

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
2014-YL-013**

ŞİŞİRME ÖRTÜLÜ SERA GELİŞTİRİLMESİ

Mesut ÖZTÜRK

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mesut ÖZTÜRK tarafından hazırlanan Şişirme Örtülü Sera Geliştirilmesi başlıklı tez, 24.02.2014 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. İbrahim YALÇIN	ADÜ	
Üye : Prof. Dr. M. Bülent COŞKUN	ADÜ	
Üye : Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM	NKÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun sayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

24.02.2014

Mesut ÖZTÜRK

ÖZET**ŞİŞİRME ÖRTÜLÜ SERA GELİŞTİRİLMESİ**

Mesut ÖZTÜRK

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

2014, 65 sayfa

Yapılan çalışmada seracılık faaliyetlerinde önemli bir gider olan ısıtma maliyetlerinin azaltılması amacıyla, mevcut malzemeler ile yeni bir örtü şekli ve bu örtüye uygun bir konstrüksiyon tasarlanarak, seranın ısı yalıtım etkinliği ve sahaya uygulanabilirliği belirlenmeye çalışılmıştır. Seranın üç boyutlu çizim programları ile modellemenin ardından sahada kurulumu gerçekleştirilmiştir. Çift katlı olarak tasarlanan örtü katmanları arasına belirli basınçta hava verilerek pnömatik devreler ile basıncın sürekli dengede kalması sağlanmıştır. Isıtmasız koşullarda eş zamanlı olarak sera içi ve dışında, ayrıca tek kat PE örtülü farklı bir serada karşılaştırmalı olarak veri kaydedici cihaz ve quantum PAR sensörleri ile sıcaklık ve PAR (fotosentetik aktif radyasyon) ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda sera maliyeti 130 ₺/ m² olarak bulunmuştur. Aynı yapıdaki seranın tek kat örtü ile kaplandığı varsayılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, şişirme örtünün tek katlı örtüye göre ısı kayıplarını %67,8 oranında azalttığı anlaşılmıştır. Yapılan ölçümler sonucu günlük toplam PAR değerlerinin güneşli geçen saatler toplamına göre değişmekle beraber 2500 – 16000 µmol.m⁻².gün⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Tek kat PE kaplı farklı serayla yapılan karşılaştırmada PAR ve sıcaklık değerleri arasında fark olmadığı anlaşılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında şişirme örtülü seranın mevcut seralara göre önemli ölçüde ısıtma giderlerini düşürebileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar sözcükler: PAR, Sera, Isı, Yalıtım

ABSTRACT**INFLATING COATED GREENHOUSE DEVELOPMENT**

Mesut ÖZTÜRK

M.Sc. Thesis, Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

2014, 65 pages

In the study, it has been tried to thermal insulating efficiency of greenhouse and adaptedness to field on the purpose of decreasing heating costs which is an important expense in greenhouse activities by being designed a new type of top dressing with present equipments and suitable construction to this top dressing. After modelling with stereo drawing programme of greenhouse, its installation in the field has been realized. It is provided that pressure and pneumatic circuit stands in balanced by be being aerate with certain pressure among top dressing layers which are designed as double-layer. Temperature and PAR was measured comparatively with data logger and quantum PAR sensor, in cold-start conditions, synchronously, in greenhouse and out of greenhouse, also in a different greenhouse which is covered with monolayer PE. In the result of calculations which were made by being assumed that homonomous greenhouse is covered with monolayer top dressing, it is understood that puffing top dressing decrease it's heating loss at the rate of 67.8% in comparison with monolayer top dressing. As a result of measurement which was made, it has been seen that the daily total PAR rate changes between 2500 - 16000 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ along with its change in total sunny hours. When compared to a greenhouse which is covered with monolayer PE, it is understood that there are no difference between PAR and potential temperature. In the light of obtained verity, it was conclude that puff covered greenhouse can significantly decrease heating expense in comparison with present greenhouse.

Key Words: PAR, Greenhouse, Heat, Insulation

ÖNSÖZ

Tarımsal üretimde kar oranını artırabilmek için satış fiyatlarının artırılmasından daha çok tarımsal girdinin azaltılması, en az girdi ile azami üretimin yapılabilmesi gerekmektedir. Enerjinin bu denli önemli olduğu günümüzde, seracılıkta kullanılan enerji harcamaları en yüksek üretim maliyetlerini oluşturmaktadır. Prototip olarak denemesi yapılan örtü ve yapı ile seracılıkta kullanılan enerji girdisinin azaltılabileceği ortadadır. Geliştirilen sera küçük alanda yapı olarak yeterli olsa da, sistemin büyük alanlarda uygulanabilmesi için üzerinde daha fazla çalışılarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Tez ve proje çalışmamda desteklerini esirgemeyen başta danışmanım Prof. Dr. İbrahim YALÇIN'a, her türlü teknik konuda fikir veren ve yardımcı olan Ar. Gör. Dr. Erkan ŞİMŞEK'e, "Şişirme Örtülü Sera Geliştirilmesi" isimli ve ZRF-12025 nolu projemde verdikleri maddi desteklerden dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve proje çalışmalarımda maddi ve manevi hiçbir desteklerini esirgemeyerek beni bu güne getiren aileme ve çalışmalarımın her anında manevi desteğiyle yanımda olan nişanlıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Seranın Önemi ve Tanımı	1
1.2. Türkiye’de Örtü Altı Yetiştiriciliği	2
1.3. Sera Tasarımında İklim ve Maliyet	3
1.4. Seralarda Isıtma ve Isı Yalıtımı	6
1.5. Şişme Seralar	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1.Örtü malzemesi	18
3.1.2. Plastik film yapıştırma makinası	19
3.1.3. Pnömatik elemanlar	19
3.1.3.1. Kompresör	19
3.1.3.2. Regülatör ve su tutucu filtre	20
3.1.3.3. Selenoid yön kontrol valfi ve basınç şalteri	21
3.1.4. Profil malzemeler	22
3.1.5. Ölçüm cihazları, sensörler ve yazılım	22
3.1.6. Kıyaslama Serası.....	24
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Tasarım ve İmalat.....	24
3.2.1.1. Sera Ölçüleri	24
3.2.1.2. Sera örtülerinin tasarım ve imalatı	25
3.2.1.3. Sera İskeleti tasarım ve imalatı	28
3.2.1.4. Örtü – sera iskeleti bağlantıları	31

3.2.1.5. Serada yükseklik değişimi ve havalandırma	34
3.2.1.6. Basınçlı hava sistemi	35
3.2.2. Sera Montaj ve Kurulumu	38
3.2.3. Sera Maliyeti.....	40
3.2.4. Sera Rüzgâr ve Havalandırma Hesaplamaları	40
3.2.5. Sıcaklık ve Fotosentetik Aktif Radyasyon Ölçümleri	42
4. BULGULAR VE TARTIşMA.....	45
4.1. Sera Maliyeti.....	45
4.2. Sera Rüzgâr ve Havalandırma Hesaplamaları Sonuçları.....	46
4.3. Sera Sıcaklık Ölçümleri Sonuçları	47
4.3.1. Günlük Ortalama Sıcaklıklar	47
4.3.2. Günlük Sıcaklık Değişimleri	48
4.3.3. şişirme Örtülü Sera ve Kıyaslama Serası Arası Sıcaklık Ölçüm Sonuçları.....	53
4.4. Güneşten Kazanılan PAR Enerjisi ve Ölçüm Sonuçları.....	54
4.4.1. Dış Ortam İle şişirme Örtülü Sera Arası PAR Ölçüm Sonuçları	54
4.4.2. şişirme Örtülü Sera ile Kıyaslama Serası Arası PAR Ölçüm Sonuçları ...	56
5. SONUÇ	57
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİş	65

SİMGELER DİZİNİ

ADC	Analogue to Digital Convertor
NA	Normalde Açık
NK	Normalde Kapalı
PAR	Fotosentetik Aktif Radyasyon
PE	Polyethylen
PSI	Pound Square Inch
PVC	Poly Vinil Clorur
TS	Türk Standardı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye’de örtü altı yetiştiricilik alanlarının örtü altı sistemlerine göre dağılımı	2
Şekil 1.2. Tümüyle şişirilen sistemlere örnekler.....	10
Şekil 1.3. Hava yaştığı şeklinde şişirme sistemler	11
Şekil 1.4. Şişme seraların şişirilmesinde kullanılan fan sistemi	12
Şekil 3.1. Kompresör	20
Şekil 3.2. Regülatörlü nem filtresi	20
Şekil 3.3. 2/2 selenoid kumandalı akış kontrol valfi	21
Şekil 3.4. Basınç şalteri	21
Şekil 3.5. Sıcaklık - nem veri kaydedici cihaz.....	23
Şekil 3.6. Quantum PAR sensörü	23
Şekil 3.7. Sera ölçüleri	24
Şekil 3.8. Plastik film yapıştırma makinası ve düzeneği.....	25
Şekil 3.9. Örtü yapıştırma yöntemi	25
Şekil 3.10. Düşey düzlem örtüleri model ve kesit görünümü.....	26
Şekil 3.11. Çatı örtüsü kesit ve model görünümü	27
Şekil 3.12. Taşıyıcı ayak teknik çizimleri	28
Şekil 3.13. Taşıyıcı ayak model görünümü ve bağlantı şekli	29
Şekil 3.14. Sigma profil zemin bağlantısı	29
Şekil 3.15. Çatı çerçevesi köşe bağlantıları ve destek parçaları	30
Şekil 3.16. Çatı çerçevesi model patlatma görünümü.....	30
Şekil 3.17. Çatı çerçevesi ve sera iskeleti	31
Şekil 3.18. Çatı çerçevesi - yan örtü bağlantısı.....	31
Şekil 3.19. Yan örtü – sigma profil bağlantısı	32
Şekil 3.20. Çatı örtüsü – hava iletim hattı – çatı çerçevesi bağlantısı.....	32
Şekil 3.21. Montajı tamamlanmış çatı örtüsü	33
Şekil 3.22. Sera yükseklik ve havalandırma açıklığı değişimi model görünümü ..	34
Şekil 3.23. Sera havalandırma açıklıkları.....	35
Şekil 3.24. Çatı basınç hattı simülasyonu.....	36
Şekil 3.25. Çatı manifold hattı.....	37
Şekil 3.26. Örtü – manifold – çatı çerçevesi bağlantısı.....	37
Şekil 3.27. Yan örtüler basınç hattı devre simülasyonu	38
Şekil 3.28. İskelet ve örtü montajı tamamlanan sera ön görünümü	39
Şekil 3.29. İskelet ve örtü montajı tamamlanan sera arka görünümü	39

Şekil 3.30. Sera üzerine gelen rüzgâr yükleri.....	40
Şekil 3.31. Fotosentetik aktif radyasyon ve ışık dalga boyları.....	43
Şekil 4.1. Günlük ortalama sıcaklık değişimi.....	48
Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi.....	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’de bölgelere göre örtü altı yetiştiricilik alanlarının dağılımı ..3	
Çizelge 1.2. Farklı çatı tiplerindeki seraların yakıt giderleri	13
Çizelge 3.1. Kompresör teknik özellikleri.....	20
Çizelge 3.2. Basınç şalteri teknik özellikleri	22
Çizelge 3.3. Sıcaklık - nem veri kaydedici cihaz teknik özellikleri.....	23
Çizelge 4.1. Sera maliyeti	45
Çizelge 4.2. Ortalama sıcaklıkların istatistiksel açıdan değerlendirmesi	47
Çizelge 4.3. Prototip sera ve kıyaslama serası günlük ortalama sıcaklıkları.....	54
Çizelge 4.4. Sera içi ve dış ortam günlük toplam PAR değerleri	55
Çizelge 4.5. Şişirme örtülü sera ve kıyaslama serası PAR ölçüm değerleri.....	56

1. GİRİŞ

1.1.Seranın Önemi ve Tanımı

Dünya nüfusu her geçen gün giderek artmakta ve artan nüfusun beslenebilmesi için tarımsal üretimin de nüfusa paralel olarak aynı oranda artırılması zorunlu olmaktadır. Tarımsal üretimin artırılması ancak, yeni üretim alanlarının açılması ya da birim alandan alınan ürün miktarının artırılmasıyla mümkün olacaktır. Üretim alanları genişletilebilse bile, bunun tarımsal amaçla kullanılabilir toprakların büyüklüğü ile sınırlı kalacağı açıkça görülmektedir. Zorunlu olarak üretimin artırılabilmesi için verim artışının sağlanması ve yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Seralar ve seracılık teknikleri ile mevsimsel şartlar gibi elde olmayan sınırlayıcı etmenler ya ortadan kaldırılmakta, ya da etkileri minimum seviyeye indirilebilmektedir. Açıkta yetiştiriciliğe göre daha yoğun, kontrollü ve daha ekonomik bir üretim gerçekleştirilerek küçük alanlardan büyük fayda sağlanmaktadır.

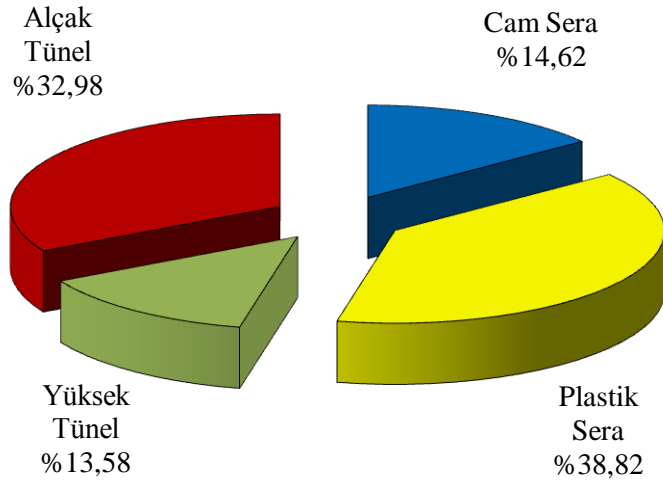
Sınırlayıcı iklimsel etmenlerin saf dışı bırakılabildiği, kontrollü ve ekonomik bir üretimin gerçekleştirilebilmesi ancak örtü altı yetiştiricilik, yani seracılık ile sağlanabilmektedir. Sera ya da ser kapsamlı olarak şu şekilde tanımlanabilir;

İklimle ilgili çevre koşullarına, tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve hava gibi etmenler denetim altında tutularak, bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, üretmek, sergilemek amacıyla cam, plastik vb ışık geçirebilen malzemelerle kaplanarak değişik şekillerde yapılan, yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği yapısıdır (Yüksel, 2004).

Sera yetiştiriciliği, dış koşullarda yapılan tarıma göre birim alana daha fazla girdi sağlayarak daha fazla ürün almayı hedefleyen bir tarım şeklidir. Yoğun tarım olarak da adlandırılan bu yetiştiricilik yöntemi çevre koşullarını denetim altında tutarak üretim mevsimi dışında ürün yetiştirmeyi ve üreticiye yüksek kar sağlamayı mümkün kılar. Günümüzde seracılık hem mevsim dışı sebze yetiştiriciliğinde, hem de iç ve dış pazarlara yönelik süs bitkileri yetiştiriciliğinde karlı bir tarımsal uğraş alanıdır (Kendirli, 2004).

1.2. Türkiye’de Örtü Altı Yetiştiriciliği

Türkiye’de örtü altı yetiştiricilik cam ve plastik seraların yanında yüksek ve alçak tünelleri de kapsamakta ve 2009 yılı verilerine göre toplam 567185 dekar alanda üretim yapılmaktadır. Şekil 1.1’de Türkiye örtü altı yetiştiricilik alanları dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Türkiye’de örtü altı yetiştiricilik alanlarının örtü altı sistemlerine göre dağılımı (Anonim a, 2011)

Bu alanın 82937 dekarında cam seralarda, 220186 dekarında plastik seralarda, 77046 dekarında yüksek tünellerde ve 187016 dekarında ise alçak tünellerde örtü altı sebze ve meyve yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim a, 2011).

Türkiye’de bölgelere göre örtü altı yetiştiricilik alanlarının dağılımı çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye’de bölgelere göre örtü altı yetiştiricilik alanlarının dağılımı
(Anonim a, 2011)

	Toplam Alan (da)	Cam Sera (da)	Plastik Sera (da)	Yüksek Tünel (da)	Alçak Tünel (da)
Batı Marmara	1038	59	385	564	30
Ege	51578	6880	28532	10591	5575
Doğu Marmara	6947	5	2872	3993	77
Batı Anadolu	260	3	230	27	0
Akdeniz	481759	75909	184987	51658	169205
Orta Anadolu	144	10	47	87	0
Batı Karadeniz	22589	3	1262	9450	11874
Doğu Karadeniz	698	7	422	233	36
Ortadoğu Anadolu	116	0	7	95	14
Güneydoğu Anadolu	609	53	328	23	205

Türkiye’de örtü altı yetiştiricilik alanları bölgesel bazda incelendiğinde özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Açıkta ki bunun en büyük sebebi Akdeniz sahil şeridinin yetiştiricilik bakımından ülkenin en uygun iklimine sahip olmasıdır.

1.3. Sera Tasarımında İklim ve Maliyet

Bütün dünyada sera yetiştiriciliği, hızla gelişen ve rekabet edebilir özellikte olan bir tarım sektörüdür. Bununla birlikte, bölgesel iklim koşulları sera tasarımını etkiler. Bitkilerin genel istekleri ve bölgesel iklim koşulları, sera yapılarında belirli özelliklerin bulunmasını gerekli kılmaktadır. Bununla birlikte, yöresel gelenekler sera tasarımında önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Bir bölgede örtü altı tarımı yapılıp yapılamayacağını belirlemek için en basit ve etkin yöntem, bölgenin iklim verilerini sera tarımı yapılan diğer bölgelerin iklim verileriyle karşılaştırmaktır. Sonuç olarak, sıcaklık seranın işlevi için en kritik iklim etmenidir. Örtü altı yetiştiriciliğinde başlıca amaç, iç ortam sıcaklığını en uygun düzeyde sürdürmektir.

Seralar, tüm yıl boyunca en uygun düzeyde bitki gelişimi ve üretim artışı için uygun koşulların sağlanması amaçlanan oldukça incedikli yapılardır. Sera yapılarında bitki büyüme etmenleri olan; ışık, sıcaklık, bağıl nem ve hava bileşimi en uygun düzeylerde sürdürülür. Toplam güneş ışınımının görünür bölümü olan ışık, seralarda yetiştirilen bitkiler için başlıca büyüme etmenlerinden birisidir. Bu nedenle, sera tasarımında ışık geçirgen örtülerden yararlanır. Böylece, güneş ışınımının yeterli olmadığı mevsimlerde bitkilere yeterli düzeyde ışık ulaşır. Özel bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılan veya güneş ışınımının fazla olduğu bölgelerde bulunan seralarda, ışınımın yüksek olduğu dönemlerde gölgeleme gerekli olabilir. Sıcaklık serada istenilen değerin altına düştüğünde ısıtma yapılması gereklidir. Sera örtü malzemelerinden oluşan ısı kayıpları olabildiğince düşük olmalıdır (Öztürk, 2003).

