

Anamur Yöresindeki Muz Seralarında Doğal Havalandırma Etkinliği ve Havalandırma Açıklığı Alanının Belirlenmesi

Cengiz TURKAY¹, H. Hüseyin ÖZTÜRK²

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 33740 Erdemli-Mersin

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 01330 Adana
cengizturkay@yahoo.com

Özet: Bu çalışmada, Anamur yöresinde muz üretimi yapılan seralarda doğal havalandırma etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anamur ilçesindeki muz seralarını temsil eden alçak ve yüksek tip iki serada, farklı yerleşim ve yüksekliklerde hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri ölçülmüştür. Alçak ve yüksek tip muz seralarında; sıcaklık farkı ve rüzgar etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma oranı ve özgül havalandırma oranı değerleri hesaplanmıştır. Yaz döneminde gündüz sürelerinde sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma oranı alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 68.9 m³/s ve 48.1 m³/s olarak hesaplanmıştır. Aynı dönemde rüzgar etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma oranı; alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 62.71 m³/s ve 55.68 m³/s olarak hesaplanmıştır. Toplam doğal havalandırma oranı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 93.24 m³/s ve 73.73 m³/s olarak belirlenmiştir. Özgül havalandırma oranı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 1.82 m³/m² dak ve 1.33 m³/m² dak olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Muz serası, doğal havalandırma etkinliği, havalandırma açıklığı

Determination of Natural Ventilation Efficiency and Ventilation Openings Area in Banana Greenhouses of Anamur Region

Abstract: The main objective of this study is to determine the natural ventilation efficiency and climatic properties of the banana greenhouses in Anamur region. Air temperature and relative humidity values at different locations and heights were measured in two types of greenhouses which represent the banana greenhouses in the Anamur region. Natural ventilation rates per floor area were calculated in low and high types banana greenhouses. Natural ventilation openings ratios in the banana greenhouses were calculated according to Anamur climate. The natural ventilation rate was varied in the range of 43.1–88.4 m³/s in low type greenhouse while it was changed between 41.7 m³/s and 67.3 m³/s in high type greenhouse. Specific ventilation rate was calculated as 1.37 m³/m² min and 1.01 m³/m² min in low and high type greenhouses.

Key words: Banana greenhouse, natural ventilation efficiency, ventilation openings

GİRİŞ

Muz, esas olarak bir tropik iklim meyvesi olmasına karşın, bazı mikro-klimalarda sub-tropik iklim koşullarında da yetiştirilebilmektedir. Türkiye’de muz yetiştiriciliği, Akdeniz Bölgesinde, 36. ve 37. enlem dereceleri arasında kalan Mersin-Antalya kıyı şeridinde ve özellikle Toros Dağları tarafından korunmuş olan ve mikro-klima olanaklarının daha uygun bulunduğu Anamur, Bozyazı, Alanya, Gazipaşa, Kaledran, Limonlu, Kocahasanlı ve Erdemli’de yaygın olarak yapılmaktadır. Bununla birlikte kontrollü yetiştirme koşullarında Çukurova, Hatay, Erdemli ve Antalya’nın

değişik ilçelerinde ekonomik olarak yetiştirilmesi olağan gözükmektedir (Gübbük, 1990).

Ülkemizde muz yetiştiriciliği, Anamur ve Bozyazı’da büyük oranda örtü altında yapılırken, Alanya ve Gazipaşa’da açıkta yapılmaktadır. Örtü altında muz yetiştiriciliği yapılan ilçelerin başında Anamur gelmektedir. Ülkemizdeki muz sera alanlarının % 64’ü Anamur ilçesindedir. Ekonomisi büyük ölçüde muz ve çilek tarımına dayalı olan Anamur ilçesi, ülkemiz muz üretiminin % 52.8’ini karşılamaktadır (TKB, 2006). Ülkemizde ekiliş alanları, verim, üretim, kalite ve potansiyeli dikkate alındığında, Anamur ve yöresi muz

üretimi konusunda ilk isim olmakta, yerli muz denince Anamur, Anamur denince muz akla gelmektedir. Doğal koşulların sağladığı aroma, tad ve koku ile Anamur muzunu bir kalitenin simgesi olmakta ve dahası ülkemiz pazarlarında yerli muz "Anamur muzunu" adı altında pazarlanmaktadır.

Herhangi bir bitki için en uygun sıcaklık, bitkinin gerçekleştirdiği fizyolojik işleme bağlıdır. Muz için en uygun sıcaklık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Muz bitkisi düşük sıcaklık derecelerinden ve dondan çok zarar görür. Düşük sıcaklık derecelerinde bitkinin gelişmesi zayıflar, zayıflayan gelişmeye bağlı olarak sıcaklıkların düşük seviyelerde devam etmesi verime doğrudan etki eder ve meydana gelen hevenklerde şekil bozukluğu oluşur. Bunun yanında, özellikle bulutsuz kış gecelerinde düşük derecelere inen hava sıcaklığı, sabah güneşin doğması ve güneş ışınlarının sera içerisine ulaşmasıyla birlikte, uygun olmayan sera koşullarında birkaç saat içerisinde 35–40 °C'ye yükselmektedir. Bu durum bitkinin strese girmesine ve hasat sonrası meyve çatlamalarına temel oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Muz bitkisi için en uygun hava sıcaklıkları (Robinson, 1999)

Fizyolojik devre	Hava sıcaklığı (°C)
Büyüme başlar.	14
Çiçeklenme başlar.	22
Fotosentez için en uygun sıcaklıktır.	27
Bitki sıcaklık stresine girmeye başlar.	34
Gelişme durur.	38
Yapraklar yanmaya başlar.	40
Kuruma olur.	47.5

Anamur İlçesinde Kasım, Aralık ve Ocak aylarını içine alan günlerde etkili sıcaklığın 14 °C'nin altında olması, yaz aylarında sera içi sıcaklıkların uygun olmayan sera koşullarında 34 °C'nin üzerine çıkması, gece ve gündüz sıcaklık farklılıklarının yine uygun olmayan sera koşullarında yüksek değerlere ulaşması, muz bitkisinin gelişimini kısıtlayan en önemli faktördür.

