

SERİN İKLİME SAHİP BÖLGELERDEKİ SERALARIN FAN PED SİSTEMİYLE SERİNLETİLMESİ

Atılğan ATILGAN

Hasan ÖZ

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta

ÖZET

Sıcak yörelerdeki seralarda eğer serinletme sistemi yoksa sıcaklık rahatlıkla 38 °C'ın üzerine çıkar. 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 olur. Bu nedenle seraların fan ped sistemiyle 10-12 °C kadar soğutularak, sera sıcaklığı dış hava sıcaklığının altına düşmesi sağlanarak yazın da seralarda üretime devam edilebilmektedir.

Bu çalışmada, serin iklime sahip bölgelerdeki seralarda kullanılan fan ped sisteminin çalışma prensibi ve kullanımı ile ilgili bilgiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Fan Ped Sistemi, Serin İklim Bölgesi

COOLING OF GREENHOUSES IN COOL CLIMATE REGIONS BY FAN PAD SYSTEM

ABSTRACT

Temperatures can easily exceed 38 °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 climate regions increase until 30-33 °C inside of greenhouse temperature is more than outside during summer periods. Summer temperature in cool climate region is lower than hot climate regions. Therefore, temperature of greenhouse cooling as 10-12 °C by fan pad system because of production can be kept on in greenhouse in summer period due to decreasing of greenhouse temperature under the outside air temperature.

In this study, knowledge related to operating principles and using of fan pad system has been reviewed in greenhouse in cool climate region.

Keywords: Greenhouse, Fan pad system, Cool climate region

1.GİRİŞ

Ülkemizde, yaz aylarında tarla ve bahçelerde sebze yetiştiriciliği yaygın olarak yapıldığından, seracılığın yaygın olduğu sıcak bölgelerimizdeki seralarda yaz aylarında sebze yetiştiriciliği genelde yapılmamaktadır. Kış ve ilkbahar için yetiştirilen bitkilerin hasadına yaz başlarında da devam edilir ve sera içi sıcaklık bitkiler için elverişsiz 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. Fakat son yıllarda yazları serin geçen yükseltisi fazla yörelerimizde gelişmeye başlayan seracılık uygulamalarında ise gündüz saatlerinde serinletme yapılarak yaz aylarında da sebze üretimine devam edebilme olanağı vardır.

Yaz mevsiminde havalandırmanın asıl amacı, sera iç ortam sıcaklığının aşırı yükselmesini önlemektir. Yazın sera iç ortamına aşırı miktarda güneş ışınımı ulaştığından, ortam havasının sıcaklığı yükselir. Sera iç ortam sıcaklığını azaltmak için, havalandırma

sistemi ile sera içerisinde iyi bir hava dolaşımı sağlanmalıdır. Yazın sıcaklık kontrolü için dakikada 1 hava değişimi, en düşük havalandırma oranı olarak kabul edilir (Yağcıoğlu, 2005).

Havalandırma oranı artırıldığında, iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı azalır ancak, havalandırma sisteminin işletme giderleri artar.

Yazın gündüz sürelerinde, sera ortam havasının sıcaklığı sürekli olarak dış ortam sıcaklığından daha yüksektir. Sera iç ortam sıcaklığını dış ortam sıcaklığının altına düşürmek için, serin iklime sahip yörelerde nemlendirmeli serinletme yöntemi uygulanmalıdır. Taban alanı 30 m²'den daha az olan küçük seralar için, yaz mevsiminde taban alanı başına havalandırma oranı 0,06 m³ s⁻¹ m⁻² ve nemlendirmeli serinletme için fan kapasitesi 0,08 m³ s⁻¹ m⁻² olmalıdır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Bu çalışmanın amacı, serin iklime sahip yörelerde kurulmuş olan seralardaki fan ped sisteminin uygulanması ve etkinliği hakkında literatür taramaları yapılarak detaylı bilgiler verilmesidir.

2. FAN PED SERİNLETME SİSTEMİ

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

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 (Baytorun, 1995)

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. Bunun sonucunda 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).

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. bölgede 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.

2.1. Ped Malzemesi

Ped malzemesi; iki kafesli tel arasına 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.

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 tasarlanan 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 (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

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 m s⁻¹ arasında olmalıdır (Baytorun, 1995).

Kavak talaşından yapılmış olan pedlerin düşey olarak yerleştirilmesi durumunda, ped yoğunluğu yaklaşık 32 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.

