T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

Topraksız Ortamda Üretim Yapan Sera İşletmelerindeki Sera Otomasyon Sistemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Turgut FELEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2020

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

Topraksız Ortamda Üretim Yapan Sera İşletmelerindeki Sera Otomasyon Sistemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Turgut FELEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2020

ANTALYA

ÖZET

Topraksız Ortamda Üretim Yapan Sera İşletmelerindeki Sera Otomasyon Sistemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Turgut FELEK

Yüksek Lisans Tezi

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KÜRKLÜ

Şubat 2020; 129 sayfa

Ülkemizde seralarda üretim teknikleri, gün geçtikçe zorlaşan pazar ve talep şartları doğrultusunda gelişmek zorundadır. Bunun için insan gücüne yardımcı olmak ve işleri kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla otomatik kontrol ve bilgisayar sistemleri kullanılmaktadır. 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 yararlanılmakta, yani üretim yoğun olarak yapılmaktadır. Buna bağlı olarak birim alandan daha fazla ürün elde edilmektedir. Seralarda bitki ihtiyaçlarının (su, gübre, diğer bitki besin maddeleri, ışık, sıcaklık, nem vb.) kontrollü olarak verilebilmesi, hastalıkların daha kısa sürede tespit edilebilmesi, bitki üretiminin iplere alınarak yukarı doğru yapılabilmesi kütlesel üretime olanak sağlamaktadır. Günümüz modern sera tarımı, yoğun bitkisel üretim kapasitesi ve topraksız tarım teknolojinin kullanıldığı endüstriyel anlamda gelişmiş yapısıyla dikkat çekmektedir. Sera endüstrisinin ekonomik getirisi, bitkisel üretim ve maliyeti arasındaki dengelere bağlı olduğu için, üretimi istenen düzeyde tutmak ve ürün kalitesini iyileştirmek için sera ikliminin ve kaynaklarının rasyonel olarak işletilmesi gereklidir. Seraların etkili yönetilebilmesi, işletilebilmesi için bilgisayar, mikroişlemci kontrollü bilgi işleme ve otomasyon sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Topraksız Modern seralarda üretilmesi planlanan bitki türüne göre isteklerin karşılanabilmesi için aşağıda sıralanan; sinyal- algılama sistemi, Isıtma sistemi, Havalandırma sistemi, Gölgeleme sistemi, Sulama sistemi, Gübreleme sistemi, Sisleme-serinletme sistemi, Karbondioksit gübreleme sistemi ve sera genel iklim kontrol sistemi gibi donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Seralarda bitkilerin büyümesi ve gelişimi için uygun klimanın oluşturulması, sera içindeki sıcaklık, bağıl nem, güneş ışınımı gibi değişkenlerin kontrol altına alınmasıyla sağlanmaktadır. Ancak sera içinde olması istenen iklimsel veriler, sera dışındaki güneş, sıcaklık, yağmur vb. etkilerden dolayı sürekli değişmektedir. Sera üzerine gelen enerjinin bir kısmı depolanmaktadır; bir kısmı dışarıya transfer edilmektedir. Örneğin, eğer yaprak sıcaklığı yüksek ise, bu, bitkide depolanan enerjinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Fazla enerji birikimi, havalandırma ya da serinletme sistemlerinin stratejik olarak devreye alınmasıyla çözümlenebilmektedir. Eğer serada sıcaklık düşerse istenen sınırlar arasına ısıtma sisteminin nasıl çalıştırılacağı önem arz etmektedir. Sera içindeki donanımların algılayıcılardan gelen sinyallere göre yönetilmesi, yönlendirilmesi, bitki büyüme döneminde anlık, günlük ve aylık üretim verilerine göre stratejik olarak şekillenmektedir.

Modern sera kontrol sistemleri dış etkilere cevap olarak sadece kısa dönem eylemlerini komuta etmemektedir; aynı zamanda yetiştirici tarafından tarif edilen uzun dönem stratejisinin kurulmasında da katkıda bulunmaktadır. Günümüz bilgisayarlı sera otomasyon sistemleri, analog kontrol birimlerinin sayısallaştırılmış versiyonlarıdır. Anlık, günlük, aylık klimatolojik ve üretim bilgilerinin sürekli kaydedilebilmesi ve bunları üreticinin kullanımına sunabilmesi üstün taraflarıdır. Klasik otomasyon uygulamasında, sadece sera klimasının izlenmesi ve kontrolü yapılarak otomasyon sağlanabilmektedir. Bilgisayar, bitkisel üretimin her aşamasında – anlık günlük, haftalık, aylık ve üretim döneminde stratejik olarak kullanılmalıdır. Bitkinin isteklerine göre sera içinde olması istenen klimaya (bioklima) uygun alt donanımlar (çatı pencereleri, ısıtma, sulama, serinletme, gölgelendirme, fan havalandırma gibi) algılayıcılardan gelen sinyallere göre çalışmalıdır. Sera bioklimasıyla ilgili ayarlamalar, günlük bitki büyümesine göre yapılmalıdır. Günlük bitki büyümesiyle ilgili planlama, aylık bitki gelişimi, hasat durumu, piyasa durumu vb. ekonomik veriler dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu çalışmada, yukarıdaki verilen bilgiler esas alınarak, Antalya, Afyon ve Uşak bölgelerindeki bazı topraksız modern seraların ticari otomasyon sistemleri incelenmiş ve kıyaslanmıştır.

Çalışma sonunda, 4 adet farklı otomasyon markası ve 5 adet farklı modern seranın otomasyon verileri ve ekran görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler birbirleri ile kıyaslanmış ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda 4 adet anket "durum tespit" çalışması yapılmıştır ve sonuçları bu çalışmada paylaşılmıştır. Bu araştırma, sera otomasyonun anlaşılması ve akabinde yerli sistemlerin geliştirilmesine hizmet edeceğinden, sonraki aşamalarda ülkemiz ekonomisine katma değer sağlayacaktır. Ayrıca, sera otomasyon sistemi seçimi yapılırken işletmelerimize doğru seçimleri yapması için yardımcı olacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Sera Otomasyon Sistemleri, Modern Sera, İklim Kontrol Sistemleri, Sulama Sistemleri, Topraksız Tarım Seraları

JÜRİ: Prof. Dr. Ahmet KÜRKLÜ

Doç. Dr. Caner KOÇ

Dr. Öğr. Üyesi Nuri ÇAĞLAYAN

ABSTRACT

Investigation and Comparison of Greenhouse Automation Systems in Greenhouse Enterprises Producing in Soilless Environment

Turgut FELEK

MASTER'S THESIS

AGRICULTURAL MACHINERY AND TECHNOLOGY ENGINEERING MASTER SIENCE

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KÜRKLÜ

February 2020; 129 pages

Production techniques in greenhouses in our country have to develop in line with the market demands and conditions. For this purpose, automatic control and computer systems are used to assist manpower and to facilitate and accelerate the works. Greenhouses are controlled environments in which plant production is carried out in improved environmental conditions, in other words, where the negative effects of the external environment on plants are limited. In the greenhouse agriculture, the production area is utilized in the most efficient way; therefore, production is made intensively. Accordingly, higher yields are obtained per unit area. In greenhouses, plant needs (such as water, fertilizer, other plant nutrients, light, temperature, humidity, etc.) can be provided in a controlled manner, diseases can be detected in a shorter period of time, and plant production can be carried up by high wire systems. All these allow mass production. Today's modern greenhouse cultivation attracts attention with its intensive crop production capacity and industrially developed structure using soilless agricultural technology. Since the economic return of the greenhouse industry depends on the balance between crop production and cost, it is necessary to rationally operate the greenhouse climate and resources to keep production at the desired level and improve product quality. Computer and microprocessor controlled information processing and automation systems are required for efficient management and operation of greenhouses. In order to meet the requirements according to the plant species planned to be produced in soilless modern greenhouses; signal-detection system, heating system, ventilation system, shading system, irrigation system, fertilization system, fogging-cooling system, carbon dioxide fertilization system and greenhouse general climate control system are needed. The use of suitable air conditioners for the growth and development of plants in greenhouses takes control of variables such as greenhouse temperature, relative humidity, and solar radiation. However, the climatic data required in the greenhouse are constantly changing due to the effects of sun, temperature and rain outside the greenhouse. Some of the energy coming into the greenhouse is stored; some part is transferred outside. For example, if the leaf temperature is high, this is due to the excess energy stored in the plant. Excessive energy accumulation can be solved by the strategic commissioning of ventilation or cooling systems. If the temperature drops in the greenhouse, it is important to operate the heating system within the required limits. The management and direction of the equipment in the greenhouse according to the signals coming from the sensors is

strategically shaped according to the instant, daily and monthly production data during the plant growth period.

Modern greenhouse control systems not only command short-term actions in response to external influences, but also contribute to the establishment of the long-term strategy described by the grower. Today's computerized greenhouse automation systems are digitilized versions of analogue control units. The outstanding advantages are the ability to record instant, daily, monthly climatological and production data and to make them available to the manufacturer. In the classical automation application, automation can only be achieved by monitoring and controlling the greenhouse air conditioner. The computer should be used strategically at every stage of crop production - instant, daily, weekly, monthly and during production. Bioclimate sub-assemblies, such as roof windows, heating, irrigation, cooling, shading and fan ventilation, should operate according to the signals from the sensors. Greenhouse climate adjustments should be made according to daily plant growth. Planning for daily plant growth should be based on the economic data such as monthly plant growth, harvesting and market conditions.

In this study, the commercial automation systems of some hydroponic modern greenhouses in Antalya, Afyon and Uşak regions are examined and compared based on the information given above.

At the end of the study, automation data and screenshots of four different automation brands from five different modern greenhouses were obtained. The data were compared with each other and evaluated in terms of what and how they control the parameters. Since this research will serve to understand greenhouse automation and to develop national and domestic automation systems, it will provide a crucial value to the economy of our country in the following stages of this type of researches. It will also help greenhouse potential investers to make the right choices when selecting a greenhouse automation system.

KEYWORDS: Greenhouse Automation Systems, Modern Greenhouse, Climate Control Systems, Irrigation Systems, Soilless Agricultural Greenhouses

COMMITTEE: Prof. Dr. Ahmet KÜRKLÜ

Doç. Dr. Caner KOÇ

Dr. Öğr. Üyesi Nuri ÇAĞLAYAN

ÖNSÖZ

Ülkemizde seralarda üretim teknikleri, gün geçtikçe zorlaşan pazar ve talep şartları doğrultusunda gelişmek zorundadır. Bunun için insan gücüne yardımcı olmak ve işleri kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla otomatik kontrol ve bilgisayar sistemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar, bitkisel üretimin her aşamasında – anlık günlük, haftalık, aylık ve üretim döneminde stratejik olarak kullanılmalıdır. Bitkinin isteklerine göre sera içinde olması istenen klimaya (bioklima) uygun alt donanımlar (çatı pencereleri, ısıtma, sulama, serinletme, gölgelendirme, fan havalandırma gibi) algılayıcılardan gelen sinyallere göre çalışmalıdır. Sera bioklimasıyla ilgili ayarlamalar, günlük bitki büyümesine göre yapılmalıdır. Günlük bitki büyümesiyle ilgili planlama, aylık bitki gelişimi, hasat durumu, piyasa durumu vb. ekonomik veriler dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu çalışmada, yukarıdaki verilen bilgiler esas alınarak, Antalya, Afyon ve Uşak bölgelerindeki bazı topraksız modern seraların ticari otomasyon sistemleri incelenmiş ve kıyaslanmıştır.

Bu araştırma, sera otomasyonun anlaşılması ve akabinde yerli sistemlerin geliştirilmesine hizmet etmesi hedeflenmektedir, sonraki aşamalarda ülkemiz ekonomisine katma değer sağlayacaktır. Ayrıca, sera otomasyon sistemi seçimi yapılırken işletmelerimize doğru seçimleri yapması için yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada bana yön vererek bu konunun seçilmesini ve çalışmalarımdaki bilgilerimin öğretilmesini sağlayan danışmanım Prof. Dr. Ahmet KÜRKLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ v
AKADEMİK BEYAN viii
SİMGELER VE KISALTMALAR ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
ÇİZELGELER DİZİNİ xv
1. GİRİŞ 1
1.1 Modern Sera Otomasyon Sistemlerinin Gereksinimleri 2
1.2. Otomatik Kontrol Biçimleri 3
1.2.1. Açık – Kapalı Kontrol 3
1.2.2. Oransal Kontrol 3
1.2.3. Oransal + Türevsel Kontrol 3
1.2.4. Oransal + İntegral + Türevsel Kontrol 4
1.2.5. Zaman Oransal Kontrol 4
1.3. Sera İklim Otomasyon Sisteminin Çalışma Şekli 4
1.3.1. Kontrol Döngüsü 4
1.3.2. Havalandırma Sistemlerinin Çalışma Şekli 6
1.3.3. Termal Perde Sistemlerinin Çalışma Şekli 7
1.3.4. Sirkülasyon Fanları Sistemlerinin Çalışma Şekli 8
1.3.5. Yüksek Basınçlı Sisleme Sisteminin Çalışma Şekli 9
1.3.6. Isıtma Sisteminin Çalışma Şekli 9
1.3.7. Karbondioksit Dağıtım Sisteminin Çalışma Şekli 10
1.3.8. Sulama-Gübreleme Sisteminin Çalışma Şekli 10
1.4. Modern Sera Otomasyonu Fonksiyonel Modüller 11
1.4.1 Görüntüleme ve İzleme Sistem Yapısı 11
1.4.2. Kullanıcı Ara Yüzü 11
1.4.3. Alarm Sistemi 12
1.4.4. Veri Güvenliği ve Yedekleme 12
2. KAYNAK TARAMASI 13
3. MATERYAL VE METOT 18

4. BULGULAR 19
4.1. Hoogendoorn Otomasyon Sistemi 19
4.1.1. Hoogendorn İklimlendirme Sistemi 20
4.1.2. Hoogendoorn Sulama Sistemi 27
4.1.3. Hoogendoorn Enerji Kontrolü 32
4.1.4. Hoogendoorn Alarm Sistemi 33
4.1.5. Hoogendoorn Grafiksel Analiz 33
4.2. Priva Otomasyon Sistemi 34
4.2.1. Priva İklimlendirme Sistemi 42
4.2.2. Priva Sulama Sistemi 54
4.2.3. Priva Enerji Kontrolü 60
4.2.4. Priva Alarm Sistemi 61
4.2.5. Priva Grafiksel Analiz 61
4.3. Inta Otomasyon Sistemi 62
4.3.1. Inta İklimlendirme Sistemi 65
4.3.2. Inta Sulama Sistemi 78
4.3.3. Inta Alarm Sistemi 84
4.3.4. Inta Grafiksel Analiz 85
4.4. Karaca Otomasyon Sistemi 86
4.4.1. Karaca İklimlendirme Sistemi 87
4.4.2. Karaca Sulama Sistemi 96
4.4.3. Karaca Alarm Sistemi 100
4.4.4. Karaca Grafiksel Analiz ve Raporlama 101
5. TARTIŞMA 103
5.1. Ekran Görüntüleri 104
5.2. Grafiksel Analiz ve Raporlama 105
5.3. Alarm Sistemleri 105
5.4. Sulama-Gübreleme Sistemleri 106
5.5. İklim Kontrol Sistemleri 107
6. SONUÇLAR 108
7. KAYNAKLAR 109
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum "Topraksız Ortamda Üretim Yapan Sera İşletmelerindeki Sera Otomasyon Sistemlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

07/02/2020

Turgut FELEK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cc : Cubic Centimeter

l : Litre

l/m^2 : 1 Metrekareye Düşen Litre Su

g/m^3 : 1 Metreküpe Düşen Gram Nem

Mbar : Mili Bar

MHz : Mega Hertz

m/s : 1 Saniyede Ulaşılan Metre (Hız Birimi)

ml : Mililitre

GHz : Giga Hertz

ppm : Parts Per Million

J : Joule

W : Watt

Wh/m^2: 1 Metrekareye düşen watsaat

J/cm^2 : 1 Santimetrekareye Düşen Joule

W/m : 1 Metreye Düşen Wat

°C : Santigrat derece

Kısaltmalar

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ADC : Analogue to Digital Convertor

CAN : Controller Area Network

CO_2 : Carbon Dioxide (Karbondioksit)

EC : Elektriksel iletkenlik (Electric Conductivity)

IoT : Internet of Things

IEEE : The Institute of Electrical and Electronics Engineers

LCD : Liquid Crystal Display

pH : Asitlik ölçü birimi (Power of Hydrogen)

RS232 : EIA tarafından tanımlanmış kısa mesafe elektriksel iletişim için seri bağlantı standardı.

RS485 : EIA tarafından tanımlanmış uzun mesafe elektriksel iletişim için seri bağlantı standardı.

GPRS : General Packet Radio System

TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kontrol döngüsü…….3

Şekil 1.2. Örnek kontrol döngüsü…….……4

Şekil 1.3. Havalandırma lee-side (rüzgara zıt taraf) ve wind-side (rüzgar tarafı)…….6

Şekil 1.4. Hoogendoornotomasyon yazılımında havalandırma ayarları ekranı……....6

Şekil 1.5. Sıcak sulu sera ısıtma sistemi……....8

Şekil 1.6. Sera izleme sistemi için örnek ara yüz……..11

Şekil 4.1. Hoogendorn iSii menü…….17

Şekil 4.2. Anlık ölçülen iklimlendirme değerleri menüsü……18

Şekil 4.3: Sera içi sıcaklık ayarlama ekranı……..19

Şekil 4.4: Isıtma planlama menüsü……..19

Şekil 4.5: Rüzgara zıt tarafı ve rüzgar tarafı pencereleri ayarlama menüsü……20

Şekil 4.6. Termal perde gölgeleme ekranı……...21

Şekil 4.7. Enerji tasarrufu için termal perdelerin ayarlanması…….22

Şekil 4.8. Sirkülasyon fanlarının ayarlama menüsü……...……..22

Şekil 4.9. Bir gün önceki ölçülen iklimlendirme değerleri……...23

Şekil 4.10. Pompaların kontrolü……...25

Şekil 4.11. Crop section control……...26

Şekil 4.12. Sulama vanalarının kontrol ekranı…….27

Şekil 4.13. Crop section week……..28

Şekil 4.14. Reçete giriş ekranı…….29

Şekil 4.15. Kazan kontrol ekranı…….30

Şekil 4.16. Hoogendoorn sulama grafiği…….32

Şekil 4.17. Priva Office iklim menüsü…….33

Şekil 4.18. Priva INTEGRO iklim menüsü…….33

Şekil 4.19. Priva INTEGRO I 180 kodlu sisleme stratejisi ekranı……...34

Şekil 4.20. Priva Office I 180 kodlu sisleme stratejisi ekranı……...34

Şekil 4.21. Priva INTEGRO için örnek ağaç şeması……35

Şekil 4.22. Priva INTEGRO genel menü ekranı……..35

Şekil 4.23. I 4 Fırtına ve don limitleri ekranı……36

Şekil 4.24. Sera içi iklimlendirme limitleri I 100 ekranı……..37

Şekil 4.25. Anlık ölçülen iklim değerleri M 100 ekranı……39

Şekil 4.26. Priva ısıtma stratejisi I 110 ekranı……..40

Şekil 4.27. Priva ısıtma doğrulama I 111 ekranı……...41

Şekil 4.28. Priva su sıcaklığı ayar I 115 ekranı……42

Şekil 4.29. Havalandırma için pencere ayarları I 125 ekranı……43

Şekil 4.30. Havalandırma pencereleri kalibrasyon I 128 ekranı……..44

Şekil 4.31. Termal perdelerin enerji tasarrufu için kullanımı I 162 ekranı……..45

Şekil 4.32. Termal perdelerin step kontrolü I 162.1 ekranı……46

Şekil 4.33. Termal perdelerin gölgeleme için kontrolü I 163 ekranı……47

Şekil 4.34. Termal perdelerin kontrolü I 168 ekranı……48

Şekil 4.35. CO_2 dozajlama stratejisi I 170 ekranı……49

Şekil 4.36. Sisleme stratejisi I 180 ekranı……50

Şekil 4.37. Sisleme valflerinin kontrolü I 185 ekranı……..51

Şekil 4.38. Sirkülasyon fanlarının çalışma stratejisi I 190 ekranı……52

Şekil 4.39. Priva Office otomatik sulama stratejisi I 400 ekranı……..53

Şekil 4.40. Valf grup ayarları I 401 ekranı……...53

Şekil 4.41. Vanaların gruplara ayrılması I 401.4 ekranı……..54

Şekil 4.42. Sulama için reçete I 403 ekranı……55

Şekil 4.43. Valf ayarları I 411 ekranı……...56

Şekil 4.44. Su filtresi I 431 ekranı……56

Şekil 4.45. Anlık dozajlama izleme M 420 ekranı……57

Şekil 4.46. Hatadan sonra sulama döngüsü sıfırlama I 430 ekranı……57

Şekil 4.47. Günlük toplam enerji kullanımı M 104 ekranı……..58

Şekil 4.48. Priva alarm ekranı……..59

Şekil 4.49. Priva Office Sera iç ve dış sıcaklığı grafiği……60

Şekil 4.50. Inta CDN programı başlangıç ekranı……61

Şekil 4.51. Inta iklimlendirme başlangıç ekranı……..62

Şekil 4.52. Inta okunan iklimlendirme verileri ekranı……63

Şekil 4.53. Inta ısıtma kontrolünün programlanması ekranı……64

Şekil 4.54. İklim koşullarına göre ısıtma stratejisi ekranı……65

Şekil 4.55. Isıtma borusu ayarları ekranı……66

Şekil 4.56. Maksimum nem kontrolü ekranı……67

Şekil 4.57. Maksimum nem kontrolünün diğer sistemler ile çalışma ekranı……...68

Şekil 4.58. Minimum nem kontrol ekranı……69

Şekil 4.59. Havalandırma pencereleri programlama ekranı……70

Şekil 4.60. Pencere pozisyonu limitlerinin ayar ekranı……71

Şekil 4.61. Pencerelerin iklim parametrelerine göre ayar ekranı……71

Şekil 4.62. Pencerelerin yönüne göre ayar ekranı……72

Şekil 4.63. Termal perde ayar ekranı……74

Şekil 4.64. Fanlar için kontrol ekranı……..76

Şekil 4.64. Selenoid valflerin kontrolü ekranı……77

Şekil 4.65. Gübre dozajlaması ayar ekranı……...78

Şekil 4.66. Zamana bağlı sulama ayar ekranı……..79

Şekil 4.67. Filtre temizleme ayar ekranı……..80

Şekil 4.68. Kayıt edilen duyarga ölçümleri menüsü……...81

Şekil 4.69. Sulama alarm ekranı……..82

Şekil 4.70. Sera içi ve dışı iklim değerlerinin grafiği……..84

Şekil 4.71. Karaca otomasyon sistemi başlangıç ekranı……...85

Şekil 4.72. İklim genel görünüş ekranı……86

Şekil 4.73. Pencere periyod ayarları ekranı……..87

Şekil 4.74. Pencere rüzgâr ayarları ekranı……89

Şekil 4.75. Isı perdesi kontrol ekranı……90

Şekil 4.76. Sirkülasyon fanları periyod ayar ekranı……91

Şekil 4.77. Kazan dairesi ekranı……..92

Şekil 4.78. Yerden ısıtma periyod ayar ekranı……93

Şekil 4.79. CO_2 periyod ayar ekranı……..…94

Şekil 4.80. Sulama genel izleme ekranı……95

Şekil 4.81. Sulama makinesi periyod ayar ekranı……96

Şekil 4.82. Strateji adım kayıt ekranı……...97

Şekil 4.83. Reçete kayıt ekranı……97

Şekil 4.84. Alarm ayarları ekranı……98

Şekil 4.85. Alarm reset ekranı…….……99

Şekil 4.86. Sulama vana kayıtları ekranı……100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İncelenen ticari otomasyon yazılımları……16

1. GİRİŞ

Ülkemizde bitki yetiştirme ortamı denildiğinde de ilk akla gelen topraktır. Ancak özellikle sera yetiştiriciliğinde topraktan kaynaklanan başlıca sorunlar ve birim alandan daha çok verim alma gerekliliği, 'topraksız tarım' adı verilen bir yetiştiricilik şeklini doğurmuştur. Topraksız tarım, bitki yaşamı için gerekli olan su ve besin elementlerinin gereken miktarlarda kök ortamına verilmesi esasına dayalı olup, su kültürü ve substrat kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su kültürü, sadece besin çözeltisi içinde yetiştiricilik olarak tanımlanmakta; besin çözeltisinin uygulama şekline bağlı olarak "Durgun su kültürü", "Akan su kültürü" ve "Aeroponik kültür" olmak üzere 3 ana başlık halinde sınıflandırılmaktadır. Aeroponik yöntemde besin çözeltisi çıplak bitki köklerine sis halinde verilmektedir. Bu yöntemle, geleneksel şekilde toprakta yapılan yetiştiricilik ve diğer topraksız tarım sistemlerinde bitki gelişimini sınırlayan oksijen ve su faktörleri, aeroponik tekniğinde yeterince sağlanabilmektedir. Bu teknik ile bitki kök bölgesi maksimum düzeyde kontrol edilebilmektedir. Genel olarak, topraksız tarımla yapılan yetiştiricilikte, topraklı tarıma göre kontrollü bir yetiştiricilik ile daha az girdi ve birim alandan çok daha fazla verim alınabilmesinin yanısıra elde edilen ürünler yüksek kalite de üretilebilmektedir. Sera yetiştiriciliğinde özellikle topraksız tarımda, sera endüstrisinin ekonomik getirisi, bitkisel üretim ve maliyeti arasındaki dengelere bağlı olduğundan; üretimi istenen düzeyde tutmak ve ürün kalitesini iyileştirmek için sera klimasının ve donanımlarının rasyonel işletilmesi gereklidir (Yılmaz, 2013). Bu amaçla modern seralarda enerji yönetimi, iklim yönetimi ve kök bölgesi yönetimi hiyerarşik bir model kullanılarak birleştirilir.

Endüstri ve Sanayi devrimi ile birlikte tarımsal üretimin artması, pazar koşullarını da değiştirmiştir. Geçen zaman içinde, yalnızca üretim yapmanın yeterli olmadığı ve büyük bir pazar haline gelen dünyanın daha hızlı ve esnek sistemlere ihtiyaç duyduğu anlaşılmıştır. Bu süreçte, firmalar yaptıkları üretimleri kontrol etmek, daha hızlı ve daha güvenilir yollarla yapmak istemişlerdir. Modern seralar, gerçekleşen tüm prosesleri bilgisayar ekranlarında kontrol etmeye, gerekli müdahaleleri anında yapmaya izin vermektedir. Gelişen teknoloji ve bilgi akışı sayesinde, modern sera tesislerinde bilgisayarlı sistemlerin kullanımı ve sayısı artmıştır ve hem üretim prosesleri, hem de yönetim metotları teknolojinin yoğun kullanıldığı noktalarda değerlendirilmektedir. Otomasyon kavramı, bu sistemlerin bütününde kullanılan genel bir durumu simgelemektedir. Makineleşme sürecinde yer alan tüm firmalar, gerek yarı otomasyon, gerek tam otomasyon sistemleri ile rekabet yarışında ayakta kalmaya uğraşmaktadırlar. Öte yandan, her ne kadar bu sistemlerin oldukça fazla avantajı olsa da, ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması, göze çarpan ilk dezavantajdır. Ancak, orta ve uzun vadede alınacak olan fayda düşünüldüğünde, bu miktar sorun olmaktan çıkmaktadır.

Bilgisayar ile kontrol ve otomasyon son yıllarda insan hayatının her alanında büyük kolaylıklar ve imkânlar sağlamaktadır. Tarım sektörlerinin otomasyona geçmesiyle birlikte kazancın artması, kalitenin artması, insan faktöründen kaynaklanan hataların minimize edilmesi, iş takibi kolaylığı ve kazalarının azaltılması gibi birçok avantaj sağlayabilmektedir. Bu nedenle günümüzde otomasyon bütün iş sektörleri için vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir (Çayıroğlu ve Erkaymaz, 2007).

Otomasyon sistemleri günümüz teknolojisinin ilerlemesiyle ortam koşullarına bağlı olarak on-off kontrol yapabilmesinin yanında insan gibi düşünen mikrokontrolerlerle insan iş gücüne gerek kalmadan sistem kontrolü ve otomasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Bulanık mantık kontrolü ile kaliteyi arttırarak enerji masraflarını azaltmak ve verimi arttırmakta mümkündür (Şenol ve Taşdelen, 2014).

1.1 Modern Sera Otomasyon Sistemlerinin Gereksinimleri

Tasarım ve işletme gereksinimlerinin yanı sıra ürün pazarının gerekliliklerini karşılayan modern sera otomasyon üretim sistemlerinin; tüketicinin ürün hakkında bilgilendirilmesi, iklim kontrol sistemleri ile birlikte izlenmesi ve veri toplama sistemlerinin aktif halde çalıştırılması, sağlıklı bitki büyümesi ve biyolojik haşere kontrolü, doğal savunmaların uyarılması ve istendiğinde temel ilkelerin dahil edilmesi için en uygun çevresel koşullarının sağlanması gibi hususları kapsaması beklenmektedir. Sera otomasyon sistemleri; meteoroloji istasyonu – hava sirkülasyon ve fan sistemi – gübreleme sistemi – sisleme sistemi – havalandırma sistemi – yapay aydınlatma – sera ısıtma sistemi ve soğutma sistemi– termal perde sistemi – sera sulama sistemi ve CO_2 sistemi vb. bütün sistemlerin tek merkezden kontrolünü sağlayan sistemlerdir.

ABD Ulusal Sera İmalatçıları Birliği (NGMA) standartları ele alınması gereken kontrol düzeylerini; ekipman seviyesi, fonksiyon seviyesi ve sistem seviyesi olarak tanımlamaktadır. Ekipman seviyesi, bireysel aktüatörlerin kontrolü ile ilgilidir, havalandırmaları, fanları ve havalandırma çalışmasını kontrol eden motorlar, pompalar vb. gibi benzersiz bir işlem için özel ekipmanı kontrol eden cihazları ifade eder. İşlev Seviyesi, belirli bir işlevden sorumlu tüm ekipmanları ifade eder (sulama ve gübreleme yönetimi veya sıcaklık kontrolü gibi). Kontrol altındaki her bir cihazın çalışması, çevresel değişkenlerden ve diğer ekipmanların çalışmasından etkilenebileceği için, tüm ekipmanı ve fonksiyonları kontrol etmek ve bir düzenlenmiş sistemde bir araya getirmek için entegre bir sistem seviyesi kontrolü gereklidir. Bu görev, sürecin her yönünü aynı anda izleyebilen ve kontrol edebilen bilgisayarlar tarafından yönetilmektedir. Sera için iyi bir kontrol algoritması, sistemdeki değişiklikleri tahmin edebilmeli ve bitkiye zarar meydana gelmeden önce uygun sinyalleri gönderebilmelidir.

Simülasyon veya araştırma amaçlı belirli bir seranın giriş ve çıkışları arasında korelasyon gösteren birçok çevresel kontrol modeli mevcut olmasına rağmen (Boulard ve Baille, 1995; Rodríguez ve diğerleri, 2002; Seginer ve diğerleri, 1994; Sigrimis ve Rerras, 1996) ancak bir sera kontrol algoritması, bazı dinamiklerle başa çıkmak için farklı kontrol stratejileri ve tekniklerinin (ileriye dönük, oransal-integral türevli klasik geri besleme, kendinden ayarlamalı ve uyarlanabilir, çok değişkenli, kademeli veya entegre vb.) bir kombinasyonu olabilir. Genel bir model bulunmadığı karmaşık durumlarda, seranın dışındaki sıcaklığın düşmesi veya rüzgâr hızının artması, iç sıcaklığın düşmesine ve bunun sonucunda da sera ikliminin bağıl nem'inde değişime neden olacaktır. Bu durumda, kontrol tepkisi verilen bir dizi koşul için öngörülebilir ise, ileri beslemeli kontrol kullanılabilir. Enerji dengesi denklemleri genellikle sistemin mevcut durumunun kontrol edilen parametre üzerindeki etkisini hesaplamak için kullanılır. Aktüatörler daha sonra ayar noktasından sapmadan önce etkinleştirilir. Tahmine dayalı sera modelleri bu nedenle değişikliklerin tahmini için elzemdir, böylece sera içinde etkiler algılanmadan önce kontrol sinyalleri gönderilebilmektedir. Feed-forward (ileri beslemeli) yaklaşımı giriş-çıkış hatalarını azaltabilmektedir, çünkü olumsuzluklar sistemi etkilemeden önce ölçülür

ve tespit edilebilir. Örneğin, duyargalar havalandırma deliklerinin açılmasını ölçer ve sıcaklık ayar noktasında büyük sapmalar meydana gelmeden önce sıcaklık kontrolünü otomatik olarak ayarlar. Geri besleme düzeltmesinin ileri besleme kontrolü ile birlikte kullanıldığı durumlarda, yüksek derecede hassasiyet elde edilebilir. Basit bir geri bildirim kontrolünde karar, gerçek ölçümler ve istenen girdiler arasındaki farklara dayanır; bu nedenle kontrolör herhangi bir yanıt vermeden önce bir sapma meydana gelmesi beklenir. Ortaya çıkan çıktı, girişin altında ve üstünde yavaş ve salınan olacaktır. Bu yöntem yüksek derecede hassasiyet talep etmeyen durumlarda kullanışlıdır.

1.2. Otomatik Kontrol Biçimleri

Bir kapalı çevrim kontrol sistemi içinde kontrol organının görevi ölçme elemanı üzerinden geri beslenen çıkış büyüklüğünü, referans büyüklüğü ile karşılaştırmak ve karşılaştırmadan ortaya çıkabilecek hata değerinin yapısına ve kendi kontrol etkisine bağlı olarak uygun bir kumanda veya kontrol sinyali üretmektir. Kontrol organlarında kullanılan belli başlı beş kontrol biçimi bulunmaktadır (Çağlayan, 2006).

1.2.1. Açık – Kapalı Kontrol

Bu sistemde kontrol elemanı sadece iki duruma sahiptir. Güç kaynağı ya tamamen devrede açık (on) ya da tamamen devre dışıdır kapalı (off). Kontrol edilen değişkenin değeri arzu edilenden küçükse kontrol elemanının çıkışı maksimumdur ya da arzu edilenden küçükse kontrol elemanının çıkışı maksimumdur ya da arzu edilenden büyük ise kontrol elemanının çıkışı sıfırdır. Bir kapalı alanın sıcaklığının kontrolü gibi uzun zaman sabitli sistemler bu çeşit kontrolün iyi bilinen bir örneğidir.

1.2.2. Oransal Kontrol

Oransal kontrol algoritması en basit kontrol etkisini temsil eder. Kontrolcü çıktısı o andaki hata değeri ile bir kazanç değerinin çarpımıyla hesaplanır. Bu kazanç kontrolcü çıktısının sistem hatasına hassasiyetini gösterir. Kazanç büyüdükçe kontrolcü reaksiyonu artar. Bu kontrolcü hata azaldıkça daha düşük bir kontrol etkisi gösterip çıktının referansa yumuşak bir şekilde yaklaşmasını sağlar böylelikle açık - kapalı kontrolde oluşan salınım etkisi gözlemlenmeyecektir. Buna karşılık hata küçüldükçe kontrol etkisi çok zayıflayacak belirli bir değerin altında kontrol sinyalinin bağlandığı tahrik sisteminin sisteme etkisi çok zayıflayacak ve sistem çıktısı referansa asla tam ulaşamayacaktır.

1.2.3. Oransal + Türevsel Kontrol

Oransal kontrolde oluşan off-set, oransal + türevsel kontrol ile de kaldırılmaya çalışabilir. Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu istenilen değerin üzerine çıkılması (overshoot) ve altına inilmesi (undershoot) durumlarını azaltmak içindir. Overshoot ve undershootlar azalırken bir miktar off-set kalabilir. Oransal + türevsel kontrol de set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyali elektronik türev devresine girer. Türevi alınan fark sinyali tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur.

1.2.4. Oransal + İntegral + Türevsel Kontrol

Oransal (P), oransal türevsel (PD), oransal integral (PI) kontrolün yeterli olmadığı, karmaşık proseslerde oransal integral türevsel (PID) kontrol sistemleri devreye girer. Oransal kontrolde oluşan off-set integral algoritmasıyla, istenen değerin çok üzerine veya altına çıkılması (overshoot ve undershoot) ise türev algoritması ile giderilir. PID parametrelerinin doğru ayarlanması ile mükemmel bir kontrol sağlanabilir.

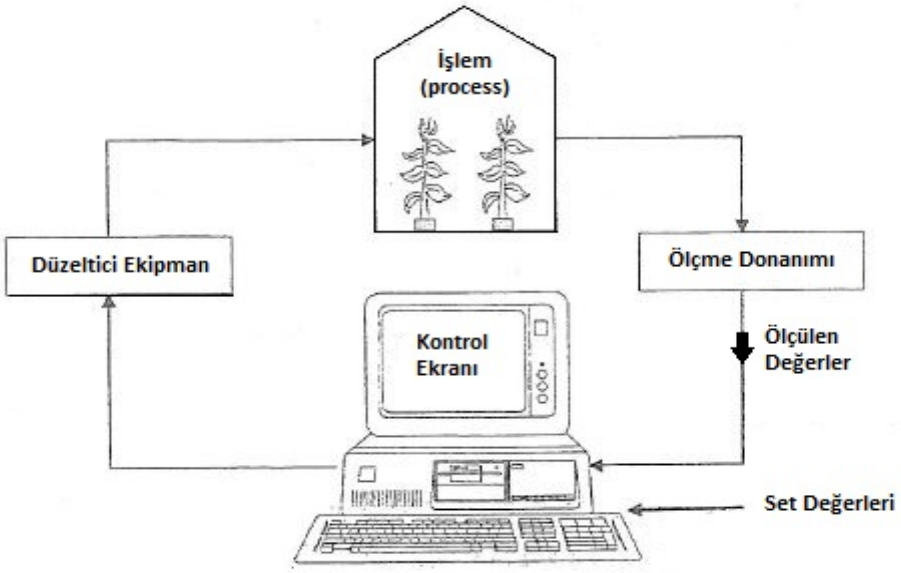
1.2.5. Zaman Oransal Kontrol

Oransal kontrol formları içinde özellikle elektrik enerjisi ile çalışan sistemlerde en yaygın kullanılan kontrol formlarından olan zaman oransal kontrolde enerji yüke belli bir periyodun yüzdesi olarak verilir. Bu tip çıkış en uygun biçimde, son kontrol elemanı kontaktör veya triyak, tristör olan proseslerde görülür. Triyak, tristör son kontrol elemanı olarak kullanıldığı zaman enerji kesilip verme süreleri çok kısa aralıklara kadar indirilebilir. Bu süre 50 Hz'lik şehir gerilimi periyodu altına düşecek olursa rastgele bir tetikleme ve güç problemleri doğurmaktadır. Bu yüzden tetikleme sıfır geçişlerinde yapılır.

1.3. Sera İklim Otomasyon Sisteminin Çalışma Şekli

1.3.1. Kontrol Döngüsü

Bir bilgisayar, sırayla birçok alt işlemden oluşan "sera ortamı" işlemini kontrol edebilir (örneğin sıcaklık, karbondioksit(CO_2), nispi nem, ışık ve hava hareketi gibi). Kontrol için bilgisayar; havalandırma, ısıtma sistemi, ekran vb. farklı ekipman parçalarını kontrol etmelidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Kontrol döngüsü

Örneğin, havalandırma ile sıcaklık kontrolü esnasında, bilgisayar kontrol ekranına havalandırma sıcaklığı set değeri girilmektedir. Ölçülen sera sıcaklığı girilen set değerini yani havalandırma sıcaklığını aştığında, bilgisayar havalandırma pencerelerini sıcaklığı düşürmek için açmaktadır.

Bu senaryonun kontrol döngüsü dört bölümden oluşmaktadır;

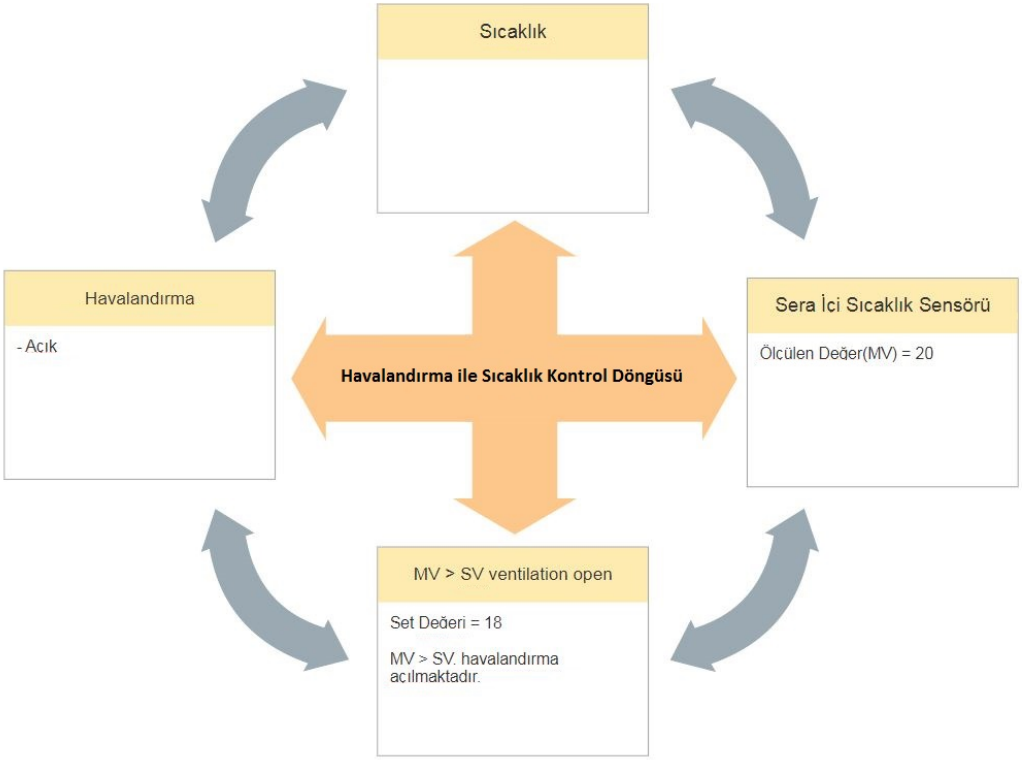
- İşlem Sıcaklığı

- Ölçüm cihazı sıcaklığı (duyarga)

- Çevre kontrol bilgisayarı

- Düzeltici ekipman

Şekil 1.2'de "sıcaklık" kontörlüne yönelik bir şema görülmektedir. Şemada, ölçülen değeri sıcaklık duyargasından almaktadır. Bilgisayarda sıcaklık kontrolü için bir değer ayarlanmıştır. Ayarlanan değer, set değerleri (set value - SV) olarak kısaltılmaktadır. Sürekli ölçülen değeri ve set edilen değeri eş zamanlı kontrol edip, değerlerde fark saptanırsa, havalandırma sistemi devreye girerek sıcaklığı düzeltmek üzere ayarlanmaktadır.



Şekil 1.2. Sıcaklık kontrol döngüsü

Örnekte, sıcaklık set değeri 18 °C'dir, ölçülen değer ise 20 °C'dir. Ölçülen değer 18 °C'ye düşürülmelidir, kontrol döngüsü sıcaklığı düşürmek için havalandırmayı açık hale getirmiştir. Bu örnek kontrol döngüsü, "sıcaklık" işlemini havalandırma ile kontrol etmek için kullanılan döngüdür.

1.3.2. Havalandırma Sistemlerinin Çalışma Şekli

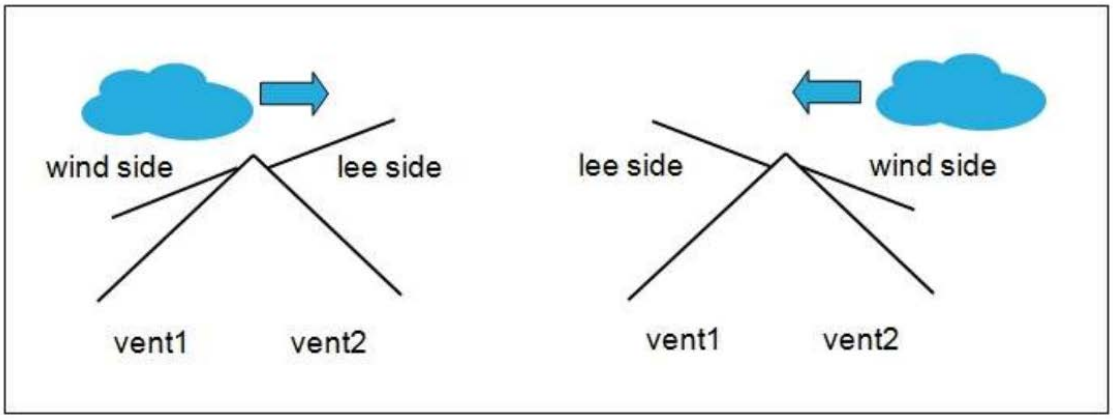
Havalandırma sistemi, sera içerisindeki bağıl nemin veya sıcaklığın istenilen değerden düşük veya yüksek olması durumunda, havalandırma pencereleri ile istenilen set değerlerine ulaşmasını sağlamaktadır. Yaz aylarında optimum sıcaklıkları korumak için, sıcak sera havasının daha serin dış hava ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bunu başarmak için, seralarda mekanik veya doğal havalandırma kullanılmaktadır.

Havalandırma sistemi bilgisayara bağlı olarak, sera sıcaklığı için istenilen set değerini yakalamak için hem de enerji tüketimini düşürmek için önce doğal havalandırmayı, yetmez ise fan havalandırma sistemini devreye sokmaktadır. Pencereleri doğru pozisyonda ayarlamak için ikincil bir kontrol döngüsü kullanmaktadır. Havalandırma pencerelerini doğru konuma getirmek için bilgisayar anlık pencere konumu (ikinci kontrol döngüsü)'nü kontrol etmektedir.

Meteoroloji istasyonunun, havalandırma sistemi üzerinde büyük etkisi vardır. Sera içi şartları sürekli değişen dış koşullardan etkilenmektedir. Bu durum, istenilen set değeri ve ölçülen iklimlendirme değerleri arasında düzeltme gerektiren farklılıklar ortaya çıkmaktadır Güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve yağmur bu farklılıklara örnektir. Bilgisayar bu sürece kontrol ederek veya çalıştırarak tepki verebilmektedir. Dış faktörler sera içi sıcaklık üzerinde bir değişikliğe neden olduktan sonra, bilgisayar harekete geçmektedir. Dış faktörlerden rüzgâr hızının aniden artması sera sıcaklığının düşmesine neden olmaktadır. Bu sıcaklık düşüşünü algıladıktan sonra, sistem havalandırma pencerelerinin açılma açısını hesaplamaktadır ve düşük sera sıcaklığı nedeniyle havalandırma pencereleri kapatılmaktadır.