Sera örtü malzemelerinin, soğuk dönemlerde en düşük ısıtma gereksinimiyle birlikte aynı zamanda güneş ışınımı geçirgenliği de yüksek olmalıdır. İç ortam sıcaklığının en uygun değerden daha yüksek olması durumunda, sera içerisindeki fazla ısının, havalandırma ve yapay serinletme uygulamalarıyla uzaklaştırılması gerekir. Uygun olarak tasarlanmış bir serada, bitki gelişmesi ve tüm yıl boyunca üretim için gerekli iklim koşulları sağlanır. Önemli iklim etmenleri, en uygun değere mümkün olduğunca yakın bir değerde sürdürülür. Bu nedenle sera tasarımında aşağıdaki etmenler önemlidir (Öztürk, 2003).

- 1) Işık geçirgenliği yüksek olmalıdır.
- 2) Isı tüketimi düşük olmalıdır.
- 3) Havalandırma etkinliği yüksek olmalıdır.
- 4) Yapısal dayanımı yeterli olmalıdır.
- 5) Mekanik davranışı iyi olmalıdır.
- 6) Tasarım ve işletme giderleri düşük olmalıdır.

Seralar için başlıca tasarım ölçütleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) İklim koşulları,
- 2) Genel yapısal tasarım,
- 3) Yük özellikleri
- 4) Bölgesel olarak mevcut yapı malzemeleri

Örtü altı yetiştiriciliğin yapıldığı bölgelere göre farklı sera sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerin geliştirilmesindeki en temel amaç şüphesiz farklı iklim kuşaklarında kontrollü bir üretimin gerçekleştirilmek istenilmesidir. Ilıman iklim kuşağında bulunan bölgelerde ortalama sıcaklıkların özellikle kış aylarında

diğer bölgelere göre daha yüksek olması, seracılıkta en büyük girdi olan ve toplam ürün maliyetinin yaklaşık %60'ını oluşturan ısıtma maliyetlerinin minimum seviyede tutulmasına olanak sağlamak ve serin iklim kuşağı üretim bölgelerine göre daha avantajlı hale gelmektedir. Ilıman iklimlerde seralar düşük maliyetlerle kurulabilmekte ve yüksek teknolojilere gerek duyulmaksızın üretim yapılabilmektedir. Ortalama sıcaklıkların daha düşük olduğu serin iklim bölgelerinde üretimin daha cazip hale gelmesi, ancak maliyetlerin ve enerji girdisinin azaltılması ve bu bölgelere uygun ekonomik sera sistemlerinin varlığı ile sağlanabilir.

Serin iklim kuşağı üretim bölgelerinin seracılık yönünden dezavantajları şöyledir;

- 1) Sera yapı elemanları profil çelik, alüminyum veya başka alaşımlar ve örtü malzemeleri ise camdır.
- 2) Sera yapımı ve ısıtma sistemlerinin kurulması yüksek bir yatırım gerektirmektedir.
- 3) Bu seralarda en uygun ısıtma, aydınlatma, havalandırma yapılmakta ve diğer kültürel işlemler de eksiksiz yerine getirilmektedir.
- 4) İklim etmenleri, sera içi ısıtmasının uzun süre yapılmasını gerekli kılmaktadır (Yüksel, 2004).

Seracılık yatırımlarında yetiştirilecek ürüne, bölgeye ve serada istenilen teknoloji düzeyine göre ilk kurulum maliyetleri büyük ölçüde farklılıklar göstermektedir. Öte yandan sera kurulumunda kullanılan malzeme çeşidi ve kalitesine bağlı olarak da birim alan maliyetlerinde de büyük değişim söz konusudur. Kurulum maliyetlerinde bitkisel üretimin gerektirdiği sulama, ısıtma ve iklimlendirme sistemleri gibi mutlak gerekli donanımların dışında, üretim alanının örtü altına alınması için gerekli profil, örtü malzemesi ve bağlantı elemanı maliyetleri oldukça yüksek değerlere ulaşabilmektedir.

Günümüzde örtü (cam, PE, polikarbonat) ve konstrüksiyon (çelik, galvanizli çelik, alüminyum, vb) malzemesine, çatı havalandırmasının olup olmamasına, havalandırma pencerelerinin net ile kapatılıp kapatılmamasına bağlı olarak plastik sera maliyetinin 20-50 ₺/m², cam sera maliyetinin ise 60-70 ₺/m² arasında değişebileceği bildirilmektedir (Tüzel vd., 2004).

Ülkemizde geleneksel sera işletmelerinin yanında, son yıllarda büyük kapalı alanlara (10 dekar ve fazlası) sahip, iklim kontrolü yapılan, topraksız yetiştirme

tekniklerinin uygulandığı, ziraat mühendisi ve teknisyenlerini kalıcı kadroyla istihdam eden modern işletmelerin de yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir. Bu işletmelerde yatırım maliyeti (arazi bedeli hariç) 225 ₺/m² dolaylarındadır. Ayrıca galvaniz konstrüksiyon malzemesinin kullanıldığı, ısıtmanın nispeten kontrol edilebildiği, üretim alanı ve modernizasyon bakımından modern ve geleneksel işletmelerin arasında kalan orta büyüklükteki işletmelerin yatırım maliyetleri 60-75 ₺/m² dolaylarındadır (Tüzel vd., 2009).

Yukarıda da görüldüğü gibi seraların kurulum ve üretim maliyetini azaltacak ekonomik, basit yapılı, ancak bitki gelişimi açısından mevcut seraları ikame edebilecek yapılara ihtiyaç vardır.

1.4. Seralarda Isıtma ve Isı Yalıtımı

Enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanımı sonucunda dünyanın ekolojik dengesi değişmekte, gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakmama sorunları ortaya çıkmaktadır. Günümüzde günden güne enerji kaynaklarının azalması, ısınma giderlerinin pahalılaşması, atmosfere sera etkisi yapan gazlar ve fosil yakıt atıklarının bırakılması gibi sorunların olması nedeniyle yapılarda standartlarda belirtilen ısı yalıtımı kurallarına uyulması ve enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir (Koçu ve Dereli, 2010).

Serada, çevre koşullarından sıcaklığın kontrol edilmesi için yapılan ısıtma, büyük miktarda enerji gerektirmesi nedeniyle üzerinde en fazla çalışılan konu olmuştur. Günümüzde enerji, kullanımındaki artışa paralel olarak miktarı aynı oranda artırılmadığı için fiyatı giderek artan bir metadır. Isıtma harcamaları, bazen üretim masraflarının % 65'ine kadar ulaşabilmektedir. Bu gerçek, ülkemizde seraların ısıtılmaması sonucunu doğurmakta, ısıtılmayan seralarda ise ürün kalite ve kantitesini istenilen düzeye getirmek mümkün olmamaktadır (Çolak, 2002).

Yalova yöresinde yapılan bir araştırmaya göre seraların % 55'inde ısıtma yapılmamakta, % 25'inde kalorifer sistemiyle, % 15'inde sıcak hava ile ve % 5'inde sobalarla ısıtma yapılmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi yörede bulunan seraların sadece %40'ında ısıtma yapılmaktadır. Isıtma yapılan seralarda ise ısıtmanın sadece hava sıcaklığının çok düştüğü ve donlu günlerde yapıldığı üreticilerle yapılan görüşmelerde belirlenmiştir. Üreticiler yakıt maliyetlerinin çok

yüksek olması nedeniyle ısıtma sistemlerini mümkün olduğu kadar kullanmamaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir (Gezer vd., 2009).

Yağcıoğlu (1999) 'na göre Antalya'da bitki istekleri doğrultusunda bir ısıtma yapıldığında verimin %65 - %80 oranında arttığı, fakat bu verim artışının ısıtma için yapılan harcamaların 1/3' ünü karşıladığı görülmüştür (Kürklü ve Çağlayan, 2005).

Yine Yağcıoğlu (1999) 'nun belirttiğine göre enerji kaynaklarının kısıtlı oluşu ve fiyatlarının giderek artması, günümüzde sera ısıtma giderlerini artırmakta, bunun sonucunda da yetiştirilen ürün fiyatları artmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar, seralarda ısıtma ve enerji harcamalarını azaltmak amacıyla, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, biyokütle v.b) kullanılması ve ısı kayıplarını azaltıcı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır (Genç vd., 2010).

Seracılığın geliştirilmesi ve ekonomik bir şekilde seracılık yapılabilmesi için maliyetleri mevcut sistemlere göre düşük, belirgin avantajlar sağlayan sera ve sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalar, sera örtü malzemesinin çift kat olarak kullanılmasının malzemenin ısı yalıtım özelliğinin iyileşmesine neden olduğunu ve örtü malzemeleri arasındaki boşluğun 2 -20 cm arasında olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca çift ya da üç kat olarak üretilen sert sera örtü malzemeleri ile serada ısı yalıtımı iyileştirilmekte ve ısı kaybı % 60'a kadar azaltılabilmektedir. Bu nedenle sera yapıları üzerine yapılacak çalışmalar da ısıtma maliyetlerini düşürmek üzerine olmalıdır.

Bilindiği üzere seraların ısıtma gereksinimleri seradan kaybolan enerji miktarına bağlıdır. Dolayısı ile serada ısıtma giderlerini düşürmenin yolu alternatif ucuz enerji kaynaklarının kullanımı ve seradan kaybolan enerji miktarının azaltılmasıyla mümkün olacaktır. Serada enerji kaybı konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon yoluyla örtüden atmosfere doğru olmaktadır. Isı hesaplamalarında kullanılan bu değerler katsayıları azaltılabilirse seradan kaybolan ısı miktarı da azalacaktır. Örtünün toplam ısı iletim katsayılarını azaltmak için çok katlı örtü uygulanmakta yada kompozit malzemeler ile sera kaplanabilmektedir.

Roberts ve Mears (1969) bildirdiği gibi konveksiyonla ısı kayıpları örtü malzemesinin ısı iletim katsayısına bağlıdır. Örtü üzerine ikinci bir katman daha

yerleştirildiğinde ısı yalıtım değeri artırılabilir. Plastik filmler bir hava tabakası ile ayrıldığında tek katlı bir cam katmanıyla karşılaştırılırsa enerji aktarımı %30 azalmaktadır (Giacomelli ve Roberts, 1993).

Landgren (1985) çift katlı örtü ile kaplanan seralarda enerji korunumunun %35 – 40 daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Mielsch (1985) çift camla kaplanan seranın enerji korunumu %38 daha etkili olduğunu, Gonzales ve Hanan (1988) normal gece koşullarında çift katlı örtülerin tek kat örtülü seralara göre % 40'lık bir yakıt tasarrufu sağladığını, Christensen (1986) bitki başına tüketilen enerji miktarının çift katlı örtüde tek katlı örtüye göre %25 daha az olduğunu bildirmişlerdir (Gupta ve Chandra, 2001).

Çok katlı PE, tek kat PE ve cam ile kaplanmış seralarda yapılan bir çalışma örtünün ısıtma giderlerini düşürmede ne derece önemli olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Buna göre; sera örtü malzemelerine göre 10° C ve 20° C sera iç sıcaklıkları için hesaplanan ısı gereksinimi değerleri sonucunda örtü malzemesi olarak tek kat PE kullanılan serada ısı ihtiyacının, bütün aylarda diğer sera örtü malzemelerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 3,8 mm cam ve çift kat PE izlemiştir. En az ısı ihtiyacı çift kat PE sera örtü malzemesi kullanılan serada meydana gelmiştir. Sera iç sıcaklığını 10° C' de tutmak için örtü malzemesi olarak tek kat PE yerine çift katlı PE örtü malzemesinin kullanılması durumunda % 62'lik bir ısı tasarrufu sağlanabilmektedir. Yine 3,8 mm cam örtü malzemesi kullanılması durumunda ise % 34'lük bir ısı kazancı sağlanabilmektedir. Sera iç sıcaklığını 20° C'de tutmak için örtü malzemesi olarak tek kat PE yerine çift katlı PE örtü malzemesi kullanıldığında % 26'lık bir ısı tasarrufu ve 3,8 mm cam örtü malzemesi kullanıldığında ise % 9'lük bir ısı kazancı sağlamak mümkündür (Genç vd., 2010).

Örtü malzemesinin çeşidi, tek veya çift kat olması olabilecek ısı kayıplarını da etkiler. Plastik sera yapılarında kayda değer en önemli gelişme polietilen örtünün arada hava boşluğu bırakılacak şekilde çift katlı olarak örtülebilmesidir. Bırakılan bu boşluk örtme işleminden sonra şişirilerek tüm sera yüzeyinde bir hava yastığı oluşmasını ve böylece iyi bir ısı yalıtımını mümkün kılmaktadır. Yoğuşma dönemlerinde yüksek teknolojiyle üretilen bazı polietilen malzemelerin %30 oranında daha fazla fotosentetik aktif ışınım (PAR) ve %45 oranında daha fazla kızıl ötesi enerji aktarımını sağlayabilmektedir. Bunun sonucu olarak ısınma giderleri büyük oranda azaltılmaktadır (Kürklü ve Çağlayan, 2005).

Hindistan Delhi’de doğu batı yönünde konumlandırılmış gotik çatılı tünel seranın güney taraftaki tek katlı örtü, şişirilebilir çift katlı örtü ile değiştirilerek örtünün ısı yalıtımına etkisinin araştırıldığı çalışmada, güney yönde şişirilebilir çift katlı örtü kullanımının günlük enerji ihtiyacında %23,4 azalma meydana getirdiği görülmüştür (Gupta ve Chandra, 2001).

Seralarda birim alan ürün maliyeti içerisinde ısıtma giderleri göz önüne alındığında örtü malzemesi ile birlikte seranın büyüklüğü ve şeklinin de etkili olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmaktadır. Novi Sad, Sırbistan’da dıştan 180µm ve içten 50 µm kalınlığındaki IR katkılı iki kat PE film kaplanarak örtüler arası şişirilen farklı büyüklüklerde iki tünel, oluk bağlantılı ve blok seralar ile yapılan çalışmada yetiştirilen ürünün kg başına ısıtma gereksinimi blok serada en düşük bulunmuştur (Djevic ve Dimitrijevic, 2009).

Örtü altı yetiştiricilik kuşkusuz ki uygun olmayan iklim şartlarını minimize etmek ve kontrollü bir üretim gerçekleştirerek birim alandan alınan ürün miktarını artırmak amacıyla yapılmaktadır. Ancak üretim yoğunluğu arttıkça mevcut maliyetler de aynı oranda artmaktadır. Enerji kaynaklarının, dolayısı ile ısıtma maliyetlerinin yüksek oluşu, üreticileri bitkilerin optimum sıcaklık isteklerinin dışında, yani bitkisel üretimi sekteye uğratmayacak minimum sıcaklık değerlerini sağlayacak kadar ısıtma yapmaya zorlamaktadır. Bu da bitkilerin vejetasyon süresini doğrudan etkileyerek zaman ve verim kaybına yol açmaktadır. Dolayısı ile serin iklimlerde de bitki isteklerinin optimum ve ekonomik şekilde sağlanabildiği yetiştiriciliğin yapılabilmesi için mevcut enerji girdisinden maksimum yarar sağlayacak sistemlere gereksinim duyulmaktadır.

1.5. Şişme Seralar

Çok büyük alanlar şişme sistemler ile hızlı, basit ve ekonomik örtülebilmektedir. Şişme yapılar, gerilmeye çalışabilen ve geçirgen olmayan bir yüzeyin ayırdığı iki uzay kesimindeki, farklı yoğunluk veya miktardaki basınçlı havadan yararlanılarak kurulmuş sistemlerdir. Bu sistemlerde asal taşıyıcı eleman basınçlı havadır. Hava, yapı dışında düzenlenen fan merkezleri ile sürekli olarak yapı içine verilmektedir (Yonar, 2006).

Şişme yapıların avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Geniş iç hacimler arada kolon olmaksızın geçilebilir
- Yapım ve montaj süresi kısadır
- Montajı kolaydır, büyük ustalık ve deneyim gerektirmez
- Sökülüp başka bir yerde yeniden kurulabilir
- Hafif olması nedeniyle nakliyesi ucuzdur
- Işık geçirebilmesi nedeniyle aydınlatma gideri azdır
- Geçici kullanımlar için uygundur (Anonim b, 2012).

Şişme sistemler temel olarak iki şekilde yapılabilmektedirler:

Tümüyle şişirilen sistemler, tek kat örtünün içine fanlarla basılan havanın, içerde yarattığı basınç farkı ile örtünün gerilerek havada durması ile oluşturulmaktadır. Hava basıncı esnek membranı germekte, membran da, kar ve rüzgâr yüklerini zemine aktarmaktadır. Bu sistemlerin, basınçlı hava ve rüzgâr ile zeminden kopmaya ve uçmaya çalışmaları sebebiyle ağ yada kablolar ile zemine bağlanmaları gerekmektedir. Bu kapalı alana girmek için girişler hava kaçırmayacak şekilde düzenlenmektedir (Yonar, 2006).

Tümüyle şişirilen sistemlere örnekler şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Tümüyle şişirilen sistemlere örnekler

Hava yastığı şeklinde şişirme sistemlerin örnekleri şekil 1.3’de gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Hava yastığı şeklinde şişirme sistemler

Şekil 1.3’de görüldüğü gibi hava yastığı şeklinde şişme sistemler, iki zar arasında yer alan basınçlı hava yardımıyla ayakta duran, yapı içindeki nesne ve canlıların pozitif basınç alanında olmayıp, bu alanın altında oldukları sistemlerdir. Sistemde 0,2 ile 7,0 atm basınç uygulanmaktadır. Bu sistemde girişlerin hava kaçırmayacak şekilde tasarlanmasına gerek olmamaktadır. Yastık, gerilmeye dayanıklı kapalı bir membrandır ve iç hava basıncı fanlarla sağlanır. Yastık yapılar, ya doğrudan ya da ara taşıyıcı elemanlarla (kolon vb.) zemine bağlanır (Yonar, 2006).

Membran örtülerin, PVC (poli vinil clorür), alüminyum buharı, silikon filmi ve teflon gibi malzemeler ile iki yüzü de kaplanarak ömürleri 20 yılın üzerine çıkabilmektedir. Cam elyaf örgülü, teflon kaplamalı, kablo takviyeli şişirme sistemler uzun ömürlerinin yanı sıra 500 metrelik açıklıklara kadar uygulanabilmektedir (Anonim b, 2012).

Plastik sera yapılarında kayda değer en önemli gelişme polietilen örtünün arada hava boşluğu bırakılacak şekilde çift katlı olarak örtülebilmesidir. Bırakılan bu boşluk örtme işleminden sonra şişirilerek tüm sera yüzeyinde bir hava yastığı oluşmasını ve böylece iyi bir ısı yalıtımını mümkün kılmaktadır (Kürklü ve Çağlayan, 2005).

Şişme seralarda iki katman arası neredeyse her zaman küçük bir fan ile şişirilerek kurulur. Bu katmanlar arası hava hareketleri sera yüzeyini biraz güçlendirir, serada

ısı kayıplarını önemli ölçüde azaltır. Hava ile şişirilen sera yüzeyleri benzer özellikteki plastik yada cam yüzeylerle karşılaştırıldığında ısı kayıplarının % 60'ı kadar ısı kaybı meydana getirir. Katmanlar arasına basılacak hava önemlidir. Çünkü katmanlar arası çiğlenme meydana gelmesi olasıdır. Isı kaybını önlemek için film içine eklenen bazı katkı maddeleri ısı kayıplarını azaltmaya yardımcı olur. Bazı filmler su buharı yoğunlaşmasını engellemek için özel yüzeyler yada katkı malzemeleriyle imal edilir yada yerine film boyunca yoğunlaştırma kanalları bulunur (Both, 2008).