Sub-tropik koşullarda yetiştirilen muz bitkisi, yüksek sıcaklık yanında yüksek bağıl neme de ihtiyaç duyar. Bağıl nem % 60'tan aşağı düşmemelidir Ortalama olarak % 70–80 bağıl nem idealdir. Nem oranının düşük olması durumunda muz meyveleri (parmaklar) tam dolmamakta, özellikle çiçeklenme ve

meyve büyütme dönemlerinde yüksek olması ise, parmak içi çürüklüğü hastalığını arttırmaktadır (Kozak, 2003).

Bu çalışmada, Anamur ilçesinde, 19-23 Eylül 2005 tarihleri arasında gayeli örnekleme yöntemine göre 106 sera işletmesinde anket çalışması yapılarak, muz seralarını temsil eden iki tip sera belirlenmiştir. Belirlenen bu seralarda hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri ölçülmüştür. Alçak ve yüksek tip muz seralarında; sıcaklık farkı ve rüzgar etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma oranı ve özgül havalandırma oranı değerleri hesaplanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Muz Seralarının Genel Özellikleri

Araştırmanın materyalini, Anamur İlçesindeki muz yetiştiriciliği yapan sera işletmelerinden anket yoluyla elde edilen bilgiler ve bu bilgilere dayalı olarak seçilen seralar oluşturmaktadır. Anket çalışması 19-23 Eylül 2005 tarihlerinde 106 adet muz sera işletmesi sahibi ile yüz yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması, Anamur ilçesinde muz seracılığının yoğun olarak yapıldığı Merkez (Yıldırım Beyazıt, Fatih, Sultan Alaaddin, Güzelyurt, Bahçelievler, İskele, Bahçe mahalleleri), Ören ve Çarıklar Beldeleri, Ortaköy, Nasrettin, Kızılaliler, Emirşah, Karadere, Alataş, Kalınören, Bozdoğan ve Evciler köylerinde yürütülmüştür.

Denemeler, Anamur İlçesinde muz yetiştiriciliği yapan sera işletmelerinden anket yoluyla elde edilen bilgiler, bu bilgilere dayalı olarak seçilen ve yöredeki muz seralarını temsil edebilecek olan iki adet muz serasında yürütülmüştür. Denemelerin yürütüldüğü, Karadere Köyü'nde yüksek ve alçak tip plastik muz seralarının genel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir (Resim 1 ve 2).



Resim 1. Yüksek tip plastik sera



Resim 2. Alçak tip plastik sera

Çizelge 2. Muz seralarının genel özellikleri

Özellikler	Yüksek tip plastik sera	Alçak tip plastik sera
Örtü malzemesi	Plastik	Plastik
Sera tipi	Beşik çatılı	Beşik çatılı
Sera yönü	Kuzey-Güney	Kuzey-Güney
Sera yapım yılı	2005	2000
Uzunluk (m)	78	75
Genişlik (m)	42.5	41
Oluk yüksekliği (m)	5.00	3.60
Toplam yükseklik (m)	8.00	6.60
Sera alanı (m ²)	3 315	3 075
Sera hacmi (m ³)	21547.5	15682.5
Havalandırma	Doğal	Doğal
Havalandırma açıklıkları	Yan, alın ve tepede	Yan, alın ve tepede
Havalandırma oranı (yan)	1.4	1.7
Havalandırma oranı (tepe)	0.7	0.9
İklimlendirme sistemleri	Yağmurlama ve sisleme	Yağmurlama ve sisleme
Sulama şekli	Damla sulama	Damla sulama

Anamur Yöresinin İklim Özellikleri

Yörenin uzun yıllık sıcaklık ortalaması Çizelge 3'de verilmiştir. Anamur yöresinde seracılığın yaygınlaşmasında en önemli etkenlerden birisi olarak, gelen güneş ışınımı ve güneşlenme süresinin çok elverişli olması gösterilebilir. Seracılık yönünden başlıca iki ölçüt dikkate alınmaktadır. Bunlar, uzun yıllık sıcaklık ortalaması ve rüzgar hızlarıdır. Uzun yıllık sıcaklık ortalaması, serada yapılan ısıtma uygulamalarında önemli olurken, rüzgar hızı seradan oluşacak ısı kayıplarında etkilidir.

Çizelge 3. Anamur ilçesine ait uzun yıllık iklimsel değerler (Anamur Meteoroloji Müdürlüğü, 2006)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Max. sıcaklık (°C)	22.5	23.2	27.5	33.3	37.5	41.0	42.0	44.2	39.5	36.6	30.3	24.6
Min. sıcaklık (°C)	-1.4	-4.7	-0.7	3.4	8.6	12.2	16.2	15.8	10.8	8.0	2.3	0.7
Bağıl nem (%)	70	70	69	70	71	69	68	67	66	63	66	70

Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümü

Seralarda havalandırma debisinin belirlenmesi için; iç ve dış ortam sıcak ve bağıl nem değerleri ölçülmüştür. Seralarda sıcaklık ve bağıl nem

ölçümünde kullanılan ölçme aletinin bazı teknik özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir. Sıcaklık ve bağıl nem ölçme aletinde iç sıcaklık algılayıcısı 4 inçlik tellerle devreye bağlanmış ve plastik kutu içerisine yerleştirilmiştir. Sıcaklık ölçümleri, -20 ile +70 °C aralığında yapılabilmektedir. Ölçme cihazı, % 25'in üzerindeki bağıl nem değerlerini ölçebilmektedir.

Çizelge 4. Sıcaklık ve nem ölçme aletinin özellikleri

Özellikler	Değeri
Çalışma aralığı	(-20 °C) - (+70 °C)
Hafıza kapasitesi	7944 ölçüm
Boyutları	2.4" x 1.9" x 0.8"
Batarya	Değiştirilir
Batarya ömrü	Sürekli kullanım halinde 1 yıl
Depolanma sıcaklığı	(-40 °C) ile (+75 °C) arası

Sıcaklık ve bağıl nem oranı ölçme aleti, sera içerisinde oluk yüksekliği ve yerden 1.5 m yükseklikte olmak üzere iki farklı yükseklikte ölçülmüştür. Her yükseklikte seranın uzunlamasına 1/4, 2/4, 3/4 mesafelerde olmak üzere, 3 ayrı mesafede ve toplam 6 farklı noktada sıcaklık bağıl nem ölçümü yapılmıştır.

