

Şişirme Örtülü Sera Geliştirilmesi

Mesut ÖZTÜRK¹, İbrahim YALÇIN^{2*}¹Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, AYDIN²Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, AYDIN.

Özet: 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 modellemesinin yapılmasının ardından sahada kurulumu gerçekleştirilmiştir. Çift katlı olarak tasarlanan örtü katmanları arasında 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. Aynı yapıdaki seranın tek kat örtü ile kaplandığı varsayılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, şişirme örtünün tek katlı örtüye göre ısı kayıplarını %67.8 oranında azalttığı ortaya çıkmıştır. Şişirme örtülü serada, günlük toplam PAR değerlerinin 2500–16000 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ arasında değiştiği görülmüştür. Tek kat PE kaplı farklı serayla yapılan karşılaştırmada PAR ve sıcaklık değerleri arasında fark olmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: PAR, sera, ısı, yalıtım**Inflating Coated Greenhouse Development**

Abstract: 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 drawing programme of greenhouse, its installation in the field has been realized. It is provided that pressure and pneumatic circuit stands in balanced by 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.

Keywords: PAR, greenhouse, heat, insulation**GİRİŞ**

Yoğun tarım olarak da adlandırılan sera yetiştiricilik yöntemi çevre koşullarını denetim altında tutarak üretim mevsimi dışında da daha fazla ürün yetiştirmeyi ve üreticiye yüksek kar sağlamayı mümkün kılan bir tarım şeklidir (Kendirli, 2004).

Günümüzde örtü (cam, PE, polikarbonat) ve konstrüksiyon (çelik, galvaniz çelik, alüminyum, vb.) malzemesine, çatı havalandırmasının olup olmamasına, havalandırma pencerelerinin net ile kapatılıp kapatılmamasına bağlı olarak plastik sera maliyeti 20–50 TL/m², cam sera maliyeti ise 60–70 TL/m² arasında değişebilmektedir (Tüzel ve ark., 2005).

Bu maliyetlerle tesis edilen seralarda arzulanan, teknolojinin verdiği imkanlar dahilinde gelişmiş sistemler ile donatılarak bilgisayar kontrolünde sağlıklı bir üretim yapılabilmektedir. 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. Yapılan çalışmalar örtü altı yetiştiricilikte en büyük girdinin enerji olduğunu, bunun büyük bir kısmının ısıtma amacıyla kullanıldığı ve toplam maliyet içerisinde %60'lara kadar yükselebildiğini göstermektedir (Öztürk, 2003).

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 (Öztürk, 2014).

Bu çalışmada seracılığın daha serin iklimlerde de ekonomik olarak yapılabileceği, 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 amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Sera örtüsü yapımında ana malzeme olarak 6 m genişlik, 300 μm kalınlık ve $\rho = 0.688 \text{ g/cm}^3$ yoğunluktaki naylon film kullanılmıştır. Naylon malzemenin yapıştırma işlemi 800 W gücünde 80 cm iş genişliği olan poşet ağzı kapatma makinası ile yapılmıştır.

Örtünün şişirilmesi ve pnömatik elemanların çalışması için gerekli hava basıncı bir kompresör kullanılarak sağlanmıştır. Oluşturulan pnömatik devrede ayarlanabilir emniyet valfi, filtre, selenoid yön valfleri, basınç şalterleri, çekvalfler, vanalar ve çeşitli bağlantı elemanları kullanılmıştır. Kompresörden alınan basınçlı hava içerisindeki istenmeyen parçacıklar ve nemin alınması, ayrıca kompresör çıkışında istenilen hava basıncının ayarlanabilmesi amacıyla regülatör kullanılmıştır (Anonim, 2013a).

Seranın yüksekliğinin değiştirilebilmesi ve sera yüklerinin taşınabilmesi için 48 x 2.5 mm ve 42 x 2.5 mm boru profil

***Sorumlu Yazar:** iyalcin@adu.edu.tr

Bu çalışma yüksek lisans tezi ürünüdür.

