının ısı içeriği,

3. Güneş enerjisinin doğrudan ısıtmada kullanılması,
4. Biyokütle, odun, saman ve biyogaz kullanımı,
5. Rüzgâr enerjisi ve biotermal enerji kullanımı (Başçetinçelik ve Öztürk 1996).

Rüzgâr hızının 0 km/h'dan 25 km/h'a kadar çıkması durumunda ısı kayıpları da iki katı artmaktadır. Rüzgârlı bir bölgede etkin olarak çalışan bir rüzgâr kıran, seranın yıllık yakıt tüketimini %3 ile %6 oranında azaltabilir. Gece ısı perdesi kullanılması halinde rüzgâr hızının ısı kayıplarına olan etkisinin önlendiği bildirilmektedir (Başçetinçelik ve Öztürk 1996).

Ülkemizde yapay ısıtma ve aydınlatma yapılması koşulu ile birçok yörenin seracılık yapılmaya uygun olduğu bildirilmiştir. Ancak seracılıkta ısıtma giderleri maliyeti arttırmaktadır. Gündüz seraların ısınmasında en önemli ısı kaynağı güneş enerjisidir. Güneş ışınımının yeterli olmadığı durumlarda özellikle gece dönemlerinde ek ısıtıcılar kullanmak gerekir. Bu da seraların ısıtma giderlerini arttırmaktadır (Yağcıoğlu 1999).

Soğuk mevsimlerde sera iç hacminin bitki isteklerine uygun değerlerde ısıtılması için yapılan harcamalar tüm üretim harcamalarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Sera ısı korunumu önlemleri ile bu harcamalar en aza indirilebilmektedir. Seralarda yapılacak ısıtma uygulamaları için öncelikle seranın ısı gereksiniminin belirlenmesi gerekir. Bu gereksinim, seranın içinde istenen sıcaklık derecesine ve seranın bulunduğu ortamın iklim özelliğine bağlıdır. Seranın yapı malzemesinin asıl özellikleri, serada yetiştirilecek bitkinin sıcaklık isteği ve dış ortamın iklim şartları dikkate alınarak konveksiyon, kondüksüyon ve ışıma yolları ile meydana gelen ısı kazanç ve kayıplarının bilinen hesaplama yöntemleri yardımı ile bulunabilir (Yağcıoğlu 1999).

Seraların ısıtma gereksinimlerinin saptanmasında, araştırmacılar tarafından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin tamamı temelde ısı kaybı ve ısı kazançlarının dengelenmesinden oluşan ısı dengesi esasına dayanmaktadır. Güneş radyasyonundan elde edilen ısı kazancı ile havalandırma, sızma ve kondüksüyonla oluşan ısı kayıpları arasındaki fark seranın ısıtma gereksinimini vermektedir (Olgun ve ark.1997).

Olgun ve ark (1997),Yalova yöresinde seçtikleri 30 adet seranın sadece ısıtma yönünden karşılaştırma yapmışlar ve toplam ısı kayıpları dikkate alındığında, aynı taban alanına sahip seralarda venlo tipi cam seraların ısı gereksinimlerinin %6-7 oranında az

olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan plastik örtülü seraların cam örtülü seralara göre inşaat maliyetinin az olması yörede tercih edilme nedenidir. Çift katlı PE (polietilen) örtü malzemesine sahip beşik çatılı plastik seraların inşaat maliyetleri de göz önüne alındığında, yöre için daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

Gün boyunca seralarda yetişen bitkiler için gerekli CO₂ zenginleştirme ünitesinden ortaya çıkan ısının depolanabilme özelliğinin araştırıldığı bir çalışmada, üniteden elde edilen ısının seralarda kısa süreli kullanımlar için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemde CO₂ ünitesinden ortaya çıkan ısı bir su tankında depolanarak gece boyunca seranın ısıtılmasında kullanılmak suretiyle %20 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır (Teitel ve ark. 1999).

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. Kalorifer sistemlerde borular olanaklar ölçüsünde bitki sıraları arasına yerleştirilmelidir. Isıtma masrafları üretim giderlerinin hemen hemen % 80' ini oluşturmaktadır. Bu nedenle son yıllarda hem ucuz olması, hemde fosil enerji kaynakları ile çevre kirliliğine neden olmayan ve yenilebilir enerji kaynaklarının seraların ısıtılmasında kullanılması gün geçtikçe artan bir şekilde gelişme göstermektedir (Tekinel ve Baytorun 1990a).

Isıtma otomasyonunun başarısı, sera içerisinin hızlı bir şekilde ısıtılması gerektiğinde son eleman olan ısıtma sistemin tepkisine bağlıdır. Kaloriferli ısıtma sistemlerinde, sıcak su boruları sera içinde su şekillerde yerleştirilmektedir (Yüksel 2000, Titiz 2004).

1. Isıtma boruları sera tabanına eşit aralıklarla dağıtılabilmektedir,
2. Isıtma boruları sera duvarları boyunca dağıtılabılır,
3. Isıtma boruları sera duvarları boyunca ve tavana ya da sera ortasında yere yakın olarak dağıtılabılır,
4. Isıtma boruları, seralarda kullanılan masaların içinden geçirilerek ısı dağıtımı yapılabilir,
5. Isıtma boruları, sera taban toprağının içine gömülerek ısı dağıtımı yapılabilir.

Seralarda yerden ısıtma oldukça önemlidir. Bitkilerin ılık kök sıcaklığına olan tepkileri kanıtlanmıştır. Yetiştirme tablaları bitkileri soğuk zemin toprağından uzaklaştırmak

için kullanılır. Birçok serada ısıtma boruları, toprak ısısını artırmak için tablaların altına yerleştirilir (Roberts ve Meras 1984).

Sobalarla ısıtma yapılan seralarda soba sayısının belirlenmesinde kurulan örtünün konumu ve bulunduğu bölge göz önüne alınmalıdır. Genellikle güney kıyı bölgelerinde sera ısıtmasında her 50–60 m² sera taban alanı için bir sobaya gereksinim vardır. Kuzeye doğru bu değer 30–40 m²'ye düşmektedir (Yüksel 2000).

Günümüzde seralarımızda don tehlikesine karşı yaygın bir şekilde kullanılan çatı yağmurlamasının yanında ısı perdesi ve su şiltesi gibi diğer ısı koruma yöntemlerinin de yaygınlaşmasında büyük yarar vardır. Bu tekniklerin kombinasyonları da oldukça iyi sonuç vermektedir. Örneğin su şiltesi ve ısı perdesinin birlikte kullanımının sıcaklığı 4–7°C arttırdığı bildirilmektedir (Tüzel ve Eltez 1997).

Seralarda ısı perdesi kullanımı ile özellikle kış aylarında ısıtma yapıldığı dönemlerde seradan ısı kaybı azaltılarak yakıt masraflarından tasarruf edilmiş ve çevre daha az kirletilmiş olur. Isı perdeleri aynı zamanda, yazın fazla gelen güneş ışınlarının seraya girme oranlarını azaltmak için gölgeleme perdesi olarak da kullanılabilirler (Anonim 2002).

Ülkemiz seracılığının gelişiminde önemli rol oynayabilecek faktörlerden birisi de jeotermal enerji kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Yenilenebilir, ekonomik ve çevre ile dost bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, ülkemizde ısıtmalı seracılığı mümkün kılabilceği en ideal yakıt cinsidir. Yüksek sıcaklıkta jeotermal akışkan içeren sahalar Türkiye'nin batısında, düşük ve orta sıcaklıklı sahalar ise orta, doğu ve kuzeyinde yer almaktadır. Seracılığın yaygın olduğu Akdeniz sahil şeridinde ise, sera ısıtmasında kullanılabilcek 40°C'nin üzerinde sıcaklığa sahip jeotermal saha saptanmamıştır (Mertoglu ve ark. 1993). Yapılan çalışmalar Türkiye'nin 31500 MW'lık termal kapasiteye sahip olduğunu ve bu yolla 150000 dekar seranın ısıtılmasının mümkün olduğunu ortaya koymuştur (Esder 1981).

Güneş enerjisinden aktif ve pasif olmak üzere iki türlü yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden aktif olarak yararlanmada enerji depolama hacminin çok büyük olması ilk yatırım masraflarını artırmaktadır. Bu nedenle ülkemizde güneş enerjisinden mevcut ısıtma sistemlerine ek bir ısıtma sistemi olarak veya dondan korunmak amacıyla pasif olarak yararlanılır (Tekinel ve Baytorun 1990a).

Seralarda tarımsal üretim için gerekli enerjinin çoğu güneş enerjisinden sağlanırken özellikle kış aylarında ısıtma işlemi için katı yakıt, fuel-oil, jeotermal enerji ve son zamanlarda doğal gaz kullanılmaya başlanmıştır. Doğal gaz, seralarda ısıtma, ikincil ışık sağlanması ve CO₂ ile yaprak gübrelemeyi sağlayan en ekonomik yakıt olarak tanımlanmaktadır (Onat 1993).

Seralardan olan ısı kayıplarının büyük bir bölümü geceleri oluşmaktadır. Isıtma sistemlerinin planlanması için kullanılan maksimum ısıtma yükünün hesaplanmasında, gece sera içi sıcaklığı olarak sera bitkilerinin birçoğunun gereksinimlerini de karşılayabildiği 15 °C alınmaktadır (Anonymous 1981, Anonymous 1992).

Gece ısıtılan bir serada ürün bölgesinden cama doğru hesaplanan ısı kaybı ısı transferi ile % 42, ışınım ile % 33 ve evapotranspirasyon ile % 25 olarak bildirilmektedir. Seradan ısı kaybının diğer bir şekli de havalandırma ve seranın değişik yerlerindeki yarık ve boşluklar ile kapı-pencerelerden olmaktadır (Anonim 2002).

