ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YARI-KAPALI SERALARDA İKLİMLENDİRME PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mohammed Altahir Sulman HASSAN

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2017

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Mohammed Altahir Sulman HASSAN tarafından hazırlanan "**Yarı-Kapalı Seralarda İklimlendirme Parametrelerinin Değerlendirilmesi** " adlı tez çalışması 21/04/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ve Teknoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSNS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Hasan SİLLELİ

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Ali İhsan ACAR
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Ve Teknoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
Çukurova Üniversitesi Tarım Makinaları Ve Teknoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Hasan SİLLELİ
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Ve Teknoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı

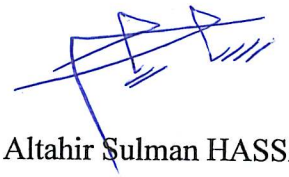
Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

21.04.2017



Mohammed Altahir Sulman HASSAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YARI-KAPALI SERALARDA İKLİMLENDİRME PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mohammed Altahir Sulman HASSAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Hasan H.SİLLELİ

Dünyadaki iklim değişikliği ve artan enerji fiyatları seraların daha verimli kullanılmasını ve üretimin yılın tamamına yayılma zorunluluğunu doğurmuştur. Bu tezin amacı dünyada klasik tipteki modern seraların yerine ikame edilebilecek yarı-kapalı ya da tam-kapalı sera teknolojilerinin kullanılma olanakları üzerine çalışılmaktadır. Türkiye'de klasik seralar ile yarı-kapalı sera konsepti arasında çözüm olabilecek sera teknolojileri araştırılmaya başlanılmıştır. Türkiye'nin iklimsel verilerinin pek çok ülkeye kıyasla çok daha avantajlı olması nedeniyle yarı-kapalı teknik ile kontrol edilmesi iyi bir çözüm olarak görülmektedir. Özellikle plastik seralara uygulanabilecek bu teknik, seralardaki üretim sürecini 345 güne çıkarabilecektir. Seraların kurulum aşamasında yarı-yapalı teknoloji içerecek şekilde tasarlanmasının yanında mevcut seraların da bu konsepti karşılayacak şekilde adaptasyonu önemlidir. Bu noktada seraların kontrol tekniğinde de önemli değişiklikler yapılması gerekecektir. Klasik modern sera koşulu ya da yarı-kapalı sera koşuluna geçilebilmesi için karar mekanizmalarına ve parametrelerine ihtiyaç vardır. Bu amaçla Türkiye'de yarı-kapalı (multiklima ya da polyclima) teknik olarak yerli geliştirilen yarı-kapalı sistemlerin kontrol algoritmalarının oluşturulabilmesi için gerekli parametrelerin değerlendirilmesi ve geçiş safhalarının belirlenmesine yönelik veriler tez kapsamında incelenmiştir. Mersin ilinde kurulmuş olan yarı-kapalı sera ileri teknoloji cihazlar kullanılarak hem enerji maliyeti düşürülmüş hem de üretim verim yükseltmiştir. Bilindiği gibi üretimdeki maliyetler arasında ısıtma veya soğutma en önemli kalemi oluşturmaktadır. Özellikle geleneksel seralarda enerji kaybının fazla olması nedeniyle sera iklimi istenildiği kadar kontrol edilememekte ve dolayısıyla ürün kalite ve miktarına etkili olmaktadır. Kapalı ve yarı-kapalı seralarda iç ve dış hava dengesi kontrol edilebildiği için çok soğuk ya da sıcak havalarda oransal bir kontrol sağlamak mümkün olabilmiştir.

Nisan 2017, 68 sayfa

Anahtar Kelimeler: kapalı –yarı kapalı sera, soğutma sistemi, CO_2 kullanımı, iklim kontrolü, enerji kaybı.

ABSTRACT

Master Thesis

THE EVALUATION OF THE CLIMATE PARAMETERS ON SEMI-CLOSED GREENHOUSES

Mohammed Altahir Sulman HASSAN

Ankara University
Institute of Science and Technology
Department of Agriculture Machines and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hasan H.SİLLELİ

Climate change and rising energy prices in the world have led to the need for more efficient use of greenhouses and the spread of production throughout the year. This thesis focuses on the possibilities of using semi-enclosed or full-enclosed greenhouse technologies which can be substituted for modern greenhouses in classical type. In Turkey, greenhouse technologies that can be a solution between classical greenhouses and semi-enclosed greenhouse concepts have begun to be investigated. Since Turkey's climatic data is much more advantageous than many other countries, it is a good solution to be controlled by semi-closed technique. This technique, which can be applied especially to the plastic greenhouse, can increase the production process in the greenhouse to 345 days. As well as being designed to incorporate semi-structured technology during the installation phase, adaptation of existing greenhouses to meet this concept is important as well. At this point, significant changes will also have to be made in the control technique of the greenhouses. Decision mechanisms and parameters are needed to be able to pass the classical modern greenhouse condition or semi-closed greenhouse condition. For this purpose, the evaluation of the necessary parameters and the determination of the transition phases of the semi-closed systems (mutliclimate or polyclimate) technically locally developed in Turkey have been examined in the thesis. Using semi-closed greenhouse high technology devices established in Mersin province, both energy cost has been reduced and production efficiency has been increased. As is known, heating or cooling constitutes the most important item among production costs. Due to the high energy loss especially in traditional greenhouses, the greenhouse climate cannot be controlled as much as desired and therefore has an effect on product quality and quantity. Since indoor and outdoor air balance can be controlled in closed and semi-enclosed greenhouses it is possible to provide proportional control during very cold or hot weather.

April 2017, 68 pages

Key Words: closed – semi closed greenhouse, cooling system, CO_2 using, climate control, energy loss

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, iki yıl boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemi asla unutmayacağım, tez çalışmamda planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren tez danışmanım Prof. Dr. Hasan H. SİLLELİ'ye Öğretim Üyesi ,Ankara Üniversitesi Tarım Makinaların ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, teşekkürlerimi sunarım. Kaynak aramak için yardım talep ettiğim Ankara Üniversitesi Tarım Makinaların ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine ve bu zorlu tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen AYTEKİN firması Yönetim Kurulu Üyelerine ve iş arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım

Değerli Sudanlı arkadaşlarıma ve tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mohammed Altahir Sulman HASSAN

Ankara , Nisan 2017

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK..... i
ÖZET..... ii
ABSTRACT..... iii
TEŞEKKÜR.....iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....viii
1. GİRİŞ.....1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....9
2.1 CO_2 Kullanımı.....10
2.2 Enerji Kaybı.....11
3. MATERYAL VE METOD.....12
3.1 Materyal.....12
3.1.1 Yarı-Kapalı sera.....12
3.1.2 Chiller.....15
3.1.3 Isıtma kazanı 17
3.1.4 Hava sağıtım sistemi (AHU &Hava Kanalı).....17
3.1.5 Fan Pad sistemi 19
3.1.6 Isı ve gölgeleme perdesi 22
3.1.7 Sisleme sistemi.....23
3.1.8 Havalandırma sistemi 23
3.1.9 Sulama sistemi 24
3.1.10 Otomasyon sistemi.....26
3.2 Metot.....30
3.2.1 Yaz ayları için kontrol yöntemi 30
3.2.2 Kış ayları için kontrol yöntemi.....33
4. BULGULAR.....35
5. SONUÇ VE TARTIŞMA 49
5.1 Domates Verimi Yükselemekteir.....61
KAYNAKLAR.....65
ÖZGEÇMİŞ 68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Seralarda kuru hava ve su kütlesi.....6
Şekil 1.2 Sera iklim parametreleri.....7
Şekil 2.1 Serada Co2 konsantrasyonu.....11
Şekil 2.2 Soğutma ve ısıtma ihtiyacı.....11
Şekil 3.1 Sistemde kullanılan cihazlar.....12
Şekil 3.2 Yarı kapalı seralarda kullanılan sistemler.....13
Şekil 3.3 Seralarda sulama sistemi.....13
Şekil 3.4 Sera içi görünümü.....14
Şekil 3.5 Seranın girişi.....14
Şekil 3.6 Chiller sistemi 15
Şekil 3.7 Kollektör grubu.....16
Şekil 3.8 Chiller ünitesi.....16
Şekil 3.9 Isı kazanı dairesi.....17
Şekil 3.10 Hava İşlem (Şartlandırma) ünitesi (AHU);.....18
Şekil 3.11 Hava Dağıtım sistemi.....18
Şekil 3.12 AHU'ların yerleşim şekli.....19
Şekil 3.14 Pad çalışma prensibi.....20
Şekil 3.15 Pad su değıtımı.....20
Şekil 3.16 Fan-Pad sistemi.....21
Şekil 3.17 Selenoid vanalar.....21
Şekil 3.18 Isı perdesi.....20
Şekil 3.19 Sisleme sistemi.....23
Şekil 3.20 Havalandırma pencereleri ve hava sirkülasyonu.....24
Şekil 3.21 Sulama sistemi.....25
Şekil 3.22 Sulama makinası.....26
Şekil 3.23 Damlama sistemi.....26
Şekil 3.24 Otomasyon sistemlerini kontrol eden bilgisayar ünitesi ve çevre birimleri.....28
Şekil 3.25 Soğutma (Isıtma) Sistemi.....30
Şekil 3.26 Yarı-Kapalı sistem.....31

Şekil 3.27 Sera sistemleri.....32
Şekil 3.28 Soğutma-Isıtma sistemi.....33
Şekil 3.29 Isıtma sistemi.....34
Şekil 4.1 AHU kanal bağlı değilken.....35
Şekil 4.2 AHU kanal bağlı-delik yokken.....36
Şekil 4.3 AHU kanal bağlı her 5 mt de 2 delik varken.....37
Şekil 4.4 AHU ,kanal bağlı - her 1 mt de 2 delik varken.....38
Şekil 4.5 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 4 delik varken.....39
Şekil 4.6 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 8 delik varken.....40
Şekil 5.1 (01.08) İklimsel veriler.....49
Şekil 5.2 (09.08) İklimsel veriler.....50
Şekil 5.3 (20.08) İklimsel veriler.....51
Şekil 5.4 (22.08) İklimsel veriler.....52
Şekil 5.5 (26.08) İklimsel veriler.....53
Şekil 5.6 (02.09) İklimsel veriler.....54
Şekil 5.7 (03.09) İklimsel veriler.....55
Şekil 5.8 (04.09) İklimsel veriler.....56
Şekil 5.9 (06.09) İklimsel veriler.....57
Şekil 5.10 (07.09) İklimsel veriler.....58
Şekil 5.11 (08.09) İklimsel veriler.....59
Şekil 5.12 (10.09) İklimsel veriler.....60
Şekil 5.13 Üretilen domates.....61
Şekil 5.14 Dış ,Pad ve Kanal sıcaklığı.....62
Şekil 5.15 Dış ve iç sıcaklığı.....62
Şekil 5.16 Dış ve iç nemi.....63

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 4.1 AHU, kanal bağlı değil....35
Çizelge 4.2 AHU, kanal bağlı - delik yok....36
Çizelge 4.3 AHU, kanal bağlı - her 5 mt de 2 delik var....37
Çizelge 4.4 AHU, kanal bağlı - her 1 mt de 2 delik var....38
Çizelge 4.5 AHU, kanal bağlı - her 1 mt de 4 delik var....39
Çizelge 4.6 AHU, kanal bağlı - her 1 mt de 8 delik var....40
Çizelge 4.7 01/08/2016 İklimsel veriler....41
Çizelge 4.8 02/08/2016 İklimsel veriler....41
Çizelge 4.9 03/08/2016 İklimsel veriler....41
Çizelge 4.10 04/08/2016 İklimsel veriler....42
Çizelge 4.11 05/08/2016 İklimsel veriler....42
Çizelge 4.12 07/08/2016 İklimsel veriler....42
Çizelge 4.13 09/08/2016 İklimsel veriler....42
Çizelge 4.14 10/08/2016 İklimsel veriler....43
Çizelge 4.15 11/08/2016 İklimsel veriler....43
Çizelge 4.16 12/08/2016 İklimsel veriler....43
Çizelge 4.17 13/08/2016 İklimsel veriler....43
Çizelge 4.18 14/08/2016 İklimsel veriler....44
Çizelge 4.19 15/08/2016 İklimsel veriler....44
Çizelge 4.20 17/08/2016 İklimsel veriler....44
Çizelge 4.21 18/08/2016 İklimsel veriler....44
Çizelge 4.22 19/08/2016 İklimsel veriler....45
Çizelge 4.23 20/08/2016 İklimsel veriler....45
Çizelge 4.24 21/08/2016 İklimsel veriler....45
Çizelge 4.25 22/08/2016 İklimsel veriler....45
Çizelge 4.26 23/08/2016 İklimsel veriler....46
Çizelge 4.27 24/08/2016 İklimsel veriler....46
Çizelge 4.28 25/08/2016 İklimsel veriler....46

Çizelge 4.29 26/08/2016 İklimsel veriler.....46
Çizelge 4.30 02/09/2016 İklimsel veriler.....47
Çizelge 4.31 03/09/2016 İklimsel veriler.....47
Çizelge 4.32 04/09/2016 İklimsel veriler.....47
Çizelge 4.33 06/09/2016 İklimsel veriler.....48
Çizelge 4.34 07/09/2016 İklimsel veriler.....48
Çizelge 4.35 08/09/2016 İklimsel veriler.....48
Çizelge 4.36 10/09/2016 İklimsel veriler.....48
Çizelge 5.1 01/08/2016 İklimsel veriler.....49
Çizelge 5.2 09/08/2016 İklimsel veriler.....50
Çizelge 5.3 20/08/2016 İklimsel veriler.....51
Çizelge 5.4 22/08/2016 İklimsel veriler.....52
Çizelge 5.5 26/08/2016 İklimsel veriler.....53
Çizelge 5.6 02/09/2016 İklimsel veriler.....54
Çizelge 5.7 03/09/2016 İklimsel veriler.....55
Çizelge 5.8 04/09/2016 İklimsel veriler.....56
Çizelge 5.9 06/09/2016 İklimsel veriler.....57
Çizelge 5.10 07/09/2016 İklimsel veriler.....58
Çizelge 5.11 08/09/2016 İklimsel veriler.....59
Çizelge 5.12 10/09/2016 İklimsel veriler.....60

1. GİRİŞ

Seralarda bitkilerin büyümesi ve gelişimi için uygun iklimin oluşması, sera içindeki sıcaklık, bağıl nem, güneş ışınımı gibi değişkenlerin kontrol altına alınmasıyla sağlanır. Klasik tip seralarda iklim, sera dışındaki güneş, sıcaklık, nem, yağmur gibi etkilerden dolayı sürekli değişir. Bu değişim, seradaki enerji-kütle dengesine göre oluşur. Diğer bir anlamda sera üzerine gelen enerjinin bir kısmı depolanır, bir kısmı dışarıya verilir. Yaprak sıcaklığı yüksek ise, bitkide depolanan enerjinin fazla olmasından kaynaklanır. Fazla enerji birikimi, havalandırma ya da serinletme sistemlerinin devreye alınmasıyla sınırlı ölçüde çözümlenmeye çalışılır. Yarı-kapalı seralar bu noktada kontrol yöntemi ve işletme tekniği açısından önemli farklılıklar gösterir (Wee 2010). Özellikle seranın pozitif basınçlı olması, kontrol yöntemini değiştiren en önemli özelliğidir. Sera içindeki pozitif basınç elektronik kontrollü fanlar kullanılarak sağlanmaktadır. Bu fanlara akuple edilmiş ısıtma-soğutma bataryaları ile de seranın iklimlendirilmesi gerçekleştirilebilmektedir. Yarı-kapalı seraların önemli bir farkı da çatı havalandırma pencerelerinin klasik seralara oranla daha az bir alana ihtiyaç duymasıdır. Çatı pencerelerinin havalandırılma yerine baca olarak kullanılması kontrolün temelini oluşturmaktadır. Bu önemli farklılıklar sera kontrol tekniğinde de üstünlükler sunmaktadır. Özellikle yıl içerisindeki değişik iklim koşullarına uyum gösterebilen sistem, klasik seralarda sıkça görülen sıcaklık ve nem dalgalanmalarını sınırlayan bir özelliğe sahiptir. Sera içi ve iklim koridoru arasında sağlanan kontrollü hava geçişi sayesinde enerji tasarrufu da sağlanabilmektedir. Hava giriş-çıkışının kontrollü yapılabilmesi sayesinde yatay ve dikey sıcaklık, nem ve CO_2 konsantrasyon profilleri homojen olarak elde edilebilmektedir. Bu açılardan bakıldığında istenilen sera ikliminin elde edilmesinde etkili kontrol parametreleri fazladır ve birbirleri ile etkileşimleri iyi analiz edilmek durumundadır. Seradan toplanan veriler uygun yazılımlar ve sera mühendisliği sayesinde değerlendirilebilmektedir (Heuvelink vd. 2008).

Seracılıkta temel hedef, en basit anlamıyla, bölgenin ortalama sıcaklığından daha yüksek, homojen bir sıcaklık sağlamak ve bitkileri rüzgar, yağmur, dolu gibi çevresel etkilerden korumaktır. Bu amaçla, bitkileri başarılı bir şekilde yetiştirebilmek için, sera içi klimayı doğala yakın düzenlemek gereklidir. İklim kontrolünü sağlarken bitkileri

strese sokabilecek yüksek sıcaklıktan kaçınırken, aynı zamanda sera içi nem düzeyinin maksimum ve minimum sınırlar arasında dalgalanması önlenmeli, karbondioksit seviyesi ayarlanmalı ve bu sayede üretimi tehlikeye sokabilecek hastalık riskleri kontrol altına alınmalıdır.

Serada, sıcaklık, kontrol edilmesi gereken en önemli değişkendir. Yetiştirilen bitkilerin büyük çoğunluğu ılıman iklim bitkilerinden oluşmaktadır. Bitkilerin genel sıcaklık istekleri ortalama olarak 17-27 ^{o}C arasında değişmektedir. Alt üst sınır sıcaklık değerleri ise 10-35 ^{o}C'dir. Genelde dışarıdaki ortalama sıcaklık 12-13 ^{o}C'nin altında ise seraların ısıtılması gerekmektedir. Ortalama dış sıcaklık 27 ^{o}C'nin altındayken doğal havalandırma yapmak sera içi sıcaklığının aşırı değerlere çıkmasını önleyebilecektir. Sıcaklık bu değerin üzerine çıktığında yapay soğutma (Sisleme, fan-pad, gölgeleme, chiller) yöntemlerini kullanmak ürün kalitesini korumak için önemli olmaktadır. Sera içi sıcaklık uzun dönemde 30-35 ^{o}C'yi geçmemelidir. Serada kontrol altına alınması gereken ikinci parametre ise bağıl nemdir. Genellikle bağıl nemin % 60-85 arasındaki değişimi bitkiler üzerinde çok büyük bir etkiye sahip değildir. Ancak % 60'ın altındaki nem seviyeleri, özellikle havalandırmanın da yapıldığı anlarda, genç bitkilerin taze yaprakları üzerinde su stresine yol açabilmektedir. Diğer taraftan sera içinde bağıl nemin uzun dönemde % 95'lerin üzerine çıkması, özellikle geceleri fungal hastalıkların hızlı bir şekilde yayılmasına neden olur. Sera içi buhar basınç dengesinin ayarlanması transpirasyonu düzenlediği gibi hastalık problemlerini de azaltabilmektedir. Geceleri, seralar ısıtılmazsa iç ve dış sıcaklık neredeyse birbirine eşit olur ve bu durumda dış rutubet yüksekse sera içi neminin düşürülmesi kolay olmamaktadır. Işık ya da daha spesifik olarak (fotosentez etkili radyasyon-(PAR)) seralarda üretim için önemli bir diğer parametredir. Fakat bu ihtiyaç ancak güneş radyasyonundan sağlanabilmektedir. Diğer taraftan gölgeleme sistemi ise sera dışı ışık yoğunluğunun çok fazla olduğu durumda ya da büyüme sürecinin ışık yoğunluğunun azaltılarak yavaşlatılmasının istendiği durumlarda kullanılmaktadır. Sera içerisinde kontrol edilmesi gereken ve üretim miktarını doğrudan etkileyen bir diğer parametre de CO_2 konsantrasyonudur. Gün içerisinde yapılan doğal havalandırma, sera içerisine CO_2 transferi sağlasa da bitkilerin fotosentez için sürekli CO_2'e ihtiyaç duymaları nedeniyle sera içindeki oran her zaman için dışarıdan düşük olmaktadır. İyi yalıtılmış bir serada en yüksek

konsantrasyon 200 μmol.mol^{-1} düzeylerinde iken bu oran dış atmosferde 360 μmol.mol^{-1} düzeyinde bulunmaktadır. Seralardaki bitki yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle CO_2 oranının atmosferin 2-3 katı kadar olması istenmektedir.

Endüstriyel bir serada, üretim sistemlerinin kapasitesi ile iklim kontrolünü de içeren yatırım ve işletme maliyetleri ve yetiştiricinin sermaye kaynakları arasında optimum noktanın bulunması hedeflenmelidir.

Bugün Türkiye'de sera alanlarını % 95 oranla yaz ayları çok sıcak geçen Antalya, Adana, Mersin ve İzmir gibi bölgelerin oluştuğu görülür. Bu bölgelerde Haziran ayı sonu itibariyle artan sıcaklık ve yükselen nem nedeniyle üretim Ağustos ayı sonuna kadar durmakta ve seralar 60-80 gün arasında boş kalmaktadır. Güneş ışınımının yoğun olduğu bu dönemde seraların boş kalması üretici ve ülke ekonomisi açısından büyük kayıplar oluşturmaktadır. O nedenle yaz aylarını da üretime katabilecek yeni teknolojilere ihtiyaç vardır. Yarı–kapalı seralar dış iklime göre yönetilebilmektedir. Sera içi ve dışı sıcaklıklarına göre çalışan bir karar mekanizması ile sera klasik ve yarı-kapalı sera arasında geçişler yapabilmektedir. Böylece dıştaki iklimden en uygun şekilde faydalanılmış olmaktadır. Bu tip seralarda dış ortam bağıl nem ve sıcaklığı, sera içi bağıl nemi, sıcaklığı, rüzgâr yönü ve hızı, güneş ışınımı, buharlaşma vb. etkenlerin tamamının birbirleriyle etkileşimi sonucunda kontrol gerçekleştirilmiş olur. Bu açılardan otomasyon sistemi son derece önemlidir. Sistem bu etkileşimi iyi algılayabilmeli, değerlendirebilmeli ve doğru bir sonuç çıkartabilecek yapıya sahip olmalıdır. Yaz aylarında güneşin etkisiyle yükselen sera içi hava sıcaklığı otomasyon sistemleriyle değişik şekillerde istenilen sınırlarda tutulabilmektedir.

2002 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada domates bitkisi kapalı ve yarı kapalı seralarda üretim miktarı açısından karşılaştırılmıştır; hava soğutma, ısı değiştirici ve CO_2 kullanımının etkileri sonucu klasik seralara kıyasla üretim % 22 (46.2-56.2 kg/m_2) oranına yükseltilebilmiştir.

Yarı–kapalı ve kapalı seralarda dijital sensor, ve kablolu-kablosuz iletişim teknolojileri etkili şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde ölçümler daha hassas

gerçekleştirilmekte ve daha etkin işletme koşulları yaratılarak; enerji, su, gübre kullanımında tasarruf sağlanması amaçlanmaktadır. Büyük hacimli seralarda etkili olan yatay ve düşey yönde sürekli değişen faktörlerin gerçek zamanlı olarak ölçülmesi önemli üstünlükler sağlamaktadır.

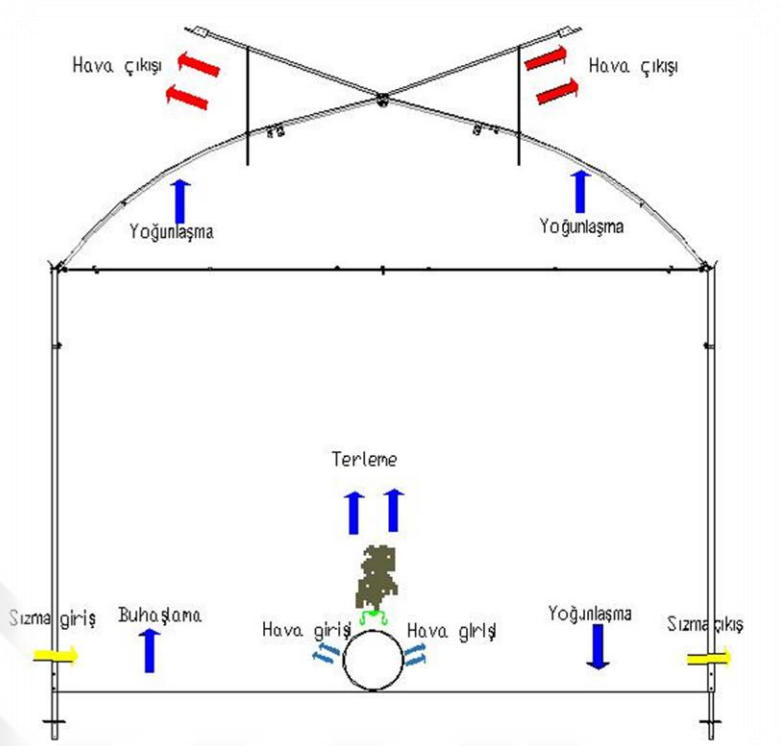
Serada kullanılan ısı pompaları, ısı değiştirici ve hava şartlandırma ünitesi (AHU) uygun şekilde dizayn edildiğinde hem kışın ısıtmada, hem yazın soğutmada, hem de ara mevsimlerde belirli saatlerde ısıtmada ve soğutmada kullanılabilecek esnek ve uygun bir sistemdir. Sera soğutmasında veya ısıtmasında kullanılan AHU (air handling units) pozitif basınç oluşturma kabiliyeti sayesinde bitki hastalıklarının azalmasına olanak sağlamakta, sera havasının homojen bir şekilde bitkiye ulaşmasını sağlamaktadır. Yarı–Kapalı sera tasarımında dikkat edilmesi gereken üç konu vardır. Bunlar enerji kaynağı, ısı transfer cihazı ve hava dağıtım kanallarıdır. Fan ve dağıtım kanalları seradaki havanın karıştırılma ve dağıtımını sağlarlar. Delikli polietilen kanallar tüm sera boyunda etkili olabilmektedir.

Seralarda nem kontrol edilmesi gereken en önemli parametrelerden biridir. Bağıl ya da oransal nemin kontrol edilebilmesi için klasik seralarda sınırlı sayıda yöntem vardır. Yeni nesil kapalı seralarda ise çok sayıdaki yöntem daha etkin kullanılabilmektedir. Genelde, klasik seralarda nem kontrolü havalandırma ve/veya ısıtma ile sağlanabilirken. Yarı kapalı seralarda bunlara ek olarak serpantin üzerinden yoğuşturma (kondensasyon) sayesinde dehumidifikasyon sağlanabilmektedir. Bunun yanında nemin düşük olduğu durumlarda ise sera içinin nemlendirilmesi çok daha kolay gerçekleştirilmektedir. (Prenger ve Ling, 2001, Silleli 2013). Diğer bir ifadeyle, nemi ortadan kaldırmak için üç yöntem kullanılır; havalandırma (ventilation), higroskopik yöntem (the hygroscopic method) ve yoğuşturma yöntemi (the condensation method). Havalandırma serada oluşan aşırı nemi azaltmak ya da uygun koşullara getirmek için yapılır. Havalandırma doğal veya zorlanmış olarak sınıflandırılabilir. Yarı kapalı seralarda mekanik yani zorlanmış havalandırma kullanılmaktadır. İstendiğinde doğal havalandırma da ek olarak kullanılabilir. Havalandırmanın temel amacı, sera dışından taze havanın alınması yanında dıştaki sıcaklık ve nem ile sera içindeki sıcaklık ve nemin yer değiştirmesinin sağlanmasıdır. Dış hava şartlarının uygun olmadığı yerlerde doğal havalandırma bitkiyi

tehlikeye sokabilmektedir. Bu gibi durumlarda ısıtarak ya da soğutarak şartlandırılmış havanın zorlanmış olarak seraya gönderilmesi çok daha avantajlı sonuçlar doğurabilmektedir.