Geliş Tarihi: 9 Mayıs 2017**Kabul Tarihi:** 26 Ekim 2017

Şişirme Örtülü Sera Geliştirilmesi

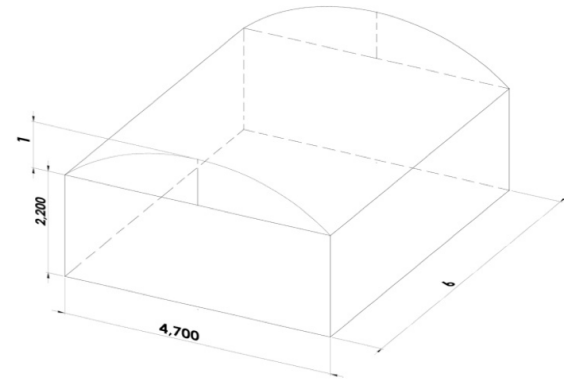
malzemelerden teleskopik taşıyıcı ayaklar oluşturulmuştur. Düşey düzlemdeki örtüler ve çatının aynı eksendeki hareketi için 45 x 90 mm sigma profil ve bağlantı elemanları kullanılmıştır. Çatı örtüsü 50 x 100 x 2.5 mm, 40 x 80 x 2.5 mm ve 50 x 50 x 2.5 mm demir profil malzemeler ile oluşturulan çerçeve üzerine sabitlenmiştir.

Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) ölçümleri quantum PAR sensörü ile yapılmıştır. Quantum PAR sensörü veri kaydediciye bağlanarak sıcaklık ve PAR ölçümleri eş zamanlı olarak yapılmıştır. Veri kaydedici cihazlar ile elde edilen veriler Hoboware Pro paket programı kullanılarak işlenmiştir.

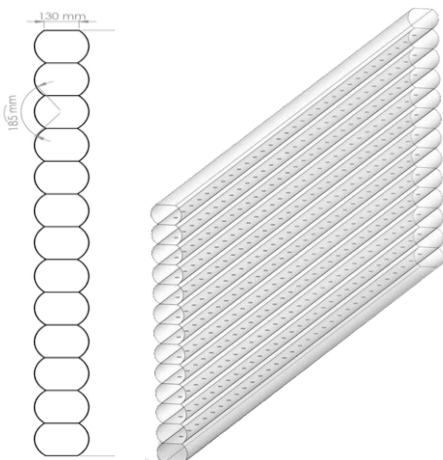
Kıyaslama serası olarak iki blok şeklindeki, 10 x 20 m büyüklüğünde, 3 m toplam yüksekliğe sahip, yay çatılı, 300 µm tek kat PE örtülü sera kullanılmıştır.

Sera tasarımı ve modellenmesi DSS Solid Works ve Auto Cad programları ile yapılmıştır (Öztürk, 2014).

Tasarımı yapılan sera 6 x 4.7 x 2.2 m ölçülerindedir. Sera yüksekliği istenildiği takdirde 3.2 metreden 2.45 metreye kadar düşürülebilmektedir (Şekil 1). Örtünün ısı yalıtım etkinliğini artırmak amacıyla örtü iki katman olarak kullanılmış ve bu katmanlar yine aynı malzemeden şeritler ile birbirine yapıştırılmıştır. Oluşturulan düşey düzlem ve çatı örtüleri model ve kesit görüntüleri Şekil 2 ve Şekil 3'de görülmektedir. 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



Şekil 1. Tasarlanan sera ölçüleri



Şekil 2. Düşey düzlem örtüleri model ve kesit görünümü

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 (Anonim, 2013b).