Sıcaklığı yükselen havanın yoğunluğunun azalması nedeniyle, seralarda çatı boşluklarındaki havanın sıcaklığı, toprak yüzeyine yakın yerlerdeki havanın sıcaklığından daha yüksek olmaktadır (Vanhoutte 1990, Boulard ve ark. 1996). Bu sıcaklık değişimi arttıkça, örtü iç yüzeyleri ile dışı arasındaki sıcaklık farkı artışı nedeniyle seradan ısı kayıpları da artmaktadır (Papadakis ve ark. 1992).

Sera örtü malzemelerinden cam ve plastigin ısı geçirgenlikleri de oldukça yüksektir. Bu örtülerin farklı şekillerde kullanımı ile seranın ısı kaybı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Bu farklı kullanım şekillerini şöyle sıralayabiliriz (Yüksel 1987).

1. Çeşitli sera örtü malzemelerinin çift olarak kullanılması,
2. Örtü malzemesi olarak akril camların kullanılması,
3. Sera içinde alçak ve yüksek tünellerin kurulmasıdır.

Sera tabanından mahyaya yükseldikçe sıcaklıklar artmaktadır. Bu artış, gece daha düşüktür. Bitki yoğunluğunun fazla olduğu blok merkezlerinde bağıl nem daha yüksektir. çiğlenme sıcaklığı değerlerine göre, bitki yoğunluğunun fazla olduğu yerlerden başlamak üzere, serada nem yoğunlaşması olmaktadır. Özellikle ısıtılmayan seralarda, gece aşırı sıcaklık düşüşünün neden olduğu diğer bir sorun, sera içinde örtü yüzeylerinde ve bitki yüzeyinde ortaya çıkan nem yoğunlaşmasıdır. Nem yoğunlaşması, sera iskeletine zarar

verdiği gibi, bitkide hastalık riskini artırmaktadır. Gece başlayan nem yoğunlaşması, çoğunlukla güneşin doğuşundan itibaren bir süre daha devam etmektedir. Bu ise, örtü malzemesinin ışık geçirgenliğini olumsuz etkilemektedir (Çolak 2002).

Sıcak hava ile ısıtma sistemi, ısıtılmış havanın belli aralıklarla küçük delikleri bulunan ince polietilenden yapılmış boru kanallara, bir basınç altında sürekli olarak gönderilmesi ilkesidir. Sistemin ısıtma kısmında hava doğrudan veya dolaylı olarak ısıtılabilir. Doğrudan ısıtma sisteminde yanma hacminin, ısıtma hacminden iletken bir perdeyle ayrılması gerekir. Eğer bu hacimler birbirinden ayrılmazsa, yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan is, duman ve gazlar bitkilere zarar verirler. Dolaylı ısıtmada ise, hava önceden ısıtılan sıcak su veya buharla ısıtılmaktadır (Yüksel 2000).

Sıcak havayla ısıtma sisteminde havanın ısıtılması, katı, sıvı ve gaz yakıtlarla olmaktadır. Isıtılmış hava, bir havalandırıcı yardımıyla ana kanala gönderilmektedir. Ana kanalın yapı malzemesi beton ve galvanize saçtır. Ana kanalda belirli aralıklarla açılan deliklere galvanize saçtan yapılmış dirsekli borular yerleştirilir. Dirsekli olan bu borulara, çapları ortalama 15–20 cm olan delikli polietilenden yapılmış plastik borular takılır. Borular üzerindeki deliklerin çapları 1–4 cm arasında değişir. Kanal boyunca açılacak deliklerin çapları, sıcak havanın sera içinde dengeli dağılımını sağlayacak şekilde seçilmelidir. Hava dağıtım deliklerinin toplam alanı, kanal kesit alanının 1.5–2.0 katı arasında olmalıdır. Bu değer 1.3 ten küçük olduğunda havalandırıcı etkinliği azalır, 2.4'ten yüksek olduğunda ise kanalın verimini azalır (Yüksel 2000).

2.3. Seralarda Soğutma

Seralarda sıcak günlerde sera içi sıcaklığının çok yükselmesini engellemek amacıyla soğutma işlemi yapılması gerekmektedir. Seraların soğutulmasında gölgeleme, yağmurlama, makinelerle ve su şelalesi ile soğutma gibi yöntemler kullanılmaktadır (Filiz 2001).

Seralarda gölgelendirme yapmanın amacı, sıcak güneş ışıklarının sera içine girmesini engelleyerek sera içindeki sıcaklığın düşürülmesidir (Yüksel 2001). Seralarda gölgelendirme işlemi iki şekilde yapılır. Bunlardan birincisi devamlı gölgelemedir. Gölgeleme boya kireç, çamur, undan yapılan hamur gibi maddelerin sera yüzeyine sürülmesiyle yapılmaktadır. İkinci yöntem ise hareketli gölgelenmedir. Devamlı gölgeleme ile ortaya çıkan ışık azalması

sorununu kısmen ortadan kaldırmaktadır. Ancak hareketli gölgelemenin tesis masrafı pahalıdır (Günay 1980).

Gölgeleme ancak fazla ısı ışıklarının olduğu zaman yapılmalıdır. Gölgeleme ile sıcaklık düşerken, seraya giren ışık miktarı da % 50 dolayında yansıtılarak azaltılmaktadır. Bu yöntem güneş ışıklarının kesif olduğu öğle saatlerinde ve ancak diğer soğutma yöntemlerinin ekonomik olmadığı koşullarda uygulanabilir (Yüksel 2001).

Seralarda kullanılan perdeleme sistemi ve perde malzemesi perdeleme amacına bağlı olarak değişir. Perde malzemesi olarak 1970'li yıllarda gölgeleme ve karartma amacıyla PE, dokuma bez ve ince plastik malzemeler kullanılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan perde malzemeleri; PE, polipropilen (PP), akrilik ve polyester gibi plastik veya alüminyum katkılı malzemelerdir. Perde malzemesinin alüminyum katkılı olması durumunda, güneş ışınımının önemli bir bölümü yansıtılır. Böylece serada etkin bir şekilde gölgeleme sağlandığından, perde altında kalan ortamın sıcaklığı azalır (Başçetinçelik ve Öztürk 2002).

Seranın soğutulmasında yağmurlama, havalandırma ve gölgeleme ile birlikte uygulanmaktadır. Sera içinde yapılacak yağmurlama ile bitkilerin su gereksinimi karşılandığı gibi, yağmurlama sularının buharlaşmasıyla sıcaklıkta düşer. Seranın dıştan yağmurlama ile veya borulu sistemle ıslatılarak yıkanmasıyla da seraların soğutulması mümkündür. Sera çatısına yerleştirilen yağmurlama başlıklarıyla veya delikli borularla çatının iki yüzeyine ince bir tabaka şeklinde su püskürtülür. Suyun seranın sıcak cam yüzeyine yayılması ile ortaya çıkan buharlaşma, sera cam yüzeyinin soğumasını sağlar. Aynı zamanda su tabakası, güneş ışıklarının sera içersine girmesini önlediği için gölgeleme etkisi yapmaktadır (Yüksel 2000).

Dışarıdaki sıcaklığın çok altında, serada 0–5°C arasında bir sıcaklık isteniyorsa, soğutmada özel soğutucular kullanılır. Bu soğutma çok pahalı olduğu için sadece araştırma seralarında kullanılır (Günay 1980).

Su şelalesi ile soğutma sisteminde, bir yerden sütun şeklinde su düşürülürken, seranın öbür duvarına yerleştirilen emmeçlerle çekilen havanın yerine bir su kütlesi seraya giren havanın içinden geçmesi sağlanır. Su iyice püskürtülerek, zerre sekline getirilir ve hava bunun arasından geçirilir. Su zerreleri arasından geçen hava nemlenir ve soğur. Bu sistemle serada sıcaklık düşüşü 3–5°C dolayında olmaktadır (Yüksel 2001).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Araştırma arazi çalışmaları ve büro çalışmaları olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Arazi çalışmalarında, Balıkesir iline bağlı olan köylerde yapılan gözlemler sonucunda Ayşebacı köyünde bir adet serada ısıtma sisteminin kullanıldığı tespit edilmiştir. 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. Domates ve salatalık sebzelerinin fideleri dışarıdan temin edilmektedir. Yıl içerisinde her iki sebze içinde toplam üç dikim yapılmakta olup, dört mevsim yetiştiricilik yapılmaktadır. Fidelerin Şubat ayı sonu Mart ayı başından itibaren dikimlerine başlanmaktadır. Domates dikiminden 60-80 gün, salatalık ise 30-45 gün sonra ilk hasadı yapılmaktadır.

Gözlem yapılan seranın iç sıcaklığını belirlemek amacıyla 01.01.2006 tarihinde seranın orta bölümüne yerden 2,2 m yüksekliğe temperaturstation aleti konulmuştur (Şekil 3.1). Temperaturstation, sera iç sıcaklığını 5 dakikada bir ölçmektedir ve hafızasına 3600 veri kaydetmektedir. Bu değerler aylık ortalamaya çevrilerek ısıtma yükünün bulunmasında kullanılmıştır.

Büro çalışmalarında Ankara Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 2006 yılı ortalama aylık iklim verileri temin edilmiştir. Ayrıca Meteoroloji Bülteninden uzun yıllara ait ortalama aylık iklim verileri alınmıştır. Bu veriler sera modellerinin ısıtma yükünün belirlenmesinde kullanılmıştır.

Sera modelleri 3,8 mm kalınlığında camla örtülü sera, 0,2 mm kalınlığında tek katlı PE örtülü sera ve 0,4 mm kalınlığında çift katlı PE örtülü seradan oluşmaktadır. Bu oluşturulan sera modellerinin boyutları ölçüm yapılan seranın boyutlarıyla aynı olup, sırasıyla boyu 35 m, genişliği 24 m ve yan duvar yüksekliği de 2,2 m olarak alınmıştır. Bu oluşturulan sera modellerinin sera iç sıcaklıkları 10°C ve 20°C de tutmak için gerekli olan ısıtma yükü belirlenerek gerekli yakıt miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Sera içi sıcaklığını ölçmede kullanılan temperaturstation aleti

3.1.1.Araştırma Bölgesinin Tanımı

Balıkesir, Anadolu yarımadasının kuzey batısında ve önemli bir kısmı Marmara'da olmak üzere geriye kalan kısmı da Ege Bölgesi'nde yer alan bir ildir. Güneyinden Manisa ve İzmir, batısından Ege Denizi ve Çanakkale, doğusundan Kütahya ve Bursa, kuzeyinden Marmara Denizi ile çevrilmiştir. Bu konumuyla Türkiye'nin Marmara ve Ege denizine açılan yeşil penceresidir.