Şekil 1.4. Şişme seraların şişirilmesinde kullanılan fan sistemi

Reilly (1992)'nin belirttiğine göre Amerika Birleşik Devletleri'nde yeni kurulan seraların %80'ini hava ile şişirilmiş çift katlı PE seraların oluşturduğu tahmin edilmektedir (Giacomelli ve Roberts, 1993).

2003 yılı verilerine göre şişirilen seraların dünyadaki toplam alanı, 7800 km² olarak tahmin edilmektedir. Both, Mears ve Reiss'e göre Amerika Birleşik Devletleri'nde ticari seraların tahminen % 65'i hava ile şişirilen sistemleri kullanmaktadırlar. Ross'un bildirdiğine göre çift katlı şişirilmiş plastik kullanımı tek katlı plastik kullanımına göre % 25 – 40 arasında yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Djevic ve Dimitrijevic'e göre de çift katman polietilen ile örtülmüş seralar tek kat polietilen örtülmüş seralardan % 40 daha az yakıt tüketebilir (Balliu ve Skreli, 2009).

Seraya giren ışık miktarı belli oranda göz ardı edilebilirse çift katlı şişme örtüler tek kat örtülü yada fiberglas sistemlere göre iyi bir enerji korunumu sağlamaktadır. Çift katlı şişme sistemler cam yada tek kat örtülü sistemleri ikame edebilir ve

enerji kullanımında %38 – 40 azalma sağlar. Fiberglas bir çatı şişme sistem ile değiştirilirse enerji kullanımı yaklaşık %30 azalmaktadır. Ancak seraya ışık girişi cam yada tek katlı örtüye göre % 10 azalma gösterebilmektedir. Yeni bazı fiberglas malzemeler ışığı daha fazla yayması sonucu bazı ürünlerde bazı yetiştiriciler tarafından tercih edilebilmektedir. Bazı firmaların yeni film ürünleri 20 yılın üzerinde ömürlü ve ışık geçirgenliğinin de oldukça yüksek olduğu rapor edilmektedir (Bond, 2012).

Djevic ve Dimitrijevic tarafından aynı materyal ve yapıları kullanılarak Sırbistan koşullarında oluşturulan seralarda -18 °C dış ortam sıcaklığında ve 20 °C sera iç sıcaklığı elde edebilmek amacıyla iki yapı arasındaki ısı gereksinimi ve yakıt gideri hesaplama sonuçları çizelge 1.2’de görülmektedir.

Çizelge 1.2. Farklı çatı tiplerindeki seraların yakıt giderleri (Balliu ve Skreli, 2009)

Sera tipi	Isı ihtiyacı (kW)		İhtiyaç duyulan yakıt (fuel oil) miktarı (l / h)	
	Yay çatılı tünel	Gotik çatılı tünel	Yay çatılı tünel	Gotik çatılı tünel
Tek katlı	103	107	8,9	9,3
Şişirilmiş iki katlı	72	75	6,2	6,5

Yine aynı çalışmada farklı bitkiler ile yapılan denemede seraya giren ışık miktarının azalması sonucu yetiştiricilik açısından önemli bir etki yapmadığı, aksine seranın diğer seralara göre ilk hasat tarihleri bakımından 4 – 6 gün erkencilik ve enerji tasarrufu sağladığı, dolayısı ile daha düşük CO₂ salınımı gerçekleştirdiği bildirilmektedir. Ayrıca erken hasat sayesinde ürün pazar değerinin artabildiği ve enerji tasarrufu ile tek kat örtülü seralarda yapılan yetiştiriciliğe göre oldukça ekonomik olduğu savunulmaktadır (Balliu ve Skreli, 2009).

Örtü altı yetiştiricilikte günümüzde kullanılan seralar arzulan teknolojinin verdiği imkânlar dâhilinde gelişmiş sistemler ile donatılarak bilgisayar kontrolünde sağlıklı bir üretim yapılabilir. Ancak bu tip seraların gerek yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması gerek kontrollü üretim için en uygun bitki iklim isteğini yakalamak için ısıtma, serinletme gibi uygulamaların üretim maliyetlerini önemli derecede artırması sistemlerin verimliliğini ve kullanılabilirliğini bazen tartışılır hale getirebilmektedir. Bunun yanında birtakım kültürel işlemler ve iklimlendirme faaliyetlerinin ürün verimini artırsa bile üretim sezonu sonunda elde edilen net geliri aynı oranda artırmadığı gözlemlenmektedir.

Diğer yandan küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin de mevcut sistemleri kullanabilme olanakları ortadadır. Sadece ısıtma sistemi bulunan ortalama seralarda bile ısıtmanın düzenli olarak yapılmadığı, sadece riskli koşuları giderebilmek için kullanıldığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya koyulmaktadır. Yine dünya genelinde yapılan çalışmalar örtü altı yetiştiricilikte en büyük girdinin enerji olduğunu, bunun büyük bir kısmının ısıtma amacıyla kullanıldığı ve toplam maliyet içerisinde %60'lara kadar yükselebildiği görülmektedir.

Isıtma giderlerinin bu denli yüksek oluşu şüphesiz ki seracılığın Akdeniz ve Ege bölgeleri gibi ılıman iklimlerde yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Ancak hem ılıman iklimlerde hem de ülkenin kuzey bölgeleri gibi daha serin iklimlerde de ekonomik olarak örtü altı yetiştiricilik yapılabilmesi için mevcut sistemleri ikame ederken aynı zamanda maliyetleri azaltabilecek sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında seracılığın daha serin iklimlerde de ekonomik olarak yapılabilmesi, ısıtmada kullanılan enerji girdisini, dolayısı ile üretim maliyetlerini azaltabilecek, mevcut sistemlere alternatif olabilecek, kolay ulaşılabilir ve ucuz malzemeler kullanılarak, ısı yalıtım oranı yüksek, enerjiyi daha verimli kullanabilecek bir yapı oluşturulması amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Genç vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, Balıkesir ilindeki mevcut bir seranın ve yöreye uygun sera modellerinin ısı gereksinimleri hesaplanmış, hesaplanan ısı gereksinimlerini karşılayacak farklı yakıt miktarları ve maliyetleri belirlenmiş ve yöreye uygun sera modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan üç farklı sera örtü malzemesi seçilmiş ve sera iç sıcaklığının 10°C ve 20°C de tutulması için gerekli ısı gereksinimleri ve yakıt giderleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda çift katlı (PE) plastik örtü malzemesi kullanılması halinde seralarda ısı ihtiyacının en az olduğu tespit edilmiştir. Seraları ısıtmak amacıyla yerli linyit kömürü ve ithal Sibiryaya kömürünün yakıt olarak tercih edilmesi durumunda daha ekonomik bir yetiştiriciliğin yapılabileceği ortaya konulmuştur.

Kendirli (2004) tarafından yapılan çalışmada seracılık alanında yatırım yapacak olan girişimcilerin, üretim yapılarındaki fiziksel tesislerini bir sistem yaklaşımı dahilinde planlamasının önemi vurgulanmış ve izlenmesi gereken aşamalar üzerinde durulmuştur.

Çolak (2002) araştırmasında, sera ısı dağıtım sistemleri ile ilgili çalışmalarda kullanılmak üzere, ısıtılmayan bir serada sera içi sıcaklık, bağıl nem ve çiğlenme sıcaklığı desenlerini ortaya çıkarmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, 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.

Gezer vd. (2009) tarafından Yalova yöresindeki seraların bazı özelliklerinin belirlenerek, sorunlarının ortaya konulması ve bu sorunlara çözüm önerilerinin getirilmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, yöredeki seralarda örtü malzemesi olarak polietilenin (PE) cama oranla daha fazla kullanıldığı ortaya konmuştur. İncelenen seralarda havalandırma ve ısıtma gibi sera içi iklimini kontrol altında tutan sistemlere yeterince önem verilmediği gözlemlenmiş ve havalandırma alanlarının sera taban alanının %1-13'ü arasında olduğu saptanmıştır. Sulama sistemi olarak seraların % 75'inde damla sulama sistemi kullanılırken, % 25'inde sulamanın süzgeçli hortumlar ile yapıldığı görülmüştür. Ayrıca yöredeki seracılığın yeterli teknik bilgi olmaksızın yapıldığı

belirlenmiş ve bölgede süs bitkisi yetiştiriciliği yapan ve yapacak olan işletme sahiplerine teknik ve danışmanlık hizmetlerinin verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kürklü ve Çağlayan (2005) tarafından yapılan çalışmada seralarda kullanılan otomasyon sistemleri, iklim ve sulama-gübreleme sistemleri şeklinde genel olarak incelenmiş, ülkemizdeki seraların teknolojik seviyelerinin ve üreticinin konfor seviyesinin yükseltilmesine katkı sağlayabilecek laboratuvar bazlı bir iklim kontrol çalışmasının sonuçları verilmiştir. Sıcaklık, nem, ışık, rüzgâr, yağmur gibi bitki yetiştiriciliğinde önemli parametrelerin kontrolü ve tehlike sınırlarında uyarı amaçlı geri beslemeli bir otomasyon sistemi laboratuvar ortamında bir sera maketi üzerinde yapılmış ve denenmiştir. Sera maketi üzerine bağlı sıcaklık, nem, rüzgâr, yağmur ve ışık algılayıcılarından alınan analog sinyaller bir ADC (analogue to digital convertor) katı kullanılarak sayısal sinyallere dönüştürülmüştür. Bu sayısal sinyaller aynı zamanda bir gösterge vasıtasıyla görüntülenmiştir. Seranın kontrolü daha önceden girilen ayar değerlerine göre otomatik olarak sağlanabildiği gibi bir bilgisayar tarafından da izlenebilmektedir.

Öztürk (2003) yaptığı çalışmada iklim özelliklerinin sera tasarımına olan etkilerini incelemiştir. İklim özelliklerinin farklı olması nedeniyle, sera yapılarının uluslararası ticaretinin oldukça güç olduğu, sera üreticilerinin dış satıma yönelik sera tasarımları geliştirebilmeleri için, bölgesel iklim özelliklerini dikkate almaları gerektiğini bildirmiştir.

Tüzel vd. (2009) makalelerinde ülkemiz örtü altı tarımının mevcut durumu, bölgesel farklılıklar ve gelişmeler, yetiştiriciliği yapılan türler, seraların yapısal özellikleri, üretim teknolojileri ve pazarlama olanakları konularında bilgi vermiş ve beklenen gelişmelerle ilgili olarak genel bir değerlendirme yapmışlardır.

Giacomelli ve Roberts (1993) sera örtü ve örtü sistemlerinin araştırıldığı çalışmasında şu sonuçlara varmışlardır;

Tüm örtü malzemeleri sisteme göre sera kaplanması için uygun olabilir. En uygun örtü seçiminde birçok faktör etkilidir. Bunlar; yetiştiricinin tecrübe yada tercihi, coğrafi konum, yerel endüstriyel destek ve hepsinden önemlisi seranın tasarımı ve yetiştiricilik faaliyetleridir. Ürün ve ürünün ısıtma yada soğutma isteği de kararda

etkilidir. Örtü seçiminde karar kılınırken radyasyon ve ısı transferi, inşaat gereksinimleri, bakım ve onarım olanakları dikkate alınmalıdır.

Djevic ve Dimitrijevic (2009) Sırbistan’da farklı yapıdaki çift kat örtülü seraların enerji yeterliliklerini belirlemişlerdir. Çalışmada tünel seranın enerji tüketimi diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Sera yapısının enerji verimliliğini etkisinin görülebilmesi için dört farklı sera çift kat örtü ile kaplanmıştır. Çalışma farklı boyutlardaki iki tünel, bir oluk bağlantılı ve blok serada yürütülmüştür. En düşük enerji tüketimi 9,76MJ/m² ile blok serada görülmüştür. Bunu sırasıyla oluk bağlantılı sera, 9x58m boyutlarındaki tünel ve 8x25m boyutlarındaki tünel izlemiştir. Sonuçlara göre blok seraların kullanımıyla enerji verimliliğinin artırılabilceği ortaya koyulmuştur.

Gupta ve Chandra (2001) tarafından seralarda enerji verimliliğini artırmak için tasarım parametreleri ve enerji korunum ölçütleri dikkate alınarak matematiksel bir model geliştirilmiştir. Çalışma kuzey Hindistan’ın soğuk iklim koşullarında yürütülmüştür. Gotik çatılı sera üçgen çatılı seraya göre %2,6 ve yay çatılı seraya göre %4,2 daha az ısıtma gerektirmiştir. Gotik çatılı sera doğu – batı yönünde kuzey – güney yönündeki konumuna göre %2 daha az ısıtma gerektirmiştir. Isı perdesi kullanımı serada ısıtma gereksinimini azaltmıştır. Seranın güney kısmındaki tek katlı örtünün şişirilmiş iki katlı örtü ile değiştirilmesi ısı ihtiyacını %23 azaltmıştır. Soğuk iklim koşullarda uygun sera tasarımı ve enerji verimliliği birleştiğinde ısı gereksinimlerinin %80 azaltılabildiği görülmüştür.

Balliu ve Skreli (2009) hazırladıkları raporda çok katlı ve şişme seralar hakkında birçok çarpıcı sonuç ortaya koymuşlardır. Rapora göre;

Amerika Birleşik Devletleri’nde ticari seraların tahminen % 65’i hava ile şişirilen sistemleri kullanmaktadırlar. Çift katlı şişirilmiş plastik kullanımı tek katlı plastik kullanımına göre % 25 – 40 arasında yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Çok katlı seralarda içeriye giren ışık miktarındaki azalmanın yetiştiricilik açısından önemli bir etki yapmadığı, aksine seranın diğer seralara göre ilk hasat tarihleri bakımından 4 – 6 gün erkencilik ve enerji tasarrufu sağladığı, dolayısı ile daha düşük CO₂ salınımı gerçekleştirdiği bildirilmektedir.

Olgun vd. (1997) yaptıkları çalışmada, ülkemizin en yoğun seracılık bölgelerinden biri olan Yalova ilinde yaygın olarak görülen, 30 adet farklı boyut ve malzeme

özelliklerine sahip seranın ısıtma gereksinimleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada sera hacmine göre havalandırma yolu ile oluşan ısı kaybı, sera örtü alanına göre kondüksiyon yolu ile oluşan ısı kaybı ve sera taban alanına göre oluşan toplam ısı açığı arasında doğrusal bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları, sera hacmindeki artışa bağlı olarak % 10 - 17 oranında azalma göstermiştir. Kondüksiyon yoluyla oluşan ısı kayıpları, örtü alanının artması ile cam seralarda %1, plastik seralarda ise tek katlı PE örtü malzemesinin kullanılması durumunda çift katlı PE malzemesine göre % 32 oranında artış göstermiştir. Seraların 1 m² taban alanından kaybolan toplam ısı miktarları ise hacim artışına ve örtü malzemesinin cinsine göre cam seralarda % 1 - 2, plastik seralarda % 1 - 6 oranında arttığı anlaşılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Örtü Malzemesi

Sera örtüsü yapımında ana malzeme olarak 6m genişliğinde, 300µm kalınlık ve $\rho = 0.688\text{g/cm}^3$ yoğunluktaki naylon film kullanılmıştır.

3.1.2. Plastik Film Yapıştırma Makinası

Naylon malzemenin yapıştırma işlemi 800 W gücünde 80 cm iş genişliği olan poşet ağzı kapatma makinası ile yapılmıştır. Kaynak makinası bir teflon bant altındaki rezistansta ayarlanabilir 8 ayrı zaman kademesinde istenilen sıcaklığı oluşturarak, teflon bant üzerinde üst üste duran çok katlı örtü malzemesine kauçuk kaplı bir baskı ile basınç uygulanması sonucu yapıştırma işlemini gerçekleştirmektedir.

3.1.3. Pnömatik Elemanlar

Örtünün şişirilmesi ve pnömatik elemanların çalışması için gerekli hava basıncı bir kompresör kullanılarak elde edilmiştir. Kompresörde üretilen basınçlı havanın örtü içerisine verilmesi ve iç basıncın korunabilmesi amacıyla pnömatik bir devre oluşturulmuştur. Devrede ayarlanabilir emniyet valfi, filtre, selenoid yön valfleri, basınç şalterleri, çekvalfler, vanalar ve çeşitli bağlantı elemanları kullanılmıştır.

3.1.3.1. Kompresör

Sistemde kullanılan kompresör şekil 3.1 ve buna ilişkin teknik özellikler çizelge 3.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Kompresör teknik özellikleri

Güç (hp)	2
Hava Girişi (lt/d)	194
Basınç (bar)	8
Ölçüler (mm)	650x310x610
Net Ağırlık (kg)	24



Şekil 3.1. Kompresör

3.1.3.2. Regülatör ve su tutucu filtre

Kompresörden alınan basınçlı hava içerisindeki istenmeyen parçacıklar ve nemin alınması, ayrıca kompresör çıkışında istenilen hava basıncının ayarlanabilmesi amacıyla regülatör (ayarlanabilir emniyet valfi) ve filtrenin birleşik halde bulunduğu, şekil 3.2’de gösterilen eleman kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Regülatörlü nem filtresi

3.1.3.3. Selenoid yön kontrol valfi ve basınç şalteri

Basıncılı havanın örtülere belirli bir düzende verilebilmesi ve akış kontrolünün sağlanabilmesi için 1/2“ çapında 2/2 NA (normalde açık) ve NK (normalde kapalı) selenoid kumandalı şekil 3.3’de gösterilen valfler kullanılmıştır. Valfin bobinine elektrik akımı verildiğinde NA valfte akışkan geçişi engellenirken NK valfte akışkanın geçişine izin verilmektedir.



Şekil 3.3. 2/2 selenoid kumandalı akış kontrol valfi

Pnömatik sistemin emniyetli biçimde çalışması için şekil 3.4’de gösterilen ve çizelge 3.2’de özellikleri verilen basınç şalterleri kullanılmıştır. Basınç şalteri içindeki diyafram sayesinde hattaki basıncın belli bir değere gelip gelmediğini ölçümleyen ve belli bir eşik değerine geldiğinde ise kontağını kapatarak alarm çıkışı üreten basınç anahtarıdır (Anonim c, 2013).



Şekil 3.4. Basınç şalteri

Çizelge 3.2. Basınç şalteri teknik özellikleri (Anonim c, 2013; Anonim d, 2013)

Bağlantı	1/8"
Max. Voltaj / Akım (DC)	0,2A / 48V DC
Max. Voltaj / Akım (AC)	0,5A / 48V AC
Çalışma Sıcaklığı	-25 °C / 60 °C
Ömür	10 ⁶ işlem
Yükseklik	54 mm
Sertifika	CE
Koruma	IP54
Ayar Sahası	0,1 – 1 bar
Maximum Basınç	80 bar
Kontak	NA

3.1.4. Profil Malzemeler

Seranın yüksekliğinin değiştirilebilmesi ve sera yüklerinin taşınabilmesi için 48x2.5mm ve 42x2.5mm boru profil malzemelerden teleskopik taşıyıcı ayaklar oluşturulmuştur. Düşey düzlemdeki örtüler ve çatının aynı eksenindeki hareketi için 45x90mm sigma profil ve bağlantı elemanları kullanılmıştır. Çatı örtüsü 50x100x2.5mm, 40x80x2.5mm ve 50x50x2.5mm demir profil malzemeler ile oluşturulan çerçeve üzerine sabitlenmiştir.

