

## SERALARDA HAVALANDIRMA YÖNTEMLERİ ve ZORUNLU HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNİN HESAPLANMASI

Aziz ÖZMERZİ\*

Ahmet KÜRKLÜ\*\*

### ÖZET

Seralarda, bitki yetiştiriciliği açısından iklim koşullarının optimum düzeyde tutulması gerekir. Bu koşulların sağlanmasında en önemli faktörlerden biri havalandırma olup, cam seralarda yapılan yetiştiricilikte havalandırma ihtiyacı plastik seralardan daha fazla olmaktadır. Bu çalışmada plastik ve cam seralarda doğal ve zorunlu havalandırma yöntemleri incelenerek, zorunlu havalandırmada kullanılan fanlara ilişkin hesaplamalara yer verilmiştir.

### GİRİŞ

Seralarda, iklim koşullarının uygun olmadığı zamanlarda ekonomik olarak bitkisel üretim için gerekli çevre koşullarının (sıcaklık, nem, CO<sub>2</sub>, ışık, hava) kontrol altında tutulduğu "kontrollü yetiştirme ortamları"dır. Bu ortamlarda fiziksel olaylar kontrol edilerek bitki gelişmesi için uygun mikroklimanın sağlanması amaçlanmaktadır. Bu mikroklimanın sağlanmasında en önemli etkenlerden biri kontrollü ortamın ihtiyacına göre, doğal veya zorunlu havalandırma yöntemiyle veya her ikisi ile birden havalandırılması işlemidir.

Her bitkinin çimlenme döneminden, üretim dönemine kadar farklı iklim istekleri vardır. Işık yoğunluğunun az olduğu kış dönemlerinde ilave aydınlatma gerekli olabilmektedir. Bu nedenle cam ve plastik seralar, giren enerjinin büyük bir çoğunluğunu depo etmelidir. Fazla nem, bitki yüzeyinden buharlaşmayı önleyerek, terlemeye ve çeşitli fungusitlerin üremesine neden olmaktadır. CO<sub>2</sub> özellikle bitkinin fotosentezi ve bitkisel üretim için çok büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle taze hava veya CO<sub>2</sub> gübrenmesi ile iç ortamın CO<sub>2</sub> oranının belli bir düzeye çıkarılması gerekir. Çeşitli bitkilerin yetiştirme devrelerinde ihtiyaç duydukları optimum sıcaklık değerleri farklıdır

---

\* Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Mekanizasyon Bölümü.

\*\* Ar.Gör., Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Mekanizasyon Bölümü.

(Tablo 1). Bu isteklere uygun değerlerin özellikle sıcak ayları da en iyi bir Şekilde ayarlanması gereklidir.

Tablo 1. Çeşitli Bitkilerin YetiŐme Dönemlerinde İhtiyaç Duydukları Optimum Sıcaklıklar

<u>Bitki</u>	<u>Optimum Sıcaklık (°C)</u>
Kavun	15
Karpuz	12-15
Bakla	10-14
Bamya	16
Kabak	16-25
Fasulye	15.5-21
Biber	15.5-21.1
Patlıcan	15-35
Hıyar	18-30
Domates	16-19

Tablodan da görüldüğü gibi sıcaklık değerleri, iyi bir havalandırmayı gerektirecek kadar küçüktürler (zellikle sıcak havalarda).

#### Seralarda Enerji Dengesi

Tüm cisimler (siyah cisim hariç) zerine gelen ışınımı belli yüzdelerde yansıtır, yutar ve geçirirler. Sera rt malzemeleri içinde aynı durum söz konusudur. Seralarda, gelen ıŐınımla ilgili 2 tür etki vardır:

- Örtü malzemesine gelen ışınımın yansıtılan, yutulan ve geçirilen yüzdesi (atı malzemesi hariç).
- Örtü malzemesini geçerek bitki yaprak yüzeyine gelen ve bu yüzey tarafından yansıtılan, yutulan ve geçirilen ışınım yüzdesi (bitki gövdesi hariç).

Bu iki duruma göre, seralarda 4 farklı ısı akışı vardır:

- 1) Konveksiyon ısı transferi (yüzey-hava arasında)
- 2) Kondüksiyon ısı transferi (katı içerisinde)

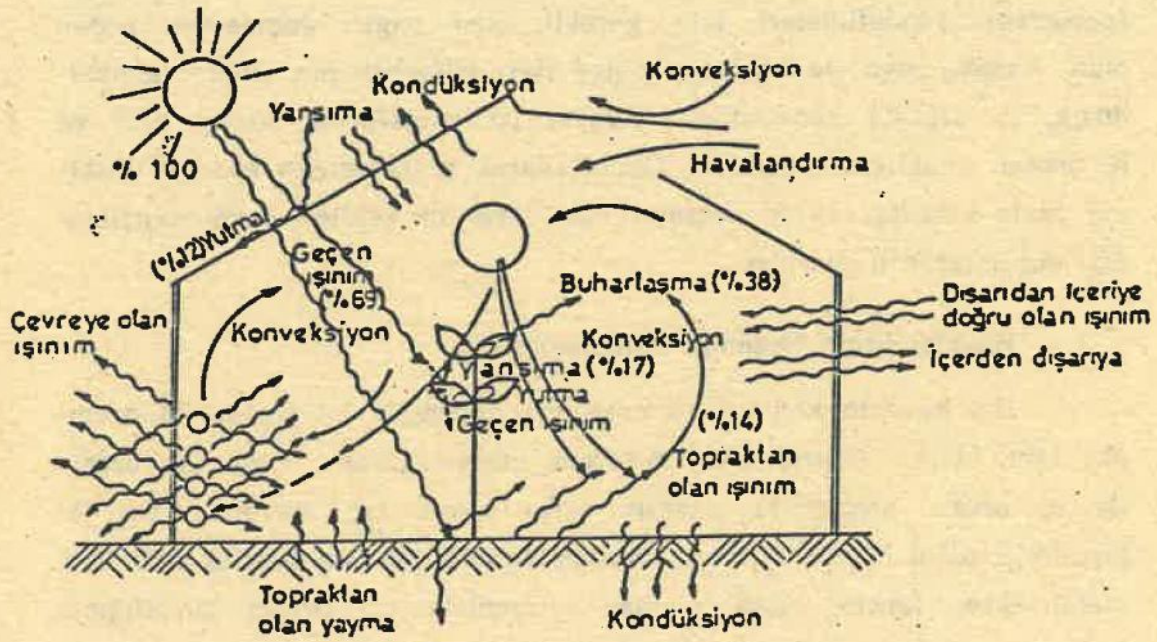
3) Işınım ısı transferi (kısa ve uzun dalga ışınımı)

4) Gizli ısı transferi (fotosentez sonucu buharlaşma ile).

