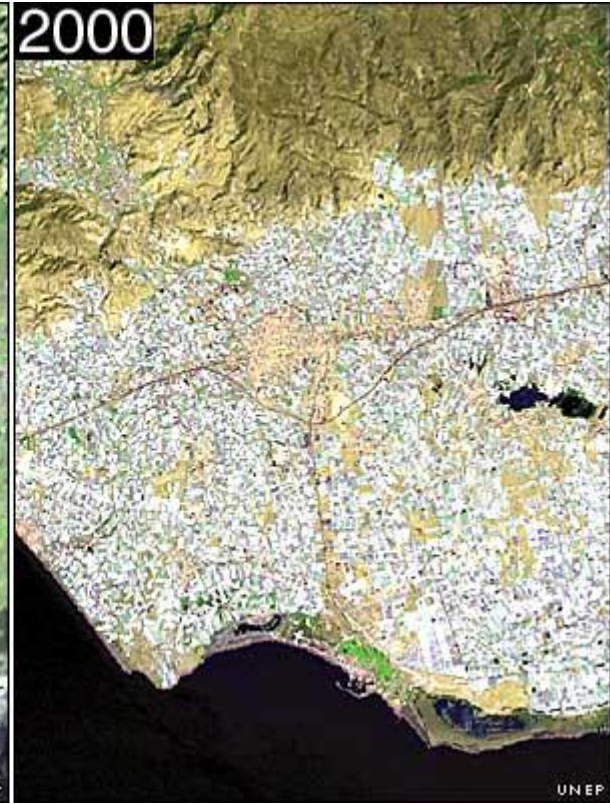


Ülkemizde seracılık sektörü,
sera kenti düzeyinde ele alınmalıdır.



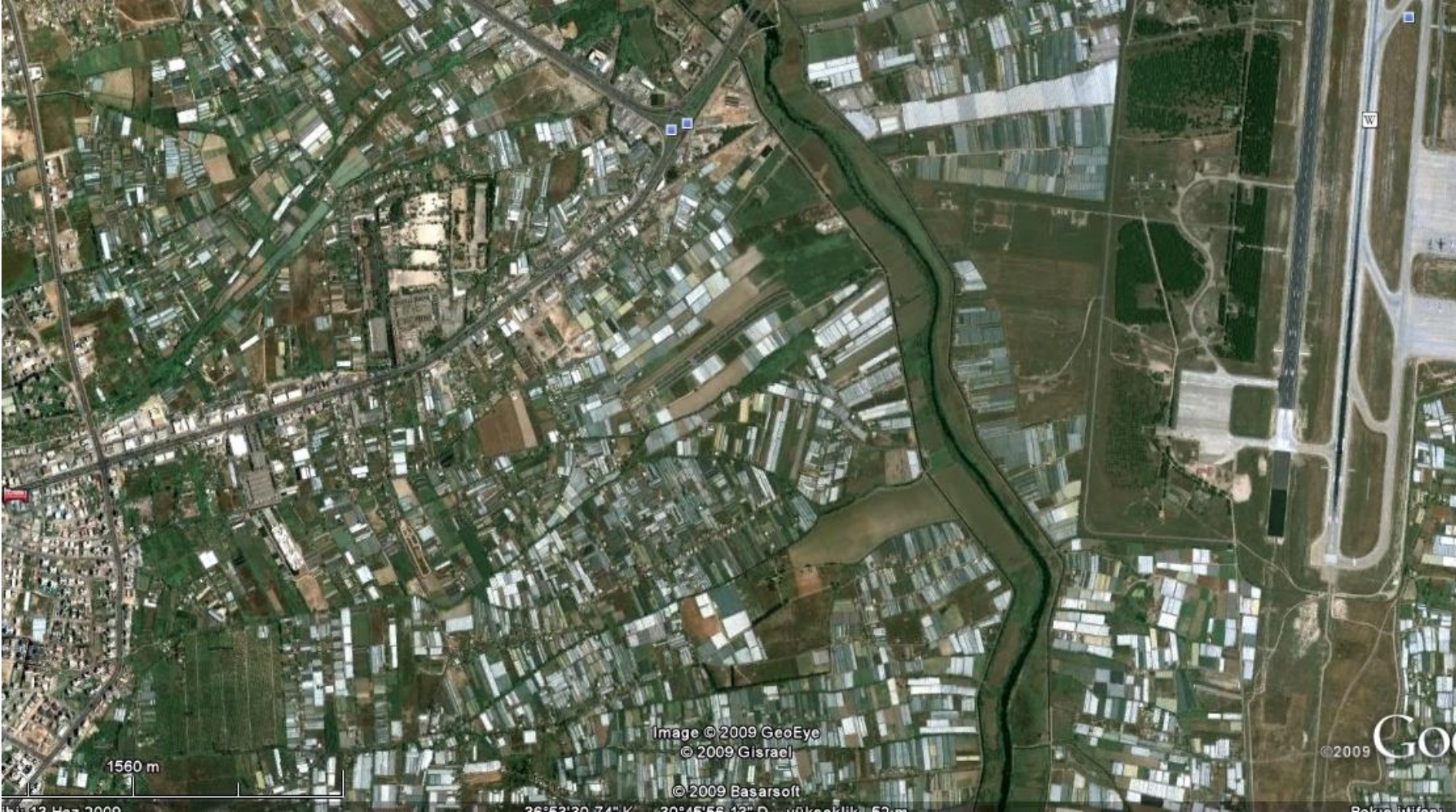




Kumluca



Antalya





AVRUPA ÜLKELERİNDE SERA ALANLARI

İspanya	60.000 ha	%99
Türkiye	49.000 ha	%88
İtalya	25.000 ha	%91
Fransa	10.000 ha	%70
Hollanda	10.000 ha	%2
Yunanistan	4.500 ha	%95
Diğer ülkeler	14.000 ha	----

% değerler polietilen alanları göstermektedir.



TÜRKİYE'DE DURUM

- Seraların % 87 si Akdeniz bölgesinde
- Plastik örtü % 88
- Cam sera vd. % 12
- Sebze % 95
- Meyve ve süs bitkileri % 5



Sera işletmelerinin büyüklüklerine göre dağılımı

İşletme büyüklüğü (m ²)	Cam sera (%)	İşletme büyüklüğü (m ²)	Plastik sera (%)
< 1000	18	< 1000	9
1000-2000	64	1000-3000	56
2000-3000	9	3000-5000	19
3000-4000	7	5000-10000	12
> 4000	2	>10000	4



Teknolojik trend, seranın yapısı ve iklim kontrol ekipmanları aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

- Yetiştiricinin finansal kapasitesi ve amacı
- Pazar talebi ve yerleşim yeri
- Yetiştiricinin niyeti veya teknolojik yatırımın verimliliği hakkındaki danışmanın görüşü

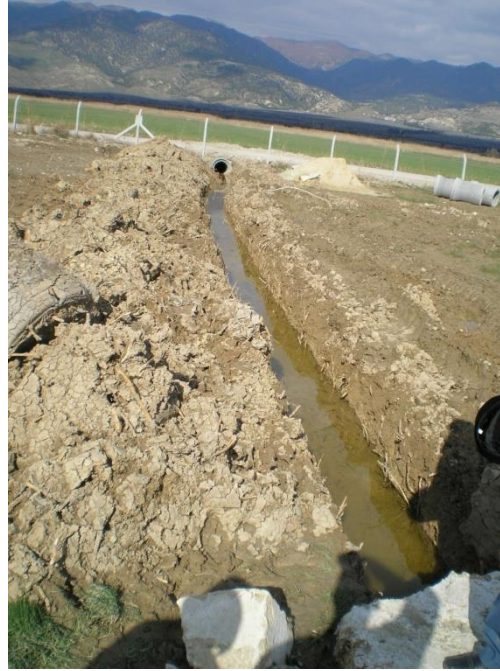
Sera seçiminde teknoloji düzeyine etkili faktörler;

- Üretimi belirleyen iklim özellikleri; iklimi düzenlemek için gerekli enerji ve ekipman maliyeti ve iklim şartları nedeniyle seranın konstrüksiyon maliyeti; kar ve rüzgar yükü, dolu riski.
- Mevcut yakıt tipleri ve maliyetleri, seranın iklim kontrolünde ve diğer işlerde kullanılacak elektrik gücü olanakları ve maliyeti.
- Su kalitesi ve eldesi



Sera seçiminde teknoloji düzeyine etkili faktörler;

- Drenaj açısından toprak kalitesi, su tabanı seviyesi, sel riski ve topografya





Sera seçiminde teknoloji düzeyine etkili faktörler;

- Sera kurulacak alanın değeri, gelecekte şehirleşme planı ve ihtimali, çevre kirliliği düzeyi ve bölgesel sınırlamalar
- Yatırım için sermaye olanakları
- İşgücü olanakları ve muhtemel işgücünün eğitim seviyesi
- Piyasa boyutu ve taşıma nedeniyle fiyata yansıyan bölgesel pazar olanakları

Sera seçiminde teknoloji düzeyine etkili faktörler (devam);

- Sera kurulumu için gerekli malzeme, işgücü ve ekipmanların yerli imkanlarla karşılanabilme oranı ve ilerideki servis, bakım ve yedek parça ihtiyaçlarının karşılanabilme düzeyi
- Yasalar ve gıda güvenliği yönetmelikleri, kimyasal kalıntı analiz imkanları, su ve hava kalitesi ve emisyon oranları
- Kredi olanakları
- Genişleme olanakları
- Ekonomik riskler
- Sosyal ve etnik koşullar
- Tüketici istekleri, ürünün izlenebilirliği
- Firma hedefleri, markalaşma, ihracat
- Vergiler
- High teknoloji kullanılma olanakları; robotik, monitoring, sensing techniques, wireless ve remote sensing,



Seracılıkta temel hedef şunlar olmalıdır,

- İşgücü maliyetlerini azaltmak
- Sera alanının optimum kullanımı
- Çalışma şartlarının iyileştirilmesi
- Ürünün optimum kalite ve gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için izlenebilirlik
- Otomasyon



çaklık, kontrol edilmesi gereken en önemli değişkendir.