Türkiye'de seracılık sektöründe sadece klasik doğal havalandırmalı seralar kurulmaktadır. Konya'da yarı-kapalı evaporatif soğutmalı bir cam serası bulunmaktadır. Türkiye'de plastik sera olarak soğutma sistemi (Chiller), ısıtma kazanı, fan-ped ve AHU'lar kullanılan yerli yarı-kapalı sera Mersin ilinde kurulmuştur. Yarı–kapalı sera sistemlerinin Mersin gibi sıcak ve yüksek neme sahip iklimlerde kurulması çok önemli teknik alt yapı gerektirmekte ve kontrolünde zorluklar yaşanılabilmiştir. Özellikle yazın yüksek sıcaklığı düşürmenin yanında nemi de düşürmek gerekmektedir. Soğutma sistemi nin çalıştırılmasıyla psikrometrik olarak havanın nemi yükseltmektedir. Fan-pad (evaporatif) soğutma sistemi havayı soğutulur aynı zamanda nemi yükseltir. Ancak bu tür sistemlerde bir avantaj olarak ahu(hava şartlandırma ünitesi) içinde bulunan serpantin sayesinde havanın içinde bağlı bulunan su yoğuşturularak nemin düşürmesi sağlanabilmektedir.

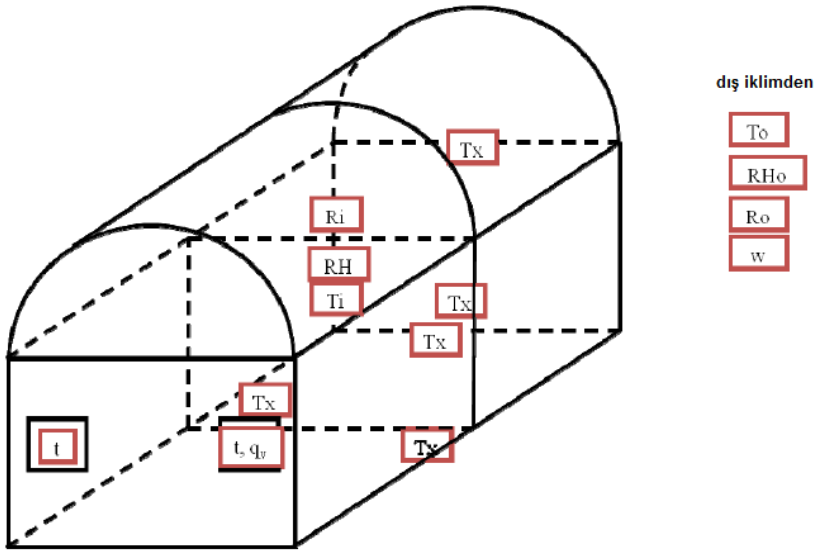
Havanın sıcaklığı nemli havada depolanan ısıdan kaynaklanmaktadır. Nemli havanın ısısı yükselince havanın sıcaklığı de yükselir, ısı düşünce sıcaklık da düşmektedir. Sıcaklık seralarda çok önemli bir parametredir ve bitkinin büyümesine doğrudan etki eder, yüksek bir üretim elde edebilmek için sera içi sıcaklık değerlerinin istenilen sınırlarda tutulması gerekmektedir. Seranın içeresindeki sıcaklık ve oransal nemin kontrol edilmesi için enerji ve kütle dengesi kullanılmaktadır. Klasik modern seraların içindeki nemi kontrol etmek için beş parametrenin önemi vardır. Bunlar; (terleme, buharlaşma, havalandırma, sızma ve yoğuşma). Terleme, buharlaşma ve yoğuşma seranın içerisinde su kütlesinin hareket etmesini sağlamaktadır. Havalandırma ve sızma seranın dış havasının içteki hava ile yer değiştirmesini sağlar. Kuru havanın kütlesi ve nemli havanın kütlesinde aynı zamanda etkilenmektedir. Kuru havanın kütlesi, CO_2'nun seviyesini de etkilemektedir.



Şekil 1.1 Seralarda kuru hava ve su kütlesi

Şekil 1.1'de seralarda kuru hava ve su kütlesinin hareketi görülmektedir. Nemli hava; kuru hava ve su buharından oluşmaktadır. Hava değiştirici hem kuru hava hem de su buharını değiştirmektedir. Bitkinin terlemesine ve buharlaşmasına bağlı olarak su buharı seranın alt kısmında (toprak ve duvarlar) yükseltmektedir. Seranın dış havanın neminden ya da sıcaklığından ne kadar ihtiyacı var öğrenmek için içteki ve dişteki kütlenin ve enerji dengesi hesaplanmalıdır. Seralardan alınan havanın nemini belirlemek için su miktarındaki fark hesaplanmalıdır.

Seralarda genel olarak aşağıda listesi çıkartılmış sensör grubu kullanılmaktadır (şekil1.2).



Şekil 1.2 Sera İklim Parametreleri

-TERMOKUPLLAR : Sabit tip ve portatif tip termokupllar, tarım sektöründe, seralarda,

araştırma laboratuvarlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ortam şartlarına uygun seçilen metal koruyucu kılıflı termokupllar, tarım alanında ihtiyaç duyulan tüm sıcaklık aralıklarında üretilebilmektedir.

-REZİSTANS TERMOMETRELER: Rezistans termometreler doğadaki sıcaklığı termokupllara nazaran daha doğru algılarlar, özellikle düşük sıcaklıklarda yaygın bir kullanım alanı vardır. Sera otomasyonunda uygulamaya göre çok çeşitli montaj tiplerine sahiptir. Sabit montajlı, portatif, sabit kablolu modelleri temin edilebilir

-Bir seranın komple mekanik konstrüksiyonu ve projesi dahil anahtar teslimi seralar kurulabilmektedir. Sera pencereleri, ısıtma, gölgeleme, fan-ped, sulama, gübreleme, sisleme, yapay aydınlatma donanımları, sera otomasyonu ile ilgili ekipmanlar ile sağlanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, Mersin ilinde 5000 m^2 alanda 5 tünel, 6.3 m oluk altı yüksekliğe sahip yarı-kapalı serada denemeler gerçekleştirilecektir. Klasik seralar ile yarı-kapalı

seralar arasında geçişi sağlayacak kontrol parametrelerinin değerlendirilmesi ve verimli üretim için sınır koşulların belirlenmesi ve gerekli algoritmanın oluşturulması için değerlendirmeler yapılaaktır. Bu amaçla Mersin'de kurulumu gerçekleştirilen multiklima yarı-kapalı serada donanımlar arasında uygun geçişi sağlayabilecek karar mekanizmaları belirlenecektir. Sıcaklık, nem, ışık şiddetine yönelik elde edilecek veriler kullanılarak, ısıtma, soğutma, sisleme, perdeleme, havalandırma pencereleri ile evaporatif soğutma sistemi ve AHU gibi donanımlar arasındaki önceliğe karar verecek kriterler belirlenecektir. Serada ölçülecek sıcaklık, bağıl nem, kontrol algoritmasının belirlenmesinde altlık olarak kullanılacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

İyi yalıtılmış bir serada en yüksek CO_2 konsantrasyonu 200 μmol.mol^{-1} düzeylerinde iken bu oran dış atmosferde 360 μmol.mol^{-1} düzeyindedir. Seralardaki bitki yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle CO_2 oranının atmosferin 2-3 katı kadar olmalıdır (Öztürk vd.2002).

Rotary enthalpy exchanger (THE) yöntemi evaporatif soğutma (fan ped + sisleme sistemi) kullanılmaktadır. Bu sistemler ile seranın içindeki havanın gizli ısısı düşürülerek sıcaklık düşürülebilmektedir. Sistem düşük maliyeti sayesinde Avustralya gibi sıcaklığın yüksek ancak nemin düşük olduğu yerlerde başarılı bir şekilde kullanılabilmektedir. THE yöntemi dış hava ile iç hava karıştırıldığında sıcaklığı belirli bir seviyeye düşürmeyi başarabilir, diğer taraftan sera içi nemini yükseltmeye de yaramak (Fuller ve Meyer 1984).

Opdam vd. (2005) Hollanda'da 1400 m^2'lik bir alanda yarı-kapalı sera uygulaması yapılmış ve sonuç olarak bu sistemi kullanılarak enerji kullanımının % 19 düşmesi, domates üretiminin % 22 artışı , kimyasal madde kullanımının % 80 azaltması, sulama suyunun % 50 azalması ve enerji veriminde de %15 iyileşme sağlanabilmiştir.

Kapalı ve Yarı-Kapalı seralarda klasik seralarla karşılaştırıldığında ısıtmada kullanılan yakıtta %52 azalma, bitkinin verimi ve kalitesinde %39 yükseltme tespit edilmiştir. Kışın ısıtmada kullanılan enerji, kapalı ve yarı kapalı seralarda 11.3 MJ/gün-m^2 iken klasik seralarda 56.9 MJ/gün-m^2 olarak elde edilmiştir (Yıldız (2006). Enerji verimliliği ile birlikte kapalı ve yarı-kapalı seralarda CO_2'de verimli kullanılmaktadır.

Kapalı ve yarı-kapalı seralarda kullanılan sistemler ve cihazlardan büyük verim almak ve üretimi artırmaktadır hedeflenmektedir (Fuller ve Meyer 1984, Gale vd. 1996, Raaphorst, 2003, Buchholz vd.. 2005 ve Janssen vd. 2005).

Yarı-kapalı seralarda ısıtma ve soğutma işlemi daha çok hava sirkülasyonu ile gerçekleşir ve kullanılan hava dışarıya atılmak yerine kontrol algoritmasının el verdiği

oranda sonuna kadar kullanılır (Gale vd. 1996, Raaphorst, 2003, Buchholz vd. 2005 ve Janssen vd. 2005). Diğer taraftan CO_2 dikkatli bir şekilde kontrol edilir ve yarı-kapalı teknik sayesinde CO_2 dışarıya kaçmaz ve yüksek seviyede tutulur (Gale vd. 1996, Raaphorst, 2003, Buchholz vd. 2005 ve Janssen vd. 2005).

Yarı kapalı seralarda bitkiler hastalıklara daha az maruz kaldığından ve aynı zamanda böcek girişi engellenebildiğinden kimyasal maddelere fazla gerek kalmamaktadır (Raaphorst 2003, Buchholz vd. 2005 ve Yıldız 2006).

Suyun kısıtlı olduğu bölge ve/veya mevsimlerde sera içi bağıl nem çok daha iyi kontrol edilebildiği için sulama suyu ihtiyacı ve sislemeye daha az gereksinim duyulmaktadır. (Fuller and Meyer 1984, Raaphorst 2003, Stanghellini vd. 2003, Buchholz vd. 2005, Janssen vd. 2005 ve Yildiz 2006).

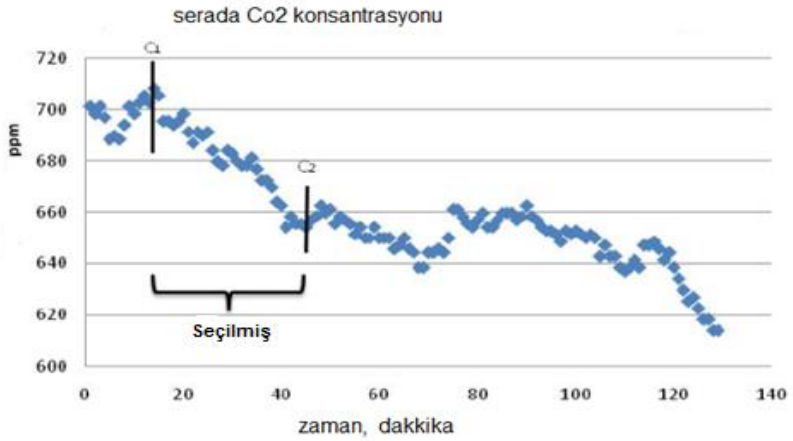
Yarı-Kapalı seralarda iklim çok daha iyi kontrol edilebildiği için üretim verimi ve kalitesi de yüksek olmaktadır (Fuller ve Meyer 1984 vd. 1996, Raaphorst 2003, Buchholz vd. 2005 ve Yıldız 2006).

Yeni nesil seralar hakkında bugüne değin yapılmış araştırmalar bu tip seraların bölge ve iklim şartlarından daha az etkilendiği, farklı iklimlerde gerçekleştirilen denemelerde benzer verimliliklerin elde edilebildiği görülmüştür. Bunun nedeninin klasik seralarda iç ortamın dışarıdan çok fazla etkilenmemesi ve kontrol edilebilmesidir. O nedenledir ki sıcak yaz aylarında klasik seralarda soğutma, kış aylarında da ısıtma ihtiyaçları fazla olmaktadır (Ooteghem, 2007; Ooteghem et al., 2005; Opdam et al., 2005).

Kapalı tip yeni nesil seraların bir avantajı da yer altı ısı kaynaklarından verimli bir şekilde yararlanılması ve mevsime göre yeraltında depolanan enerjinin yazın soğutma, kışın ise ısıtmada da kullanılabilmesidir (Campen vd. 2003).

2.1 CO_2 Kullanımı

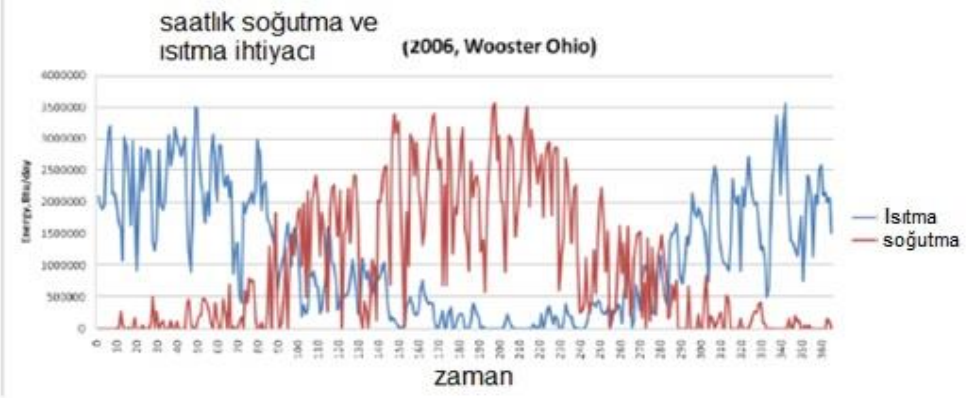
Soğutma, ısıtma ve nem alma ihtiyaçları belirlendikten sonra serada CO_2 ihtiyacı hesaplanmaktadır. 24-saat CO_2 konsantrasyonuna fotosentez için gerekli ışık seviyesine göre 800-1100 ppm arasında ihtiyaç duyulur (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Serada CO_2 konsantrasyonu

2.2 Enerji kaybı

Seranın enerji kaybı, saatteki soğutma veya ısıtma ve nem alma (havalandırma) ihtiyaçları hesaplanarak belirlenmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Soğutma ve Isıtma ihtiyacı

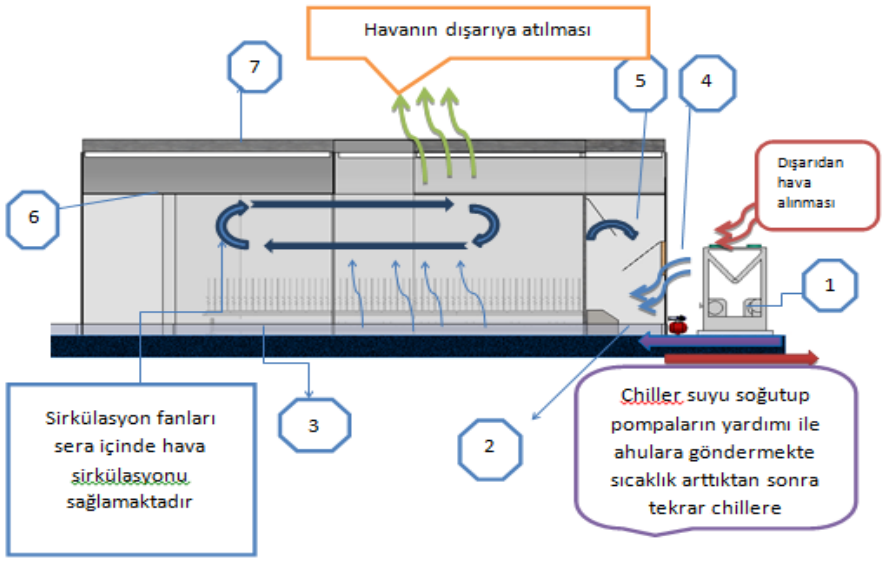
şekilde kırmızı çizgi soğutmayı, mavi çizgi ısıtmayı göstermektedir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

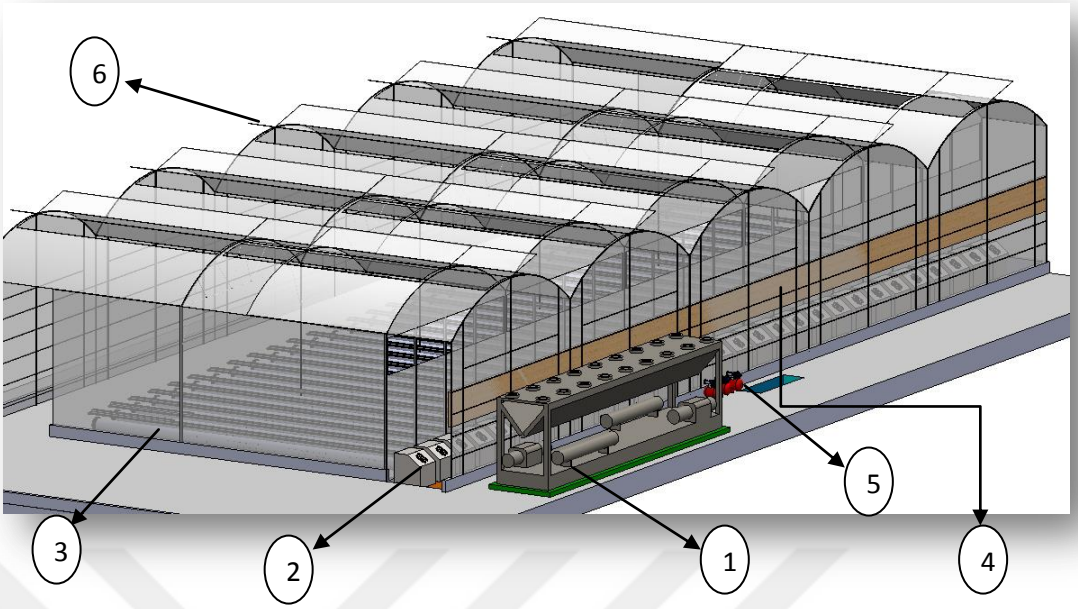
3.1.1 Yarı-Kapalı sera

Mersin ilinde kurulmuş olan 5000 m^2 lik AR-GE serada ticari ismi POLYCLIMA olarak bilinen sistem kullanılarak topraksız tarımda domates üretimi yapılmıştır. Mersin'in iklimi bilindiği gibi yazın çok sıcak olmakla beraber nem oranı da yüksektir. Normal günlerde en yüksek hava sıcaklığı 38 ^oC ve en yüksek nem oranı %90 seviyelerini bulabilmektedir. Seradaki yüksek sıcaklık problemi, soğutma sistemi (chiller+fan-ped) (Şekil 3.1) ile çözülmüştür. Ancak daha önceden de bahsedildiği gibi sıcaklıktan kaçınıldığında oransal nem yükselmiştir. Yarı-Kapalı (Polyclima) sisteminde dış iklime göre hem sıcaklığı hem de nem kontrol altına alınabilmiştir. Soğutma sistemi ile birlikte havalandırma sistemi kullanılarak sıcaklık ve nem düşürülebilmiştir. Dış iklim değişince havalandırma penceresi ve iç pencereler oransal bir şekilde açılıp kapatılmıştır.



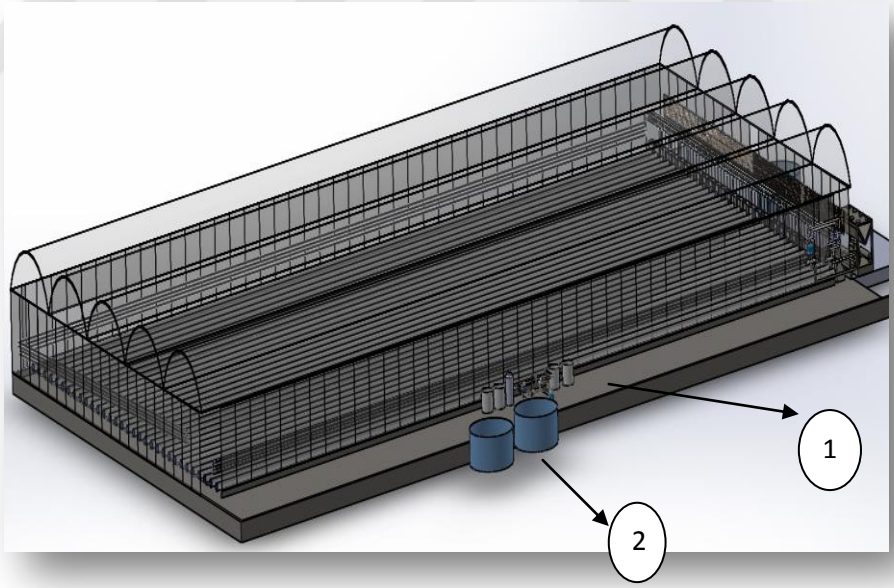
Şekil 3.1 Sistemde kullanılan cihazlar

1.Chiller, 2. Ahu (Hava İşem Ünitesi), 3. Hava Kanalı, 4.Fan –Pad Penceresi, 5.Seranın İç Penceresi, 6.Isı Perdesi, 7. Havalandırma Penceresi.



Şekil 3.2 Yarı-kapalı seralarda kullanılan sistemler

1.Chiller, 2.AHU, 3.Hava Kanalı, 4.Fan-Pad, 5.Pompalar, 6.havalandırma penceresidir.



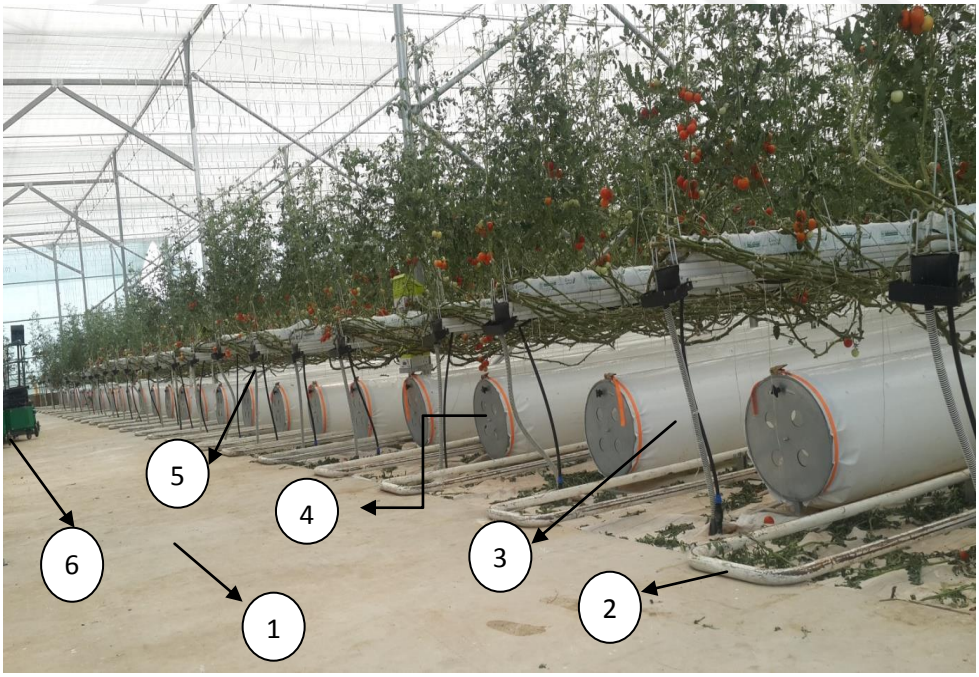
Şekil 3.3 Seralarda sulama sistemi

1. sulama makinası, 2. su depoları.



Şekil 3.4 Sera içi görünümü

Seranın içinde hava dağıtım sistem , sulama sistemi , havalandırma ve ısı perdesini görülmektedir.

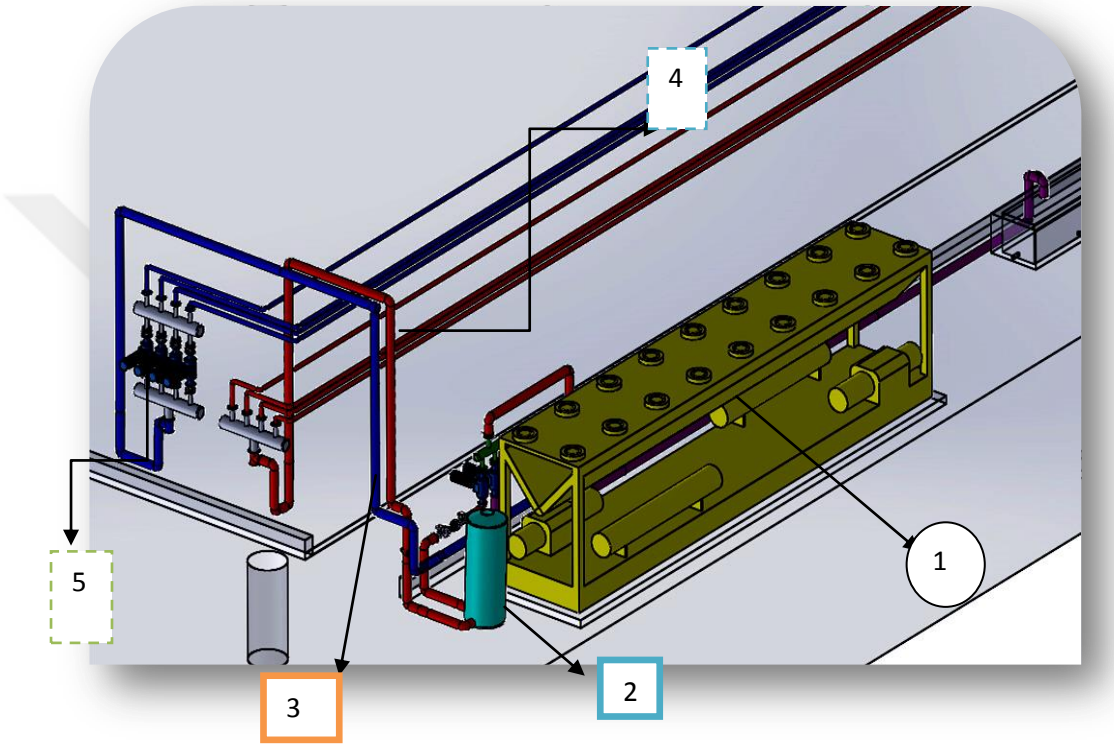


Şekil 3.5 seranın girişi

1.Yürüyüş yolu , 2.RAY(yer ısıtma borusu), 3.Hava kanalları, 4.Hava kanal kapağı. 5.Sulama boruları, 6.kültür arabaları görülmektedir.

3.1.2 Chiller

Seranın soğutmasında kullanılan chillerde şartlandırılan su kullanılmaktadır. Sistem; chiller ünitesi, kompresörler, elektrik kontrol ünitesi, pompalar, buffer tankı, normal - selenoid vanalar, pislik tutucular gaz ve su boru hatlarından oluşmaktadır.