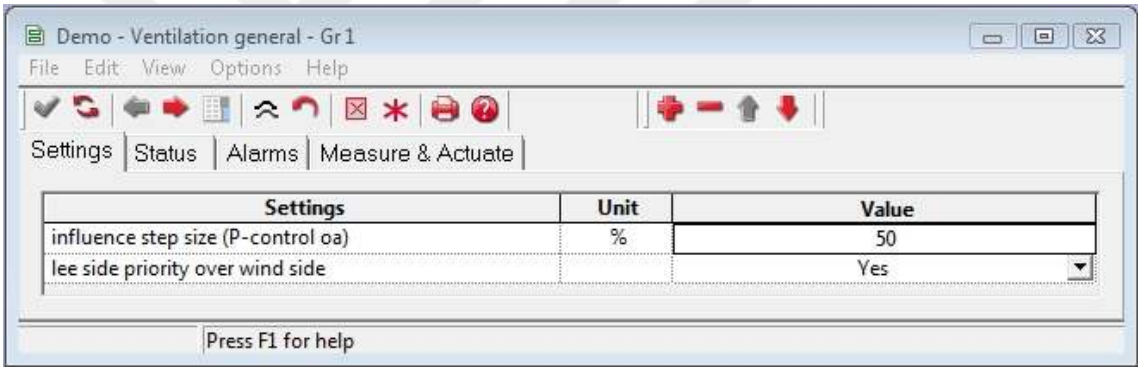
Havalandırma otomasyon sisteminde, pencereler %0 - %100 açıklık arasında istenen herhangi bir açıya kadar açılabilmektedir. Havalandırma pencerelerinin açılması istendiğinde, bilgisayara bir sıcaklık set değeri girilmektedir. İç ortam sera sıcaklığı ölçüldükten sonra pencerelerin sıcaklığa bağlı olarak açılma yüzdeleri düşebilmekte veya artabilmektedir. Pencere konumunu ayarlamak için bir P-Bandına ihtiyaç duyulmaktadır. Buradaki P(proportional) oransal anlamına gelmektedir. P-Bandı her derece sıcaklık farkı için çatıları belli bir %'de açmaktadır. Pencere konumunu ayarlamak için sistem, sera sıcaklığından istenilen set değerini çıkardıktan sonra P-Bandına bölerek gerekli konumu bulmaktadır.

Havalandırma sistemi, rüzgâr tarafı (wind-side) ve rüzgâra zıt taraftaki (lee-side) olarak iki ayrı çatıya sahiptir. Rüzgâr tarafındaki sera yüzeylerinin ısı değişimi, rüzgâra zıt taraftaki ısı değişiminden daha yüksektir. Şekil 1.3'de gösterildiği gibi, otomasyon sisteminde rüzgar tarafı, diğer yöne göre her zaman sonradan ve daha az açı ile açılmalıdır.



Şekil 1.3. Havalandırma lee-side (rüzgara zıt taraf) ve wind-side (rüzgar tarafı) (Hoogendoorn iSii Quick Start EN Ventlatie Doc. 2015)

Rüzgar tarafı ve rüzgara zıt taraf için Şekil 1.4'de ayar ekranı gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Hoogendoorn otomasyon yazılımında havalandırma ayarları ekranı

Genellikle bu ayarlar önce rüzgâra zıt tarafının sonra da rüzgâr tarafının penceresini açacak şekilde ayarlanmaktadır. Eğer durum "No" olarak seçilirse havalandırma pencereleri diferansiyel olarak açılmayacaktır, eş zamanlı olarak iki taraf aynı hizada açılacaktır. Değer "Yes" seçildikten sonra sera sıcaklığının çok yüksek olması durumunda, rüzgâra zıt taraf ilk önce maksimum havalandırma konumuna kadar kademeli olarak açılır, ardından rüzgâr tarafı penceresi açılmaktadır.

1.3.3. Termal Perde Sistemlerinin Çalışma Şekli

Seranın içerisindeki ışık miktarı fotosentezi direkt olarak etkilemektedir. Bununla beraber, sera sıcaklığının korunması önem arz eder. Modern seralarda termal perdeler; karartma, enerji tasarrufu sağlamak ve gölgeleme yapmak için kullanılmaktadır. Termal perde sistemleri, üreticilerin tüm yıl boyunca hassas iklim kontrolü yapmalarını sağlamaktadır.

Sera yüzeyine gelen güneş ışınımı değeri yüksek olduğunda, termal perdeler kapatılmaktadır. Bu işlem ışık LDR (light dependent resistor) duyargası veya ışınım duyargası tarafından gelen veriler ile otomasyon tarafından kontrol edilmektedir.

İki adet termal perde sistemi vardır. Bunlar push-pull (it-çek) ve kablolu (halatlı) sistemleridir. Plastik seralarda push-pull, cam seralarda ise kablolu sistem tercih edilmektedir.

Sera otomasyonu, termal perdelerin kullanımını birbirine bağlı olan nem, ışık, rüzgâr hızı ve sıcaklık gibi iklim değişkenlerine göre belirlemektedir. Otomasyon kullanıcı tarafından girilen optimum değerlerin dışına çıkmayacak şekilde termal perdelerin konumunu ayarlamaktadır.

Işık seviyesi yüksek ve değişken hava koşullarında, termal perdeler sık sık açılıp kapanabilmektedir. Bu durumun karışık bir hale gelmemesi için otomasyon sistemi perdeleri kapatıp-açmadan önce bekleme süresine sahiptir.

Termal perdeler ile gölgelendirme işlemi sırasında, havalandırma pencereleri de genel olarak açıktır. İhtiyaç dışında, havalandırmaya göre öncelik için, otomasyonun termal perdeye bağlı maksimum havalandırma limiti vardır. Otomasyon, bitkileri ani hava değişimine maruz bırakmamak için kademi olarak termal perdeleri açmakta-kapamaktadır.

Enerji tasarrufu yapmak için, otomasyon sistemi perdeleri kapatarak ısıtılması gereken hava hacmini azaltmakta ve serada perde altını yalıtmak amacıyla bir katman oluşturmaktadır. Termal perde sistemi, iç ortam sıcaklığı ve nemine bağlı olarak işlem yapmaktadır.

1.3.4. Sirkülasyon Fanları Sistemlerinin Çalışma Şekli

Sirkülasyon fanları, sera içindeki havayı hareket ettirmek veya sirküle etmek için kullanılmaktadır. Sirkülasyon fanları, pasif olarak havalandırılan yapılar içerisinde, havalandırmanın en az olduğu zamanlarda hava hareketine yardımcı olmak için kullanılır. Bu fanlar ile sera içerisinde ölü iklim bölgelerinin oluşması önlenmekte, dolayısı ile sera içerisinde tekdüze bir iklim ve tekdüze bitki büyümesine katkı sunulmaktadır.

Özellikle sıcak zamanlarda genel olarak bitkilerin ve özelde de büyüme noktası olan uç kısımlarının serinletilerek vegetatif büyümenin baskılandırılması ve bitkiyi generatif büyümeye yönlendirmek için de kullanılmaktadır.

Fanlar, sektörlü (zonlu) olarak kontrol edilmekte, sera içerisinde her sektör birbirinden bağımsız olarak devreye girebilmektedir. Fan kontrolü, sera içi sıcaklığa göre veya belli zamanlarda belli sürelerle de çalışabilecek şekilde ayarlanmıştır. Fanlar, sera içerisindeki sektörlerde ölçülen ve set edilen değerler arasındaki farkın büyüklüğüne göre hız kademeli(step) olarak da kontrol edilebilmektedir. Modern seralarda küçük debili fanlar tercih edilmektedir. Sera içerisinde güçlü fanlar kullanıldığında bitkilere zarar vermektedir. Bitki yetiştirme ortamında hava hareketi yüksek olmamalıdır.

1.3.5. Yüksek Basınçlı Sisleme Sisteminin Çalışma Şekli

Bu sistem, sera içi serinletme ve nispi nem kontrolü için kullanılmaktadır. Işığın ve dış ortam sıcaklığının fazla ölçüldüğü zamanlarda otomasyon termal perdeleri devreye sokmaktadır. Fakat bitkinin ışığa ihtiyacı olduğu zamanlarda, otomasyon sisleme sistemini devreye sokmaktadır. Sisleme sisteminin çalışması ile sıcaklık düşürülmektedir. Yüksek basınçlı sisleme sistemlerinde suyun pompalandığı memelerde, sistem çalışması durdurulduğunda, damlama önleyici elemanlar kullanılmaktadır. Sistemde, havaya verilen çok küçük çaplı su damlacıkları ile nispi nemin artması ve/veya evaporatif(buharlaşmalı) soğutma sağlanmaktadır. Bu durum, kurumayı ve solmayı önlemekte ve sulama sıklığını azaltmaktadır.

1.3.6. Isıtma Sisteminin Çalışma Şekli

Sera ortamında bitkilerin yetiştirilmesi için sera içinde sıcaklığın önemli rolü vardır. Bitkilerin bulunduğu ortamda, gelişimin düzenli bir seviyede devam edebilmesi için istenilen alt ve üst sıcaklık değerleri mevcuttur. Bu değerleri sera otomasyonlarında minimum ve maksimum değerler olarak belirlenmektedir. Günümüzde gelişmiş sera otomasyonlarında bu durum otomasyon sistemine bırakılarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Otomasyon sistemi, verilen değerleri göz önünde bulundurarak, bitkinin sıcaklık isteklerini yerine getirerek minimum değere yakın bir değerde ısıtma yapmaktadır.

Sera içinde ısıtma için bir çok sistem kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları; zemin seviyesindeki (Şekil 1.5), sera ısıtma sistemi, sera kar eritme sistemi, gutter sera altı ısıtma sistemi, sera bitki ısıtma sistemi, sera yan ısıtma sistemi, sera tavan ısıtma sistemi, fide sehpası altı ısıtma sistemi vb. gibi sistemlerdir.

Şekil 1.5. Sıcak sulu sera ısıtma sistemi

Sera otomasyonlarında ısıtma kontrolü, dış ortam koşullarına göre çalışmaktadır. Meteoroloji istasyonundan alınan bilgiler ile iç ortam sıcaklığının ve ısıtma için kullanılan sistemlerin sıcaklıkları oransal olarak kontrol edilmektedir. Sera içinde sıcaklık düşüşü genellikle dış ortam sıcaklık değişimi veya rüzgâr hızından kaynaklanmaktadır. Birçok yeni nesil otomasyon sistemi, dış ortam sıcaklığının ve rüzgâr hızının doğrudan ısıtma kontrolünü etkilemesine izin vermektedir.

Eğer ısıtmada herhangi bir kazan kullanılıyorsa, kazan kontrolü de otomasyona bağlanabilmektedir. Kazan çıkışında ve sektör girişlerindeki karıştırma gruplarındaki 3-yollu vanalar da otomasyon sistemi tarafından kontrol edilmekte, sektörlerin ihtiyaç duyduğu ısı miktarlarına göre sektörlere gönderilecek su sıcaklığı karıştırma grubu(vana) tarafından ayarlanmaktadır.

Sektörlü kontrolde her sektörde 1 adet veya daha fazla sıcaklık ve nem duyargası bulunmakta, ölçülen değer, set değerinin altına düştüğünde ısıtma grupları gerekli ısıyı sektöre gönderecek şekilde otomasyon sistemi tarafından kontrol edilmektedir.

1.3.7. Karbondioksit Dağıtım Sisteminin Çalışma Şekli

Karbondioksit sera içine doğalgaz kazanı baca gazından veya sıvı karbondioksit tankından verilmektedir. Otomasyon karbondioksit sistemi için zaman aralıkları tutmaktadır. Sistem genelde, ışınımın en fazla olduğu zamanlarda aktif hale gelmektedir. Karbondioksit sistemi, sektörlere bölünmüş serayı ve her bir sektördeki konsantrasyon duyargaları ile, otomasyon bilgisayarına veri ileterek, valflerin açılıp kapanmasını sağlamaktadır.

1.3.8. Sulama-Gübreleme Sisteminin Çalışma Şekli

Sera sulama otomasyonu ne kadar doğru veriler ile çalışırsa, bitki yaprak ve kök sistemi o kadar sağlıklı olmaktadır. Kök sistemi tarafından besin maddelerinin daha iyi emilmesi sonucu üretim artmaktadır. Sulama otomasyonu, bitkinin ihtiyaçlarına göre sulamanın otomatik olarak şartlara, mahsulün durumuna ve tipine göre optimize edildiği bir sistem sunmalıdır. Sulamayı optimize ederek, besinler ve su daha iyi kullanılmaktadır, böylece daha az maliyet daha iyi bir verim elde edilmektedir.

Sera sulama otomasyon sistemlerinde, sıvı haldeki gübreler, makro ve mikro element tanklarından alınarak ve asit tankından alınan asit ilave edilerek, belli bir hacimdeki dozajlama ünitesine verilmektedir. Gübre tanklarından sıvı gübrelerin alınması manyetik pompalarla veya venturi sistemi ile sağlanmaktadır. Dozajlama ünitesinde sabit olarak bulunan EC ve pH duyargaları, set edilen EC ve pH değerlerini okuduğunda, bu karışım sulama suyu ile birlikte pompalarla sera yeraltı ana dağıtım borularına pompalanmakta ve valf(vana) grupları tarafından bitki sulama hattına gönderilmektedir. Bu tür sistemlerde anlık ve hassas dozajlama yapılmaktadır. Sistemle, su ve gübrenin ön karışımı yapılarak homojen bitki besin çözeltisi elde edilmektedir. Otomasyon sisteminde sera sulama vanaları tek tek veya birkaçı birlikte çalışacak şekilde ayarlanabilmektedir(pompa kapasitesi uygun olması durumunda).

İleri sulama otomasyon sistemlerinde, sulama kontrolü güneş ışınımına bağlı olarak yapılmaktadır. Buna göre, sabah gün doğumuyla beraber meteoroloji

istasyonundaki güneş ışınım duyargası ile ışınım ölçümü başlamakta ve her 100 J/cm^2 ışınım integraline ulaşıldığında otomasyon sistemi tarafından önceden belirlenen cc değerinde bir su verilmektedir. Modern uygulamalarda bu değer, her 100 J/cm^2 ışınım için bitki başına 100 cc su verilmesi şeklindedir. Her 100 J/cm^2 değerine ulaşıldıktan sonra, ışınım değeri ya sıfırlanmakta yada kümülatif olarak yeniden hesaplanmakta ve bu şekilde gün içerisinde, özellikle sıcak zamanlarda çok sayıda sulama yapılmaktadır.

1.4. Modern Sera Otomasyonu Fonksiyonel Modüller

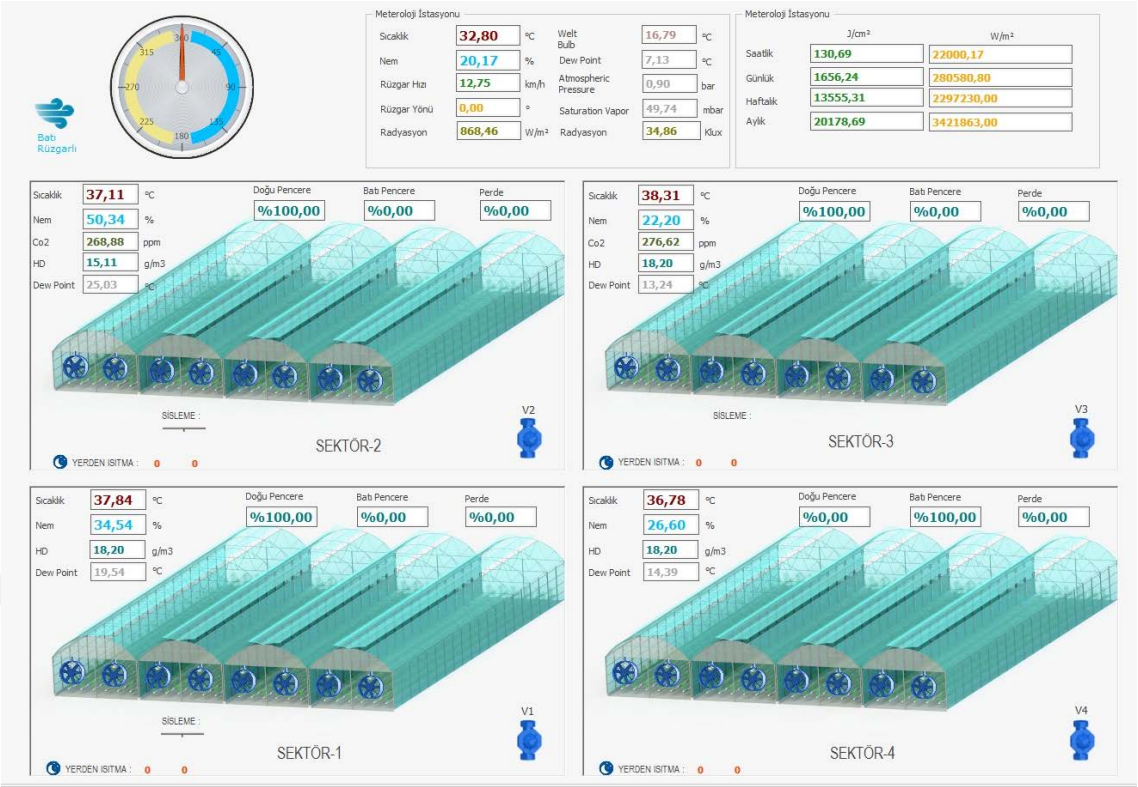
Sera ortamı bilgi izleme sisteminde en kritik kısım, sistem sunucusunun izleme yazılımıdır. Sisteme kullanıcıların erişimi, kablosuz olarak iletilen duyarga bilgilerinin, otomasyon sistemi tarafından alınması ve değerlendirmesine yönelik geliştirilen yazılımı ile mümkündür. İzleme yazılımının ana işlevi parametre ayarı, görüntüleme, sorgulama, analiz, rapor işleme ve gerçek zamanlı veriler için alarm, çevrimiçi gerçek zamanlı izleme, gerçek zamanlı grafiksel veri gösterimi ve uzaktan gerçek zamanlı iletişimi içermektedir.

1.4.1 Görüntüleme ve İzleme Sistem Yapısı

Görüntüleme ve izleme sistemi, seranın ortam bilgilerini ve gün boyunca ölçülen tüm değerleri analiz etme, kaydetme, yazdırma vb. işlemleri bir web tarayıcısı veya sunucu bir bilgisayardan gerçekleştirmektedir. Bu sistem yalnızca gerçek zamanlı çevresel verileri elde etmekle kalmaz aynı zamanda internet üzerinden uzaktan izleme imkânı sağlamaktadır.

1.4.2. Kullanıcı Ara Yüzü

Sera ortamı bilgileri için izleme ara yüzü, sistem parametre ayar ara yüzü, veri toplama ara yüzü, gerçek zamanlı veri görüntüleme ara yüzü, alarm ayar ara yüzü ve veri işleme vb. ara yüzlerinden oluşmaktadır. Gerçek zamanlı veri görüntüleme ara yüzü, gerçek zamanlı çevre koşulları grafiğini görüntüleyebilmektedir. Duyarga bilgileri dinamik gerçek zamanlı grafik modu ile görüntülenmektedir. Kullanıcı sistemin menü ağacını tek bir ekranda görebilmelidir. Bu menüden görüntülenecek veya ayarlarında değişiklik yapılacak parametre sayfalarına ulaşılabilmelidir. Sık kullanılacak sayfaları kısayol ataması ile hızlı erişim sağlayabilmelidir. Alarm ayar ara yüzü, alarm koşulları ve alarm görüntüleme formatı için ayarları uygulayabilmektedir. Veri işleme modülü, dijital filtreleme, sayısal hesaplama, ölçek dönüştürme, mantıksal yargılamalar gibi alınan veri paketini ele alabilmektedir. Örnek izleme ara yüzü Şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Sera izleme sistemi için örnek ara yüz

Kullanıcı ara yüzü depolama, sorgulama, yazdırma, veri analizi ve istatistikler dahil olmak üzere toplanan verileri takip etmek ve izlemek için kullanılmaktadır. Ana arabirim, tam ekranla ve operatörün sera koşullarını kolayca izleyebileceği şekilde görüntülenmelidir.

1.4.3. Alarm Sistemi

Sera sistemlerinin tam olarak çalışmaması, duyarga arızası ve meteoroloji istasyonundan gelen olağan dışı veriler ölçüldüğünde, alarm sistemi devreye girmektedir. Alarm sistemi, sesli uyarı vermek, program üzerinden bilgi vermek veya belirtilecek farklı işlemleri de gerçekleştirebilmesi için tasarlanmıştır. Alarm sisteminin etkin bir şekilde çalışması, sera sistemlerinin tasarlanmasına ve sistemlerden bilgi alınmasına bağlıdır. Bu durum, otomasyon sisteminin verimliliğini arttırmaktadır.

1.4.4. Veri Güvenliği ve Yedekleme

Otomasyon Sisteminde oluşabilecek hatalar karşısında sistemlerin kesinti sürelerini ve olası bilgi kayıplarını en az düzeye indirmek için sistemler üzerindeki konfigürasyon, sistem bilgilerinin ve kurumsal verilerin düzenli olarak yedeklenmesi gerekmektedir. Verilerin güvenliği için kesintisiz güç kaynağı ve jeneratör(otomatik devre) sistemlerinin mevcut çalışma ortamında bulunması önem arz etmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

A. Pawlowski ve ark. (2016), seralarda domates bitkileri için etkinlik kontrollü programlama ile sulama sistemi kontrol planı değerlendirmesi yapmıştır. Çalışmada, sera sulama süreci için olaya dayalı öngörücü kontrol sisteminin bir çalışması ve değerlendirmesi sunulmaktadır. Çalışamaya göre; kontrol sisteminin amacı, su kullanımını mümkün olduğunca düşük tutarak, istenen yüzey nem seviyesini korumaktır. Olay temelli kontrol şeması, sulama sistemini telafi etmek için gereken suyun hacmini belirlemek için ve sulama sistemi olaylarını tetiklemek için bir su içeriği modelini kullanır. İlk olarak, tasarlanan sistemin davranışını analiz etmek ve alt tabakaya ve alt-sıra drenaj ve buharlaşmaya su sağlama dinamiklerini incelemek için simülasyon deneyleri yapılmıştır. Daha sonra ise, önerilen olaya dayalı denetleyici, İspanya'nın güneydoğusunda bulunan deneysel bir serada gerçek çalışma koşullarında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sera sulama sistemi için önerilen etkinlik kontrollü programlamaya dayalı yaklaşımın uygulanmasının, kontrol performansının iyileştirilmesine ve su kullanımının azaltılmasına (yaygın olarak kullanılan / kapalı kullanım için elde edilen aynı performans için gerekli suyun yaklaşık % 20'si) olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, olaya dayalı bir yaklaşımla bir sera sulama sistemi için bir simülasyon çalışması ve pratik değerlendirme sunmaktadır.

A. Candido ve ark. (2006) bir serada mikro iklim kontrolüne ayrılmış gömülü bir gerçek zamanlı sistemin gelişimini değerlendirmişlerdir. Buna göre; kontrol sistemi seranın hem iç sıcaklığı hem de nemi ile dış sıcaklık, yağış ve rüzgâr koşulları izlemektedir ve kontrol sisteminin kararlarını düzenlemektedir. Kontrol sistemi, konfigürasyon sırasında kullanıcı dostu bir grafik ara yüz üzerinden girilen parametrelerle yönlendirmektedir. Dış hava sıcaklığını, rüzgârın hızını ve yönünü, yağmur veya kar yağışı durumunu ölçmek için bir meteoroloji istasyonu kullanılmıştır. Sistemin görevi, sera sisteminin bütünlüğünü rüzgâr ve yağmur gibi dış olaylarına karşı korumak, ardından seranın iç sıcaklığını ilgili gerekli aralık [minimum-maksimum] ve bağıl nemi ilgili kişiler tarafından girilen set değerinde tutmaktır.

Otomasyon sistemleri, hızlı üretim, ürünlerin aynı ölçü ve standartlarda üretilmesi gibi faydalar sağlamalarının yanı sıra, enerjinin etkin kullanılabilmesi ile enerji verimliliğinin arttırılması açısından da büyük bir öneme sahiptir. Firmaların üretim süreçlerini hızlandırmaya, izlenebilir ve kontrol edilebilir süreçler oluşmasına katkı sağlayacak model üzerinde çalışma ve bilgisayar ortamında benzetim çalışmaları yer almaktadır. A. Kürklü ve ark. (2005) sera otomasyon sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma yayınlamıştır. Bu çalışmada seralarda kullanılan otomasyon sistemleri, iklim ve sulama-gübreleme sistemleri şeklinde genel olarak incelenmiş, ülkemizdeki seraların teknolojik seviyelerinin ve üreticinin konfor seviyesinin yükseltilmesine katkı sağlayabilecek laboratuvar bazlı bir iklim kontrol çalışmasının sonuçları verilmiştir. Seralarda kullanılan otomasyon sistemleri genellikle ya geri beslemeli (back-backward) veya ileri beslemeli (feed-forward) kontrol yöntemlerini kapsayan uzman sistemlerini (expert systems) içermektedir. Geri beslemeli sistemlerde, değişkenin algılanmasından sonra kontrol sistemi devreye girerken, ileri beslemeli sistemlerde değişkenin değişim eğilimi önceden tahmin edilerek, kontrol sisteminin gerekli tepkiyi vermesi sağlanmaktadır. Sıcaklık, bağıl nem, ışık, rüzgâr, yağmur gibi bitki yetiştiriciliğinde önemli parametrelerin kontrolü ve tehlike sınırlarında uyarı amaçlı geri beslemeli bir otomasyon sistemi laboratuvar ortamında bir sera maketi üzerinde

yapılmış ve denenmiştir. Minyatür sera üzerine bağlı sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr, yağmur ve ışık algılayıcılarından alınan analog sinyaller bir ADC (analogue to digital convertor) kartı kullanılarak sayısal sinyallere dönüştürülmüştür. Seranın kontrolü daha önceden girilen parametre değerlerine göre otomatik olarak sağlanabildiği gibi, bir bilgisayar tarafından da izlenebilmektedir.

Guofang ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, sera için mevcut izleme yaklaşımlarında düşük otomasyon seviyesi ve düşük gerçek zamanlılık sorunlarını çözmek için, ZigBee ve WEB teknolojisine dayalı olarak seracılık için uzak bir çevre bilgi izleme ve dağıtım sistemi geliştirilmiştir. Alan izleme sistemi LabVIEW sanal cihaz platformunu uygulayarak, kablosuz algılayıcı ağlarla serada gerçek zamanlı çevresel bilgilerin örneklenebileceğini ve aynı anda RS-232 veri yolu üzerinden bilgisayara iletebileceğini göstermişlerdir. Bilgi dağıtım sistemi, saha izleme sistemi ve internet arasındaki bağlantıyı kurmaktadır ve edinilen bilgiyi WEB veri sunucusuna iletmektedir. Uzaktan izleme sistemi yeteri düzeyde otomasyon, anlık bilgi kaynağı ve grafiklerle donatılmıştır. Deney sonuçları, sistemin gerçek zamanlı izleme sonucu için daha yüksek verimliliğe sahip olduğunu ve sera ortamı izleme iş yükünü önemli ölçüde azaltabileceğini göstermektedir. Sistem sera ortamının değerlendirilmesinde kullanabilmektedir ve modern sera kontrolünün temelini oluşturmaktadır.

Baytürk ve ark. (2013), sera ortamını uzak noktalardan denetim imkânı sağlayan uygulama geliştirmişlerdir. Bu uygulama alt yapılarında sistem kurulum maliyeti, mesafe ve veri iletim hızı gibi ihtiyaçlara bağlı olarak RS-485, CAN (Controller Area Network), Bluetooth, GPRS (General Packet Radio System), GSM (Global System for Mobile Communications) ve internet gibi farklı iletişim protokolleri kullanılmaktadır. Son yıllarda internet protokolü yaygın kullanımı, hızı ve alt yapıda geniş alanlara yayılımı ile uzaktan veri iletişiminde ön plana çıkmıştır. Günümüzde akıllı ev uygulamalarında, endüstriyel otomasyon sistemlerinde, tarım arazileri ya da sera otomasyon sistemleri gibi farklı alanlarda internet üzerinden kontrol ve izleme sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemde TCP/IP protokol grubu kullanılarak internet tabanlı denetim sistemi modeli tasarımı ve bu sistemin akıllı telefonlarla kontrolü amaçlanmıştır. Çalışma, uzaktan kontrol denetim işlemlerinin internet ortamından yapılabilmesi, sunucu tarafında bir bilgisayar değil de gömülü bir donanım kartının kullanılması ve uzaktan kontrol ve denetim işleminin konsol bir uygulamanın yanında akıllı telefonlar ile de yapılabilmesi bakımından mevcut sistemlerden farklıdır. Mevcut uzaktan denetim sistemleri, birbirlerinden uzak konumlara yerleştirilmiş iki ayrı bilgisayar arasındaki veri iletişimi mantığı üzerine kuruludurlar. Bu durum hem sistem maliyetini hem de sorun yaşanma olasılığını arttırmaktadır. Geliştirilen internet tabanlı denetim sistemi modelinde tüm işlemler tasarlanan sunucu donanımı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Sunucu donanımı üstüne bulunan mikro denetleyici birimi ile sistem denetimi ve kontrolü yapılırken internete bağlantısı bulunan bir cihazla istenilen yerden, gerçek zamanlı olarak gömülü sunucu donanımının flash belleğine programlanan web ara yüzüne bağlanılarak duyarga değerleri izlenebilmekte ve sistem yönetilebilmektedir.

Shah ve ark. (2017) seranın büyüme koşullarını izlemesini ve yönetmesine olanak sağlayacak bir sistem geliştirmişlerdir. Uygulamanın alt yapısı olarak Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanılmıştır. Kablolu veya kablosuz iletişim ağları aracılığıyla birbirine bağlı olan ve ortamda en az veya herhangi bir insan müdahalesi olmadan birbirleriyle etkileşime girebilecek, işbirliği yapabilecek ve iletişim kurabilecek çeşitli nesnelerin her yerde

varlığını düşünen bir kavram ve paradigmadır. Geleneksel bir termostattan fabrika katındaki devasa bir montaj hattına kadar hemen hemen her şeyin internete bağlanabileceğini ve verimliliklerini olumlu yönde etkileyecek bilgisayarlara dönüştürülebileceği öne sürülmüştür. Sistem üç bölümden oluşmaktadır; Sıcaklık ve nem duyargası düğümü, toprak nemi duyargası düğümü ve sistemi kontrol etmek için bilgisayar veya mobil uygulama. Mevcut sistemde, her bölüm Rasperry pi(Mini Bilgisayar)'a doğrudan veya dolaylı olarak (İnternet üzerinden) bağlanmıştır. Bir merkezi sunucu ile iletişim kurmuştur. Sunucu internet bağlantısını kullanarak kullanıcı tarafından bilgi alışverişi yapmıştır. Sistemin üç çalışma modu vardır; zaman bazlı mod, duyarga bazlı mod ve manuel mod. Zamana dayalı ve duyarga bazlı bir modda, sistem plantasyona özgü koşullara dayalı hesaplama kararları vermiştir ve çalıştırma eylemlerini kontrol ederken, manuel modda kullanıcı bir android uygulaması veya masaüstü uygulaması kullanarak işlemleri kontrol etmiştir. Sistemin temel özeti, duyargalar ve bulut tabanlı internet bağlantısı ile bitkiler hakkında gerçek zamanlı güncellemeler sunmuştur ve tüm gözlem, test sonuçları ile kullanıcılara bitkileri daha verimli yetiştirmelerine yardımcı olacak, sera faaliyetleri ve sulamayı otomatikleştirmek için bir çözüm sağlayacağı sonucuna varmışlardır.

Shamshiri ve ark. (2018) çerçeve ve kaplama malzemeleri, çevre algısı ve veri paylaşımı ve gelişmiş mikro iklimlendirme kontrol ve enerji optimizasyon modellerini içeren ileri teknoloji kontrollü çevre tarımı (CEA) sisteminin çeşitli yönlerini gözden geçirmiştir. Bu araştırma, CEA'nın bir uzantısı olan ve büyüyen nüfusa, çevresel bozulmaya ve gıda güvenliğini tehdit eden kentleşmeye bir cevap olarak ortaya çıkan dikey tarım, çatı seraları ve bitki fabrikaları dâhil olmak üzere kentsel tarımı ve türevlerini vurgulamıştır. Entegre kontrollü çevre tarımı ve kentsel tarım için dikey tarımın uygulanmasında çeşitli fırsatlar ve zorluklar tespit edilmiştir. Bu çalışma, mikro-klima modelleme ve kontrolündeki gelişmeler, sera enerji analizi, verim ve çevresel parametrelerin öngörüleri, optimizasyon modelleri ve en iyi yetiştirme uygulamaları için karar destek sistemleri uygulaması ile ilgili son zamanlarda yayınlanan çalışmaları gözden geçirmektedir.

Prabhu ve ark. (2014), bir duyarga ağı kullanarak çevresel izleme ve sera kontrolü fikrini ortaya koymuşlardır. Buna göre, donanım uygulaması, sera gazlarının periyodik olarak izlenmesini ve kontrolünü gelişmiş bir şekilde göstermektedir. Kablosuz duyarga ağı kullanarak aynı mekanizmanın uygulanmasına yoğunlaşılmıştır. İncelenen model donanım uygulanmakta, test edilmekte ve sonuçlar mevcut çevresel izleme ve sera kontrol modelleri ile karşılaştırılmaktadır. Sıcaklık duyargası, ışık duyargası, nem duyargası ve titreşim duyargaları gibi duyarga dizileri panoya dâhil edilmiştir. Algılanan veriler mikro denetleyici tarafından işlenmiştir ve LCD ekranda gösterilmiştir. Parametrelerin kablosuz iletimi, periyodik olarak uzaktan izleme istasyonuna bilgi gönderen bir modül ile gerçekleştirilmiştir. Maliyet kaygıları nedeniyle, önerilen modelde, kablosuz duyarga ağı yerine kablolu duyarga ağı kullanılmıştır. Donanım uygulaması, sera gazlarının periyodik olarak izlenmesini ve kontrolünü gelişmiş bir şekilde göstermektedir.

H. Ibayashi ve ark. (2016), gelişmiş bilgi ve iletişim kullanan topraksız domates yetiştiriciliğinde donanımın sıcak ve nemli bir ortamda bulunan kablosuz duyarga ağlarında paket iletim hataları veya sistem arızalarını incelemişlerdir. Bu yazıda, 400 MHz kablosuz bant ve IEEE 802.15.6 standardını kullanarak topraksız domates

yetiştiriciliği için güvenilir bir kablosuz kontrol sistemi önerilmiştir. Önerilen sistemin paket hata oranı 2.4 GHz kablosuz bandından daha düşük bulunmuştur. Topraksız tarım yetiştiriciliğine 400 MHz bant WSN uygulayarak veri kaybı olmadan gerçek zamanlı topraksız tarım otomasyonunun veri iletişim kontrolü sağlanmıştır.

E. Nederhoff ve ark. (2019) seradaki iklim kontrolünün enerji tasarrufuna bağlı kullanılması gerektiğini savunmuştur. Sera kontrol bilgisayarlarının çok sınırlı enerji tasarrufu özellikleri sağladığını gözlemlemişlerdir. Bilgisayarların sıcaklık, nem ve pencere kontrollerini birbirine bağlı şekilde kullanılması açıklanmıştır. Isıtma ve havalandırma ile nem kontrolünün yapılmasındaki enerji kayıpları gözlemlenmiştir. Sabit minimum havalandırma açıklığı, sabit bir enerji kaybı yarattığı için enerji tasarruflu bir yöntem olmadığı gösterilmiştir. Bazı kontrolörler minimum hava tahliyesini yalnızca nem ayarlanmış bir eşik seviyesini aşması durumunda, etkinleştirme seçeneğine sahiptir. Minimum havalandırma genellikle nemi düşük tutmak için yeterli değildir ve nemi dışarı atmak için ek ısıtma gerekmektedir. Ayrıca, düşük dış hava sıcaklığında, minimum havalandırma sıcaklık düşüşüne neden olmaktadır. Bu nedenle nemi düşürmek için havalandırmaya ısıtmanın eşlik etmesi gerektiği gösterilmektedir.

R. Ben Ali ve ark. (2018) sera içerisindeki iklimi etkilemek için bir bulanık mantık kontrolörü geliştirmişlerdir. İnceleme için MATLAB / Simulink ortamında seranın dinamik modifikasyonu modellenmiş ve simüle edilmiştir. Simülasyon sonuçları, önerilen dinamik modelin iç hava sıcaklığı ve bağıl nemi düşük bir hata yüzdesi ile araştırmanın etkinliğini göstermektedir. Buna ek olarak, geliştirilen bulanık mantık kontrolörü, tarımsal seraya kapalı bir optimize edilmiş mikro iklim elde etmek için etkili bir çözüm sunmuştur. Tarımsal seranın önerilen dinamik modeli deneysel olarak doğrulanmıştır, bu da seranın içindeki mikro iklimi tahmin etme yeterliliğini kanıtlayan düşük bir hata yüzdesi sunmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında, 4 adet farklı ticari otomasyon sisteminin incelenmesi ve karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda Antalya'da 3, Uşakta 1, Afyonda 1 adet topraksız üretim yapan sera firmaları ziyaret edilmiş ve otomasyon sistemleri en ince ayrıntısına kadar, yazılımsal olarak incelenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, elde edilen veriler, bu ticari otomasyon sistemlerinin yazılımlarının sera içerisinde neleri kontrol ettiği, alarmların durumu, kullanıcı veri girişinde alt-üst limit kontrolü olup olmaması, veri depolama durumu, kullanım kolaylığı, grafiksel temsil vb. gibi farklı konularda değerlendirme ve karşılaştırmaları yapılmış, ilgili yazılımların ana ve alt ekran görüntüleri alınarak ayrı bir karşılaştırma yapılmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen ticari otomasyon yazılımları çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

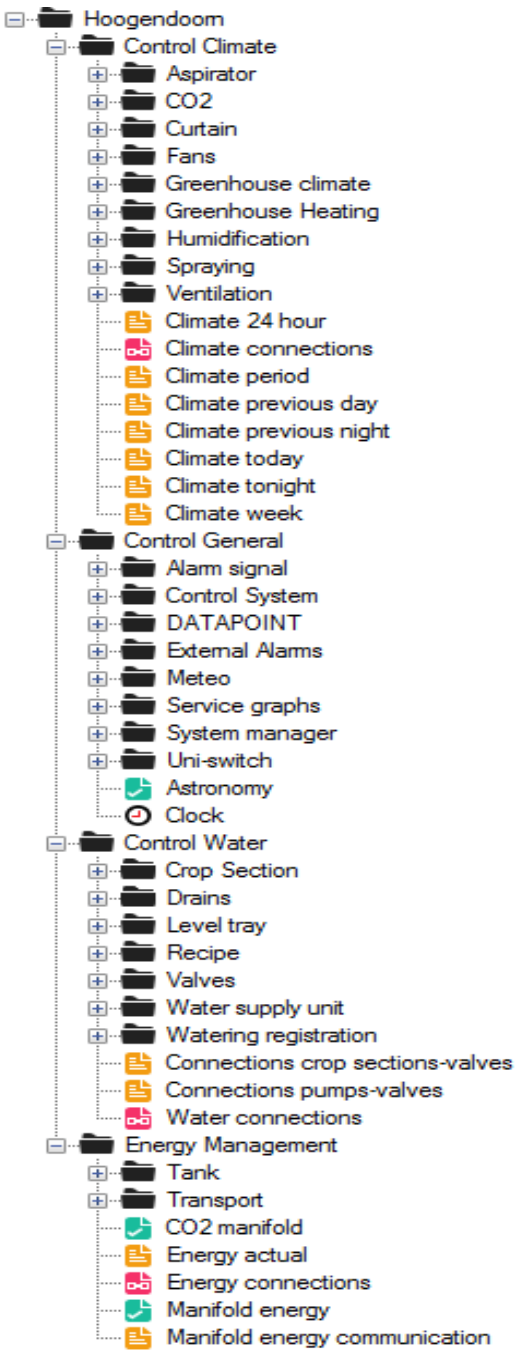
Çizelge 3.1. İncelenen ticari otomasyon yazılımları

Otomasyon sistemi	Model / Versiyon	Ülkesi
Hoogendorn	iSii versiyon 6	Hollanda
Priva	INTEGRO versiyon 724	Hollanda
Priva	Office versiyon 4	Hollanda
Inta (İklimlendirme)	EVO AP versiyon 170701	İspanya
Inta (Sulama)	CDN versiyon 2	İspanya
Karaca	KRSS versiyon 014.002	Türkiye

4. BULGULAR

4.1. Hoogendoorn Otomasyon Sistemi

Hoogendoorn iSii versiyon 6, sera otomasyon sistemi incelenmiştir. Sistem, Control Climate (iklimlendirme kontrolü), Control General (genel kontrol), Control Water (sulama-gübreleme kontrolü) ve Energy Management (enerji yönetimi) olarak 4 adet bölümden oluşmaktadır. Şekil 4.1'de Hoogendoorn otomasyonu kullanıcılarının erişebileceği tüm ana ve alt menü başlıkları gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Hoogendorn iSii menü

4.1.1. Hoogendorn İklimlendirme Sistemi

Bu sekme altında otomasyon sistemi termal perdeler, sisleme, CO_2, sirkülasyon fanlar, havalandırma, nem kontrolü, sera ısıtması kontrolünü ve günlük iklimlendirme verilerini bulundurmaktadır. Şekil 4.2'de anlık iklimlendirme verileri gösterilmiştir.

Birlik Ziraat (4911) - Climate measured actual

Dosya Düzenle Görünüm Yardım

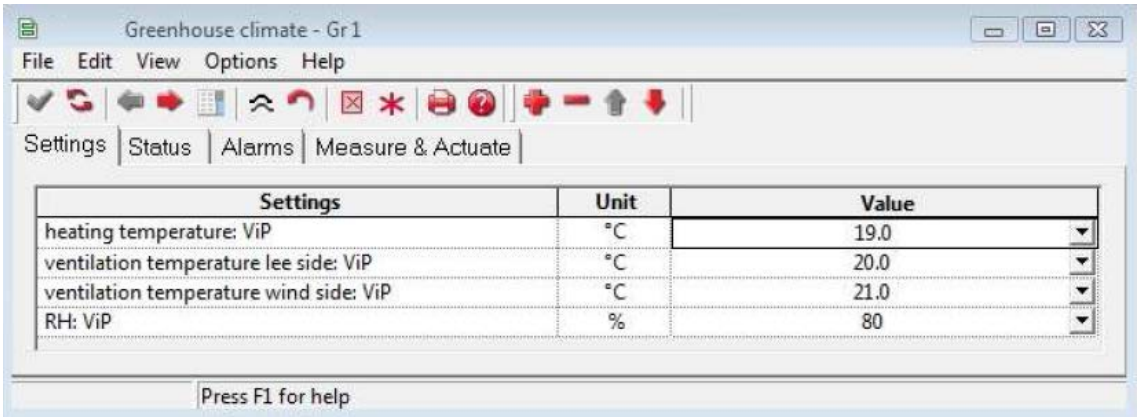
Greenhouse climate		Comp1-1	Comp1-2	Comp1-3	Comp1-4	Comp1-5	Comp1-6
greenhouse temperature climate: measurement	°C	27.7	26.4	27.7	28.1	27.1	28.9
RH climate: measurement	%	78	81	66	66	56	46
RH: ViP	%	80	80	80	80	80	80
HD climate: measurement	g/m³	5.9	4.6	9.2	9.4	11.4	15.5
Ventilation general		Comp1-1	Comp1-2	Comp1-3	Comp1-4	Comp1-5	Comp1-6
Ventilation lee side		LeeSide1-1	LeeSide1-2	LeeSide1-3	LeeSide1-4	LeeSide1-5	LeeSide1-6
lee side vent position: measurement	%	85	85	85	85	85	85
lee side vent position: computed	%	85	85	85	85	85	85
lee side ventilation temperature: computed	°C	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Ventilation wind side		WindSide1-1	WindSide1-2	WindSide1-3	WindSide1-4	WindSide1-5	WindSide1-6
wind side vent position: measurement	%	85	85	85	85	86	85
wind side vent position: computed	%	85	85	85	85	85	85
wind side ventilation temperature: computed	°C	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Curtain general		Comp1-1	Comp1-2	Comp1-3	Comp1-4	Comp1-5	Comp1-6
Curtain		Screen1-1	Screen1-2	Screen1-3	Screen1-4	Screen1-5	Screen1-6
curtain: measurement	%	0	0	0	0	0	0
curtain: position	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
curtain: open/close status		curtain open	curtain open	curtain open	curtain open	curtain open	curtain open
Heating general		Comp1-1	Comp1-2	Comp1-3	Comp1-4	Comp1-5	Comp1-6
Heating circuit		Tuberail1-1	Tuberail1-2	Tuberail1-3	Tuberail1-4	Tuberail1-5	Tuberail1-6
circuit pipe: measurement	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pipe: computed	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pump: status		off	off	off	off	off	off
circuit pipe: measurement (I/O)	°C	31	30	31	33	31	32
		Growtube1-1/3	Growtube1-1/3	Growtube1-1/3	Growtube1-4/6	Growtube1-4/6	Growtube1-4/6
circuit pipe: measurement	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pipe: computed	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pump: status		off	off	off	off	off	off
circuit pipe: measurement (I/O)	°C	31	31	31	33	33	33
		Snowtube1-1/3	Snowtube1-1/3	Snowtube1-1/3	Snowtube1-4/6	Snowtube1-4/6	Snowtube1-4/6
circuit pipe: measurement	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pipe: computed	°C	0	0	0	0	0	0
circuit pump: status		off	off	off	off	off	off
circuit pipe: measurement (I/O)	°C	32	32	32	32	32	32
CO2 general		Comp1-1/3	Comp1-1/3	Comp1-1/3	Comp1-4/6	Comp1-4/6	Comp1-4/6
CO2 measurement	ppm	96	96	96	306	306	306
Fans		Comp1-1/4	Comp1-2/5	Comp1-3/6	Comp1-1/4	Comp1-2/5	Comp1-3/6
fans: status (1=off, 2=on)		off	off	off	off	off	off
Meteo		Gr 1					
outside temperature: measurement	°C	30.8					

F1 Yardım

Şekil 4.2. Anlık ölçülen iklimlendirme değerleri menüsü

İncelenen sera otomasyonunda, sera Comp1-1, Comp1-2, Comp1-3, Comp1-4, Comp1-5 ve Comp1-6 olarak ayrı bölümlere bölünmüştür. Her bir bölüm (zone) de 1 adet duyarga grubu ile ölçüm yapmaktadır. Ayrıca termal perdeler, pencereler vb. iklim unsurları da ayrı bölümlere bölünmüştür. Şekilde sera içi sıcaklığı, dış sıcaklık, bağıl nem, pencere konumları, ısıtma boruları, ısıtma pompaları, CO_2 ve fanların durumu, ölçülen ve hesaplanan değerleri görülmektedir.

