

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ SERALARININ BAZI SORULARI VE ÇÖZÜM OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (1)

Ali Rıza ULUATA (2)

ÖZET

Bitkisel üretimin artırılmasında ve gereksinildiği zamanda bu ürünlerin öncelikle sebze ve çiçeklerin elde edilmesinde, alınması gereken önemlerden birisi de bitki yetiştirme binalarında (seralarda) bitkilerin büyümesini, gelişimini ve üretimini olumlu yönde etkileyebilecek olan optimal çevre koşullarının sağlanmasıdır. Seralarda bitkiler için gerekli optimal çevre koşullarının sağlanabilmesi, seraların uygun bir şekilde ışıklandırılması, havalandırılması, ısıtılması ve soğutulması ile mümkün olabilir. Ayrıca seraların taban alanı ile yapı elemanlarının uygun bir şekilde planlanması da optimal çevre koşullarının sağlanmasında önemli denebilecek düzeyde bir etkiye sahiptir. Bu nedenle ülkemizde bulunan araştırma ve üretim seralarının çevre koşulları ile planlanma durumunun mevcut sorunlarının saptanması ve çözüm olanaklarının araştırılması gerekmektedir.

Bu araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakülte'sinde bulunan çelik iskeletli cam seraların ışıklandırma durumunu saptamak, mevcut durumda seraların, iç sıcaklık ve bağıl neminin, dış sıcaklık ve bağıl nemine göre değişimini belirlemek seralarda çevre koşullarının düzenlenmesini sağlayan havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemlerinin mevcut durumunu ve geliştirilme olanaklarını saptamak ve seraların planlanma durumunu incelemek amacıyla yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Ülkemiz nüfusunun kaygı verici bir hızla artmakta olduğu, bugün pek çok kimse tarafından kabul edilen bir gerçektir. Halen 50 milyon dolayında olan nüfusumuzun 2000 yılında 70 milyona ulaşacağı beklenmektedir. Nüfusun bu şekilde ki hızlı artışı, bugün dahi büyük bir önem taşıyan yeterli ve dengeli beslenme

(1) Bu araştırma profesörlük taktim tezi olarak kabul edilen araştırmanın özetidir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü doçenti.

sorununu gün-geçtikçe daha da ciddi bir duruma getirmektedir. Bu nedenle mevcut nüfusun beslenme sorununun çözümlenmesine ilişkin önlemlerinin alınması yanında, artan nüfusun beslenmesi için de şimdiden yeterli olanakların araştırılması ve uygun çözüm yollarının saptanarak uygulamaya konulması zorunlu olmaktadır.

Genel anlamda sera, iklimle ilgili çevre koşullarına bağlı kalınmadan bütün yıl boyunca, ekonomik olarak taze sebze ve çiçek yetiştirme olanaklarının yaratıldığı yapılar olarak tanımlanabilir (Uluata, 1981, s. 7). Ülkemizdeki seraların büyük bir kısmı başta Akdeniz, sonra sırasıyla Ege, Marmara ve Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Diğer bölgelerimizde bulunan sera sayıları bugün için önemsenmeyecek kadar azdır. Ülkemizdeki seraların toplam sayısı 40 066 adet olup bunların % 39,2'si cam sera, % 60,8'i ise plastik seradır. Cam seraların kapladığı alan 12 690 dekar, plastik seraların ise 26 608 dekadır. Seraların 27 872 adedi sobayla, 279 adedi kaloriferle ve 81 adedi sıcak hava üfleli ısıtma sistemiyle ısıtılmakta ve diğerlerinde (11 834 adet) ise herhangi bir ısıtma sistemi bulunmamaktadır. Seraların büyük bir kısmının havalandırılması elle açılıp-kapanan basit pencerelerle sağlanmakta ve sadece 9 adedinde otomatik kontrollü havalandırma sistemi bulunmaktadır (Günay, 1980, s. 38). Buna göre, ülkemizde bulunan seraların toplam alanının, seracılık bakımından gelişmiş olan diğer ülkelerde bulunan seraların alanından oldukça düşük olduğu söylenebilir. Nitekim dünyada seraların kapladığı alan bakımından ilk sıralarda yer alan Hollanda, A.B.D., Batı Almanya ve İngiltere'de bulunan seraların toplam alanı sırasıyla 7700, 2 200, 2 000 ve 1 700 hektardır (Bayraktar, 1979, s. 28).

Ülkemizin alan bakımından yetersiz olan seralarında, bitki yetiştirilmesinde önemli düzeyde etkili olan çevre koşullarının da (sıcaklık, nem, hava ve ışık) uygun ve yeterli bir şekilde sağlanmış olduğu söylenemez. Bu nedendir ki ülkemizde birim sera taban alanından alınan ürün miktarı ortalaması (bu miktar domates için $6' \text{ kg/m}^2$ 'dir) düşük olmaktadır. Çünkü Avrupa ülkelerinde birim sera taban alanından alınan ürün miktarı hiç bir zaman 8 kg/m^2 'nin altına düşmemekte ve bu değer ortalama olarak 10 kg/m^2 veya daha yüksek değerlerde olmaktadır (Uluata, 1982, s. 79).

Yapılan kısa açıklamalardan da anlaşılacağı gibi ülkemizde bulunan seralardan yapım amacına uygun olarak yararlanılması, dolayısıyla yetiştirilen bitkilerden optimal düzeyde ve iyi kalitede ürün elde edilmesi ancak seralarda optimal çevre koşullarının sağlanmasıyla mümkün olabilir. Bu nedenle ülkemizdeki seraların sorunlarının saptanması ve bu sorunlara gerekli çözüm yollarının bulunması konusunda araştırmaların yapılmasına gereksinme duyulmaktadır.