Yüzölçümü 14.456 km² olan Balıkesir'in 22 Ekim 2000 tarihinde yapılan sayıma göre nüfusu 1.075.631'dir. İle bağlı ilçe sayısı 19'dur. Bunlar: Merkez ilçe, Ayvalık, Balya, Bandırma, Bigadiç, Burhaniye, Dursunbey, Edremit, Erdek, Gömeç, Gönen, Havran, İvrindi, Kepsut, Marmara, Manyas, Savaştepe, Sındırgı ve Susurluk'tur (Anonim 2007a).

Çizelge 3.1 Balıkesir ili uzun yıllar iklim verileri

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
En yüksek 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
Ortalama 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
Ortalama 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
Ortalama nisbi nem (%)	81	78	73	68	65	58	54	55	61	69	78	82
Ortalama yağış miktarı (mm)	99,3	80	62,3	48,1	39,2	26,5	26,5	9,9	7,7	18,3	42,2	72,0
Günlük en çok yağış miktarı (mm)	77,9	56,4	63,9	38,2	38,6	41,8	50,1	37,1	39,6	68,3	118,0	97,2
Ortalama kar yağışlı günler sayısı	1,7	1,5	0,6	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5
Ortalama sisli günler sayısı	4,3	2,9	1,3	0,7	0,9	0,2	0,1	-	0,2	2,0	5,3	5,1
Ortalama dolulu günler sayısı	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Ortalama kırılgılı günler sayısı	5,8	5,4	5,8	0,6	0,1	-	-	-	-	0,4	2,4	5,0
Ortalama orajlı günler sayısı	1,3	1,4	1,2	2	3,7	3,1	1,1	0,8	1,2	1,3	1,9	1,4
Ortalama rüzgar hızı (ms ⁻¹)	2,9	3,2	3,4	2,7	2,3	3,0	4,1	4,1	3,5	2,6	2,2	2,6
Ortalama toprak sıcaklığı °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 sıcaklığı °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

Balıkesir ilinde dağılış gösteren zonal topraklar, 4 ayrı grup olarak kendini göstermektedir. Bunlardan kireçsiz kahverengi orman toprakları, en geniş yayılıma sahip topraklardır. Metamorfik şist, melanjlı seri, granit ve granodiyonit ile volkanik kayalar üzerinde, nispeten yüksekçe kısımlarda karşılaşılan bu topraklar, çoğu kez yoğun bir orman örtüsüyle de kaplıdır. Kireçsiz kahverengi topraklar Balıkesir İli içerisinde daha çok bitki örtüsünün tahrip edildiği ve kireçtaşı içermeyen alanlarda görülmektedir. Genelde yarı nemli iklim koşulları altında mikaşist, gnays, fillat ve kristalize kireçtaşı gibi anakayalar üzerinde gelişen topraklar kahverengi orman topraklarıdır. Bunlar Edremit Körfezi ile Dursunbey çevresinde görülmektedirler. Kırmızımsı kahverengi Akdeniz toprakları, Akdeniz iklim koşullarının meydana getirdiği peyzaj özelliklerini karakterize eden maki, garig ve kızılçam

vejetasyonunun yayılma alanı içerisinde genellikle, kalker ve kalkerli anakayalar üzerinde gelişmiştir. Bu belli başlı toprak tiplerinin dışında Balıkesir İli'nde dar alanlarda taşlık, kayalık ve kumluk alanlar ile taban suyu seviyesinin yüzeye çok yakın olduğu yerlerde hidromorfik alüvyal topraklar, lagüner karakterli ortamlarda da sahil bataklıkları gelişmiş durumdadır (Anonim 2007a).

Bütün iklim elemanlarında olduğu gibi sıcaklık faktörü de alınan güneş enerjisinin durumuna bağlı olarak şekillenmektedir. Balıkesir ilinde güneş ışınları en düşük açı ile 22 Aralık tarihinde 26°-16' ile Bandırma; en yüksek açı ile 21 Haziran tarihinde 74°-08' ile Ayvalık üzerine gelmektedir. Güneş enerjisi doğal ve sosyal ortamdaki bütün olayları kontrol etmekle birlikte doğrudan enerji üretiminde de yararlanabilecek bir kaynaktır. Güneş enerjisinden yararlanabilme potansiyeli bakımından Ayvalık, Edremit çevresi büyük bir potansiyele sahip iken; Bandırma, Dursunbey çevresinde bu kaynak bakımından bir azalma gözlenir. Balıkesir ilinde bütün iklim elemanlarında olduğu gibi sıcaklık özellikleri de güneyden-kuzeye, batıdan-doğuya değişmektedir. Yıllık ortalama sıcaklıklar Edremit 16,2 °C, Bandırma 14,1 °C, Balıkesir 14,5 °C, Dursunbey 12,1 °C olarak şekillenir. Ortalama değerler yanında en yüksek ve en düşük değerler de önemli şekillendirici etmenlerdir (Anonim 2007a).

Balıkesir ili genel hatları ile 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. Yıl içinde değişmeler dikkate alındığında yaz döneminde rüzgâr kuzey yönlü olmak üzere daha etkindir. Kış dönemi ise; gezici alçak basınçların devreye girmesi nedeni ile güney yönlü rüzgârların etkinliği artmaktadır. Balıkesir genelinde rüzgar hızı bakımından kış ve ilkbahar döneminde bir azalma, yaz ve sonbahar döneminde bir artış dikkat çekmektedir (Anonim 2007a).

Balıkesir ilinde; Merkez 588,5 mm, Bandırma 705,0 mm, Dursunbey 591,6 mm ve Edremit 714.0 mm, yağış almaktadır. Balıkesir çevresine yağış getiren sistemler daha çok kış döneminde Orta Akdeniz'den sokulan gezici alçak basınç sistemleridir. Balıkesir istasyonu Edremit, Bandırma ve Dursunbey istasyonları arasında geçiş özelliği göstermektedir. Balıkesir ili genelinde özellikle soğuk dönemde etkili olan sis olayı, zaman zaman ulaşımı engellemektedir. Sis olayı aynı zamanda havada nem miktarının % 95–100 civarında olduğunu ifade eder (Anonim 2007a).

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. Genel olarak verimli arazilere sahip olan Balıkesir her türlü sebze ve meyvenin yetiştirildiği bir ilimizdir. Üretilen sebze ve meyveler genel olarak üreten köylü tarafından semt pazarlarında taze ve ucuz olarak satılmaktadır. Balıkesir’de tarım ve tarıma dayalı işletme sayısı olarak 118 adet bitkisel yağ, 42 adet un, 12 adet salça ve konserve fabrikası 164 adet süt işletmesi ve 8 adet su ürünleri işletmesi vardır (Anonim 2007b).

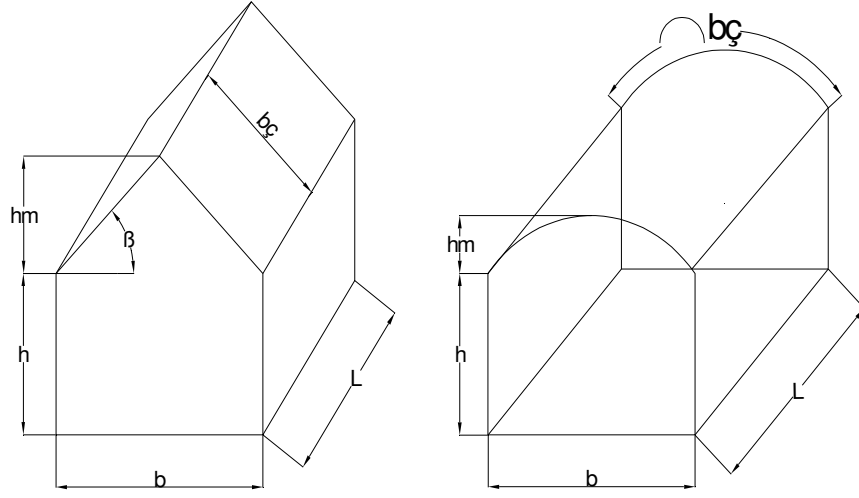
Balıkesir ilinde örtü altı yetiştiriciliği toplam 7.1 ha alanda yapılmaktadır. Bu alanın 0.9 ha cam sera, 6.1 ha PE sera ve 0.1 ha alçak tünellerden meydana gelmektedir (Sevgican ve ark 2000)

3.2.Yöntem

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

Arazi çalışmaları sonucunda seralara ait bilgiler elde edildikten sonra büro çalışmalarına geçilmiştir. Öncelikle gözlem yapılan seranın iç sıcaklığının 10 °C ve 20 °C de tutulması için 2006 yılı iklim verilerinden yararlanılarak ısı gereksinimi ve aynı boyutta farklı örtü malzemeleri kullanılarak oluşturulan cam sera, tek katlı plastik sera ve çift katlı plastik sera modellerinin uzun yıllar iklim verilerinden yararlanılarak ısı gereksinimleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yöreye uygun sera modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen sera modellerinin ısı gereksinimlerini hesaplamak için Microsoft Exel programı kullanılmıştır. Sera dış yüzey büyüklükleriyle ilgili eşitlikler ve ısı gereksinimini hesaplamada kullanılan eşitlikler exel ortamına aktararak hesaplamalar yapılmıştır.