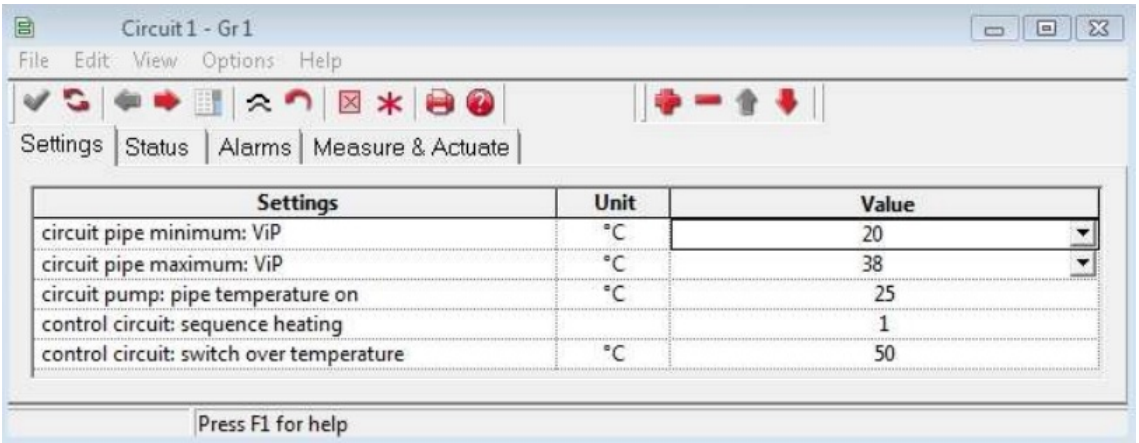
Hoogendorn otomasyon sisteminde, ısıtma sisteminin çalışması için minimum sıcaklık set değeri, havalandırma sıcaklığı set değerleri(rüzgara zıt taraf ve rüzgar tarafı olmak üzere) ne ilişkin giriş ekranı Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Sera içi sıcaklık ayarlama ekranı

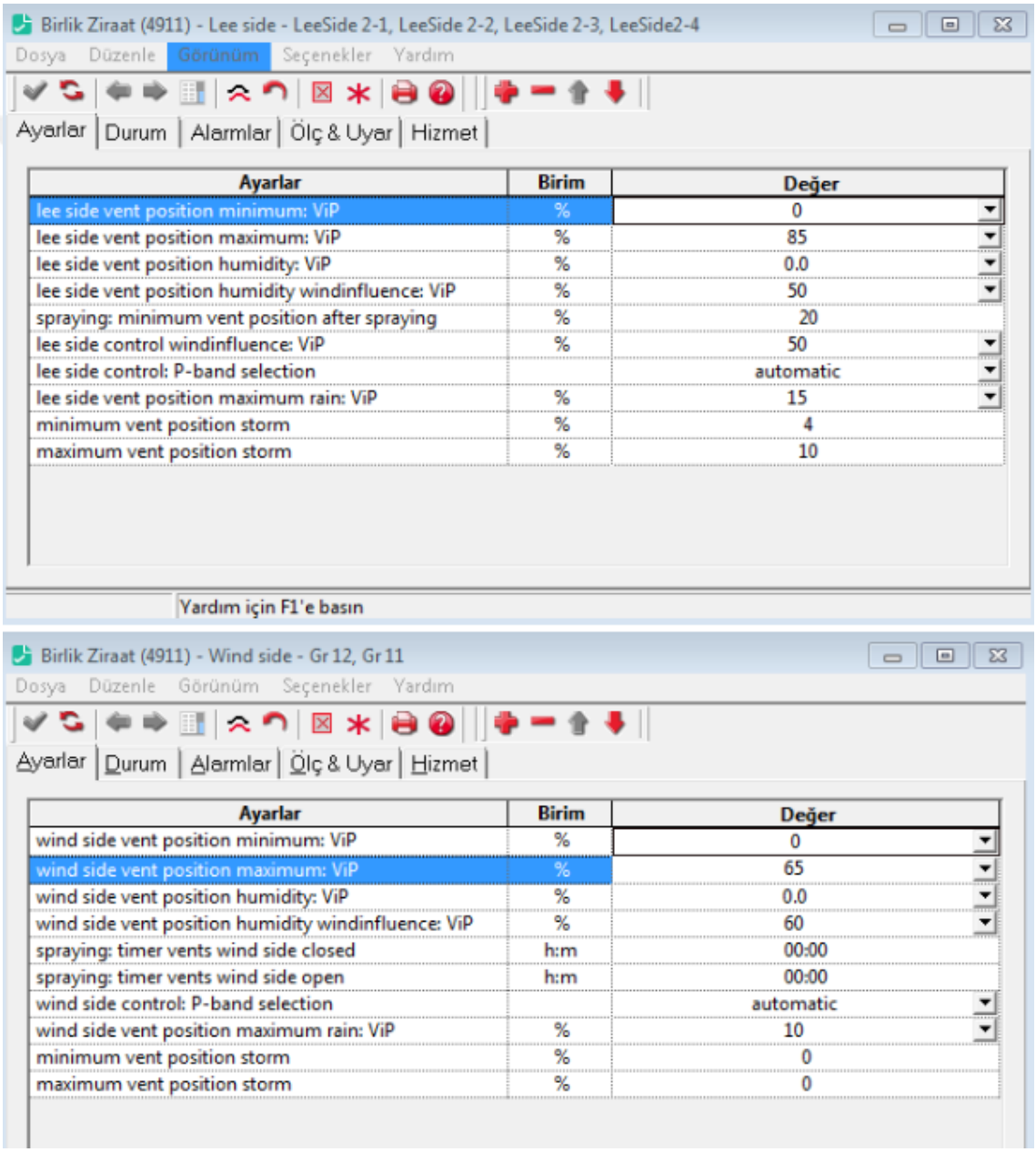
Bu ekranda, Sera iç ortam sıcaklığı ısıtma set sıcaklığının altına düştüğünde, ısıtma işlemi yapılmaktadır. Sera iç ortam sıcaklığı, rüzgâra zıt taraf havalandırma set sıcaklığının üzerinde ise, rüzgâra zıt tarafındaki havalandırma pencereleri açılmaktadır. Sera iç ortam sıcaklığı rüzgâr tarafı havalandırma set sıcaklığının üzerinde olduğunda rüzgâr tarafındaki havalandırma pencere açılmaktadır. RH-ViP (Bağıl Nem) parametresinin işlevi, sera içerisinde bağıl nem %80 oranından yüksek olduğunda, havalandırma pencerelerini açılmasını sağlamaktır.

Sera içi ortam ısıtması, sıcak su boruları ile yapılmaktadır ve boru sıcaklığı minimum ve maksimum ile sınırlı olup, örnek ısıtma set değerleri Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Isıtma planlama menüsü

“Circuit pipe minumum” ve “Circuit pipe maximum” sekmeleri boru sıcaklıklarının alt-üst limitlerini belirlemektedir. “Circuit pump: pipe temperature on” sera sıcaklığının belirlenen sıcaklıktan düşük olduğunda ısıtma pompasını devreye sokmaktadır. “Control circuit: sequence heating” daha önce kayıtlı olan “1” numaralı ısıtma planlamasını çalıştırmaktadır, eğer değer “0” girilirse sadece minimum boru sıcaklığını temel alarak ısıtma yapmaktadır. “Control circuit: switch over temperature” sekmesi ısıtmanın bir sonraki ısıtma planlamasına geçmesi gerektiğini belirtmektedir. Girilen değere ulaşıldığı zaman, sistem bir sonraki planlama var ise otomatik olarak o plandan çalışmaya devam etmektedir. Hoogendorn otomasyon sisteminde rüzgar tarafı ve rüzgara zıt tarafı pencerelerinin konum ayarlaması mevcuttur (Şekil 4.5).



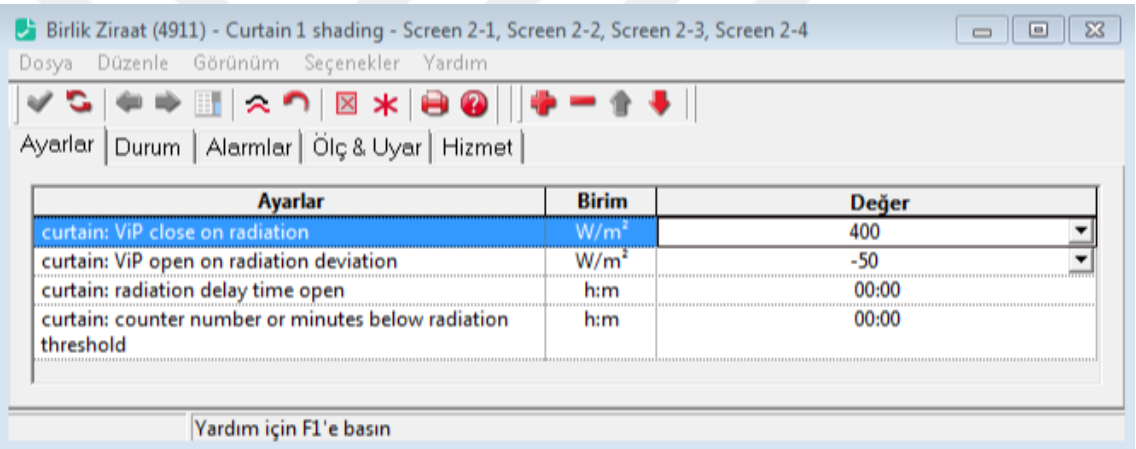
Ayarlar	Birim	Değer
lee side vent position minimum: ViP	%	0
lee side vent position maximum: ViP	%	85
lee side vent position humidity: ViP	%	0.0
lee side vent position humidity windinfluence: ViP	%	50
spraying: minimum vent position after spraying	%	20
lee side control windinfluence: ViP	%	50
lee side control: P-band selection		automatic
lee side vent position maximum rain: ViP	%	15
minimum vent position storm	%	4
maximum vent position storm	%	10

Ayarlar	Birim	Değer
wind side vent position minimum: ViP	%	0
wind side vent position maximum: ViP	%	65
wind side vent position humidity: ViP	%	0.0
wind side vent position humidity windinfluence: ViP	%	60
spraying: timer vents wind side closed	h:m	00:00
spraying: timer vents wind side open	h:m	00:00
wind side control: P-band selection		automatic
wind side vent position maximum rain: ViP	%	10
minimum vent position storm	%	0
maximum vent position storm	%	0

Şekil 4.5. Rüzgara zıt tarafı ve rüzgar tarafı pencereleri ayarlama menüsü

Rüzgâr tarafı minimum %0, maksimum %85 pencereler açılacak şekilde değerler girilmiştir. “lee side vent position humidity: Vip” ve “wind side vent position humidity: Vip” değerleri “0.0” girilmiştir. Bu değer ile ulaşılmak istenen şey, bitkinin terleme yoluyla nem üretmesinin sağlanmasıdır. Dış hava sıcaklığı düşükse, nem örtü yüzeylerinde yoğuşur. Eğer dış ortam sıcaklığı artarsa, daha az yoğuşma olur ve nemin minumum pencere pozisyonu ile atılması sağlanmaktadır. “spraying: minumum vent position after spraying” değeri %20 olarak girilmiştir, sislemeden sonra pencereler minumum %20 açık olacaktır. Yağmurlu ve fırtınalı havalarda maksimum değerler girilmiştir, iklim koşulları gerçekleştiği zaman set değerlerinin üstünde pencereler açılamayacaktır.

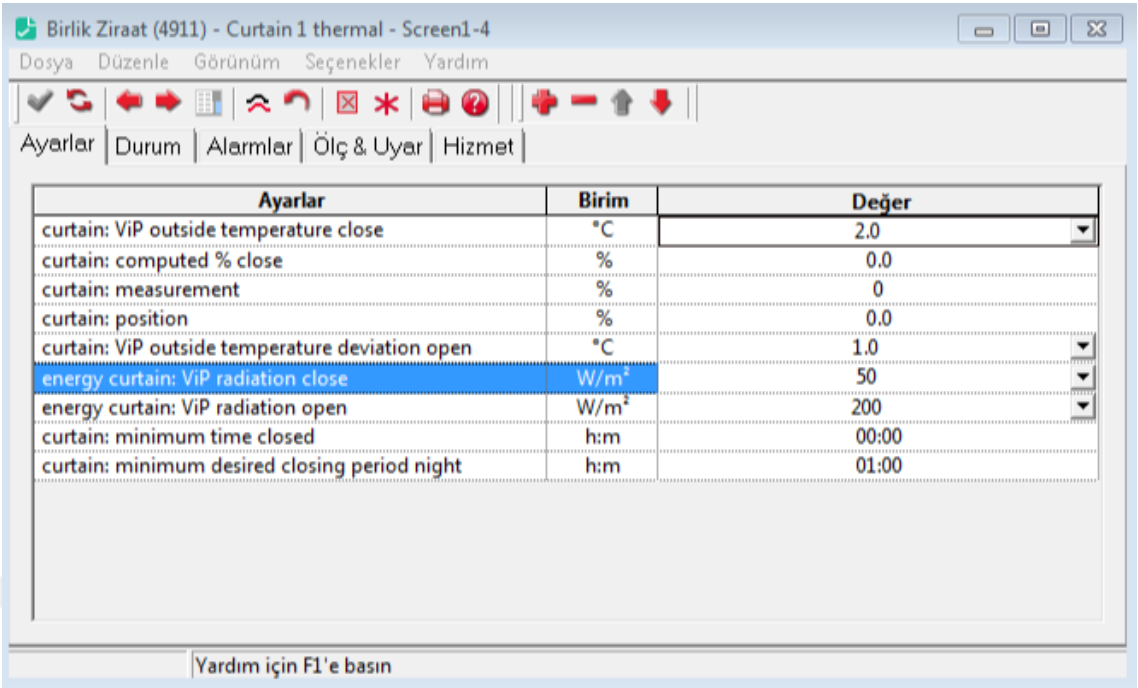
Otomasyon sisteminde termal perdeler çeşitli şekilde kullanılabilmektedir. Dış ortam ışınımı, set değerinin üstünde ise gölgeleme yapılabilmektedir. Dış ortam sıcaklığı değeri düşük ise perdeleri kapatarak enerji tasarrufu sağlamak için kullanılabilmektedir. Şekil 4.6’da perdeler ile gölgeleme yapmak için ekran ayarları gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Termal perde gölgeleme ekranı

“Curtain: ViP close on radiation” parametresinde, ölçülen ışınım değeri 400 W/m^2’den yüksek ise gölgeleme için termal perde kapanmaktadır. “Curtain: ViP open on radiation deviation” parametreside, anlık ölçülen değer en fazla istenilen değer(400 W/m^2)’den “-50 W/m^2” düşük ise termal perdeler açılacaktır. “Curtain: radiation delay time open” ve “curtain: counter number or minutes below radiation threshold” parametrelerinde, termal perdelerin değişken hava koşullarında çok hızlı açılıp, kapanmasını önlemek için, saat-dakika cinsinden değer girilmektedir.

Şekil 4.7’de enerji tasarrufu için termal perdelerin kullanım ekranı ve değerleri gösterilmiştir.

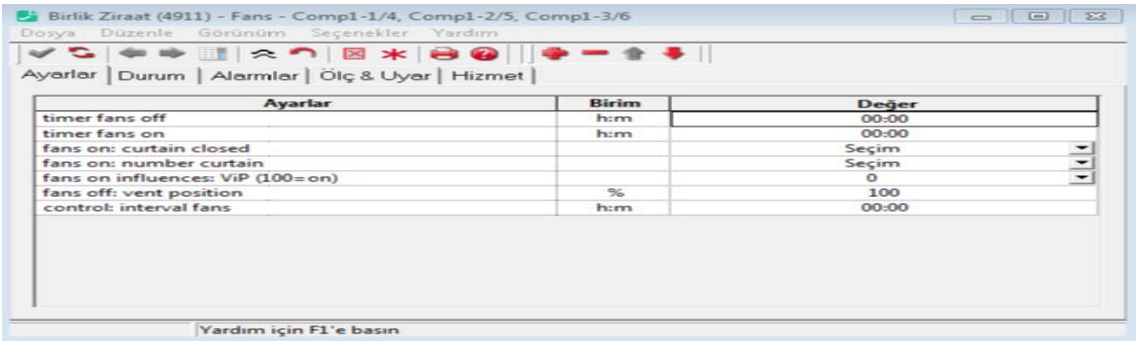


Ayarlar	Birim	Değer
curtain: ViP outside temperature close	°C	2.0
curtain: computed % close	%	0.0
curtain: measurement	%	0
curtain: position	%	0.0
curtain: ViP outside temperature deviation open	°C	1.0
energy curtain: ViP radiation close	W/m²	50
energy curtain: ViP radiation open	W/m²	200
curtain: minimum time closed	h:m	00:00
curtain: minimum desired closing period night	h:m	01:00

Şekil 4.7. Enerji tasarrufu için termal perdelerin ayarlanması

"Curtain computed % close", "curtain. measurement", "curtain position" ayarlarının değerleri "0" olarak girilmiştir. Bu ayarlama değerleri, otomasyon sisteminde perdeler kapalı durumda iken perdelerin tamamının kapanması ve kalibrasyon için yapılmaktadır. "Curtain. ViP outside tempreature close" ve "curtain. ViP outside temperature deviation open" parametreleri, dış hava sıcaklığı 2°C'den düşük ise, enerji tasarrufu için perdeler kapanmaktadır. Eğer dış ortam sıcaklığında 1°C'lik sıcaklık yükselmesi olursa perdeler tekrardan açılacaktır. "Energy curtain. ViP radiation close" ayarında 50 W/m^2 değer girilmiştir. Işınım verilen değerin altında olduğu zaman termal perdeler kapanmaktadır. "Energy curtain. ViP radiation open" parametresinde dış ortamdan ölçülen ışınım 200 W/m^2'nin üstünde ise, termal perdeler açılmaktadır.

Şekil 4.8'de sirkülasyon fanlarının ayarları gösterilmiştir.



Ayarlar	Birim	Değer
timer fans off	h:m	00:00
timer fans on	h:m	00:00
fans on: curtain closed		Seçim
fans on: number curtain		Seçim
fans on influences: ViP (100=on)		0
fans off: vent position	%	100
control: interval fans	h:m	00:00

Şekil 4.8. Sirkülasyon fanlarının ayarlama menüsü

“Timer fans off” ve “timer fans on” parametreleri, saat-dakika birim değerleri girilerek, zamanlayıcı ile çalışması sağlanabilmektedir. “fans on. curtain closed” ve “fans on. number curtain” ayarları, seçim yapılarak girilmektedir. Seçim kısmında termal perdelerin numaraları bulunmaktadır ve seçilen perdeler kapalı iken sirkülasyon fanları çalışmaktadır. “fans off. vent position” parametresi değeri %100 olarak girilmiştir. Pencereler tamamen açık olduğu zaman sirkülasyon fanları kapanacaktır. “control. interval fans” parametresinde saat-dakika cinsinden veri girildiği zaman fanlar girilen değere göre sırası ile çalışmaya başlamaktadır.

Şekil 4.9’da Hoogendorn ana menüsünde bulunan geçmişte ölçülen iklimlendirme değerlerinin ekranı verilmiştir.

[Birlik Ziraat (4911) - Climate previous day]

Dosya Düzenle Görünüm Yardım

Ventilation lee side		LeeSide1-1	LeeSide1-2	LeeSide1-3	LeeSide1-4	LeeSide1-5	LeeSide1-6	LeeSide 2-1	LeeSide 2-2	LeeSide 2-3	LeeSide2-4	Gr 11	Gr 12
lee side vent position: measurement - day	%	85	85	84	85	86	85	85	85	85	85	75	75
Ventilation wind side		WindSide1-1	WindSide1-2	WindSide1-3	WindSide1-4	WindSide1-5	WindSide1-6	WindSide 2-1	WindSide 2-2	WindSide 2-3	Windside 2-4	Gr 11	Gr 12
wind side vent position: measurement - day	%	85	81	84	84	83	84	79	79	0	79	52	52
Heating circuit		Rail Deneme 1	Rail Deneme 2	Tuberail1-1	Tuberail1-2	Tuberail1-3	Tuberail1-4	Tuberail1-5	Tuberail1-6	Tuberail2-1	Tuberail 2-3	Tuberail 2-2	Tuberail 2-4
circuit run time pump - day	%	8	10	0	8	8	8	8	8	0	0	0	0
circuit pipe: measurement - day	°C	28	29	25	24	25	25	24	25	28	29	27	28
CO2 general		Comp1-1/3	Comp1-4/6	Comp 2-1/2/3/4									
CO2: measurement - day	ppm	118	279	187									

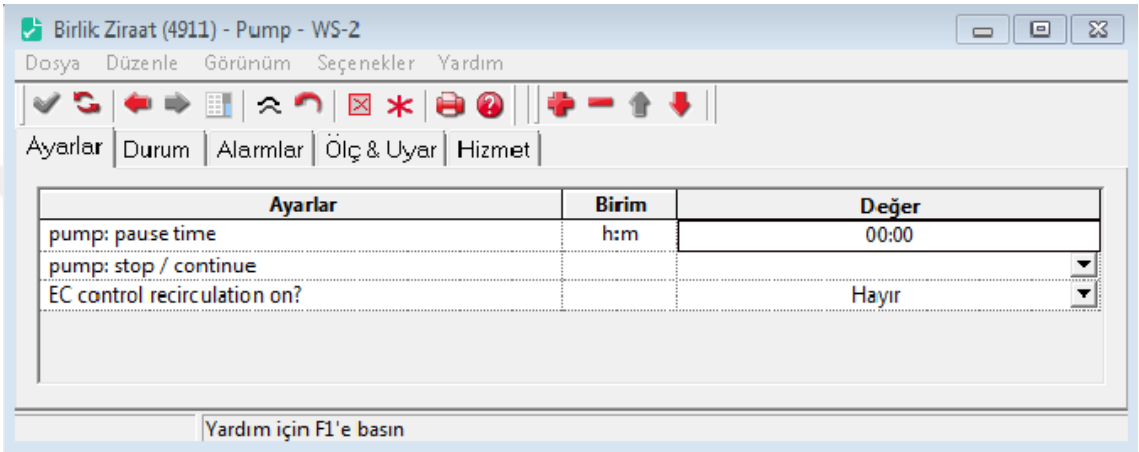
Şekil 4.9: Bir Gün Önceki Ölçülen İklimlendirme Değerleri (Climate previous day)

4.1.2. Hoogendoorn Sulama Sistemi

Hoogendorn otomasyonu sulama sistemi aşağıdaki kontrollere sahiptir;

- Pompaların kontrolü
- Vanaların kontrolü
- Crop-Section Control
- Reçeteler

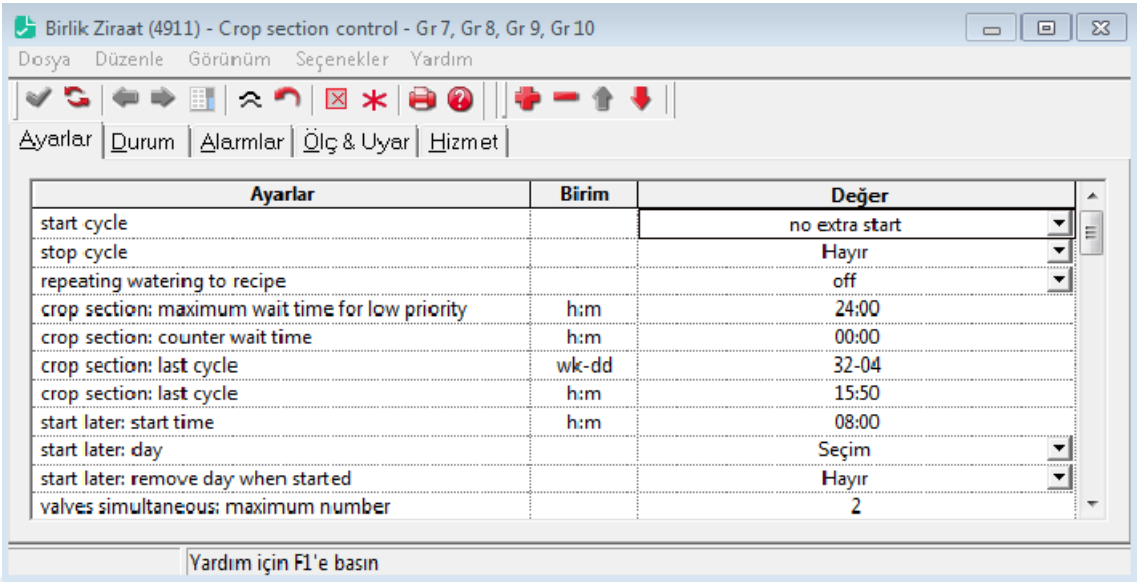
Pompaların Kontrolü Şekil 4.10'daki gibi ayarlanmaktadır.



Şekil 4.10. Pompaların kontrolü

"Pump. stop / continue" parametresinde iki seçenek vardır. "Stop" durdurma seçeneği, pompayı gece yarısına kadar duraklatmak için kullanılmaktadır. "Continue" başlatma seçeneği, herhangi alarm nedeni ile veya duraklatma seçeneği ile sulamanın iptal olduğu yerden devam etmesi için kullanılmaktadır. "Pump. pause time" seçeneğinde, bir bekleme süresi belirlenir, sulama duraklatılır. Bekleme süresi daha sonra geri sayım yapmaktadır ve süre bittikten sonra sulama, pompanın duraklamadan önce durdurulduğu noktada başlamaktadır. "EC control recirculation on?" parametresinde, EC devirdaim kontrolü kapatılıp açılabilmektedir.

"Crop Section Control" ayarlanması Şekil 4.11'de gösterilmektedir.

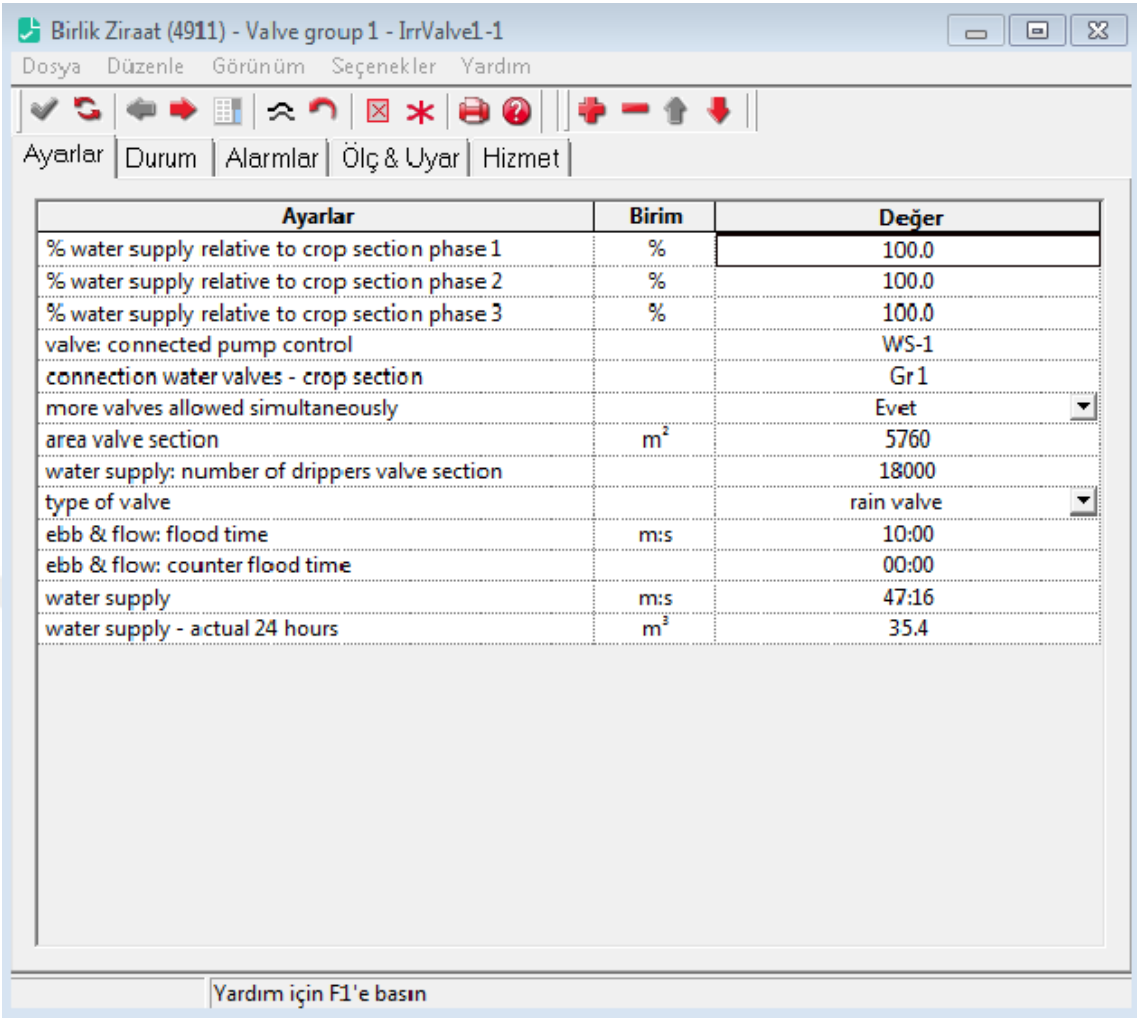


Ayarlar	Birim	Değer
start cycle		no extra start
stop cycle		Hayır
repeating watering to recipe		off
crop section: maximum wait time for low priority	h:m	24:00
crop section: counter wait time	h:m	00:00
crop section: last cycle	wk-dd	32-04
crop section: last cycle	h:m	15:50
start later: start time	h:m	08:00
start later: day		Seçim
start later: remove day when started		Hayır
valves simultaneous: maximum number		2

Şekil 4.11. Crop section control

"Start cycle" parametresinde, "no extra start" değeri seçilirse, sulama esnasında ekstra bir sulama yapmadan döngüyü sonlandırmaktadır. Eğer bu seçenekte, "manuel start" seçilirse, fazladan bir döngü daha sulama yapmaktadır. "Stop cycle" parametresinde, eğer sulama döngüsü aktifken bu seçenek "No" hayır olarak girilirse, mevcut döngü tamamen durdurulmaktadır. "repeating watering to recipe" seçeneğinde ise, "off", "on", "off today, start times", "off today, no start times" seçenekleri mevcuttur. "on" değeri gün boyunca sulama yaptırmaktadır, "off today, start times" ise belirlenen saaten itibaren sulama yapmaktadır. "Start later. start time" ayarında, öğleden sonra veya akşamları bir döngünün başlatılması gerektiğini belirten saat-dakika cinsinden değer seçeneğidir. "Valves simultaneous. maximum number" parametresinde, aynı anda açılabilen maksimum valf sayısını belirlenmektedir.

Sulama kontrol vanaları Şekil 4.12'deki gibi ayarlanmıştır.



Ayarlar	Birim	Değer
% water supply relative to crop section phase 1	%	100.0
% water supply relative to crop section phase 2	%	100.0
% water supply relative to crop section phase 3	%	100.0
valve: connected pump control		WS-1
connection water valves - crop section		Gr 1
more valves allowed simultaneously		Evet
area valve section	m^2	5760
water supply: number of drippers valve section		18000
type of valve		rain valve
ebb & flow: flood time	m:s	10:00
ebb & flow: counter flood time		00:00
water supply	m:s	47:16
water supply - actual 24 hours	m^3	35.4

Şekil 4.12. Sulama vanalarının kontrol ekranı

"%Water supply relative to crop section phase 1-2-3" parametreleri, bitki bölümüne göre su kaynağının yüzdesinin ayarlanmasını sağlamaktadır. Her zaman bu değerler %100 olmalıdır. "Valve. connected pump control" ayar değeri, Şekil 4.10'daki gibi "WS-1" veya "WS-2" seçilip, ekranların birbiri ile bağlantı kurmasını sağlamaktadır. "Connection water valves – crop section" ayar bölümü ise, Şekil 4.11'deki "crop section control" sayfası ile bağlantı kurarak valf kontrolünü yapmaktadır. "More valves allowed simultaneously" parametresi, "Evet" seçildiği zaman aynı anda daha fazla vana açılmasını sağlamaktadır.

Hoogendorn otomasyon sistemi su kaynağını l/m^2 cinsinden kontrol etmekte, bu işlemi yapabilmek içinde "area valve section" bölümüne m^2 cinsinden vanaların alanını girmektedir.

Şekil 4.13'de bir haftalık "crop section" verilmiştir.

Birlik Ziraat (4911) - Crop section week

Dosya Düzenle Görünüm Yardım

Hafta 2019-27

Gr 1		Pzt 0107	Sal 0207	Çar 0307	Per 0407	Cum 0507	Cmt 0607	Paz 0707	Hafta
crop section: last cycle date - 24 hours	wk-dd	27-01	27-02	27-03	27-04	27-05	27-06	27-07	27-04
crop section: water supply - 24 hours	m^3	40.4	34.9	38.2	40.4	40.3	42.5	41.4	39.7
crop section: water supply - 24 hours	l/m^2	7.01	6.07	6.64	7.01	7.01	7.38	7.20	48.32
crop section: water supply - 24 hours	cc/plant	2246	1943	2125	2245	2243	2364	2304	15470
crop section: water supply - 24 hours	h:m	00:58	00:50	00:54	00:58	00:57	01:00	00:59	06:36
crop section: fertilizer phase 2 - 24 hours		1	2	2	1	1	2	2	2
crop section: measurement EC in - 24 hours	EC								
crop section: measurement EC control - 24 hours	EC	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
crop section: measurement EC monitor - 24 hours	EC	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
crop section: measurement pH control - 24 hours		5.5	5.8	5.6	5.5	5.7	5.6	5.5	5.6
crop section: measurement pH monitor - 24 hours		4.1	4.4	4.2	4.0	4.3	4.2	4.1	4.2
crop section: number of starts total - 24 hours		34	29	32	34	34	36	35	234
Gr 1									
radiation sum - day	J/cm^2	2703	2708	2627	2567	2384	2617	2517	2589
Drainpit1									
drain pit EC: measurement - 24 hours	EC	4.6	4.3	4.5	4.8	5.2	5.1	4.9	4.8
drain pit: drain - 24 hours	m^3	70.1	31.4	41.6	51.4	59.2	66.2	74.8	56.4

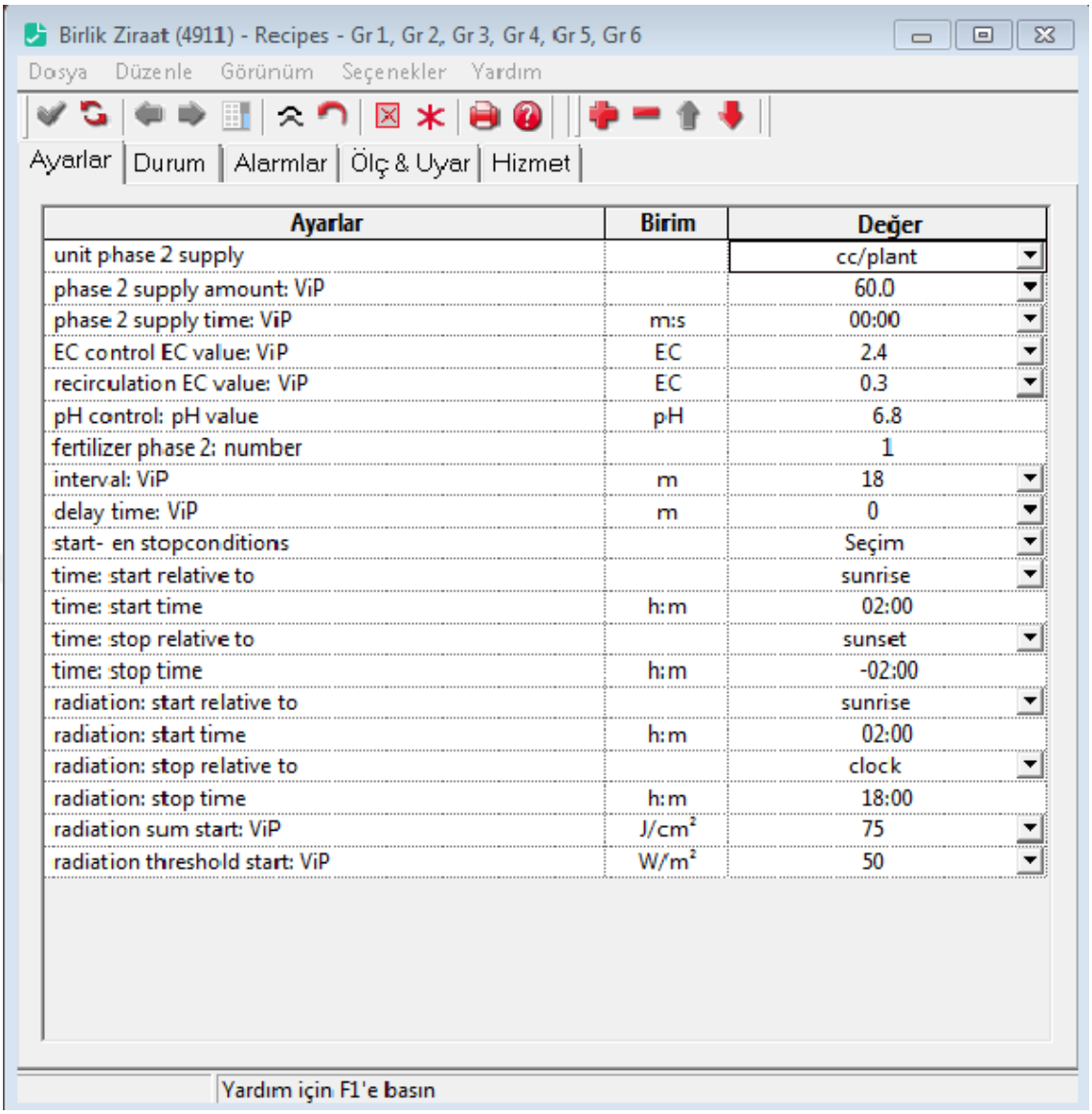
F1 Yardım

Şekil 4.13. Crop section week

Bu sulama otomasyonu sisteminde, beş farklı şekilde sulama yapılabilmektedir.

- m^3 olarak hacim sulaması
- m^2 alan başına litre su miktarı
- Bitki başına cc olarak su miktarı
- Zaman ayarlı sulama
- m^3 sera hacmi başına cc olarak sulama

Şekil 4.14'de reçetelerin giriş ekranı ve çalışma şekli gösterilmiştir.



Ayarlar	Birim	Değer
unit phase 2 supply		cc/plant
phase 2 supply amount: ViP		60.0
phase 2 supply time: ViP	m:s	00:00
EC control EC value: ViP	EC	2.4
recirculation EC value: ViP	EC	0.3
pH control: pH value	pH	6.8
fertilizer phase 2: number		1
interval: ViP	m	18
delay time: ViP	m	0
start- en stopconditions		Seçim
time: start relative to		sunrise
time: start time	h:m	02:00
time: stop relative to		sunset
time: stop time	h:m	-02:00
radiation: start relative to		sunrise
radiation: start time	h:m	02:00
radiation: stop relative to		clock
radiation: stop time	h:m	18:00
radiation sum start: ViP	J/cm^2	75
radiation threshold start: ViP	W/m^2	50

Şekil 4.14. Reçete giriş ekranı

"Unit phase 2 supply" parametresi, sistemin sulama şeklini belirlemektedir. Eğer sulama zamana göre ayarlı ise, "phase 2 supply time. ViP" parametresi dakika-saniye cinsinden kullanılabilmektedir. Eğer sulama otomasyonu zamana bağlı sulama yapmıyor ise, "phase 2 supply amount. ViP" parametresi kullanılmaktadır.

"EC control EC values", "recirculation EC values" ve "pH control. pH value" parametrelerinde, EC ve pH birimleri ayarlanmaktadır, otomasyon sulama yapmadan önce bu değerleri yakalamak için bir süre boyunca çalışır ve girilen değere ulaştığı zaman sulama yapmaktadır. "fertilizer phase 2. number selection" bu ayar, farklı gübre karışımlarını seçmek için kullanılmaktadır.

“Interval. ViP” ve “delay time. ViP” parametreleri, sulama programını 24 saatlik bir sürede ayarlamak için kullanılabilmektedir. Bir sulama döngüsü başlatıldığında, bir süre ile başlar ve bu süreyi gecikme süresi takip etmektedir. Bir başlatma koşulu sağlandığında gecikme süresi boyunca bir döngü başlayabilmektedir. Tekrarlanan sulama, başlangıç zamanından sonraki gecikme süresini daima beklemektedir.

“Time. start relative to”, “time. start time”, “time. stop relative to”, “time. stop time” bu ayarlar, zamana bağlı olarak suyun uygulanabileceği süreyi ayarlanmasını sağlar ve gündoğumu veya günbatımı gibi seçeneklerle sulama başlatabilmektedir.

“Radiation. start relative to”, “radiation. start time - h.m”, “radiation. stop relative to”, “radiation. stop time - h.m”, “radiation sum start. ViP - J/cm²”, “radiation threshold start. ViP - W/m²” bu parametreler, ışınım toplamına bağlı olarak suyun uygulanabileceği süreyi ayarlamasını sağlamaktadır. Ölçülen radyasyon toplamı “radiation sum start. ViP” ayarından daha yüksekse ve halihazırda ölçülen radyasyon “radiation threshold start. ViP” ayarından daha yüksekse, sistem gecikme süresi boyunca başlayabilmektedir.

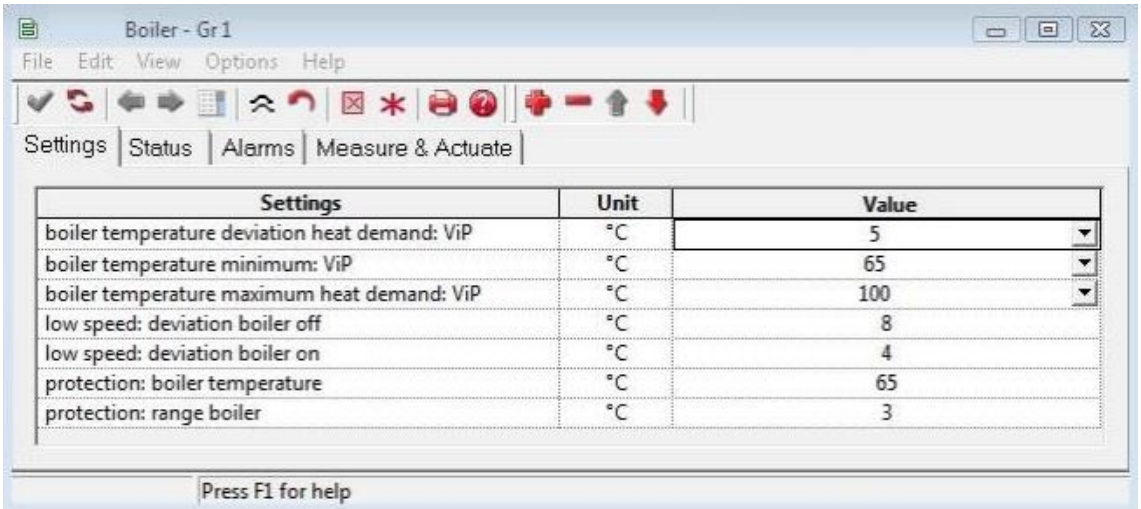
4.1.3. Hoogendoorn Enerji Kontrolü

Enerji Yönetimi aşağıdaki program bölümlerinden oluşmaktadır;

- Kazan
- Isı depolama tankı
- Enerji manifoldu(kolektör grubu)

Kazanlar ısı ve CO_2 sağlamaktadır. Isı depolama tankları "açık tampon sistemi" olarak tasarlanmıştır. Bu durum, ısı talebi olduğunda, sağlanan ısının seraya gideceği anlamına gelmektedir. Sera içinde ısı talebi yoksa ısı depoya girmektedir.

Kazan ayarlama ekranı Şekil 3.15’de gösterilmiştir.



Settings	Unit	Value
boiler temperature deviation heat demand: ViP	°C	5
boiler temperature minimum: ViP	°C	65
boiler temperature maximum heat demand: ViP	°C	100
low speed: deviation boiler off	°C	8
low speed: deviation boiler on	°C	4
protection: boiler temperature	°C	65
protection: range boiler	°C	3

Şekil 4.15. Kazan kontrol ekranı

“Boiler temperature deviation heat demand. ViP” sekmesinde sıcaklık, en yüksek boru sıcaklığı talebine ek olarak girilen parametre değerine göre sıcaklık attırılmaktadır. “Boiler temperature minimum. ViP” ve “boiler temperature maximum heat demand. ViP” parametreleri, hesaplanan kazan sıcaklıklarının alt ve üst limitlerini belirlemektedir.

“Low speed. deviation boiler off” ve “low speed. deviation boiler on” girilen değerlere göre kazanı açıp-kapatır. Kazan sıcaklığı, hesaplanan sıcaklık artı ayarlanan sapmadan yüksekse, kazan kapatılmaktadır. Eğer, kazan sıcaklığı, hesaplanan sıcaklık artı ayarlanan sapma değerinden düşük olduğunda, kazan tekrar devreye girmektedir.

“Protection. boiler temperature” parametresi, sera içinden ani bir yüksek ısı talebi durumunda, kazan sıcaklığının çok düşük olmasını önlemektedir. Ölçülen kazan sıcaklığı ayarlanan koruma kazan sıcaklığından düşükse kazan koruması devreye girmektedir.

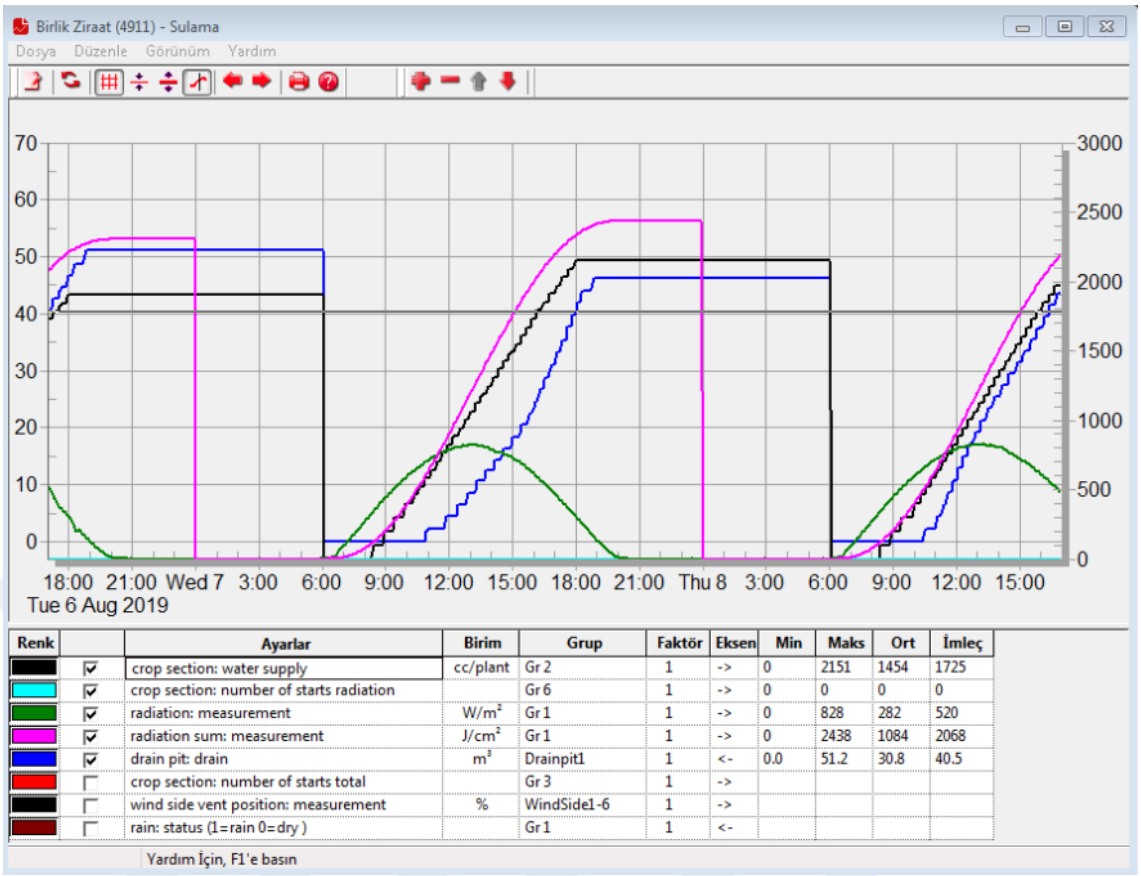
4.1.4. Hoogendoorn Alarm Sistemi

Alarmlar, acil eylem gerekli olmadığında bile, gece, hafta sonları ve tatil günlerinde üreticilere haber vermektedir. Hoogendoorn'un alarm modülü, üreticilerin işlem bilgisayarları için kendi alarmlarını, peryotlarını ve koşullarını ayarlamalarını sağlamaktadır. Düşük seviyeli ve acil alarm olarak iki çeşit alarm prosedürü vardır. Düşük seviyeli drenaj gibi geceleri düşük öncelikli alarmlar için bildirimler, sabah 07.00'a ertelenmiştir. Acil alarm anında bildirim yapmaktadır, eğer acil alarm çağrıları sorumlu ekip üyesi tarafından cevaplanmadığında bir yedekleme prosedürü kullanılmaktadır.

