



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL HAVALANDIRMALI PLASTİK SERADA BAZI İKLİM
PARAMETRELERİNİN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMIĞI
(HAD) İLE BELİRLENMESİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ

GÜLER KESKİN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
EYLÜL-2019



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL HAVALANDIRMALI PLASTİK SERADA BAZI İKLİM
PARAMETRELERİNİN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ
(HAD) İLE BELİRLENMESİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ

GÜLER KESKİN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
EYLÜL-2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL HAVALANDIRMALI PLASTİK SERADA BAZI İKLİM
PARAMETRELERİNİN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ (HAD)
İLE BELİRLENMESİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ**

GÜLER KESKİN
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Zekai GÜMÜŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez **03/09/2019** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi. Zekai GÜMÜŞ
Başkan

Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Müge ERKAN CAN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

03.09.2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

GÜLER KESKİN

ÖZET

DOĞAL HAVALANDIRMALI PLASTİK SERADA BAZI İKLİM PARAMETRELERİNİN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ (HAD) İLE BELİRLENMESİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ

Tüm dünyada olduğu gibi serada bitki yetiştiriciliği ülkemiz için de önemlidir. Seralar tüm yıl boyunca bitki yetiştirme imkânının olması yanı sıra sağladığı istihdam sayesinde de tercih edilen ve önem gösterilmesi gereken bir yapıdır. Serada bitki yetiştirebilmek için uygun havalandırma şartlarının sağlanması gerekmektedir. Bunun için sera içerisindeki sıcaklık, nem ve çiylene gibi değerler kontrol altında tutulmalıdır. Bu çalışmada; Hatay ilindeki yay çatılı plastik örtülü sera içerisindeki sıcaklık, nem ve çiylene gibi iklimlendirme parametrelerinin ölçümleri yapılmıştır. Kavun yetiştirilen serada sıcaklık ve nem ölçüm cihazları ile yapılan ölçümler değerlendirilmiş ve seranın yeterli havalandırma kriterlerine sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Ayrıca Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) – Ansys programı ile seranın çizimi yapılmıştır. Sera içerisindeki sıcaklık ve nem ölçümleri sonucunda; sıcaklık 15-54°C ve oransal nemi ise %22-87 arasında değişim göstermiştir. Üretim dönemi (1 Mayıs-10 Haziran) dış ortam ortalama sıcaklığı 24.3°C ve oransal nemi %58.8, sera iç ortamı ortalama sıcaklığı 25.6°C ve oransal nemi %63.7 ölçülmüştür. Ölçüm verilerinden çıkarılan grafiklerle Ansys programından elde edilen değerler yorumlanmıştır. Sonuç olarak seradaki havalandırmanın yeterliliği incelenmiş ve bölgeye uygun çatı tipi ve örtü materyali hakkında öneriler yapılmıştır.

2019, 68 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sera, Havalandırma, HAD

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME CLIMATE PARAMETERS IN NATURAL VENTILATED PLASTIC GREENHOUSE WITH COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD): THE CASE OF HATAY PROVINCE

As in the whole World, plant growing in the greenhouse is also important for our country. Greenhouse are a preferred and important structure due to the possibility of growing plants throughout the as well as the employment they provide. In order to grow plants in the greenhouse, proper ventilation conditions must be provided. For this, values such as temperature, humidity and dew in the greenhouse should be kept under control. In this study; Measurements of air conditioning parameters such as temperature, humidity and dew in a greenhouse with quonset roof and plastic covered in Hatay province were measured. Measurements made with temperature and humidity measuring devices in the melon grown greenhouse were evaluated and it was investigated whether the greenhouse had adequate ventilation criteria. In addition, the drawing of the greenhouse was drawn with the Computational Fluid Dynamics program and the distribution of temperature and humidity in the greenhouse was observed. In addition, the drawing of the greenhouse was made with Computational Fluid Dynamics (CFD) – Ansys program. As a result of temperature and humidity measurements in the greenhouse; temperature was between 15-54 ° C and the relative humidity was between 22-87%. During the production period (1 May-10 June), the average outdoor temperature was 24.3 ° C and the relative humidity was 58.8%, the average indoor temperature was 25.6 ° C and the relative humidity was 63.7%. The graphs obtained from the measurement data and the values obtained from Ansys program were interpreted. As a result, the adequacy of ventilation in the greenhouse was investigated and recommendations were made about the roof type and covering material suitable for the region.

2019, 68 pages

Key Words: Greenhouse, Ventilation, CFD

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun belirlenmesinden, çalışmalarımın tamamlanıp tezin basılmasına kadar her aşamada yardım ve desteğini gördüğüm danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Zekai GÜMÜŞ'e teşekkür ederim. Tez jürimde bulunan sayın Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Müge ERKAN CAN'a tezime yapmış oldukları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım süresince Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölümünde bütün imkânlarını, olanaklarını ve desteklerini sunan bölüm başkanlığına ve bölüm öğretim elemanlarına göstermiş oldukları ilgi ve anlayışlarından dolayı teşekkür ederim.

Tezin kurulmasında yardımcı olan Yüksek Lisans Öğrencisi Merve SAYLAM'a ve her zaman yardımını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Deniz CAN'a teşekkür ederim.

Hayatımın her anında beni sonsuz sevgiyle kucaklayıp destekleyen, hem çalışmalarımda hem de tez yazım aşamasında bana en büyük yardımı yapan başta canım annem Gülsüm KESKİN'e ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu yüksek lisans tez çalışmasını rahmetli babam Akif KESKİN'in anısına ithaf ediyorum.

Güler KESKİN

Hatay-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGE DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünya’da Seracılık Bölgesi.....	3
1.2. Ülkemizde Seracılık.....	3
1.3. Hatay’da Seracılık.....	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1. Sıcaklık.....	6
2.2. Nem.....	7
2.3. Havalandırma.....	9
2.4. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD).....	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu.....	17
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	17
3.1.3. Sıcaklık Dağılımı.....	18
3.1.4. Güneşlenme Süresi.....	18
3.1.5. Araştırma Materyalinin Özellikleri.....	19
3.1.6. Bitki Materyali.....	22
3.1.7. Serada Sıcaklık ve Oransal Nem Ölçüm Aletleri.....	23
3.1.8. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD).....	26
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Araştırma Alanı Çalışmaları.....	27
3.2.2. Sıcaklık ve Nem Ölçümleri.....	28
3.2.3. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) ile Modelleme.....	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Sıcaklık Dağılımları.....	36
4.1.1. Seranın 0,5m’deki Sıcaklık Dağılımları.....	37
4.1.2. Seranın 2m’deki Sıcaklık Dağılımları.....	38
4.1.3. Seranın 3,5m’deki Sıcaklık Dağılımları.....	39
4.1.4. Serada Yüksekliğe Göre Ortalama Sıcaklık Dağılımları.....	40
4.1.5. Seranın A (Ön Taraf) ve B (Arka Taraf) Bölmelerindeki Ortalama Sıcaklık Dağılımları.....	41
4.1.6. Sera İç ve Dış Ortalama Sıcaklık Dağılımları.....	42
4.1.7. Serada En Sıcak Günün Saatlik Sıcaklık Dağılımları.....	43
4.1.8. Serada En Soğuk Günün Saatlik Sıcaklık Dağılımları.....	45
4.2. Nem Dağılımları.....	47
4.2.1. Seranın 0,5m’deki Nem Dağılımları.....	48
4.2.2. Seranın 2m’deki Nem Dağılımları.....	49
4.2.3. Seranın 3,5m’deki Nem Dağılımları.....	50

4.2.4. Serada Yüksekliğe Göre Ortalama Nem Dağılımları	51
4.2.5. Seranın A (Ön Taraf) ve B (Arka Taraf) Bölmelerindeki Ortalama Nem Dağılımları.....	52
4.2.6. İç ve Dış Ortalama Nem Dağılımları.....	53
4.3. Çiylenme Sıcaklığı Dağılımı	54
4.4. Çatının Yapısal Yönden İncelenmesi	57
4.5. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Sonuçları.....	58
4.5.1. Sıcaklık Dağılımı	58
4.5.2. Nem Dağılımı	59
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	67
EKLER.....	68



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Seranın Coğrafi Konumu	17
Şekil 3.2 Türkiye'nin Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı	18
Şekil 3.3 Türkiye'nin Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süresi	19
Şekil 3.4 Seranın dış görünümü	20
Şekil 3.5 Seradaki doğal havalandırma açıklıkları.....	21
Şekil 3.6 Seradaki doğal havalandırma sistemi	21
Şekil 3.7 Yetiştirilen kavun bitkisi.....	22
Şekil 3.8 Onset Hobo U12-012 Sıcaklık ve Nem Kayıt Cihazı	24
Şekil 3.9 Sera dışına kurulan dış ortam sıcaklık kaydedici.....	25
Şekil 3.10 Sera içerisine kurulan iç ortam sıcaklık kaydedici	25
Şekil 3.11 Sıcaklık ve nem kaydedicilerin konumlandırılması.....	27
Şekil 3.12 Seradaki cihazların dikey yerleşimi	28
Şekil 3.13 Sera dikey boyutta cihaz yerleşim planı	29
Şekil 3.14 Sera taban alanı cihaz yerleşim planı.....	29
Şekil 3.15 Sera A-A kesiti cihaz yerleşim planı	29
Şekil 3.16 SolidWorks programında çizilen seranın üç boyutlu izometrik görünümü ...	30
Şekil 3.17 Ansys Workbench programına tanımlanan sera	30
Şekil 3.18 Mesh tanımlama ekranı.....	31
Şekil 3.19 Seraya mesh tanımlama	31
Şekil 3.20 Akışkan giriş çıkış tanımlama ekranı.....	32
Şekil 3.21 Seradan çıkan havanın çıkış açıklığının tanımlanması	32
Şekil 3.22 Havanın sera içerisinde temas ettiği bölümlerin tanımlanması	33
Şekil 3.23 Girilen yinelenme sayısı ile hesaplamanın yapılması.....	33
Şekil 4.1 Dış-iç günlük ortalama sıcaklık-nem dağılımları	35
Şekil 4.2 Sera içerisindeki 18 noktadan alınan ortalama günlük sıcaklık dağılımları ...	36
Şekil 4.3 Seranın 0,5m'deki sıcaklık dağılımları.....	37
Şekil 4.4 Seranın 2m'deki sıcaklık dağılımları.....	38
Şekil 4.5 Seranın 3,5m'deki sıcaklık dağılımları.....	39
Şekil 4.6 Sera yüksekliğine göre ortalama dış-iç sıcaklık dağılımları	40
Şekil 4.7 A-B dış sıcaklık ortalama dağılımları	41
Şekil 4.8 Dış-iç sıcaklık ortalama dağılımları.....	42
Şekil 4.9 En sıcak gün 8 Haziran'da ölçülen saatlik sıcaklık dağılımları	43
Şekil 4.10 En sıcak gün 8 Haziran'da ölçülen yüksekliğe göre saatlik sıcaklık dağılımları	44
Şekil 4.11 En soğuk gün 20 Mayıs'ta ölçülen saatlik sıcaklık dağılımları	45
Şekil 4.12 En soğuk gün 20 Mayıs'ta ölçülen yüksekliğe göre saatlik sıcaklık dağılımları	46
Şekil 4.13 Seradaki tüm nem dağılımları	47
Şekil 4.14 Seranın 0,5m'deki nem dağılımları	48
Şekil 4.15 Seranın 2m'deki nem dağılımları	49
Şekil 4.16 Seranın 3,5m'deki nem dağılımları	50
Şekil 4.17 Yüksekliğe göre ortalama nem dağılımları.....	51
Şekil 4.18 A-B bölmelerindeki ve dış ortalama nem dağılımları	52
Şekil 4.19 İç-dış ortalama nem dağılımları	53
Şekil 4.20 1-10 Mayıs Saat 5-7'de ölçülen Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı	54

Şekil 4.21 11-20 Mayıs Saat 5-7 Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı	54
Şekil 4.22 21-31 Mayıs Saat 5-7 Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı	55
Şekil 4.23 1-10 Haziran Saat 5-7 Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı	55
Şekil 4.24 Sera B bölümünde sıcaklık dağılımı	58
Şekil 4.25 Sera yüksekliğine göre sıcaklık dağılımı	59
Şekil 4.26 Sera sıcaklık dağılımı.....	59
Şekil 4.27 Sera üst görünüm nem dağılımı	60
Şekil 4.28 Sera nem dağılımı	60



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1.1 Niteliklerine göre örtü altı tarım alanları 1995-2018.....	4
Çizelge 1.2 İllere göre örtü altı alanları dağılımı	5
Çizelge 3.1 Araştırma alanı uzun yıllık (1950 - 2018) kimi iklim değerleri.....	18
Çizelge 3.2 Seranın yapısal özellikleri.....	20
Çizelge 4.1 Ölçüm döneminde düşen yağış miktarı.....	35



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

A_h	: Havalandırma açıklıkları toplam kesit alanı (m^2)
CO_2	: Karbondioksit
Da	: Dekar
h	: Hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki kot farkı, m
H	: Yükseklik, m
Q	: Gerçekleştirilebilen havalandırma miktarı, m^3/s
td	: Dış ortam sıcaklığı, $^{\circ}C$
ti	: Sera içi sıcaklığı, $^{\circ}C$
V	: Havalandırma açıklıklarından geçen havanın hızı, m/s
μm	: Mikrometre

KISALTMALAR

CFD	: Computational Fluid Dynamics
CPU	: Merkezi İşlem Birimi
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
HAD	: Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
IR	: Infrared
LD	: Light Diffusion
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
PC	: Poli Carbon
PE	: Poli Etilen
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultra Viyole

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışından dolayı insanların besine duyduğu ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde de milyonlarca insanın besin ihtiyacını karşılamak için her yıl daha fazla üretim faaliyetleri yapılmaktadır. Ülkemizde tarıma elverişli alanlarda mevsimi sırasında üretim yapılmaktadır. Bunun dışında her mevsim üretimin olması ve kaliteli ürün yetiştirmek için bazı yapılara ve sistemlere ihtiyaç vardır. Yıl boyunca üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için; birim alandan daha fazla ürün alınması, üreticinin küçük alanlardan geçimin sağlayabilmesi ve zorlu kış şartlarında üretim yapılabilmesini sağladığından örtü altı yetiştiriciliği tercih edilir. Örtü altı yetiştiriciliğinde en uygun üretim yapısı da seralardır (Baytorun, 2000).

Seralar; iklimle ilgili çevre koşullarına tamamen veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, nem, ışık ve havalandırma gibi faktörleri kontrol altında tutularak, bütün yıl boyunca üretim yapmayı sağlar. Çeşitli kültür bitkileri ile bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkilerini saklamak, sergilemek amacıyla cam, plastik vb. ışık geçirebilen maddelerle kaplanarak değişik şekillerde inşa edilen yüksek sistemde bir örtü altı yetiştiriciliği yapısı olarak tanımlanmaktadır. Yapım tekniği yönünden ise belirli aralıklarla yerleştirilen ve dış kuvvelerin etkisiyle biçimini değiştirmeyen (rijit) bir yapı iskeletini üzerine saydam bir örtü malzemesi kaplanarak yapılan tarımsal yapılardır (TS EN 13031-1 2003; Öztürk ve Başçetinçelik, 2002; İşcan ve ark., 2004).

Dünya genelinde 1,2 milyon hektar alanda seracılık faaliyeti sürdürülmektedir. Dünyada en çok seracılık alanı ise Akdeniz çevresindeki ülkelerde bulunmaktadır. Türkiye sera alanı varlığında dünyada dördüncü sırada, Akdeniz ülkeleri arasında da üçüncü sırada, sebze yetiştirme alanı olarak da ikinci sırada yer almaktadır (İlbay,2015).

Diğer ülkelere göre yeni olmakla beraber ülkemizde seracılık faaliyetleri 1940'lı yıllarda başlamıştır. Seracılığın ülkemizde yaygın hale gelmesindeki en önemli faktörler ılıman iklim kuşağında bulunması, uzun güneşlenme süresine sahip olması, turizm dışı sera kurulabilecek boş arazilerin olması, engebe ve dağlık arazilerin kullanılacak düzeyde olması, gece-gündüz sıcaklıkları arasında büyük farkların olmaması şeklinde sıralanabilir (Yüksel, 2004; Anonim, 2015a).

Ülkemizin yıllık güneşlenme süresi batı ve güney kesimlerinde yüksek seviyelerde olduğundan özellikle sera alanları buralarda yoğunlaşmıştır. Ülkemiz seracılığı Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde yayılma ve gelişme göstermektedir. Mikro klima sayesinde en kuzeyde Yalova çevresinde yapılan seracılık batıda İzmir ve Muğla çevresinde, güneyde Antalya ve Mersin dolaylarında yoğunlaşmakta ve oradan Hatay'a kadar uzanmaktadır (Yüksel, 2004).

Tarımsal işletmelerde üretimin yapılmasında kazancı etkileyen en önemli faktörlerden biri ilk yatırım masraflarının az olmasıdır. Üretimin devamlılığı için de işletme giderlerinin düşük tutulması gerekmektedir. Bu nedenle masraflarının az ve giderlerinin de düşük olmasından dolayı seralarda doğal havalandırma yapılması çok önemlidir. Doğal havalandırma sera çatısında bulunan açıklıklardan ve sera yan duvarlarındaki pencerelerden ısınan havanın çıkması ve yerine daha soğuk bir havanın girmesiyle gerçekleşen doğal bir sirkülasyondur (Yüksel, 2004).

Seralarda yetiştiricilik yapmanın faydalarından bir tanesi üretim ortamında bitki yetiştiriciliği için gerekli olan; ışık, nem, sıcaklık, karbondioksit (CO₂) miktarı ve havalandırma oranı gibi çevre denetimine etki eden temel faktörlerin kontrol edilebilme imkânıdır (Boyacı ve ark., 2017)

Havalandırmanın kontrol altında tutulmasının en önemli etkisi sera içerisindeki sıcaklığın aşırı derecelere ulaşarak bitkinin gelişimini yavaşlatmaması, yetiştirilen ürünlerin enzim faaliyetlerinin durdurulmaması ve bitkinin zamanla ölmesinin engellenmesidir. Sera içerisindeki aşırı sıcaklıklar ürünün verim ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Böylece pazarlama oranı düşmekte ve ürün elde kalmaktadır (Demir ve ark., 1998; Baytorun ve ark., 2000).

Ayrıca havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda sera içerisinde biriken nem yetiştirme ortamında hareketsiz hava yüzünden mantar kaynaklı hastalıklara neden olabilmektedir. Bununla beraber sera içerisinde aşırı nem ve düşük sıcaklık değerleri sonucunda sera örtüsünün iç yüzeyinde nemin yoğunlaşmasıyla örtü ve bitkiler üzerinde çiylenme olacaktır. Bu durum bitkilerin hastalıklara yakalanması söz konusu olabilir böylece hastalıkla mücadele gerektiğinden daha fazla masraf ortaya çıkabilir (Baytorun ve ark., 1994).

Gelişen teknolojinin tarıma uygulanması gerektiğinden son yıllarda kullanılan simülasyon programları dikkat çekmektedir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği her türlü akışkan ve akışın değişik koşullardaki analizini yapmaya yarayan bir programdır. Doğal havalandırılmalı seradaki hava akışını izlemek için kullanılan HAD programı ile havanın akışı izlenmiştir. Bu çalışmada sera içerisinde ölçülen değerler incelenerek seranın uygun bir havalandırmaya sahip olup olmadığı yorumlanmıştır.

1.1. Dünya’da Seracılık Bölgesi

Dünya üzerinde seracılık faaliyetlerinin yapılacağı en uygun bölge seçilirken sera için yapılacak masraflar göz önünde bulundurulur. Sera ısıtılması yapılırken çok masraf olacağı için sera işletmeciliği; soğuk bölgelerden ılıman bölgelere doğru, kış aylarında mevsimin uygun olduğu ve ısıtma masrafının düşük olduğu yörelere doğru kaymaktadır. Aynı şekilde sıcak bölgelerde kurulan bir işletme olursa da bu sefer de sera soğutma masrafları çok olacaktır. 30. enlem derecesinin altına inildiğinde fazla sıcaktan seralarda soğutma, 40. enlem derecesinin üzerine çıkıldığında ise ısıtma masrafları yükselmektedir. Bu nedenle, sera işletmeciliği için 30-40. enlem dereceleri arasındaki ülkeler daha elverişli duruma gelmektedir. Türkiye bulunduğu 36-42° enlemleri sayesinde seracılık için elverişli bir konuma sahiptir (Hakgören ve Kürklü, 2007).

1.2. Ülkemizde Seracılık

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre; dünyada en çok seracılık alanı Akdeniz havzasındaki ülkelerde bulunmaktadır. Türkiye örtü altı varlığı bakımından dünyada ilk dört ülke arasında sebze alanı varlığında ise Avrupa’da İspanya ile ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2015a).

Sera işletmelerinin kurulması iklim yönünden en uygun olan Antalya ve Mersin illerinde başlamıştır. Sera işletmeciliğini kısıtlayıcı en büyük etmen, sera içinde bitki gelişmesi için en uygun sıcaklığı sağlamada kullanılan yakıt ve ısıtma sistemi kurulum giderleridir. Bu nedenle ülkemizde sera işletmeciliği kurulabilecek bölgeler Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz Bölgeleri ile uygun mikro klimaya sahip olan bölgelerdir (Yüksel 2004).

Ülkemiz seracılığı Çizelge 1.1’de gösterilen toplamda 772 bin dekarla başta Akdeniz bölgemiz olmak üzere, Marmara ve Ege kıyı şeridinde gelişme göstermektedir. Bu dağılım içerisinde yer yer yoğun üretim alanları doğmuştur. En kuzeyde Yalova ilinde başlayan seracılık kıyı şeridini takip ederek Hatay ilinin Samandağ ilçesine kadar uzanmaktadır (Yüksel 2004).

Çizelge 1.1 Niteliklerine göre örtü altı tarım alanları 1995-2018 (Bin Dekar)

Yıllar	Cam Sera	Plastik Sera	Yüksek Tünel	Alçak Tünel	Toplam
1995	34	109	21	199	363
2002	64	180	61	230	536
2003	70	167	61	185	483
2004	72	169	66	171	478
2005	65	171	67	164	468
2010	81	231	82	171	564
2014	81	299	113	157	649
2015	80	309	113	162	664
2016	80	329	113	170	692
2017	86	355	120	191	752
2018	78	369	114	211	772
Değişim (%)	129	239	443	6	113

Kaynak: TÜİK, 2019.

Ülkemiz örtü altı üretiminde Antalya birinci sıradadır. Bu illerimizi sırasıyla Mersin, Adana, Muğla illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki toplam örtü altı üretim, ülkemiz toplam örtü altı üretiminin yaklaşık %90 ‘ını oluşturmaktadır. Ülkemiz örtü altı bitkisel üretim değeri yaklaşık 16 milyar TL’dir (Anonim, 2015a).

Ülkemizde seralar çevreyle ilgili koşullara bağımlı bir gelişme göstererek, özellikle Akdeniz sahil şeridinde yoğunlaşmıştır. Bunun nedeni yüksek kış sıcaklığı ve kışın güneşlenme sürelerinin uzun olmasıdır (Anonim, 2015a). Ülkemizde illere göre örtü altı alanları Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2 İllere göre örtü altı alanları dağılımı

İller	Örtüaltı Alanı (Dekar)	Yüzdellik Oran (%)
Antalya	283 283	36,6
Mersin	196 555	25,4
Adana	150 729	19,5
Muğla	39 049	5,0
İzmir	15 726	2,0
Aydın	15 018	1,9
Hatay	11 096	1,4
Burdur	9 109	1,1
Diğer	67 252	8,7

Kaynak: TÜİK, 2018a

1.3. Hatay’da Seracılık

Seralar çevreyle ilgili koşullara bağımlı bir gelişme gösterdiğinden özellikle yüksek kış sıcaklığı ve kışın güneşlenme sürelerinin uzunluğu avantajıyla çok önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye’nin güneşlenme süresinin en az olduğu Aralık ayında ortalama etkin güneşlenme süresi 3,75 saat iken, Hatay ili için 4,99 saat olması Hatay’da seracılığın yaygın olduğunu göstermektedir (Anonim, 2015a).

Çizelge 1.2’de gösterilen 2018 yılı itibarı ile Hatay ili toplam seracılık alanı 11 096 dekardır. 1995 yılında 25.541 dekardan yıllar itibarı ile Hatay’da seracılık alanlarında bir azalma olmuştur(TÜİK, 2018a).

Hatay’da örtü altı üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerin başında Samandağ ilçesi gelmektedir. İlçede genellikle yay çatılı plastik seralar ile yüksek plastik tüneller bulunmaktadır. İlçede sebze ağırlıklı örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunun dışında İskenderun ve Arsuz ilçeleri ve çevre köylerinde seracılık yapılmaktadır. Kırıkhan ilçesinde ise özellikle erkenci kavun üretimi amacıyla alçak plastik tüneller kurulmakta ve turfanda kavun yetiştiriciliği bu şekilde yapılmaktadır.

Son yıllarda Hatay’da muz seraları yaygınlaşmış ve bu alanda başarı sağlanmıştır. Hassa ilçesinde kurulu modern muz serasında 2018 yılında 4050 ton muz yetiştirilmiştir (TÜİK, 2018b).

Bu çalışma da Hatay ilinde bulunan yay çatılı plastik örtülü serada, sera içi sıcaklık, oransal nem ve çiylene gibi iklim parametreleri ölçülerek; doğal havalandırma sisteminin etkinliği araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Sıcaklık

Seginer (1980), sera havasının kontrolünün, en kritik parametre olan sıcaklığı sınırlandırarak genellikle sürdürülebileceğini belirtti. Ayrıca, CO₂ ve nispi nem gibi parametreler de o kadar önemlidir ve ideal bir sistemde de kontrol edilmelidir.

Harzadin (1986), seralarda sürdürülebilir bir bitki üretimi elde etmek için; yaz ayları boyunca uygun çevre koşullarının, farklı önlemler kullanılarak seraların soğutulması ile sürdürülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Sıcak dönemlerde seraya ulaşan güneş radyasyonuna bağlı olarak, artan sıcaklık değerlerinin bitkilerin arzuladıkları değerlerde tutulabilmesi için seraların iklimlendirilmesi zorunludur. Günlük ortalama sıcaklığın 12-22°C arasında bulunması durumunda havalandırma ile sera ortam sıcaklığının bitkilerin arzuladıkları değerlerde tutulabilmesi mümkündür. Günlük ortalama sıcaklığın 22°C'nin üstüne çıkması durumunda seralarda havalandırma ile birlikte aktif soğutma önlemlerinin alınması zorunludur (Nisen ve ark., 1988; Baytorun ve ark., 1994; Zabeltitz, 2011).

Sera içindeki havanın uygun sıcaklık derecesi, serada yetiştirilen bitki türüne göre 16-28 °C arasındadır. Sera içindeki havanın sıcaklık derecesi, sera dışına göre en az 1-2 °C daha yüksektir. Bu sıcaklık farkı yaz ve kış aylarına günün farklı zamanlarına göre oldukça değişiklik gösterir. Sera içindeki ve dışındaki havanın sıcaklık farkı azaldıkça, serada istenen havalandırma yapılamaz (Baytorun, 2000).

Sera içerisindeki bitkilerin yetişebileceği uygun çevre koşullarının sağlanabilmesi için seranın iç sıcaklığının ve neminin belirli sınırlar arasında tutulabilmesi gerekir. Bu nedenle, serada yazın yetiştiricilik yapılabilmesi ancak seranın havalandırılması, soğutulması ve gölgelendirilmesi ile sağlanabilir (Aydıncıoğlu,2004).

Sera içi sıcaklığının dengelenmesi, yani fazla güneşlenmeyle ortaya çıkan yüksek ısının sera dışına atılması için havalandırma yapılır. Böylece yüksek sıcaklığın neden olacağı bitkisel üretimdeki yavaşlama ortadan kalkmış ve sera içi sıcaklığı dış hava sıcaklığından 1-2°C fazla olabilir (Olgun, 2009).