Yöntem

Sıcaklık Farkı Etkisiyle Havalandırma Oranı

Deneme yapılan alçak ve yüksek tip plastik seralarda sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma debisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Q_{SF} = \theta \times A [2g \times \Delta h (T_i - T_o) / T_i]^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

Burada;

- Q_{SF} = sıcaklık farkı etkisiyle hava debisi (m³/s),
- θ = sürtünme kaybıyla azalma faktörü (0.65),
- A = havalandırma açıklığı alanı (m²),
- g = yerçekimi ivmesi (9.81 m/s²),
- Δh = giriş-çıkış açıklığı arasındaki yükseklik farkı (m),
- T_i = iç ortam havasının mutlak sıcaklığı (K) ve
- T_o = dış ortam havasının mutlak sıcaklığıdır (K).

Rüzgar Hızı Etkisiyle Havalandırma Oranı

Seralarda rüzgar hızı etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma debisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Q_{RH} = E \times A \times v_f \dots \dots \dots (2)$$

Burada;

- Q_{RH} = rüzgar etkisiyle gerçekleşen hava debisi (m³/s),
- E = hava giriş açıklığının etkinliği (0.35),
- A = hava giriş açıklığı alanı (m²) ve
- v_f = rüzgar hızıdır (m/s).

Toplam Doğal Havalandırma Oranı

Seralarda sıcaklık farkı ve rüzgar hızının birleşik etkisiyle gerçekleşen toplam doğal havalandırma debisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Q_T = \sqrt{Q_{SF}^2 + Q_{RH}^2} \dots\dots\dots(3)$$

Burada;

- Q_T = toplam doğal havalandırma debisi (m^3/s),
- Q_{SF} = sıcaklık etkisiyle gerçekleşen hava debisi (m^3/s) ve
- Q_{RH} = rüzgar etkisiyle gerçekleşen hava debisidir (m^3/s).

Özgül Havalandırma Oranı

Sera taban alanı başına havalandırma oranı özgül havalandırma oranı (ÖHO) olarak tanımlanır. *Özgül havalandırma oranı*, sera taban alanının 1 metrekaresinden 1 saniye süresince m^3 olarak taşınan hava miktarını belirtir. Seralarda taban alanı başına havalandırma oranı aşağıdaki eşitlikten belirlenmiştir.

$$\dot{O}HO = Q_T/A_t \dots\dots\dots(4)$$

Burada; A_t = sera taban alanıdır (m^2).

Seralarda Hava Değişimi Sayısı

Sera ortamındaki ılık hava, dış ortamdan iç ortama sızan soğuk havayla yer değiştirir. *Hava değişimi sayısı* (HDS, 1/h), bir saat süresince sera ortamındaki havanın, dış ortamdan içeriye sızan soğuk havayla yer değiştirme sayısıdır. HDS, bir saat süresinde değişen hava hacminin, sera hacmine oranıdır.

$$HDS = V_h/V_s \dots\dots\dots(5)$$

Burada;

- V_h = bir saat süresince değişen hava hacmi (m^3) ve
- V_s = sera hacmidir (m^3).

Gerekli Havalandırma Açıklığı Oranı

Seralarda taban alanına oranla gerekli toplam havalandırma açıklığı oranı aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$HAO_T = HAO_c + HAO_k \dots\dots\dots(6)$$

Burada;

- HAO_T = toplam havalandırma açıklığı oranı (%)
- HAO_c = çatı havalandırma açıklığı oranı (%) ve
- HAO_k = kenar havalandırma açıklığı oranıdır (%).

Denemenin yürütüldüğü alçak ve yüksek tip muz seralarında taban alanına oranla, sera çatısı ve yan kenarlarında gerekli havalandırma açıklığı oranları sırasıyla (3.7) ve (3.8) nolu eşitliklerden belirlenmiştir (Öztürk, 2008).

$$HAO_c = 1.5 \times 10^{-3} [(I_t \times \Delta h^{-1/2}) / (T_i - T_o)^{3/2}] \dots\dots\dots(7)$$

$$HAO_k = 2^{1/2} HAO_c \dots\dots\dots(8)$$

Burada; I_t = toplam güneş ışınım enerjisidir ($J/s m^2$).

Gerekli Özgül Havalandırma Oranı

Seralarda gerekli özgül havalandırma oranı aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir (Öztürk, 2008).

$$\dot{O}HO_G = 2.3 \times 10^{-4} \left[\frac{I_t}{(T_i - T_d)} \right] \dots\dots\dots(9)$$

Burada;

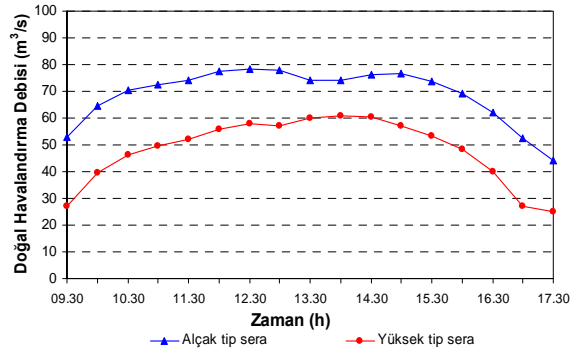
- $\dot{O}HO_G$ = gerekli özgül havalandırma oranı (m^3/m^2s)
- I_t = toplam güneş ışınım enerjisi ($J/s m^2$),
- T_i = sera iç ortam hava sıcaklığı ($^{\circ}C$) ve
- T_d = dış ortam hava sıcaklığıdır ($^{\circ}C$).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Sıcaklık Farkı Etkisiyle Doğal Havalandırma

Deneme yapılan yüksek ve alçak tip plastik seralarda sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisi eşitlik (1) ile hesaplanmıştır. Kış döneminde seralarda havalandırma açıklıkları kapalı olduğundan, havalandırma debisi hesaplanmamıştır. Denemenin yürütüldüğü 25 Haziran–4 Temmuz 2006 tarihleri arasındaki yaz döneminde, seralarda sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma debisinin değişimi Şekil 1’de verilmiştir.