3.1.5. Ölçüm Cihazları, Sensörler ve Yazılım

Sıcaklık ve radyasyon ölçümleri şekil 3.5 ve 3.6'da gösterilen veri kaydedici cihaz ve sensörlerle yapılmıştır. Sıcaklık ölçümü ve verilerin kaydedilmesinde sıcaklık nem veri kaydedici kullanılmıştır. Cihaz istenilen zaman aralıklarında sıcaklık ve nem ölçümü yapabilmekte ve amaca uygun sensörler bağlanarak farklı verileri depolayabilmektedir.



Şekil 3.5. Sıcaklık - nem veri kaydedici cihaz

Çizelge 3.3. Sıcaklık - nem veri kaydedici cihaz teknik özellikleri

Bağıl Nem Ölçüm Aralığı	%5 - %95
Hassasiyet	%2,5
Çözünürlük	% 0,03
Sıcaklık Ölçüm Aralığı	-20°C - 70°C
Hassasiyet	0,35°C
Çözünürlük	0,03°C
Ölçüleri	7,4cm x 5,8cm x 2,2cm
Ağırlık	46gr
Kayıt Kapasitesi	43000 ölçüm
Ölçüm sıklığı	1s - 12h

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçümleri quantum PAR sensörü ile yapılmıştır. Quantum PAR sensörü veri kaydediciye bağlanarak sıcaklık ve PAR ölçümleri eş zamanlı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.6. Quantum PAR sensörü

Quantum PAR sensörü fotosentez için gerekli ışık yoğunluğunu ölçmektedir. 400 – 700 nm dalga boyları arasında $0 - 2500 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ölçüm aralığı bulunmaktadır (Anonim e, 2013).

Veri kaydedici cihazlar ile elde edilen veriler Hoboware Pro paket programı kullanılarak işlenmiştir.

3.1.6. Kıyaslama Serası

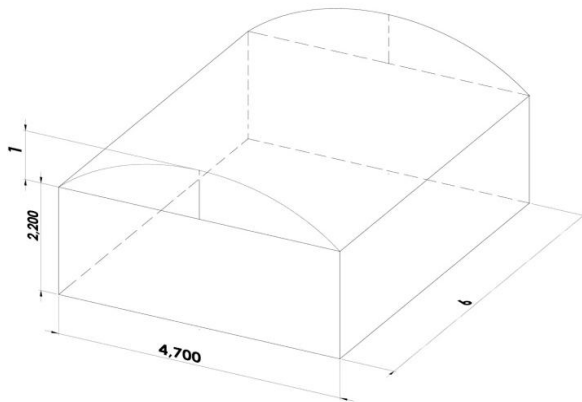
Isıtmasız koşullarda şişirme örtülü prototip sera iç sıcaklığı ile mevcut seraların iç sıcaklıkları arasındaki farklılıkların bulunabilmesi için eş zamanlı olarak ölçümler yapılmıştır. Kıyaslama serası olarak iki blok şeklindeki, 10 x 20 m büyüklüğünde, 3 m toplam yüksekliğe sahip, yay çatılı, 300 μm tek kat PE örtülü sera kullanılmıştır

3.2. Yöntem

3.2.1. Tasarım ve İmalat

Sera tasarımı ve modellenmesi DSS Solid Works ve Auto Cad programları ile yapılmıştır.

3.2.1.1. Sera ölçüleri



Şekil 3.7. Sera ölçüleri

Tasarımı yapılan seranın ölçüleri şekil 3.7’de görülmektedir. Şekilde seranın azami yükseklikleri gösterilmiştir. Sera yüksekliği istenildiği takdirde 3,2 metreden 2,45 metreye kadar düşürülebilmektedir.

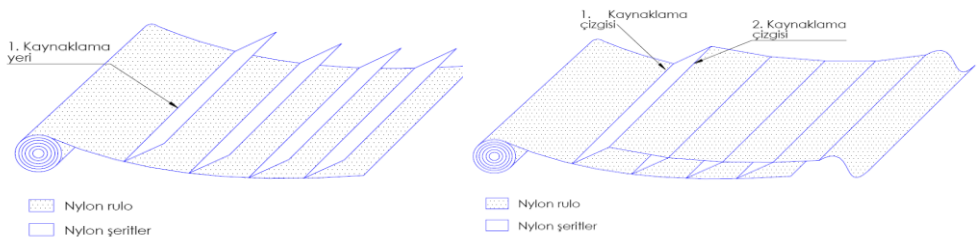
3.2.1.2. Sera örtülerinin tasarım ve imalatı

Sera örtüleri öncelikle 3 boyutlu olarak modellenmiş ve daha sonra imalatı yapılmıştır. Örtünün ısı yalıtım etkinliğini artırmak amacıyla örtü iki katman olarak kullanılmış ve bu katmanlar yine aynı malzemeden şeritler ile birbirine yapıştırılmıştır. Yapıştırma işlemi plastik film yapıştırma makinası ile yapılmıştır. Yapıştırma işleminde kullanılan makina şekil 3.8’de gösterilmiştir.



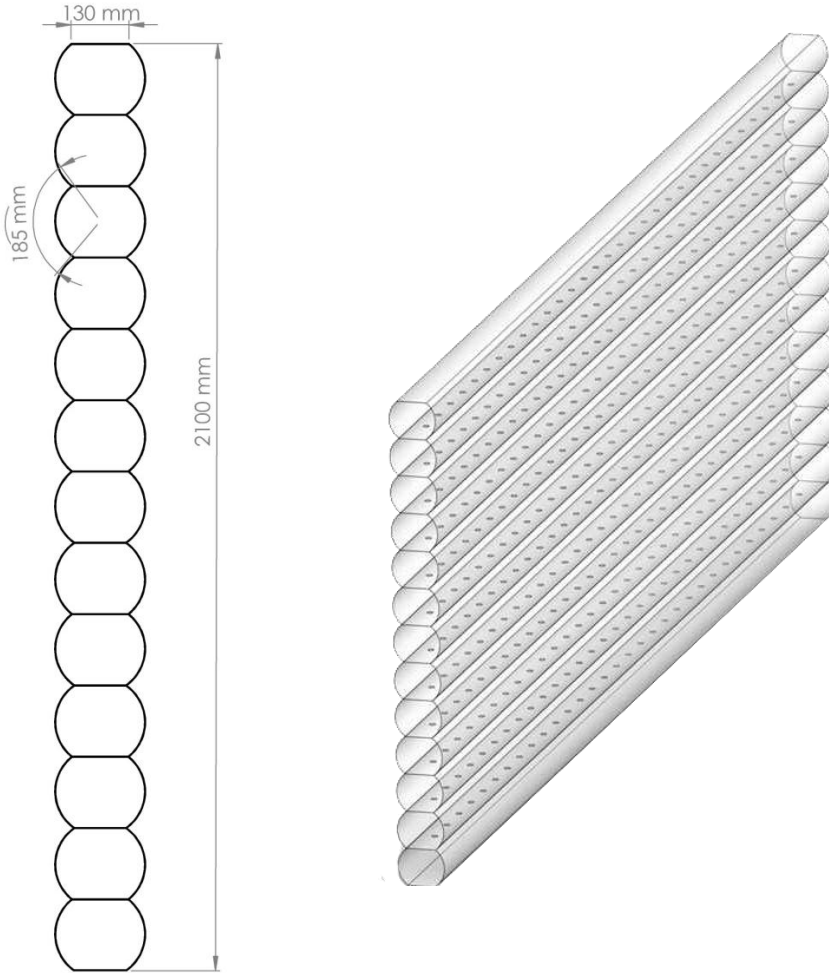
Şekil 3.8. Plastik film yapıştırma makinası ve düzeneği

Makinanın yapıştırma işleminde kullanılabilmesi için yeni bir düzenek oluşturularak parçaların bu düzeneğe montajı yapılmıştır. Şekil 3.9’da da görüldüğü gibi örtü, önce bir film katmanını üzerine şeritlerin belirlenen aralıklarla yapıştırılıp, daha sonra ikinci film katmanının ilk kat örtü üzerindeki şeritlere kademeli olarak yapıştırılmasıyla oluşturulmuştur.



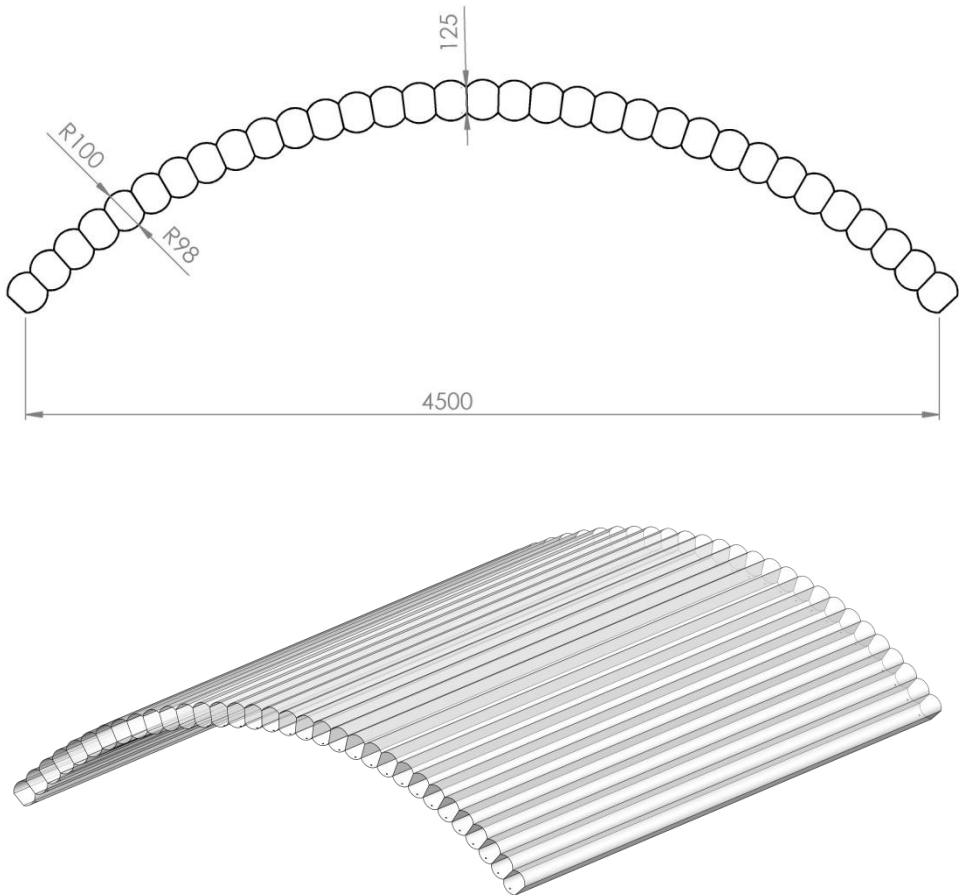
Şekil 3.9. Örtü yapıştırma yöntemi

DüŖey düzlem örtüleri birbirine her 185mm’de bir 130mm genişliğinde Ŗeritler ile birbirine ısıl iŖlem uygulanarak baėlanmıŖtır. İki örtü katmanını birbirine bağlayan Ŗeritler üzerinde, oluŖan bölmeler arasındaki hava geçiŖi ve örtünün bir blok halinde ŖiŖirilmesini sağlamak amacıyla Ŗerit uzunluğunca her 200mm’de bir 25mm çapında delikler açılmıŖtır. Serayı kaplayacak olan yan örtülerin tümü bu yöntemle elde edilmiŖtir. Sera uzun kenar örtüleri 6000mm, kısa kenar örtüleri 4700mm uzunluğunda hazırlanmıŖtır. DüŖey düzlem örtüleri kesit ve model görünümü Ŗekil 3.10’da gösterilmiŖtir.



Ŗekil 3.10. DüŖey düzlem örtüleri model ve kesit görünümü

Çatı örtüsü düşey düzlem örtüleri ile aynı yöntem ile oluşturulmuş, ancak çatı örtüsünün iki katmanını bağlayan şeritler üzerinde delik açılmamıştır. Çatıda meydana gelebilecek herhangi bir deformasyon sonucu oluşabilecek çökmelerin önüne geçilebilmesi ve kolay onarıma olanak vermesi amacıyla her çatı bölmesine ayrı ayrı basınç verilecektir. Çatı örtüsü şeritleri örtünün dışta kalacak katmanına 185mm (R=100mm), içte kalacak katmanına 175mm (R=98mm) aralıklarla yapıştırılmış ve iç basıncın yardımıyla çatıda silindirik bir şekil oluşturulmuştur. Çatı bölmesi şerit genişliği 125mm'dir. Çatı örtüsü kesit ve model görünümü şekil 3.11'de gösterilmiştir.

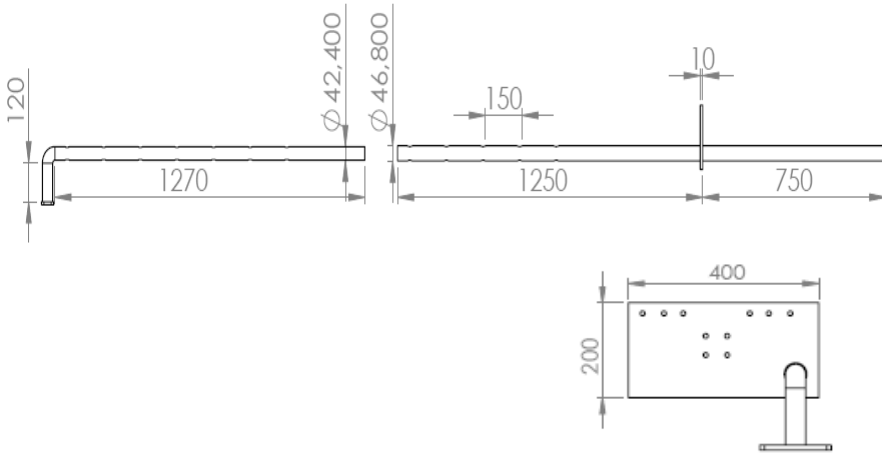


Şekil 3.11. Çatı örtüsü kesit ve model görünümü

3.2.1.3. Sera İskeleti tasarım ve imalatı

Sera yüksekliğinin değiştirilmesi ve sera yüklerinin taşınması amacıyla demir profil malzemeler kullanılarak sera iskeleti oluşturulmuştur. Tüm örtü parçaları bu sistem üzerinde birleştirilmiştir. Çatı örtüsü profil malzemeden oluşturulan çerçeve üzerine oturtulmuş ve bağlantısı yapılmıştır. Serayı taşıyacak teleskopik ayaklar bu çerçeveye vida bağlantısı ile sabitlenmiştir. Taşıyıcı ayakların diğer ucu zemine çakılmış ve ayaklar üzerindeki yükseklik ayar delikleri pim bağlantısıyla birleştirilerek sera yüksekliğinin istenilen konumda kalması sağlanmıştır. Çatı çerçevesi ve yan örtüler, seranın dört köşesinde zemine sabitlenen ve kızak olarak kullanılan 6 oluklu sigma profil üzerinde kayarak çalışmaktadır.

Taşıyıcı ayaklar sera yüklerinin taşınmasını sağlayacak ve aynı zamanda istenilen sera yüksekliğinin ayarlanabilmesine imkân sağlayacaklardır. Taşıyıcı ayaklar 48x2.5mm ve 42x2.5mm boru profiller kullanılarak oluşturulmuştur. 2000mm olarak kesilen kalın profilin 750mm'lik kısmı zemine çakılarak sabitlenmiştir. İnce profilin zemine sabitlenen parça içerisinde teleskopik olarak düşey düzlemde hareketi sağlanmıştır. İnce profil uç kısmından 120mm ve 90° bükülerek ucuna 150x100x10mm boyutlarında sac levha kaynaklanmıştır. Sac levha üzerinde delikler açılarak taşıyıcı ayaklar çatı çerçevesine vida bağlantısı ile bağlanmıştır. Taşıyıcı ayakların teknik çizimi şekil 3.12'de model görünümü ve çatı çerçevesi bağlantısı şekil 3.13'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Taşıyıcı ayak teknik çizimleri



Şekil 3.13. Taşıyıcı ayak model görünümü ve bağlantı şekli

Taşıyıcı ayakların toprak zemine daha fazla batmaması ve sera yüksekliğinin değiştirilmesinde kızak olarak kullanılacak sigma profillerin bağlantılarının yapılabilmesi amacıyla boru profil üzerine 200x400x10mm boyutlarında sac levhalar kaynaklanmıştır. Sigma profiller bu levha üzerine köşe bağlantı parçaları kullanılarak sabitlenmiştir. Taşıyıcı ayak ve sigma profil bağlantıları şekil 3.14’te gösterilmiştir.

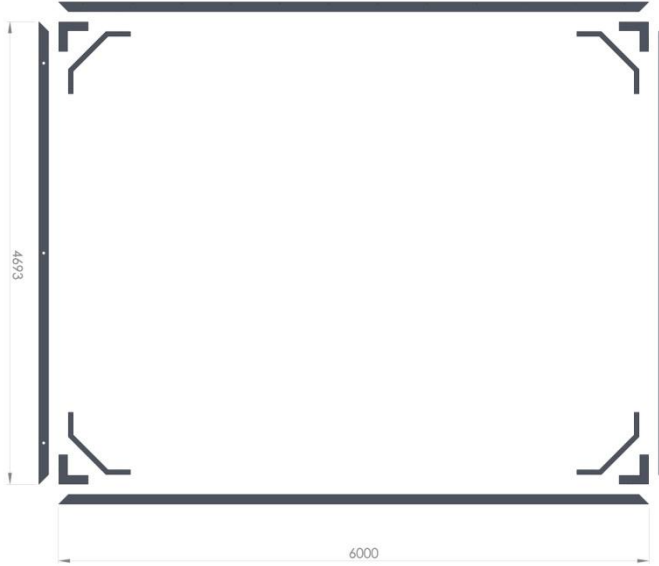


Şekil 3.14. Sigma profil zemin bağlantısı

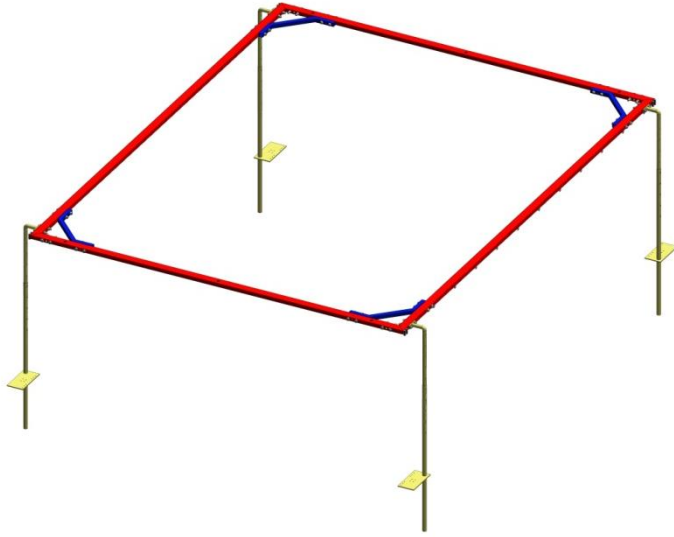
Sera örtülerinin üzerinde toplanacağı ve seranın ana iskelet sistemini oluşturacak çatı çerçevesi 6000mm x 4700mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Çatı çerçevesi oluşturulurken tüm bağlantı noktalarında vida bağlantıları kullanılmıştır. 50x100mm boyutlarındaki profillerin birleştirilebilmesi için şekil 3.15’de gösterilen 40x80x2.5mm profilden 90° açılı köşe bağlantıları hazırlanmıştır. Yine çerçevenin köşe bağlantılarının rijitliğinin sağlanabilmesi için 50x50x2.5mm profilden destek parçaları kullanılarak bağlantıları yapılmıştır.