Zabeltitz (2011), Akdeniz ülkelerindeki seraların ısı enerjisi gereksinimini hesaplariken, seralarda ortaya çıkan sıcaklık yükselmesinin 1-2 °C alınabileceğini ifade etmektedir.

2.2. Nem

Hava neminin %90-100 olduğu durumlarda bitkiler transpirasyon yapamazlar (Akıllı ,1987).

Normal bitki gelişimi için en uygun bağıl nem düzeyi genellikle %25-80 arasında değişir (Aldrich ve Bartok 1989).

Sera yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların başında bitki yaprakları üzerinde su birikmesi ve bundan dolayı verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen mantar enfeksiyonları artmaktadır. Yaprak yüzeyinde nem birikmesi, sera havasının yüksek bağıl nemi nedeniyle bitkinin yeterli transpirasyon yapamamasından, yaprak yüzey sıcaklığının havanın çiylenme sıcaklığından daha düşük olmasından ve sera örtüsü iç yüzeyinde yoğunlaşan nemin bitkilerin üzerine damlamasından kaynaklanmaktadır (Buffington ve ark., 1992; de Halleux ve Gauthier, 1998; Prenger ve Ling, 2000 a,b,c,d).

Buffington ve ark., (1992), sera örtüsü iç yüzeyinde yoğunlaşan nemin bitkilerin üzerine damlamasının, mantar enfeksiyonlarını arttırdığını belirterek, bu yoğunlaşmanın önlenmesinde en etkili yöntemin nem dengesi esasına göre yapılan havalandırma uygulaması olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, gerekli hava debisi ve ısı gereksinimini hesaplariken, tasarım parametresi olarak, sera havası çiylenme noktası sıcaklığının sera örtüsünün iç yüzey sıcaklığından 2.1°C daha düşük kabul edilmesinin yeterli bir emniyet payı sağlayacağını, ayrıca ısı gereksinimi ile ilgili hesaplamalarda örtü iç yüzey sıcaklığı için de aynı kabulün yapılmasının yerinde olacağını belirtmektedir.

Buffington ve ark., (1992), dış ortam sıcaklığının 10°C'nin altına düştüğünde sera örtü yüzeyinde nem yoğunlaşması gerçekleştiği, kış aylarında çok soğuk bulutlu günlerin dışında, gündüz saatlerinde seraya giren güneş ışınımının, yoğunlaşmayı önleyecek ya da kabul edilebilir derecede düşük bir düzeye indirmeye yetecek kadar serayı ısıttığını bu nedenle yoğunlaşmanın gün batımından başlayarak sabahın ilk saatlerine kadar sürdüğünü belirtmektedir. Yoğunlaşmanın en yoğun olduğu saatler dış ortam sıcaklığının en düşük olduğu güneşin doğmasına yakın saatler olduğu saatlerdir.

Sera kapalı bir ortam olduğundan sera toprağı ve bitkiden ortama sürekli nem verildiğı için, sera havasının bağıl nemi dış ortamdan daha yüksektir. Havanın nem oranı arttıkça yoğunluğu azalmakta, bu da düşey yönde ısı değışimini arttırmaktadır (Boulard ve Baille 1993).

Baytorun ve ark. (1994), nem oranı yüksek ve hareketsiz bir havanın bulunduğu seralarda mantar kaynaklı hastalıklara neden olacağı için havalandırma açıklıklarının sera taban alanının %20'si olması gerektiğini belirtmiştir.

de Halleux and Gauthier (1998), bitki gelişmesinde çok önemli bir yeri olan transpirasyon oranının, seranın bağıl nem düzeyi ile çok yakından ilgili olduğunu, yüksek nem düzeyinin transpirasyonu engelleyip, mantar enfeksiyonlarını arttırdığını belirtmekte ve bağıl nemin kontrolü için en etkili yol olarak nem dengesini esasına göre yapılan havalandırmayı önermektedir.

Sera içi nemi, serada hava hareketini sağlayan ikinci etmendir. Serada nem arttıkça hava genişmekte ve hafifleyerek yukarı hareket etmektedir. Kuru hava ise daha ağır olduğundan yükselen nemli havanın yerini almaktadır. Nemli sıcak bir havanın hareketi, kuru sıcak bir havaya oranla daha fazla olmaktadır (Baytorun, 2000).

Çolak (2002), Muğla'da 2 bölmeli blok ısıtılmayan bir cam serada; sera içi sıcaklık, çiylenme sıcaklığı ve bağıl nem değerlerini 12 noktadan ölçmüştür. Sonuçlara göre, sera tabanından mahyaya yükseldikçe sıcaklığın arttığını, bu artışın gece daha düşü olduğunu, bitki yoğunluğunun fazla olduğu blok merkezlerinde bağıl nemin daha yüksek olduğunu, çiylenme sıcaklığı değerlerine göre, bitki yoğunluğunun fazla olduğu yerlerden başlamak üzere, serada nem yoğunlaşmanın olduğunu bildirmiştir.

Sera içindeki oransal neminde dengelenmesi havalandırmayla sağlanabilir. Sera içinde fazla nem, bitkilerde bazı hastalık etmenlerinin ortaya çıkmasına neden olabildiğı gibi, bitkilerin terleme yapmasına da engel olur. Terlemesi duran bitki topraktan su ve besin maddesi alamadığı için, bitkisel madde üretimi de durur (Olgun, 2009).

2.3. Havalandırma

Doğal havalandırma için gerekli çatı pencereleri toplam alanı, seranın kurulması düşünülen bölgenin ve serada bitki yetiştirilmesi istenen mevsimlerdeki hava sıcaklığına göre değişir. Bu alan sıcak bölgelerde büyük, serin bölgelerde ise küçük olmalıdır. Çatı pencereleri toplam açıklığı, sera taban alanına oranıyla hesaplanabilir. Doğal havalandırmanın yeterli miktarda olabilmesi için önerilen çatı pencerelerinin toplam alanı, sera taban alanının %16-25'i arasında olmalı ve bu açıklıklar çevre koşullarına göre ayarlanabilmelidir. Bu oran soğuk yörelerde kurulması istenen seralarda %10-12 düzeyine kadar düşürülebilir (Gibson, 1971).

Doğal havalandırma sistemlerinde, yan duvarlardaki pencerelerin toplam alanı büyüklüğünün, çatı pencerelerinin yarısı kadar olması gerektiği ileri sürülürse de (Gibson, 1971), bu değer çatı pencere alanı veya en az bunun 2/3'ü kadar olmalıdır. Yan pencere alanı, çatı pencere alanının 2/3'ünden daha az olursa havalandırma etkinliği düşer.

Seralarda uygun bir havalandırma için böcek tüllerinin kullanılmadığı seralarda havalandırma açıklıklarının sera taban alanına oranı %20-25 olmalıdır (Baytorun, 1987).

Baytorun (1988), seralarda havalandırma etkinliğinin iklim etmenlerine bağlı olarak, havalandırmanın kapak konumlarına (çatı, yan duvar) ve kapak açıklığına göre değişim gösterdiğini belirlemiştir. Çalışmada havalandırma kapaklarının büyüklüklerini ve konumlarını belirlemek için dış sıcaklık, iç sıcaklık, yöredeki güneşlenme şiddeti ve rüzgar hızı kriter olarak ele alınmıştır. Araştırmacı, rüzgâr hızının fazla olduğu yörelerde havalandırma kapaklarının yan duvarlara monte edilmesi veya çatının havalandırması gerekli ise emme yüzeyindeki kapakların hafif açılması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca serada 5°C'lik iç ve dış sıcaklık farkı istenildiğinde en az 95 m³'lük hava değişim katsayısına ihtiyaç bulunduğunu, rüzgâr hızının 3 m/s olarak alındığı durumlarda ise %15'lik havalandırma oranına ihtiyaç olduğunu belirtmiştir.

Özmerzi ve Kürklü (1989), sadece çatı havalandırması mevcut ise bu durumda toplam pencere alanı sera taban alanının % 33'ü kadar olmalı; Sevgican (1989), çatıdaki havalandırma açıklığının tabanın %16-20'si olursa yan duvarlardaki açıklıkların bu oranın yarısı olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Doğal havalandırma yapılan seralarda havalandırma pencereleri genelde sera çatısına, bazen de sera yan yüzeylerine yerleştirilir (Özmerzi ve Kürklü, 1989).

Nicalaus (1990), havalandırma açıklıklarının sera taban alanına oranının % 25 olması gerektiğini bildirmiştir.

Serada optimum bir havalandırma sağlayabilmek için çatı mahyasının iki tarafında ve yan duvarlarda havalandırma pencereleri yapılmalıdır. Pencerelerin toplam alanı sera taban alanının minimum %15'i olacak şekilde olmalıdır ancak, uygun bir değerde havalandırma yapmak için %30 olarak önerilmektedir. Zabeltitz (1992), çalışmasında Akdeniz iklim kuşağında bulunan seralarda, havalandırma açıklığı alanının sera taban alanına oranının % 18-25 arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

Bailey'e (1996) göre, bitkilerin gelişimini iyi bir şekilde sağlamak için seraları kış boyunca ısıtmak gerektiği gibi, yaz mevsimi boyunca da havalandırmak gerekir. Bailey'e göre seralarda havalandırmanın amaçları şöyledir. Sera içindeki ortam sıcaklığının aşırı yükselmesini önlemek vardır. Sera ortamındaki bağıl nem oranını bitki gelişimi için uygun bir düzeyde tutmak, bitkilerden transpirasyon sonucunda açığa çıkan su buharını ortamdaki uzaklaştırmak, bitkiler tarafından fotosentez işlemi için kullanılan CO₂ gereksinimini karşılamak, sera içerisinde tekdüze bir hava akımı sağlamak, sera ortam havasındaki gaz yoğunluğu kabul edilebilir bir düzeyde tutmaktır.

Doğal havalandırmada, havalandırma miktarı, çatıdaki havalandırma pencereleri veya bacalarının açıklık alanları büyüklüğü ile havanın çıkış hızına bağlıdır. Seralardaki havalandırma miktarı aşağıdaki eşitlik (2.1) ile hesaplanır (Lindley and Whitaker, 1996).

$$Q=V.A_h \quad (2.1)$$

Eşitlikte:

Q= Havalandırma miktarı (m³/s)

V= Havalandırma hızı (m/s)

A_h= Havalandırma açıklıkları toplam kesit alanı (m²).

Doğal havalandırmada, hava değişim oranı soğuk yerlerde ve mevsimlerde saatte 20 sera hacmine kadar düşürülebilir. En hızlı hava değişim oranının dakikada bir sera hacminden fazla olmaması önerilir (Lindley and Whitaker, 1996).

Seralarda doğal havalandırma, iç ve dış havanın farklı sıcaklık ve yoğunlukta olması sebebiyle içerideki hava kitlesinin dışarıdaki hava kitlesiyle yer değiştirmesidir. Bu durumu rüzgâr hızı ve yönü, havalandırma açıklıklarının şekli, miktarı, konumu ve yörenin iklim koşulları gibi faktörler etkilemektedir (Demir, 1997).

Barroso vd. (1999), tekil ve ikili bloktan oluşan yay çatılı plastik seraların farklı yapı tiplerinde yetiştirilen marul bitkisinin verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Tekil seralarda daha yüksek ve net verim elde edildiğini belirlemişler, bunun nedeninin ise blok seralardaki havalandırma koşullarının yetersizliğine bağlamışlardır. İncelenen seralarda sıcaklık açısından önemli bir fark bulunmamasına rağmen blok seralarda oransal nem daha yüksek çıkmıştır.

Vassiliou (2000), çok bölmeli yay çatılı plastik seralarda doğal havalandırma oranı ile rüzgâr hızı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Doğal havalandırmanın düzenli olarak sağlanabilmesi için, havalandırma açıklıklarının rüzgâr yönüne paralel olarak yerleştirilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Havalandırma en genel ifadeyle iç ortamdaki kullanılmış havanın dış ortamdaki temiz havayla yer değiştirilmesidir. Seralarda havalandırmanın temel amacı; sera içerisindeki sıcaklık, nem ve CO₂ değerlerini istenilen sınırlar arasında tutmaktır. Bu nedenle havalandırma sera içi iklim kontrolünde önemlidir (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Yüksek düzeyde bir ışınlama olduğu güneşli günlerde, dış hava sıcaklığına kıyasla serada nispeten daha yüksek iç sıcaklık değerleri kaydedilir. Bu koşullar altında, sera içinde ürün üretimi imkansız hale gelir. Buna göre, istenmeyen sıcaklık artışı ortadan kaldırılmalıdır. En uygun ve ekonomik yöntem, serada hava sirkülasyonu girişi ve çıkışı sağlayan havalandırma (Albright 2002).

Bitki özümlemesi için sera içindeki CO₂ 'in kullanılarak sera havasında CO₂ derişiminin azalması ve sera içindeki ısı birikimini engellemek için havalandırma yapılır. Havalandırma ile sera içindeki havanın nem oranı düşer. Bu nem çeşitli önlemlerle tekrar normal düzeyine yükseltilmelidir (Üstün ve Baytorun, 2003).

Herhangi bir hareket verici sisteme gereksinme kalmadan, doğal koşullarla sera içi havasının, sera dışı havası ile kendiliğinden yer değiştirmesine “doğal havalandırma” denir (Yüksel 2004).

Yüksel (2004), havalandırma açıklıklarında yan pencerelerin toplam kesit alanı, çatı pencerelerinin alanı kadar ya da bunun en az 2/3'ü kadar olması gerektiğini aksi halde havalandırma etkinliğinin düşeceğini bildirmiştir.

Sera içinde iyi bir havalandırma sağlanabilmesi için gerekli parametrelerden biri saatteki hava değişim sayısıdır. Hava değişim sayısı plastik örtülü bir serada 50-60, cam seralarda 40-50 civarında olmalıdır. İdeal koşullarda bu değer 15-30 arasında kalır (Kürklü ve Çağlayan 2005).

Doğal havalandırmanın uygulandığı seralarda yeterli hava değişim oranına ulaşılabilmesi rüzgâr hızı, havalandırma pencerelerinin yeri ve açıklık miktarı gibi faktörlere bağlıdır. Burada bahsedilen hava değişim oranı sera içi hava hacminin 1 dakikada değiştirilmesidir. Bu saatte 60 kez sera hacminin değiştirilmesi demektir. Bu havalandırma oranı ile sıcak bölgelerde sera içi sıcaklığı 6°C düşürülebilir. Soğuk bölgelerde hava değişim oranı saatte 20 sera hacmi kadar alınabilir (Hakgören ve Kürklü 2007).

Doğal hava akımıyla havalandırmada, hava değişim hızında etkili olan etmenler, sera içindeki ve dışındaki havanın sıcaklık dereceleri arasındaki fark ile yanlarındaki hava giriş ve çatıdaki hava çıkış pencereleri arasındaki yükseklik farkıdır. Doğal havalandırmanın oluşabilmesi; rüzgârın ortalama hızına, etkili rüzgâr yönüne, günlük ve mevsimlik rüzgâr hızı ve yönündeki değişimlere, rüzgâr yönünde ağaç, bina, tepe vb. engellerin bulunmasına bağlıdır (Hakgören ve Kürklü 2007).

Hakgören ve Kürklü (2007), toplam pencere alanının sera taban alanına oranının % 30 olması gerektiğini belirtmiştir.

Hakgören ve Kürklü (2007), yaptıkları çalışmada yan duvarlara yerleştirilen pencere alanı kadar çatıda da olmasının faydalı olacağını belirtmişlerdir. Çatı havalandırma pencerelerinin tam açık olması durumunda pencereler çatı yan yüzeyi ile 60°'lik, yan duvarlarda ise dik yan duvarlarla 45°'lik bir açı yapması gerektiğini ve pencere genişlikleri ise sera genişliğinin 0.075 kadarı olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Seralarda havalandırma yapmanın en önemli amacı, ortamdaki duyulur ısı ve su buharının (gizli ısı) uzaklaştırılmasıdır. Toplam güneş ışınımının yüksek olduğu durumlarda, sera ortamında kazanılan ısı enerjisinin önemli bir bölümü bitkiler tarafından transpirasyon işlemiyle kullanılır. Bu durumda güneşten kazanılan duyulur ısı gizli ısıya dönüşür (Öz, 2007).

Akdeniz bölgesindeki doğal havalandırma, sera iklimini kontrol etmek için en yaygın kullanılan sistemdir, çünkü daha az enerji, daha az ekipmanın çalışması ve bakımı gerektirir ve diğer havalandırma sistemlerine kıyasla çok daha ucuzdur. Yaz aylarında, kullanımının ana nedenleri sıcaklıkları düşürmek ve hava nemini artırmaktır; Kışın doğal havalandırma genellikle hava nemini azaltmak için ısıtma ile birlikte kullanılır (Kittas ve Bartzanas 2007).

Çanakcı ve Akıncı (2007)' Antalya'daki modern ve geleneksel sera işletmelerinin kıyaslamasında doğal havalandırma açıklıklarının sera taban alanına oranını %30-35 arasında, geleneksel seralarda ise bu oranı havalandırma alanlarının seradaki konumuna göre %2-4 ve %11-16 arasında saptamışlardır.

Sıcak bölgelerde etkili bir doğal havalandırma yapılabilmesi için havalandırma açıklık alanının sera taban alanına oranı %30-40 arasında olması gerekir. (Hakgören ve Kürklü, 2007; Baytorun, 2016; Büyüктаş ve ark., 2016).

Sera içinde dış atmosfere göre oksijence zengin, karbondioksitçe fakir sera iç havasının, dışardaki havayla yer değiştirmesi için havalandırma yapılır. Böylece bitkilerin, bitkisel üretim için gereksindikleri karbondioksit sera içine girmiş olur (Olgun,2009).

Olgun (2009)'a göre havalandırma sisteminin özellikleri şöyledir. Havalandırma sistemi bitkiler üzerine bir hava esintisi yaratmamalıdır. Hava hareketi bitkilerin üstündeki boşlukta olmalıdır. Buna karşılık bitkilerin bulunduğu yerde yeterli bir hava değişimi sağlanmalıdır. Seraya giren taze hava doğrudan bitkilere çarpmamalıdır. Havalandırma elemanı sağlam olmalı ve iyice kapanabilmelidir. Böylece hava değişimi ile ısı kaybı az olur. Havalandırıcılar su geçirmez olmalıdır. Havalandırma fırtınadan etkilenmemelidir. Havalandırma sistemi dış etkilerle açılıp kapanmamalıdır. Havalandırma açıklıkları yeterince büyük olmalıdır. Havalandırma düzeni işletmede teknik sorunlar yaratmayacak, az bir kuvvetle açılıp kapanabilecek durumda olmalıdır.

Seraların havalandırılması, sera yan duvarları ve çatılarına yerleştirilen havalandırma açıklıkları ile yapılır. Havalandırmada etkili olan pencereler, çatı pencereleridir. Ülkemizde olduğu gibi özellikle plastikte örtülü seralarda, sera çatısında genellikle havalandırma pencerelerinin olmaması havalandırmayı önemli ölçüde azaltır. Bu durumda yan duvara konan pencere alanının çok artması bile havalandırmayı istenilen düzeye çıkaramaz (Olgun, 2009).

Pencereler ve havalandırma açıklıkları, açıldığında serada iyi bir havalandırma sağlarken, kapatıldığında bir açıklık kalmamalıdır. Kapalı pencere aralıklarından sera içindeki sıcak hava dışarı çıkmamalıdır. Böylece soğuk havalarda sera içinde fazla yakıt kullanılması ve yakıt masraflarının artması önlenir. Rüzgârın havalandırma sistemi üzerine etkisi büyüktür. Rüzgârın sürekli estiği yörelerde, seralarda rüzgârın neden olduğu hava hareketi artacağı için havalandırma açıklıklarının boyutları küçültülebilir. Böylece rüzgâra karşı dayanıklılıkta artar (Olgun, 2009).

Güneşlenme süresinin fazla olduğu sıcak zamanlarda sera etkisi nedeniyle sera içerisindeki sıcaklık dış ortam sıcaklığından fazla olur. Bu durum özellikle yaz aylarında sera içerisinde bitkisel üretimin yapılamamasına neden olur. Böyle zamanlarda sera içerisinde bitkisel üretim yapılabilmesi için sera iç ortam sıcaklığının uygun sıcaklık değerlerine düşürülmesi gerekir. Bunun için de en ekonomik yöntem sera iç ve dış havasının yer değişimini sağlayan havalandırmadır (Büyüктаş ve ark., 2016).

Uzun eksenli doğu-batı yönünde konumlandırılan seralar kuzey-güney yönüne göre konumlandırılan seralara göre güneş ışınlarından yazın %3 az, kışın %48 daha fazla yararlanır. Blok şeklindeki seraların uzun ekseninin kuzey-güney şeklinde konumlandırılmasıyla sera sıralarının birbiri üzerine gölgeleme yapması engellenir ve uzun eksene paralel çatı elemanları da sera içerisinde belirli bölgelere sürekli gölgeleme yapmamış olur (Baytorun, 2016).

Sera çatı eğimi iyi ayarlanmaz ise seraya gelen güneş ışıklarının büyük kısmı yansıtılarak kaybolmaktadır. Sera çatı eğim açısının ülkemiz seraları için 26°-32° arasında olması güneş ışınlarından maksimum oranda faydalanmayı sağlamaktadır. Ülkemiz seralarında çatı eğim açısının ortalama bir değerle 26°-27° kadar olması gerektiği ve bu eğimle güneş ışığı kaybının %14 seviyesinde olduğu bildirilmiştir (Baytorun, 2016; Büyüктаş ve ark., 2016).

2.4. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD), İngilizcesi “Computational Fluid Dynamics (CFD)”, Akışkanlar Mekaniği konusunun bir alt dalı olarak günümüzde değerlendirilmektedir. HAD metodu, akışkandan kaynaklı problemlerin nümerik algoritmalar ile çözüm yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Özellikle 1990’lardan sonra HAD metodu kullanımının giderek arttığı gözlenmektedir. Bunun ana sebepleri, bilgisayarların günden güne kapasitelerinin artması, deney ve test düzeneklerinin yüksek maliyeti ve deney ve test ile ürün tasarımının sürecinin uzun süreler tutmasıdır (Wislicenus 1964, Ferziger ve Peric 2002).

Sonlu Hacimler Yönteminde, grid elemanları birbirinden ayrık kontrol hacimlerdir. Bu hacimlerde ve hacmin yüzeyleri üstünde Navier-Stokes denklemleri çözülür. Bu yöntemde çözümün yakınsaması ve ıraksaması elemanların düzgünlüğüne göre değişmektedir (LeVeque 2002).

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği simülasyonlarında bir bütün olarak ele alınması gereken adımlar şunlardır: ön-işleme, hesaplama ve ard-işleme. Ön-işleme adımında, probleme uygun geometrinin tanımlanması ve katı modelleme yazılımları ile oluşturulması, geometriye uygun hesaplama alanının belirlenmesi, yapısal veya yapısal olmayan çözüm ağının çözüm ağı üretme yazılımlarıyla oluşturulması ve son olarak bu çözüm ağının akış çözücüye uygun formatta hazırlanması işlemleri vardır. Hesaplama adımında, uygun sayısal yöntemler, uygun algoritmalar ve uygun sınır koşullarının seçilmesi ile hesaplama alanı ve çözüm ağı üzerinde akış çözücüler kullanılarak hesaplamalar yapılır. Ard-işleme adımında ise hesaplama adımında elde edilen sayısal çözümün yani verilerin analiz edilmesi, ard-işleme yazılımları ile uygun şekilde çizgi grafikler, eş değer eğrileri, üç boyutlu görüntü ve animasyonlar ile görüntülenmesi ve yorumlanması işlemleri yapılır. Ayrıca, paralel hesaplama yaparken problemlerin ve dolayısıyla verilerin büyüklüğü arttıkça hesaplamalı yönlendirme ve gerçek zamanlı görüntülemenin de önemi artmaktadır. Paralel öbek bilgisayarlarında paralel bir program çalışırken programa müdahale edebilmek, değişkenleri veya yöntemleri değiştirebilmek yani hesaplamalı yönlendirme yapabilmek ve gerçek zamanlı olarak çözümü bilimsel olarak görüntüleyebilmek, hatta yapay gerçeklik sistemlerinin kullanımı mümkün olabilmekte ve bütün bunlar kullanıcılara kolay analiz imkanı

sağladığı için oldukça önemli hale gelmektedir (Long vd 2004, Modi vd 2005, Sezer-Uzol 2006).

Versteed ve Malalasekera (2005), HAD metodu, genel olarak Navier-Stokes denklemlerinin çözülmesi ile çalışmaktadır. Navier-Stokes denklemleri özellikle viskoz etkileri modellediğinden bu denklemler çoğunlukla ticari yazılımların ana denklemleri olarak karşımıza çıkar.

HAD metodunda öncelikle akışkan hacmi ve katı hacim birbirinden ayrılarak daha küçük elemanlara bölünmektedir. Bu elemanların oluşturduğu hacime grid adı verilmekte olup, çözümün doğruluğunu etkileyen en önemli parametre olarak karşımıza çıkmaktadır (Karamanoğlu vd 2006).

Demiröz (2006), önceki yapılan çalışmalarda tanımlanan bazı tekniklerle sera içerisindeki bütün akım dağılımları belirlenebilmiştir. Ancak bu teknikler, elverişsiz akımlardan kaynaklanan problemlerin tespitine yöneliktirler ve problem çözücü teknik değildirler. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) modellemesi, hem problem tespiti yapmakta hem de problemi çözmek için uygulanabilir yöntemler hakkında bize fikir vermektedir.

Sezer Uzol (2009), HAD simülasyonları bilim ve mühendislik alanlarında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu yöntemler ile tasarım aşamasında isten hızda çözümlerin elde edilememesi bu simülasyonların tasarım aşamasında sadece sınırlı sayıda akış koşulları için yapılmasına ve daha çok akademik amaçlı sayısal deneyler olarak kullanılması neden olur.

Tezcan (2011), Antalya'da bulunan beşik çatılı tekil cam seralarda sıcaklık ve nem ölçümü yaparak bilgisayar ortamında Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi ile çalışan SolidWorks paket programı ile simüle etmiştir. Sera içerisindeki sıcaklık dağılımının dış ortama bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Nem dağılımı ise, dış ortama bağlı olarak düşmüştür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu

Bu araştırma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Kampüsü Ziraat Fakültesi seralar bölgesinde kurulu olan plastik kaplamalı serada Mayıs-Haziran 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırma serasının konumu, denizden 134 m yükseklikte, 36° 19' kuzey enlemi ve 35° 11' doğu boylamındadır.



Şekil 3.1 Seranın Coğrafi Konumu

3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Deneme alanı Akdeniz İklim kuşağının içerisinde yer almaktadır. Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak; kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Yörenin uzun yıllık iklim verileri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Antakya Gözlem İstasyonundan sağlanmıştır.

Projenin yürütüleceği yerde dış ortam oransal nem ve hava sıcaklığı değerleri veri kaydedicilerle belirlenmiş ve uzun yıllık veriler ile kıyaslanmıştır. Araştırma alanının uzun yıllar (1950–2018) bazı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Araştırma süresince sera içi ve dışında benzer iklim verileri gözlenmiştir.