Seranın şekil ve büyüklüğüne bağlı olarak, sera yüzeylerinde kondüksiyon yoluyla ısı kaybı, sera dış yüzey alanıyla doğru orantılıdır. Bir serada birim taban alana düşen sera örtüsü alanı, sera taban alanının küçülmesiyle fazlalaşır, sera taban alanı büyüdükçe azalır. Bu nedenle küçük seralarda birim taban alanına düşen ısı yükü fazla, büyük seralarda ise küçüktür (Yüksel 2000). Şekil 3.2’de modellemede kullanılacak beşik çatılı ve silindirik çatılı seraların şematik resimleri verilmiştir.



Şekil 3.2.Modellemede kullanılan seraların şematik resimleri

Çalışmada seçilen beşik çatılı ve silindirik çatılı seraların dış yüzey alanlarının hesaplanması için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır(Yüksel 2000).

1. Beşik çatılı cam örtülü seranın dış yüzey alanının hesaplanması:

$$A_y = 2 * (L * h)$$

Eşitlikte:

A_y = Sera yan yüzey alanı (m^2)

L = Seranın uzunluğu (m)

h = Sera yan duvar yüksekliği (m)

Çatı yüzeyi iki dikdörtgen alandan oluşur. Sera boyutlarından yararlanılarak çatı yüzey alanı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur.

$$bç = 0,5 * b * \text{Cos}\beta^{-1}$$

Eşitlikte:

$b_{\text{ç}}$ = Çatı genişliği (m)

b = Sera genişliği (m)

β = Çatı eğim açısı

$$A_{\text{ç}} = 2 * (b_{\text{ç}} * L)$$

Eşitlikte:

$A_{\text{ç}}$ = Toplam çatı yüzey alanı (m²).

Sera ön yüzey alanının bulunabilmesi için sera yan duvarlarından sonraki mahya yüksekliğinin bulunması gerekir.

$$h_m = 0,5 * b * \tan \beta$$

Eşitlikte:

h_m = Sera mahya yüksekliği (m)

Sera ön yüzey alanı aşağıdaki eşitlikle bulunur. Ön yüzey alanının iki katı toplam ön yüzey alanının vermektedir.

$$A_{\text{ö}} = 2 * [b * (h + 0,5 * h_m)]$$

Eşitlikte:

$A_{\text{ö}}$ = Sera ön yüzey alanı (m²)

Sera toplam dış yüzey alanı;

$$A = A_{\text{ç}} + A_y + A_{\text{ö}}$$

Eşitlikte:

A = Plastik seranın toplam alanı (m²)

2. Silindirik çatılı plastik örtülü seranın dış yüzey alanının hesaplanması

$$A_y = 2 * (h * L)$$

$$b_ç = \pi * \sqrt{2^{-1} * ((hm)^2 + (b * 2^{-1})^2)}$$

$$A_ç = b_ç * L$$

$$A_ö = 2 * [(b * h) + (\pi * hm * b * 4^{-1})]$$

$$A = A_ç + A_y + A_ö$$

Seralar için gerekli olan ısı gereksinimi ve kullanılacak yakıt miktarı aşağıdaki eşitliklerle belirlenmiştir.(Yüksel 2000)

Seranın ısı gereksinimi:

$$Q = Q_k - Q_g$$

Eşitlikte:

Q= Seranın ısı gereksinimi (W)

Q_k= Seradan kaybolan toplam ısı miktarı (W)

Q_g= Serada güneş enerjisinden kazanılan ısı miktarı (W)

Serada kaybolan ısı miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$Q_k = A * U * (t_i - t_d)$$

Eşitlikte:

Q_k= Serada kaybolan toplam ısı miktarı (W)

A= Sera dış yüzey alanı (m²)

U= Sera yapı malzemesinin ısı geçirme katsayısı (Wm⁻²K⁻¹)

t_i = Sera iç sıcaklığı (°C)

t_d = Sera dışındaki hava sıcaklığı (°C)

$$U = U_s + U_h$$

U_s = Seradan atmosfere doğru olan ısı geçirme katsayısı ($Wm^{-2}K^{-1}$)

U_h = Havalandırma ısını karşılayan ısı iletim katsayısı ($Wm^{-2}K^{-1}$)

$$U_h = 0,19 * V$$

V = Ortalama rüzgar hızı (ms^{-1})

$$U_s = \left[(f_i^{-1}) + (d\lambda^{-1}) + (f_d^{-1}) \right]^{-1}$$

f_i = Sera örtüsü iç yüzey iletkenlik katsayısı ($Wm^{-2}K^{-1}$)

d = Kullanılan örtü malzemesinin kalınlığı (m)

f_d = Örtü yüzeyinden atmosfere olan ısı iletim katsayısı ($Wm^{-2}K^{-1}$)

λ = Malzemenin ısı geçirgenliği ($Wm^{-2}K^{-1}$)

Seralarda güneşten kazanılan ısı miktarının hesaplanması

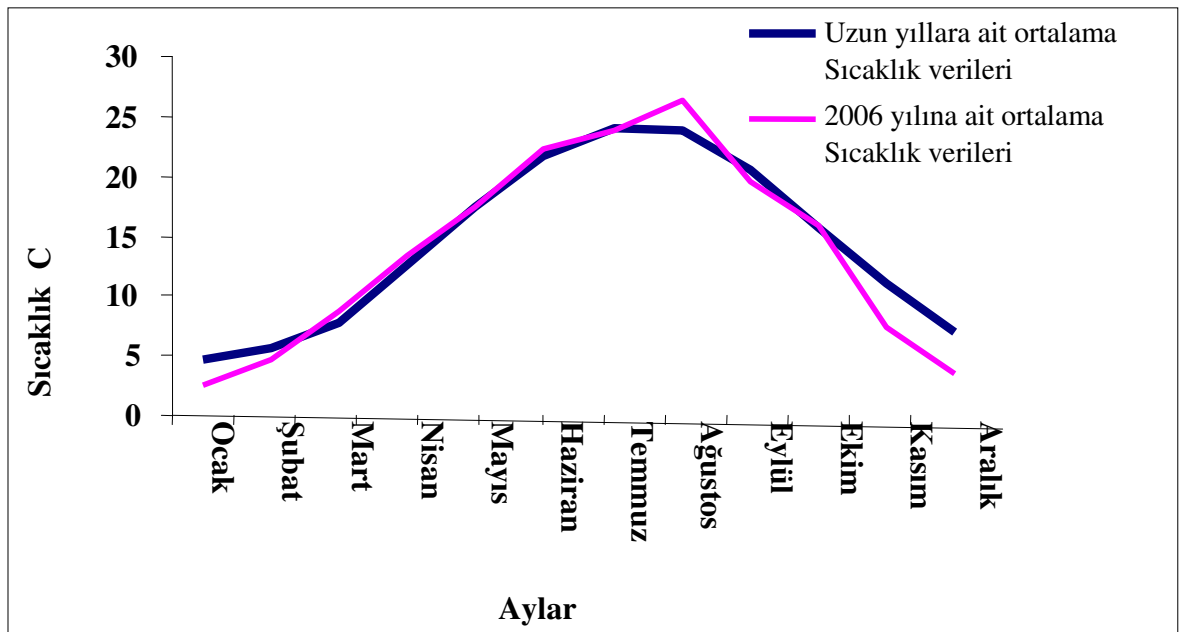
$$Q_g = 0,50 * (I_0 * A_ç)$$

I_0 = Ortalama günlük güneş radyasyonu yoğunluğu ($kkalm^{-2}h^{-1}$)

4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

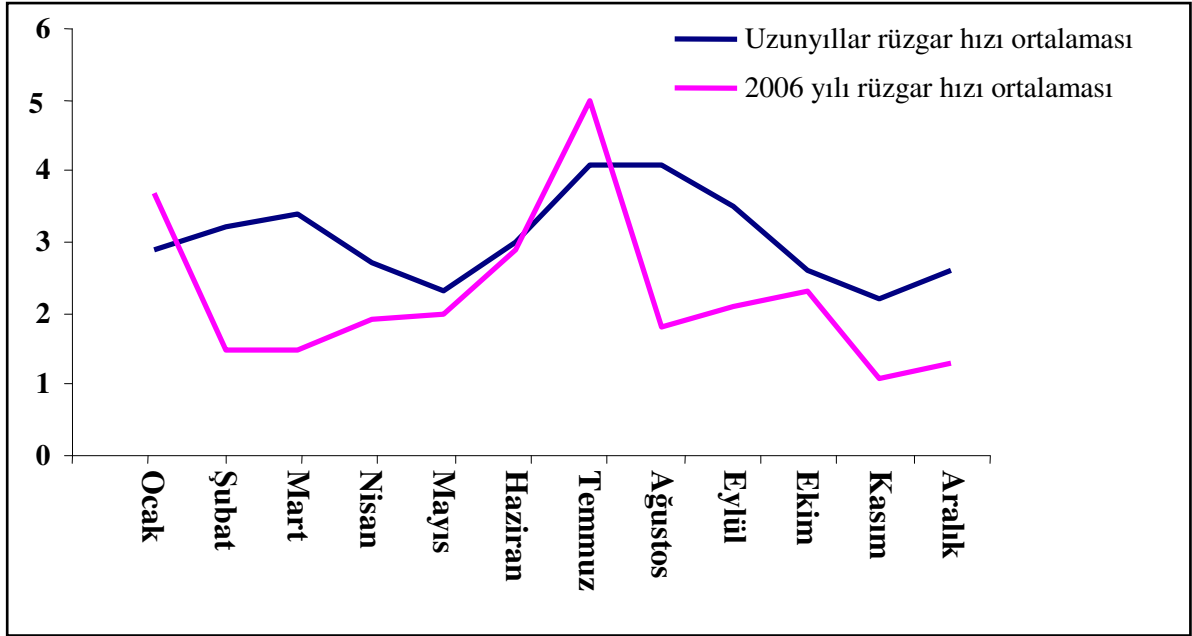
4.1 İklim Verilerinin Değerlendirilmesi

Araştırma yapılan serada 2006 yılına ait, sera modelleri için ise uzun yıllara ait ortalama sıcaklık, ışınım ve rüzgâr hızı gibi iklim verileri kullanılmıştır. Bu verilerin aylık ortalama değerleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi Balıkesir ilinde 2006 yılı sıcaklık ortalaması 13.8 °C ölçülmüşken iken uzun yıllar ortalaması ise 14.3 °C’dir. En düşük sıcaklıklar Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında meydana gelmiştir.