Şekil 3.15. Çatı çerçevesi köşe bağlantıları ve destek parçaları



Şekil 3.16. Çatı çerçevesi model patlatma görünümü



Şekil 3.17. Çatı çerçevesi ve sera iskeleti

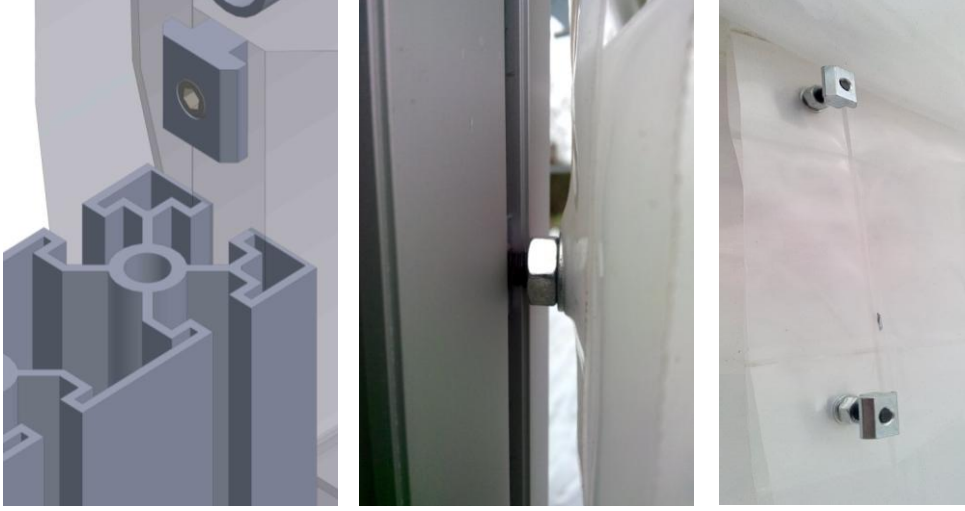
3.2.1.4. Örtü – sera iskeleti bağlantıları

Düşey düzlem örtülerinin aynı zamanda havalandırma amaçlı kullanılacağı düşünülerek, örtünün çatı çerçevesi ile olan bağlantısı sökülebilir (açılıp – kapanabilir) şekilde tasarlanmıştır. Örtünün en üst bölümü içerisine 20mm çapında plastik bir boru konumlandırılmıştır. Çatı çerçevesi yan profillerinin alt kısımlarına örtü içerisindeki boruyu sabit tutabilecek boru klipsleri vidalanmıştır. Seranın uzun kenarında bulunan bu örtüler havalandırma amacıyla açılmak istenildiğinde iç basınçlarının düşürülmesi ve örtü içerisindeki plastik borunun çatı çerçevesindeki klipslerinden çıkarılması yeterli olacaktır. Şekil 3.18’de çatı çerçevesi yan örtü bağlantısı gösterilmiştir.



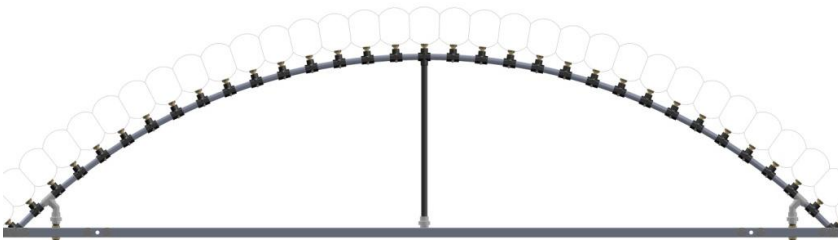
Şekil 3.18. Çatı çerçevesi - yan örtü bağlantısı

Sera yan örtülerinin düşey düzlemdeki hareketi örtünün iki kısa kenarına vidalanmış T kanal somunlarının sigma profil içerisinde kayarak çalışması sonucu sağlanacaktır. T kanal somun, örtü ve sigma profil bağlantısı şekil 3.19'da gösterilmiştir. Sigma profil hem örtülerin kısa kenarlarının sabitlenmesine, hem de sera yüksekliği ve havalandırma açıklıklarının değiştirilmesine olanak sağlayacaktır.



Şekil 3.19. Yan örtü – sigma profil bağlantısı

Çatı örtüsü iskelet sistemine hava iletim hattı yardımıyla bağlanmıştır. Hava iletim hattı çatı örtüsünün istenilen şekli almasına yardımcı olurken, aynı zamanda örtüye destek ve bağlantı görevi görecektir. Örtünün uzun kenarları çatı çerçevesi profillerine yan örtü tutucu klipsleri ile birlikte vidalanarak sabitlenmiştir. Çatı örtüsü bağlantıları ve montaj sonrası örtü durumu şekil 3.20 ve 3.21'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Çatı örtüsü – hava iletim hattı – çatı çerçevesi bağlantısı



Şekil 3.20. Çatı örtüsü – hava iletim hattı – çatı çerçevesi bağlantısı (devam)



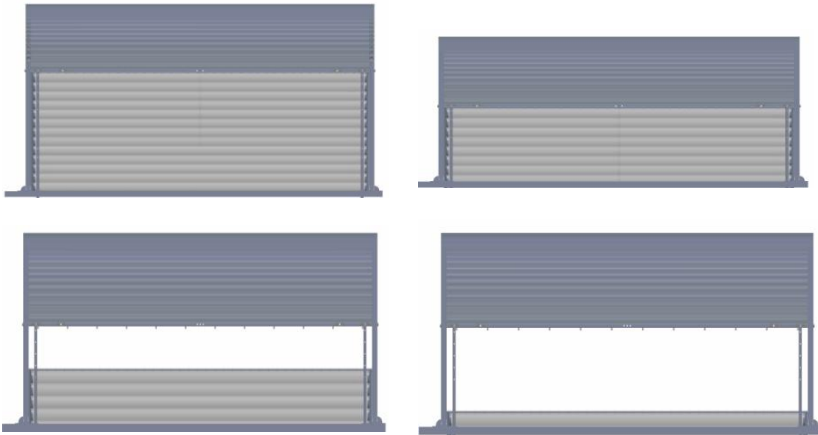
Şekil 3.21. Montajı tamamlanmış çatı örtüsü

3.2.1.5. Serada yükseklik değişimi ve havalandırma

Seranın yüksekliğinin ve havalandırma açıklıklarının değiştirilmesi, taşıyıcı ayakların 4 adedinin yanına konumlandırılmış sigma profiller ve taşıyıcı ayakların teleskopik olarak uzunluklarının değiştirilebilmesi ile mümkün olmaktadır.

Çatı çerçevesi üzerine kaynaklanan uzun T somunların sigma profil üzerinde kayarak çalışması ve taşıyıcı ayakların da yardımıyla, çatının sürekli aynı eksen üzerinde kalması ve sigma profillerin esnememesi sağlanmıştır. Taşıyıcı ayaklar üzerinde bulunan ayar deliklerinin konumları değiştirilerek istenilen sera yüksekliği ayarlanabilmiştir. Sera en yüksek konuma ayarlandığında çatı çerçevesi yüksekliği 2200mm olmaktadır. Bu mesafe 1450 – 2200mm arasında ayarlanabilmektedir. Serada çatı çerçevesi ve çatı örtüsü arasında kalan ve değiştirilemeyen mesafe en yüksek noktada 1000mm'dir. Sera yüksekliği azaltılırken herhangi bir deformasyon olmaması amacıyla yan örtülerin basınçları düşürülmüştür.

Serada havalandırma ihtiyacı duyulduğunda yan örtülerin basınçlarının düşürülmesi ve çatı çerçevesi bağlantılarının açılması yeterli olmaktadır. Yan örtüler üzerinde bulunan boşalma vanaları kullanılarak örtü basıncı bir miktar düşürülerek istenilen havalandırma açıklığının bırakılabilmektedir. 2100mm olan yan örü yükseklikleri istenildiğinde içindeki hava boşaltılarak seranın yan kısımlarının tamamen açılması sağlanabilmektedir. Sera yükseklik değişimi ve havalandırma açıklıkları şekil 3.22 ve 3.23'de gösterilmiştir.



şekil 3.22. Sera yükseklik ve havalandırma açıklığı değişimi model görünüğü



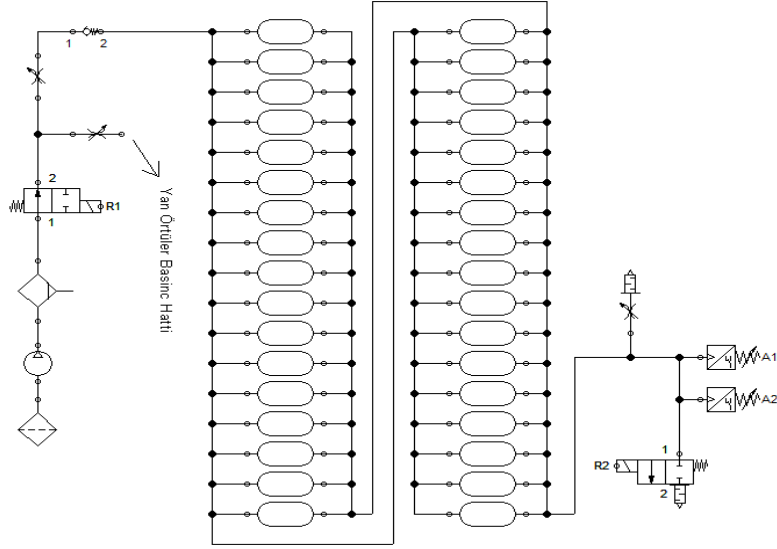
Şekil 3.23. Sera havalandırma açıklıkları

3.2.1.6. Basınçlı hava sistemi

Örtünün dayanabileceği azami basınç değeri yapılan denemeler sonucunda belirlenmiştir. Yapıştırma aşamasındaki ısı işlem nedeniyle meydana gelen kısmi deformasyonlar sonucu örtü basıncı 1.5 PSI (Pound square inch) değerini aştığı andan itibaren yapıştırma noktalarında yırtılmalar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple örtü içerisindeki basınç 1.2 PSI değerini aşmayacak şekilde sistem şekillendirilmiştir.

Sistemde kompresörden elde edilen basınçlı hava nem filtreleri ve basınç kontrol valfinden geçtikten sonra, çatı ve düşey örtü hatları olmak üzere iki hatta ayrılmaktadır. Çatı örtüsü ve yan örtüler ayrı ayrı kontrol edilebilmektedir. Sistemde kullanılan tüm pnömatik elemanlar 1/2" , havanın taşınmasında kullanılan borular ise 16mm olarak seçilmiştir. Sistem tasarımı Festo Fluid Sim Pnömatik programı ile yapılmıştır.

Çatı örtüsü basınç hattı şekil 3.24'te görülmektedir.



Şekil 3.24. Çatı basınç hattı simülasyonu¹

Sisteme göre kompresörden alınan basınçlı hava 2/2 NA selenoid valf, akış kontrol valfi ve çekvalfi geçerek örtü içerisine ulaşmaktadır. 8 bar olan kompresör çıkış basıncı basınç ayar valfi ile 6 bara düşürülmektedir. Çatı örtüsü içerisinde 1.2 PSI basınç yakalandığında örtü çıkışında bulunan A1 basınç şalteri devreye girerek R1 valfini kapatmakta ve sisteme hava girişini durdurmaktadır. Sistem kapalı iken sıcaklık değişimleri nedeniyle örtüde basınç düşüşü meydana geldiğinde A1 basınç şalteri tekrar R1 valfini açarak basıncı dengelemektedir. Aksine sistem kapalı iken örtü basıncının arttığı durumlarda A2 basınç şalteri devreye girerek hat sonundaki 2/2 NK R2 valfini açarak fazla hava tahliye edilmektedir.

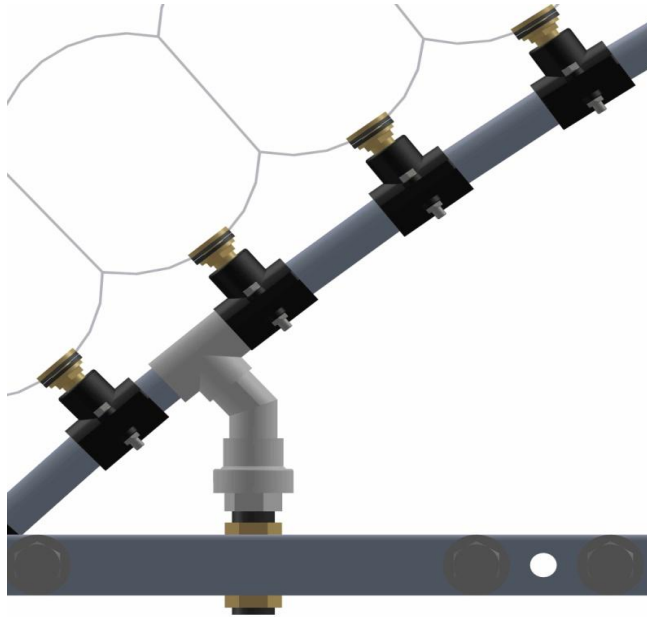
Çatıda meydana gelebilecek yırtılma ve delinmeler sonucu örtünün sehim yapmasını engellemek ve kolay onarım imkânı için, çatıdaki 33 adet bölmenin her birine giriş ve çıkışta olmak üzere 2 adet çekvalf kullanılması düşünülmüş, ancak kullanılan ödenek ve maliyetin artması sonucu uygulamadan vazgeçilmiştir. Uygulamada bölmelerdeki basıncın birbirinden bağımsız olarak kontrol edilmesi fayda sağlayacaktır. Çatı örtüsü toplam hacmi 5.6m^3 'tür.

¹ Simülasyonda gösterilen her bir hava tankı bir adet çatı bölmesini simlemektedir.

Şekil 3.25 ve şekil 3.26’de de görüldüğü gibi basınçlı havanın çatı bölmelerine verilebilmesi için 32mm çapındaki plastik borudan priz kolyeler ile çıkış alınarak bir manifold hat yapılmıştır. Manifoldun örtüye bağlanabilmesi için priz kolyeler üzerine depo rekorları bağlanmıştır. Plastik borunun iki ucu kör tapa ile kapatılmıştır. Şekil 3.26’de de gösterildiği gibi manifold üzerinde uç noktalara yakın iki noktadan Te dirsek ile çıkış alınarak hem buradan hava girişi verilmiş, hem de manifoldun çatı çerçevesine montajı yapılmıştır.

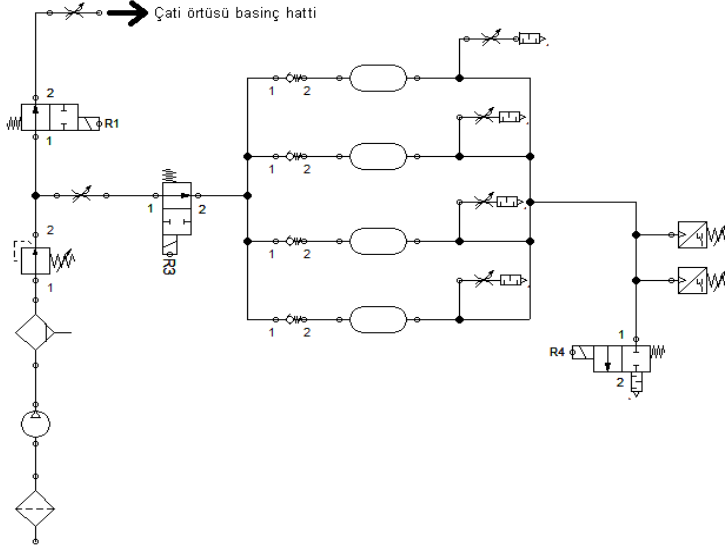


Şekil 3.25. Çatı manifold hattı



Şekil 3.26. Örtü – manifold – çatı çerçevesi bağlantısı

Yan örtüler basınç hattı, çatı basınç hattı ile aynı düzende çalışmaktadır. Şişirme, havasını boşaltma ve emniyet sistemleri birbirinin aynısıdır. Yan örtülerin şişirilmesinde herhangi bir manifold yada benzeri parça kullanılmamıştır. Örtülerden depo rekorları ile çıkış alınarak direkt sisteme bağlantıları yapılmıştır. Yan örtü bölmeleri arasında bulunan hava geçişleri sebebiyle örtüler bir blok halinde şişirilmektedir. Şekil 3.27’de yan örtüler basınç hattı simülasyonu görülmektedir.



Şekil 3.27. Yan örtüler basınç hattı devre simülasyonu¹

3.2.2. Sera Montaj ve Kurulumu

Seranın tüm parçalarının atölyede uygun hale getirilerek kısmi montajlarının ardından arazide kurulumu yapılmıştır. Tüm parçalar seranın bulunduğu yerden taşınabileceği göz önüne alınarak tekrar sökülebilir şekilde yapılmıştır. Kurulum Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama çiftliği, Bahçe Bitkileri Bölümü tesisleri içerisine (+37° 45' 40.80", +27° 45' 33.06"), doğu – batı yönünde yapılmıştır.

¹ Simülasyonda gösterilen her bir hava tankı seranın dört ana yönündeki düşey düzlemdeki örtüleri simgelemektedir.

Kurulumda öncelikli olarak çatı çerçevesi vida bağlantılarının yapılmasının ardından, taşıyıcı ayaklar ve sigma profillerin çerçeveye montajı ile sera iskeleti tamamlanmıştır. İskelet üzerine yan örtüler ve hava iletim hattının bir bölümü ile birlikte çatı örtüsü giydirilmiş ve son olarak örtülere gerekli basıncı sağlayacak hava iletim hattı elemanları montajı ve elektrik bağlantıları yapılarak sera tamamlanmıştır.

İskelet ve örtü montajları biten sera şekil 3.28 ve 3.29’de gösterilmiştir.



Şekil 3.28. İskelet ve örtü montajı tamamlanan sera ön görünümü



Şekil 3.29. İskelet ve örtü montajı tamamlanan sera arka görünümü

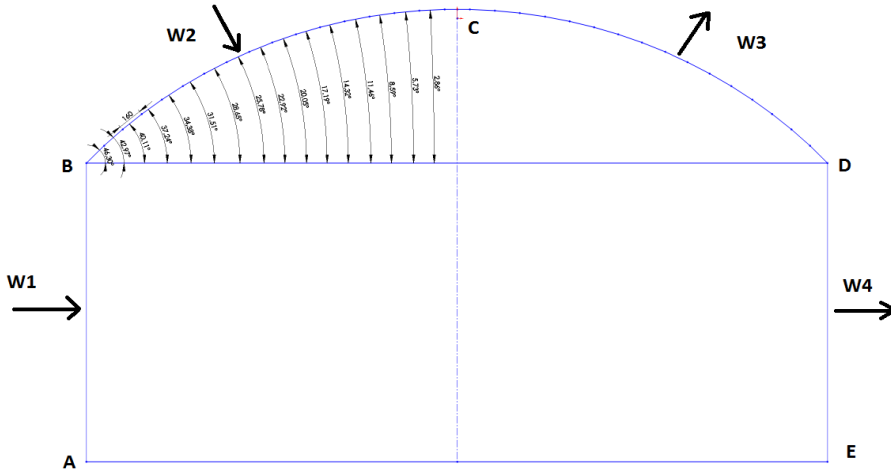
3.2.3. Sera Maliyeti

Seranın imalat aşamasında kullanılan tüm eleman ve malzemelerin belirlenmesinin ardından sera birim alan maliyeti hesaplanmıştır. Bulgular ve tartışma kısmında sera kurulum maliyetinden detaylı olarak bahsedilmiştir.