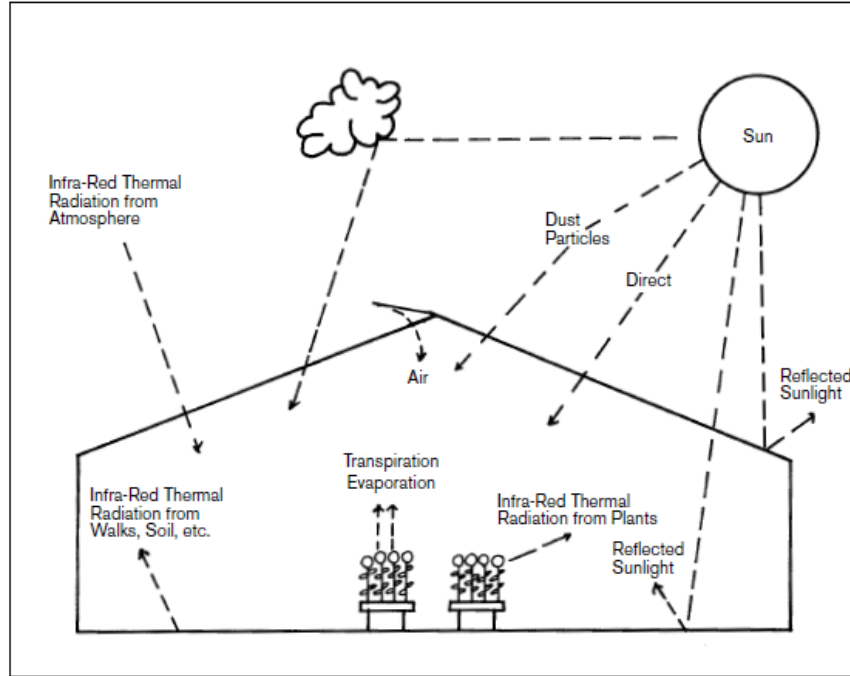
- Yetiştirilen bitkilerin büyük çoğunluğu, ılıman iklim bitkilerinden oluşur ve genel sıcaklık istekleri ortalama olarak **17-27 °C** arasındadır.
- Alt üst sınır sıcaklık değerleri ise **10-35 °C**'dir.
- Genelde dışarıdaki ortalama sıcaklık **10 °C**'nin altında ise seraların **ısıtılması** gereklidir.
- Ortalama dış sıcaklık **27 °C**'nin altındayken **doğal havalandırma** yapmak sera içi sıcaklığın ekstrem noktalara çıkmasını önleyecektir, sıcaklık bu değerin üzerine çıktığında yapay soğutma (fog, fan-pad, gölgeleme) yöntemlerini kullanmak ürün kalitesini korumak için önemlidir.
- Sera içi sıcaklık uzun periyotta **30-35 °C**'yi bulmamalıdır.



- Serada kontrol altına alınması gereken ikinci parametre ise bağıl nemdir.
- Seralarda genellikle bağıl nemin **%60-90** arasındaki değişimi bitkiler üzerinde çok büyük bir etkiye sahip değildir. Ancak **%60'ın altındaki nem** seviyelerinde, özellikle havalandırmanın da yapıldığı anlarda genç bitkilerin taze yaprakları üzerinde su stresine yol açabilir.
- Diğer taraftan sera içi bağıl nemin uzun dönemde **%95**'lerin üzerine çıkması, özellikle geceleri fungal hastalıkların hızlı bir şekilde yayılmasına neden olur.
- Sera içi buhar basınç dengesinin ayarlanması transpirasyonu düzenlediği gibi hastalık problemlerini de azaltır. Geceleri, seralar ısıtılmazsa iç ve dış sıcaklık neredeyse birbirine eşit olur ve bu durumda dış rutubet yüksekse sera içi neminin düşürülmesi kolay değildir.

- Işık ya da daha spesifik olarak PAR (Fotosentez etkili radyasyon-photosynthetically active radiation) seralarda üretim için önemli bir diğer parametredir ve güneş radyasyonundan sağlanabilir. Yapay aydınlatma maliyeti nedeniyle ancak çok özel büyüme koşullarında, kullanılabilir. Fotosentez 400-700 nanometre dalga boyunda yeşil bitkiler tarafından kullanılabilir kimyasal enerjiye dönüştürme işlemidir. Diğer anlamda ışık ve klorofilin varlığıyla CO₂ ve H₂O'nun karbonhidrat ve Oksijene dönüştürülme işidir. Solunum, fotosentezin tersidir ve karbonhidratların CO₂ ve H₂O ya kırılma işidir ve sonucunda enerji açığa çıkar. Maksimum reaksiyon sıcaklığına bağlıdır ve alt üst limitleri 10-35 °C dir. Net fotosentez, sıcaklık, ışık yoğunluğu, su ve besin maddelerinin varlığına bağlıdır. Solunum ise sıcaklığa karşı daha duyarlıdır.
- Diğer taraftan gölgeleme sistemi ise sera dışı ışık yoğunluğunun çok fazla olduğu durumda ya da büyüme sürecinin ışık yoğunluğunun azaltılarak yavaşlatılmasının istendiği durumlarda kullanılır.

• Işık ya da daha spesifik olarak PAR (Fotosentez etkili radyasyon-photosynthetically active radiation) seralarda üretim için önemli bir diğer parametredir ve güneş radyasyonundan sağlanabilir. Güneş ışığı üretimi sınırlandıran en önemli faktörlerdendir. Bitkinin kullanabileceği güneş ışığı, konstrüksiyon, kaplama malzemesi, bölgenin topografyasından seranın kurulduğu bölgenin koordinatlarına kadar pek çok değişkenden etkilenirler. Dış ortamdaki gün ışığı, enlem, mevsim, günün hangi zamanı ve bulutluluğun fonksiyonudur.



Sera ve çevresi arasındaki enerji değişimi



SERA İKLİM TEKNOLOJİSİ VE OTOMASYON

- Seralarda kullanılan kaplama materyallerinin ışık geçirgenlikleri ve çevresindeki materyallerin absorpsiyon ve emissiviteleri

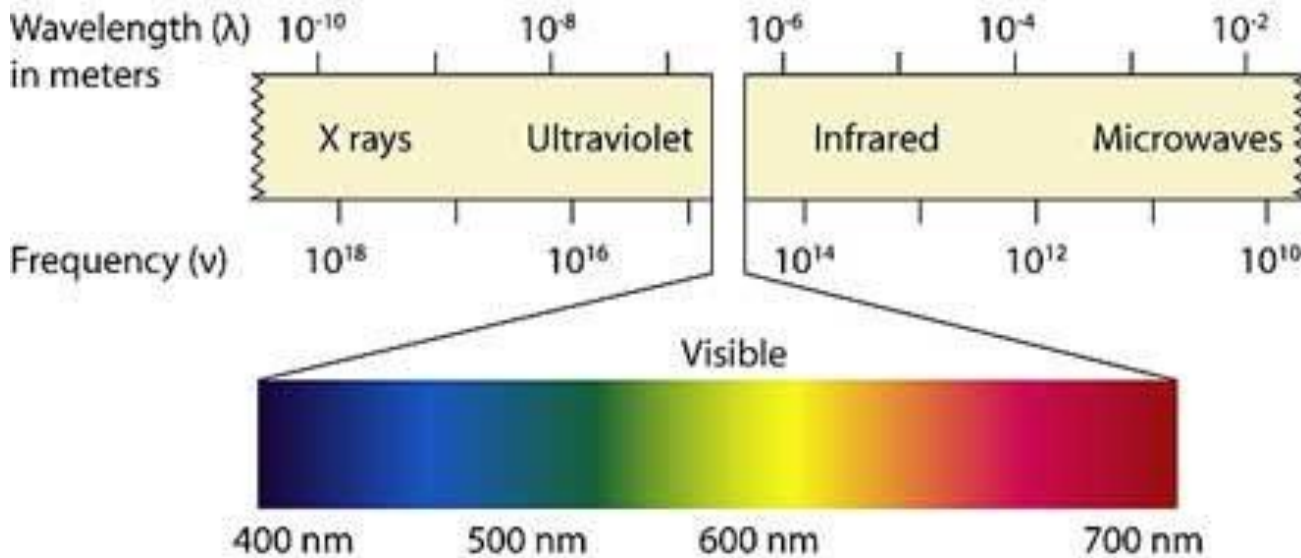
Kaplamanın ışık geçirgenliği

	TRANSMISSIVITY	
	Solar	Infrared
Temperature of radiation source (°F)	10,000	80
Wavelength of radiation (nanometers)	380-2,000	4,000-10,000
Material		
Window glass	0.85	0.02
Fiberglass	0.88	0.02
Acrylic	0.92	0.02
Polycarbonate	0.85	0.01
Polyethylene	0.92	0.81
Acrylic, double layer extrusion	0.83	<0.02
Polycarbonate, double layer extrusion	0.77	<0.01

Farklı yüzeylerin absorpsiyon ve emissiviteleri

MATERIAL	ABSORPTIVITY FOR SOLAR RADIATION	EMISSIVITY AT ABOUT 80°F
Concrete	0.60	0.88
Red brick	0.55	0.92
Window glass	0.03	0.90
Paint, gloss white	0.35	0.95
Soil, dry	0.78	0.90
Soil, moist	0.90	0.95
Aluminum:		
Commercial finish	0.32	0.10
Painted white	0.20	0.91
Painted black	0.96	0.88
Galvanized steel:		
Oxidized	0.80	0.28
Painted white	0.34	0.90

•Görünür bölgedeki ışık 400-700 nanometre bitki gelişimi ve büyüme için gerekli enerjiyi sağlar. Yoğunluk, süre ve ışığın spektral dağılımı bitki tepkisini etkiler. Ultraviyole bölgedeki ışık (290-400 nm) genellikle bitkiler için zararlıdır. Fotosentez yalnızca görünür bölgede kırmızı ve mavi dalga boyları arasında en etkilidir. Yeşil aksamdan-vegetatif üremeye geçiş çoğu bitkilerde 660-730 nanometre dalga boyundaki ışık ile kontrol edilir.