Seralarda toplam ısı dengesini etkileyen faktörler de, aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yapı malzeleri
- Bitki örtüsü
- Toprak yüzeyi
- İç havanın durumu.

Sera ortamına gelen güneş ışınımının örtü malzemesi ve bitki ortamındaki ilgili değerleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Seralarda ısı akışı (ısıtma sistemi kış döneminde geçerlidir).

Bitki yapraklarının ise görünür ışık bölgesinde, yaklaşık olarak üzerine gelen ışınımın % 75'ini yuttuğu, % 15'ini yansıtığı ve % 10'unu ise geçirdiği tespit edilmiştir.

### Havalandırmanın Amacı ve Etkileri

Havalandırmanın temel amacı; sera ortamındaki sıcaklığı, nemi ve CO<sub>2</sub>'i istenilen sınırlar arasında tutmaktır. Özellikle havasız durumlarda, sera içi oksijen konsantrasyonu artacağından, oksijeni bol olan bu havanın, CO<sub>2</sub>'i bol olan dış hava ile yer değiştirmesi gerekir. Benzer şekilde, her bitkinin organizma faaliyeti belli bir sıcaklık değerinden sonra durur ve bitki kurur. Bu durumdaki havalandırmada, iç ortam sıcaklığı belli bir değere düşer ve nem-CO<sub>2</sub> oranlarında ayarlanmış olur. Havalandırmada iç-dış ortam sıcaklıkları arasında yaklaşık 1-2°C'lik (en fazla), fark sağlanması amaçlanmaktadır. Prensip olarak, ortama gelen güneş ışınımı az ise havalandırma, ışınımına paralel olarak azaltılır. Gelen ışınımın azaltılmasında kullanılan yöntemlerden birisi, örtü malzemesini su esaslı bir boya maddesi ile boyamaktır. Bu durum görünür ışık geçirgenliğini azaltacağından, sadece bitkilerin fotosentez yapabilmeleri için gerekli olan ışığın geçmesine neden olur. Ancak, boya ile kaplanan bölge ısıyı emeceği için, önlem alınmadıkça, iç ortama konveksiyon yoluyla ısı transferine neden olur ve iç ortam sıcaklığını yükseltir. Genel olarak gölgelemeye sadece, bitkinin fazla susadığı ve iç ortamın tek düze bir şekilde havalandırılmadığı durumlarda başvurulur.

### Havalandırma Oranının Belirlenmesi

Dış havanın kontrol edilememesi nedeniyle havalandırma oranının tam olarak belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Eğer dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı büyük ise, havalandırma ile (özellikle doğal havalandırma) sıcaklığı istenen değerde tutmak mümkün olabilmekte, farkın küçük olması durumunda ise ortam sıcaklığının kontrolü çok zor olmaktadır. Bu durumda da doğal havalandırma yerine zorunlu havalandırma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Havalandırma oranını belirlemede 1 m<sup>2</sup>'lik alandan 1 saniyede geçmesi gereken hava miktarı gözönüne alınır. Örneğin ortalama yüksekliği 3,05 m olan bir serada, taban alanı başına dakikada 3,05 m<sup>3</sup>'lük bir hava kolonu hareket ettiriliyor ise, bu değer havalandırma oranı olarak 3,05 m<sup>3</sup>/dak.m<sup>2</sup> şeklinde ifade edilir. Bu durumdaki hava değişim oranı 60 adet/saattir. Seranın ortalama çatı yüksekliğinin 4,6 olması durumunda ise aynı havalandırma oranında saatte 40 değişim meydana gelecektir.

Plastik kaplı seralarda çok çeşitli örtü malzemesi kullanılmaktadır. Doğal olarak, hangi tür örtü malzemesi kullanılırsa kullanılsın, mutlaka belli bir oranda havalandırma gerekmektedir. Genel olarak havalandırma ihtiyaçlarının artışına göre örtü malzemeleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- Polietilen
- Polietilen + EVA (Etilen-Vinil-Asetat)
- Polivinilklorid (PVC)
- Etilen-Vinil-Asetat (EVA)
- Cam

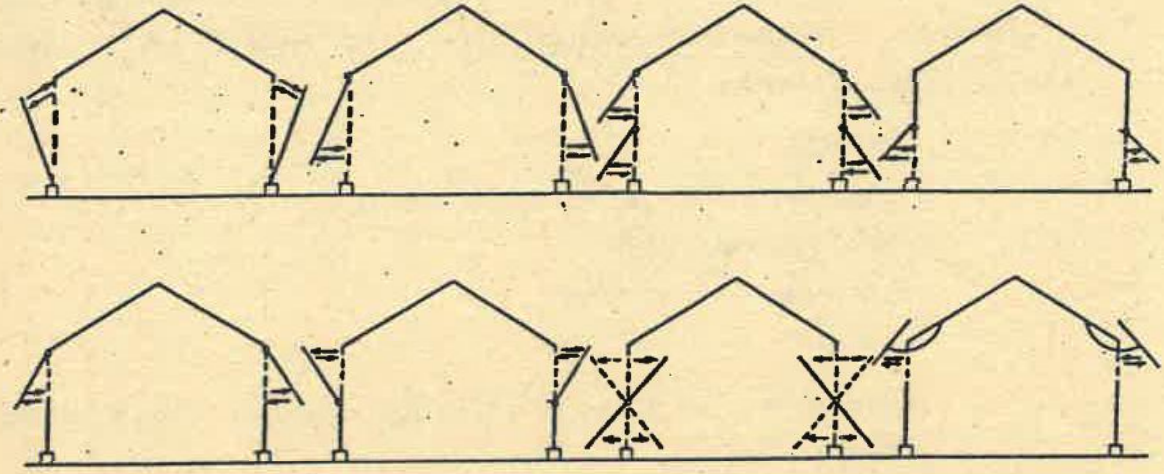
Görüldüğü gibi en fazla havalandırma gereksinimi, cam seralarda ortaya çıkmaktadır.