Seralarda yaz dönemlerinde sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma debisi, alçak tip serada 44.1–78.5 m^3/s aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada 25–60.7 m^3/s aralığında değişmiştir (Şekil 1). Sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisi alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 68.9 m^3/s ve 48.1 m^3/s olarak hesaplanmıştır. Şekil 2’de belirtilen sürelerde, oluk yüksekliği ile 1.5 m yükseklikteki ortalama sıcaklık farkı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, 2.81 $^{\circ}C$ ve 6.47 $^{\circ}C$ olarak hesaplanmıştır. Sıcaklık farkının en yüksek değeri, alçak tip serada 3.6 $^{\circ}C$, yüksek tip serada ise 7.6 $^{\circ}C$ olarak belirlenmiştir.

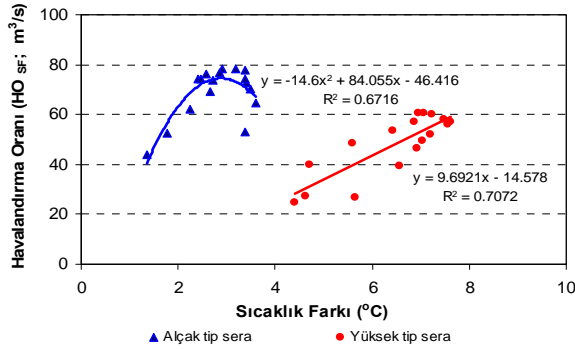


Şekil 1. Yaz döneminde sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisinin değişimi

Alçak ve yüksek tip muz seralarında, yaz döneminde doğal havalandırma oranı ile sera iç ortamındaki hava sıcaklığı farkı (oluk yüksekliğindeki hava sıcaklığı -1.5 m yükseklikteki hava sıcaklığı) arasındaki ilişkiler Şekil 2'de verilmiştir. Alçak ve yüksek tip muz seralarında, sıcaklık farkı etkisiyle havalandırma oranının (HO_{SF} , m^3/s) iç sıcaklık farkı (SF , $^{\circ}C$) ile değişimi için aşağıdaki eşitlikler geliştirilmiştir.

$$\text{Alçak tip sera : } HO_{SF} = -14.6(SF)^2 + 84.055(SF) - 46.416 \quad R^2 = 0.67$$

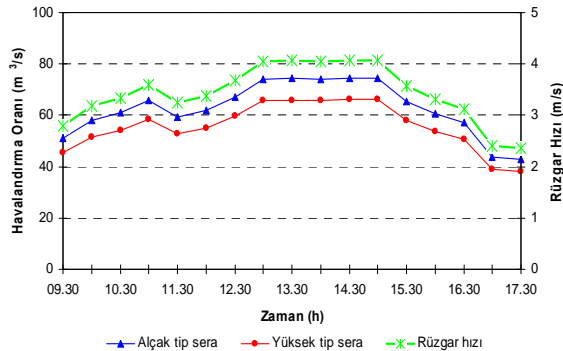
$$\text{Yüksek tip sera : } HO_{SF} = 9.6921(SF) - 14.578 \quad R^2 = 0.71$$



Şekil 2. Sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisi iç sıcaklık farkı ilişkisi

Rüzgar Etkisiyle Doğal Havalandırma

Deneme yapılan yüksek ve alçak tip plastik seralarda rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisi eşitlik (2) ile hesaplanmıştır. Denemenin yürütüldüğü yaz döneminde, seralarda rüzgar etkisiyle gerçekleşen doğal havalandırma debisinin değişimi Şekil 3'de verilmiştir. Yaz dönemindeki gündüz sürelerindeki dış ortamdaki rüzgar hızı, 2.35–4.06 m/s aralığında değişmiştir (Şekil 3).

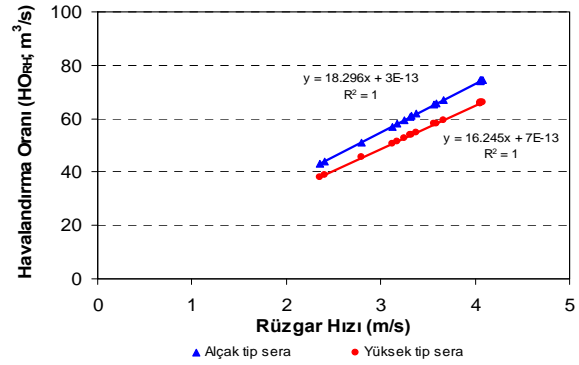


Şekil 3. Yaz döneminde rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisinin değişimi

Şekil 3'de belirtilen saatler arasındaki gündüz döneminde, dış ortamdaki ortalama rüzgar hızı 3.43 m/s olarak belirlenmiştir. Rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisi; alçak tip serada 43–74.61 m^3/s

aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada 38.18–66.24 m^3/s aralığında değişmiştir. Yaz döneminde Şekil 4'de belirtilen saatler arasındaki sürede, rüzgar etkisiyle ortalama doğal havalandırma debisi; alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, 62.71 m^3/s ve 55.68 m^3/s olarak hesaplanmıştır. Rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisi, alçak tip serada, yüksek tip seradan daha fazladır. Bunun nedeni, hava giriş açıklığı alanının; alçak tip serada taban alanının % 1.7'si oranında (52.26 m^2), yüksek tip serada ise % 1.4'ü oranında (46.41 m^2) olmasıdır.