İklim özelliği ve ekonomik bakımdan henüz sera yapımına uygun olmayan Erzurum ilinde yapılmış olan seraların alan bakımından en büyüğü Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde bulunmaktadır. Bu seralar çelik iskeletli cam seralar olup birbirine bağlı blok tip sera şeklinde yapılmıştır. Bugüne kadar bu sera-

lardan kullanılma amacına uygun olarak (yani bitkiler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar ile çeşitli sebzelerin üretimi çalışmaları) yararlanılmış olduğu söylene-
mez. Çünkü sera'ların yapımından bugüne kadar geçen süre içerisinde, öncelikle ısıtma ve havalandırma sistemlerinin çalıştırılmasına ilişkin sorunları bulunmaktadır. Şöyleki, sera'ların ilk yapımında, sera'larda sıcak su ile ısıtılan konvektörlü bireysel ısıtma sisteminin (1) ve emici (aspiratörlü) tip yapay havalandırma sisteminin uygulanması yeterli görülerek, gerekli tesisler yapılmış ise de bu sistemlerin uygun ve yeterli bir şekilde gereksinimleri karşıladığı söylenemez. Çünkü yapılan gözlem ve soruşturmalara göre, sera'ların ısıtılmasında ve hava'landırılmasında, ısıtma ve havalandırma sistemlerinin kapasitelerinin yetersizliği sorunuyla karşılaşmaktadır. Buna göre, sera'ların ısıtma ve havalandırma tesislerinin mevcut kapasiteleriyle ilgili sorunların çözümü gerekirken; bundan bir süre önce, seralarda bulunan ısıtma sisteminin hemen hemen tümü iptal edilerek, sera'ların bir kısmının sıcak su buharı ile ısıtılan konvektörlü ısıtma sistemiyle ısıtılması ve radyal vantilatörlü ve hava dağıtım kanallı basınçlı yapay hava'landırma sistemiyle hava'landırılması için gerekli tesisler yapılmıştır. Ancak günümüzde oldukça yeni ve pahalı sayılabilecek bu tesislerin öncelikle ısıtma sistemi tesislerinin çalıştırılmasıyla ilgili önemli sorunları bulunmaktadır. Her ne kadar bu sorunların çözümü için önemli denebilecek miktarda harcama yapılması düşünülmekte ise de, sorunların ekonomik bir şekilde uygun ve sürekli bir çözümünün bulunabileceğini söylemek oldukça iyimser bir görüş olabilir. Çünkü bugüne kadar sera'ların sorunlarının çözümüne yaklaşım şekli, belirli bir bilimsel yöntem veya araştırma sonuçlarına göre yapılmamakta, sadece yapım ve makina mühendisliği bakımından sorunların çözümüne çalışılmaktadır. Gerçekte sera'larla ilgili sorunların çözümüne, tarım ve mühendislik bilgisine göre yaklaşılmasında kaçınılmaz bir zorunluluk vardır. Bunun için sera'ların sorunlarına ve bu sorunların çözümüne bakış açısının tarım ve mühendislik bilgisi yönünde olması gerekmektedir. Söz konusu olan seralarda bazen soğuk dönemler dışında yani ilkbaharın son ayları ile yaz aylarında ve sonbaharın ilk aylarında bitkiler üzerinde bilimsel çalışmalar pek az da olsa yapılmaktadır. Ancak bugüne kadar sera'ların çevre koşulları ve bu koşulların düzenlenmesi ile planlanma durumu hakkında herhangi bir araştırma yapılmamıştır.

Bu nedenle bu araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakülte'sinde bulunan çelik iskeletli cam sera'ların ışıklandırma durumunu saptamak; mevcut durumda sera'ların iç sıcaklık ve bağıl neminin, dış sıcaklık ve bağıl nemine göre değişimini belirlemek; seralarda çevre koşullarının düzenlenmesini sağlayan sistemlerin (havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri) mevcut durumunu ve geliştirilme olanaklarını saptamak ve sera'ların planlanma durumunu incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler bu tip sera'ların planlan-

1 Sera'ların sadece birinde hava dağıtım kanallı ve sıcak hava üflemeli ısıtma sistemi uygulanmaktadır.

ması ve projelenmesinde yararlı olabilecektir. Ayrıca araştırmanın yürütülmesinde uygulanan yöntemler, araştırma sonuçları ve öneriler gelecekte bu konuda yapılacak olan araştırmalara da yararlı olabilecek niteliktedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Seralarda Çevre Koşulları

Seraların planlanmasında öncelikle göz önünde bulundurulması gereken çevre koşulları ışık, sıcaklık, nem, hava ve karbondioksittir.

Yeşil bitkiler, klorofil sayesinde ve güneşten aldıkları ışık ve ısıyı (radyasyon enerjisi yardımı ile havadan aldıkları karbondioksidi, kökleri ile aldıkları su ve diğer mineral tuzlarla birleştirerek beslenmelerindeki organik maddeleri hazırlarlar (Günay, 1980, s. 293). Diğer bir anlatımla bitkiler, fotosentez olayında ışık enerjisini kullanarak havanın karbondioksidini şekere dönüştürmekte ve çeşitli dokular ve besin maddeleri oluşturmaktadırlar (The Electricity Council, 1973, s.3).

Sera yetiştiriciliğinde ışık etmeni, ışık kaynağına göre doğal ışık ve yapay ışık olmak üzere iki grupta düşünülmektedir (Bayraktar, 1979, s. 142). Seraların ışıklandırılmasında kullanılan doğal ışık kaynağının yetersizliği durumunda; serada ışıklanma süresini, yoğunluğunu (şiddetini) ve çeşidini ayarlamak amacıyla yapay ışık kaynakları da kullanılabilir (Alkan, 1977, s. 19). Birim sera taban alanı için gerekli ışık şiddeti amaca göre 60-200 W/m² arasında değişmektedir (Alkan, 1977, s. 23). Ancak seralarda yetiştirilen bitkilerin ışıklanma süresini düzenlemek için gerekli ışık şiddeti veya gücü 5-50 W/m² arasında değişmektedir (Businger, 1963, s. 307). Fide yetiştirme için en uygun yapay ışık şiddeti ise 130 W/m²'dir (Genç, 1978, s. 16).

