



BALIKESİR - SUSURLUK İLÇESİ ŞARTLARINDA
SERA ISI GEREKSİNİMLERİNİN İNCELENMESİ

İsmail GÖÇER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**BALIKESİR - SUSURLUK İLÇESİ ŞARTLARINDA
SERA ISI GEREKSİNİMLERİNİN İNCELENMESİ**

İsmail GÖÇER
0000-0003-2603-3057

Prof. Dr. Erkan YASLIOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BALIKESİR - SUSURLUK İLÇESİ KOŞULLARINDA SERA ISI GEREKSİNİMLERİNİN İNCELENMESİ

İsmail GÖÇER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erkan YASLIOĞLU

Ürünlerin yetiştirme süreleri boyunca istedikleri iklim koşullarını en iyi şekilde sağlayan kontrollü üretim ortamlarına sera denir. Sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda, sera içerisindeki ürünlerin gelişmesi için gerekli olan sıcaklık değerlerinin korunmasında mutlaka seraların ısıtılması gereklidir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayınlarından ulaşılan veriler çerçevesinde, ülkemizde Balıkesir ve çevresi, günlük ortalama güneşlenme süresi ile güneş ışıının yoğunluğu açısından ilk sıralarda yer alan ilimizdir. Bu bakımdan Balıkesir ve ilçelerinde örtü altı ziraatının ekonomik olarak yapılabilceğı düşünölebilir. Bu tez çalışmasında, Susurluk ilçesindeki çalışma yapılan seranın ve bölgeye uyumlu olan sera örneklerinin ısı gereksinimleri hesaplanarak, sera modelleri için öneriler sunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda seralarda çoğunlukla kullanılan 3 farklı örtü malzemesi ele alınmış ve sera içi sıcaklığın 10°C ve 20°C olması halindeki ısı gereksinimleri ile yakıt giderleri belirlenmiştir. Hesaplamalar neticesinde, seralarda çift katlı Polietilen plastik örtülerin kullanılması durumunda seralardaki ısı ihtiyacının en az olduğı görölmüştür. Bununla birlikte, bölgenin iklim şartlarının örtü altı ziraatına uygunluğu tespit edilmiştir. İthal Sibirya Kömürü ile Linyit Kömürünün seraların ısıtılması için kullanılması durumunda örtü altı yetiştiriciliğın ekonomik olarak yapılabilceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Susurluk, sera, ısıtma, ısı gereksinimi, sera modeli
2023, vii + 39 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

AN ANALYSIS OF GREENHOUSE HEAT REQUIREMENT IN SUSURLUK, BALIKESİR CONDITIONS

İsmail GÖÇER

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Erkan YASLIOĞLU

The greenhouses, which optimally provide the appropriate indoor environmental conditions for plants during the growing period, are controlled growing environments. Greenhouses must be heated on cold days and nights to provide desired temperatures for plants. Balıkesir and its surroundings are the regions which are among the first rank in our country in terms of intensity of solar radiation and average daily insolation time according to data obtained from Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change General Directorate of Meteorology. Therefore, it can be said that economical greenhouse agriculture will be performed economically in the region.

In this thesis, the heat requirements of a greenhouse in Susurluk district and the greenhouse samples compatible with the region were calculated and recommendations were given for greenhouse models. For this purpose, three different greenhouse covering materials which are commonly used were selected and heat requirements and fuels costs were calculated based on the greenhouse indoor temperatures considered as 10°C and 20 °C. As a result of the calculations, it has been seen that the heat requirement is minimal in greenhouses when double-layer (PE) plastic material is used. Additionally, it has been determined that climate conditions of the region are suitable for greenhouse agriculture.

It has been shown that cultivation can be made economically when imported Siberian coal are preferred as a fuel for heating greenhouses.

Keywords: Susurluk, greenhouse, heating, heat requirement, greenhouse model
2023, vii + 39 pages

TEŞEKKÜR SUNUMU

Çalışma alanım olan bu tezimin her aşamasının gerçekleştirilmesinde, hazırlık çalışmalarında bana yön gösteren, sağlamış olduğu yardım ile çalışmalarım süresince bana olan desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen çok kıymetli ve değerli danışman öğretmenim Prof. Dr. Erkan YASLIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans yapmam için her türlü desteğini üzerimden esirgemeyen, daima yanımda bulunarak bana moral ve güç kaynağı olan kıymetli eşim Hande GÖÇER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansımın her aşamasında bana moral ve güç kaynağı olan kıymetli kızım Deren GÖÇER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İsmail GÖÇER
24/02/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR SUNUMU	iii
SİMGE ve KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ (KURUMSAL TEMELLER/GENEL BİLGİLER).....	5
2.1.Seracılığın Tarihsel Gelişimi.....	5
2.2.Sera Yetiştiriciliğinin Ülkemizdeki Durumu	7
2.3.Seralarda İç Ortam Çevre Koşullarının Kontrolü.....	11
2.3.1.Seraların Isıtılması	12
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1.Materyal.....	14
3.1.1.İnceleme Sahasının Tanımı.....	17
3.2.Yöntem	19
4.BULGULAR (BULGULAR ve TARTIŞMA)	23
4.1.İklimsel Kayıtların İncelenmesi	23
4.2.Seralarda Güneşten Kazanılan Isı Enerjisi	25
4.3.Seralardaki Isı İhtiyacının Hesaplanması	26
4.3.1.İnceleme Yapılan Seranın Isı İhtiyacı.....	29
4.3.2.Cam Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı	29
4.3.3.Tek Kat Polietilen Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı	30
4.3.4.Çift Kat Polietilen Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı	30
4.4.Seraların Örtü Materyallerine Göre Isı İhtiyaçlarının Karşılaştırılması.....	30
4.5.Yakıtların Yıllık Miktarları ve Sera Yakıt İhtiyaçlarının Karşılaştırılması	31
5.SONUÇ	34
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	39

SİMGE ve KISALTMALAR LİSTESİ

Simge ve Kısaltmalar

Açıklama

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
AB	Avrupa Birliği
Cm	Santimetre
Da	Dekar
h	Saat
ha	Hektar
Kg	Kilogram
Kcal	Kilokalori
kW	Kilowatt
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
ms	Metre Saniye
PE	Polietilen
PP	Polipropilen
TL	Türk Lirası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
W	Watt

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. 2019 yılına ait Türkiye örtü altı deseni.....	10
Şekil 3. 1. Beyköy mahallesinde bulunan araştırma serası.....	14
Şekil 4. 1. 1999-2021 yılları arası ve 2021 yılına ait ortalama sıcaklıkların değerlendirilmesi (°C).....	24
Şekil 4. 2. Sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C ve 20 °C olmasına göre hesaplanan ısı ihtiyaçları.	27
Şekil 4. 3. 10 °C'lik sera iç ortam sıcaklık değeri için araştırma serasının ısı ihtiyacı (kcal/m ² h°C).....	28
Şekil 4. 4. 20 °C'lik sera iç ortam sıcaklık değeri için araştırma serasının ısı ihtiyacı (kcal/m ² h°C).....	28

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1. Avrupa'da bulunan Ülkelerin sera alanları (Eurostat, 2014).....	6
Çizelge 2. 2. 2019 Yılına ait örtü alto kayıt sistemi verileri	8
Çizelge 2. 3. İller bazında sera alan verileri (2019 yılı).....	9
Çizelge 2. 4. Örtü altı yetiştiriciliğinde üretilen ürün kayıtları (TÜİK, 2019).....	10
Çizelge 2. 5. Ülkemiz örtü altı üretim miktarları (bin ton)	11
Çizelge 2. 6. Bazı sebzeler için uygun sıcaklık değerleri (°C)	13
Çizelge 3. 1. Balıkesir iline ait uzun yıllar ortalaması iklimsel kayıtları (1999-2021)...	15
Çizelge 3. 2. Hesaplamalar için temel alınan polietilen seranın ebatları	16
Çizelge 3. 3. Balıkesir ilindeki arazi dağılım kayıtları (Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü resmi internet sitesi faaliyet raporu).....	17
Çizelge 3. 4. Balıkesir ili örtü altı yetiştiricilik üretim kayıtları	19
Çizelge 4. 1. Balıkesir ilinde güneş ışıınımından elde edilen ısı miktarı	25
Çizelge 4. 2. Sera malzemesine göre toplam ısı transfer değişim değeri.....	27
Çizelge 4. 3. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinim değerleri (Seraların iç ortam sıcaklığı, 10 °C)	31
Çizelge 4. 4. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinim değerleri (Seraların iç ortam sıcaklığı, 20 °C)	31
Çizelge 4. 5. Seraların ısıtmasında kullanılabilecek yakıtların alt ısı değerleri, yanma verimleri ve 2021 yılı barem fiyatları	32
Çizelge 4. 6. Sera ısıtması için gerekli yıllık yakıt miktarı.....	33
Çizelge 4. 7. Seraların ısıtmasında gerekli olan yıllık yakıt masrafları	33

1.GİRİŞ

Seralar, iklimsel çevre koşullarına kısmen veya tamamen bağlı kalmadan, gerekli zamanlarda ışık, sıcaklık ve nem gibi etmenlerin denetim altında tutulması, üretim sezonu boyunca kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanların üretilmesi, bitkilerin korunması amacıyla cam, plastik v.b ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan bitkisel üretim yapıları olarak tanımlanabilir (Yüksel 2000).

Seralarda ürün yetiştiriciliği, mevsimsel şartlara bağlı olarak yapılan geleneksel üretim sistemlerinden daha fazla verimlidir. Örtü altı üretim, daha yüksek getirisi bulunan, katma değerli tarımsal ürünlerin daha yüksek nitelikte yetiştirilmesi için gerekli çevresel koşulları ürünlerin yetiştirme süresi boyunca sağlayan bir üretim sistemidir.

Son yıllarda artan kırdan kente göç ve buna bağlı kentleşme baskısı nedeniyle; amaç dışı kullanımlar artmış ve kullanılabilir tarım alanları giderek azalmıştır. Buna karşın nüfus sürekli artmış ve artan nüfusun gıda gereksiniminin karşılanmasında örtü altı yetiştiriciliği her zamankinden daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Örtü altı yetiştiriciliği birim alanda maksimum verim alınmasını sağlamanın yanında, seracılığın gelişmiş olduğu bölgelerde özellikle yeni iş imkânları yaratması bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Yurdumuzdaki tarım sahalarının miktarının şehirleşme ve sanayileşme gibi sebeplerden dolayı giderek azalmasının yanında, küresel ısınmaya bağlı olarak iklim değişiklikleri de dikkate alındığında örtü altı yetiştiriciliğinin önemi gün geçtikçe daha fazla anlaşılmaktadır.

Örtü altı yetiştiriciliğinden elde edilen tarımsal ürünler, çeşit ve miktar bakımından, ülkemizden yurtdışına yapılan ihracatta büyük bir paya sahiptir. Fakat seracılık, kurulum ile işletim maliyetleri bakımından mevcut uygulanan tarımsal üretim sistemlerine göre daha pahalı olup, daha fazla teknik ve teorik bilgi ile beceri istemektedir. Bu sebepten dolayı, seraların planlanması ve işletme koşullarının en doğru biçimde tasarlanması, örtü altı yetiştiriciliğinden sağlanacak yararın en üst seviyede elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bitkisel üretimde, çevre koşullarının büyük bir öneme sahip olduğu göz önüne alındığında, maksimum verimin iklim koşullarının sürekli olarak kontrol altında bulundurulduğu, örtü altı yetiştiriciliği olarak isimlendirilen seralardan sağlanacağı açıktır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde, yıl içerisinde üretilen bitkisel ürünlerin çeşit yönünden sayısının artması, pazarlara sürekli taze sebze ile meyve ulaştırılması, birim sahadan maksimum verim alınması, daha fazla kaliteli ürün yetiştirilmesinin yanında seraların kurulumunda gerekli olan yapı malzemelerini üretecek sanayi kollarının oluşması gibi önemli faydaları bulunmaktadır (Yüksel 2004).

İtalya’da, dünyadaki seracılığın ilk örnekleri görülmektedir. Seralar, XVI. ile XVII. Yüzyıllarda, Romalılar zamanında yamaçlara oluşturulan çukur alanlarda ve evlerin bahçelerinde kurulan yapılar olarak görülmektedir. XVIII. Yüzyıldan itibaren örtü altı yetiştiriciliği ve teknolojisinde büyük gelişmeler kaydetmiş ve zamanımızdaki yapısına ulaşmıştır (Yüksel 2000).