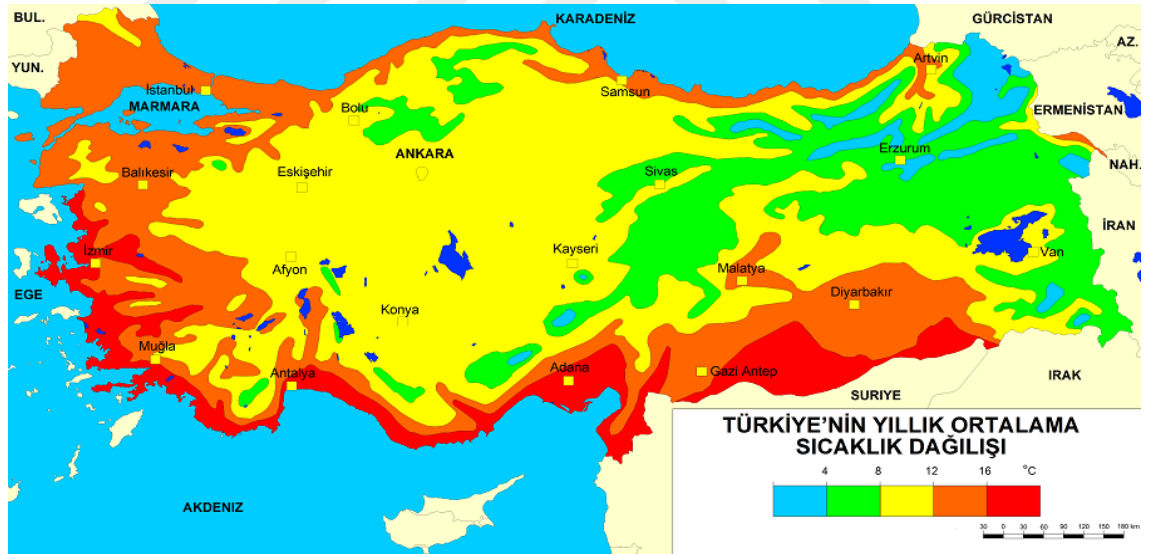
Çizelge 3.1 Araştırma alanı uzun yıllık (1950 - 2018) kimi iklim değerleri

Veri	Aylar												Yıl
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
°C _{ort}	8.2	9.9	13.1	17.2	21.2	24.8	27.1	27.8	25.6	20.6	14.2	9.5	18.3
°C _{min}	4.6	5.8	8.5	12.2	16.4	20.8	23.9	24.6	21.1	15.2	9.5	5.9	14
°C _{max}	12	14.4	18.1	22.6	26.5	29.2	31.1	32	31	27.3	20.1	13.7	23.2
Gün.	3.3	4.5	6	7.4	9.1	10.6	11.1	10.4	9.3	6.9	4.9	3.2	86.7
Yağ..	193	167	142	102	80	24	6.7	6.6	38.5	78	101	183	1125

Kaynak: MGM, 2019.

3.1.3. Sıcaklık Dağılımı

Türkiye'nin yıllık ortalama sıcaklık dağılımına bakıldığında iç kesimlerde sıcaklığın 4-12°C arasında değiştiği, kıyı kesimlerinde ise Karadeniz ve Marmara Denizi çevresinde 12-16°C arasında olduğu, Ege ve Akdeniz kıyılarında ise sıcaklığın 16-20°C'lere ulaştığı görülmektedir. Çalışmanın yapıldığı Hatay ilinde uzun yıllık ortalama sıcaklığın 18,3°C olduğundan serada yetiştiricilik yapmak için uygun olduğu görülmektedir (MGM, 2019).



Şekil 3.2 Türkiye'nin Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı (MGM, 2019)

3.1.4. Güneşlenme Süresi

Türkiye'nin yıllık ortalama günlük güneşlenme haritasına bakıldığında (Şekil3.3) güney kesimleri uzun saatler güneşlenme süresine sahip olduğu görülmektedir. Yaklaşık

7-8.25 saat arasında olan günlük güneşlenme süresi bazı bölgelerde 8.50-8.75 saate kadar çıkmaktadır. Kuzey kesimlerinde ise günlük güneşlenme saati süresi 4-6.25 saat arasında değişmektedir. Bu durum göz önüne alındığında güneşten daha fazla yararlanılmasından dolayı ülkemizin güney kesimleri seracılık faaliyeti için elverişlidir. Araştırma alanının bulunduğu Hatay ilinde günlük güneşlenme süresi 7.26-7.50 saat (yıllık 86.7 saat) arasında olduğundan serada bitki yetiştiriciliği için uygundur (MGM,2019).



Şekil 3.3 Türkiye'nin Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süresi (MGM, 2019)

3.1.5. Araştırma Materyalinin Özellikleri

Denemede materyal olarak yay çatılı plastik sera kullanılmıştır. Araştırma serası kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılmıştır. Plastik örtülü sera, 6m eninde, 24m uzunluğunda, yan duvarlarında 1,5m genişlik olan, 7 bloklu, 1080 m² taban alanına sahiptir. Sera oluk altı yüksekliği 2.8m ve çatı (mahya) yüksekliği 4.0m'dir.

Seranın çatısında 180 µm kalınlığında polietilen (PE) plastik örtü malzemesi kullanılmıştır. Sera çatısında Ultra Viyole (UV), InfrarRed (IR) ve Light Diffusion (LD) katkıları kullanılmıştır. Sera yan duvarlarında ise 8 mm kalınlığında çift katlı polikarbon (PC) örtü materyali ile kaplıdır.

Seranın giriş kapısı kuzey yönündedir ve A bölümü olarak isimlendirilmiştir. Seranın duvar penceresi güney yönündedir ve B bölümü olarak isimlendirilmiştir.

Çizelge 3.2 Seranın yapısal özellikleri

Seranın Yapısal Özellikleri	
Sera Tipi	Yay Çatı
Örtü Malzemesi	Plastik
Boyutlar	6m x 24m x 4m, 7 adet
Çatı Makas Aralıkları	3m
Kolonlar	8cm galvanizli boru profil
Kapı Boyutları	3 x 2.8m
Pencere (Duvar)	2 x 38m
Pencere (Çatı)	1 x 24m 6 blok

Not: Çatı pencereleri 6 dolu 1 boş, 7. blokta yok.



Şekil 3.4 Seranın dış görünümü

Sera havalandırması çatıda tek bir yönde bulunan mahyadan doğal havalandırma sistemi ile yapılmıştır. Mevcut seranın havalandırması çatının doğu kısmında olup havalandırma açıklığı 1m ile 1,10 m aralığındadır. Havalandırma kapaklarının açılması elektrik motoru vasıtasıyla basit bir dişli sistemi ile yapılmaktadır.

Sera içerisinde hava hareketi için ısıtma sistemi hava basma ünitesine dönüştürülerek her gün saat 11.00 ile 15.00 arasında çalıştırılmıştır.



Şekil 3.5 Seradaki doğal havalandırma açıklıkları



Şekil 3.6 Seradaki doğal havalandırma sistemi

3.1.6. Bitki Materyali

Araştırmanın yapıldığı dönemde serada Citrex, Kantalop tipi kavun (*Cucumis melo* L.) çeşidi kullanılmıştır. (Güvençli, 2018).

Kavun bitkisinin genel özelliklerine bakıldığında özellikle ılık, sıcak ve güneşli bir hava koşulu istemektedir. Seradaki kavun yetiştiriciliğinde gündüz sıcaklığı 25 °C'nin üzerine çıkmaması, gece sıcaklığının da 18°C'nin altına düşmemesi istenmektedir (Anonim, 2015b).

Serada kavunların yetiştirme döneminde nispi nem istekleri gece % 80, gündüz ise % 50-65 dolaylarında olmalıdır. Sera içerisinde nispi nem oranının hiçbir zaman %40'ın altına düşmemesi gerekmektedir. Çünkü nem düştükçe zararlılar ile fungal hastalıklar görülmektedir. Ayrıca aşırı nem vejetatif gelişmeyi hızlandırdığı için daha fazla yaprak oluşmasına sebep olur, aşırı nemden dolayı fungal ve bakteriyel hastalıklar da görülebilir (Anonim, 2015b).

Bitki başına 4-6 adet meyvenin alındığı kavun bitkisinin ağırlığı çeşide göre değişmektedir. Ancak genelde sera çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığı 1,5-2,5 kg arasında değişmektedir (Anonim, 2015b).



Şekil 3.7 Yetiştirilen kavun bitkisi

3.1.7. Serada Sıcaklık ve Oransal Nem Ölçüm Aletleri

Serada sıcaklık ve oransal nem ölçme işleminde Analog/Dijital Çevirici (A/D Converter) ölçüm cihazları kullanılmıştır. Veri toplayıcılar ölçümün yapıldığı anda verilerin kaydedilerek depolanması sağlamıştır. Hobo firmasının ürettiği BoxCar Pro4.3 ve Hoboware programları bilgisayarda çalıştırılarak ölçüm aletleri programlanmış, sera içerisindeki ve dışarısındaki sıcaklık ve oransal nem değerleri uyumlu cihazlar ve algılayıcılarla ölçülüp bilgisayara aktarılmıştır.

Veri toplayıcıların seçiminde ölçüm sırasında elde edilen verilerin depolanması ve bu verilerin işlenmesinde uygulanan yöntemlerle uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan bilgisayar programı, uygun cihazlar ve algılayıcılar yardımı ile toplanan verilerin depolanmasında kullanılmıştır. Verilerin cihazlardan bilgisayara aktarılması, elektronik devre aksamı (hardware) ile yazılımın (software) birlikte oluşturduğu kompleks yapı ile sağlanmıştır.

Bilgisayar ortamına giren ve çıkan (I/O, Input / Output) verilerin oluşmasında algılayıcılar en önemli veri aktarma sistemini oluşturmuştur. Basınç, sıcaklık, ışık, hız, salınım gibi fiziksel özelliklerdeki değişimler; algılayıcılar tarafından elektrik sinyallerine çevrilmiş ve daha sonra yükseltgenerek bilgisayar ortamına uygun sayısal yapıda aktarılmıştır.

Veri toplama cihazının boyutları 68x48x19 mm olup uzun süre veri depolayabilmekte ve istenilen yere yerleştirilebilmektedir. Bu cihazlar üzerine sabit sıcaklık ve nem algılayıcıları montelenmiştir. Ayrıca yan taraflarına uzatma kabloları ile iki adet daha sıcaklık ölçen algılayıcı mevcuttur. Araştırma serası içerisinde 18 adet iç ve 2 adet dış ortam sıcaklığını, nemini ve çiylenme noktasını ölçmede kullanılan ölçme düzeneği veri kaydediciler, algılayıcılar ve veri aktarıcılar kullanılmıştır.


Sıcaklık ve nem ölçüm aletleri, bir çeşit elektronik veri kaydedici bir alet olup sıcaklık ve nem değerlerini istenilen zaman aralığı ile kaydederler. Veri kaydediciler kişisel bilgisayarlar üzerinde bir yazılım bulundurup, kaydedicinin başlatılması ile sıcaklık ve nem gibi parametreler algılayıcılar tarafından algılanıp toplanıp ölçülen bilgilerin gösterilmesini sağlar. Bu algılayıcılar bilgileri elektronik sinyallere çevirirler. Algılayıcılardan gelen sinyaller teller, optik kablo veya kablosuz linkler ile transfer edilerek bilgiler toplanır (Gümüş, 2009).

Günümüzde çok kuvvetli işlemciler ile çok hızlı bir şekilde algılayıcılardan gelen sinyaller bilgiye dönüştürülmektedir. Veri kaydedicilerin küçük boyutlarda olması başka yerlere götürülmesinde kolaylık sağladığı için kullanılması gayet idealdir. (Gümüş, 2009).

3.1.7.1. Veri Toplayıcılar

Seraya yerleştirilen veri kaydedicilerdeki bilgileri toplayarak bilgisayara atmaya yarayan cihazlar veri aktarıcılardır. Depolanan veriler basit bir kablo bağlantısıyla veri taşıyıcılara kaydedilerek depolanmış ve daha sonra toplu halde bilgisayara aktarılmıştır. Veri aktarıcılar bilgisayarda ayarlanan zaman ile eş zamanlı olarak çalışmaktadır.

Veri kaydedicinin pil seviyesi bilgisayardaki yazılım ile takip edilebilmektedir. Pil ömrü bir yıl kadardır. Pilin bitmesi durumunda sabit hafıza sayesinde veriler güvenle saklanabilmektedir. Çalışma alanında okunan verileri bilgisayara aktarmak için bağlantı kablosu kullanılmaktadır. Tam dolu veri aktarıcının veri aktarım süresi 2 dakika sürmektedir. Veri kaydedicilerin her birinin toplam ölçüm kapasitesi 7943 adettir. Ölçüm sıklığı 1 saniyeden 18 saate kadar ayarlanabilmektedir. Toplam kayıt süresi ölçüm sıklığına bağlı olarak 1 yıla kadar çıkabilmektedir. Veri kaydedici ile kaydedilen veriler okunduktan sonra ölçümler yeniden başlatılmıştır. Cihazların kalibre edilmesine gerek yoktur. Araştırmada kullanılan iç ve dış ortam sıcaklık, oransal nem veri kaydedicileri Şekil 3.8 - Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

 <p>The image shows a white, rectangular Onset Hobo U12-012 data logger. It has a small display screen at the top left, a grid of small holes below it, and a few buttons and indicators on the front panel. The text 'onset' is visible at the top left, and 'HOBO® data logger temp/RH/light/ext channel' is printed at the bottom left.</p>	<p><u>Sıcaklık Sensörü:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Ölçüm Aralığı: -20 ... +70°C• Ölçüm Doğruluğu: ±0,21°C <p><u>Nem Sensörü:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Ölçüm Aralığı: % 15 - %95rH• Ölçüm Doğruluğu: % ±3,5(%25 - % 85) <p><u>Datalogger:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Sıcaklık Çalışma Aralığı: -20... +70°C• Kayıt Aralığı: 1 saniye ile 18 saat
---	--

Şekil 3.8 Onset Hobo U12-012 Sıcaklık ve Nem Kayıt Cihazı

Seranın iç ortamında ölçülen iklimsel değerler HOBOWare programı ile dış ortamında ölçülen (Şekil 3.9) değerler BoxCar Pro 4 programı ile veriler değerlendirilmiştir.



Şekil 3.9 Sera dışına kurulan dış ortam sıcaklık kaydedici



Şekil 3.10 Sera içersine kurulan iç ortam sıcaklık kaydedici

3.1.8. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)

Genel olarak Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, her türlü akışkan ve akışın değişik koşullardaki analizini yapmaya yarayan bir yöntemdir. Bu yöntemde temel olarak üç ana denklem (süreklilik, momentum ve enerji denklemleri) esas alınır ve bu denklemler sayısal çözümlerle akış içindeki basınç, hız ve sıcaklık dağılımları ve bu parametrelere bağlı olarak birçok veriye ulaşılır (Wislicenus 1964, Ferziger ve Peric 2002).

3.1.8.1. Ansys Workbench

Ansys yazılımı mühendislerin statik, dinamik, mukavemet, akışkanlar mekaniği ve ısı transferi disiplinlerinde çözümlenmeye çalıştığı problemleri çözebilen genel amaçlı bir sonlu elemanlar yazılımıdır (Anonim, 2018).

Önemi:

- 1- Ürünlerin henüz prototipleri dahi üretilmemişken sanal ortamda test edilmesine olanak sağlar.
- 2- Sanal ortamdaki 3 boyutlu simülasyonlar sayesinde yapıların zayıf noktalarının tespiti sağlanabilir.
- 3- Tespitler neticesinde iyileştirmeler ve ömür hesaplamaları gerçekleştirilebilir.
- 4- Muhtemel problemlerin öngörülmesi sağlanmış olur.

Materyal olarak kullanılan sera ile aynı boyutlarda seranın bilgisayar ortamında oluşturulmasında ve daha önce ölçülen sınır koşullarının girilerek sera içerisindeki sıcaklık ve nem simülasyonlarının belirlenmesinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yöntemi ile çalışan üç boyutlu katı modelleme yapabilen bir çizim ve analiz programı olan SolidWorks paket programı kullanılmıştır. SolidWorks aynı zamanda AutoCAD dosyaları ile uyumlu 3D CAD yazılımı olup akış çözücü (flow solver) özelliği ile gerçek değerlere çok yakın bir şekilde analiz yapabilen bir simülasyon programıdır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma Alanı Çalışmaları

Araştırma doğal havalandırılmalı plastik örtülü serada yapılmıştır. Deneme 41 günlük dönem içerisinde tek yıllık olarak ölçülmüştür. Ölçüm işleri veri kaydediciler ile her 10 dakikada bir sıcaklık ve oransal nem değerleri ölçülerek kaydedilmiştir.

Sıcaklık ve nem kaydedici cihazlar bir ip yardımıyla mahyadan sarkıtılıp ölçümler alınmıştır (Şekil 3.11 – Şekil 3.12).



Şekil 3.11 Sıcaklık ve nem kaydedicilerin konumlandırılması



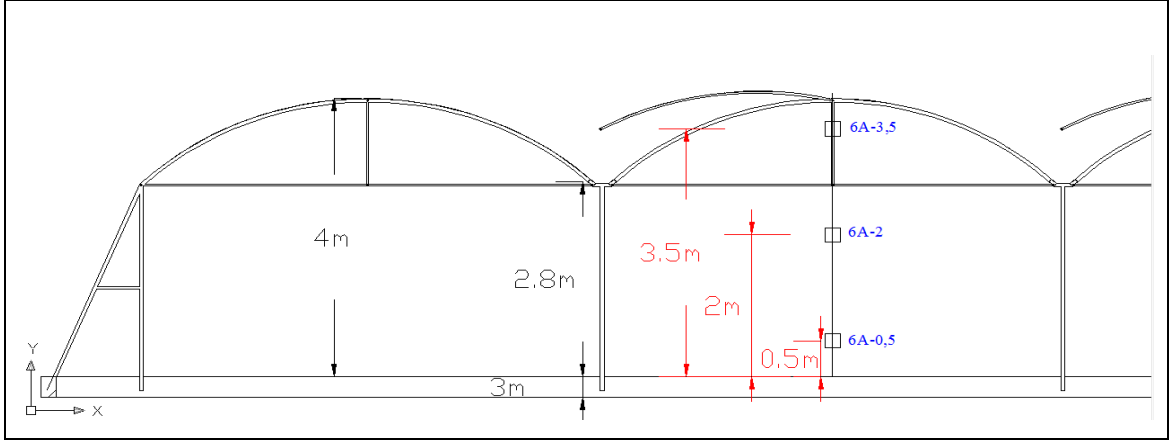
Şekil 3.12 Seradaki cihazların dikey yerleşimi

3.2.2. Sıcaklık ve Nem Ölçümleri

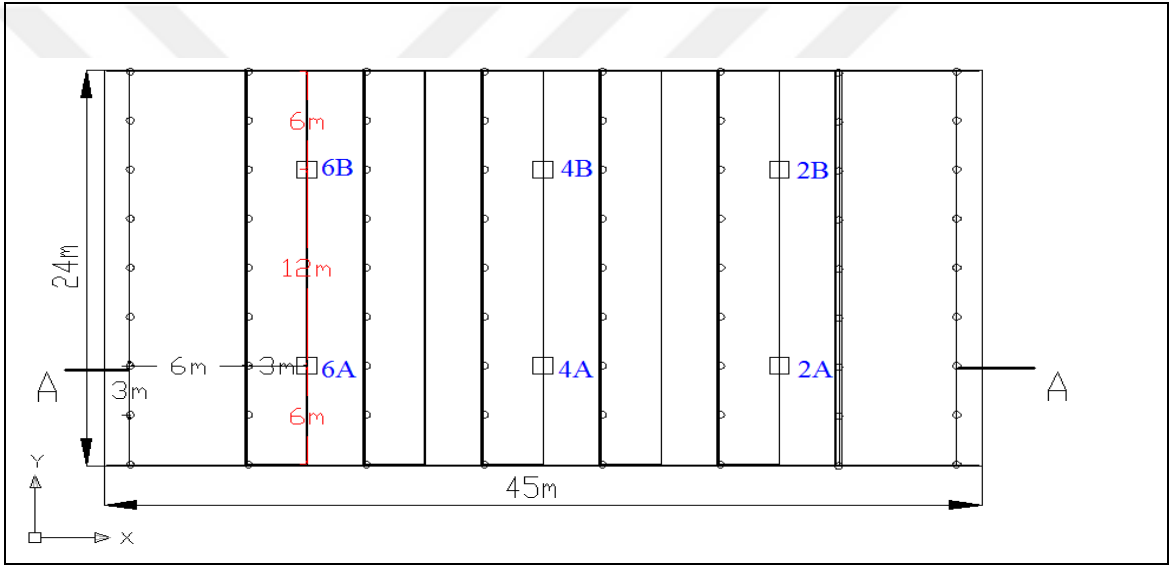
Araştırmada materyal olarak kullanılan plastik örtülü serada 18 adet sera içerisinde 2 adet de sera dışında olmak üzere toplam 20 adet sıcaklık ve nem ölçen veri kaydedici cihazı kullanılmıştır.

Seranın düşey boyutunda; mahya yüksekliği 4 m olan seranın zemininden 0.50 metresinden, sera yüksekliğinin ortası olan 2. metreden ve mahyadan 0.50 m aşağısından belirlenen noktalardan ölçüm cihazıyla sıcaklık ve nem ölçülüp veriler kaydedilmiştir (Şekil 3.13).

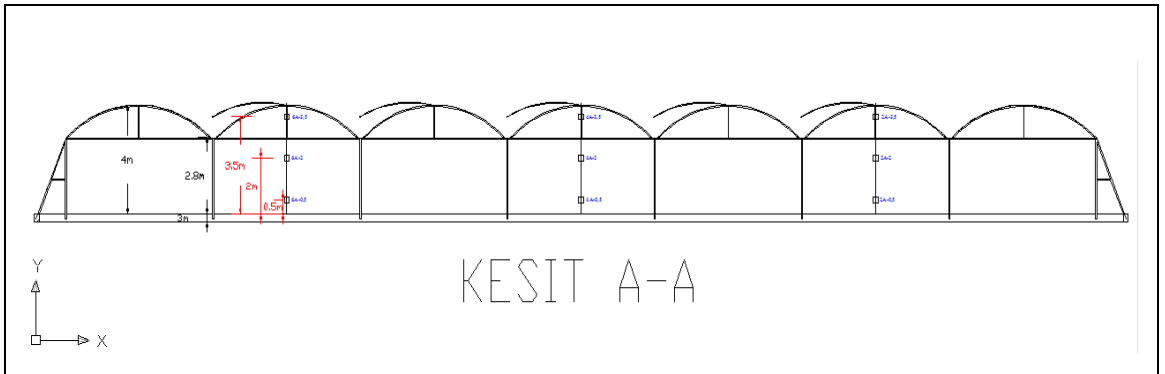
Seranın 2. 4. ve 6. blokların mahya izdüşümünde 3 yükseklikten ve sera uzunluğunun 6. ve 18. metresinde 2 noktadan olmak üzere toplam 18 noktadan ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.14 – Şekil 3.15).



Şekil 3.13 Sera dikey boyutta cihaz yerleşim planı



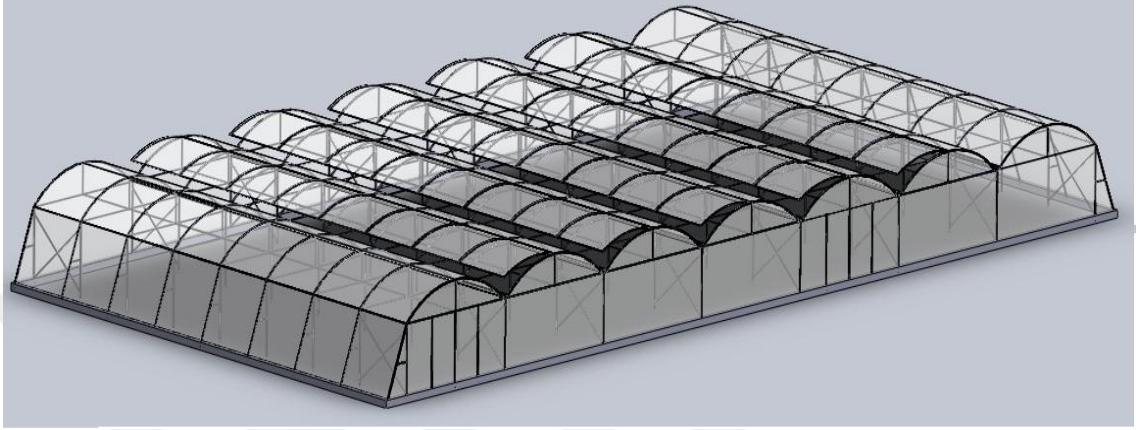
Şekil 3.14 Sera taban alanı cihaz yerleşim planı



Şekil 3.15 Sera A-A kesiti cihaz yerleşim planı

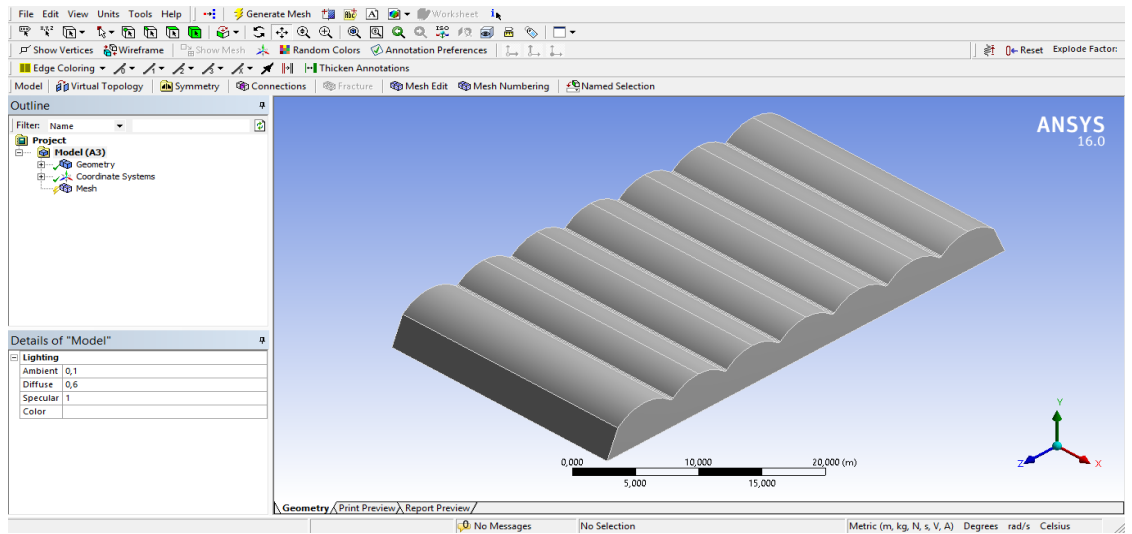
3.2.3. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) ile Modelleme

Materyal olarak kullanılan sera birebir özelliklerde bilgisayar ortamında üç boyutlu katı modelleme yapan SolidWorks paket programında çizilmiştir (Şekil 3.16).



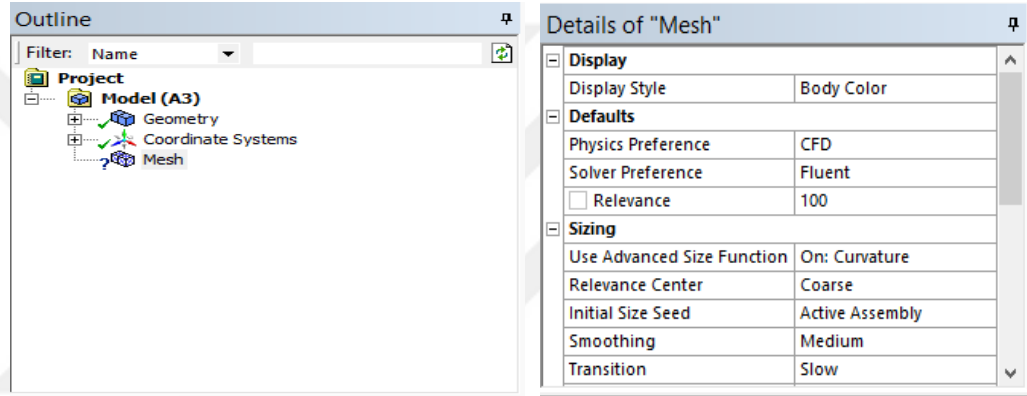
Şekil 3.16 SolidWorks programında çizilen seranın üç boyutlu izometrik görünümü

SolidWorks programında çizilen seranın dosyaları Ansys Workbench programına tanımlanmıştır (Şekil 3.17). Dış ortam koşullarında ölçülüp kaydedilen sıcaklık, nem sınır değerleri ve bölgede ölçülen en yüksek rüzgar hızı değeri ile bazı yapısal ve fiziksel özellikler programa tanımlanarak sera içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri simüle edilmiştir.