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)

Seralarda kavak talaşından yapılan pedler için, ped uzunluğu başına 6 L dak⁻¹ su akışı 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 L dak⁻¹ olması gerektiği önerilmiştir.

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).

2.2. 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.

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 çökelerek 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 (Yağcıoğlu, 2005).

2.3. 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).

Fanlar, serada dakikada en az bir hava değişimi sağlayacak kapasitede olmalıdır. Serada gerekli hava

değişimini, belirli statik basınçta en düşük güç gereksinimiyle sağlayacak fan seçilmelidir. Fan ped serinletme sisteminde fan seçiminde; hava değişim oranı, statik basınç, fan etkinliği, enerji tüketimi ve gürültü düzeyi önemli etkindir (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

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 (Yağcıoğlu, 2005).

2.4. Fanların Konumlandırılması

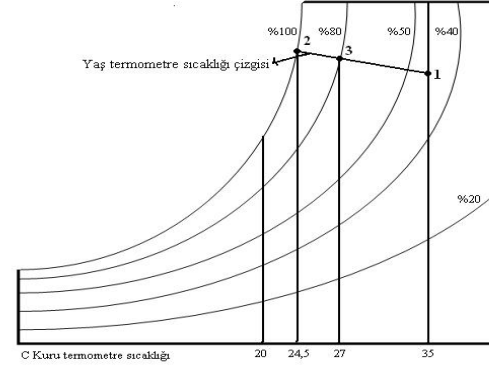
Islak pedler ile karşılıklı yerleştirilen fanlar arasında 30-45 m kadar bir mesafe olması, bu sistem için en uygun durumdur. Mesafenin 30 m den az olması, seranın enine kesitindeki hava hızının düşük seçilmesi gerektirir. Bu durum, havanın, serada çalışanlara yapışkan bir nemlilik hissi vererek rahatsız 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).

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 üflemezler. Bu durumda iki sera arasında en az 15 m'lik bir açıklık bırakılmalıdır (Baytorun, 1995).

3. FAN PED SERİNLETME SİSTEMİNİN UYGULANMASI

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. 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. 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 psikrometik diyagram üzerindeki yeri 1 numaralı nokta ile gösterilmiş olsun (Şekil 1). Bu özelliklerdeki hava adyabatik şartlarda nemlendirilirse, durumu yaş termometre çizgisi boyunca değişime uğrayarak doyma noktasına ulaşana kadar nem almaya devam eder (2 numaralı nokta). Doyma durumunda söz konusu havanın sıcaklığı psikrometik 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.



Şekil 1. Kuru Hava Sıcaklığının Azalmasının Psikrometik Diyagram Üzerinde İncelenmesi

Gerçek buharlaşmalı serinletme uygulamalarında serinletme düzeneğinden hava tam doymuş olarak çıkamaz. Örnekteki 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 psikrometik diyagramdan görülür (Yağcıoğlu, 2005).

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

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 kütesinden harcadığı için duyulur ısısı düşmekte, buna karşın nem miktarındaki artıştan 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 öğlen 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).

3.1. Sistem Etkinliği

Serinletme sisteminin performansının belirlenmesinde, buharlaşmayla serinletme randımanı, Bottcher ve ark. (1989) tarafından önerilen metotla aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$n = \frac{T_{odb} - T_{cdb}}{T_{odb} - T_{owb}} \times 100$$

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).

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.

Çizelge 1. Çeşitli Nem Ve Sıcaklık Değerlerinde Pedden Çıkan Havanın Sıcaklık Değeri (Anonymous, 2005).

| % 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 |

4. FAN PED SERİNLETME SİSTEMİNE İLİŞKİN HESAPLAMALAR

Seraların nemli yüzeylerden yararlanılarak serinletilmesi yönteminin başarısı, uygulama sırasında kullanılacak ped alanının, fan sayısı ve gücünün, nemlendirme suyu miktarının ve ped ve fanların yerleştirilmelerinin doğru yapılmasına bağlıdır. Ped alanının ve fan sayısı ve güçlerinin belirlenmesinde uygulanmak üzere "ACME Engineering and Manufacturing Corp. USA" tarafından önerilen yöntemle göre yapılacak hesaplamalara ilişkin işlemler aşağıda sıralanmıştır.