Seracılık, açık alanda yapılan tarımsal üretime göre, birim alandan maksimum verimi ve kaliteli ürün yetiştirilmesini hedefleyen bir üretim yöntemidir. Örtü altı yetiştiriciliğinde, işsizlik azalır, birim sahadan maksimum ürün alınması sağlanır. Kırsal kesimde nüfusu tutarak, düzensiz kentleşmeyi önleyen tedbirlerin ilk sırasında yer almaktadır (Yüksel ve Yüksel, 2012).

Ülkemizde, örtü altı üretimi yoğun olarak Akdeniz’in kıyı kesimleri, Ege ile Marmara Bölgesinde yapılmaktadır (TÜİK, 2016).

Dünyadaki sera toplam sahalarının % 85’ini plastik örtülü seralar, % 15’ini cam örtülü seralar oluşturmaktadır. İspanya, İtalya, Fransa ve Hollanda örtü altı yetiştiriciliği yapan önemli AB ülkeleridir. Hollanda sera teknolojisi bakımından, İspanya ve İtalya sera alanlarının miktarı bakımından önemli ülkeler arasındadır (Sevgican ve ark. 2000).

Avrupa ülkelerinde, XIX. yüzyılın başlarında örtü altı yetiştiriciliği ticari olarak gelişmeye başlamıştır. II. Dünya Savaşının sonrasında hızlı bir biçimde gelişmiştir. Seracılık, 1960'lı yıllarda plastiğin tarımda kullanımının artması ile birlikte genellikle ılıman hava koşullarının olduğu bölgelerde hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır (Jiang ve Yu 2004).

Ülkemizdeki sera işletmelerini yapısal özellikleri ve büyüklükleri bakımından ikiye ayırmak mümkündür. Küçük ölçekli aile işletmelerinde teknoloji kullanımı sınırlı olup, üretim genellikle sadece don zararından korunmaya yöneliktir. Geleneksel sera işletmelerinin yanında, 10 da ve fazlası büyük kapalı alanlara sahip, iklim kontrolü yapılan, topraksız yetiştirme tekniklerinin uygulandığı, ziraat mühendisi ve teknisyenlerini istihdam eden modern işletmelerin yaygınlaşmaya başladığı gözlemlenmektedir (Tüzel ve ark., 2005).

Işık, havalandırma ve sıcaklık gibi sera iç ortamında aranan ekolojik koşulların sağlanması, ancak doğru bir sera planının yapılması, uygun örtü malzemesi tercih edilmesi ile mümkündür. Planlama kısmında, mühendislerin tüm kriterleri dikkat alarak, yapılması hedeflenen seralar için en uygun ve dayanıklı kurulum malzemesini seçmesi gerekmektedir.

İklimlendirme, örtü altı yetiştiriciliğinde suni olarak sağlandığından, buna bağlı olarak enerji harcamaları da oldukça fazla olmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliğinde, enerji gereksinimi, en fazla kış mevsiminde yapılan ısıtma işleminde ortaya çıkmaktadır.

Sera iç sıcaklığını, soğuk zamanlarda bitkinin istediği uygun değerlere çıkartılması amacıyla yapılan ısıtma işleminden kaynaklanan harcamalar, tüm üretim giderlerinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Bu sebeple, seraların ısıtılması yetiştiriciler tarafından mümkün olan minimum seviyedeki harcamalar ile yapılmaya çalışılmaktadırlar. Bu neden seracılıktan beklenmekte olan yararların tam anlamıyla gerçekleşmemesine sebep olmaktadır. Seracılıkta ısı korunumu önlemleri sayesinde bu giderler minimum seviyeye indirilmekte olup, yarar en üst düzeye çıkartılmaktadır (Yağcıoğlu, 1999).

Seradan kaybolan ısı miktarı, sera ısı gereksinimini göstermektedir. Seralardaki ısı kaybı, radyasyon, konveksiyon ve kondüksiyon, ile meydana gelmekte olup, özellikle ısı değişimleri aynı zamanda gerçekleşir (Worley, 2005).

Çok çeşitli ısıtma sistemleri, seraların, ısıtma gereksinimlerini gidermek gayesi ile kullanılır. Fosil yakıtlı ısıtma sistemleri, elektrikli ısıtıcılar, sıcak sulu veya buharlı radyatörlü sistemler bu ısıtma sistemlerinden bazılarıdır. Isıtma yükü ihtiyacını, seralarda genellikle bu sistemler karşılar. Sera dışındaki hava koşullarından, bu çeşit sistemlerden sağlanan sıcaklık dağılımları çok etkilenmektedir (Benli ve Durmuş, 2002).

Balıkesir'in verimli arazilerinde her çeşit sebze ve meyve yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yetiştirilen meyve ve sebzeler, halk pazarlarında ve manavlarda ucuz ve taze olarak satışa sunulmaktadır. İlin arazi dağılımına bakıldığında, hububat alanları % 72,78, sebze alanları % 7,57, meyve alanları % 1,86, bağlık alanlar % 0,76, zeytin alanları % 16,65, dut alanları % 0,38 olarak görülmektedir (Anonim, 2007a).

Uzun yıllık iklim verilerinden elde edilen yıllık ortalama sıcaklıklar Edremit için 16,2 °C, Bandırma için 14,1 °C, Balıkesir için 14,5 °C, Dursunbey için 12,1 °C'dir. Bölgede, dikkat çeken meteorolojik olay rüzgârdır. Hâkim rüzgâr yönü ise kuzey-kuzeydoğudur. İl genelinde rüzgârın hızında kış ve ilkbahar mevsimlerinde bir azalış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde bir artma gözlemlenmektedir (Anonim, 2007b).

Çalışmada Balıkesir ili Susurluk İlçesinde bulunan örnek sera için iç ortam sıcaklık verileri ayrıntılı olarak takip edilmiştir. Örnek seraya ait ısıtma yükünün tespit edilmesi, bölgenin topoğrafyası ile iklimsel özellikleri (sıcaklık, güneşlenme, hâkim rüzgârlar, bağıl nem, don yağın gün sayısı vs.) göz önünde bulundurularak bölgeye uyumlu sera tiplerinin geliştirmesi ile yetiştirilecek ürünlere uygun ısıtma yüklerinin belirlenerek karşılaştırılması hedeflenmiştir.

2.KAYNAK ÖZETLERİ (KURUMSAL TEMELLER/GENEL BİLGİLER)

Seralar oldukça pahalı bitkisel üretim yapıları olduklarından dikkatli ve günün modern teknolojisi ile projelendirilmelidir. Bu açıdan sera yapılarının her aşamasında planlama yapmak büyük önem taşımaktadır. Modern teknolojinin yanlış uygulanması sebebiyle bir takım sorunlar ortaya çıkabilir. Taşıyıcı yapılar, havalandırma, ısıtma, soğutma, gölgeleme, sulama vb. sistemler bu sorunların bazılarıdır (Tekinel ve Baytorun 1990a).

Ülkemizde örtü altı üretimi, mevcut iklim şartlarından en iyi şekilde yararlanılarak, minimum seviyede masraf ile yapılmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle iç mekân süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan seralar haricindeki diğer seralarda ısıtma genelde don zararından korunmak amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenden dolayı gerek verim, gerekse kalite düşmekte ve hastalıkları kontrolü zorlaşmaktadır (Sevgican ve ark. 2000).

2.1.Seracılığın Tarihsel Gelişimi

Romalılar dönemine kadar uzanan seracılığın dünyadaki ilk örnekleri İtalya’da görülmektedir.

İlk seralar sebze yetiştirmek amacıyla oluşturulmuş basit yapılar olup, güneye bakan kuytu yamaçlara açılan çukurların üzerinin şeffaf malzemelerle kapatılmasıyla inşa edilmişlerdir. Günümüzdeki modern yapılarla karşılaştırıldığında oldukça olmasına karşın seracılığın ilk başlangıcının 16. Ve 17. Yüzyıllarda yapılan bu yapılara kadar dayandığı öne sürülmektedir. Bu yapılardaki ışık miktarının azlığı 18’ inci asırda belirlenmiş, cam kısımları fazlalaştırarak yapıların içerisine giren ışık miktarı arttırılmıştır. Çatıya ilave olarak seranın yan kısımları da cam ile kaplanmıştır. Sera yetiştiriciliği ve teknolojisi 18. yüzyıldan itibaren önemli gelişmeler kaydetmiştir (Yüksel 2000).

Kuzey Avrupa ülkelerinde 19. yüzyılın başlarında ticari olarak örtü altı üretimi başlamıştır. Gelişmesini İkinci Dünya Savaşı sonrasında göstermiştir. 1960 yıllarında plastiğin tarım alanlarında kullanılması ile Akdeniz (ılıman iklimin) iklimin egemen olduğu alanlara girmiştir. Yaşanan enerji darboğazından (1970’li yıllar) sonra, ısıtma

masraflarının çoğalması ile beraber Akdeniz havzasında seracılık hızlı yayılmaya başlamıştır. Örtü altı tarımı son zamanlarda Asya ülkelerinde hızla yaygınlaşmaya başlamıştır. 2002 yılı dâhil Çin Halk Cumhuriyeti'nin örtü alanı toplamının 1.963.000 da olduğu bilinmektedir (Jiang ve Yu 2004).

Ülkemizde seracılık faaliyetleri, Antalya'da 1940 yıllarında başlamıştır. Seracılık 1940–1960 yılları arasında oldukça yavaş bir gelişim göstermiştir. Özellikle Antalya ve İzmir çevresinde çoğalmaya başlamıştır. 1960'lı yıllar sonrasında özellikle plastiğin örtü malzemesi olarak kullanılması seraların ve alçak tünellerin hızla yayılmasını sağlamıştır. Seracılık faaliyetleri 1975–1985 yılları arasında hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Sonraki senelerde artış hızında yavaşlama olmuştur. 1990–1997 yılları arasında seraların toplamdaki alan artışı %64,5 olup, bunu % 9 artış hızı ile alçak tüneller izlemiştir (Anonim 1997; Yüce 1997; Tüzel ve Eltez 1997).

Sera alanları miktarı dünyada yaklaşık olarak 310.000 hektar civarındadır. Sera alanlarının yaklaşık olarak 200 000 hektarlık kısmı Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır. Bu alanların toplamda %85'lik kısmını plastik örtü malzemeli seralar, %15'lik kısmını cam örtü malzemeli seralar oluşturmaktadır. Avrupa'da bulunan ülkelerin sera alanları Çizelge 2.1. de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 1. Avrupa'da bulunan Ülkelerin sera alanları (Eurostat, 2014)

Ülkeler	Sera Alanı (ha)	Plastik Örtülü Sera Oranı (%)
İspanya	60 000	99
Türkiye	38 000	79
İtalya	25 000	91
Fransa	10 000	70
Hollanda	10 000	2
Yunanistan	4 500	95

Geçen her gün dünya nüfusu hızla artış göstermektedir. Bununla beraber barınma ve gıda temini başta olmak üzere önemli yaşamsal koşulların temininde güçlükler

yaşanmaktadır. Yurdumuzda uygulanan tarımsal politika ile tatbikatlardaki gecikme ve ya hatalar ile politik düşüncelerde ilk sıranın sanayi üretimine verilmesi nedeni ile hayat koşullarını sağlamak her geçen gün daha da zorlaşmıştır. Ülkemizde tarımsal üretim çok önemli bir yerde bulunmasına rağmen gün geçtikçe kendine yetemez hale gelmiş, dış ülkelere bağımlılık başlamıştır (Taşlıgil ve Şahin 2014).

Dünyada sorun olmaya başlayan gıda tedariki konusunda çözüm arayış çalışmalarına her geçen gün artarak devam etmektedir. Uygulamalar tarıma farklı bir bakış açısı getirmiştir. Uygulamalardaki bakış açılarından bir tanesi kısmen bitkilerin gelişme dönemi kısa olan yurdumuzda, iklim şartlarının olumsuzluklarından bitkileri koruyarak mahsul alma süresini kısaltmak, birim sahadan daha fazla ve kaliteli ürün almayı sağlayan, bununla birlikte işsizlik sorununa çözüm bulan modern sera üreticiliği olmuştur.

2.2.Sera Yetiştiriciliğinin Ülkemizdeki Durumu

Tarım ve Orman Bakanlığının resmi internet sitesi verilerine göre, tarımsal üretim ve seracılık üretimimizin mevcut durumu şu şekildedir (TÜİK 2020).

Ülkemizde 2019 senesi içerisinde **31 milyon ton** sebze üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen ürünlerin **23,2 milyon tonu** açık alanda, **7,8 milyon tonu** ise seralarda yetiştirilmiştir.