4.1.5. Hoogendoorn Grafiksel Analiz

Hoogendoorn otomasyonu grafik aracılığıyla, sera iklimi, enerji tüketimi ve üretim hakkındaki gerçek zamanlı büyüme verilerine erişim sağlamaktadır. Örneğin otomasyon işlem bilgisayardan alınan verileri, birden fazla periyod ve birden fazla konum için karşılaştırılabilmektedir. Genel bakış oluşturmak ve bir kontrol süresi sağlamak için kullanıcılar kendi gösterge grafiklerini oluşturabilmektedir.

Şekil 4.16’da bir hoogendoorn kullanıcısının sulama için oluşturduğu grafik gösterilmiştir.



Renk		Ayarlar	Birim	Grup	Faktör	Eksen	Min	Maks	Ort	İmleç
	☑	crop section: water supply	cc/plant	Gr 2	1	->	0	2151	1454	1725
	☑	crop section: number of starts radiation		Gr 6	1	->	0	0	0	0
	☑	radiation: measurement	W/m²	Gr 1	1	->	0	828	282	520
	☑	radiation sum: measurement	J/cm²	Gr 1	1	->	0	2438	1084	2068
	☑	drain pit: drain	m³	Drainpit1	1	<-	0.0	51.2	30.8	40.5
	☐	crop section: number of starts total		Gr 3	1	->				
	☐	wind side vent position: measurement	%	WindSide1-6	1	->				
	☐	rain: status (1=rain 0=dry)		Gr 1	1	<-				

Şekil 4.16. Hoogendoorn sulama grafiği

4.2. Priva Otomasyon Sistemi

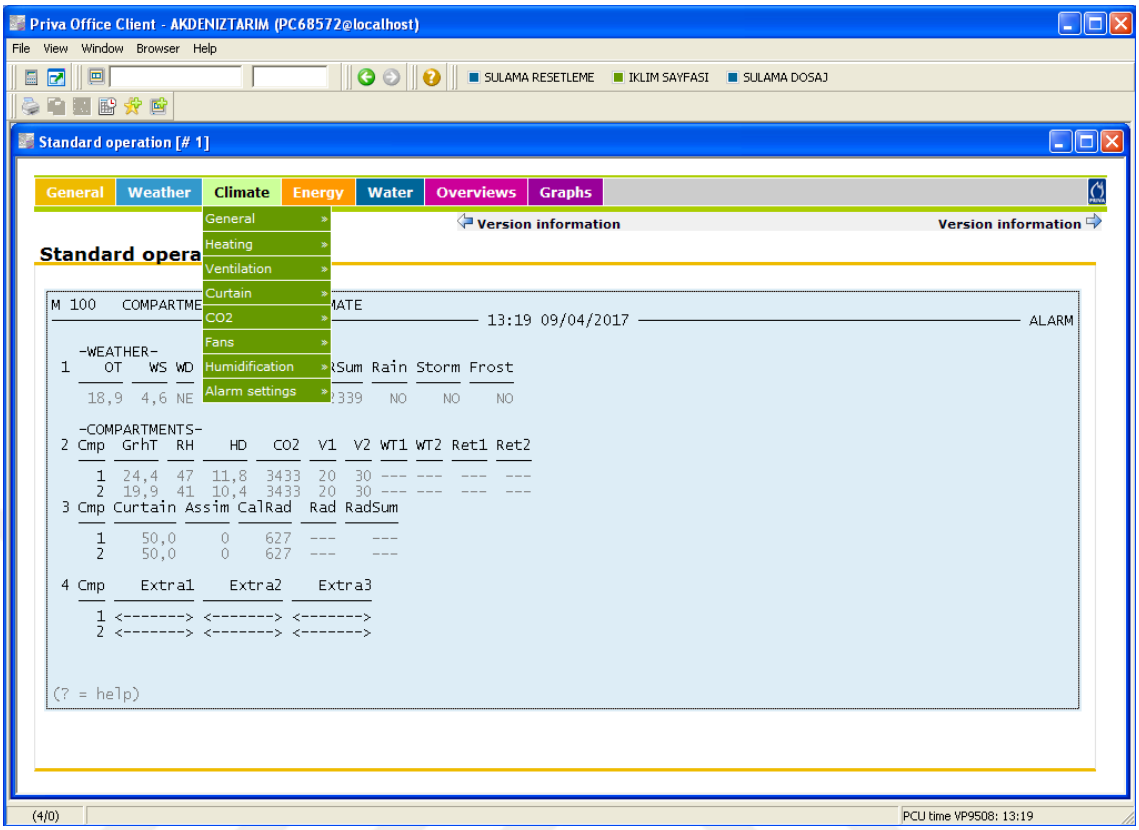
Priva otomasyon sistemi iki ayrı serada incelenmiştir. Priva INTÉGRO versiyon 724 (çıkış yılı 2005) ve Priva Office versiyon 4 sera otomasyonları incelenmiştir.

Priva otomasyon sistemi, program sınıflandırması kurulum ve ölçüm bölümlerine dayanmaktadır. Ayar bölümleri, ayarları uygulamak veya değiştirmek için kullanılmaktadır. Ölçüm bölümleri, ölçülen veya hesaplanan değerleri görüntülemek için kullanılmaktadır. Ayar ve ölçüm bölümleri [I] ve [M] tuşları ile ulaşılmaktadır ve bu menüler bu harfler ile oluşmaktadır.

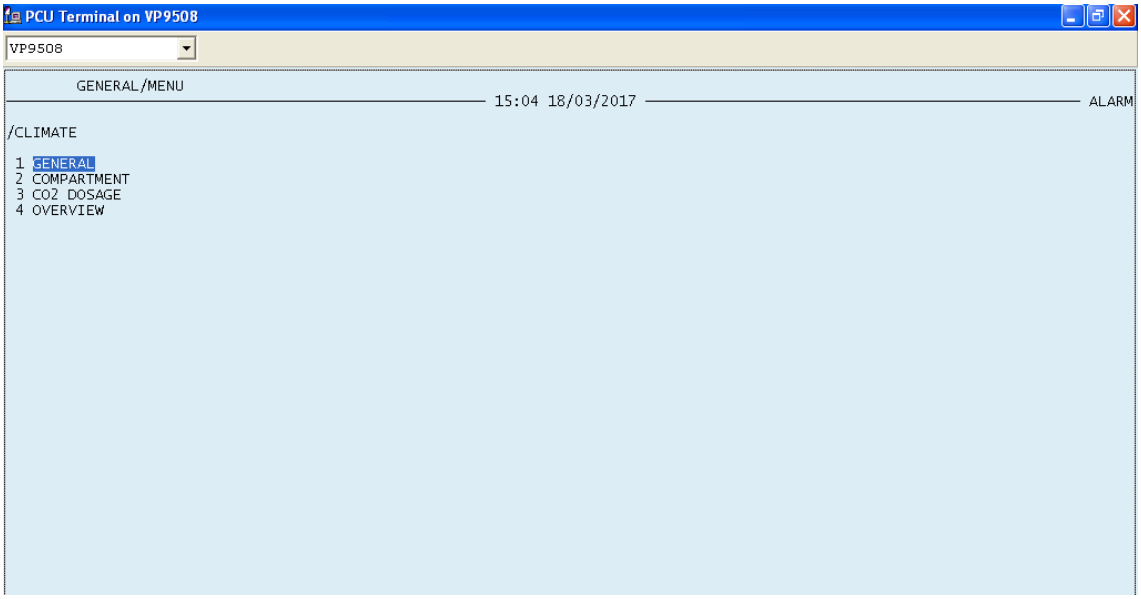
- [I] tuşunu bir veya daha fazla rakam tuşuyla birlikte kullanmak, belirli bir kurulum bölümüne erişim sağlayacaktır.
- [M] tuşunu bir veya daha fazla rakam tuşuyla birlikte kullanmak, belirli bir ölçüm bölümüne erişim sağlayacaktır.

Priva otomasyon sistemi, Priva INTEGRO ve Priva Office sürümlerinin arasında sadece kullanıcı ara yüzü farkı ve menülere erişim kolaylığı vardır. Priva INTEGRO versiyonunda, arama çubuğuna sayfanın kodunu yazarak ulaşılabilmektedir. Priva Office'de ise, hem sayfa kodlarını yazarak hem de tıklama yöntemi ile erişim kolaylığı

bulunmaktadır. Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de iki ayrı menü gösterilmiştir.



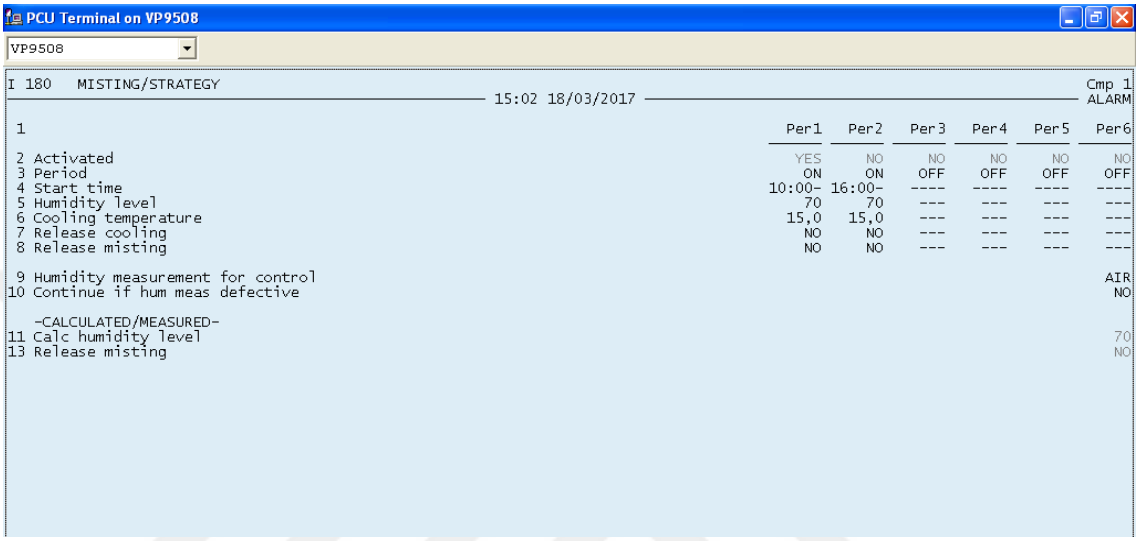
Şekil 4.17. Priva Office iklim menüsü



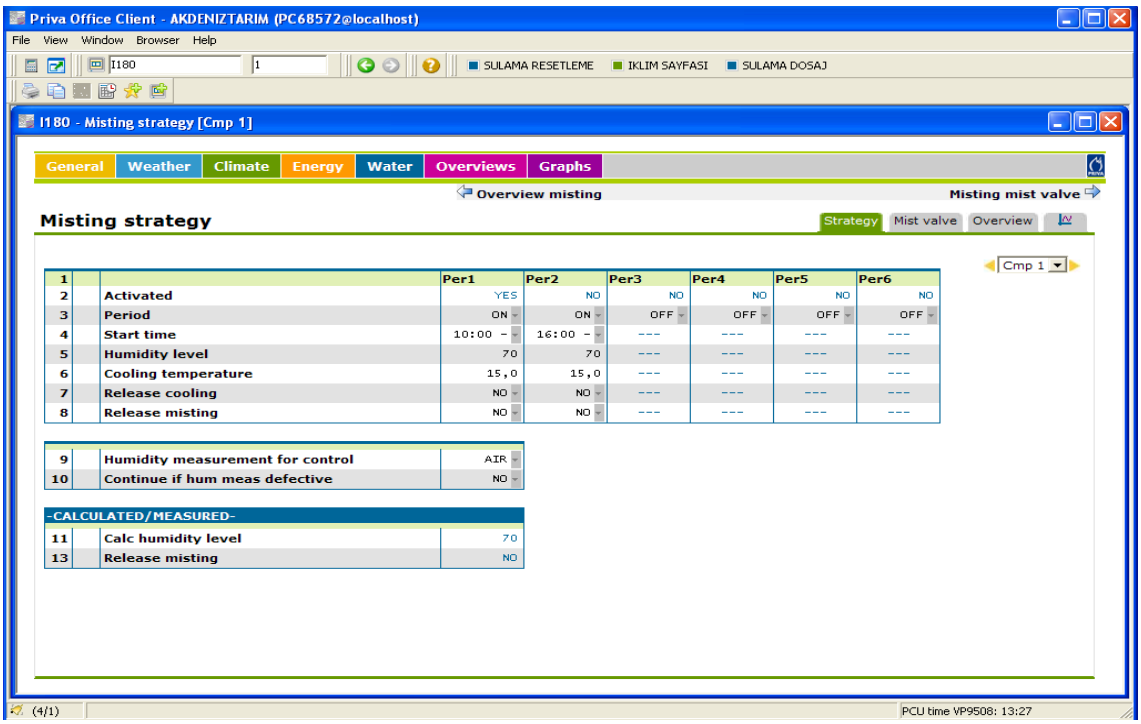
Şekil 4.18. Priva INTEGRO iklim menüsü

Şekil 4.17'de menünün kolay erişimi için içerik daha ayrıntılıdır. Fakat Şekil 4.18'de priva integro sürümü "2 COMPARTMENT" kısmında diğer görünmeyen parametreleri tutmaktadır.

İki versiyonunda ayar ve ölçümler menüleri aynı parametreleri içermektedir. Örnek olarak sisleme stratejisi ekranı her iki versiyon içinde Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmiştir.

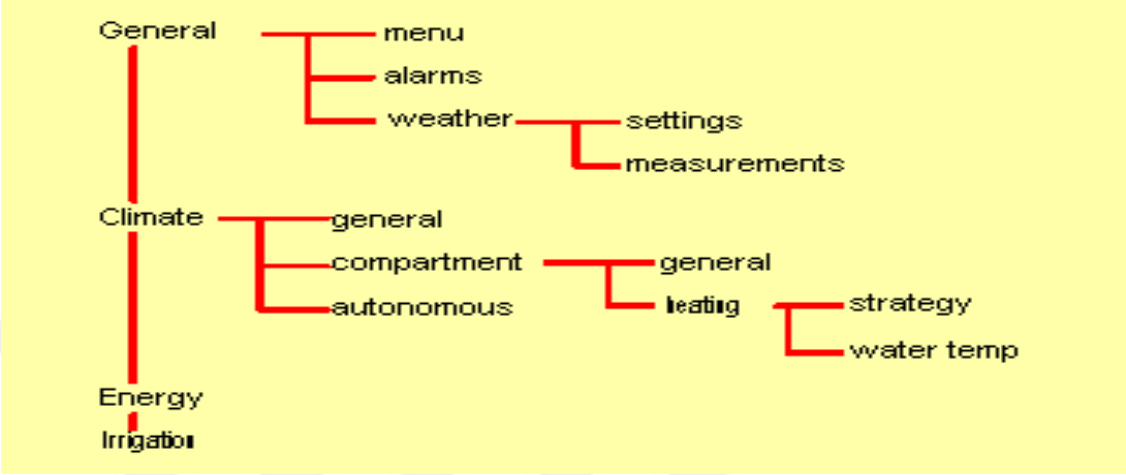


Şekil 4.19. Priva INTEGRO I 180 kodlu sisleme stratejisi ekranı



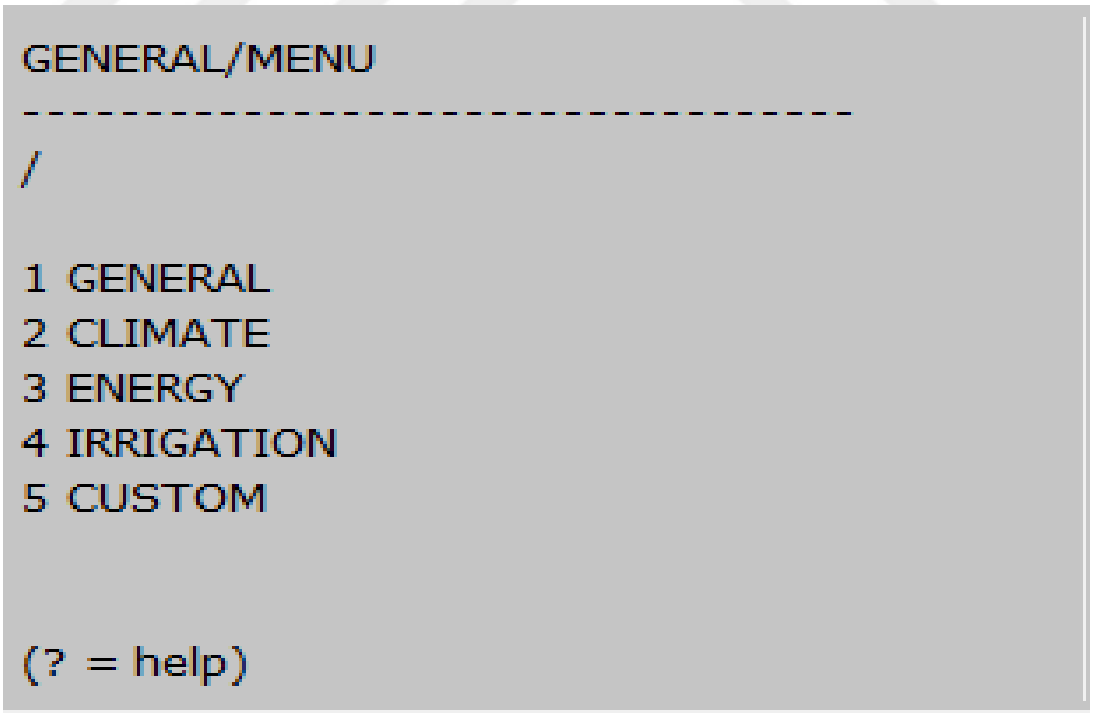
Şekil 4.20. Priva Office I 180 kodlu sisleme stratejisi ekranı

Bu araştırma kapsamında, genel itibari ile Priva INTEGRO sürümü incelenmiştir. Program bir ağaç yapısına dayanmaktadır. Her menü (seçenek) başka bir menü (seçenek) ile gösterilmektedir. Menülerde gezinmek için ok tuşları, imleci ekran boyunca hareket ettirmek için kullanılmaktadır. Seçimler [E] tuşuna basılarak onaylanarak, bir sonraki menü açılacaktır. Son olarak, ayarların görüntülenebileceği veya değiştirilebileceği bölümlere erişim sağlanacaktır. Şekil 4.21'de örnek menü şeması göstermiştir.



Şekil 4.21. Priva INTEGRO için örnek ağaç şeması

Şekil 4.22'de [G] tuşuna bir kez veya daha fazla basarak Genel / Menü kısmına erişim sağlanmaktadır. Diğer menü seçimlerinin yapılabildiği "ağacın" ana menüsüdür.



Şekil 4.22. Priva INTEGRO genel menü ekranı

Priva genel ayarlar sekmesi, otomasyon bilgisayarı bölümlerinin bir özetini sunmaktadır. Dış ortam hava durumu, alarmlar, sayfa ve grafik yazdırma, sera içi iklimlendirme alarm limitleri vb. ayarlara ulaşılabilmektedir.

Çatılar ve termal perdeler otomasyon sistemi tarafından fırtına veya don sırasında otomatik kontrol edilmektedir. Şekil 4.23'de fırtına ve donma limitleri gösterilmiştir. Bu limitlerin kapatılması veya etkinleştirilmesi mümkündür.

I4 - Weather settings [No 1]

Settings

1	Rain limit		-..▼..+
2	Rain on delay		0'05
3	Rain off delay min/max	2'00	5'00
4	Forced rain duration/on	15'00	OFF

7	Storm limit	10,0
8	Storm on delay	2'00
9	Storm off delay	8'00

10	Frost limit	0,0
11	Range radiation start	0
12	Range radiation end	0
13	Max adjustment frost limit	0,0
14	Frost on delay	1'00
15	Frost off delay	8'00
16	Calc frost limit	0,0

Şekil 4.23. I 4 Fırtına ve don limitleri ekranı

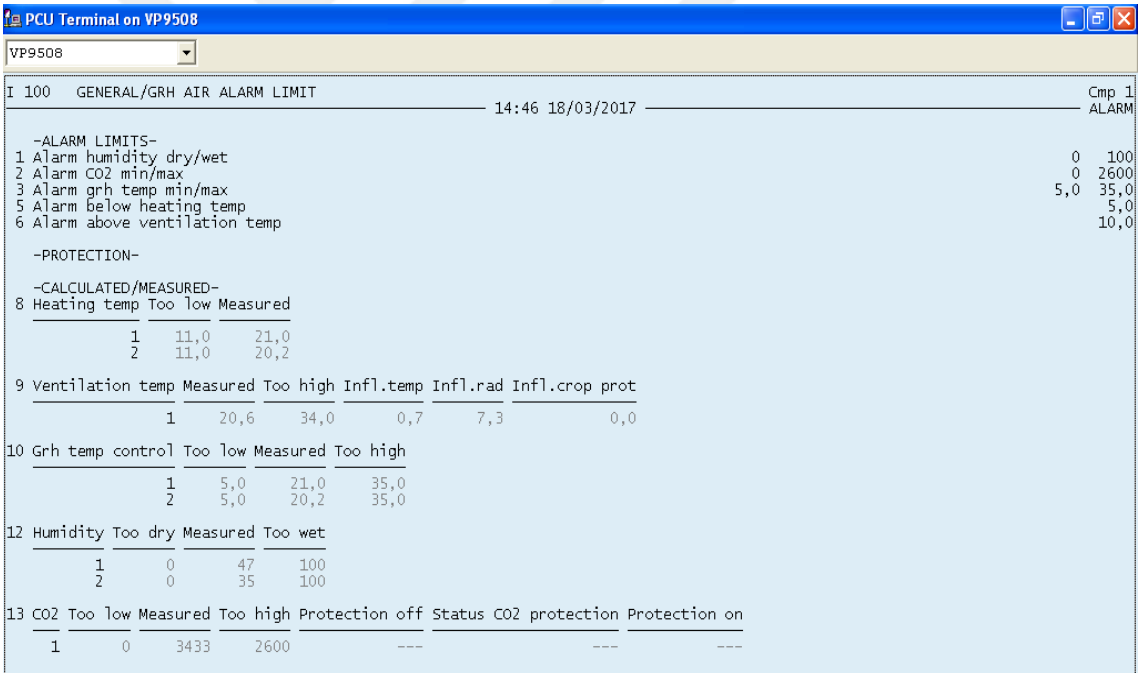
"Rain limit" parametresi yağmur limitini arttırma veya azaltma görevini yerine getirmektedir. "Rain on delay" ayarı dakika/saniye değeri verilerek, yağmur duyargasının "yağmur başlangıcı" sinyalini vermeden önce yağmuru tahmin etmesi gereken süredir. "Rain off delay minimum/maximum" değeri dakika/saniye cinsinden verilmektedir, minumum ve maksimum yağmura karşı gecikmeyi ifade etmektedir. "Forced rain duration/on" parametresi aktif edildiğinde, yağmur sinyali kesilmesinden itibaren devam ettirildiği dakika/saniye cinsinden değerdir. Ayrıca bu süre içinde çatıları sınırlandırmayı mümkün kılmaktadır.

"Storm limit" sekmesinde m/s cinsinden rüzgar hızının değeri girilmekte, fırtınanın aktif olduğu hızı belirtmektedir. "Storm on delay" dakika/saniye değeri olarak girilmektedir, fırtına korumasının aktif hale gelmesi ve rüzgâr hızının fırtına sınırını

aşması için beklenildiği süredir. “Storm off delay”, fırtına korumasının devre dışı bırakılması ve 'fırtına kapalı' mesajının gösterilmesi için rüzgâr hızının fırtına sınırının altında kalması için beklenen süredir.

“Frost limit” -50.0 ve 50.0 °C arasında girilebilmektedir, donma korumasının aktif olduğu dış hava sıcaklığını ifade etmektedir. “Range radiation start” ve “Range radiation end” değerleri W / m^2’dir, don korumasının ışınıma bağlı ayarının başladığı ve bittiği ışınım aralıklarıdır. “Maximum adjustment frost limit” -30.0 ve 30.0 °C sıcaklık aralığında girilebilmektedir, don limitinin maksimum ışınıma bağlı ayarıdır. “Frost on delay” parametresi ve “Frost off delay” parametreleri dakika/saniye cinsinden girilmektedir, dış sıcaklığın donmaya karşı korumanın aktif hale gelmesi veya devreden çıkarılması için hesaplanan donma sınırının altında veya üstünde olması ve 'donma açık-kapalı' mesajının gösterilmesi gereken süredir. “Calculated frost limit” parametresi °C cinsinden hesaplanan don limitinin belirtildiği değerdir.

Sera içi iklimlendirme alarm limitleri Şekil 4.24’de I 100 numaralı ekranda gösterilmiştir. Bu ekranda, hava sıcaklığı, sera içi sıcaklığı, nem ve CO_2 içeriği için mutlak alarm limitlerine dayanmaktadır. Mutlak alarm limitlerinin yanı sıra sıcaklık, ısıtma ve havalandırma sıcaklıklarıyla ilgili göreceli alarm limitlerine de sahiptir.



Şekil 4.24. Sera içi iklimlendirme limitleri I 100 ekranı

“Alarm humidity dry/wet” parametresi mutlak nemi kuru ve ıslak duyargalar ile ölçmektedir. Bu ayar bölümünde, kuru ve ıslak duyargaların tetiklenmesi için maksimum değerler g/m^3 cinsinden girilmektedir. “Alarm CO_2 min/max” alarmın tetiklendiği minimum ve maksimum ppm cinsinden CO_2 değeridir. “Alarm grh temp min/max” sera içi sıcaklık alarmının devreye girmesi için minimum ve maksimum °C sıcaklık değeridir.

“Alarm below heating temp” parametresi °C sıcaklık olarak tutulmaktadır ve alarm tetiklenmeden önce hesaplanan ısıtma sıcaklığının altındaki maksimum sıcaklık farkını ifade etmektedir.

“Heating temp - Too low – Measured” sekmeleri, ısıtma bölümlerini göstermektedir, “too low” sekmesi alarmın tetiklenmesi için hesaplanan alarm limitidir. Bu limit, hesaplanan ısıtma sıcaklığı esas alınarak hesaplanmaktadır. “Measured” sekmesi, ° C cinsinden sera içi ölçülen sıcaklık değeridir.

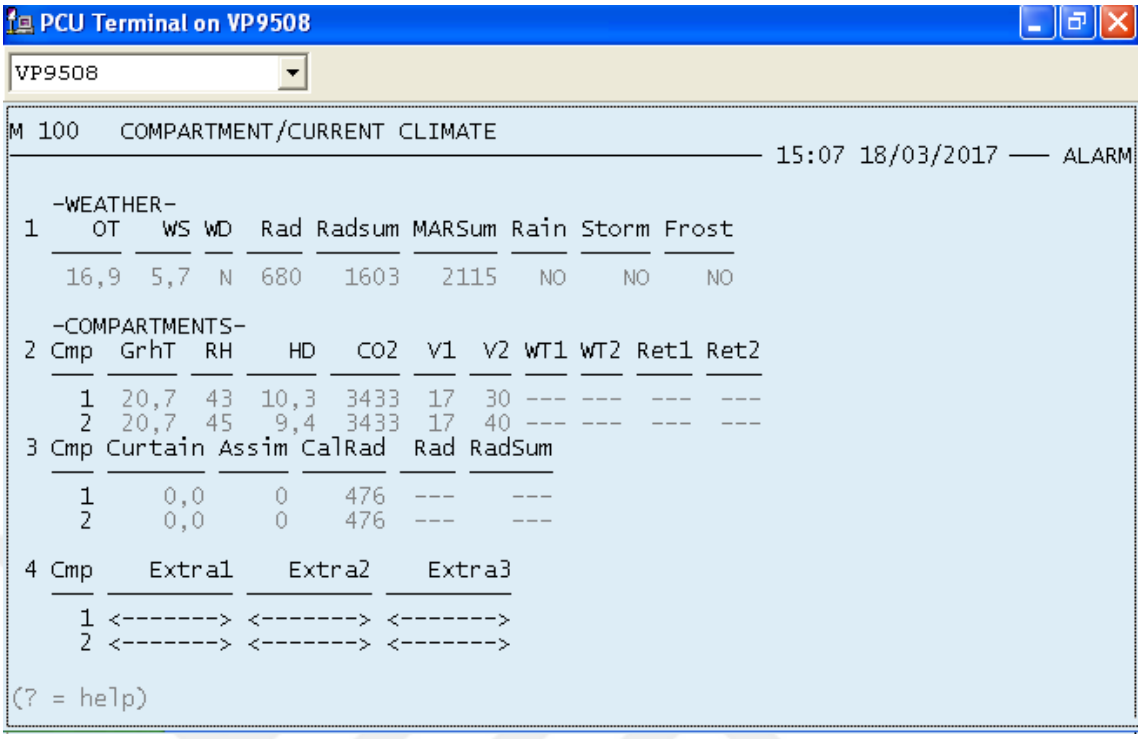
“Ventilation temp - Measured - Too high - Infl.temp - Infl.rad - Infl.crop prot” sekmelerinde, çatı havalandırmalarının numaralarını, ölçülen havalandırma sıcaklığını, yüksek alarm limitini, ölçülen dış sıcaklığının hesaplanan alarm limiti üzerindeki °C sıcaklık farkı etkisini, ölçülen radyasyonun hesaplanan alarm limiti üzerindeki °C sıcaklık farkı etkisini ve bitki korumasının hesaplanan alarm limiti üzerindeki °C sıcaklık farkı etkisini göstermektedir.

“Grh temp control - Too low - Measured - Too high” sekmelerinde, hava sıcaklığını ölçen ölçü duyargalarının numaralarını, sera sıcaklığının minimum olabileceği hava sıcaklığını, ölçülen sera içi hava sıcaklığını ve sera sıcaklığının maksimum olabileceği hava sıcaklığını göstermektedir.

“Humidity - Too dry - Measured - Too wet” sekmelerinde, bağıl nemi ölçen duyargalarının numaralarını, ıslak ve kuru nem duyargalarının ölçtüğü değerleri ve anlık ölçülen nemi g / m3 cinsinden göstermektedir.

“CO_2 - Too low - Measured - Too high - Protection off - Status CO_2 protection - Protection on” sekmelerinde, CO_2 ölçen duyargaların numaralarını, düşük ve yüksek ölçülen CO_2 değerlerini, anlık ölçülen CO_2 değerini ppm cinsinden ölçmektedir ve CO_2 korumasının açık-kapalı olduğu durumunu göstermektedir.

Şekil 4.25’de meteoroloji istasyonundan alınan anlık iklim verileri ve duyargalardan ölçülen sera içi iklim değerleri M 100 ekranında gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Anlık ölçülen iklim değerleri M 100 ekranı

"OT" ° C ölçülen dış sıcaklık, "WS" m / s ölçülen rüzgâr hızı, "WD" ölçülen rüzgâr yönü, "Rad" W / m^2 ölçülen radyasyon, "Radsum" J / cm^2 ölçülen ışınım miktarı, "MARSum" J / cm^2 hava istasyonunda ölçülen, programlanan gün sayısı boyunca ortalama günlük ışınım toplamı göstermektedir. "Rain" yağmurun etkin olup olmadığını, "Storm" fırtına olup olmadığını, "Frost" donma olup olmadığını ve varsa buzlanma limitinin aktif olduğunu belirtmektedir.

"GrhT" ° C ölçülen hava sıcaklığı, "RH" yüzde üzerinden ölçülen bağıl nem, "HD" g/m^3 ölçülen nem gereksinimi, "CO_2" ppm ölçülen karbondioksit, "V1" ve "V2" 1. ve 2. taraftaki ölçülen çatı pozisyonu, "WT1" ve "WT2" ° C ölçülen su sıcaklığı, "Ret1" ve "Ret2" ° C ölçülen ısıtma borusu sıcaklığını göstermektedir.

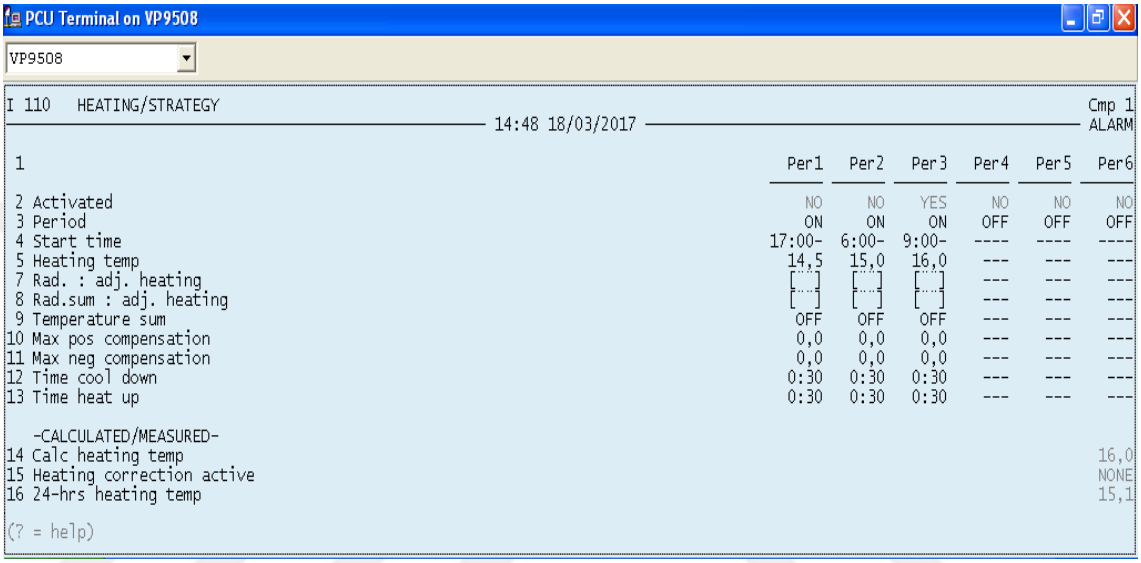
"Curtain" ölçülen termal perde konumu, "Assim" W/m^2 yapay ışık sisteminden elde edilen ışınımı, "CalRad" W/m^2 bitki üzerinde hesaplanan ışınımı, "Rad" W/m^2 ölçülen ışınımı, "RadSum" W/m^2 günlük ölçülen toplam ışınımı vermektedir.

"Extra1-2-3" sekmelerinde, kullanıcı otomasyon sistemi tarafından ölçülen herhangi bir parametreyi görüntülemek için kullanabilmektedir.

4.2.1. Priva İklimlendirme Sistemi

Priva sera otomasyonu iklimlendirme bölümünde, sera ısıtma-soğutma, havalandırma çatıları, termal perdeler, CO_2, sisleme ve sirkülasyon fanlarını kontrol etmektedir.

Şekil 4.26'da ısıtma stratejisi belirlenmiştir. 24 saatlik bir döngü boyunca ısıtma sıcaklığı ilerlemesi, döngünün maksimum 6 döneme ayrılabileceği bir saat tarafından kontrol edilmektedir.

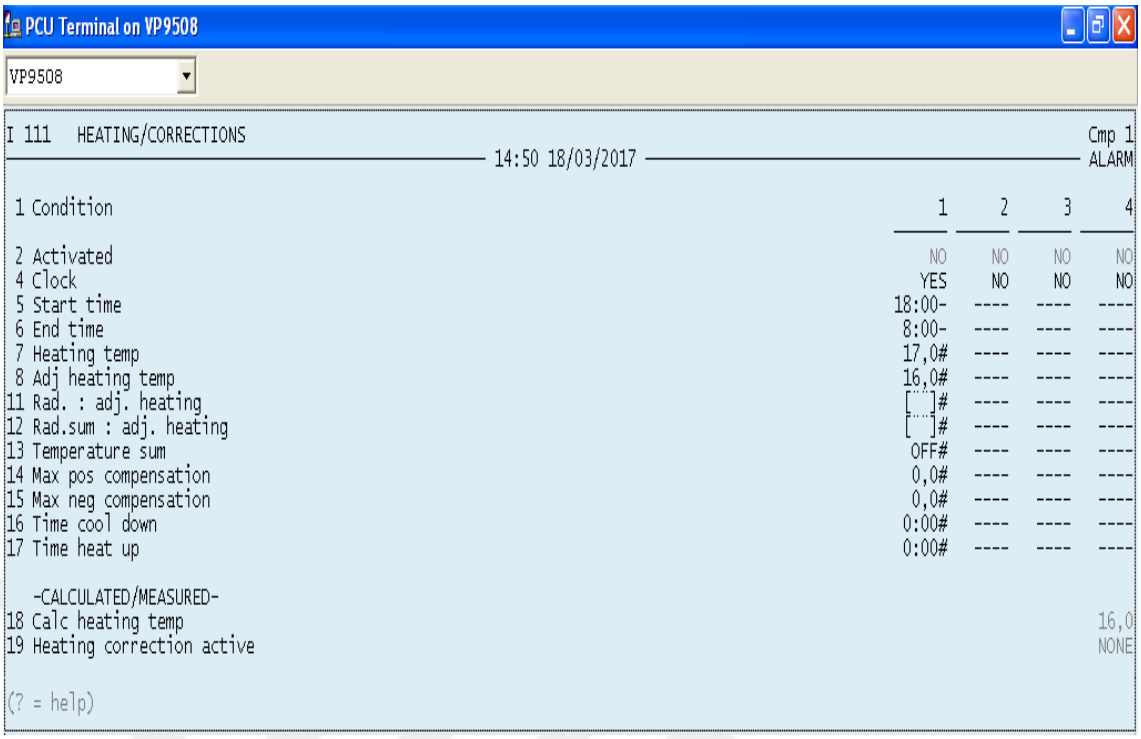


Şekil 4.26. Priva ısıtma stratejisi I 110 ekranı

"Activated" aktif olarak çalışmakta olan ısıtma periyodunu ve kapalı periyodları, "Period" açık ve kapalı olan ısıtma periyodlarını göstermektedir. "Start Time" ısıtmanın başlangıç saatini belirtmektedir, bu değer 24 saatlik bir dilim zamanında girilebilmektedir. "Heating temp" °C istenilen ısıtma sıcaklığı değerinin verildiği sekmedir. "Rad. . adj. Heating" ve "Rad.sum . adj. Heating" sekmeleri, ışınıma bağlı ısıtma sıcaklığının düşürülmesi veya arttırılması gereken seviyeleri göstermektedir. "Max pos compensation" ve "Max neg compensation" parametreleri, sıcaklık telafisi için hesaplanan ısıtma sıcaklığında maksimum kabul edilebilir düşüş veya artışı belirtmektedir. "Time cool down" ve "Time heat up" saat/dakika cinsinden bir periyod geçişinden sonra ayarlanan ısıtma sıcaklığını düşürmek veya arttırmak için °C başına istenen gecikme süresidir.

"Calc heating temp" ısıtma periyodundan sonra ölçülen sıcaklığı, "24-hrs heating temp" sekmesi ise, 24 saatlik ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalamasını göstermektedir.

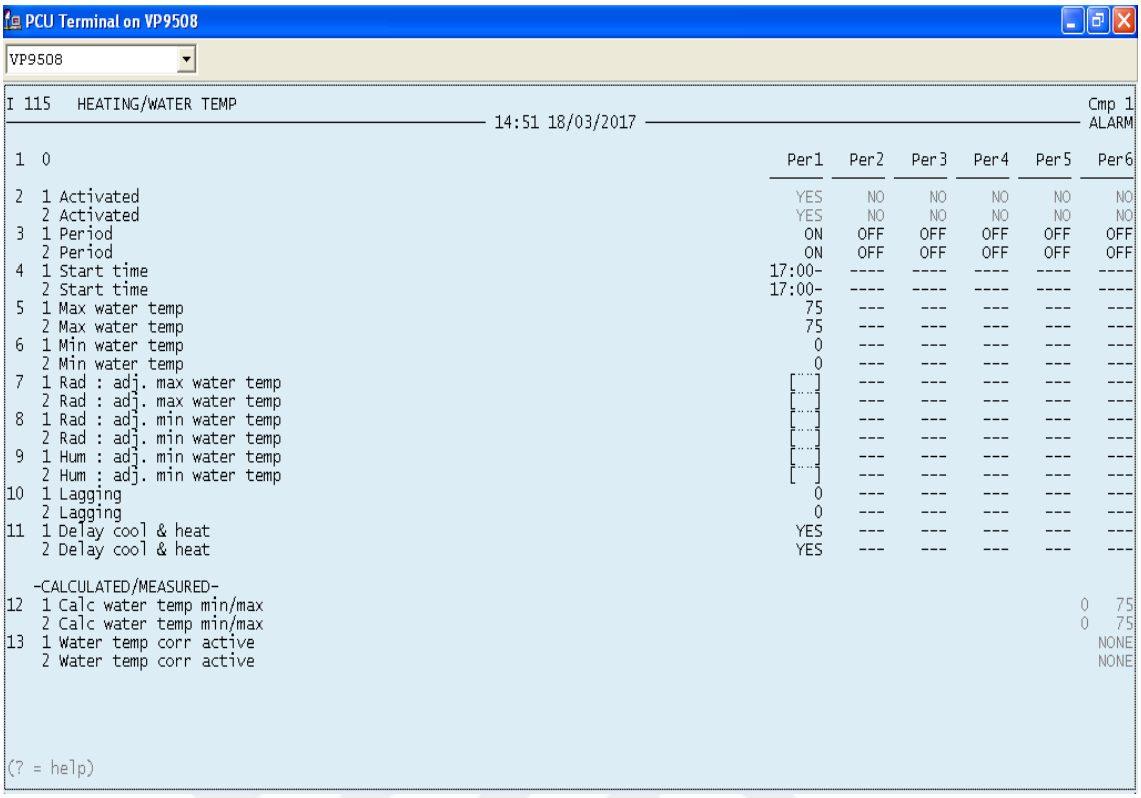
"Heating correction active" Şekil 4.27'deki ısıtma doğrulama ekranının hangi periyodunun aktif olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.27. Priva ısıtma doğrulama I 111 ekranı

Isıtma doğrulama ekranını kullanarak, bir veya birden fazla periyot girilebilmektedir. Bu girilen periyotlar, Şekil 4.26'daki I 110 ısıtma strateji ayarlarından kısmen veya tamamen bir dış koşul veya bir saat koşulu temelinde saptırma yapmak mümkündür. I 110 ekranından tek farkı, ısıtmanın bitiş süresi olmasıdır. Bu süre bitiminde I 110 ısıtma stratejisi devreye girmektedir.

Şekil 4.28'de ısıtma borularının su sıcaklık ayarları gösterilmiştir. Isıtma boruları gerçekleştirilecek olan ısıtma sıcaklığı tarafından kontrol edilmektedir. Isıtma sıcaklığı, maksimum 6 periyoda dağılmış, 24 saatlik bir döngü ayarına dayanmaktadır. Ayarlanan maksimum su sıcaklığı sınırı ışınımdan etkilenebilmektedir. Ayarlanan minimum su sıcaklığı sınırı ışınım, nem ve herhangi bir ısı kaynağındaki bir ısı fazlasından etkilenebilmektedir.



Şekil 4.28. Priva su sıcaklığı ayar I 115 ekranı

Su sıcaklığındaki parametreler iki bölmeye ayrılmıştır. Bu ekranda, 2 ayrı bölme üzerine farklı değerler girilerek sera içi ısıtması yönetilebilmektedir.

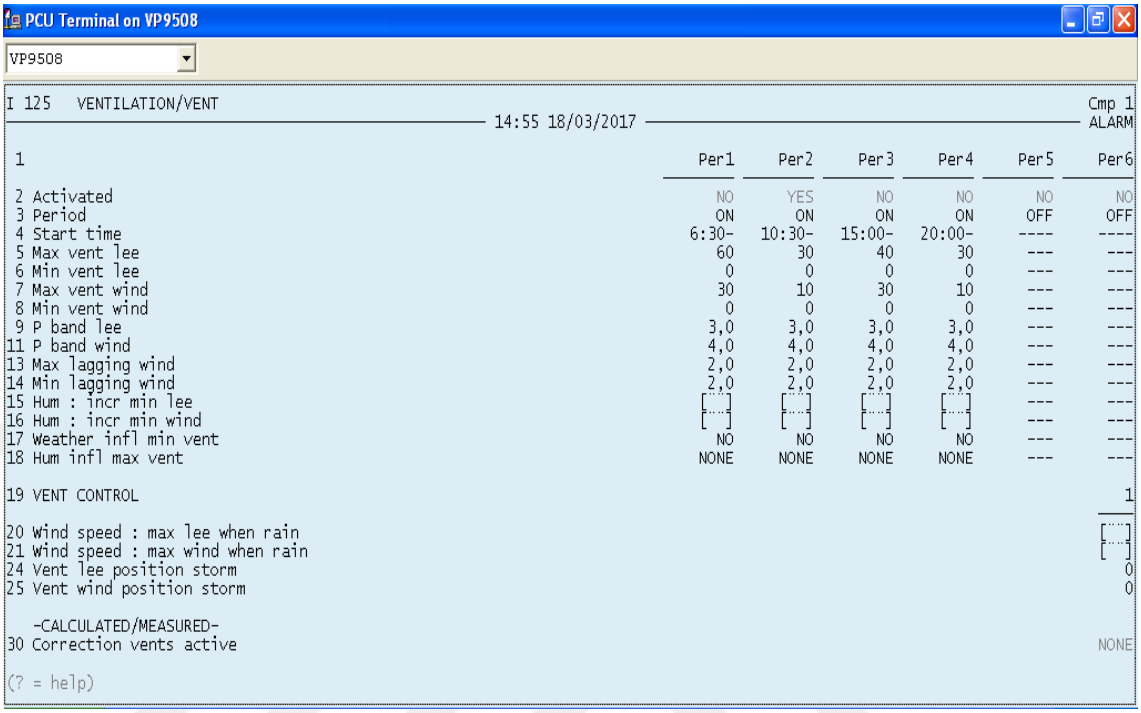
“Max water temp” ve “Min water temp” °C cinsinden minimum ve maksimum su sıcaklığı belirlenebilmektedir. “Start time” sekmesi, saat-dakika cinsinden girilebilmektedir ve 24 saatlik ısıtma döngüsünü başlatmaktadır. “Rad. adj. Max water temp” ve “Rad. adj. Min water temp” sekmeleri, ışınıma bağlı sıcaklık seviyesi değişimi veya minimum-maksimum su sıcaklığının değiştirilmesi için ilgili ayarlara sahip ışınım seviyelerini ifade etmektedir. “Hum. adj. min water temp” parametresi, minimum su sıcaklığındaki neme bağlı artış veya azalış için nem seviyelerini kontrol etmektedir.