#### Doğal Havalandırma

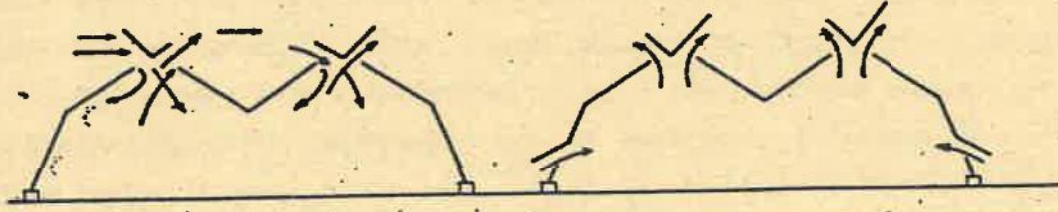
Bu tür havalandırma, iç-dış ortamlar arası sıcaklık farkından ve rüzgar etkisinden dolayı oluşan hava akımı ile yapılan bir havalandırma şeklidir. Bu tip havalandırmada, havalandırma pencereleri kullanılır ve bu pencereler genelde sera çatısına, bazende yan yüzeylere yerleştirilir. Havalandırma işlemi; pencerelerden sera içine giren havanın, iç ortamdaki sıcak hava ile yer değiştirmesi neticesinde meydana gelir. Bu tür havalandırmada önemli olan husus pencere toplam alanının, sera taban alanının % 15'inden az olmamasıdır. Blok seralarda bu tür havalandırma yeterli olmayabilir. Eğer sadece çatı havalandırması yapılıyor ise, bu durumda toplam pencere alanı, sera taban alanının % 33'ü olmalıdır.

Çok aralıklı (multi-span) seralarda, aralıkların yaklaşık olarak 6,40 m olması nedeniyle üstten aşağıya doğru bir havalandırma etkisi söz konusudur. Tek ve iki aralıklı seralar ile çok aralıklı küçük blok seralarda sera yan duvarlarındaki pencereler hava giriş pencereleridir ve giren hava üstteki çatı pencerelerinden çıkmaktadır. Çünkü aynı zamanda iç havanın yoğunluğu daha azdır. Şekil 2'de doğal havalandırmaya ilişkin çeşitli yöntemler gösterilmiştir.

Bazı durumlarda (özellikle çok sıcak havalarda) sera çatısı hareketli olarak yapılabilir (Şekil 3).

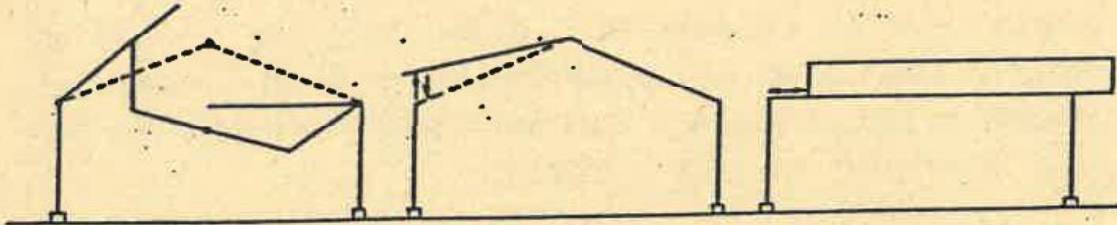


a) Yan pencerelerle yapılan havalandırma.



b) Çatı pencereleri ve yan pencerelerle yapılan havalandırma.

Şekil 2. Seralarda uygulanan doğal havalandırma yöntemleri.



Şekil 3. Çatısı tamamen hareketli seralarda havalandırma.

Blok seralarda, blok genişliği arttıkça, yan pencerelerin verimliliği de azalmaktadır. Ancak çatı pencereleriyle kombine edildiklerinde çatı penceresi olmayan düzenlemelere oranla daha iyi koşullar sağlanabilmektedir.

Genel olarak bir doğal havalandırma sisteminden beklenen yararları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- İç ortamda yeterli bir hava dolaşımı ve değişimi sağlanmalı,
- Sistemler rüzgar v.b. dış etkilere karşı dayanıklı olmalı, açılıp kapanmamalıdır,
- İşletimi (açılıp-kapatılması) kolay olmalı,
- Yapımı kolay olmalı,
- Yatırım ve işletme masrafları az olmalıdır.

#### **Seralarda Zorunlu Havalandırma**

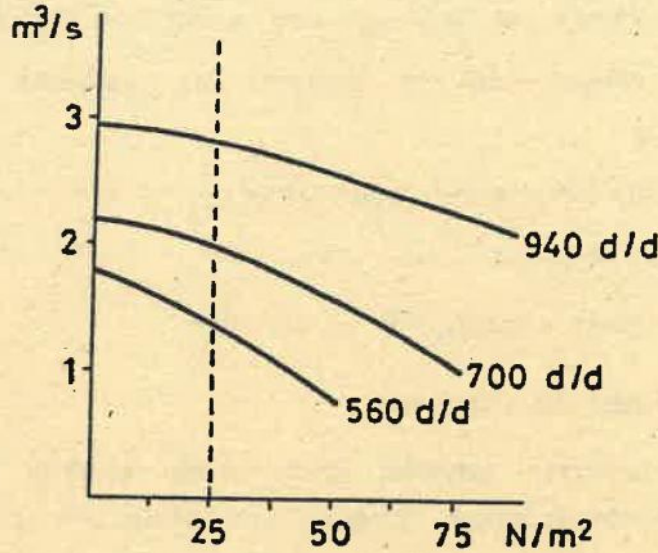
Zorunlu havalandırma genelde, iç-dış ortam sıcaklık farkının küçük olması durumunda (yaklaşık durgun hava) etkin bir yöntemdir. Günümüzde diğer düzenler yanında hem doğal havalandırma hem de zorunlu havalandırma düzenlerine bilgisayarla kumanda edilebilmektedir. Bu amaçla sera iç ortamının sıcaklık veya nem sınırı bilgisayara girilen sınırı geçerse, otomatik olarak çatı pencereleri açılmakta ve ısınan havanın dışarı atılmasını sağlamaktadır. Çatı havalandırmasının yeterli olmaması halinde, kademe kademe yan pencereler açılmaktadır. Bu pencerelerde istenen sıcaklık oranını sağlayamaması halinde yine otomatik olarak yan pencerelerde bulunan fanlar çalıştırılmakta ve bu esnada havalandırma pencereleri kapatılmaktadır. Hava emişi ise, fanların karşısındaki duvarda bulunan ve "PAD" olarak isimlendirilen peteklerden yapılmaktadır.

#### **Fanlar**

Seraların havalandırılması amacıyla kullanılacak fanların öncelikle aşağıdaki isteklere cevap vermesi gereklidir:

- Düşük basınçta fazla miktarda hava hareketlendirebilmeli,
- Satınalma bedeli ucuz olmalı,
- İşletimi ve bakımı kolay, ucuz ve emniyetli olmalıdır.