Ülkemizde sera varlığı **790 bin dekar'dır**. Ortalama örtü altı işletmelerin büyüklükleri son on yılda **2 dekardan 4 dekara** ulaşmıştır. Örtü altı varlıklarına göre Türkiye; Dünya ülkeleri arasında ilk dördün içinde, Avrupa ülkeleri arasında İspanya'dan sonra ikinci durumdadır. Başta Tarım ve Orman Bakanlığı ile diğer kurum ve kuruluşlarca verilen hibe, destek ve tarımsal krediler sayesinde modern koşullarda üretim yapan seracılık işletmelerinin sayısında hızlı bir artış gözlenmektedir. Seracılık işletmelerinin optimum büyüklüğü **27 dekar** seviyelerine ulaşmıştır. Örtü altında yetiştirilen ürünlerin üretim değeri **10 milyar TL'** ye yaklaşmıştır.

Antalya ilimiz **%48**'lik oranla **(3,8 milyon ton)** ülkemizde örtü altı sebze üretimi sıralamasında birinci durumdadır. Bu ilimizi sırasıyla, **Mersin** ili **% 16 (1,2 milyon ton)**, **Adana** ili **% 13 (1 milyon ton)** ile **Muğla** ili **% 9 (690 bin ton)** örtü altı sebze üretimi ile Antalya ilimizden sonra gelmektedir. Adı geçen illerimizdeki seralardaki bitkisel üretimimiz toplamda yaklaşık olarak **6,7 milyon** tondur. Bu üretim miktarı, ülkemiz seralarındaki toplam bitkisel üretimin yaklaşık olarak **% 86**'sına karşılık gelmektedir.

Ülkemizin örtü altı meyve üretimi **622 073 tondur**. Bununla birlikte örtü altı sebze üretimi **7 814 543 ton** ve örtü altı süs bitkileri üretimi **1 238 975 594** adettir (TÜİK 2019).

2019 yılı Örtü Altı Kayıt Sistemi verilerine göre yaklaşık **13 bin** dekar modern sera varlığımız bulunmaktadır.

Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğünün resmi kayıtlarında Örtü Altı Kayıt Sistemi bilgileri Çizelge 2.2' de gösterilmektedir.

Çizelge 2. 2. 2019 Yılına ait örtü alto kayıt sistemi verileri

Sera Tipi	İşletme Sayısı	Sera Sayısı	Sera Alanı (da)
Cam Örtülü Seralar	10 060	19 720	26 353
Cam ve Plastik Örtülü Sera	2 744	3 875	9 070
Plastik Örtülü Seralar	40 409	81 106	246 890
Toplam Sera	53 213	104 701	282 313
Yüksek Tüneller	2 179	6 936	18 995
Alçak Tüneller	1 668	5 201	126 367
GENEL TOPLAM	57 060	116 838	427 675

Kaynak: BÜGEM.

Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'nün resmi kayıtlarına göre iller bazında sera alan verileri Çizelge 2.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 3. İller bazında sera alan verileri (2019 yılı)

İlin Adı	Sera alanları (da)	İlin Adı	Sera alanları (da)
Antalya İli	286 522	Sinop İli	359
Mersin İli	201 060	Batman İli	350
Adana İli	160 493	Tekirdağ İli	317
Muğla İli	39 048	Mardin İli	269
İzmir İli	14 016	Ordu İli	266
Aydın İli	12 717	Erzincan İli	242
Hatay İli	11 456	Aksaray İli	202
Burdur İli	9 843	Trabzon İli	201
Isparta İli	4 942	Erzurum İli	192
Amasya İli	4 881	Adıyaman İli	187
Eskişehir İli	3 882	Sivas İli	173
Yalova İli	3 879	Kırşehir İli	170
Bilecik İli	3 692	Giresun İli	166
Samsun İli	2 929	Van İli	163
Manisa İli	2 738	Artvin İli	148
Kocaeli İli	2 470	Gümüşhane İli	124
Bartın İli	1 768	Çankırı İli	120
İstanbul İli	1 737	Düzce İli	106
Denizli İli	1 683	Nevşehir İli	90
Elazığ İli	1 446	Kırklareli İli	89
Zonguldak İli	1 253	Edirne İli	85
Kahramanmaraş İli	1 243	Kayseri İli	58
Şanlıurfa İli	1 223	Bolu İli	57
Bursa İli	1 193	Siirt İli	56
Tokat İli	1 170	Osmaniye İli	50
Afyonkarahisar İli	1 161	Ağrı İli	48
Konya İli	752	Bingöl İli	44
Çanakkale İli	738	Iğdır İli	42
Sakarya İli	689	Bayburt İli	29
Balıkesir İli	663	Karaman İli	29
Uşak İli	624	Yozgat İli	28
Kütahya İli	618	Kırıkkale İli	16
Karabük İli	584	Kilis İli	13
Ankara İli	572	Hakkari İli	8
Çorum İli	564	Malatya İli	7
Diyarbakır İli	469	Tunceli İli	6
Kastamonu İli	380	TOPLAM	789 604

Kaynak: BÜGEM.

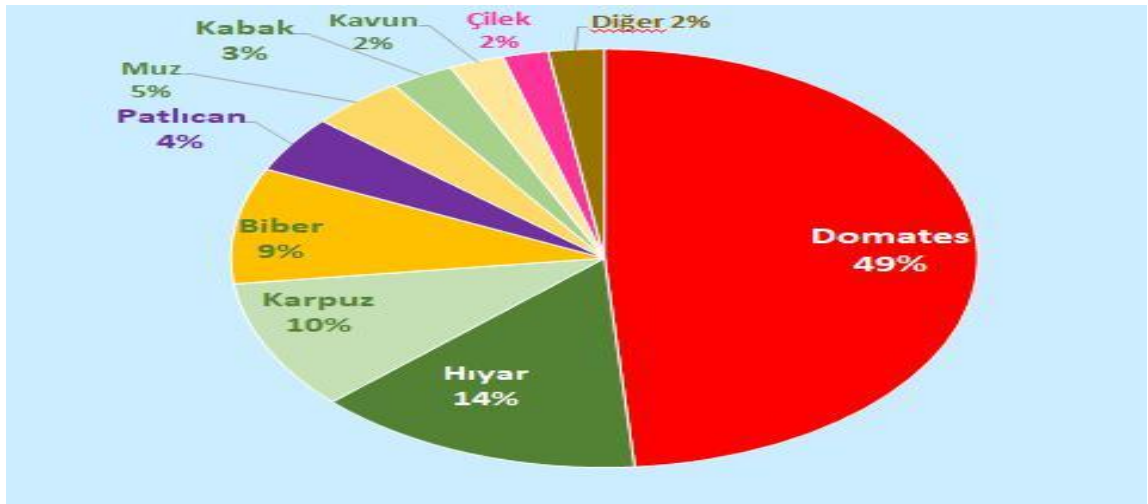
Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'nün resmi kayıtlarına göre örtü altı yetiştiriciliğinde üretilen ürünlere ait kayıtlar Çizelge 2.4.' de gösterilmektedir.

Çizelge 2. 4. Örtü altı yetiştiriciliğinde üretilen ürün kayıtları (TÜİK, 2019)

	Ürün Adı	Üretim Miktarı (Ton)	Oranı (%)
1	Domates	4 083 681	49
2	Salatalık	1 156 997	14
3	Karpuz	877 505	10
4	Biber	749 769	9
5	Muz	424 837	5
6	Patlıcan	323 009	4
7	Kabak (Sakız)	211 953	3
8	Kavun	205 340	2
9	Çilek	195 206	2
10	Diğer Ürünler	200 702	2
	GENEL TOPLAM	8 436 616	

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu

Bu verilere göre ülkemizde örtü altında en fazla yetiştiriciliği yapılan ürünler sırayla domates, hıyar, karpuz ve biberdir (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1. 2019 yılına ait Türkiye örtü altı deseni

Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü resmi kayıtlarında ülkemiz örtü altı üretim miktarlarına ait kayıtlar Çizelge 2.5’ de verilmiştir.

Çizelge 2. 5. Ülkemiz örtü altı üretim miktarları (bin ton)

Yıllar	Cam seralar	Plastik seralar	Yüksek tüneller	Alçak tüneller	Üretim Toplam
2002	999	1 980	369	923	4 271
2003	1 188	2 134	404	801	4 528
2004	1 218	2 041	383	713	4 354
2005	1 182	2 129	412	743	4 465
2010	1 345	2 895	601	910	5 750
2014	1 259	3 554	744	919	6 482
2015	1 276	3 676	805	963	6 720
2016	1 289	4 011	838	1 028	7 165
2017	1 319	4 168	792	1 104	7 383
2018	1 316	4 615	891	1 249	8 071
2019	1 311	4 902	875	1 349	8 437
% Değişim 2002-2019	31,2	147,6	137,1	46,2	97,5
% Değişim 2018-2019	-0,4	6,2	-1,8	8	4,5

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu

2.3.Seralarda İç Ortam Çevre Koşullarının Kontrolü

Nem, havalandırma, sıcaklık ve ışık seralarda üretilen bitkilerin normal gelişimlerini sürdürebilmeleri için gerekli şartların başında gelir. Çevresel koşulların olumsuz olması bitkinin gelişiminin yavaşlamasına sebep olur. Bu durumda bitkisel üretim olanaksız durumu gelmektedir. Nem, sıcaklık ve havalandırma birbirini etkilediğinden bu koşulların ayrı olarak incelenmesi gerekir.

2.3.1.Seraların Isıtılması

Bitkiler, gelişmelerini en uygun sıcaklıkta belirli bir süre kalarak tamamlayabilirler. Sıcaklık, bitkilerin gelişimini, üretim miktarını, kalitesini ve hasat zamanını yakından ilgilendirir. Bitkilerin gelişmesi, meyve bağlaması, büyümesi ve olgunlaşma hızını etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır (Nederhoff ve Houter 2009).

Seracılıkta başlıca amaç, seranın iç ortam sıcaklığının en uygun seviyede tutulmasıdır. Esas olarak açıkta üretimin bittiği zamanlarda, bitkisel üretim yapmak gayesiyle kurulan seralardan elde edilen ürünlerin kalitesi, miktarı ve gelişme süreleri açısından en uygun iç ortam koşullarının sağlanması, kışın soğuk zamanlarda ısıtma yapılmasına bağlıdır. Bu sebeple, seraların iç ortamlarının ısıtılmasında, bulunduğu bölgedeki en ucuz enerji kaynaklarının kullanılması gerekir (Ulusal Jeotermal Seracılık Stratejisi Raporu, 2015).

Isıtma, Akdeniz ve Ege bölgelerindeki seralarda genellikle kullanılmadığı bilinmektedir. Ancak örtü altı yetiştiriciliği yapılan diğer bölgelerde seralarda ısıtmaya gereksinim duyulmaktadır. Bu seralarda ısıtma işleminin maliyeti çok yüksek olduğundan, yetiştirilen bitkileri dondan koruyabilecek şekilde ısıtma uygulaması yapılmaktadır. Bu nedenden dolayı seraların kurulmasında güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanabilecek ve ısı kayıplarının en az seviyede olacak şekilde inşa edilmesine dikkat edilmelidir.

Seralarda iç ortam iklim etmenlerinin sağlanması durumunda, üretimi yapılan ürün için izin verilen maksimum sıcaklığı geçmemek şartıyla, sera iç ortam sıcaklık değerinin her 10 °C'lik artışı, bitki gelişmesinde ortalama iki kat artışa sebep verdiği tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, gece saatleri, gerekirse güneş ışınlarının zayıf olduğu gündüz saatlerinde seralarda ısıtma yapılması şarttır (Yağcıoğlu, 2009).

Sıcaklık ve süresi her bitki çeşidi için farklılık göstermektedir. Havanın nem oranının ve ışıqlanma süresinin bitkilerin gelişimini etkilediği bilinmektedir. Genelde, sera iç ortam sıcaklığının kış mevsiminde 15 °C'nin altına inmesi, yaz mevsiminde 30 °C'nin üzerine çıkması istenmez (Tülücü 2003). Belli başlı bazı sebzeler için uygun sıcaklık değerleri Çizelge 2.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 2. 6. Bazı sebzeler için uygun sıcaklık değerleri (°C)

Bitki Adı	Gündüz	Gece	Havalandırma	En Yüksek
Domates	18-20	15-17	22-24	27
Biber	18-20	15-17	22-24	27
Patlıcan	18-20	15-17	22-24	27
Bamya	18-20	15-17	22-24	27
Hıyar	22-25	16-20	27	30
Fasulye	21	15	23-25	27
Bezelye	21	15	23-25	27

Kaynak: Yüksel 2004

Seralarda bitkilerin gelişimi için uygun sıcaklık değerlerinin sağlanması gerekir. Bu sıcaklık değerlerinin sağlanmasında kullanılan yakıt çeşitleri, ısıtma sistemlerinin yapımı ve bakım giderleri seracılığı kısıtlayan etmenlerin başında gelmektedir. Sera iç ortam sıcaklık değerini istenilen düzeyde tutmak için, sıcaklık değerini kontrol eden bir ısıtma sistemi tercih edilmelidir. Sıcak sulu kalorifer sistemleri büyük ölçekli seracılık işletmelerinde, üfleyici ısıtma sistemleri küçük ölçekli seracılık işletmelerinde tercih edilebilir (Tekinel ve Baytorun, 1990).