“Lagging” parametresi, bir döngü değişimi sırasında gecikme yaşanmasından dolayı °C cinsinden sıcaklık farkının ayarlanmasını sağlamaktadır. Eğer değer 0 °C girilirse, bir sonraki döngü başlayana kadar, sıcaklık en son biten döngüdeki istenilen sıcaklık ile aynı olmaktadır.

“Delay cool & heat” parametresi, ısıtma-soğutma peryot değişikliğinde bir gecikme uygulanmasını veya uygulanmamasını belirlemektedir.

“CALCULATED/MEASURED” bölümünde, su sıcaklığının hesaplanan/ölçülen minimum ve maksimum değerini ve günlük ortalama değerini göstermektedir.

Her dönem için ayarlanan havalandırma sıcaklığı ışınım, ışınım toplamı, nem ve sıcaklık entegrasyonundan etkilenebilmektedir. Şekil 4.29'da havalandırma için pencere ayarları gösterilmiştir.



PCU Terminal on VP9508

VP9508

I 125 VENTILATION/VENT — 14:55 18/03/2017 — Cmp 1 ALARM

1	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
2 Activated	NO	YES	NO	NO	NO	NO
3 Period	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
4 Start time	6:30-	10:30-	15:00-	20:00-	----	----
5 Max vent lee	60	30	40	30	---	---
6 Min vent lee	0	0	0	0	---	---
7 Max vent wind	30	10	30	10	---	---
8 Min vent wind	0	0	0	0	---	---
9 P band lee	3,0	3,0	3,0	3,0	---	---
11 P band wind	4,0	4,0	4,0	4,0	---	---
13 Max lagging wind	2,0	2,0	2,0	2,0	---	---
14 Min lagging wind	2,0	2,0	2,0	2,0	---	---
15 Hum : incr min lee	[....]	[....]	[....]	[....]	---	---
16 Hum : incr min wind	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	---	---
17 Weather infl min vent	NO	NO	NO	NO	---	---
18 Hum infl max vent	NONE	NONE	NONE	NONE	---	---
19 VENT CONTROL						1
20 Wind speed : max lee when rain						[....]
21 Wind speed : max wind when rain						[ ]
24 Vent lee position storm						0
25 Vent wind position storm						0
-CALCULATED/MEASURED-						
30 Correction vents active						NONE

(? = help)

Şekil 4.29. Havalandırma için pencere ayarları I 125 ekranı

Rüzgâra zıt ve rüzgâr tarafı pencereleri için hesaplanan pencere konumu, maksimum 6 peryotta ayarlanabilmektedir. "Start time" parametresi saat-dakika cinsinden değer girilerek bir sonraki periyoda kadar pencerelerin çalışmasını başlatmaktadır. "Max vent lee" ve "Min vent lee", rüzgâra zıt taraftaki pencerelerin minimum ve maksimum konumunu belirlemektedir. "Max vent wind" ve "Min vent wind", rüzgâr tarafındaki pencerelerin minimum ve maksimum konumlarını belirlemektedir. Hesaplanan havalandırma pencereleri konumları, yağmur, rüzgâr hızı ve nem gibi bazı kısıtlamalar nedeniyle burada ayarlanan maksimum havalandırma konumundan farklı olabilmektedir.

Rüzgâra zıt ve rüzgâr tarafındaki havalandırma pencereleri %100 konumda iken, "P band lee" ve "P band wind" parametreleri, ölçülen sera içi sıcaklığı ve yukarıda hesaplanan pencere havalandırması sıcaklığı arasındaki maksimum sıcaklık farkını ifade etmektedir.

"Max lagging wind" ve "Min lagging wind" parametreleri °C cinsinden, rüzgâr tarafındaki pencerelerin, rüzgâra zıt taraftaki pencerelere göre maksimum sıcaklık gecikmesini belirlemektedir.

“Hum. incr min lee” ve “Hum. incr min wind” sekmelerinde, rüzgara zıt ve rüzgar tarafındaki havalandırma pencelerin konumlarının neme bağlı olarak artması için ayarlamalar yapılmadıktadır.

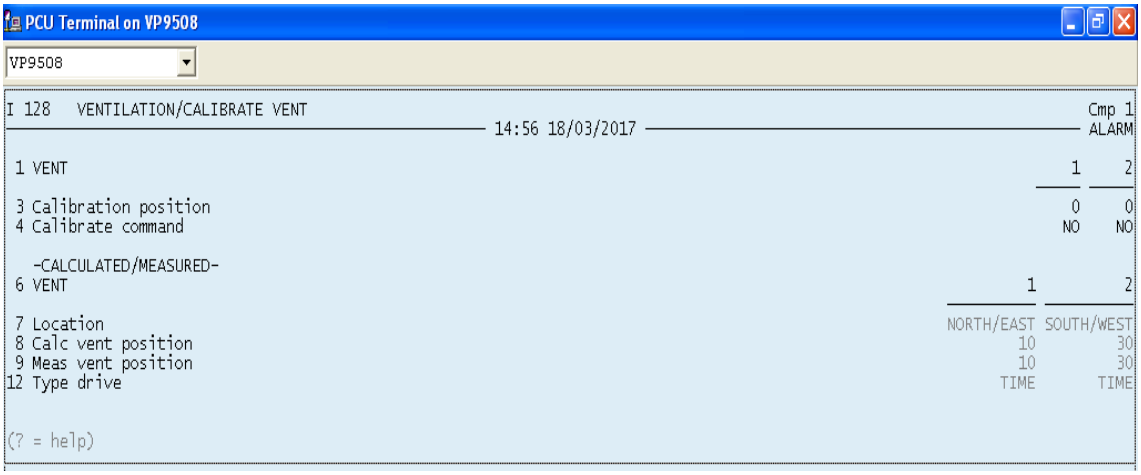
“Weather infl min vent” parametresinde, minimum havalandırma penceresi konumunun, dış ortam iklimine bağlı kontrol seçimi yapılabilmektedir. Seçenekler, “No” hesaplanan minimum pencere konumu dış hava koşullarından etkilenmemektedir. “Sum” ayarlanan hava etkisi ayarlanan minimum havalandırma pozisyonu ve nem etkisinin toplamı üzerinde çalışmaktadır. “Set” ayarlanan hava etkisi yalnızca ayarlanan minimum havalandırma penceresi konumunda çalışmaktadır. “Humidity” ayarlanan hava etkisi yalnızca ayarlanan nem etkisi ile çalışmaktadır.

“Hum infl max vent” parametresi aktif edildiğinde, havalandırma pencerelerinin mutlak neme bağlı olarak açıklık yüzdeleri azaltılmaktadır.

“Wind speed . max lee when rain” ve ““Wind speed . max wind when rain” sekmeleri, sistemden yağmur sinyali rapor edildiğinde, belirlenen maksimum havalandırma pencereleri konumları azaltılmaktadır.

“Vent lee position storm” ve “Vent wind position storm” parametrelerinde fırtına aktif sinyali geldiği zaman, pencere konumları girilen değer konumuna gelmektedir. Her iki sekmede girilen “0” değeri, fırtına sinyali geldiği zaman, pencereleri kapat komutunu ifade etmektedir.

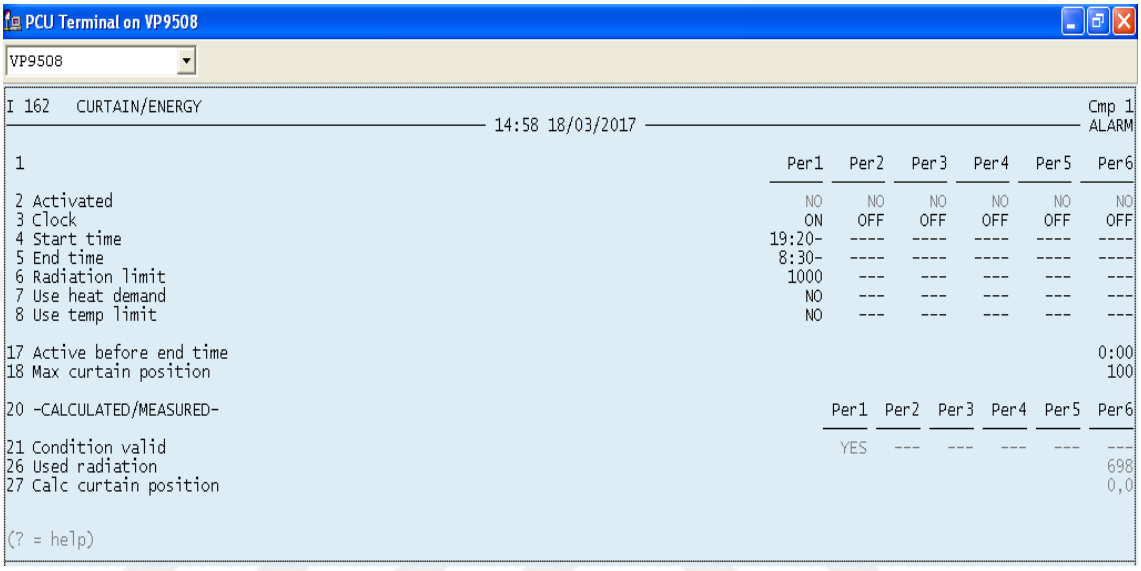
Priva otomasyon sistemi, pencere kalibrasyonlarını iki şekilde yapmaktadır. Havalandırma pencereleri tamamen açık veya tamamen kapalı durumda iken kalibrasyon işlemini başlatmaktadır. Konumu %0 veya %100 durumda görünmeyen havalandırma pencerelerini istenilen konuma getirdikten sonra kalibrasyon işlemini bitirmektedir. Şekil 4.30’da havalandırma pencereleri kalibrasyon ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.30. Havalandırma pencereleri kalibrasyon I 128 ekranı

"Calibration position" parametresi, mevcut ölçülen havalandırma penceresi konumunun kalibre edileceği ayarlanabilir konumu girilmektedir. "Calibrate command" sekmesi, manuel olarak kalibrasyon işleminin başlatılmasını sağlamaktadır.

Priva otomasyon sisteminde termal perdeler, enerji tasarrufu, gölgeleme ve bağıl nem için kullanılabilmektedir. Şekil 4.31'de termal perdelerin enerji tasarrufu için kullanımı gösterilmiştir.

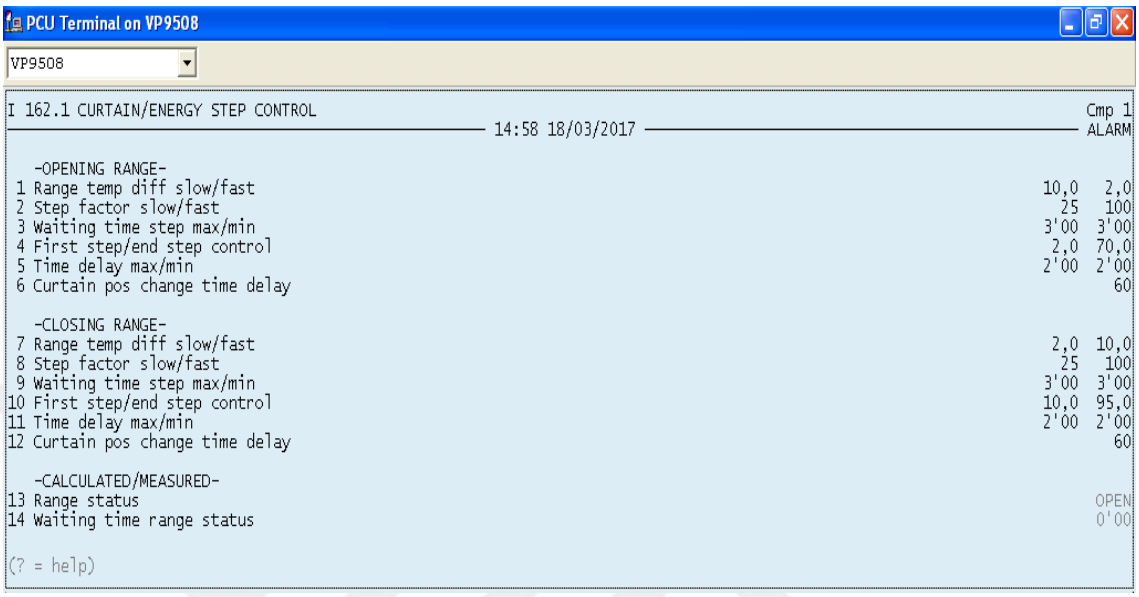


Şekil 4.31. Termal perdelerin enerji tasarrufu için kullanımı I 162 ekranı

"Activated" sekmesi, peryotların anlık durumunu göstermektedir. "No" aktif değil, "Yes" aktif durumunda anlamına gelmektedir. "Clock" parametresi "ON" durumuna getirildiğinde, mevcut peryotu zamanı geldiğinde aktif etmektedir. "Start time" ve "End time" parametreleri, termal perdelerin çalışmaya başlangıç zamanını ve bitiş zamanını ifade etmektedir. "Radiation limit" W/m^2 cinsinden, ışınımın limitini belirlemektedir. "Use heat demand" sekmesinde, beklenen ısı talebini termal perdesinin kapanması için bir koşul olarak kullanılıp veya kullanılmaması için karar verilmektedir. "Use temp limit" parametresinde, sıcaklık sınırını termal perdesinin kapanması için bir koşul olarak kullanılıp veya kullanılmaması için karar verilmektedir.

"Active before end time" parametresinde saat-dakika cinsinden süre girilmektedir. Girilen süre, bitiş zamanından çıkarılarak kontrol edilmektedir. Eğer bitiş zamanından önce termal perde aktif halde değilse, girilen süre esas alınarak termal perde aktif hale getirilememektedir. "Max curtain position" parametresinde % cinsinden değer girilmektedir, termal perdenin aktif olduğu durumlarda maksimum perde konumunu ifade etmektedir.

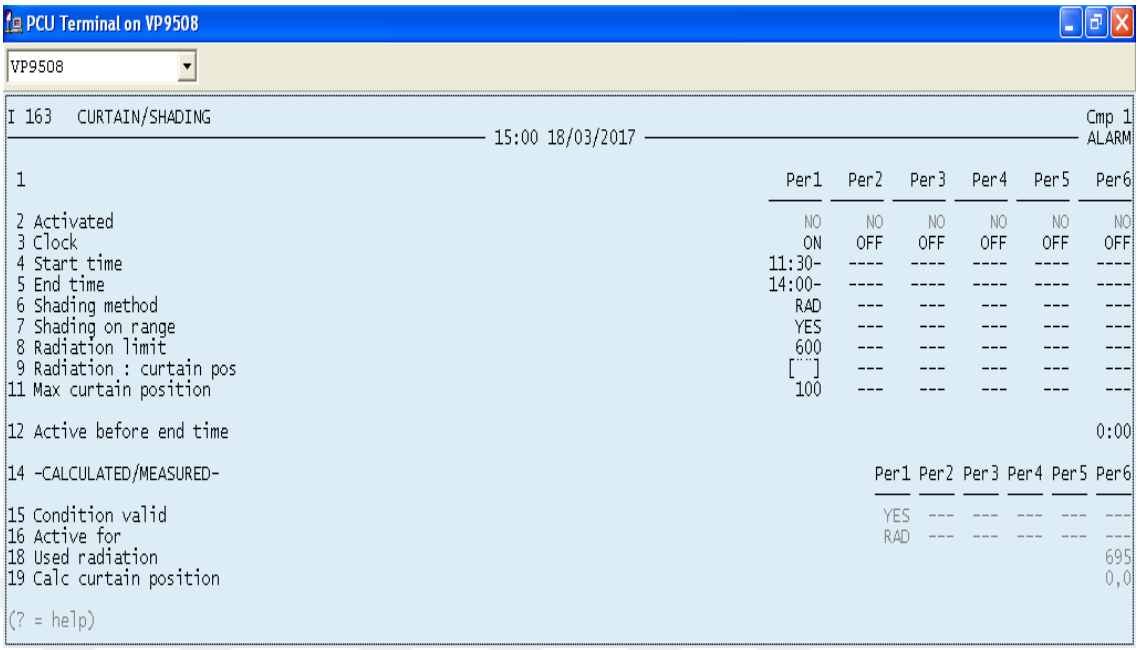
Sistemde termal perdeler, hesaplanan ısıtma sıcaklığı ile ölçülen dış sıcaklık arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak, enerji kaybını önlemek için perde küçük adımlarla veya büyük adımlarla açılabilmektedir. Şekil 4.32'de termal perdelerin step kontrolü gösterilmiştir.



Şekil 4.32. Termal perdelerin step kontrolü I 162.1 ekranı

"OPENING RANGE" ve "CLOSING RANGE" olarak iki bölüme ayrılmaktadır, açılmasında ve kapanmasındaki ayarları kapsamaktadır. "Range temp diff slow/fast" parametresinde, ° C sıcaklık cinsinden yavaş ve hızlı açılıp veya kapanması için değerler belirlenmektedir ve tüm alt parametreler buradaki değeri esas alarak çalışmaktadır. "Step factor slow/fast" sekmesinde, sıcaklık farkı 1. Seçenekteki gibi büyük ise, minimum adım ile açılmaktadır, eğer iç ortam ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı küçük ise maksimum adım ile açılacaktır. "Waiting time step max/min" parametresi dakika-saniye süre cinsinden, adımlı açılış ve kapanışlardaki bekleme sürelerini belirlemektedir. "First step/end step control" sekmesinde % olarak girilen değerlere ulaşıldığında, ilk ve son adım kontrolleri yapılmaktadır. "Time delay max/min" dakika-saniye süre cinsinden, maksimum ve minimum zaman gecikmesi girilmektedir.

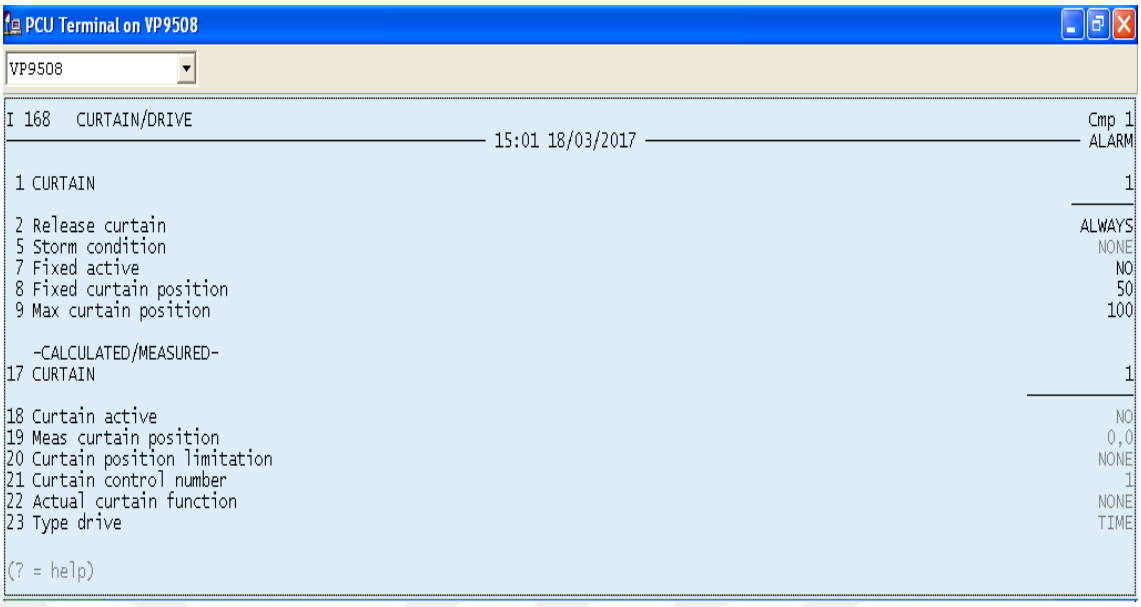
Şekil 4.33'de termal perdelerin gölgeleme için kontrol ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Termal perdelerin gölgeleme için kontrolü I 163 ekranı

"Start time" ve "End time" parametreleri saat-dakika zaman cinsinden, gölgeleme başlangıç ve bitiş zamanını belirtmektedir. "Shading method" sekmesinde, "Rad" seçimi yapılırsa, ışınıma bağlı olarak, "Temp" seçilirse sıcaklığı bağlı olarak gölgeleme yapmaktadır. "Shading on range" sekmesinde, ışınım seviyelerine bağlı olarak gölgeleme perdesi konumunun değiştirilip değiştirilemeyeceğini kararı verilmektedir. "Radiation limit" parametresinde W/m^2 cinsinden girilen değerin üstünde ışınım ölçüldüğünde gölgeleme aktif olmaktadır. "Radiation . curtain pos" sekmesinde, radyasyon girilen ışınım limitini aştığında, termal perdenin % cinsinden konumu belirnebilmektedir. "Max curtain position" parametresinde, termal perdenin en fazla açılabileceği konum ayarlanmaktadır.

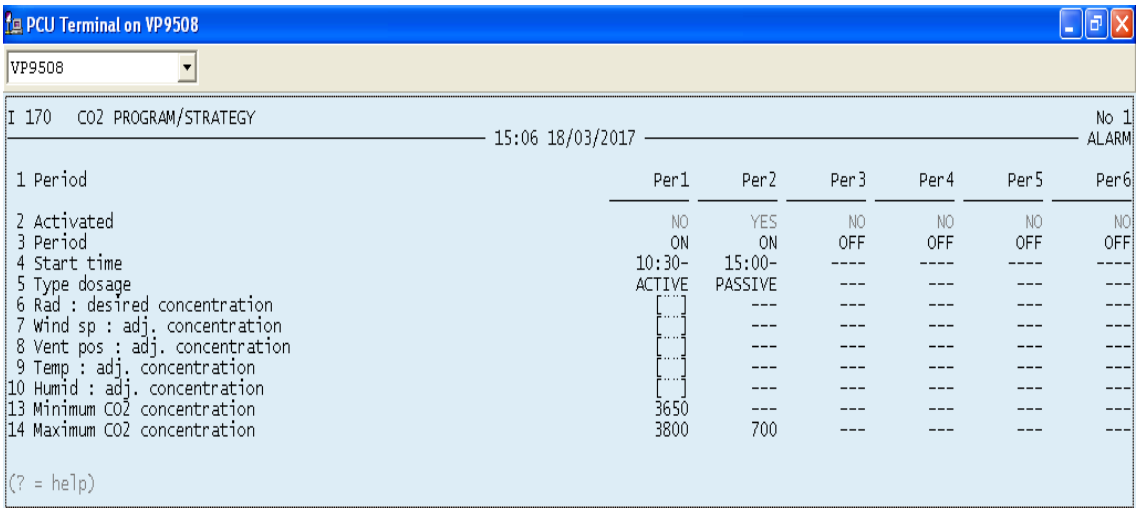
Perde üzerinde, fırtına pozisyonu, sabit pozisyon veya kurulum için maksimum perde pozisyonu gibi perde fonksiyonundan bağımsız olan sınırlamalar gerekmektedir, Şekil 4.34'de termal perdelerin bu durumlar için kontrolü verilmektedir.



Şekil 4.34. Termal perdelerin kontrolü I 168 ekranı

"Release curtain" sekmesinde, termal perdenin çalışma şekli verilmektedir. "None" seçilirse, bilgisayar termal perdeyi kontrol edemeyecektir. "Always" seçilirse, termal perde kontrolü her zaman için serbest bırakılmaktadır. "Clock" seçilirse, termal perde kontrolü sadece ayarlanan başlangıç ve bitiş zamanları arasında bilgisayar kontrolüne serbest bırakılacaktır. "Storm condition" parametresinde, herhangi bir fırtına planı girilerek, fırtına sinyali geldiğinde termal perde konumu belirlenebilmektedir. "Fixed active" sekmesinde, termal perdenin sabit konumuna bilgisayar tarafından kontrol edilip, edilmeyeceğine karar verilmektedir. Eğer sabit perde pozisyonu aktif ise, "Fixed curtain position" parametresi termal perde %50 konumundayken sabit pozisyonda kullanılabilecektir. "Max curtain position" parametresi, termal perde kontrolü(örnek termal perde montajı) için geçerli olabilecek maksimum perde pozisyonunu belirlemektedir.

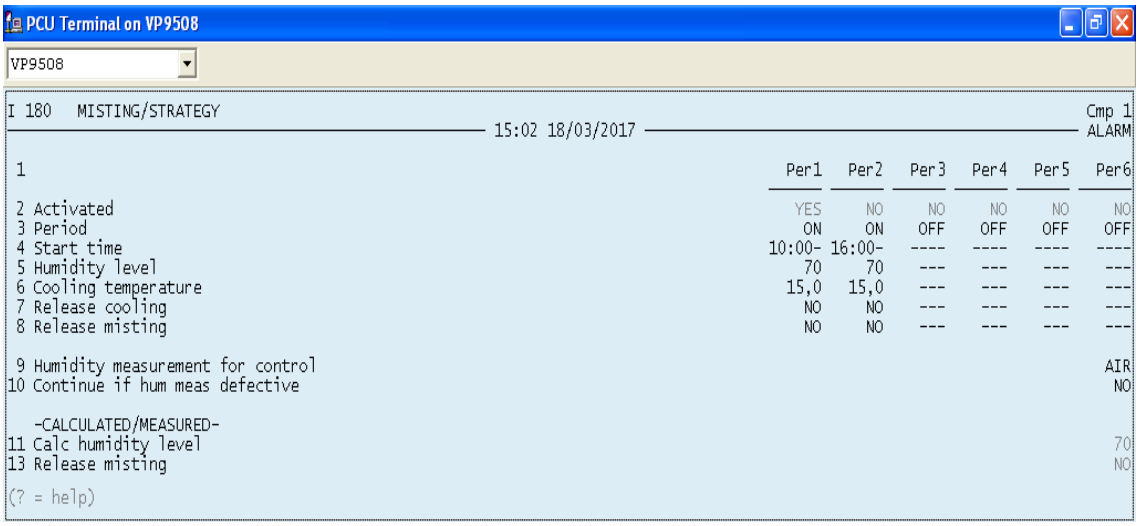
Priva otomasyon karbondioksit sisteminde, aktif ve pasif olarak iki şekilde CO_2 dozajlama yapabilmektedir. Aktif dozajlama, CO_2 tankından direk dozajlama yapmaktadır. Pasif dozajlama, ısı veya elektik üretilirken yan ürün olarak CO_2 üretiminin sera içine kontrollü verilmesini sağlamaktadır. Sistem, aktif ve pasif olarak iki dozajlama şeklini aynı anda kullanabilmektedir. Şekil 4.35'de karbondioksit stratejisi verilmiştir.



Şekil 4.35. CO2 dozajlama stratejisi I 170 ekranı

Maksimum 6 peryot şeklinde dozajlama programı yapılabilmektedir. “Activated” sekmesi, anlık olarak peryotların durumunu göstermektedir. “No”, aktif değil, “Yes” aktif olarak dozajlama yapıldığını göstermektedir. “Start time” parametresi saat-dakika cinsinden, dozajlamanın başlangıç saatini belirtmektedir. “Type dosage” sekmesinde, dozajlama yöntemi seçilebilmektedir. “Rad . desired concentration”, “Wind sp . adj desired concentration”, “Vent pos . adj desired concentration”, “Temp . adj desired concentration” ve “Humid . adj desired concentration” paremetrelerinde, ışınıma, rüzgar hızına, havalandırma pencerelerine vebağıl neme bağlı olarak konsantrasyon seviyeleri belirlenmektedir. “Minimum CO_2 concentration” ve “Maximum CO_2 concentration” parametrelerinde ppm cinsinden, minimum ve maksimum karbondioksit konsantrasyon seviyeleri girilmektedir.

Sisleme sistemi, sera içinde 24 saatlik bir süre boyunca, maksimum 6 döneme ayrılmasını sağlayan bir zamanlayıcı tarafından kontrol edilmektedir. Her periyod için bir nem limiti belirlenebilmektedir. Ayrıca, sisleme bitkiyi soğutmak için devreye girdiği her bir dönem için bir soğutma sıcaklığı da ayarlanabilmektedir. Şekil 4.36’da sisleme sistemi stratejisi gösterilmiştir.



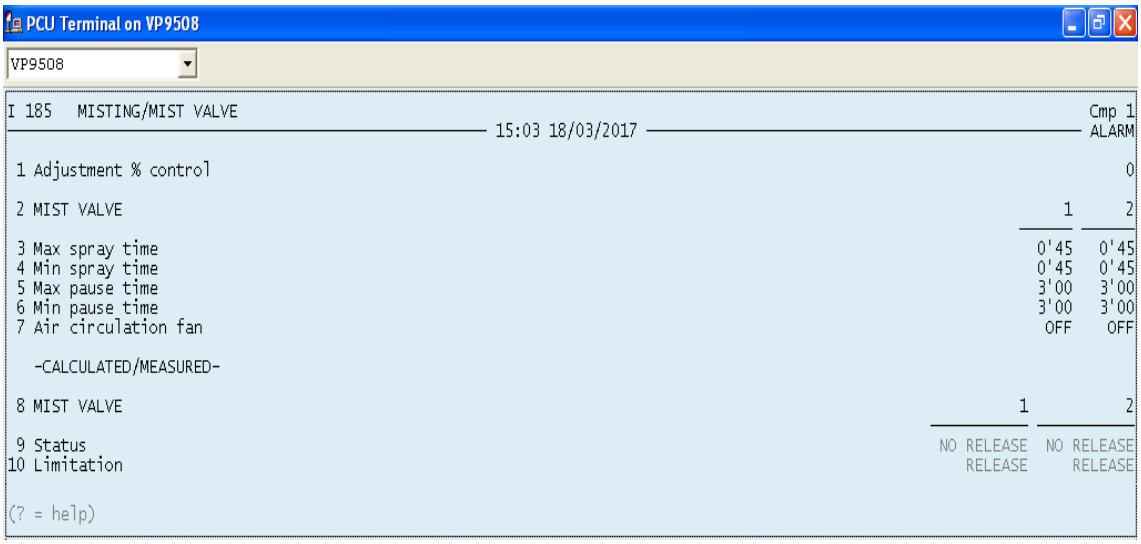
Şekil 4.36. Sisleme stratejisi I 180 ekranı

"Activated" sekmesi, anlık olarak peryotların durumunu göstermektedir. "No", aktif değil, "Yes" aktif olarak sisleme yapıldığını göstermektedir. "Start time" parametresi saat-dakika cinsinden, sislemenin başlangıç saatini belirtmektedir. "Humidity level" parametresinde %'lik cinsinden değer girilmektedir, nem seviyesi girilen değeri aştığı zaman sisleme sistemi durmaktadır. "Cooling temperature" sekmesinde °C sıcaklık değeri belirlenmektedir, sera içi sıcaklığını girilen set değerine eşitlemek için sisleme aktif hale gelmektedir. "Release cooling" alanında, sisleme sisteminin soğutma amacıyla kullanıp, kullanılmayacağının seçimi yapılmaktadır. "Release misting" seçeneği "Yes" olarak belirlenmiş ise, sisleme sistemi devre dışı bırakılmıştır.

"Humidity measurement for control" sekmesinde "AIR", "TOP", "PLANT" ve "ALL" seçenekleri girilebilmektedir. "AIR" seçimi yapılır ise, sisleme ölçülen hava nemi temelinde kontrol edilmektedir. "TOP" seçilirse, kontrol bitkinin tepesinde hesaplanan mikro iklim temelinde gerçekleştirilmektedir. "PLANT" seçilirse, sisleme sera içindeki hesaplanan mikro iklim temelinde kontrol edilmektedir. "ALL" seçilirse, sisleme nem seviyesinin en yüksek olduğu yere göre kontrol edilmektedir.

"Cont if hum meas defective" sekmesinde, nem ölçümü hatalı olarak tespit edildiğinde kontrolün devam edip veya etmemesini sağlamaktadır.

Sisleme sisteminde valflerin dengesiz bir şekilde değiştirilmesini önlemek için, püskürtme ve duraklama zamanları ayarlanmaktadır. Şekil 4.37'de sisleme valflerin ayarlanması gösterilmiştir.

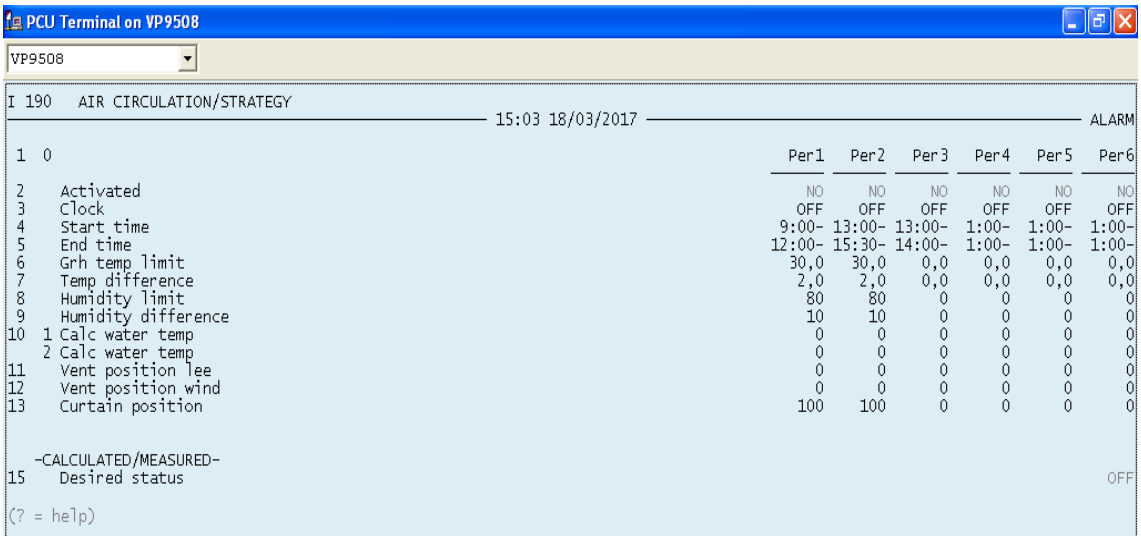


Şekil 4.37. Sisleme valflerinin kontrolü I 185 ekranı

"Adjustment % control" parametresinde, hesaplanan püskürtme süresi kontrolü yüzdelik olarak ayarlanmaktadır. "MIST VALVE" sekmesinde, sisleme valfi numaraları gösterilmektedir.

"Max spray time" ve "Min spray time" parametrelerinde, sisleme valflerinin minimum ve maksimum püskürtme süreleri girilmektedir. "Max pause time" ve "Min pause time" sekmelerinde dakika-saniye zaman cinsinden, iki püskürtme döngüsü arasındaki maksimum ve minimum duraklama süresi belirlenmektedir. "Air circulation fan" sekmesinde, hava sirkülasyon fanlarının, sisleme sistemi aktif haldeyken kapatılıp kapatılmayacağı seçilmektedir.

Sirkülasyon fanları, 24 saatlik sürenin maksimum 6 periyoda ayrılmasını sağlayan bir zamanlayıcı tarafından kontrol edilmektedir. Priva otomasyon sisteminde, sirkülasyon fanlarının kontrol önceliği sırası ile bitki koruması, hava sirkülasyonu, sisleme kontrolü şeklindedir. Anahtarlama limitleri her peryot için ayarlanabilmektedir. Sirkülasyon fanlarının çalışma stratejisi Şekil 4.38'de verilmiştir.



PCU Terminal on VP9508

VP9508

I 190 AIR CIRCULATION/STRATEGY

15:03 18/03/2017 ALARM

		Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
1	0						
2	Activated	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3	Clock	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
4	Start time	9:00-	13:00-	13:00-	1:00-	1:00-	1:00-
5	End time	12:00-	15:30-	14:00-	1:00-	1:00-	1:00-
6	Grh temp limit	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Temp difference	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Humidity limit	80	80	0	0	0	0
9	Humidity difference	10	10	0	0	0	0
10	1 Calc water temp	0	0	0	0	0	0
	2 Calc water temp	0	0	0	0	0	0
11	Vent position lee	0	0	0	0	0	0
12	Vent position wind	0	0	0	0	0	0
13	Curtain position	100	100	0	0	0	0
	-CALCULATED/MEASURED-						
15	Desired status						OFF

(? = help)

Şekil 4.38. Sirkülasyon fanlarının çalışma stratejisi I 190 ekranı

"Start time" ve "End time" parametreleri saat-dakika zaman cinsinden, sirkülasyon fanlarının başlangıç ve bitiş zamanını belirtmektedir. "Grh temp limit" ve "Temp difference" parametreleri °C sıcaklık cinsinden girilmektedir, sirkülasyon fanlarını açıp kapatmak için sera içi sıcaklığını belirlenen değerin altında tutmak için çalışmaktadır ve bölmelerde sıcaklık farkı tespit ederse devreye girmektedir. "Humidity limit" ve "Humidity difference" sekmelerinde %'lik olarak bağıl nemi esas alarak sirkülasyon fanlarını çalıştırmaktadır.

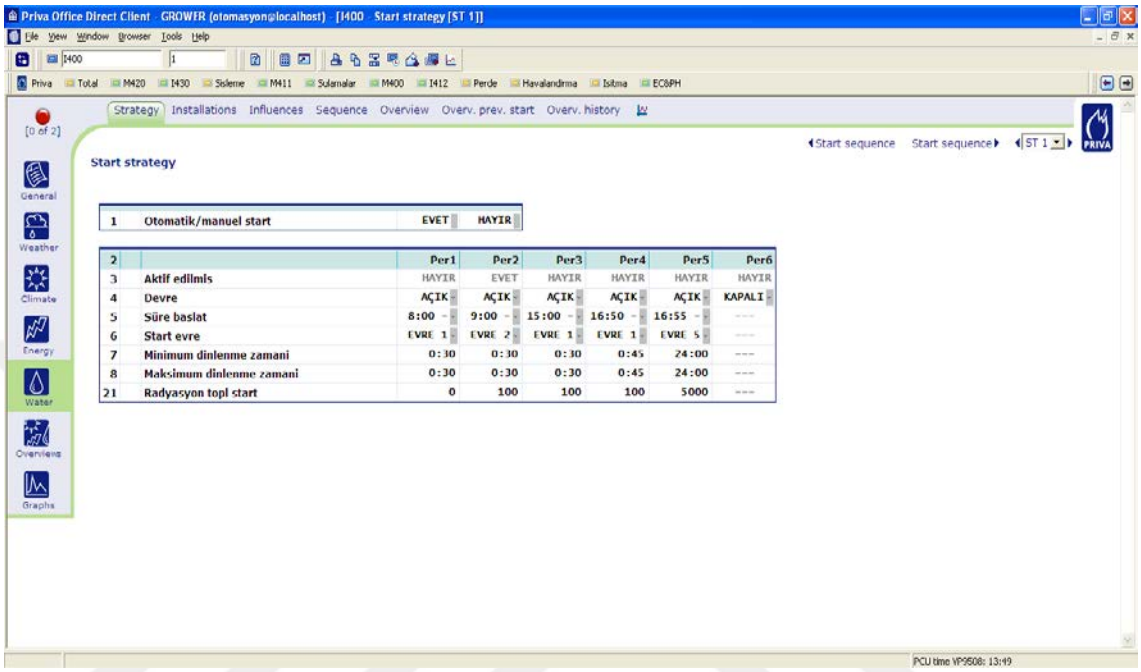
"Calc water temperature" °C sıcaklık cinsinden, sirkülasyon fanlarını açıp kapatmak için şart olarak hesaplanan su sıcaklığı belirtilmektedir. "Vent position lee" ve "Vent position wind" sekmelerinde, pencerelerin %'lik olarak ölçülen konumunu fanları kapatıp açmak için kullanmaktadır. "Curtain position" parametresinde %'lik cinsinden set değeri girilmektedir, bu set değeri sirkülasyon fanlarını açıp kapatmak için şart olarak percerenin konumunu dikkate almaktadır.

"Desired status" sekmesinde beş farklı durum belirtilebilmektedir, "OFF" sirkülasyon fanlarının kapalı olduğunu, "ON CIRC" fanların açık olduğunu, "ON SPRAY" bitki koruma programının fanları çalıştırdığını, "OFF SPRAY" bitki koruma programının fanları kapattığını ve "ON MIST" sisleme sisteminin sirkülasyon fanlarını çalıştırdığını göstermektedir.

4.2.2. Priva Sulama Sistemi

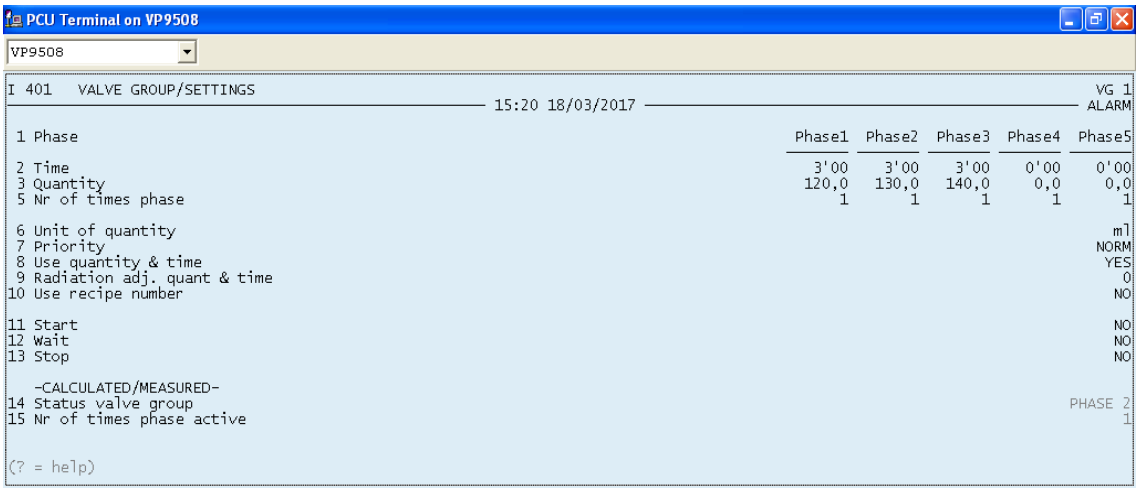
Priva sulama programı birkaç başlangıç seçeneğinden oluşmaktadır. Bu seçenekler, otomatik başlatmanın gerçekleştirdiği koşulları belirlemektedir. Başlatma, her periyoddaki farklı koşullara göre gerçekleştirilebilir ve maksimum 24 saatte 6 periyot içerebilmektedir.

Başlangıç programı bir veya daha fazla valf grubuna bir başlangıç sinyali verebilmektedir. Bir maksimum dinlenme zamanı girerek bir zaman aralığı ile başlamak mümkündür. Her dönem için ayrı dinlenme süreleri girilebilir ve minimum dinlenme süresi, çeşitli başlangıç koşulları için maksimum başlangıç frekansı olarak işlev görmektedir. Şekil 4.39'da otomatik sulama stratejisi ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.39. Priva Office otomatik sulama stratejisi I 400 ekranı

"Start evre" parametresi, otomatik başlatma durumunda başlatma programına bağlı Şekil 4.40'daki valf gruplarının hangi evrelerinin başlatılmasının gerektiği seçilmektedir.



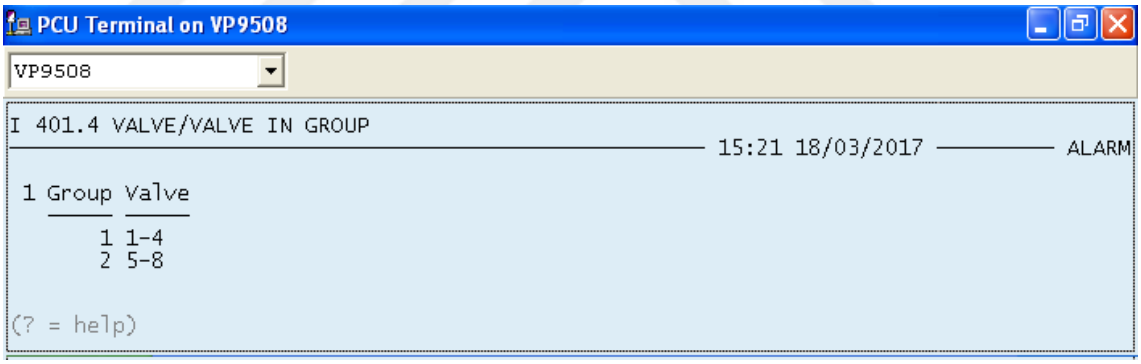
Şekil 4.40. Valf grup ayarları I 401 ekranı

Aynı şartlara sahip vanalar, bir vana grubuna yerleştirilebilmektedir. Valf grubu daha sonra bir bitki grubunu veya grubun bir bölümünü temsil edebilmektedir. Çalıştırma programından veya manuel çalıştırmadan türetilen çalıştırma, bağımsız valflere, miktar veya zamanla ve takip edilecek reçete ile valf grubu aracılığıyla iletilmektedir.

"Phase" sekmesi, sulama döngüleri için birden fazla farklı strateji ile ayarlanabilir peryot barındırmaktadır. "Time" parametresi dakika-saniye cinsinden, valf grubundaki seçilen valflerin açık kalması için girilen süreyi belirtmektedir. "Quantity" ml cinsinden vana birimi başına su miktarının ayarlanması sağlamaktadır. "Nr of times phase" sekmesi, girilen periyodun art arda kaç kez çalışması gerektiğinin sayısını ifade etmektedir.

"Unit of quantity" parametresi ml veya lt şeklinde seçilebilmektedir ve doğrudan "Quantity" parametresini etkilemektedir. "Priority" sekmesi, vana grubunun önceliğini ifade etmektedir ve "low", "norm", high" seçenekleri seçilebilmektedir. "Use quantity & time" sekmesinde, valf grubunu zamana bağlı ve miktara bağlı aktif-pasif edilmektedir. "Radiation adj quantity & time" sekmesi, sulama miktarının ve zamanının ışınıma bağlı ayarını aktif veya pasif etmektedir. "Use recipe number" sekmesinde, "NO" seçimi yapılırsa valfler sadece reçete ekranından gelen reçete numarasını kullanmaktadır. "Start", "Wait" ve "Stop" sekmeleri ile valfler manuel kontrol edilebilmektedir.