3.2.4. Sera Rüzgâr ve Havalandırma Hesaplamaları

Ülkemiz seracılık bölgesinde, sera planlanmasında göz önüne alınması gereken en önemli yükler, rüzgâr yükü ve çatı elemanlarının kendi ağırlık yükleridir. Seraların planlanmasında en önemli etmenlerden biri olan rüzgâr estiği yöne dik olan yüzeylerde basınç ve diğer yüzeylerde ise emme kuvveti şeklinde etki yapmaktadır (Yüksel, 2004).

Sera üzerine gelen rüzgâr yükleri şekil 3.30'da gösterilmiştir.



Şekil 3.30. Sera üzerine gelen rüzgâr yükleri

Seraya gelen rüzgâr yükü şu bağıntıyla (3.1) hesaplanabilir;

$$W = c \cdot q \quad (3.1)$$

$$q = v^2 / 16 \quad (3.2)$$

W : Rüzgârın seraya yaptığı dinamik etki

- q : Rüzgara dik yüzeyin birim alanına etki eden kuvvet
v : Bölgede kaydedilen en yüksek rüzgar hızı (m/s)
c : TS 498'de belirtilmiş yapının özelliğine göre değişen katsayı (sera düşey duvarları için 1,2) (Anonim f, 1997)

Sera çatılarında c katsayısı sera çatı eğim açısına (α) bağlı olarak şu şekilde (3.3) hesaplanabilir;

$$c = 1,2 \cdot \sin(\alpha) \quad (3.3)$$

Şekil 3.29'da da görüldüğü gibi sera üzerine gelen rüzgâr yüklerinden W1 ve W2 basınç oluştururken, W3 ve W4 emme kuvveti meydana getirmektedir. Çatı üzerindeki basınç ve emme kuvvetleri aşağıdaki gibi (3.4) (3.5) hesaplanabilir.

$$W2 = (1,2 \cdot \sin(\alpha) - 0,4) q \quad (3.4)$$

$$W3 = -0,4 \cdot q \quad (3.5)$$

Şekil 3.29'da görüldüğü üzere sera çatısı üzerine gelen basınç kuvveti çatının B – C bölümünün dairesel değil, yatayla farklı açılardaki 16 eşit doğrusal parçadan (bölme sayısı kadar) oluştuğu varsayılarak hesaplanmıştır. Farklı açılardaki her parça için basınç kuvveti ve devrilme momenti ayrı ayrı hesaplanmış ve B – C üzerine gelen toplam basınç kuvveti bulunmuştur.

Seranın rüzgâra karşı devrilme emniyetinin saptanması için devrilmeye karşı koyan diğer yüklerin bulunması gerekmektedir. Rüzgâr yükleriyle sabit sera yüklerinin devrilme anında seranın toprakla en son temas edecek noktasına (şekil 3.29 E noktası) momentleri alınarak serayı deviren (Md) ve devrilmeyi engelleyen (Ms) yükler bulunur. Seranın rüzgârlı koşullarda devrilme emniyetinin sağlanması, aşağıdaki koşula (3.6) bağlıdır.

$$Ms / Md > 1,5 \quad (3.6)$$

Etkin bir doğal havalandırma için, açılıp kapanabilir durumdaki çatı ve yan duvar pencerelerinden yararlanılması gerekmektedir. Ayrıca çatı mahyasını ortalayan havalandırma bacaları da kullanılabilir (Yavuzcan, 1995).

Serada doğal havalandırma uygun görülmüştür. Doğal havalandırmada sağlanan hava debisi aşağıdaki eşitliklerle bulunabilir.

$$Q = V \cdot F \quad (3.7)$$

$$F = k_1 \cdot F_s \quad (3.8)$$

- Q : Hava debisi (m³ / dk)
V : Havalandırma açıklıklarından geçen hava akış hızı (m / dk)
F : Havalandırma açıklıkları toplam kesit alanı (m²)
k₁ : Havalandırma açıklıklarının sera taban alanına oranı (1/4 - 1/7)
F_s : Sera taban alanı (m²)

$$V = 1,83 \sqrt{\frac{h (t_i - t_d)}{273 + t_d}} \quad (3.9)$$

- V : Havanın pencerelerden çıkış hızı (m/s)
h : Hava giriş ve çıkış aralıkları arasındaki yükseklik farkı (m)
t_i : Sera içi hava sıcaklığı (°C)
t_d : Sera dışındaki hava Sıcaklığı (°C)

Seranın saatlik hava değişim oranı (3.10) aşağıdaki eşitliğe göre bulunabilir.

$$k_2 = \frac{60 Q}{Q_s} \quad (3.10)$$

- k₂ : Seranın saatlik hava değişim oranı
Q : Doğal havalandırma hava debisi (m³ / dk)
Q_s : Sera iç hacmi (m³)

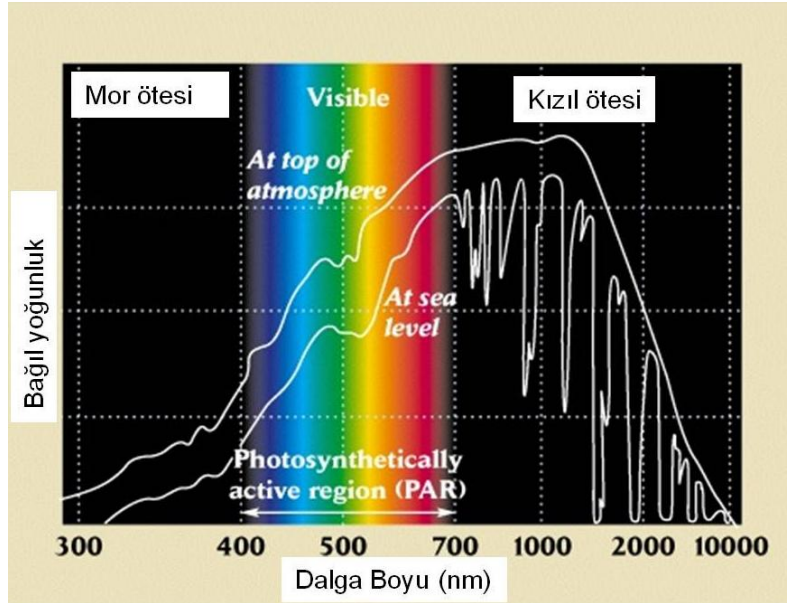
3.2.5. Sıcaklık ve Fotosentetik Aktif Radyasyon Ölçümleri

Bitkiler, insan gözünün gördüğü ışığın farklı renkleri için tamamen farklı duyarlılığa sahiptirler. Bitki yetiştiriciliği için çok küçük ışık parçacıkları olarak ışığın belirtilmesi önemlidir. Ayrıca bunlara foton ya da kuantum denir. Fotonun içerdiği enerjinin dalga boyuna (ışığın rengine) bağlılığı farklıdır. Bitkinin

yetişmesi (fotosentez) hem enerji hem de spektrumun mavi ışığından kırmızıya kadar fotonlar (400-700nm) ile belirlidir. Bu yetiştirici ışık olarak adlandırılır.

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR), 400 - 700 nm dalga boyları arasında kalan ve fotosentezi doğrudan etkileyen, dolayısıyla bitki gelişimi üzerinde etkili bir ışımaya olarak tanımlanabilir. PAR değerinin birimi $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 'dir (Anonim g, 2013).

Başka bir deyişle PAR, birim alana birim zamanda düşen foton sayısı olarak tanımlanabilir.



Şekil 3.31. Fotosentetik aktif radyasyon ve ışık dalga boyları (Can, 2011)

Yağcıoğlu (2005)'nin belirttiğine göre iklim şartları bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için son derece önemli olduğundan, hava sıcaklığı ve nemi, CO_2 , ışık miktarı gibi etmenler, bitkisel üretim uygulamalarında uygun olmalı ya da uygun hale getirilmelidir. Işık, bitkiler için bir bilgi ve enerji kaynağıdır. Işınım sal enerjinin 400–700 nm dalga boyu aralığındaki bölümü bitkiler tarafından fotokimyasal reaksiyonlar için kullanılır. Fotosentetik aktif radyasyon olarak adlandırılan, bitkinin fotosentez amaçlı kullandığı ışınım sal enerji isteği günlük toplam $1,2 - 1,7 \text{ MJm}^{-2}$ arasında değişiklik göstermektedir (Uzun ve Demir, 2012).

PAR miktarının dalga boyu aralığındaki ve şiddetindeki değişimleri, bitkinin büyüme ve gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle özellikle serada bitki yetiştiriciliği açısından PAR değeri büyük önem taşımaktadır. Bitkinin ihtiyaç duyduğu PAR miktarının eksik kalan bölümü, aydınlatma uygulamaları yapılarak bitkiye sağlanmalıdır (Uzun ve Demir, 2012).

Günay (1982) ışık şiddetinin azalmasının bitkide hücre ve bitki boyunun uzamasına, gövdenin cılızlaşmasına, sararmasına ve beyazlaşmasına neden olduğunu bildirmiştir. Yine Ertekin (2002) ışık enerjisinin organik madde üretiminde fotosentez için önemli olduğunu belirterek, az ışıkta ince, soluk renkli ve uzun gövde oluşumunun söz konusu olduğunu bildirmiştir (Uzun, 2005).

Çok katlı olarak hazırlanan örtünün yararlı ışık geçirgenlik seviyesinin belirlenebilmesi için PAR ve ısıl etkinliğinin belirlenebilmesi için sıcaklık ölçümleri yapılmıştır.

Ölçümler iki adet Onset Hobo veri kaydedici cihaz ve quantum par sensörleri ile prototip, kıyaslama serası ve dışarıda eş zamanlı olarak 26.12.2013 – 28.01.2014 tarihleri arasında yapılmıştır. Cihazlar toprak seviyesinden 120cm yükseğe konumlandırılmış ve her 15 dakikada bir ölçüm yapacak şekilde programlanmıştır. Sıcaklık ölçümlerinde bir saat içerisindeki 4 ölçümün ortalaması alınarak saatlik veriler değerlendirilmiştir. PAR ölçümlerinde ise iki ölçüm arasındaki 15 dakikalık periyotlarda foton sayılarının değişmediği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ölçümler sırasında sera içerisinde herhangi bir bitki yetiştirilmemiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sera Maliyeti

Sera kurulumu için gerekli malzemelerin tutarları çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sera maliyeti

Örtü malzemesi	500 ₺
Profiller ve bağlantı malzemeleri	1500 ₺
Pnömatik malzemeler ve valfler	1500 ₺
Diğer	500 ₺
Toplam	4000 ₺

Çizelgede verilen değerler yaklaşık değerlerdir. Birim alan maliyeti incelendiğinde yaklaşık 130 ₺ / m² gibi yüksek bir değer çıktığı görülmektedir. Maliyetin yükselmesindeki ana sebep bazı pnömatik malzemelerin fiyatlarının oldukça yüksek olmasıdır. Ayrıca sigma profiller gibi bazı malzemelerin başka sektörlerde kullanılan özel malzemeler olması sebebiyle birim fiyatları da oldukça yüksektir.

Tüzel vd. (2009) bildirdiklerine göre modern sera yatırım maliyetleri 225 ₺/m², orta büyüklükteki küçük işletmelere göre nispeten modernize olmuş sera maliyetleri ise yaklaşık 75 ₺/m² civarındadır. Prototipi kurulan seranın maliyeti incelendiğinde otomasyon ve ısıtma olmamasına rağmen modern sistemlere yakın bir değer çıktığı görülmektedir. Buna gerekçe olarak sistemin ilk kez denenmesi ve bazı parçaların perakende fiyatlarının oldukça yüksek olması gösterilebilir. Sistem daha büyük projelerde uygulandığında birim alan maliyeti düşecek ve uzun vadede standart sistemlere göre olan üstünlükleri ile kurulum maliyetleri göz ardı edilebilecektir.

Sera projelendirilirken gerekli hesaplamalar yapılmış ve aynı pnömatik sistemle yüksek debi ve basınçlı kompresör kullanıldığında daha büyük seraların kurulabileceği görülmüştür. İstenildiğinde mevcut sistem kullanılarak örtü ve giriş eklemeleriyle sera boyutları projenin yaklaşık 8 katına kadar büyütülebilmesi mümkündür. Sistem daha büyük alanlarda uygulandığında birim maliyet daha aşağılara çekilebilecektir.

4.2. Sera Rüzgâr ve Havalandırma Hesaplamaları Sonuçları

Rüzgâr yükü ve devrilme emniyeti hesaplamaları TS 498'e göre yapılmıştır. Buna göre hesaplamalar yapılırken yapı yüksekliği 0 – 8 m ve rüzgâr hızı 17,2 m/s olarak seçilmiştir. Hesaplamalar sonucu serayı yerinde tutan yükler toplamı 1238 kgm, devirmeye çalışan yükler 672 kgm ve devrilme emniyeti 1,8 olarak bulunmuştur. Devrilme emniyetinin sağlanması için $M_s / M_d > 1,5$ olmalı ve $1,8 > 1,5$ olduğundan sera rüzgâra karşı emniyetli bulunmuştur.

Doğal havalandırmada hava değişim oranının 40 – 60 arasında olması gerekmektedir. Bu oran soğuk günlerde 20'ye kadar düşürülebilir. En hızlı hava değişim oranında $k_2 = 60$ 'tır. Bunun dakikadaki değeri 1 olmaktadır. Böylece sera tabanının her 1 m²'lik birim alanı için 3 – 4 m³ / dk'lık bir hava değişimi sağlanabilmektedir (Yavuzcan, 1995).

Seranın iki yan duvarının da birbirinden bağımsız olarak yüksekliklerinin, dolayısı ile havalandırma açıklıklarının da istenilen seviyede ayarlanabilmesi etkin bir havalandırma oranı sağlayabilmiştir. Azami yüksekliği 2m olan yan duvarlar 0,5m yüksekliğe kadar düşürülüp seranın her iki yanında 1,5m havalandırma açıklığı elde edilebilmektedir. Her iki taraftaki açıklık alanı da 0 – 9m² arasında ayarlanabilmektedir. Etkin bir havalandırma sağlanabilmesi için sera taban alanının %25'i kadar havalandırma açıklığı olması gerektiği bilinmektedir.

Aydın Ocak ayı koşullarında ve sera içerisinde domates yetiştirildiği varsayılarak yapılan hesaplamalarda sera yan duvarlarının tamamen açık olduğu durumda seranın saatlik hava değişim oranı 292,7 gibi oldukça yüksek bir değer bulunmuş ve seranın dakikada iç havasının 4,9 kez değiştiği anlaşılmıştır.

Yavuzcan (1995) en iyi doğal havalandırma koşullarında hava değişiminin dakikada 1 kez olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak bir hesaplama daha yapıldığında seranın dakikada bir kez havasını değiştirebilmesi için havalandırma açıklıklarının her bir tarafta 1,85 m², yani 30 cm olmasının yeterli olduğu ortaya çıkmıştır.

4.3. Sera Sıcaklık Ölçümleri Sonuçları

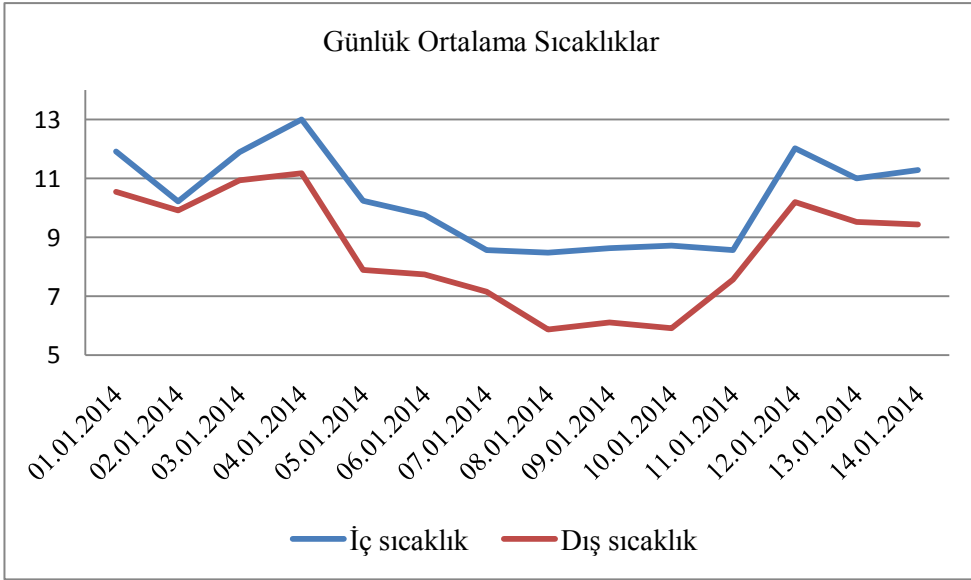
Sıcaklık ve nem ölçümleri her 15 dakikada bir kez olmak üzere sera içi ve dışında eş zamanlı olarak yapılmıştır. Değerlendirmeler yapılırken bir saatteki 4 ölçüm ortalaması alınarak işlem yapılmıştır.