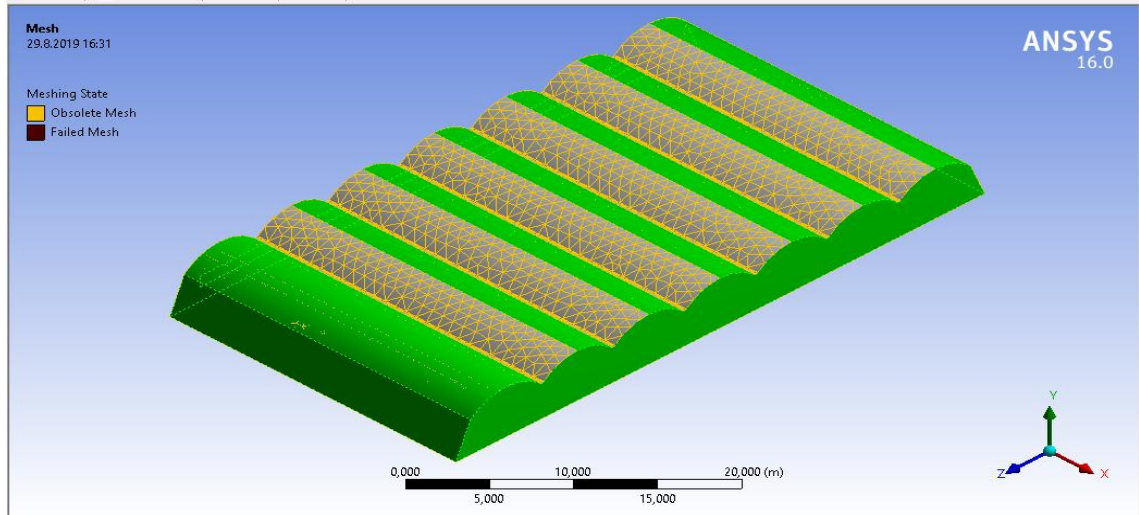


Şekil 3.17 Ansys Workbench programına tanımlanan sera

Program aracılığı ile simülasyonlar yapılırken doğruluk derecelerinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden biri de programa tanımlanan mesh (grid) sayısıdır. Mesh sayısı analizlerin hassasiyet derecesini belirleyen önemli bir etmendir. Mesh sayısının fazla tanımlanması doğruluk hassasiyetini arttırırken, hesaplama zamanını ve CPU kullanımını ciddi derecede arttırmaktadır. Mesh sayısının az olması ise doğruluk hassasiyetini azaltırken hesaplama zamanını arttırmakta ve CPU kullanımını azaltmaktadır. Burada önemli olan nokta CPU kapasitesine göre en uygun mesh aralığını tanımlamaktadır. Çalışmada yapılan analizlerde mesh tanımlama ekranı ve tanımlanan mesh aralıkları Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’da gösterilmiştir.

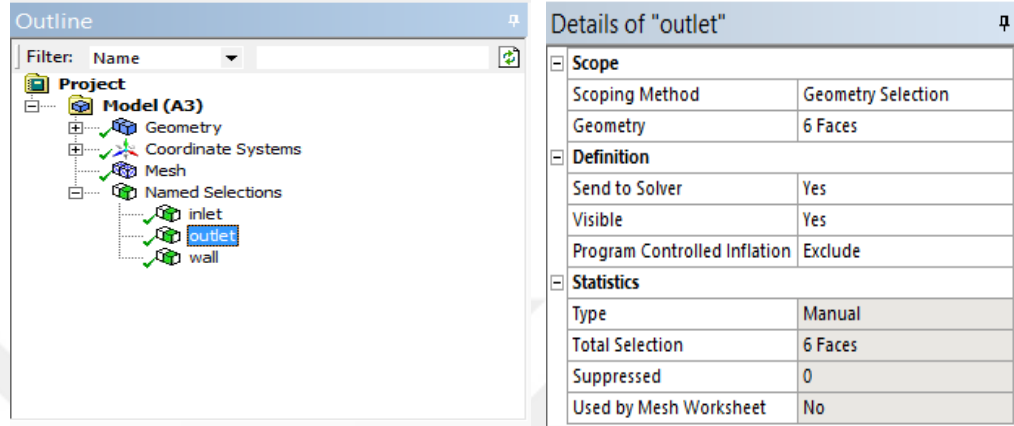


Şekil 3.18 Mesh tanımlama ekranı

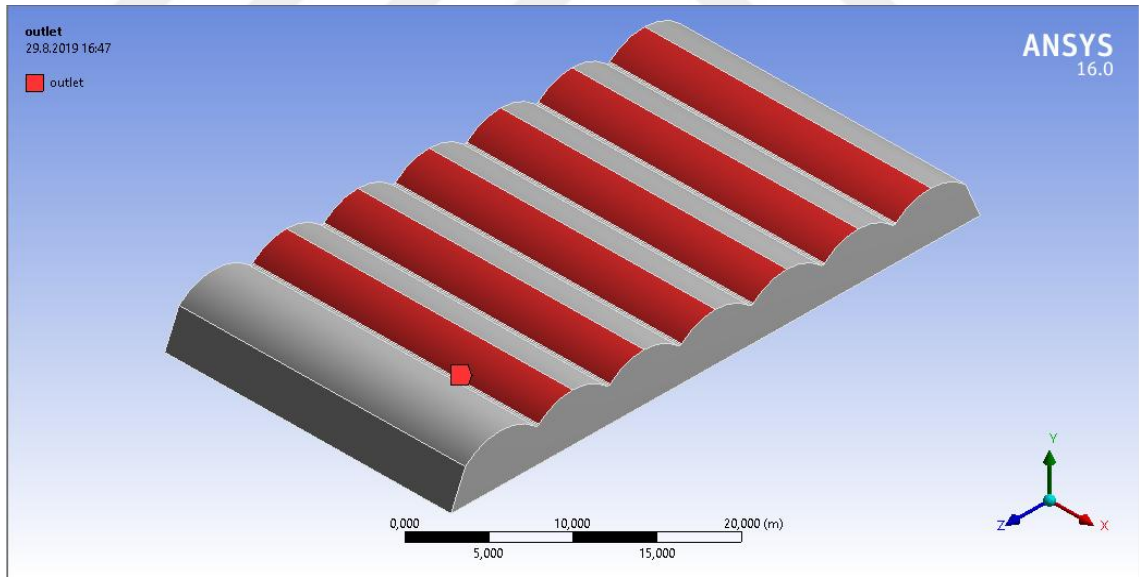


Şekil 3.19 Seraya mesh tanımlama

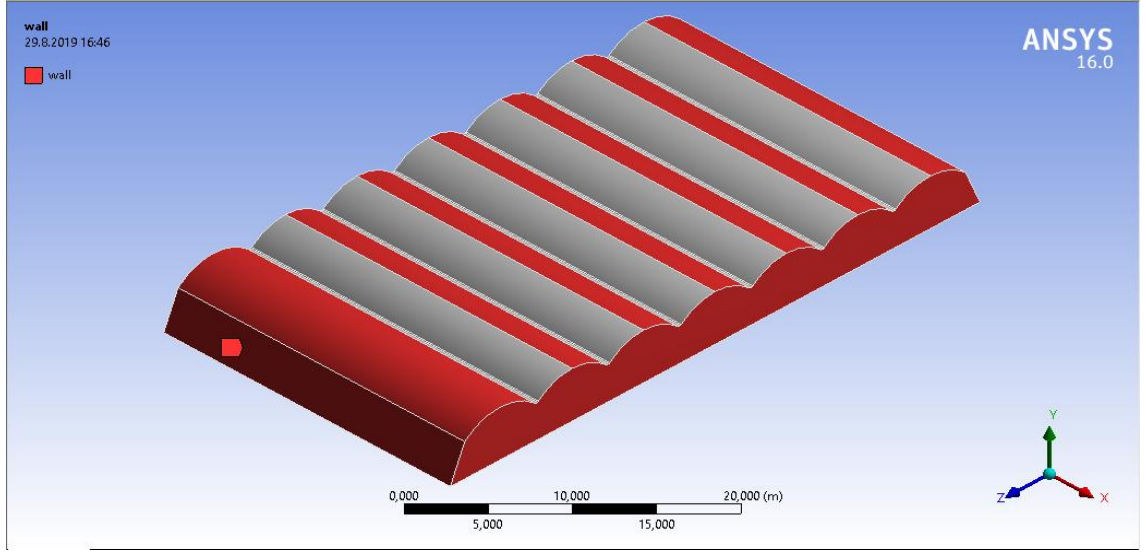
Mesh işlemi yapıldıktan sonra seraya giren havanın giriş açıklığı, seradan çıkan havanın çıkış açıklığı tanımlanmıştır (Şekil 3.20 – Şekil 3.21). Akışkanın model içerisine giriş çıkış bölümleri tanımlandıktan sonra havanın sera içerisinde temas ettiği bölümler tanımlanmıştır (Şekil 3.22).



Şekil 3.20 Akışkan giriş çıkış tanımlama ekranı

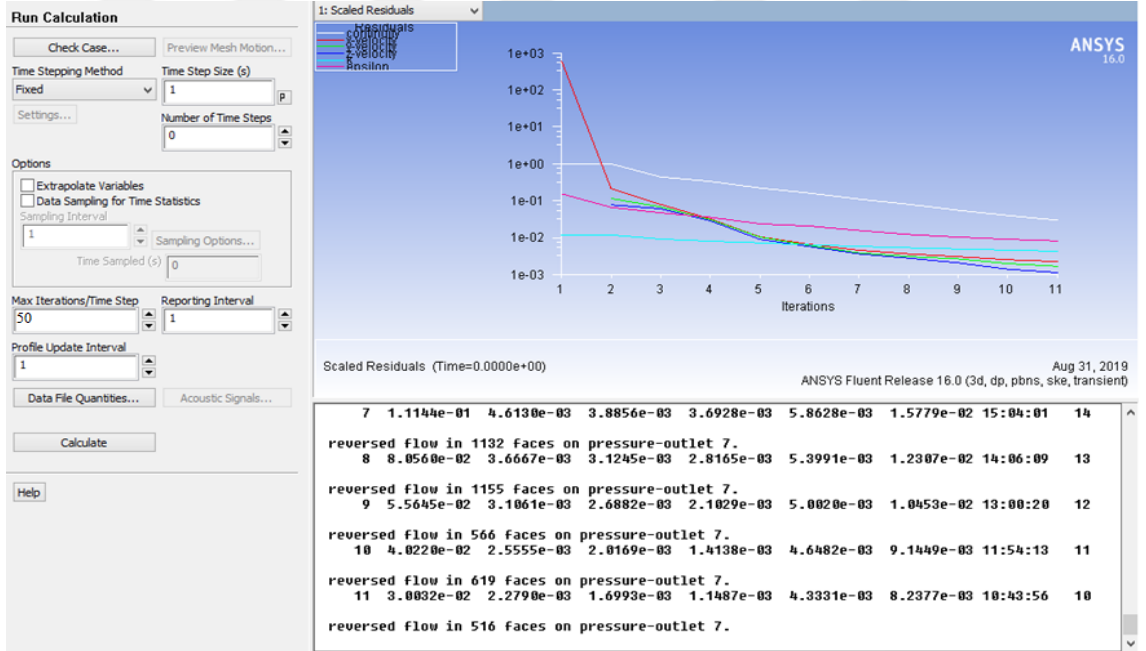


Şekil 3.21 Seradan çıkan havanın çıkış açıklığının tanımlanması



Şekil 3.22 Havanın sera içerisinde temas ettiği bölümlerin tanımlanması

Program aracılığı ile gerekli parametreler girildikten sonra her mesh için yapılması istenen yinelenme sayısı girilmiştir. Yaptığımız çalışmada her mesh için 50 yinelenme girilmiş ve program çalıştırılmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 Girilen yinelenme sayısı ile hesaplamının yapılması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Sökmen Kampüsü Ziraat Fakültesi seralar bölgesinde bulunan ve materyal olarak seçilmiş seralarda ölçülen sera içi iklim etmenlerine ait sıcaklık, nem ve çiylenme sonuçları değerlendirilerek grafikler hazırlanmış ve aşağıda verilmiştir.

Ayrıca çatı eğim açısının Gümüş (2019)' e göre yeniden hesaplanması yapılmış ve Hatay bölgesi için uygun çatı eğim açısı belirlenmiştir.

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği programı ile elde edilen simülasyon görüntüleri yorumlanmıştır.

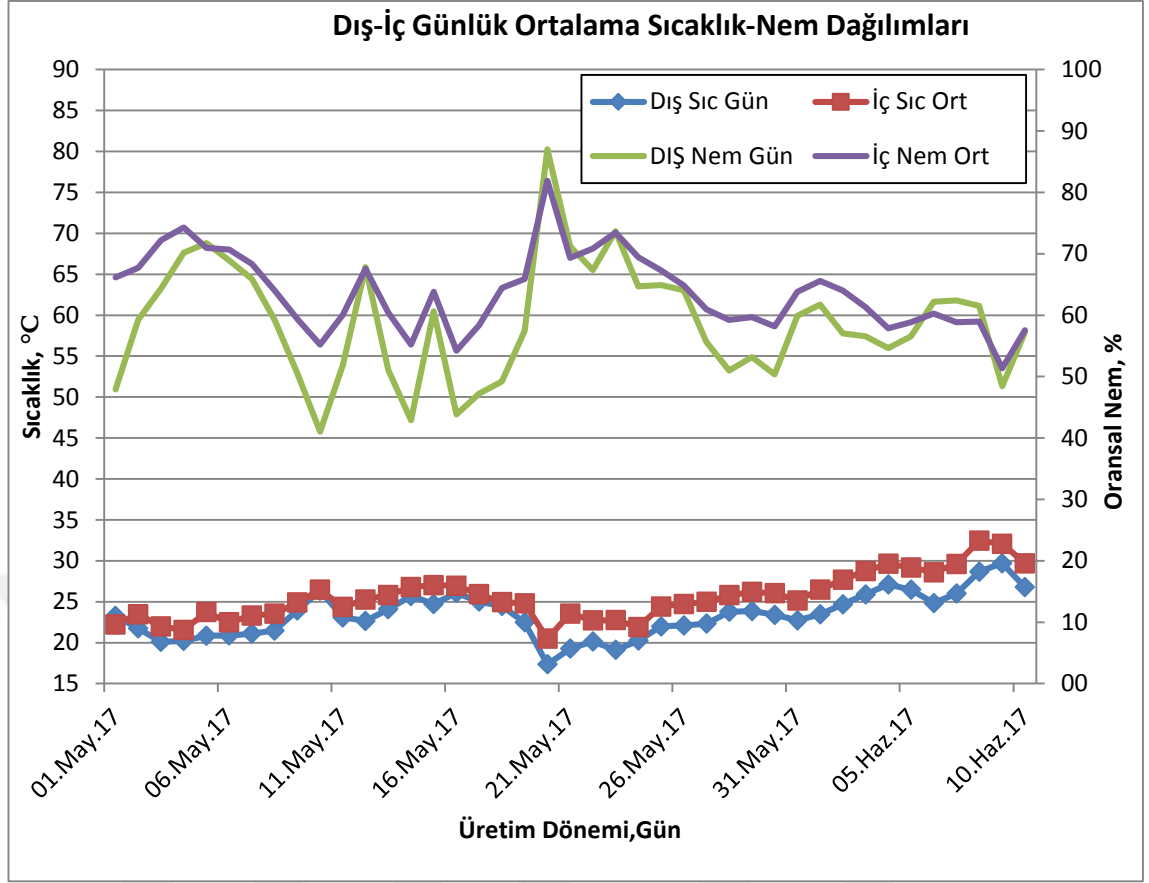
Yetiştirme periyodunda çalışma alanındaki ölçülen günlük ortalama sıcaklık-oransal nem grafiği incelendiğinde (Şekil 4.1), sera içerisinde sıcaklığın genellikle 20-30°C arasında olduğu, oransal nemin ise %50-75 arasında olduğu görülmektedir.

20 Mayıs tarihinde dış nem %87 oranında ölçülmüş içeride %81.9 olan oransal nemin dışarıya göre %5.1 azaldığı ve Çizelge 4.1'de bölgenin 102.6mm'lik yağış aldığı gösterilmiştir. Sera içerisindeki nem miktarının %81.9 olduğu sırada sıcaklığın da hızlı bir şekilde 20.5°C'ye düştüğü görülmektedir.

9 Haziran tarihinde ise sera içerisinde ortalama sıcaklık 32.1°C ölçülürken sera içerisindeki nem miktarı %51.3 seviyesine düşmüştür. Böylece sıcaklık artarken oransal nemin düştüğü, nem arttığında ise sıcaklık değerlerinin düştüğü belirlenmiştir.

Kavun bitkisinin iklim isteklerine bakıldığında sıcaklığın daha çok Haziran ayında 25°C'nin üstüne çıktığı ve azalmadığı görülmekte bu dönemde sera içerisinde uygun sıcaklık değerlerinin sağlanamadığı anlaşılmaktadır.

Nem isteklerine bakıldığında da %50-65 arasında olması istenilen değer 1-8 Mayıs ve 20-26 Mayıs tarihlerinde istenilen değeri aştığı görülmüştür. Ölçüm periyodunun diğer günlerinde sera içerisinde istenilen nem değerlerine ulaşıldığı görülmüş ve uygun bir yetiştirme ortamı sağlanmıştır.



Şekil 4.1 Dış-iç günlük ortalama sıcaklık-nem dağılımları

Çizelge 4.1 Ölçüm döneminde düşen yağış miktarı

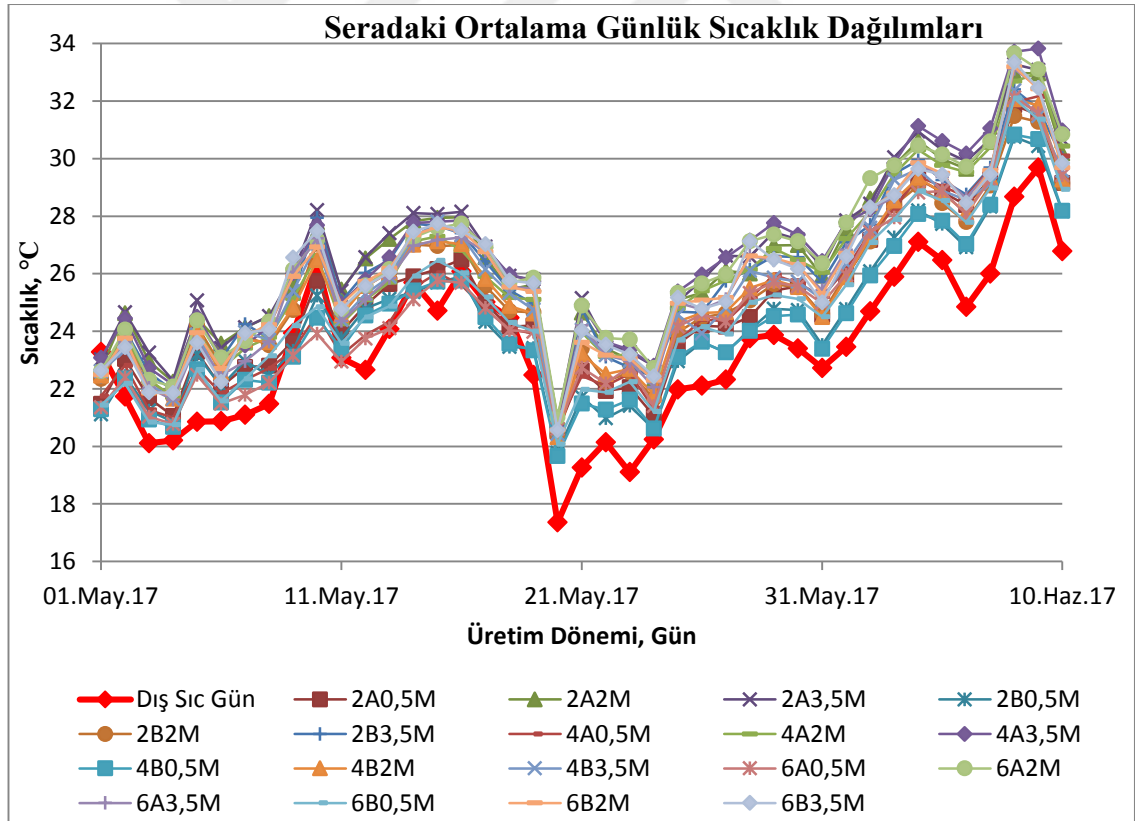
Tarih	Yağış (mm)
19.05.2017 - 00.00.00.	32
20.05.2017 - 00.00.00.	102.6
21.05.2017 - 00.00.00.	1.6
22.05.2017 - 00.00.00.	1.4
23.05.2017 - 00.00.00.	7.4

Kaynak: Progen Ölçüm İstasyonu, 2017.

Çalışma yapılan bölgenin 1 Mayıs- 10 Haziran tarihleri arasında 19.05.2017 ve 23.05.2017 tarihlerinde yağış aldığı ve diğer günler yağış almadığı iklim verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

4.1. Sıcaklık Dağılımları

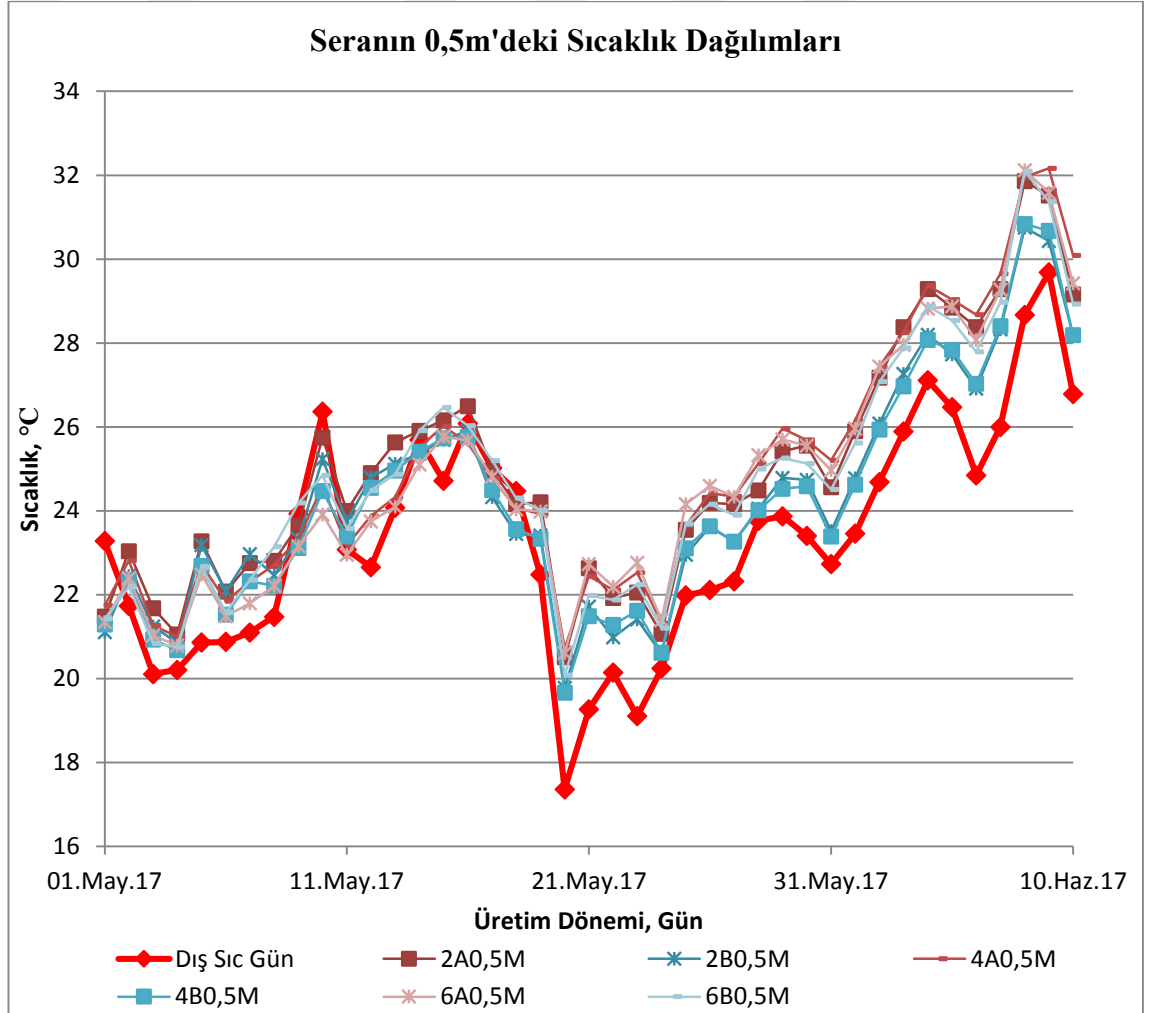
Yetiştirme periyodunda sera içerisinde 1 Mayıs'tan 10 Haziran'a kadar sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Sera içerisinde on sekiz noktadan alınan günlük sıcaklık değerleri günlük dış sıcaklık ile karşılaştırılmıştır. Şekil 4.2 incelendiğinde genel olarak iç sıcaklıkların dış sıcaklıkla paralel bir şekilde yol izlediği görülmüştür. Mayıs ayında 20-26°C arasında seyreden dış sıcaklık sera içerisinde 21-28°C arasında ölçülmüştür. Karşılaştırma yapıldığında sera içerisinde 1-2°C'lik bir artış olduğu görülmekte olup ve sera ortamı için uygun bir sıcaklık elde edilmiştir. Haziran ayının ilk 10 gününde ise dış sıcaklık 23-30°C arasında seyrederken sera içerisinde 25-34°C arasında sıcaklık değeri ölçülmüştür. Karşılaştırma yapıldığında sera içerisinde 2-4°C daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. Haziran ayı başlarındaki sera içerisindeki sıcaklık artışı havalandırmanın bu zamanlarda yetersiz olmaya başladığını göstermektedir.



Şekil 4.2 Sera içerisindeki 18 noktadan alınan ortalama günlük sıcaklık dağılımları

4.1.1. Seranın 0,5m'deki Sıcaklık Dağılımları

Seranın 0,5m katmanında ölçülen günlük sıcaklık ölçümleri incelendiğinde (Şekil 4.3) dış ve iç sıcaklık değerlerinin hemen hemen aynı doğrultuda gittiği gözlemlenmektedir. Ancak, 10 Mayıs'ta dış sıcaklık 26°C ölçüldüğünde içerideki sıcaklığın dışarıya göre 3°C daha az olduğu ölçülmüştür. Bu durumda sera içerisinde sıcaklığın hava basma ünitesi ile düşürüldüğü ortaya çıkmaktadır. Grafik bütünüyle ele alındığında 0,5m de iç sıcaklık ile dış sıcaklık arasında 1-2°C'lik fark olduğu gözlemlenmektedir. Böylelikle sera tabanına yakın alanda uygun sıcaklık değerleri sağlanmıştır.