• Sera içerisinde kontrol edilmesi gereken ve üretim miktarını direk etkileyen bir parametrede CO₂ konsantrasyonudur. Gün içerisinde yapılan doğal havalandırma sera içerisine CO₂ transferi sağlasa da, bitkilerin fotosentez için sürekli CO₂'e ihtiyaç duymaları nedeniyle sera içindeki oran her zaman için dışarıdan düşüktür. İyi yalıtılmış bir serada en yüksek konsantrasyon 200 µmol / mol düzeylerinde iken bu oran dış atmosferde 360 µmol / mol düzeyindedir. Seralardaki bitki yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle CO₂ oranının atmosferin 2-3 katı kadar olmalıdır.

Karbondiyoksit bitki yaprakları içine stomalar yardımıyla absorbe edilir. Absorpsiyonun oranı; konsantrasyon, büyümenin hangi aşamada olduğu, sıcaklık ve ışık yoğunluğu gibi bazı faktörlere bağlıdır.

Tüm bitkiler karbondiyoksit artışına olumlu tepki verirler. Fakat her seferinde bu ekonomik olmaz. Yüksek CO₂ seviyesi (1500ppm), yükselen sıcaklık ve ışık yoğunluğu fide ile hasat arasındaki süreyi yaklaşık %50 kısaltabilir. Bitki kalitesini yükseltir, verimi artırır ve geliştirir. Bitki yaprakları çevresindeki 0.3 m/s hava hızı CO₂ alımını artırır, 1 m/s'den sonra büyüme sınırlanır.



Etkin bitkisel üretimin sağlanabileceği sera yapısı şu şekilde özetlenebilir;

- **yüksek ışık geçirgenliği sağlanmalı,**
- **ısı kaybı düşük olmalı,**
- **havalandırma etkin olmalı,**
- **yapısal dayanımı yeterli olmalı,**
- **mekanik davranışı iyi olmalı,**
- **konstrüksiyon ve işletme maliyetleri düşük olmalıdır.**

Yararlanma şekillerine göre seralar

Üretim ve yetiştirme seraları,
Tohum ve fide seraları,
Muhafaza-bakım ve sergileme seraları,
Araştırma – geliştirme seraları.



ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE

- Toprakta üretim
- Topraksız kimyasal besleme ortamında üretim



ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE (Hydroponic)



Sera konstrüksiyonları

İskelet malzemesine göre
sera tipleri:

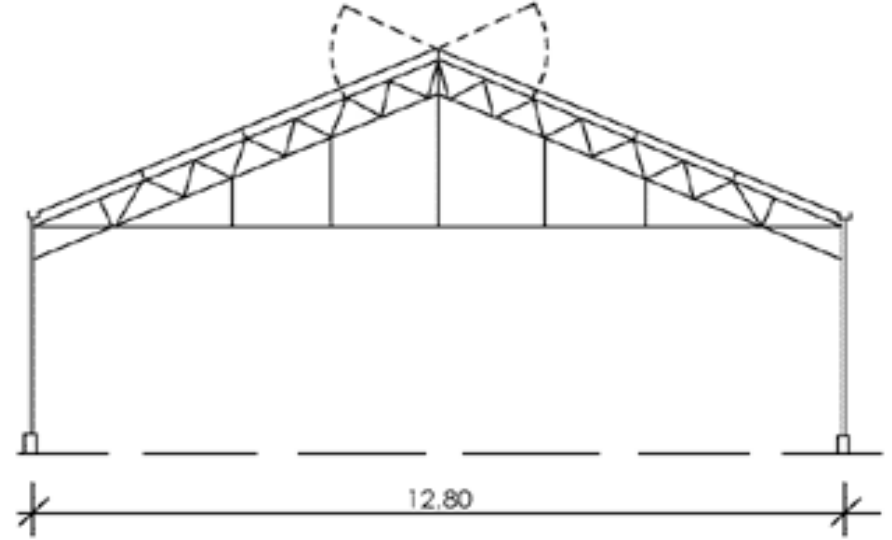
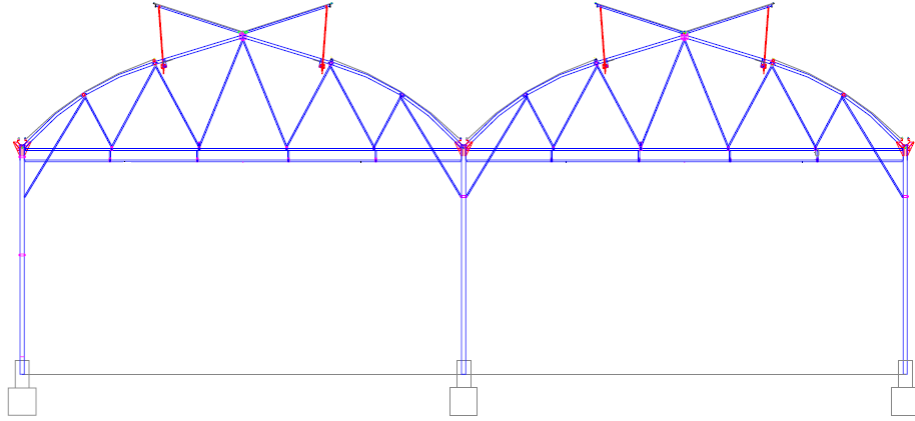
Galvaniz çelik konstrüksiyon seralar,
(Özel galvaniz çelik profiller)

Alüminyum konstrüksiyon seralar,
Çelik + alüminyum seralar

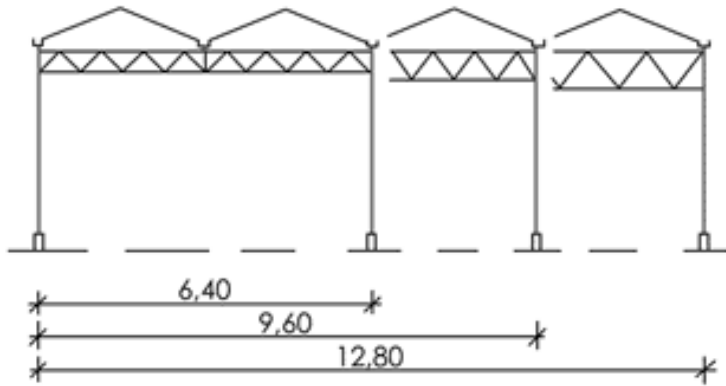




SERA TİPLERİ



Geniş açıklıklı sera



Venlo sera

ÖRTÜ MALZEMESİNE GÖRE SERALAR

- **Cam kaplama,**
- **Polietilen -tek katlı, çift kat hava şişirmeli- (PE),**
- **Polietilen+Polikarbonat (PC),**
- **Polikarbonat (PC),**
- **Cam + Polietilen**





TEKNOLOJİK SERALARDA DONANIM

- Havalandırma sistemi
- Sulama Sistemi
- Serinletme sistemi
- Perdeleme sistemi
- Isıtma sistemi
- Programlanabilir gübre dozaj sistemi
- İlaçlama sistemi
- Veri algılama ve otomasyon sistemi



Havalandırma sistemleri



Doğal havalandırma sistemleri

Çatı pencere havalandırma,

Çatı + yan duvar pencere havalandırma,

Duvarlara yerleştirilen fan havalandırma,



- **Doğal havalandırma**
- Çatı ve yan duvarlar yardımıyla içeri giren dış serin hava içerideki sıcak hava ile yer değiştirir. Bu sırada transpirasyon sonucu oluşan su buharı da dışarı atılır ve sera içi rutubeti sınırlandırılır. Hava değişimi iç ve dış sıcaklıklar arasındaki farkın ve rüzgar yönünün havalandırma pencereleri üzerinden serada oluşturduğu basınç farkı nedeniyle sağlanır. Ancak bu değişim büyük oranda havalandırma alanı ve tipi ile direkt ilişkilidir.
- Seralarda yeterli havalandırmanın sağlanabilmesi için baca etkisinin oluşabilmesi, iç ve dış sıcaklık farkının havalandırma yüksekliği ile çarpımının kareköküne eşittir

$$[(T_i - T_d)h]^{0.5}$$



Doğal havalandırma (devam)

- Rüzgar sera üzerinde türbülans nedeniyle ortalama değerde bir dalgalanma yaratır. Seradaki tüm havalandırma baca etkisi ve rüzgar etkisinin kombinasyonu ile üretilir ve rüzgar etkisi;

$$\text{rüzgar hızı} / [(T_i - T_d) h]^{0.5} \longrightarrow > 0.3 \dots 1$$

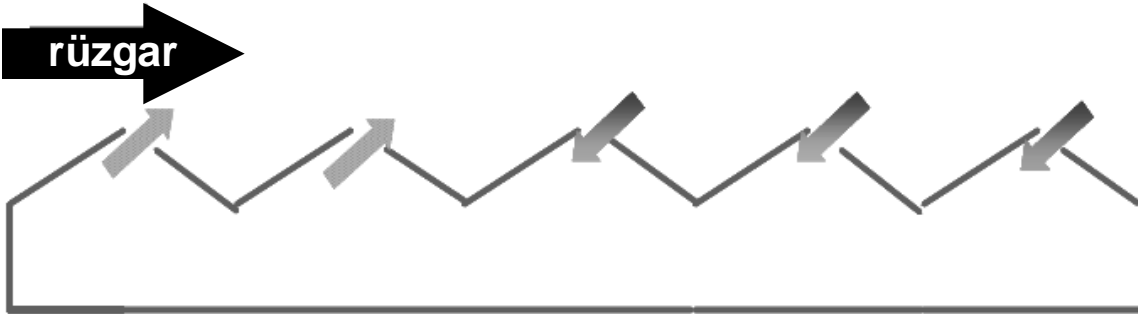
- 'nin 0.3 ya da 1 den fazla olduğu noktada etkili bulunmuştur. Sonuç olarak rüzgar ile havalandırmanın oluşması için rüzgar hızının 1-2 m/s'den fazla olması gerekmektedir.