4.3.1. Günlük Ortalama Sıcaklıklar

Serada yapılan ölçümler sonucunda sera sıcaklığının dış ortamdan ortalama 2 °C daha fazla olduğu görülmüştür. Sera içi ve dış ortam sıcaklıkları arasındaki fark istatistiksel açıdan ($p < 0,05$) önemli bulunmuştur. Sera ve dış ortam günlük ortalama sıcaklıkları çizelge 4.2 ve şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Ortalama sıcaklıkların istatistiksel açıdan değerlendirmesi

	Dış Sıcaklık (°C)	Sera İçi (°C)
01.01.2014	10,53	11,91
02.01.2014	9,90	10,22
03.01.2014	10,93	11,88
04.01.2014	11,17	12,99
05.01.2014	7,88	10,24
06.01.2014	7,74	9,76
07.01.2014	7,15	8,57
08.01.2014	5,86	8,46
09.01.2014	6,10	8,63
10.01.2014	5,91	8,72
11.01.2014	7,56	8,55
12.01.2014	10,18	12,02
13.01.2014	9,53	10,99
14.01.2014	9,43	11,29
X ortalama	8,56	10,30
S	1,9012621	1,563211465
S²	3,61479759	2,443630086
Z	0,99969367	
1 - Z	0,00030633	

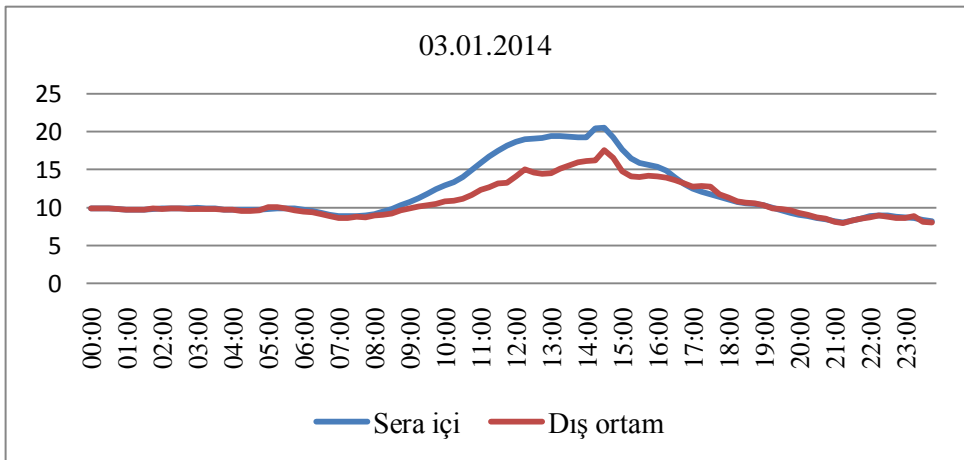
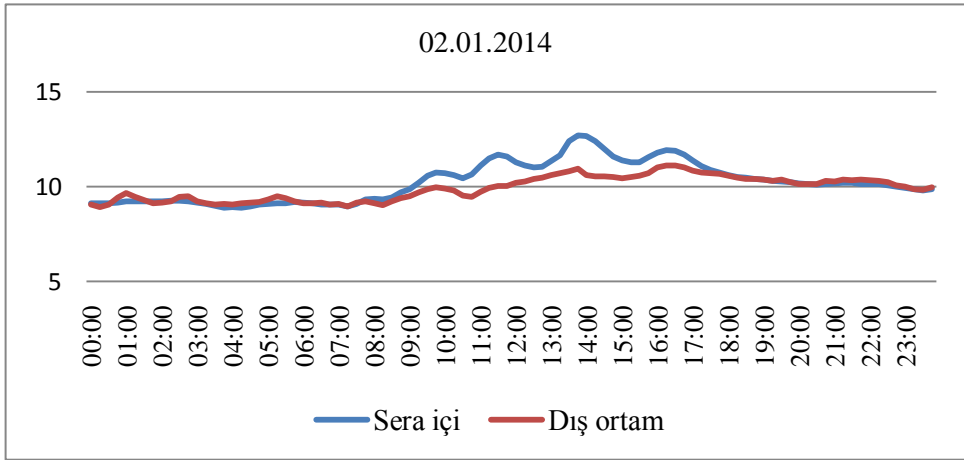
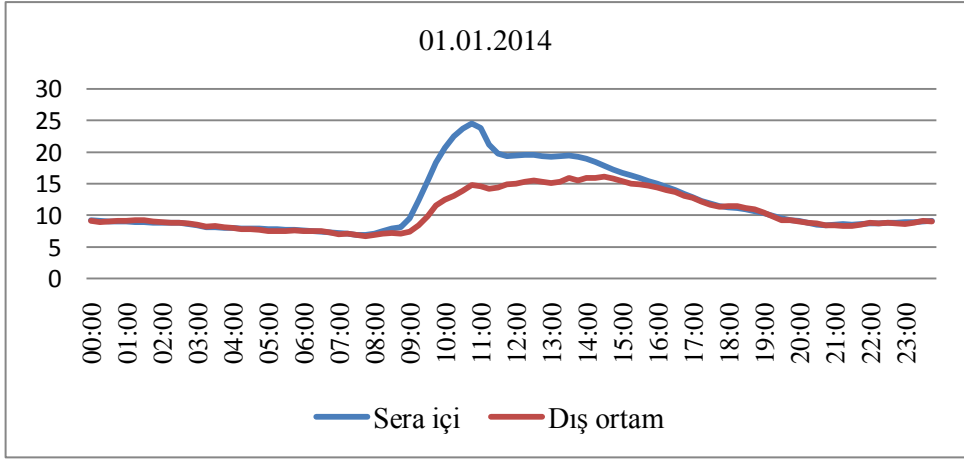


Şekil 4.1. Günlük ortalama sıcaklık değişimi

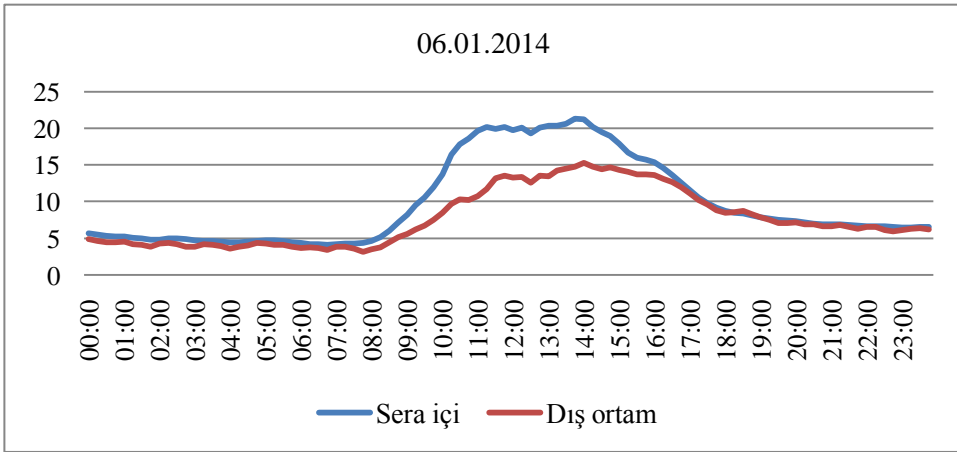
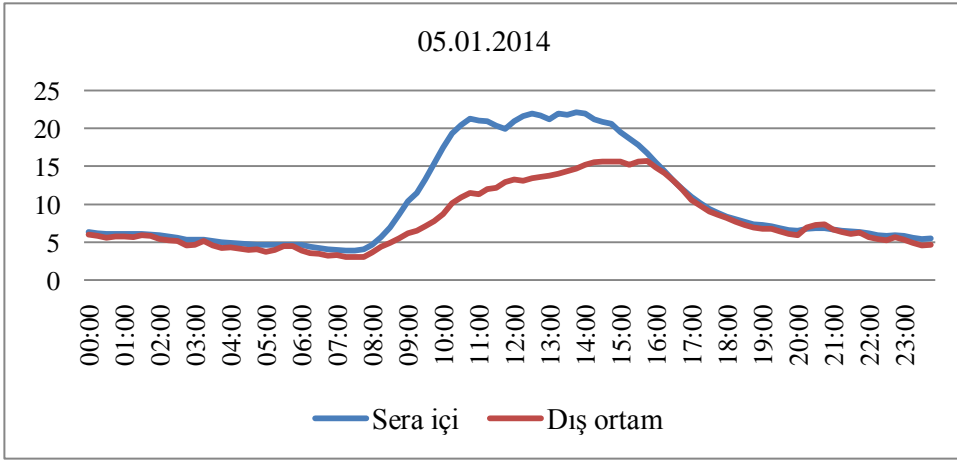
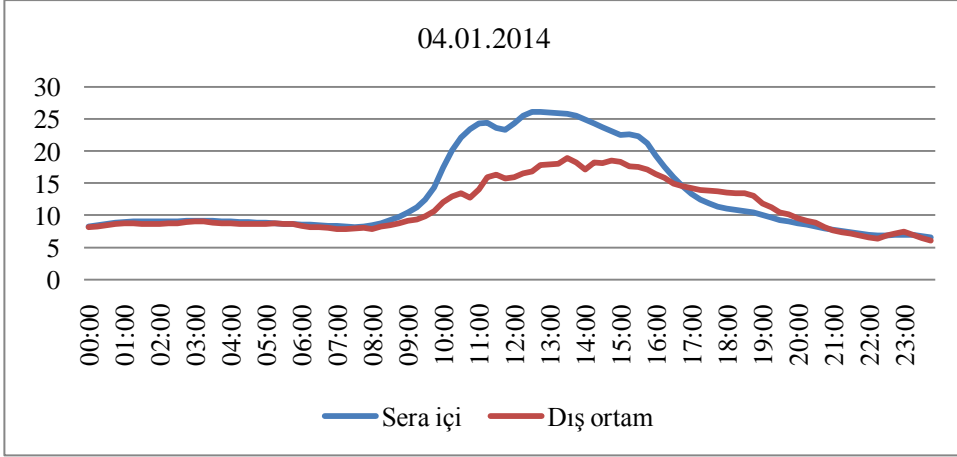
4.3.2. Günlük Sıcaklık Değişimleri

Sera içi sıcaklık değişimleri incelendiğinde, gündüz saatleri sıcaklık değerlerinin güneşli geçen saatlere göre değişmekle birlikte dış ortam sıcaklığının 5 – 10 °C üzerinde seyrettiği görülmüştür. Sıcaklık farkının güneş ışınlarının seraya daha dik geldiği saatlerde daha fazla olduğu gözlenmiştir. Güneş ışınlarının sera üzerine düşmesiyle birlikte iç sıcaklıkta ani yükselmelerin meydana geldiği ve ulaşılan sıcaklık değerlerinin gün batımına kadar dış sıcaklığın üzerinde seyrettiği görülmüştür. Sera sıcaklığı saat 17:00 – 24:00 arasında dış sıcaklıkla paralel değerlerde, gece yarısından sonra dış sıcaklıkla birlikte düşüş gösterse bile dış sıcaklığın 1 - 2 °C üzerinde seyretilmektedir.

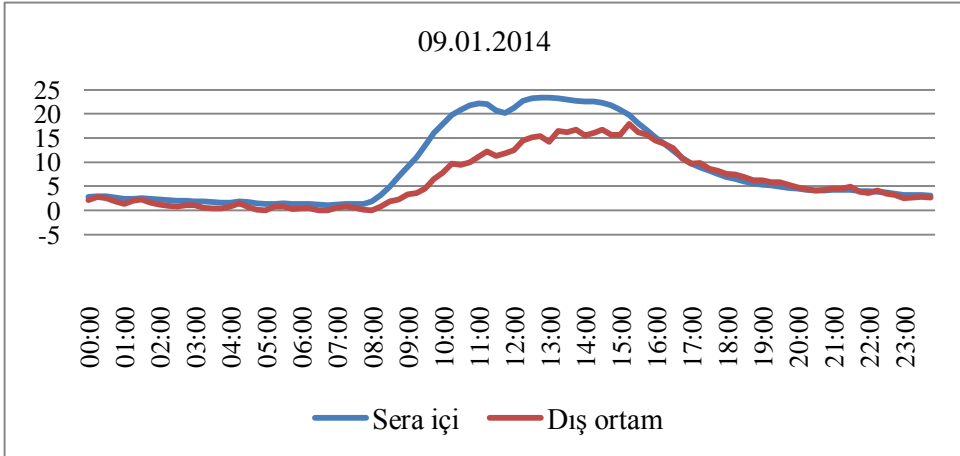
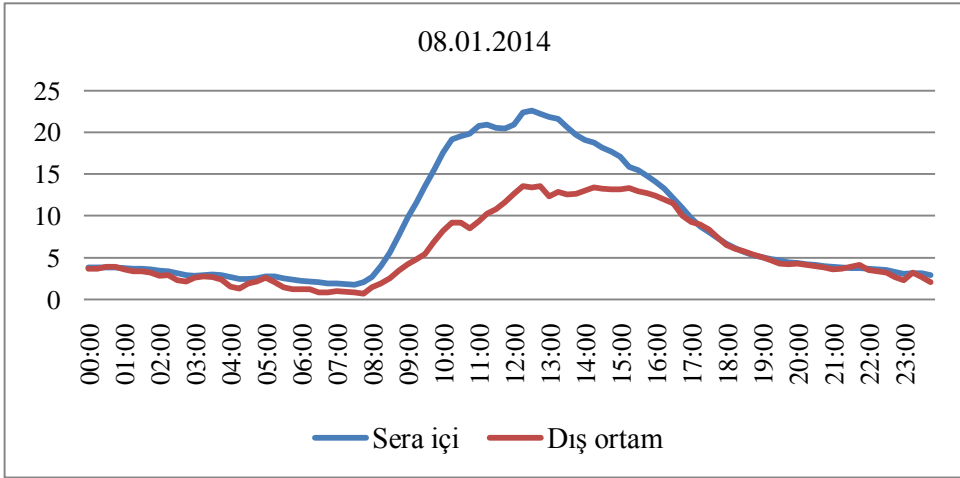
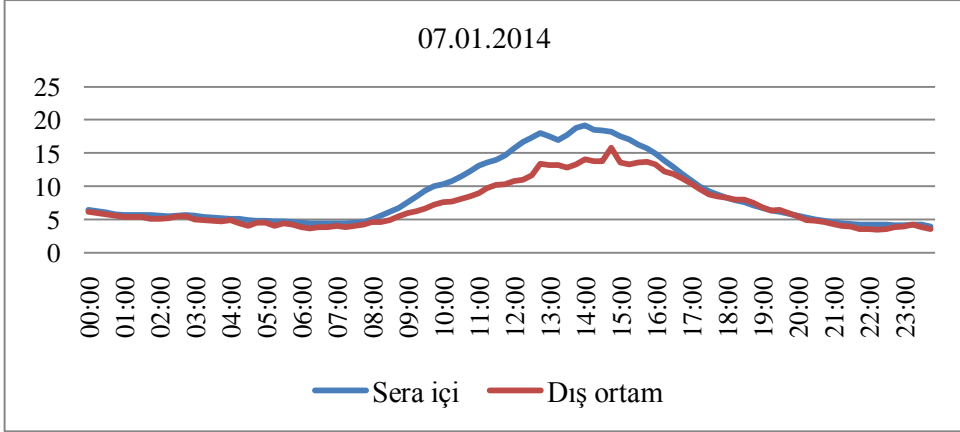
Sera iç sıcaklık değerlerinin gökyüzünün bulutlu veya açık olma durumuna göre geceleri yer yer dış sıcaklıktan 0,5 – 1 °C daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu bulgular Baytorun vd. (1995) ile benzerlik göstermektedir. Sera ve dış ortam sıcaklıkları saatlik değişimi şekil 4.2'de gösterilmiştir.



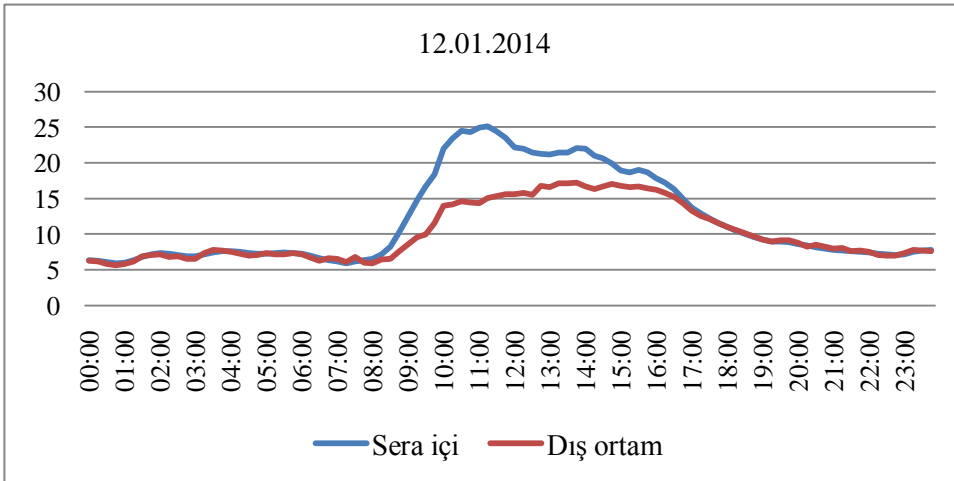
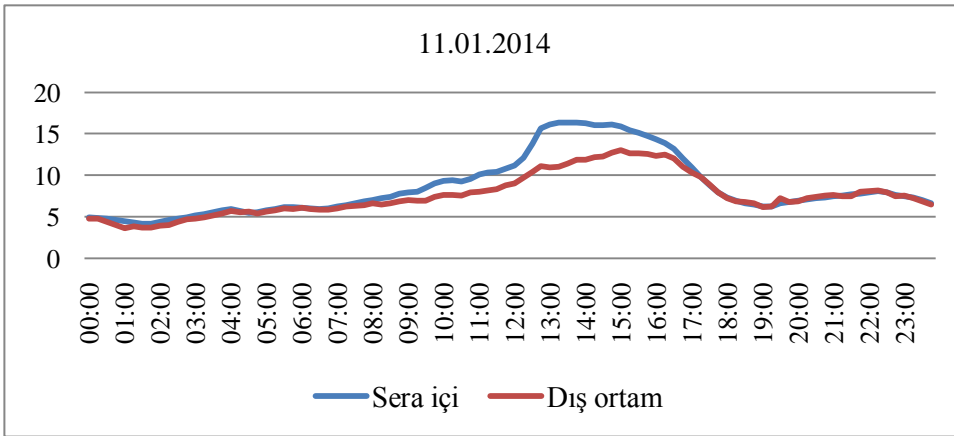
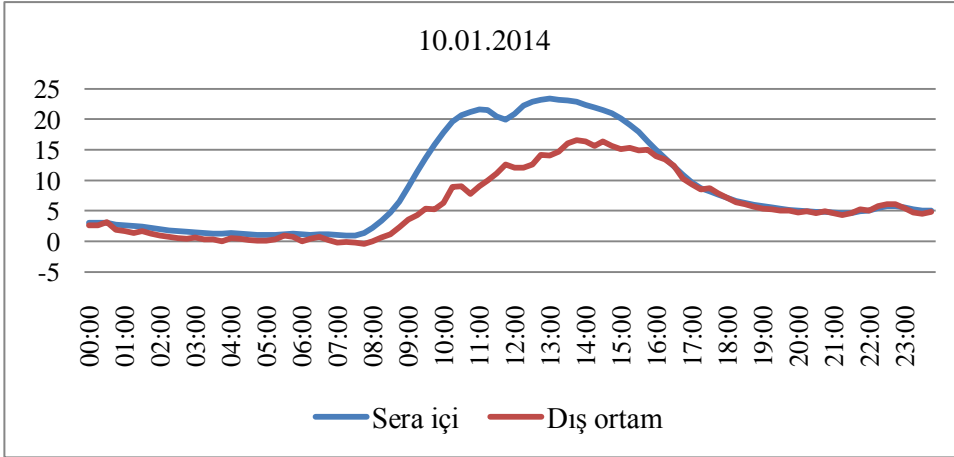
Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi



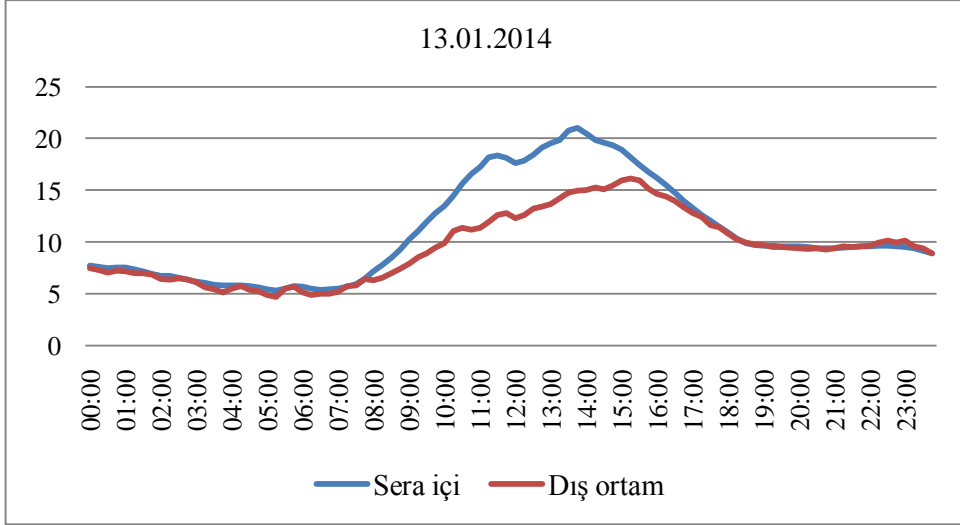
Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi (devam)



Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi (devam)



Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi (devam)



Şekil 4.2. Günlere göre saatlik sera ve dış ortam sıcaklık değişimi (devam)

Şekil 4.2. incelendiğinde gündüz saatlerinde sera içi sıcaklığı dış sıcaklığın oldukça üzerinde seyretmektedir. Bu da kış koşullarında yetiştiricilik için uygun değerlerin elde edildiği anlamına gelmektedir. Sera içi ve dış ortam sıcaklıklarının gece saatleri boyunca birbirine paralel olarak seyretmesi geceleri serada ısıtma yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Elde edilen veriler Baytorun vd. (1995) 'un bulduğu sonuçlar ile benzerlik göstermesi seranın gece ısıtılması gerektiği kanısını desteklemektedir.