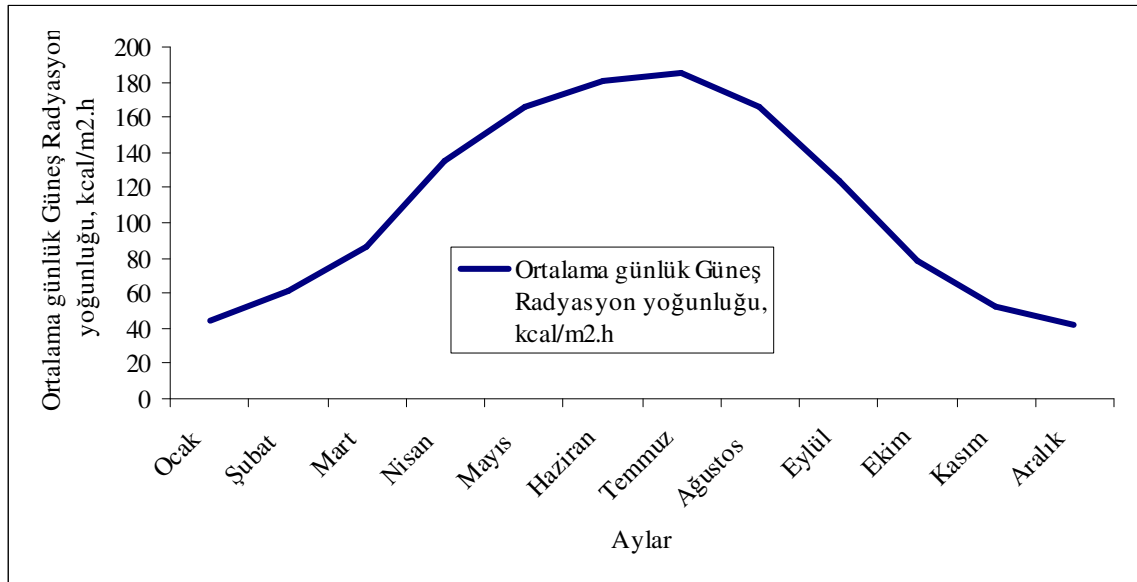
Şekil 4.1. Uzun yıllar ve 2006 yılı sıcaklık ortalamalarının karşılaştırılması.(°C)

Şekil 4.2’de Balıkesir iline ait uzun yıllar ve 2006 yılı ortalama rüzgar hızları verilmiştir. Uzun yıllar yıllık ortalama 3.05 ms^{-1} iken 2006 yılı ortalama değeri 2.26 ms^{-1} olarak bulunmuştur. Şekilden de görüldüğü gibi rüzgar hızı yaz aylarında yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu değerlere göre rüzgâr hızının en yüksek olduğu ay Temmuz ayı ve rüzgâr hızının en düşük olduğu ay ise Kasım ayıdır.



Şekil 4.2. Uzun yıllar ve 2006 yılı aylık ortalama rüzgar hızlarının karşılaştırılması (ms⁻¹)

Şekil 4.3’de Balıkesir iline ait aylık güneş radyasyon yoğunluğu değerleri görülmektedir. En düşük radyasyon yoğunluğu Aralık ve Ocak ayında gerçekleşmektedir. Bu aylarda güneş radyasyon yoğunluğu 40 kkal^m⁻²gün⁻¹’dir. En yüksek ortalama radyasyon yoğunluğu değeri ise Temmuz ayı içerisinde 184.91 kkal^m⁻²gün⁻¹olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Aylık ortalama güneş radyasyon yoğunluğu (kcal^m⁻²gün⁻¹)

Sebze yetiştiriciliği yapılan sera işletmesinde domates ve salatalık sebzelerinin fideleri dışarıdan temin edilmektedir. İşletmede domates ve salatalık sebzelerinin dikimleri 3

kez yapılmakta olup, Şubat sonu Mart başı içerisinde fide dikimini yapmaktadır Domates dikim işleminden 60-80 gün sonra Salatalık ise 30-45 gün sonra hasadı yapılmaktadır..

Çizelge 4.1’de Balıkesir ilinde araştırma yapılan seradaki veriler görülmektedir. Sera iç sıcaklığının sebze üretimi süresi boyunca minimum sıcaklık değeri 10°C altına Kasım-Mart ayları arasında düşmemiştir. Mart ve Nisan aylarında sera içi sıcaklığı domates ve salatalık için optimum sıcaklık değeri olan 20°C altında kalmıştır. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında ise 20°C’nin üstünde olduğu aylardır. Bu aylarda soğutmanın yetersiz olduğu görülmektedir. Araştırmanın yapıldığı serada ölçülen iç sıcaklıklara ve bitki isteklerine göre, Mart ve Nisan aylarında bitkilerin sıcaklık isteklerinin karşılanamadığı Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise optimum sıcaklık değerinin aşıldığı görülmektedir (Çizelge 4.1). Optimum bitki istekleri açısından Eylül-Nisan ısıtma yapılması, Mayıs-Eylül aylarında ise soğutma yapılması gerekmektedir.

Çizelge 4.1. 2006 yıllı aylara göre ortalama sera iç ve dış sıcaklık değerleri ve domates (yetiştirilme dönemlerindeki) salatalık sebzelerinin minimum, optimum ve maksimum sıcaklık istekleri

AYLAR	Dış sıcaklık (°C)	Sera iç sıcaklığı (°C)	Domates ve salatalık için minimum yetiştirme sıcaklık değeri (°C)	Domates ve salatalık için optimum yetiştirme sıcaklık değeri (°C)	Domates ve salatalık için maksimum yetiştirme sıcaklık değeri (°C)
Ocak	2.5	5.4	10	20	30
Şubat	4.7	10.34	10	20	30
Mart	8.7	12.6	10	20	30
Nisan	13.4	18.8	10	20	30
Mayıs	17.5	24.5	10	20	30
Haziran	22.3	29	10	20	30
Temmuz	23.8	30.9	10	20	30
Ağustos	26.4	34.3	10	20	30
Eylül	19.6	23.5	10	20	30
Ekim	15.9	18.5	10	20	30
Kasım	7.3	12.2	10	20	30
Aralık	3.4	9.1	10	20	30

4.2.Seralarda Güneşten Kazanılan Isı Enerjisi

Çizelge 4.2’de güneş ışınımından kazanılan ısı enerji miktarı görülmektedir. Buna göre Aralık ve Ocak aylarında güneşten kazanılan ısı enerjisi en az iken Haziran ve Temmuz aylarında ise en yüksek değerine ulaşmaktadır. Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında güneşten kazanılan enerji $20.000 \text{ kkal m}^{-2}\text{h}^{-1}$ değerinden yüksek elde edilmiştir. Balıkesir ilinin güneş enerjisi potansiyeli sera ısı gereksinimini önemli ölçüde azaltabilecek kapasitededir.

Çizelge 4.2. Balıkesir iline ait seralarda güneşten kazanılan ısı miktarı

Aylar	Güneşten kazanılan ısı miktarı $\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}$
Ocak	7010.67
Şubat	9782.00
Mart	13779.88
Nisan	21647.69
Mayıs	26593.86
Haziran	28946.21
Temmuz	29569.88
Ağustos	26501.11
Eylül	19827.86
Ekim	12556.53
Kasım	8419.53
Aralık	6750.01

4.3.Seralarda Isı Gereksiniminin Belirlenmesi

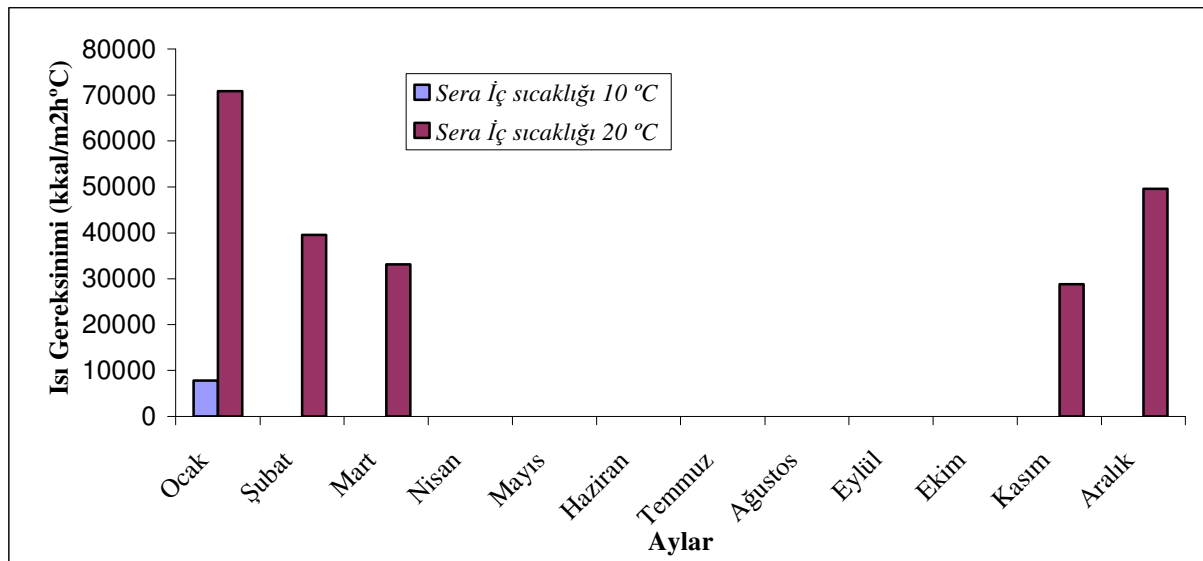
Seralarda bitki yetiştiriciliğinde en önemli enerji ihtiyacı ısıtma giderlerinde gerçekleşmektedir. Seranın ısı ihtiyacı, seralarda optimum üretim yapılabilmesi için seraya ısıtma sistemi ile verilmesi gereken ısı miktarıdır. Yapılan çalışmalarda farklı sera örtü malzemeleri ve farklı sera iç sıcaklık değerleri ile araştırma yapılan seranın her aya ait ortalama ısı gereksinimi sonuçları aşağıda grafikler halinde sunulmuştur. Isı gereksinimleri belirlenecek olan sera modellerinin teknik özellikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge.4.3. 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
Sera çatı alanı (m ²)	943,82	871,50	871,50
Toplam yüzey alanı (m ²)	1241,82	1191,38	1191,38