En uygun fan tipini, direkt bağlantılı, genelde 4 kanatlı fanlar oluşturmaktadır. Serelerde kullanılan fanların aerodinamik yapısının, basit ve ucuz olması gereklidir. Normal olarak fan kanatları şekilli çelik levhalardan yapılır ve havayı aksel olarak sistemden dış ortama iletir. Bu tip fanlarda performans hava akış direncine bağlı olup, hava direnci arttıkça performansları da azalmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. 630 mm çaplı aspiratör tipi fana ilişkin verdi-basınç ilişkisi.

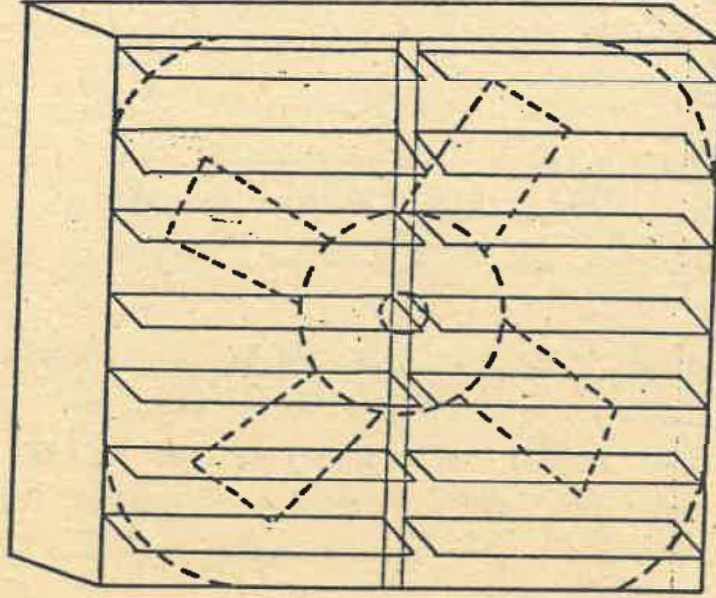
Genel olarak fanlı havalandırma sistemlerinde, hava direncinin  $25 \text{ N/m}^2$  civarında olması normal değer olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber geniş boyutlu fanlar, daha küçük fanlara kıyasla amaca daha uygundur. Küçük seralar için 462, 630, 800, 1250 mm çaplı fanlardan birini kullanmak mümkündür. Geniş kanatlı fanlar düşük hızda çalışırlar ve daha sessizdirler. Aynı zamanda kanat şekli de gürültüye etkilidir.

Geniş ve eğimli kanatlar, dar ve düz olan kanatlara kıyasla daha sessiz ve daha yüksek verdiye sahiptirler. Dar ve düz kanatlar ise, kanat çevresinde hava türbülansına neden olduklarından fanın titreşimi dolayısıyla gürültüyü artırmaktadırlar.

Emniyet açısından fanların içerden ve dışardan korunması gereklidir. Fanların dış ortama bakan yüzeyi, Fan çalışmadığı zamanlarda hava girişini önlemek amacıyla, çalışmaya başladığında ise hava



basıncıyla açılabilir şekilde panjurlarla kapatılmalıdır. Bu panjurlar genelde, alüminyum ve fiber-glas takviyeli plastiklerden ve birbirleriyle bağlantılı olarak yapılmakta, uygun olmayan durumlarda hepsinin kapatılması sağlanmaktadır (Şekil 5).



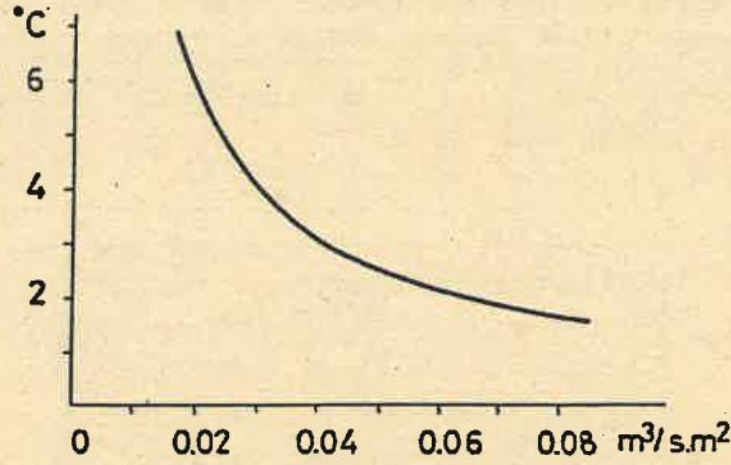
Şekil 5. Panjurların genel görünüşü.

Fanlı havalandırma sistemlerinde güç kaynağı olarak bir veya üç fazlı elektrik motorları kullanılmaktadır. Küçük boyutlu fanlar motor miline direkt bağlanabilirken, daha büyük boyutlu fanlara hareket "V" kayışı ile iletilmektedir.

#### Fan Sistemlerine İlişkin Yapım Verileri

Fan büyüklüğü, birim sera taban alanı başına havalandırma oranına göre saptanır. Cam seralarda hava miktarı,  $0,03...0,04 \text{ m}^3/\text{s m}^2$  arasında değişmektedir. Ayrıca sera içindeki maksimum hava hızı  $1,5 \text{ m/s}$ 'yi geçmemelidir. Verdi-sıcaklık ilişkisi Şekil 6'da görülmektedir.

Görüldüğü gibi  $0,035 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$ 'lik bir havalandırma oranı ile iç-dış ortam sıcaklık farkı  $4^\circ\text{C}$ 'nin altına indirilebilmektedir. Kışın ise, ihtiyaç duyulan havalandırma oranı yaklaşık  $0,01 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$ 'dir. Hava hızının belli bir değerde ( $1,5 \text{ m/s}$ ) olması gerektiğinden aynı zamanda hava girişi ile fan arasındaki uzaklığında belli sınırlar arasında olması gereklidir. Çünkü havanın fanlara girişi sırasında hava hızı



Şekil 6. Havalandırma oranı ile iç-dış sıcaklık farkının değişimi.

yükselmektedir. Tekdüze bir hava akışı için küçük aralıklarla yerleştirilen fanlarda, istenmeyen durumlarda bazı fanlar çalıştırılmayacak şekilde, daha geniş aralıklı fan yerleşiminde ise değişken fanlarla amaca ulaşılır. Ancak son yapılan araştırmalarda, yerleştirmenin sanıldığı kadar kritik bir öneme sahip olmadığı belirlenmiştir.