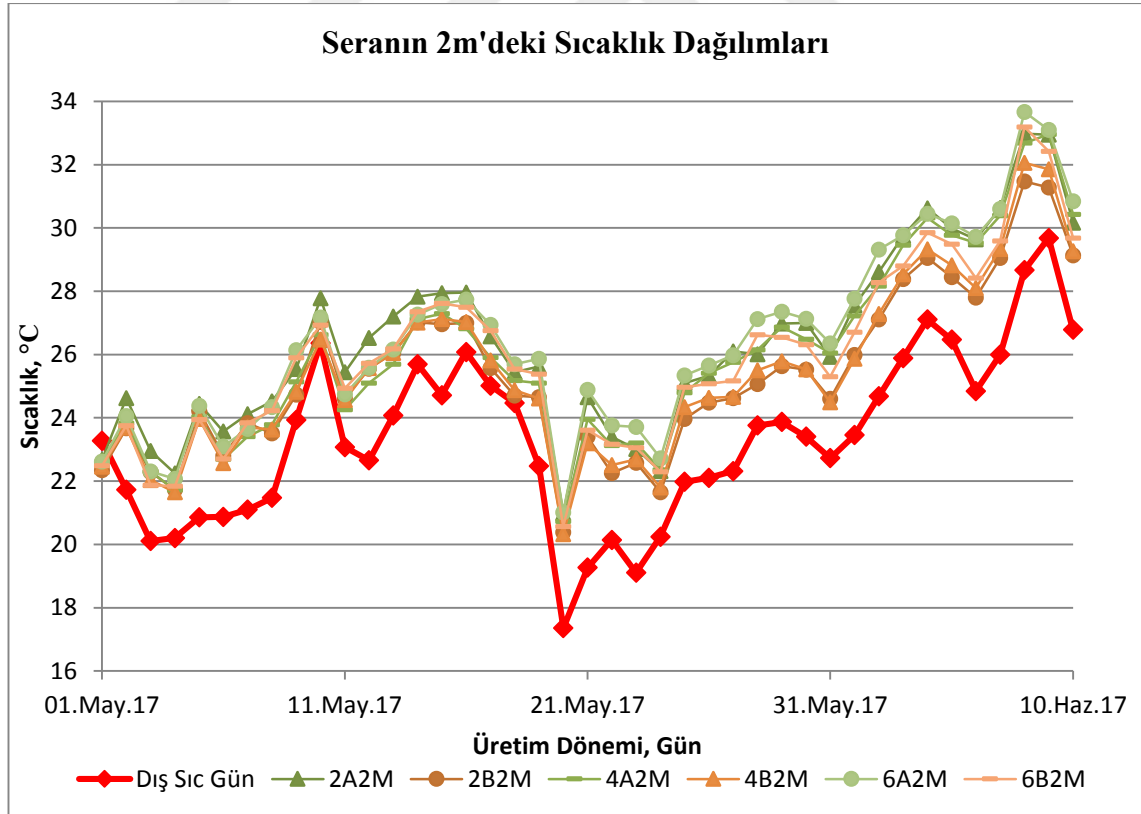


Şekil 4.3 Seranın 0,5m'deki sıcaklık dağılımları

4.1.2. Seranın 2m'deki Sıcaklık Dağılımları

Seranın 2m katmanında ölçülen günlük sıcaklık ölçümleri incelendiğinde (Şekil 4.4) dış sıcaklık ile uyumlu bir yol izlediği görülmektedir. Mayıs ayı ortalarına kadar sera içerisi ve dışarısı arasındaki 1-2°C olan sıcaklık farkı 20 Mayıs'tan sonra 2-3°C'lere çıkmıştır. 20 Mayıs tarihinde dış sıcaklık değerinde yaşanan düşüşle sera içerisinde de sıcaklık değeri düşmüş ve sera dışı ile içerisi arasında 4°C fark ölçülmüştür.

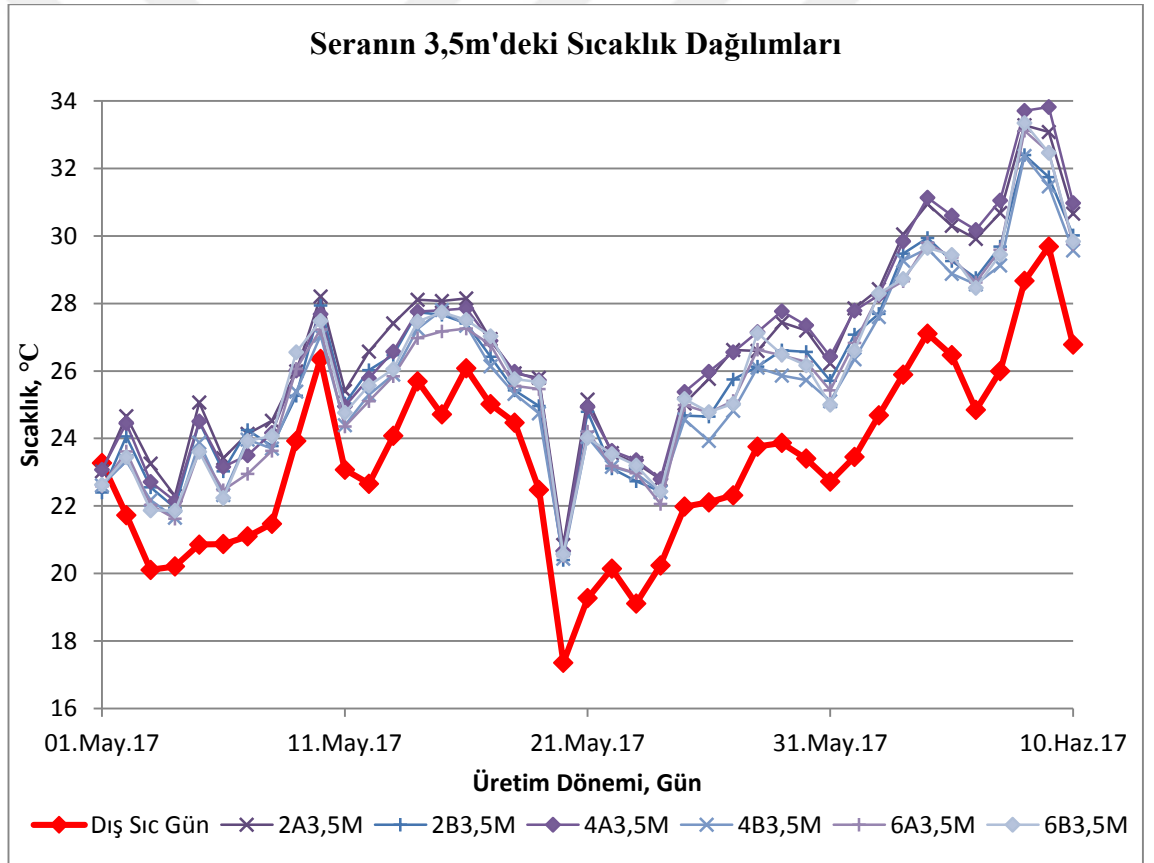
20 Mayıs'tan sonra artan dış sıcaklıkla beraber seranın 2m'lerinde sıcaklık da artış göstermiş ve sera içerisinde belirli bir fark oluşmaya başlamıştır. En sıcak günün yaşandığı 8 Haziran'da sera içerisinde dış sıcaklığa göre 4°C artış gözlemlenmiştir. Haziran 3'ten sonra artan sıcaklıklar sebebiyle seranın 2m katmanında sıcaklık 30°C'yi aşmıştır. Böylece 20 Mayıs tarihinden sonra seranın 2m'de katmanında uygun sıcaklık değerleri sağlanamamıştır.



Şekil 4.4 Seranın 2m'deki sıcaklık dağılımları

4.1.3. Seranın 3,5m'deki Sıcaklık Dağılımları

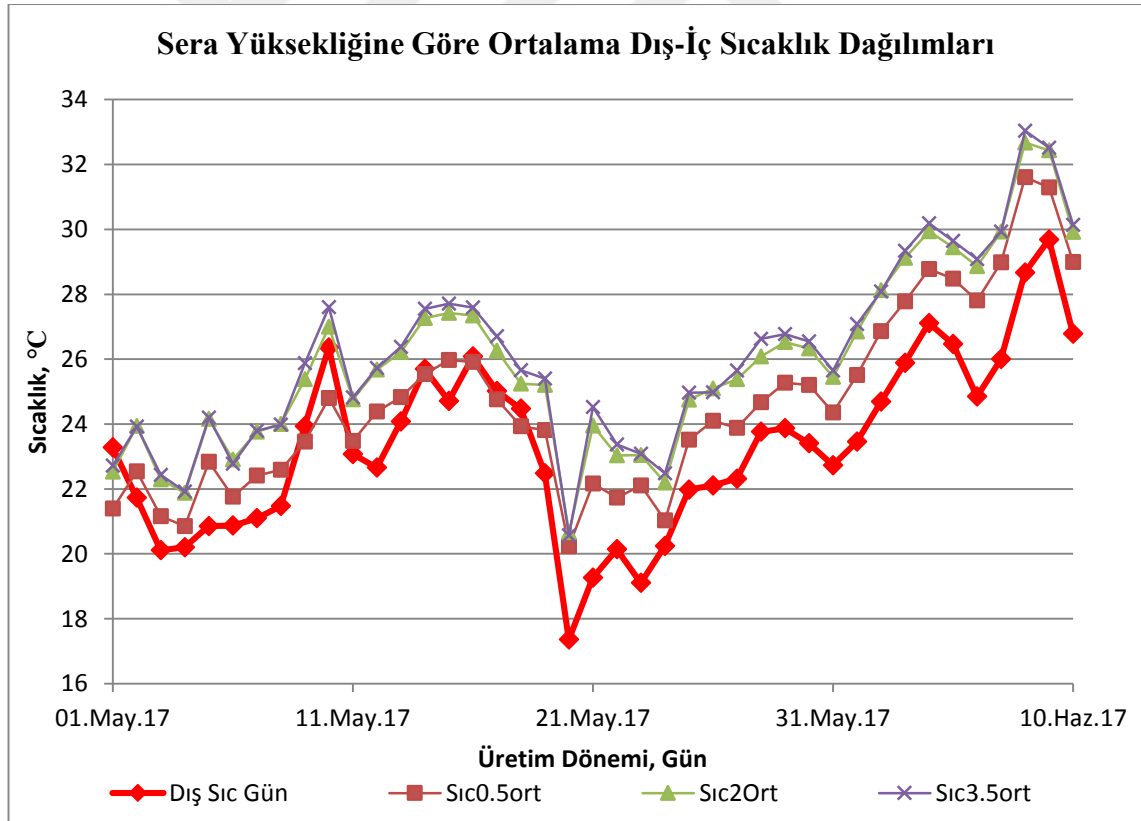
Seranın 3,5m katmanında ölçülen günlük sıcaklık grafiğine bakıldığında (Şekil 4.5) iç sıcaklığın dış sıcaklıkla paralel bir yol izleyip zamanla arttığını görülmektedir. 10 Mayıs'ta dışarıda ölçülen 26.4°C sıcaklık değerine karşın içerde 28.2°C sıcaklık değeriyle en düşük 1.8°C'lik bir düşüşle yakınlığı görülmüştür. 10 Mayıs tarihi dışındaki bütün ölçüm günlerinde sera iç ve dış sıcaklıkları arasında 4-5°C'lik fark olduğu gözlemlenmiştir. Sera içerisinde havalandırma kapaklarına yakın bölgelerde dışarıya göre 4-5°C daha sıcak olduğu gözlemlenerek ısınan havanın dışarıya atılmadığı ve çatı mahyasının altında kaldığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.5 Seranın 3,5m'deki sıcaklık dağılımları

4.1.4. Serada Yüksekliğe Göre Ortalama Sıcaklık Dağılımları

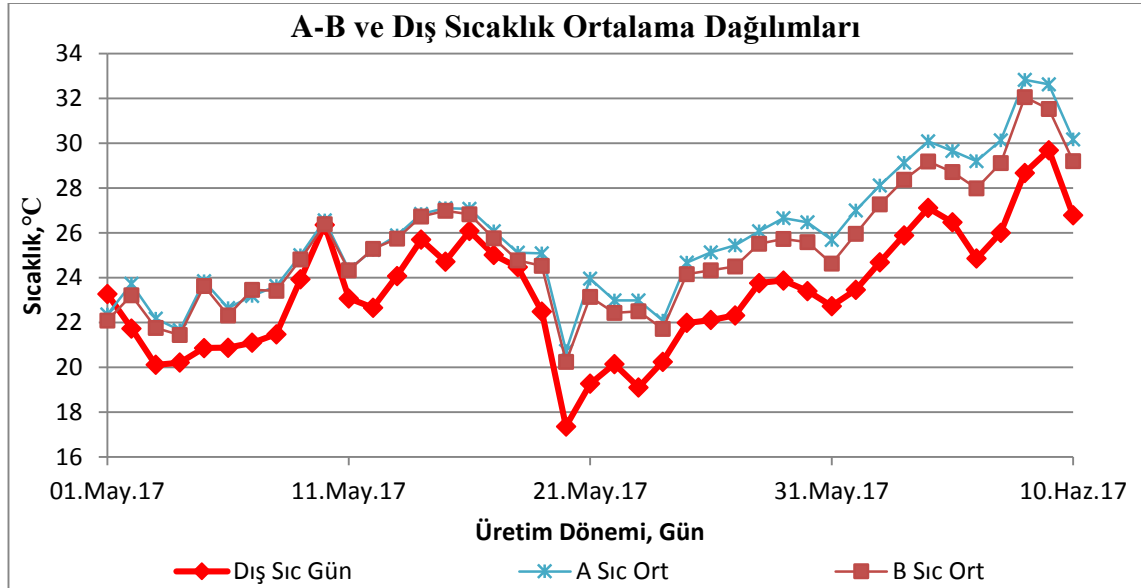
Seranın yüksekliğe göre ortalama sıcaklık değişim grafiği (Şekil 4.6) incelendiğinde iç sıcaklığın zamanla arttığı gözlemlenmektedir. 20 Mayıs'a kadar olan süreçte 0,5m katmanında ölçülen ortalama sıcaklığın dış sıcaklıkla zaman zaman kesiştiği ve dış sıcaklığa göre düştüğü gözlenmiştir. 20 Mayıs'tan sonra 0,5m katmanındaki sıcaklığın dış sıcaklığa göre 2-3°C'lik bir artışı söz konusu olmuştur. Bu da taban alanının dış ortam sıcaklığına yakın olduğunu ve bitki gövdesinin alt kısımlarında istenilen sıcaklığa ulaşıldığını göstermektedir. 2m ve 3,5m'deki ortalama sıcaklıklar incelendiğinde birbiriyle aynı seyreden neredeyse üst üste gelmiş iki ölçüm çizgisi görülmüştür. Bu katmanlardaki sıcaklık ölçümünün dış sıcaklık ölçümünden 3-5°C'lik daha fazla olduğu görülmektedir. Bitki boylarının ulaştığı 2m'den çatıya doğru olan alanda sıcaklığın en fazla 5°C'ye kadar artması sıcak havanın bitkilerin üst tarafında biriktiğini, dışarıya atılmadığını göstermektedir.



Şekil 4.6 Sera yüksekliğine göre ortalama dış-iç sıcaklık dağılımları

4.1.5. Seranın A (Ön Taraf) ve B (Arka Taraf) Bölmelerindeki Ortalama Sıcaklık Dağılımları

Seranın giriş kapılarının olduğu kuzey yönüne bakan ön kısmı A bölümü olarak isimlendirilmiş, pencere açıklığının bulunduğu güney yönüne bakan arka kısmı da B bölümü olarak isimlendirilmiştir. A ve B bölümünde ölçülen ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde 20 Mayıs'a kadar sera içerisindeki ortalama sıcaklığın her tarafta hemen hemen aynı olduğu gözlenmektedir. 20 Mayıs'tan sonra (Şekil4.7) A bölümünde sıcaklık B bölümüne göre daha fazla artış göstermiştir. B bölümünün A bölümünden daha sıcak olması beklenirken burada zamanla sıcaklığın A bölümüne göre az olması güneye bakan havalandırma penceresi sayesinde sıcaklığın dışarı atıldığını göstermektedir. Yine B bölümünde ölçülen sıcaklık değerinin dış sıcaklıktan 2-3°C fazla olması burada bulunan havalandırma penceresinin işe yaradığını göstererek sıcak havanın dışarıya atılmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. Kuzeye bakan A bölümünde sıcaklığın daha düşük olması beklenirken dış sıcaklıkla kıyaslandığında 3-4°C daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni bu bölmede havalandırma penceresi bulunmadığı için sadece giriş kapısından dolayı havalandırma gerçekleşmemiş sıcak hava dışarıya atılamamış ve yeterli havalandırma sağlanamamıştır.

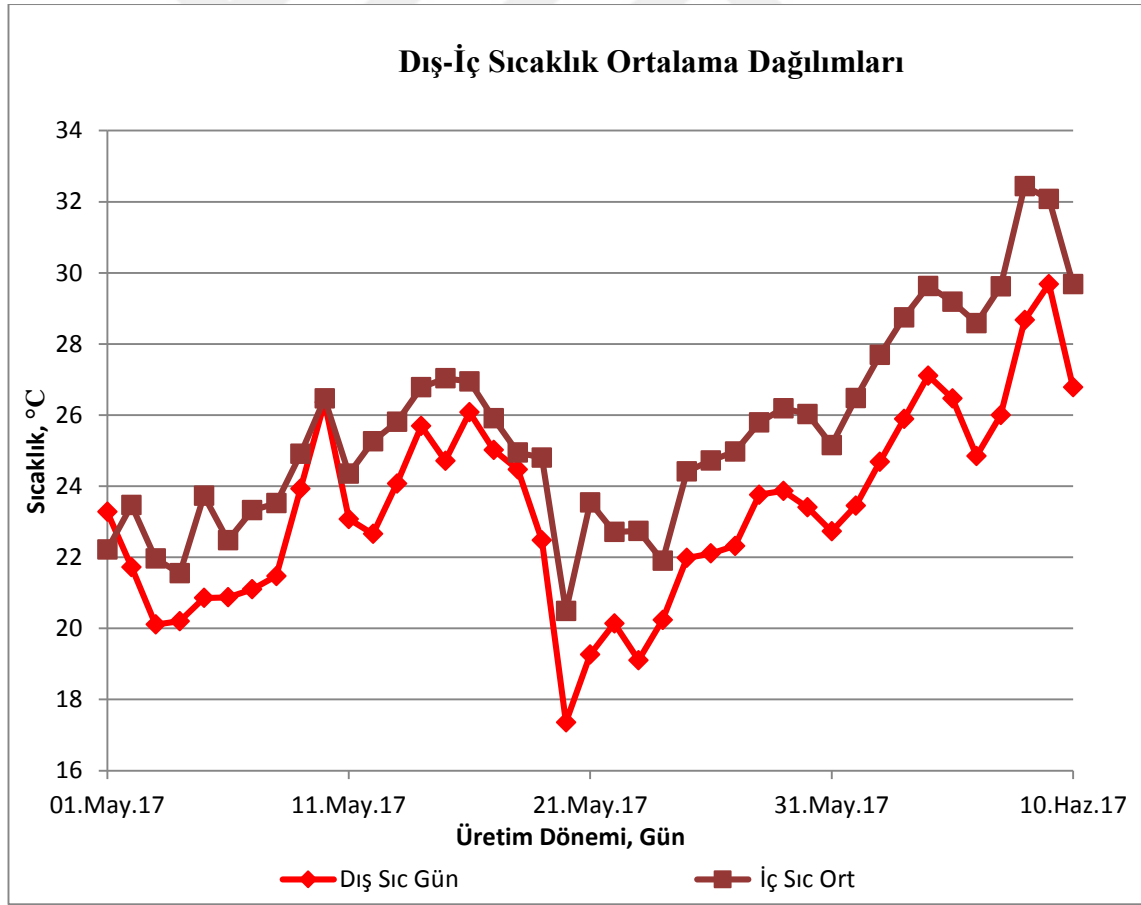


Şekil 4.7 A-B dış sıcaklık ortalama dağılımları

4.1.6. Sera İç ve Dış Ortalama Sıcaklık Dağılımları

Üretim periyodunda sera içresinde kırk bir gün boyunca ölçülen ortalama sıcaklık değeri ile dış sıcaklık kıyaslandığında sera içinin daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde istisnai olarak 10 Mayıs tarihinde dışarıda ortalama 26.4°C olarak ölçülen sıcaklığa karşın içeride ortalama 26.5°C sıcaklık ölçülmüştür. Yetiştirme periyodunda 1 Mayıs'tan 20 Mayıs'a kadar dış-iç sıcaklık farkı ortalama 2,5°C ölçülürken, 20 Mayıs'tan sonra dış-iç sıcaklık farkı ortalama 3,5°C arasında değişmiştir.

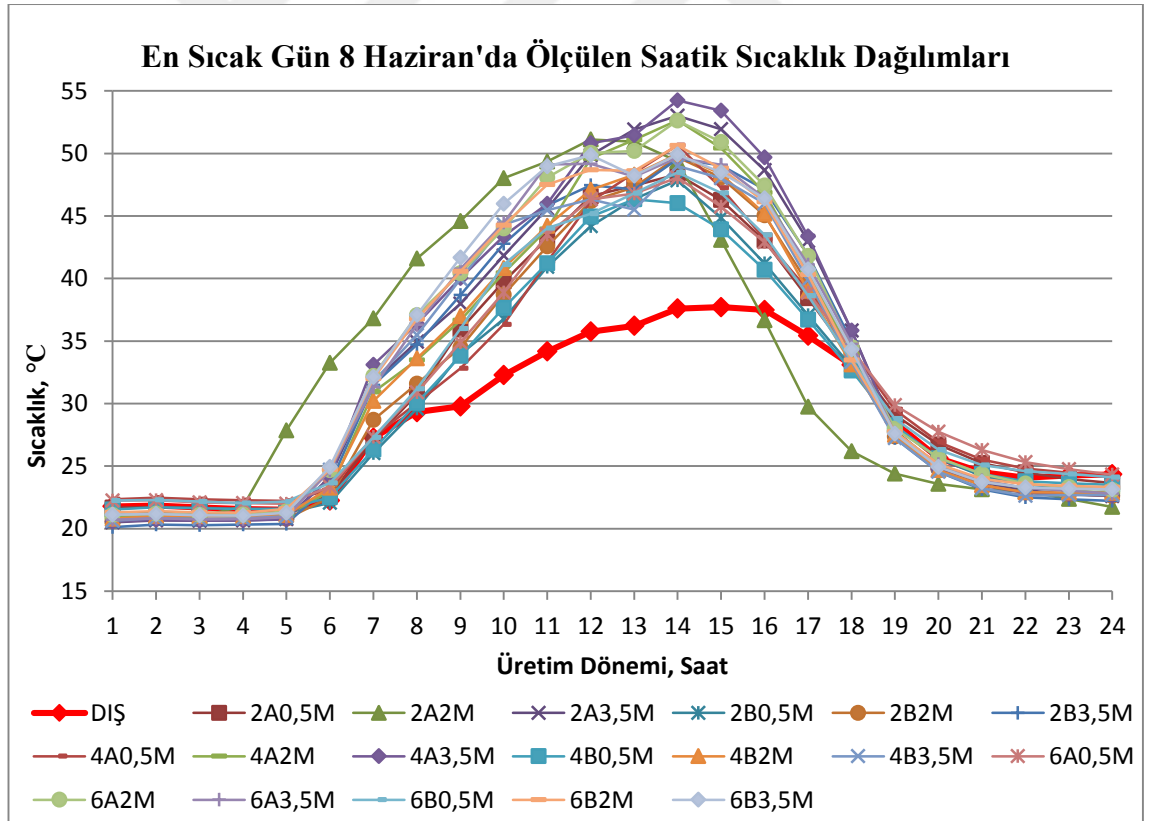
Genel olarak serada uygun bir havalandırma yapmak için sera içerisindeki ortalama sıcaklığın dış sıcaklıktan 1-2°C fazla olması istenir (Zabeltitz, 2011). Şekil 4.8'de elde edilen değerlere göre sera içerisinde ortalama 3,5°C'lik bir artış olduğu görüldüğünden 20 Mayıs'tan sonra uygun bir havalandırma yapılamadığı görülmektedir.



Şekil 4.8 Dış-iç sıcaklık ortalama dağılımları

4.1.7. Serada En Sıcak Günün Saatlik Sıcaklık Dağılımları

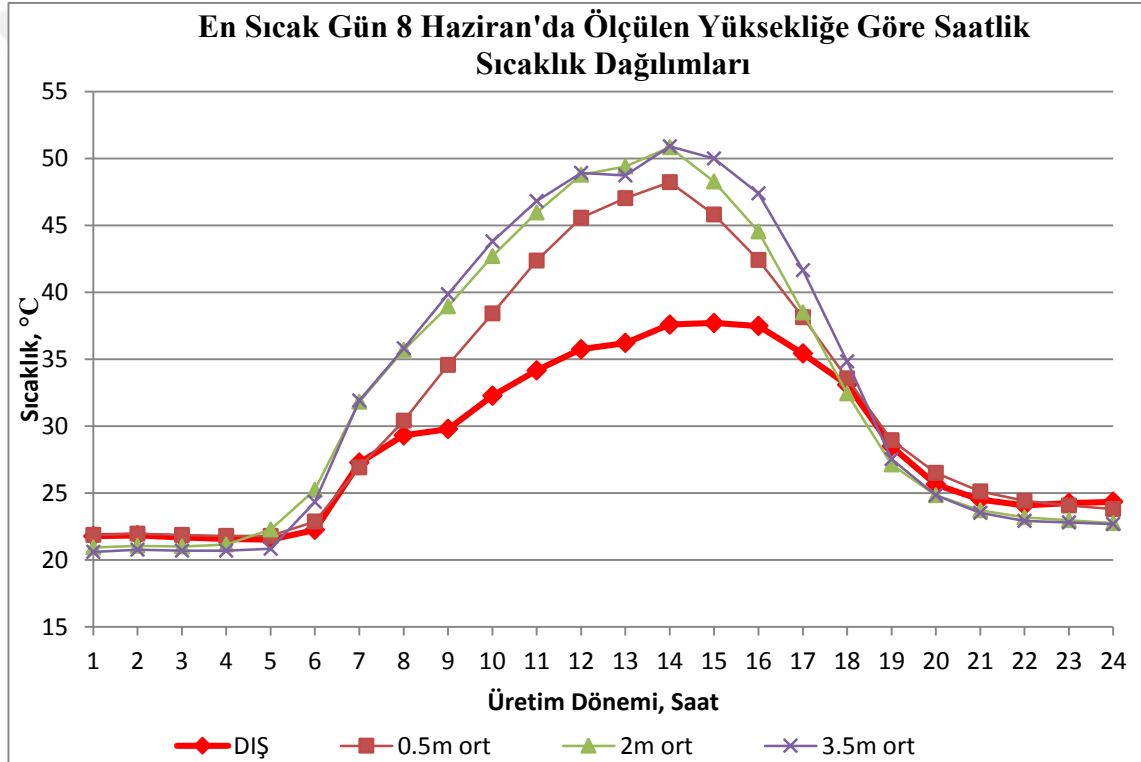
Yetiştirme periyodunda sera içerisinde yapılan ölçümler süresince, ölçülen en yüksek ortalama sıcaklık değerinin 8 Haziran gününe ait olduğu belirlenmiştir. Günlük sıcaklık değerlerine bakıldığında da en yüksek hava sıcaklığının bu güne ait olduğu görülmüştür. Sera içerisindeki bütün sıcaklık ölçüm noktalarının en sıcak günle olan saatlik karşılaştırılmasına bakıldığında dış sıcaklıkla beraber aşırı bir yükselme olduğu gözlenmektedir. Grafik incelendiğinde gece boyu 20°C’lerde olan sıcaklık sabah saat 06.00’den sonra sera içerisinde hızla artmaktadır. Günün en sıcak saati olan saat 14.00’da sera içerisinde en yüksek sıcaklık değeri 54.2°C olarak ölçülmüştür. Kavun bitkisi yetiştirmek için uygun sıcaklığın 25-30°C’lerde olduğu bilindiğinden saat 10’dan sonra sera içerisindeki yüksek sıcaklık değerlerinin kavun verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği görülmüştür.



Şekil 4.9 En sıcak gün 8 Haziran'da ölçülen saatlik sıcaklık dağılımları

Yetiştirme periyodunda sera içerisinde yapılan ölçümler süresince, en sıcak günde ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin saatlik ve yüksekliğe göre değişimine bakıldığında saat 06.00'dan itibaren sıcaklığın hızlı bir şekilde yükselmeye başladığı görülmektedir. Günün en sıcak saati olan saat 14.00'da dış sıcaklık ve iç sıcaklık arasında 16.6°C'lik bir fark olduğu tespit edilmiştir.