Seraların içine giren güneş ışığının miktarı, yönlendirmeye bağlı olarak değişmektedir. Uygulamada doğu-batı doğrultusunda yönlendirilen seraların, kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilenlere oranla daha fazla ışık aldığı asaptanmıştır (Gibson, 1971, s. 24).

Bitkilerin büyümesini etkileyen en önemli çevre etmeni sıcaklıktır. Genel olarak çeşitli bitkilerin büyüme dönemleri için gerekli olan optimum sıcaklık farklıdır. Bu nedenle bitkilerin büyüme dönemlerinde gece ve gündüz saatlerindeki çevre sıcaklığının optimum büyüme koşullarını sağlaması gerekir (ASHRAE, 1972, s. 161). Çeşitli bitki türlerinin büyümesi, gelişmesi ve üretimi için farklı çevre sıcaklığı önerilmekte ise de genellikle domates için optimum çevre sıcaklığının gündüzün 21-27°C, geceleyin 15-19°C; hıyar için gündüzün 19-20 °C, geceleyin 16-20°C ve biber için ise 15-21 °C arasında değişmekte olduğu bildirilmektedir (Alkan, 1972,s. 295; The Electricity Council, 1973, s. 75; Alkan, 1977, s. 24-25; Genç, 1978, s. 21-25; Bayraktar, 1979, s. 107, 198, 216,231; Günay, 1980 s. 313, 318-319; Uluata, 1981, s. 80).

Sera koşullarında bitkilerin iyi gelişme gösterebilmeleri üzerinde hava neminin de büyük ölçüde önemi ve rolü vardır. Zira sera yetiştiriciliğinde sıcaklık ile nem ve havalandırma arasında çok sıkı bir ilişkinin bulunduğu kabul edilir (Bayraktar, 1979, s. 96). Ülkemizde yetiştirilmesi yaygın olan sera sebze çeşitlerinin gelişmeleri için uygun görülen hava bağıl nemi sınırları; domates için % 60-65, hıyar için % 80-90, kavun için gündüz % 50-65 ve gece % 80, fasulye için % 60-70 arasındadır (Bayraktar, 1979, s. 198,216,231,236).

Bitkilerin yaşama ve gelişmeleri için buldukları ortamda oksijen ve karbondioksit varlığı dolayısıyla hava varlığı mutlaka gereklidir. Bitkiler solunumlarında oksijen, fotosentez olayında ise karbondioksit kullanırlar (Alkan, 1977, s. 28-29).

Havalandırma, herhangi bir yapı içerisindeki kullanılmış ve kirli havanın doğal veya yapay (zorunlu veya mekanik) yollarla yapı dışına atılması işlemi olarak tanımlanır (Uluata, 1982, s. 84). Sera'arda uygulanan havalandırmanın amacını, yapı içinde sıcaklık ve nemi optimum düzeyde tutmak, bitkilerin solunumu için gerekli oksijeni ve fotosentezi için yeterli karbondioksidi sağlamak, yapı elemanları ve bitki yüzeyinde nem birikimini önlemek şeklinde açıklamak mümkündür (Uluata, 1981, s. 79). Walker ve Duncan (1974, s. 1)'a göre seraların havalandırılmasının amacı, güneş radyasyonu (ısınımı) nedeniyle sera içinde oluşan yüksek sıcaklığı kontrol etmek, sera içi bağıl nemini optimal düzeyde tutmak ve sera havasının karbondioksit oranını normal düzeyde tutmaktır. Seralarda havalandırma sistemlerinin planlanmasının esasını, sera tüm hacminin birim zamanda ki hava değiştirme sayısının (hava yenilenme oranının) veya birim sera taban alanı için gerekli havalandırma miktarının saptanması oluşturur.

Seralardan kaybolan toplam ısı miktarı, değişebilen bir çok etmen ile seranın çalıştırılma ve bakım şekline bağlıdır (Tristan, 1975, s. 7). Walker ve Duncan (1975, s. 1) a göre seradan kaybolan ısı miktarını dolayısıyla seranın ısı gereksinimini etkileyen etmenler sera dışının çevre koşulları (öncelikle sıcaklık ve nemi), sera büyüklüğü, konstrüksiyonu, örtü malzemesinin tipi ve kat sayısıdır.

Soğuk günlerde seraların ısıtılması yanında, sıcak günlerde de seraların soğutulması önemlidir (Günay, 1980, s. 1980.). Diğer bir anlatımla seralarda soğuk mevsimlerde ısıtma sorununa karşılık, sıcak mevsimlerde soğutma sorunuyla karşılaşılabilir (Alkan, 1977, s. 128). Genel olarak seraların soğutulmasında veya serinletilmesinde gölgeleme, yağmurlama, buharlaşma ile soğutma, makinalı soğutma ve serayı dıştan yıkama gibi işlemlere başvurulur (Günay, 1980 s. 184-193)

2.2. Seraların Tertibi, Tanzimi, Boyutları ve Tipleri

Seralar doğal çevre koşullarının bitkilerin yetişmesine ve gelişmesine uygun olmadığı mevsimlerde, bitkisel üretim yapmak amacıyla planlandığına göre, yerleşim yerinin seçimi ve ünitelerin yönlendirilmesi, en uygun ekolojik koşulların yaratılmasını sağlayabilecek şekilde yapılmalıdır (Alkan, 1977, s. 59).

Seraların boyutları sera tipine ve örtü melzemesinin cinsine göre farklı değerlerde olmaktadır. Alkan (1977, s. 56)'a göre bireysel cam örtülü seraların genişliği 9-12 m; plastik örtülülerin ise 6-9 m arasındadır. Blok seralar, genişliği 6m, 9m, 12m, 15 m ve 18 m olan bireysel seraların bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır (Günay, 1980, s. 105-206). Sera uzunluğunun seçimi yetiştiricinin isteğine bağlı olup, genellikle 50 m'yi geçmemesi istenilmekte ve bu-değer 100 m'ye kadar çıkabilmektedir (Günay, 1980, s. 205).