#### Fanların Güç Gereksinimi

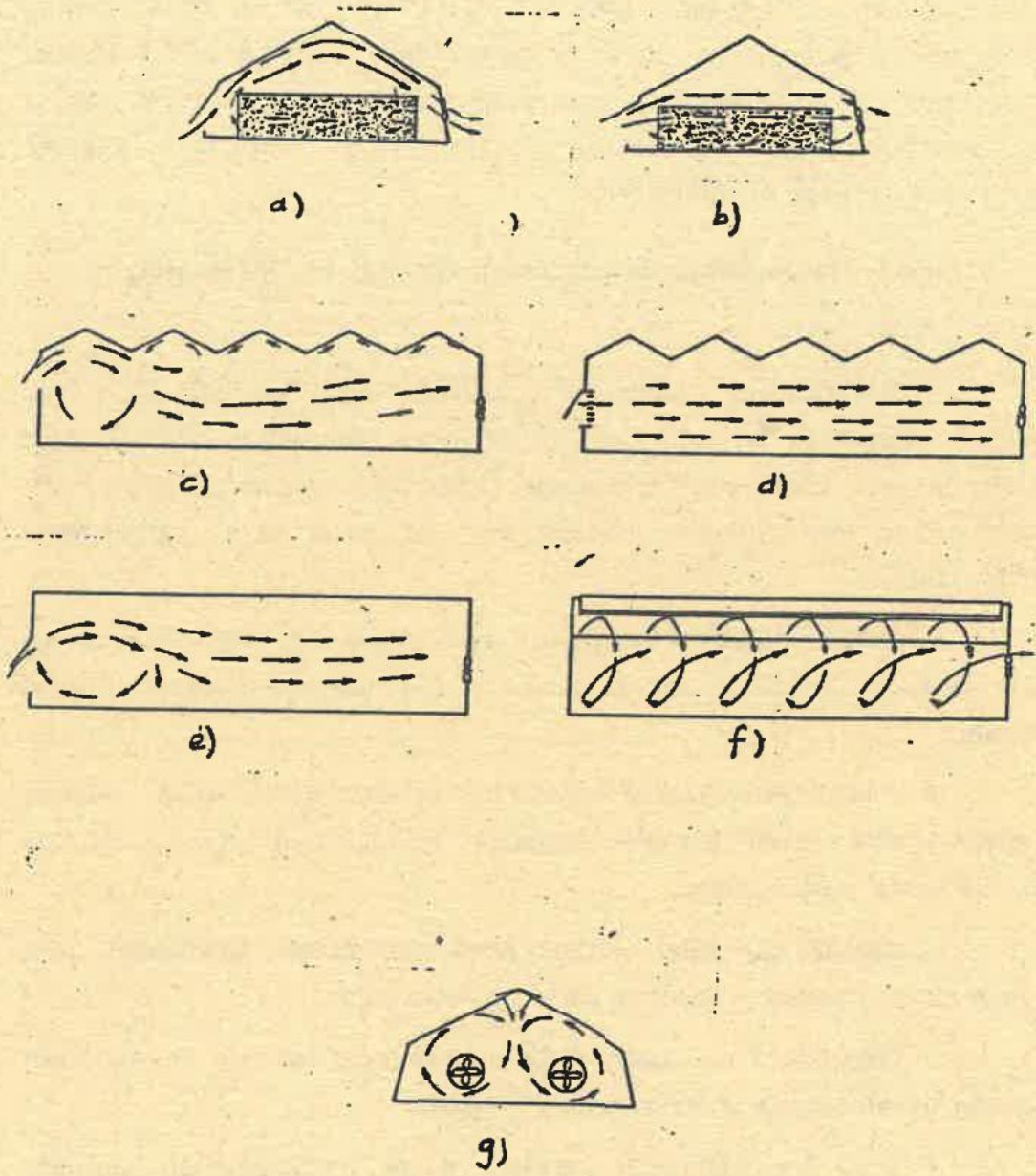
Fanların güç gereksinimi, hava hızına, dirence ve fan büyüklüğüne göre değişmektedir. Normalde, fanların harcadıkları güç miktarı, motor gücünden daha küçüktür. Fanlara ilişkin güç gereksinimini aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür:

0,03 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> havalandırma oranı için 28-46 kW/ha.

0,04 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> havalandırma oranı için 37-65 kW/ha.

#### Fan Havalandırmalı Seralarda İç Ortam Havaasının Görünüşü ve Hava Akış Paterni

Dış ortam havaasının iç ortama alınış şekli, hava akış paterni üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bu değer yazın bitkilerin serinletilmesi, kışın ise daha ziyade CO<sub>2</sub> ve nemin dengelenmesi açısından çok önemli bir faktördür. Bu amaçla bireysel seralarda fanların yan duvarlara yerleştirilmesi önerilmektedir. Aşağıda fanlı havalandırma sistemlerine ait değişik yöntemler gösterilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Fanlı (zorunlu) havalandırmaya ilişkin değişik yöntemler.

Şekil 7/a tipindeki havalandırma uygulamalarında havanın bitki bloklarına yönlendirilmesi amacıyla çatı kısmının alt yüzeylerine 15 m uzunluğunda plastik bir perde çekilmesi önerilmektedir. Şekil 7/g'de ise fanlar arka duvara yerleştirilerek çatı pencereleri ile kombine edilmiştir. Yöntemde yatayda ve düşeyde sıcaklık gradyanları küçük tutulduğundan, yüksek hava giriş hızıyla (5 m/s) iyi bir hava karışımı sağlanmakta ve uzunluğu 60 m'ye kadar olan seralarda bile kullanılabilir. Bu yöntem "düşey havalandırma" denilmektedir. Ancak bu sistemde bitkisel bölgedeki sıcaklık, diğer yöntemlere nazaran biraz daha yüksek olabilmektedir.

### **Fanlı Havalandırma Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları**

#### **Avantajları**

- Havalandırma esnasında pozitif bir hava hareketi oluşturur, yaprak yüzeyinde iyi bir gaz değişimi ve fotosentez sağlar. Aynı zamanda hava hareketinin hızlanması, buharlaşma ve serinlemeyi artırarak bitki verimliliğinin yükselmesine ve taze hava sağlanmasına neden olur.

- Oldukça büyük, çok aralıklı sera bloklarında doğal havalandırma yetersiz kalabilir. Bu durumlarda fan havalandırmasına ihtiyaç duyulur.

- Fan havalandırmalı seralarda, ortama gelen ışınım miktarı artırımlı olur (çoğu parçalar elemine edildiğinden). Ayrıca sisteme ek bir yükte getirmezler.

- Serada çalışanlar pozitif hava hareketinde kendilerini daha rahat hissettiklerinden çalışma verimi artmaktadır.