Alçak ve yüksek tip muz seralarında, yaz döneminde rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisi ile dış ortamdaki rüzgar hızı arasındaki ilişkiler Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisi iç sıcaklık farkı ilişkisi

Her iki tip serada da rüzgar etkisiyle doğal havalandırma debisi, rüzgar hızı ile doğrusal olarak değişmiştir. Alçak ve yüksek tip muz seralarında, rüzgar etkisiyle havalandırma debisinin (HO_{RH} , m^3/s) dış ortam rüzgar hızı (RH , m/s) ile değişimi için aşağıdaki eşitlikler geliştirilmiştir.

$$\text{Alçak tip sera : } HO_{RH} = 18.296(RH) + 3 \times 10^{-13} \quad R^2 = 1$$

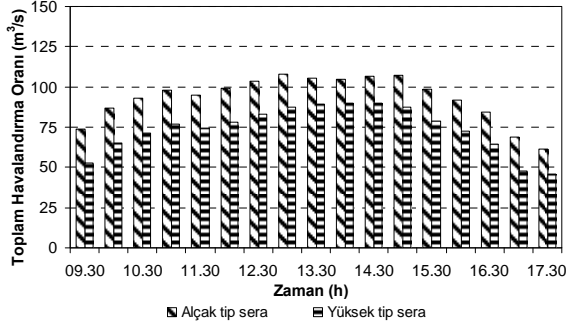
$$\text{Yüksek tip sera : } HO_{RH} = 16.245(RH) + 7 \times 10^{-13} \quad R^2 = 1$$

Toplam Doğal Havalandırma Debisi

Deneme yapılan yüksek ve alçak tip plastik seralarda rüzgar ve sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen toplam doğal havalandırma debisi eşitlik (3) ile hesaplanmıştır. Yaz döneminde, seralarda rüzgar ve sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşen toplam doğal havalandırma debisi değişimi Şekil 6'da verilmiştir.

Yaz döneminde toplam doğal havalandırma debisi alçak tip serada 61.6–107.7 m^3/s aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada 45.6–89.7 m^3/s aralığında değişmiştir (Şekil 5). Yaz döneminde Şekil

6'da belirtilen sürelerde, toplam doğal havalandırma debisi alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 93.24 m³/s ve 73.73 m³/s olarak hesaplanmıştır. Yüksek tip serada toplam doğal havalandırma debisi; alçak tip seraya kıyasla ortalama 19.51 m³/s daha az olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni, yüksek tip seradaki toplam hava giriş açıklığı alanının alçak tip seraya kıyasla 5.865 m² daha az olmasıdır. Toplam havalandırma akımı, seralardaki hava giriş açıklıklarının toplam alanıyla doğrudan ilişkilidir.



Şekil 5. Yaz döneminde toplam doğal havalandırma oranının değişimi

Çizelge 5. Yaz döneminde seralarda toplam havalandırma oranlarının değişimi

Zaman (h)	Alçak Tip Sera			Yüksek Tip Sera		
	HO _{SF} (m ³ /s)	HO _{RH} (m ³ /s)	HO _T (m ³ /s)	HO _{SF} (m ³ /s)	HO _{RH} (m ³ /s)	HO _T (m ³ /s)
09.30	53.09	51.23	73.78	26.88	45.49	52.83
10.00	64.73	58.14	87.01	39.51	51.62	65.01
10.30	70.23	60.93	92.97	46.26	54.10	71.18
11.00	72.62	65.66	97.90	49.67	58.30	76.59
11.30	74.04	59.46	94.96	52.27	52.80	74.29
12.00	77.55	61.80	99.16	55.99	54.87	78.39
12.30	78.45	67.15	103.26	58.03	59.62	83.20
13.00	78.04	74.20	107.68	57.10	65.88	87.18
13.30	74.32	74.28	105.08	59.91	65.96	89.10
14.00	74.28	74.20	104.99	60.70	65.88	89.58
14.30	76.05	74.47	106.44	60.54	66.12	89.65
15.00	76.82	74.61	107.09	56.96	66.24	87.36
15.30	73.77	65.32	98.53	53.52	58.00	78.91
16.00	69.02	60.58	91.84	48.37	53.79	72.34
16.30	61.91	57.08	84.21	39.94	50.69	64.53
17.00	52.58	43.91	68.50	27.24	38.99	47.56
17.30	44.11	43.00	61.60	24.99	38.18	45.63
Ort.	68.92	62.71	93.24	48.11	55.68	73.73

Rüzgar ve sıcaklık farkının birlikte etkisi sonucunda oluşan toplam hava akışı, rüzgar ve sıcaklık farkının bireysel etkileri sonucunda oluşan hava akışlarının toplamına eşit değildir (Çizelge 5). Alçak tip serada toplam doğal havalandırma oranının ortalama olarak % 74'lük oranı sıcaklık farkı etkisiyle gerçekleşmiştir (Çizelge 5). Yüksek tip serada ise bu oran ortalama % 64.4 olarak belirlenmiştir. Yüksek tip

serada toplam havalandırma oranının ortalama olarak % 35.6'lık bölümü rüzgar etkisiyle gerçekleşmiştir. Bunun nedeni, yüksek tip seranın toplam yüksekliği fazla olduğundan, alçak tip seraya kıyasla daha fazla rüzgar etkine maruz kalmasıdır.

Seralarda Özgül Havalandırma Oranı

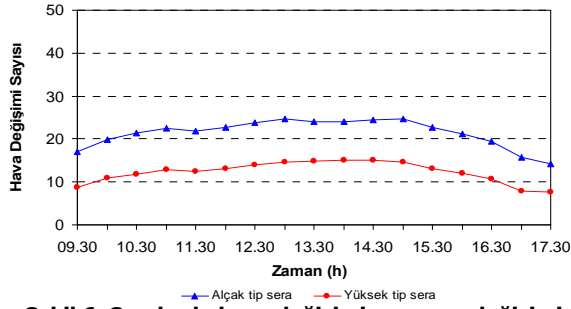
Seralarda özgül havalandırma oranı eşitlik (4) ile hesaplanmıştır. Seralarda hesaplanan özgül havalandırma oranlarının değişimi Çizelge 6'da verilmiştir. Özgül havalandırma oranı, alçak tip serada 1.2–2.1 m³/m² dak aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada 0.8–1.6 m³/m² dak aralığında değişmiştir (Çizelge 6). Yaz dönemi süresince özgül havalandırma oranı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama 1.82 m³/m² dak ve 1.33 m³/m² dak olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı, yazın gündüz sürelerinde, sıcaklık farkı ve rüzgarın birlikte etkisiyle, sera taban alanının 1 m²'sinden, 1 dakika süre içerisinde, alçak tip serada 1.82 m³, yüksek tip serada ise 1.33 m³ hava değişimi gerçekleşmiş demektir.