4.3.1.Araştırma Yapılan Seraya Ait Isı Gereksinimi

Şekil 4.4’de Balıkesir ili 2006 yılına ait ölçülen sera iç sıcaklık değerleri 10°C ve 20°C sıcaklık değerlerine göre ısı gereksinimleri görülmektedir. Şekil 4.4’den de, görüldüğü gibi, ölçüm yapılan seranın 2006 yılına ait iklim verilerine göre sera iç sıcaklığının 10°C olduğu durumdaki en yüksek ısı gereksinim değeri Ocak ayında 7812.201 kkal^{m⁻²h⁻¹°C⁻¹}, sera iç sıcaklığının 20°C olduğu durumda en yüksek ısı gereksinim değeri aynı ayda 70776.35 kkal^{m⁻²h⁻¹ °C⁻¹}olarak bulunmuştur.



Şekil 4.4. Serada 2006 yılına ait ısı gereksinimi (kkalm⁻²h⁻¹ °C⁻¹)



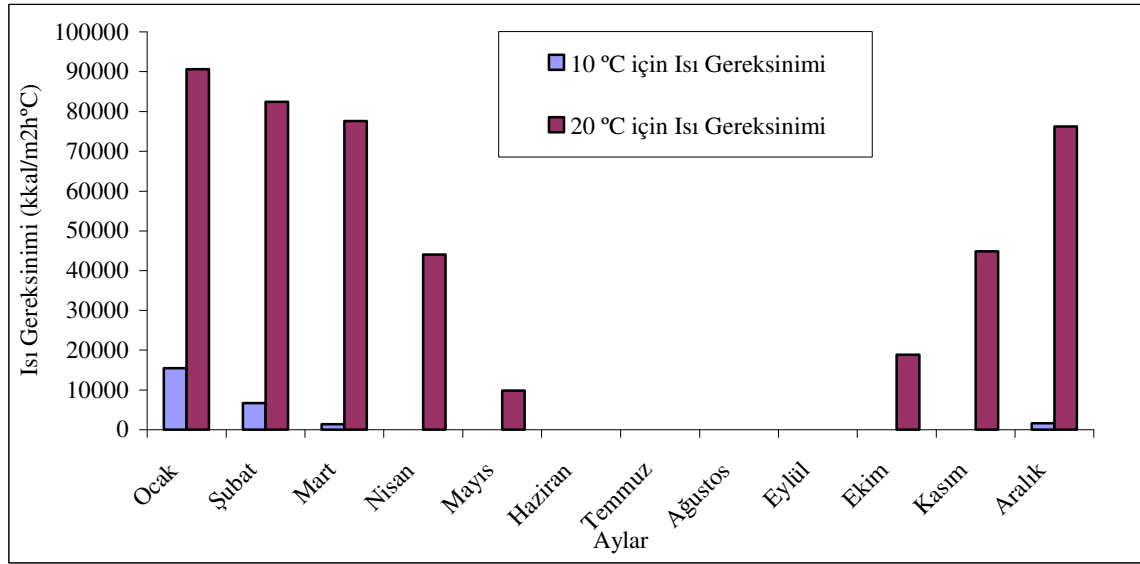
Şekil 4.5. Balıkesir araştırma yapılan seranın ısıtma sistemi (Ayşebacı köyü)



Şekil 4.6. Balıkesir araştırma yapılan seranın ısıtma sistemi (Ayşebacı köyü)

4.3.2 Camla Örtülü Sera Modeline Ait Isı Gereksinimi

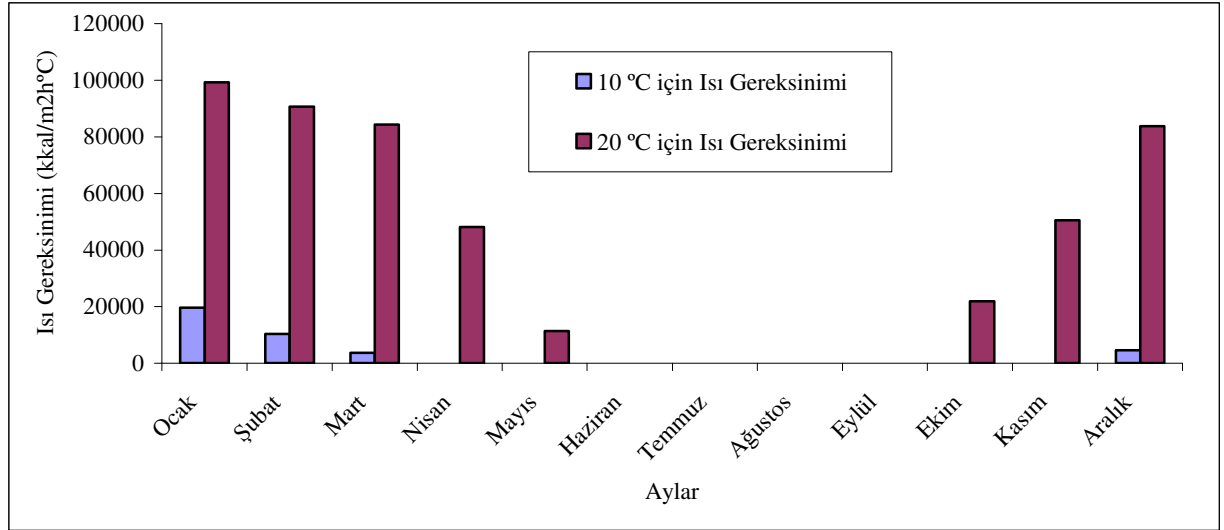
Cam kalınlığı 3,8 mm olan camla örtülü model sera için hesaplanan ısı gereksinimi Şekil 4.7’de verilmiştir. Şekil.4.7’de verildiği gibi, serada özellikle sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak, Şubat, Mart ve Aralık, 20 °C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım, Aralık aylarında ısıtmanın mutlaka gerekli olduğu görülmektedir. Isıtma gereksinim miktarı sera iç sıcaklığı 10°C için Ocak ayında maksimum değerine (15421.66 $\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$), 20°C için yine Ocak ayında maksimum değerine (90574.95 $\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$) ulaşmaktadır.



Şekil 4.7 Cam örtü malzemesi kullanıldığında gerekli olan ısı gereksinimi ($\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

4.3.3 Tek katlı PE İle Örtülü Sera Modeline Ait Isı Gereksinimi

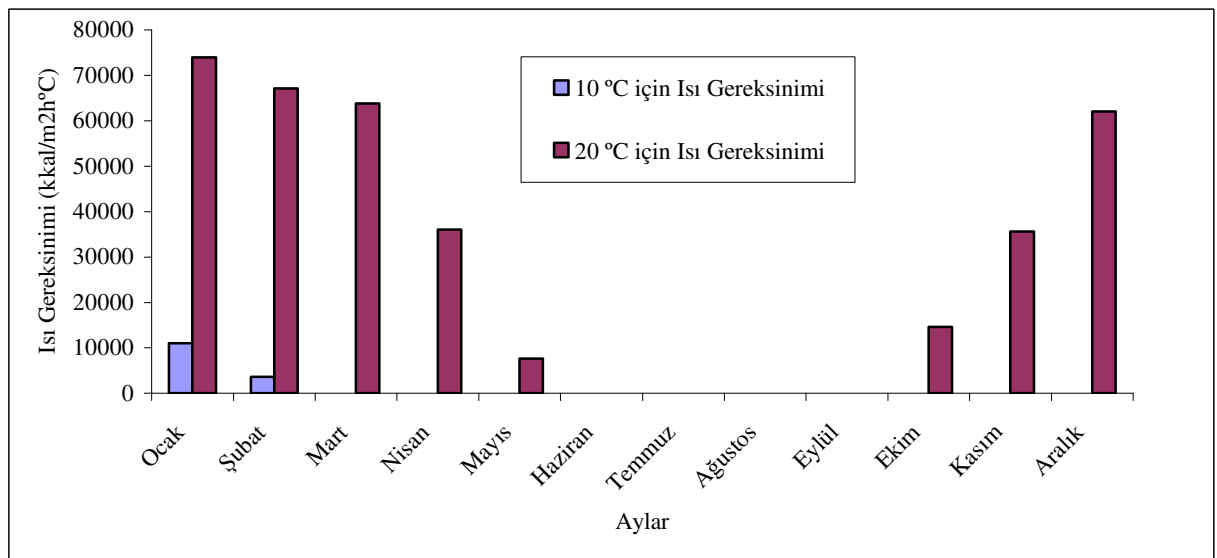
Tek katlı PE kullanılan bir serada belirlenen ısı gereksinimi Şekil 4.8’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi serada özellikle sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak, Şubat, Mart ve Aralık, 20°C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ısıtmanın mutlaka gerekli olduğu görülmektedir. Isıtma gereksinim miktarı sera iç sıcaklığı 10°C için Ocak ayında maksimum değerine (19518.97 $\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$), sera iç sıcaklığı 20°C için Ocak ayında maksimum değerine (99264.61 $\text{kkalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$) ulaşmaktadır.