Güneş enerjisinin % 25-35’ni sera örtüsü yüzey alanı tarafından, % 10’luk kısmı sera yapı malzemesi tarafından tutulmaktadır. Güneş enerjisinin % 55-65’lik kısmı seraya girmektedir. Sera iç ortamına giren bu enerjinin %20’lik kısmı yansımayla kaybolmaktadır. Güneş ışınlarından elde edilen toplam ısı enerjisinin seralar için faydalı hale dönüşen kısmı ortalama % 45-50 olarak tespit edilmiştir (Ertekin ve Yıldız 1994).

Sera içine maksimum güneş ışıınımı geçişini sağlamak ve yalıtım seraların ısıtma uygulamasında sınırlayıcı olan en önemli iki faktördür. Uygulanan yalıtımın maksadı, ısı kayıplarını azaltmak için ikinci bir örtü malzemesi kullanmaktır. Seraların yönü, rüzgârlara açıklık derecesi ile gölgeleme faktörleri seralardaki sıcaklık dağılımını etkilemektedir (Kürklü A., Özmerzi A. Ve Yıldız O. 1995).

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

Çalışma, iki aşamada gerçekleşmiştir. Bunlar saha çalışmaları ile ofis çalışmalarıdır. Saha çalışmasında, Balıkesir ili Susurluk İlçesinde bulunan mahalleler incelenmiştir. İlçeye bağlı mahallelerde toplam 22 ailenin sera yetiştiriciliği yaptığı ve ilçede toplam 28 sera bulunduğu saptanmıştır. Araştırmalar sonucunda; Beyköy Mahallesiinde tespit edilen serada ısıtma tesisatının olduğu görülmüştür. Tespit edilen seranın boyu 100,00 m, genişliği 9,60 m, mahya yüksekliği 7,50 m ve yan duvar yüksekliği de 5,00 m'dir. Seranın yanlarında 1,50 m genişliğinde 100,00 m uzunluğunda ve çatısında 0,70 m genişliğinde 100,00 m uzunluğunda çift taraflı havalandırma penceresi bulunmaktadır. Tespit edilen seranın silindirik çatısı bulunmaktadır. Blok şeklinde olup bölmesizdir (Şekil 3.1.).



Şekil 3. 1. Beyköy mahallesinde bulunan araştırma serası

Çift katlı Polietilen, örtü materyali olarak kullanılmıştır. İncelenen serasının iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C' de tutulması maksadı ile ısıtma sıcak hava ile sağlanmaktadır. Yıl boyunca fide yetiştiriciliği yapılan serada tohumlar dışarıdan temin edilmektedir. Serada ağırlıklı olarak Domates (Salçalık), Biber (Kapyra, Salçalık, Jolapone v.b.) marul, karnabahar, lahana v.b. fidelerinin üretimi yapılmaktadır.

İnceleme seranın iç ortam sıcaklık değerini ölçmek maksadı ile 01.10.2021' de seranın ortasına zeminden 1,80 m. yukarıya termometre yerleştirilmiştir. Sera iç sıcaklığı termometre ile araştırma süresince her sabah saat **10:00** ile her akşam üzeri saat **18:00**' de iki kez ölçülerek kayıt edilmiştir. Ölçümler aylık sıcaklık ortalamasına dönüştürülerek ısıtma yükü hesaplamasında kullanılmıştır.

Ofis çalışmasında, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılına ait ortalama aylık iklimsel değerler ve uzun yıllara (1999-2021) ait ortalama aylık iklimsel kayıtlar alınmıştır. Bu kayıtlar seraların ısıtma yükünün tespit edilmesinde kullanılmıştır. (Çizelge 3.1)

Çizelge 3. 1. Balıkesir iline ait uzun yıllar ortalaması iklimsel kayıtları (1999-2021)

Balıkesir	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	4,7	6,2	9,0	12,7	17,9	22,6	25,6	25,5	21,2	15,9	10,2	6,1	14,8
Ort. en yüksek sıcaklık (°C)	9,0	11,3	15,3	19,8	25,5	30,1	32,6	32,6	28,7	22,6	16,5	10,6	21,2
Ort. en düşük sıcaklık (°C)	0,9	1,8	3,4	6,3	10,5	15,0	18,0	18,5	14,2	10,0	5,2	2,4	8,9
Ort. Güneşlenme süresi (saat)	3,0	4,0	5,3	6,8	8,7	10,3	11,4	10,4	8,1	6,2	4,2	2,8	6,8
Aylık toplam yağış mik. Ort. (mm)	88,0	73,2	65,3	53,6	36,8	35,0	10,0	4,6	29,8	50,7	73,0	79,4	599,4
En yüksek sıcaklık (°C)	23,5	25,2	29,6	33,1	37,8	42,5	43,2	43,2	40,3	38,3	29,0	26,1	43,2
En düşük sıcaklık (°C)	-12,1	-18,8	-6,2	-4,0	1,3	5,0	11,0	9,4	4,5	-1,6	-7,5	-10,1	-18,8

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Örnek seralar 3,00 mm' lik cam örtü malzemeli, 0,20 mm' lik tek kat Polietilen örtü malzemeli ile 0,40 mm' lik çift kat Polietilen örtü malzemeli seralardan oluşmuştur. Örnek seraların boyutları araştırma seranın ebatları ile aynıdır. Hesaplamalar için temel olan Polietilen seranın ebatları Çizelge 3.2' de verilmiştir. Örnek seraların iç ortam sıcaklıklarını 10°C ile 20°C düzeyinde bulundurmak için lazım olan ısıtma yükü belirlenmiştir.

Çizelge 3. 2. Hesaplamalar için temel alınan polietilen seranın ebatları

Bölmelerin sayısı	(Tane)	4	Yan duvarın alanı	(m ²)	1 000,00
Bölmelerin genişliği	(m)	9,60	Cephelerin alanı	(m ²)	384,00
Sera boyu	(m)	100,00	Çatıların alanı	(m ²)	4 836,06
Yan duvarların yüksekliği	(m)	5,00	Örtü malzemesi alanı	(m ²)	6 220,06
Çatının yüksekliği	(m)	2,50	Taban alanı	(m ²)	3 840,00
Mahyanın yüksekliği	(m)	7,50	AH/AG		1,62

Seranın Ebatları = Genişliği (m²) × Boyu (m²) × Yüksekliği (m²)

Seranın Ebatları = 9,6 m × 100 m × 7,5 m (5 + 2,5) → 4 tane

Seranın Taban Alanı = Genişlik (m) × Boyu (m)

Seranın Taban Alanı = 9,6 m × 100 m = 960 m²

Toplam kurulu alan: 960 m² × 4 tane = 3 840 m²

A_C = Serada Kullanılan Örtünün Yüzey Alanı Toplamı [m²]

Yüksekliği 5 m. olan dikdörtgen kesitin arka, ön ve yan yüzey alanları;

Arka ve Ön Yüzey Alanları : (9,6 m × 5 m × 4 sdet) × 2 = 384 m²

Yan Yüzeylerin Alanı: (100 m × 5 m) × 2 = 1 000 m²

Yüksekliği 2,5 m. olan eliptik kesitin toplamdaki yüzey alanı miktarı;

$$2 \times \pi \times \left(\frac{4,8^2 + 2,5^2}{2} \right)^{\frac{1}{2}} / 2 \times 100 \text{ m} \times 4 = 4 836,06 \text{ m}^2$$

A_C = Arka ve Ön Yüzey Alanı + Yan Yüzeylerin Alanı + Eliptik Kesitin Yüzey Alanı

A_C = 384 + 1 000 + 4 836,06 = 6 220,06 m²

3.1.1.İnceleme Sahasının Tanımı

Anadolu'nun kuzey batısında yer alan Balıkesir ilinin, büyük bir bölümü Marmara Bölgesinde diğer bölümü Ege Bölgesindedir. Manisa ile İzmir illeri güneyinden komşu, Ege Denizi ve Çanakkale ili ile batısından komşu, Kütahya ili ve Bursa ili ile doğusundan komşudur. Marmara Denizi' de kuzeyinde bulunmaktadır.

1 447 300 ha yüzölçümüne sahiptir. Göller de bu rakamın içindedir. Yüzölçümünün 387 975 hektarı tarıma elverişli arazidir. Balıkesir İlının 20 ilçesi bulunmaktadır. Bu ilçeler sırasıyla; Susurluk, Sındırgı, Savaştepe, Manyas, Marmara Adası, Kepsut, Karesi, İvrindi, Havran, Gönen, Gömeç, Erdek, Edremit, Dursunbey, Burhaniye, Bigadiç, Bandırma, Balya, Ayvalık ve Altieylül ilçeleridir.

Balıkesir'deki arazi dağılım kayıtları (Çizelge 3.3'de) gösterilmiştir.

Çizelge 3. 3. Balıkesir ilindeki arazi dağılım kayıtları (Balıkesir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü resmi internet sitesi faaliyet raporu)

Arazinin dağılım durumu	Türkiye'nin alanı (ha)	Balıkesir'in alanı (ha)	Balıkesir yüzölçümüne oranı (%)	Türkiye'de ki payı (%)
Yüzölçümü (Göller Dahil)	78 356 200*	1 458 300*	100	1,85
Tarımsal Alan	23 136 584**	390 203**	26,76	1,69
Çayır-Mera Alanları	14 617 000**	81 828***	5,61	0,56
Ormanlık Alan	22 740 000**	649 115***	44,51	2,85
Tarım Dışı Olan Araziler	18 017 697	328 244	23,12	1,80

* : Harita Genel Müdürlüğü Verisi

** : 2020 Yılı TÜİK kayıtlarıdır.

*** : 2019 Yılı İl Müdürlüğü kayıtlarıdır.

Kaynak: TÜİK

Sıcaklık etmeni, güneş ışınlarının durumuna göre değişir. Güneş ışınları Balıkesir il sınırları içerisinde en düşük açı olan 26°-16' ile Aralık ayının 22'sinde Bandırma ilçesine; en yüksek açı olan 74°-08' ile Haziran ayının 21'inde Ayvalık ilçesine geldiği görülmektedir.

Güneş doğrudan enerjinin üretiminde de kullanabilen, sosyal ve doğal ortamdaki gelişmeleri kontrol altında bulunduran enerji kaynağıdır. Edremit ilçesi ve Ayvalık ilçesi güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli açısından büyük bir öneme sahiptir. Güneş kaynağının kullanım potansiyeli bakımından Bandırma ilçesi ve Dursunbey ilçesinde bir azalma görülmektedir. Sıcaklık, Balıkesir'de diğer iklim elemanlarındaki gibi batıdan doğuya, güneyden kuzeye doğru bir değişim göstermektedir. Edremit ilçesinde yıllık ortalama sıcaklık 16,2 °C, Bandırma ilçesinde 14,1 °C, Balıkesir il merkezinde 14,5 °C, Dursunbey ilçesinde 12,1 °C' dir. Maksimum ve minimum sıcaklık değerleri de ortalama sıcaklık değerleri gibi önemlidir (Anonim 2007a).

Rüzgar açısından, Balıkesir dikkat çeken bir il konumundadır. Bölgeye kuzey yönlü rüzgarlar hakimdir. Hâkim rüzgarların yönü Kuzey-kuzeydoğu istikametidir. Yaz aylarında etkili rüzgarın kuzey yönlü estiği tespit edilmiştir.

Kış aylarında; gezici alçak basınçlar sebebiyle güney yönlü rüzgârların etkili olduğu meteoroloji verilerinde bulunmaktadır. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde rüzgar hızının Balıkesir ilinde azaldığı, yaz ve sonbahar mevsimlerinde rüzgar hızının arttığı görülmektedir (Anonim 2006).