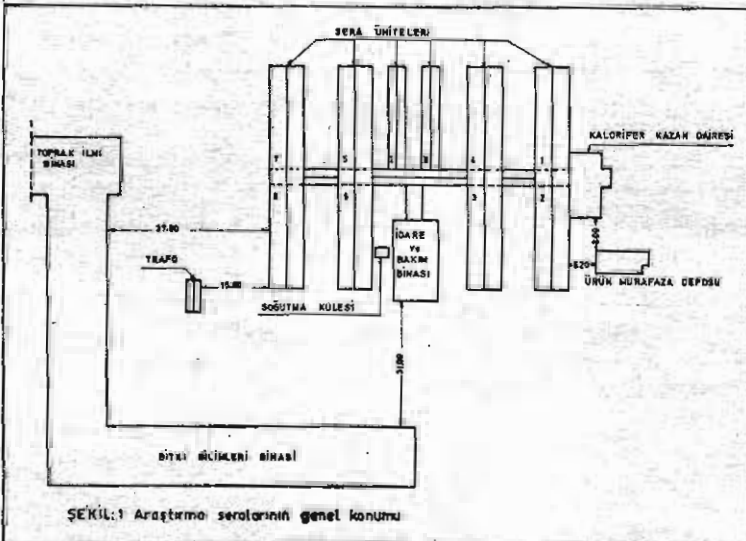
Sera tiplerinin sınıflandırılması çeşitli özelliklerine göre yapılır. Yapım şekline göre; ekli, bireysel, blok seralar; duvarlı, duvarsız seralar; yan yüksekliği olmayan seralar diye isimlendirilirler. Seralar çatıda kullanılan malzeme çeşidine ve kullanılma amacına göre; çelik veya kereste çatılı seralar; cam, plastik veya kumaş örtülü seralar; turfanda sebze seraları, teşhir seraları ve üretme seraları ismini alırlar(Alkan, 1972, s. 302-303).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde bulunan çelik iskeletli cam seralar araştırmanın materyalini oluşturmaktadır. Seralar genel olarak bitki hastalıkları, toprak ilmi, pomoloji ve botanik konuları ile sebze, çiçek ve tarla bitkileri üzerinde araştırma ve inceleme yapmak amacıyla 1963 yılında yapılmıştır.

Genel konumu Şekil 1'de görülen seralar, bitki bilimleri binasının güneyinde, toprak ilmi binası ile trafo binasının batısında ve ürün muhafaza binasının doğusunda yer almaktadır. Araştırmanın materyalini oluşturan çelik iskeletli 10 ünite-



lik seralardan 8 ünitenin büyüklüğü aynı olup, her bir seranın genişliği 8,11m, uzunluğu 26,00 m ve yüksekliği 5,30 m'dir. Açıklamalarda kolaylık sağlamak amacıyla bu seralar 1,2,3,4,5,6,7 ve 8 nolu sera şeklinde numaralandırılmıştır. Seraların diğer 2 ünitesinin her birinin genişliği 3,98m, uzunluğu 26,00 m ve yüksekliği 3.50 m olup bu seralarda I ve II nolu seralar şeklinde numaralandırılmıştır. Araştırma seralarının uzun duvarlarının bir kısmını yerden yüksekliği 0,83 m olan 0,10 m genişlikteki tuğla duvarlar oluşturmaktadır. Seraların uzun duvarlarının diğer yüzeyleri ile kısa duvar ve çatı yüzeyleri çelik çerçeveli cam malzemeden oluşmuştur. Seraların birbirine bağlantısı genişliği 3,30 m ve yüksekliği 2,20 m olan servis holüyle sağlanmaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1 Çevre Koşullarının Saptanmasında ve Düzenlenmesinde Uygulanan Yöntemler

Araştırma seralarındaki doğal ışıklandırmanın durumu ve ışıklandırmayı etkileyen etmenler Whittle ve Lawrence (1959, s. 326-340), Businger (1963, s. 286-287), Gibson (1971, s. 24-27), Boon (1976, s. 103), Alkan (1977, s. 20-21), Skinner (1977, s. 11), Bayraktar (1979, s. 142-143) ve Günay (1980, s. 298-302)'da verilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Yapay ışıklandırma sisteminin yeterliliğinin saptanmasında ve planlanmasında ise Businger (1963, s. 309), The Electricity Council (1973, s. 1-93) ve Alkan (1977, s. 22-23)'dan yararlanılmıştır.

Araştırma seralarının kış dönemindeki (1.12.1981-28.2.1982) sıcaklık ve bağıl nem değişimini saptamak amacıyla toplam olarak 10 üniteden oluşan seraların 4'ünde (2,3,6,ve 7 nolu üniteler) sıcaklık ve bağıl nem ölçümünün yapılması uygun görülmüştür. Araştırma süresince sera ünitelerinin iç kısmında ve dışında termohigrograflarla saptanan sıcaklık ve bağıl nem değerlerinden yararlanılarak; günlük ortalama sıcaklık ve bağıl nemin hesaplanmasında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında (1974, s. 4) verilen formüllerden yararlanılmıştır.

Araştırma seralarının yapay (mekanik) havalandırma sistemlerinin mevcut durumunun yeterliliğinin saptanmasında ve geliştirilme olanaklarının belirlenmesinde Walker ve Duncan (1973, s. 3; 1974, s. 3-6), The Electricity Council (1975, s. 25-49), Buffington ve Skinner (1977, s.1-3; 1977 a, s. 14), Alkan (1977, s. 121-127) ve Günay (1980, s. 143-150) da verilen esaslardan yararlanılmıştır.