Çizelge 6. Yaz döneminde seralarda özgül havalandırma oranlarının değişimi

Zaman (h)	Alçak Tip Sera		Yüksek Tip Sera	
	SF (°C)	ÖHO (m ³ /m ² dak)	SF (°C)	ÖHO (m ³ /m ² dak)
09.30	5.2	1.44	1.9	0.96
10.00	7.0	1.70	2.8	1.18
10.30	7.8	1.81	3.3	1.29
11.00	8.2	1.91	3.5	1.39
11.30	8.5	1.85	3.7	1.34
12.00	8.8	1.93	3.7	1.42
12.30	8.9	2.01	3.9	1.51
13.00	8.9	2.10	3.9	1.58
13.30	8.7	2.05	3.5	1.61
14.00	8.7	2.05	3.5	1.62
14.30	8.7	2.08	3.7	1.62
15.00	8.5	2.09	3.7	1.58
15.30	7.6	1.92	3.1	1.43
16.00	6.3	1.79	2.2	1.31
16.30	4.9	1.64	1.2	1.17
17.00	3.2	1.34	-0.4	0.86
17.30	2.1	1.20	-1.7	0.83
Ort.	7.18	1.82	2.67	1.33

Seralarda Hava Değişimi Sayısı

Alçak ve yüksek tip plastik seralarda özgül havalandırma oranı eşitlik (5) ile hesaplanmıştır. Denemenin yürütüldüğü yaz döneminde, hava değişimi sayılarının zamana bağlı olarak değişimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Seralarda hava değişimi sayısının değişimi

Yaz döneminde hava değişimi sayısı; alçak tip serada 14.14–24.72 aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada 7.62–14.98 aralığında değişmiştir (Şekil 6). Yaz döneminde, Şekil 4.33'de belirtilen saatler arasındaki sürede ortalama hava değişimi sayısı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, 21.40 ve 12.32 olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı, denemenin yürütüldüğü yaz dönemindeki gündüz sürelerinde, sera iç ortamındaki sıcak hava 1 saat süre içerisinde, sıcaklık farkı ve rüzgarın birlikte etkisiyle dış ortamdaki soğuk hava ile alçak tip serada ortalama olarak 21.40 kez, yüksek tip serada ise 12.32 kez yer değiştirmiş demektir.

Yaz mevsiminde havalandırmanın asıl amacı, sera iç ortam sıcaklığının aşırı yükselmesini önlemektir. Yazın sera iç ortamına fazla miktarda güneş ışınımı ulaştığından, ortam havasının sıcaklığı yükselir. Sera iç ortam sıcaklığını azaltmak için, havalandırma ile sera içerisinde iyi bir hava dolaşımı sağlanmalıdır. Yaz mevsiminde sıcaklık kontrolü için dakikada 1 hava değişimi (hava değişimi sayısı = 60), en düşük havalandırma oranı olarak kabul edilir (Öztürk, 2008). Yaz döneminde alçak tip serada hava değişimi sayısı ortalama 21.40, yüksek tip serada ise 12.32 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler, sıcaklık kontrolü için yukarıda önerilen en düşük değerden (60) çok düşüktür. Bu nedenle, seralarda yetiştirilen muz bitkilerinde yüksek sıcaklığın neden olduğu olumsuzluklarla karşılaşmaktadır.

Seralarda hava değişimi sayısının; 1–20 aralığında olması yetersiz, 20–50 aralığında olması iyi ve 50'den yüksek olması ise çok iyi havalandırma uygulamasına karşılık gelir (Tekinel ve Baytorun, 1989). Denemelerin yürütüldüğü alçak ve yüksek tip seralarda belirlenen hava değişimi sayıları, yukarıda belirtilen sınır değerler ile kıyaslandığında; alçak tip serada iyi havalandırma

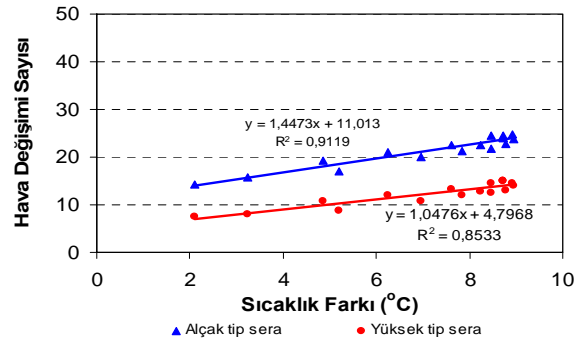
gerçekleşmesine karşın, yüksek tip serada yeterli düzeyde havalandırma gerçekleşmemektedir.

Denemelerin yürütüldüğü alçak ve yüksek tip muz seralarında, kış dönemlerindeki gündüz sürelerinde hava değişimi sayısı ile sıcaklık farkı (sera iç ortamında 1.5 m yükseklikteki hava sıcaklığı–dış ortam hava sıcaklığı) arasındaki ilişkiler Şekil 7'de verilmiştir.