Yağış miktarları, Balıkesir il merkezinde 588,5 mm, Edremit ilçesinde 714,0 mm, Bandırma ilçesinde 705,0 mm ve Dursunbey ilçesinde 591,6 mm. olarak ölçülmüştür. Orta Akdeniz'den gelen gezici alçak basınçlı sistemler, kış döneminde Balıkesir'e yağmur getiren sistemlerdir. Balıkesir'in il merkezinde bulunan ölçüm istasyonu, Dursunbey, Bandırma ve Edremit ilçelerinde bulunan ölçüm istasyonları içinde geçiş özelliği gösterir. Özellikle soğuk zamanlarda, Balıkesir'de sis olayı etkili olmaktadır. Sis olayı bize havadaki nem oranının % 95 – 100 seviyelerinde bulunduğunu gösterir (Anonim 2006).

Balıkesir ili örtü altı yetiştiriciliği üretim kayıtları Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 4. Balıkesir ili örtü altı yetiştiricilik üretim kayıtları

	Türkiye’de		Balıkesir’de		Üretim durumuna göre Türkiye’deki payı
	Ekilen saha (h)	Üretimi (ton)	Ekilen saha (h)	Üretimi (ton)	
Alçak tüneller	19 394	1 203 420	1	35	% 0,003 ile 24. sıra
Plastik seralar	34 455	4 657 179	64	4 462	% 0,1 ile 24.sıra
Yüksek tüneller	8 581	710 971	40	2 525	% 0,4 ile 19. sıra
Cam seralar	8 468	1 200 196	3,3	825	% 0,1 ile 13. sıra
Toplam	70 898	7 771 766	108	7 812	% 0,1 ile 30. sıra

Kaynak: TUİK 2020

3.2.Yöntem

Çalışmalar sahada yapılan çalışmalar ile ofiste yapılan çalışmalar olmak üzere iki safhada gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarında, araştırmaların malzemesi olan seranın teknik durumları ile iç ortamın sıcaklığı incelenmiştir.

Saha çalışmalarında, seraların teknik bilgilerine ulaşıldıktan sonra ofis çalışmaları başlamıştır. İlk önce 2021 yılının iklimsel kayıtlarından faydalanılarak gözlemlenen seraya ait iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C ile 20 °C de seviyelerinde bulundurulması için ısı gereksinimi hesaplanmıştır. Boyutları aynı ancak örtü malzemesi farklı olan cam örtülü seraların, tek katlı plastik (PE) örtülü seraların ve çift katlı plastik (PE) örtülü seraların uzun yıllara ait iklimsel kayıtlarından faydalanılarak ısı gereksinimleri hesaplanmıştır.

Edinilen sonuçlara göre, bölgeye uyumlu sera modellerinin tespit edilmesine çalışılmıştır. Seraların ısı gereksinimlerinin hesaplamasında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.

Sera ısı kayıplarının hesaplanmasında ülkemizde belirli bir hesaplama standardı yoktur. Isı gereksiniminin tespitinde farklı birçok yöntem önerilmektedir. Ancak, belli bir seranın ısı kaybı hesabı için, farklı yöntemlerde önerilen hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler büyük farklılık gösterebilmektedir. Buna göre, mevcut bir seranın ısı kaybı hesabı yapılırken, seranın kurulumu, yapı elemanlarının özelliği ve işletme koşullarını detaylı bir şekilde hesaplama dâhil eden bir hesaplama yönteminin belirlenmesi ve mümkün ise ısı kaybı hesabının birden çok yöntem ile hesaplanıp karşılaştırılması, ısı kaybı hesabının doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Sera için seçilecek ısıtıcı donanım tasarımının ısı kaybı hesabına göre yapılacağı düşünüldüğünde, seranın ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin belirlenmesinde ve seradan sağlanacak faydanın artırılması noktasında ısı kaybı hesabının rolü büyüktür.

Seranın şekil ve büyüklüğüne bağlı olarak, sera yüzeylerinde kondüksiyon yoluyla ısı kaybının sera dış yüzey alanıyla doğru orantılı olduğu görülmüştür. 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 yükünün yüksek, büyük seralarda ise düşük olduğu söylenebilir (Yüksel 2000).

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

1.Beşik çatıya sahip cam örtü malzemeli seraların dış yüzey alanı hesabı:

$$A_Y = 2 \times (L \times h) \quad (3.1)$$

Denklemden:

A_Y = Seraların yan duvar alan toplamı (m^2)

L = Seraların boyu (m)

h = Seraların yan duvarının yüksekliği (m)

İki dikdörtgen alan çatı yüzey alanını oluşturmaktadır. Seraların ebatlarından faydalanılarak çatının yüzey alanı altta yazılı eşitlikle bulunur.

$$b_{\text{ç}} = 0,5 \times b \times \cos\beta^{-1} \quad (3.2)$$

Denklemde:

$b_{\text{ç}}$ = Çatı genişliği (m)

b = Sera genişliği (m)

β = Çatının eğim açısı

$$A_{\text{ç}} = 2 \times (b_{\text{ç}} \times L) \quad (3.3)$$

Denklemde:

$A_{\text{ç}}$ = Çatının toplamdaki yüzey alanı (m^2).

Seraların ön yüzeylerinin alanını bulabilmek için, seraların yan duvarlarının bitiminden sonra başlayan mahyaların yüksekliğini bulmak lazımdır.

$$h_m = 0,5 \times b \times \tan\beta \quad (3.4)$$

Denklemde:

h_m = Seraların mahyalarının yüksekliği (m)

Aşağıdaki denklem seraların ön yüzeydeki alanı verir. Toplam ön yüzeydeki alanı bulmak için, öndeki yüzey alanını 2 ile çarparsınız.

$$A_{\text{ö}} = 2 \times [b \times (h + 0,5 \times h_m)] \quad (3.5)$$

Denklemde:

$A_{\text{ö}}$ = Seraların önünde bulunan yüzey alanı (m^2)

Seraların dışındaki yüzey alan toplamı;

$$A = A_{\text{ç}} + A_Y + A_{\text{ö}} \quad (3.6)$$

Denklemde:

A = Polietilen örtülü seraların toplamdaki alanı (m^2)

2.Çatısı silindirik olan plastik örtü malzemeli seraların dış yüzeyindeki alanların bulunması

$$A_Y = 2 \times (h \times L) \quad (3.7)$$

$$b_{\zeta} = \pi \times \sqrt{2^{-1}} \times [(h_m)^2 + (b \times 2^{-1})^2] \quad (3.8)$$

$$A_{\zeta} = b_{\zeta} \times L \quad (3.9)$$

$$A_{\emptyset} = 2 \times [(b \times h) + (\pi \times h_m \times b \times 4^{-1})] \quad (3.10)$$

$$A = A_{\zeta} + A_Y + A_{\emptyset} \quad (3.11)$$

Seraların ısı ihtiyacı ve tüketilecek yakıt miktarını alttaki denklem yardımı ile bulabiliriz (Yüksel 2000).

Seraların ısı ihtiyacı:

$$Q = Q_k - Q_g \quad (3.12)$$

Denklemde:

Q = Seraların ısı ihtiyacı (W)

Q_k = Seralarda oluşan kayıp ısı miktarının toplamı (W)

Q_g = Seralarda güneşten elde edilen enerji ısı miktarı (W)

Seralardaki kayıp ısı miktarının bulunması şu denklemle yardımı ile hesaplanır.

$$Q_k = A \times U \times (t_i - t_d) \quad (3.13)$$

Denklemde:

Q_k = Seralardan kayıp olan ısı miktarının toplamı (W)

A = Seraların dıştaki yüzeyinin alanı (m^2)

U = Seralarda kullanılan yapı materyallerinin ısı geçirme katsayısı (W/m^2K)

t_i = Seraların iç ortam sıcaklığı (°C)

t_d = Seraların dış ortamındaki hava sıcaklığı (°C)

$$U = U_s + U_h \quad (3.15)$$

U_s = Sera iç ortamından atmosfere doğru olan ısı geçirme katsayısı (W/m²K)

U_h = Havalandırmadaki ısıyı karşılayan ısı iletimi katsayısı (W/m²K)

$$U_h = 0,19 * V \quad (3.16)$$

V = Rüzgâr hızının ortalama (m / s)

$$U_s = [(f_i^{-1}) + (d/\lambda) + (f_d^{-1})]^{-1} \quad (3.17)$$

f_i = Sera örtüsünün iç yüzeyinin iletkenlik katsayısı (W/m²K)

d = Sera örtü materyalinin kalınlığı (m)

f_d = Örtünün yüzeyinden atmosfer ortamına doğru olan ısı iletimi katsayısı (W/m²K)

λ = Materyalin ısı geçirgenliği (W/m²K)

Seralar için güneşten elde edilen ısı miktarının bulunması

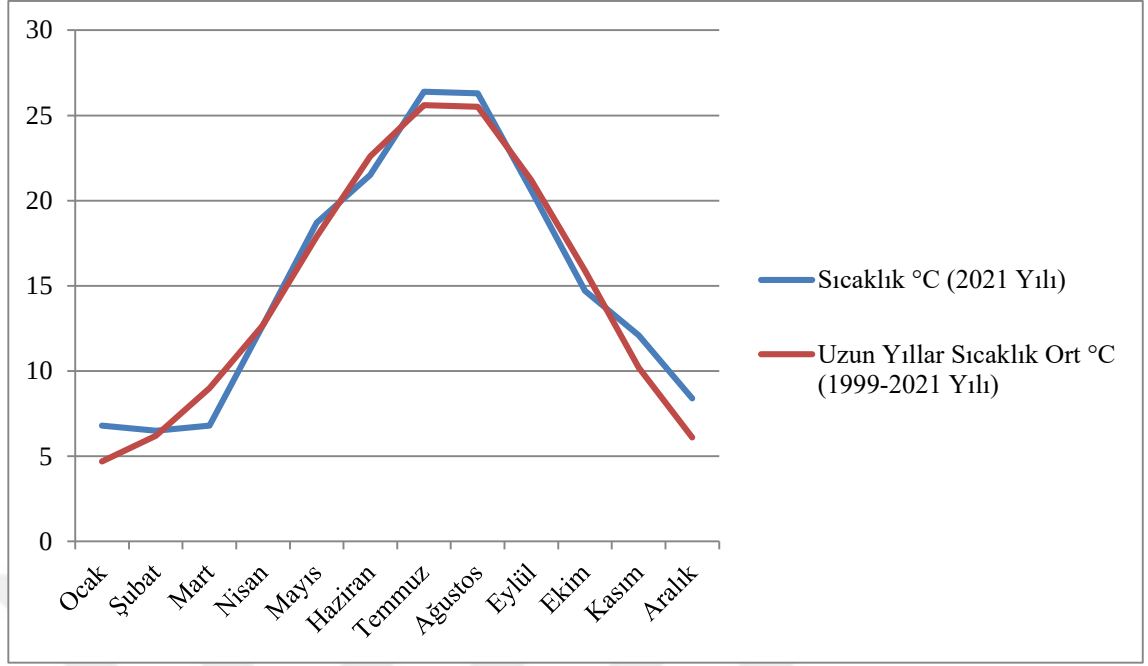
$$Q_g = 0,50 \times (I_o \times A_c) \quad (3.18)$$

I_o = Güneş radyasyonunun günlük ortalama yoğunluğu (kcal/m²h)

4.BULGULAR (BULGULAR ve TARTIŞMA)

4.1.İklimsel Kayıtların İncelenmesi

İnceleme serası dış ortamına ait, 2021 yılı ve uzun yıllar (1999-2021) bölge sıcaklık ortalamaları, rüzgâr hızı ve ışıınım v.b. iklimsel verilerden yararlanılmıştır. Sözü edilen verilerden yararlanılarak hazırlanan ortalama aylık değerleri Şekil 4.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 1. 1999-2021 yılları arası ve 2021 yılına ait ortalama sıcaklıkların değerlendirilmesi (°C).

Balıkesir ilinde 2021 yılı sıcaklık ortalaması 15,1 °C ölçülürken, uzun yıllar ortalaması 14,8 °C ölçülmüştür. Ocak, şubat, mart, kasım ve aralık aylarının sıcaklık değerlerinin en düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Balıkesir ilinin 1999-2021 yılları arasına ait rüzgar hızları ortalaması 3,05 m/s, 2021 yılı ortalama rüzgar hızları değeri 2,43 m/s olarak ölçülmüştür. Balıkesir’de temmuz ayı rüzgar hızlarının maksimum olduğu ay, ocak ayının ise rüzgar hızlarının minimum seviyede ay olarak tespit edilmiştir.