- Özellikle eski, fakat sağlam seralarda fanların kullanılması, onların havalandırma standartlarını iyileştirir.

- Fan havalandırmalı seralar, doğal havalandırmalı seralara nazaran daha az hava sızdırırlar. Bu davranış ise özellikle kışın ısı kayıplarını ve CO<sub>2</sub> tüketimini azaltır.

#### **Dezavantajları**

- Fanların işletme masrafları yüksek olabilir.

- Havanın yapı malzemelerinden geçerken ısını bırakması nedeniyle iç-dış ortam arasında belli bir sıcaklık gradyeni meydana gelir.

- Yapım sırasında özel itina gösterilmez ise, fanlar gürültülü çalışabilir.

- Eğer menteşeli havalandırma pencereleri yok ise, fanları çalıştırmak için her an hazır bir jeneratörün bulunması gereklidir (Elektrik kesilmesi durumunda elverişsiz koşulları önlemek için).

Aşağıda bu konuya ilişkin 2 değişik örnek gösterilmiştir.

#### Örnek 1. (Şekil 8)

$$\text{Sera taban alanı} = 45,6 \times 22,9 = 1045 \text{ m}^2$$

$$\text{Max. havalandırma oranı (V)} = 0,04 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$$

$$\text{Max. havalandırma gereksinimi (M)} = A \times V = 1045 \times 0,04 = 41,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Gerekli fan sayısı (F)} = \frac{M}{V} \quad (V = 27 \text{ N/m}^2 \text{ basınçtaki fan performansı})$$

Bu aşamada, 8,3 m<sup>3</sup>/s verdili, 1250 mm çaplı bir fan kullanıldığı kabul edilirse;

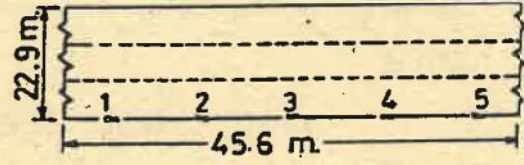
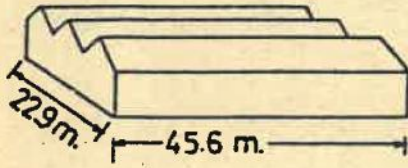
$$F = \frac{M}{V} = \frac{41,8}{8,3} = 5,04 \text{ (5) adet fan gereklidir.}$$

Aynı basınçta 630 mm çaplı ve 3,1 m<sup>3</sup>/s verdili fan kullanılması durumunda da;

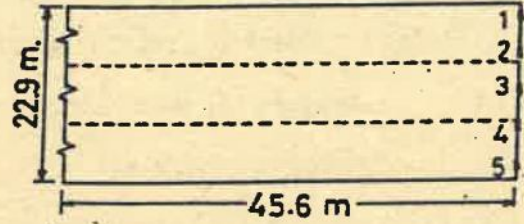
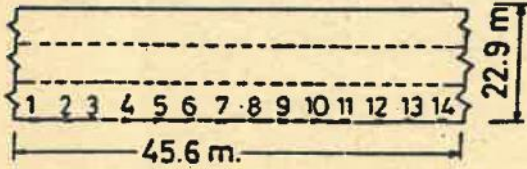
$$F = \frac{41,8}{3,1} = 13,5 \text{ (14) adet fan gereklidir.}$$

#### Fanların Güç İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Fan sayısı belirlendikten sonra gerekli gücü de belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla geniş çaplı fanların güç açısından diğerlerine nazaran daha avantajlı olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin 1250 mm çaplı fanlar 1600 W güce gereksinim duyarken, 630 mm çaplı fanların güç gereksinimi 520 W'dır. Buna göre, 5 adet 1250 mm çaplı fanlar toplam 8000 W, 14 adet 630 mm çaplı fanlar ise 7280 W güce gereksinim duyarlar. Bu avantaj işletme masraflarında da kendini gösterecektir. Burada verilen güç değerleri, gerçekte daha büyüktür.



a)



b)

Şekil 8. Fanların Yerleştirilmesi.

Şekilde görüldüğü gibi, fanlar sera yan yüzeylerine yerleştirilmiştir. İşletimde, a) durumu için;

- Maximum hava akışı için tüm fanlar çalışmalı,
- Orta derecede hava akışı için 1, 3, 5 no'lu Fanlar çalışmalı,
- Minimum hava akışı için sadece 3 no'lu fan çalışmalı (özellikle kış havalandırması durumunda yeterli olmaktadır).

b) Durumu için ise benzer olarak;

- Orta derecede havalandırma için 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12 ve 14 no'lu fanlar çalışmalı,
- Minimum havalandırma için 3, 7 veya 8, 12 no'lu fanlar çalışmalıdır.

Bunların dışında, fanlar sera arka duvarlarına da yerleştirilebilmektedir. Bu durumda fanlar arası mesafe 4,6 m, son fanlarla duvar arası mesafede 2,25 m'dir.

Fanlı sistemlerde hava giriş alanında belirlenmesi gereklidir. Hava hızı max. 1,5 m/s. alınarak, toplam gerekli minimum hava giriş alanı;

$$A = \frac{M}{I} = \frac{41,8}{1,5} = 27,9 \text{ m}^2 \text{dir.}$$

## Örnek 2.

Seranın aralık sayısı = 7

Herbir aralığın genişliği = 6,4 m

Toplam sera alanı = 44,8 x 60,9 = 2731 m<sup>2</sup>

Maximum havalandırma oranı (V) = 0,04 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>

1250 mm çaplı ve 8,02 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> verdili fan kullanılırsa,

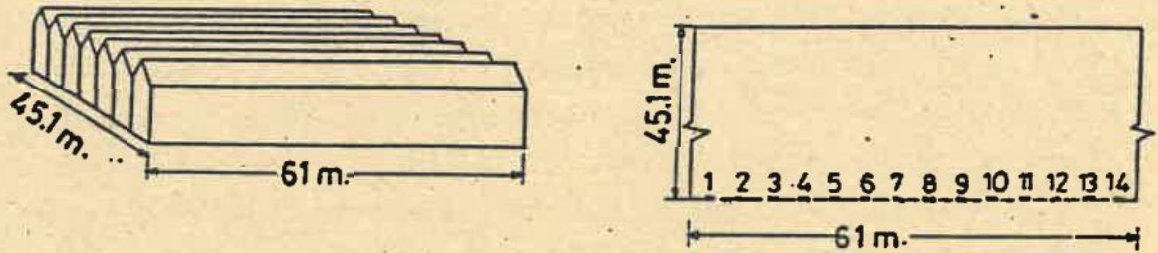
Maximum havalandırma gereksinimi = AxV

$$M = 2731 \times 0,04 = 109,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Fan gereksinimi (F)} = \frac{109,24}{8,02} = 13,62 \text{ (14) adet fan gereklidir.}$$

Buna göre fanların toplama güç gereksinimi:

$$14 \times 1600 = 22400 \text{ W'dır.}$$



Şekil 9. Fanların Yerleştirilmesi.