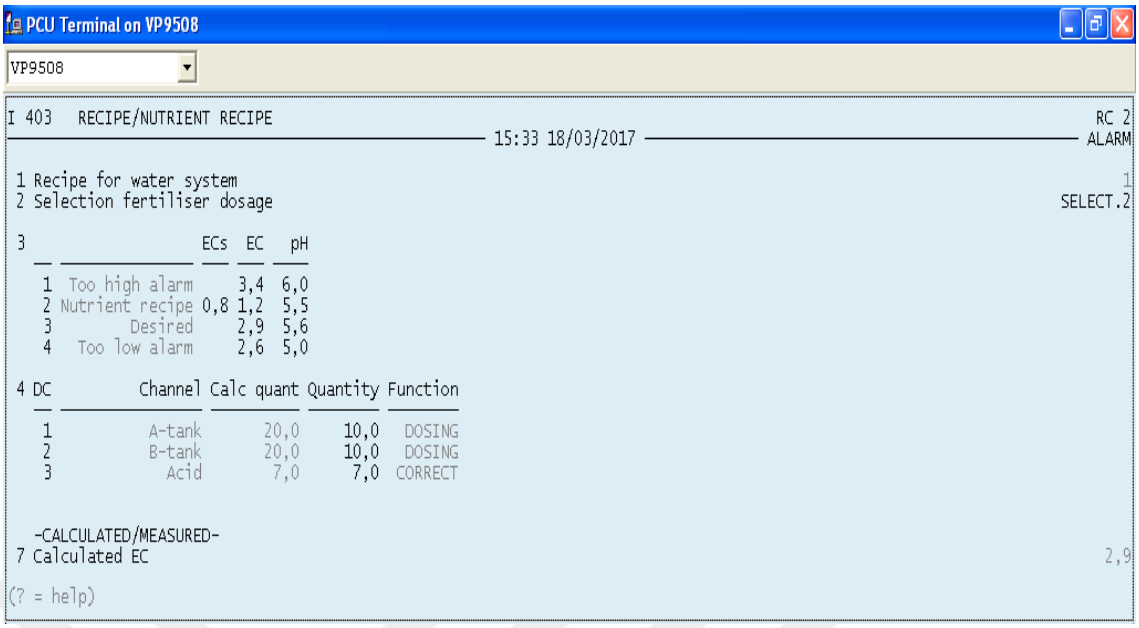
Şekil 4.41'de vanaların gruplara ayrılması gösterilmiştir.



Şekil 4.41. Vanaların gruplara ayrılması I 401.4 ekranı

Bu bölüm, vanaların bir vana grubuna atanma şekillerine genel bir bakış sunmaktadır. İstenilen kadar grup eklenebilmektedir ve bu gruplara vana aralıklara atanabilmektedir. Yukarıdaki ekran örneğinde iki vana grubu ve toplam 8 vana mevcuttur.

Şekil 4.42'de sulama için reçete ekranı gösterilmiştir.



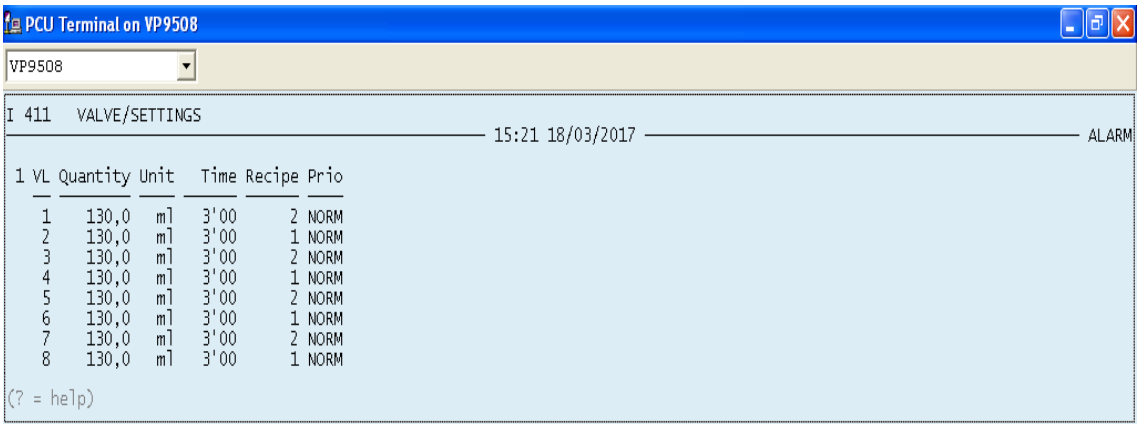
Şekil 4.42. Sulama için reçete I 403 ekranı

"Recipe for water system" sekmesinde, reçetenin kullanıldığı su sisteminin sayısı girilmektedir. Reçeteler, bir dozajlama ünitesi ile birlikte bir su sistemine atanmaktadır. "Selection fertiliser dosage" sekmesinde, reçete için kullanılan mevcut gübre stoku seçilmektedir. Eğer "No Dosing" seçeneği seçilirse, suya gübre eklenmemektedir.

"Too high alarm" bölümünde, EC ve pH için ayarlanabilecek maksimum alarm limitleri girilmektedir ve ölçülen değer bu rakamı aşarsa, bir alarm verildikten sonra sulama sistemi durmaktadır. "Nutrient recipe" parametresi, A, B tanklarının ve işlem suyunun orijinal bileşimini göstermektedir. Gübre tanklarının içeriği bu değerlere dayanarak hesaplanmaktadır. Bilgisayar, ölçülen değerlerin düzeltilmesi için ECs, EC ve pH beslemesi için belirlenmiş reçete tarifini kullanmaktadır. "[Desired]" parametresinde hedeflenen değerler girilmektedir. "Too low alarm" sekmesinde, EC ve pH için minimum değerler girilmektedir, bu değerlerin altına düşerse sistem otomatik şekilde durmaktadır.

"DC", dozaj kanalı sayısını ifade etmektedir. Sistemde A tankı, B tankı ve asit tankı mevcuttur. "Calc quant" quant/m^3 cinsinden, her tank için dozajlanması hesaplanan gübre miktarını belirtmektedir. "Quantity" dozaj kanalı başına gübre miktarı girilmektedir. "Function" sekmesinde, iki farklı durum "DOSING" ve "CORRECT" görülmektedir. "DOSING", anlık olarak dozajlama yapıldığını ifade etmektedir. "CORRECT", hesaplanan ve ölçülen EC-pH değerlerinde bir sapma varsa dozajlama için istenilen set değerini yakalamaya çalıştığını göstermektedir.

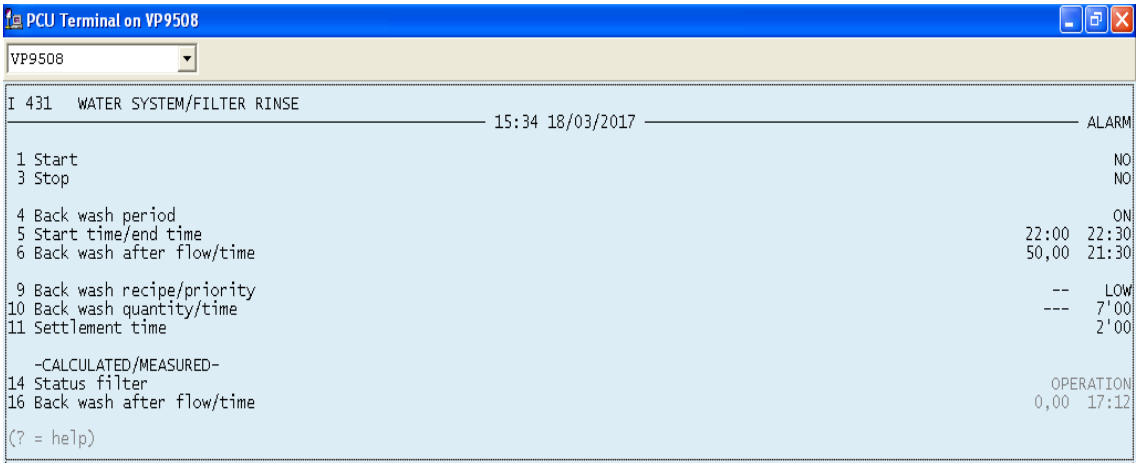
Priva sulama sisteminde, reçete, sulama miktarı ve sulama süresi her valf için ayrı ayrı düzenlenebilmektedir. Şekil 4.43'de valflerin ayarı I 411 ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.43. Valf ayarları I 411 ekranı

"VL", valf numaralarını ifade etmektedir. "Quantity" sekmesinde, valf başına su miktarı belirlenmektedir. "Unit" parametresinde, "l" veya "ml" cinsinden su miktarı birimi seçilebilmektedir. "Time" sekmesinde, vananın her sulama döngüsünde açık kaldığı süre, dakika-saniye cinsinden girilebilmektedir. "Recipe" kısmında, reçete seçimi yapılabilmektedir. "Prio" sekmesinde, valf için öncelik ayarları(LOW, NORM, HIGH) seçilebilmektedir.

Sistemde, dozajın korunması ve kalibre edilebilmesi için su filtresi ayar ekranı mevcuttur(Şekil 4.44).



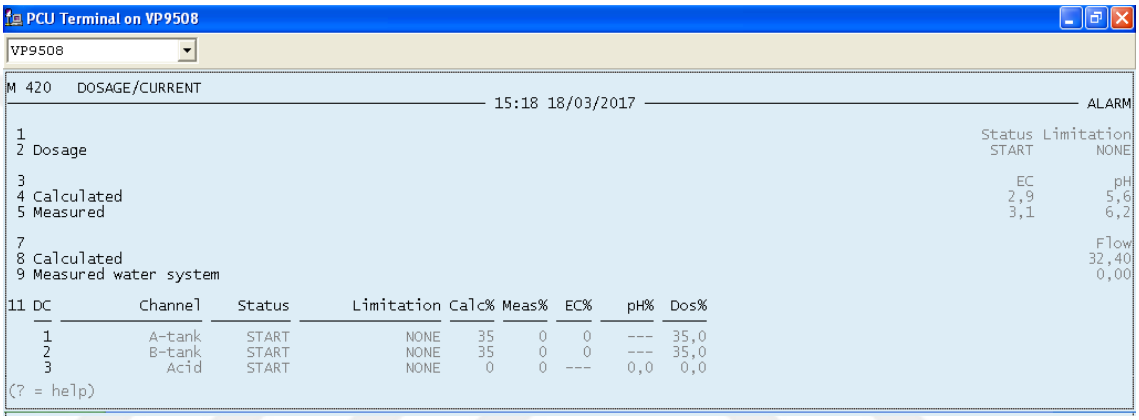
Şekil 4.44. Su filtresi I 431 ekranı

Sistem, vanaları, valfleri, tankları ve geri dönüşüm sistemini dezenfekte etmek için su filtresi ekranını kullanmaktadır. "Start" ve "Stop" sekmeleri, sistemi manuel başlatma ve durdurma işlemlerini yapabilmektedir.

“Back wash period” parametresi, filtreleme işleminin sürelerini aktif hale getirilmesi için kullanılmaktadır. “Start time/end time” sekmesinde, filtreleme başlangıç ve bitiş zamanları girilmektedir. “Back wash after flow/time” sekmesinde, filtrenin temizlenmesi için kullanılacak olan m^3 cinsinden su miktarı ile saati girilmektedir.

“Back wash recipe/priority” sekmesinde, filtrenin temizlenmesi için öncelik ayarları girilmektedir. Filtre temizlenmesi, sulama valflerinden daha yüksek bir önceliğe sahip olduğunda, filtre temizleme işlemine öncelik verilmektedir. Öncelik seviyesi aynı olduğunda, filtre temizleme sırası gelinceye kadar bekleme yapmaktadır.

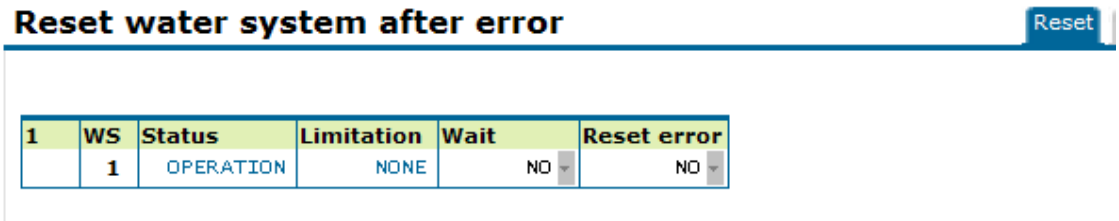
Priva sulama sisteminde, anlık olarak dozajlama takip edilebilmektedir(Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Anlık dozajlama izleme M 420 ekranı

Bu bölüm geçerli dozajlamaya genel bir bakış sunmaktadır. “Dosage” sekmesi, dozajlama durumunu göstermektedir. “Calculated” ve “Measured” bölümlerinde, EC ve pH için hesaplanan ve ölçülen değerleri göstermektedir. “Calculated Flow” sekmesinde, sulama suyunun hesaplanan akışını m^3/saat cinsinden sunmaktadır. “Measured water system” ölçülen su sistemi akışını m^3/saat cinsinden göstermektedir.

Sulamada bir hata oluşması durumunda, sulama operasyonu yeniden başlatılmalıdır, aksi halde sulama işlemi tekrardan başlamayacaktır. Sıfırlama işlemi Şekil 4.46’da gösterilmiştir.



Şekil 4.46. Hatadan sonra sulama döngüsü sıfırlama I 430 ekranı

"WS", sulama sisteminin sayısını göstermektedir. "Status" sekmesinde, "REST" sistem dinlenmektedir, "VERIFY" sistem kurulumu kontrol edilmektedir, "OPERATION" sistemi çalışmaktadır ve "ERROR" sulama sistemi alarm durumunda olduğu için durmaktadır. "Limitation", sulama sistemini sınırlandıran durumları göstermektedir. "Wait", bakım sırasında sulama sistemini durdurmak için kullanılmaktadır. "Reset error", sulama sisteminde hata var ise bu sekmeden sıfırlanmaktadır.

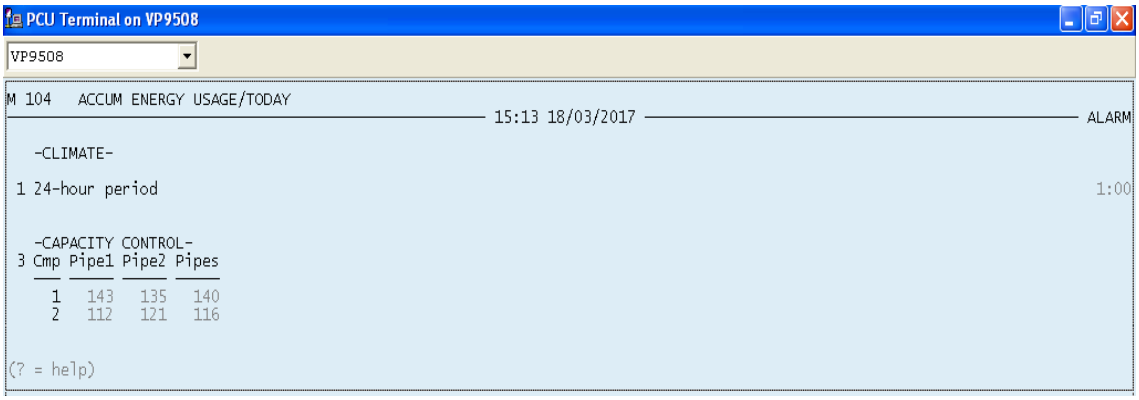
4.2.3. Priva Enerji Kontrolü

Priva otomasyon sistemi, CO_2 ve sıcaklık için enerji kontrolü yapmaktadır. Enerji yönetimi CO_2 için harici bir kaynak bulundurmaktadır. Kazan veya baca gazından çıkan karbondioksiti kullanarak bitkinin CO_2 ihtiyacını karşılamaktadır. Eğer bu kaynaklar yeterli ise CO_2 sıvı tankını sistem çalıştırmamaktadır.

Isı yönetimi, ısı talebinin ısı kaynakları arasında dağılımını sağlamaktadır, böylece başlangıçta depoların boşaltılması sırasında depoya bir ısı talebi tahsis edilmektedir. Kalan talep, priva otomasyon yöneticilerin tanımlandığı şekilde kaynaklar arasında dağıtılmaktadır. Isı talebinin tahsis edilebileceği çeşitli kaynaklar aşağıdaki gibidir;

- Buffer tank
- Kazan
- Isı enerjisi tesisatı(Elektrik)
- Isı eşanjörü

Priva enerji kontrolü, günlük olarak toplam enerji kullanımı Şekil 4.47'de gösterilmiştir.



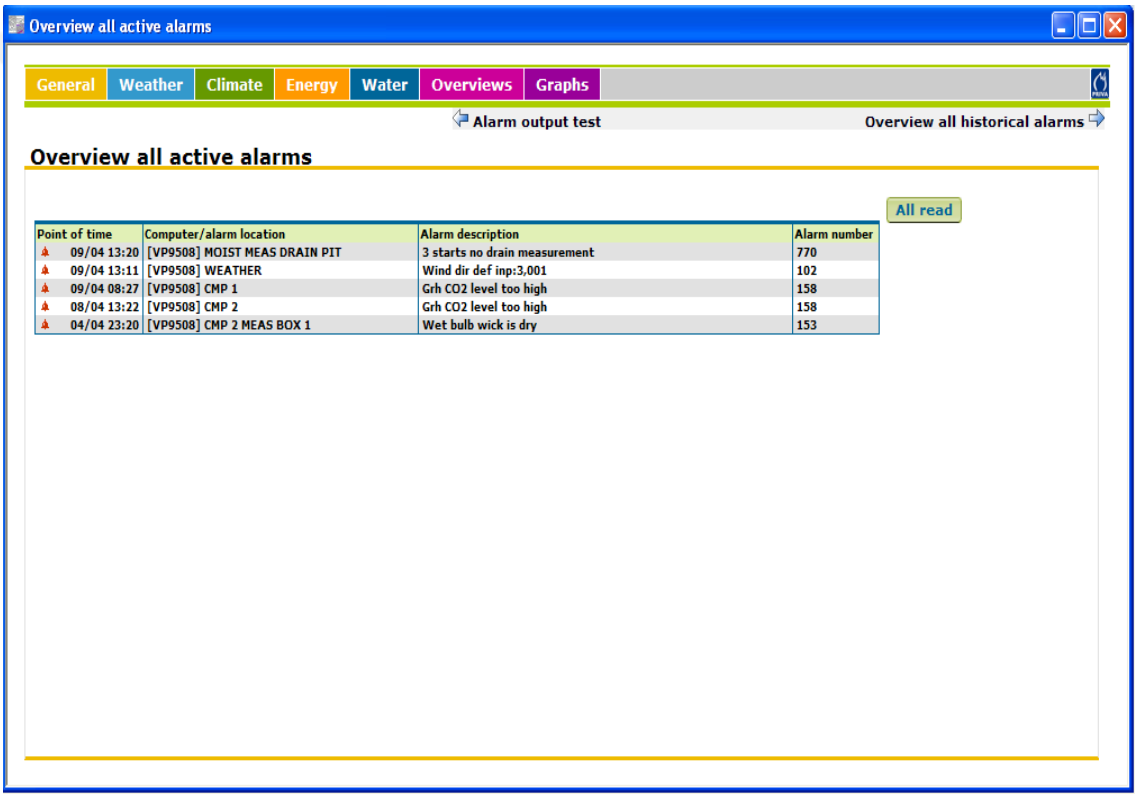
Şekil 4.47. Günlük toplam enerji kullanımı M 104 ekranı

"24-hour period" sekmesi, toplam enerji kullanımının kaydedilmesi için yirmi dört saatlik bir zamanın başladığı ve genel bakışın basılabileceği zamanı ifade etmektedir.

“Cmp” bölme numaralarını, “Pipe1”, “Pipe2” ve “Pipes” ise J/cm2 cinsinden borulardan sağlanan toplam enerji kullanımını göstermektedir.

4.2.4. Priva Alarm Sistemi

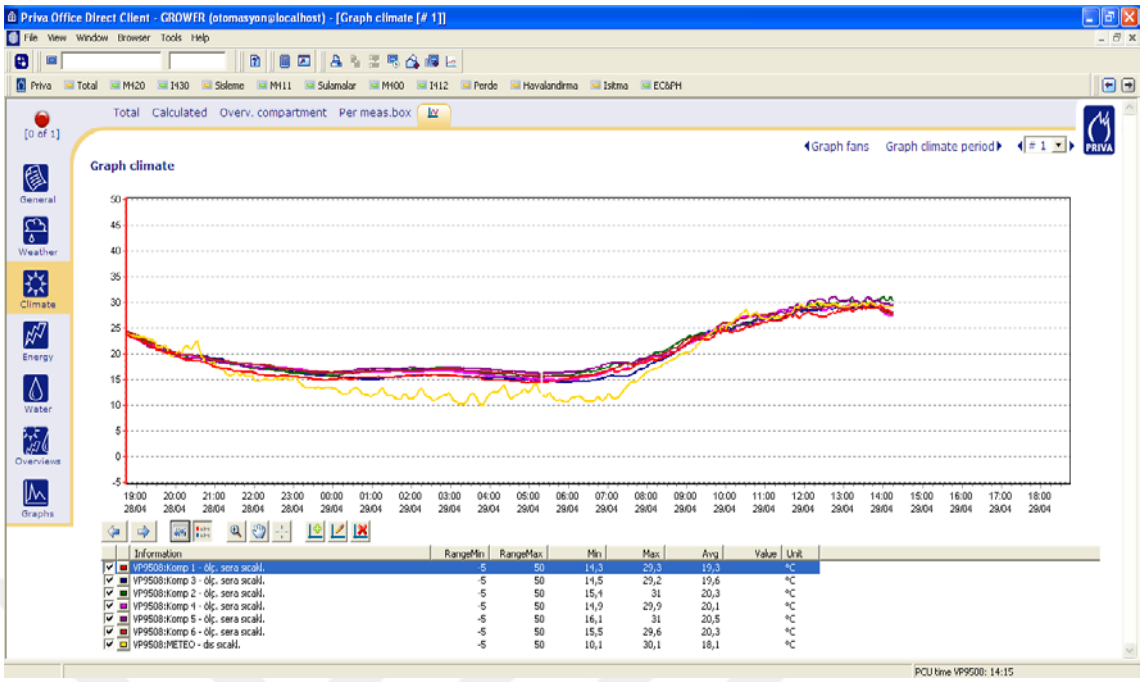
Bilgisayar bir veya daha fazla alarm algıladığında, ekranda Şekil 4.48'de ve yazıcıda ne tür bir alarm olduğunu belirten bir mesaj ve algılanan saat ve tarih ile birlikte görüntülenmektedir. Bir alarm durumu tespit edildiğinde, tarayıcının sol üst tarafında bir alarm düğmesi ve tek renkli ekranın sağ üst tarafında bir alarm mesajı gösterilmektedir. Alarm aktif olduğu sürece mesaj ekranda kalmaktadır. En düşük hat numarasına sahip alarm en son bildirilmektedir. Bir duyarga veya servo motorunun arızalı olduğu bildirildiğinde, bilgisayar ilgili duyargadan kabul edilebilir sınırların dışında bir sinyal aldığını göstermektedir.



Şekil 4.48. Priva alarm ekranı

4.2.5. Priva Grafiksel Analiz

Kullanıcılar, bilgisayar tarafından derlenebilecek grafikleri serbestçe seçebilmektedir. Otomasyonda bulunan tüm ölçümleri, hesaplamaları veya ayarları (verileri) grafik sisteminde görülebilmektedir. Ölçme veya hesaplama işleminin hangi bölümde yapıldığı önemli değildir, sistemde tüm bileşenler birbirleri ile aynı grafik içinde bulunabilmektedir. Şekil 4.49’da sera iç ve dış sıcaklık grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.49. Priva Office Sera iç ve dış sıcaklığı grafiği

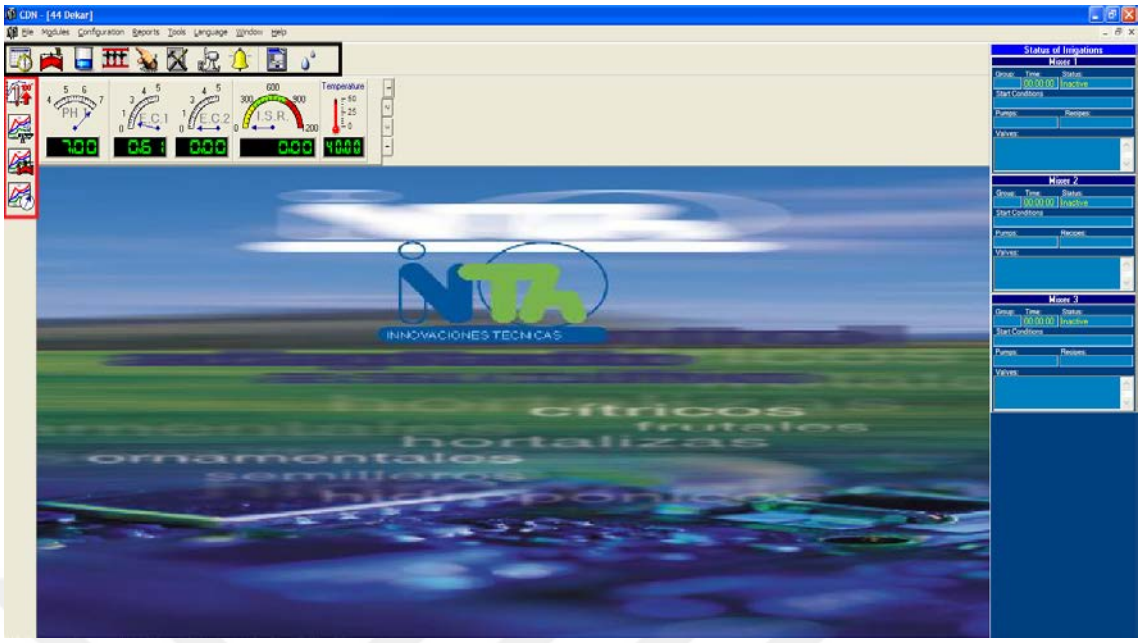
Sera içindeki 6 farklı bölümde bulunan sıcaklık duyargalarından ve meteoroloji istasyonundan dış ortam sıcaklığından alınan bilgileri toplayarak sera içi ve dışı sıcaklık farklarını ekranda göstermektedir. “Min”, “Max”, ve “Avg” sekmelerinde, gün içinde grafik üzerinde verilen zaman aralığı boyunca, minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri gösterilmektedir.

4.3. Inta Otomasyon Sistemi

Inta otomasyon sistemi, iklimlendirme ve sulama sistemlerini farklı ortamlarda sunmaktadır. İklimlendirme sistemi için web ara yüzü kullanılmıştır ve versiyon olarak “EVO AP 170701” incelenmiştir. Sulama sistemi için masaüstü uygulaması (CDN) programı incelenmiştir.

Inta EVO AP uygulaması işyeri veya internet bağlantısı olan herhangi bir yerden seraların yönetimi ve kontrolü yapılabilmektedir. Bilgisayar, cep telefonu veya tablet üzerinden internet aracılığı ile herhangi bir yerden herhangi bir parametreyi veya cihazı gözden geçirip programlanabilmektedir.

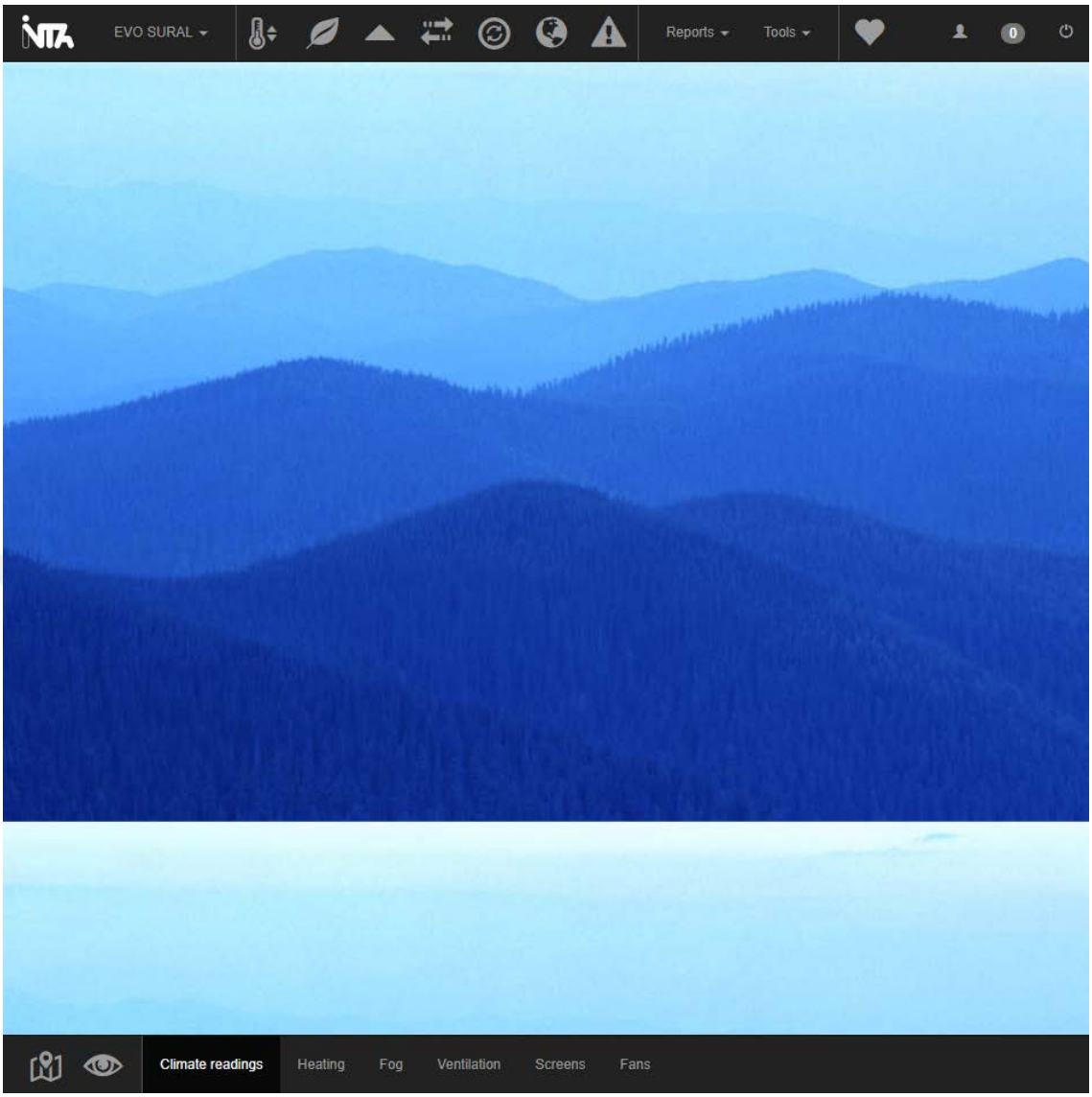
Şekil 4.50 ve Şekil 4.51’de iki farklı ara yüz başlangıç ekranları gösterilmiştir.



Şekil 4.50. Inta CDN programı başlangıç ekranı

Şekil 4.50'de siyah ile kutu içine alan sekmelerde sağdan sola sırası ile, "Start conditions" sulama aktivasyonu planlanması, "Valves" sulama vanalarının ayarları, "Dosing" dozajlama ayarları, "Filters" dezenfekte için su filteresi ayarları, "Manual" sulama-gübreleme işleminin manuel başlatma ekranı, "Intervals" sulama aralıklarını belirleme ayarları, "Agitators" gübreleme için karıştırıcının ayarları, "Alarms" alarm limitlerinin ayarları, "Group Reports" raporlama ekranı ve "Manual irrigation" manuel sulama-gübreleme sisteminin başlatma ayarlarını yapmaktadır.

Kırmızı ile kutu içine alınan sekmeler yukarıdan aşağıya, "Chart of sensor readings" duyargalardan ölçülen değerleri grafik üstünde gösterme ekranı, "Drainage data" drenajın tüm veri analizinin gösterildiği ekran, "Valves" vanaların grafiksel gösterimi, "Analog inputs" dijital değerlerin grafiksel görünüm ekranını sunmaktadır.



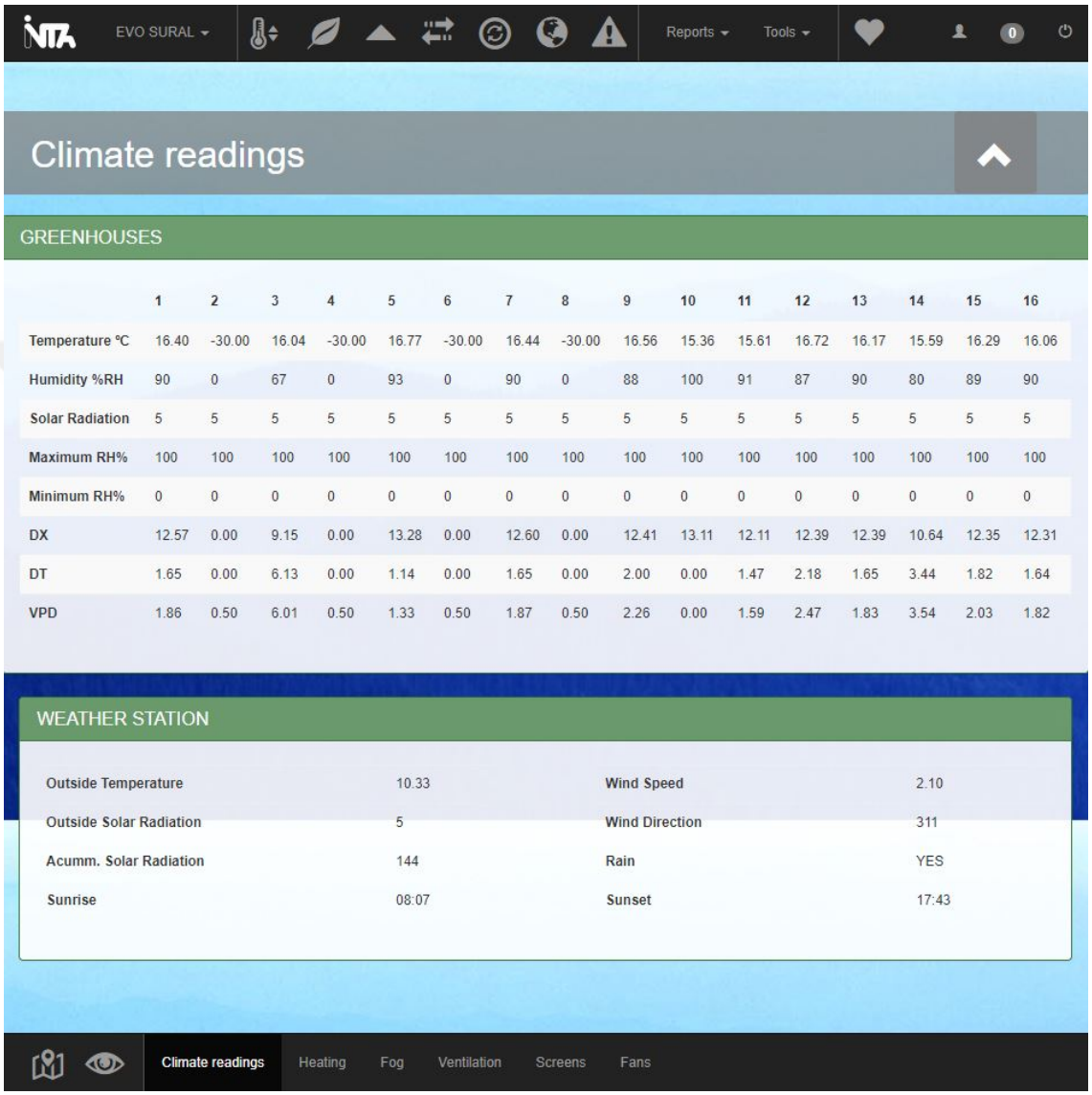
Şekil 4.51. Inta iklimlendirme başlangıç ekranı

Şekil 4.51'de simgeler soldan sağa doğru, "Heating" ısıtmanın, "Humidity" bağıl nemin, "Ventilation" pencerelerin, "Screens" termal perdelerin, "Fans" sirkülasyon fanlarının, "Global" sera minimum-maksimum iklimlendirme değerlerinin, "Alarms" alarmların kontrol edildiği ekranları göstermektedir.

"Reports" sekmesinde, kullanıcılar sera iklimlendirmesi ile ilgili raporlar oluşturup, görüntüleyebilmektedir. "Tools" sekmesinde, web ara yüzüne giriş için yeni kullanıcılar oluşturulabilmektedir. Daha önce oluşturulmuş olan kullanıcıların şifreleri ve yetkileri değiştirilebilmektedir.

4.3.1. Inta İklimlendirme Sistemi

Inta evo iklimlendirme programı, sera bölümleri ve çevre ile ilgili tüm gerekli iklim verilerini bulundurmaktadır. Bu iklim verilerini meteoroloji istasyonu ve sera içi duyargalarından almaktadır(Şekil 4.52).



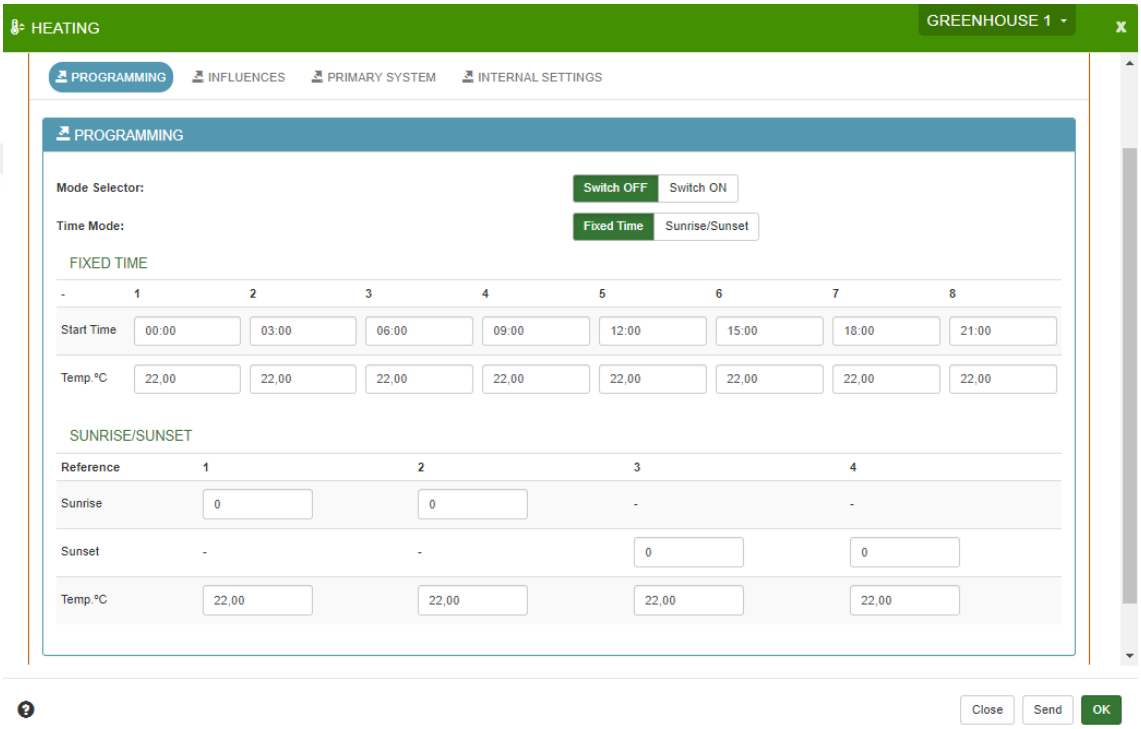
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Temperature °C	16.40	-30.00	16.04	-30.00	16.77	-30.00	16.44	-30.00	16.56	15.36	15.61	16.72	16.17	15.59	16.29	16.06
Humidity %RH	90	0	67	0	93	0	90	0	88	100	91	87	90	80	89	90
Solar Radiation	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Maximum RH%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Minimum RH%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DX	12.57	0.00	9.15	0.00	13.28	0.00	12.60	0.00	12.41	13.11	12.11	12.39	12.39	10.64	12.35	12.31
DT	1.65	0.00	6.13	0.00	1.14	0.00	1.65	0.00	2.00	0.00	1.47	2.18	1.65	3.44	1.82	1.64
VPD	1.86	0.50	6.01	0.50	1.33	0.50	1.87	0.50	2.26	0.00	1.59	2.47	1.83	3.54	2.03	1.82

Şekil 4.52. Inta okunan iklimlendirme verileri ekranı

Şekil 4.52'de meteoroloji istasyonu, dış ortam iklimi için gerekli verileri içeren bir kutu görüntülenmektedir. "Outside Temperature" dış ortam sıcaklığını, "Outside Solar Radiation" w/m^2 cinsinden anlık güneş ışınımını, "Acumm. Solar Radiation" Wh/m^2 cinsinden birikmiş güneş ışınımını, "Sunrise" gün doğumu saatini, "Wind Speed" m/s cinsinden rüzgâr hızını, "Wind Direction" ^{o} cinsinden ölçülen rüzgâr yönünü, "Rain" yağmurun durumunu, "Sunset" gün batımı saatini göstermektedir.

Şekil 4.52'de sera içi Sen sörlerinden alınan iklimlendirme verileri "GREENHOUSES" sekmesinde verilmektedir. Veriler 16 bölge için ayrı ayrı gösterilmiştir. Sıcaklık, ışınım, minimum-maksimum bağıl nem, "DX" delta x G / m^3 cinsinden tam doygunluğa sahip olmak için mevcut sıcaklıkta havanın eksik m^3 nem gramını, "DT" delta t ºC cinsinden havanın nemi emmesi ve nemi havada asılı tutmak için belirli bir sıcaklıktaki kapasitesini, "VPD" mili bar cinsinden sera havasının buhar açığının ölçülen değerini göstermektedir.

Inta sera otomasyonu ısıtma kontrolünün programlanması Şekil 4.53'de gösterilmiştir.



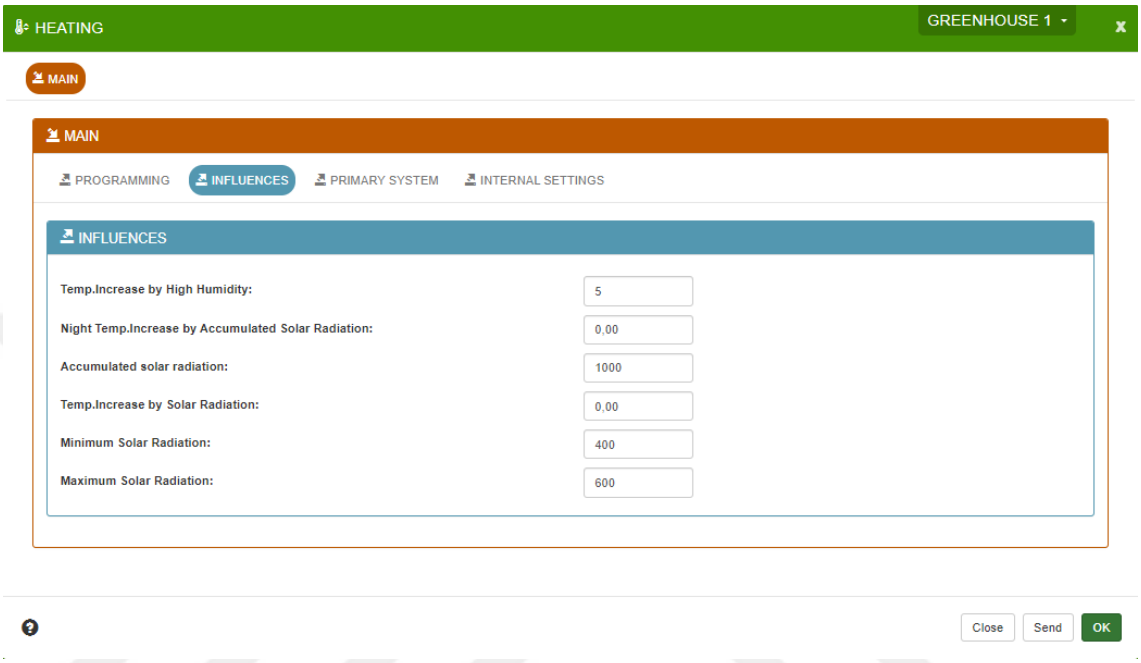
Şekil 4.53. Inta ısıtma kontrolünün programlanması ekranı

"Mode Selector" sekmesinde, iklim programının ısıtma fonksiyonunu etkinleştirmek veya devre dışı bırakmak için kullanılmaktadır. "Time Mode" sekmesinde, "Fixed Time" seçilince ısıtma süreleri arasındaki değişim için gün doğumu ve gün batımından bağımsız olarak kullanılmaktadır. "Sunrise-Sunset" seçiminde ise, ısıtma periyodları arasındaki limitler gün doğumu ve gün batımına göre değişmektedir.

"Start time" sekmesinde, ısıtmanın başlangıç saati girilmektedir, ısıtma bir sonraki periyoda kadar devam etmektedir. Eğer sadece bir periyod girildi ise, ısıtma sürekli periyodun altındaki sıcaklık ayarında çalışmaktadır.

“Sunrise” ve “Sunset” sekmelerinde değerler “+” veya “-“ olarak girilmektedir. Örnek olarak, “Sunrise” sekmesine girilen değer “-30” ise, gün doğumundan 30 dakika önce ısıtma programı başlamaktadır.

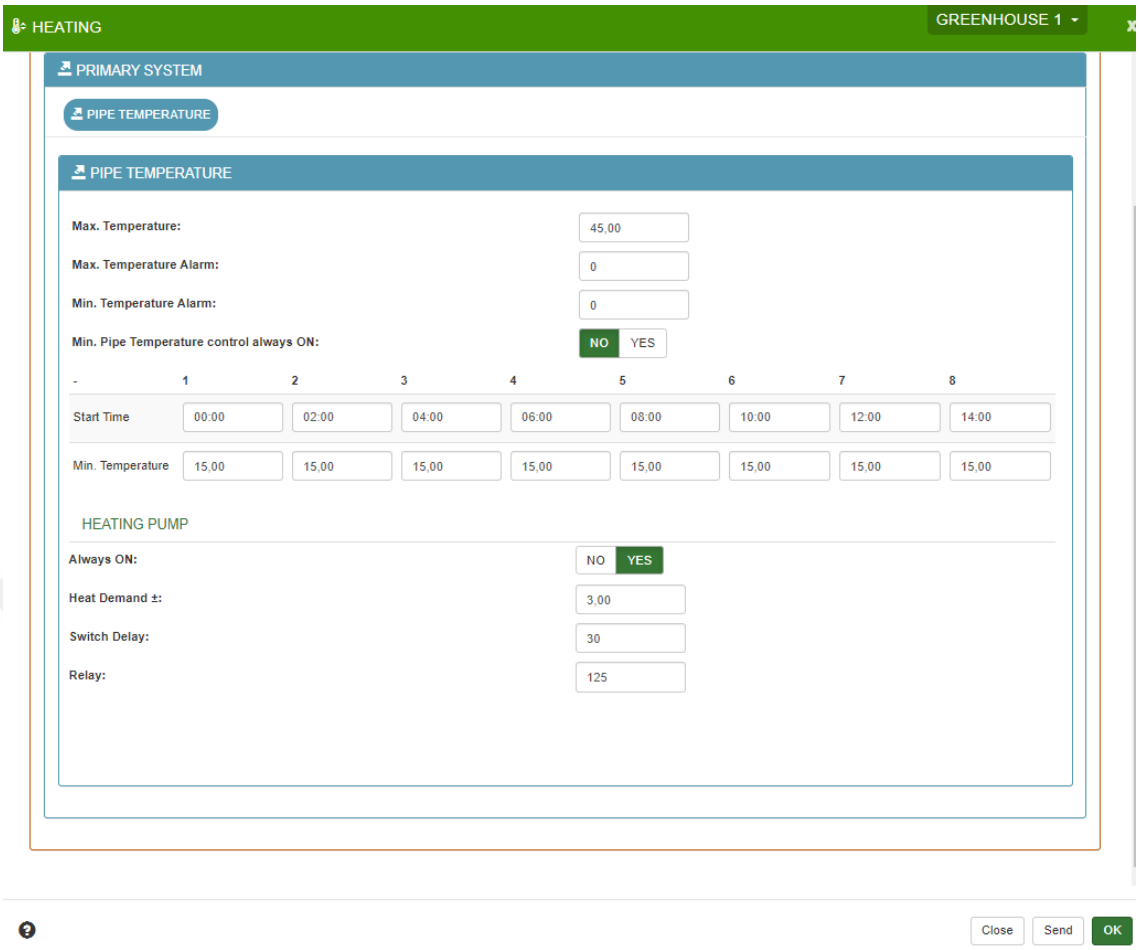
Şekil 4.54’de iklimlendirme koşullarına göre ısıtmanın programlanması gösterilmiştir.