Şekil 3.6 Chiller sistemi

1.chiller ünitesi suyu soğutmak için, 2. buffer tankı, 3. su gidiş hattı, 4.dönüş hattı, 5. vanalar, pompalar ve köllektör grubu kullanılmıştır.

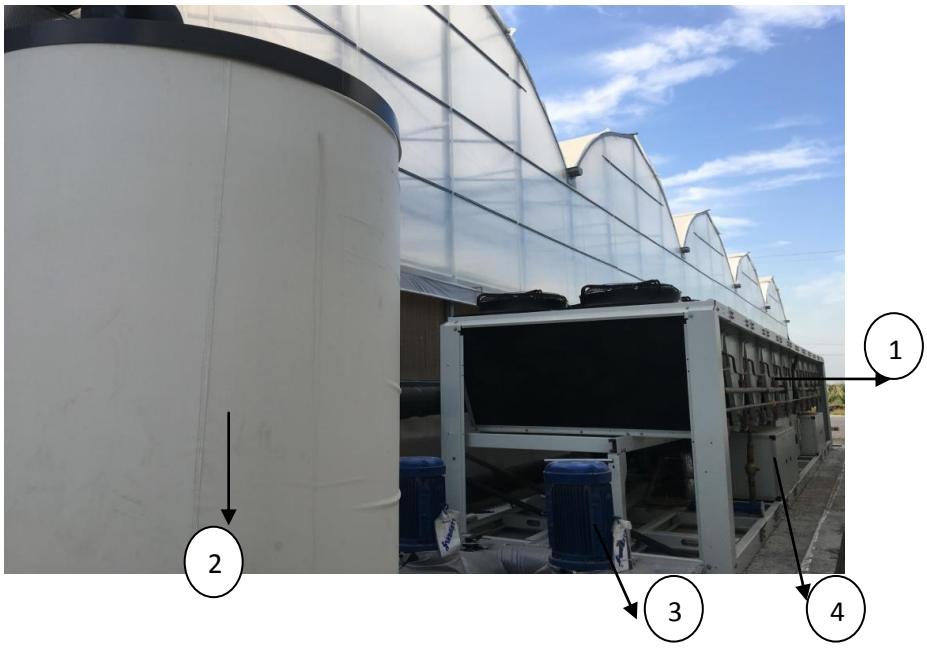
Chiller içerisindeki soğutucu gazın, evaporatör ve kompresör üzerinden kazandığı enerjisinin hava soğutmalı bataryalar üzerinde atması şeklinde çalışan sistemdir. Sürekli taze hava akışına açıktır.

Chiller ünitesinde soğutulan su ,pompalar ve boru hatları yardımı ile iklim koridoruna gönderilmektedir. Sonrasında ısıtma boruları ve AHU grubu olarak ikiye ayrılmaktadır. Su sıcaklığı arttığında aynı yöntem ile chiller ünitesine dönüşü yapıp tekrar soğutulmaktadır.Sera soğutma sistemi yeni bir yöntem olarak kabul edilmiştir



Şekil 3.7 Köllektör grubu

1.pompaların, 2.boruların,ısıyı kaybetmemesi için izloasyon malzemesi ile kaplanır, 3.sistem hem soğutma ve hem de ısıtma için çalıştığından iki adet motorlu üç yollu vana kullanılmıştır.

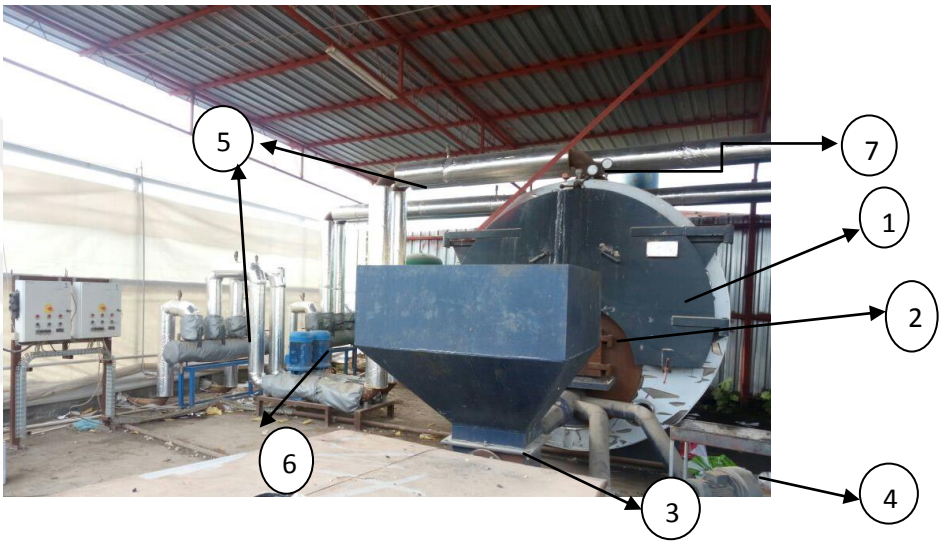


Şekil 3.8 Chiller ünitesi

1.soğuk gaz(hava) bakır boruları, 2.buffer tankı, 3.sirkülasyon pompaları, 4.hava kömpresörü.

3.1.3 Isıtma kazanı

Kömür ile suyun ısıtılmasında kullanılmıştır. Chiller ile aynı boru hattında çalışmaktadır. Su ısıtıldıktan sonra pompa grubu ile iklim koridoruna vardığında chiller sisteminde olduğu gibi seranın içerisine ve AHU'lara gönderilip görevi bittikten sonra tekrar kazana dönüş yapmaktadır.

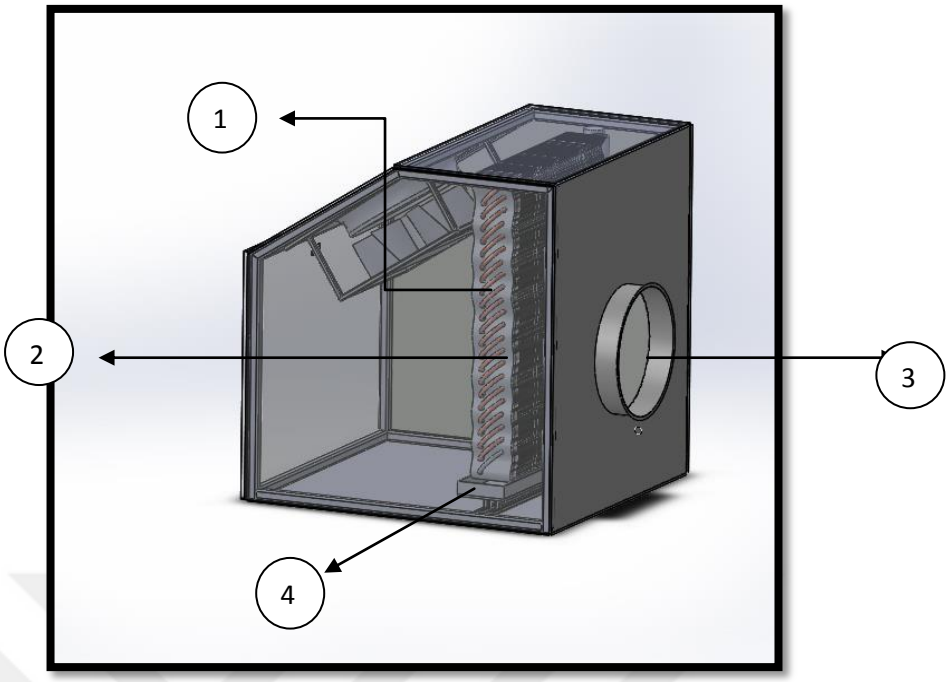


Şekil 3.9 Kazanı dairesi

1. ısı kazanı, 2.kömür tavası, 3. kömür itme motoru, 4.hava üfleyici(motor), 5.kollektör ve su boruları, 6.su pompaları, 7.basınç göstergeleri.

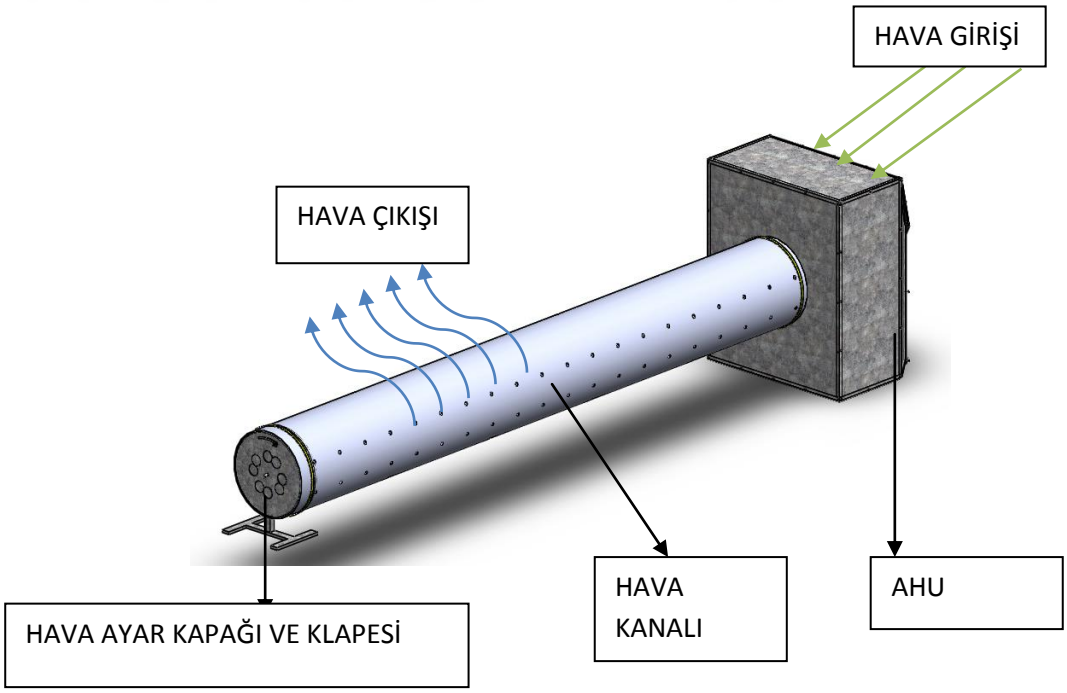
3.1.4 Hava dağıtım sistemi (AHU ve Hava Kanalı)

İklim koridoru kullanılarak dışarıdan ya da seradan geri dönüş yapan havanın sera içine gönderilmesinde AHU ve hava kanalları kullanılmaktadır. AHU; fan ve serpantinden oluşmaktadır. Fan iklim koridorundaki havayı içeriye basmaktadır. Aynı zamanda hava serpantin içinden geçerken şartlandırılmakta, duruma göre ısıtılmakta ya da soğutulmaktadır. AHU'dan sonra hava kanalları üzerindeki deliklerin yardımı ile seranın içinde homojen bir şekilde dağıtılmıştır.



Şekil 3.10 Hava İşlem (Şartlandırma)ünitesi (AHU)

1.Fan ,yardımı ile AHU hava emiyor, 2.serpantin üzerinde geçerken nem ve sıcaklığı düşürülmekte, 3.çıkış ağzında plastik kanallarla seranın içine gönderilmektedir, 4.Yoğuşturulan su tava ile tahliye edilmektedir.



Şekil 3.11 Hava dağıtım sistemi

AHU sisteminin temel tasarım parametreleri arasında sera hava değişim sayısı ile soğutma ve ısıtmada gerekli enerji değerleri yer almaktadır. Bu noktada AHU içerisindeki serpantinin soğutma kapasitesi kurulacak bölgenin iklim verileri ve serada ulaşılması istenen kritik sıcaklıklar göz önüne alınarak belirlenmektedir.



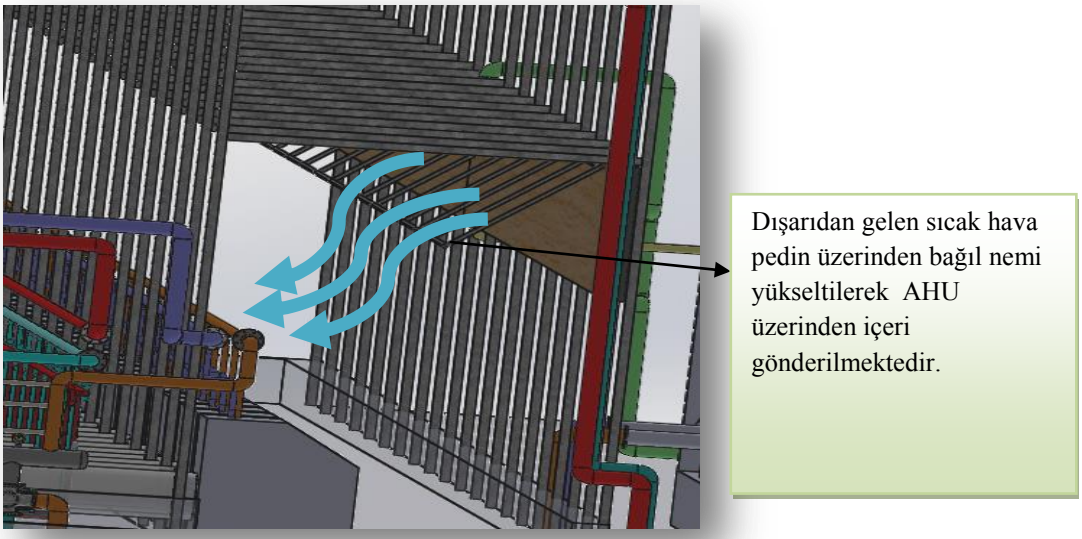
Şekil 3.12 AHU'ların yerleşim şekli

Bu sistem seraya tek bir hava girişi sağlamaktadır. Seranın içinde pozitif basınç oluşturmaktadır. Dolayısıyla seranın içindeki nemin dışarıya atılması kolaylaşırken bitki zararları ve böceklerin içeri girmesini engellemektedir.

3.1.5 Fan Pad sistemi

Seralarda yaygın olarak kullanılan doğrudan nemlendirmeli soğutma sistemidir.

- sera içeresine hava emilmesinde kullanılan fanların yerinde AHU kullanılmaktadır.
- seraya giren havanın nemlendirilmesi ve serinletilmesinde pad,
- pad içerisindeki suyun sirkülasyonu için 3 adet pompa bulunmaktadır,
- padden geçen suyun miktarını kontrol etmek için dört adet selenoid vana - su deposu, filtreler, vanalar ve dağıtma boruları kullanılmıştır.



Şekil 3.14 Pad çalışma prensibi, dışarıdan alınan havanın giriş şekli görülmektedir



Şekil 3.15 Pad su dağıtım hatları

Sistemde dört hat selenoid vanalarla kontrol edilmektedir



Şekil 3.16 Fan-Pad sistemi

1. su havuzu, 2.pompalar, 3.vanalar ve filtreler, 4.dört su hattı, 5.ped ünitesi görülmektedir

Sistemde kullanılan üç adet pompa dört su hattına su basmaktadır ve suyun miktarı selenoid vana ile kontrol edilmiştir.



Şekil 3.17 Selenoid vanalar

3.1.6 Isı ve gölgeleme perdesi

Sera iç ortamından dış ortama doğru olan ısı kayıpları ışınımla, ısı taşınımıyla, sera cidarlarından ısı geçişi ve sera içerisine dış ortam havasının sızması şeklinde oluşan havalandırma ile ısı geçişi şeklinde gerçekleşmektedir. Sızdırmaz bir şekilde yerleştirilen ısı perdesi, dış ortam havasının sera içerisine sızmasını engelleyerek perdesiz seralara karşın rüzgâr hızının etkisini de en aza indirgemektedir. Bu tip önlem alınmış seralarda ısı enerjisi gereksinimi de daha düşük olmaktadır. İstenilen amaca yönelik olarak ısı perdeleri üç değişik şekilde düzenlenmelidir. Isı perdeleri gündüzleri açıldığında seranın aydınlanma koşulları en az oranda engellenirken geceleri kapatıldığında ise sera iç ortamından dış ortama ısı akışı azalır. Bu şekilde sera iç ortamında ısı korunumu sağlanarak enerji tüketimi en düşük düzeye indirilebilir. Günümüzdeki ısı perdesi malzemeleri oldukça farklıdır. En çok kullanılan perdeler Alüminyum lamine perdelerdir. Bu perdeler genelde nem hareketi için hava geçirebilecek şekilde dokunurlar. Isı perdeleri; açık durumda bulunduklarında, seranın aydınlanma koşullarını mümkün olduğunca az engellemeli ve kapalı durumda bulunduklarında ise mümkün olduğunca açık yer kalmayacak şekilde kapatılabilmeli, böylece perdenin alt ve üst kısmı arasında kontrolsüz hava geçişine olanak vermemelidir.



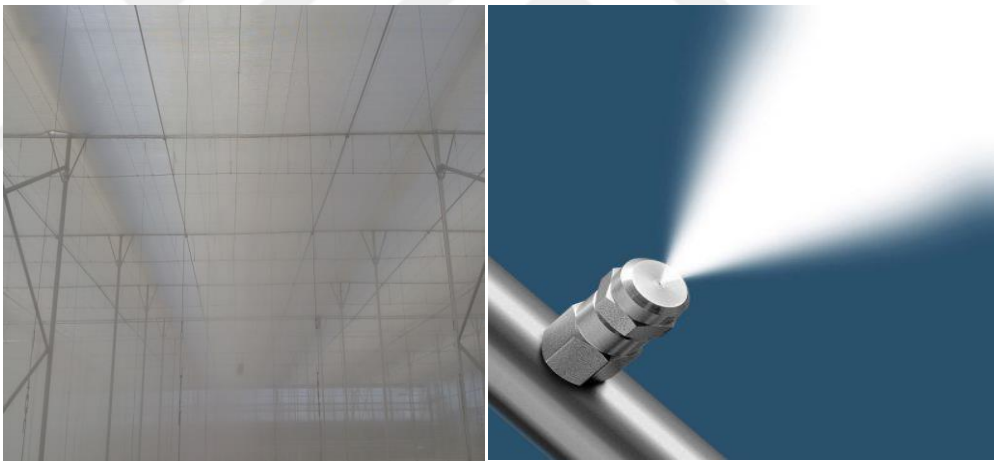
Şekil 3.18 Isı perdesi

Motorlar ve dişliler yardımı ile seranın sıcaklığına göre açılıp kapanmaktadır.

3.1.7 Sisleme sistemi

Seralarda bitkinin ihtiyacı olan nemi sağlamak ve yine sera iç ortam sıcaklığını düşürmek amacı ile kurulan sistemlerden biri sisleme yöntemidir. Sistemde krom borular kullanılarak 70 bar basınç uygulanarak su zerreciklerini mikron bazında inceltmek sureti ile bitki üzerine su kalıntısı bırakmamaktadır.

Sisleme sisteminde, yüksek basınçla püskürtülen suyun buharlaşmasıyla ortam havasından ısı soğurulur ve soğurulan ısı hava ile sera dışına taşınmaktadır. Sisleme başlıkları, seranın üst kısmına 1m aralıklarla ve bitki boyundan yaklaşık 1m yükseklikte yerleştirilir. Başlıklar her 5 dakikada 5 veya 10 saniye çalıştırılarak sisleme uygulanmaktadır. Sisleme sistemi nemi düşük, sıcaklığı yüksek yerlerde tercih edilir çünkü sistem soğutma ile beraber nemi de yükseltmektedir.

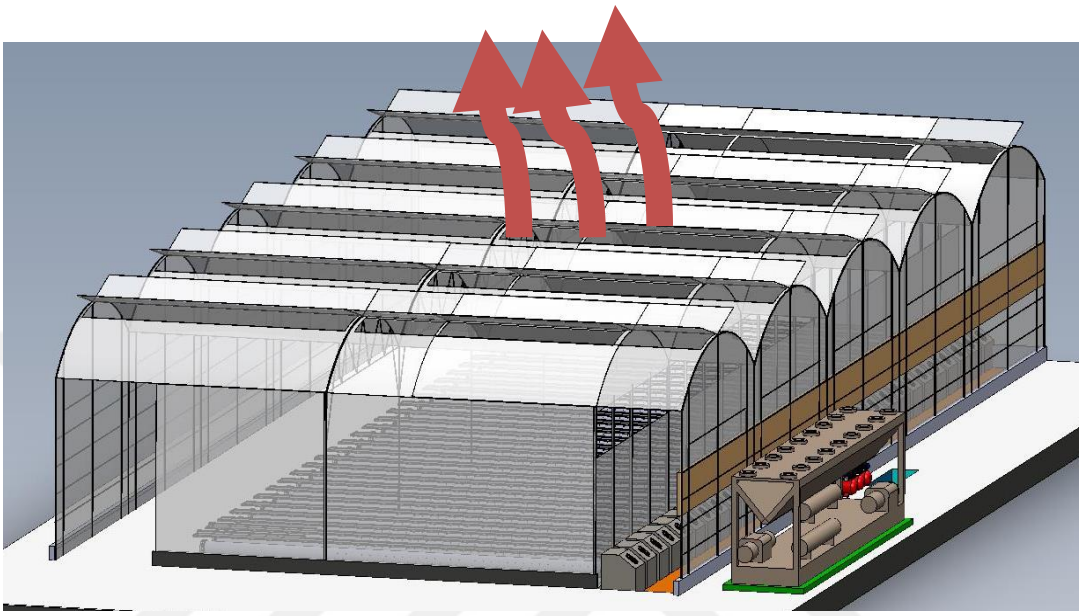


Şekil 3.19 Sisleme sistemi

3.1.8 Havalandırma sistemi

Havalandırmadan, seranın iç havasıyla dışarıdaki atmosfer havasının değiştirilmesi anlaşılmaktadır. Serada bitki yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların başında, özellikle bitki yapraklarının üzerinde su birikmesi ve buna bağlı olarak verimi ve kaliteyi olumsuz etkileyen mantar enfeksiyonlarının hızla artışı gelmektedir. Yaprak yüzeylerinin üzerinde nem birikmesi, sera havasının yüksek bağıl nemi nedeniyle

bitkinin yeterli transpirasyon yapamamasından, yaprak yüzey sıcaklığının havanın çiğlenme sıcaklığından daha düşük olmasından ve sera örtüsü iç yüzeyinde yoğuşan nemin bitkilerin üzerine damlamasından kaynaklanmaktadır (Buffington vd. 1992, Halleux and Gauthier 1998 ve Prenger ve Ling 2000).

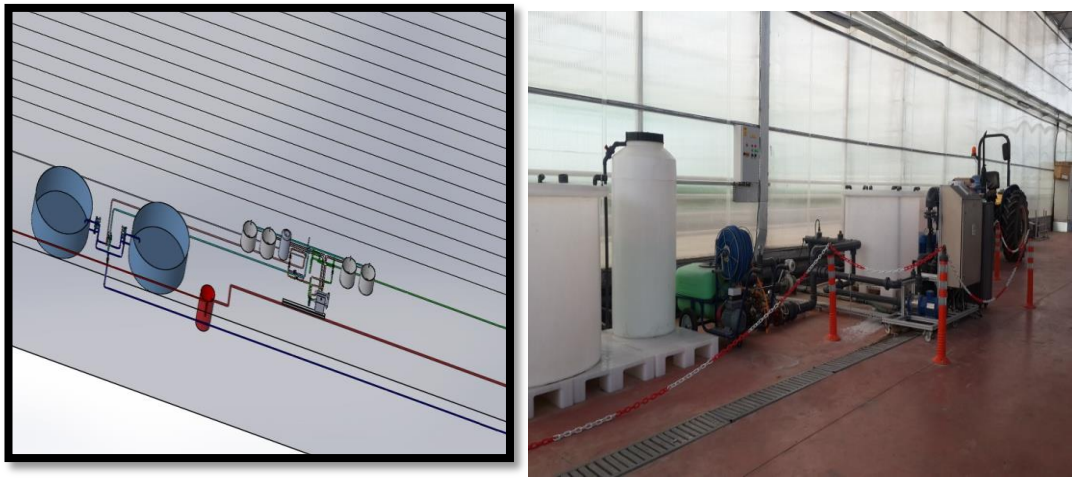


Şekil 3.20 Havalandırma pencereleri ve hava sirkülasyonu

Seraların havalandırılması yazın fazla, kışın da az olarak ve farklı amaçlar için yapılmaktadır. Havalandırıcıların toplam hava değişim miktarı, sera hacmini saatte 40-60 kez değiştirebilecek büyüklükte olmalıdır. Soğuk havalarda bu hava değişim oranı saatte 2 defaya kadar düşürülebilir. Havalandırma yarı-kapalı seralarda 8-12 kez yapılmaktadır. Bu hava değişim miktarlarının sağlanabilmesi için, havalandırıcıların değişik hızlarda çalıştırılabilen tiplerde olması istenir.

3.1.9 Sulama sistemi

Sulama genel anlamda bitkinin doğal yağışlarla alamadığı eksik suyun çeşitli yöntemlerle bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanır.



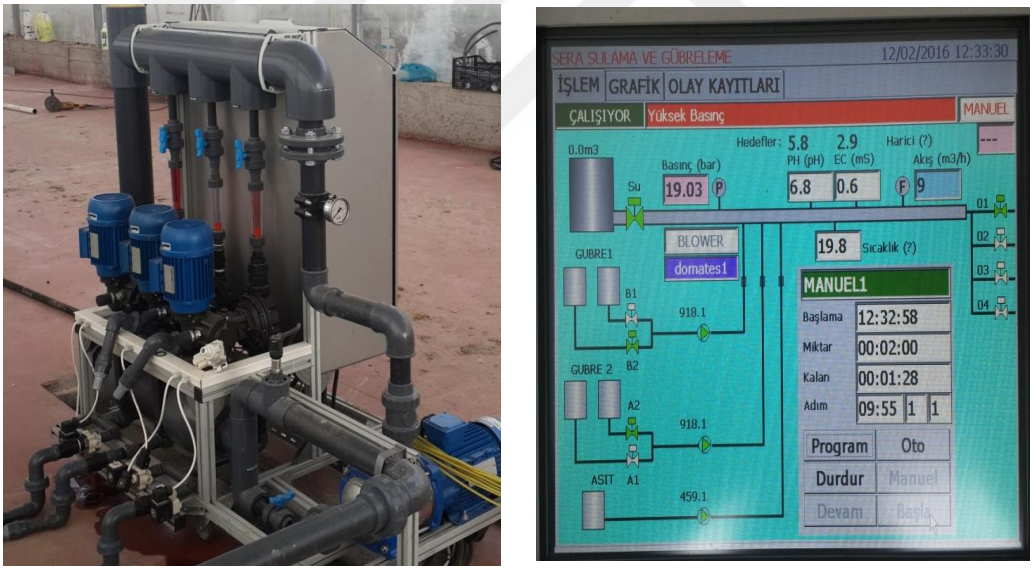
Şekil 3.21 Sulama sistemi

Seracılıkta sulamanın yetersizliği ya da veriliş biçimindeki yanlışlıklar nedeniyle verim ve kalitede sık sık kayıplar meydana gelmektedir. Optimum bitki gelişmesinin ve denetimin sağlanması için sulamaların az miktarda ve sık yapılması gerekir. Yoğun iş gereksiniminin olduğu sera yetiştiriciliğinde sulama için fazla zaman harcamak istemeyen işletmeciler, otomasyon içeren sistemlerin kullanımını tercih etmeye başlamışlardır. Teknolojik gelişmeler ve serada yetiştirilen kültür bitkilerinin çeşitlerindeki artışlara bağlı olarak, bilenen ya da gelişmiş sulama yöntemleri sera bitkilerinin sulanmasına uyarlanmış ve mekanik ve otomatik yöntemlerin kullanımıyla su, zaman ve işgücünden tasarruf sağladığı gibi, sera içi çevre koşullarının istenilen düzeylerde tutulmasını da kolaylaştırmıştır. Damla sulama yönteminde arındırılmış su, polietilenden yapılmış küçük çaplı borularla damlatıcılara iletilir ve damlatıcılara gelen suyun enerjisi damlatıcı içindeki yollarda kırılarak toprak yüzeyine düşük basınç ve debide damlalar biçiminde verilir. Bu yöntemde temel ilke, bitkinin günlük olarak kullandığı suyu, istenirse bitki besin maddeleri ile birlikte, bitkide aşırı bir su isteği yaratmadan vermektir. Böylelikle bitkilerin su gereksinimleri bireysel ve sürekli olarak sağlanmakta, yeşil kısımları kuru kalmaktadır.