Balıkesir’in global yıllık radyasyon değeri bulmak için Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) kayıtlarına bakıldığında, bu değerin 1 422 kWh/m² olduğu görülmektedir. Ocak ve Aralık aylarında Balıkesir’de güneş radyasyon yoğunluk değerlerinin minimum olduğu tespit edilmiştir. Ocak ve aralık aylarında bu değerin 40 kcal/m² gün olduğu belirlenmiştir.

4.2.Seralarda Güneşten Kazanılan Isı Enerjisi

Balıkesir ilinde güneş ışınlamından kazanılan ısı enerji miktarları **Çizelge 4.1.**'de görülmektedir. Buna göre güneşten elde edilen enerji miktarı minimum seviyeye ocak ve aralık aylarında, maksimum seviyeye haziran ve temmuz aylarında gelmektedir. Güneşten elde edilen ısı enerjisi nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında 20.000 kkal/m²h değerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Balıkesir'in güneşten elde edilen ısı enerji potansiyeli sera ısıtma ihtiyacını büyük ölçüde karşılayacak durumdadır.

Çizelge 4. 1. Balıkesir ilinde güneş ışınlamından elde edilen ısı miktarı

Ay	Güneşten elde edilen ısı miktarı kkal/m ² h
Ocak ayı	7 010,67
Şubat ayı	9 782,00
Mart ayı	13 779,88
Nisan ayı	21 647,69
Mayıs ayı	26 593,86
Haziran ayı	28 946,21
Temmuz ayı	29 569,88
Ağustos ayı	26 501,11
Eylül ayı	19 827,86
Ekim ayı	12 556,53
Kasım ayı	8 419,53
Aralık ayı	6 750,01

Güneşin radyasyon etkisi, seralarımızın ısınmasındaki en önemli etmendir. Ülkemiz, yıllık ortalama 2640 saat güneşlenme süresi ve 1311 kWh/ m² yıl değerindeki toplam ışınlam şiddeti ile bir güneş ülkesidir. Bu sebeple, seraların ısıtılması için gereken ısı enerjisinin güneş enerjili aktif sistemler ile karşılanması, işletim maliyeti açısından önemlidir (GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, 2014). **Çizelge 4.1**'de Balıkesir ilinde güneş ışınlamalarından elde edilen ısı miktarı gösterilmiştir. Verilere göre yıllık toplam 211 379 Kcal/m²h Balıkesir'in güneş ısı enerjisi potansiyeli bulunmakta olup, bu miktar sera ısı ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamaktadır.

4.3.Seralardaki Isı İhtiyacının Hesaplanması

Isıtma giderleri ve ısı enerjisi gereksinimi sera yetiştiriciliğinin maliyeti yüksek olan kısımdır. Seralarda en elverişli şekilde üretim yapabilmek için sera iç ortamına ısıtma sistemleri ile verilmesi gerekli ısı miktarına, ısı gereksinimi denilebilir.

Araştırmacılar tarafından, seraların ısıtma gereksinimlerinin hesaplanmasında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin hepsi, temelde ısı kaybı ve ısı kazançlarının dengelenmesinden oluşan ısı dengesi esasına dayanır. Seranın ısıtma gereksinimini, güneş radyasyonundan elde edilen ısı kazanımı ile beraber havalandırma, sızma ve kondüksüyonla oluşan ısı kayıpları arasındaki fark vermektedir (Olgun ve ark.1997).

Bölgedeki meteoroloji verilerine göre tespit edilen en düşük çevre sıcaklık değeri ile bu tarihte sera iç ortamında arzu edilen uygun sıcaklık derecesi arasındaki fark bize seraların ısı ihtiyacının bulunmasında gerekli olan en önemli unsurdur (Arın ve Akdemir, 2002).

Seralardaki ısıtma işlemi sırasında, enerji ihtiyacı önemli boyutlara ulaşmaktadır. Bir seranın ısı gereksinimi, uygun seviyede yetiştiricilik yapılması için lazım olan ısı miktarının sera iç ortamına ısıtma sistemi ile verilmesidir.

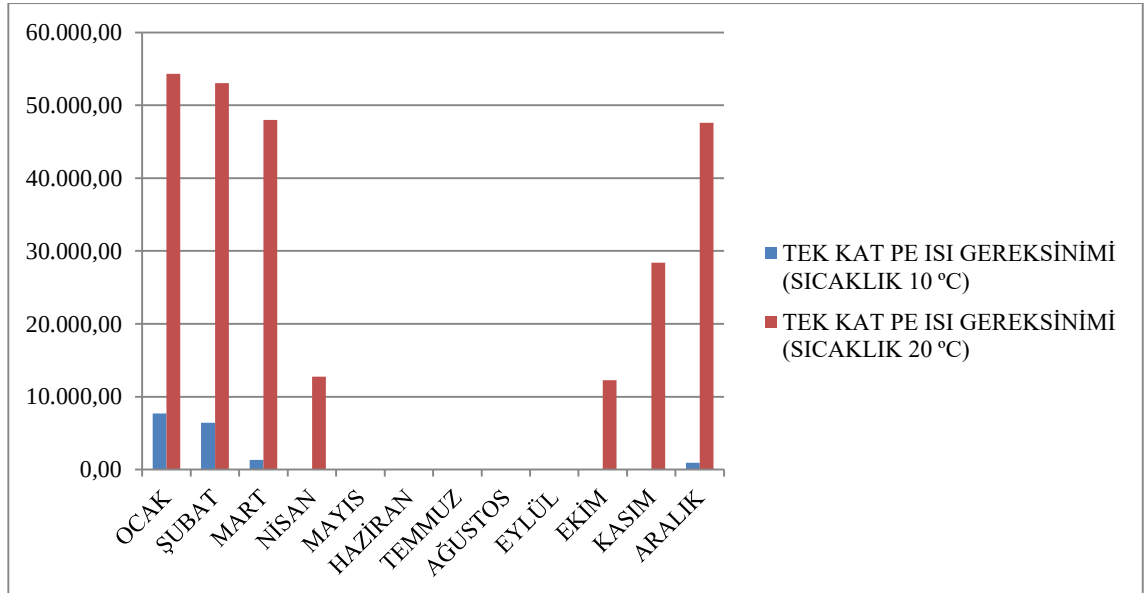
Seralardan kaybolan ısı miktarının hesaplamasında, farklı sera örtü malzemelerinin toplam ısı transfer katsayı değeri (U), sera içi ortam sıcaklık değeri, dışarısının ortam sıcaklık değeri ve seranın örtüsünün toplam yüzey alanı kullanılmaktadır.

Sera malzemesine göre toplam ısı transfer değişim değerleri **Çizelge 4.2**'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Sera malzemesine göre toplam ısı transfer değişim değeri

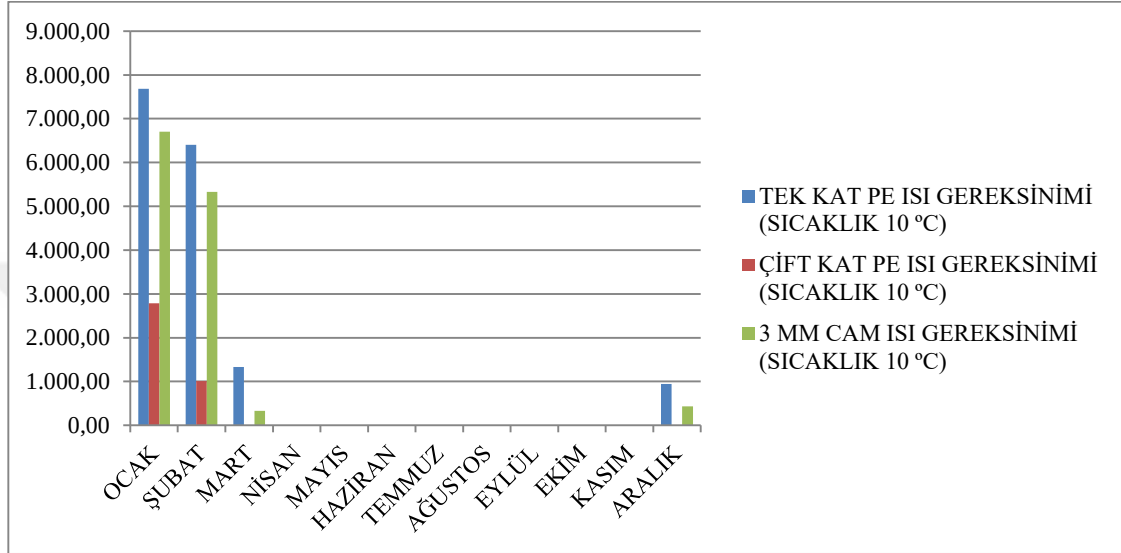
Sera örtü materyali	Toplam ısı transfer değişim değeri $U [Wm^{-1}C^{-1}]$
Tek katlı polietilen plastik örtü	7,5 - 8,5
Çift katlı polietilen plastik örtü	4,0 - 5,0
Polikarbonat örtü	6,8
Çift cidarlı polikarbonat örtü	3,5
3 mm kalınlığında cam örtü	7,0 - 8,0
6 mm kalınlığında cam örtü	6,5
Termal yüzey	6,5

Oluşturulacak model seralar ile karşılaştırma yapmak amacıyla araştırma yapılan seraya ait 2021 yılı iklim verileri kullanılarak, 10 °C ve 20 °C sera iç sıcaklık değerlerine göre hesaplanan ısı gereksinimi **Şekil 4.2.**'de görülmektedir. Şekilden de anlaşılabacağı üzere, ölçüm yapılan seranın iç ortam sıcaklığının 10 °C de tutulması için hesaplanan en yüksek ısı gereksinim değeri ocak ayında 7 684,22 kcalh⁻¹ olarak, sera iç ortam sıcaklığının 20 °C de tutulması için ise en yüksek ısı gereksinim değeri yine ocak ayında 54 334,67 kcal/h olarak hesaplanmıştır.

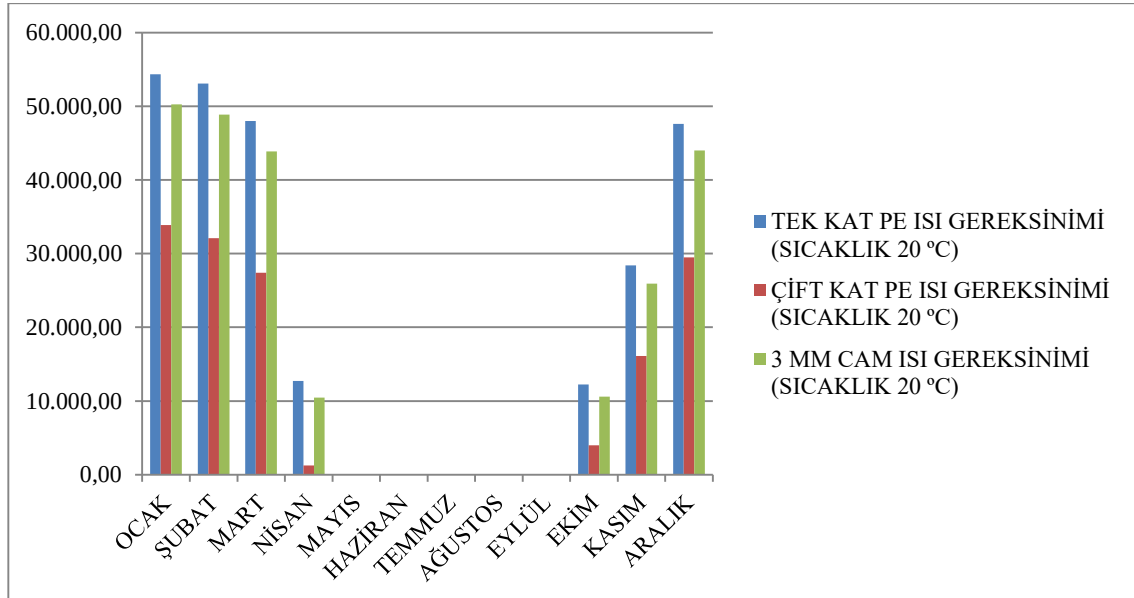


Şekil 4. 2. Sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C ve 20 °C olmasına göre hesaplanan ısı ihtiyaçları.

3,0 mm kalınlığında cam örtü materyalinin kullanıldığı sera, örtü materyali olarak tek katlı Polietilen ile çift katlı Polietilen plastiğin kullanıldığı örnek seraların iç ortam sıcaklık değerlerinin 10 °C ve 20 °C’de tutulması için gerekli olan uzun yıllara ait iklimsel kayıtların kullanılarak bulunduğu ısı ihtiyaç değerleri **Şekil 4.3** ve **Şekil 4.4**’de verilmiştir.