Rüzgar yönünün etkisi

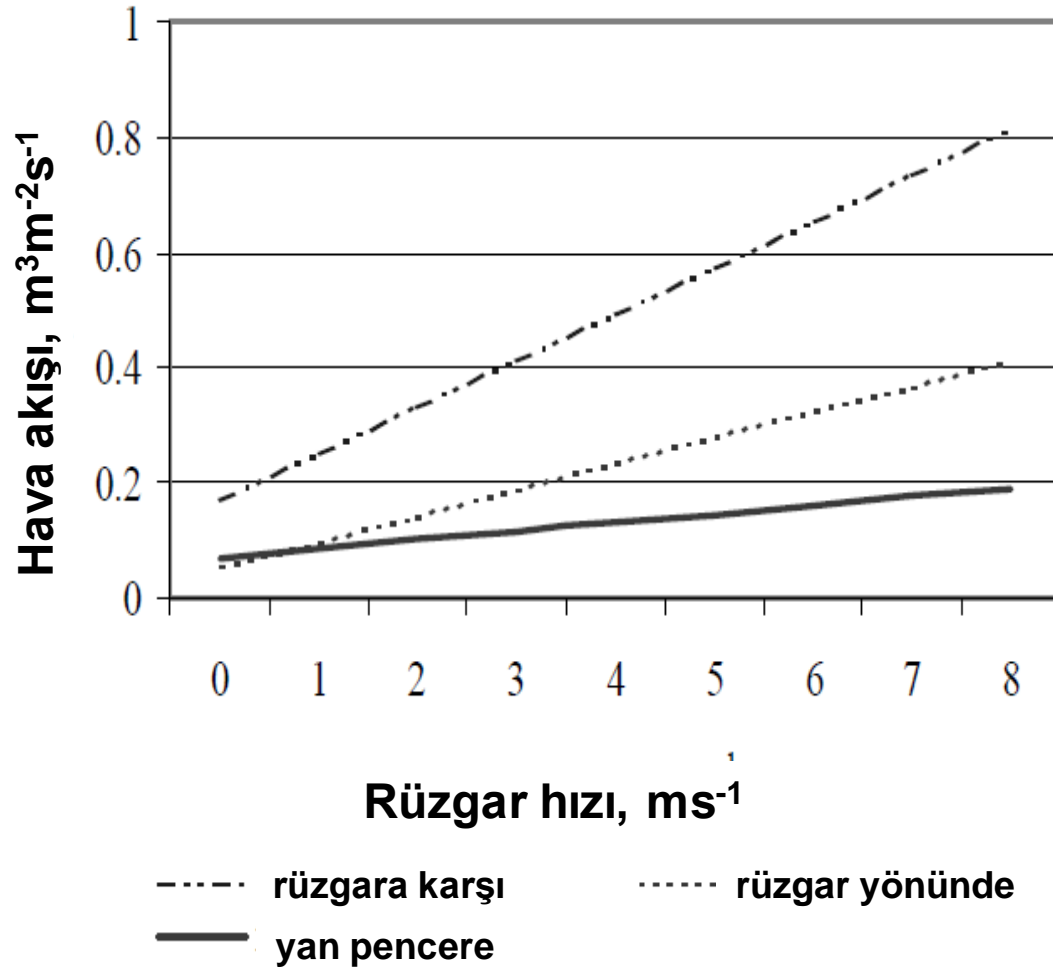
a



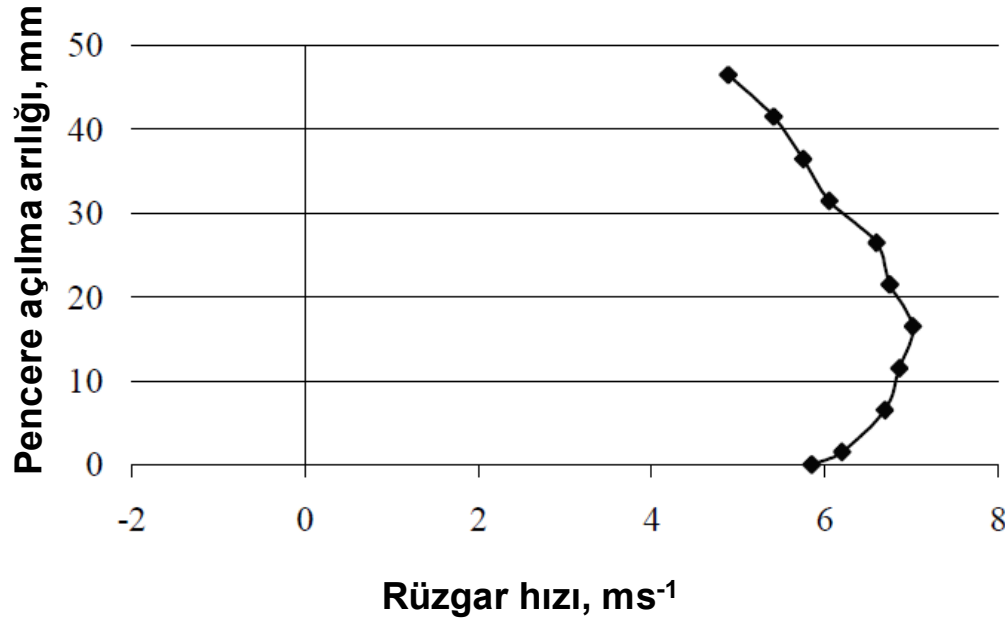
b



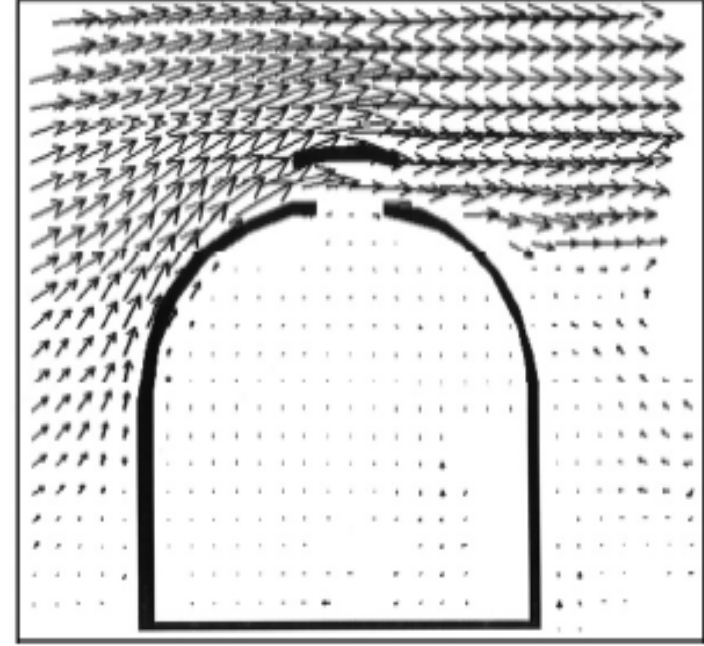
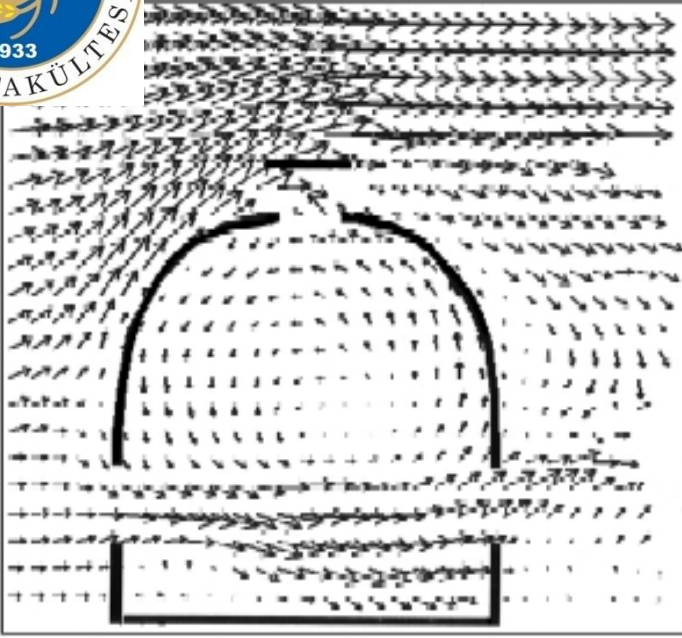
a) Rüzgara karşı yöndeki havalandırmalar b) Rüzgar yönündeki havalandırmalar



Pencere yönünün birim yüzeyden olan hava akışına etkisi



10 m/s rüzgar hızında, karşı yöndeki havalandırma pencerelerinin açılma aralığının hava hızı profiline etkisi



Çatı ve yan ventilasyon pencerelerinin sera içi hava sirkülasyonuna etkisi

Rüzgar tünellerinde yapılan çalışmalara göre **rüzgar yönündeki pencereleri** açmak daha **uniform** bir hava hareketi sağlasa da daima **aksi yöndeki pencereler** sera içerisinde **daha yüksek hava hareketi** oluşturur. Ancak en etkin havalandırma çatı ve yan duvar havalandırmaların beraber açık olduğu durumlarda görülmektedir. Pratik olarak havalandırma alanı **%15-20** arasında olan seralarda doğal havalandırma ile sera içi sıcaklığı **2-3 oC** arasında düşürülebilir.