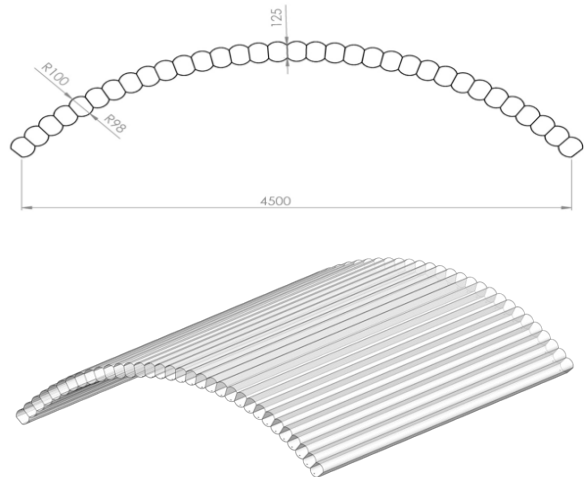
Çatı çerçevesi ve yan örtüler, seranın dört köşesinde zemine sabitlenen ve kızak olarak kullanılan 6 oluklu sigma profil üzerinde kayarak çalışmaktadır.

Taşıyıcı ayaklar sera yüklerinin taşınmasını sağlayacak ve aynı zamanda istenilen sera yüksekliğinin ayarlanabilmesine imkan sağlayacaklardır. Taşıyıcı ayaklar 48 x 2.5 mm ve 42 x 2.5 mm boru profilleri kullanılarak oluşturulmuştur. 2000 mm olarak kesilen kalın profilin 750 mm'lik kısmı zemine çakılarak sabitlenmiştir. İnce profilin zemine sabitlenen parça içerisinde teleskopik olarak düşey düzlemde hareketi sağlanmıştır. İnce profil uç kısmından 120 mm ve 90° bükülerek ucuna 150 x 100 x 10 mm boyutlarında sac levha kaynaklanmıştır. Sac levha üzerinde delikler açılarak taşıyıcı ayaklar çatı çerçevesine vida bağlantısı ile bağlanmıştır (Anonim, 2013b).

Taşıyıcı ayakların toprak zemine daha fazla batmaması ve sera yüksekliğinin değiştirilmesinde kızak olarak kullanılacak sigma profillerin bağlantılarının yapılabilmesi amacıyla boru profil üzerine 200 x 400 x 10 mm boyutlarında sac levhalar kaynaklanmıştır (Öztürk, 2014).

Sera örtülerinin üzerinde toplanacağı ve seranın ana iskelet sistemini oluşturacak çatı çerçevesi 6000 x 4700 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Çatı çerçevesi oluşturulurken tüm bağlantı noktalarında vida bağlantıları kullanılmıştır. 50 x 100 mm boyutlarındaki profillerin birleştirilebilmesi için 40 x 80 x 2.5 mm profilden 90° açılı köşe bağlantıları hazırlanmıştır. Yine çerçevenin köşe bağlantılarının rijitliğinin sağlanabilmesi için 50 x 50 x 2.5 mm profilden destek parçaları kullanılarak bağlantıları yapılmıştır.

Düşey düzlem örtülerinin aynı zamanda havalandırma amaçlı kullanılacağı düşünüldükçe, örtünün çatı çerçevesi ile olan bağlantısı sökülebilir (açılıp – kapanabilir) şekilde tasarlanmıştır. Örtünün en üst bölümü içerisine 20 mm çapında plastik bir boru konumlandırılmıştır. Çatı çerçevesi yan profillerinin alt kısımlarına örtü içerisindeki boruyu sabit tutabilecek boru klipsleri vidalanmıştır (Öztürk, 2014).



Şekil 3. Çatı örtüsü kesit ve model görünümü

Sera yan örtülerinin düşey düzlemdeki hareketi örtünün iki kısa kenarına vidalanmış T kanal somunlarının sigma profil içerisinde kayarak çalışması sonucu sağlanacaktır.

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 (Anonim, 2013b).