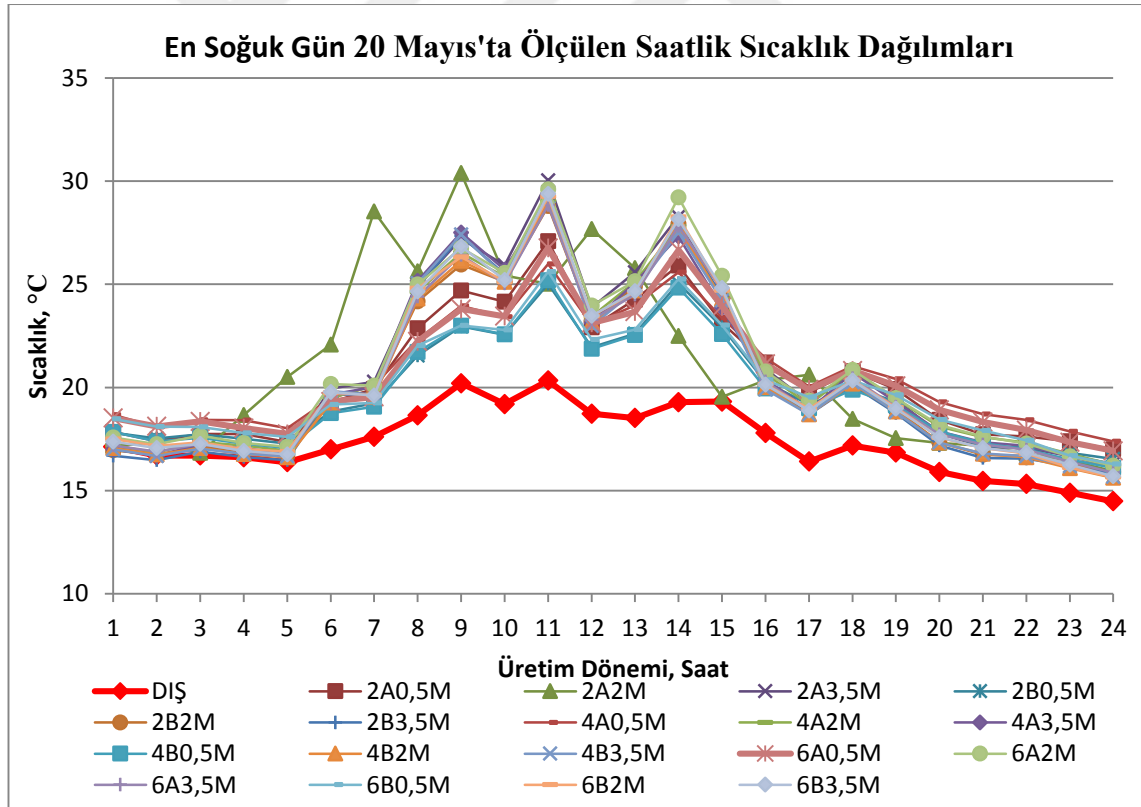
Sabah saat 10.00'dan akşam saat 18.00'a kadar ölçülen ortalama sıcaklık değerlerindeki artıştan dolayı sera içerisindeki havalandırmanın yeteriz kaldığı ve sera içerisinde aşırı sıcaklıklarla karşılaşıldığı saptanmıştır.



Şekil 4.10 En sıcak gün 8 Haziran'da ölçülen yüksekliğe göre saatlik sıcaklık dağılımları

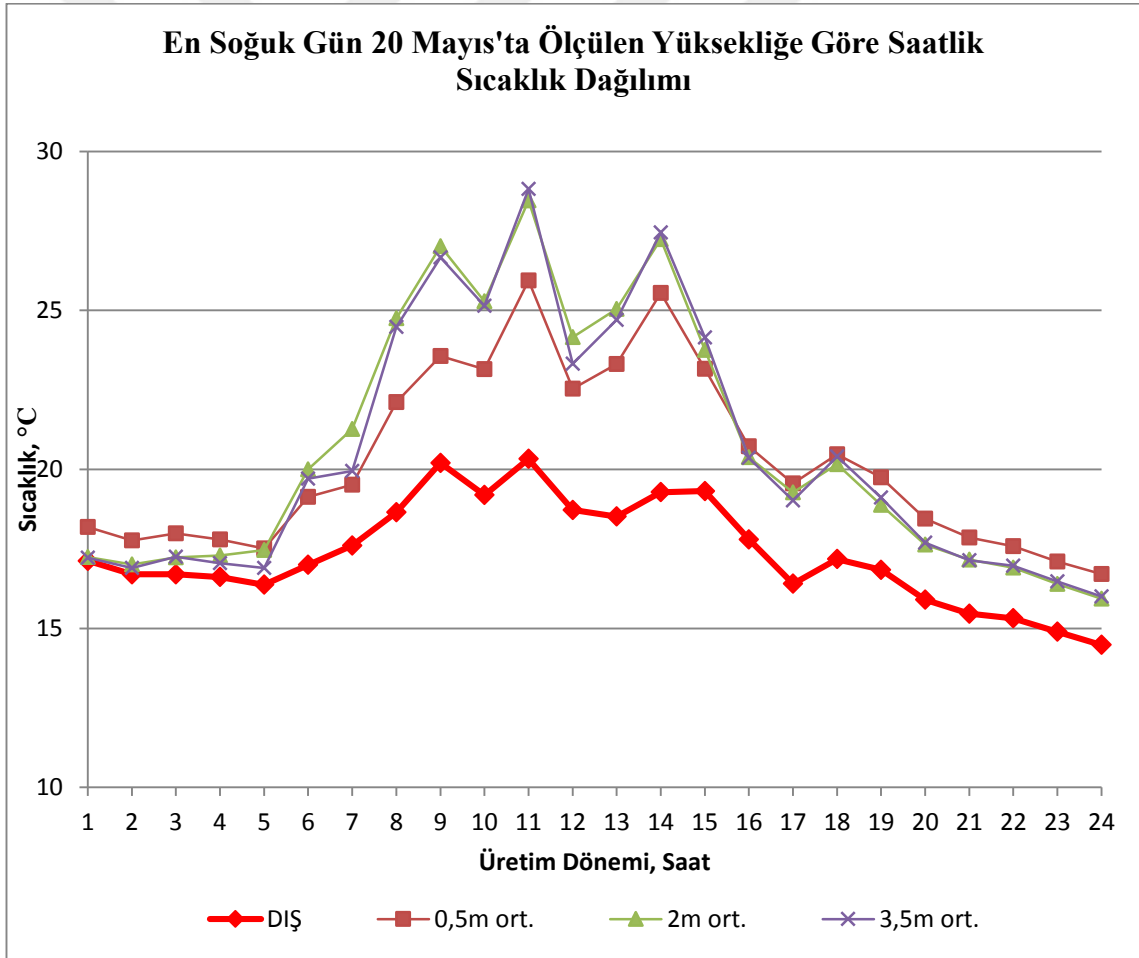
4.1.8. Serada En Soğuk Günün Saatlik Sıcaklık Dağılımları

Yetiştirme periyodu boyunca sera içerisinde ölçülen en düşük ortalama sıcaklık değerinin 20 Mayıs tarihine ait olduğu görülmektedir. Günlük sıcaklık değerlerine de bakıldığında en düşük hava sıcaklığının bu güne ait olduğu görülmektedir. Sera içerisindeki bütün sıcaklık ölçüm noktalarının en soğuk günle olan saatlik karşılaştırılmasına bakıldığında dış sıcaklıkla beraber dalgalanma olduğu görülmektedir. Saat 05.00'dan 17.00'a kadar 16.4°C ile 20.2°C arasında dalgalanma gösteren dış sıcaklıkla beraber içeride 16.9°C ile başlayıp 30.4°C'ye kadar çıkan bir dalgalanma söz konusudur. Saat 20.00'dan sonra düşen hava sıcaklığıyla beraber sera içerisinde de sıcaklıklar düşmeye başlamıştır. Dış sıcaklığın 14.5°C'ye kadar düştüğü gece yarısında içeride 15.6°C'ye kadar düşen noktalar olmuştur. Kavun bitkisi için gerekli olan gece sıcaklığının 18°C olduğu bilindiğinden gece yaklaşık 3°C'lik sıcaklık kaybı olmuştur. Bu durum sera içerisinde gerekli sıcaklığın tutulmadığını göstermiştir.



Şekil 4.11 En soğuk gün 20 Mayıs'ta ölçülen saatlik sıcaklık dağılımları

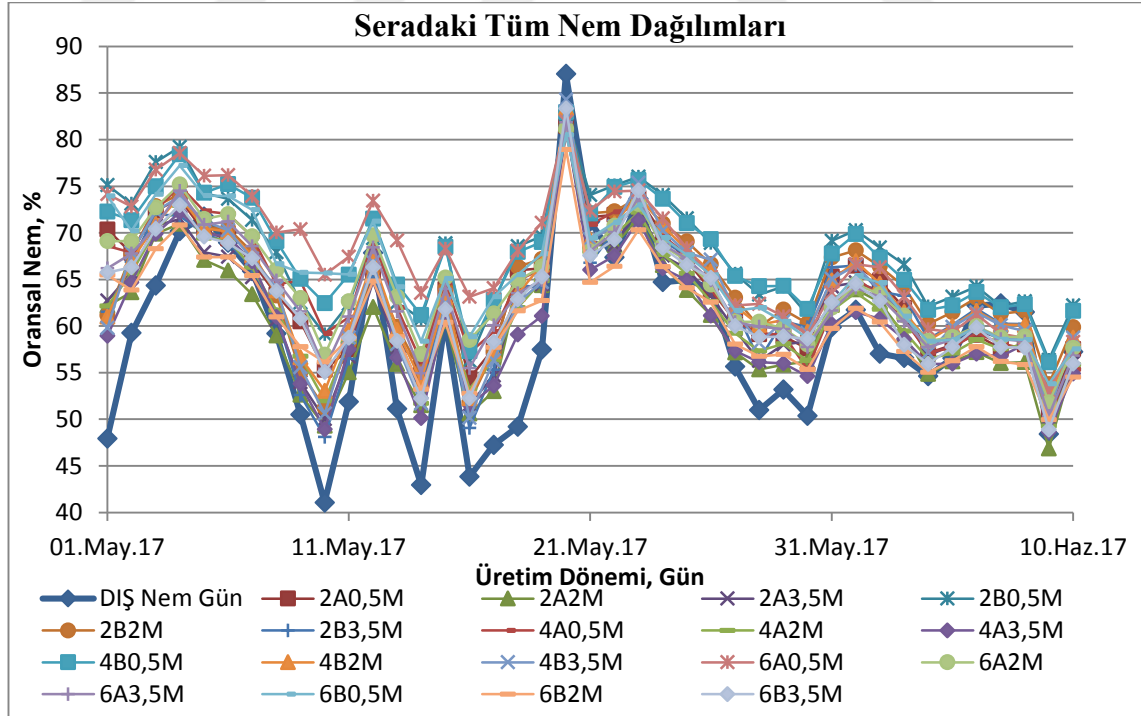
Sera içerisinde ölçülen ortalama en düşük sıcaklık değerlerinin yüksekliğe göre dağılımına bakıldığında dış sıcaklıkla beraber bir dalgalanma olduğu görülmektedir. 0,5m katmanına bakıldığında saat 11.00'da 20.3°C ölçülen dış sıcaklık ile 0,5m katmanında ölçülen ortalama 25.9°C'lik saatlik sıcaklık arasında 5.6°C'lik bir fark olduğu görülmektedir. 2m ve 3,5m katmanlarında da hemen hemen aynı sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Saat 11.00'da en fazla 3,5m katmanında ortalama 28.8°C'lik bir sıcaklık ölçülerek dış sıcaklıkla aralarında 8.5°C'lik bir fark elde edilmiştir. Gündüz saatlerindeki dalgalanmaların yetiştirilen bitki için sorun teşkil etmediği görülmektedir. Ancak saat 20.00'dan sonra sera içerisinde düşmeye başlayan ortalama sıcaklık saat 00.00'da 15.9°C değerlerine gelerek, yetiştirilen bitki için olumsuz bir hava koşuluna neden olmuştur.



Şekil 4.12 En soğuk gün 20 Mayıs'ta ölçülen yüksekliğe göre saatlik sıcaklık dağılımları

4.2. Nem Dağılımları

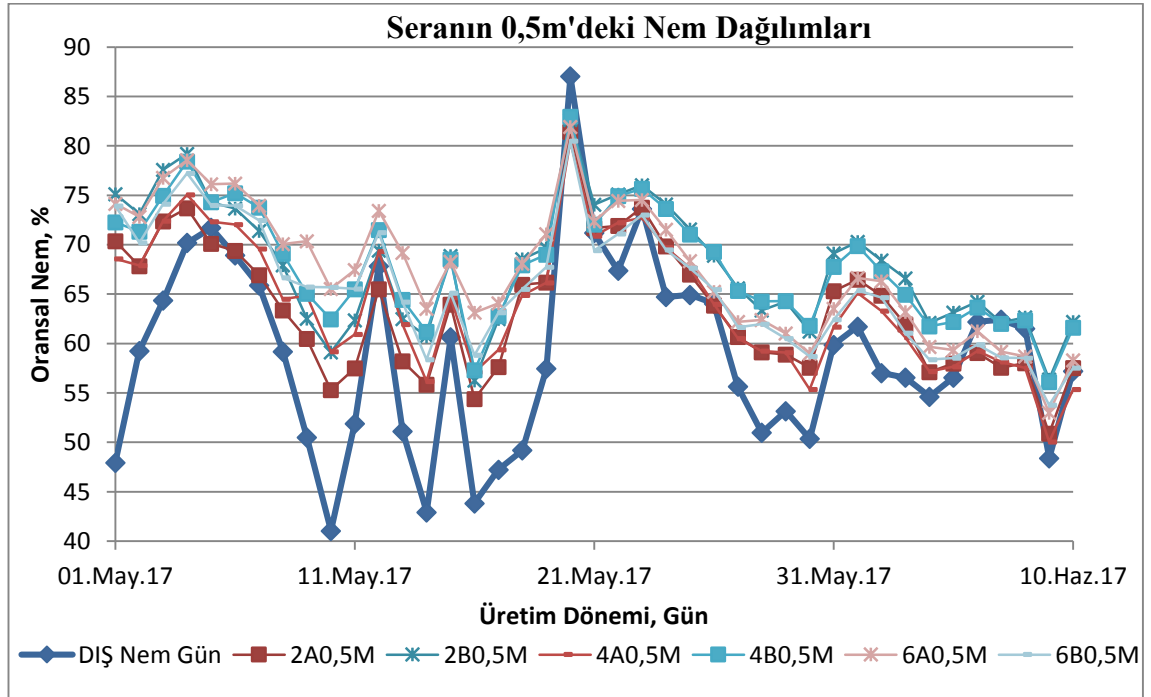
Yetiştirme periyodunda sera içerisinde 1 Mayıs'tan 10 Haziran'a kadar oransal nem ölçümü yapılmıştır. Sera içerisindeki on sekiz noktadan ölçülen günlük oransal nem değerleri günlük dış oransal nem ile kıyaslanmıştır. Sera içerisindeki bütün nem dağılımının grafiği incelendiğinde dış nem ile paralel bir şekilde artış ve azalış gösterdiği görülmektedir. Nem dağılımı (Şekil 4.13) grafiğinde %40' a kadar düşen ve %85'in üzerine çıkan dış oransal nem değerlerine karşın sera içerisinde %48'e kadar düşen ve %84'e kadar çıkan nem değerleri okunmuştur. Dış oransal nem %45'in altına düşse bile sera içerisinde oransal nem %50 seviyelerinde kalmıştır. 20 Mayıs tarihindeki oransal nem artışına bakıldığında oransal dış nem %87 olarak ölçüldüğünde sera içerisinde de nem değerleri artmış %84.3 değerinde ölçülmüştür. Bu tarih incelendiğinde bölgenin 103mm'lik yağış aldığı görülmektedir. 4 Haziran tarihinden sonra daha da artan sıcaklıklarla beraber sera içerisinde nem değerleri düşmeye başlamıştır ve en düşük sera içi oransal nem değeri %46.8 ölçülerek oransal dış nemden daha düşük seviyelere ulaşmıştır.



Şekil 4.13 Seradaki tüm nem dağılımları

4.2.1. Seranın 0,5m'deki Nem Dağılımları

Seranın 0,5m katmanındaki günlük oransal nem değerleri incelendiğinde dış oransal nem ile paralel bir şekilde artıp azaldığı görülmektedir. (Şekil 4.14) Yetiştirme periyodunda ölçümün başlatıldığı tarihte sera içerisinde %70-75 değerlerinde olan oransal nem miktarı ölçümün sonlarına doğru %55-60 değerlerine düşmüştür. Dış oransal nemin %45 değerlerinin altına düştüğünde bile sera içerisinde %55 değerlerinde seyrederek arada %10'luk bir fark oluşmaktadır. Sera içerisinde genel olarak dış oransal neme göre daha yüksek değerler mevcuttur. 20 Mayıs tarihinde dış oransal nemin artmasıyla sera içerisinde %84 seviyelerinde oransal nem artışı ölçülmüştür. Bu tarih incelendiğinde bölgenin yağış aldığı ve havalandırma ile beraber sera içerisinde de nemin yükseldiği görülmektedir. 9 Haziran tarihinde artan sıcaklıkla sera içerisindeki oransal nemin %50'ye düştüğü gözlemlenmektedir. Diğer katman grafikleri ile birlikte incelendiğinde 0,5m katmanındaki oransal nem oranı diğer katmanlara göre daha fazladır. Bu katman bitki kök bölgesine yakın olduğundan sulamadan etkilendiği düşünülmektedir. Bundan dolayı evapotranspirasyonla ortama salınan su buharı (gizli ısı) miktarı artmıştır. Ayrıca 0,5m katmanında bitki yoğunluğundan dolayı havalandırma da yetersiz kaldığından nem burada daha fazla birikmiştir.

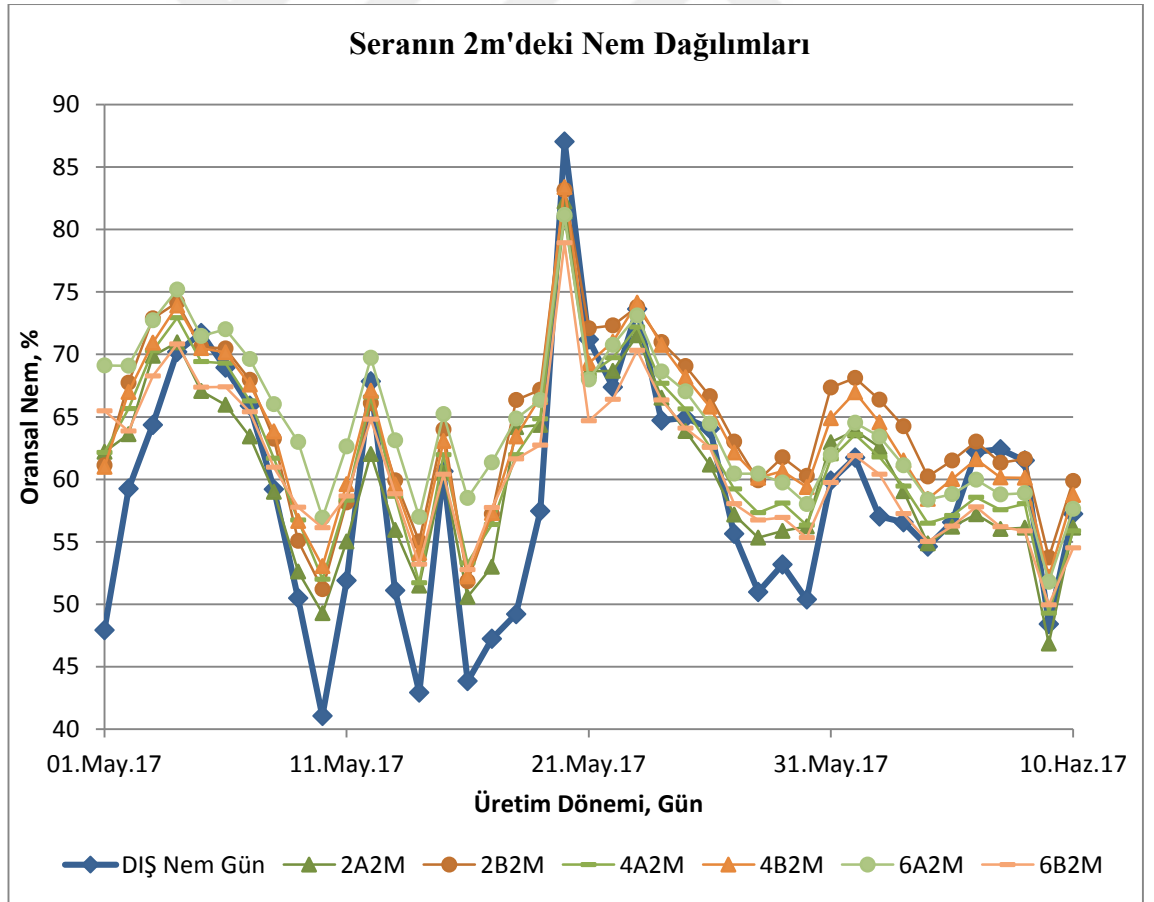


Şekil 4.14 Seranın 0,5m'deki nem dağılımları

4.2.2. Seranın 2m'deki Nem Dağılımları

Seranın 2m katmanındaki günlük oransal nem değerleri incelendiğinde dış oransal nem ile paralel bir şekilde artıp azaldığı görülmektedir. Yetiştirme periyodunda ölçümün başlatıldığı tarihte sera içerisinde %60-70 değerlerinde olan oransal nem miktarı ölçümün sonlarına doğru %55-60 değerlerine düşmüştür. Dış oransal nemin %45'in altına düştüğü seviyelerde sera içerisinde oransal nem değeri %50 seviyelerinde ölçülmüştür.

Buradaki düşüş sera içerisindeki 0,5m'deki değerler ile kıyaslanırsa %5 değerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Sera tabanından yukarıya doğru oransal nem azalmıştır. Bölgenin yağış aldığı 20 Mayıs günü sera içerisindeki oransal nem miktarı da artmış %80'lerin üzerine çıkmıştır. 4 Hazirandan sonra daha çok artan sıcaklarla beraber sera içerisindeki oransal nem miktarı %60'lardan %46'lara kadar düşerek en fazla düşüşü yakalamıştır.

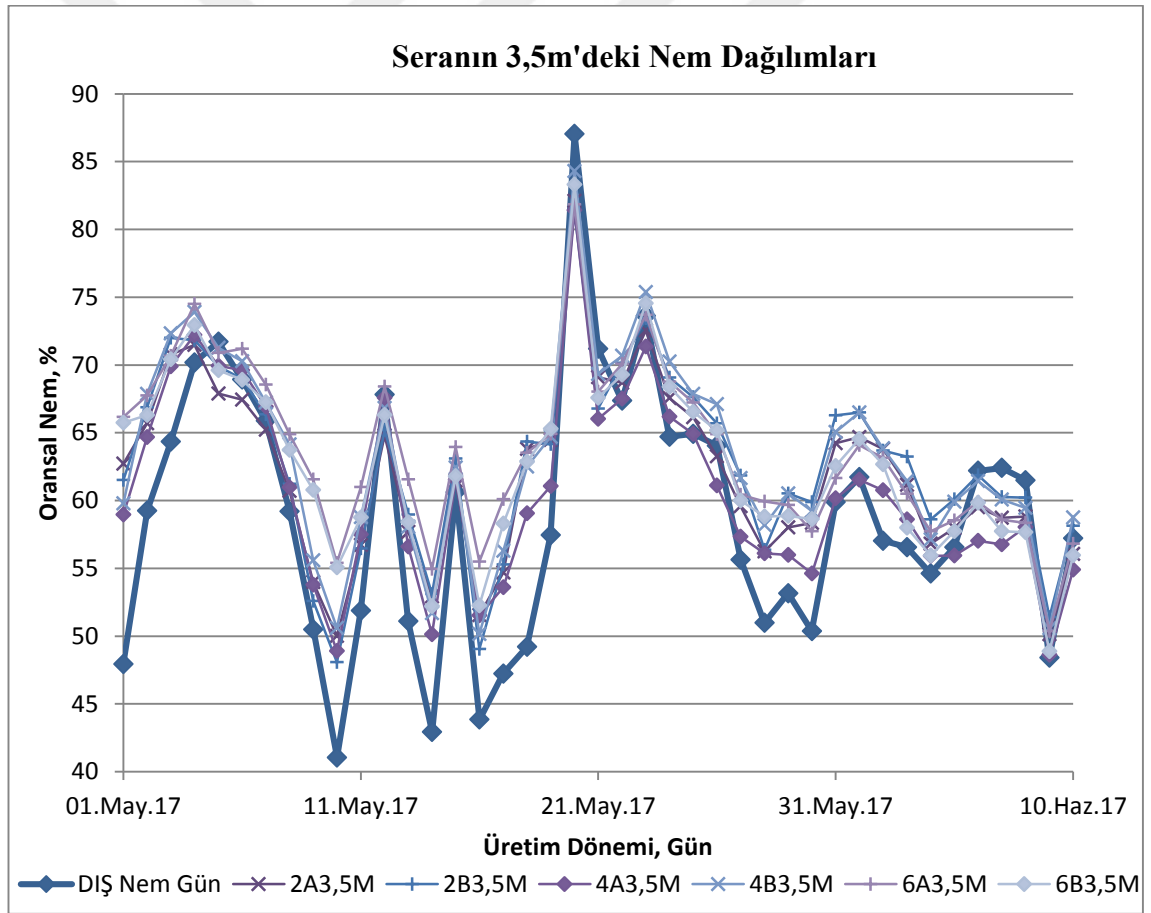


Şekil 4.15 Seranın 2m'deki nem dağılımları

4.2.3. Seranın 3,5m'deki Nem Dağılımları

Seranın 3,5m katmanındaki günlük oransal nem değerleri incelendiğinde dış oransal nem ile paralel bir şekilde artıp azaldığı görülmektedir. (Şekil 4.16) Yetiştirme periyodunda ölçümün başlatıldığı tarihte sera içerisinde %59-66 değerlerinde olan oransal nem miktarı ölçümün sonlarına doğru %54-59 değerlerine düşmüştür.

Dış oransal nemin %45'in altına düştüğü seviyelerde sera içerisinde oransal nem değeri %48-49 seviyelerinde ölçülmüştür. Buradaki düşüş seranın 0,5m ve 2m'lerindeki katmanlar ile kıyaslanınca daha azdır. Yörenin yağış aldığı 20 Mayıs tarihinde en yüksek sera içi oransal nem değeri %84.3 ile seranın 3,5m katmanında ölçülmüştür. 4 Haziran tarihinden sonra sıcakların artmasıyla sera içi oransal nemi %60'lardan %49 seviyelerine düşmüştür.