Şekil 4.8. Tek kat PE örtü malzemesi kullanıldığında gerekli olan ısı gereksinimi ($\text{kcalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

4.3.4 Çift Katlı PE İle Örtülü Sera Modeline Ait Isı Gereksinimi

Çift katlı PE kullanılan bir serada belirlenen ısı gereksinimi Şekil 4.9'da verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi serada özellikle Sera iç sıcaklığının 10°C olması için Ocak ve Şubat, 20°C olması için Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım, Aralık aylarında ısıtma mutlaka gereklidir. Isıtma gereksinim miktarı sera iç sıcaklığı 10°C için Ocak ayında maksimum değerine ($10960.41 \text{ kcalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$), sera iç sıcaklığı 20°C için Ocak ayında maksimum değerine ($73924.55 \text{ kcalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$) ulaşmaktadır.



Şekil 4.9 Çift kat PE örtü malzemesi kullanıldığında gerekli olan ısı gereksinimi ($\text{kcalm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

4.4.Seralarda Soğutma ihtiyacı

Çizelge 4.1’de Temmuz ve Ağustos aylarında domates ve salatalık bitkileri için maksimum yetiştirme sıcaklığımız olan 30°C ‘yi geçtiği görülmektedir. Bu durum bitkilerdeki özümlemenin azalmasına veya durmasına da neden olabilir. Bu aylarda sera iç sıcaklığı yağmurlama yöntemiyle 8°C, ıslak yastıklar ile 6°C, su şelalesiyle 3-5°C ve gölgeleme ile 5-6°C soğutulabilmektedir. Çizelge 4.1’e bakıldığında 4-5°C ‘lik bir soğutmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu durumda maliyeti düşük uygulaması kolay olan gölgeleme ile soğutma yöntemi kullanılarak sera iç sıcaklığı 30°C’nin altına düşürülebilir. Gölgeleme içten veya dıştan yapılabılır. Serayı içten gölgelemede, örtülerin konuş şekline göre güneş ışınlarının seraya girişi azaltılabilir. Buna bağlı olarak sera gölgeleme ile soğutulması sağlanır. Serayı dıştan gölgelemede güneş ışınları sera içine girmeden tutulduğu için sera içinde yüksek sıcaklık oluşmamaktadır. Bu yolla sera iç sıcaklığı 5-6°C düşürülebilir. Ayrıca üretici plastik seranın, sadece çatısındaki örtüyü bırakıp yanlarını açarak bitkileri yüksek sera iç sıcaklığından koruyabilir. Böylelikle sera iç sıcaklığı azaltılarak soğutma sağlanır.

4.5. Sera Örtü Malzemelerine Göre Isı Gereksiniminin Karşılaştırılması

Sera örtü malzemelerine göre ısı gereksinimi Çizelge 4.4 ve 4.5’de verilmiştir. Örtü malzemesi olarak tek kat PE kullanılan serada ısı ihtiyacı, bütün aylarda diğer sera örtü malzemelerine göre daha fazla olmuştur. Bunu sırasıyla 3,8mm sera camı ve çift kat PE izlemiştir. En az ısı ihtiyacı çift kat PE sera örtü malzemesi kullanılan serada meydana gelmiştir. Genel olarak seralarda en fazla ısı ihtiyacı Ocak ayında hesaplanmıştır. 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 malzemesi kullanıldığında % 62’lik bir ısı tasarrufu sağlanabilmektedir. Yine 3,8mm cam örtü malzemesi kullanımıyla ise % 34’lük bir ısı kazancı sağlanmıştır. 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 sağlanabilmektedir. Yine 3,8mm cam örtü malzemesi kullanımıyla ise % 9’luk bir ısı kazancı sağlanmıştır.

Çizelge 4.4. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinimleri (Sera içi sıcaklık, 10°C)

Sera iç sıcaklığı (10°C)	Cam sera (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)	Tek katlı PE (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)	Çift katlı PE (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)
Ocak	15421.66	19518.97	10960.41
Şubat	6647.961	10287.71	3575.116
Mart	1396.257	3574.517	-
Aralık	1641.967	4511,574	-
Toplam(kkal/m ² h°C)	25107.845	37892.771	14535.526

Çizelge 4.5. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinimleri (Sera içi sıcaklık, 20°C)

Sera İç Sıcaklığı (20°C)	Cam Sera (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)	Tek Katlı PE (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)	Çift Katlı PE (kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)
Ocak	90574.95	99264.61	73924.55
Şubat	82409.99	90617.37	67123.27
Mart	77564.11	84293.51	63820.09
Nisan	44049.63	48116.51	36033.83
Mayıs	9767.67	11286.8	7594.87
Ekim	18788.76	21790.57	14574.52
Kasım	44825.2	50557.31	35621.78
Aralık	76186.51	83673.2	62025.07
Toplam(kkalm ⁻² h ⁻¹ °C ⁻¹)	444166.82	489599.88	360717.98

4.6.Yıllık Yakıt Miktarı ve Sera Yakıt Giderlerinin Karşılaştırılması

Yıllık yakıt miktarının bulunmasında seraların özellikle ısı ihtiyacının Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart,Nisan ve Mayıs aylarında çok yoğun ısıtma yapıldığı varsayılmıştır. Bu aylarda sera ısıtma sisteminin ortalama 14 saat, yıllık çalışma süresinin ise 10°C sera sıcaklığı için 120 gün ve 20°C sera sıcaklığı için 210 gün olarak kabul edilmiştir. Sera ısıtmasında katı, sıvı ve gaz halde değişik yakıtlar kullanılmaktadır. Araştırmada sıcak hava ile ısıtma sistemi kullanılmıştır. Çizelge 4.6'da sera ısıtmasında kullanılabilecek yakıtların ısı değerleri, yanma verimi ve birim fiyatları verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sera ısıtmasında kullanılabilir yakıtların ısı değerleri, yanma verimi ve 2007 yılı birim fiyatları

Yakıt cinsi	Yakıtın alt ısı değeri (kkalkg ⁻¹)	Yanma verimi (%)	Birim fiyatı (YTLkg ⁻¹)
Odun	3450	60	0.22
Yerli Linyit Kömürü	4640	65	0.24
İthal Sibirya Kömürü	7000	65	0.32
Fuel oil	9562	80	0.74
Doğal Gaz	8250 (kkalm ⁻³)	93	0.46
Elektrik	860 (kkalkW ⁻¹ h ⁻¹)	99	0.12

Araştırmada kurulacak 840 m² sera için sıcak hava ile ısıtma sistemi kullanıldığı kabul edilmiştir. Buna göre her bir sera örtü malzemesi ve sera içi sıcaklıkları için yıllık yakıt miktarları tespit edilmiştir. Çizelge 4.7 ve 4.8’de yıllık yakıt miktarları ve seraların yakıt giderleri YTL bazında verilmiştir. Her iki sera iç sıcaklık derecesinde tek katlı PE sera en fazla yakıt miktarına ve yakıt giderine ihtiyaç duyulmuştur. Çift kat PE örtü malzemesi ise en az yakıt miktarına ve giderine sahiptir. Seralar için en ekonomik yakacak ithal Sibirya kömürü. Bunu, yerli linyit kömürü, doğalgaz, odun ve fuel oil izlemiştir. En pahalı yakıt ise elektrik olarak tespit edilmiştir. Sera iç sıcaklığı 20°C yerine 10°C ısıtılması halinde sera yakıt miktarından ve yakıt giderinden yaklaşık % 95 oranında azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7. Sera ısıtması için gerekli yıllık yakıt miktarı

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

Çizelge 4.8. Sera ısıtması için gerekli olan yıllık yakıt giderleri

Yakıtlar	Cam sera		Tek kat PE		Çift kat PE	
	Sera iç sıcaklığı (10°C)	Sera iç sıcaklığı (20°C)	Sera iç sıcaklığı (10°C)	Sera iç sıcaklığı (20°C)	Sera iç sıcaklığı (10°C)	Sera iç sıcaklığı (20°C)
Odun (YTLyıl ⁻¹)	2689.81	83271.62	4059.47	91789.33	1557.2	67626.78
Yerli Linyit Kömürü (YTLyıl ⁻¹)	2181.79	67543.99	3292.75	74452.95	1263.09	54854.01
İthal Sibiryaya Kömürü (YTLyıl ⁻¹)	1928.28	59696.02	2910.16	65802.22	1116.33	48480.5
Fuel oil (YTLyıl ⁻¹)	3264.39	101059.3	4926.62	111396.5	1889.83	82072.58
Doğal Gaz (YTLyıl ⁻¹)	2351.92	72811.06	3549.52	80258.77	1361.58	59131.51
Elektrik (YTLyıl ⁻¹)	5885.75	182211.7	8882.77	200849.8	3407.4	147978.3

Çizelge.4.8’de camla örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığını 10 °C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 5885.746 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 1928.282 YTL maliyeti tutmaktadır. Sera iç sıcaklığını 20°C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 182211.7 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 59696.02 YTL maliyeti tutmaktadır.

Tek katlı PE örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığını 10 °C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 8882.77 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 2910.16 YTL maliyeti tutmaktadır. Sera iç sıcaklığını 20°C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 200849.8 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 65802.22 YTL maliyeti tutmaktadır.

Çift katlı PE örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığını 10 °C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 3407.4 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 1116.33 YTL maliyeti tutmaktadır. Sera iç sıcaklığını 20°C tutmak için yakıt olarak elektrik kullanıldığında 147978.3 YTL, ithal Sibiryaya kömürü kullanıldığında 48480.5 YTL maliyeti tutmaktadır.

Çizelge.4.6’ya bakıldığında yakıt olarak alt ısı değeri yüksek birim fiyatı düşük olan ithal Sibiryaya kömürü veya yerli linyit kömürü kullanılabilir.