Şekil 4. 3. 10 °C’lik sera iç ortam sıcaklık değeri için araştırma serasının ısı ihtiyacı (kcal/m²h°C)



Şekil 4. 4. 20 °C’lik sera iç ortam sıcaklık değeri için araştırma serasının ısı ihtiyacı (kcal/m²h°C)

Şekil 4.3 ve **4.4** den de anlaşılacağı üzere birinci model sera olan cam sera için hesaplanan ısı gereksinimi değerlerine göre sera iç ortam sıcaklığının 10 °C olması için ocak, şubat, mart ve aralık 20 °C olması için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gereklidir.

Model seraların ikincisi olan tek katlı PE örtülü plastik seranın sera iç ortam sıcaklığının 10 °C olması için ocak, şubat, mart ve aralık 20 °C olması için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gerekmektedir (**Şekil 4.3** ve **4.4**).

Örtü malzemesi olarak çift katlı PE örtüsü kullanılan üçüncü model serada sera iç ortam sıcaklığının 10 °C olması için ocak ve şubat 20 °C olması için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gerektiği görülmektedir (**Şekil 4.3** ve **4.4**).

4.3.1.İnceleme Yapılan Seranın Isı İhtiyacı

2021 senesinde Susurluk ilçesinde ölçülen sera iç ortam sıcaklık değerleri, sera içi ortam sıcaklık değerinin 10 °C ve 20 °C olması için gerekli olan ısı ihtiyaçları hesaplanmıştır. Sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C olması durumunda en yüksek ısı ihtiyacı ocak ayında 2 785,92 kcal/m²h°C, sera iç ortam sıcaklık değerinin 20 °C olması durumunda en yüksek ısı ihtiyacı ocak ayında 33 886,22 kcal/m²h°C olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2.Cam Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı

3,0 mm kalınlığında cam malzeme kullanılan serada istenilen ısı ihtiyacı sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C olmasını sağlamak için ocak, şubat, mart ile aralık aylarında, 20 °C olmasını sağlamak için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gereklidir. Isıtma ihtiyaç miktarı, sera iç ortam sıcaklık değeri 10 °C için ocak ayında en yüksek değerine (6 704,56 kcal/m²h°C), sera iç ortam sıcaklık değeri 20 °C için ocak ayında en yüksek değerine (50 244,98 kcal/m²h°C) erişmektedir.

4.3.3.Tek Kat Polietilen Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı

Çift kat polietilen malzeme kullanılan serada istenilen ısı ihtiyacı sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C olmasını sağlamak için ocak, şubat, mart ile aralık aylarında, 20 °C olmasını sağlamak için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gereklidir. Isıtma ihtiyaç miktarı, sera iç ortam sıcaklık değeri 10 °C için ocak ayında en yüksek değerine (7 684,22 kcal/m²h°C), sera iç ortam sıcaklık değeri 20 °C için ocak ayında en yüksek değerine (54 334,67 kcal/m²h°C) erişmektedir.

4.3.4.Çift Kat Polietilen Örtü Malzemeli Sera Örneğine Ait Isı İhtiyacı

Çift kat polietilen malzeme kullanılan serada istenilen ısı ihtiyacı sera iç ortam sıcaklık değerinin 10 °C olmasını sağlamak için ocak ayı ve şubat ayında, 20 °C olmasını sağlamak için ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında ısıtma yapılması gereklidir. Isıtma ihtiyaç miktarı, sera iç ortam sıcaklık değeri 10 °C için ocak ayında en yüksek değerine (2 785,92 kcal/m²h°C), sera iç ortam sıcaklık değeri 20 °C için ocak ayında en yüksek değerine (33 886,22 kcal/m²h°C) erişmektedir.

4.4.Seraların Örtü Materyallerine Göre Isı İhtiyaçlarının Karşılaştırılması

Kullanılan örtü materyallerine göre ısı gereksinim değerleri Çizelge 4.3 ile 4.4’de gösterilmiştir. Örtü materyali olarak tek katlı polietilen kullanılan serada ısı gereksinimi, tüm aylarda diğer sera örtü materyallerine oranla daha fazla olmuştur. Tek katlı PE malzemesini, 3,0 mm kalınlığında cam örtü ve çift katlı polietilen malzeme izlemektedir. Çift katlı polietilen sera örtü malzemesinin en az ısı gereksinimine ihtiyacı olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak ocak ayında seraların maksimum ısı ihtiyacına gereksinim duyduğu tespit edilmiştir. Seraların ısıtmaya ocak, şubat, mart, nisan, ekim, kasım ve aralık aylarında gereksinimi olduğu görülmektedir. Seraların iç ortam sıcaklık derecesini 10 °C’de tutabilmek için örtü malzemesi olarak çift katlı polietilen örtü malzemesi tercih edildiğinde maksimum ısı kazancı sağlandığı söylenebilir. Örtü materyali olarak tek katlı polietilen örtü malzemesi tercih edildiğinde minimum ısı kazancı sağlandığı söylenebilir. Sera iç ortam sıcaklık değerini 20 °C’de tutabilmek için örtü materyali olarak tek katlı polietilen örtü materyali yerine çift katlı Polietilen örtü materyali tercih edildiğinde % 37’lik bir ısı kazanımı sağlandığı görülmektedir. Yine

3,0 mm cam örtü materyali kullanılması ile % 7,5'luk bir ısı kazanımı sağlandığından söz edilebilir.

Çizelge 4. 3. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinim değerleri (Seraların iç ortam sıcaklığı, 10 °C)

	Cam örtülü seralar (kcal/m ² h°C)	Tek kat polietilen (kcal/m ² h°C)	Çift kat polietilen (kcal/m ² h°C)
Ocak	6 704,56	7 684,22	2 785,92
Şubat	5 326,53	6 405,71	1 009,80
Mart	327,22	1 334,87	-
Aralık	434,16	947,31	-
Toplam (kcal/m ² h°C)	12 792,47	16 372,11	3 795,72

Çizelge 4. 4. Seralarda ısı ihtiyacı duyulan aylara ait ısı gereksinim değerleri (Seraların iç ortam sıcaklığı, 20 °C)

	Cam örtülü seralar (kcal/m ² h°C)	Tek kat polietilen (kcal/m ² h°C)	Çift kat polietilen (kcal/m ² h°C)
Ocak	50 244,98	54 334,67	33 886,22
Şubat	48 866,95	53 056,16	32 110,10
Mart	43 867,64	47 985,32	27 396,92
Nisan	10 441,60	12 733,69	1 273,23
Ekim	10 606,97	12 261,51	3 988,83
Kasım	25 933,86	28 387,68	16 118,61
Aralık	43 974,58	47 597,76	29 481,84
Toplam (kcal/m ² h°C)	233 936,58	256 356,79	144 255,75

4.5.Yakıtların Yıllık Miktarları ve Sera Yakıt İhtiyaçlarının Karşılaştırılması

Seraların yıllık yakıt miktarının hesaplanmasında, ısı ihtiyacının özellikle ekim, kasım, aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında çok yoğun olacağı dikkate alınarak yapılmıştır. Tespit edilen aylar için seranın ısıtma tesisatının ortalama olarak 13 saat, 10 °C sera iç ortam sıcaklığı için yıllık çalışma süresinin 120 gün ve 20 °C sera iç ortam

sıcaklığı için 210 gün olarak ele alınmıştır. Çalışmalardaki ısıtma sisteminde sıcak hava kullanılmıştır. Çizelge 4.5’de seraların ısıtılmasında kullanılabilecek yakıtların alt ısı değerleri, yanma verimleri ve 2021 yılına ait barem ücretleri gösterilmektedir.

Çizelge 4. 5. Seraların ısıtılmasında kullanılabilecek yakıtların alt ısı değerleri, yanma verimleri ve 2021 yılı barem fiyatları

Yakıtlar	Yakıtların alt ısı değerleri (kcal/kg)	Yanma verimleri (%)	Barem fiyatları (TL/kg)
Odun	3 450	60	1,00
Linyit Kömürü	4 640	65	0,95
Sibiry Kömürü	7 000	65	1,35
Fuel-oil	9 562	80	8,74

Araştırmada kurulacak 3840 m² seranın ısıtma sisteminde sıcak hava kullanılmaktadır. Seralarda kullanılan her çeşit örtü malzemesi ve sera iç ortam sıcaklıkları için yıllık tüketilebilecek yakıt miktarları hesaplanmıştır. Çizelge 4.6 de seraların yıllık yakıt miktarı ile 4.7’de de seraların yıllık yakıt gideri TL olarak verilmiştir. Seraların iç ortam sıcaklık derecelerinde tek kat polietilen örtü malzemesi kullanılan sera modelinde maksimum yıllık yakıt tüketim miktarına ve yıllık yakıt maliyetine ihtiyaç duyulmuştur. Çift katlı polietilen örtü malzemesinde ise minimum yıllık yakıt miktarına ve yıllık yakıt giderine gereksinim duyulmaktadır. İthal sibiry kömürünün seralarda kullanılabilecek ekonomik yakıt olduğu görülmektedir. İthal sibiry kömürünü, linyit kömürü, odun ve fuel-oil takip etmektedir. Ücreti en yüksek yakıtın fuel-oil olduğu tespit edilmiştir. Seraların iç ortam sıcaklığının 20 °C yerine 10 °C olması durumunda seraların yıllık yakıt miktarında ve yıllık yakıt giderinde yaklaşık % 95 oranında azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. 6. Sera ısıtması için gerekli yıllık yakıt miktarı

Yakıtlar	Cam örtülü sera		Tek katlı polietilen		Çift katlı polietilen	
	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)
Odun (kg/yıl)	28 477,1	520 763,2	36 445,7	570 672,5	8 449,6	321 125,8
Yerli Linyit Kömürü (kg/yıl)	19 544,9	357 420,3	25 014,1	391 675,1	5 799,3	220 401,4
İthal Sibiryâ Kömürü (kg/yıl)	12 955,5	2 36 918,6	16 580,8	259 624,6	3 844,1	146 094,6
Fuel-oil (kg/yıl)	9 743,4	1 78 178,5	12 469,8	195 254,9	2 891,0	109 872,8

Çizelge 4. 7. Seraların ısıtmasında gerekli olan yıllık yakıt masrafları

Yakıtlar	Cam örtülü sera		Tek katlı polietilen		Çift katlı polietilen	
	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (10 °C)	Seranın iç ortam sıcaklığı (20 °C)
Odun (TL/yıl)	28 477,1	520 763,2	36 445,7	570 672,5	8 449,6	321 125,8
Yerli Linyit Kömürü (TL/yıl)	18 567,7	339 549,3	23 763,4	372 091,3	5 509,3	209 381,3
İthal Sibiryâ Kömürü (TL/yıl)	17 489,9	319 840,1	22 384,1	350 493,2	5 189,5	197 227,7
Fuel-oil (TL/yıl)	85 157,5	1 557 279,8	108 986,6	1 706 527,7	25 267,5	960 288,3

Çizelge.4.7’de fuel-oil’in yakıt olarak kullanıldığı cam örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C tutabilmek için 85 157,5 TL, sibiryâ kömürünün kullanılması durumunda 17 489,9 TL masraf oluşmaktadır. Sera içi ortam sıcaklık değerini 20 °C tutabilmek için yakıt olarak fuel-oil kullanıldığında 1 557 279,8 TL, yakacak olarak sibiryâ kömürünün kullanılması durumunda 319 840,1 TL masraf oluşmaktadır.

Fuel-oil’in yakıt olarak kullanıldığı tek katlı polietilen örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C tutabilmek için 108 986,6 TL, sibiryâ kömürünün kullanılması durumunda 22 384,1 TL masraf oluşmaktadır. Sera içi ortam sıcaklık değerini 20 °C tutabilmek için yakıt olarak fuel-oil kullanıldığında 1 706 527,7 TL,

yakacak olarak sibirya kömürünün kullanılması durumunda 350 493,2 TL masraf oluşmaktadır.

Fuel-oil'in yakıt olarak kullanıldığı çift katlı polietilen örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C'de tutabilmek için 25 267,5 TL, sibirya kömürünün kullanılması durumunda 5 189,5 TL masraf oluşmaktadır. Sera içi ortam sıcaklık değerini 20 °C'de tutabilmek için yakıt olarak fuel-oil kullanıldığında 960 288,3 TL, yakacak olarak sibirya kömürünün kullanılması durumunda 197 277,7 TL masraf oluşmaktadır.