4.3.3. Şişirme Örtülü Sera ve Kıyaslama Serası Arası Sıcaklık Ölçüm Sonuçları

Isıtmasız koşullarda şişirme örtülü sera iç sıcaklığı ile mevcut seraların iç sıcaklıkları arasındaki farklılıkların bulunabilmesi için eş zamanlı olarak ölçümler yapılmıştır. Kıyaslama serası olarak iki blok şeklindeki 10 x 20 m büyüklüğünde 3 m toplam yüksekliğe sahip yay çatılı 300 µm PE örtülü sera kullanılmıştır. Ölçümler eşit yüksekliklere yerleştirilmiş iki adet veri kaydedici cihaz ile her 15 dakikada bir ölçüm alınarak yapılmıştır. Seraların günlük ortalama sıcaklıkları çizelge 4.3'de verilmiştir. Günlük ortalama sera sıcaklıkları istatistikî açıdan değerlendirildiğinde ($p < 0,05$) aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Prototip sera ve kıyaslama serası günlük ortalama sıcaklıkları

	Kıyaslama Serası Sıcaklığı (°C)	Şişirme Örtülü Sera Sıcaklığı (°C)
14.01.2014	13,16	12,91
15.01.2014	11,72	11,30
16.01.2014	13,43	12,99
17.01.2014	12,28	12,10
18.01.2014	14,42	14,09
19.01.2014	12,88	12,62
20.01.2014	13,79	13,51
21.01.2014	15,16	15,31
22.01.2014	12,56	13,04
23.01.2014	12,43	13,06
24.01.2014	15,78	15,70
25.01.2014	11,24	11,29
26.01.2014	11,64	11,64
27.01.2014	10,98	11,03
28.01.2014	13,32	12,63
S	1,39	1,375
X ortalama	12,986	12,881
Z test	0,383443776	
1 - Z	0,616556224	

4.4. Güneşten Kazanılan PAR Enerjisi ve Ölçüm Sonuçları

4.4.1. Dış Ortam İle Şişirme Örtülü Sera Arası PAR Ölçüm Sonuçları

Sera içerisinde ve dış ortamda yapılan PAR ölçümleri arasında tutarsızlıklar gözlenmiştir. Bazı günler sera içi PAR değerleri dış ortam değerlerinden yüksek çıkarken, bazı günler dış ortama göre oldukça düşük değerlerde seyretmiştir. Sera dışında gün batımından gün doğumuna kadar PAR değerleri sıfır iken sera içinde düşük miktarlarda da olsa PAR birikimi gözlenmiştir. Hesaplamalar yapılırken sera içerisinde ölçülen gece saatleri PAR değerleri göz ardı edilmiştir. Çizelge 4.4'de sera içi ve dış ortamda ölçülen PAR değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sera içi ve dış ortam günlük toplam PAR değerleri

	Dış Ortam PAR Değeri		Sera İçi PAR Değeri		PAR Düşüşü
	($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$)	W. m^{-2}	($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$)	W. m^{-2}	(%)
01.01.2014	8712	1907,93	9863,1	2160,02	-13,21
02.01.2014	2567,7	562,33	3771,9	826,05	-46,90
03.01.2014	8056,8	1764,44	4105,8	899,17	49,04
04.01.2014	14289,3	3129,36	12610,8	2761,77	11,75
05.01.2014	14195,7	3108,86	11350,8	2485,83	20,04
06.01.2014	12969,9	2840,41	8036,1	1759,91	38,04
07.01.2014	9581,4	2098,33	5505,3	1205,66	42,54
08.01.2014	13700,7	3000,45	14508,9	3177,45	-5,90
09.01.2014	15111	3309,31	16153,2	3537,55	-6,90
10.01.2014	14808,6	3243,08	16221,6	3552,53	-9,54
11.01.2014	6337,8	1387,98	3730,5	816,98	41,14
12.01.2014	11931,3	2612,95	8559,9	1874,62	28,26
13.01.2014	10341,9	2264,88	5091,3	1114,99	50,77
Ortalama	10969,55		9193,015		15,31

Pieters (1999) tarafından örtü yüzeylerinde meydana gelen yoğunlaşmanın, örtünün PAR (fotosentetik aktif radyasyon) geçirgenliğini % 23, diffüz ışık geçirgenliğini ise % 15 kadar azalttığı ölçülmüştür. Bu gibi olumsuzlukların seralarda iyi bir havalandırma yapılarak önlenebileceği bildirilmiştir (Akgül, 2006).

Yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucu çift katlı şişirilmiş sera örtüsünün ışık geçirgenliğini ortalama % 15,31, sera içi PAR değerlerinin dış ortamdaki daha düşük olduğu günlerde ise %35,20 azalttığı bulunmuştur. Ölçümlerin alındığı günlerde sera havalandırmaları kapalı tutulmuş ve bu sebeple örtü iç yüzeyinde sürekli bir yoğunlaşma olduğu gözlenmiştir.

4.4.2. Şişirme Örtülü Sera ile Kıyaslama Serası Arası PAR Ölçüm Sonuçları

Şişirme örtülü sera ile mevcut seraların PAR geçirgenlikleri arasındaki farklılıkların bulunabilmesi için eş zamanlı olarak ölçümler yapılmıştır. Kıyaslama serası olarak iki blok şeklindeki 10 x 20 m büyüklüğünde 3 m toplam yüksekliğe sahip yay çatılı PE örtülü sera kullanılmıştır. Seraların günlük PAR birikimleri çizelge 4.5’de verilmiştir. Günlük PAR birikimleri istatistikî açıdan değerlendirildiğinde ($p < 0,05$) aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Şişirme örtülü sera ve kıyaslama serası PAR ölçüm değerleri

	Kıyaslama Serası ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$)	Şişirme Örtülü Sera ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$)
14.01.2014	9030,6	9758,7
15.01.2014	2790	3217,5
16.01.2014	11818,8	12307,5
17.01.2014	6827,4	8489,7
18.01.2014	9198,9	9802,8
19.01.2014	10794,6	7656,3
20.01.2014	10523	9432
21.01.2014	18728,1	14453,1
22.01.2014	15460,2	13004,1
23.01.2014	9564,3	11003,4
24.01.2014	14015,2	13467,6
25.01.2014	5020,2	5842,8
26.01.2014	5488,2	6613,2
27.01.2014	5846,4	7829,1
28.01.2014	7512,3	11682
S	4268,75	3113,65
X ortalama	9507,88	9637,32
Z test	0,563955881	
1 - Z	0,436044119	

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada seracılık faaliyetlerinde önemli bir gider olan ısıtma maliyetlerinin azaltılması amacıyla, mevcut malzemeler ile yeni bir örtü şekli ve bu örtüye uygun bir konstrüksiyon tasarlanarak seranın ısı yalıtım etkinliği ve sahaya uygulanabilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Sera kurulum maliyeti incelendiğinde 130 ₺ / m² gibi standart seralara göre yüksek bir değer bulunmuştur. Maliyetin yüksek çıkmasına sebep olarak mevcut seralardan farklı olarak pnömomatik malzeme kullanımı ve yaklaşık 2,5 kat daha fazla örtü malzemesi gereksinimi gösterilebilir. Ancak pnömomatik sistemde basınçlı hava kaynağının büyütülmesiyle aynı sistem ile daha büyük seralar kurularak maliyetler daha aşağılara çekilebilir.

Sera tasarım aşamasında TS 498'e göre yapılan rüzgâr yükü hesaplamalarında 17,2 m/s azami rüzgâr hızında 1,5 değerinden büyük olması gereken rüzgâr emniyet katsayısı 1,8 olarak bulunmuştur. Bu da seranın rüzgâra karşı emniyetli olduğunu göstermektedir.

Aydın Ocak ayı koşullarında ve sera içerisinde domates yetiştirildiği varsayılarak yapılan hesaplamalarda sera yan duvarlarının tamamen açık olduğu durumda seranın saatlik hava değişim oranı 292,7 gibi oldukça yüksek bir değer bulunmuş ve seranın dakikada iç havasının 4,9 kez değiştiği anlaşılmıştır. En iyi havalandırma koşullarında hava değişim oranının dakikada 1 kez olması gerektiği düşünüldüğünde seranın havalandırma oranının çok iyi derecede olduğu anlaşılmıştır.

Sera ve dış ortam günlük ortalama sıcaklıkları karşılaştırıldığında sera iç sıcaklığının dış ortamdaki yaklaşık 2 °C üzerinde seyrettiği görülmüştür. İstatistiksel değerlendirme yapıldığında (p < 0,05) bu farkın tesadüften ileri gelmediği ve istatistiksel açıdan önemli olduğu anlaşılmıştır.

Sera içi ve dış ortam sıcaklıkları karşılıklı olarak incelendiğinde, gündüz saatleri sıcaklık değerleri güneşli geçen saatlere göre değişmekle birlikte, sera içi sıcaklık değerlerinin 5 – 10 °C daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İç ve dış sıcaklıklar gün batımından sonra birbirine paralel değerlerde seyretilse de genellikle sera içinin 1 -2 °C daha yüksek olduğu görülmüştür. Gökyüzünün açık olduğu bazı gecelerde iç

sıcaklık dışarıya göre 0,5 – 1 °C daha düşük olduğu görülmüştür. Buna sebep olarak sera içi nem oranının %95 gibi yüksek değerlere çıkması ve örtü iç yüzeyinde meydana gelen yoğunlaşma gösterilebilir. Sera içi gündüz sıcaklıkları yetiştiricilik için yeterli değerlerde iken, gece sıcaklıklarının dış ortama yakın değerlerde olması, en uygun bitki sıcaklık isteği için geceleri ısıtma yapılması gerektiği kanısına varılmıştır.

Sera sıcaklık değerleri tek kat PE örtülü başka bir sera ile karşılaştırıldığında sıcaklıklar arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı bulunmuştur. İki sera arasındaki sıcaklık farkının sürekli 1°C'nin altında seyrettiği görülmüştür. Bu sonuçlar şişirme örtü kullanımının ısıtsız koşullarda olumlu yada olumsuz bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Sera içi ve dış ortamda yapılan PAR ölçümleri sonucu günlere göre farklı değerler elde edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucu günlük toplam PAR değerlerinin güneşli geçen saatler toplamına göre değişmekle beraber 2500 – 16000 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği görülmüştür. Bazı günlerde sera içi PAR değerleri dış ortamdan daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi tam olarak anlaşılacakla birlikte, örtünün şeklinden kaynaklanan bir mercekle etkisi yarattığı ve dış ortamdaki nesnelere üzerinden yansıyan ışığı sera içerisinde topladığı düşünülmektedir. Yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonucu çift katlı şişirilmiş sera örtüsünün ışık geçirgenliğini ortalama % 15,31 ve sera içi PAR değerlerinin dış ortamdan daha düşük olduğu günlerde ise %35,20 azalttığı görülmüştür. Örtü ışık geçirgenliğindeki azalmalara çift katlı örtü kullanımı, örtünün şekli ve örtü yüzeyinde meydana gelen yoğunlaşmanın sebep olduğu düşünülmektedir.

Şişirme örtülü sera ve tek kat PE örtülü başka bir sera içerisinde yapılan PAR ölçümleri sonucu, şişirme örtülü sera PAR değerlerinin aynı seviyelerde olduğu, ancak istatistikî açıdan değerlendirildiğinde aralarındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür.

Örtü için teorik olarak yapılan ısı hesaplamaları sonucunda şişirme örtünün tek katlı örtüye göre ısı kayıplarında %67,8 oranında azalma sağlayabileceği anlaşılmıştır.

Eldedilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme yapıldığında, şişirme örtülü seranın bu gün kullanımında olan plastik seralara göre kurulum maliyetlerinin daha

yüksek olduğu, ancak yetiştiricilik giderlerinin %60'ını oluşturan ısıtma maliyetlerini önemli ölçüde azaltabileceği ve uzun vadede kendini amorti ederek kar oranını artırabileceği görülmüştür. Ayrıca seracılığın daha küçük alanlarda ve aile işletmesi şeklinde yapıldığı, ülkenin kuzey kesimleri gibi daha serin bölgelerde de avantajlı bir hale getirilebileceği düşünülmektedir. Seradaki yapı elemanları yoğunluğunun düşük seviyelerde olması, gün ışığından yararlanma bakımından avantaj sağlamıştır. Seranın ısıl etkinliğinin kesin olarak belirlenebilmesi için ısıtma sistemleriyle donatılarak, diğer seralarla karşılaştırmalı ölçüm, analiz ve hesaplamaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgül, H. N. 2006. Bulanık Mantık Yardımıyla Doğal Havalandırma Yapılan Bir Serada Sıcaklık ve Bağıl Nem Kontrolünün Modellenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Çanakkale.
- Anonim a (10.03.2011). Türkiye Örtüaltı Yetiştiricilik İstatistikleri, [<http://www.tuik.gov.tr>], Erişim Tarihi: 10.03.2011
- Anonim b (08.01.2012). Pnömatik (Şişirme) Yapılar, [<http://bauarchitecture.files.wordpress.com/2010/11/tst-18-pnc3b6matik-c59fic59firme-yapc4b1lar.pdf>], Erişim Tarihi: 08.01.2012
- Anonim c (15.07.2013). Elettrotec Basınç Anahtarları Türkçe Bakım ve Kullanım Kılavuzu, [<http://www.ekilavuz.com/kilavuz/74d90cf149bb7f50/2/electrotech/pmn-serisi/basinc-anahtari>], Erişim Tarihi: 15.07.2013
- Anonim d (20.12.2013). PMN Tek Kontak Basınç Anahtarları, [<http://www.alfapnomatik.com/Default.asp?P=0&K=0&K1=43>], Erişim Tarihi: 20.12.2013
- Anonim e (20.12.2013). Fotosentetik Işık (PAR) Akıllı Sensör, [<http://www.onsetcomp.com/products/sensors/s-lia-m003>], Erişim Tarihi: 20.12.2013
- Anonim f 1997. TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, [<http://www.mmf.cu.edu.tr/imb/TS498.pdf>], Erişim Tarihi: 30.12.2013
- Anonim g (15.07.2013). Bitkiler ve Işık, [http://www.aquawall.com.tr/cms.php?id_cms=11], Erişim Tarihi: 15.07.2013
- Balliu, A., Skreli, E. 2009. Inflated Greenhouses, [<http://keshilluesibujqesor.al/?p=1976>], Erişim Tarihi: 08.01.2012.
- Baytorun, A. N., Abak, K., Tokgöz, H., Güler, Y., Üstün, S. 1995. Seraların Kışın İklimlendirilmesi ve Denetimi Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, TOAG – 993 Nolu Proje.
- Bond, T.E. 2012. Reducing Energy Costs in California Greenhouses, [http://ucanr.edu/sites/EH_RIC/files/110046.pdf], Erişim Tarihi: 15.05.2012.

- Both, A.J. 2008. Greenhouse Glazing, [http://njveg.rutgers.edu/assets/pdfs/ajb/Glazing.pdf], Erişim Tarihi: 15.05.2012.
- Can, H.Z. 2011. Işık, [http://hzafercan.com/2011/09sk.html], Erişim Tarihi: 15.09.2013
- Çolak, A. 2002. Isıtılmayan Bir Cam Serada Sera İçi Sıcaklık, Çiğlenme Sıcaklığı ve Bağlı Nem Deseni Üzerine Bir Araştırma. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 39 (3): 105 - 112.
- Djevic, M., Dimitrijevic, A. 2009. Energy Consumption For Different Greenhouse Constructions. **Energy** [Elektronik Journal], 34: 1325 – 1331, Erişim [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03605442090009]
- Genç Ö. Yüksel, A.N. Şişman, C.B. Gezer, E. 2010. Balıkesir Koşullarında Sera Isı Gereksinimlerinin Belirlenmesi. **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 24 (2): 73 – 84
- Gezer, E., Yüksel, A.N., Şişman, C.B. 2009. Yalova Yöresindeki Süs Bitkisi Seralarının Özelliklerinin Belirlenmesi. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 46 (3): 199 – 207.
- Giacomelli, G.A., Roberts, W. J. 1993. Greenhouse Covering Systems. **Hort Technology** [Elektronik Journal], 3 (1): 50 – 58, Erişim [http://horttech.ashspublications.org/content/3/1/50.full.pdf]
- Gupta, M.J., Chandra, P. 2001. Effect Of Greenhouse Design Parameters On Conservation Of Energy For Greenhouse Environmental Control. **Energy** [Elektronik Journal], 27: 777 – 794, Erişim [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544202000300]
- Kendirli, B. 2004. Sera İşletmelerinin Planlanmasında Sistem Yaklaşımı, **Derim Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 21: 35–43.
- Koçu, N., Dereli, M. 2010. Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Örnekler), [http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum5/Semp%205%20Bildiri%2029.pdf], Erişim Tarihi: 15.05.2012.
- Kürklü, A., Çağlayan, N. 2005. Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18 (1): 25 – 34.
- Olgun, M., Kendirli, B., Çelik, M. Y. 1997. Yalova İlinde Farklı Özellikteki Seralar İçin Isıtma Gereksinimlerinin Belirlenmesi. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 3(3) : 1 – 7.

- Öztürk, H. 2003. İklim Koşullarının Sera Tasarımına Etkisi. **Alata Bahçe Ürünleri Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 2 (2): 40 – 44.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Özgür, M., Özçelik, N., Boyacı, H.F., Ersoy, A. 2004. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/2b93ce08763fddf_ek.pdf?tipi=14..], Erişim Tarihi: 10.04.2012.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin G. B., Engindeniz, S., Boyacı, H.F., Ersoy, A., Tepe, A., Uğur, A. 2009. Örtüaltı Yetiştiriciliğinin Gelişimi [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/db30d43f3791ae8_ek.pdf], Erişim Tarihi: 10.04.2012.
- Uzun, B., Demir, V. 2012. Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) Ölçümlerinde LED ve Fotodiyotların Kullanımı. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 18: 214 – 255
- Uzun, D. 2005. Sera Şartlarında Sıcaklık ve Işığın Biberde (*Capsicum annuum* L.) Büyüme Gelişme ve Verim Üzerine Kantitatif Etkileri. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış), Samsun.
- Yavuzcan, G. 1995. İçsel Tarım Mekanizasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 409 s, Ankara.
- Yonar C.O. 2006. Şişme Yapılar (Pnömatikler), [<http://forum.yapisal.net/sitemap/t-3983.html>], Erişim Tarihi: 08.01.2012.
- Yüksel, A.N. 2004. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık, 287 s, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mesut ÖZTÜRK
Doğum Yeri ve Tarihi : Bolu 1987

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İLETİŞİM

E-posta Adresi : mesutozturk_@hotmail.com
Tarih : 24.02.2014