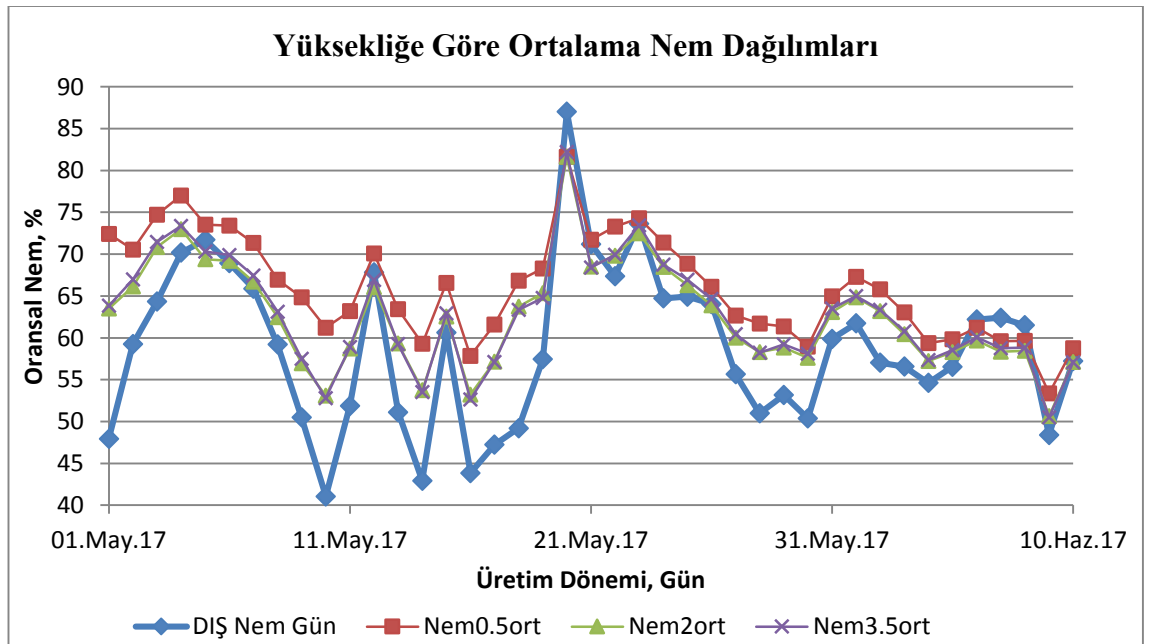


Şekil 4.16 Seranın 3,5m'deki nem dağılımları

4.2.4. Serada Yüksekliğe Göre Ortalama Nem Dağılımları

Seranın yüksekliğe göre günlük ortalama oransal nem grafiği incelendiğinde genel olarak dış oransal nem ile paralel bir artış ve azalma görülmektedir. (Şekil 4.17) 0,5m katmanındaki ortalama oransal nem dış oransal nem ile kıyaslandığında en fazla nemin bu katmanda mevcut olduğu görülmektedir. Bu katmanda oransal nemin fazla olması evapotranspirasyon ile nem salınımının fazla olması ve havalandırmanın yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır. Seradaki 2m ve 3,5m katmanlarındaki ortalama oransal nem çizgileri üst üste seyretilmektedir. 2m ve 3,5m katmanları ile 0,5m katmanı arasında 20 Mayıs tarihine kadar %3-7 değerinde bir fark bulunurken bu tarihten sonra %2-3 değerine kadar düşerek bir yakınlaşma olduğu gözlenmiştir.

Yetiştirme döneminde nem ölçümü başladığında %64-72 arasında olan ortalama nem değerleri ölçüm sonunda %57-58 değerlerine kadar düşmüştür. Günlük dış oransal nemin %45'in altına düştüğünde; yağışın olmadığı, sıcaklığın yüksek olduğu ve rüzgârlı bir dönem olduğundan nem değerinde düşüş gerçekleşmiştir. 0,5m katmanında ise evapotranspirasyonun azalmasıyla nemin düşüşe geçtiği gözlemlenmektedir. 2m ve 3,5m katmanında rüzgârın etkisiyle nem, havalandırma ile beraber dışarı atıldığından 0,5m katmanına göre daha çok azalma gerçekleşmiştir.

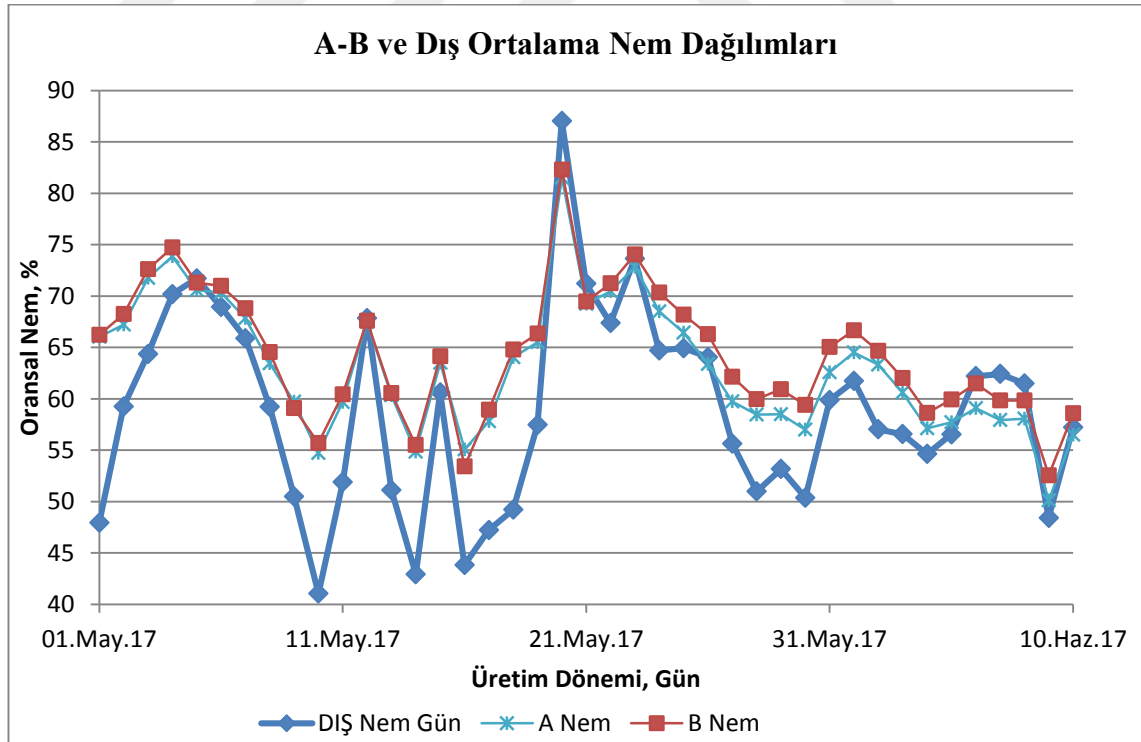


Şekil 4.17 Yüksekliğe göre ortalama nem dağılımları

4.2.5. Seranın A (Ön Taraf) ve B (Arka Taraf) Bölmelerindeki Ortalama Nem Dağılımları

A ve B bölümünde ölçülen günlük ortalama oransal nem değerleri incelendiğinde 21 Mayıs'a kadar sera içerisindeki günlük ortalama oransal nemin her tarafta hemen hemen aynı olduğu gözlenmiştir. (Şekil 4.18) 21 Mayıs'tan sonra B bölümünde nem A bölümüne göre daha fazla artış göstermektedir. Bu durum incelendiğinde güney tarafa bakan B bölümünde havalandırma penceresi ve bulunmakta ve sıcaklık azaldığından nem artmıştır. A bölümüne bakıldığında sıcaklık artmış ve oransal nem düşmüştür. Oransal (nisbi) nem ile sıcaklık arasında ters ilişki vardır. Böylece A bölümünde B bölümüne göre nem açığı daha fazla olmuştur.

Hava sıcaklığının yükselmeye başladığı 6-7-8 Haziran'da günlük dış oransal nemin içeriden fazla olduğu görülmektedir. Bu tarihlerde seradaki hava basma ünitesi çalıştırılarak sıcaklardan korunmaya çalışılmış ve sera içerisindeki nem de dışarıya atılmıştır.

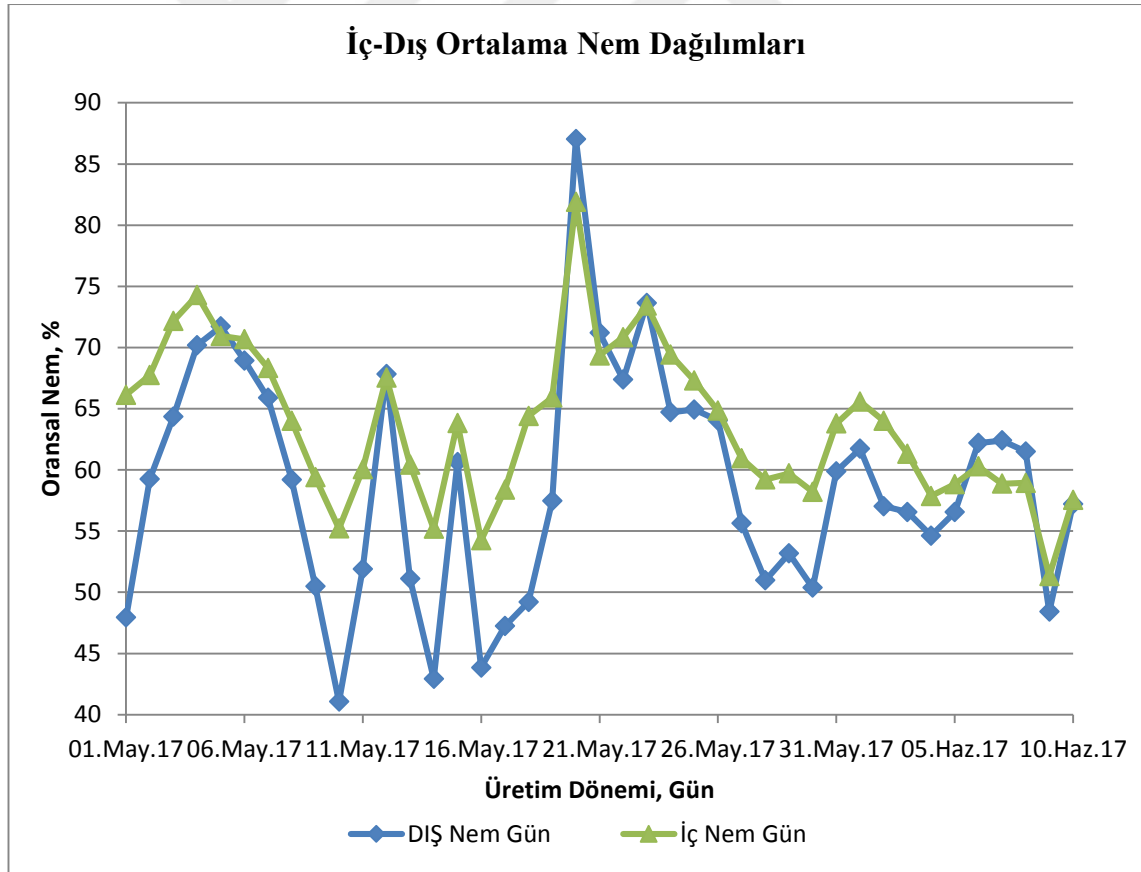


Şekil 4.18 A-B bölmelerindeki ve dış ortalama nem dağılımları

4.2.6. İç ve Dış Ortalama Nem Dağılımları

Üretim periyodunda sera içerisinde kırk bir gün boyunca ölçülen ortalama oransal nem değerleri incelendiğinde genelde sera içerisinde oransal nemin daha fazla olduğu görülmektedir. (Şekil 4.19) Günlük dış ortalama oransal nemin %45'lerin altına düştüğü tarihler incelendiğinde yağışın olmadığı, sıcaklığın 25°C'nin üzerinde olduğu ve rüzgârlı bir dönem olduğundan havalandırmayla beraber sera içerisindeki oransal nem miktarı da düşmüştür.

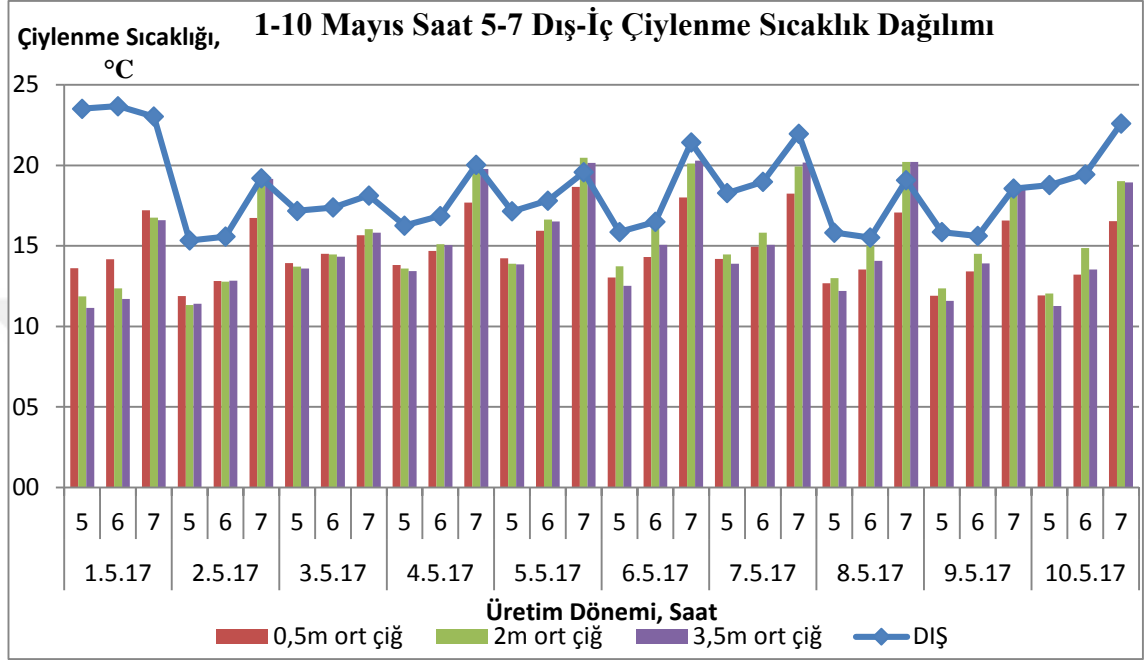
21 Mayıs istisna olarak oransal nemin en yüksek olduğu ve yörenin 103mm yağış aldığı gündür. Mayıs ayında sera içerisinde oransal nemin %55-75 değerleri arasında olması kavun bitkisinin nem isteğinin dönem üzerinde olduğunu göstermekte, Haziran ayında ise %50-65 değerleri arasında olması kavun bitkisi için ideal değerlere ulaşıldığını göstermektedir.



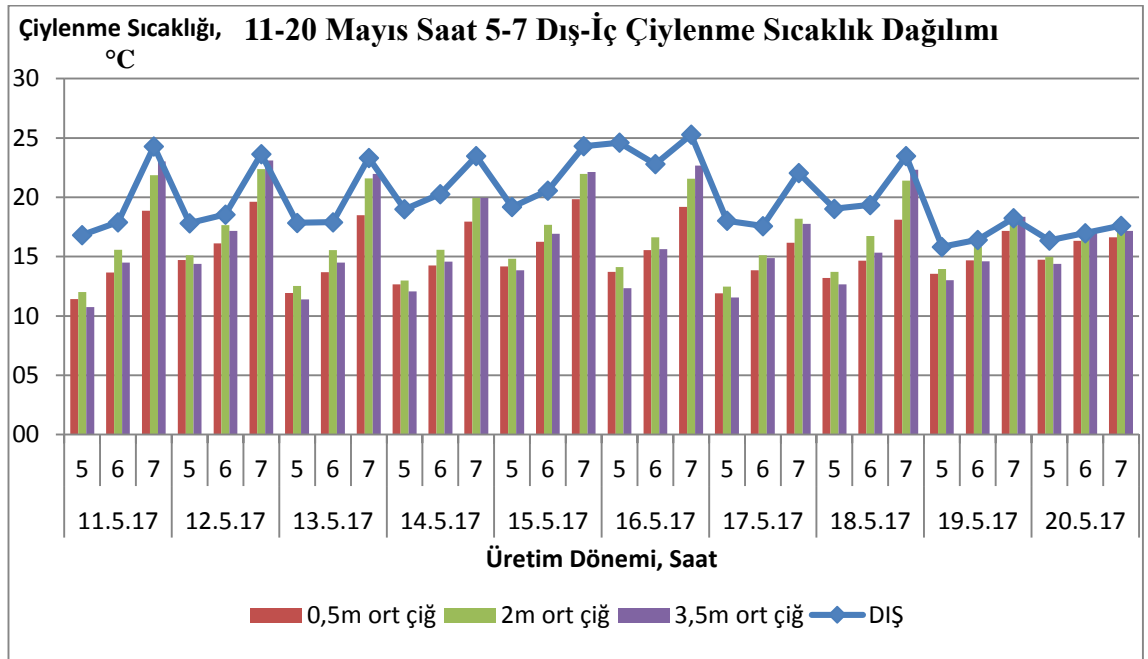
Şekil 4.19 İç-dış ortalama nem dağılımları

4.3. Çiylene Sıcaklığı Dağılımı

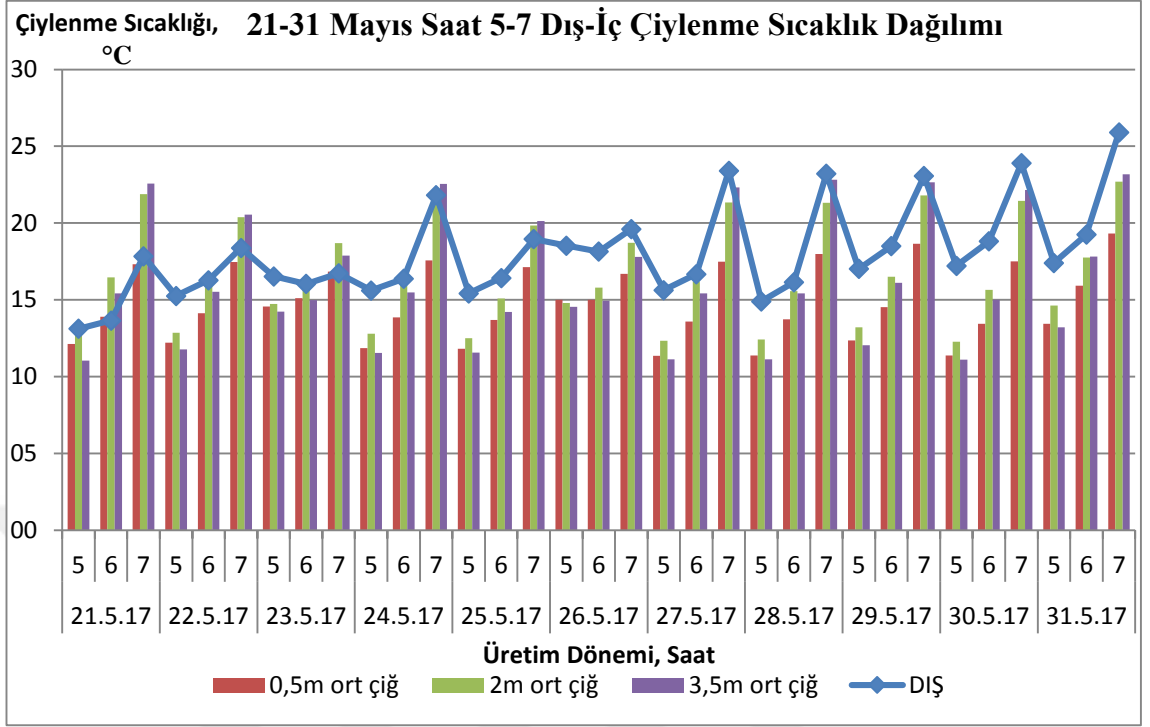
Çalışmada yetiştirme periyodu süresince sera içerisinde ölçülen çiylene sıcaklıkları Şekil 4.20 – Şekil 4.21 – Şekil 4.22 – Şekil 4.23’de verilmiştir.



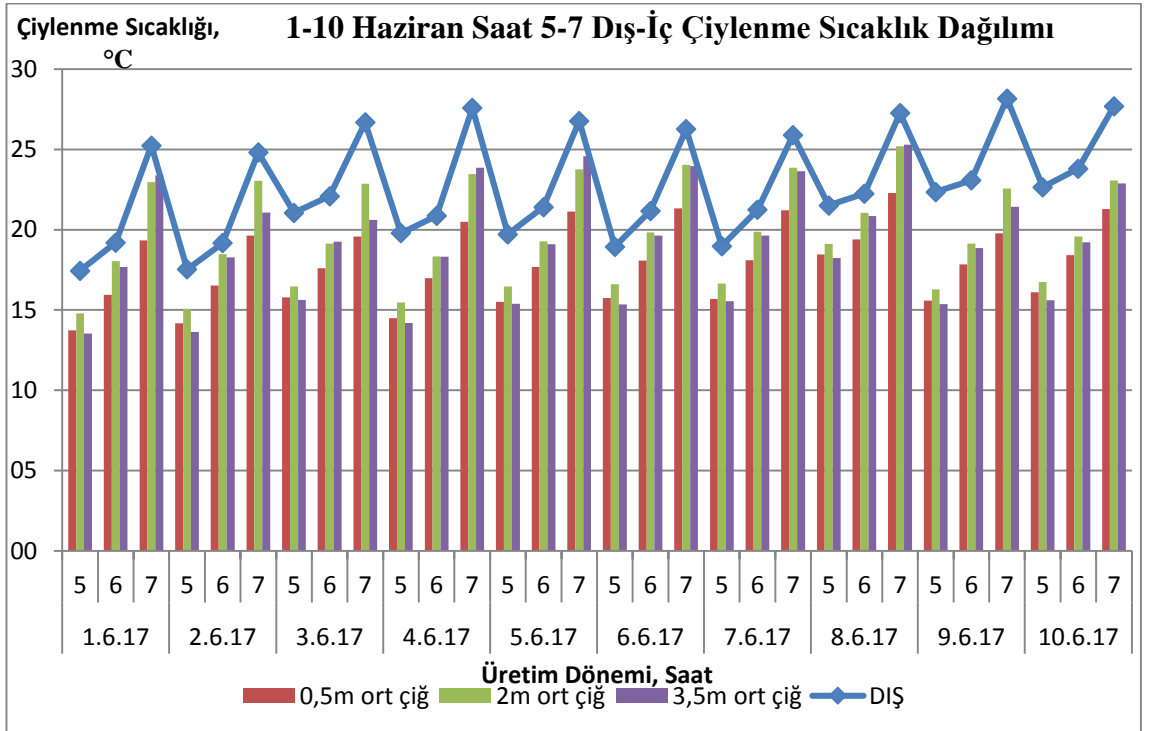
Şekil 4.20 1-10 Mayıs Saat 5-7’de ölçülen Dış-İç Çiylene Sıcaklık Dağılımı



Şekil 4.21 11-20 Mayıs Saat 5-7 Dış-İç Çiylene Sıcaklık Dağılımı



Şekil 4.22 21-31 Mayıs Saat 5-7 Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı



Şekil 4.23 1-10 Haziran Saat 5-7 Dış-İç Çiylenme Sıcaklık Dağılımı

Yetiştirme dönemi boyunca (1 Mayıs- 10 Haziran) sera içerisindeki çiylenme sıcaklığı değerleri ölçülmüştür. Seradaki üretim faaliyetlerini gerçekleştiren çalışanlar tarafından sera kapıları her gün sabah 07.30-8.00 saatleri arasında açılmış ve sera çatı havalandırması hemen yapıldığından sabah 07.00 saatine kadar olan süre dikkate alınmıştır. Tüm üretim periyodundaki çiylenmenin gerçekleşebileceği sabah 05.00-07.00 saatleri değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Dış sıcaklığın düştüğü sera iç sıcaklığının da artmaya başladığı sabah saatlerinde; sera içinde ısınan sıcak nemli hava, dışarıdaki soğuk hava ile karşılaşır ve sera örtü malzemesi üzerine temas edince yoğunlaşmaya başlamış ve çiylenme gerçekleşmiştir.

Sera içerisindeki çiylenme sıcaklığı değerleri incelendiğinde Mayıs ayı başlarında 15°C ile başlayan çiylenme sıcaklığı Haziran ayında 25°C'lere ulaşmıştır. Dış-iç çiylenme sıcaklığı grafiklerine bakıldığında sera iç çiylenme sıcaklığı katmanlarının dış sıcaklıkla çakıştığı ve 1-2°C'ye kadar yaklaştığı yerlerde çiylenme gerçekleşmiştir.

Bütün üretim dönemi incelendiğinde seranın 0,5m katmanında çiylenme olmadığı görülmektedir. Bunun yanında sera içerisinde 2m katmanında yer yer dış sıcaklıkla kesişen noktaların olduğu görülmüş böylece 2m katmanında çiylenme olduğu tespit edilmiştir. Serada yetiştirilen kavun bitkisinin boyu 2m'ye ulaştığından bitkilerin üst kısımlarındaki yapraklarda çiylenme oluşmuş ve bitkiler için hastalık taşıyabilen bir ortam oluşmuştur. Seranın 2m katmanındaki çiylenme gün sayısına bakıldığında 41 günlük ölçüm sürecinde 15 gün çiylenme gerçekleştiği ve ölçüm döneminin yaklaşık %37'sine denk gelen günde çiylenme olduğu hesaplanmıştır.

Seranın 3,5m katmanı incelendiğinde çoğunlukla dış sıcaklık ile kesişen noktalar olduğu görülmektedir. Çiylenme özellikle güneşin doğduğu saat 07.00'da gerçekleşmektedir. Havalandırma kapaklarının hemen altında ölçülen değerlere bakılınca çatı örtü malzemesinin iç yüzeyinde yoğun bir şekilde nemin yoğunlaştığı ve örtü malzemesinde antifog katkı maddesi kullanılmadığından yoğunlaşan nemin damlalar halinde bitki üzerine damladığı görülmüştür. Yetiştirilen bitkiler üzerine gelen damlalar hastalık ortamı yaratacağından yetiştiricilik için sorunlar oluşturabilmektedir. Seranın 3,5m katmanındaki çiylenme gün sayısına bakıldığında 41 günlük ölçüm sürecinde 30 gün çiylenme gerçekleştiği ve yetiştirme döneminin yaklaşık %75'ine denk gelen günde çiylenme olduğu hesaplanmıştır.

4.4. Çatının Yapısal Yönden İncelenmesi

Sera çatısı incelendiğinde çatının 6m genişliğinde 1,2m yüksekliğinde plastik örtülü yay çatı olduğu ölçülmüştür. Sera çatı eğimi hesaplandığında araştırma serasının çatı eğimi $\alpha=22^\circ$ belirlenmiştir. Baytorun (2016)ve Büyüктаş ve ark. (2016)'ya göre sera çatı eğimi Türkiye ortalaması $26-27^\circ$ olarak kabul edilmektedir. Hatay bölgesi için sera çatı eğimi özellikle enlem derecesi eşitlik (4.1) göre hesaplanırsa (Gümüş, 2019) bu değerin $\alpha=31^\circ$ olması gerekmektedir.

$$\text{Çatı eğimi } (\alpha) = 90^\circ - (\text{Enlem Derecesi} + \text{Dünya Eksen Eğimi}) \quad (4.1)$$

$$\alpha = 90 - (36 + 23) = 31$$

Sera çatı örtü malzemesi olarak UV+IR+LD katkı PE kullanılmıştır. Sıcaklık, oransal nem ve çiylenme verileri incelendiğinde çatı örtü malzemesinin iç yüzeyinde çiylenmenin gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durumda çiylenme sonucunda su damlacıklarının sağlıklı bir şekilde uzaklaştırılması için örtü malzemesinde antifog katkı malzemesi kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu bilgiler ışığında araştırma serasının çatı eğiminin Türkiye ortalamasının altında olduğu ve antifog katkı malzemesinin kullanılmadığından çiylenmenin gerçekleştiği tespit edilmiştir.

$$\text{Havalandırma alanı hesaplama;} \quad (4.2)$$

$$\text{Çatı havalandırması: } A = W \times L \times n$$

$$W = 1\text{m} \quad L = 24\text{m} \quad n = 6 \text{ adet}$$

$$A = 1 \times 24 \times 6 = 144\text{m}^2$$

$$\text{Pencere havalandırması: } A = W \times L$$

$$W = 1,3\text{m} \quad L = 40\text{m}$$

$$A = 40 \times 1,3 = 52 \text{ m}^2$$

$$\text{Toplam havalandırma: Çatı havalandırması} + \text{Pencere havalandırması}$$

$$144 + 52 = 196 \text{ m}^2$$

$$\text{Taban alanı } \%30'u: 1080 \times 30 = 324\text{m}^2$$

$$\text{Pencere/ Çatı oranı : } 52/144 \text{ (3/3 veya 2/3'ü olmalıdır) bizde 1/3'tür.} \quad (4.3)$$

Doğal havalandırmanın sıcak bölgelerde etkin olabilmesi için, havalandırma açıklıklarının toplamı taban alanının %30'u kadar olması gerekmektedir. Taban alanının %30'u eşitlik (4.2)'ye göre 324m^2 'dir. Çalışmanın yürütüldüğü serada toplam havalandırma açıklığı 196m^2 'dir.