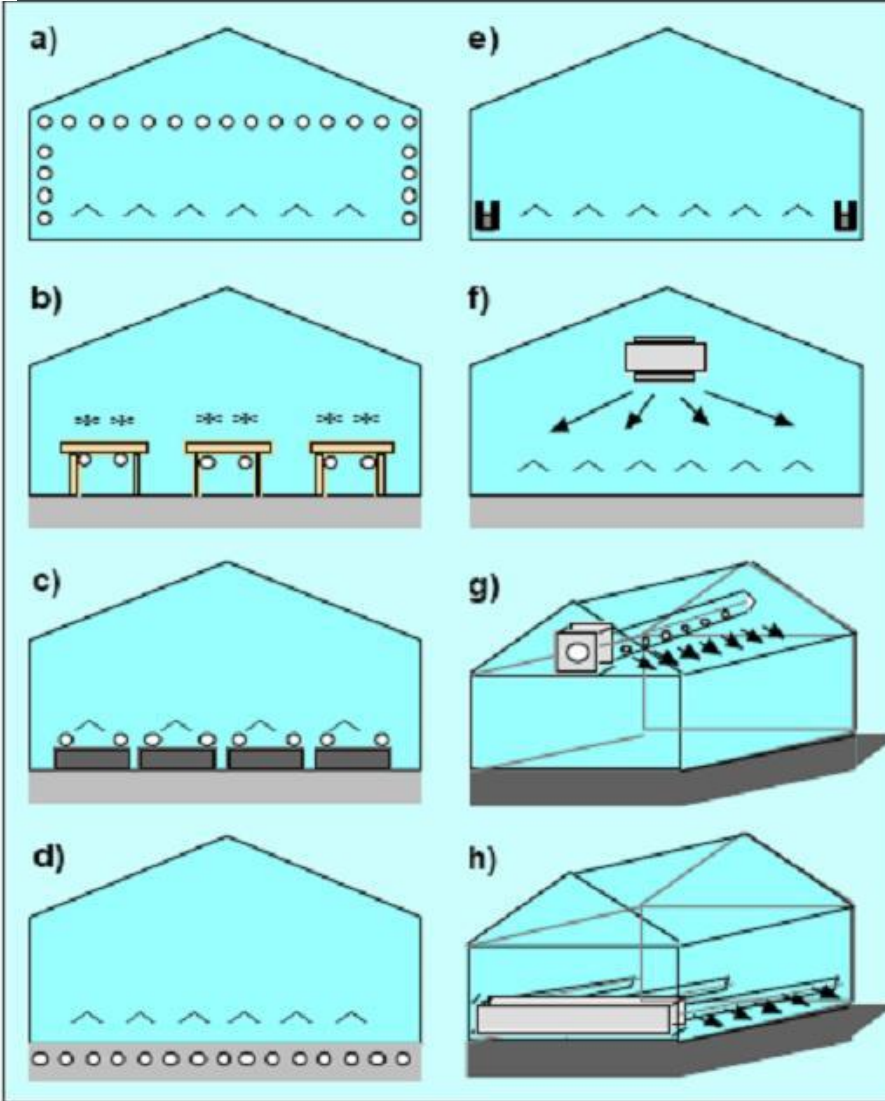
Homojen İklim Yapısı

Sera içerisindeki iklimin uniformluğu üç nedenle önemlidir;

1. Homojen bitki büyümesi ve gelişimini sağlamak
2. Hastalık gelişme olasılığı yüksek bölgeleri önlemek
3. İklim kontrolünü kolaylaştırmak amacıyla.

Isıtma





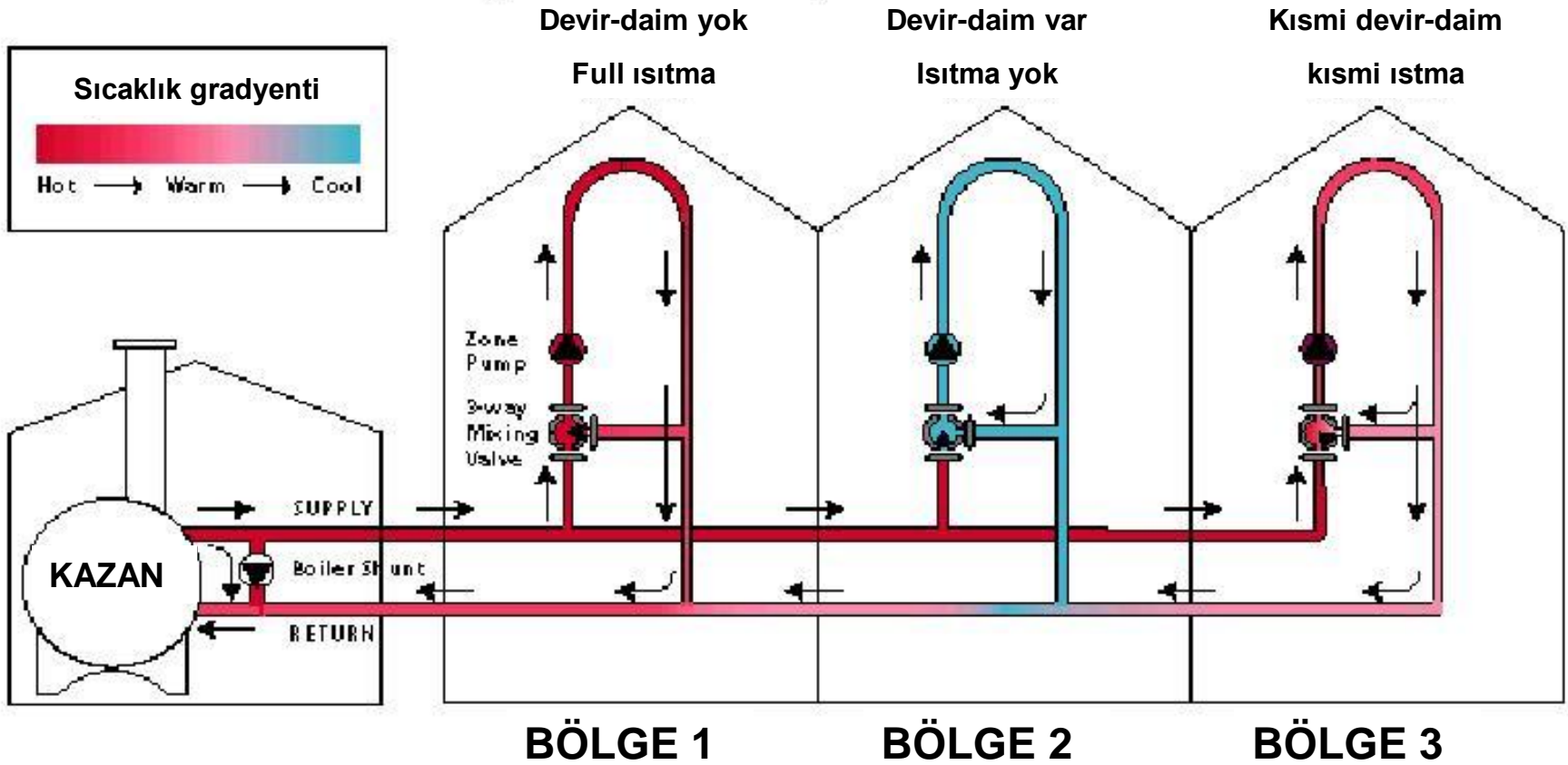
- (a) Üst borulu ısıtma
- (b) Masa altı ısıtma
- (c) Alt borulu ısıtma
- (d) Toprak ısıtma
- (e) Lateral ısıtma
- (f) Sıcak hava üretici
- (g) Üst sıcak hava dağıtıcı
- (h) Alt sıcak hava dağıtıcı

Isıtma

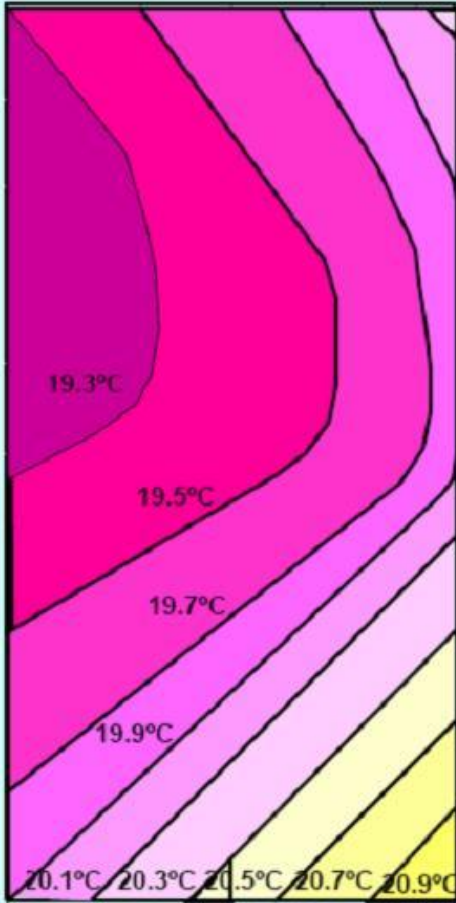


- Seralarda genel olarak **havalı ısıtma ve iyi yerleştirilmiş sulu ısıtma boruları** kullanılır. Seracılıkta her tür **ısıtma sistemi verimliliği artırmalıdır**.
- **Isıtma şu an için teknik bir problem değildir**, sorun ekonomik olanının kullanılması veya kullanılmaması ile alakalıdır. Artan enerji fiyatları ve enerji darboğazı sera endüstrisini serada yapısal değişiklikler yapmaya ve **otomasyon teknolojisini** üst düzeyde kullanmaya zorlamaktadır. Üretici kısa dönem ve uzun dönem maliyetlerini gözden geçirmelidir. Sera içi sıcaklık dağılımları **üç yollu valf yardımıyla uniform** hale getirilmelidir.
- **Seralarda ısıtma, özellikle iç ve dış nemin birbirine eşit olduğu sonbahar ve kış aylarında önemlidir**. Seralarda oluşan yüksek nemin kontrol altına alınabilmesi için aşırı ısıtmaya gidilmesi ve **kısa periyotlarda da sirkülasyon fanlarının çalıştırılması** gerekmektedir. Bu sayede havanın su tutma kapasitesi artarken bağıl nem düşürülmüş olur. Aynı zamanda, kış aylarında sirkülasyon fanlarının çalıştırılması **sıcaklığın, nemin ve CO2 dağılımının homojen olmasını sağlar** ve yoğunlaşma nedeniyle bitki ve **yapraklar üzerine olabilecek damlamaların önüne geçilmiş olur**. Ancak sirkülasyon fanları **0.5 m³/m²min hava hareketi sağlayacak şekilde kurumaya neden olmamak için 1 m/s'den daha hızlı sirkülasyon yapmamalıdır**.