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 2200 mm olmaktadır. Bu mesafe 1450–2200 mm arasında ayarlanabilmektedir. Serada çatı çerçevesi ve çatı örtüsü arasında kalan ve değiştirilemeyen mesafe en yüksek noktada 1000 mm'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. 2100 mm olan yan örü yükseklikleri istenildiğinde içindeki hava boşaltılarak seranın yan kısımlarının tamamen açılması sağlanabilmektedir.

Örtü basıncı 1.5 PSI (Pound square inch) değerini aştığı andan itibaren yapıştırma noktalarında yırtılmalar meydana geldiği saptanmış ve örtü içerisindeki basıncın 1.2 PSI değerini aşmayacak şekilde olması sağlanarak 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 16 mm olarak seçilmiştir. Sistem tasarımı Festo Fluid Sim Pnömatik programı ile yapılmıştır (Yavuzcan, 1995). 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 (Balliu ve Skreli, 2009).

Uygulamada bölmelerdeki basıncın birbirinden bağımsız olarak kontrol edilmesi fayda sağlayacaktır. Çatı örtüsü toplam hacmi 5.6 m³tür.

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 ya da 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.

Kuruluma 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 gjydirilmiş ve son olarak örtülere gerekli basıncı sağlayacak hava iletim hattı elemanları montajı ve elektrik bağlantıları yapılarak sera tamamlanmıştır.

Seranın imalat aşamasında kullanılan tüm eleman ve malzemelerin belirlenmesinin ardından sera birim alan maliyeti hesaplanmıştır (Tüzel ve ark., 2005).

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

Seraya gelen rüzgar yükü, sera çatısı üzerine gelen basınç kuvveti, rüzgara karşı devrilme emniyetinin saptanması için devrilmeye karşı koyan diğer yükler hesaplanmıştır (Yavuzcan, 1995).

Ölçümler iki adet Onset Hobo veri kaydedici cihaz ve quantum par sensörleri ile prototip, kıyaslama serası ve dışarıda eş zamanlı olarak yapılmıştır. Cihazlar toprak seviyesinden 120 cm yükseğe konumlandırılmış ve her 15 dakikada bir ölçüm yapacak şekilde programlanmıştır. PAR ölçümlerinde ise iki ölçüm arasındaki 15 dakikalık periyotlarda foton sayılarının değişmediği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. Ölçümler sırasında sera içerisinde herhangi bir bitki yetiştirilmemiştir (Uzun ve Demir, 2012).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Birim alan maliyeti incelendiğinde yaklaşık 130 TL/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 ve ark. (2005) bildirdiklerine göre modern sera yatırım maliyetleri 225 TL/m², orta büyüklükteki küçük işletmelere göre nispeten modernize olmuş sera maliyetleri ise yaklaşık 75 TL/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 denemesi 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.

TS 498'e göre rüzgar yükü ve devrilme emniyeti hesaplamaları yapılırken yapı yüksekliği 0–8 m ve rüzgar 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 Ms / Md > 1.5 olmalıdır ve 1.8 > 1.5 olduğundan sera rüzgara karşı emniyetli bulunmuştur.

Isıtmasız koşullarda şişirme örtülü sera iç sıcaklığı ile mevcut seraların iç sıcaklıkları arasındaki farklılıkların bulunabilmesi

Çizelge 1. Ortalama sıcaklık değerleri

	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 ortal.	12.986	12.881
Z test		0.383443776
I - Z		0.616556224

için eş zamanlı olarak ölçümler yapılmıştır. Seraların günlük ortalama sıcaklıkları Çizelge 1’de verilmiştir.

Günlük ortalama sera sıcaklıkları istatistiki açıdan değerlendirildiğinde ($p < 0.05$) aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Şişirme örtülü sera ile mevcut seraların PAR geçirgenlikleri arasındaki farklılıkların bulunabilmesi için eş zamanlı olarak ölçümler yapılmıştır. Kıyaslama serası olarak iki blok şeklindeki 10×20 m büyüklüğünde 3 m toplam yüksekliğe sahip yay çatılı PE örtülü sera kullanılmıştır. Seraların günlük PAR birikimleri Çizelge 2’de verilmiştir. Günlük PAR birikimleri istatistiki açıdan değerlendirildiğinde ($p < 0.05$) aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur.