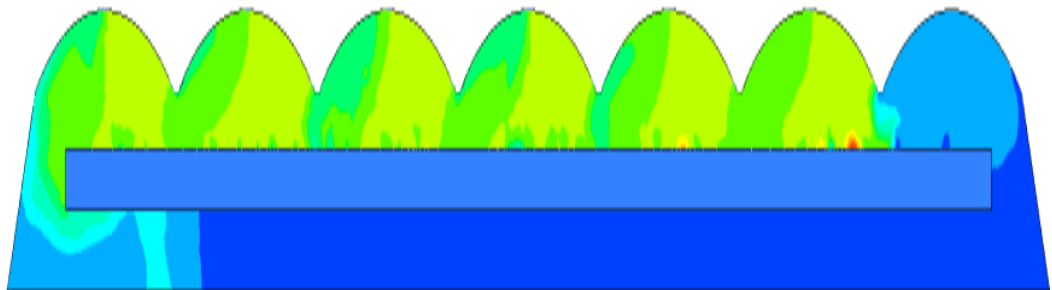
Taban Alanı Farkı: $324-196=128\text{ m}^2$

Toplam havalandırma açıklığının 324 m^2 olması gerekiyken ancak 196 m^2 olduğundan havalandırma açıklığı yetersizdir. Gibson (1971)'e göre pencere alanının çatı alanına oranının $2/3$ olması önerilirken eşitlik (4.3)'de görüldüğü üzere çalışmanın yapıldığı serada bu oran $1/3$ olduğundan yetersizdir. Bu nedenlerle sera içerisinde etkili bir doğal havalandırma yapılması zorlaşmıştır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için yan duvarlara ekstra havalandırma alanı açılmalıdır.

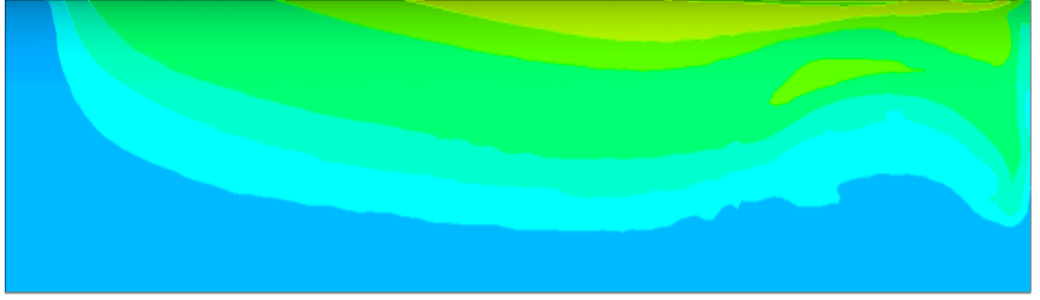
4.5. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Sonuçları

4.5.1. Sıcaklık Dağılımı

Yetiştirme dönemi boyunca 23 Mayıs tarihinde 1.8 m/s ölçülen (Ek-1) rüzgar hızının en yüksek olduğu gün seçilerek, dış hava sıcaklık ve nem değerleri ölçülüp bilgisayar ortamında simüle edilerek sera içi sıcaklık ve nem dağılımı incelenmiştir. Şekil 4.24'de görüldüğü gibi sera içi sıcaklığı hava giriş penceresinden hava çıkış penceresi mahyaya doğru artmıştır. Seranın yüksekliğe göre sıcaklık dağılımına bakıldığında (Şekil 4.25) yerden mahyaya doğru sıcaklığın arttığı gözlenmiştir.

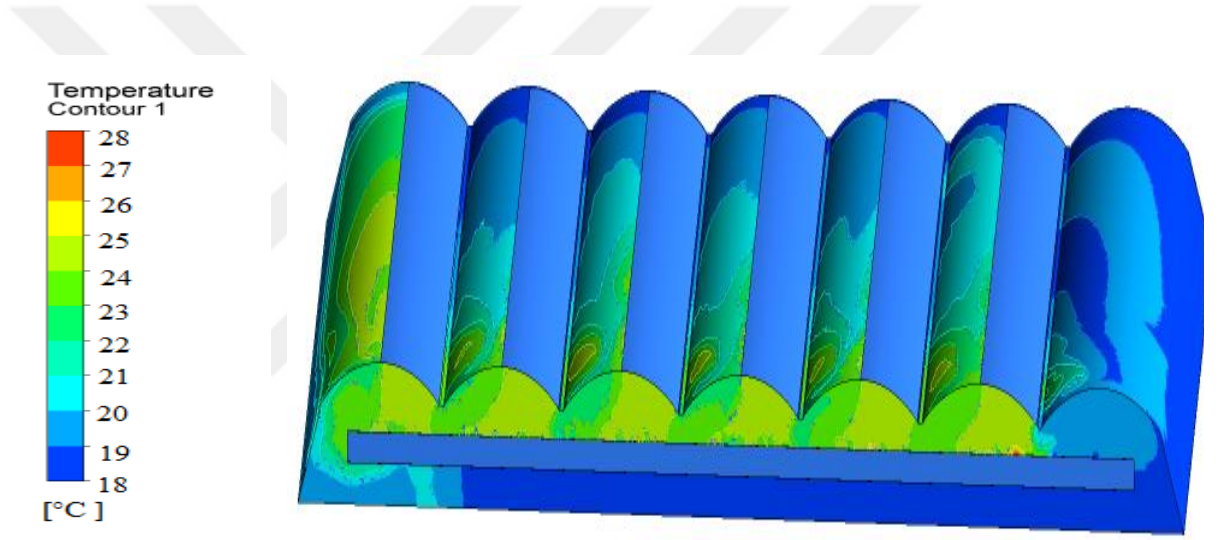


Şekil 4.24 Sera B bölümünde sıcaklık dağılımı



Şekil 4.25 Sera yüksekliğine göre sıcaklık dağılımı

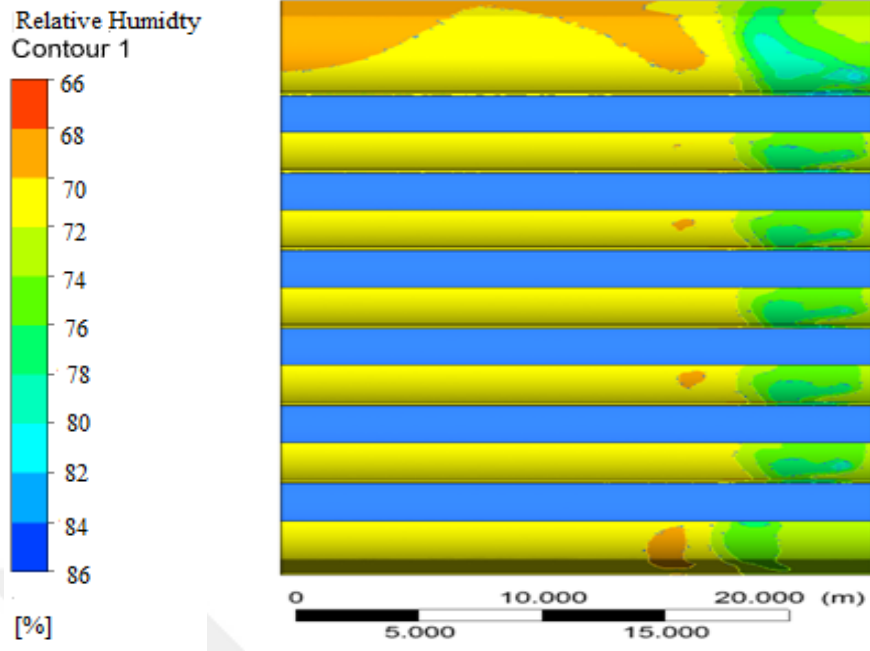
Seranın genel görünümüne bakıldığında mahyanın sera taban alanından daha sıcak olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.26).



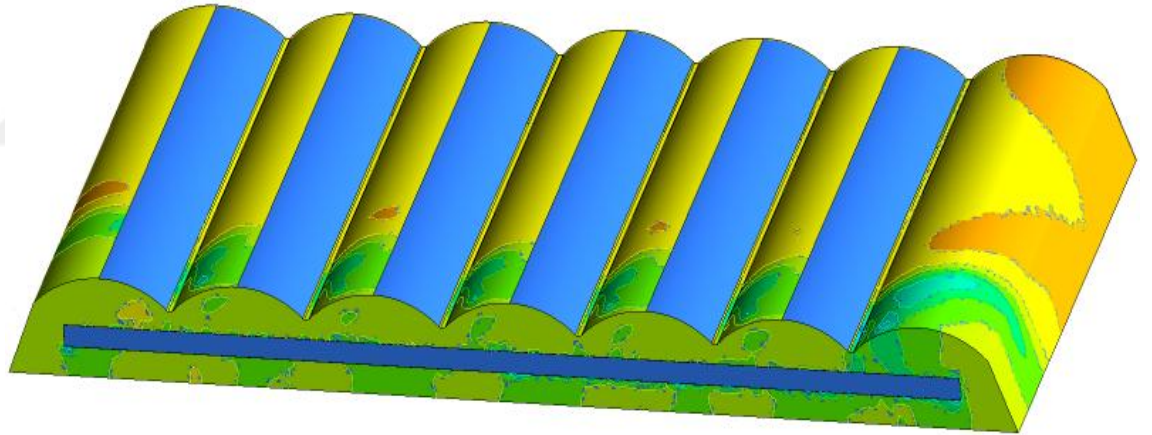
Şekil 4.26 Sera sıcaklık dağılımı

4.5.2. Nem Dağılımı

Nem havalandırma kapağının olmadığı 7. bölmede yoğunlaşmış (Şekil 4.27) ve hava hareketleri bu bölümde azalmıştır. B bölümünde havalandırma pencereleri olmasına rağmen dışardaki yüksek nem ve bitki yoğunluğundan dolayı B bölümünde nem fazla gözlenmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27 Sera üst görünüm nem dağılımı



Şekil 4.28 Sera nem dağılımı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hatay'da yürütülen bu çalışmada, yay çatılı plastik örtülü serada doğal havalandırma ile beraber sera içerisindeki sıcaklık, nem ve çiylenme kriterlerinin değişimi incelenmiş ve havalandırmanın etkin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar literatür ile birlikte değerlendirilmiştir.

Tarımsal üretim yapılarından seraların yapılma amacı, bitkileri dış çevrenin olumsuz etkilerinden koruyup, en kısa sürede uygun bir üretim ortamı hazırlayarak, kaliteli ve yüksek miktarda ekonomik verimi sağlamaktır.

Sera işletmeciliğinde üzerinde durulması gerekli en önemli çevre koşullarının başında, sıcaklık, oransal nem ve çiylenme gelmektedir. Özellikle son yıllarda tüm dünya ülkelerini etkileyen ani iklim değişikliği seralarda bitkisel üretimde beklenen verimi olumsuz yönde etkilemekte ve buna bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır.

Serada veri kaydediciler kullanılarak yapılan çalışma sonucunda sera içerisindeki üretim periyodunda (1 Mayıs-10 Haziran) sıcaklık ve oransal nem değerleri incelendiğinde dış ortam ortalama sıcaklığı 24.3°C ve oransal nemi %58.8, sera iç ortamı ortalama sıcaklığı 25.6°C ve oransal nemi %63.7 ölçülmüştür. Üretim dönemindeki sera içerisinde en yüksek ortalama sıcaklık değeri 32.4°C ve en düşük ortalama sıcaklık değeri 20.5°C ölçülmüştür. Aynı şekilde sera içerisinde en yüksek ortalama nem değeri %87 ve en düşük ortalama nem değeri %51 olarak ölçülmüştür.

Sera içerisinde ölçülen sıcaklık değeri saatlik olarak incelendiğinde maksimum sıcaklığın 52.4°C bulunduğu oransal nemin de aynı gün %22.7 ile en düşük nem olduğu tespit edilmiştir.

Ölçülen bu verilerin değerlendirilmesi sonucunda ve pencere alanının yetersiz olmasından dolayı sera içi iklimsel koşulların belli dönemlerde bitki için istenilen değerlerin çok dışında olduğundan sera içi ortamının mekanik havalandırma ve nemlendirme sistemleri ile kontrol edilmesi ve yan duvarlara ekstradan pencere açılması gerektiği önerilir.

Çiylenme verileri değerlendirildiğinde ve gerekli havalandırmanın sağlanmamasından dolayı iç ortamda çiylenme gerçekleştiği gözlenmiştir. Araştırma seramızın yapısal özellikleri incelendiğinde seramız yay çatılı olup örtü malzemesinde

antifog katkı malzemesi bulunmadığından dolayı çiylenmenin olumsuz etkisi gözlemlenmiştir. Bu yapısal özelliklerden dolayı çiylenme daha çok olumsuz etkide bulunmaktadır.

Sera tipinde yay çatı kullanılacaksa ve eğim açısı düşük ise örtü malzemesinde antifog kullanılması önerilir.

Yay çatı olması, çatı eğiminin yetersiz olması ve örtü malzemesinde antifog bulunmamasından dolayı Hatay ilinde yapılan seralarda sera çatı eğiminin 30-31° yapılması ya da gotik (kubbegen) çatı kullanılması önerilir.

Veri kaydediciler ile elde edilen sıcaklık ve nem dağılımları Ansys (cfd) programından çıkan sonuçlar birbirine uyum göstermiştir. Bölgede kurulacak seraların inşaatından önce iklim verileri kullanılarak modelleme yapılmasını sağlar ve bize fikir vererek uygun sera tasarımını ortaya çıkarır.

KAYNAKLAR

- Akıllı M. 1987. Seralarda Bitki Çevre İlişkileri. **Sera Yetiştiriciliğinde Çevre Koşullarının Düzenlenmesi Kurs Notu**, s.1-5, 2-5 Mart, Antalya.
- Anonim, 2015a. TR63 Bölgesi Seracılık (Örtü Altı Bitki Yetiştiriciliği) Sektör Raporu 2015. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı. (www.dogaka.gov.tr_622_LK5L43WG_Seracilik-ortualti-Bitki-Yetistirciligi-Sektor-Raporu-2015), 12.11.2018. 15.32.
- Anonim, 2015b. **Kavun Yetiştiriciliği**. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli-Mersin.
- Anonim, 2018. Ansys Workbench: Uygulamalı Eğitim Serisi. <https://www.udemy.com/course/ansys-workbench/> 02.10.2018. 10.30.
- Albright, L.D. 2002. Controlling Greenhouse Environments. **Acta Horticulturae** 578, 47-54.
- Aldrich R.A. and Bartok J.W. 1989. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, **Cooperative Extension**. New York, pp203.
- Aydıncıoğlu, M., 2004. Model Bir Seranın iklimlendirilmesi ve Otomasyonu. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Bailey B.J. 1996. **Principles of Environmental Control**. Bedford-U.K.
- Barroso, M.R., Meneses, J.F., Mexia, J.T., 1999. Comparison Between Greenhouse Type, and Their Effects on Two Lettuce Cultivars Yield, and Botrytis Incidence. **Acta Horticulturae**, (491), 137-142p.
- Baytorun AN, Zabeltitz C von. 1987. Die Wirkung bautechnischer Einflusgrößen auf den Luftwechsel gelüfteter Gewächshäuser. **Gartenbauwissenschaft (HORTIC SCI)**., 52(5):233-239.
- Baytorun A.N. 1988. Doğal Olarak Havalandırılan Seralarda Havalandırma Açıklıklarının Belirlenmesi. **3. Ulusal Kültürteknik Kongresi**. 20-23 Eylül, İzmir.
- Baytorun, A.N., Tokgöz, H., Üstün, S., Akyüz, A., 1994. Seralarda iklimlendirme olanakları. **3. Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, Bildiriler Kitabı**, 4-6 Mayıs, Adana, s. 303-313.
- Baytorun, A.N., 2000. **Seralar**. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel Yayın No: 110, Ders Kitapları Yayın No: A-29, Adana.
- Baytorun, A.N., Zaimoğlu, Z., Akyüz, A., 2000. Seralarda iklimlendirme. **2. Uluslararası Turfanda Şurası, Bildiriler Kitabı**, 28-29 Nisan, Mersin, s. 1- 12.
- Baytorun, A.N., 2016. **Seralar Kitabı**. Nobel Akademik Yayıncılık, 444s, Ankara.
- Boulard T. and Baille A. 1993. A Simple Greenhouse Climate Control Model Incorporating Effects of Ventilation and Evaporative Cooling. **Agricultural and Forest Meteorology** 65, p.145-157.
- Boyacı, S., Akyüz, A., Üstün, S., Baytorun, A.N., Güğercin, Ö., 2017. Seralarda Yüksek Sıcaklıkların Azaltılmasının Kullanılan Yöntemler. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**. 2017. 4(1): 89-95. ISSN: 2148-2306.
- Buffington, D. E., R. A. Bucklin, R. W. Henley and D. B. McConnell, 1992. Winter Ventilation and Heating Requirements of Fiberglass Greenhouses for Condensation Control. **Florida Cooperative Ext. Service**.
- Büyüктаş, K., Atılğan, A., Tezcan, A., 2016. Tarımsal Üretim Yapıları. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, Yayın No:101, Isparta.

- Çanakcı M, Akıncı İ. 2007. Antalya İli Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Modern Ve Geleneksel Sera İşletmelerinin Kıyaslanması. **Tarım Mekanizasyonu 24. Ulusal Kongresi**.Kahramanmaraş,5-6 Eylül 2007. ss: 54-61
- Çolak, A. 2002. Isıtılmayan Bir Cam Serada Sera İçi Sıcaklık, Çiğlenme Sıcaklığı Ve Bağıl Nem Deseni Üzerine Bir Araştırma **Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi**, 2002, 39 (3):105-112.
- de Halleux, D. and Gauthier, 1998. Energy Consumption Due to Dehumidification of Greenhouses Under Northern Latitudes. **J. Agric. Engng. Res.** 69, 35-42.
- Demir, Y., Cemek, B., Uzun, S., 1997. Seralarda Yönlendirme İle Çatı Eğim Açısının Önemi ve Bitki Verimine Etkisi. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi**, 12 (1): 157-172s.
- Demir, Y., Uzun, S., Cemek, B., Özkaraman, F., 1998. Samsun Ekolojik Koşullarında Farklı Havalandırma Açıklıklı Plastik Seralarda Çevre Faktörlerinin İncelenmesi. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 13(2): 87-103.
- Demiröz, K., 2006. HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) Bilgisayar Modellemesi Kullanılarak Anoksik Tank Hidroliğinin İncelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Adana, 2006.
- Ferziger, J.H. and Peric M. 2002. Computational Methods for Fluid Dynamics, **Springer, 3rd Edition**. ISBN 3-540-42074-6. pp 423, 2002.
- Gibson, W.B., 1971. **Türkiyede Sera Yetiştiriciliğinin Genel Prensipleri**, Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayınları, No. 26, s. 1-100.
- Güvençli, B., 2018. Serada Yetiştirilen Kavunda, Farklı Sulama Suyu Miktarları Ve Kalsiyum Düzeylerinin Bitki Gelişimi, Verim Ve Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. HMKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Gümüş, Z., 2009. Çukurova Yöresi İçin, İç Ortamı Kontrol Edilebilen Broiler Tavuk Yetiştirme Barınaklarının Tarımsal Yapılar Yönünden Projelenmesi. **Doktora Tezi**, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, Adana.
- Gümüş, Z., 2019. Bireysel görüşme.
- Hakgören, F. ve Kürklü, A. 2007. Sera Planlaması. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, yayın no:6, Antalya.
- Harzadin, G. 1986. Greenhouses Cooling. **Hasad J.** April. pp. 26-27.
- Karamanoğlu, Y., Mobedi, M. ve Ertöz, A.Ö., 2006. Pompa Tasarımının Geliştirilmesinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Kullanılması. **Tesisat Mühendisliği Dergisi**. Sayı: 91, s. 46-55, 2006.
- Kittas, C. and Bartzanas, T., 2007. Greenhouse Microclimate and Dehumidification Effectiveness under Different Ventilator Configurations. **Science Direct**, 42 (2007) 3774–3784
- Kürklü, A. ve Çağlayan, N. 2005. Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18(1):25.
- Leveque R. 2002. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, **Cambridge University Press**, 2002.
- Lindley, J.A. and Whitaker, J.H., 1996. Agricultural Buildings and Structures. **ASAE**, Michigan, USA.
- Long L.N., Plassmann P.E., Sezer-Uzol N. and Jindal S. 2004. Real-Time Visualization and Steering of Large-Scale Parallel Simulations. **11th International Symposium on Flow Visualization, University of Notre Dame**. Notre Dame, Indiana, USA, August 9-12, 2004.

- MGM., 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx> 30.05.2019.
12.30.
- Modi A., Sezer-Uzol N., Long L.N. and Plassmann P.E. 2005. Scalable Computational Steering for Visualization. **Control of Large-Scale Fluid Dynamics Simulations. Journal of Aircraft.** 42(4):963–975 2005.
- Nisen A, Grafiadellis M, Jiménez R, La Malfa G, MartinezGarcia PF, Monteiro A, Verloot H, Villele O, Zabeltitz C von, Denis JC, Baudoin W, Garnaud JC. 1988. Cultures Protegees en Climat Mediterranee. FAO,Rome.Nicolaus, A., 1990. Ventilation Metodology in Greenhouses. **Acta-Horticulture** vol 263, pp 299-306.
- Olgun, M., 2009. **Tarımsal Yapılar Ders Kitabı**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yayın No: 1577, Ders Kitabı: 529, Ankara.
- Öz, H., 2007. Isparta Yöresindeki Seralarda Fan Ped Sisteminin Etkinliğinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Isparta.
- Özmerzi, A., Kürklü, A., 1989. Seralarda Havalandırma Yöntemleri Ve Zorunlu Havalandırma Sistemlerinin Hesaplanması. **Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi.** 2(2), 101-120p.
- Öztürk, H.H., Başçetinçelik, A., 2002. **Seralarda Havalandırma**. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü Yayınları. Yayın No: 227, Adana, 304s.
- Prenger, J. J. and P.P. Ling, 2000a. **Greenhouse Condensation Control. An Introduction**, Extension Factsheet. The Ohio State University Extension, AEX-800-00, <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/> 20.07.2019. 20.30.
- Prenger, J. J. and P.P. Ling, 2000b. **Greenhouse Condensation Control. Bottom Heating and Between-Row Heating**, Extension Factsheet, The Ohio State University Extension. AEX-801-00, <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/> 20.07.2019. 20.30.
- Prenger, J. J. and P.P. Ling, 2000c. **Greenhouse Condensation Control. Keeping Plants Warm with Condensation Control. Keeping Plants Warm with Thermal Screens**. The Ohio State University Extension, AEX-802-00, <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/> 20.07.2019. 20.30.
- Prenger, J. J. and P.P. Ling, 2000d. **Greenhouse Condensation Control. Improving Air Circulation**, Extension Factsheet. The Ohio State University Extension, AEX-803-00, <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/> 20.07.2019. 20.30.
- Seginer, I., 1980. Optimizing Greenhouse Operation for Best Aerial Environment, ISHS **Acta Horticulturae** 106: Symposium on Computers in Greenhouse Climate Control, Wageningen, Netherlands.
- Sevgican, A., 1989. **Örtüaltı Sebzeçiliği**. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No:19, Yalova.
- Sezer Uzol, N. 2009. "Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Üç-Boyutlu Karmaşık Akış Problemlerinin Yüksek Başarımli Hesaplamaları," BAŞARIM'09, **1. Ulusal Yüksek Başarım ve Grid Konferansı**, ODTÜ-KKM, Ankara, 15-18 Nisan 2009.
- Tezcan, A., 2011. "Doğal Havalandırılmalı Seralarda Ölçülen Ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği İle Simüle Edilen Sera İçi İklim Etmenlerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Antalya, (103).
- TS EN 13031-1 2003. Seralar – Tasarım ve Yapım Bölümü 1: Ticari Üretim Seraları

- ICS 65.040.030 Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK 2018a. İstatistik veriler. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik> 19.06.2018. 20.30.
- TÜİK 2018b. İstatistik veriler. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do#> 20.07.2018. 18.30.
- TÜİK 2019. İstatistik veriler. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Alti-Yetistiricilik> 15.04.2019. 15.30.
- Üstün, S., Baytorun, A. N., 2003. Sera Projelerinin Hazırlanmasına yönelik Bir Uzman Sistemin Oluşturulması. **KSÜ Fen Bilimleri Dergisi**, 6. S. 168-176. K.Maraş.
- Vassiliou, N.N., 2000. Determination of Natural Ventilation Rate in a Double Span Arch Type Greenhouse. **Acta Horticulture**, Haifa, 534:171-180.
- Yüksel, A.N., 2004. **Sera Yapım Tekniği**. Hasad Yayıncılık, ISBN 975-8377-09-4, İstanbul, 287s.
- Versteeg, H. K. and Malalasekera, W., 2005. **An Introduction to Computational Fluid Dynamics**, Thec Finite Volume Method. Prentice Hall, 1995. "Fluent 6.2 User's Guide", Fluent Inc, Jan 2005.
- Wislicenus, G. F., 1964. **"Fluid Mechanics of Turbomachinery"**, Dover Publications Inc.
- Zabeltitz, C. V., 1992. Technologies for Climate Control in Greenhouses. **Expert Consultation Workshop on Greenhouses in the Antalya Region**, ppi 0-22, 13-17 January, Antalya.
- Zabeltitz, C. V., 2011. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, **Maintenance, Climate Control**, 285-311. doi: 10.1007/978-3-642-14582-7_12.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Antalya'da doğmuş olup, ilk, orta ve lise eğitimini Antalya, Konyaaltı'nda tamamlamıştır. 2011 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümüne girmiş ve 2015 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun olmuştur. 2016 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır.



EKLER

Ek-1: Progen ölçüm istasyonu yağış ve rüzgar hızı verileri

Tarih	Yağış (mm)	Rüzgâr Hızı (km/h)	
		Ortalama	Maximum
2017-05-01 00:00:00	0	0	0.7
2017-05-02 00:00:00	0	0	0.7
2017-05-03 00:00:00	0	0	0.7
2017-05-04 00:00:00	0	0.1	1.1
2017-05-05 00:00:00	0	0.1	1.1
2017-05-06 00:00:00	0	0.3	1.4
2017-05-07 00:00:00	0	0.6	2.5
2017-05-08 00:00:00	0	0.2	1.8
2017-05-09 00:00:00	0	0	0
2017-05-10 00:00:00	0	0	4
2017-05-11 00:00:00	0	0.3	2.2
2017-05-12 00:00:00	0	0.4	1.8
2017-05-13 00:00:00	0	0.2	1.8
2017-05-14 00:00:00	0	0.2	1.8
2017-05-15 00:00:00	0	0.3	1.8
2017-05-16 00:00:00	0	0	0.4
2017-05-17 00:00:00	0	0	0.7
2017-05-18 00:00:00	0	0	6.1
2017-05-19 00:00:00	32	0.1	2.5
2017-05-20 00:00:00	102.6	0.2	2.9
2017-05-21 00:00:00	1.6	0.2	2.2
2017-05-22 00:00:00	1.4	0.1	1.8
2017-05-23 00:00:00	7.4	1.8	11.2
2017-05-24 00:00:00	0	0.3	6.1
2017-05-25 00:00:00	0	0	0
2017-05-26 00:00:00	0	0	0
2017-05-27 00:00:00	0	0	0
2017-05-28 00:00:00	0	0	0
2017-05-29 00:00:00	0	0	0
2017-05-30 00:00:00	0	0	0
2017-05-31 00:00:00	0	0	0
2017-06-01 00:00:00	0	0	0.7
2017-06-02 00:00:00	0	0	0
2017-06-03 00:00:00	0	0	0
2017-06-04 00:00:00	0	0	0
2017-06-05 00:00:00	0	0	0
2017-06-06 00:00:00	0	0	0
2017-06-07 00:00:00	0	0	0
2017-06-08 00:00:00	0	0	0
2017-06-09 00:00:00	0	0	0
2017-06-10 00:00:00	0	0	0