İncelenen seraların ısıtma sisteminin mevcut durumu Gibson (1969, s. 85-88; 1971, s. 41), Walker ve Duncan (1975, s. 3-7) ve Alkan (1977 s; 91-109)'da verilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Seraların ısı kaybının dolayısıyla ısıtma gereksiniminin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (National Greenhouse Manufacturing Association, 1970, s. 1).

$$Q = [A_1 + (A_2 \times R)] \times T_x \times G_x \times W_x \times C$$

Yukarıdaki formülde; Q : Seranın ısı kaybı dolayısıyla ısıtma gereksinimi (KCal/h), A_1 : Cam yüzeylerin toplam alanı (m²), A_2 : Duvar yüzeylerinin toplam alanı (m²), R : Duvar ısı iletimi eşdeğerlik direç katsayısı, T : Sera içi ile dışı arasındaki sıcaklık farkı (°C), (hesaplama da sera iç sıcaklığı olarak 15°C ve dış sıcaklık olarak 30,1 °C alınmıştır), G : Cam yüzeylerin ısı iletim katsayısı (K cal/ m² °C h), W : Rüzgâr hızı katsayısı ve C : Sera konstrüksiyon katsayısıdır.

Araştırma seralarının her biri için gerekli ısıtma borusu uzunluğunun hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Gibson, 1969, s. 84; 1971, s. 50; Alkan, 1972, s. 297).

$$L = Q / q$$

Yukarıdaki formülde; L : Sera içine dönecek ısıtma borusunun toplam uzunluğu (m), Q : Seranın en büyük ısıtma gereksinimi veya miktarı (K cal/h), ve q : Isıtma borusunun ısıtma miktarı veya gücü (K cal/ m h)'dür.

Seraların ısıtma sistemi için gerekli ısıtma (kalorifer) kazanının ısıtma miktarının (Qk) hesaplanmasında; $Qk = Q \times (1 + 0,15)$ formülü kullanılmıştır (Humbaracı, tarihsiz, s. 114). Isıtma kazanının ısıtma yüzey alanının (Fk) hesaplanmasında ise aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Alkan, 1977, s. 93).

$$Fk = Qk / kb$$

Yukarıdaki formülde; Fk : Isıtma kazanının ısıtma yüzey alanı (m²) ve kb ise yüzey ısıtma kapasitesi (K cal/m²h)'dir.

Isıtma kazanından sera içine sıcak su gönderen sirkülasyon pompasının veya santrüfuj pompasının debisi aşağıdaki, formül yardımıyla hesaplanmıştır (Jennings, 1970, s. 302).

$$V = Qk / Cp \times (tsg - tg)$$

Yukarıdaki formülde; V : Sirkülasyon pompasının debisi (l/h), Cp : Suyun özgül ısı (K cal/l°C), tsg : Isıtma borusundan geçen suyun sıcaklığı (°C) ve tg : Isıtma borusundan ısıtma kazanına dönen suyun sıcaklığı (°C)'dir.

Araştırma seralarının soğutma veya serinletme sisteminin mevcut durumu Walker ve Duncan (1975, s. 1-5), Başçetinçelik (1977, s. 8-11), Alkan (1977, s. 128-139), Bayraktar (1979, s. 152-153), Günay (1980, s. 180-193) ve Uluata (1982, s. 83-890)'da verilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Seralar için ekonomik soğutma sisteminin seçimi ve planlanması Skinner ve Buffington (1977, s. 1-7), Alkan (1977, s. 128-139), Günay (1980, s. 180-193) ve Uluata (1982, s. 86-90)'ya göre yapılmıştır.

3.2.2. Seraların Planlanma Durumunun Saptanmasında ve İstatistiksel Analizlerin Uygulanmasında Uygulanan Yöntemler

Araştırma seralarının yönlendirilme durumunun uygunluğunu belirlenmesinde ve tartışılmasında Gibson (1971, s. 15-20; 33-34), Walker ve Duncan (1974,

s. 1-6), Alkan (1977, s. 63-64; 68-69) ve Günay (1980, s. 79-82; 213-215)'da verilen ilkeler gözönünde bulundurulmuştur.

Seraların taban alanları ile hacimlerinin yeterliliğinin değerlendirilmesi ve düzenlenmesi Walker ve Duncan (1973, s. 3), Alkan (1972, s. 302-304; 1977, s. 54-60), Bayraktar (1979, s. 49-68) ve Günay (1980, s. 57-76; 205-220)'da verilen ilkelere göre yapılmıştır.

Seraların yapı elemanlarına etkili olan düşey ve yatay yöndeki yüklere göre bu elemanların boyutlarının yeterliliğinin kontrolü Sayman (1971, s. 45), Walker ve Duncan (1976, s. 2-5), Alkan (1977, s. 140-146) ve Günay (1980, s. 221-285)'da verilen esaslara göre yapılmıştır.

Seraların yapı elemanlarının mevcut durumu ve geliştirilme olanaklarının değerlendirilmesinde Businger (1963, s. 294, 296), Gibson (1951, s. 33-34), Walker ve Duncan (1976, s. 5-7), National Greenhouse Manufacturing Association (1970, s.1), Alkan (1977, s. 147-176) ve Günay (1980, s. 93-121; 125-150)'dan yararlanılmıştır.

Araştırma sonucunda saptanan seraların iç sıcaklık ve bağıl nem değerleri ile dış sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Düzgüneş (1962, s. 91-105; 129-135; 180-200). Snedecor ve Cochran (1973, s. 135-195)'da verilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırma seralarında yapılan ölçüm ve hesaplamalardan elde edilen sonuçlar ile sonuçların tartışılması ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

—Araştırma seraları kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilmiş olup, seralarda doğal ışıklandırma yanında yapay ışıklandırma da uygulanmaktadır. Seraların kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilmiş oluşu nedeniyle, seralarda doğal ışıklandırmanın yeterli olduğu söylenemez. Buna karşılık seraların çatı eğiminin, doğal ışığın optimal düzeyde seraların içine girmesini sağlayabilecek eğimde olduğunu söylemek mümkündür. Seralarda yapay ışıklandırmayı sağlamak amacıyla kullanılan yapay ışık kaynaklarının (floresans lambalarının) ışıklandırma şiddeti, optimal düzeyde bir ışıklandırmayı sağlamak için yetersizdir. Bu nedenle yapay ışık kaynaklarının ışıklandırma şiddetinin ve sayısının, seralarda yetiştirecek bitkilerin gereksinimine göre saptanması ve düzenlenmesi önerilir.