Her iki tip serada da hava değişimi sayısı, sıcaklık farkı ile doğrusal olarak değişmiştir. Alçak ve yüksek tip muz seralarında, hava değişimi sayısının (*HDS*) iç-dış ortam hava sıcaklığı farkı (*SF*, °C) ile değişimi için aşağıdaki eşitlikler geliştirilmiştir.

$$\text{Alçak tip sera: } HDS = 11.013 + 1.4473(SF) \quad R^2 = 0.91$$

$$\text{Yüksek tip sera: } HDS = 4.7968 + 1.0476(SF) \quad R^2 = 0.85$$



Şekil 7. Hava değişimi sayısı sıcaklık farkı ilişkisi

Gerekli Havalandırma Açıklığı Oranı

Muz seraları için çatı ve kenarlarda gerekli doğal havalandırma açıklığı oranları, sırasıyla eşitlik (7) ve (8) ile hesaplanmıştır. Çatı ve yan kenarlardaki hava giriş açıklıklarının alanı, yaz döneminde bölgedeki toplam güneş ışınım gücünün (I_t) 900 W/m² olması durumuna göre hesaplanmıştır. Hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (Δh , m) ve iç-dış ortam arasındaki sıcaklık farkına (ΔT , °C) bağlı olarak hesaplanan, taban alanı başına olması gereken havalandırma açıklığı oranları Çizelge 7'de verilmiştir.

Anket çalışması ile incelenen seralarda taban alanına göre toplam havalandırma açıklığı oranı % 1–2 arasında değişmektedir. Denemenin yürütüldüğü alçak tip serada taban alanına göre toplam havalandırma açıklığı oranı % 2.6, yüksek tip serada ise % 2.1'dir. Bölgedeki muz seralarında hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkı 2–3 m arasında değişmektedir. Hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkının 2 m olması koşulunda, Anamur koşullarında iç ve dış ortam arasında 5 °C sıcaklık farkının sürdürülebilmesi için, seradaki toplam havalandırma açıklığı oranının da en az % 20.5

olması gerekir (Çizelge 7). Çizelge 7'den de izlenebileceği gibi, seralarda hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (Δh) ve iç-dış ortam arasında istenilen sıcaklık farkının (ΔT) artması durumunda, gereksinim duyulan toplam havalandırma açıklığı oranı azalır. Sebze üretimi yapılan seralar ile karşılaştırıldığında, muz seralarının toplam yükseklikleri fazladır. Bu durum, doğal havalandırma açıklıklarının tasarlanması açısından ek bir üstünlük yaratmaktadır. Bu durumda, sera çatısındaki hava çıkış açıklıkları ile kenarlardaki giriş açıklıkları arasındaki düşey yükseklik farkı daha fazla olarak tasarlanabilir. Seralarda hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkının (Δh) fazla olması durumunda, gereksinim duyulan havalandırma açıklığı oranı azalır.

Serada uygun olarak tasarlanmış bir doğal havalandırma sistemi için, taban alanı başına toplam havalandırma açıklığı oranının (HAO_T) yaklaşık % 15–25 olması gerektiği dikkate alınır, $HAO_T = \% 25$ ve $I_{t(max)} = 1000 \text{ W/m}^2$ olması durumunda, serada iç-dış ortam sıcaklık farkı (ΔT) $5 \text{ }^\circ\text{C}$ düzeyinde sürdürülebilir. Akdeniz iklimi koşullarında ilkbahar mevsiminin ortasında güneş ışınımı yaklaşık 1000 W/m^2 değerine ulaşabilir. İlkbahar mevsiminin ikinci yarısında, en yüksek dış ortam hava sıcaklığının $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den daha yüksek olduğu düşünülürse, $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ olması sera ürünleri için ilkbaharın ortasına kadar

uygun bir değerdir. Bu dönemden sonra serada ek gölgeleme ve/veya buharlaştırmalı serinletme uygulanması gerekir (Öztürk, 2008).

Seralarda hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkı ve iç-dış ortam arasında istenilen sıcaklık farkının artması durumunda, gereksinim duyulan toplam havalandırma açıklığı oranı azalır. Sebze üretimi yapılan seralar ile karşılaştırıldığında, muz seralarının toplam yükseklikleri fazladır. Bu durum, doğal havalandırma açıklıklarının tasarlanması açısından ek bir üstünlük yaratmaktadır. Bu durumda, sera çatısındaki hava çıkış açıklıkları ile kenarlardaki giriş açıklıkları arasındaki düşey yükseklik farkı, daha fazla olarak tasarlanabilir. Hava çıkış-giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkının fazla olması durumunda, gerekli havalandırma açıklığı oranı azalır.

Taban alanı 1000 m^2 olan muz serası için çatı ve kanarlarda gerekli doğal havalandırma açıklığı alanları Çizelge 8'de verilmiştir. Hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkının 3 m olması koşulunda, Anamur koşullarında iç ve dış ortam arasında $5 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık farkının sürdürülebilmesi için, seradaki toplam havalandırma açıklığı alanının en az 170 m^2 olması gerekir (Çizelge 8). Muz seraları için belirlenen toplam havalandırma açıklığı alanının; en az 70 m^2 'si çatıda ve 100 m^2 'si de kenarlarda tasarlanmalıdır.

Çizelge 7. Seralarda doğal havalandırma açıklığı oranı

Havalandırma Açıklığı Oranı	Hava Çıkış-Giriş Açıklığı Yükseklik Farkı (Δh)											
	$\Delta h = 2 \text{ m}$			$\Delta h = 3 \text{ m}$			$\Delta h = 4 \text{ m}$			$\Delta h = 5 \text{ m}$		
	Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)		
	5	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10
Çatı havalandırma açıklığı (HAO_c , %)	8.5	5.2	3	7	4.2	2.5	6.1	3.6	2.1	2.7	1.6	1
Kenar havalandırma açıklığı (HAO_k , %)	12	7.3	4.2	10	5.9	3.5	8.6	5.2	3.1	3.8	2.3	1.3
Toplam havalandırma açıklığı (HAO_T , %)	20.5	12.5	7.2	17	10.1	6	14.7	8.8	5.2	6.5	3.9	2.3

Çizelge 8. Bir dekar muz serası için çatı ve kanarlarda gerekli doğal havalandırma açıklığı alanları