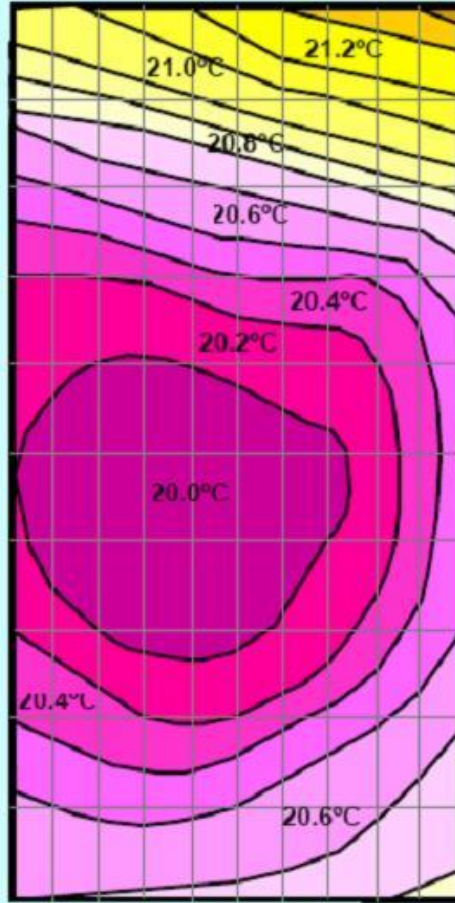
Tipik 3 yollu vana uygulaması



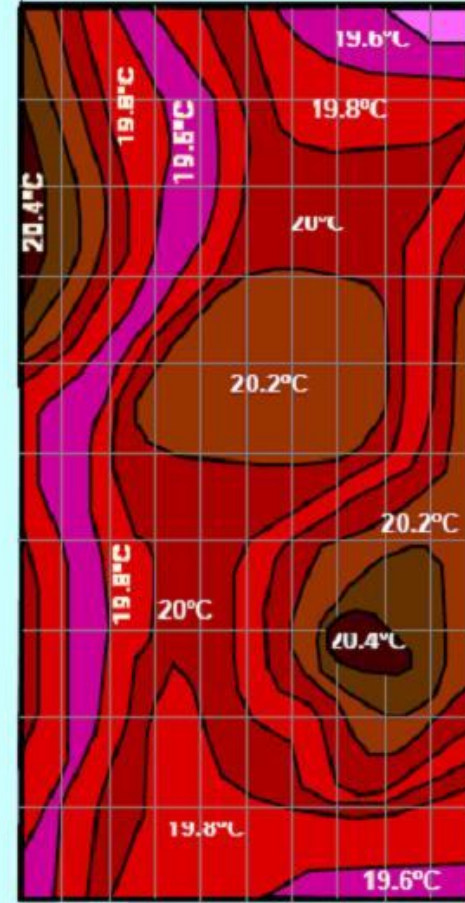
tipine göre serada yatay sıcaklık dağılımları



Üstten borulu ısıtma

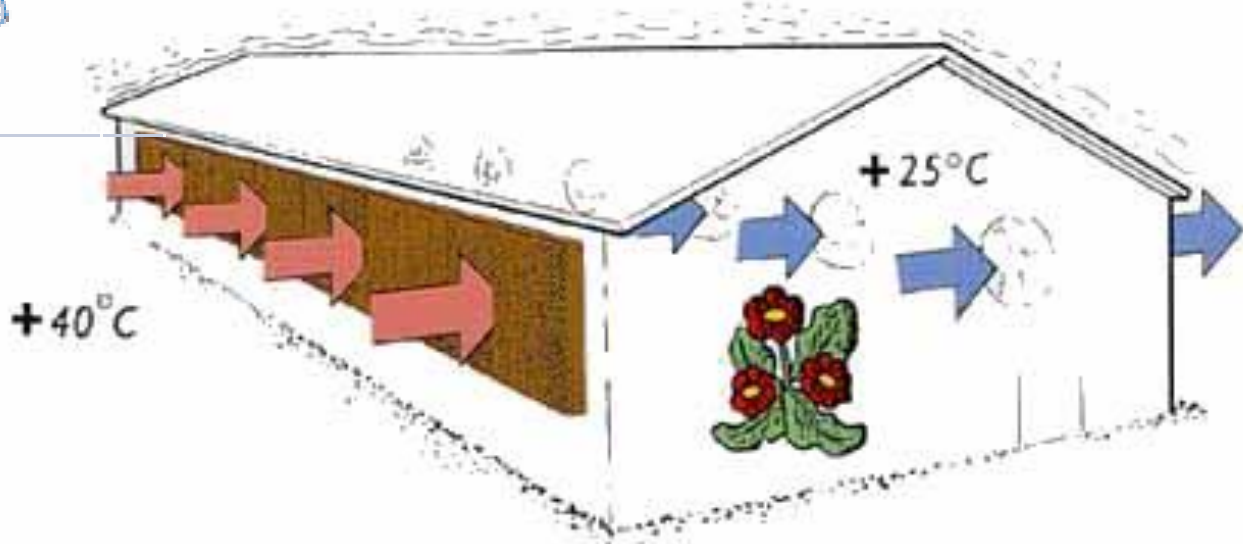
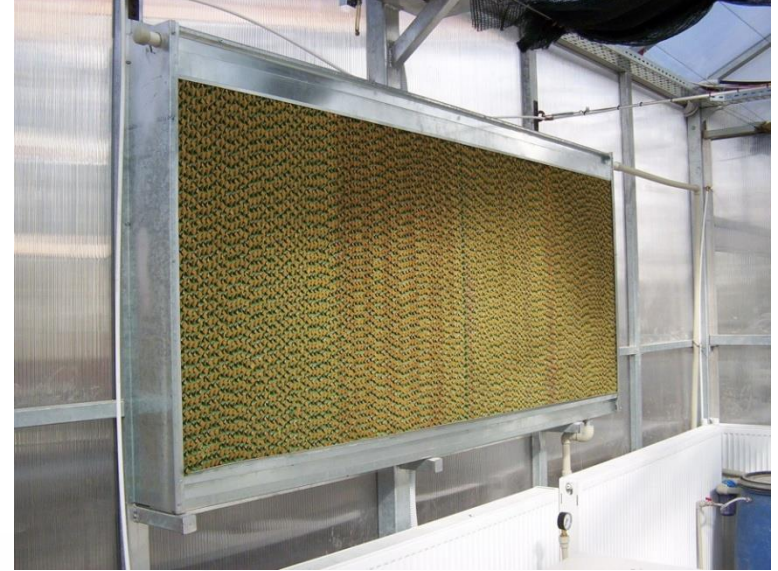
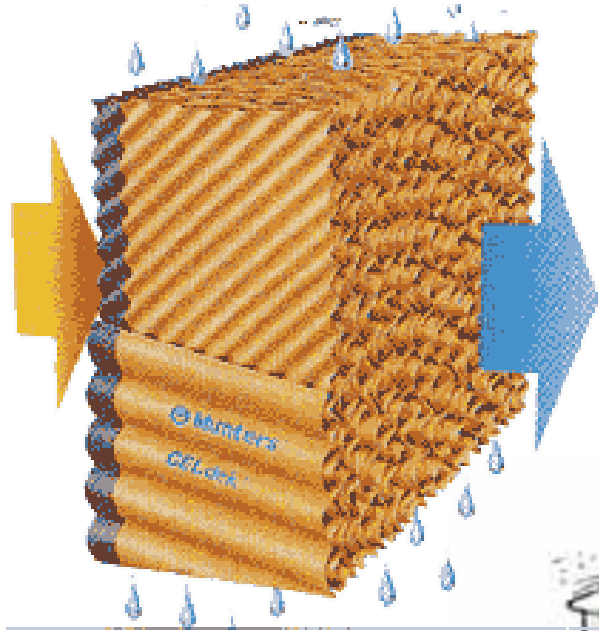