İşletimde;

- Maximum hava akışı için tüm fanlar çalışmalı,
- Orta derecede hava akışı için 2, 4, 6, 9, 11, 13 no'lu fanlar çalışmalı,
- Minimum havalandırma oranı için 2, 6, 9, 13 no'lu fanlar çalışmalıdır.

Çok az hava gereksinimlerinde ise sadece 3 ve 12 no'lu fanların çalışması gereklidir. Gerekli minimum hava giriş açıklığı kesit alanı;

$$A = \frac{M}{I} = \frac{109,24}{1,5} = 72,82 \text{ m}^2 \text{dir.}$$

Bu hava giriş açıklıkları ya tüm sera uzunluğunca 1,2 m derinliğinde çatı pencereleri açarak (fanların karşı tarafında) veya en ortadaki blok üzerinde iki taraflı 1,2 m derinliğinde, sürekli çatı pencereleri açarak sağlanır.

#### Plastik Örtülü Seraların Havalandırılması

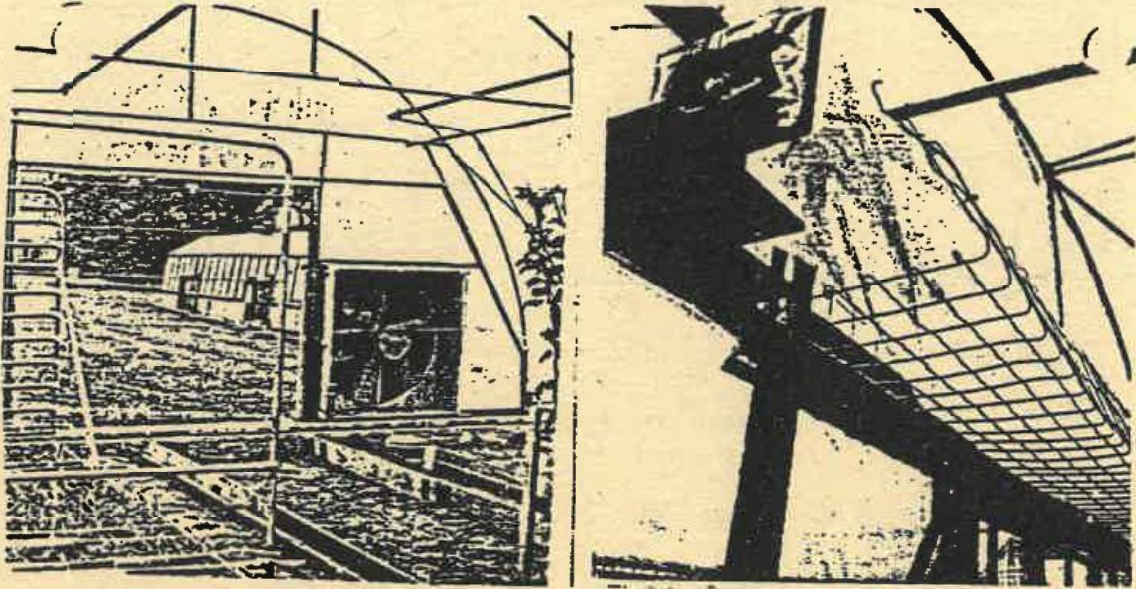
Plastik seralarda doğal havalandırma yöntemi, daha ziyade ısıtmasız plastik tünellerde yapılan yetiştirmelerde uygun olmasının yanında yatırım fiyatını da azaltmaktadır. Genelde havalandırma amacı ile ön ve arka duvarlara kapılar yapılmaktadır. Örneğin 4,27 x 21,33 m boyutlu bir plastik serada ön ve arka duvarlara yerleştirilen 3,06 m<sup>2</sup>'lik kapılar, % 6,7'lik bir havalandırma alanı oluştururlar. Bu tip kapılarla, örneğin Haziran ayında güneşli bir günde tünel merkezinin sıcaklığı 31,1°C iken, 45,73 m uzunluğa sahip (% 3,1 havalandırma alanlı) serada, merkez sıcaklığı 32,2°C olarak belirlenmiştir (her iki tarafın kapıları açıkken). Polietilen tüneller ısılarını cama nazaran daha çabuk kaybederler. Bu nedenle bu tip örtü malzemeleri daha ziyade kısa boylu bitkilerin yetiştirileceği, daha küçük tüneller için kullanılır ve havalandırma işlemi daha basittir. Bu tünellerde havalandırma açıklığı uç kısımlardan yapılırsa, özellikle sıcak günlerde yeterli havalandırma sağlanamayabilir. Tünel havalandırmasında bir diğer yöntem de, yan duvarlarda delikler açmaktır. Ancak genelde bu tür örtüler her yıl değiştirilmektedir.

#### Fan Havalandırması

Bilindiği gibi cam serada havalandırma oranı 0,03-0,04 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>'dir. Polietilen kaplı seralarda ise 0,02-0,03 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>'dir. Örneğin domateslerde bu değer 0,02 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> iken, karanfillerde 0,03 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>'dir. Plastik seralar yükseklik olarak, cam seralardan daha alçak olduklarından, bitkisel ortama geçen hava oranı daha fazladır. Genelde bu tip havalandırmada fanlar seranın arka duvarına yerleştirilirler. Bu durumda taze hava karşı taraftan içeriye alınmaktadır. Bazı durumlarda seranın yan duvarlarında da pencereler açılmaktadır. Bunun yararı, havanın karışarak, bitkilerin alt bölgesine yayılmasını sağlamasıdır. Eğer havalandırma ihtiyacı çok fazla ise bu durumda da kapıdan yukarıda 380 mm yüksekliğinde bir delik açmak gereklidir. Bu delik fan



çalıştığı zaman otomatik olarak açılacak şekilde düzenlenmelidir. Aşağıda plastik seraların havalandırılmasına ilişkin düzenler gösterilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Plastik seralarda havalandırma.

Konu ile ilgili olarak 2 değişik örnek gösterilmiştir. Herşeyden önce, tüm hesaplamalarda gerekli havalandırma oranının öncelikle belirlenmesi gereklidir.