—Seraların kış mevsimindeki iç sıcaklığı, bitkiler için gerekli en düşük sıcaklığın altındadır. Seralarda saptanan günlük ortalama sıcaklıklar arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farkın olmadığı ($P < 0,001$ olasılık düzeyinde) saptanmıştır. Buna karşılık, seraların günlük ortalama sıcaklıklarının ortalaması ile günlük ortalama dış sıcaklıklar arasındaki fark ($P < 0,001$ olasılık düzeyinde) önemli

bulunmuştur. Buna benzer sonuç sera'ların orta'ama bağıl nemlerinin ortalamaları ile günlük orta'ama dış bağıl nemler için de saptanmıştır.

—Sera'ardan 1,2,3 ve 4 nolu sera'arda radyal vantilatörlü basınçlı tip yapay hava'landırma sistemi, diğer 5,6,7,8,I ve II nolu sera'arda ise emici (aspiratörlü) tip yapay hava'landırma istemi uygulanmaktadır. Sera'ların kış ve yaz mevsiminde uygun bir şekilde hava'landırılmasını sağlamak için sera'arda bulunan basınçlı ve emici tip yapay hava'landırma sistemlerinin hava'landırma kapasiteleri yetersiz durumdadır. Bu nedenle sera'arın hava'landırılmasında kullanılan vantilatörlerin kapasitelerinin yeniden planlanması ve projelenmesi gerekmektedir.

—Basınçlı tip yapay hava'landırma sistemi bulunan 1,2,3 ve 4 nolu seralarda kullanılmış olan kirli havanın yapı dışına atılmasını sağlamak amacıyla her bir serada 4'er adet hava çıkış açıklığı bulunmaktadır. Hava çıkış açıklıklarının alanı kış mevsimindeki hava'landırma için yeterli olup, yaz mevsimindeki hava'landırma için ise gerekli alandan daha azdır. Emici tip yapay hava'landırma sistemi uygulanan sera'ardan 5,6,7 ve 8 nolu seralarda 20'ser adet, I ve II nolu seralarda ise 18'er adet hava giriş açıklıkları bulunmaktadır. Hava giriş açıklıklarının alanı ve yerleştirilme şekli, kış ve yaz mevsimindeki hava'landırma için yetersiz durumdadır. Bu nedenle hava giriş açıklıklarının yeniden düzenlenmesi ve planlanması gerekir.

—Araştırma sera'larında kış ve yaz mevsiminde uygun bir hava'landırma sağlamak için gerekli hava'landırma miktarları ile hava'landırma açıklıklarının alanları çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma sera'arının her birinde kış ve yaz mevsiminde uygun bir hava'landırma sağlamak için gerekli hava'landırma miktarları (m^3/h) ile hava'landırma açıklıklarının alanları (m^2)

| Sera No | Gerekli hava'landırma miktarları (m^3/h) | |
|-----------------|--|----------------|
| | Kış mevsiminde | Yaz mevsiminde |
| 1,2,3,4,5,6,7,8 | 1 600 | 35 867 |
| I ve II | 1 125 | 25 227 |
| Sera No | Gerekli hava'landırma açıklığı (m^2) | |
| | Kış mevsiminde | Yaz mevsiminde |
| 1,2,3,4,5,6,7,8 | 0,2963 | 5,3457 |
| I ve II | 0,2083 | 4,6717 |

—Araştırma sera'arından 1,2,3 ve 4 nolu seralarda sıcak su buharıyla ısıtılan konvektörlü ve sıcak hava dağıtım kanallı ısıtma sistemi, 5,6,7,8 ve II nolu sera'arda konvektörlü ve vantilatörlü ısıtma sistemi; I nolu serada ise sıcak hava üflemeli ısıtma sistemi bulunmaktadır. Sera'ardan 1,2,3 ve 4 nolu seralarda bulunan ısıtma sisteminin kapasitesi olması gereken kapasiteden bir miktar fazla ise

de sistemin çalıştırılması durumunda, bu seralarda yeterli bir ısıtma sağlanabilir. Diğer 5,6,7,8,I ve II nolu seralarda mevcut olan ısıtma sistemlerinin bir kısmının arızalı, diğer bir kısmının ise iptal edilmiş oluşu nedeniyle; bu seralarda sıcak su borulu ısıtma sisteminin uygulanması önerilir. Seralardan 1,2,3 ve 4nolu seralarda bulunan ısıtma sisteminin çalıştırılmaması durumunda, bu seralar için de sıcak su borulu ısıtma sisteminin uygulanması önerilir. Seraların ısıtılmasında kullanılan yakıttan artırım sağlamak için seraların tek katlı cam olan yüzeylerinin öncelikle yan duvar yüzeylerinin çift camlı olarak yapılması gerekir.

—Araştırma seralarının mevcut durumu ile seraların tüm yüzeylerinin çift katlı camla örtülmesi durumunda, seralarda kış mevsiminde yeterli bir ısıtma sağlamak için gerekli ısıtma miktarları ile ısıtma borusu uzunlukları çizelge 2,3 ve 4'de verilmiştir.

Çizelge 2 Araştırma seralarının her birinin uygun bir şekilde ısıtılması için gerekli ısıtma miktarları (Q : K cal/h)

| Cam örtü malzemesinin durumu | Sera No | |
|---|--------------------|-----------|
| | 1,2,3,4,5,6,7,ve 8 | I ve II |
| Mevcut durum (tek kat cam örtülü) | 110 368,69 | 65 787,93 |
| Cam yüzeylerin tümü çift kat camla örtülü | 70 351,72 | 41 456,77 |

Çizelge 3 Araştırma seralarının mevcut durumuna göre her bir seranın ısıtılması için gerekli olan ısıtma borusunun uzunlukları (m)

| Isıtma borusunun çapı (mm) | Isıtma borusu uzunluğu | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | 1,2,3,4,5,6,7 ve 8 nolu sera için | Ive II nolu sera için |
| 25,40 | 1 491,47 | 839,03 |
| 38,10 | 1 161,78 | 692,50 |
| 50,08 | 994,31 | 592,68 |