Şekil 4.54. İklim koşullarına göre ısıtma stratejisi ekranı

“Temp. Increase by High humidity” sekmesinde, maksimum nem için ayar noktasını ne kadar aştığına bağlı olarak minimum boru sıcaklığının orantılı bir şekilde artması programlanmaktadır. “Night Temp.Increase by Accumulated Solar Radiation” Wh/m2 cinsinden değeri, biriken güneş ışımasının bir oranı olarak gece sıcaklığının artmasına karşılık gelmektedir. Her sera bölmesinin ısı talebine, biriken güneş ışımasının bir fonksiyonu olarak ilave edilmektedir. “Accumulated solar radiation” sekmesinde, ısıtma için gün boyunca birikmesi gereken toplam ışınım miktarını ifade etmektedir. “Temp.Increase by Solar Radiation”, anlık ışınımın artması ile minimum sera sıcaklığını arttırmak için kullanılmaktadır. “Minimum Solar Radiation” ve “Maximum Solar Radiation” sekmelerinde, ısıtmanın çalışması gerektiği minimum-maksimum ışınım değerlerini göstermektedir.

Şekil 4.55’de inta otomasyon sistemi ana ısıtma kaynağı boru ısıtması ayarları gösterilmiştir.

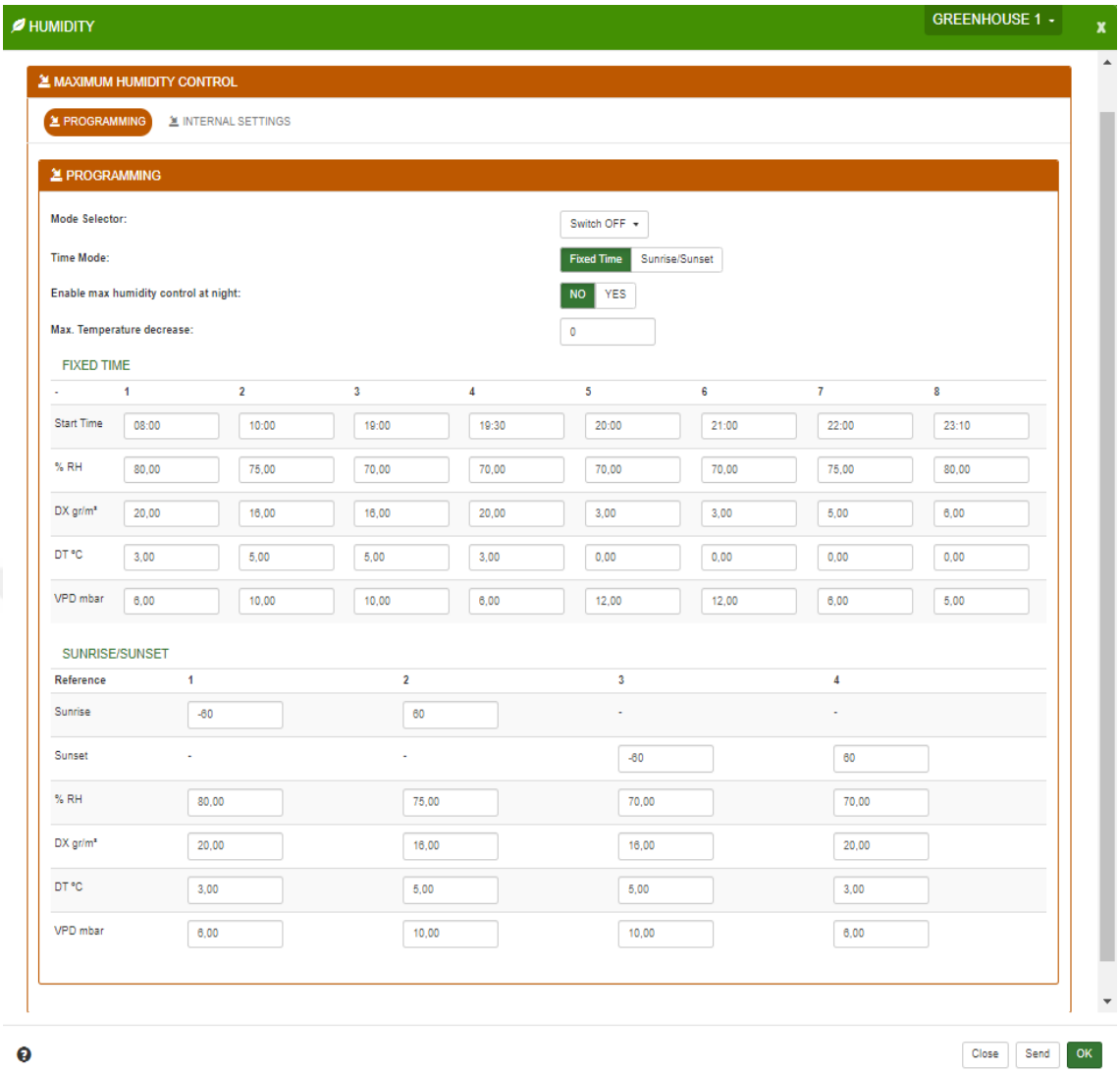


Şekil 4.55. Isıtma borusu ayarları ekranı

"Max. Temperature", "Max. Temperature Alarm" ve "Min. Temperature Alarm" sekmelerinde, minimum-maksimum boru sıcaklıkları girilmektedir. Girilen değerlere göre sistem alarm vermektedir. "Min. Pipe Temperature control always ON" sekmesi aktif hale getirilirse, "Min. Temperature" sekmeside aktif hale gelmektedir ve ısıtma borusu minimum sıcaklığının kontrolü 24 saat boyunca gerçekleştirilmektedir.

"Heating pump" sekmesinde, "Always ON" durumunun açık olması, ısıtma borularının girilen "Heat Demand" ısı talebine, "Switch Delay" gecikme süresine göre çalışmasını sağlamaktadır.

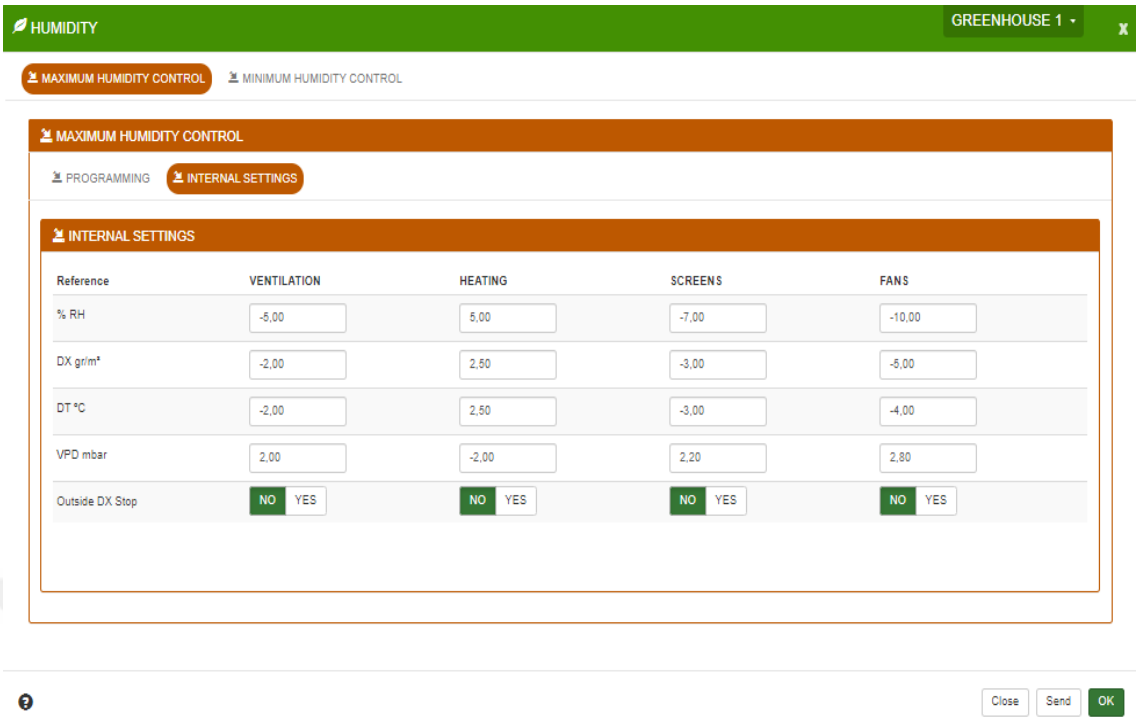
Inta otomasyon sisteminde nem kontrolü maksimum ve minimum olarak iki şekilde yapılmaktadır. Şekil 4.56'da maksimum nem kontrolü gösterilmiştir.



Şekil 4.56. Maksimum nem kontrolü ekranı

"Mode Selector" seçeneğinde nem kontrole aktif-pasif durumuna getirilmektedir. "Time Mode" seçeneği ile nem kontrolü tipi seçilmektedir. "Enable max humidity control at night" sekmesi aktif edildiğinde, sistem gece boyunca nem kontrolüne devam etmektedir. "Max. Temperature decrease" sekmesinde, sıcaklık düşüşüne izin verilen değeri ifade etmektedir. Program girilen saat ve değerler ile birinci periyoddan başlayarak çalışmaktadır.

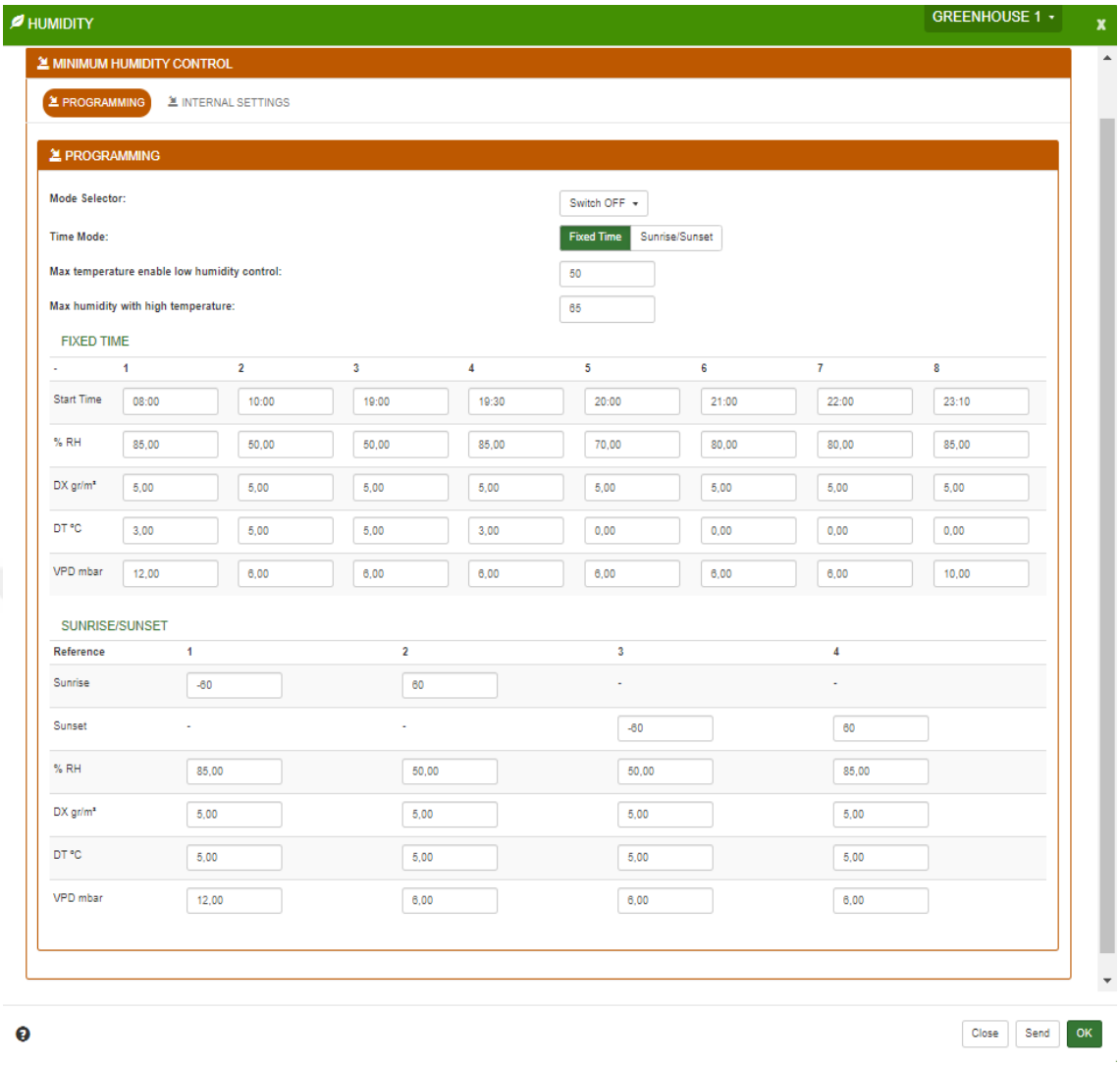
"INTERNAL SETTINGS" sekmesinde ise, nem kontrolünün diğer sistemler ile entegre çalışması için ayarlarının yapıldığı ekranı göstermektedir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Maksimum nem kontrolünün diğer sistemler ile çalışma ekranı

"VENTILATION" sekmesinde, serada yüksek nem olması durumunda havalandırma pencerelerinin maksimum açılması için ayarlanmıştır. Pencereler orantılı olarak açılmaktadır ve serada maksimum nem seviyesine ulaşıldığında programlanan maksimum değere ulaşılmaktadır. "HEATING" sekmesinde, ısıtma artışı programlanan değerlere göre değişmektedir ve seradaki nem miktarına maksimum girilen değerlerde etki edebilmektedir. "SCREENS" sekmesinde, perdelerin açılması, aşırı nem seviyesi ile orantılı olarak sınırlandırılmıştır. Perdeler ile nem seviyesini girilen değerlere göre etki edebilmektedir. "FANS" sekmesinde ise, fanların çalışması ile nemin maksimum azaltılabileceği değer noktasına geldiği zaman, fan çalışması durmaktadır.

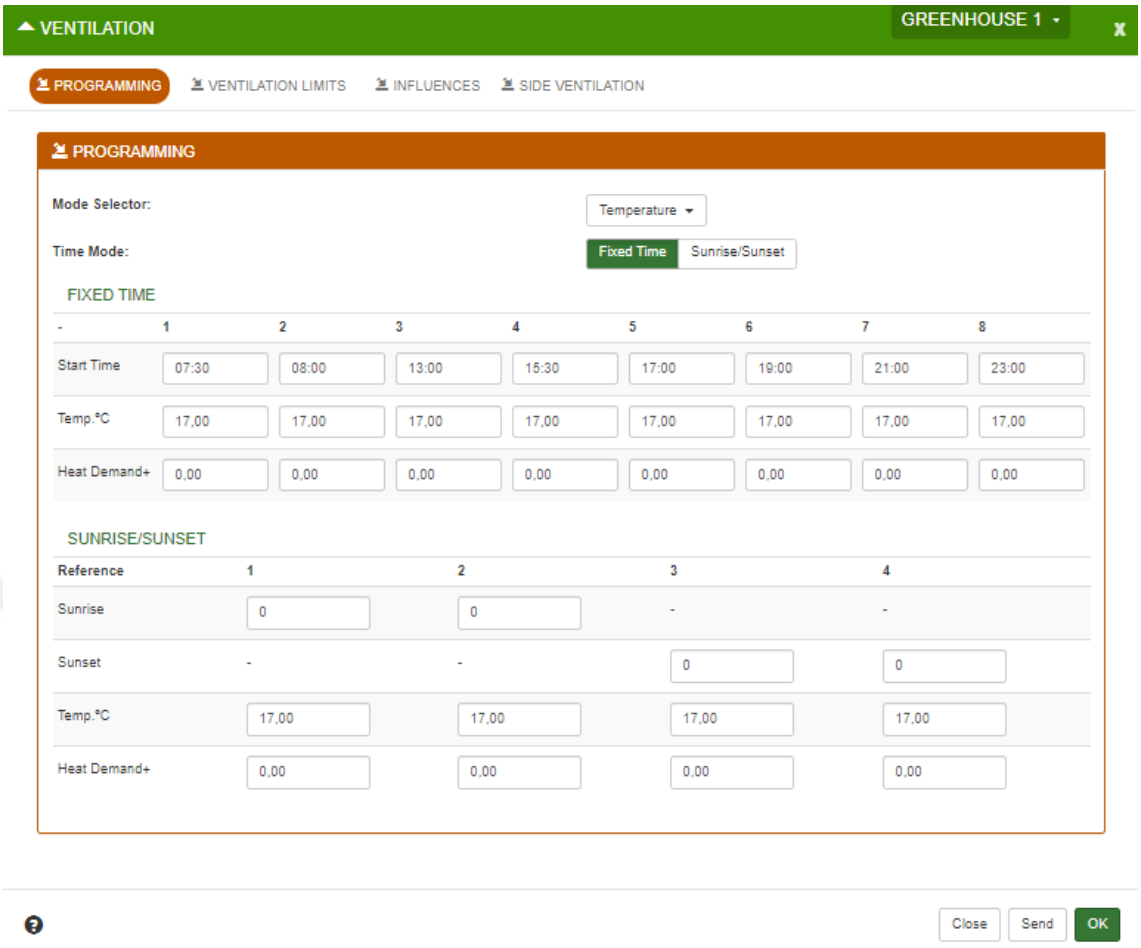
Şekil 4.58'de minimum nem kontrolü gösterilmiştir.



Şekil 4.58. Minimum nem kontrol ekranı

"Mode Selector" seçeneğinde nem kontrole aktif-pasif durumuna getirilmektedir. "Time Mode" seçeneği ile nem kontrolü tipi seçilmektedir. "Max temperature enable low humidity control" sekmesinde, sera sıcaklığı bu ayar noktasından yüksekse, minimum nem kontrol sistemi başlamaktadır. "Max humidity with high temperature" sekmesinde, sera nemi girilen ayar noktasının altındaysa, minimum nem kontrol sistemi çalışmaktadır.

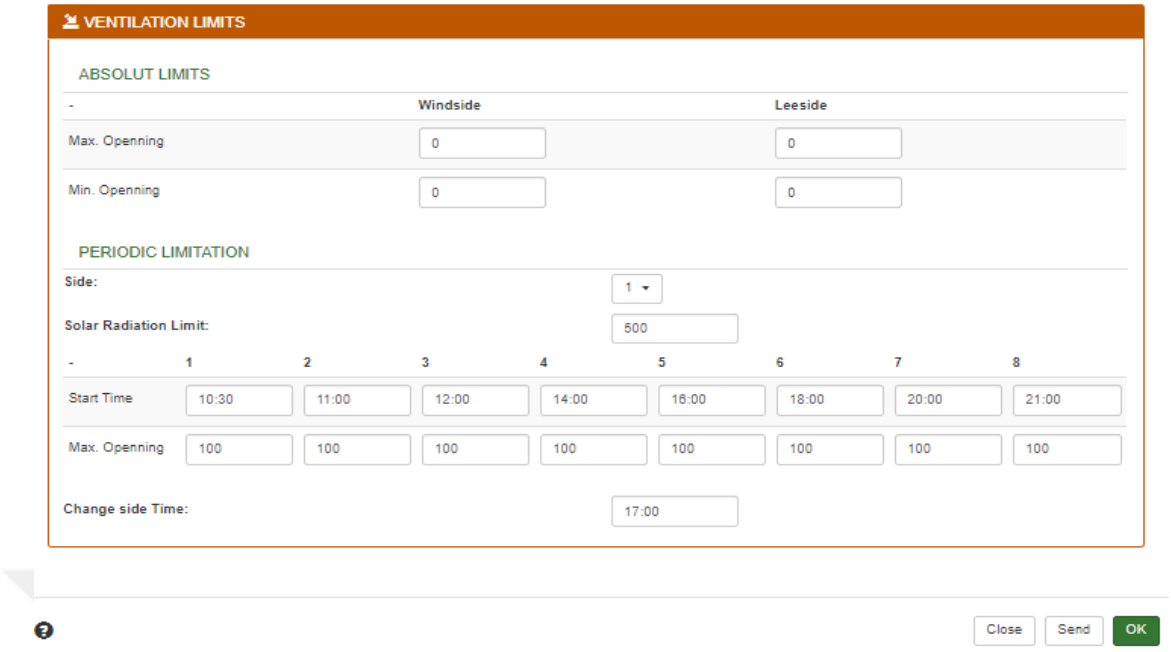
Inta havalandırma pencereleri kontrolü ana programlama ekranı Şekil 4.59'da gösterilmiştir.



Şekil 4.59. Havalandırma pencereleri programlama ekranı

"Mode Selector" sekmesinde, iki manuel fonksiyon "Open", "Closed ve otomatik çalışma modu "Temperature" arasında bir seçim yapılabilmektedir. "Start Time" parametresi ile pencere kontrolü başlatılmaktadır. Periyodları girilen saatler ile perde kontrolü sıcaklığa bağlı olarak aktif hale gelmektedir. "Heat Demand+" parametresi girilen ºC ile ısı aralığı bırakabilmektedir.

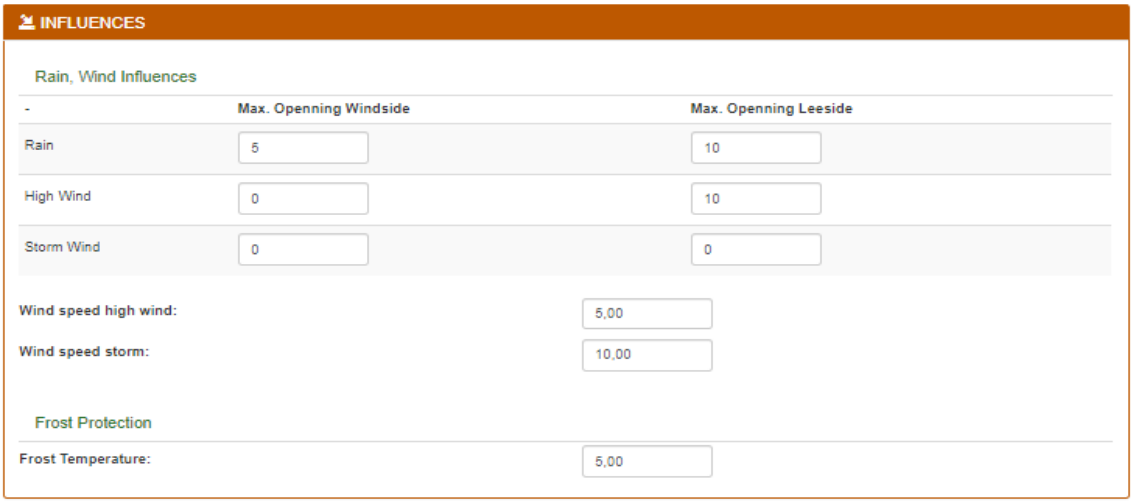
"VENTILATION LIMITS" sekmesi ile ışınıma bağlı olarak 24 saat boyunca pencerelerin açılması için bir eğri oluşturmak mümkündür. Eğri, 8 zaman periyodu kullanılarak oluşturulabilmektedir. Her dönem için dönemin başlangıç zamanı maksimum izin verilen açılışı ifade etmektedir. Ayrıca, pencerelerin minimum ve maksimum pozisyonları girilebilmektedir (Şekil 4.60).



Şekil 4.60. Pencere pozisyonu limitlerinin ayar ekranı

"ABSOLUT LIMITS" sekmesinde, rüzgâr ve rüzgâra zıt taraftaki pencerelere minimum ve maksimum pozisyonlar ayarlanabilmektedir. "PERIODIC LIMITATION" sekmesinde, W / m^2 cinsinden istenilen ışınım değeri girilmektedir. Işınım bu değere ulaştığı zaman girilen zaman ve pozisyona göre sistem aktif olmaktadır.

İklim kontrol sistemi, çevresindeki iklimi seraya yapacağı etki ile ilgili olarak pencereleri kontrol etme yeteneğine sahiptir. Şekil 4.61'de pencerelere etki edilen iklim parametreleri gösterilmiştir.



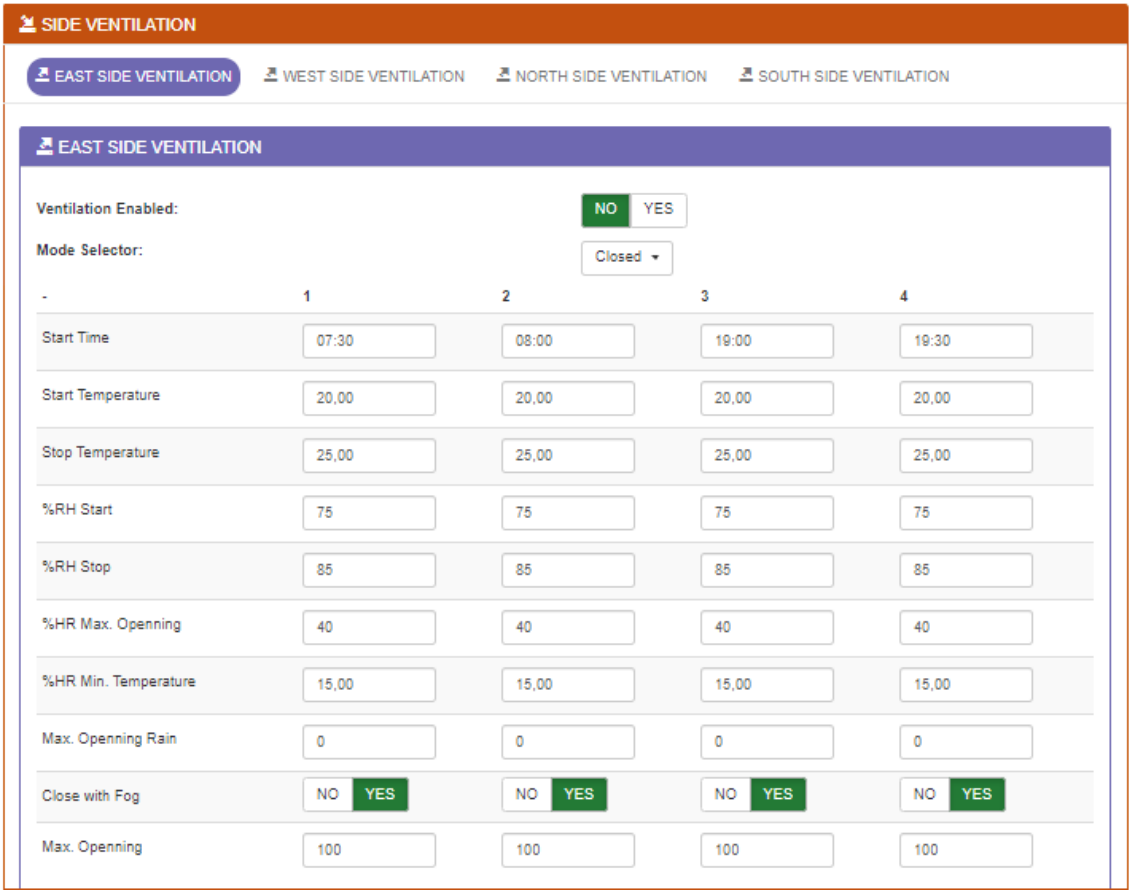
Şekil 4.61. Pencerelerin iklim parametrelerine göre ayar ekranı

“Rain” parametresinde, meteoroloji istasyonu yağmuru tespit ederse, üst havalandırma yağmur etkisi olarak programlanan seviyeye kapatılacaktır. “High Wind” ve “Storm Wind” sekmelerinde, meteoroloji istasyonunda ölçülen rüzgâr hızına bağlı olarak, iklim bilgisayarı yüksek rüzgâr hızı veya fırtına ile ilgili havalandırma pencerelerin konumunu düzenlemektedir.

“Wind speed high wind” ve “Wind speed storm” parametrelerinde m/s cinsinden rüzgâr hızı belirlenmektedir.

“Frost Temperature” sekmesinde, meteoroloji istasyonunda ölçülen sıcaklık en kısa sürede burada ayarlanan sıcaklığın altına düşerse, pencereler otomatik olarak hiçbir koşula bakmadan kapatılmaktadır.

Inta otomasyon sisteminde, seranın üst kısmı 4 yöne bölünmüştür. Havalandırma pencerelerini “East side ventilation” doğu tarafı penceresi, “West side ventilation” batı tarafı penceresi, “North side ventilation” kuzey tarafı penceresi ve “South side ventilation” güney tarafı penceresi olarak ayrılmaktadır. Yönlü havalandırmanın menüsü Şekil 4.62’de gösterilmiştir.



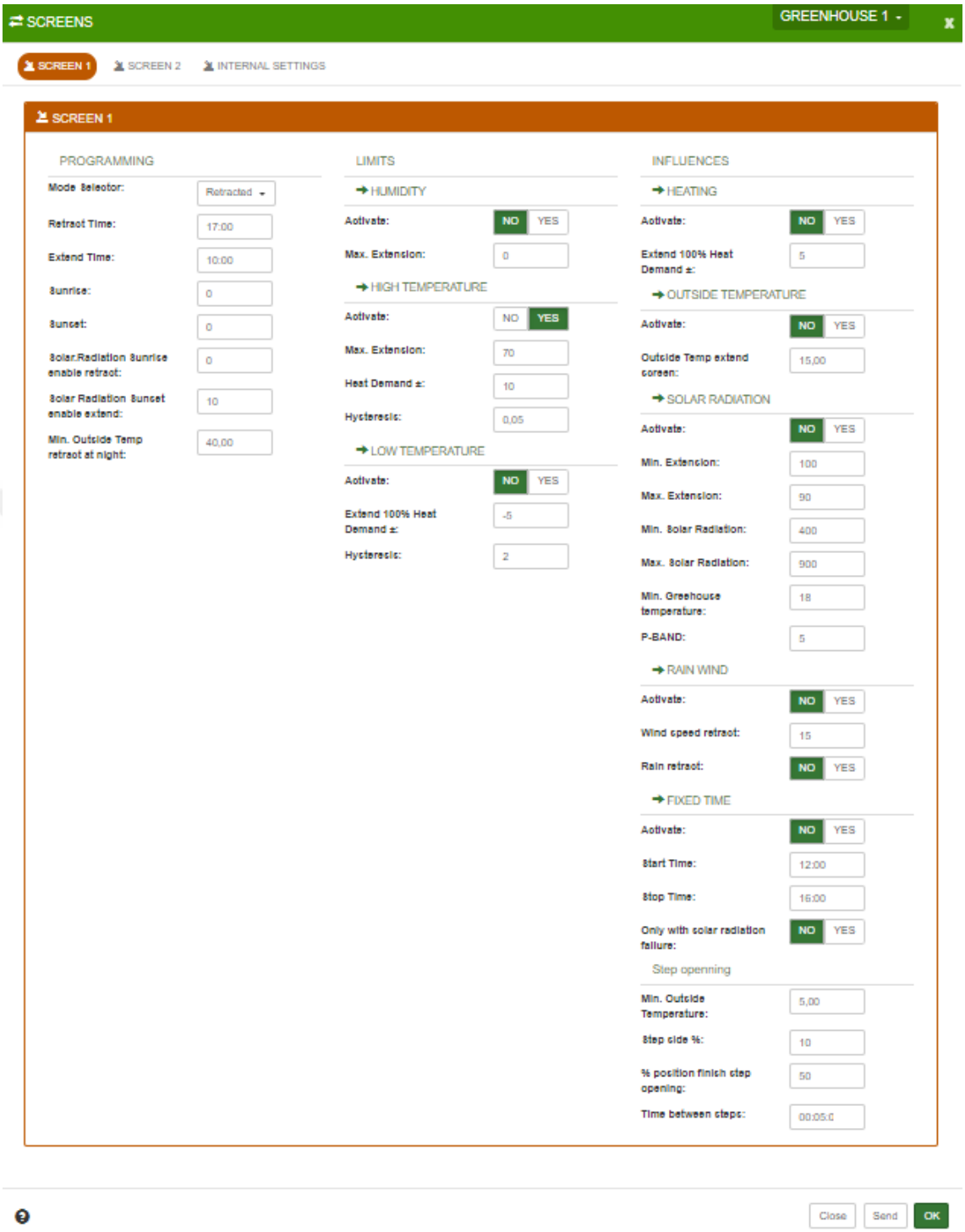
Şekil 4.62. Pencerelerin yönüne göre ayar ekranı

Bu bölümde, doğu havalandırma penceresi devreye girmektedir, bu şekilde Inta iklim bilgisayarı, yönlü pencere havalandırmasının sıcaklık kontrolü için uygun olduğunu bilmektedir.

“Ventilation Enabled” sekmesi ile pencere aktif-pasif durumuna getirilebilmektedir. “Mode Selector” parametresinde, açık ve kapalı fonksiyonlar, kullanıcının anlık pencere için istediği pozisyonu belirlemesi için manuel fonksiyonlar olarak kullanılmaktadır.

Doğu penceresi için 4 adet periyod girilebilmektedir, programlamak için başlangıç zamanları verildikten sonra, çalışma sıcaklığı ve nem aralıkları girilmektedir. “%HR Max. Openning” ve “%HR Min. Temperature” parametrelerinde bağıl neme bağlı olarak, pencerelere maksimum açılma konumu ve minimum çalışma sıcaklıkları verilmektedir. “Max. Openning Rain” sekmesinde, yağmur aktif durumdayken pencere konumunun maksimum açılma pozisyonu belirlenmektedir. “Close with Fog” parametresinde, otomasyon aktif sisleme durumda olduğunda, pencerenin kapalı veya açık konumunda olması belirlenmektedir. “Max Openning” parametresinde, pencerenin maksimum açılabileceği konumu ayarlanmaktadır. Bu konumun üstünde sistemden konum gelmesi durumunda, her zaman bu konum esas alınmaktadır.

Inta otomasyon sisteminde, standart olarak her sera bölmesi için iki adet termal perde kontrolü yapılmaktadır. Bu perdeler, enerji perdesi ve gölgeleme perdesi olarak adlandırılmaktadır. İki perde de birbirinden farklı olarak, kapanma için bir zaman ve açılış için başka bir zaman programlanabilmektedir. Şekil 4.63’de birinci termal perdenin ayar ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.63. Termal perde ayar ekranı

"Mode Selector" sekmesinde, manuel kontrol etmek için "Extended" ve "Retracted", zamana bağlı otomatik kontrol etmek için "Fixed Time" ve "Solar Time" kullanılmaktadır. "Extended" seçiminde, iklim bilgisayarının kontrolü devre dışı

bırakılıp, termal perde tamamen kapatılmaktadır. “Retracted” seçeneğinde ise, maksimum ışığın seraya girmesi sağlanmaktadır.

Otomatik kontrol, “Fixed Time” seçeneği ile sabit girilen başlangıç ve bitiş zamanlarla kontrol, “Solar Time” seçeneği gün doğumu ve gün batımı ile çalışmaktadır. “Fixed time” seçimi, sabahları termal perdeleri geri çekmek ve akşamları kapatmak için zamanlı ayarlanmaktadır.

“LIMITS” sekmesinde, termal perdeleri açma ve kapatma ile ilgili sınırlamalar açıklanmaktadır. Termal perdeler için sınırlamaları, istenmesi gereken üç iklim koşuluyla ilgili olarak programlanabilmektedir. “HUMIDITY”, termal perdenin açılması, aşırı nem seviyesi ile orantılı olarak sınırlandırılmaktadır. Termal perdelerde bir boşluk bırakarak, seranın alt seviyelerindeki daha yüksek nem, seranın üst kısmından hava katmanlarıyla karışmaktadır ve böylece nemi azaltmaktadır. “HIGH TEMPERATURE”, sera sıcaklığı burada programlanan değerden yüksekse, gölge perdesi bu menüde ayarlanan sınırlamaya kadar açılmaktadır. “LOW TEMPERATURE”, sera sıcaklığı burada programlanan değerin altındaysa, enerji veya gölge perdesi % 100 kapatılmaktadır.

Termal perdelerin çalışmasını etkileyecek ve harekete geçirecek iklim faktörlerinin açıklaması “INFLUENCES” sekmesinde yapılmaktadır.

“HEATING” seradaki sıcaklık belirlenmiş bir seviyenin üzerine çıkarsa, termal perde sistemi ısıyı sağlamak için perdeleri kapatmaktadır. “Extand 100% Heat Demant” parametresinde girilen set değerinden(Isı talebi + programlanan değer), sera sıcaklığından yüksek ise perdeler tamamen açılmaktadır.

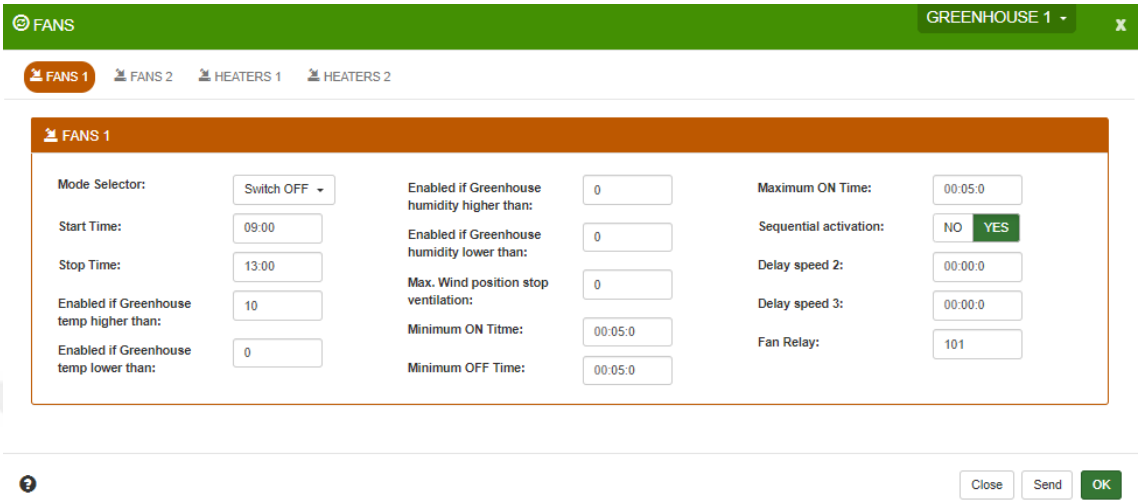
“OUTSIDE TEMPERATURE” ısıtma enerjisi tasarrufu nedeniyle kullanılmaktadır. Dış sıcaklık programlanmış bir değeri aştığında, bitkiyi kapsayacak şekilde termal perdeler tamamen kapatılmaktadır.

“SOLAR RADIATION” sera sıcaklığının aktivasyon için programlanan değerin üstünde olduğunu göz önünde bulundurarak, 400 ila 500 W/m^2 ışınım seviyelerine bağlı kademeli olarak % 90 ila 100 arasında kapatılmaktadır. “P-BAND” parametresi, termal perdeyi tekrar geri çekmek için var olabilecek sıcaklığın maksimum düşüşünü temsil etmektedir.

“RAIN WIND”, bitkiyi yüksek ışınıma karşı korumak ve seranın içinde ısıyı tutmak amacıyla dış ortam koşullarına yerleştirilmiş termal perdeler için uygulanmaktadır. Burada, rüzgâr hızı ve yağmur için ayar noktaları, gölgeleme perdesini kuvvetli rüzgârlar ve şiddetli yağmur nedeniyle oluşan hasardan korumak için ayarlanmaktadır.

“Step openning”, perdelerin kademeli (step) olarak açılmasını ve bitkiyi korumayı hedeflemektedir.

Inta otomasyon sistemi sirkülasyon fanlarını ve sıcak sava ısıtıcılarını programlamak için aynı menüyü kullanmaktadır. 4 bağımsız fan bloğunu programlayabilmektedir. Şekil 4.64'de fanların kontrolü ve programlanması gösterilmiştir.



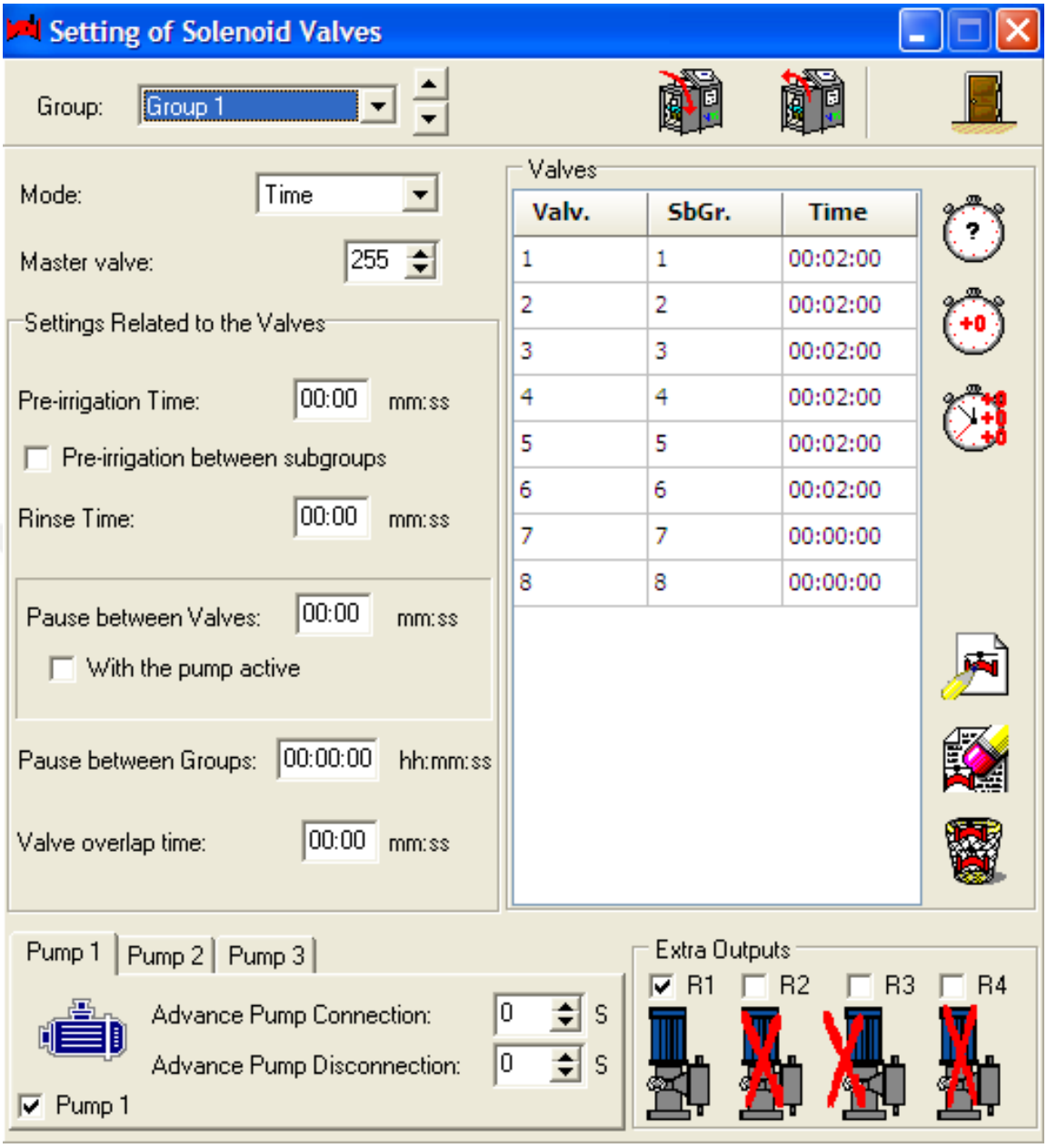
Şekil 4.64. Fanlar için kontrol ekranı

"Mode Selector" sekmesi, fanları devreden çıkarmak veya aktifleştirmek için kullanılmaktadır. "Start Time" ve "Stop Time" parametrelerinde başlangıç ve bitiş zamanları girilmektedir. "Enabled if Greenhouse temp higher than", "Enabled if Greenhouse temp lower than", "Enabled if Greenhouse humidity higher than", "Enabled if Greenhouse humidity lower than" sekmelerinde, sera sıcaklığı girilen sıcaklık ve nem değerlerini aştığı zaman fanlar devreye girmektedir.

"Max. Wind position stop ventilation" pencereler bu parametreden daha fazla açılırsa fanlar durdurulmaktadır. Bu parametre kullanması istenmiyor ise, "0" değeri ile programlanmaktadır. "Maximum ON Time", "Minimum ON Time" ve "Minimum OFF Time", fanların açık veya kapalı olması gereken asgari ve maksimum süreyi göstermektedir. "Sequential activation" sekmesi ile sıralı çıkış hızı aktifleşmektedir. Fanlar, 1. olarak başlangıç hızı ile çalışmaya başlamaktadır, daha sonra "Delay speed 2" ve "Delay speed 3" hızları ile devam etmektedir. "Fan relay" fanları etkinleştirmek için atanmış röle çıkışını göstermektedir.

4.3.2. Inta Sulama Sistemi

Inta CDN masaüstü uygulaması, sulama yönetimi, çevre şartları ve diğer cihazların parametrelerine göre sulamanın yönetimine olanak sağlamaktadır. Valflerin programlanması, bireysel grupların tüm vanalarını kendi zaman ayarlarında gerekli sıra ve kombinasyonda programlamak mümkündür (Şekil 4.64).



Şekil 4.64. Selenoid valflerin kontrolü ekranı

"Mode" parametresinde, selenoid valflerinin sahadaki çalışma modu belirlenmektedir. "Time" seçeneği ile programlamanın saat, dakika ve saniye olarak gerçekleştiği, sulamanın devam etmesi istenildiği süreyi belirtmektedir. "Volume" seçeneği, programlamanın bitkinin sulanmasını istenildiği su hacmini girilmektedir. "Signal" seçeneği ise sulamanın, ilgili grubunu harekete geçiren harici bir duyarga tarafından etkinleştirilmesini ve sulamanın sonunda devre dışı olmasını sağlamaktadır.