#### Örnek 1.

PE kaplı bir serada fanlı havalandırma yapılacaktır. Serada karanfil yetiştirilecektir.

Sera boyutları(alanı) = 16,2 x 36,6 = 592,9 m<sup>2</sup>, 630 mm çaplı, 960 d/d devirli, 3,21 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> verdili fanın seçildiği kabul edilip, havalandırma oranı karanfil için 0,025 m<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup> alınır;

Maximum havalandırma ihtiyacı (M) = AxV

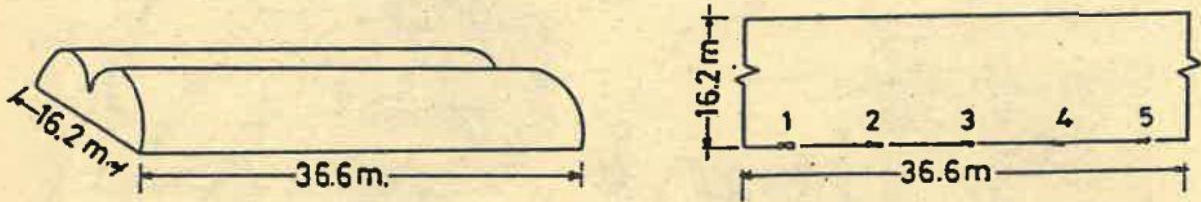
$$= 592,9 \times 0,025 = 14,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gerekli fan sayısı (F) =  $\frac{M}{V} = \frac{14,82}{3,21} = 4,6$  (5) adet fan gereklidir.

Herbir fanın 520 W güce ihtiyaç duyduğu gözönüne alınır, toplam güç ihtiyacı 5 x 520 = 2600 W'dır.

Fanlar ya ön ya da arka veya yan duvarlara yerleştirilirler. Teorikte en iyi yerleşim şekli, havayı sera karşı tarafına taşıdığı için yanlara yapılan yerleşimdir. Gerekli minimum hava giriş boşluğu alanı;

$$A = \frac{M}{I} = \frac{14,82}{1,5} = 9,88 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$



Şekil 11. Fanların yan duvarlara yerleştirilmesi.

- Maximum hava akışı için; tüm fanlar çalışmalı,
- Orta derecede hava akışı için; 1, 3, 5 no'lu fanlar çalışmalı,
- Min. hava akışı için; sadece 3 no'lu fan çalışmalıdır.

En ekonomik havalandırma boşluklarından biri de toprak seviyesinden 1 m yukarıda, 300 mm derinliğinde ve 33 m uzunluğunda bir açıklık (pencere) bırakılmaktadır. Bu pencereler üstten menteşelenir ve fanlar çalışınca açılırlar.

### Örnek 2.

Bu örnekte 1250 mm çaplı ve  $7,55 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$  verdili fanın kullanıldığı kabul edilmiştir. Max. havalandırma oranı  $0,025 \text{ m}^3/\text{s.m}^2$  dir.

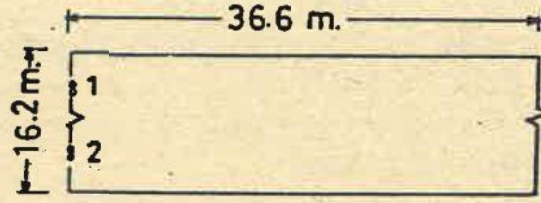
Gerekli havalandırma ihtiyacı (M) = AxV

$$= 592,9 \times 0,025 = 14,82 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$\text{Gerekli fan sayısı (F)} = \frac{M}{V} = \frac{14,82}{7,55} = 1,96 \text{ (2) adet fan.}$$

Herbir fan 1600 W güce ihtiyaç duyduğuna göre toplam güç gereksinimi  $2 \times 1600 = 3200 \text{ W}$ 'dir.

Bu iki fanın en iyi yerleştirilebileceği yer seranın arka duvarıdır. Bu durumda bunlardan birisi kapatılmak suretiyle hava girişi % 50 oranında azaltılabilmektedir.



Şekil 12. Fanların arka duvara yerleştirilmesi.

Bu tip yerleşimde de gerekli hava giriş boşluğu alanı  $9,88 \text{ m}^2$ 'dir. Bu açıklığı desteklemek için daha önce belirtilen noktadan 46 cm derinliğinde ve 1220 cm uzunluğunda bir delik açmak yararlı olmaktadır.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Görüldüğü gibi doğal ve zorunlu (fanlı) havalandırma yöntemleri karşılaştırıldığında, birbirine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Doğal havalandırmanın yetersiz olduğu yerlerde, eğer birim alandan daha fazla ürün alınmak isteniyorsa, zorunlu havalandırma yöntemine başvurmak gerekmektedir. Sistem yatırım masrafları fazla olmasına rağmen kısa bir süre içerisinde kendini amorti edebilmektedir. Bu nedenle yetiştirilecek bitkinin ihtiyaç duyduğu ortam koşulları da dikkate alınarak, en ekonomik yöntemin; yörenin iklimine, işletmenin ekonomik ve teknik seviyesine göre seçilmesi gereklidir.

### SUMMARY

#### GREENHOUSE VENTILATION METHODS AND CALCULATION OF FORCED VENTILATION SYSTEMS.

The climate conditions must be kept in optimum level in greenhouses for growth of plants and plant production. For this purpose, one of the most important factors is ventilation and ventilation need of glass-covered greenhouses is more than plastic-covered greenhouses. In this study, natural and forced ventilation methods in glass and plastic-covered greenhouses are investigated and fans used for forced-ventilation are calculated.

### KAYNAKLAR

- Alibaş, K., 1988. Seraların Isı Kayıplarının Hesaplanması. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 11, Sayı 2.
- Anonymous, 1979. Ventilation for Greenhouses. A Grow Electric Handbook. Warwickshire.

- Eker,B., 1985. Serlerde Klima Ayarlama Teknikleri. Serada Üretim, Yıl:2, Sayı:19.
- Güney,A., 1980. Serler. Cilt 2, Çağ Matbaası, Ankara.
- Özmerzi,A., Sallanbaş,H., 1989. Serelerde Fiziksel Çevre Düzenlemede Bilgisayarlar. Ak.Üniv.Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, Antalya.
- Popovski,K., 1987. Greenhouse Energetics. Compact Course on Greenhouse Energetics at Adana and Antalya Universities.
- Rosenberg,N.J., 1974. Microclimate. The Biological Environment. John Wiley and Sons Publication.
- Yüksel,A.N., 1989. Sera Planlaması ve Yapımı. T.Z.D.K. Mesleki Yayınları, Yayın No:51, Ankara.