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 TL/m^2 gibi standart seralara göre yüksek bir değer bulunmuştur (Öztürk, 2014). Maliyetin yüksek çıkmasına sebep olarak mevcut seralardan farklı olarak pnömatik malzeme kullanımı ve yaklaşık 2.5 kat daha fazla örtü malzemesi gereksinimi gösterilebilir. Ancak pnömatik sistemde basınçlı hava kaynağının büyütülmesiyle

Çizelge 2. PAR 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 ortal.	9507.88	9637.32
Z test		0.563955881
I - Z		0.436044119

aynı sistem ile daha büyük seralar kurularak maliyetler daha aşağılara çekilebilir.

Sera tasarım aşamasında rüzgar yükü hesaplamalarında 17.2 m/s azami rüzgar hızında 1.5 değerinden büyük olması gereken rüzgar emniyet katsayısı 1.8 olarak bulunmuştur. Bu da seranın rüzgara 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. Yavuzcan (1995) bildirdiği gibi, 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. Bu bulgular, Baytorun ve ark. (1995) ile benzerlik göstermektedir.

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 ısıtmasız koşullarda olumlu ya da 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 değişimle beraber $2500\text{--}16000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{gün}^{-1}$ arasında değiştiği görülmüştür. Bazı günlerde sera içi PAR değerleri dış ortamdaki daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi tam olarak anlaşılacakla birlikte, örtünün şeklinden kaynaklanan bir mercek 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 ortamdaki 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 istatistiki açıdan değerlendirildiğinde aralarındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür. Yavuzcan (1995) eserinde, bu sonucu destekleyici bilgiler vermektedir.

Örtü için teorik olarak yapılan ısı hesaplamaları sonucunda şişirme örtünün tek katlı örtüye göre ısı kayıplarında $\%67.8$ oranında azalma sağlayabileceği anlaşılmıştır.

Elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme yapıldığında, şişirme örtülü seranın bugün kullanımda 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 ısı etkinliğinin kesin olarak belirlenebilmesi için ısıtma sistemleriyle donatılarak, diğer seralarla karşılaştırmalı ölçüm, analiz ve hesaplamaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2013a) Elektrotec Basınç Anahtarları Türkçe Bakım ve Kullanım Kılavuzu. <http://ekilavuz.com/kilavuz>, Erişim Tarihi: 15/07/2013.
- Anonim (2013b) Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri. <http://www.mmf.cu.edu.tr/imb/TS498.pdf>, Erişim Tarihi: 30/12/2013.
- Balliu A, Skreli E (2009) Inflated Greenhouse. <http://keshilluesibujqesor.al?p=1976>, Erişim Tarihi:08/01/2012.
- Baytorun AN, Abak K, Tokgöz H, Güler Y, Üstün S (1995) Seraların Kışın İklimlendirilmesi ve Denetimi Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Grubu, TOAG-993 Proje Sonuç Raporu.

- Kendirli B (2004) Sera İşletmelerinin Planlanmasında Sistem Yaklaşımı. Derim Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 21: 35–43.
- Öztürk H (2003) İklim Koşullarının Sera Tasarımına Etkisi. Alata Bahçe Ürünleri Araştırma Enstitüsü Dergisi 2 (2): 40 – 44.
- Öztürk M (2014) Şişirme Örtülü Sera Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan Y, Özgür M, Özçelik N, Boyacı H.F, Ersoy A (2005) Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI.Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, 3-7 Ocak 2005, Ankara, 609-627.
- Uzun B, Demir V (2012) Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) Ölçümlerinde LED ve Fotodiyotların Kullanımı. Tarım Bilimleri Dergisi 18: 214-255.
- Yavuzcan G (1995) İçsel tarım Mekanizasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Yüksel AN (2004) Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık, İstanbul.