Havalandırma Açıklığı Alanı	Hava Çıkış-Giriş Açıklığı Yükseklik Farkı (Δh)											
	$\Delta h = 2 \text{ m}$			$\Delta h = 3 \text{ m}$			$\Delta h = 4 \text{ m}$			$\Delta h = 5 \text{ m}$		
	Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)			Sıcaklık Farkı ($^\circ\text{C}$)		
	5	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10
Çatı havalandırma açıklığı alanı (m^2)	85	52	30	70	42	25	61	36	21	27	16	10
Kenar havalandırma açıklığı (m^2)	120	73	42	100	59	35	86	52	31	38	23	13
Toplam havalandırma açıklığı (m^2)	205	125	72	170	101	60	147	88	52	65	39	23

Gerekli Özgül Havalandırma Oranı

Alçak ve yüksek tip plastik seralarda çatı ve yan kenarlardaki doğal havalandırma açıklığı oranları eşitlik 9 ile hesaplanmıştır. Seralarda gerekli özgül havalandırma oranı, bölgedeki toplam güneş ışınım gücünün yaz ($I_t = 900 \text{ W/m}^2$) ve kış ($I_t = 600 \text{ W/m}^2$) dönemlerindeki değişimi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Sera içi ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkına (ΔT , °C) bağlı olarak hesaplanan, özgül havalandırma oranları Çizelge 9'da verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü alçak tip serada yaz döneminde; özgül havalandırma oranının ortalama $1.82 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak olması durumunda, sera içi ve dış ortam arasında ortalama $7.18 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık farkı sürdürülebilmiştir. Bölgedeki muz seralarında yaz döneminde ($I_t = 900 \text{ W/m}^2$), iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkının $\Delta T = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak sürdürülebilmesi için, gerekli özgül havalandırma oranı $1.77 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak

olarak hesaplanmıştır (Çizelge 9). Bu değer, alçak tip serada belirlenen değere yakın bir değerdir. Yaz döneminde sera içi ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkının $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak sürdürülebilmesi için, özgül havalandırma oranının $2.48 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak olması gereklidir. Güneş ışınım gücünün $I_t = 600 \text{ W/m}^2$ olması durumunda (kış dönemi), Anamur koşullarında iç ve dış ortam arasında $5 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık farkının sürdürülebilmesi için, özgül havalandırma oranının $1.66 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak olması gerekir. Çizelge 9'dan da izlenebileceği gibi, bölgedeki güneş ışınım gücünün (I_t) azalması ve iç-dış ortam arasında istenilen sıcaklık farkının (ΔT) artması durumunda, gereksinim duyulan özgül havalandırma açıklığı oranı azalır.

Çizelge 9. Muz seraları için gerekli özgül havalandırma oranı

Özgül Havalandırma Oranı (m^3/m^2 dak)	Güneş Işınımı Gücü (I_t)							
	Yaz: $I_t = 900 \text{ W/m}^2$				Kış: $I_t = 600 \text{ W/m}^2$			
	Sıcaklık Farkı (ΔT ; °C)				Sıcaklık Farkı (ΔT ; °C)			
	3	5	7	10	3	5	7	10
	4.14	2.48	1.77	1.24	2.76	1.66	1.18	0.83

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuçlar

Sıcaklık farkı etkisiyle doğal havalandırma debisi alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama $68.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $48.1 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Rüzgar etkisiyle ortalama doğal havalandırma oranı; alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, $62.71 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $55.68 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Yaz döneminde toplam doğal havalandırma oranı; alçak tip serada $61.6\text{--}107.7 \text{ m}^3/\text{s}$ aralığında değişmesine karşın, yüksek tip serada $45.6\text{--}89.7 \text{ m}^3/\text{s}$ aralığında değişmiştir. Gündüz sürelerinde, toplam doğal havalandırma debisi alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama $93.24 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $73.73 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Yaz dönemi süresince özgül havalandırma oranı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, ortalama $1.82 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak ve $1.33 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dak olarak hesaplanmıştır. Gündüz sürelerinde ortalama hava değişimi sayısı, alçak ve yüksek tip seralarda sırasıyla, 21.40 ve 12.32 olarak hesaplanmıştır.

Öneriler

Muz seraları, bölgenin iklim özellikleri ve muz bitkisinin iklim istekleri dikkate alınarak projelendirme ölçütlerine uygun olarak kurulmalıdır. Seralarda çatı havalandırma açıklığına önem verilmelidir. Sera kenarlarındaki hava giriş açıklıkları, muz seralarında yaygın olarak uygulandığı gibi oluğun hemen altına değil, hava giriş ve çıkış açıklıkları arasında belirli bir düşey yükseklik farkı oluşturacak şekilde tasarlanmalıdır. Hava giriş açıklıklarının genellikle oluğun hemen altına yerleştirilmesi nedeniyle, açıklıklar arasındaki düşey yükseklik farkı azalmaktadır. Bu durum, havalandırma oranını olumsuz yönde etkiler. Hava giriş açıklıkları, daha alt mesafelere yerleştirilerek, giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki düşey yükseklik farkı mesafe artırılabilir. Bu durumda, havalandırma etkinliği artar.

Bölgedeki muz seralarında hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkı $2\text{--}3 \text{ m}$ arasında değişmektedir. Hava çıkış ve giriş açıklıkları arasındaki yükseklik farkının 2 m olması koşulunda, sera taban alanına göre toplam havalandırma açıklığı oranı % 20.5 olmalıdır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Baytorun, N., 1995. Seralar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 110, Ders Kitapları Yayın NO: 29, Adana.
- Gübbük, H., 1990. Cam Serada Yetiştirilen Cavendish ve Basrai Muz Klonlarının Beslenmesi, Muhafazası ve Olgunlaştırılması Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana, 144 s.
- Kozak, B., 2003. Muz Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No.237, Anamur, 465s.
- Öztürk, H.H., 2008. Sera İklimlendirme Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., P.K. 35 Ümraniye-34760-Istanbul, ISBN 978-975-8377-64-0.
- Robinson, J.C., 1999. Bananas and Plantains. CABI Publishing, UK. ISBN: 0851989853.
- Tekinel, O., Baytorun, N., 1989. Seralarda Hava Değişim Katsayısının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:4, Sayı:3, S. 118-132.
- TKB., 2006. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Proje ve İstatistik Şubesi.