Taban yüzeyine yakın borulu ısıtma

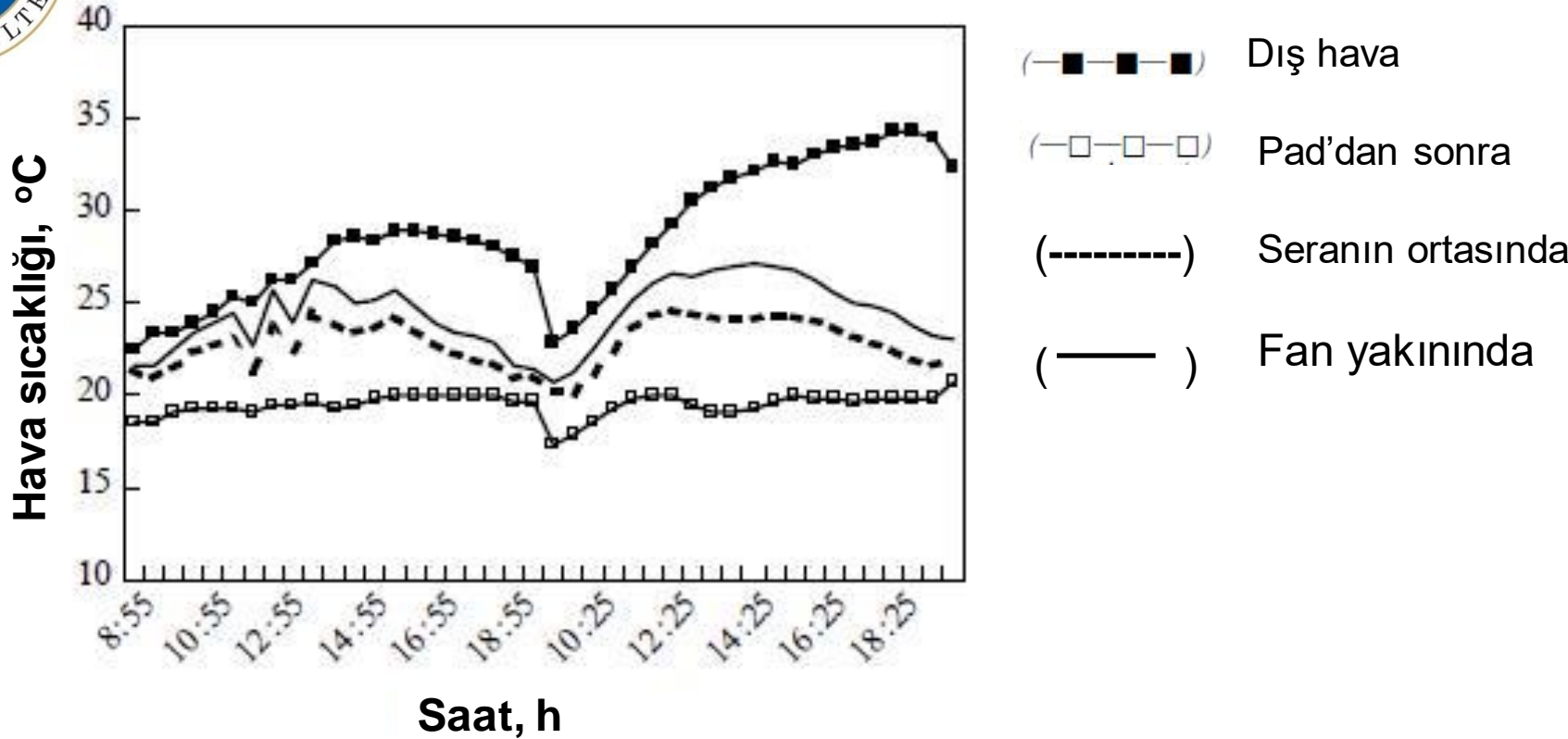


Fan jet ısıtma

Fan Pad Serinletme sistemleri







Seranın değişik bölgelerindeki sıcaklık farklılıkları



Sisleyicilerle Soğutma

- Seralarda doğal havalandırma ve zorlanmış havalandırma sistemi sıcaklık problemini bütünüyle çözemez. Sera dışı sıcaklığın çok yükseldiği durumlarda gölgeleme sistemi ile beraber kullanılan fan-pad sistemi ile sera içerisinde soğutma sağlanabilir. Ancak fan-pad sistemi zorlanmış hava koşulu ve düşük ortam nemi ister. İlk kurulum ve işletme maliyeti fazladır. Bu nedenle doğal havalandırma sistemleri ile kullanılabilecek fogging sistemler daha uniform sera sıcaklığı sağlayabilmenin yanında, bitki transpirasyonunu düşürmesi, su buharı açığını azaltması ve yaprak sıcaklığını düşürmesi sayesinde etkili soğutma sağlayabilmektedir.

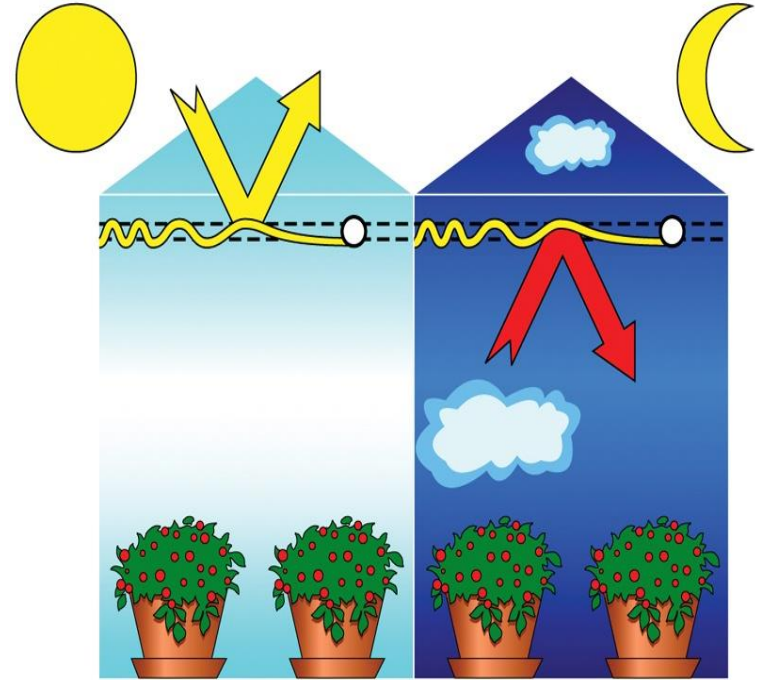




Perdeleme sistemleri

- İçten perdeleme sistemi
- Dıştan perdeleme sistemi
- Eğimli çatı perdeleme
- Duvar - çatı perdeleme

Amacına göre perdeleme sistemleri
Karartma perdeli,
Isı perdesi,
Böcek, zararlı koruma perdesi.



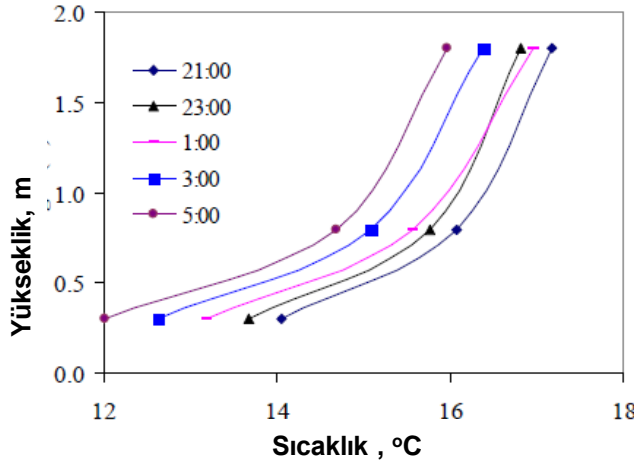


Gölgeleme

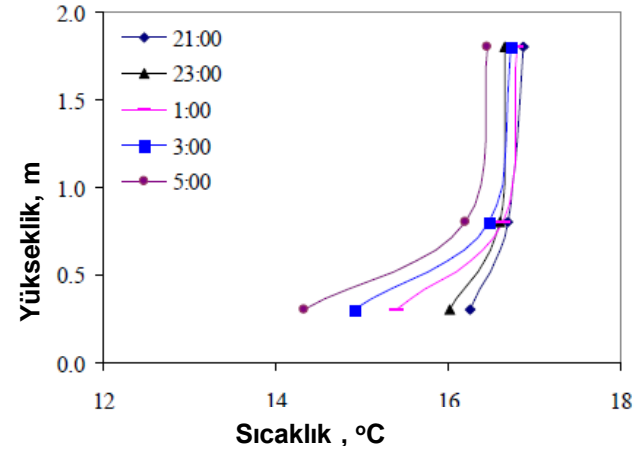
- Güneş radyasyonunun yüksek ve çevre sıcaklığının çok yüksek olmadığı durumlarda, güneşin ısıtma etkisi gölgeleme kullanılarak azaltılır ve doğal havalandırmanın etkinliği artırılabilir. İdeali güneş radyasyonunun sera içerisine girmeden dışarıdan yapılan gölgeleme ile engellemektir. İçeriden yapılan gölgelemeler, havalandırma etkinliğini düşürmesi ve fotosenteze etkili güneş radyasyonunun geri yansıtılması nedeniyle pek istenmez. Ancak, güneş radyasyonunun azaltılması diğer taraftan seradan uzaklaştırılması gereken fazla ısının da azalmasını sağlar. Sonuç olarak, seralar uzun periyotta gölgeleme yapmadan üretim gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle gerektiği zaman serilip ihtiyaç duyulmadığı anlarda kısa sürede toplanan sistemler kullanılmalıdır. Son zamanlarda plastik teknolojisindeki gelişmeler infra red güneş radyasyonunu yansıtırken PAR'ın geçirilmesine olanak sağlar.



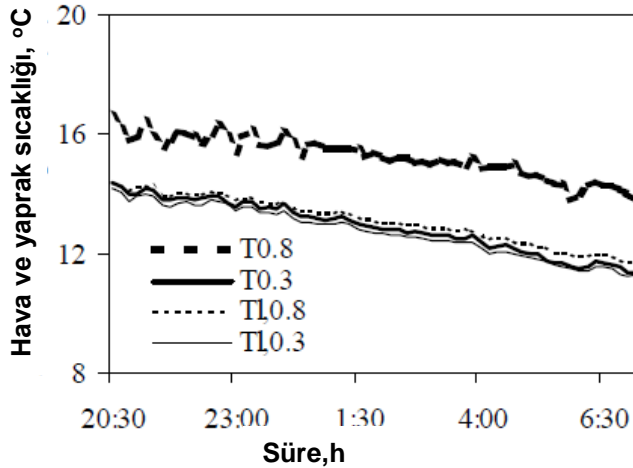
- Diğer taraftan seralarda özellikle geceleri kullanılan termal perdeler sera içerisinde ve bitki çevresinde daha homojen bir hava sıcaklığı oluşmasını sağlarken, sera içi ve bitki çevresinde 2-3 °C kadar artış sağlanabilmektedir. Özellikle ısıtılmayan seralarda kullanılan termal perdeler dış sıcaklık ile sera içi sıcaklığı arasındaki farkı 4 °C'ye kadar değiştirebilmektedir.