Çizelge 4 Araştırma seralarının cam yüzeylerinin (duvar ve çatı yüzeyleri) çift camlı yapılması durumunda, her bir seranın ısıtılması için gerekli olan ısıtma borusunun uzunlukları (m)

| Isıtma borusunun çapı (mm) | Isıtma borusu uzunluğu | |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | 1,2,3,4,5,6,7, ve 8 nolu sera için | I ve II nolu sera için |
| 25.40 | 950.70 | 560.23 |
| 38.10 | 740.54 | 436.39 |
| 50.08 | 633.80 | 273.47 |

—Seralardan 1,2,3 ve 4 nolu seralarda makina ile soğutma sistemi uygulanmaktadır. Diğer 5,6,7,8,I ve II nolu seralarda ise soğutma sağlamak amacıyla yapılmış olan herhangi bir soğutma sistemi bulunmamaktadır. Soğutma sistemi bulunan 1,2,3 ve 4 nolu seraların makina ile soğutulmasının ekonomik bakımdan uygun olmayacağını söylemek mümkündür. Bu nedenle sıcak dönemlerde seraların tümünün öncelikle havalandırma ile soğutulmasına (serinletilmesine) çalışılması önerilir. Seraların havalandırma ile soğutulmaması durumunda, seraların dış yüzeylerinin kireçle badanalanmasıyla oluşturulan gölgeleme ile serinletilmesine çalışılması veya seraların iç kısmına belirli aralıklarla su püskürtülerek serinletilmesinin sağlanması önerilir.

—Seraların yerleşim yerinin nispeten uygun bir yerleşim yeri olduğunu söylemek mümkündür.

—Seraların kuzey-güney doğrultusunda yerleştirilmiş oluşu, giderilmesi olanaksız olan planlama hatasını oluşturmaktadır. Çünkü genel olarak seralar doğu-batı doğrultusunda yönlendirilmektedir.

—Seraları oluşturan yapı elemanlarının, üzerilerine etkili olabilecek tüm yükleri taşıyabilecek boyutta ve sağlamlıkta yapılmış olduğu saptanmıştır.

—Seraların çatı yüzeylerinin eğimi, cam seralar için önerilen çatı eğimi sınırları (24°-35°) arasındadır.

—Seraların yan duvar yüksekliğinin fazla oluşu nedeniyle, seraların mevcut durumdaki hacmi, olması gereken hacimden önemli denebilecek miktarda fazlalık göstermektedir.

—Seraların uzun cephe duvarlarında yerden yüksekliği 0,83 m ve kalınlığı 0,10 m olan tuğla duvar bulunmaktadır. Tuğla duvarların kalınlığının 0,10 m oluşu nedeniyle, seralardan kaybolan ısı miktarının artacağını söylemek mümkündür. Bu nedenle tuğla duvarların 0,20 m kalınlıkta ve yalıtımlı olarak yapılması önerilir.

—Seraların kolonlarının tertip şekli ve aralıkları uygun olup, çatı kirişlerine rijit bir şekilde bağlanmıştır. Bu durum, seraların iskeletinin sağlam bir şekilde yapılmış olduğunu göstermektedir.

—Seraların çatı ve duvar yüzeyleri uygun kalınlıktaki (5 mm ve 4 mm) cam malzeme ile kaplanmıştır. Seralardan kaybolan ısı miktarını azaltmak için çatı ve duvar yüzeylerinin çift camla kaplanmasında, kalınlığı 3 mm olan normal camın kullanılması önerilir.

SUMMARY

"A Research of the Problems of the Greenhouses of Agricultural Faculty of Atatürk University and Possibilities for the Solution of them"

The results of this study, conclusion and suggestion based on these results are summarized below:

—These research greenhouses are orientated in the direction of North-South and they also have artificial lighting. Because of the orientation, greenhouses do not have adequate natural lighting but the slope of the roofs is properly chosen to admit the solar radiation enter in optimal level. The intensity of the artificial lighting sources (fluorescent lamp) is not sufficient to provide a lighting in optimal level. Therefore, the intensity and number of the lamps in the houses should be determined and rearranged according to the requirements of the plants planned to be raised in them.

—The inside temperature during winter is below the lower level required by the plants. There is no significant difference ($P= 0,001$ level) among the inside daily mean temperatures, but the difference between the daily mean temperatures inside and outside was found significant ($P= 0,001$ level). The same result was obtained for inside and outside relative humidities.

—Pressure type ventilation systems with centrifugal fans are used in the greenhouses 1,2,3 and 4. The other greenhouses have exhaust type ventilation systems. The capacity of the ventilation systems is insufficient to provide adequate ventilation during summer and winter. Therefore, the ventilation system should be redesigned and capacity of fans should be readjusted.

—These houses (1,2,3 and 4) which are equipped with pressure type ventilation systems have four air outlets to remove polluted air from the houses. The area of the outlets is sufficient for winter ventilation, but inadequate for summer-ventilation. The greenhouses 5,6,7 and 8 which are equipped with exhaust type ventilation systems have 20 air inlets and number I and II have 18 air inlets. The area and the location of the air inlets is not adequate for the ventilation in winter and summer. Therefore air inlets must be replanned and rearranged to provide ventilation in a sufficient level.

—Greenhouses, 1,2,3 and 4 have convectors heated by hot water and hot air distribution system. Greenhouses 5,6,7,8 and II have convectors equipped with fans and greenhouse I has a blower giving hot air inside. The capacity of the heating systems in the greenhouses is over the required capacity, therefore when these systems work they will be able to warm inside adequately. The heating systems in the other greenhouses were broken down or out of use, therefore it is suggested to use pipes (hot water flowing in them) for the heating of these greenhouses. If the heating systems in the greenhouses 1,2,3 and 4 could not be made to work, the same pipes are suggested for them also. Double glass should be used on the side walls to prevent heat loss, consequently reducing fuel consumption.