Çizelge 4.6'da İthal sibirya kömürünün yakıt olarak kullanıldığı cam örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C'de tutabilmek için 12 955,5 kg/yıl, sera iç ortam sıcaklığının 20 °C'de tutulabilmesi için 236 918,6 kg/yıl gereksinim duyulmaktadır.

Çizelge 4.6'da İthal sibirya kömürünün yakıt olarak kullanıldığı tek katlı polietilen örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C'de tutabilmek için 16 580,8 kg/yıl, sera iç ortam sıcaklığının 20 °C'de tutulabilmesi için 259 624,6 kg/yıl gereksinim duyulmaktadır.

Çizelge 4.6'da ithal sibirya kömürünün yakıt olarak kullanıldığı çift katlı polietilen örtülü sera modelinde, seranın iç ortam sıcaklık değerini 10 °C'de tutabilmek için 3 844,1 kg/yıl, sera iç ortam sıcaklığının 20 °C'de tutulabilmesi için 146 094,6 kg/yıl gereksinim duyulmaktadır.

5.SONUÇ

İklimsel verilere bakıldığında, Balıkesir ili Susurluk ilçesinin örtü altı tarımına uygun bir iklime sahip olduğu söylenebilir. Seraların ısı gereksinimini büyük ölçüde azaltacak iklim faktörlerinden biri olan güneş ışıınımı bakımından Balıkesir geneli güçlü bir potansiyele sahip olup, son zamanlarda sıcaklık değerlerinin yükselmesi, donlu geçen gün sayısının ve kuvvetli rüzgârların önemli ölçüde azalması örtü altı yetiştiriciliğin ekonomik olarak gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Sera kuruluşunda, güneş

ışınlarının ile rüzgâr akımlarının yönünün doğru şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. Yapılacak seralar güneş ışınlarından maksimum seviyede yararlanacak yönde olmalı ve sürekli esen rüzgârların hızından etkilenmeyecek pozisyonda konumlandırılmalıdır.

Çift kat PE örtü malzemesi, seraların örtü malzemesi olarak kullanılan malzemelerden ısı gereksinimi en az olanıdır. Polietilen malzemeyi sırası ile cam örtü malzemesi ve tek kat polietilen malzeme izlemektedir. Çalışmamın sonunda, tek katlı polietilen örtü malzemesi kullanılan serayı ısıtmak için gerekli enerji, cam örtü malzemesi kullanılan sera ve çift katlı polietilen örtü malzemesi kullanılan seranın ısıtılmasında lazım olan enerjiden daha fazlasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Seraların iç ortam sıcaklıklarının 10 °C'den 20 °C'ye yükseltilmesi tüm sera örtüsü malzemelerinin ısı ihtiyaçlarının artmasına yol açmıştır.

Cam örtülü seralar, plastik örtülü seralara göre inşaat maliyeti açısından daha pahalıdır. Ayrıca cam örtü malzemesi kullanılan seraların çatı tasarımının sağlam inşa edilmemesi neticesinde, kar birikmelerinden dolayı çökmeler meydana gelebilmektedir.

Plastik seralar çabuk tozlandığından dolayı gün geçtikçe ışık geçirgenliği azalmaktadır. İklim şartlarından hemen etkilenir. Ancak maliyetinin ucuzluğu, iskeletin basit olması, kaplamasının kolaylığı ve daha az ışıklık istemesi polietilen malzemenin olumlu yönleri arasındadır. Dayanıklılığını artırmak, ısı muhafazasını iyileştirmek maksadı ile çift katlı olarak ve içinde hava boşluğu bulunan örtü malzemeleri kullanılması gerekmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular bunu doğrular nitelikte olup, çift katlı polietilen örtü malzemesinin araştırmanın gerçekleştirildiği Balıkesir'in Susurluk ilçesinde kullanılması uygun olan sera örtüsü malzemesi olduğu tespit edilmiştir.

Bölgede bulunan silindirik çatıya sahip çift katlı PE örtü malzemesi kullanılan seralar; güneş ışınlarından en iyi şekilde yararlanmaları, hem de cam örtü malzemesi kullanılan seralara göre kurulum maliyetlerinin daha az olmasından ötürü bölgede seçilme sebebidir.

Örtü altı tarımı, bilgi, tecrübe ve deneyimleşmiş bir yetiştiriciliği şart koşmaktadır. Balıkesir ve çevre illeri sera üretimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Marmara Bölgesinde bulunan Balıkesir'in, tatil yörelerini barındırması, tatil bölgelerine yakın olması ve nüfusu yoğun illere yakın olması yetiştirilen ürünlerin pazarlama sıkıntılarını büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Bölge iklim şartlarının ılımana yakın olması seracılığın gelişmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Ancak seraların kurulum aşamasındaki yatırım ve sonrasındaki işletme ile bakım masraflarının yüksek olmasından dolayı, bu yapıların optimal seviyede yarar sağlayacak biçimde projelendirilip, yapılması gerekmektedir.

İncelemelerin sonucunda, Balıkesir iline bağlı Susurluk ilçesinin seracılık için iklim şartları bakımından uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Kış aylarında bölgede ısıtma ihtiyacının fazla olduğu hesaplanmıştır. Bölgede özellikle silindirik çatılı seralarda örtü malzemesi olarak çift kat polietilen kullanılması ısıtmanın daha az olmasını sağlayarak örtü altında ekonomik bir yetiştiriciliğin yapılmasını yaygınlaştıracaktır. Bunun yanında sera ısıtmasında kullanılan yakıtların temini ve ekonomikliliği açısından konum bakımından herhangi bir sıkıntısının olmayacağı söylenebilir.

Isıtmanın yapılmadığı yerlerde, seracılığın daha ekonomik şekilde yapılabilmesi için şu önlemlerin alınması uygun olabilir:

- Sera kurulacak yerin kuzeyinin kapalı, güneye bakan araziler olması uygun olacaktır.
- Ürünlerin güneş ışınlarından daha iyi faydalanabilmesi için, seraların doğu batı istikametinde kurulmasına ve hakim rüzgarların yönlerine dikkat edilmesi gerekir.
- Sebze üretiminde sonbahar ve ilkbahar yetiştirme dönemleri tercih edilmelidir.
- Seralardaki bitkilerin güneş ışığından en iyi şekilde faydalanmaları için, toprak yüzeyine Malç yapılabilir (Toprak yüzeyinin plastiklerle kaplanması). Malç toprağın daha çok ısınmasını sağlar. Yabancı otla mücadelenin etkinliğini artırır.

KAYNAKLAR

- Anonim. (1997). Tarımsal Yapılar. (Production-Price-Value). Ankara: Pub.No: 2234 ISBN: 975-19-2187-2.
- Anonim. (2006). Balıkesir İline Ait Uzun Yıllardaki Meteorolojik Veriler. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR>. adresinden alınmıştır
- Anonim. (2007a). Balıkesir Hakkında genel Bilgi. <http://www.yurdumuzutaniyalim.com/archive/index.php?t-5.html>. adresinden alınmıştır
- Anonim. (2007b). Balıkesir'de Tarım. <http://www.balikesir.com/balikesir/tarim.htm>. adresinden alınmıştır
- Anonim. (2007c). Sera Örtü Malzemeleri. <http://www.bahcesel.com/forumsel/sera-planlamasi/19182-sera-ortu-malzemeleri>. adresinden alınmıştır
- ARIN, S., & AKDEMİR, S. (2002). Seralarda Doğal Gazın Isıtma Amacıyla Kullanılabilirliği. Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 3(1), 89-99.
- BENLİ, H., & DURMUŞ, A. (2002). Havalı Güneş Kolektörleri ve Gizli Isı Depolama Yöntemi Kullanılarak Sera Isıtılması. Mühendis ve Makine Dergisi, 48(569).
- ERTEKİN, C., & YALDIZ, O. (1994). Sera Isıtılmasında Gerekli Olan Enerji Miktarının Bir Bilgisayar Programı İle Hesaplanması. Tarımsal Mekanizasyon 15.Ulusal Kongresi Bildirileri, (s. 647-659). Antalya.
- Gıda, t. v., & Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, G. (2015). Ulusal Jeotermal Seracılık Stratejisi Raporu. Tübitak Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü.
- İşletmeleri, T. K. (2021). <http://taskomuru.net>. Taş Kömürü İşletmeleri: <http://taskomuru.net/tr/whiseezu/2021/01/internetkomur28012021.pdf> adresinden alınmıştır
- JİANG, W., & YU, H. (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", (s. 233-240). Catania/İtalya.
- KÜRKLÜ, A., ÖZMERZİ, A., & YILDIZ, O. (1995). Sera Yönün ve Isıtmanın Sera İçi Sıcaklık Dağılımına Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 16.Ulusal Kongresi Bidirileri, (s. 416-421). Bursa.
- Müdürlüğü, B. İ. (2021). İRAP-İl Afet Risk Azaltma Planı. <https://balikesir.afad.gov.tr>: <https://balikesir.afad.gov.tr/kurumlar/balikesir.afad/E-Kutuphane/Il-Planlarim/BALIKESIR-IRAP.pdf> adresinden alınmıştır
- Müdürlüğü, B. t. (2020). Balıkesir Tarım ve Hayvancılık Faaliyet Raporu. <http://balikesir.tarimorman.gov.tr>: <https://balikesir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Faaliyet%20Faporu/Bal%C4%B1kesir%20Tar%C4%B1m%20ve%20Hayvanc%C4%B1l%C4%B1k.pdf> adresinden alınmıştır
- Müdürlüğü, B. ü. (2019). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-> Tarım ve Orman Bakanlığı: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-> adresinden alınmıştır
- Müdürlüğü, G. U. (2014). Enerji Similasyon Tekniği ile Diyarbakır İli Seralarında Yenilebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Belirlenmesi. Diyarbakır: GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü.

- NEDERHOFF, E., & HOUTER, B. (2009). Optimal Temperature Control, Practical Hydroponics and Greenhouses. New Zealand.
- OLGUN, M., KENDİRLİ, B., & ÇELİK, Y. (1997). Yalova İlinde Farklı Özellikteki Seralar için Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3(3), 1-7.
- Petrolleri, T. (2021). <https://www.tppd.com.tr>. Türkiye Petrolleri: <https://www.tppd.com.tr/tr/gecmis-akaryakit-adresinden-alinmistir>
- SEVGİCAN, A., TÜZEL, Y., & ELTEZ, R. (2000). Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Teknik Kongresi. 2, s. 679-707. Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.
- SEVGİCAN, A., TÜZEL, Y., GÜL, A., & ELTEZ, R. (2000). Türkiye'de Örtü Altı Yetiştiriciliği. V. Türkiye Ziraat teknik Kongresi (s. 679-707). Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.
- TAŞLIGİL, N., & ŞAHİN, G. (2014). Ziraat Coğrafyası Açısından Marmara Bölgesi'nde Örtü Altı Yetiştiriciliği. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1-17.
- TEKİNEL, O., & BAYTORUN, A. (1990 a.). Seracılıkta Yeni Teknolojiler. Türkiye 5. Seracılık Sempozyum Bildirileri, (s. 11-21). İzmir.
- TEKİNEL, O., & BAYTORUN, A. (1990). Seracılıkta Yeni Teknolojiler. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu Bildirileri, (s. 11-21). İzmir.
- TÜLÜCÜ, K. (2003). Özel Bitkilerin Sulaması. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları.
- TÜZEL, Y., GÜL, A., DASGAN, H., ÖZGÜR, M., ÇELİK, N., BOYACI, H., & ERSOY, A. (2005). Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisleri VI. Teknik Kongresi, 1, s. 551-563. Ankara.
- WORLEY, J. (2005). Greenhouses Heating, Cooling and Ventilation. Georgia: The University of Georgia.
- YAĞCIOĞLU, A. (2009). Sera Mekanizasyonu. Bornova/izmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- YÜCE, B. (1997). Türkiye'de Seracılığın Genel Durumu. Türkiye 5. Seracılık Semp. (s. 3-10). İzmir: Elit Ajans.
- YÜKSEL, A. (2000). Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd.Şti.
- YÜKSEL, A. (2000). Sera Yapım Teknikleri. İstanbul: Hasad yayıncılık Ltd.Şti.
- YÜKSEL, A. (2004). Sera yapım Tekniği. Hasad Dergisi (s. 287). içinde İstanbul: Hasad yayıncılık Ltd.Şti.
- YÜKSEL, A., & YÜKSEL, E. (2012). Sera Yapım Tekniği. Hasad Dergisi (s. 272). içinde İstanbul: Hasad Yayıncılık Ltd.Şti.
- YÜKSEL, E. (2016). Tekirdağ Koşullarında Havalandırılan Bir Plastik Seranın Isı İhtiyacının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 74-80.