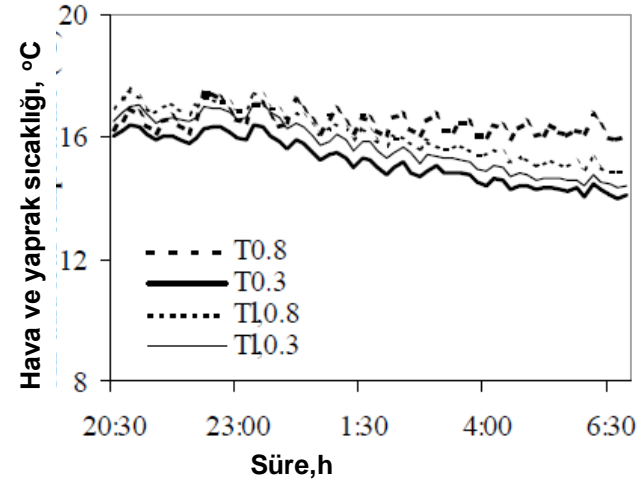
Dikey sıcaklık dağılımı, termal perdesiz



Dikey sıcaklık dağılımı, termal perdeli



Zamana bağlı bitki ve hava sıcaklıkları, termal perdesiz

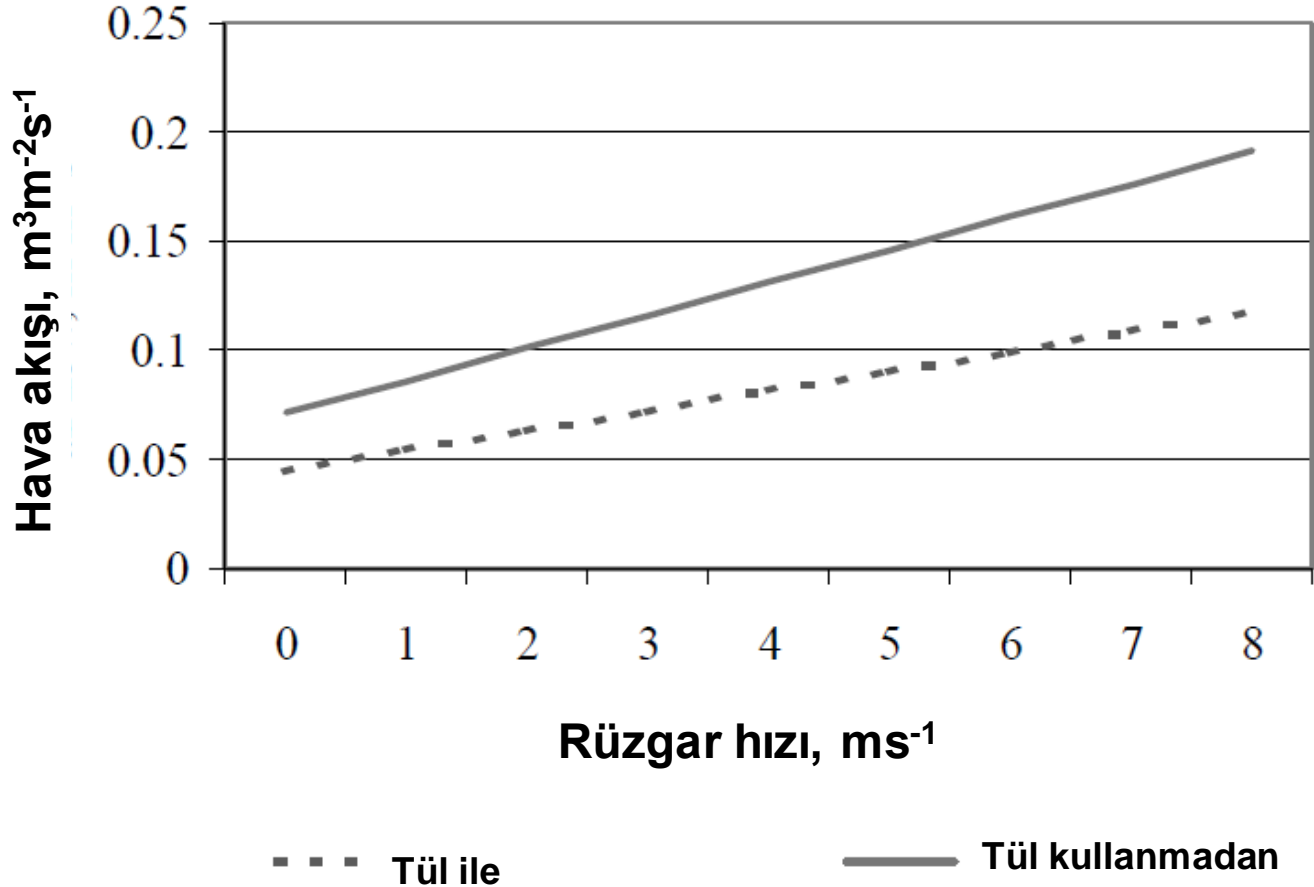


Zamana bağlı bitki ve hava sıcaklıkları, termal perdeli

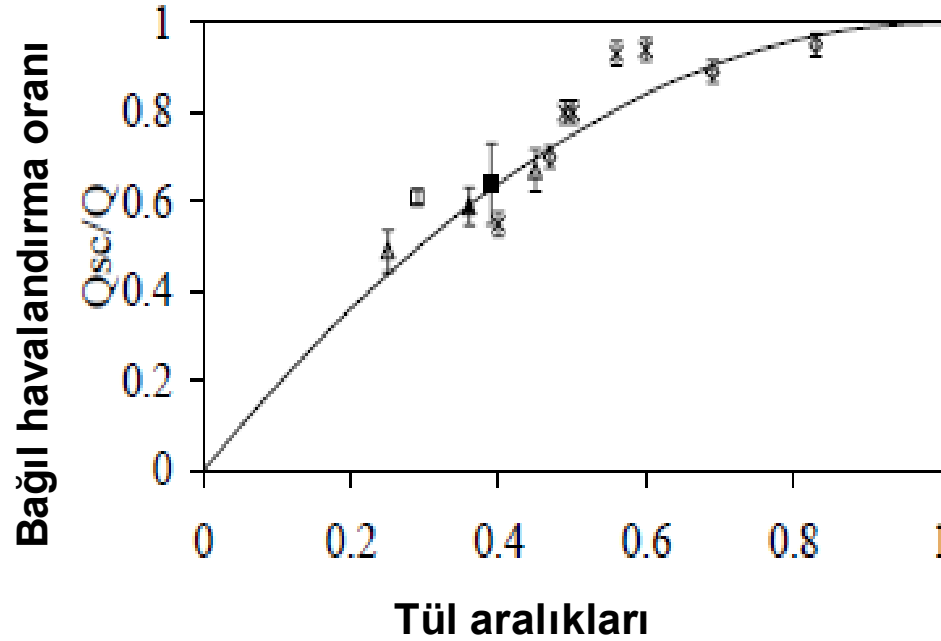


Böcek netleri

Seralara özellikle havalandırma pencerelerinden olan böcek ve hastalık girişleri değişik meshlerde perde kullanılarak engellenebilir. Ancak bu durum doğal havalandırma etkinliğinin düşmesine neden olur.



Tül kullanımının havalandırmaya etkisi



- Perez Parra et al. (2004)
- ▲ Fatnassi et al. (2002)
- △ Munoz et al. (1999)
- ◇ v. Holsteijn & Bot (1991)
- × v. Holsteijn & Bot (1991)
- v. Holsteijn & Bot (1991)
- porosity x (2-porosity)

Tül aralıklarının havalandırmaya etkisi



Sulama sistemleri

Gübreleme sistemleri

İlaçlama sistemleri

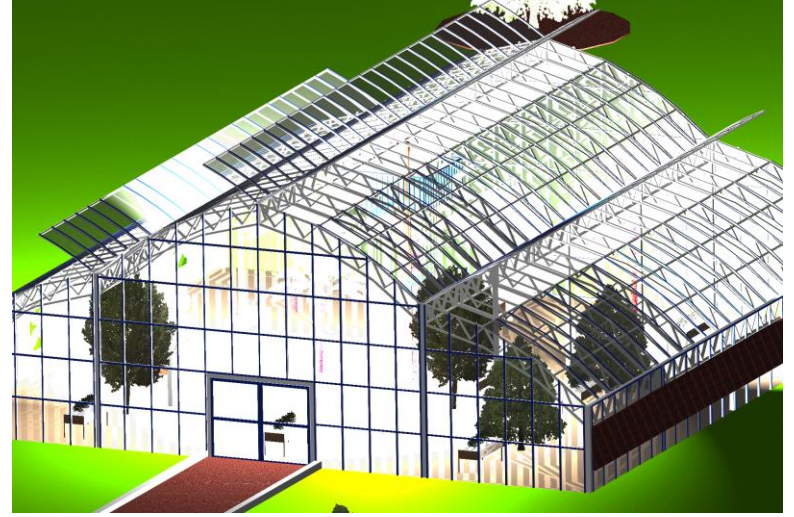
CO2 enjeksiyonu



Karbon Dioksit

Özellikle kış aylarında sera dış atmosferde kapalı olduğu için CO2 konsantrasyonu $200 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 'ün altına düştüğü için bitki verimliliği düşer. Bu nedenle konsantrasyonu normal seviyeye ulaştırmak için ısıtma sistemi eksoz gazlarından faydalanılır. Bu durumda sera havalandırma pencereleri kapalı durumda olmalıdır. Pratik üretici verilerine göre iyi bir üretim yapabilmek için sera içi CO2 konsantrasyonunun normal atmosferde bulunan $350 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 'ün 2 yada 3 katı olmalıdır. Her durumda konsantrasyon set noktası havalandırma açıklığı veya açısı ile bağlantılıdır ve fan ve pencereler açıkken azalır. Her hangi bir CO2 konsantrasyonunda CO2 enjeksiyon maliyeti elde edilecek marjinal ürün maliyetinden az ise uygulama yapılmalıdır.





Yapay aydınlatma



Sera otomasyon yöntemleri

Elle kontrol (Elektrik kontrol panosu)

Bilgisayar kontrollü

Mikro denetleyici

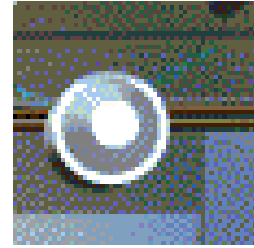
PLC denetleyici

Otomasyonda kontrol edilen değişkenler

- Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)



- Bağıl Nem (%)



- Güneş ışınımı (W/m^2)



- CO_2 konsantrasyonu (ppm)