—The greenhouses 1,2,3 and 4 have convectors with cool water running in them for purpose of cooling. The other greenhouses do not have cooling system

built for the cooling purpose. It is not economical to use convectors for the cooling. Therefore all of the greenhouses should be cooled by means of ventilation. If ventilation is not used for the cooling, the outside of the walls and roof should be covered with slaked lime to prevent the enter of solar radiation or water mist should be given inside in certain periods.

—The location of the greenhouses were chosen properly.

—The orientation of the greenhouses in the direction of North-South is a design mistake which is quite difficult to correct. Usually greenhouses are oriented in East-West direction.

—All the structural elements of the greenhouses were properly desinged to carry the all probable loads will be on them

—Slope of the roofs is in the range of slopes suggested for glass greenhouses (4° - 35°),

—The long side walls have brick walls which 0,83 m high from ground and 0,10 m wide. Because of 0,10 m thickness of the wall, heat loss from the walls is high.

—The height of the walls cause a greater wolume than the volume which is desired.

—The installation and spacing of the columns are done properly, therefrome of the greenhouses were built rigidly.

—The walls and the roofs were covered with 4mm-5 mm thic glass. If double glass is going to be used, the normal glass in 3 mm thickness should bu used.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Alkan, Z., 1972. Zirâi İnşaat (geliştirilmiş İkinci baskı), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No. 19, Erzurum.
- Alkan, Z., 1977. Sera Planlama ve İnşa Tekniği, Ege Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Fakültesi, Denizli Ön Lisans Yüksek Okulu, Denizli.
- ASHRAE, 1972. Handbook of Fundamentals, Heating, Refrigerating, Ventilating and Air Conditioning, ASHRAE, U.S.A.
- Başçetinçelik, A., 1977. Seralarda Havalandırma ve Serinletme Sistemleri, Çağdaş Tarım Tekniği, Sayı: 2, s. 8-11, Adana.
- Bayraktar, K., 1979. Sera Sebzeçiliği (ikinci baskı), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 97, Bornova, İZMİR.
- Boon, C.R., 1976. A Greenhouse Light-Loss Meter, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 21, No. 1, pp. 103-108.

- Buffington, D.E. and Skinner, T.C., 1977. Greenhouse Ventilation, Florida Cooperative Extension Service, AE-10, pp. 1-4.
- Buffington, D.E. and Skinner, T.C. 1977a. Fans for Greenhouses, Florida Cooperative Extension Service, AE-12, pp. 1-4.
- Businger, J.A., 1963. "The Glasshouse (Greenhouse) Climate" in Physics of the Plant Environment. Editor W.R. Van Wijk, North Holland Publishing Company, Amsterdam. pp. 277-318,
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları, E.Ü. Matbaası, İZMİR.
- Genç, E., 1978. Seralarda Klima Ayarlama Tekniği. Sebzeçilik ve Araştırma İstasyonu, Seminer Bültenleri Seri No. 7, ANTALYA.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 1974. Ortalama ve Ekstrem Kıymetler, Meteoroloji Bülteni, T.B. No. 448, ANKARA.
- Gibson, W.B. 1969. Sıcak Su ve Sıcak Hava Sistemleriyle Seraların Isıtılması (Çeviren: S.E. Işık) Yalova-Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Dergisi, Cilt. 2, Sayı 4. s. 91-9.
- Gibson, W.B., 1971. Türkiyede Sera Yetiştiriciliğinin Genel Prensipleri, Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayınları, No. 26, s. 1-100.
- Günay, A., 1980. Serler (Tanımı, İnşası ve Kliması), Cilt I, Çağ Matbaası, ANKARA, s. 1-400.
- Humbaracı, İ., tarihsiz. Isıtma-Havalandırma, Elif Matbaacılık, ANKARA
- Jennings, B.H., 1970. Environmental Engineering Analysis and Practice International Texbook Company, NEW YORK.
- National Greenhouse Manufacturing Association, 1970. How to Calculate Greenhouse Heat Loss., National Greenhouse Manufacturing Association, U.S.A.
- Sayman, D., 1971. İnşaat Mühendisleri İçin Yardımcı Cetveller (dördüncü baskı) Berkalp Kitabevi, ANKARA.
- Skinner, T.C., 1977. Some Greenhouse Considerations, Florida Extension Service Circular, No. 429.
- Skinner, T.C. and Buffington, D.E., 1977. Evaporative Cooling of Greenhouse in Florida, Florida Cooperative Extension Service, AE-14, pp. 1-7.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G., 1973. Statistical Methods (sixth edition), Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.
- The Electricity Council, 1973. Lighting for Greenhouses, Grow Electric Handbook, No. 2, ENGLAND.

- The Electricity Council, 1975. Ventilation for Greenhouses, Grow Electric Handbook, No. 3, ENGLAND.
- Tristan, J., 1965. Greenhouse Heat Conservation (Unpublished master thesis), Colorado State University, Agricultural Engineering Department, Colorado, U.S.A.
- Uluata, A.R., 1981, Seralarda Havalandırma ve Havalandırma Sistemleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, Kültürteknik Semineri (21-23 Ekim, 1981) Tebliği, s. 78-98, ERZURUM.
- Uluata, A.R., 1982. Seralarda Yüksek Sıcaklığın Önlenmesi, Dicle Üniversitesi, Urfa Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 1, Sayı 1. DİYARBAKIR.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A., 1973. Estimating Greenhouse Ventilation Requirements, Department of Agriculture, University of Kentucky, AEN-9, pp. 1-4.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A., 1974. Greenhouse Ventilation systems, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, AEN-30, pp.1-8.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A. 1974 a. Greenhouse Location and Orientation, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, AEN-32, pp. 1-4.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A. 1975. Greenhouse Heating Systems, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, AEN-31, pp.1-8.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A. 1975a. Cooling Greenhouse, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, AEN-28, pp. 15-5.
- Walker, J.N. and Duncan, G.A. 1976. Greenhouse Structures, Department of Agricultural Engineering, University of Kentucky, AEN-12, pp. 1-11.
- Whittle, R.M. and Lawrence, W.J.C., 1959. The Climatology of Glasshouses, I. Natural Illumination, Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 4, No. 4, pp. 326-340.