Her sulamada az su uygulanarak sık aralıklarla sulama yapılır. Tez kapsamında kullanılan serada Elimko Elektronik İmalat ve Otomatik Kontrol Ltd. tarafından geliştirilen fertigasyon cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.22 Damlama sistemi



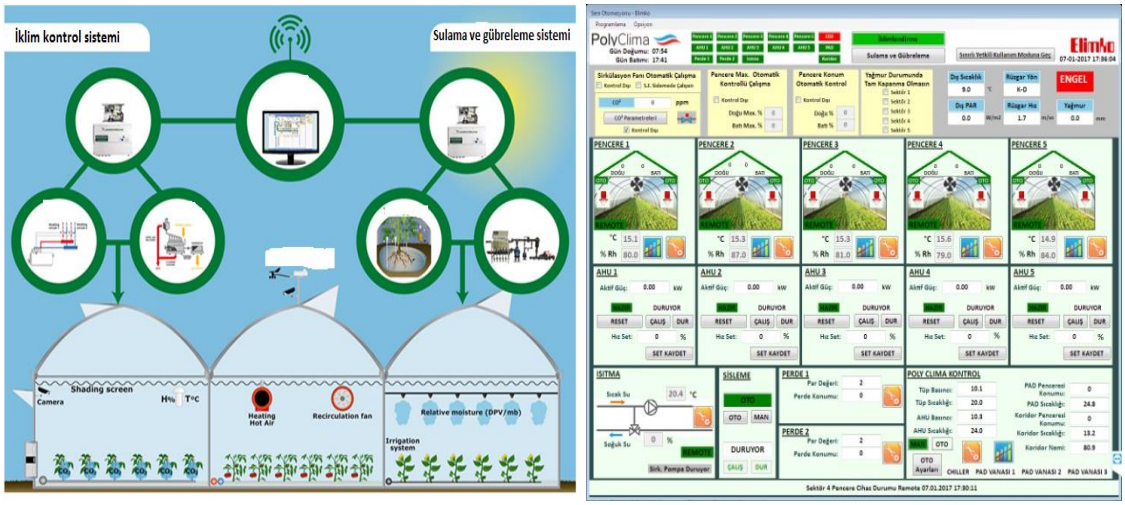
Şekil 3.23 Sulama makinası

ekranda göründüğü gibi suyun ve gübrenin miktarı ve zamanı ayarlanmaktadır.

3.1.10 Otomasyon sistemi

Seralar, bitkisel üretimin iyileştirilmiş çevresel koşullarda gerçekleştirildiği, diğer anlamda dış ortamın bitkilere olumsuz etkilerinin olabildiğince sınırlandığı kontrollü

ortamlardır. Sera tarımında üretim alanından en verimli şekilde yararlanılır; yani üretim yoğun olarak yapılır. Buna bağlı olarak birim alandan daha fazla ürün elde edilebilir. Seralarda bitki ihtiyaçlarının (su, gübre, diğer bitki besin maddeleri, ışık, sıcaklık, nem gibi.) kontrollü olarak verilebilmesi, hastalıkların daha kısa sürede tespit edilebilmesi, bitki üretiminin iplere alınarak yukarı doğru yapılabilmesi kütlesel üretime olanak sağlar. Seralarda optimum iklim koşullarının sağlanması ve korunması, iklim koşullarının sürekli izlenmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi ile sağlanmaktadır. Seranın bütün sistemi kontrol altına almak için otomasyon sistemi kullanılmaktadır. Seranın içine yerleştirilmiş olan sensörler bilgisayar ünitesine bağlanarak bütün değerleri izlenebilmektedir. Arıza durumlarında uyarı verip sistemi korumaktadır. Eğer serada sıcaklık düşerse istenen sınırlar arasına ısıtma sisteminin nasıl çalıştırılacağı önemlidir. Sera içindeki bağıl nem seviyesinin tehlikeli biçimde artması havalandırmayla önlenebilir; ancak, bu havalandırmanın nasıl yapılacağı, seradan olan ısı kaybının ekonomik anlamı önemlidir. Yani sera içindeki donanımların algılayıcılardan gelen sinyallere göre yönetilmesi, yönlendirilmesi, bitki büyüme döneminde anlık, günlük ve aylık üretim verilerine göre stratejik olarak şekillenir. Modern sera kontrol sistemleri dış etkilere cevap olarak sadece kısa dönem eylemlerini komuta etmez; aynı zamanda yetiştirici tarafından tarif edilen uzun dönem stratejisinin kurulmasında da katkıda bulunur. Günümüz bilgisayarlı sera kontrol sistemleri, analog kontrol birimlerinin sayısallaştırılmış versiyonlarıdır. Anlık, günlük, aylık klimatolojik ve üretim bilgilerinin sürekli kaydedilebilmesi ve bunları üreticinin kullanımına sunabilmesi üstün taraflarıdır.



Şekil 3.24 Otomasyon sistemlerini kontrol eden bilgisayar ünitesi ve çevre birimleri

Otomasyon sisteminde kullanılan temel cihazlar:

- E-SKM-10 cihazı seraların ortam sıcaklığı ve nemini kontrol etmek amacıyla tasarlanmıştır. Cihaz tümleşik bir sensör aracılığı ile ortamın sıcaklık ve nemini ölçer. Ölçülen değerler sıcaklık ve nem değerlerine göre konfigüre edilen parametrelerle karşılaştırılarak seradaki ısıtıcı, soğutucu (fan-pad), pencereler ve sisleme cihazı denetlenir. Cihaza açık/kapalı şeklinde uyarı veren rüzgar ve yağmur sensörü de bağlanabilir. Cihaz RS485 iletişim hattı üzerinden merkezi bilgisayar ile haberleşir.
- E-SGC-100 Serisi Sulama ve Gübreleme cihazı seralarda,meyve bahçelerinde ve diğer tarımsal sulamalarda,sulama hattına 3 veya 5 farklı besin çözeltisinin belirli bir reçeteye göre dozajlaması için tasarlanmıştır. Cihaz; zamana, miktara ve orana göre fertigasyon işlevini yerine getirmektedir. Ec ve pH sensörleri aracılığı ile istenilen reçete 99 ayrı karışım reçetesi, 16 ayrı vanaya, 16 ayrı programla fertigasyon yapabilmektedir. RS-485 üzerinden merkezi bir bilgisayar ile haberleşerek verileri bu bilgisayara aktarmasının yanı sıra 4 GB dahili hafızası ile tüm verileri kayıt altına almaktadır.
- E-PR-100 ve E-PR-150 serisi kayıt cihazları yeni nesil mikrokontrolör kullanılarak tasarımlanmış kağıtsız kayıt cihazlarıdır. Üniversal giriş ve çıkışların kullanıcı tarafından programlanabildiği 3,6,9 ve 12 kanal giriş imkanı ile seralarda, sıcaklık,

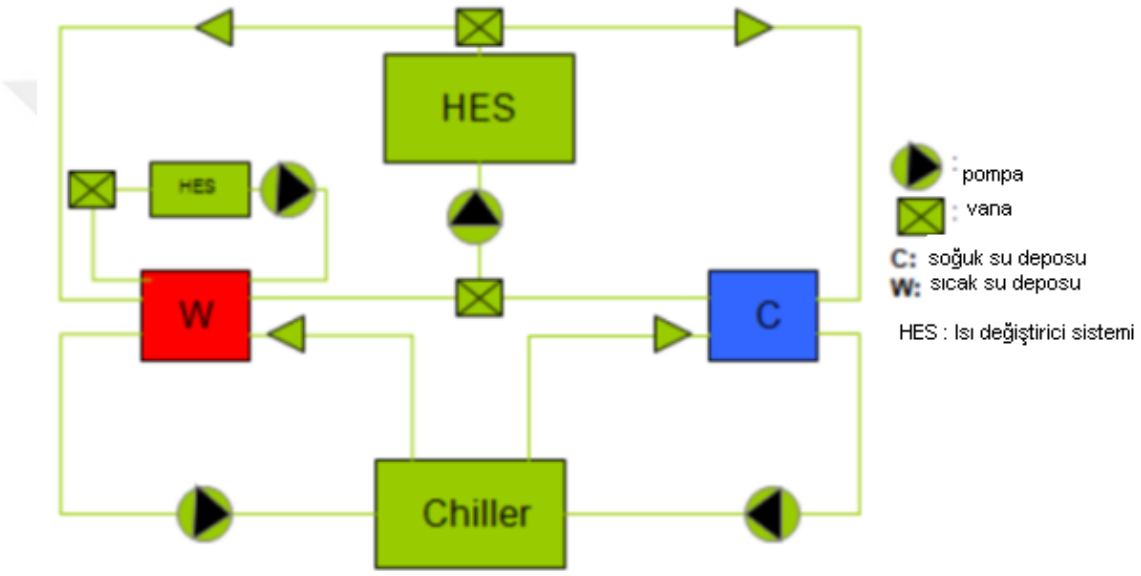
rutubet, dozaj, akış, rüzgar hızı, rüzgar yönü, ph, akım, gerilim gibi fiziksel birimlerin digital ortamda kaydedilmesinde kullanılır.

Cihazın ekranı dokunmatik olup, ayrıca farklı kontroller için özel tasarım yapılabilmektedir.

- E-680 Mikrokontrolör kullanılarak tasarımlanmış, 96x192 mm ebatlarında, programlanabilir tarayıcı/alarm cihazlarıdır. Seralarda çeşitli ölçüm noktalarını sırayla tarayarak seçilen girişe karşılık gelen bilgiyi kanal numarası ile birlikte ekranda gösterir ve her kanal için bağımsız olarak ayarlanabilen set değeriyle karşılaştırılarak alarm durumunu bildirir. 8-16-24-32 kanal standart üretilmektedir. RS485 iletişim arayüzü ile merkezi bilgisayar ile haberleşir.
- E-48, E-200, E-72 Mikrokontrolör kullanılarak tasarımlanmış çeşitli pano kesitlerinde 48x48 mm, 72x72 mm, 96x96 mm ebatlarında, açık/kapalı veya PID kontrol amaçlı kullanılabilen IEC 668 normlarına uygun endüstriyel cihazlardır.Arzu edilen pano ebatlarında, tek set noktalı, sıcaklık rutubet, fan/ped, pencere, sulama, sisleme gibi amaçlar için kullanılabilmektedir. Bilgiler RS485 iletişim ara yüzü ile merkezi bilgisayar sistemine aktarılabilir.
- E-RHT-10 serisi sıcaklık-rutubet transmitterleri, tek yongalı bağıl nem ve sıcaklık modülü kullanılarak tasarımlanmış, mikro işlemci tabanlı bir transmitterdir. Seralardaki nem ve sıcaklık bilgileri 12/14 bit seri sayısal çıkış biçiminde okunur. Tek yongalı sensör bağıl nem ve sıcaklık için kalibre edilmiş iki mikro sensör içerir. Transmitter su geçirmez plastik kutu içine monte edilmiştir.
- -E-TR-20 serisi toprak nemi ölçüm cihazı yeni nesil mikro kontrolör kullanılara tasarımlanmış, 96x96 mm ebatlarda, IEC668 normlarına uygun, kolay programlanabilir bir cihazdır. Cihazda yer alan iki ayrı göstergede, nem değeri ve sıcaklık değeri aynı anda izlenebilir. Cihazda saplama tip nem probu, nem değerine ait bir adet analog çıkış ve sıcaklık düzeltmesi için Pt-100 girişi bulunmaktadır. RS485 Modbus iletişim özelliği opsiyonel olarak verilmektedir.
- -E-55 serisi sayısal göstergeli periyodik zaman rölesi cihazları mikroişlemciler kullanılarak tasarımlanmış, yüksek güvenirlilik ve hassasiyete sahip, T1 ve T2 zaman ayarları monofilm blok ekran üzerinden yapılabilen 48x48 mm ebatlarında, plastik kutu içinde, zaman ayarı iki tuş ile yapılabilen, IEC668 normlarına uygun, tarım sektöründe sulama proseslerinde kullanılan cihazlardır.

3.2 Metot

AHU sistemi ile dış hava içeriye alınabilmektedir. AHU içinde bulunan serpantin sayesinde havanın nemi yoğuşturularak düşürülmektedir (dehumudification). AHUların yardımı ile giren havadan saatte 30 litreye kadar su hasadı yapılabilmektedir. Sera soğutmasında (ısıtma) AHU sistemi ile beraber su kullanılmıştır. Su kapalı devrede döndürülmüştür. Böylece suyun kayıbı çok az olmaktadır.



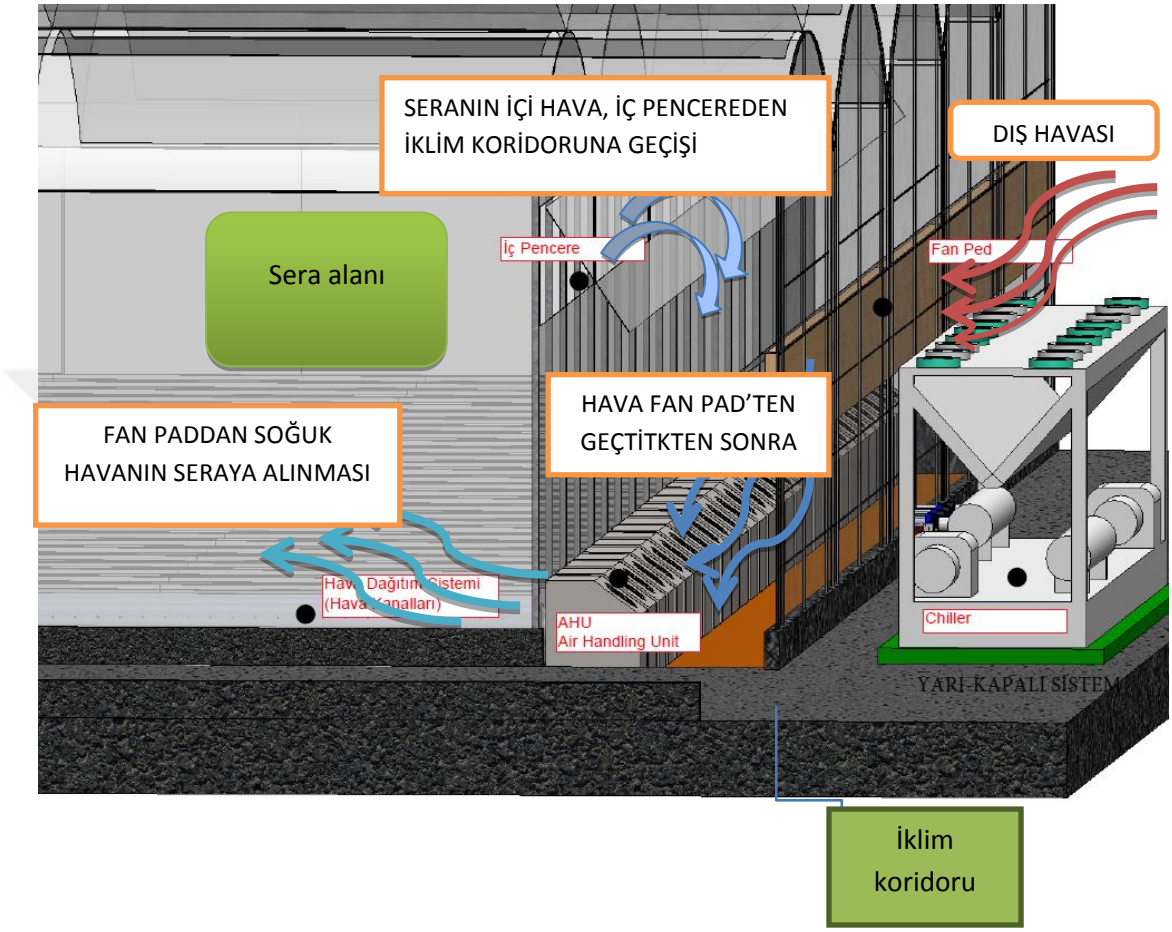
Şekil 3.25 Soğutma (Isıtma) sistemi

Şekil 3.25, pompa suyu istenilen bölgelere basmaktadır. Isı değiştiricinin görevi suda bulunan sıcak ya da soğuk enerjiyi havaya aktararak sıcaklığını değiştirmekte ve son yapılan işleme göre (soğutma ya da ısıtma) su (soğuk-sıcak) depoya dönüş yapmaktadır.

3.2.1 Yaz Ayları için Kontrol Yöntemi

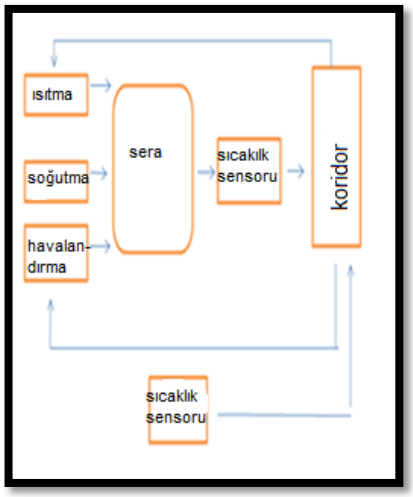
Sıcaklık ve nemin yüksek olmadığı zamanlarda (Şekil 3.26) havalandırma açılarak sadece AHUlar çalıştırılmakta ve hedeflenen sıcaklık ve nem değerine ulaşılabilmektedir. Dış iklimin uygun olduğu durumlarda fan-pad sistemine su akışı

sağlamaya gerek olmadan üzerinden doğrudan dış hava iklim koridoruna alınarak ahular ve sera içindeki hava kanallarının yardımıyla sera içerisine gönderilmiştir.



Şekil 3.26 Yarı-Kapalı sistem

Sıcaklığın yüksek ve nemin düşük olduğu durumlarda fan-pad sistemi ile hava iklim koridoruna girmeden önce soğutulur ve aynı yöntem ile (ahular+hava kanalları) içeriye gönderilmiştir (Şekil3.27).



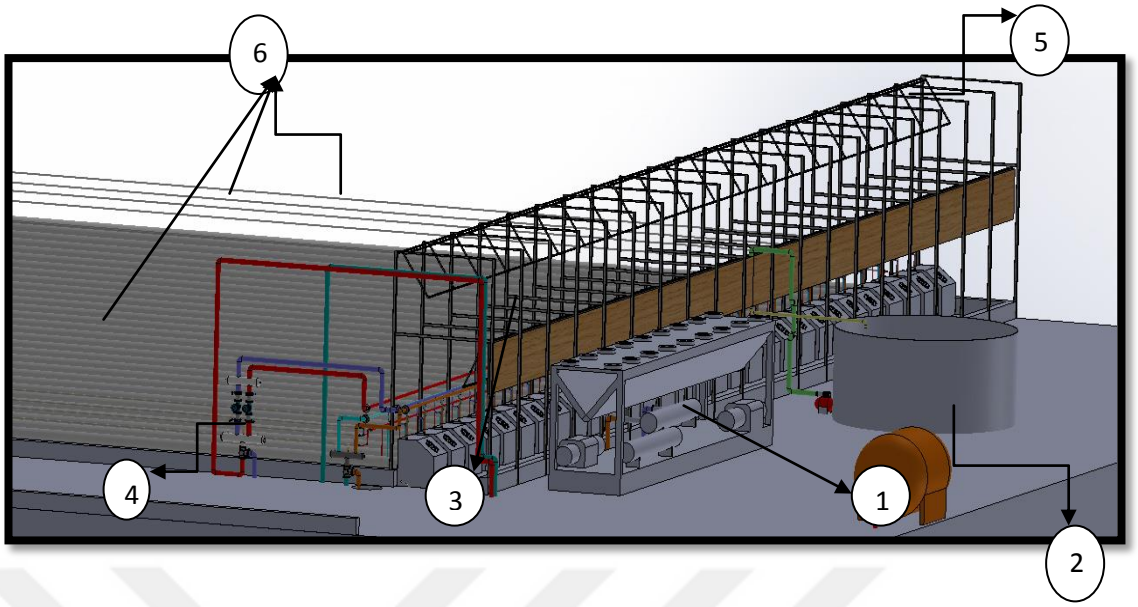
Şekil 3.27 Sera sistemleri ısıtma –soğutma ve havalandırma sistemleri

Serada kullanılan sıcaklık sensorleri göstermektedir.

Hava sıcaklığı bitki yetiştiriciliği açısından çok yüksek olduğunda chiller sistemi çalıştırıp ahulara soğuk su gönderilmekte ve hava ahuların içindeki bataryadan (serpantin) geçerken soğutulmuştur. Hava içeriye girdikten sonra ya havalandırma penceresi açılıp dışarıya gönderilir ya da havalandırma kapatılıp iç pencere açılarak tekrar iklim koridoruna arasında sirkülasyon yapılmıştır. Sera içeresindeki havanın sıcaklığı ve nemi uygun olduğunda dışarıdaki havanın durumuna bağlı olarak soğutma sistemi kullanılmadan seranın çatı pencereleri kapatılarak iç pencere üzerinden de sirkülasyon sağlanabilmiştir. Bu sayede sera içi neminin dışarıdan etkilenmesinin önüne geçilmiş olmaktadır. Sera içi sıcaklığı yükselince ise yine çatı pencereleri açılmadan chiller sistemi devreye alınarak soğutma yapılabilmiştir.

Dışarıya hava göndermek imkânsız olduğunda (mesela yağmurun yağdığı zamanlarda havalandırmanın açılmasının riskli olduğu durumlarda) havalandırma penceresi kapatılıp iç pencere açılarak dış hava şartları değerlendirilmiştir.

Görüldüğü gibi yarı-kapalı (polyclima) sistemi farklı hava şartlarında kullanılabilmiştir. Dolayısıyla seranın içinde her zaman istenilen hava şartları sağlanabilmekte ve dış hava şartlarından bağımsız yıl boyunca üretim gerçekleştirilebilmektedir (şekil 3.28).



Şekil 3.28 Soğutma-Isıtma sistemi

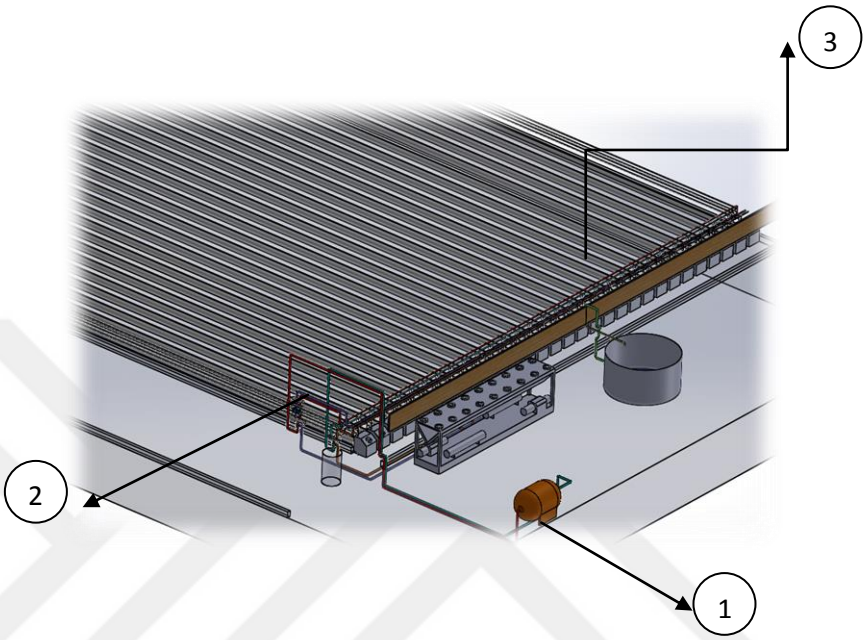
1.Chiller, 2.Isıtma kazanı, 3.Fan-Pad penceresi, 4.Köllektör grubu ve sirkülasyon pompaları, 5.Sera iç penceresi, 6.Yan ve yer ısıtma boruları.

Serada ayrıca soğutma ve havalandırma sistemi ile beraber ısı perdesi de kullanılmıştır. Gündüz ve gerek duyulduğunda geceleri perde serili hale getirilerek iç hacim küçültülmüştür. Bu sayede hem güneşin içeriye girmesine engel olunmuş hem de soğutma ve ısıtma işlemi kolaylaştırılmıştır. İklim durumuna göre geceleri perde toplanarak nemin düşmesine yardımcı olunmuştur. Yeni geliştiren sistem sayesinde sıcaklık ve nem kontrol altına alınarak hastalıklardan etkilenilmemiştir. Pozitif basınç sera içerisine dışarıdan olabilecek böcek girişlerine engel olmakta bu sayede hem hastalık riski azaltılırken diğer taraftan da pestisit kullanımı azaltılmaktadır. Gerektiğinde seranın içinde bulunan ısıtma borularına da soğuk su verilerek içeriye ekstra soğutma yapılabilmektedir. Aynı zamanda sera içindeki sıcaklığın yüksek ve nemin düşük olduğu durumlarda soğutma sistemi ile beraber yüksek basınçlı sisleme sistemi de kullanılarak evaporatif olarak sıcaklığı düşürmek ve nemi kontrol etmek mümkün olabilmektedir.

3.2.2 Kış Ayları için Kontrol Yöntemi

Kış aylarında polyclima teknikle seraların kontrolü yaz aylarına göre daha basit olmaktadır. Genelde çatı havalandırma sistemi ile seranın iklimi kontrol edilmekte,

yerdeki ısıtma borularının ısıtma için yetmediği durumlarda AHU sistemi devreye alınarak ısıtma kazanından gönderilen sıcak su serpantin ve kanallar ile beraber ilave bir ısıtma sağlayabilmektedir. Seranın nem durumuna göre pad penceresi de açılarak taze havanın sera içerisine girmesi sağlanmaktadır.



Şekil 3.29 Isıtma sistemi

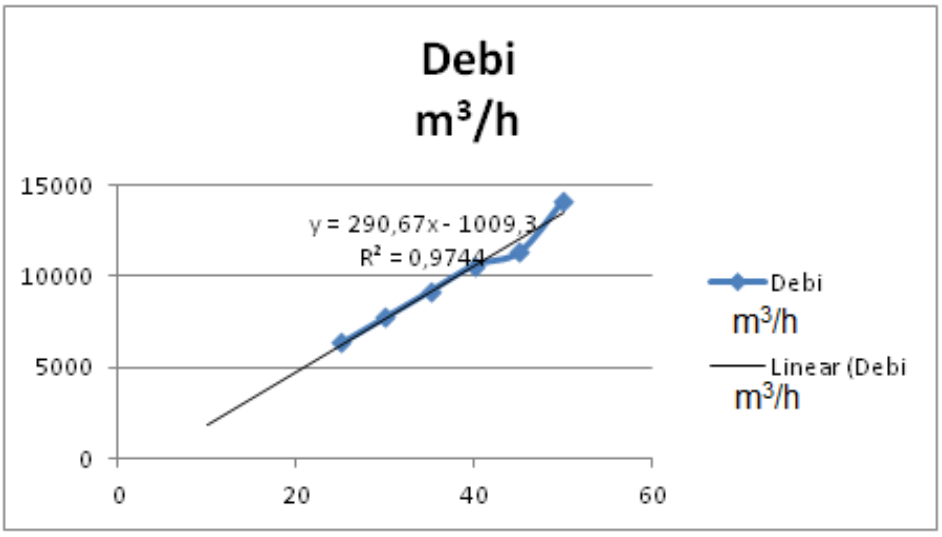
1.Isıtma kazandan, 2.Kollektör grubu ve Pompaları, 3.Isıtma boruları görülmektedir.

4. BULGULAR

AHUlar tasarım sürecinde nihayi hale gelmeden önce test edilmiştir. Denemelerde sistem bağladıktan sonra farklı frekans koşulları için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Cihaza hava kanalı bağlanarak farkı sayıda delikler (havayı dağıtmak için) delinmiştir. Hava kanalının çıkış ucundan hava debisi ölçülmüştür. Test sonuçları çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4.1 AHU kanal bağlı değil

frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h	Güç (W)
50	20	3,9	395	500	0,19625	14130	2132,052
45	16	3,7	361	500	0,19625	11304	1848,609
40	15	3,5	322	500	0,19625	10598	1559,768
35	13	3,3	283	500	0,19625	9185	1292,518
30	11	3,2	244	500	0,19625	7772	1080,627
25	9	3	205	500	0,19625	6359	851,16
20			167				
15			128				
10			90				

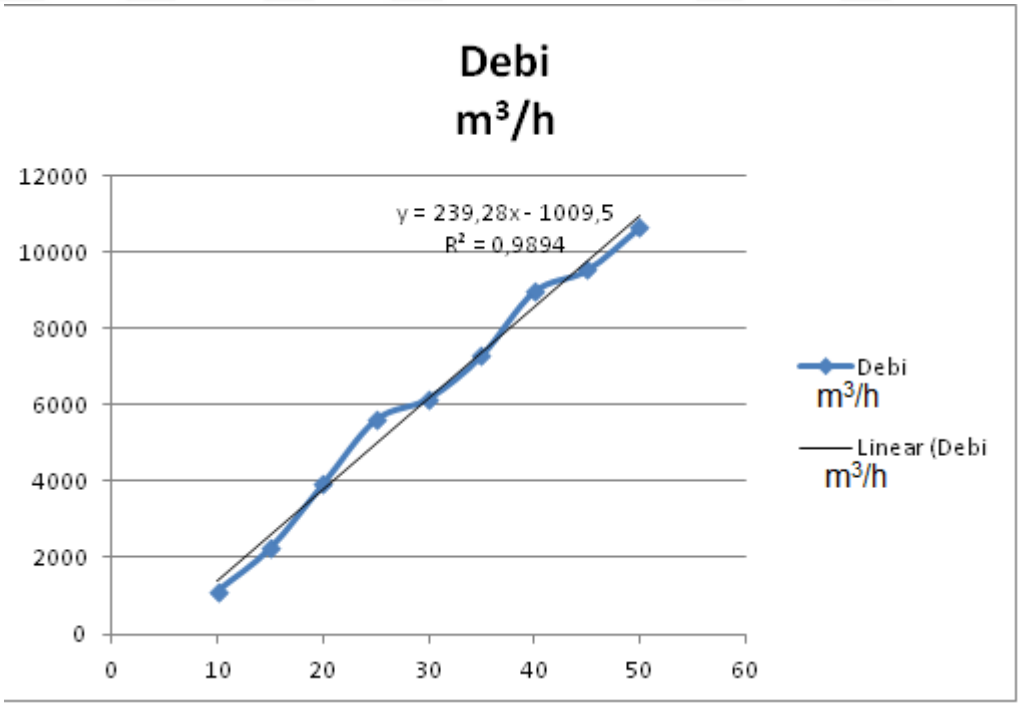


Şekil 4.1 AHU kanal bağlı değilken

Şekil 4.1'de gürüldüğü gibi AHU sistemi kanalı bağlamadan saat farklı frekanste saatte kaç ne kadar hava bastığını hacim olarak görülmektedir.

Çizelge 4.2 AHU, kanal bağlı - delik yok

frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h	Güç (W)	Devir sayısı (min-1)
50	9,5	3,9	395	630	0,311567	10656	2132,05	1500
45	8,5	3,7	361	630	0,311567	9534	1848,61	1350
40	8	3,5	322	630	0,311567	8973	1559,77	1200
35	6,5	3,3	283	630	0,311567	7291	1292,52	1050
30	5,5	3,2	244	630	0,311567	6169	1080,63	900
25	5	3,1	205	630	0,311567	5608	879,53	750
20	3,5	3,1	167	630	0,311567	3926	716,50	600
15	2	3,2	128	630	0,311567	2243	566,89	450
10	1	3,5	90	630	0,311567	1122	435,96	300

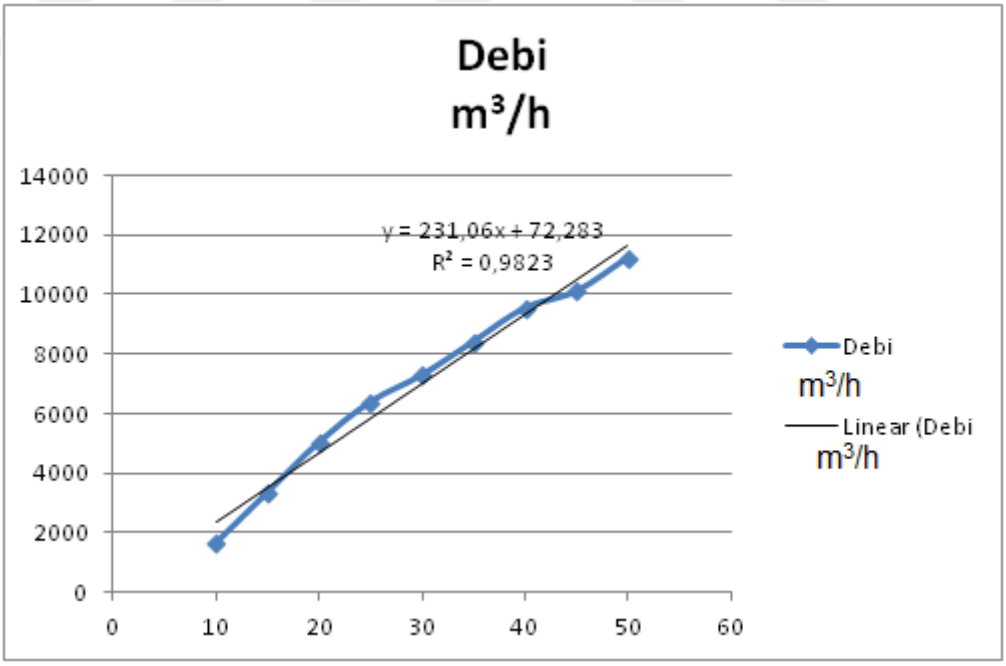


Şekil 4.2 AHU kanal bağlı-delik yokken

Şekil 4.2'de ise AHU 'ye kanalı bağladıktan sonra deliksiz durumda kanaldaki basınç düşmesine bağlı hava debisindeki değişim farklı frekans noktaları için belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 AHU,kanal bağlı - her 5 mt de 2 delik var

frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h
50	10			630	0,311567	11216
45	9			630	0,311567	10095
40	8,5			630	0,311567	9534
35	7,5			630	0,311567	8412
30	6,5			630	0,311567	7291
25	5,7			630	0,311567	6393
20	4,5			630	0,311567	5047
15	3			630	0,311567	3365
10	1,5			630	0,311567	1682

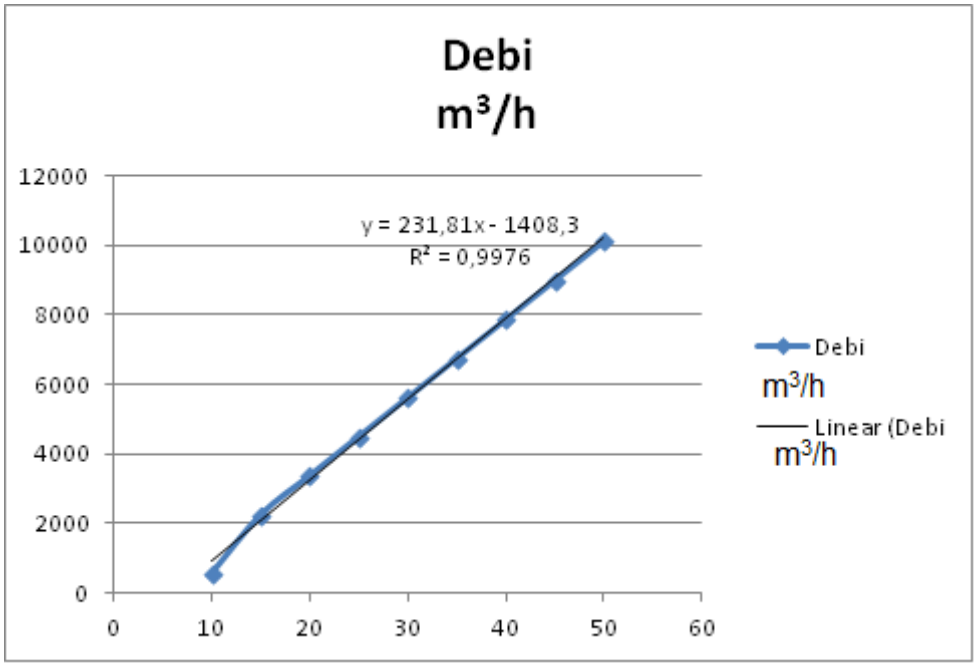


Şekil 4.3 AHU kanal bağlı her 5 mt de 2 delik varken

Şekil 4.3’te ise sistem bağlıyken ve kanalın üzerinde her 5 metrede 16 mm çapında 2 delik varken hava debisi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 AHU, kanal bağlı - her 1 m de 2 delik var

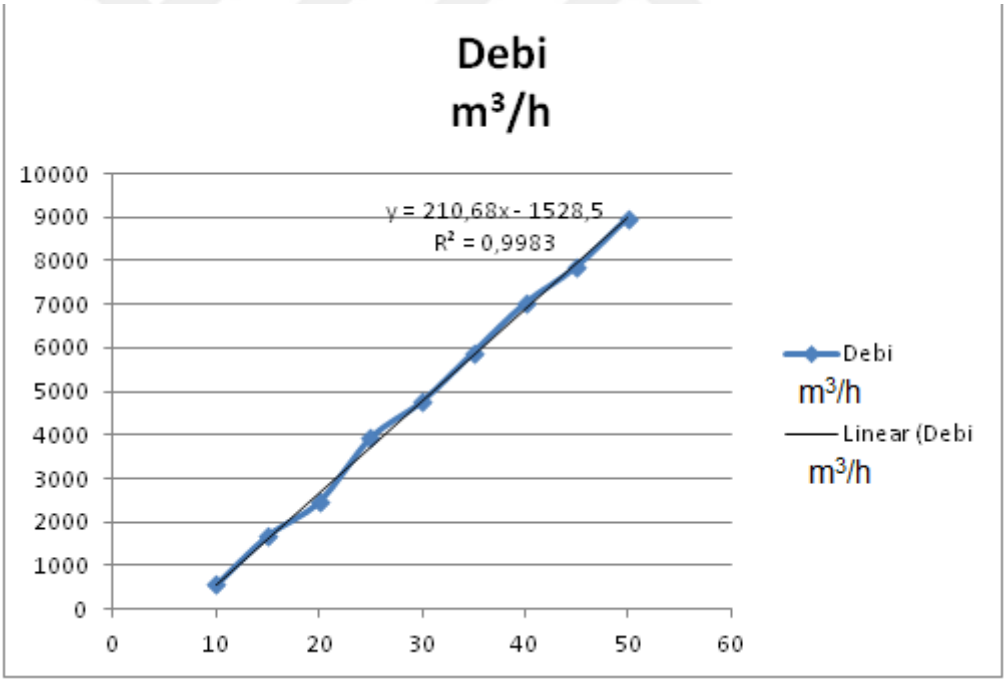
frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h
50	9			630	0,311567	10095
45	8			630	0,311567	8973
40	7			630	0,311567	7851
35	6			630	0,311567	6730
30	5			630	0,311567	5608
25	4			630	0,311567	4487
20	3			630	0,311567	3365
15	2			630	0,311567	2243
10	0,5			630	0,311567	561



Şekil 4.4 AHU ,kanal bağlı - her 1 mt de 2 delik varken

Çizelge 4.5 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 4 delik var

frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h
50	8			630	0,311567	8973
45	7			630	0,311567	7851
40	6,25			630	0,311567	7010
35	5,25			630	0,311567	5889
30	4,25			630	0,311567	4767
25	3,5			630	0,311567	3926
20	2,2			630	0,311567	2468
15	1,5			630	0,311567	1682
10	0,5			630	0,311567	561

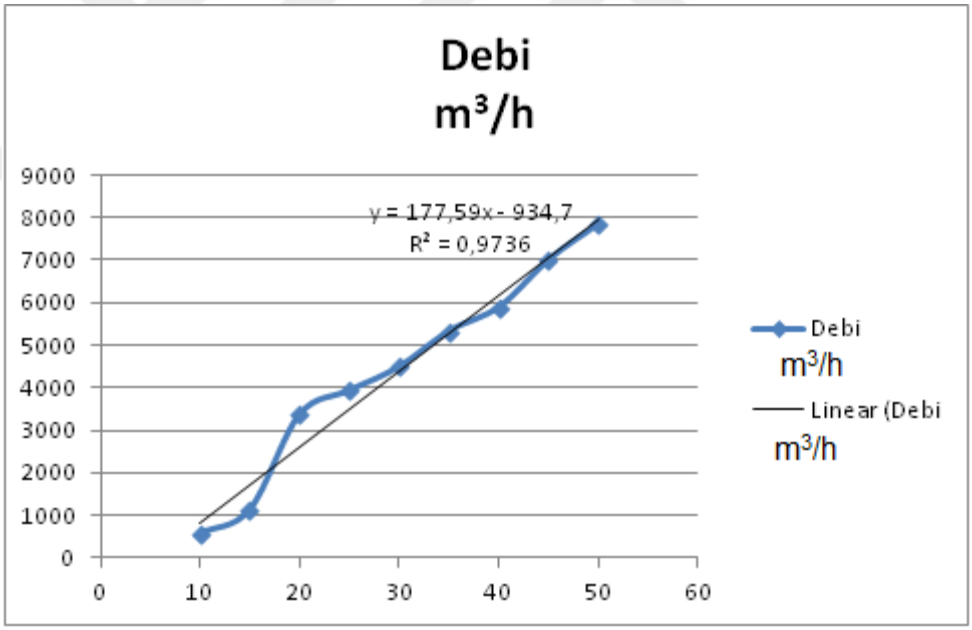


Şekil 4.5 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 4 delik var

Aynı yöntem ile metrede 4 delik varken hava debisindeki değişim ölçülmüştür.

Çizelge 4.6 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 8 delik var

frekans Hz	hava hızı m/s	akım A	gerilim V	ölçüm çapı mm	Alan m2	Debi m3/h
50	7	3,8		630	0,311567	7851
45	6,25			630	0,311567	7010
40	5,25			630	0,311567	5889
35	4,75			630	0,311567	5328
30	4			630	0,311567	4487
25	3,5			630	0,311567	3926
20	3			630	0,311567	3365
15	1			630	0,311567	1122
10	0,5			630	0,311567	561



Şekil 4.6 AHU,kanal bağlı - her 1 mt de 8 delik varken

Yukarıdaki tablolarda uygun delik sayısının belirlenebilmesi için gerçekleştirilen testler verilmiştir. 105 m kanal ile farklı devir sayılarında elde edilen hava debileri ve farklı frekans değerleri için fan akımı ve buna bağlı belirlenen güç değerleri görülmektedir.

Serada sistemler çalıştırıldıktan sonra sera dışı iklim ile diğer iklim parametrelerinin otomasyon sistemi ile uyumu sağlanmıştır. Ölçülen bütün değerler tarih sırasına göre çizelge 4.7-4.36' da görülmektedir. Burada :

T Dış = Dış Sıcaklık,
T İç = İç Sıcaklık,
RH Diş = Dış Nem,
RH iç =İç Nem,
T Kanal = Kanal Sıcaklığı,
T Koridor = Koridor Sıcaklığı,
RH Koridor =Koridor nemi
T Pad = Pad Sıcaklığı

Çizelge 4.7 01/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
10:00	35,00	31,00	68,00	64,00	23,20	30,50	77,00		25,00
11:00	37,00	31,00	68,00	59,00	24,50	32,20	77,00		30,00
12:00	38,00	32,00	70,00	58,00	25,10	31,50	77,00	28,00	30,00
13:00	38,00	32,00	70,00	58,00	26,10	31,00	78,00	27,90	30,00
14:00	38,00	32,70	70,00	58,00	26,20	31,20	73,00	28,00	35,00
15:00	37,00	32,00	66,00	55,00	26,50	31,30	72,00	28,20	35,00
16:00	36,00	30,00	66,00	59,00	26,20	30,60	72,00	27,60	35,00
17:00	35,00	28,00	70,00	64,00	26,00	30,00	71,00	27,00	35,00
18:00	35,00	26,00	72,00	64,00	25,20	29,30	74,00	27,00	35,00

Çizelge 4.8 02/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	35,00	27,50	68,00	67,00	24,50	31,00	55,00		25 hz
10:00	37,00	29,70	70,00	70,00	25,20	32,50	55,00		30 hz
11:00	38,00	32,00	70,00	68,00	25,40	32,50	49,00	28,20	30 hz
12:00	38,00	33,00	70,00	64,00	26,00	31,00	72,00	28,10	30 hz
13:00	38,00	33,70	70,00	64,00	26,30	31,50	73,00	27,70	35 hz
14:00	37,00	34,00	66,00	62,00	26,90	30,50	72,00	27,90	35 hz
15:00	36,00	33,00	66,00	61,00	26,50	29,00	72,00	27,50	35 hz
16:00	35,00	31,50	70,00	60,00	26,50	28,00	71,00	26,90	35 hz
17:00	35,00	29,00	72,00	60,00	25,90	27,50	70,00	28,20	35 hz
18:00	35,00	27,00	70,00	58,00	25,80	27,00	70,00	28,20	35 hz

Çizelge 4.9 03/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	35,00	28,00	68,00	76,00	28,50	31,00	55,00		35,00
10:00	37,00	30,00	70,00	69,00	28,20	32,50	55,00		40,00
11:00	37,00	32,00	70,00	70,00	27,60	30,00	70,00	27,40	45,00
12:00	38,00	33,00	70,00	64,00	27,40	31,00	72,00	27,30	45,00
13:00	38,00	33,70	70,00	65,00	27,00	31,50	73,00	25,20	45,00
14:00	37,00	34,00	66,00	72,00	26,00	31,00	73,00	25,50	50,00
15:00	36,00	33,50	66,00	72,00	25,20	30,50	72,00	25,70	50,00
16:00	35,00	31,00	70,00	73,00	25,00	30,20	70,00	26,00	50,00
17:00	35,00	30,00	70,00	73,00	24,50	30,00	74,00	25,20	50,00

Çizelge 4.10 04/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
10:00	36,00	30,50	68,00	76,00	28,20	29,50	0,80		40,00
11:00	37,00	32,00	69,00	70,00	28,00	29,50	0,77		45,00
12:00	38,00	33,00	70,00	64,00	27,50	31,00	0,72	27,90	45,00
13:00	38,00	33,00	70,00	65,00	27,30	30,00	0,68	27,50	45,00
14:00	37,00	32,00	66,00	64,00	26,90	31,00	0,68	25,40	50,00
15:00	35,50	31,70	68,00	72,00	26,00	31,50	0,68	25,70	50,00
16:00	35,00	31,40	71,00	73,00	25,50	31,00	0,70	26,60	50,00
17:00	35,00	30,00	73,00	76,00	25,10	30,50	0,73	26,30	50,00

Çizelge 4.11 05/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	34,00	27,50	71,00	80,00	27,70	30,30	0,69		35,00
10:00	37,00	28,00	71,00	78,00	27,50	29,50	0,74		45,00
11:00	38,00	30,00	70,00	76,00	27,00	30,00	0,72	29,00	45,00
12:00	38,00	31,50	70,00	74,00	27,00	30,00	0,68	28,00	45,00
13:00	37,00	32,00	66,00	72,00	26,50	31,00	0,68	25,00	45,00
14:00	37,50	29,90	75,00	76,00	27,00	28,80	0,82	25,30	45,00
15:00	36,00	27,50	75,00	82,00	26,50	29,00	0,82	26,00	50,00
16:00	35,00	28,00	73,00	83,00	26,00	29,50	0,80	25,50	50,00
17:00	35,00	28,50	73,00	82,00	25,50	29,00	0,82	25,30	50,00
18:00	33,00	28,90	78,00	82,00	25,30	27,80	0,84	25,00	40,00

Çizelge 4.12 07/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,50	31,00	74,00	69,00	27,50	30,00	69,00		40,00
10:00	36,00	29,50	72,00	77,00	26,20	28,70	74,00	25,50	45,00
11:00	37,00	30,50	70,00	74,00	27,00	29,50	70,00	25,80	45,00
12:00	37,00	31,40	69,00	68,00	27,40	29,90	69,00	25,80	45,00
13:00	35,00	32,00	66,00	67,00	27,80	30,30	69,00	26,40	45,00
14:00	33,50	29,90	69,00	66,00	27,00	29,50	75,00	26,40	45,00
15:00	33,30	29,00	70,00	75,00	26,70	29,00	78,00	26,30	45,00
16:00	33,00	28,90	72,00	81,00	26,50	29,50	80,00	26,30	45,00
17:00	32,50	28,50	73,00	81,00	26,40	29,30	80,00	26,20	45,00
16:00	32,00	27,70	74,00	83,00	26,30	28,50	81,00	26,10	40,00

Çizelge 4.13 09/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	34,00	30,70	71,00	76,00	28,70	30,70	66,00		35,00
10:00	34,00	31,70	71,00	75,00	28,70	31,30	65,00		35,00
11:00	36,00	32,50	69,00	70,00	28,60	30,50	72,00	27,00	35,00
12:00	37,00	32,50	69,00	69,00	28,60	30,50	69,00	26,90	35,00
13:00	35,00	32,70	66,00	67,00	28,70	31,20	68,00	26,80	35,00
14:00	33,50	32,90	72,00	67,00	28,40	32,00	66,00	26,80	35,00
15:00	33,00	32,50	72,00	67,00	28,00	32,00	67,00	27,20	35,00
16:00	35,00	32,20	73,00	69,00	27,80	31,20	74,00	27,20	35,00
17:00	35,00	29,60	73,00	78,00	27,60	30,60	76,00	26,40	35,00
16:00	33,00	28,90	75,00	80,00	28,80	29,50	80,00	25,50	35,00

Çizelge 4.14 10/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	34,00	32,60	72,00	61,00	27,40	31,50	59,00		35,00
10:00	35,00	31,10	70,00	68,00	27,20	32,30	61,00		35,00
11:00	36,00	32,00	69,00	68,00	27,40	30,30	69,00	26,80	35,00
12:00	37,00	32,40	69,00	64,00	28,00	31,30	68,00	27,20	35,00
13:00	35,00	32,90	66,00	61,00	28,20	31,50	67,00	27,20	35,00
14:00	34,00	33,40	70,00	60,00	29,00	32,50	60,00	27,20	35,00
15:00	33,00	33,20	72,00	67,00	28,00	32,30	66,00	28,10	35,00
16:00	35,00	31,20	73,00	67,00	27,60	30,90	72,00	27,60	35,00
17:00	35,00	30,00	74,00	74,00	27,40	30,70	73,00	27,80	35,00
16:00	33,00	28,70	75,00	81,00	27,00	29,00	79,00	27,00	35,00

Çizelge 4.15 11/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	34,00	31,70	71,00	78,00	27,40	31,60	64,00		35,00
10:00	35,00	31,00	70,00	68,00	27,20	32,00	57,00		35,00
11:00	36,00	30,60	70,00	71,00	26,50	31,10	72,00	27,80	35,00
12:00	37,00	32,50	67,00	67,00	27,60	31,50	68,00	27,60	35,00
13:00	37,00	33,00	66,00	66,00	27,70	32,20	66,00	27,80	35,00
14:00	36,00	33,00	70,00	60,00	27,40	32,80	63,00	28,00	35,00
15:00	35,00	32,00	72,00	67,00	27,00	32,80	63,00	28,00	35,00
16:00	35,00	30,80	73,00	71,00	27,60	31,70	63,00	27,60	35,00
17:00	35,00	30,00	74,00	75,00	27,40	30,70	65,00	27,80	35,00
18:00	33,00	29,00	75,00	80,00	29,00	29,00	69,00	26,50	35,00

Çizelge 4.16 12/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
13:00	37,00	35,00	70,00	80,00	26,90	35,00	75,00	28,50	35,00
15:00	36,00	33,00	71,00	75,00	26,50	34,00	72,00	28,20	35,00
16:00	35,00	31,50	72,00	72,00	26,20	32,30	71,00	28,00	35,00
17:00	35,00	29,50	72,00	75,00	26,00	31,20	71,00	27,70	35,00
18:00	33,00	28,00	73,00	77,00	26,00	30,00	70,00	26,80	35,00

Çizelge 4.17 13/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	29,50	69,00	80,00	26,20	28,50	65,00		35,00
10:00	34,00	28,30	69,00	79,00	25,50	31,00	60,00		35,00
11:00	34,00	30,00	70,00	72,00	27,00	31,00	65,00		35,00
12:00	36,00	31,50	70,00	69,00	26,80	31,00	67,00	27,60	35,00
13:00	36,00	31,90	68,00	68,00	26,90	32,00	63,00	27,40	35,00
14:00	36,00	32,00	69,00	67,00	26,50	32,00	61,00	27,40	35,00
15:00	35,00	31,50	70,00	68,00	26,70	31,60	63,00	27,60	35,00
16:00	35,00	30,00	71,00	71,00	26,50	31,40	67,00	27,80	40,00
17:00	35,00	28,50	72,00	78,00	25,20	30,60	69,00	27,60	40,00
18:00	33,00	27,40	73,00	79,00	27,40	28,00	75,00	26,20	40,00

Çizelge 4.18 14/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,90	68,00	75,00	24,40	30,00	63,00		25,00
10:00	34,00	28,30	69,00	78,00	25,40	31,40	58,00		35,00
11:00	35,00	29,80	69,00	77,00	26,00	30,00	68,00	26,00	35,00
12:00	36,00	30,00	70,00	72,00	26,50	30,50	67,00	27,00	35,00
13:00	36,00	32,00	68,00	67,00	26,70	31,50	66,00	27,40	35,00
14:00	37,00	31,50	69,00	69,00	26,90	31,00	64,00	27,50	35,00
15:00	36,00	30,00	70,00	70,00	26,10	30,50	63,00	27,80	35,00
16:00	35,00	29,50	71,00	75,00	25,90	30,20	67,00	27,50	35,00
17:00	35,00	29,00	72,00	76,00	25,60	30,00	70,00	27,30	35,00
18:00	33,00	28,00	73,00	80,00	25,40	29,40	75,00	27,40	35,00

Çizelge 4.19 15/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,00	68,00	79,00	24,80	30,90	60,00		30,00
10:00	34,00	29,30	69,00	78,00	26,40	32,90	57,00		35,00
11:00	35,00	30,50	69,00	72,00	26,40	30,50	67,00	27,40	35,00
12:00	36,00	31,30	70,00	68,00	26,50	31,00	65,00	27,50	35,00
13:00	36,00	32,00	68,00	67,00	27,20	31,90	66,00	28,40	35,00
14:00	37,00	31,80	69,00	68,00	27,00	32,90	58,00	29,00	35,00
15:00	36,00	30,90	70,00	69,00	26,40	31,50	68,00	27,60	35,00
16:00	35,00	28,50	71,00	79,00	25,80	29,70	75,00	26,80	30,00
17:00	35,00	28,00	72,00	80,00	25,00	29,50	74,00	26,90	30,00
18:00	33,00	28,90	73,00	80,00	24,70	28,40	72,00	28,20	30,00

Çizelge 4.20 17/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,90	68,00	75,00	25,40	30,00	63,00		25,00
10:00	34,00	30,00	70,00	70,00	25,80	31,40	58,00		35,00
11:00	35,00	30,00	67,00	67,00	26,00	30,00	68,00		35,00
12:00	35,00	30,00	70,00	72,00	26,40	30,00	67,00	27,60	35,00
13:00	36,00	32,50	68,00	61,00	26,30	30,70	66,00	28,50	35,00
14:00	37,00	32,50	69,00	61,00	26,70	31,20	64,00	29,90	35,00
15:00	36,00	31,50	70,00	65,00	26,30	30,00	63,00	29,50	35,00
16:00	36,00	30,00	71,00	67,00	26,30	29,50	67,00	25,80	35,00
17:00	35,00	28,20	72,00	74,00	24,20	28,90	70,00	25,80	35,00
18:00	33,00	27,50	73,00	79,00	23,00	30,00	75,00	25,40	35,00

Çizelge 4.21 18/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,40	68,00	73,00	23,40	29,90	61,00		25,00
10:00	35,00	29,20	68,00	71,00	25,10	32,00	53,00		35,00
11:00	35,00	31,20	69,00	67,00	26,40	31,00	68,00	27,40	30,00
12:00	36,00	31,50	70,00	64,00	26,50	30,00	68,00	26,90	30,00
13:00	37,00	32,70	68,00	61,00	26,30	30,80	66,00	26,60	30,00
14:00	37,00	32,80	69,00	61,00	26,00	30,60	69,00	26,40	30,00
15:00	35,00	31,50	70,00	62,00	25,50	30,00	69,00	26,80	30,00
16:00	35,00	31,00	71,00	66,00	25,20	29,60	77,00	26,40	30,00
17:00	34,00	29,00	72,00	72,00	24,50	28,70	79,00	26,10	30,00
18:00	33,00	28,50	73,00	76,00	24,00	30,00	79,00	26,10	30,00

Çizelge 4.22 19/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	31,50	68,00	68,00	26,80	30,50	69,00		25,00
10:00	35,00	30,20	69,00	69,00	25,70	31,60	57,00		35,00
11:00	36,00	29,90	70,00	66,00	25,40	31,00	64,00	27,60	30,00
12:00	36,00	31,40	70,00	63,00	26,10	30,00	70,00	26,80	30,00
13:00	37,00	32,90	68,00	62,00	26,30	32,30	77,00	26,90	30,00
14:00	37,00	32,80	68,00	61,00	26,50	32,20	64,00	27,20	30,00
15:00	36,00	32,30	70,00	66,00	26,40	31,50	67,00	28,20	30,00
16:00	35,00	31,00	71,00	68,00	26,10	31,00	77,00	27,30	30,00
17:00	34,00	30,20	72,00	70,00	25,50	30,60	79,00	27,20	30,00
18:00	33,00	29,30	73,00	75,00	24,60	29,90	79,00	27,10	30,00

Çizelge 4.23 20/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,40	68,00	73,00	24,50	29,90	72,00		25,00
10:00	35,00	29,20	68,00	72,00	25,70	32,00	63,00		25,00
11:00	35,00	31,20	70,00	68,00	26,50	31,00	69,00	27,40	35,00
12:00	36,00	31,50	69,00	67,00	26,60	30,00	78,00	28,60	35,00
13:00	37,00	32,70	68,00	66,00	26,70	30,80	73,00	28,20	35,00
14:00	37,00	32,80	64,00	64,00	27,20	30,60	69,00	27,90	35,00
15:00	36,00	31,50	79,00	66,00	26,50	30,00	72,00	27,80	35,00
16:00	36,00	31,00	71,00	68,00	26,70	29,60	78,00	27,80	30,00
17:00	34,00	29,00	73,00	70,00	26,40	28,70	81,00	27,40	30,00
18:00	33,00	28,50	74,00	72,00	25,20	30,00	84,00	27,20	30,00

Çizelge 4.24 21/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	31,40	68,00	75,00	24,10	31,50	62,00		25,00
10:00	35,00	30,80	68,00	70,00	24,30	32,50	63,00		25,00
11:00	35,00	29,80	70,00	69,00	25,50	31,80	72,00	29,80	35,00
12:00	36,00	31,50	70,00	67,00	26,00	31,00	79,00	28,50	35,00
13:00	37,00	32,00	69,00	65,00	26,70	31,90	72,00	28,20	35,00
14:00	37,00	33,00	65,00	61,00	26,90	32,30	67,00	28,90	35,00
15:00	36,00	32,30	69,00	65,00	26,50	31,50	68,00	27,80	35,00
16:00	36,00	30,70	70,00	67,00	25,90	31,00	68,00	27,80	30,00
17:00	34,00	29,80	71,00	70,00	25,20	29,30	70,00	26,60	30,00
18:00	33,00	29,20	73,00	72,00	24,30	28,80	84,00	25,50	30,00

Çizelge 4.25 22/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	31,40	68,00	75,00	24,10	31,50	62,00		25,00
10:00	35,00	30,80	68,00	70,00	24,30	32,50	63,00		25,00
11:00	35,00	29,80	70,00	69,00	25,50	31,80	72,00	29,80	35,00
12:00	36,00	31,50	70,00	67,00	26,00	31,00	79,00	28,50	35,00
13:00	37,00	32,00	69,00	65,00	26,70	31,90	72,00	28,20	35,00
14:00	37,00	33,00	65,00	61,00	26,90	32,30	67,00	28,90	35,00
15:00	36,00	32,30	69,00	65,00	26,50	31,50	68,00	27,80	35,00
16:00	36,00	30,70	70,00	67,00	25,90	31,00	68,00	27,80	30,00
17:00	34,00	29,80	71,00	70,00	25,20	29,30	70,00	26,60	30,00
18:00	33,00	29,20	73,00	72,00	24,30	28,80	84,00	25,50	30,00

Çizelge 4.26 23/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	29,90	65,00	69,00	24,20	30,10	51,00		25,00
10:00	35,00	28,30	66,00	71,00	25,50	32,40	55,00		25,00
11:00	35,00	29,70	68,00	76,00	25,90	27,80	77,00	27,50	30,00
12:00	36,00	32,00	69,00	65,00	26,50	30,40	78,00	27,20	30,00
13:00	38,00	31,80	71,00	64,00	27,20	32,00	67,00	26,40	30,00
14:00	38,00	31,90	66,00	64,00	27,10	31,20	72,00	27,20	30,00
15:00	37,00	31,70	68,00	65,00	27,00	30,10	74,00	27,10	30,00
16:00	36,00	30,80	70,00	68,00	26,50	30,00	68,00	26,90	30,00
17:00	35,00	29,50	71,00	68,00	26,10	29,80	70,00	26,70	30,00
18:00	33,00	28,70	73,00	70,00	25,30	29,50	67,00	26,50	30,00

Çizelge 4.27 24/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	26,10	65,00	63,00	23,30	29,00	38,00		25,00
10:00	34,00	26,30	67,00	71,00	23,40	32,40	42,00		30,00
11:00	34,00	28,00	68,00	70,00	24,20	31,80	58,00	27,20	30,00
12:00	36,00	29,50	68,00	68,00	24,20	30,00	68,00	26,80	30,00
13:00	37,00	30,70	72,00	65,00	25,40	31,40	58,00	27,20	30,00
14:00	37,00	30,20	69,00	67,00	25,70	30,00	67,00	26,60	30,00
15:00	36,00	29,70	68,00	68,00	25,80	30,70	65,00	27,30	30,00
16:00	36,00	29,10	71,00	68,00	25,80	30,50	68,00	26,80	30,00
17:00	34,00	28,40	71,00	71,00	25,60	30,10	70,00	26,50	30,00
18:00	33,00	27,50	74,00	75,00	25,50	29,20	73,00	25,50	30,00

Çizelge 4.28 25/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	29,50	66,00	72,00	24,50	31,50	82,00		25,00
10:00	34,00	28,90	67,00	70,00	25,20	32,00	81,00		30,00
11:00	36,00	30,30	68,00	69,00	25,40	28,80	81,00	28,20	30,00
12:00	36,00	30,70	69,00	68,00	26,00	29,20	78,00	28,10	30,00
13:00	37,00	31,90	72,00	68,00	26,30	30,40	75,00	27,70	35,00
14:00	36,00	32,20	70,00	61,00	26,90	32,10	74,00	27,90	35,00
15:00	36,00	32,00	68,00	67,00	26,50	31,80	74,00	27,50	35,00
16:00	35,00	31,20	70,00	69,00	26,50	31,30	72,00	26,90	35,00
17:00	34,00	29,80	71,00	72,00	25,90	32,00	68,00	28,20	35,00
18:00	32,00	29,10	73,00	74,00	25,80	32,00	59,00	28,20	35,00

Çizelge 4.29 26/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	29,50	66,00	71,00	24,50	31,50	82,00		25,00
10:00	34,00	28,90	67,00	70,00	25,20	32,00	81,00		30,00
11:00	36,00	30,30	67,00	68,00	25,40	28,80	81,00	28,20	30,00
12:00	36,00	30,70	69,00	68,00	26,00	29,20	78,00	28,10	30,00
13:00	37,00	31,90	72,00	68,00	26,30	30,40	75,00	27,70	35,00
14:00	36,00	32,20	70,00	61,00	26,90	32,10	74,00	27,90	35,00
15:00	36,00	32,00	68,00	67,00	26,50	31,80	74,00	27,50	35,00
16:00	35,00	31,20	71,00	69,00	26,50	31,30	72,00	26,90	35,00
17:00	34,00	29,80	71,00	72,00	25,90	32,00	68,00	28,20	35,00
18:00	32,00	29,10	73,00	74,00	25,80	32,00	59,00	28,20	35,00

Çizelge 4.30 02/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	26,60	66,00	68,00	24,20	29,50	59,00		25,00
10:00	34,00	26,70	68,00	72,00	24,60	32,50	45,00		30,00
11:00	36,00	27,60	68,00	74,00	25,30	28,60	71,00	26,50	30,00
12:00	36,00	29,50	69,00	69,00	25,60	31,00	68,00	27,20	30,00
13:00	37,00	31,10	70,00	69,00	25,90	31,50	67,00	27,50	30,00
14:00	37,00	31,50	71,00	67,00	26,50	32,10	67,00	27,60	35,00
15:00	36,00	30,00	68,00	70,00	26,30	30,10	68,00	27,80	35,00
16:00	35,00	29,00	78,00	71,00	25,90	30,00	69,00	27,50	35,00
17:00	34,00	28,50	69,00	71,00	25,60	29,50	70,00	27,10	35,00
18:00	33,00	28,10	69,00	72,00	25,10	28,50	74,00	26,50	35,00
19:00	32,00	27,50	70,00	73,00	24,60	29,00	77,00		30,00
20:00	32,00	26,30	70,50	75,00	24,30	30,00	77,00		30,00
21:00	30,00	25,40	71,00	75,00	23,60	31,00	78,00		30,00
22:00	30,00	23,60	72,00	78,00	21,10	30,50	78,00		30,00
23:00	29,00	22,00	72,00	78,00	19,60	30,00	79,00		30,00
00:00	28,00	20,00	73,00	82,00	18,50	29,00	79,00		30,00

Çizelge 4.31 03/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	26,00	66,00	69,00	23,20	29,00	59,00		25,00
10:00	34,00	26,10	68,00	72,00	24,20	32,00	41,00		25,00
11:00	36,00	27,00	68,00	73,00	24,80	28,00	71,00	26,40	30,00
12:00	36,00	29,00	69,00	69,00	25,50	30,00	67,00	26,80	30,00
13:00	37,00	30,00	70,00	68,00	25,60	31,00	67,00	27,50	30,00
14:00	37,00	30,20	71,00	67,00	26,80	32,00	68,00	27,50	35,00
15:00	36,00	29,50	68,00	61,00	26,50	31,20	72,00	27,40	35,00
16:00	35,00	29,00	78,00	68,00	25,90	30,80	74,00	27,00	35,00
17:00	34,00	27,50	69,00	70,00	24,60	29,30	78,00	26,90	35,00
18:00	33,00	26,80	69,00	72,00	23,50	28,90	78,00	25,80	35,00
19:00	31,00	23,20	70,00	78,00	22,10	27,10	79,00		30,00
20:00	30,50	20,50	71,00	85,00	18,90	26,50	80,00		30,00
21:00	29,00	21,00	71,00	77,00		26,50	80,00		25,00
22:00	29,00	21,50	71,00	75,00		27,20	82,00		25,00

Çizelge 4.32 04/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	25,60	66,00	66,00	23,2 C	29,00	62,00		20,00
10:00	34,00	26,00	68,00	68,00	24,1 C	30,00	69,00		25,00
11:00	36,00	27,50	68,00	69,00	24,9 C	31,50	72,00	26,70	30,00
12:00	36,00	28,90	69,00	70,00	25,2 C	32,00	72,00	26,80	30,00
13:00	37,00	29,60	70,00	73,00	25,6 C	31,90	74,00	27,20	30,00
14:00	37,00	30,20	71,00	78,00	25,7 C	31,20	76,00	28,10	35,00
15:00	36,00	30,10	68,00	70,00	25,2 C	31,00	78,00	27,60	35,00
16:00	35,00	29,50	78,00	69,00	24,6 C	30,50	75,00	27,10	35,00
17:00	34,00	28,20	69,00	75,00	24,3 C	30,20	77,00	26,50	35,00
18:00	33,00	27,10	69,00	76,00	24,2 C	29,00	78,00	25,20	35,00

Çizelge 4.33 06/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	23,10	66,00	80,00	23,50	28,50	61,00		25,00
10:00	34,00	27,20	68,00	80,00	24,60	29,20	64,00		25,00
11:00	35,00	26,70	69,00	75,00	25,20	30,10	68,00	26,80	30,00
12:00	36,00	28,20	69,00	72,00	25,90	31,20	70,00	27,10	30,00
13:00	37,00	28,50	70,00	70,00	26,10	29,50	72,00	27,70	30,00
14:00	36,00	29,50	71,00	68,00	26,20	30,20	68,00	28,10	30,00
15:00	36,00	28,40	68,00	72,00	25,90	29,90	70,00	27,40	30,00
16:00	34,00	28,00	78,00	72,00	25,10	29,20	75,00	26,90	30,00
17:00	34,00	27,20	69,00	74,00	24,90	29,00	78,00	25,80	30,00
18:00	33,00	26,30	69,00	76,00	24,50	28,50	78,00	24,50	30,00

Çizelge 4.34 07/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	24,50	66,00	78,00	23,20	29,00	62,00		25,00
10:00	34,00	27,00	68,00	76,00	24,50	30,00	65,00		25,00
11:00	35,00	27,80	69,00	75,00	25,10	31,00	69,00	26,50	30,00
12:00	36,00	28,50	69,00	73,00	25,50	31,50	69,00	26,90	30,00
13:00	37,00	28,90	69,00	69,00	25,50	30,00	72,00	27,50	30,00
14:00	36,00	30,00	71,00	68,00	25,70	30,20	71,00	28,90	30,00
15:00	36,00	29,60	68,00	70,00	25,20	29,90	72,00	27,20	30,00
16:00	34,00	29,00	68,00	72,00	24,60	29,80	76,00	26,50	30,00
17:00	34,00	28,90	69,00	75,00	24,20	29,50	78,00	26,30	30,00
18:00	33,00	27,20	69,00	75,00	23,80	29,00	79,00	25,10	30,00

Çizelge 4.35 08/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09.00	33,00	24,30	66,00	79,00	24,00	30,00	61,00		25,00
10.00	34,00	26,20	68,00	77,00	24,50	31,50	64,00		25,00
11.00	34,00	27,90	69,00	74,00	25,10	31,60	68,00	27,00	30,00
12.00	35,00	28,50	70,00	73,00	25,30	31,10	70,00	27,20	30,00
13.00	36,00	29,00	70,00	69,00	25,60	30,20	73,00	27,50	30,00
14.00	36,00	30,20	71,00	67,00	26,50	32,00	72,00	27,60	30,00
15.00	35,00	29,70	68,00	69,00	26,40	31,00	74,00	26,50	30,00
16.00	34,00	29,20	68,00	70,00	26,00	30,10	75,00	26,30	30,00
17.00	33,00	28,50	69,00	74,00	25,50	29,90	77,00	26,10	30,00
18.00	33,00	27,10	69,00	75,00	24,60	29,50	80,00	25,10	30,00

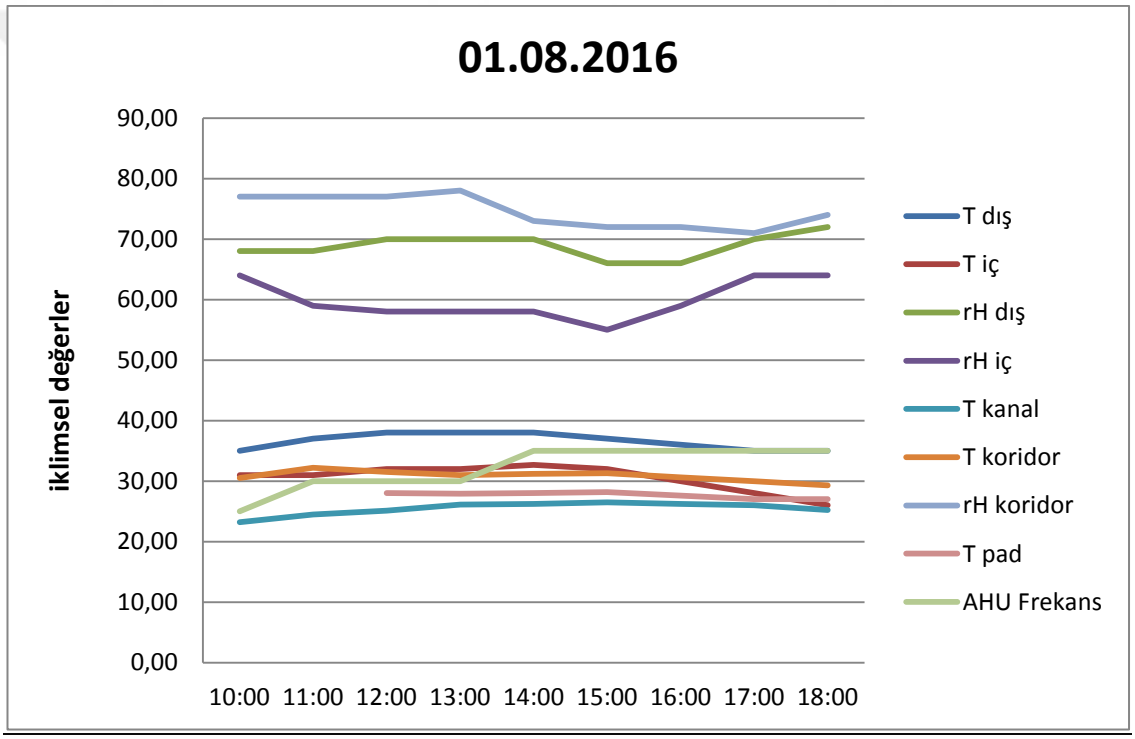
Çizelge 4.36 10/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	25,00	67,00	77,00	24,50	30,00	61,00		25,00
10:00	34,00	26,20	68,00	75,00	24,60	32,00	64,00		25,00
11:00	36,00	27,30	68,00	74,00	25,20	31,20	68,00	27,50	25,00
12:00	36,00	28,60	70,00	72,00	25,90	31,50	70,00	27,50	25,00
13:00	37,00	29,00	72,00	70,00	25,90	31,20	74,00	27,60	25,00
14:00	36,00	30,20	70,00	69,00	26,50	30,50	76,00	28,10	25,00
15:00	35,00	29,70	69,00	68,00	26,50	30,20	73,00	27,50	25,00
16:00	35,00	28,20	68,00	70,00	25,60	30,00	74,00	27,20	25,00
17:00	34,00	27,40	68,00	73,00	25,10	29,90	76,00	26,50	25,00
18:00	33,00	25,70	67,00	75,00	23,90	29,50	78,00	25,60	25,00

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çizelge 5.1 01/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
10:00	35,00	31,00	68,00	64,00	23,20	30,50	77,00		25,00
11:00	37,00	31,00	68,00	59,00	24,50	32,20	77,00		30,00
12:00	38,00	32,00	70,00	58,00	25,10	31,50	77,00	28,00	30,00
13:00	38,00	32,00	70,00	58,00	26,10	31,00	78,00	27,90	30,00
14:00	38,00	32,70	70,00	58,00	26,20	31,20	73,00	28,00	35,00
15:00	37,00	32,00	66,00	55,00	26,50	31,30	72,00	28,20	35,00
16:00	36,00	30,00	66,00	59,00	26,20	30,60	72,00	27,60	35,00
17:00	35,00	28,00	70,00	64,00	26,00	30,00	71,00	27,00	35,00
18:00	35,00	26,00	72,00	64,00	25,20	29,30	74,00	27,00	35,00



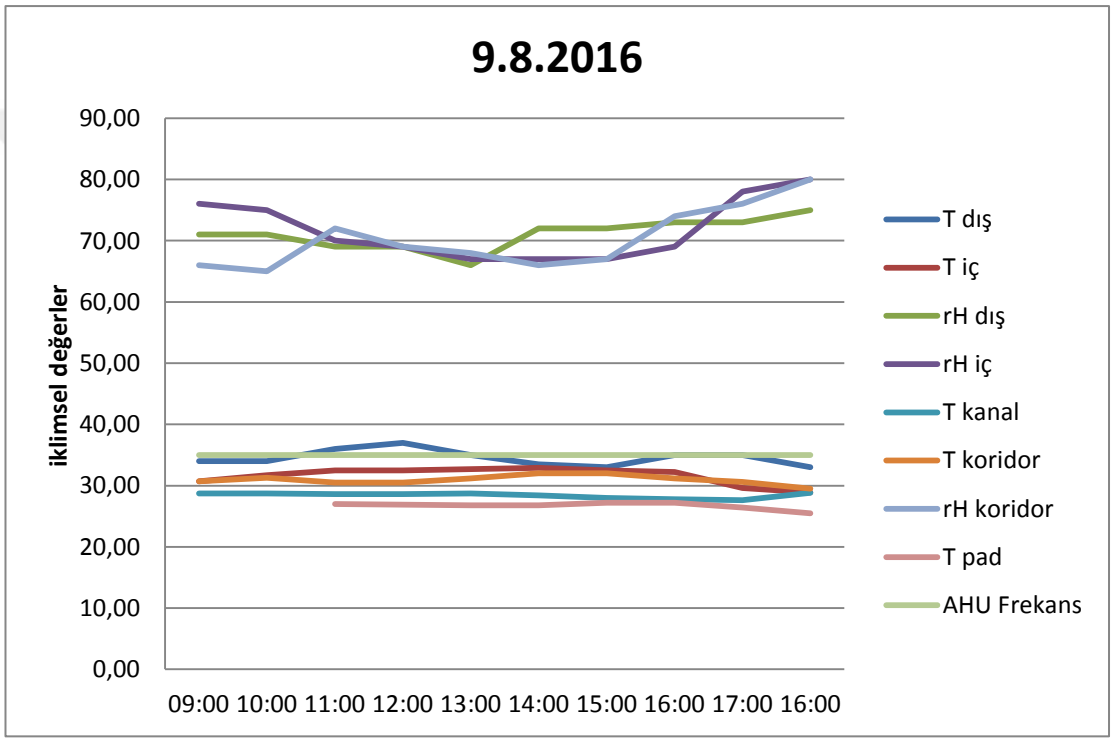
Şekil 5.1 (01.08) İklimsel veriler

Soğutma ve ısıtma yüzünden dış ve iç sıcaklık farkı her zaman yaklaşık sabit olmaktadır

Sistem sabahları saat 10 gibi chiller ve AHUlar ile başlandı. Zamanla sıcaklık arttığı için fan pad sistemi çalıştırılarak sıcaklık düşürüldü, akşam saatlerinde dış sıcaklık düştüğünde fan-pad sistemi ve chiller kapatılıp AHUlar ile nem düşene kadar devam edildi.

Çizelge 5.2 09/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	34,00	30,70	71,00	76,00	28,70	30,70	66,00		35,00
10:00	34,00	31,70	71,00	75,00	28,70	31,30	65,00		35,00
11:00	36,00	32,50	69,00	70,00	28,60	30,50	72,00	27,00	35,00
12:00	37,00	32,50	69,00	69,00	28,60	30,50	69,00	26,90	35,00
13:00	35,00	32,70	66,00	67,00	28,70	31,20	68,00	26,80	35,00
14:00	33,50	32,90	72,00	67,00	28,40	32,00	66,00	26,80	35,00
15:00	33,00	32,50	72,00	67,00	28,00	32,00	67,00	27,20	35,00
16:00	35,00	32,20	73,00	69,00	27,80	31,20	74,00	27,20	35,00
17:00	35,00	29,60	73,00	78,00	27,60	30,60	76,00	26,40	35,00
16:00	33,00	28,90	75,00	80,00	28,80	29,50	80,00	25,50	35,00

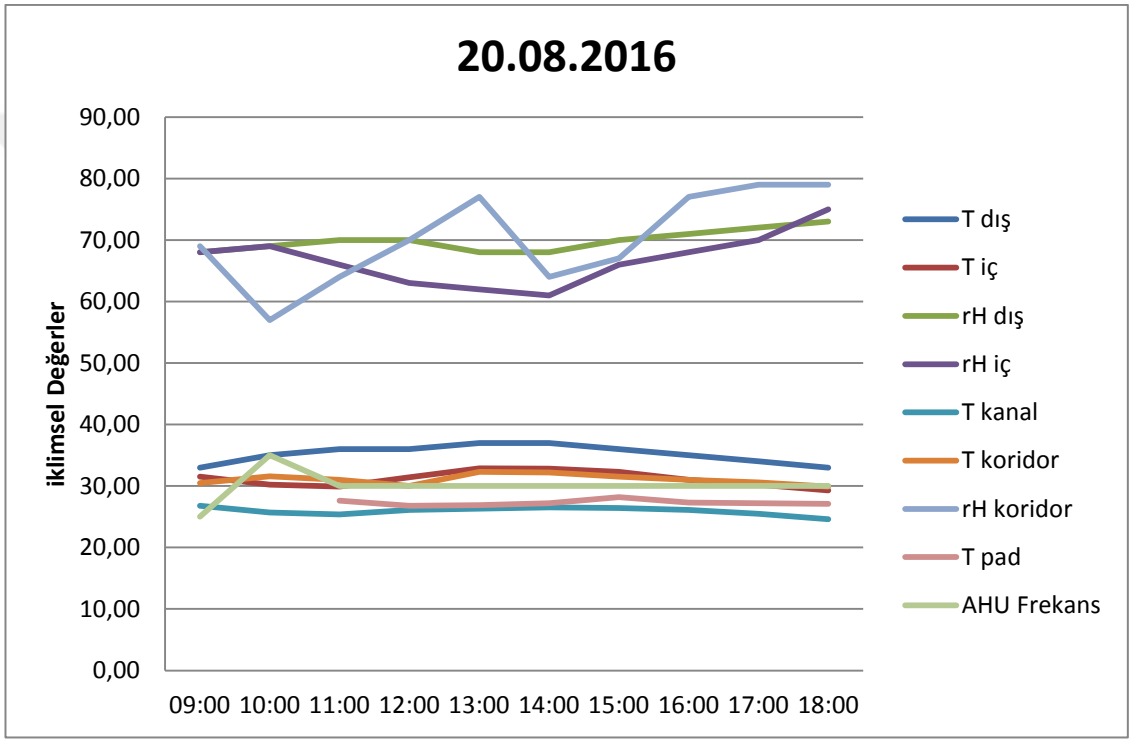


Şekil 5.2 (09.08) İklimsel veriler

09.08 gününde ise AHUlar ile başlanıp sıcak yükselmeye başladığında chiller açıldı. Gündüz Fan-Pad çalıştırılıp AHUların hızı arttırılarak sıcaklık düşürüldü, nemi düşürmek için sirkülasyon fanı ve havalandırma penceresi açıldı. Akşam iç pencere açılıp, pad penceresi ve havalandırma penceresi kapalıyken hava seradan iklim koridoruna ondan sonra ahuların yardımı ile tekrar seraya döndürülmüştür.

Çizelge 5.3 20/08/2016 İklimsel veriler

saat	T Dış °C	T İç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	28,40	68,00	73,00	24,50	29,90	72,00		25,00
10:00	35,00	29,20	68,00	72,00	25,70	32,00	63,00		25,00
11:00	35,00	31,20	70,00	68,00	26,50	31,00	69,00	27,40	35,00
12:00	36,00	31,50	69,00	67,00	26,60	30,00	78,00	28,60	35,00
13:00	37,00	32,70	68,00	66,00	26,70	30,80	73,00	28,20	35,00
14:00	37,00	32,80	64,00	64,00	27,20	30,60	69,00	27,90	35,00
15:00	36,00	31,50	79,00	66,00	26,50	30,00	72,00	27,80	35,00
16:00	36,00	31,00	71,00	68,00	26,70	29,60	78,00	27,80	30,00
17:00	34,00	29,00	73,00	70,00	26,40	28,70	81,00	27,40	30,00
18:00	33,00	28,50	74,00	72,00	25,20	30,00	84,00	27,20	30,00

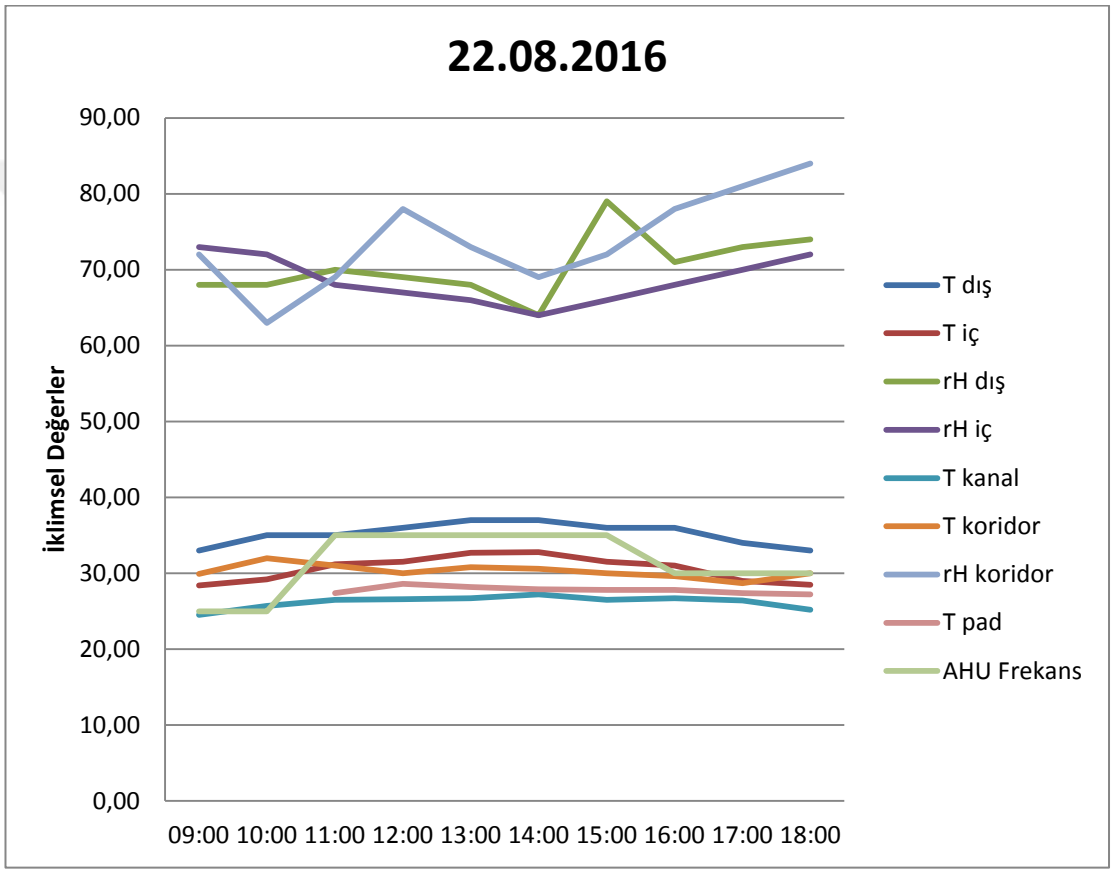


Şekil 5.3 (20.08) İklimsel veriler

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi sabah saatlerinde sıcaklık düşük olduğu için sadece AHU'lar açılıp seraya hava gönderildi, sıcaklık yükselmeye başladığında nemi kontrol ederek ısı perdesi kapalıyken ve havalandırma penceresi oransal bir şekilde açıkken hem chiller hem de Fan-Pad açıldı. Akşam dış havadan almadan havayı seranın içinde döndürülüp nem ve sıcaklık kontrol altında alınmıştır.

Çizelge 5.4 22/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	32,00	26,10	65,00	68,00	22,00	30,90	47,00		25,00
10:00	34,00	27,70	65,00	70,00	23,80	32,90	56,00		30,00
11:00	35,00	30,20	68,00	69,00	25,30	28,70	80,00	26,20	30,00
12:00	36,00	31,20	69,00	63,00	25,40	29,60	69,00	25,80	35,00
13:00	36,00	32,00	70,00	63,00	26,50	31,20	59,00	27,2	35,00
14:00	37,00	31,50	64,00	61,00	26,50	31,90	64,00	07,40	35,00
15:00	37,00	31,30	68,00	66,00	26,70	31,40	65,00	27,40	35,00
16:00	36,00	30,20	70,00	68,00	26,40	31,10	68,00	27,50	35,00
17:00	35,00	29,80	70,00	70,00	26,00	30,70	69,00	27,40	35,00
18:00	33,00	28,20	72,00	73,00	25,10	29,80	72,00	26,90	30,00

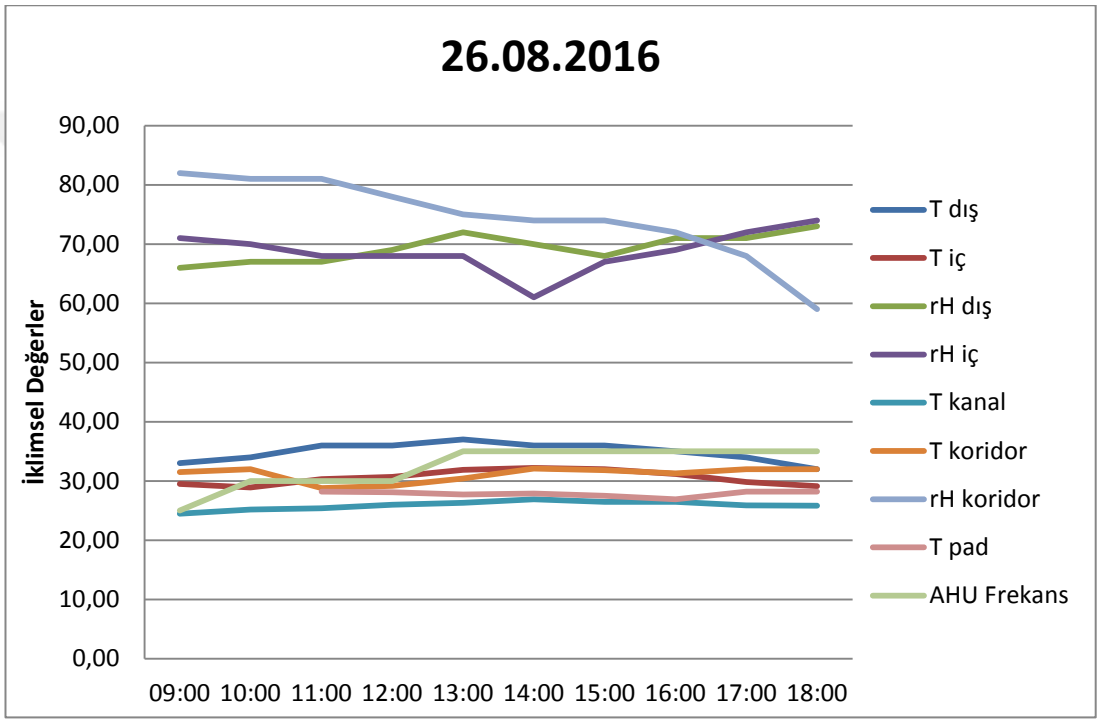


Şekil 5.4 (22.08) İklimsel veriler

22.08 de dış sıcaklığı önceki günlerdeki değerlerden fark etmediği için aynı yöntem (sabah AHUları gündüz Chiller ve fan-pad) kullanılarak sıcaklık ve nem istenilen değerlerin altında tutulmuştur.

Çizelge 5.5 26/08/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	29,50	66,00	71,00	24,50	31,50	82,00		25,00
10:00	34,00	28,90	67,00	70,00	25,20	32,00	81,00		30,00
11:00	36,00	30,30	67,00	68,00	25,40	28,80	81,00	28,20	30,00
12:00	36,00	30,70	69,00	68,00	26,00	29,20	78,00	28,10	30,00
13:00	37,00	31,90	72,00	68,00	26,30	30,40	75,00	27,70	35,00
14:00	36,00	32,20	70,00	61,00	26,90	32,10	74,00	27,90	35,00
15:00	36,00	32,00	68,00	67,00	26,50	31,80	74,00	27,50	35,00
16:00	35,00	31,20	71,00	69,00	26,50	31,30	72,00	26,90	35,00
17:00	34,00	29,80	71,00	72,00	25,90	32,00	68,00	28,20	35,00
18:00	32,00	29,10	73,00	74,00	25,80	32,00	59,00	28,20	35,00

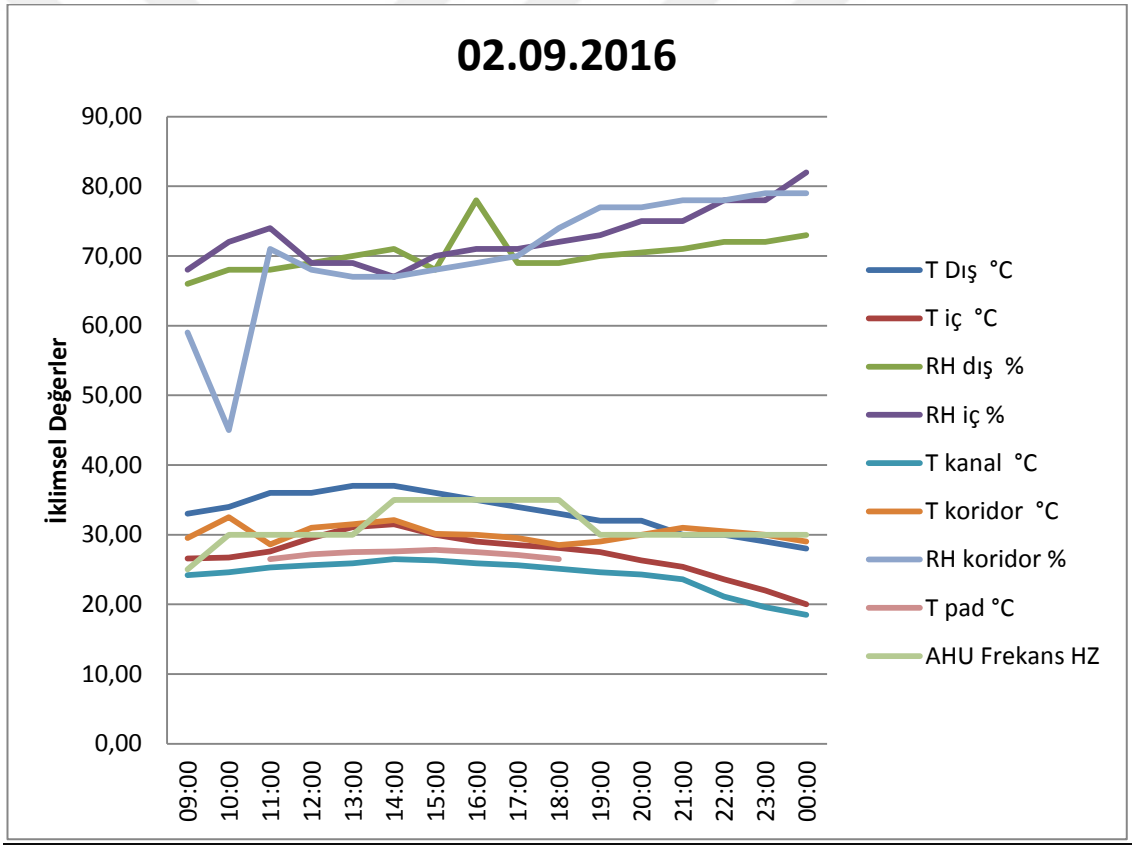


Şekil 5.5 (26.08) İklimsel veriler

Şekil 5.5 te sıcaklık en yüksek olduğu zaman (gündüz) hem fan-pad hem Chiller açılıp iç pencere kapalıyken, pad penceresi ve havalandırma % 20 açıkken ve perde seriliyken nem yükseltilmeden sıcaklık düşürülebilmiştir. AHU'lar yardımı ile koridordaki havadan saatte 20 litre su alınmıştır.). Ağustos ayında soğutma sistemin boruları kısmen açık (izolasyonsuz) kaldığı için sistemi yaklaşık 65-75% verimde çalıştırılabilmiştir.

Çizelge 5.6 02/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	26,60	66,00	68,00	24,20	29,50	59,00		25,00
10:00	34,00	26,70	68,00	72,00	24,60	32,50	45,00		30,00
11:00	36,00	27,60	68,00	74,00	25,30	28,60	71,00	26,50	30,00
12:00	36,00	29,50	69,00	69,00	25,60	31,00	68,00	27,20	30,00
13:00	37,00	31,10	70,00	69,00	25,90	31,50	67,00	27,50	30,00
14:00	37,00	31,50	71,00	67,00	26,50	32,10	67,00	27,60	35,00
15:00	36,00	30,00	68,00	70,00	26,30	30,10	68,00	27,80	35,00
16:00	35,00	29,00	78,00	71,00	25,90	30,00	69,00	27,50	35,00
17:00	34,00	28,50	69,00	71,00	25,60	29,50	70,00	27,10	35,00
18:00	33,00	28,10	69,00	72,00	25,10	28,50	74,00	26,50	35,00
19:00	32,00	27,50	70,00	73,00	24,60	29,00	77,00		30,00
20:00	32,00	26,30	70,50	75,00	24,30	30,00	77,00		30,00
21:00	30,00	25,40	71,00	75,00	23,60	31,00	78,00		30,00
22:00	30,00	23,60	72,00	78,00	21,10	30,50	78,00		30,00
23:00	29,00	22,00	72,00	78,00	19,60	30,00	79,00		30,00
00:00	28,00	20,00	73,00	82,00	18,50	29,00	79,00		30,00

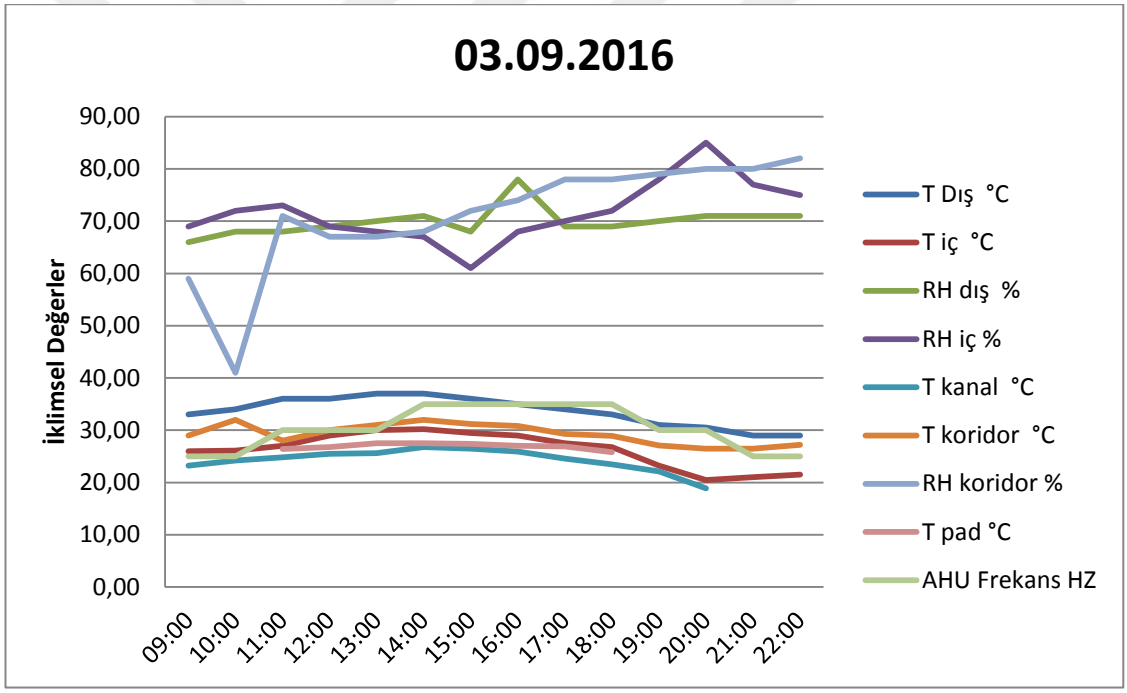


Şekil 5.6 (02.09) İklimsel veriler

Eylül ayında sistemin izolasyonu tamamladıktan sonra verim yükselmiştir. Şekilde görüldüğü gibi sıcaklığın ve nemin düşürmesinde zorluk çekmeden istendiği değerlerin altında tutulmuştur. Aynı zaman havadan saatte 10 litre su alınmıştır.

Çizelge 5.7 03/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	26,00	66,00	69,00	23,20	29,00	59,00		25,00
10:00	34,00	26,10	68,00	72,00	24,20	32,00	41,00		25,00
11:00	36,00	27,00	68,00	73,00	24,80	28,00	71,00	26,40	30,00
12:00	36,00	29,00	69,00	69,00	25,50	30,00	67,00	26,80	30,00
13:00	37,00	30,00	70,00	68,00	25,60	31,00	67,00	27,50	30,00
14:00	37,00	30,20	71,00	67,00	26,80	32,00	68,00	27,50	35,00
15:00	36,00	29,50	68,00	61,00	26,50	31,20	72,00	27,40	35,00
16:00	35,00	29,00	78,00	68,00	25,90	30,80	74,00	27,00	35,00
17:00	34,00	27,50	69,00	70,00	24,60	29,30	78,00	26,90	35,00
18:00	33,00	26,80	69,00	72,00	23,50	28,90	78,00	25,80	35,00
19:00	31,00	23,20	70,00	78,00	22,10	27,10	79,00		30,00
20:00	30,50	20,50	71,00	85,00	18,90	26,50	80,00		30,00
21:00	29,00	21,00	71,00	77,00		26,50	80,00		25,00
22:00	29,00	21,50	71,00	75,00		27,20	82,00		25,00

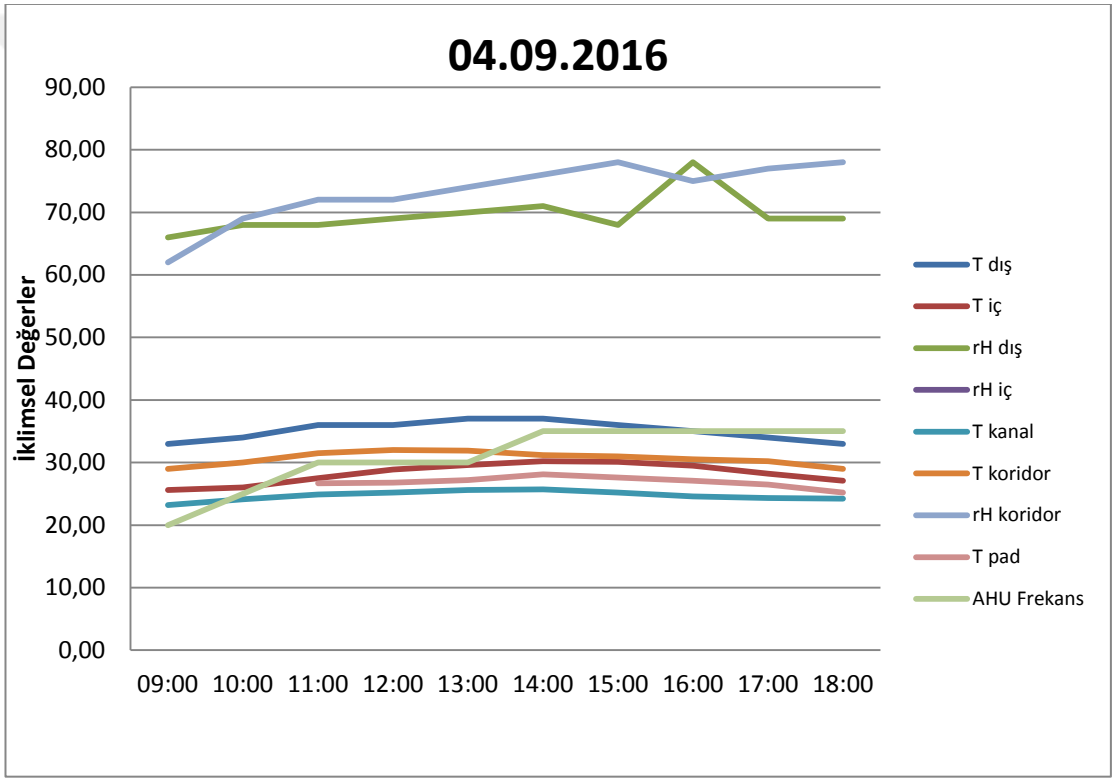


Şekil 5.7 (03.09) İklimsel veriler

Şekil 5.7' de görüldüğü gibi dış hava iklimi değiştiği halde seranın içindeki sıcaklık ve nem istendiği değerlerin altında tutulabilmiştir. Akşam AHUları açıp soğutmayı çalıştırmadan havalandırma penceresi % 50, iç pencere açıkken ve pad penceresi kapalıyken hava seranın içinde döndürülerek sıcaklık ve nem kontrol edilmiştir. Isı perdesi nem değerlerine göre açılıp kapatılmıştır.

Çizelge 5.8- 04/09/2016 İklimsel Veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	25,60	66,00	66,00	23,2 C	29,00	62,00		20,00
10:00	34,00	26,00	68,00	68,00	24,1 C	30,00	69,00		25,00
11:00	36,00	27,50	68,00	69,00	24,9 C	31,50	72,00	26,70	30,00
12:00	36,00	28,90	69,00	70,00	25,2 C	32,00	72,00	26,80	30,00
13:00	37,00	29,60	70,00	73,00	25,6 C	31,90	74,00	27,20	30,00
14:00	37,00	30,20	71,00	78,00	25,7 C	31,20	76,00	28,10	35,00
15:00	36,00	30,10	68,00	70,00	25,2 C	31,00	78,00	27,60	35,00
16:00	35,00	29,50	78,00	69,00	24,6 C	30,50	75,00	27,10	35,00
17:00	34,00	28,20	69,00	75,00	24,3 C	30,20	77,00	26,50	35,00
18:00	33,00	27,10	69,00	76,00	24,2 C	29,00	78,00	25,20	35,00

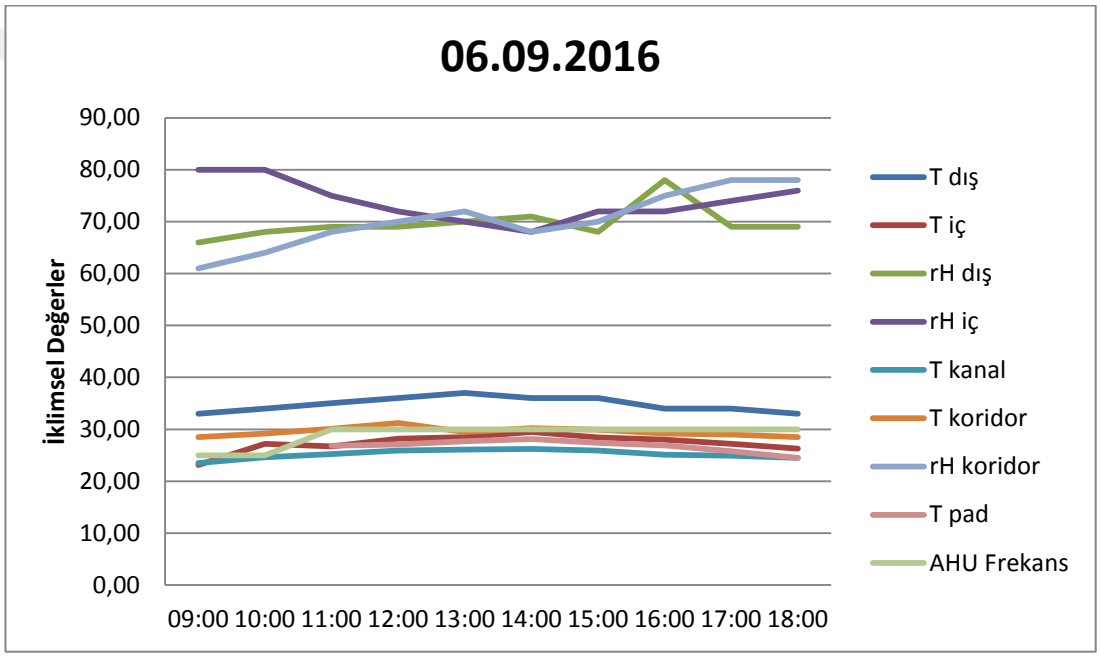


Şekil 5.8 (04.09) İklimsel Veriler

Şekil 5.8'de sabah saatlerinde nem yüksek olduğu için pad sistemi çalıştırılmamıştır. AHUlar ve chiller açılıp sıcaklık ve nem değeri düşürüldü. Dış nem düştüğünde pad sistemi çalıştırılarak ekstra soğutma yapılmıştır.

Çizelge 45.9 06/09/2016 İklimsel Veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	23,10	66,00	80,00	23,50	28,50	61,00		25,00
10:00	34,00	27,20	68,00	80,00	24,60	29,20	64,00		25,00
11:00	35,00	26,70	69,00	75,00	25,20	30,10	68,00	26,80	30,00
12:00	36,00	28,20	69,00	72,00	25,90	31,20	70,00	27,10	30,00
13:00	37,00	28,50	70,00	70,00	26,10	29,50	72,00	27,70	30,00
14:00	36,00	29,50	71,00	68,00	26,20	30,20	68,00	28,10	30,00
15:00	36,00	28,40	68,00	72,00	25,90	29,90	70,00	27,40	30,00
16:00	34,00	28,00	78,00	72,00	25,10	29,20	75,00	26,90	30,00
17:00	34,00	27,20	69,00	74,00	24,90	29,00	78,00	25,80	30,00
18:00	33,00	26,30	69,00	76,00	24,50	28,50	78,00	24,50	30,00

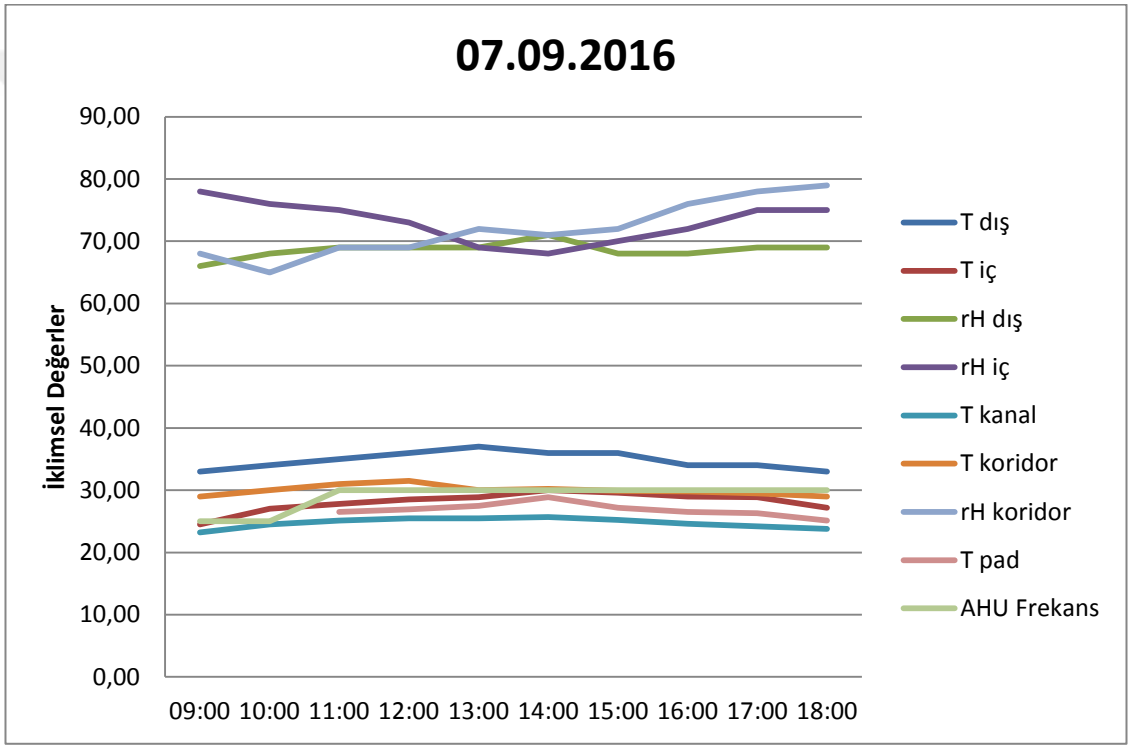


Şekil 5.9 (06.09) İklimsel veriler

Şekil 5.9'da görüldüğü gibi dış sıcaklığın ve nemin değişmesine rağmen iç sıcaklık ve nemi istenilen değerlerde tutulmuştur. Sistemde havadan saatte 10 litre su alınabilmiştir. Ahuların frekansı, nem ve sıcaklığa göre yükseltilip düşürülmüştür.

Çizelge 5.10 07/09/2016 İklimsel veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	24,50	66,00	78,00	23,20	29,00	62,00		25,00
10:00	34,00	27,00	68,00	76,00	24,50	30,00	65,00		25,00
11:00	35,00	27,80	69,00	75,00	25,10	31,00	69,00	26,50	30,00
12:00	36,00	28,50	69,00	73,00	25,50	31,50	69,00	26,90	30,00
13:00	37,00	28,90	69,00	69,00	25,50	30,00	72,00	27,50	30,00
14:00	36,00	30,00	71,00	68,00	25,70	30,20	71,00	28,90	30,00
15:00	36,00	29,60	68,00	70,00	25,20	29,90	72,00	27,20	30,00
16:00	34,00	29,00	68,00	72,00	24,60	29,80	76,00	26,50	30,00
17:00	34,00	28,90	69,00	75,00	24,20	29,50	78,00	26,30	30,00
18:00	33,00	27,20	69,00	75,00	23,80	29,00	79,00	25,10	30,00

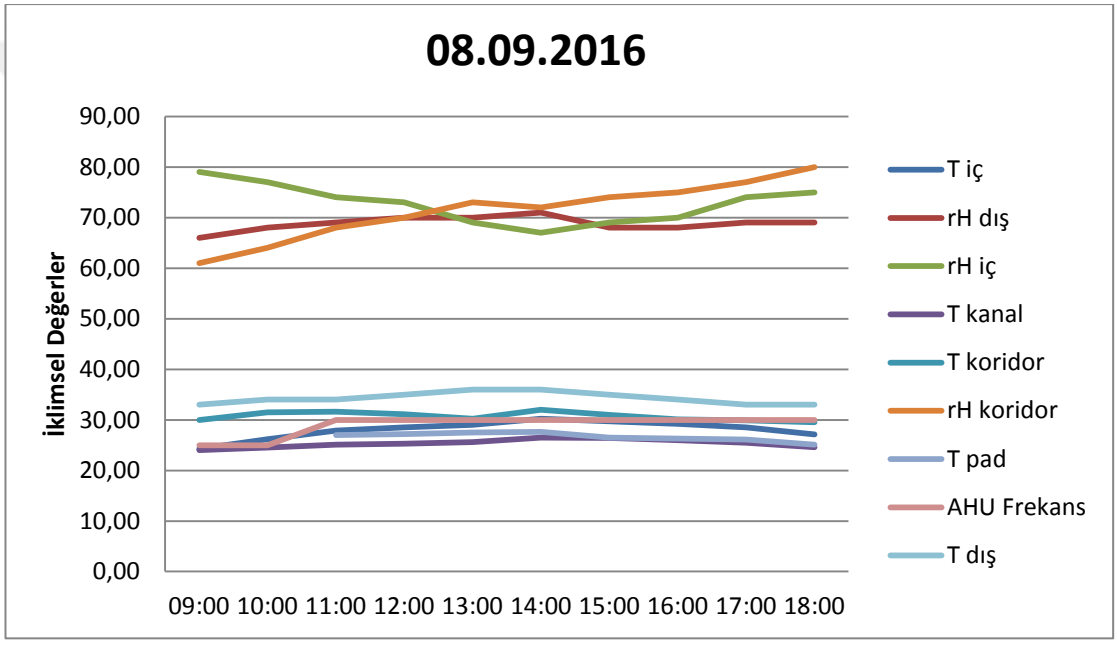


Şekil 5.10 (07.09) İklimsel veriler

Şekil 5.10'da görüldüğü gibi sistem sayısından dış ve iç sıcaklığı birbirlerinden bağımsız hareket etmektedir. Bu bağımsızlık yarı kapalı seranın bir özelliğidir.

Çizelge 5.11 08/09/2016 İklimsel Veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09.00	33,00	24,30	66,00	79,00	24,00	30,00	61,00		25,00
10.00	34,00	26,20	68,00	77,00	24,50	31,50	64,00		25,00
11.00	34,00	27,90	69,00	74,00	25,10	31,60	68,00	27,00	30,00
12.00	35,00	28,50	70,00	73,00	25,30	31,10	70,00	27,20	30,00
13.00	36,00	29,00	70,00	69,00	25,60	30,20	73,00	27,50	30,00
14.00	36,00	30,20	71,00	67,00	26,50	32,00	72,00	27,60	30,00
15.00	35,00	29,70	68,00	69,00	26,40	31,00	74,00	26,50	30,00
16.00	34,00	29,20	68,00	70,00	26,00	30,10	75,00	26,30	30,00
17.00	33,00	28,50	69,00	74,00	25,50	29,90	77,00	26,10	30,00
18.00	33,00	27,10	69,00	75,00	24,60	29,50	80,00	25,10	30,00

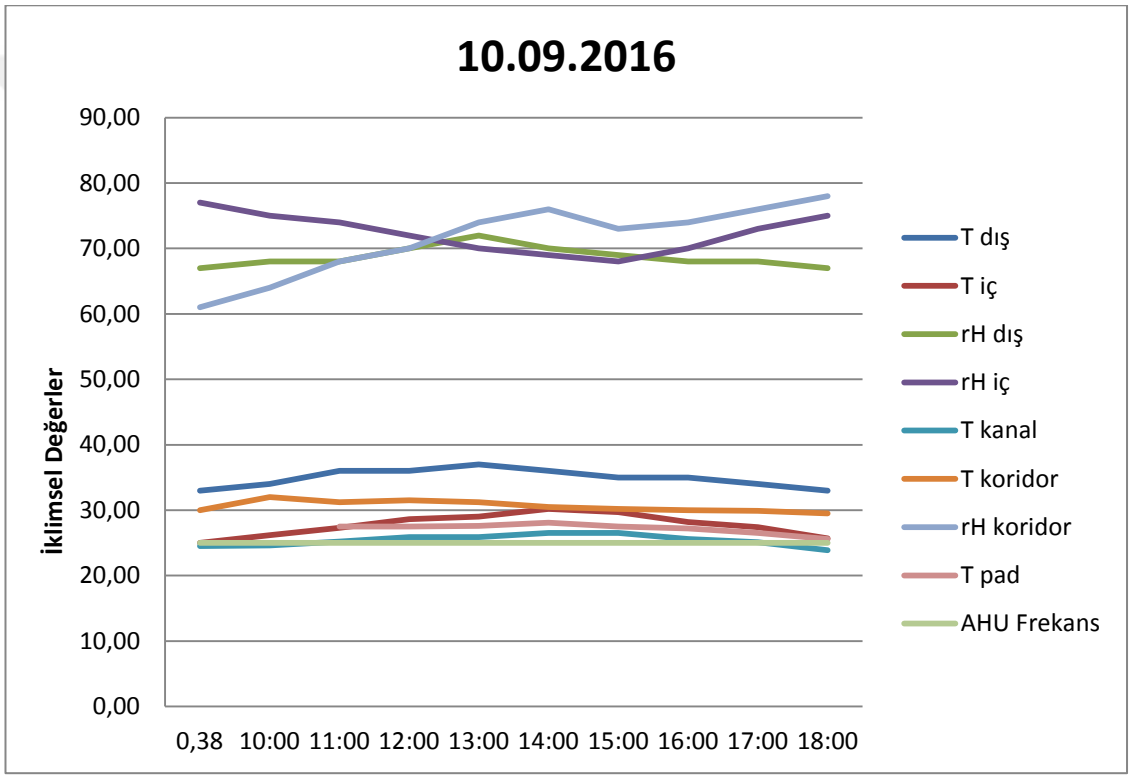


Şekil 5.11 (08.09) İklimsel veriler

Şekil 5.11'de görüldüğü gibi dış iklim uygun olduğu için (sıcaklık ve nem yüksek değil) havalandırma penceresi, pad penceresini ve AHU'ları açarak seranın içindeki nem düşürülmüştür. Soğutmaya belli bir aralıkta ihtiyaç duyulmuştur. Soğutma çalışırken perde serili, havalandırma açık, iç pencere kapalı yada 20% açık ve pad penceresi açık olmaktadır.

Çizelge 5.12 10/09/2016 İklimsel Veriler

saaT	T Dış °C	T iç °C	RH dış %	RH iç %	T kanal °C	T koridor °C	RH koridor %	T pad °C	AHU Frekans HZ
09:00	33,00	25,00	67,00	77,00	24,50	30,00	61,00		25,00
10:00	34,00	26,20	68,00	75,00	24,60	32,00	64,00		25,00
11:00	36,00	27,30	68,00	74,00	25,20	31,20	68,00	27,50	25,00
12:00	36,00	28,60	70,00	72,00	25,90	31,50	70,00	27,50	25,00
13:00	37,00	29,00	72,00	70,00	25,90	31,20	74,00	27,60	25,00
14:00	36,00	30,20	70,00	69,00	26,50	30,50	76,00	28,10	25,00
15:00	35,00	29,70	69,00	68,00	26,50	30,20	73,00	27,50	25,00
16:00	35,00	28,20	68,00	70,00	25,60	30,00	74,00	27,20	25,00
17:00	34,00	27,40	68,00	73,00	25,10	29,90	76,00	26,50	25,00
18:00	33,00	25,70	67,00	75,00	23,90	29,50	78,00	25,60	25,00



Şekil 5.12 (10.09) İklimsel Veriler

Şekil 5.12'de görüldüğü gibi sistem istenilen sıcaklık ve nem değerleri sağlanmaktadır. AHUların frekansı % 50'ye kadar düşürülmüştür ve soğutma sistemine sadece gündüz saatlerinde ihtiyaç duyulmuştur.

Yarı kapalı seralarda bahsedildiği gibi soğutma, ısıtma ve havalandırma sistemi kullanılarak otomasyon sistemi birlikte otomatik olarak bütün iklim parametreleri (sıcaklık, nem, CO^2 ve ışık) kontrol edilmiştir.

Bunun için serada yıl boyunca (hem sıcaklığın ve nemin yüksek olduğu zamanlar (yaz ayılarında hem de kışın) üretim gerçekleştirebilmiştir.

Serada amaç sadece yaz aylarında üretim yapmak değil aynı zamanda verimi de artırmaktadır.

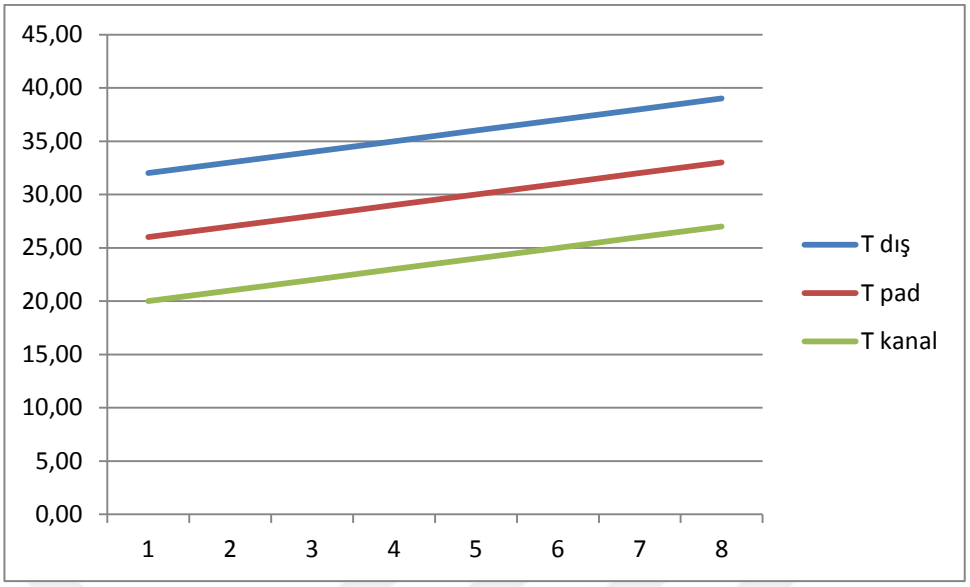
5.1 Domates Verimi Yükselmektedir

Normal bir serada ortalama 30 ton domates alınırken , bu serada 60-80 ton arasında ürün alınabilmektedir.



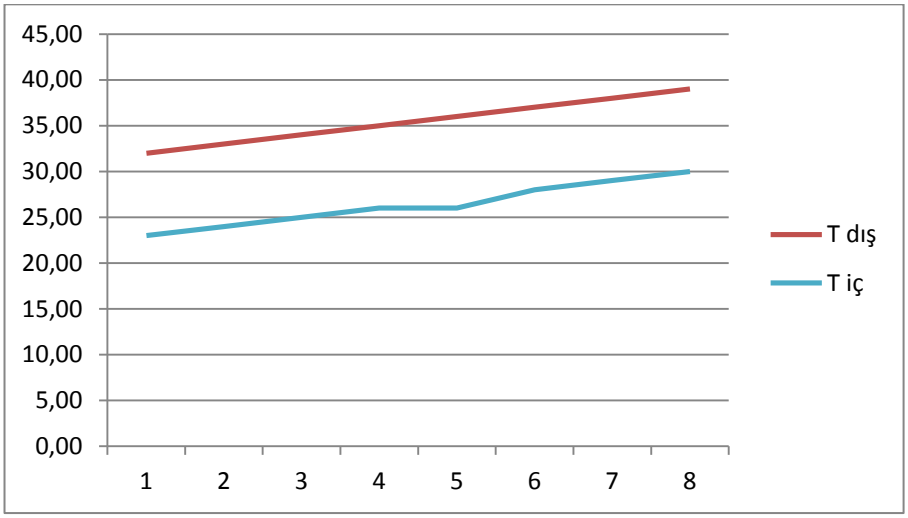
Şekil 5.13 Üretilen domates

Chillerin ve Fan-pad'in değerlendirilmesi için dış sıcaklığın ve sera iç sıcaklığın arasındaki farkı hesaplanmıştır.



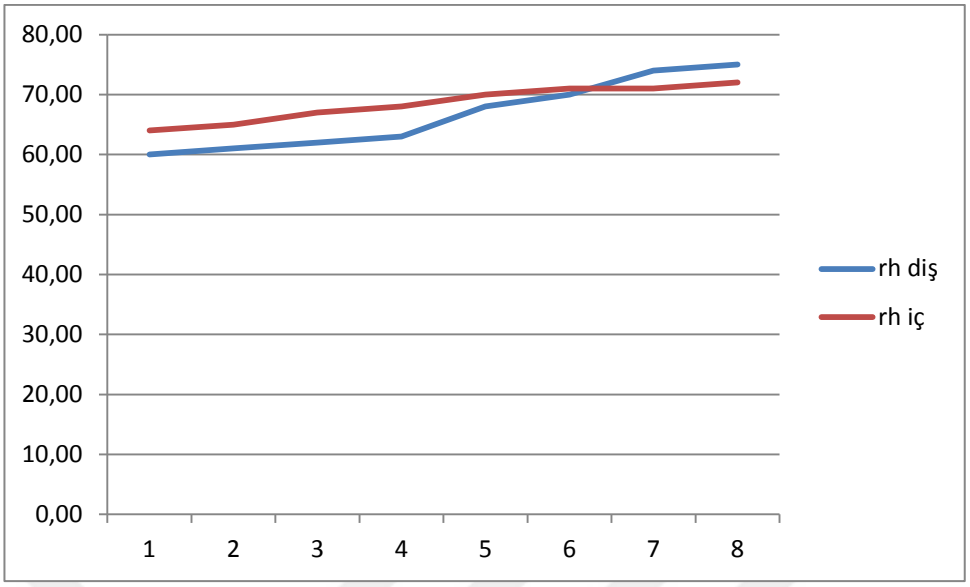
Şekil 5.14 Dış ,Pad ve Kanal sıcaklığı

Dış sıcaklık ve pad sıcaklığı arasındaki fark pad sıcaklığının ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Pad sıcaklığı ve kanal sıcaklığı arasındaki fark chiller + AHU sistemi sıcaklığına olan etkisi görülmektedir.



Şekil 5.15 Dış ve iç sıcaklığı

Şekil 5.15'te dış sıcaklık ve iç sıcaklık arasındaki fark sistemin verimi göstermiştir.



Şekil 5.16 Dış ve iç nemi

Yaz aylarında yarı-kapalı sera sisteminin amaçları arasında sadece nemi düşürmek değil aynı zamanda istenilen oranda tutmakta bulunmaktadır. Dolayısıyla dış nem yüksek olduğunda azaltılır, düşük olduğunda yükseltilmektedir.

Yeni nesil kapalı ve yarı-kapalı sera sistemleri daha yüksek ilk yatırım ve teknoloji bilgisi gerektirse de uzun dönemde %30'a varan enerji kullanımındaki azalma yanında kimyasal kullanımında % 80, sulama suyu kullanımında %50 azalma görülürken ürün eldesinde klasik seralara kıyasla 2 kat artış sağlanabilmektedir. Kapalı sistem sayesinde elde edilen pozitif basınç ile sera içi iklimi enerji kullanımı ve yetiştiricilik açısından önemli üstünlükler sağlamaktadır. Bu tip seralarda enerji, iklim ve besin yönetimi daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Türkiye gibi enerji maliyetlerinin yüksek olduğu bir ülkede bile fizibilite açısından yatırıma oldukça uygundur. Çünkü kendini bir kaç yılda amorte edebilen bir sistemdir. Enerjinin ucuz ve domates fiyatlarının yüksek olduğu ülkeler; Azerbaycan, Türkmenistan, Kazakistan, Rusya, Ukrayna, İran, Suudi Arabistan, Kuveyt, Katar gibi ülkeler için de oldukça uygun bir projedir.

Modern bir sera birçok ihtiyacı karşılamak zorundadır. Bir yetiştiricinin ilk koşulu, çoğunlukla enerji verimliliği sağlayan bir seraya sahip olmasıdır. PolyClima ile geleceğin serasına yönelik gelişmeler kaydedilmiştir. Modern yetiştiricilerin tüm ihtiyaçlarını bir araya getiren bir seradır: daha yüksek verim, maksimum gıda güvenliği, minimum enerji ve su tüketimi, minimum CO_2 emisyonu ve daha iyi geri dönüşler sağlanabilmiştir.

Yarı-kapalı sistem (PolyClima), iklim koşulları üzerinde tam kontrol sağlayarak sera iklimini iyileştirir. Sera, örneğin, içeriden ve dışarıdan veya ikisinin kombinasyonu şeklinde havalandırılabilir, bu şekilde içeri daha fazla güneş ışığı girebilir ve CO_2 düzeyleri önemli ölçüde yükselir. Kısacası, optimum fotosentez için en iyi yetiştirme ortamıdır.

PolyClima konsepti, pozitif basınç ve filtrelenmiş hava girişi ve çıkışı kullanan, yarı kapalı yetiştiriciliğe dayalıdır. Bu şekilde, etkili haşere mücadelesi ve daha düşük hastalık seviyeleri sağlanır ve kalıntı içermeyen yetiştiricilik mümkün olur. Sonuç maksimum gıda güvenliğidir.

KAYNAKLAR

Albright and Behler 1984. An Air-Liquid-Air Heat Exchanger for Greenhouse .Humidity Control. 27 (5), 1524-1530. Transactions of the ASAE.

Aldrich R. and Bartok J. 1989. Greenhouse Engineering. Ithaca, New York: Northeast Regional Agricultural Engineering Service.

Anonymous, 1993. The Greenhouse Climate Handbook. ACME Engineering and Manufacturing Corp. Box 978. Muskagee, OK 74402.

Anonymous, 2005. Greenhouse Cooling İnformation

ATILGAN A. ve ÖZ H. 2013. SERİN İKLİME SAHİP BÖLGELERDEKİ SERALARIN FAN PED SİSTEMİYLE SERİNLETİLMESİ , Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta.Türkiye.

ASHRAE.O 2005 . ASHRAE Handbook Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA, USA.

Bertin, N. 2005. Analysis of the tomato fruit growth response to temperature and plant fruit load in relation to cell division, cell expansion and DNA endoreduplication. Ann.Bot. 95:439-447 .

Buchholz M., Jochum P. and Zaragoza, G. 2005. Concept for Water, Heat and Food Supply from a Closed Greenhouse - The Watergy Project. In Acta Horticulturae 691 (pp. 509-516). ISHS.

DEMİR B. ve ÖZTÜRK İ. 2007. Sera Otomasyon Sistemlerine İlişkin Bilgisayar Uygulamaları , Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 25240 Erzurum.

Campen, J. B.and Bot, G. P. (2001). Design of a Low-energy Dehumidifying System for Greenhouses. Journal of Agricultural Engineering Research, 78 (1), 65-73.

Campen, J. B., Bot, G., & De Zwart, H. F. (2003). Dehumidification of Greenhouses at Northern Latitudes. Biosystems Engineering, 86 (4), 487-493.

Frank C. 2006 , IEA ECES Concept Paper on , Energy Storage Applications in Closed Greenhouses , Energy Applications Specialist Environment Canada.

Frantz J. M., Hand B., Buckingham L., and Ghose, S. 2010. Virtual Grower: Software to Calculate Heating Costs of Greenhouse Production in the US. Unpublished manuscript submitted to HortTechnology.

Fuller R. J. and Meyer, C. P. 1984. Closed System Cooling of a Greenhouse in an Arid Zone Climate. In Acta Horticulturae 148 (pp. 161-169). ISHS.

Gale J., Feuermann D., Kopel R., and Levi, S. 1996. Liquid Radiation Filter Greenhouses (LRFGS) and Their Use of Low Quality Hot and Cold Water, for Heating and Cooling. In Acta Horticulturae 440 (pp. 93-98). ISHS.

Heuvelink E., Bakker, M. and Marcelis, L.F.M. 2008. Climate and yield in a closed greenhouse. Acta Hort. 801:1083-1092.

Opdam J.J.G., Schoonderbeek G.G. and Heller E.M.B. 2005. Closed Greenhouse: a Starting Point for Sustainable Entrepreneurship in Horticulture , A. de Gelder, Applied Plant Research, P.O. Box 8, 2670 AA Naaldwijk, the Netherlands.

Jolliet O. 1988. Modélisation du comportement thermique d'une serre horticole. In: Thèse de Doctorat No. 713, Département de Physique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne,Switzerland.

Jolliet O. 1994. HORTITRANS, a model for Predicting and Optimizing Humidity and Transpiration in Greenhouses. Journal of Agricultural Engineering Research, 57, 23-37.

Ling P. P. and Prenger J. J. 2003. Dehumidification Support Spreadsheet (DSS). Presented at 2003 OSU Greenhouse Engineering Workshop, Wooster, OH.

Ooteghem, R. J. (2007). Optimal Control Design for a Solar Greenhouse. PhD Thesis . Wageningen, Netherlands: Wageningen University.

Öztürk, vd. 2002. Sera İklimlendirme Kontrolü İçin Etkin Bir Gömülü Sistem Tasarımı. Erciyes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri.

Silleli, H., M.A. Dayıoğlu, C. Yılmaz 2013. "Seralarda Otomasyon ve Kontrol Teknolojileri Otomatik Kontrolde Üniversite-Sanayi İşbirliğine Örnek Ankara Üniversitesi-Elimko" Tarım Türk, sayı:3, 79-84, Temmuz-Ağustos.

T. Qiana, J.A. Dieleman, A. Elings,A. De Gelder and L.F.M. Marcelis 2009. Comparison of Climate and Production in Closed, Semi-Closed and Open Greenhouses , Wageningen UR Greenhouse Horticulture P.O. Box 644 6700 AP Wageningen The Netherlands.

Walker, J. N., & Duncan, G. A. 1973. Greenhouse Humidity Control. In AEN-19. Dept. Agric.Engr., Univ. Kentucky, Lexington.

Wee Fong Lee, 2010, Cooling Capacity Assessment Of Semi-Closed Greenhouses. Graduate Program in Food, Agricultural and Biological Engineering The Ohio State University, p.114 Ohio.

Yağcıoğlu, A., 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üni. Ziraat Fak. Tarım Makineleri Böl. İzmir, 136-144s.

Yildiz, I., and Stombaugh, D. P. 2006. Simulated Performances of a Heat Pump System for Energy and Water Conservation in Open and Confined Greenhouse Systems. In Acta Horticulturae 718 (pp. 341-350). ISHS.

Yüksel, A.N., 2000. Sera Yapım Tekniği, Hasad Yayıncılık, İatanbul, 134s.

Zaragoza, G., Buchholz, M., Jochum, P., & Perez-Parra, J. 2007. Watergy Project: Towards a Rational Use of Water in Greenhouse Agriculture and Substainable Architecture. Desalination , 211 (1-3).

Zwart H.F. 2005. Overall Energy Analysis of (Semi) Closed Greenhouses , Wageningen UR Greenhouse Horticulture P.O. Box 16, Bornsesteeg 65, 6700 AA Wageningen The Netherlands.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mohammed Altahir Sulman HASSAN

Doğum Yeri : Almanagil-Sudan

Doğum Tarihi : 01.01.1989

Medeni Hali : Bekar

Uyruğu : Sudan

Yabancı Dili : İngilizce ve Türkçe

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise : 9.Mah. lisesi (2006)

Lisans : Hartum Üniversitesi,Mühendislik Fakültesi,Ziraat Mühendisliği Bölümü (2012)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makinaları Ve Teknoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2014-Haziran 2017)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Aytekin Grup –Mersin (2016-2017)

Gönka klima-Ankara (2015-2016)

Türkojen Jenerator –Ankara (2014-2015)

Hartum Üniversitesi ,Mühendislik Fakültesi ,Ziraat Mühendisliği Bölümü (öğretim yardımcısı) (2012-2013)

KENANA Şeker Fabrikası –Sudan (2011-2012)

ASALAYA. Şeker Fabrikası – Sudan (2010).