Çizelge.4.7’de camla örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığının 10°C de tutmak için 6025.883 kgyıl⁻¹, 20°C de tutmak için 59696.02 kgyıl⁻¹ ithal Sibiryaya kömürüne ihtiyaç vardır. Tek katlı PE örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığının 10°C de tutmak için 9094.27 kgyıl⁻¹,

20°C de tutmak için 65802.22 kgyıl⁻¹ ithal Sibiry kömürüne ihtiyaç vardır. Çift katlı PE örtülü sera modelinde sera iç sıcaklığını 10°C de tutmak için 3488.53 kgyıl⁻¹, 20°C de tutmak için 151501.6 kgyıl⁻¹ ithal Sibiry kömürüne ihtiyaç vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim verileri incelendiğinde Balıkesir ilinin sera tarımına uygun bir iklim yapısına sahip olduğunu belirtebiliriz. Özellikle seralarda ısı ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak iklim faktörlerinden güneş ışınımı açısından Balıkesir ili zengin bir potansiyele sahiptir. Son yıllarda sıcaklığın yükselmesi, seracılığı olumsuz yönde etkileyen kuvvetli rüzgâr ve donlu gün sayısının azalması seracılığın daha ekonomik olarak yapılabileceğini 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 kuvvetli rüzgâr akımlarına karşı tabii rüzgâr kıran bulunan yerlerde kurulmalıdır.

Sera örtü malzemelerinden ısı gereksinimi en az olan çift kat PE örtü malzemesidir. Bunu sırasıyla cam sera 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. 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 avantajlarındandır. 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 miktarı ve gideri bakıldığında alt ısı değeri yüksek ve birim fiyatı düşük olan yerli linyit kömürü ve ithal Sibiry kömürü 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 projelendirilip, 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 olarak seçilmelidir. Bu dönemlerde seralarda çift ürün alınabilir. 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 olabilecek sera yakıtları açısından ve bu yakıtların temininde bulunduğu konum itibarıyla herhangi bir sıkıntısı yoktur.

KAYNAKLAR

- Anonymous (1981). Heating, Ventilating and Cooling Greenhouses. Agricultural Engineers Yearbook., 401-404
- Anonymous (1992). Heating, Ventilating and Cooling Greenhouses. American Society of Agricultural Engineers Standarts, 500- 505, USA.
- Anonim (1997). Tarımsal Yapı. (Production-Price-Value).Pub. No:2234. ISBN: 975-19-2187-2, Ankara.
- Anonim (2002). Seralarda Isı Perdeleri Kullanımı. <http://alata.gov.tr>
- Anonim (2007a). Balıkesir Hakkında Genel Bilgi [www.yurdumuzutaniyalim.com/ archive/index.php?t-5.html](http://www.yurdumuzutaniyalim.com/archive/index.php?t-5.html)
- Anonim (2007b). Balıkesir’de Tarım <http://www.balikesir.com/balikesir/tarim.htm>
- Anonim (2008a) Örtüaltı domates yetiştiriciliği www.erzincanbk.gov.tr/domatesyet.htm
- Anonim (2008b) Örtüaltı hıyar yetiştiriciliği www.erzincanbk.gov.tr/hiyaryet.htm
- Başçetinçelik A, Öztürk HH (1996). Seralarda Isıtma. Ç Ü, Ziraat Fak., Temav Yayınları, Yay. No: 1, 213s, Adana..
- Başçetinçelik A, Öztürk, HH (2002). Seralarda Havalandırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 227.
- Baytorun N (1995).Seralar (Ders Kitabı) Yayın No: 29. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 406s, Adana.
- Boulard T (1993). Etude Experimentale et Modelisation del Aeration Naturelle des Serres. Note Interne I.N.R.A., 93-1, 42. Station de Bioclimatologie de Montfavet, Montpellier, France.
- Boulard T, Meneses JF, Mermier M and Papadakis G (1996). The Mechanisms Involved in the Natural Ventilation of Greenhouses, Agr. and For. Meteo., 79, 61 – 77.
- Çolak A (2002). Isıtılmayan Bir Cam Serada Sera İçi Sıcaklık, Çiğlenme Sıcaklığı ve Bağlı Nem Deseni Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 39 (3), 105–112, İzmir.
- Ertekin C, Yıldız O (1994) Sera Isıtılmasında Gerekli Olan Enerji Miktarının Bir Bilgisayar Programı İle Hesaplanması. Tarımsal Mekanizasyon 15.Ulusal Kongresi Bildirileri. 20–22 Eylül 1994, 647–659, Antalya.
- Esder T (1981). Türkiye’nin Jeotermal Enerji Kaynakları ve Seracılıktaki Önemi. I. Türkiye Seracılık Kong., 81-108, Antalya
- Filiz M (2001). Sera İnşası ve Kliması. Akademi Kitapevi, İzmir.
- Günay A (1980). Tanımı, İnşası ve Kliması İle Serler. Çağ Matbaası, Ankara.
- Jiang WJ, Yu HJ (2004). Present Situation and Development Perspectives of Protected Horticulture in China. International Workshop on “La Produzione in Serra Dopo L’era del Bromuro di Metile”. 1–3 Nisan, 233- 240, Catania/İtalya.
- Kürklü A (1990). Seraların Güneş Enerjisi İle Isıtılması. Hasad Aylık Tarım Dergisi, Sayı: 63, 26–27, İstanbul.
- Kürklü A, Özmerzi A, Yıldız O (1995). Sera Yönün ve Isıtmanın sera İçi Sıcaklık dağılımına Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 16.Ulusal Kongresi Bildirileri. 5–7 Eylül 1995, Bursa. 416–421.
- Mertoğlu O, Mertoglu FM, Basarır NH (1993). Direct Use of Heating Applications in Turkey. Geothermal resources Council Transactions, Vol. 17: 19–22.
- Olgun M, Kendirli B, Çelik Y (1997). Yalova İlinde Farklı Özelliklerdeki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:3, Sayı:3, 1–7, Ankara.

- Onat BR (1993). Seralarda Doğal Gaz ve Uygulaması, Doğal Gaz Dergisi No:1. s.11- 13. Teknik Yayıncılık Tanıtım A.S. İstanbul.
- Öztürk HH, Başçetinelik A, Sallanbaş H (1992). Seralarda Değişik Tip Alüminyumlu Polyester Isı Perdelerinin Isı Korunumuna Etkileri
- Papadakis G, Frangoudakis A and Kyritsis S (1992). Mixed, Forced and Free Convection Heat Transfer at the Greenhouse Cover, J. of Agric. Engng. Res., v.51, 191 – 205.
- Roberts WJ and Meras DR (1984). Floor Heating and Bench Heating for Greenhouses, New Jersey.
- Sevgican A, Tüzel Y, Gül A ve Eltez RZ (2000). Türkiye’de Örtüaltı Yetistirciliği. V. Türkiye Ziraat Teknik Kongresi 17–21 Ocak, 2. Cilt, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 679–707s, Ankara.
- Short T (1998). Natural ventilation: New innovative research in aerodynamics. Research Circular, Food , Agricultural, and Biological Engineering, The Ohio State University. June 1998. Wooster, Ohio. p.2.
- Tekinel O, Baytorun AN (1990a). Seracılıkta Yeni Teknolojiler. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu Bildirileri. 11–21, İzmir.
- Tekinel O, Baytorun N, Yeni H (1990b). Isıtılmayan Seralarda Isı Örtüsü ve Farklı Su Şilteleri Kombinasyonun Etkenliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 4. Uluslar arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. 1–4 Ekim 1990, 737–747, Adana.
- Tepe A (1996). Antalya’da Güneş Enerjisi Kazanımı Açısından en Uygun Sera Yönünün Simulasyon Yöntemi İle Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Teitel M, Barak M, Yedutieli O (1999). Heat Storage and CO₂ Enrichment of Greenhouses in Mild Climates.7th International Congress on Mechanization and Energy İn Agriculture. Icame’ 99. 22–27 May 1999, 263–267, Adana.
- Titiz S (2004). Modern Seracılık Yatırımcıya Yol Haritası, Antalya Sanayici ve İşadamları Derneği (ANS_AD) yayınları, 21, Antalya.
- Tülücü K (2003). Özel Bitkilerin Sulanması Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi.Yayınları Ders Notları.Baskı No:1, Adana
- Tüzel Y, Eltez RZ (1997). Protected Cultivation in Turkey. A contribution towards a data base for protected cultivation in the Mediterranean region. (Edit. A.F. Abou-Hadid). FAO Regional Working Group Greenhouse Crop Protection in the Mediterranean Region.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Özgür M, Çelik N, Boyacı HF ve Ersoy A, (2005). “Örtüaltı Yetistirciliğinde Gelişmeler”, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3–7 Ocak 2005, I. Cilt; 551–563, Ankara.
- Ünsal M, İnallı M (1990). Toprağın Plastik Boruları İle Isıtılmasında Sıcaklık Probleminin Bilgisayarlar da Analizi. 4. Uluslar arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. 1–4 Ekim 1990, 748–755, Adana.
- Vanhoutte S (1990). Comparison of Polynomial Regression and Linear Interpolation as Methods for Temperature Distribution Studies under Greenhouses, Acta Hort., (281), 211-229, ill., Wageningen: International Society for Horticultural Science.
- Yağcıoğlu A (1999). Sera Mekanizasyonu, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: 59/1 Bornova/İzmir.
- Yüce B (1997). Türkiye seracılığının genel durumu. Türkiye 5.Seracılık Semp.: 3- 10. Elit Ajans, İzmir.
- Yüksel AN (1987) . Seralarda Örtü Malzemelerinin Isı Kaybına Etkisi. Hasad Aylık Tarım Dergisi, Sayı: 20, 25–27, İstanbul.

- Yüksel AN, Albut S (1989). Tekirdağ Yöresinde Seralarda Isı Gereksiniminin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 12. Ulusal Tarım Mekanizasyon Kongresi. 1-2 Haziran 1989, 335-366, Tekirdağ.
- Yüksel AN (2000). Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul..
- Yüksel AN (2001). Seralarda İklimlendirme. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No:277, Y. Ders Kitabı Yayın No: 16, Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İstanbul ilinin Fatih ilçesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Abdülkadir Öztük İlköğretim okulunda tamamladıktan sonra lise öğrenimini 50.Yıl İnsa Lisesinde okudum.

2000 yılında Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi bölümünde lisans öğrenimime başladım.2004 yılında bu bölümden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldum.

2005 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım.