

T.C
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ISPARTA YÖRESİNDEKİ SERALARDA FAN PED SİSTEMİNİN
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Hasan ÖZ

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Atılgan ATILGAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİMDALI
ISPARTA-2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Seralarda Havalandırma.....	3
2.1.1. Doğal Havalandırma.....	4
2.1.2. Zorunlu Havalandırma.....	5
2.2. Seralarda Serinletme.....	6
2.2.1. Su Püskürmeli Sistemler.....	7
2.2.2. Sisleme Yöntemiyle Serinletme.....	8
2.2.3. Fan-Ped Sistemiyle Serinletme.....	9
2.2.3.1. Ped Malzemesi.....	11
2.2.3.2. Pedlerin Yerleştirilmesi.....	16
2.2.3.3. Fanlar.....	18
2.2.3.4. Ped ve Fanların Konumlandırılması.....	20
2.3. Fan Ped Serinletme Sisteminin Uygulanması.....	23
2.4. Fan Ped Sisteminde Sistem Etkinliği.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafi Durumu.....	29
3.1.2. Araştırma Alanının Yapısı.....	29
3.1.3. Araştırma Alanının İklim Durumu.....	31
3.2. Yöntem.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Hava Sıcaklığı ve Oransal Nem Değişimi.....	36
5. SONUÇLAR.....	55

6. KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA YÖRESİNDEKİ SERALARDA FAN-PED SİSTEMİNİN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Hasan ÖZ

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Juri: Yrd. Doç. Dr. Atılğan ATILGAN
Yrd. Doç. Dr. Davut AKBOLAT
Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFÇI

Bu tez çalışmasında, sera serinletme sistemlerinden fan ped sisteminin Isparta yöresindeki etkinliği incelendi ve sonuçlar grafikler halinde listelendi.

Sıcak yörelerdeki seralarda eğer serinletme sistemi yoksa sıcaklık rahatlıkla 40 °C'ın üzerine çıkmaktadır. Yüksek sıcaklık bitki kalitesini ve çalışanların verimini azaltır. Evaporatif serinletme yöntemi sera iç sıcaklığının azaltılmasında en çok kullanılan yöntemdir. Yaz aylarında serin iklime sahip yörelerimizde sıcaklık 30-33 °C'ye kadar yükselirken, sera içi sıcaklığı daha da yükselmektedir. Serin iklim bölgelerinde yaz sıcaklıkları, sıcak iklim bölgelerinde ki yaz sıcaklığına oranla daha düşük olması nedeniyle seraların fan ped sistemiyle 10-12 °C kadar soğutularak, sera sıcaklığı dış hava sıcaklığının altına düşmesi sağlanarak yazın da seralarda üretime devam edilebilmektedir.

Bu nedenle çalışmalar sonucunda, Isparta yöresinde kurulmuş olan seralarda fan ped sistemi çalıştırılarak etkin bir serinletme gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Fan Ped Sistemi, Serin İklim Bölgesi, Isparta, Sistem Etkinliği

2007, 62 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF FAN-PAD SYSTEM EFFICIENCY OF GREENHOUSES IN ISPARTA REGION

Hasan ÖZ

Suleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences

Agricultural Buildings and Irrigation Department

Thesis Committee: Asst. Prof. Atılgan ATILGAN
Asst. Prof. Davut AKBOLAT
Asst. Prof. Abdullah KADAYIFÇI

In this thesis, the efficiency of fan pad system which is one of the greenhouse cooling system was observed in Isparta region and the results was listed as graphics.

Temperatures can easily exceed 40 °C hot region greenhouses during the summer if they are not equipped with cooling systems. Such high temperatures reduce crop quality and worker productivity. Evaporative cooling is the most common method for reducing the temperature inside a greenhouse. While temperature of cool climatic regions increase until 30-33 °C inside of greenhouse temperature is more than outside during summer periods. Temperature of greenhouse cooling as 10-12 °C by fan pad system because of summer temperature in cool climatic region is lower than hot climatic regions. By this process, production can be kept on in greenhouse in summer period due to decreasing of greenhouse temperature under the outside air temperature.

Therefore, as a results of the study, effective cooling was determined by using fan pad system established greenhouse in Isparta region.

Key Words: Greenhouse, Fan Pad System, Cool Climate Region, Isparta, System Efficiency

2007, 62 pages

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında beni yönlendiren, karşılaştığım problemlerin çözümünde bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Atılgan ATILGAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Araştırma alanının kurulmasından sistemin çalıştırılma aşamasına kadar pek çok koşulda bütün bilgisiyle bana yardımcı olan değerli hocam Doç Dr. Ali COŞKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

1420-YL-06 No'lu proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde ve tezimin her aşamasında maddi ve manevi yardımlarıyla beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hasan ÖZ

Isparta-2007

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Seralarda havalandırma yöntemleri.....	3
Şekil 2.2. Seralarda serinletme sistemleri.....	7
Şekil 2.3. Su püskürtme sistemiyle serinletme yapılan seradan görüntü.....	8
Şekil 2.4. Sisleme yöntemiyle serinletme yapılan seradan görüntü.....	8
Şekil 2.5. Fan ped sistemi ile serinletme yapılan sera görüntüsü.....	9
Şekil 2.6. Ped genel görüntüsü.....	11
Şekil 2.7. Plastikten yapılmış ped malzemesi.....	12
Şekil 2.8. Kavak talaşından yapılmış ped malzemesi.....	13
Şekil 2.9. Samandan yapılmış ped malzemesi.....	14
Şekil 2.10. CELdek ped görüntüsü.....	16
Şekil 2.11. Seranın ilk kurulumu sırasında fanların yerleştirilmesi.....	19
Şekil 2.12. Fan ve Pedlerin yerleştirilmesinin kroki görünümü.....	20
Şekil 2.13. Sera içine asılan saptırıcılar.....	21
Şekil 2.14. Yan yana seralarda fan ve ped yerleşimi.....	22
Şekil 2.15. Havanın adyabatik şartlarda nemlenmesine bağlı olarak kuru termometre sıcaklığının azalmasının psikrometik diyagram üzerinde incelenmesi.....	24
Şekil 3.1. Sera içindeki pedlerin görüntüsü.....	30
Şekil 3.2. Sera içindeki fan görüntüsü.....	30
Şekil 3.3. Seranın genel görüntüsü.....	31
Şekil 3.4. Serada üretim deseni.....	33
Şekil 3.5. Serada hobo ve sensörlerin dağılımı.....	34
Şekil 3.6. Hobonun genel ve sera içi görüntüsü.....	34
Şekil 3.7. Hobonun teknik özellikleri.....	35
Şekil 4.1. Sera içine yerleştirilen hobo görüntüsü.....	36
Şekil 4.2. Serada yetiştirilen domatesin gelişme döneminden görünüm.....	37
Şekil 4.3. 04.07.2007 tarihinde sadece pedler çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.	38

Şekil 4.4. 06.07.2007 tarihinde sadece pedler çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	39
Şekil 4.5. 23.07.2007 tarihinde fan ped sistemi birlikte çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	41
Şekil 4.6. 4 Temmuz 2007 (a) ve 23 Temmuz 2007 (b) günleri sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması.....	42
Şekil 4.7. 26.07.2007 tarihinde dış ortam oransal nemin en düşük olduğu gün seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	43
Şekil 4.8. 26 Temmuz 2007 sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.9. 27.07.2007 tarihinde en sıcak günde sera içinde bulunan sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	45
Şekil 4.10. 27 Temmuz 2007 sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması.....	45
Şekil 4.11 28.07.2007 tarihinde sistem çalıştırılmazken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	46
Şekil 4.12. 04.08.2007 tarihinde sistem çalışmazken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri	48
Şekil 4.13. 06.08.2007 tarihinde sistem çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri	49
Şekil 4.14. 4 Ağustos 2007 günü sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.15. 6 Ağustos 2007 günü sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.16. 13.08.2007 tarihinde sisteme buz uygulandığında seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri.....	51
Şekil 4.17. 14.08.2007 tarihinde sistem çalışırken seranın (a) fan önü, (b)	

orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değışimleri	52
Şekil 4.18. Serada yetiştirilen domatesin olgunlaşma döneminden görünüm...	53
Şekil 4.19. 28.08.2007 tarihinde dış ortam oransal nem değerin en yüksek olduğu gün seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değışimleri.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı ped düzenleri için uygun su, depo ve hava hızı gereksinimleri.....	18
Çizelge 2.2. Seralarda kullanılan fanların 25 pa statik basınç şartlarında debi, güç gereksinimi ve gerekli ped alanı.....	22
Çizelge 2.3. Çeşitli nem ve sıcaklık değerlerinde pedden çıkan havanın sıcaklık değeri.....	27
Çizelge 3.1. Isparta iline ait 36 yıllık ortalama meteorolojik veriler.....	32

1. GİRİŞ

Ülkemizde hızlı nüfus artışı beslenme problemini de beraberinde getirmektedir. Üreticiler iç ve dış piyasa ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla; sebze, meyve ve süs bitkilerinde üretim periyodunu dönemsel olarak değil tüm yıl boyunca gerçekleştirmektedir. Üretimi yıl boyunca gerçekleştirmek, açık arazi koşullarında imkânsızdır. Üreticiler yıl boyunca üretimi, kontrollü üretim merkezi olan seralarda gerçekleştirebilmektedirler.

Seralarda üretiminin en önemli avantajı, çevresel ve iklimsel faktörlerin kontrol altında tutulmasıdır. Bu faktörlerden en önemlisi de sera sıcaklığının kontrolüdür. Serada yetiştirilen bitkilerde, her bitki için dönemsel olarak farklı sıcaklık istekleri bulunmaktadır. Kontrollü üretimde bitkinin ihtiyacı olan sıcaklık, dönemsel olarak kontrol edilmelidir. Seraların planlanmasında diğer yapılarda olduğu gibi ışık ve sıcaklığın girişini engelleyici duvarlar bulunmayıp cam ya da plastikten inşa edildiği için sıcaklık artışı seralardaki en önemli problemdir. Pek çok teknolojik gelişmeler sayesinde sera içi sıcaklığı kontrol altında tutmak, günümüz şartlarında çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır.

Ülkemiz tarımsal üretiminde bir üretim kolu olan seracılık, daha çok Akdeniz bölgesi sahil şeridinde yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Yaz aylarında tarla ve bahçelerde sebze yetiştiriciliği yaygın olarak yapıldığından, seracılığın yaygın olduğu sıcak bölgelerimizdeki seralarda yaz aylarında sebze yetiştiriciliği yapılmaz. Sera üretiminde asıl amaç ekonomik şartlar altında daha kaliteli ve bol üretim yapmaktır. Bu yüzden sıcak iklime sahip yörelerimizde, kış ve ilkbahar için yetiştirilen bitkilerin hasadına yaz başlarında da devam edilir ve sera içi sıcaklık bitkiler için olumsuz duruma geldiğinde sera boşaltılır. Sıcak iklime sahip yörelerimizdeki sebze seraları, yaz aylarında boş olduklarından, bu sıcak günlerde söz konusu seraların serinletilmesi gibi bir sorun yoktur. Son yıllarda yazların serin geçen rakımı yüksek yörelerimizde gelişmeye başlayan seracılık uygulamalarında ise gündüz saatlerinde serinletme yapılarak yaz aylarında da sebze üretimine devam edebilme olanağı vardır.

Yaz ayları sıcak yörelere nispeten daha serin olan Isparta bölgesinde yapılan seracılık üretimlerinde, yaz aylarında üretime devam edilerek seralarda serinletme sistemi kullanılarak verimli bir üretim başarıyla yapılabilmektedir.

Serinletme uygulamaları için, iç ortam sıcaklığını azaltan ve bağıl nem oranını artıran su buharlaştırma sistemleri, etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Sera iç ortam havasının oransal nem oranı, bitkilerden oluşan su kaybında etkili olduğundan önemlidir. Oransal nem oranının yüksek olması durumunda, bitkilerden daha az su kaybı oluşur ve solma olasılığı azalır.

Seginer (1980) sera havasının kontrolünün genellikle sıcaklıkla sınırlı olduğunu, oysa bunun en kritik parametre olmasına karşın CO₂ konsantrasyonu, oransal nem gibi parametrelerin de önemli olduğunu ve ideal bir sistemde bunların da mutlaka kontrol edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

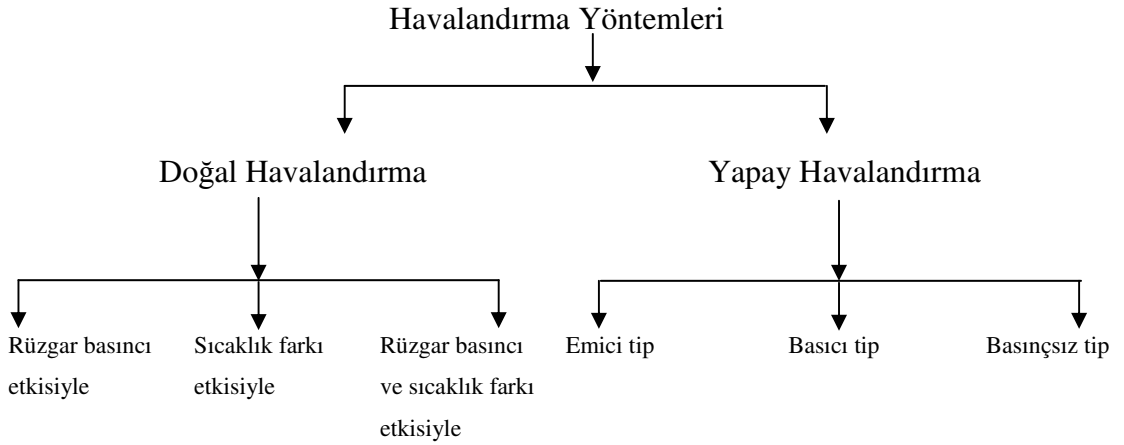
Harzadın (1986), seralarda bitkisel üretim yapabilmek için yazın çeşitli önlemlerle seraların serinletilerek uygun çevre koşullarının sağlanması gerektiğini belirtmektedir. Sözü edilen çevre koşullarının seranın iç sıcaklığının ve neminin belirli sınırlar arasında tutulmasıyla gerçekleşeceği bildirilerek, bu amaçla yaz mevsiminde seraların havalandırılması, soğutulması ve gölgelendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Aydıncıoğlu, 2004).

Bu araştırmada amaç, Isparta gibi serin iklime sahip yörelerdeki seralarda fan ped sisteminin etkinliğini belirlemek, seralarda ortam nemine bağlı olarak seranın nemlendirmeli serinletme sistemlerinden fan ped sistemi kullanılarak sera sıcaklığının ne kadar düşürülebileceğini saptamaktır. Elde edilen veriler konunun amacına göre derlenmiş ve araştırmacılar ile yetiştiricileri bilgilendirmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Seralarda Havalandırma

Havalandırma; sera iç ortamındaki hava sıcaklığı ve bağıl nem oranını azaltmak ve ortam havasındaki CO₂ düzeyini uygun bir değerde tutabilmek amacıyla, temiz hava sağlamak için sera içerisindeki havanın dış ortamdaki temiz havayla yer değiştirmesi işlemidir. Sera iç ortamındaki havanın dış ortamdaki temiz havayla yer değiştirebilmesi için farklı yöntemler uygulanabilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Seralarda havalandırma yöntemleri (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002)

Seralarda havalandırma işleminin en önemli amacı, ortamdaki duyulur ısı ve su buharının (gizli ısı) uzaklaştırılmasıdır. Toplam güneş ışınımının yüksek olduğu durumlarda, sera ortamında kazanılan ısı enerjisinin önemli bir bölümü bitkiler tarafından transpirasyon işleminde kullanılır. Bu durumda güneşten kazanılan duyulur ısı gizli ısıya dönüşür.

Havalandırma aynı zamanda, sera içerisindeki bitkilere zararlı gazların ortamdan uzaklaştırılmasında da önemli rol oynar. Seralarda yetiştirilen bitkilere zarar verdiği bilinen kirletici etmenler; ozon, etilen, sülfürdioksit, civa buharı ve fenollerdir (Aldrich, 1986). Sera ortamındaki zararlı gazlar aşağıdaki kaynaklardan açığa çıkar:

- Bitkinin kendisi (etilen)
- Fotokimyasal tepkimeler
- Yakıtların yanması
- Fungisit-pestisitler
- Ahşap malzemeleri korumak için kullanılan kimyasal maddeler

Havalandırmayla, bu kaynaklardan açığa çıkan zararlı gazların sera içerisinde birikmesi önlenir.

2.1.1. Doğal Havalandırma

Seralarda doğal havalandırma, iç ve dış havanın farklı sıcaklık ve yoğunluklarda olması nedeniyle hava kitlesinin yer değiştirmesi ilkesine dayanır. Ayrıca, rüzgar hızı ve yönü, havalandırma açıklıklarının şekli, miktarı ve konumu, yapı konstrüksiyonu ve yörenin iklim koşulları gibi çeşitli faktörler de doğal havalandırmayı etkilemektedir (Demir vd., 1997). Doğal havalandırmada, havalandırma pencereleri kullanılır ve bu pencereler genelde sera çatısına, bazen de yan yüzeylere yerleştirilir (Özmerzi ve Kürklü, 1989). Doğal havalandırma sisteminde pencereler genellikle çatı mahyasının her iki yanında, mahya uzunluğunca ve ayrıca sera yan duvarlarında saçak altı uzunluğunca yerleştirilir (Yüksel, 2000).

Nielsen (2002), doğu-batı yönünde konumlandırılmış taban alanı 180 m² olan bireysel cam bir serada yaptığı çalışmada, seranın uzun eksenini boyunca konumlandırılmış 1 m açıklıklı çatı havalandırmasının sera içi hava sıcaklığını bitki yüzeyinde ortalama olarak 2,1 °C düşürebildiğini bildirmişlerdir.

Teitel ve Tanny (1999), doğal havalandırma koşullarında çatı pencerelerinin açıklık durumuna göre sera içi sıcaklık ve nem durumunu incelemek için teorik ve deneysel çalışma yapmışlardır. Teorik model, boyutsuz kütle ve enerji korunumu eşitliklerine dayalı olarak geliştirilmiştir. Araştırmacılar, teorik modeli deneme serasından elde ettikleri sonuçlarla kalibre etmişlerdir. Çalışma, çatı pencereleri açıklığının zamanla, sıcaklık ve nem oranını kararlı koşullarda düşürdüğünü göstermiştir. Pencere açıklık

oranı, rüzgar hızı ve solar radyasyon gibi fiziksel parametrelerin havalandırma sürecine etkisini de araştıran araştırmacılar havalandırma etkinliğinin pencere açıklık oranı ve rüzgar hızının artmasıyla arttığını, solar radyasyon yoğunluğu ile azaldığını saptamışlardır.

Barroso vd. (1999), bireysel ve ikili blok şeklinde yay çatılı plastik seralar olmak üzere farklı sera konstrüksiyon tiplerinin marul bitkisinin verimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, bireysel seralarda daha yüksek brüt ve net verim elde edildiğini belirlemişler, bunun nedenini ise blok seralardaki havalandırma koşullarının yetersizliğine bağlamışlardır. Ayrıca incelenen seralarda, sıcaklık değişiminde önemli bir farklılık olmamasına rağmen blok seralarda oransal nemin daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Doğal havalandırmanın yeterli olabilmesi için önerilen çatı pencerelerinin toplam alanı sera taban alanının % 16-20'si arasında olmalı ve bu açıklıklar çevre koşullarına göre ayarlanabilmelidir. Bu oran soğuk bölgelerdeki seralarda ise % 10-12 düzeyine kadar düşürülebilir (Yüksel, 2000). Ancak günümüzde sera havalandırma pencerelerinin açıklık oranının % 25 olması gerektiği öne sürülmektedir (Nicolaus, 1990). Havalandırma sistemindeki yan pencerelerin toplam kesit alanı, çatı pencerelerinin alanı kadar veya bunun en az 2/3'ü kadar olmalıdır. Aksi halde havalandırma etkinliği düşer (Yüksel, 2000).

2.1.2. Zorunlu Havalandırma

Fanlar yardımıyla seranın iç ve dış ortamına doğru hava hareketi sağlanarak, seradaki kontrol edilebilen havalandırma açıklıklarından oluşan hava değişimidir. Günümüzde seralarda; havalandırma fanları, hava akımı kontrol açıklıkları ve panjurlu pencereler bulunan zorlamalı havalandırma sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Seracılığın yoğun olarak yapıldığı sıcak ve ılıman iklime sahip bölgelerde yaz aylarında sera içi sıcaklık, doğal veya zorlamalı havalandırma uygulamalarıyla

bitkilerin olumsuz yönde etkilenmeyecekleri değerlerde tutulamamaktadır. Havalandırmanın yeterli olmadığı bu gibi şartlarda seralarda serinletme sistemleri etkin bir şekilde kullanılabilir (Yağcıoğlu, 2005).

Yaz serinletmesinden kurtulmak isteyen üreticiler yazın üretimi durdurarak seraları boş bırakmaktadır. Ancak üreticiler serayı boş bırakarak, sera ekipman ve yapı malzemesinin kısıtlı olan kullanım süresinde tam olarak yarar sağlayamamaktadır. Oysaki tüm yıl içinde üretim yapılarak malzemelerin kullanım süresince maksimum şekilde faydalanılabilmektedir (Beytes, 2006).

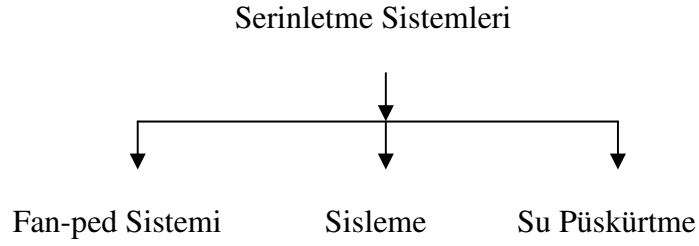
2.2. Seralarda Serinletme

Serada doğal havalandırmayla ulaşılabilen değerlerden daha düşük iç ortam sıcaklığı istenildiğinde, seraya giren hava sıcaklığını azaltmak ve bağıl nem oranını artırarak bitkilerin su stresine girmelerini önlemek için, nemlendirmeli serinletme sistemleri kullanılabilir (Şekil 2.2). Nemlendirmeli serinletme uygulamalarında, havalandırma sisteminin zorunlu havalandırma sistemi olması gerekir.

Yazın da üretimi sürdürmek için, bitkinin ihtiyacı olan uygun koşulların sağlanması gerekir. Seralarda serinletmede en önemli amaçlardan biride bitki terleme olayını düzenlemedir (Seginer vd., 2000).

Bitki yapraklarından meydana gelen terlemeyle bitki strese girecek seviyeye gelmemelidir. Düzenli bir serinletmeyle terleme kontrol altında tutulmalıdır (ASAE, 2003).

Stanghellini (1987) yaptığı çalışmaya göre; bitkilerdeki terleme, seralardaki kontrol edilmesi gereken en önemli etken olduğunu bildirmiştir.



Şekil 2.2. Seralarda serinletme sistemleri (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002)

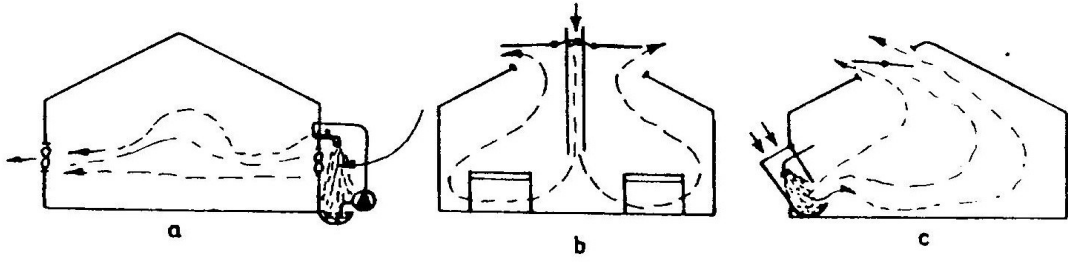
Serinletme uygulamaları için, iç ortam sıcaklığını azaltan ve bağıl nem oranını artıran su buharlaştırmalı sistemler, mekanik (soğutucu) sistemlerden daha uygundur. Sera iç ortam havasının bağıl nem oranı, bitkilerden oluşan su kaybında etkili olduğundan önemlidir. Bağıl nem oranının yüksek olması durumunda, bitkilerden daha az su kaybı oluşur ve solma olasılığı azalır.

Evaporatif (nemlendirmeli) serinletme, hava sıcaklığını havadaki su buharı yardımıyla azaltma yöntemlerinden birisidir. Su buharlaştığı zaman sıcaklığının düşmesindeki sebep enerjisini kaybetmesidir. Evaporatif serinletme sistemlerinde yaş hava ve kuru hava sıcaklığı olmak üzere 2 hava sıcaklığı geçerlidir. Kuru hava sıcaklığı açık hava koşullarındaki sıcaklığın ifadesidir. Yaş hava sıcaklığı ise kuru havadaki nem miktarının artışıyla ifade edilir (Bucklin vd., 1993).

Evaporatif serinletme konusunda bazı araştırmacılar, direk nemlendirmeli serinletme yoluyla ancak Haziran ayı öğle saatlerinde bağıl nem ortalaması % 40'ın altında olan bölgelerde bulunan yörelerde etkinliğin sağlanabileceğini bildirmişlerdir. Diğer bazı araştırmacılar ise, yaş termometre sıcaklığı en fazla 24 °C olan ve kuru termometre sıcaklığı 32 °C'yi geçen bölgelerde bulunan yörelerde bu yöntemle etkili olarak soğutulacağını bildirmişlerdir (Özbuğan, 1995).

2.2.1. Su Püskürmeli Sistemler

Sera içerisine yerleştirilen püskürtme başlıklarından yararlanılarak yapılan serinletme işlemidir. Bu tip sistemlerle serbest su yüzeyi ve buharlaşma oranı artar. Serinletme uygulaması çok ucuz olmasına karşın, serinletme etkinliği yüksek değildir.



Şekil 2.3. Su püskürtme sistemiyle serinletme yapılan seradan görüntü

Dağtekin vd. (1997) yaptıkları çalışmada fan ped sisteminin kontrol bölmesine göre ortam hava sıcaklığını 8,0-10,5 °C, su püskürte sisteminin ise 3,0-4,5 °C arasında bir sıcaklık düşüşü sağladığını, hava sıcaklığının 38-40 °C' ye yükseldiği koşullarda su püskürtme sisteminin ortam sıcaklığını düşürmede yetersiz kaldığını ve bunun sonucunda ortama püskürtülen su damlacıklarının buharlaşmadan zemine düşerek ortamın hijyenik koşullarını bozduğunu, fan ped sisteminde ise bu tür olumsuzlukların görülmemesine karşın ilk yatırım masraflarının su püskürtme sistemine göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

2.2.2. Sisleme Yöntemiyle Serinletme

Sisleme yöntemiyle serinletmede, sera içinde bitkilerden itibaren yeterli bir yükseklikten sera boyunca geçirilen boruların üzerine yerleştirilen püskürtme memeleriyle yapılmaktadır. Bu yöntemin öncelikli amacı sera havasının nemlendirilmesi olmakla beraber, bitkilerin serinletilmesi ve hatta sulanması işlevleri içinde kullanılmaktadır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).



Şekil 2.4. Sisleme yöntemiyle serinletme yapılan seradan görüntü

Fan ped sistemleri ile karşılaştırıldığında, sisleme sistemlerinin buharlaştırma etkinliği kısmen daha küçüktür. Su basıncını 275 kPa'dan 1380 kPa'a yükselten sisleme sistemlerinde, doyumluk etkinliği değerleri % 10'dan % 37'ye yükselir. Bu koşullarda buharlaştırma etkinliği ortalama % 23,5'dir. Diğer taraftan aynı su basıncı değerlerinde, fan ped sistemlerinde doyumluk etkinliği % 6'dan % 95'e yükselir ve buharlaştırma etkinliği ortalama % 95'dir (Critten, 1988).

2.2.3. Fan-Ped Sistemiyle Serinletme

Fan ped sistemi, seralarda yaygın olarak kullanılan nemlendirmeli serinletme sistemidir. Bu sistem ilk olarak 1950'li yılların başlarında Kaliforniya'da kullanılmaya başlanmıştır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).



Şekil 2.5. Fan ped sistemi ile serinletme yapılan sera görüntüsü

Fan ped sistemlerinde, seranın bir kenarına emici tip fanlar ve karşı kenarına da ped yerleştirilir. Ped, fanların karşısındaki uzun veya kısa-yan kenar boyunca kesintisiz bir şekilde yerleştirilir. Uzunluğu fazla olan seralarda, fanlar seranın ortasına ve ped seranın her iki kenarına yerleştirilebilir. Bu durumda, fanların hemen altındaki bölgede hava durgun ve sıcak olduğundan, bitkiler için gerekli hava hızı azalır (Yağcıoğlu, 2005).

Renard ve Stein (1961) uzun eksene dik yönde fan ve ped yardımıyla soğutulan iki bölmeli blok serada yaptıkları araştırmada, pedlere yakın ilk üç bitki sırasında sıcaklığın yükseldiği, orta kısımlara doğru yavaşça düştüğü, 2. bölmede ise sıcaklığın ilk bitki sırasında yükseldiğini daha sonra fanın bulunduğu bölmeye kadar sabit bir değere ulaştığını belirlemişlerdir. Soğutulmuş hava, seraya girdikten sonra bitkilerin etkisi ile yön değiştirerek çatı bölgesine yükselmekte, daha sonra tekrar aşağı inerek diğer seraya ulaşmaktadır.

Fan ped sistemi başlıca aşağıdaki elemanlardan oluşur.

- Sera içerisine hava emilmesinde kullanılan fanlar
- Seraya giren havanın nemlendirilmesi için kullanılan ped
- Ped içerisinde su dolaşımı için kullanılan pompa
- Su deposu ve dağıtma boruları.

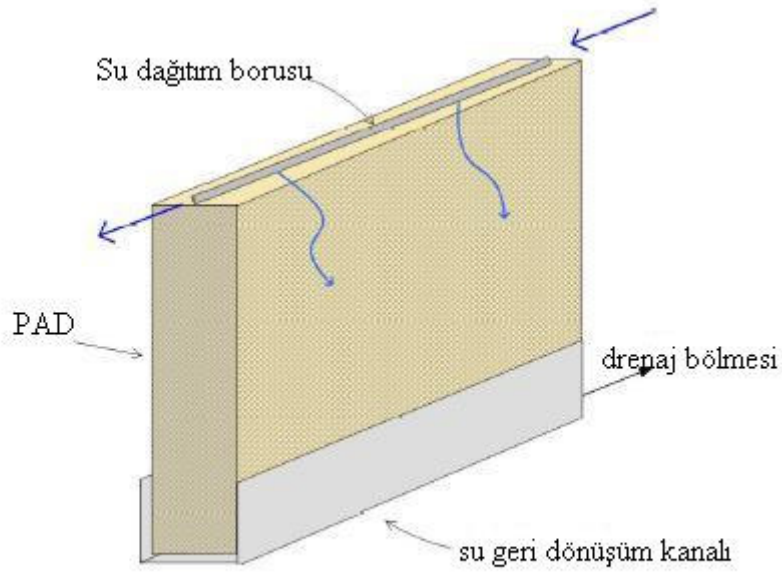
Öztürk vd., (1989) 'nin araştırmaları sonucunda yaz aylarının çok sıcak olduğu bölgelerde sera içi ortam sıcaklık ve bağıl nem düzeyini istenilen seviyede tutabilmek için fan ped serinletme sisteminin etkin bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Sistemin etkinliği, ortam havasının bağıl nemine bağlı olduğundan bağıl nem düzeyinin düşük olduğu bölgelerde daha iyi çalışacağını bildirmişlerdir (Erdoğan, 1994).

Yaz aylarında rüzgar hızı açık alanlarda daha yüksek olmasına karşın düzensiz ve kontrol edilemez. Oysa sera içerisinde fanlarla yapılan serinletme de kontrollü ve hesaplı şekilde yapılabilir (Li, 2007).

Bu sistemin sakıncalı tarafı, hava giriş ve çıkış noktaları arasında sıcaklık farklarının oluşmasıdır. Bu durumda seradaki bitkilerde gelişim farklılığı kaçınılmazdır. Seranın artan sıcaklığına bağlı olarak hava nemi, diğer bir deyişle havanın doyum derecesi düşmektedir. Serada bitki sıra aralarının ek olarak nemlendirilmesi ile soğutmanın etkinliği artırılabilir (Baytorun, 1995).

2.2.3.1. Ped Malzemesi

Ped malzemesi; iki kafesli tel arasında en çok odun yongası konmakla birlikte saman, talaş veya benzeri maddeler konularak yapılır (Yüksel, 2000). Ped ıslaklığının su damlatılarak sağlandığı ve su akışının sınırlı olduğu durumlardaki uygulamalarda, gözenekli malzemelerden yapılan pedlerin etkinliği yüksektir. Ped malzemesi olarak gözeneksiz malzemeler kullanıldığında, su ped içerisinden çok az yüzey alanı oluşturarak aşağıya doğru akar.



Şekil 2.6. Ped genel görüntüsü (Bucklin vd., 1993)

Koca vd. (1991) ped malzemesinin etkinliğini araştırmışlardır. Buldukları sonuca göre ped malzemesinin performansı; ped açısı, ped kalınlığı, hava hızı ve pede su damlatma hızına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir (Liao ve Chiu, 2002).

Ped malzemesi olarak; ağaç, metal parçacıklar, cam, plastik ve cimento kullanılmaktadır. Son zamanlarda selüloz kağıtlardan yapılan ped malzemeleri diğerlerine göre daha etkili ve daha kullanışlı olarak fan ped sistemin kullanıldığı seralar, hayvan barınakları ve diğer yapılarda kullanılmaktadır (Kimball vd., 1977).



şekil 2.7. Plastikten yapılmış ped malzemesi

Kavak talaşı ped malzemesi olarak en uygun özelliklere sahip malzemelerden birisidir. Kavak talaşından yapılan pedler çürümeye karşı daha dirençli olmalarına karşın, bu tip pedlerin etkinliği birinci yıldan sonra önemli oranda azalır. PVC gibi sert malzemeler de ped malzemesi olarak kullanılabilir. Bu tür malzemelerin kullanıldığı pedler genellikle 10-30 cm arasında değişen kalınlıklarda tasarlanır. Birim ped alanı başına maliyet, talaş kullanılarak tasarımılanan pedlerden daha fazladır. Bu tip pedlerde yüzey hızının yüksek olması durumunda daha yüksek etkinlik sağlandığından, belirli değerdeki hava akış hızı için daha az ped alanı gereklidir. Ayrıca bu tip pedlerin kullanım süresi, kavak talaşından tasarımılanan pedlere kıyasla daha yüksektir (ztrk ve Başçetinçelik, 2002).



Şekil 2.8. Kavak talaşından yapılmış ped malzemesi

Kavak talaşından yapılmış olan pedlerin düşey olarak yerleştirilmesi durumunda, ped yoğunluğu yaklaşık $32 \text{ kg talaş m}^{-3}$ olmalıdır. Tüketilen birim enerjiye karşılık en yüksek serinletme etkinliğinin sağlanabilmesi için, ped kalınlığı ayarlanabilmelidir. Pedlerin yatay olarak yerleştirilmesi durumunda, pedin kalınlık ve yoğunluğu, kullanılan ped malzemesinin pedi destekleyen çatı üzerinde serbest bir şekilde dağıtılmasıyla sağlanır.

Wiersma ve Benham (1974) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, her m^2 ped alanı için tekdüze olarak dağıtılmış yaklaşık 4 kg talaş kullanılması önerilmektedir.

Wiersma ve Benham (1974), kavak talaşından yapılan pedlerin, yatay veya düşey olarak yerleştirilmesi durumunda, su akış hızının değişimini incelemişlerdir. Ekonomiklik, temizleme, bakım işlemleri ve serinletme etkinliği dikkate alındığında, su akış hızının ped yüzey alanı başına birim alana $2,4 \text{ L dak}^{-1}$ olması gerektiği önerilmiştir.



Şekil 2.9. Samandan yapılmış ped malzemesi

Dağtekin vd. (1997)'nin Çukurova bölgesinde kümeslerde yaz döneminde yüksek hava sıcaklığının yarattığı olumsuz etkiyi azaltmak için fan ped sisteminde kullanılacak uygun ve ekonomik ped malzemesini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, mukavvadan yapılan pedin dış ortama göre iç ortam hava sıcaklığını ortalama olarak 8,42 °C düşürmesine karşın kavak talaşı ile buğday sapından yapılan pedler birbiriyle benzer değişim göstererek 7,96 °C'lık bir sıcaklık düşüşü sağlanmıştır. Buharlaştırma etkinliği bakımından, mukavvadan yapılan ped %89,78'le birinci sırayı alırken bunu %81,16'la kavak talaşından yapılan ped ve %79,96'la buğday sapından yapılan pedden sistem etkinliği gözlenmiştir.

Mukavvadan yapılan pedler için yatay ped birim alanı başına 60 L dak⁻¹ su dolaşım hızı önerilir. Ped uzunluğunun 2 m'den daha fazla olması durumunda bu değer %10-20 oranında artırılabilir. Bitkisel artıklardan yapılan pedler için üretici firma verilerine göre, ped yüzey alanı başına 7,2 L dak⁻¹ m⁻² su akışı önerilmektedir. (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Sulaiman (2002)'in yaptığı çalışmada ped malzemesi olarak bitki sapı, lif kabağı bitkisi ve hint kenevirini kullanmıştır. Sistemin etkinliği incelendiğinde en fazla etkinlik % 62,1 ile hint kenevirinde, % 55,1 lif kabağı bitkisi ve % 38,9 etkinlikle de bitki sapında belirlemiştir. Aynı çalışmada ped malzemesinin tuz biriktirme

açısından incelendiğinde hint kenevirinin en az tuz biriktirdiğini ve bunu lif kabağı ile bitki sapınından yapılan pedin tuz biriktirme oranına sahip olduğunu belirtmiştir.

Liao ve Chiu (2002)'nin yaptıkları çalışmada ped malzemesi olarak 2,5 mm aralıklı kaba PVC ve 7,5 mm aralıklı ince yapılı PVC kullanmışlardır. Pedler 5, 10 ve 15 cm kalınlıklarda olmak üzere 3 şekilde incelemiştir. Yapılan araştırmalar sonunda 2,5 mm aralıklı PVC ped malzemesinde kalınlıklarına göre sırasıyla ped malzemesinin etkinliği 5 cm'de % 64,77, 10 cm'de % 81,68 ve 15 cm'de % 86,32 olarak bulmuşlardır. Aynı şekilde 7,5 mm aralıklı ince yapılı PVC de 5 cm kalınlıkta % 57,23, 10 cm kalınlıkta % 72,25 ve 15 cm kalınlıkta da % 85,51 olarak hesaplamışlardır.

Günhan vd. (2007)'nin yaptığı uygun ped malzemesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; sünger taşı, volkanik tüf ve ticari ismi CELdek olan ped malzemesi kullanmışlardır. Bu amaçla hava giriş hızı 0,6-1-1,3 ve 1,6 m.s⁻¹ ve pede giren suyun debisini de; 1-1,25-1,5 ve 1.75 lt.dak⁻¹ olarak 3 farklı ped kalınlığında denemişlerdir (5cm, 10cm ve 15cm). Araştırma 30 °C sıcaklık ve % 40 bağıl nem koşullarında gerçekleşmiştir. Pede giren su sıcaklığında 25 °C'de tutulmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak ticari CELdek pedi yaklaşık %80 buharlaşma doyunluğuna ve 15 cm'lik kalınlıkta en iyi etkinliğe sahip olduğuna ve bu yüzden CELdek diğer ped malzemeleriyle karşılaştırılınca en iyi ped malzemesi olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2.10. CELdek ped görüntüsü

Ped üzerinde toz birikmemesi için, pedler yatay olarak düzenlenebilir. Bu tip düzenlemelerde, ped malzemesi olarak kullanılan talaş, yatay olarak çekilmiş tellerden oluşan bir set üzerine dağıtılır. Pedin sürekli olarak ıslak kalması için su, pedi tamamen ıslatacak şekilde tüm ped yüzeyine püskürtülür (Wiersma ve ark., 1972).

Pedlerin yüzey alanı büyüklüğü, gerekli olan hava miktarı ve pedden geçen hava hızından hesap edilebilmektedir. Peddeki hava hızının yükselmesiyle, peddeki direnç ve fanların gücü de artmaktadır. Ayrıca yüksek hava hızında pedde bulunan su zerrelere taşınarak su yastığının hemen yanında bulunan bitkilerin üzerine ulaşabilmektedir. Bu nedenle pedlerdeki hava hızı $0,75-1,5 \text{ m s}^{-1}$ arasında olmalıdır (Baytorun, 1995).

2.2.3.2. Pedlerin Yerleştirilmesi

Fan ped buharlaşmalı serinletme uygulamalarında, havanın seraya giriş açıklıkları boydan boya nemli yastıklarla kaplanır. Islak yastıklar, alt kenarları bitki üst düzeyinin bir miktar üstünde kalacak şekilde yerden itibaren 0,25-0,50 m yukarıdan yerleştirilir. Yastıkların yüksekliği 0,6-2,4 m arasında değişebilir. Yastıklar yerleştirilecekleri duvara düşey olarak, birbirleri arasından hava sızmayacak şekilde

çok iyi monte edilmeli ve sera örtü malzemesi üzerindeki tüm açıklıklar iyice kapatılmalıdır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Pedler, üzerlerine döşenen bir ucu kapalı, üzerine yaklaşık 10 cm aralıklarla delikler açılmış bir borudan akıtılan veya püskürtme memeleriyle üzerlerine püskürtülen suyla, fanlar çalıştığı sürece sürekli olarak ıslatılır. Pedler ne az ne de çok ıslatılmalıdır. Gerekenden daha az ıslatılırlarsa, serinletme etkinlikleri hızla azalır. Ayrıca ped üzerine gelen suyun tümü buharlaştığı için, suyun içerdiği kireç vb. erimiş maddeler ped üzerinde çökerek gözeneklerin tıkanmasına neden olurlar. Pedlerin aşırı ölçüde ıslatılması durumunda fazla su, pedin kaba pürüzlü yüzeyini tamamen düzgün su huzmesi şeklinde kaplayarak etkili ısı-kütle transfer alanının küçülmesine ve ayrıca, ped malzemesinin lifleri arasındaki gözenekleri de dolduracağı için hava akımının geçişinin zorlanması, hatta durmasına neden olur.

Bu nedenlerle, pedlerin ıslatılmasında kullanılacak su miktarının; fanlar çalıştığı sürece tüm ped yüzeyini ıslatacak, çökme tehlikesi içeren erimiş maddeleri, yüzeyden yıkayıp uzaklaştırmaya yetecek kadar olması gerekir. Ped üzerinde tuz vb. maddelerin çökmemesi için ıslatma hızının her $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ hava debisi için $0,02 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ den az olmaması gerekir. Pratik bir yaklaşım olarak, buharlaşacak her 1 L su için ped üzerinden 7,5 L suyun akıtılması gerektiği, yada bir başka öneri olarak, 5 cm kalınlığındaki pedden geçen her 40 kg hava için 1 kg su gerekeceği söylenebilir. Pedleri ıslatmak için kullanılan suyun buharlaşmayan kısmı, aşağı doğru sızar, buradaki bir olukta toplanarak yeniden yastığın ıslatılmasında kullanılmak üzere bir pompayla sisteme geri basılır. Sıcak günlerde su tüketimi $30\text{-}40 \text{ L m}^{-2}$ kadardır. Pedlerin ıslatılması için önerilen su akış hızı ve depo kapasitesi ile ilgili bazı değerler çizelge 2.1 de verilmiştir (Yağcıoğlu, 2005).

Çizelge 2.1. Bazı ped düzenleri için uygun su, depo ve hava hızı gereksinimleri (ASAE, 2003; Yağcıoğlu, 2005)

Ped malzemesi	Birim ped uzunluğu başına en düşük su akış hızı (L.dak ⁻¹ .m ⁻¹)	Birim ped alanı başına en az depo kapasitesi (lt.m ⁻²)
Kavak talaşı (5 -10 cm kalınlığında)	4	20
Kavak talaşı (5 -10 cm kalınlığında kurak iklimler için)	5	20
Mukavva (5 -10 cm kalınlığında)	6	30
Mukavva (15 cm kalınlığında)	10	40

Ped, serada ayrı bir konstrüksiyon üzerine veya seranın dış tarafına yerleştirilebilir. Bu durumda, sera kenarındaki açıklıklar havalandırma amacıyla kullanılabilir. Pedin ayrı bir konstrüksiyon üzerine yerleştirilmesi durumunda, seraya giren havanın tamamının ped içerisinden geçmesi önemlidir. Bu nedenle, ped konstrüksiyonu ve sera kenarı arasındaki hacim, hava sızdırmaz bir şekilde yalıtılmalıdır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

2.2.3.3. Fanlar

Seraların havalandırma amacıyla kullanılan fanların hava debilerinin oldukça yüksek olması gerekir. Buna karşılık sera havalandırması sırasında karşılaşılan basınç düşüş değerleri küçük olduğundan, çalışma basınçlarının düşük olması, örneğin, 25-40 Pa basınç sağlamaları yeterlidir. Düşük statik basınç koşullarında büyük debiyle çalışma özelliklerinden ötürü kanatlı pervaneye sahip (propeller) aksiyal akışlı fanlar sera havalandırmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Yağcıoğlu, 2005).



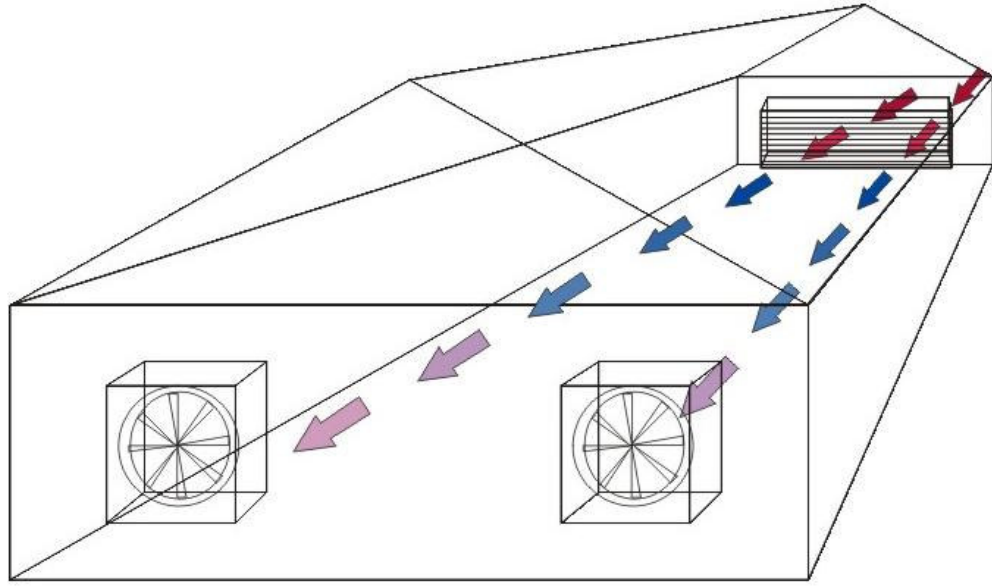
Şekil 2.11. Seranın ilk kurulumu sırasında fanların yerleştirilmesi

Seralarda fan ped serinletme sisteminde fanların çalışma prensibinde 2 sistem uygulanmaktadır. Bunlar emme ve basma sistemidir. Emme sisteminde fanlar seranın karşı tarafına monte edilerek havanın pedler içerisinden geçerek seranın eni boyunca emilmesi sağlanır. Bu nedenle pedlerden başlayarak fana kadar uzanan ekseninde sıcaklık farkı oluşmaktadır. Aynı zamanda fanın emme gücünden serada ortaya çıkan alçak basınçtan dolayı, seranın örtü malzemesinde bulunan istenmeyen açıklıklardan dış hava girerek soğutmanın etkinliğini düşürebilmektedir. Basma sisteminde; fanlar pedlerin yerleştirildiği yüzeye yerleştirilmekte ve havayı pedlerin arasına basarak seraya göndermektedirler. İçeri giren havanın delikli bir plastikte dağılımı daha iyi bir serinletme etkinliği sağlamaktadır (Erdoğan, 1994).

Havalandırıcı fanların çalışma gürültüsünün olanaklar ölçüsünde azaltılması, sera içindeki işçiler açısından önemlidir. Gürültüyü azaltmak için alınabilecek önlemlerden biri, fanların düşük devirle çalıştırılmasıdır. Düşük devirle çalışan fanların, 40-60 hava değişim sayısı değerinde havalandırma sağlayabilmesi için oldukça büyük çaplı olmaları gerekir. Uygulamada 450, 630, 800, 1000 ve 1250 mm çaplı aksiyal fanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu fanların özellikle büyük kapasitelerini çalıştıran elektrik motorları, en düşük havalandırma gereksinimlerini de karşılayabilmek için çift devirli tiplerden seçilir. Bu sayede fanlar, havalandırma isteğine göre düşük veya yüksek devirde çalıştırılabilir (Yağcıoğlu, 2005).

2.2.3.4. Ped ve Fanların Konumlandırılması

Islak pedler ile karşılıklı yerleştirilen fanlar arasında 30-45 m kadar bir mesafe olması, bu sistem için en uygun durumdur. Mesafenin 30 m den az olması, seranın enine kesitindeki hava hızının düşük seçilmesi gerektirir. Bu durum, havanın, serada çalışanlara yapışkan bir nemlilik hissi vererek rahatsız olmalarına neden olur. Islak yastıklar ile fanlar arasındaki mesafenin 60 m den fazla olması, daha gelişmiş ve pahalı düzenleri gerektirdiğinden, bu tür uzun seralarda bu yöntemin uygulanması önerilmemektedir (Renard ve Stein, 1962).

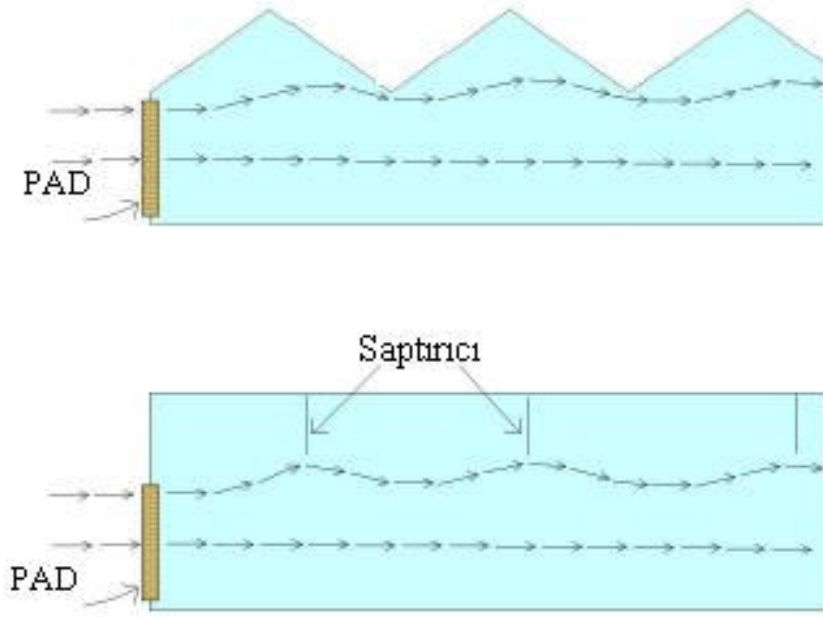


Şekil 2.12. Fan ve pedlerin yerleştirilmesinin şematik görünümü

Daha geniş seralarda ise arada ek bir soğutmanın yapılması gerekmektedir. Örneğin yolların ıslatılması, bu durumlarda fanlar çatının ortasına, pedler de seranın ön cephesine yerleştirilebilirler. Seradan havayı emen fanlar bu havayı ikinci bir seranın hava giriş açıklıklarına üflememelidir. Bu durumda iki sera arasında en az 15 m'lik bir açıklık bırakılmalıdır (Baytorun, 1995).

Buharlaştırma serinletme düzenlerinde, yan yana bulunan 2 fan arasında 7,5 m den daha fazla aralık olmamasına dikkat etmek gerekir. Bu özellikten yararlanarak sistem için gerekli fan sayısı da belirlenmiş olur. Örneğin, fanların yerleştirileceği duvar 15

m uzunluğundaysa en az iki fan gerektiği söylenebilir. Bu işlem sırasında fan sayısı tam olarak çıkmazsa bir büyük tam sayı fan sayısı olarak kabul edilir. Örneğin, duvar uzunluğu 20 m ise sisteme üç fan yerleştirilmelidir (Bucklin, 1993).



Şekil 2.13. Sera içine asılan saptırıcılar (Bucklin, 1993)

Serin havanın sera içine ve bitki örtüsü arasında daha iyi yayılabilmesi için, polietilen (PE) sera örtü malzemesinden yapılmış saptırıcılar, sera çatısından aşağıya doğru 15 m aralıklarla asılabilir. Saptırıcıların alt kenarları ile bitki örtüsü arasında havanın rahatça dolaşabileceği bir boşluk bulunmalıdır. Sera masaları üzerinde yetiştiricilik yapılan seralarda, serin havanın masa altlarına kaçmaması için, nemli yastıkların önüne, havanın masa altlarına girmesini önleyecek konumda saptırıcılar yerleştirilmelidir. Yan yana bulunan tek seralarda, sera aralarında 15 m en az aralıklarla, bir seranın dışarı üflediği sıcak ve nemli havanın, komşu seranın nemli yastığı üzerine gelmemesine dikkat etmek gerekir. Aralarında 7,5 m den az aralık bulunan komşu seraların fanları birbirlerine karşı hava üflüyorlarsa, fanların karşılıklı olarak şaşırtmalı yerleştirilmelidir (Bucklin, 1993).



Şekil 2.14. Yan yana seralarda fan ve pad yerleşimi (Bucklin, 1993)

Çizelge 2.2. Seralarda kullanılan fanların 25 Pa statik basınç şartlarında debi, güç gereksinimi ve gerekli pad alanı (Yağcıoğlu, 2005).

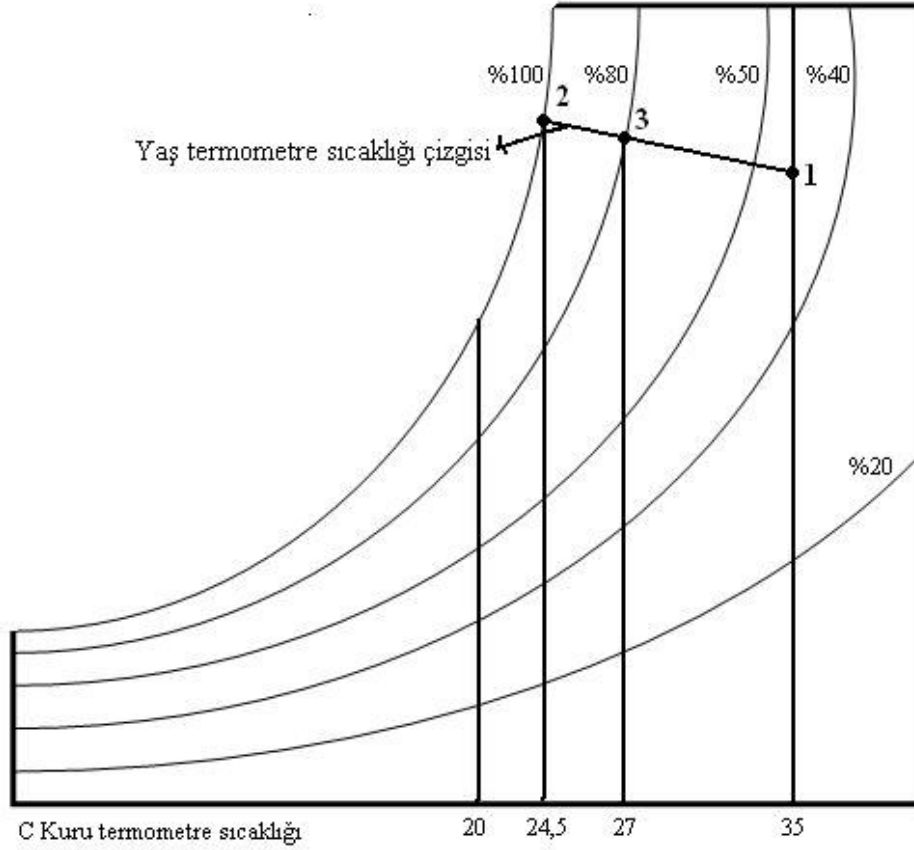
Fan çapı (mm)	Debi (m ³ /s 25 Pa)	Güç isteği (W)	Ped alanı (m ² /fan)
609	2,2	190	2,8
609	2,7	250	3,3
609	3,1	380	3,9
762	3,5	250	4,4
762	4,2	380	5,2
762	4,8	560	6
914	5	380	6,2
914	5,9	560	7,5
914	6,7	750	8,5
1067	5,9	380	7,4
1067	7,1	560	8,9
1067	7,9	750	10
1219	8,4	560	10,7
1219	9,2	750	11,7
1372	10,8	750	14,1
1372	12,7	1120	16,6

2.3. Fan Ped Serinletme Sisteminin Uygulanması

Doymamış hava serbest suya değdiğinde, aralarında bir ısı ve kütle iletişimi meydana gelir. Serbest suyun buhar basıncı, havanın kısmi buhar basıncından büyük olduğundan, serbest su yüzeyinden havaya su buharı şeklinde su iletimi meydana gelir. Bu sırada gereken buharlaşma gizli ısının önemli bir bölümü havanın duyulur ısısından sağlanır. Örneğin, yaz aylarında rastlanan sıcaklık şartlarında 1 kg su buharlaşırken havadan yaklaşık olarak 2,4 MJ duyulur ısı alır (Yağcıoğlu, 2005). Havanın duyulur ısısından bir bölümü buharlaşma sırasında su tarafından kullanılmakla birlikte, bu ısı daha sonra, buharlaşan suyla birlikte gizli ısı olarak yeniden havaya dönmekte ve havanın toplam ısı içeriğinde bir değişme olmamaktadır. İki ortam arasındaki ısı ve kütle iletimleri termodinamik denge oluşana kadar devam eder. Söz konusu iletim ve değişimler sırasında ortama dışarıdan enerji verilmedikçe, ortamın ısı içeriği değişmediği için, işlemin adyabatik şartlarda gerçekleştiği varsayılabilir. Bir başka söyleyişle bu değişim, adyabatik şartlarda havanın duyulur ısısının gizli ısıya dönüşmesidir. Bu değişime bağlı olarak, toplam ısı içeriği değişmemekle birlikte, içine karışan su buharına bağlı olarak bağıl nemi artarken duyulur ısısının azalması nedeniyle, havanın kuru termometre sıcaklığında düşme ve ortamda serinleme meydana gelir.

35 °C sıcaklık ve %40 bağıl nem şartlarındaki havanın psikrometrik diyagram üzerindeki yeri şekil 1'de 1 numarayla gösterilmiş olsun. Bu özelliklerdeki hava adyabatik şartlarda nemlendirilirse, durumu yağ termometre çizgisi boyunca değişime uğrayarak doyma noktasına ulaşana kadar nem almaya devam eder (2 numaralı nokta). Doyma durumunda söz konusu havanın sıcaklığı psikrometrik diyagramdan 24,5 °C olarak bulunur. Bu durum, belirtilen şartlardaki havanın teorik olarak tam doymuş hale getirilerek sıcaklığını 24,5 °C'ye kadar indirmenin mümkün olduğunu belirtmektedir. Gerçek buharlaşmalı serinletme uygulamalarında serinletme düzeneğinden hava tam doymuş olarak çıkamaz. Örneğimizdeki havanın serinleticiden % 80 bağıl nem şartlarında çıktığı düşünülürse (3 numaralı nokta), hava sıcaklığının 27 °C ye ineceği ve sonuç olarak 8 °C serinleme sağlanmış olacağı psikrometrik diyagramdan görülür (Yağcıoğlu, 2005).

Buharlaşmalı serinletme uygulaması sırasında havanın adyabatik şartlarda nem alma potansiyelinden yararlanma etkinliği, psikrometrik diyagram üzerindeki “1-3” ve “1-2” doğru parçaları uzunluklarının birbirine olan oranlarıyla belirlenebilir.



şekil 2.15. Havanın adyabatik şartlarda nemlenmesine bağlı olarak kuru termometre sıcaklığının azalmasının psikrometrik diyagram üzerinde incelenmesi (Yağcıoğlu, 2005).

Pedlerin serinletme performanslarının belirlenmesinde, dış ortam sıcaklığının maksimuma ulaştığı 14:00-16:00 saatleri arasında pedden geçen havanın psikrometrik özellikleri dikkate alınmalıdır. Sistemde sıcak ve kuru hava pedden geçerken, bünyesine nem almakta ve suyun buharlaşması için gerekli olan ısıyı kendi kütlelerinden harcadığı için duyulur ısısı düşmekte, buna karşın nem miktarındaki artışından dolayı gizli ısısı yükselmektedir (Uğurlu ve Kara 1998).

Dış ortamın sıcaklığı yükseldikçe serinlemiş havanın sıcaklığındaki azalma artarken, dış ortamın bağıl nemi düştükçe de pedden geçen havanın sıcaklığı daha fazla azalmıştır. Genellikle dış sıcaklıklardaki yükselme ve bağıl nemdeki azalmanın öğle sonu saatlerine rastlaması, serinletmenin etkinliğinin artırmaktadır. Pedlerin öğle sonu saatlerindeki serinletme performansının daha yüksek olması ise seralarda bu zaman aralığında görülen fazla ısı birikmesi sorununun giderilebilmesi için bir avantaj olmaktadır (Uğurlu ve Kara, 1998).

Kuru ve yaş hava sıcaklığı arasındaki farkın en büyük olduğu zaman havalandırma için gerekli olan zamandır. Sisleme ile serinletmede ayrıca seralarda havalandırmada kullanılabilir, bu yöntemle çalışmak, sıcaklık ve nemi istenilen seviyede tutmak fan ped sistemine göre daha başarılıdır. Ancak sisleme ile serinletme sistemi fan ped sistemine göre oldukça pahalıdır (Yağcıoğlu, 2005).

Montero vd. (1981), bağıl nem oranının %80 veya daha az olması durumunda bitki yaprak sıcaklığının, nemlendirmeli serinletmeyle ortam havası sıcaklığına azaldığını belirlemişlerdir. Bağıl nem oranının %80'den daha yüksek olması durumunda, güneşli bir günde doğrudan güneş ışınımı alan bir bitkinin yaprak sıcaklığının, ortamdaki hava sıcaklığından genellikle 3 °C veya daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, seralarda yetiştirilen bitkiler de nem ve sıcaklık stresini en aza indirmek için, bağıl nem oranının %70-80 olması istenir.

Doymamış havanın serbest su yüzeyine değmesiyle yapılacak serinletme işlemi, çok yavaş bir işlemdir. Bu nedenle hava, “gözenekli-ıslak-geniş” yüzeylerin içinden zorlanıp geçirilerek ısı ve kütle transferi hızı artırılır. Suyun doğrudan doğruya hava akımının içine pülverize edildiği uygulamalar varsa da, bu yöntemde su damlacıklarının buharlaşmadan hava içine karışma olasılığı oldukça yüksektir. Bu nedenle serinletme uygulamalarında hava akımının hazırlanmış nemli yüzeylerden geçirilmesi daha çok kullanılmaktadır. Suyun doğrudan havanın içine püskürtülmesinin ise daha çok nemlendirme işlemleri için uygun olduğu görülmektedir (Yağcıoğlu, 2005).

2.4. Fan Ped Sisteminde Sistem Etkinliği

Serinletme sisteminin performansının belirlenmesinde, buharlaşmayla serinletme randımanı, Bottcher vd. (1989); Baytorun (1990); Öztürk ve Başçetinçelik (2002); Yağcıoğlu (2005) tarafından önerilen metotla aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$n = \frac{T_{odb} - T_{cdb}}{T_{odb} - T_{owb}} \times 100 \quad (2.1)$$

Eşitlikte;

n = buharlaşmayla serinletme randımanı (%)

T_{odb} = Dış hava kuru termometre sıcaklığı (°C)

T_{cdb} = Pedden çıkan havanın kuru termometre sıcaklığı (°C)

T_{owb} = Dış hava ıslak termometre sıcaklığı (°C)

Uygun bir şekilde projelenmiş ve kontrol edilip uygulanan fan ped soğutma sistemlerinde %85 sistem etkinliği gözlenmektedir. Dış ortamda nem değeri %50 ve sıcaklık 32 °C iken, buharla soğutma sisteminde sıcaklık 24 °C ye kadar düşmektedir (Yağcıoğlu, 2005).

Daives (2005)'in yaptığı araştırmada domates, biber ve salatalık yetiştirilen serada fan ped sisteminin etkinliğini belirlemiştir. Fan ped sistemini kullanarak sera iç ortam sıcaklığını dış oram sıcaklığına göre 15 °C serinlettiğini ve bu sistemin diğer serinletme sistemlerine göre 5 °C'lik kadar farkla daha iyi bir serinletme etkinliğine sahip olduğunu vurgulamıştır.

Kittas vd. (2003)'nin yaptıkları çalışmada fan ped serinletme sisteminde sera içi sıcaklığı 28 °C'de tutmayı başarmışlar. Sistem etkinliğini %80 civarlarında hesaplayarak dış sıcaklığa göre 10 °C'lik bir düşüş elde etmişlerdir.

Ortamdaki nem değeri fan ped sisteminde serinletme etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir noktadır. Bölgedeki nem değerleri ne kadar düşük ise fan ped sistemiyle elde edeceğimiz verim de o kadar yüksek olacaktır.

Fuchs vd. (2006)'un fan ped sisteminin gül bitkisinde terlemeye olan etkisini incelemişler. Serinletmeyi fan ped ve sadece fanlar kullanarak yapmışlar. Fan ped sistemiyle yapılan serinletmede sadece fanlarla yapılan serinletmeye göre bitki sıcaklığında 2 °C azalma belirlemişler. Aynı araştırmacılar sera içi sıcaklığını dış sıcaklığa göre 15 °C düşürmeyi başarmışlardır.

Çizelge 2.3. Çeşitli nem ve sıcaklık değerlerinde pedden çıkan havanın sıcaklık değeri (Bucklin vd., 1993).

% Nem	Ped'e giren sıcaklık (°C)	Ped'den çıkan sıcaklık (°C)
5	45	24
5	40	21
5	35	19
5	30	16
10	45	26
10	40	23
10	35	20
10	30	17
20	45	29
20	40	26
20	35	22
20	30	19

Sera örtü malzemesi de sistem etkinliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Al-Amri (2000) tarafından yürütülen bir araştırmada, 0,8 mm kalınlıkta fiberglas (FRP) ve 0,1 mm kalınlıkta polietilen (PE) örtülü seralarda fan-ped sisteminin etkinliği karşılaştırılmıştır. FRP örtülü serada serinletme etkinliği, PE örtülü seraya kıyasla %28,43 oranında daha yüksek olarak belirlenmiştir. Hıyar yetiştirilen FRP örtülü serada, vejetatif büyüme hızı ortalama %14,35 ve ürün verimi %32.87 oranında artmıştır.

Coşkun ve Filiz (1997)'in yaptıkları araştırmada, fan ped ve gölgeleme sistemlerinin birlikte çalıştırılmasıyla sera içi sıcaklığı, bitki gelişimi için ideal olan ortalama 25 °C' ye düşerken, oransal nem ortalama %75 e çıkmıştır. Bu koşulların sağlandığı bir ortamda bitkiler fizyolojik faaliyetlerini en iyi şekilde yerine getirebilecek ve bitkisel hastalık enfeksiyonları da meydana gelmeyecektir. Gölgeleme sistemi ile sera içerisindeki ışık yoğunluğu %23 oranında azaltılmış, dolayısıyla sera içi sıcaklığı da düşmüştür. Fan ped sistemi çalıştırılmadığı zaman sera içi rüzgar hızı 0 m.sn⁻¹ dir. Sistem çalıştırıldığı zaman, sera içi rüzgar hızı pedin önünde 1 m.sn⁻¹ seranın ortasında 0,4 m.sn⁻¹ ve fanın önünde 8,3 m.sn⁻¹ ölçülmüştür.

Chandra vd. (1989)'nin plastik bir serada fan ped sisteminin etkinliğini belirlemek için yapmış oldukları çalışmada sera içi sıcaklığı dış sıcaklığa göre 6-8 °C düşürmeyi başarmışlardır (Jain ve Tiwari, 2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, materyal olarak Isparta ili sınırları içerisinde SDÜ Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde kurulu olan 25 m uzunluğunda 10 m genişliğinde cam serada gerçekleştirilmiştir. Sera tabanı grebetondan yapılmıştır. Serada sırik domates bitkisi yetiştirilerek, üretim saksılarda gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafi Durumu

Araştırma serası Isparta ilinin kuzeyinde Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisi üzerinde 37° 50' N enlemi ve 30° 32' E boylam noktaları arasında kurulmuştur. Arazi düze yakın az engebeli bir arazidir. Çalışma serası uzun eksenini doğu-batı yönünde konumlandırılmıştır. Çalışma alanının rakımı 1008 m dir.

3.1.2. Araştırma Alanının Yapısı

Araştırma serası üçgen çatılı blok sera şeklinde inşa edilmiş olup tek kaplı cam ile kaplıdır. Serada ped ve fanlar sera kısa eksenine dik olarak monte edilmiştir. Sera çatı havalandırması otomatik olup fan ped sisteminin çalıştırılmadığı saatlerde havalandırma pencereleri açılarak doğal havalandırma sağlanmıştır. Serada üretim periyodu boyunca gölgeleme perdesi kapalı tutulmuştur. Serada 3 adet mukavvadan yapılmış 2,5x1,6 m boyutlarında pedler ve 2 adet 0,55 kw gücünde 1700 RPM fanlar kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Sera içindeki pedlerin görüntüsü



Şekil 3.2. Sera içindeki fan görüntüsü



Şekil 3.3. Seranın genel görüntüsü

3.1.3. Araştırma Alanının İklim Durumu

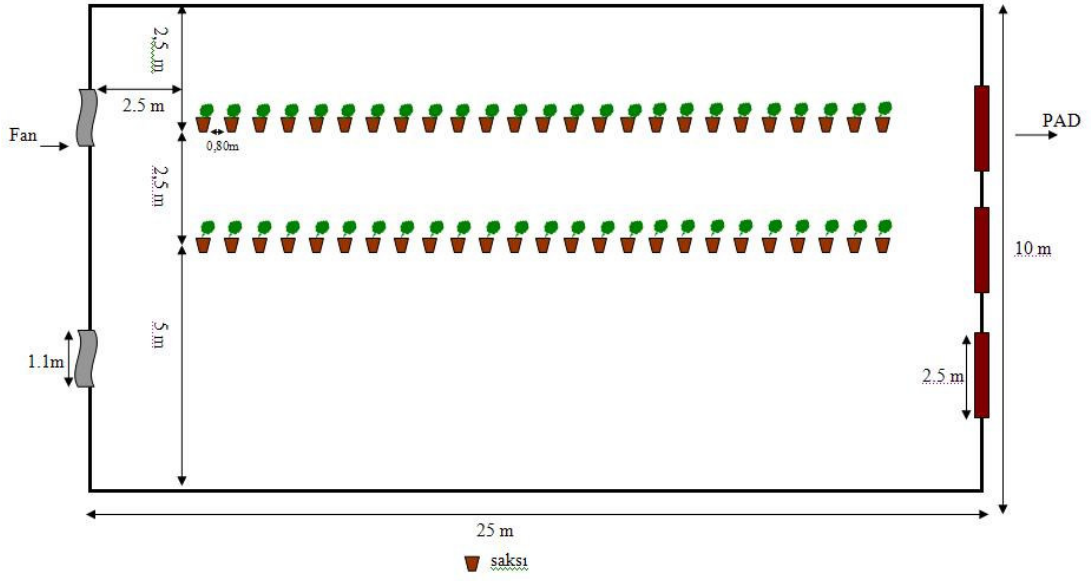
Isparta ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 12 °C'dir. Yılın en soğuk ayları Ocak-Şubat ayları olup, günlük ortalama sıcaklıkları 1,7-2,7 °C arasındadır. En sıcak aylar olan Temmuz-Ağustos aylarında günlük ortalama sıcaklıkları ise 22,9- 23,2 °C arasındadır. İlde yaşanan en yüksek sıcaklık 28. 07.2000 gününde 38 °C, en düşük sıcaklık ise 03.02.1974 gününde ölçülen -21 °C'dir. Gün içindeki sıcaklık farkları, yaz aylarında kış aylarına göre daha yüksektir (Anonim, 2007). Araştırmanın yapıldığı mayıs-ekim dönemine ait Isparta ilinde 36 yıllık ortalama meteorolojik veriler çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta iline ait 36 yıllık ortalama meteorolojik veriler (Anonim, 2006)

Meteorolojik Veriler	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama Yerel Basıncı (hPa)	900,9	900,6	899,1	899,9	902,5	904,3
Saat 07 deki Ortalama Sıcaklık (C)	12,7	17,3	20,1	18,6	13,1	7,8
Saat 14 deki Ortalama Sıcaklık (C)	20,6	25,5	29,3	29,3	25,7	19,7
Saat 21 deki Ortalama Sıcaklık (C)	14,4	18,8	22,1	21,6	17,3	11,9
Ortalama Sıcaklık (C)	15,6	20,1	23,4	22,8	18,4	12,8
Ortalama Buhar Basıncı (hPa)	10	12	13,4	22,8	18,4	12,8
Saat 07 deki Ortalama Bağıl Nem (%)	70	63	59	64	73	81
Saat 14 deki Ortalama Bağıl Nem (%)	41	36	33	32	34	40
Saat 21 deki Ortalama Bağıl Nem (%)	62	54	48	50	54	64
Ortalama Bağıl Nem (%)	58	51	47	49	53	62
Saat 07 deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	1	1,1	1,1	0,9	0,7	0,9
Saat 14 deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3,5	3,3	3,2	3,0	3,0	3,0
Saat 21 deki Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	1,7	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2,1	2,0	2,0	1,8	1,7	1,8
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat,dakika)	08:52	11:04	11:49	11:21	09:52	07:18

3.2. Yöntem

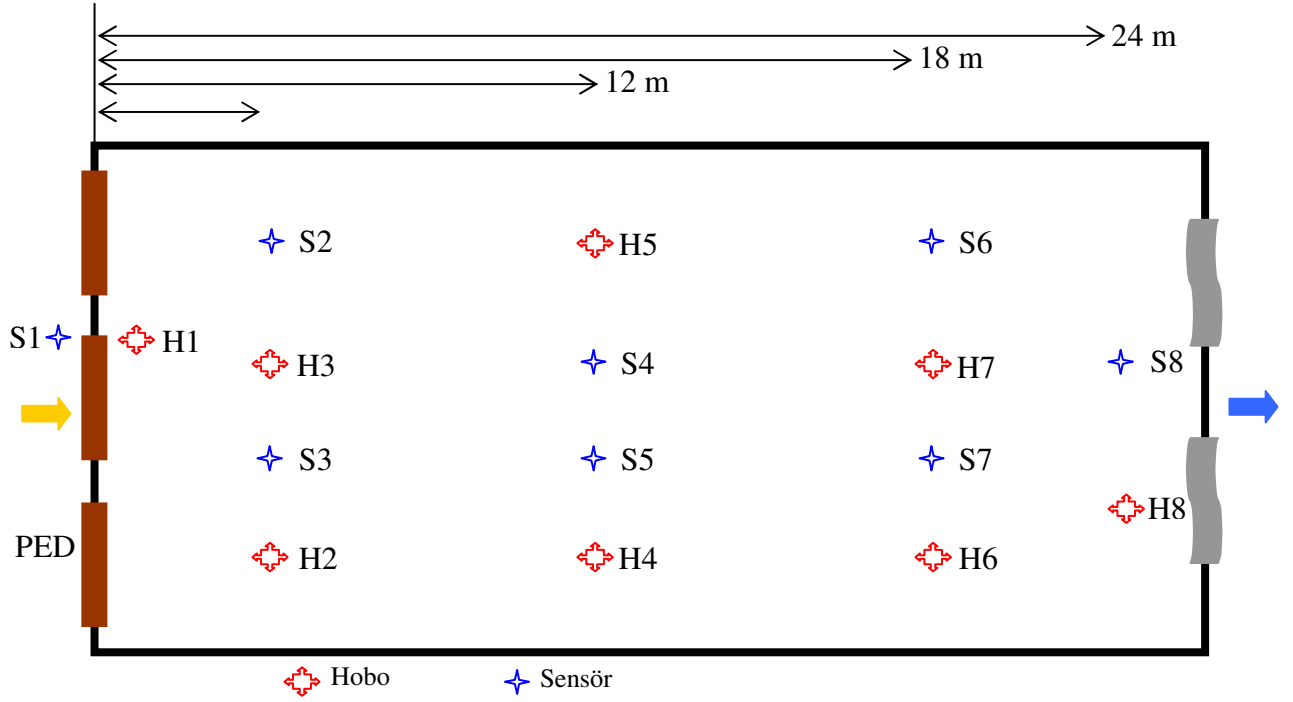
Bu araştırmada serin iklime sahip yörelerimizde kurulu olan seraların fan ped sistemiyle serinletme etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla üniversite bünyesinde kurulu olan cam serada deneme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Domatesler 30 Mayıs 2007 tarihinde dikilmiştir ve 130 adet saksıda üretim gerçekleştirilmiştir. Domates sıcak ve ılıman iklim sebzesidir. Yetiştirme devrelerinde ısı sıfırın altına (-2,-3 °C'ye) düştüğünde bitki tamamen ölmektedir. Domateslerde genellikle gece ve gündüz arasında 6 °C ile 8°C'lik bir sıcaklık farkının bulunması istenir. Gündüz sıcaklığının 19-26 °C, gece sıcaklığının 14-18 °C olduğunda gelişim iyi olur. Döllenme olayının ısı ile çok yakın bir ilgisi vardır. Domates çiçek tozları 10 °C ve daha yukarı derecelerde istenilen şekilde çimlenerek döllenme yapılabilmekte ve sıcaklık 15 °C'nin altına düştüğünde meyve bağlama yüzdesi azalmaktadır. Düşük sıcaklıkta polen tozu çok az oluşur, kısmi dölenen şekilsiz meyveler meydana gelir. 40 °C'nin üzerinde ise çiçek tozları ölür ve meyve teşekkülü olmaz. Domates tohumlarının çimlenmesi için minimum 10 °C, optimum 20-29 °C, maksimum 36 °C toprak sıcaklığı olması gerekir (Kaygısız, 2004).



Şekil 3.4. Serada üretim deseni

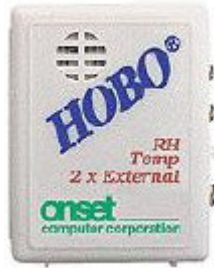
Araştırmanın başlangıcında sıcaklık ve nem değerleri ölçümü bilgisayar veri kaydedicisi data loggerlar aracılığıyla yapılmaya başlanmış ancak serada oluşan elektrik kesintileri nedeniyle 2 adet kart yanmıştır. Bundan dolayı üretimde sıcaklık ölçümlerine hobo adı verilen sıcaklık ve nem ölçüm aletleriyle devam edilmiştir. Üretim periyodu boyunca serada ki sıcaklık ve nem ölçümleri düzenli olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler için HOB0 adı verilen cihazlar kullanılmıştır (Şekil 3.6). Hobolar aracılığıyla sera içi sıcaklık ve nem değerleri her yarım saatte bir kaydedilmiştir. Bu amaçla sera içerisine 8 adet hobo yerleştirilmiştir. Aynı zamanda bu hobolara 8 adet de sıcaklık sensörü eklenmiştir. Bu sayede sera içerisinde 15 ve dış sıcaklığı ölçmek üzere dışarıda 1 adet, toplamda da 16 noktada sıcaklık ölçümleri yapılmıştır 30 dakikalık ortalamalar şeklinde kaydedilmiş ve yapılan çalışmadan elde edilen ölçüm sonuçları Excel 2000 programı ile değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar grafik ve çizelgelerle vurgulanmıştır.

Fan ped serinletme sistemi 26 Haziran 2007 tarihinde çalıştırılmaya başlanmıştır. Fan ped sistemi güneş ışınlarının yeryüzüne dik geldiği ve dış sıcaklığın en yüksek olduğu 12:00 ile 17:00 saatleri arasında çalıştırılmış ve sera iç sıcaklığı düşürülmeye çalışılmıştır. Serada domateslerin sulama ihtiyacı spagetti tip damla sulama sistemiyle kontrollü şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.5. Serada hobo ve sensörlerin dağılımı

Pedler üst kenar boyunca üzerinde aralıklarla delikler bulunan plastik borular yardımıyla sürekli ıslak tutulmuştur. Su, pompa aracılığıyla depodan ped üzerine gönderilerek pedin içinden akışı sağlanmıştır. Akan suyun geri kalan kısmı altta bulunan drenaj borusu yardımıyla tekrar su deposuna gönderilerek devamlı bir sirkülasyon sağlanmıştır. Ped suyu deposu olarak 500 kg'lık plastik su deposu kullanılmıştır. Depo içerisindeki su düzeyi günlük olarak kontrol edilerek gerektiği durumlarda su takviyesi yapılmıştır.



Şekil 3.6. Hobonun genel ve sera içi görüntüsü

<p>Ölçüm sıklığı : 0.5s - 9h Bilgisayar bağlantısı için gereken program : BoxCar Pro Pil : 1 adet CR-2032 lithium 3V HOBO SHUTTLE uyumlu</p>
<p>NEM/SICAKLIK/2xDIŞ GİRİŞ KAYDEDİCİ Bağıl nem ölçüm aralığı : %25-%95 Hassasiyet : %5 Sıcaklık ölçüm aralığı : -20°C - +70°C Hassasiyet : 0.6°C Çözünürlük : 0.4°C 2adet dış giriş : (dış giriş kablolarına bakınız) Pil ömrü : 1 yıl (pili kullanıcı değiştirebilir) Ölçüleri : 6cm x 4.7cm x 2cm Ağırlığı : 29gr Kayıt kapasitesi : 7943 ölçüm (4 kanal toplamı) Programlanabilir kayıt başlangıç zamanı Programlama sırasında pil ömrü göstergesi Pil değiştirilmesinde veya bitiminde silinmeyen bellek Çalışmayı gösteren kırmızı led Ölçüm sıklığı : 0.5s - 9h Bilgisayar bağlantısı için gereken program : BoxCar Pil : 1 adet CR-2032 lithium 3V HOBO SHUTTLE uyumlu</p>

Şekil 3.7. Hobonun teknik özellikleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmanın sera içerisindeki sıcaklık ve oransal nem ölçümlerine 28.06.2007 tarihinde başlanmış olup 04.10.2007 tarihinde ölçümler bitirilmiştir. Yaklaşık 4 aylık üretim periyodu içindeki sıcaklık ve oransal nem değerleri kayıt edilmiştir.

4.1. Hava Sıcaklığı ve Oransal Nem Değişimi

Araştırma serasında sıcaklık ve oransal nem değerlerinin fan ped sisteminin çalıştırıldığı saatlerde ki değişimi dış ortam sıcaklık ve oransal nem değerlerine göre karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaçla hobolar yardımıyla her yarım saatte bir sıcaklık ve oransal nem ölçümü yapılmıştır. Dış ortam sıcaklık ve oransal nem değerleri Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünün çiftlik arazisinde kurulu olan üretim serasına yaklaşık 100 m uzaklıktaki meteoroloji istasyonundan alınmıştır



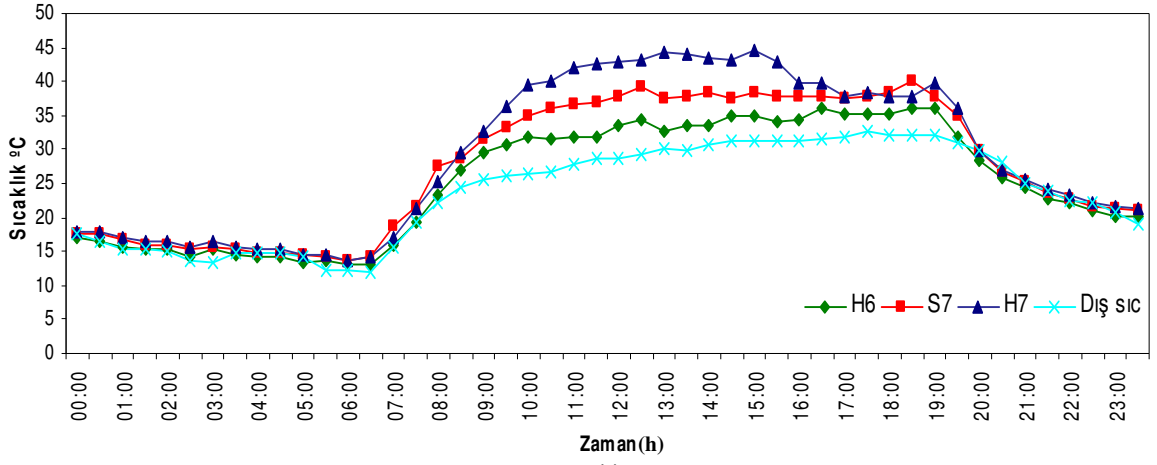
Şekil 4.1. Sera içine yerleştirilen hobo görüntüsü



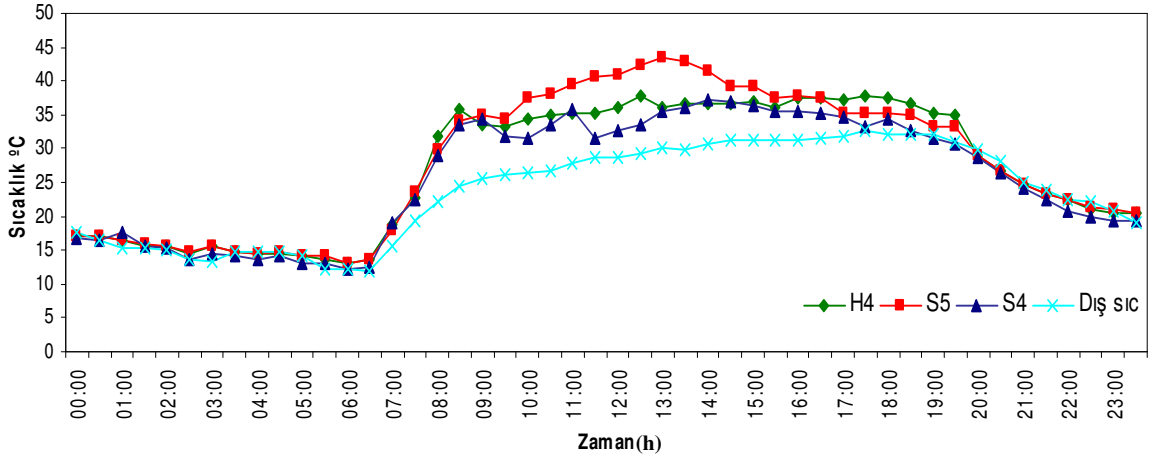
Şekil 4.2. Serada yetiştirilen domatesin gelişme döneminden görünüm

Sera içerisinde evaporatif serinletmenin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla öncelikle fan ped sistemiyle serinletme; sadece pedler ve sistem kapalı iken sera içindeki sıcaklık ve nem değerleri irdelenerek sistem etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 22 Temmuz 2007 tarihine kadar öncelikle pedler çalıştırılarak sıcaklık değişimi incelenmiştir. Bu günler içinden örnek olması amacıyla 4 Temmuz ve 6 Temmuz 2007 tarihlerindeki sera içindeki sensörlerin saatlik değişimleri şekil 4.3-4.4'de görülmektedir. Sera içindeki sıcaklık dağılımı ve sistemin etkinliğinin seranın her noktasında ki değerlerin incelenmesi için 3 ayrı konumdaki sensörlerin grafikleri çizilmiştir. Fanın hemen önündeki 3 sensör (a), seranın tam ortasındaki 3 sensör (b) ve pedin önündeki 3 sensörün (c) sıcaklık dağılımları grafik üzerinde incelenmiştir.

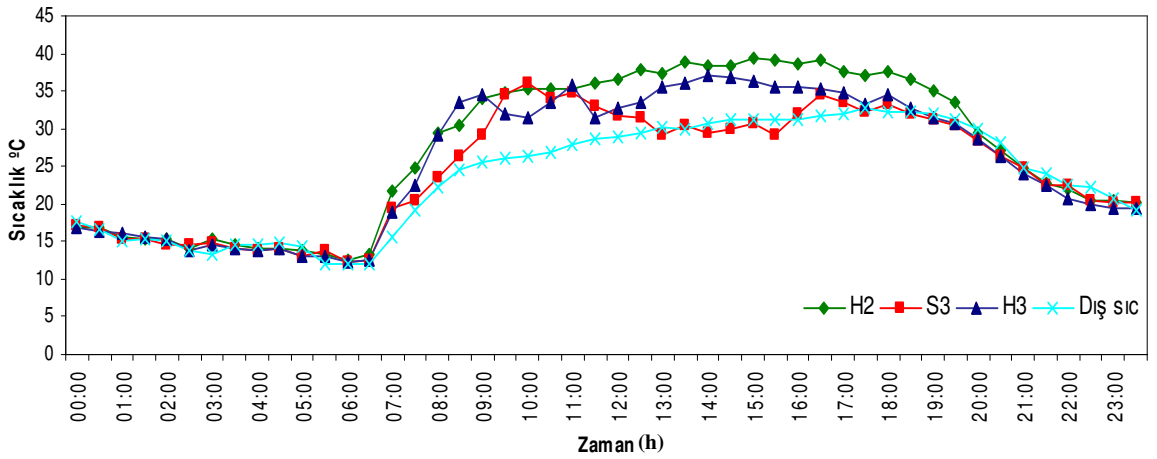
Serinletme sisteminde fan ve pedler birlikte çalıştırılmaya başlandığı 23 Temmuz 2007 tarihiyle karşılaştırma Şekil 4.5’de yapılmıştır.



(a)

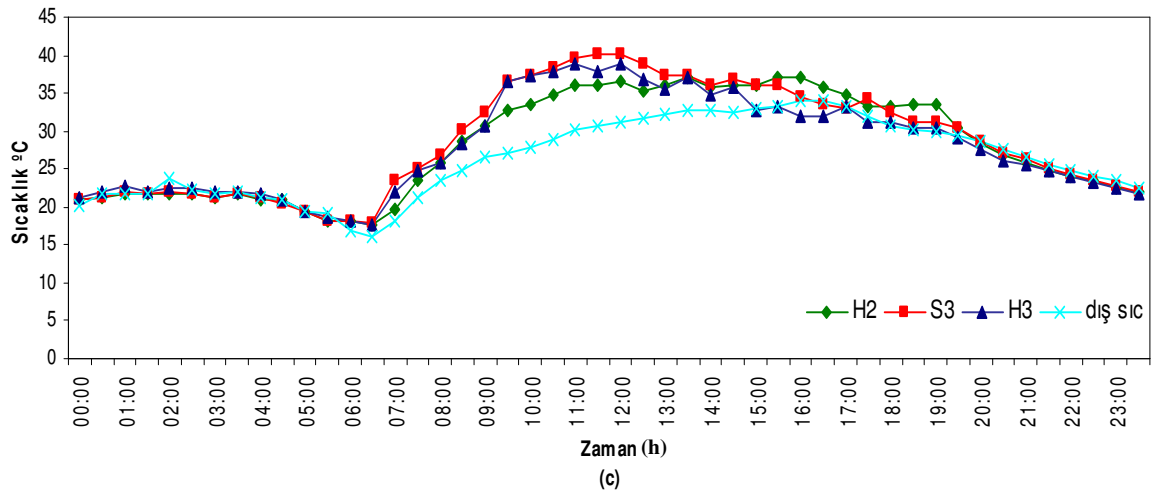
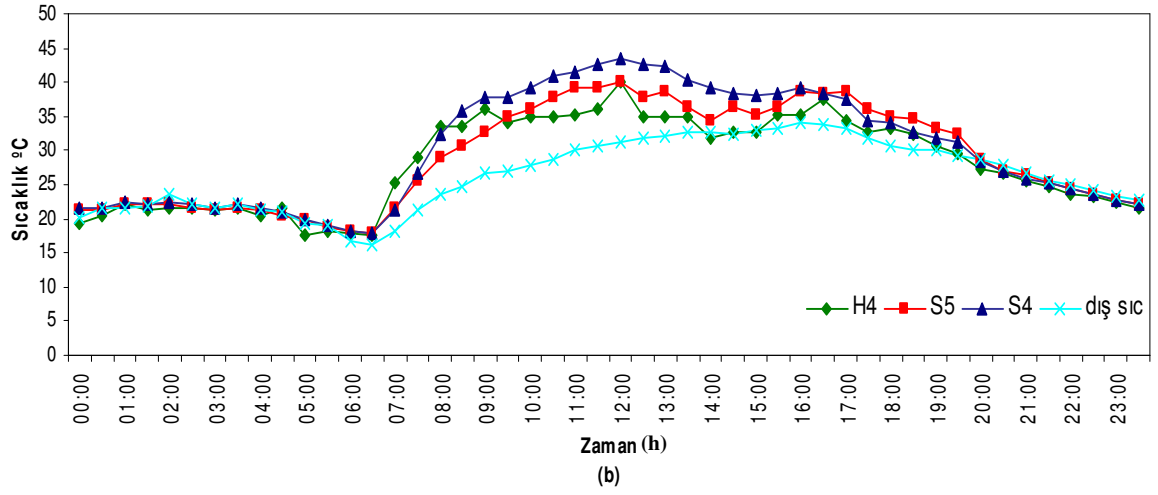
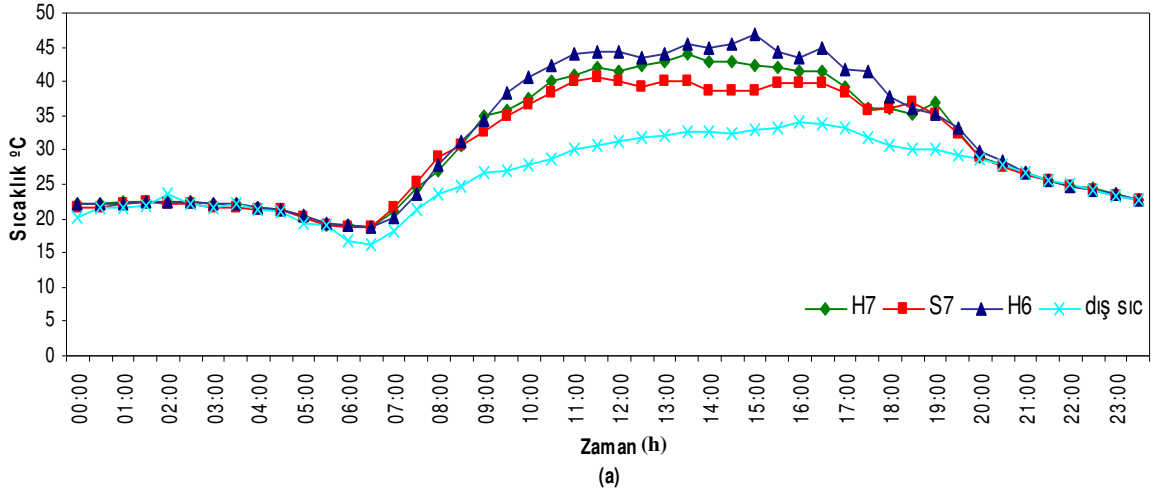


(b)



(c)

Şekil 4.3. 04.07.2007 tarihinde sadece pedler çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

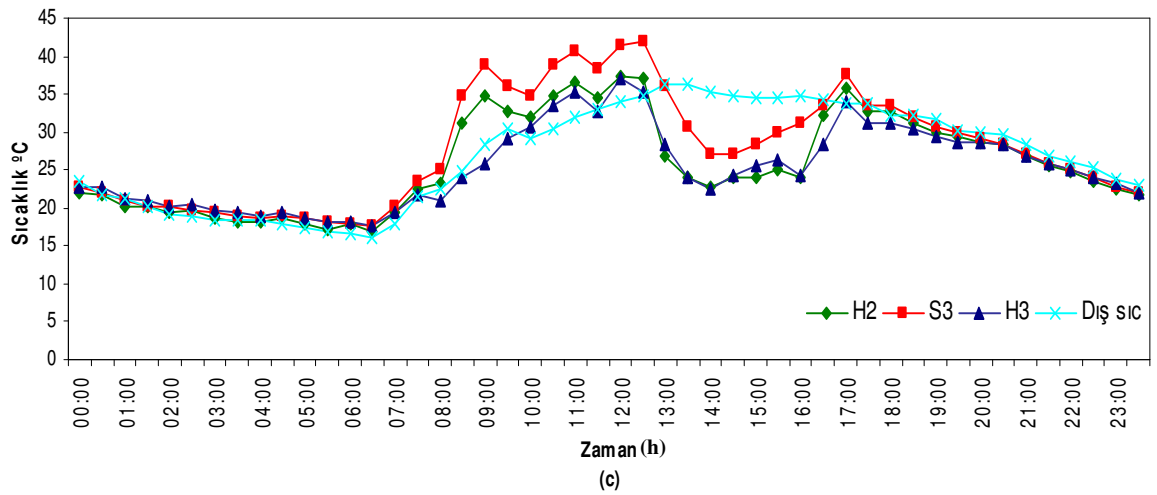
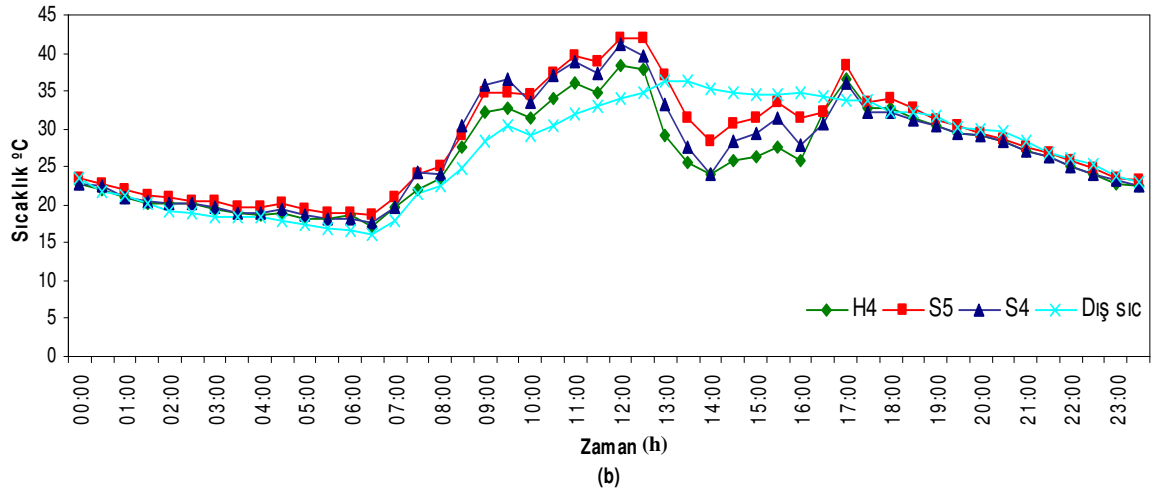
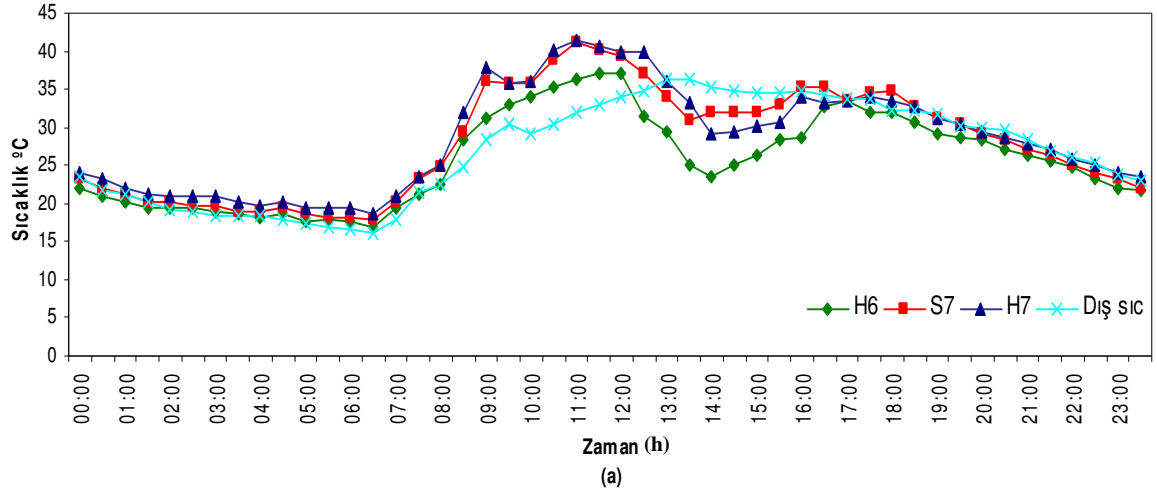


Şekil 4.4. 06.07.2007 tarihinde sadece pedler çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

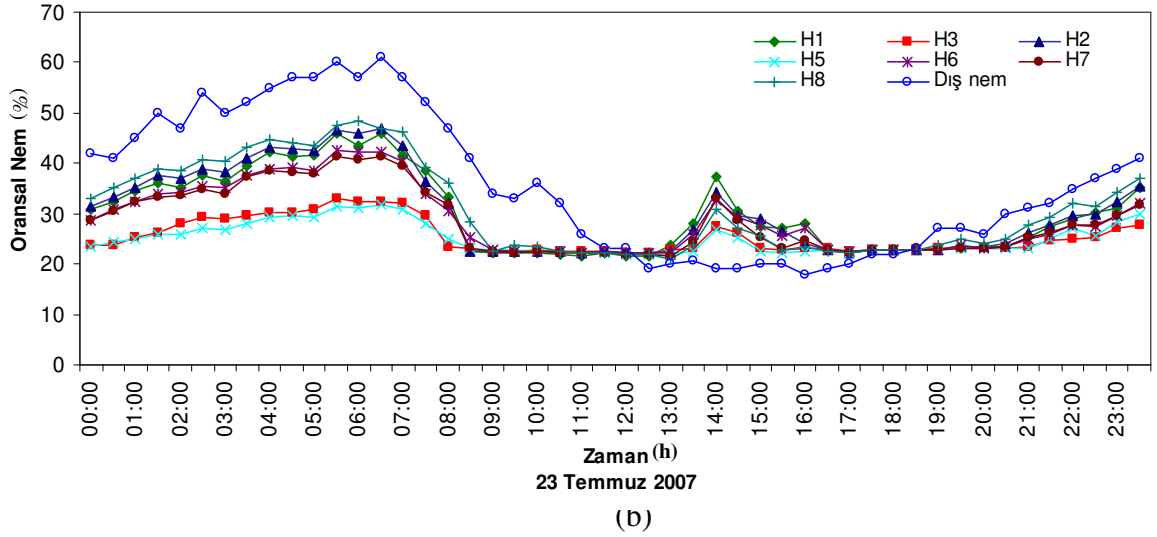
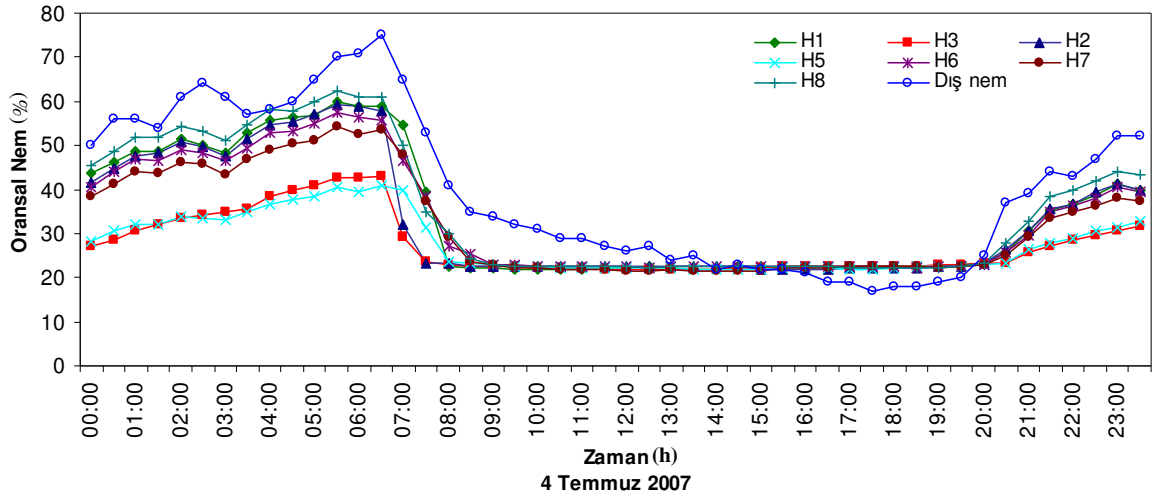
Şekil 4.3 ve 4.4 grafikleri üzerinde sıcaklık değişimleri incelendiğinde sera içi sıcaklığın her noktada dış sıcaklığının üstünde olduğu sadece ped önündeki S3 nolu sensörün sistemin çalıştırıldığı sürece dış sıcaklığın yaklaşık 3 °C kadar altına düşürüldüğünü, bu düşüşünde pede en yakın sensör olmasından dolayı kaynaklandığı gözlenmiştir.

23 Temmuz 2007 tarihinde sistem saat 13:00 de çalıştırılmaya başlanmış ve saat 16:00 da sistem kapatılmıştır (Şekil 4.5). Şekildeki sıcaklık değişimleri sistem çalıştırılıncaya kadar sıcaklık sürekli bir artış göstermektedir. Sistem çalıştırdıktan sonra saat 14:00 deki sıcaklık ölçümlerinden dış sıcaklıktan 13 °C kadar iç sıcaklıkta düşüş gözlenmiştir. Sadece pedler çalıştırılarak en iyi 3 °C kadar olan sıcaklık düşüşü gerçekleşirken, fan ve pedler birlikte çalıştırılarak dış sıcaklıktan 13 °C düşüş gerçekleştirilmiştir. Sera içindeki her noktada sıcaklık dağılımının eşit olmadığını her noktada farklı sıcaklık ölçümleri gözlemlenmiştir. Pedlerden uzaklaştıkça sıcaklık değerlerinin yükseldiği görülmektedir.

Sera içindeki oransal nem dağılımları da Şekil 4.6'da incelenmiştir. 4 temmuz 2007 tarihinde yalnızca pedler çalıştığı zaman dış oransal nem saat 13:00'de % 24 iken sera içindeki oransal nem değerleri her noktada yaklaşık olarak % 23 seviyesinde gözlenmiştir. 23 Temmuz 2007 tarihinde fan ped sistemi birlikte çalıştırıldığı günde dış oransal nem saat 13:00 de % 18 olarak ölçülmüş sera içindeki oransal nem dağılımı ise sistem çalıştırıldığı sürece oransal nemin artış gösterdiği gözlenmiştir. Bu artışın sera içindeki bitkilerin öğlen saatlerinde bitkilerin terlemeyle kaybettiği su miktarı ortamdaki oransal nemin artışıyla daha az seviyeye düşürülmüştür.



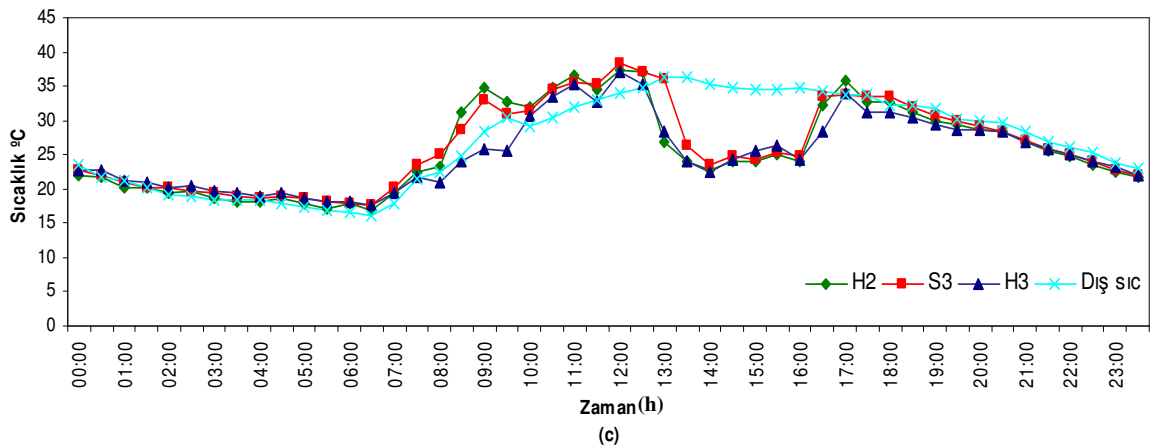
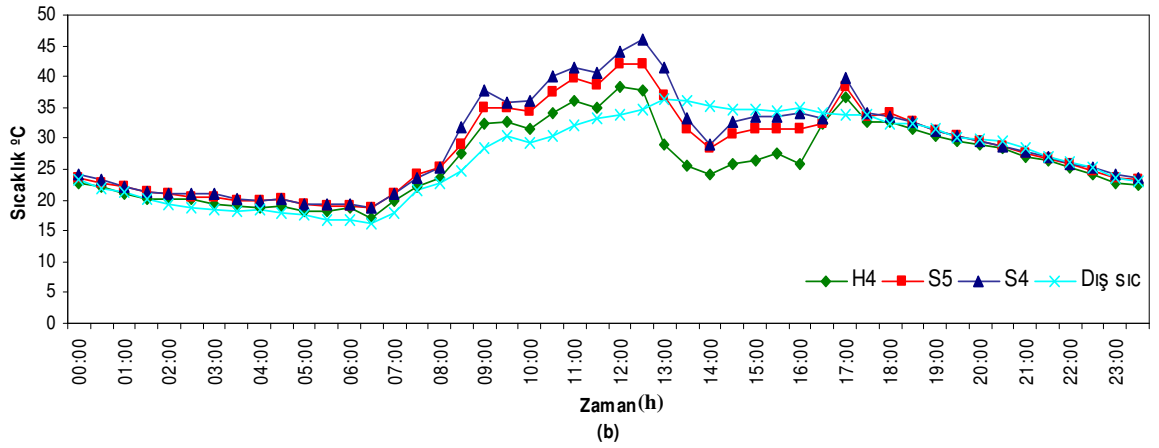
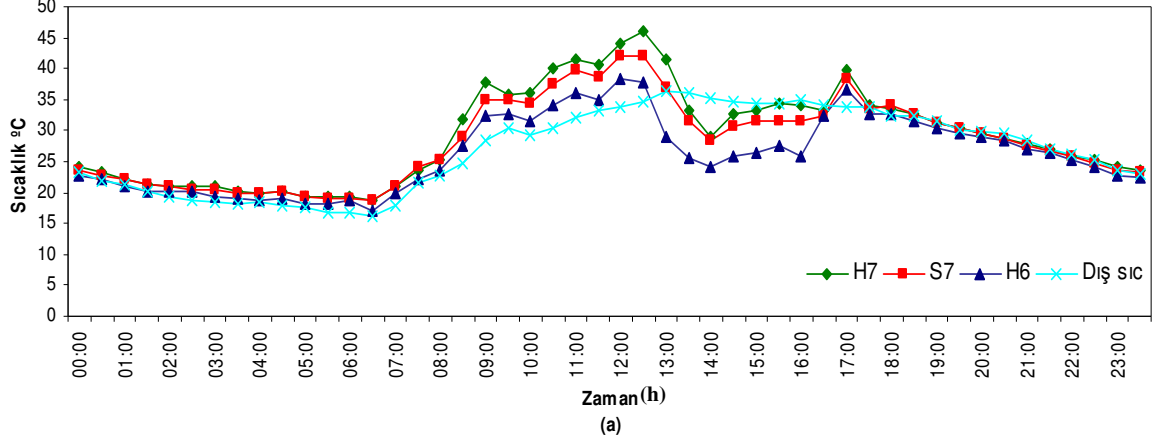
Şekil 4.5. 23.07.2007 tarihinde fan ped sistemi birlikte çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri



Şekil 4.6. 4 Temmuz 2007 (a) ve 23 Temmuz 2007 (b) günleri sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması

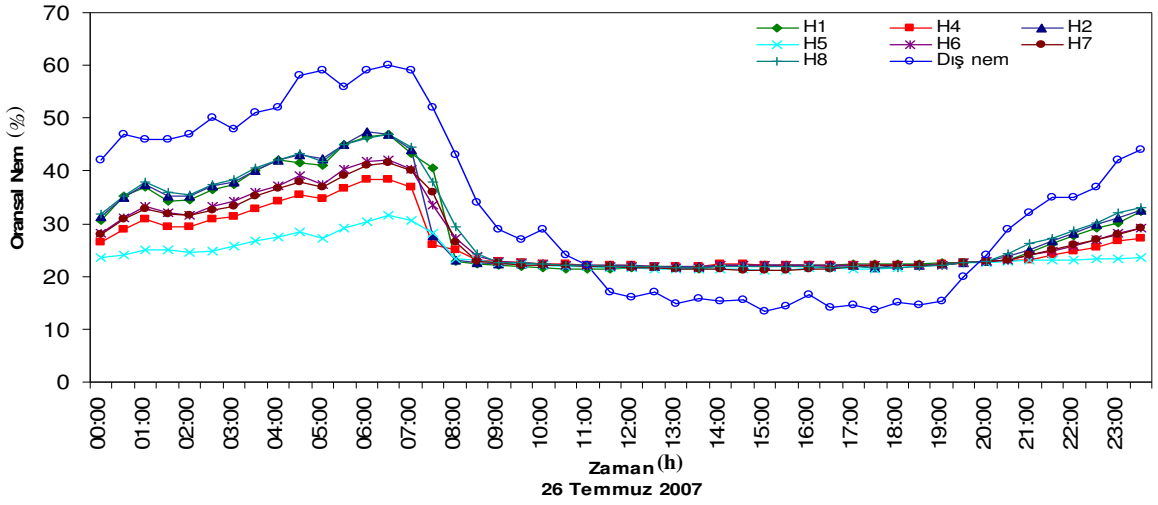
Fan ped sistemiyle serinletmenin en etkin çalışıldığı bölgeler oransal nem değerleri düşük bölgelerdir. Şekil 4.7’de 26 Temmuz 2007 tarihinde dış ortam oransal nem değeri saat 13:00’da % 18 dolaylarındadır. Saat 12:30 da çalıştırılmaya başlanan sistem saat 16:30 da kapatılmıştır. Dış sıcaklığın 35 °C olduğu saat 14:00’da fan önünde yaklaşık 27 °C sıcaklık ölçülmüş ve 8 °C’lik sıcaklık düşüşü gerçekleşmiştir. Orta sıradaki algılayıcılar tarafından sera içi sıcaklığı 28 °C ölçülerek yaklaşık 7 °C sıcaklık düşüşü saptanmıştır. Ped önündeki algılayıcılar 22 °C olarak ölçülmüş ve sıcaklık düşüşü 13 °C olarak bulunmuştur. En düşük sıcaklık ölçümü ped önündeki

algılayıcılarda gerçekleştiği görülmektedir. Bunun sebebi ise pedlerden sera içerisine giren serin havanın fanlara doğru hareketi sırasında ısısının artması olarak açıklanmaktadır.



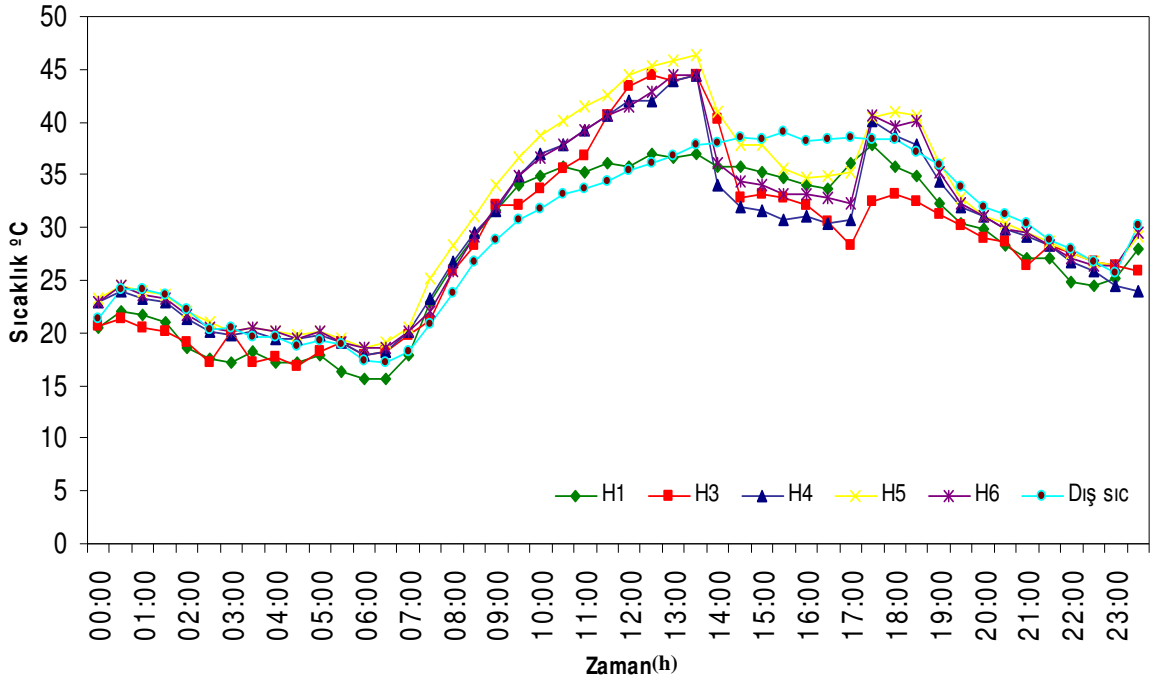
Şekil 4.7. 26.07.2007 tarihinde dış ortam oransal nemin en düşük olduğu gün seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

26 Temmuz 2007 tarihinde dış ortam oransal nem değeri % 16 iken sera içi oransal nem değerleri % 22 dolaylarında sabit olarak seyretmiştir (şekil 4.8).

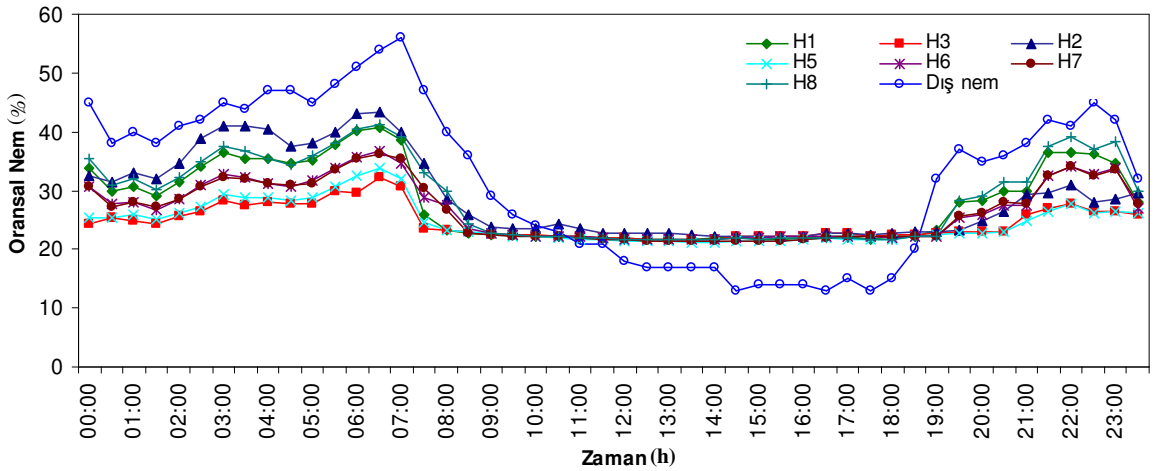


Şekil 4.8. 26 Temmuz 2007 sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması

Üretim periyodu boyunca deneme alanındaki ölçüm istasyonundan alınan sıcaklıklar sonucu bölgenin en yüksek sıcaklık değerine 27 Temmuz 2007 tarihinde ulaşılmıştır (Şekil 4.9). Saat 15:30'da dış sıcaklık 39 °C olarak ölçülmüştür. Sistem saat 13:00'de çalıştırılıp saat 17:00'de kapatılmıştır. Şekil 4.9'da sera içi sıcaklık sistem çalıştırılmadan önce saat 12:00'da sıcaklık 45 °C'nin üzerine çıkmıştır. Sistem çalıştırıldıktan sonra sıcaklık saat 13:00'den itibaren düşmeye başlamıştır. Sera içinde gerçekleştirilen sıcaklık ölçümleri sonucunda dış sıcaklığın en yüksek olduğu saat 15:30'da sera içi sıcaklığının ortalama 32 °C'ye kadar düşürülmüştür. Sera içindeki sensörlerin konumları göz önüne alındığı zaman en düşük sıcaklık ped önündeki algılayıcı H3 nolu sensörden hesaplanmıştır.

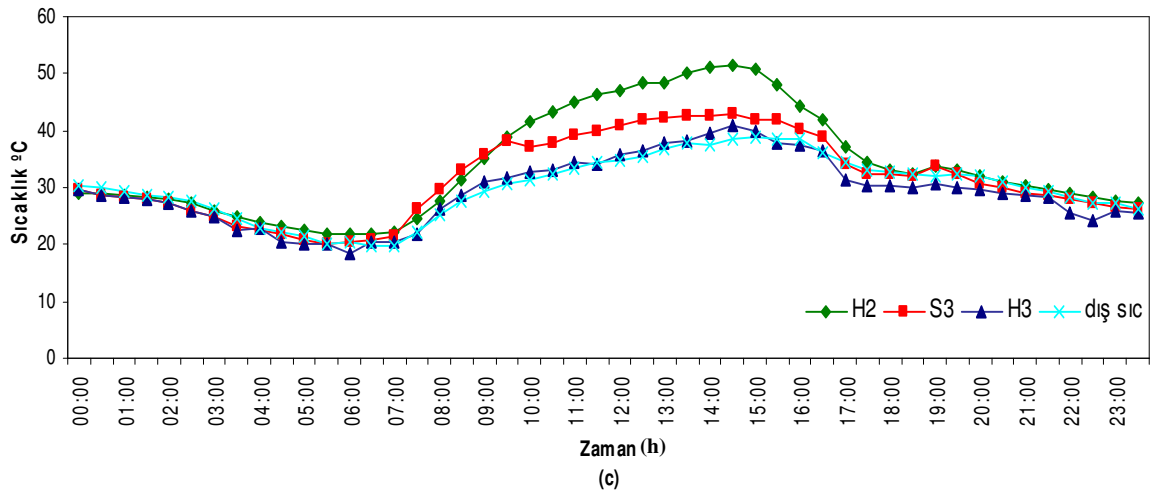
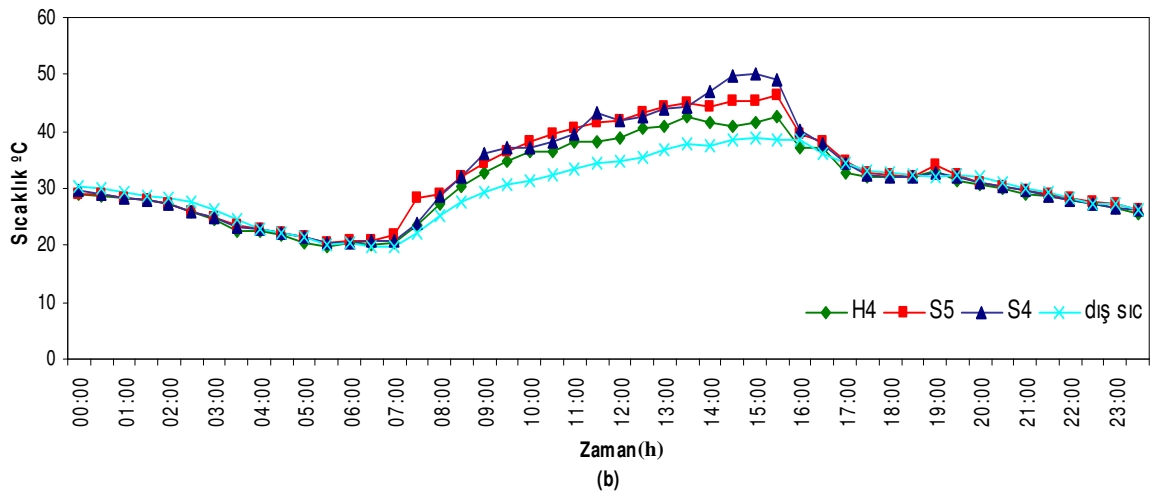
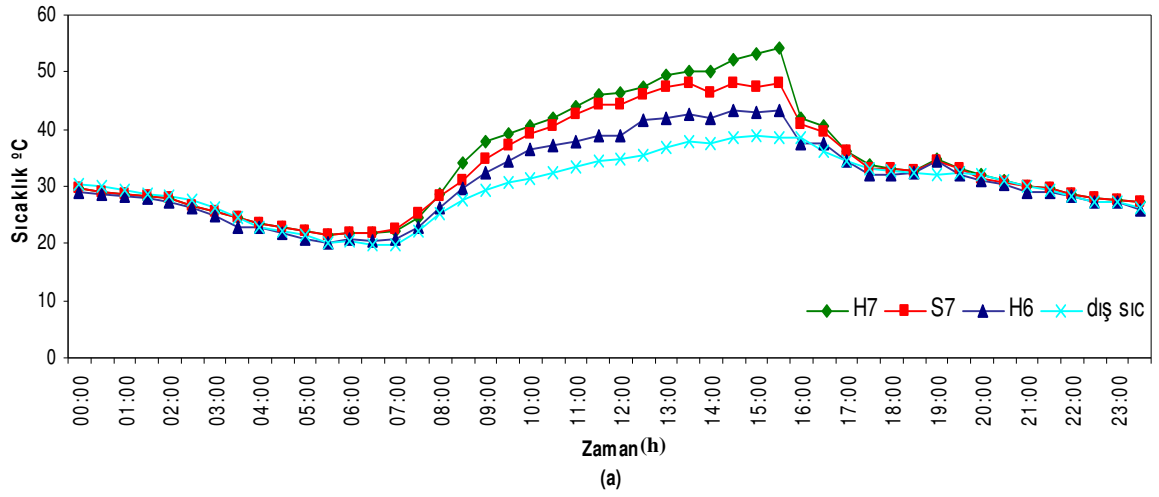


Şekil 4.9. 27.07.2007 tarihinde en sıcak günde sera içinde bulunan sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri



Şekil 4.10. 27 Temmuz 2007 sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması

Bir gün sonraki 28 Temmuz 2007 tarihinde serada sistem çalıştırılmamıştır. Sıcaklığın öğlen saatlerinde sensörlerden ölçülen sıcaklıklar sonucu 40 °C'nin üzerine çıktığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 28.07.2007 tarihinde sistem çalıştırılmazken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

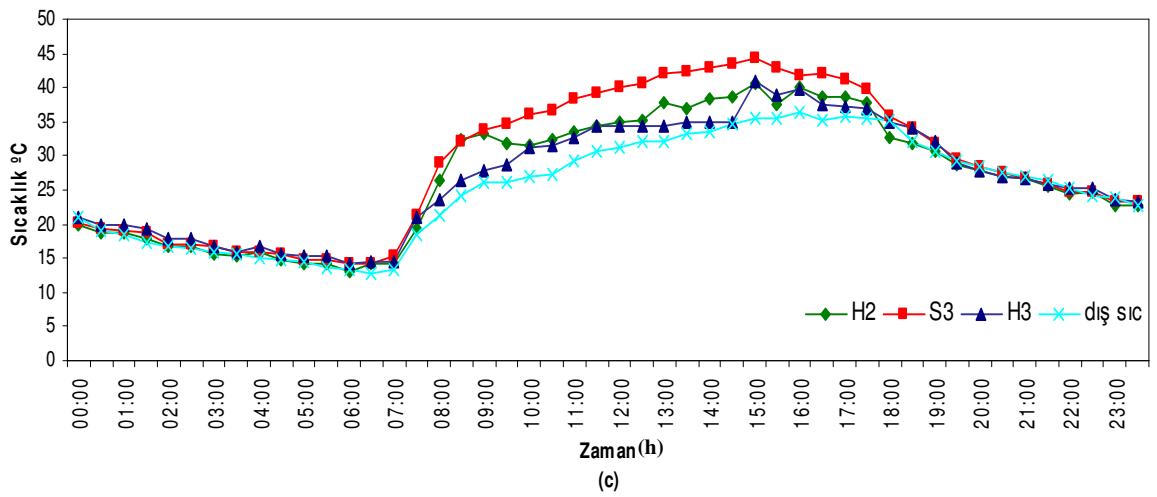
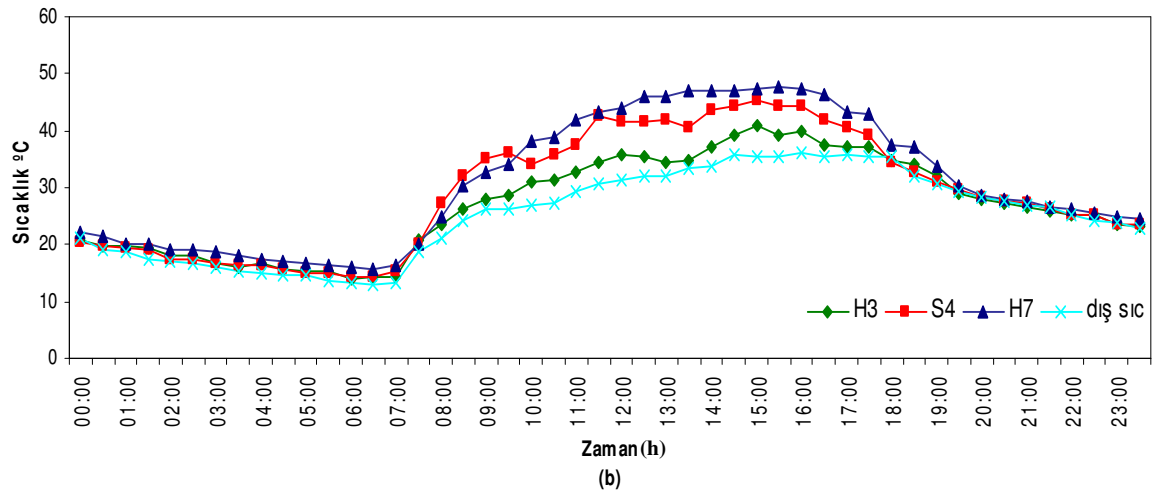
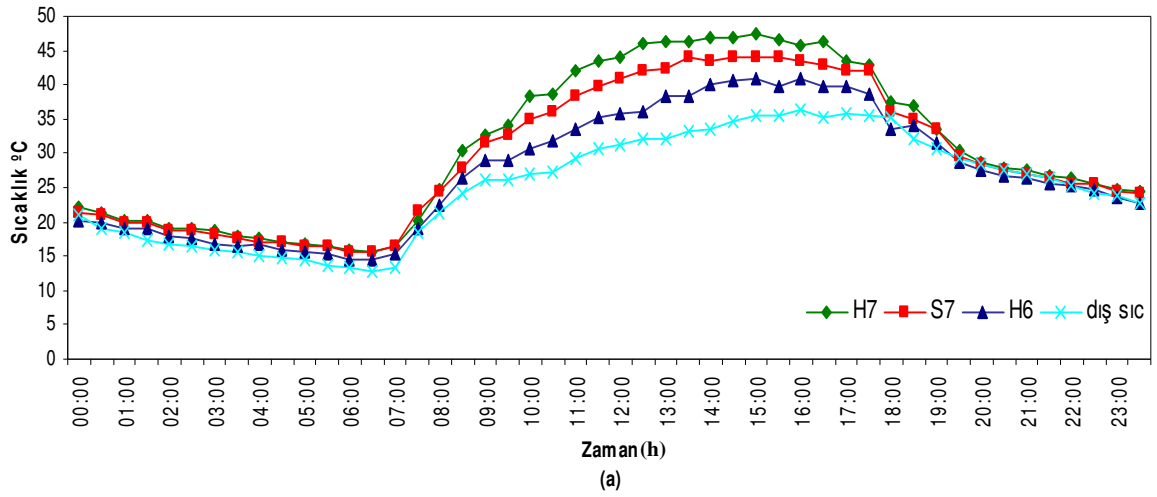
Şekil 4.12’de sistem çalıştırılmadan sera içindeki sıcaklık değişimleri gözlemlenmiştir. Grafikte sistem çalıştırılmadığı saatlerde sıcaklığın bitkilerin normal gelişimlerini sürdürebilecek seviyelerin çok üstüne çıktığı belirlenmiştir. Şekil 4.12’de ölçümlerdeki sera içi sıcaklığın öğlen saatlerinden itibaren yükselerek 45 °C’nin üzerine çıktığı ölçülmüştür. Deneme alanındaki ölçüm istasyonundan alınan verilerden dış sıcaklığın öğlen saatlerinde en yüksek 37 °C olduğu böylelikle sera içi sıcaklığın dış sıcaklığa göre 8 °C daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.13’de 6 Ağustos 2007 tarihinde sistem çalıştırılarak sera içindeki sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Ölçümler sonucunda; ped önündeki sıcaklık algılayıcıların sıcaklık azalması dış sıcaklığa oranla 12 °C, orta sıradaki algılayıcılardan sıcaklık düşüşü 8 °C ve fan önündeki algılayıcılardan ise 6 °C’lik düşüş gerçekleşmiştir.

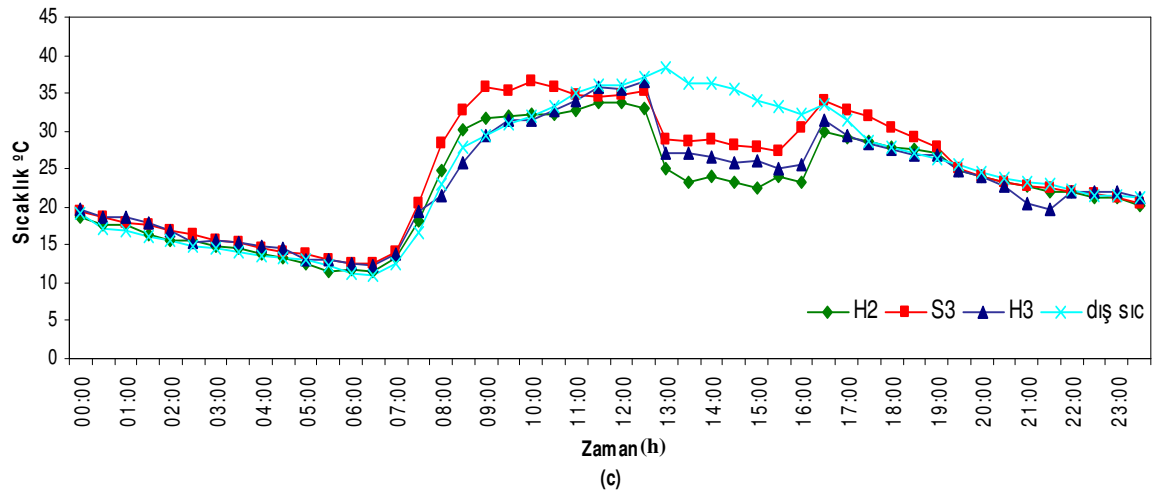
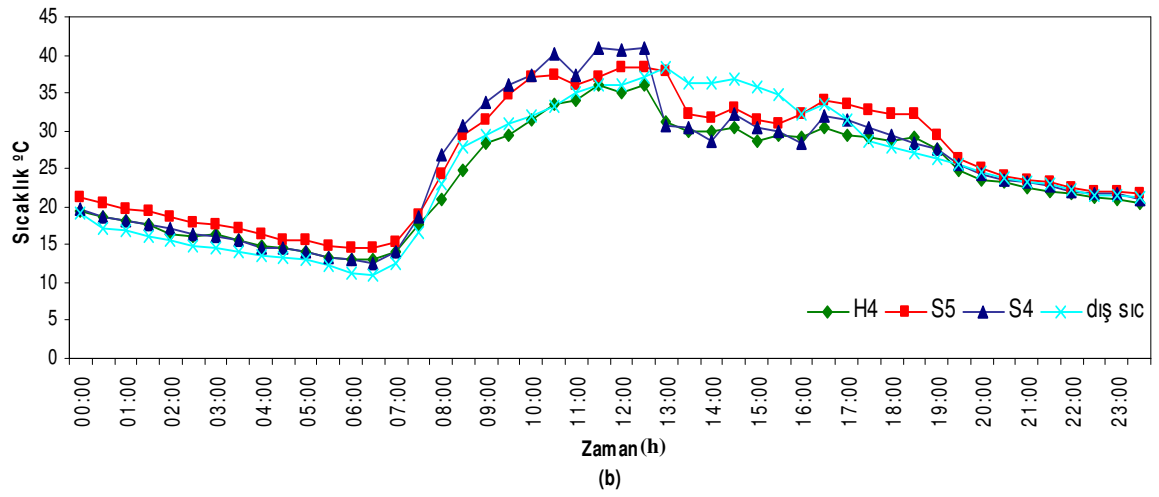
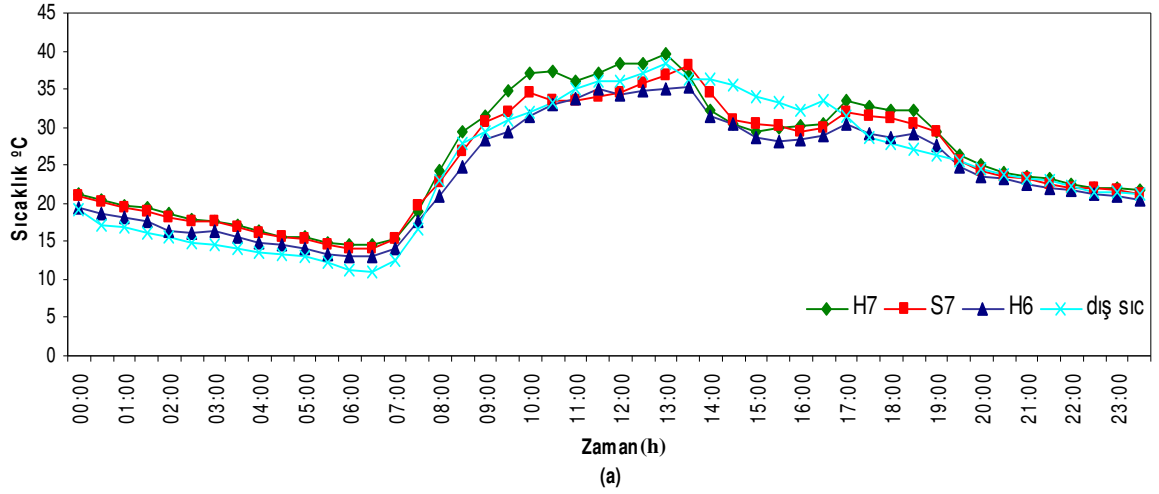
Her iki grafik birbiriyle karşılaştırıldığı zaman, çalıştırılmayan serada öğlen saatlerinde 45 °C’ye yükselen sıcaklık sistem çalıştırıldığı günde ortalama 28 °C’ye kadar düşürülmüştür.

Şekil 4.14’de oransal nem ölçümlerinde de sistem çalıştırılmadığı için sera içindeki oransal nemin saat 08:00-19:00 saatleri arasında % 22 dolayında sabit bir şekilde seyretmiştir. Dış ortam oransal nem değeri saat 13:00’e kadar sera içi oransal nem değerinden yüksek değerde ölçülmüş, saat 13:00-18:00 saatleri arasında ise sera içi oransal nem değerlerinden daha düşük değerlerde ölçülmüştür.

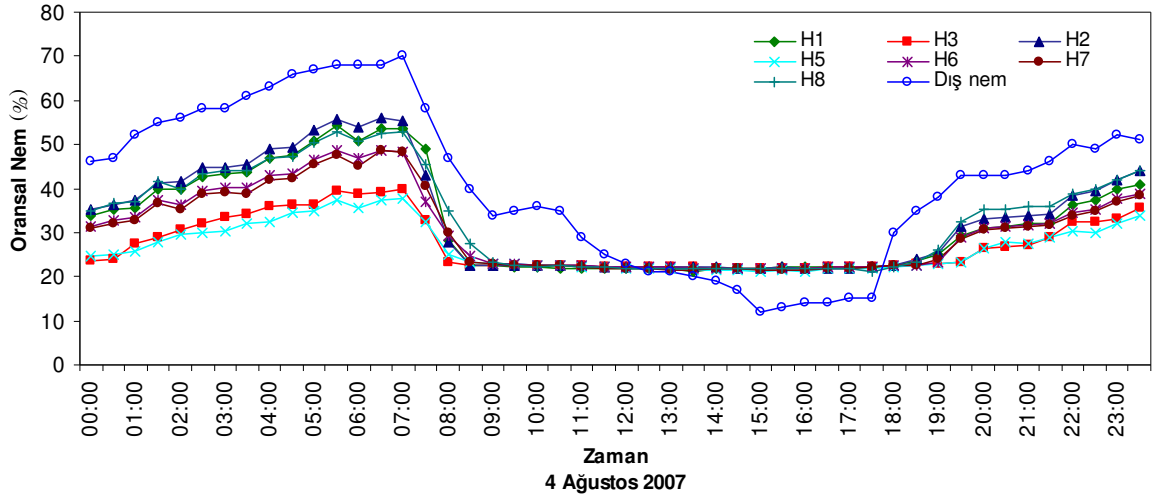
Şekil 4.15’de sistem çalıştırıldığında sera içindeki oransal nem değerleri dış ortam oransal nem değerleriyle karşılaştırılmıştır. Sistem çalıştırıldığı saatlerde sera içi oransal nem değerleri artış göstermiştir.



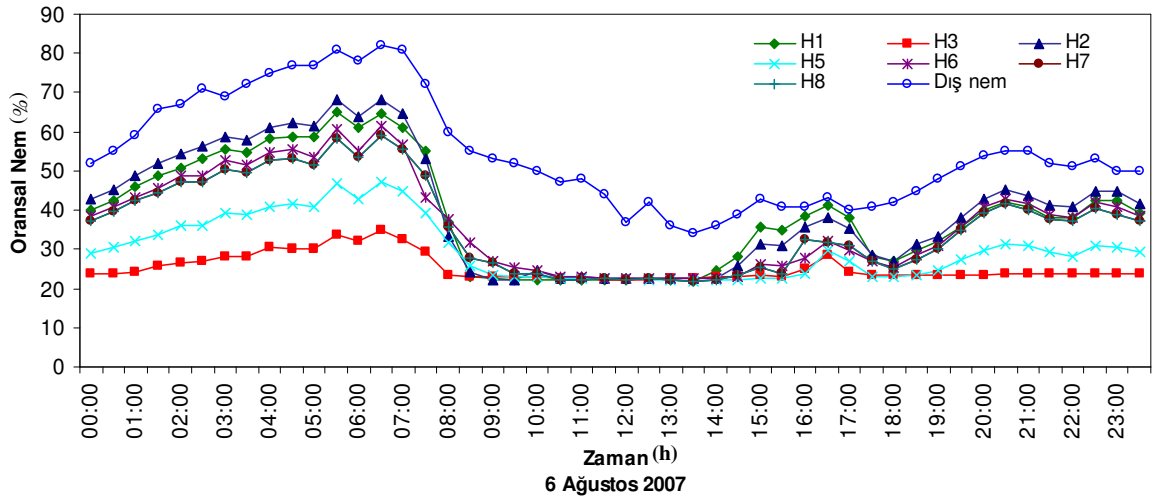
Şekil 4.12. 04.08.2007 tarihinde sistem çalışmazken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri



Şekil 4.13. 06.08.2007 tarihinde sistem çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

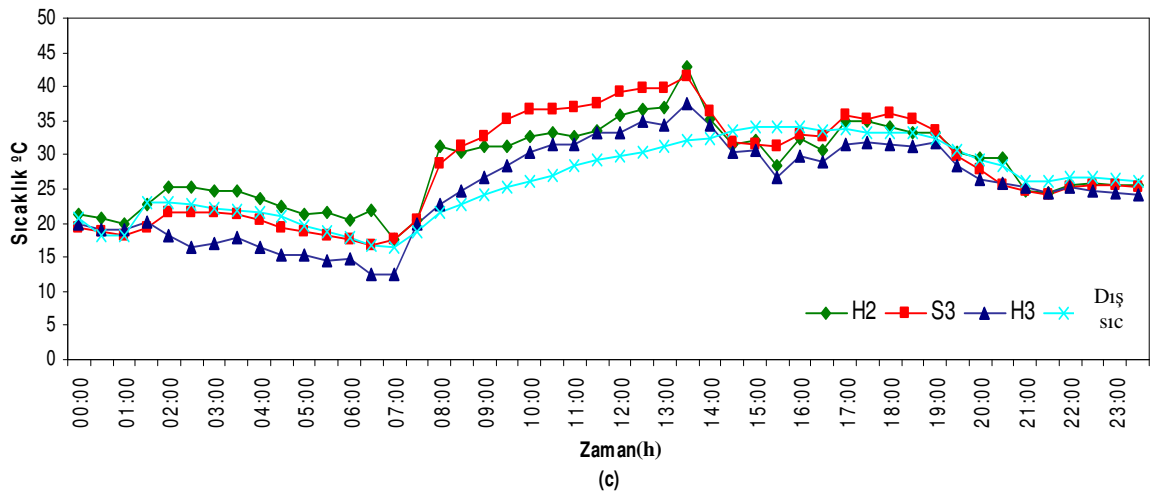
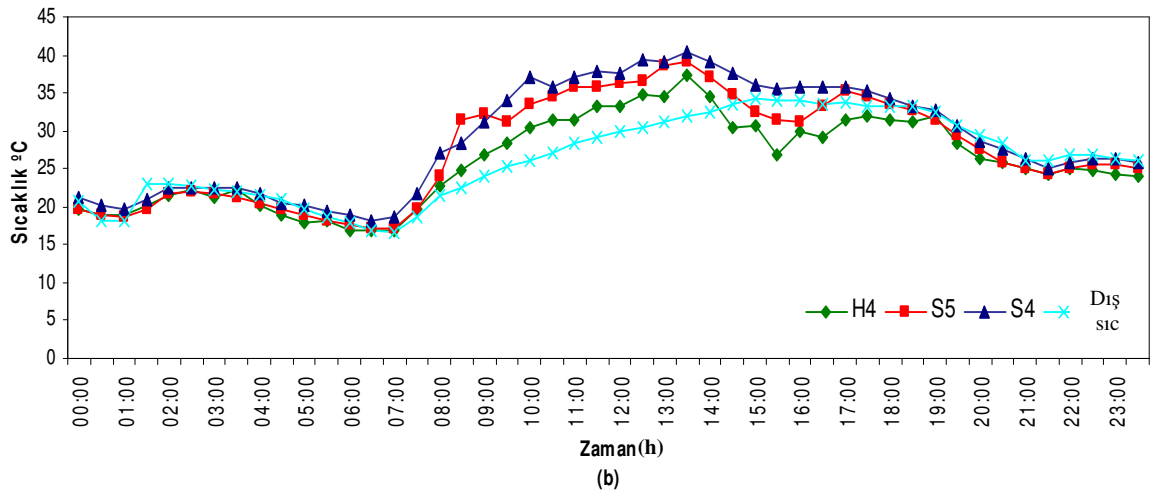
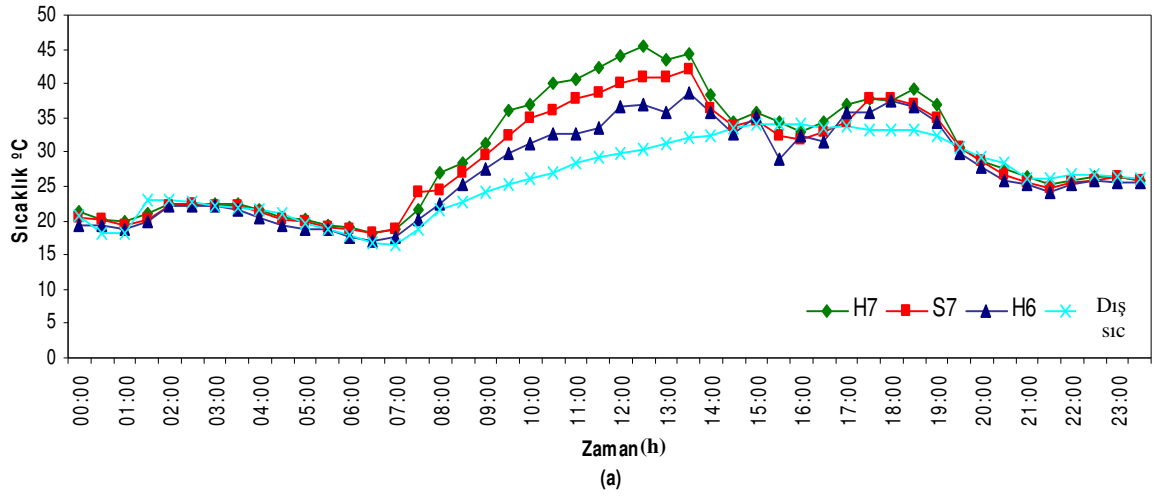


Şekil 4.14. 4 Ağustos 2007 günü sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması

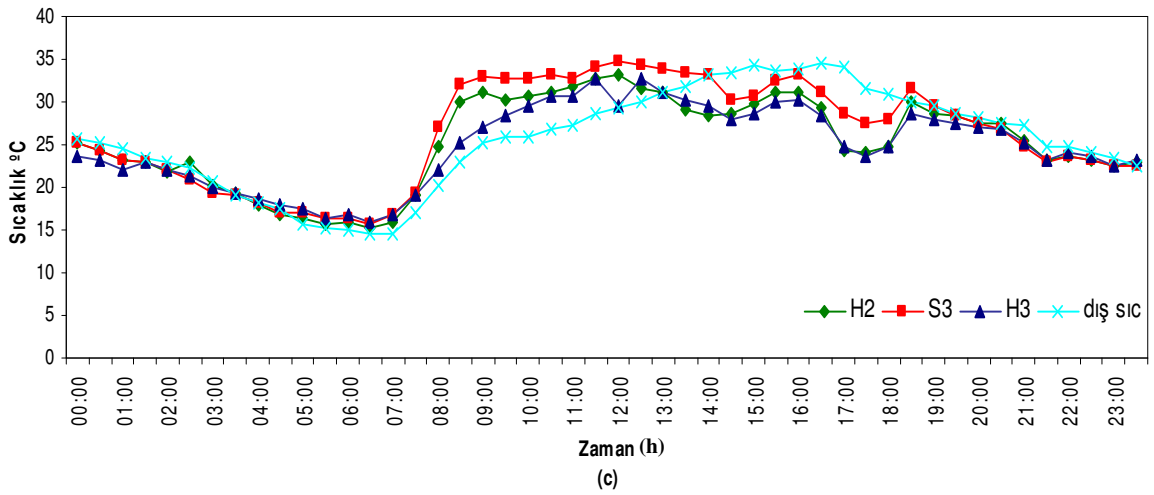
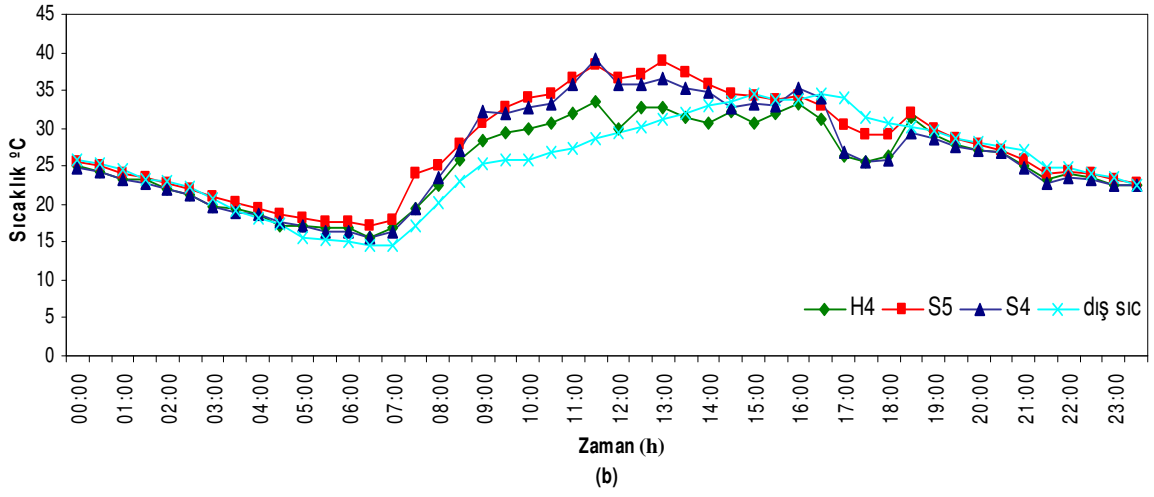
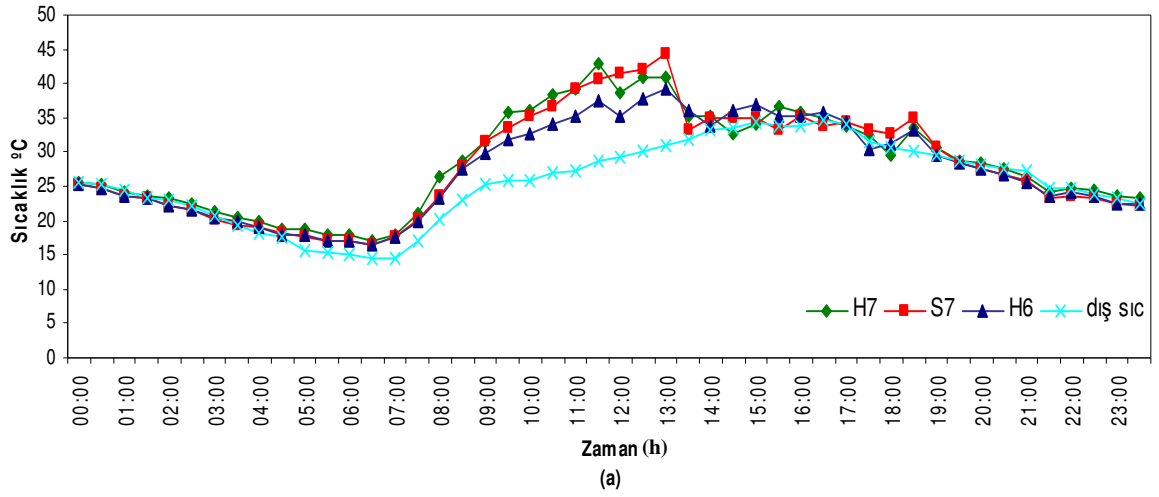


Şekil 4.15. 6 Ağustos 2007 günü sera içi oransal nem değişimlerinin dış nem ile karşılaştırılması

13 Ağustos 2007 tarihinde ped suyu deposuna buz uygulanarak su sıcaklığını düşürerek sistem etkinliğindeki değişim Şekil 4.16'da grafikte gösterilmiştir. Şekil 4.17'de de sistem normal koşullar altında çalıştırılarak karşılaştırma yapılmıştır. Şekil 4.16'daki grafikte sıcaklık değişimleri incelendiği zaman ped suyu sıcaklığının sistem etkinliğine çok büyük oranda katkısı olmadığı serinletme işleminde sera içi sıcaklığın fan ped sistemi çalıştırıldığı saatlerde dış sıcaklık seviyesinin altına kadar düşürülebildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.16. 13.08.2007 tarihinde sisteme buz uygulandığında seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

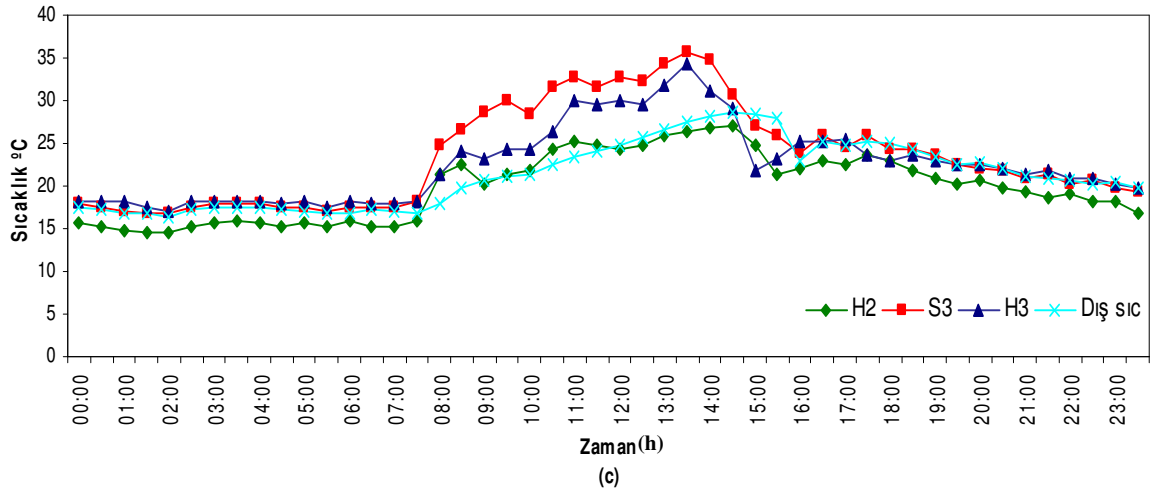
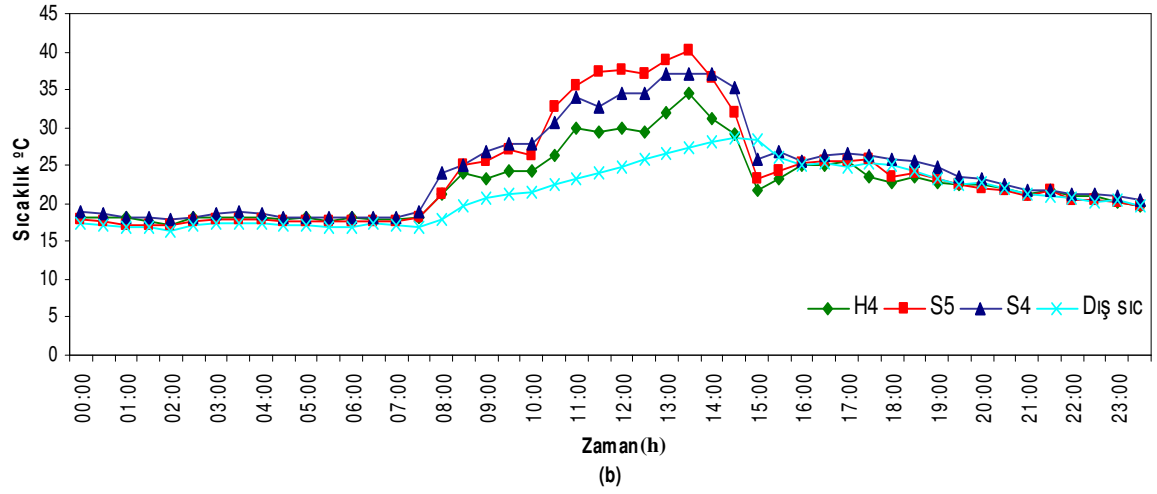
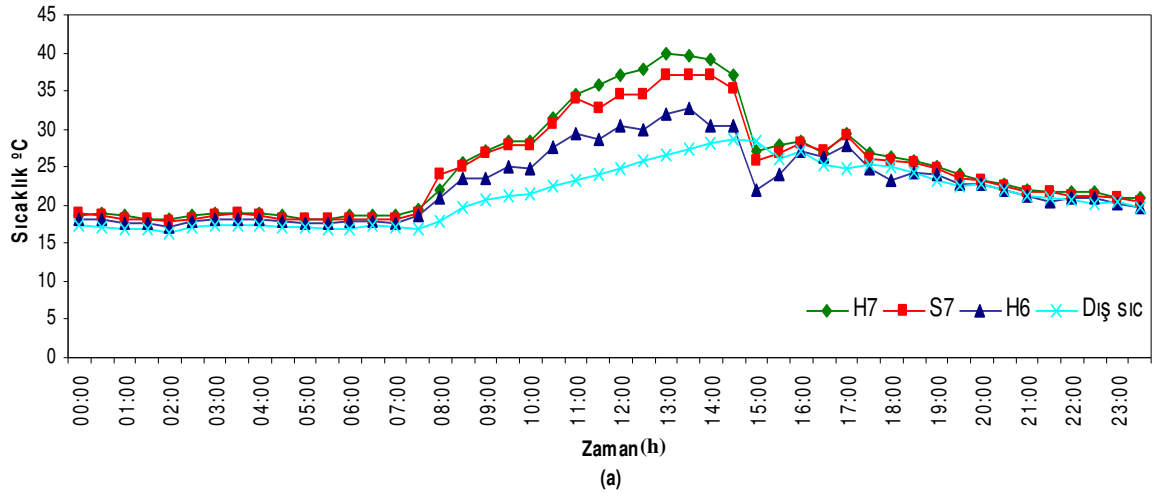


Şekil 4.17. 14.08.2007 tarihinde sistem çalışırken seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri



Şekil 4.18. Serada yetiştirilen domatesin olgunlaşma döneminden görünüm

Şekil 4.19’da dış ortam oransal nem değerinin en yüksek olduğu gün sera içi sıcaklık değişimleri gösterilmiştir. Dış ortam oransal neminin en düşük olduğu gün 26 Temmuz 2007 tarihiyle (Şekil 4.7) karşılaştırıldığında, dış ortam oransal nem düzeyinin artışıyla sistem etkinliğinin düştüğü gözlenmiştir.



Şekil 4.19. 28.08.2007 tarihinde dış ortam oransal nem değerinin en yüksek olduğu gün seranın (a) fan önü, (b) orta sıra (c) ped önündeki sıcaklık algılayıcıların saatlik değişimleri

5. SONUÇLAR

Sera koşullarında bitkisel üretim yapmakta asıl amaç, normal iklim şartlarında açık arazide yetiştirilmesi uygun olmayan ürünleri veya yetiştirilmesi halinde ekonomik getirisi düşük olan ürünler için iklim ve çevre şartlarını üreticilerin kendi kontrolleri altında yapmaktadır. Sera üretiminde maksimum kazanç ve üretim gerçekleştirmek için bitkilerin ihtiyacı olan yetiştirme isteklerini sağlamak gerekmektedir.

Sera üretiminde kış aylarında yapılan üretimlerde seraların, bitkilerin ihtiyacı olan sıcaklık değerlerinin kontrol altında tutulması gerekir. Bu durumda seraların ısıtılması gerekir. Aynı şekilde yaz üretimlerinde de seranın serinletilerek sera içi sıcaklığının düşürülmesi gerekir.

Seraların yazın serinletilerek etkin ve ekonomik bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli serinletme yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan fan ped serinletme sistemi oransal nem değeri düşük olan yörelerde kullanılmaktadır.

Araştırmadan elde edilen verilerden oluşan grafiklere göre yaz aylarında oransal nem değeri düşük illerden biri olan Isparta ilinde fan ped sistemin etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yörede kurulu olan serada haziran-eylül aylarında sistemin etkinliği belirlenmiştir.

Erdoğan (1994)'ın Çukurova yöresinde yapmış olduğu araştırmada oransal nem düzeyi % 30 düzeyinde iken, 5 fan çalıştırarak sera içi sıcaklığı dış sıcaklığa göre 8,3 °C düşüş gerçekleştirilmiştir. 2 fan çalışması durumunda ise sıcaklık farkı 3 °C dir. 5 fan çalışması durumundaki sıcaklık farkı, 2 fan çalışması durumundaki sıcaklık farkından daha yüksek olduğundan 5 fan çalışması ile sistemin etkinlik derecesinin daha yüksek, daha randımanlı olduğu tespit edilmiştir. Araştırmasında dış koşullardaki oransal nem % 30 olduğu durumlarda ulaşılan sıcaklık farkı 10 °C olurken oransal nemin % 95 olduğu koşullarda ise sıcaklık farkı 0 °C olarak bulunmuştur.

Bu araştırmada ise, yöredeki en düşük nem değeri 26 Temmuz 2007 tarihinde ortalama % 20 olarak ölçülmüştür. Sistemin çalıştırıldığı saatler süresince sera içi dış ortam sıcaklığına göre ortalama 10 °C düşüş gerçekleşmiştir. Sistemin etkinliği dış ortam neminin en düşük olduğu gün % 80 olarak hesaplanmıştır.

Serinletme etkinliği, dış havanın nem oranı yanında pedlerde kullanılan malzemenin cinsine, ortaya çıkan basınç kaybına bağlı olmaktadır. Tekinel vd. (1989)'in belirttiği su yastıklarında en uygun hava hızı 1,5 m/s'yi geçmemelidir. Hızın bu sınırı aşması durumunda pede giren hava, yeterli oranda nem alamadığından ve buna bağlı olarak da buharlaşma ısısını bırakamadığından yeterli serinletme sağlanamamaktadır.

Evaporatif serinletme sistemlerinde önemli sorunlardan bir tanesi seralarda hava giriş ve çıkış noktası arasındaki sıcaklık ve nem farklılığıdır. Bu nedenle fan ve ped arasındaki uzaklığın mümkün olduğu kadar kısa tutulması gerekmektedir. Araştırmada pedin hemen önündeki sıcaklık ölçümü ile orta nokta ve fanların önündeki sıcaklık ölçümü arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Pedin hemen önünde ölçülen sıcaklık düşüşü yaklaşık 13 °C iken, bu değer orta noktada 8 °C ve fan önünde ise 7 °C olarak ölçülmüştür.

Serin iklime sahip, oransal nem değeri düşük olan yörelerdeki seralarda serinletme amacıyla kullanılacak fan ped sisteminin uygulanmasında dikkat edilecek hususlar ve araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilen noktalarda vurgulanmıştır.

– Serada 2 adet 0,55 kw gücünde fanlar kullanılmıştır. Fan sayısı veya fanın gücü artırıldığı takdirde sistemin etkinliğinin daha fazla artacağından serada hava değişim sayısı artırılabilecektir ve bu sayede serada ısınan havanın daha çabuk dışarı atılmasına ve hava dolaşımının serada daha hızlı gerçekleşmesi sağlanacaktır.

– Araştırma serasında kullanılan ped ve fanların seranın kısa kenarı yerine seranın uzun kenarı üzerinde konumlandırılması durumunda fan ve pedler arasındaki mesafe kısaltılarak sera içine giren havanın daha kısa zamanda serayı terk ederek sera içinde havanın ısınması engellenmiş olacaktır. Araştırmada alınan veriler

sonucunda sera içinde hava, pedlerden fanlara ulaşınca kadar ısınarak serayı terk etmektedir.

– Araştırma dönemi boyunca fan ped sistemi öğlen saatlerinden itibaren çalıştırılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda sera içi sıcaklığı sabah saat 10:00'dan itibaren hızla yükselerek bitkilerin ihtiyacı olan optimum sıcaklık değerlerinin üstüne çıkmaktadır. Tarımsal üretimimin kontrollü bir şekilde yapılabilmesi için fan ped sistemi sera içi sıcaklığın kontrollü bir şekilde yapılarak; sıcaklık, bitkilerin strese gireceği sınır değere ulaşmadan sistem çalıştırılmalıdır.

– Serada sistem çalıştırıldığı zaman süresince, havalandırma açıklıklarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Sera giriş çıkış kapısının sistem çalıştığı sürece kapalı olmasına ve seranın herhangi bir noktasında açıklık bulunmaması gerekmektedir.

– Serada kullanılan pedlere gelen su deposu sürekli kontrol edilmelidir. Araştırmada kullanılan pedlerde, fazla su drene olarak tekrar su deposuna takviye edilmiştir. Bu suyun kontrollü bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Kullanılan pedlerin su takviye borularında yosunlaşma ve kirlenme olasılığı yüksek olup kirlenen su, pedlerin su damlatma memelerini tıkayarak pede su akışını engelleyebilmektedir. Ped deposunda ki su sürekli kontrol edilerek yosunlaşma engellenmelidir. Aynı şekilde peddeki su damlatma boruları ayda bir sökülerek temizliği yapılmalı gerekirse yenisi ile değiştirilmelidir.

Sonuç olarak Isparta gibi yaz aylarında ortalama sıcaklığı yüksek olmayan oransal nem değerleri düşük olduğu yörelerde kurulmuş olan seralarda sıcaklığın yüksek olduğu öğlen saatlerinde fan ped sistemi çalıştırılarak sera içi sıcaklığı bitkilerin ihtiyacı olan optimum sıcaklık değerlerine düşürülerek yaz aylarında da üretime devam edilebileceği belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Aldrich, R.A. 1986. Environmental Control for Agricultural Buildings. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, 287p.
- Anonim, 2006. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Ankara
- Anonim, 2007. <http://www.isparta.gov.tr/index3.php?goster=1&b1=1&b2=8> Erişim Tarihi: 22.10.2007
- ASAE, 2003. Heating, ventilating and cooling greenhouses. ANSI/ASAE EP406.2. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI
- Aydıncioğlu, M., 2004. Model Bir Seranın İklimlendirilmesi Ve Otomasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 38 s.
- Barroso, M.R., Meneses, J.F., Mexia, J.T., 1999. Comparison Between Greenhouse Type, and Their Effects on Two Lettuce Cultivars Yield, and Botrytis Incidence. Acta Horticulturae, (491), 137-142p.
- Baytorun, N. 1995. Seralar. Ç.Ü Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:110, Ders Kitapları Yayın No: 29, Adana, 406s
- Beytes, C. 2006. What makes Cheshire tick. Grower Talks, 70(5): 80-88p.
- Bottcher, R.W., Baughman, G.R., Kesler, D.J., 1989. Evaporative Cooling Using a Pneumatic Misting System. Trans. ASAE. (32), 671-676p.
- Bucklin, R.A., Henley, R.W., McConnell, D.B., 1993. Fan and Pad Greenhouse Evaporative Cooling Systems. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Circular 1135p.
- Chandra, P., Singh, J.K., Majumdar, G., 1989. Some results of evaporatively cooling a plastic greenhouse. J. Agric. Eng. Res. ISAE .26(3):274-280p.
- Coşkun, M., Filiz, M., 1997. Sera İçi Kliması Düzenleme İlkeleri Ve Bu Konuda Gelişen Teknolojiler Üzerine Araştırmalar. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Bursa, 666-674s
- Critten, D.L., 1988. Direct Sunlight Losses in North-South Aligned Multispan Greenhouse with Symmetric Roofs at UK Latitudes. Journal of Agricultural Engineering Research, 40 (1), 71-79p.
- Dağtekin, M., Gürdil, G.A.K., Yıldız, Y., 1997. Çukurova koşullarında buharlaşma ile serinletme sistemlerinde (fan ped) kullanılacak uygun malzemenin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi 17-19 Eylül 1997. Tokat, 17-23s.

- Davies, P.A., 2005. A solar cooling system for greenhouse food production in hot climates. *Solar Energy* (79), 661–668p
- Demir, Y., Cemek, B., Uzun, S., 1997. Seralarda Yönlendirme İle Çatı Eğim Açısının Önemi ve Bitki Verimine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1): 157-172s.
- Erdoğan, F., 1994. Cam seralarda evaporatif soğutma sisteminin etkinliğinin saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. Adana. 51 s.
- Fuchs, M., Dayan, E., Presnov, E., 2006. Evaporative cooling of a ventilated greenhouse rose crop *Agricultural and Forest Meteorology*, (138) 203–215p.
- Gunhan, T., Demir, V., Yagcioglu, A., 2007. Evaluation of the Suitability of Some Local Materials as Cooling Pads *Biosystems Engineering*, 96 (3), 369–377p.
- Harzadın, G., 1986. Seraların Havalandırılması. *Hasad Dergisi*, Nisan Sayısı, 26-27s.
- Jain, D., Tiwari, g.N., 2002. Modeling and optimal design of evaporative cooling system in controlled environment greenhouse. *Energy Conversion and Management*, (43) 2235–2250p.
- Kaygısız, H., 2004. Domates Yetiştiriciliği, *Hasat Yayıncılık*. 296s.
- Kimball, B.A., Benham, D.S., Wiersma, F., 1977. Heat and mass transfer coefficients for water and air in aspen excelsior pads. *Transactions of ASAE*;20:509–14p.
- Kittas, C., Bartzanas, T., Jaffrin, A., 2003. Temperature Gradients in a Partially Shaded Large Greenhouse equipped with evaporative cooling pads. *Biosystems Engineering*, 85 (1), 87-94p.
- Koca, R.W., Hughes, W.C., Christianson, L.L., 1991. Evaporative cooling pads: test, procedure and evaluation. *Applied Engineering in Agriculture*, 7(4):485–90p.
- Li, S., 2007. Comparing The Performance Of Naturally Ventilated And Fan Ventilated Greenhouses. *Biological And Agricultural Engineering Raleigh, Nc*, 234p.
- Liao, C.M., Chiu, K. H., 2002. Wind tunnel modeling the system performance of alternative evaporative cooling pads in Taiwan region. *Building and Environment*, (37), 177–187p.
- Montero, J.I., Short, T.H., Curry, R.B., Bauerle, W.L., 1981. Influence of Evaporative Cooling Systems on Greenhouse Environment. *ASAE*, (81), 4027-4033p.

- Nicolaus, A., 1990. Ventilation Methodologies in Greenhouses. *Acta Horticulturae*, (263), 299-306p.
- Nielsen, O.F., 2002. Natural Ventilation of A Greenhouse With Top Screen. *Biosystems Engineering*, 81(4), 443-451p.
- Özbuğan, C., 1995. Evaporatif Soğutma. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 54s.
- Özmerzi, A., Kürklü, A., 1989. Seralarda Havalandırma Yöntemleri ve Zorunlu Havalandırma Sistemlerinin Hesaplanması. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 2(2), 101-120p.
- Öztürk, H.H., Yıldız, O., Başçetinçelik, A., 1989. Seralarda Nemlendirme Havalandırma Sisteminin Etkinliğinin Saptanması. Ç.Ü. Zir. Fak. Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Adana.
- Öztürk, H.H., Başçetinçelik, A., 2002. Seralarda Havalandırma. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Böl. Yayın No: 227, Adana, 304s.
- Seginer, I., 1980. Optimizing Greenhouse Operation for Best Aerial Environment, *ISHS Acta Horticulturae* 106: Symposium on Computers in Greenhouse Climate Control, Wageningen, Netherlands.
- Seginer, I., Willits, D.H., Raviv, M., Peet, M.M., 2000. Transpirational cooling of greenhouse crops. BARD Final Scientific Report Bet. Dagan, Israel IS-2538-95p.
- Stanghellini, C., 1987. Transpiration of Greenhouse Crops: An Aid to Climate Management. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- Sulaiman, F.A., 2002. Evaluation of the performance of local fibers in evaporative cooling. *Energy Conversion and Management*, (43), 2267–2273p.
- Teitel, M., Tanny, J., 1999. Natural Ventilation of Greenhouses: Experiments and Model. *Agricultural and Forest Meteorology*, (96), 59-70p.
- Tekinel, O., Baytorun, N., Demir, Y., 1989. Çukurova Koşullarında Seralarda Islak Yastıklarla Soğutma Olanakları. Çukurova Üni., Ziraat Fak., Kültürteknik Böl., *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, (13), 17-24s
- Uğurlu, N., Kara, M., 1998. Islak Ped Sistemiyle Serinletmenin Performans Verileri ve Kafes Sistem Kümes İç Sıcaklığın Düşürülmesine Etkisi. *Turkish Journal Agricultural Forest*, Tübitak, (24), 79-86s.
- Wiersma, F., Stott, G.H., Loungh, O. 1972. Consider Cooling Possibilities: The Practical Aspects of Cooling Dailly Cattle. The Universty of Arizona, 25p.

Yağcıoğlu, A., 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi. Ziraat Fak. Tarım Makineleri Böl. İzmir, 363s.

Yüksel, A.N., 2000. Sera Yapım Tekniği, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 287s.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Hasan ÖZ
Doğum Yeri ve Yılı :Mucur- 1981
Medeni Hali :Bekar
Yabancı Dili :İngilizce



Eğitim Durumu

Lise :Kırşehir Lisesi 1995-1998
Lisans :SDÜ-Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama 2000-2005
Yüksek Lisans :SDÜ-Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD 2005-

Yayımları

1- Atılgan, A., Öz, H., 2007. "Serin İklimde Sahip Bölgelerdeki Seraların Fan Ped Sistemiyle Serinletilmesi", Derim Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, Antalya 24(1):11-18