İlk olarak seradan dışarıya çıkarılması gereken havanın debisi belirlenir. Yapılacak hesaplama temel alınan standart şartlar olarak,

- Seranın 300 m den daha düşük yükselteli bölgede kurulmuş olması,
- Seranın içinde ışınal aydınlık şiddeti değerinin 200 W m^{-2} olması
- Sera içinde hava sıcaklığının nemli yastıktan geçip fana ulaşana kadar, sıcaklığının 4 °C artışına izin verilmesi, kabul edilmektedir.

Yukarıda sıralanan standart şartların geçerli olduğu bir serada, birim zaman içinde değiştirilmesi gereken sera içi havası miktarı, yaz şartları için $0,04 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak önerilmektedir (Anonymous, 1993). Ele alınan seranın içinde bulunduğu gerçek şartların standart şartlardan değişik olması durumunda, $0,04 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}$ standart değerinin gerçek duruma uydurulması için bazı düzeltme faktörlerinden yararlanılarak düzeltilmesi gerekir.

-Seranın bulunduğu yerin denizden yüksekliği 300 m den farklıysa kullanılacak “yükseklik düzeltme faktörü” (F_y) çizelge 2’den bulunur. Çizelgede görüldüğü gibi yükseklik 300 m yi aştıkça, azalan hava yoğunluğu nedeniyle, daha alçak yerlerdeki seralarla aynı ısıyı dışarı taşıyabilmek için daha fazla hacimde havanın değiştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Anonymous, 1993).

Çizelge 2. Yükseklik Farkına Göre Düzeltme Faktörü (F_y)

| Yükselti (m) | <300 | 300 | 600 | 900 | 1200 | 1500 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| F_y | 1,00 | 1,04 | 1,08 | 1,12 | 1,16 | 1,20 |

- Seranın değiştirilmesi gereken hava miktarı, seraya ulaşan güneş enerji miktarına yakından bağlıdır. Seraya ulaşan ışınım miktarı arttıkça seranın ısı kazancı artacaktır. Seraya standart şartlardakinden daha az ışınım geliyorsa standart değerden daha düşük, daha fazla ışınım geliyorsa daha yüksek hava değişim hızına gerek olacaktır. Seraya ulaşan ışınımsal aydınlık şiddetine bağlı “ışınım düzeltme faktörü (F_1) değerleri çizelge 3’ten bulunabilir.

Çizelge 3. Işınımsal Aydınlık Şiddetine Göre Düzeltme Faktörü F_1 (Anonymous, 1993)

| Işınımsal Aydınlık (W/m) | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| F_1 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |

- Nemli pedlerden geçerek sera içine giren serin hava, aspiratör fanlarına ulaşana kadar sera içinden geçerken ısınır. Uygulama sırasında daha değişik sıcaklık artışına izin verilmesi düşünülürse hava esiş hızının değiştirilmesi gerekecektir. Standart değere göre daha yüksek sıcaklık artışı düşünülüyorsa, hava geçiş hızı azaltılır; daha düşük sıcaklık artışı düşünülüyorsa hava hızı artırılır. Kabul edilen sıcaklık artışı için hava hızının ne ölçüde değişmesi gerektiği, bir “sıcaklık düzeltme faktörü” (F_s) yardımıyla belirlenir. Bu faktörün değerleri çizelge 4’de belirtilmiştir.

Çizelge 4. İzin Verilen Sıcaklık Artışı İçin Hava Hızı Düzeltme Faktörü (F_s) (Anonymous, 1993)

| PAD-Fan arası sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$) | 5,5 | 5 | 4,5 | 4 | 3,5 | 3 |
|---|-----|------|------|------|------|------|
| F_s | 0,7 | 0,78 | 0,88 | 1,00 | 1,17 | 1,40 |

- Pedlerin yerleştirildiği duvar ile fanlar arasındaki mesafenin 30 m den az olması durumunda ortaya çıkan istenmeyen durumları giderebilmek için standart hava değişim hızının artırılması gerekir. Bu hızın değeri, standart hava değişim hızı, ped-fan arası mesafeye bağlı bir düzeltme faktörüyle çarpılarak bulunur.

- Sera havasının dışarı çıkarılması için gereken aspiratör sayısı ve kapasitesi, birim zaman içinde değiştirilmesi gereken hava miktarı belirlendikten sonra bulunabilir. Genel bir yaklaşım olarak, fanların hareketlendirdiği hava akımlarının oluşturduğu huzmeler arasında hareketsiz hacimler kalmaması için, yan yana yerleştirilecek fanlar arasında 7,5 m den daha az aralık olmamasına dikkat edilir. (Anonymous, 1993).

5. SONUÇ

Serin iklime sahip yörelerdeki seralarda, yazın üretimin devamı için serinletme şarttır. Bu yörelerde ilkbaharda ekilen ürünlerin yazında üretimine devam edilerek, yaz sonu veya sonbahar başlarında hasat edilmektedir. Yazın, seralarda üreticilerin karşılaşacağı en büyük sorun sıcaklık artışıdır. Serin iklime sahip yörelerde dış hava sıcaklığı 30-33 °C'ye kadar çıkarken sera içi sıcaklığı ise daha da yüksek değerlere ulaşmaktadır. Özellikle Isparta gibi serin iklime sahip yörelerde yazın sıcaklık değerleri sera içersinde 35 °C'nin üzerine çıkmaktadır. Dolayısıyla yetiştiricilik yapılan seralarda mutlaka sıcaklığın azaltılması için tedbirlerin alınması gereklidir. Aksi takdirde yüksek sıcaklıklar da sera içerisindeki bitkilerin strese girmesine ve zarar görmesine dolayısıyla verimin azalmasına neden olacaktır.

Sera üretiminde ana amaç, bitkilerin isteklerinin optimum düzeyde sağlanmasıdır. Bu amaçla yazın seralarda fan ped sistemiyle serinletme yapılarak bitkiler için uygun ortam sağlanmalıdır.

Bu bölgelerimizde sadece dış hava sıcaklığı sistemin etkinliğinin belirlenmesinde yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda o bölgedeki havanın nem değerleri de sistemin etkinliğinde önemli pay sahibidir. Havadaki nem miktarı ne kadar düşük ise sistemin etkinliği de o derece başarılı olmaktadır. Isparta ve yöresi bu açıdan oldukça elverişlidir. Çünkü Isparta iline ait uzun yıllık verilerini incelediğimizde yaz aylarındaki ortalama oransal nem değerleri % 50 civarında olduğu görülmektedir.

Sera sıcaklığının en sıcak mevsimlerde dahi 30-32 °C'nin üstüne çıkması istenmez (Yağcıoğlu, 2005). Sera sıcaklığının bitkiler için tehlikeli

olacak boyutlara ulaşmasına engel olabilmek için, içerdeki sıcak havanın, dış ortamın daha serin havasıyla değiştirilmesi gerekir. Serin iklim özelliklerine sahip yörelerde fan ped sistemi etkili bir şekilde kullanılmak koşuluyla dış ortam sıcaklığından 8-10 °C daha yüksek bir değere kadar indirmek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1993. The Greenhouse Climate Handbook. ACME Engineering and Manufacturing Corp. Box 978. Muskagee, OK 74402.
- Anonymous, 2005. Greenhouse Cooling Information.
- Agricultural Sciences, Florida Cooperative Extension Service 315-327p.
- Baytorun, N., 1995. Seralar. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl. Genel Yayın No:110, Ders Kitapları Yayın No.29, Adana, 406s.
- Bottcher, R.W., Baughman, G.R., Kesler, D.J., 1989. Evaporative Cooling Using a Pneumatic Misting System. Trans. ASAE. 32. 671-676p.
- Öztürk, H.H., Başçetinçelik, A., 2002. Seralarda Havalandırma. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Böl. Yayın No: 227, Adana, 155-160s, 224-230s.
- Renard, W. Und Stein, J., 1962. Betrachtungen zur Verdunstungskühlung in Gewachshausern. Die Deutsche Gartenbauwirtschaft 10 (4) 69-73p.
- Uğurlu, N., Kara, M., 1998. Islak Ped Sistemiyle Serinletmenin Performans Verileri ve Kafes Sistem Kumes İç Sıcaklığın Düşürülmesine Etkisi. Türk J Agric For 24 Tübitak, 79-86s.
- Wiersma, F., Stott, G. H., Lough, O. 1972. Consider Cooling Possibilities: The Practical Aspects of Cooling Daily Cattle. Publication P-25. The Universty of Arizona
- Wiersma, F., Benham, D.S. 1974. Design Criteria for Evaporative Cooling. ASAE Paper No. 74-4527, ASAE, St. Joseph, MI 49085
- Yağcıoğlu, A., 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üni. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Böl. İzmir, 136-144s
- Yüksel, A.N., 2000. Sera Yapım Tekniği, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 134s.