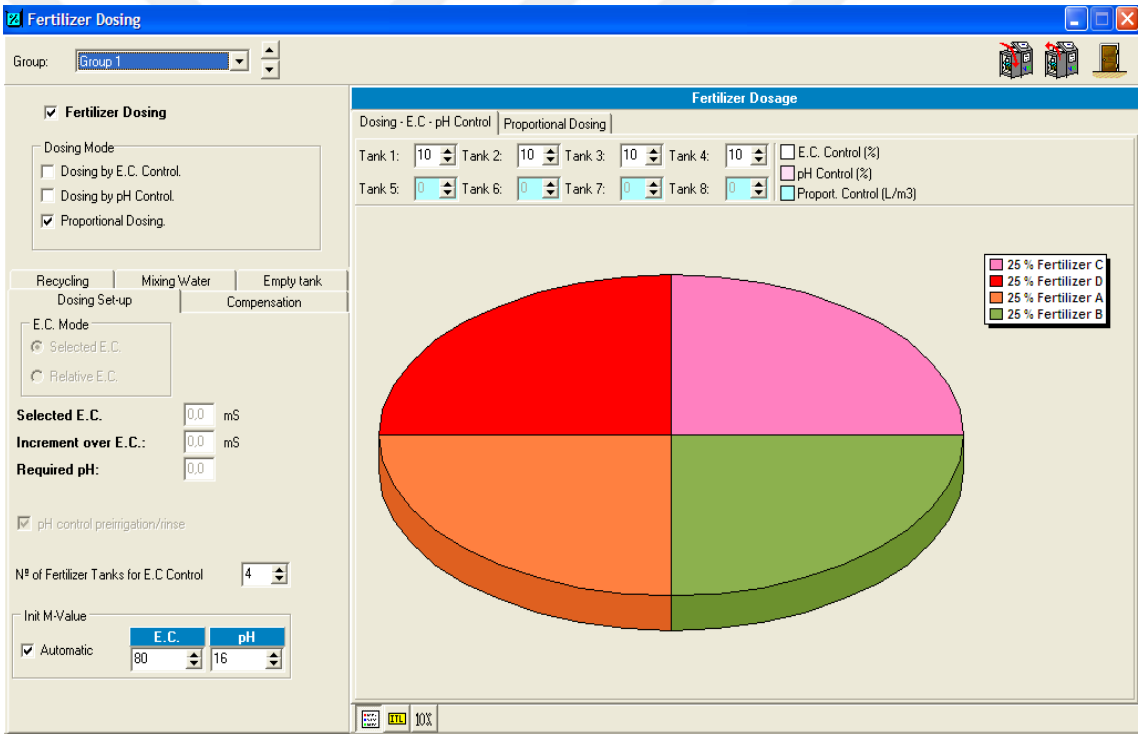
"Valves" bölümünde, selenoid valflerin programlanması belirtilmektedir. Her grupta 32'ye kadar vana programlana bilmektedir. Her valf saat, dakika ve saniye (zamana

göre) veya hacim olarak programlanabilmektedir ve belirli bir alt gruba yerleştirilmektedir.

"Master valve" parametresi, geçerli gruptaki tüm sulama süresi boyunca açılması gereken bir sulama vanasıdır (ana vana). "Advance Pump Connection" ve "Advance Pump disconnection" sekmelerinde, başlatma ve durdurma pompa sistemini, sulama başlangıcına ve sonuna göre ayarlanabilmektedir. Her pompa bağımsız olarak programlanmaktadır.

"Setting Related to the Valves" sekmesinde, gübre verilmesinden önce sulama süresi girilmektedir ve sulama şebekesinin daha önce şarj edilmesini gerektirdiği zamanlarda kullanılmaktadır. Bu sekmede, valflerin ve grupların kendi aralarında çalışırken bekleme süreleri girilebilmektedir.

Şekil 4.65'de gübre dozajlamanın ayar ekranı gösterilmiştir.

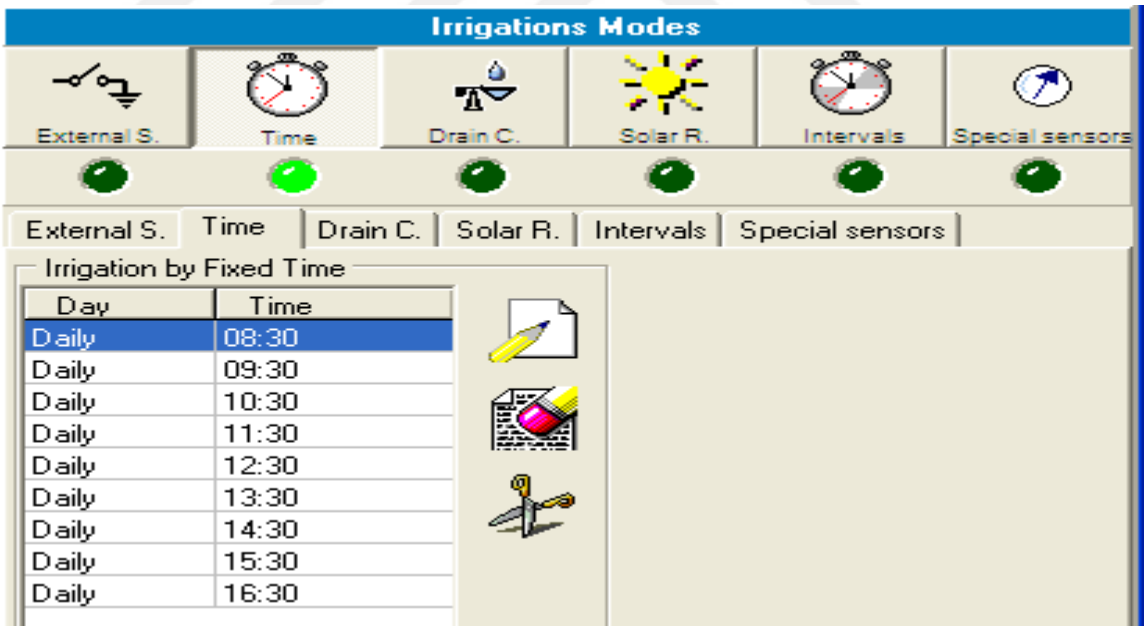


Şekil 4.65. Gübre dozajlaması ayar ekranı

Bu ekranda, gübre dozajlaması aktif-pasif durumuna getirilebilmektedir. Dozajlama modu seçimi, "Dosing by E.C. Control" E.C. (elektriksel iletkenlik) ile gübreleme, kurulumuna monte edilen elektriksel iletkenlik problarının okunması, "Dosing by pH Control" gübrelemeyi asit ilavesiyle kontrol edilmesi ve "Proportional Dosing" orantılı olarak E.C. ve pH kontrolü sağlanmaktadır.

“Mixing Water” sekmesi ile suları karıştırarak bir E.C. girişi yapılmaktadır. “Recycling” sekmesi geri dönüşüm kontrolü, bitkinin sulamada kullanılmadığı suyun yeniden sulama için yeniden kullanılmasını amaçlamaktadır. “Dosing Setup” sekmesi sadece E.C. veya pH kontrol seçilirse kullanılabilmektedir. “Empty Tank” sekmesi, sulamanın sonunda gübrenin bulunduğu tankı boşaltma ve bir sonraki sulama için temiz suyla doldurma seçeneğini sunmaktadır. “No of Fertilizer Tanks for E.C Control” parametresinde, E.C. kontrolü yapılması gereken tank adet sayısı belirtilmektedir.

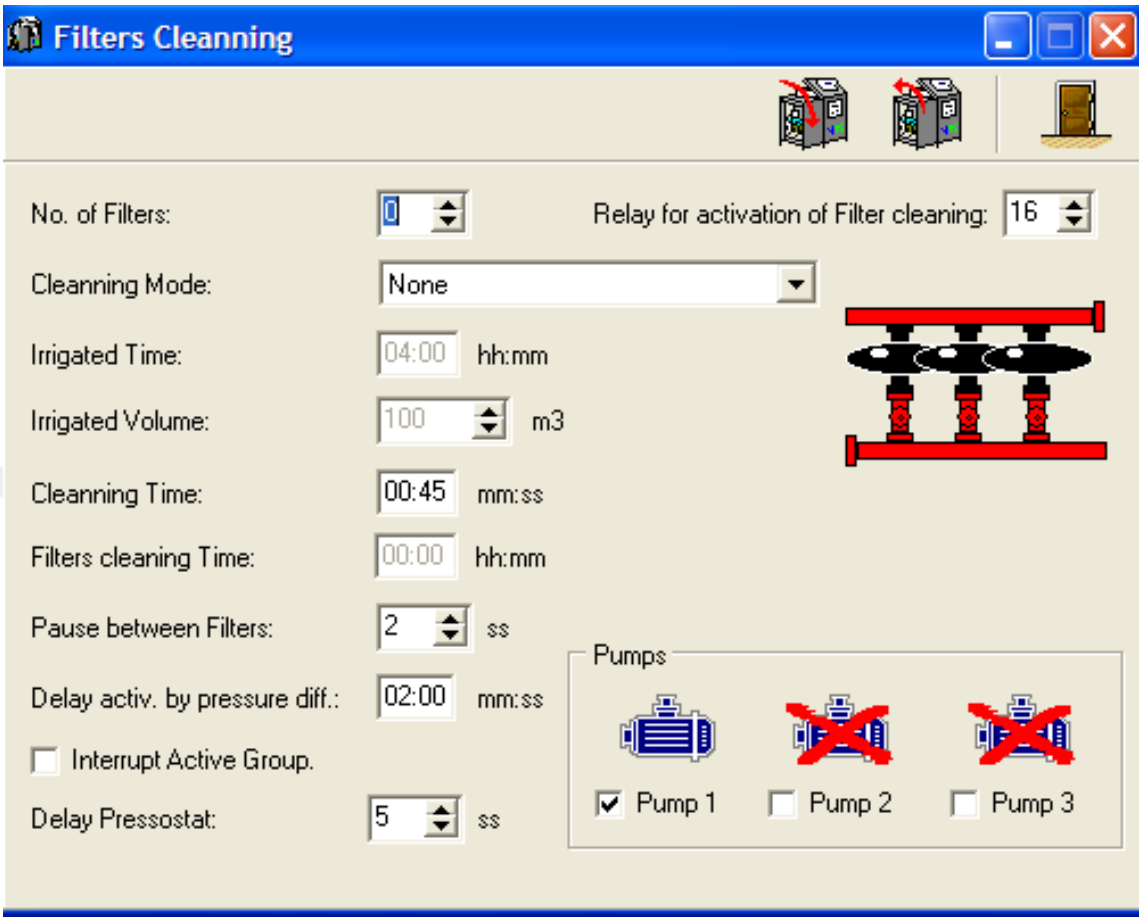
Inta sulama otomasyonu, sulama-gübreleme başlatma işlemini 6 farklı durum ile yapabilmektedir. “Irrigations by Time” bu yöntemde belirli bir sulama programının sulama aktivasyonlarını seçilen günün veya günün belirli bir saatinde programlanabilmektedir. “Irrigations by Intervals” bu yöntemde her set edilen saatte bir faaliyet süresi içerisinde sulama yapılmaktadır. “Irrigation by Solar Radiation” bu yöntemle set edilen güneş enerjisi birikimine ulaşıldığında sulama devreye sokulmaktadır. “Irrigation by External Signal” sulama ekipmanına gerilimsiz temas gönderen herhangi bir cihaz aracılığıyla sulama aktif edilebilmektedir. “Irrigation by Special Sensors” bu yöntemde bir analog girişi ile sulama devreye alınabilmektedir. “Irrigation by Drainage Control” bu sekme ile her sulamada elde edilen yüzde oranına göre sulama sıklığı ve hacmi otomatik olarak kontrol edilmektedir. Şekil 4.66’da örnek olarak “Irrigations by Time” yöntemi verilmiştir.



Şekil 4.66. Zamana bağlı sulama ayar ekranı

24 saat boyunca sınırsız zaman aralığı girilebilmektedir. Girilen aralıklar günlük olarak tekrarlanmaktadır. Daha önceden girilmiş set değerleri silinebilmektedir ve düzenlenebilmektedir.

Inta sulama sisteminde 8 birime kadar filtre temizliği kontrol edilebilmektedir. Şekil 4.67'de filtreleri temizleme ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.67. Filtre temizleme ayar ekranı

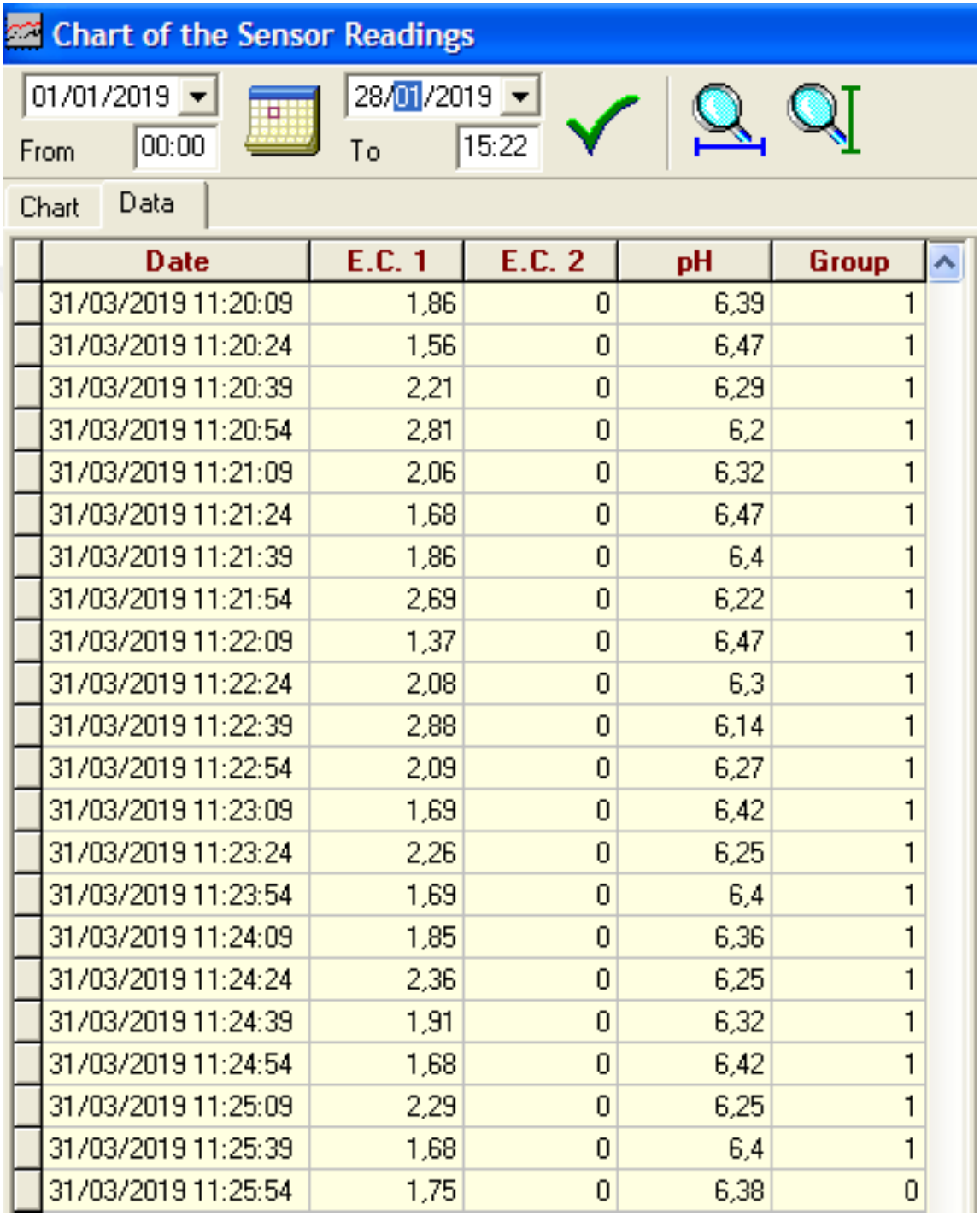
"Cleanning Mode" sekmesinde, temizleme modları seçilebilmektedir. "None" hiçbir mod seçimsiz temizlemeyi sağlamaktadır. "Pressure difference" basınç farkı, "Irrigation time" sulama zamanı, "Irrigated volume" sulanan hacim, "Difference of pressure and time" basınç ve zaman farkı, "Difference of pressure and volume" basınç ve hacim, sulama programları tarafından yapılan tüm sulama işlemleri toplar ve ilave edilen programlanan değeri aşarsa temizleme işlemi başlatılmaktadır.

"Pause between Filters" sekmesi, filtre temizlemenin başlangıcı ile bir sonraki adım arasında geçen zamanı göstermektedir.

"Delay activ. by pressure diff." parametresi, (basınç farkı) modalite temizliği yapmadan önce minimum sulama zamanını ifade etmektedir. "Interrupt Active Group" seçeneği ile temizleme, sulama programı sona erdiğinde veya sulama programını kesintiye uğratarak, daha önce kesilen sulama programını temizleme ve sürdürme işlemi yapılmaktadır.

"Delay Pressostat" parametresi, temizlemenin algılaması için basınç şalteri sinyalinin aktif olması gereken saniye cinsinden minimum süre girilmektedir.

Inta sulama otomasyonunda, sulama duyargalarının ölçüm değerleri 15 saniye bir kayıt altına alınmaktadır. Tarih ve saat aralığı seçilerek Şekil 4.68'deki menü ile görüntülenebilmektedir.



Date	E.C. 1	E.C. 2	pH	Group
31/03/2019 11:20:09	1,86	0	6,39	1
31/03/2019 11:20:24	1,56	0	6,47	1
31/03/2019 11:20:39	2,21	0	6,29	1
31/03/2019 11:20:54	2,81	0	6,2	1
31/03/2019 11:21:09	2,06	0	6,32	1
31/03/2019 11:21:24	1,68	0	6,47	1
31/03/2019 11:21:39	1,86	0	6,4	1
31/03/2019 11:21:54	2,69	0	6,22	1
31/03/2019 11:22:09	1,37	0	6,47	1
31/03/2019 11:22:24	2,08	0	6,3	1
31/03/2019 11:22:39	2,88	0	6,14	1
31/03/2019 11:22:54	2,09	0	6,27	1
31/03/2019 11:23:09	1,69	0	6,42	1
31/03/2019 11:23:24	2,26	0	6,25	1
31/03/2019 11:23:54	1,69	0	6,4	1
31/03/2019 11:24:09	1,85	0	6,36	1
31/03/2019 11:24:24	2,36	0	6,25	1
31/03/2019 11:24:39	1,91	0	6,32	1
31/03/2019 11:24:54	1,68	0	6,42	1
31/03/2019 11:25:09	2,29	0	6,25	1
31/03/2019 11:25:39	1,68	0	6,4	1
31/03/2019 11:25:54	1,75	0	6,38	0

Şekil 4.68. Kayıt edilen duyarga ölçümleri menüsü

4.3.3. Inta Alarm Sistemi

Inta alarm sisteminde, serada bir anormallik algılayabilmektedir ve etkilenen seranın sayısını da belirleyebilmektedir. İklimlendirme ve sulama sistemi alarmları ayrı ara yüzlerde görüntülenmektedir ve birbirleri ile etkileşim halinde bulunmamaktadırlar.

Sulama sisteminde gereken alarm seviyeleri öncelikli olarak belirlenmektedir. Alarm limitlerinin dozajdaki olayları, hataları veya arızaları koruyan sınırlar bulundurmaktadır. Sistemde mutlak limitler aşılıp, kullanıcı tarafından silinene (reset) kadar sulamayı durdurmaktadır. Nispi sınırlar, pH seviyesi veya gerekli EC değeri geri yüklenirken dozajı geçici olarak durdurmaktadır (Şekil 4.69).

Şekil 4.69. Sulama alarm ekranı

“Max E.C – Absolute.” parametresi, mümkün olan maksimum mutlak E.C. değerini kontrol etmektedir. “E.C. High Level” alarmında, EC alarm gecikmesinde programlanan süre boyunca aşılırsa, dozajlamayı durdurmaktadır, ancak sulama devam etmesini sağlamaktadır. “E.C. Low Level” ayarın değerleri, EC alarm gecikmesinde belirlenen süre boyunca aşılırsa, alarm kontrollü şekilde sulamaya devam etmektedir. “E.C. Alarm Delay” sekmesinde ise, sulama etkinleştirmeden önce otomasyon sisteminin alarmda olması gereken minimum süreyi ifade etmektedir.

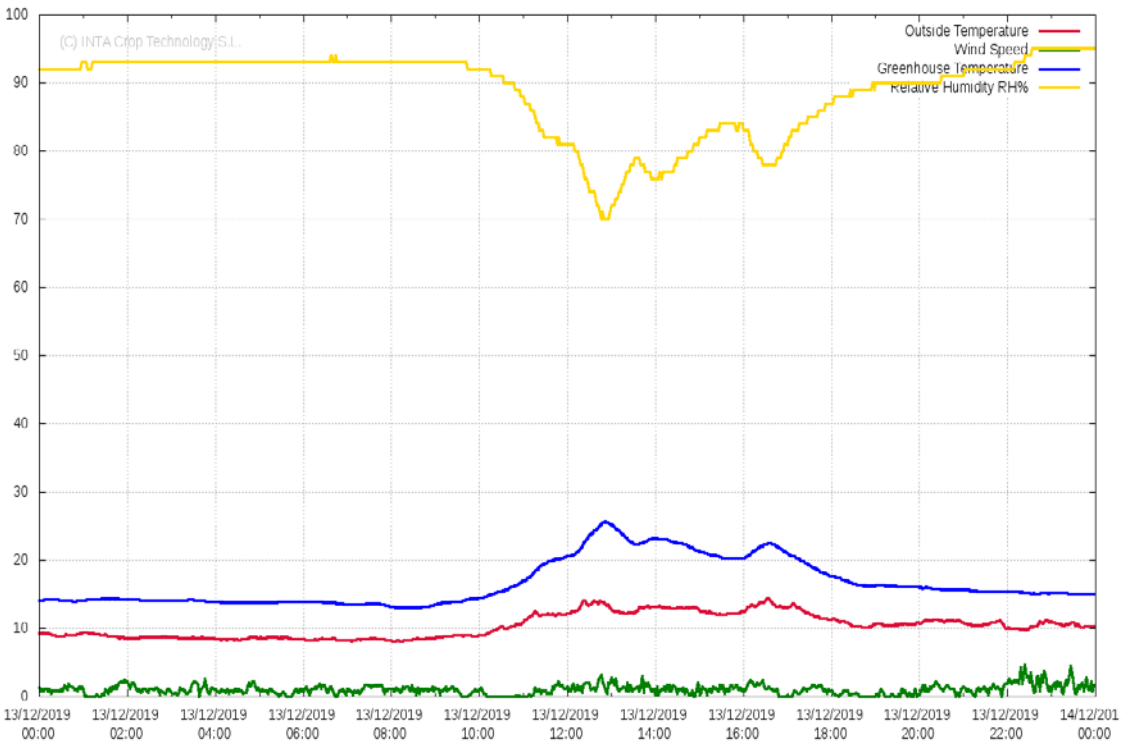
“Max pH – Absolute” ve “Min pH – Absolute” sekmelerinde, girilen değerler aşıldıklarında istenen pH için kullanıcı sistemi tekrar aktif edene kadar sulama ve dozajlamayı durdurmaktadır. “pH High Level” ve “pH Low Level” sekmelerinde, istenilen değerler aşıldıklarında dozajlama durdurulmaktadır. “pH Alarm Delay” sekmesinde ise, sulama etkinleştirmeden önce otomasyon sisteminin alarmda olması gereken minimum süreyi ifade etmektedir.

“E.C. Saturation Alarm.” sekmesi aktif edildiğinde, elektrik iletkenliğinin kontrolü, E.C.'nin alarm gecikme süresi boyunca %100'ün üzerinde veya %0'ın altında tutulduğunda, bu alarm devreye girmektedir. Amacı, E.C. probunun dengesizliği, bazı gübre ünitelerinin bir arızasını veya hatta gübre planlamasındaki kusurları tespit etmektedir. “pH Saturation Alarm.” sekmesi aktif edildiğinde, pH dozu kontrolü %100'ün üzerinde veya %0'ın altında olduğunda ve alarm gecikmesini aştığında, sulama sistemi alarm durumuna girmektedir.

“Security Sensors” sekmesi ile bir arızadan kaynaklı pH ve EC problarına zarar gelmesini önlemek için ekstra bir prob bağlama imkânı sunmaktadır. “Alarms Self-Reset” bölümü ile arızadan kaynaklı sulama sistemi devre dışı kaldığında, sistemi resetlemek için kullanılmaktadır.

4.3.4. Inta Grafiksel Analiz

Bir grafiksel kontrol ekranı sağlamak için kullanıcılar kendi gösterge grafiklerini seçtikleri parametreler için oluşturabilmektedir. Otomasyon sisteminde anlık ölçülen veriler, grafik üzerinde zamana bağlı olarak gözlemlenebilmektedir. Şekil 4.70’de örnek bir iklimlendirme grafiği gösterilmiştir.

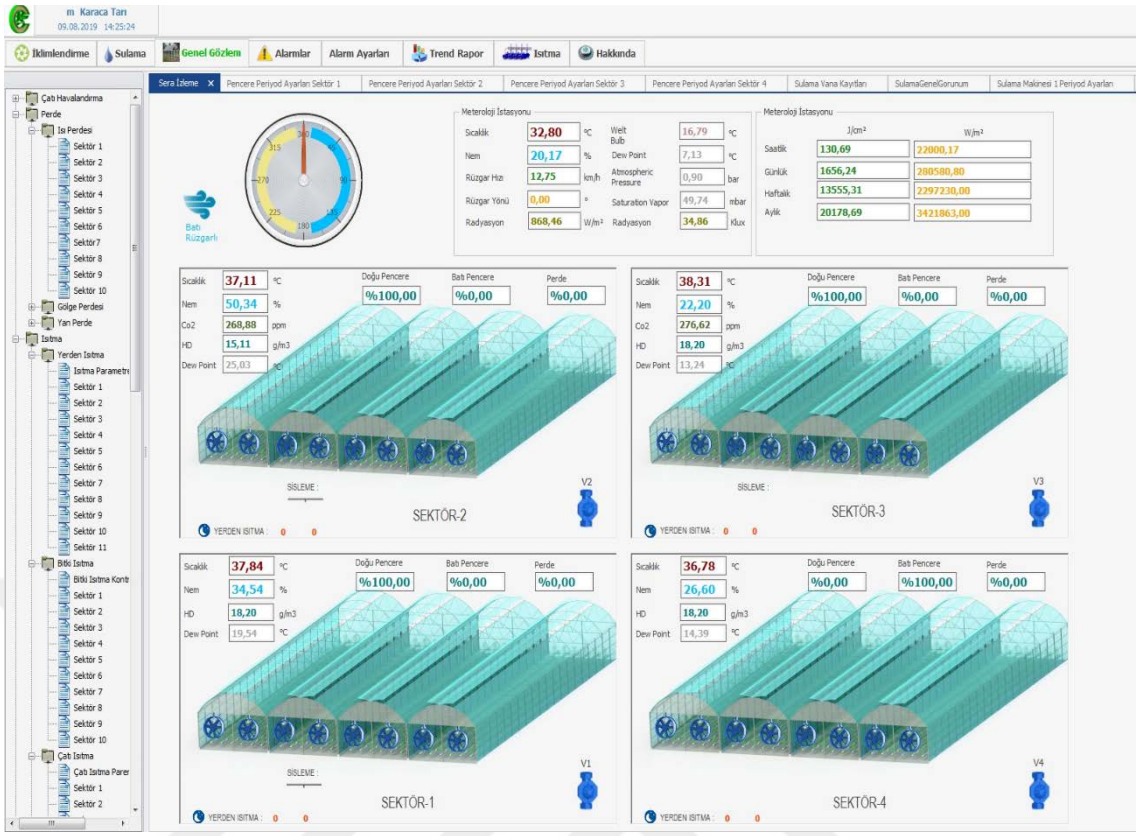


Şekil 4.70. Sera içi ve dışı iklim değerlerinin grafiği

4.4. Karaca Otomasyon Sistemi

Karaca KRSS PRO versiyon 014.002(Türkçe dil destekli versiyon), sera otomasyon sistemi incelenmiştir. Otomasyon sistemi, sera içi iklim kontrol ekipmanları(pencere, ısıtma, sisleme vb.), meteoroloji istasyonu ile sera dışı iklim verileri, kazan dairesi kontrolü (Sıvı, Gaz ya da Katı Yakıt), jeotermal ısı merkezi kontrolü, sulama ve gübreleme sistemi kontrolü, drenaj kontrolü ve enerji yönetimi sistemleri koordineli bir şekilde kontrol edilmektedir.

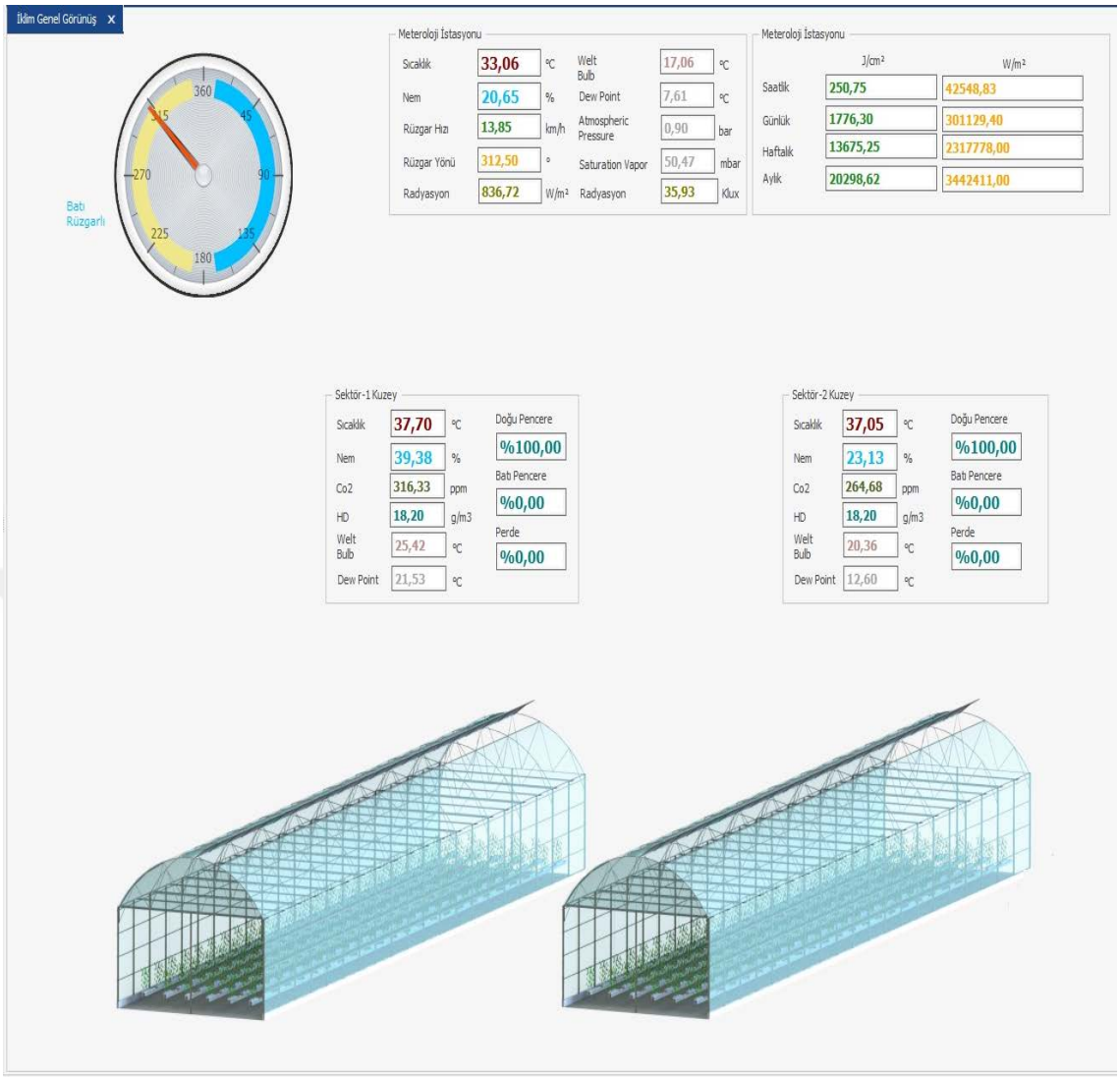
Karaca otomasyon sistemi menü yapısında, otomasyon sistemi ekranının sol kısmında sayfalara ulaşabilecek bir menü ağacı bulunmaktadır. Bu menüden görüntülenecek veya ayarlarında değişiklik yapılacak parametre sayfalarına ulaşılabilmektedir. Açılan her sayfa ekranın üst kısmında sekmeler şeklinde açılmaktadır. Sık kullanılacak sayfaları burada tutarak hızlı erişim sağlanabilmektedir. Açılış ekranında, sera izleme ekranı görüntülenmektedir. Bu ekran, sera iç ortamı ve dış iklim verilerini görüntülenmektedir. Şekil 4.71'de başlangıç ekranı ve menü yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4.71. Karaca otomasyon sistemi başlangıç ekranı

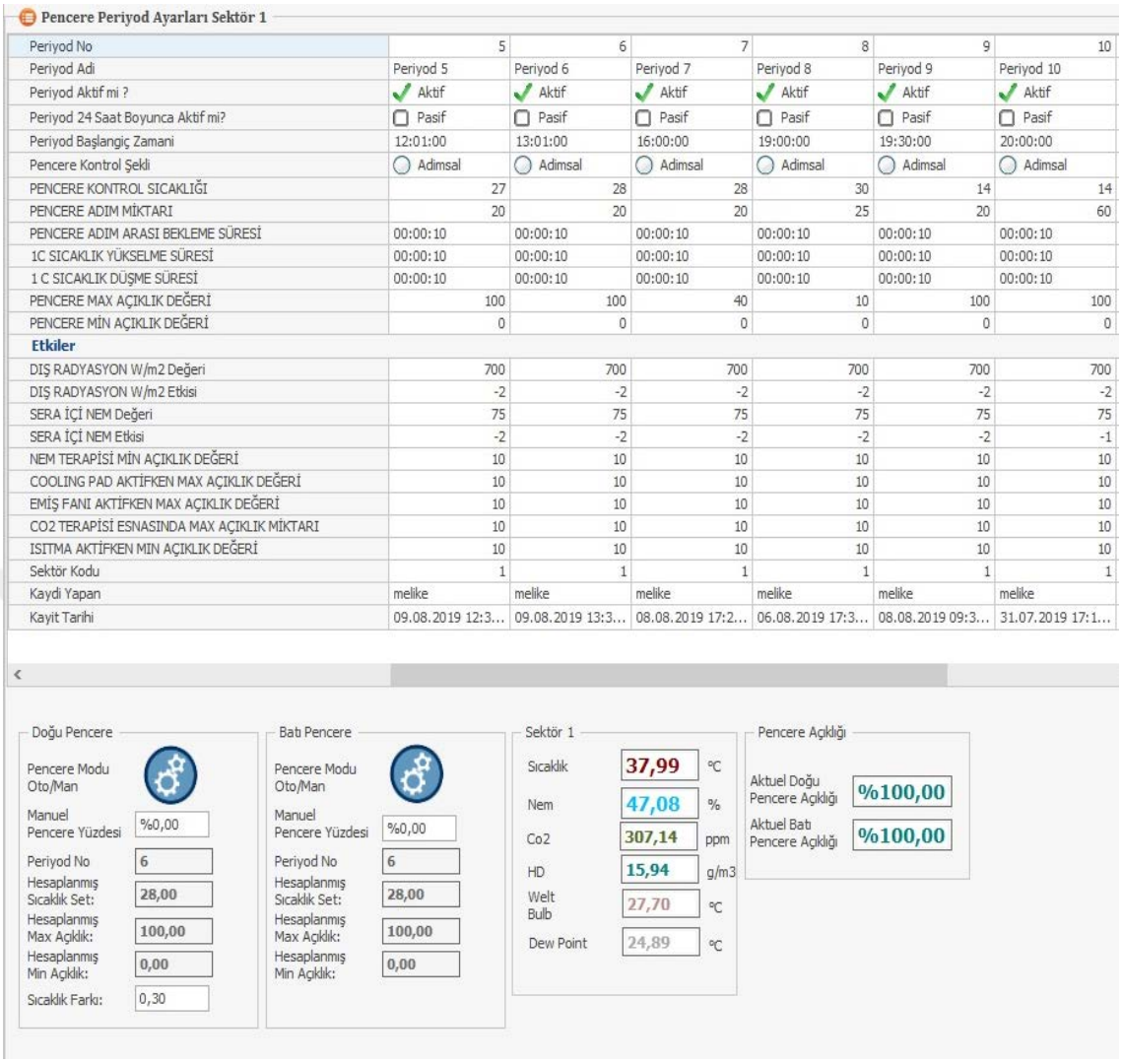
4.4.1. Karaca İklimlendirme Sistemi

İklim kontrol sistemi, seradaki sistemlerin kontrolünü yaparken dış hava şartlarını ölçerek kontrol etmektedir. Bu işlem için meteoroloji istasyonu kullanmaktadır. İstasyonda bulunan duyargalar ile sıcaklık(°C), nem (%), solar radyasyon (W/m²), radyasyon (Klüx), rüzgâr hızı (km/h veya m/sn), rüzgâr yönü (°), yağmur (var/yok), yaş termometre sıcaklığı (°C), çiğ noktası (°C) ve atmosferik basınç (mbar) gibi bileşenler ölçülmekte veya hesaplanmaktadır. İklim genel görünüş ekranında, meteoroloji istasyonunun ölçülen ve saatlik, günlük, haftalık, aylık olarak hesaplanan değerleri gösterilmektedir(Şekil 4.72).



Şekil 4.72. İklim genel görünüş ekranı

İklimlendirme sisteminde çatı havalandırması periyodlar şeklinde girilmektedir. Çatı havalandırması her sektör sera için ayrı ekranda kullanılmaktadır. Sistem pencereleri manuel ve otomatik kullanımı için doğu ve batı penceresi olarak ikiye ayırmaktadır. Pencere kontrolü sera içindeki sistemlerden ve dış ortam ikliminden etkilenebilmektedir. Şekil 4.73'de havalandırma çatısı pencere ayarları gösterilmiştir.



Pencere Periyod Ayarları Sektör 1

Periyod No	5	6	7	8	9	10
Periyod Adi	Periyod 5	Periyod 6	Periyod 7	Periyod 8	Periyod 9	Periyod 10
Periyod Aktif mi ?	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif
Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif
Periyod Başlangiç Zamani	12:01:00	13:01:00	16:00:00	19:00:00	19:30:00	20:00:00
Pencere Kontrol Şekli	Adimsal	Adimsal	Adimsal	Adimsal	Adimsal	Adimsal
PENCERE KONTROL SICAKLIĞI	27	28	28	30	14	14
PENCERE ADIM MİKTARI	20	20	20	25	20	60
PENCERE ADIM ARASI BEKLEME SÜRESİ	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10
1C SICAKLIK YÜKSELME SÜRESİ	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10
1 C SICAKLIK DÜŞME SÜRESİ	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10	00:00:10
PENCERE MAX AÇIKLIK DEĞERİ	100	100	40	10	100	100
PENCERE MİN AÇIKLIK DEĞERİ	0	0	0	0	0	0
Etkiler						
DIŞ RADYASYON W/m2 Değeri	700	700	700	700	700	700
DIŞ RADYASYON W/m2 Etkisi	-2	-2	-2	-2	-2	-2
SERA İÇİ NEM Değeri	75	75	75	75	75	75
SERA İÇİ NEM Etkisi	-2	-2	-2	-2	-2	-1
NEM TERAPİSİ MİN AÇIKLIK DEĞERİ	10	10	10	10	10	10
COOLING PAD AKTİFKEN MAX AÇIKLIK DEĞERİ	10	10	10	10	10	10
EMİŞ FANI AKTİFKEN MAX AÇIKLIK DEĞERİ	10	10	10	10	10	10
CO2 TERAPİSİ ESNASINDA MAX AÇIKLIK MİKTARI	10	10	10	10	10	10
ISITMA AKTİFKEN MIN AÇIKLIK DEĞERİ	10	10	10	10	10	10
Sektör Kodu	1	1	1	1	1	1
Kaydi Yapan	melike	melike	melike	melike	melike	melike
Kayit Tarihi	09.08.2019 12:3...	09.08.2019 13:3...	08.08.2019 17:2...	06.08.2019 17:3...	08.08.2019 09:3...	31.07.2019 17:1...

Şekil 4.73. Pencere periyod ayarları ekranı

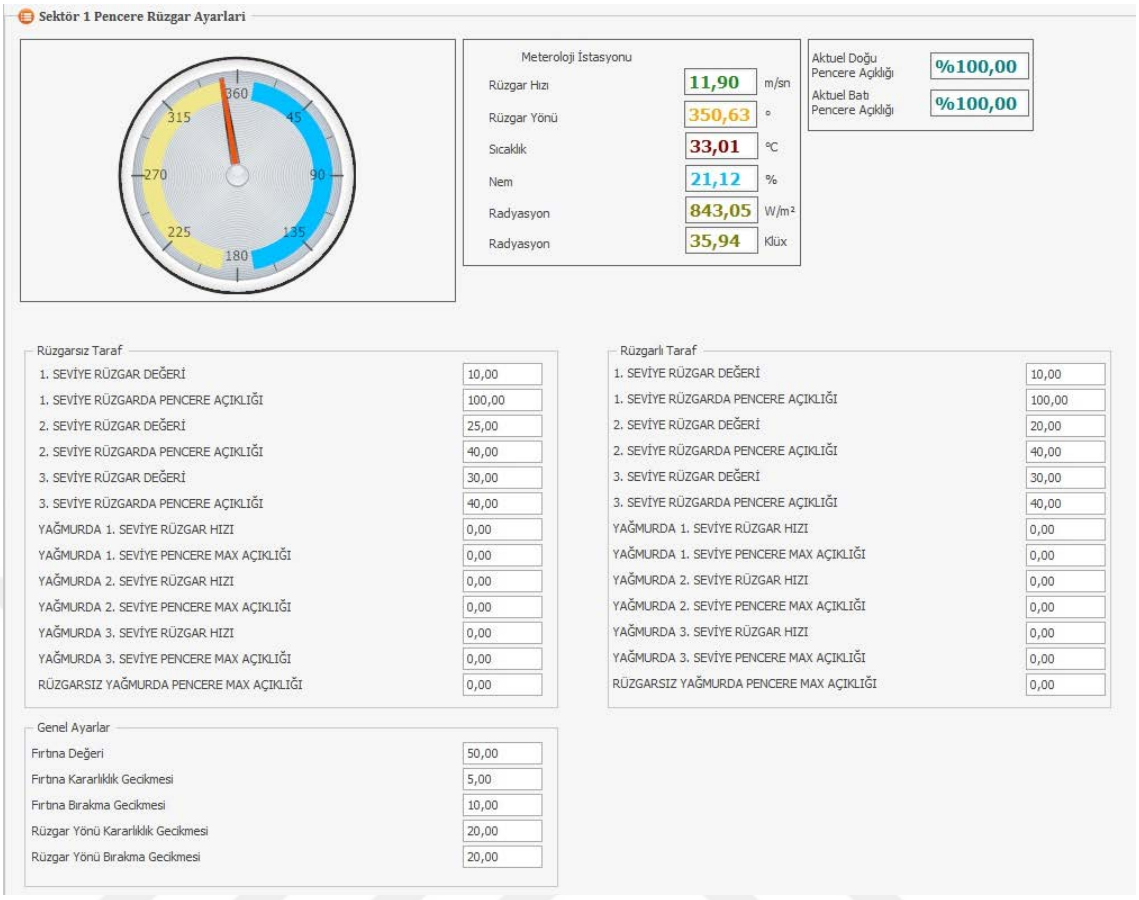
Periyodlara adları özel olarak girilebilmekte ve aktif-pasif durumu için kontrol olanağı vermektedir. “Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?” parametresi, Gün içinde peryot kullanmadan 24 saat boyunca aktif olacak tek bir peryot kullanmasını sağlamaktadır. Bunun için herhangi bir periyodun 24 saat kontrolünün aktif edilmesi yeterli olmaktadır. 24 saat peryot kontrolünde ilk olarak 24 saat kontrolü aktif edilen peryot işleme alınmaktadır, ilk olarak alınan peryot pasif edilmeden diğer bir periyodun 24 saat moduna alınması durumunda işleme alınmamaktadır. “Periyod Başlangıç Zamanı” sekmesi, günlük işlemler periyodlara bölündüğünde her periyodun başlama zamanı buraya girilmektedir. “Pencere Kontrol Şekli” sekmesinde, “Oransal Kontrol” çatı havalandırmanın sera içinde istenilen sıcaklık değerini baz alarak sıcaklığı sabit tutmak için çatı havalandırma pencerelerini ihtiyaç oranında açıp kapatmasını sağlamaktadır. “Adımsal Kontrol” Çatı havalandırma penceresi, sera içindeki sıcaklık istenilen sıcaklık değerinin altında ya da üstünde ise “PENCERE ADIM MİKTARI”’na

girilen oran kadar pencereleri açılmaktadır veya kapatılmaktadır, “ADIMLAR ARASI BEKLEME SÜRESİ” sekmesi kadar sıcaklık değişimini kontrol etmektedir ve tekrar açma ya da kapatma işlemini gerçekleştirmektedir. “PENCERE KONTROL SICAKLIĞI” parametresi, sera içinde istenilen sıcaklık değerinin çatı havalandırma pencereleri ile kontrol edileceği değeri ifade etmektedir. “1 °C SICAKLIK DEĞİŞİM SÜRESİ YÜKSELME SÜRESİ” parametresi, sera içinde istenilen sıcaklık değerleri peryot değişimlerinde ya da etkilerden kaynaklı değişiklik göstermektedir. Bu değişimler için sıcaklığın sera içi sıcaklığın yükselme süresi girilerek bu değişikliğin süresi kontrol edilmektedir. “1 °C SICAKLIK DEĞİŞİM SÜRESİ DÜŞME SÜRESİ” parametresinde ise, değişimler için sıcaklığın sera içi sıcaklığın düşme süresi girilerek değişikliğin süresi kontrol edilmektedir.

“Etkiler” sekmesi, pencere kontrolünde sera içi sıcaklığa göre çalışırken nem etkisi veya W/m² etkisi gibi etkiler konularak pencerenin kontrol sıcaklığı değiştirilerek sıcaklık haricindeki diğer değerler de pencere çalışmasında etken olmaktadır. Pencerenin normalde kontrol sıcaklığından sonra etkilerden sonraki kontrol sıcaklığı değeri burada gösterilmektedir.

“Doğu Pencere” ve “Batı Pencere” sekmeleri ile sera çatısındaki pencereleri manuel veya otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Bu sekmelerde, pencerelerin hesaplanmış değerleri gösterilmektedir.

Otomasyon sistemi seranın doğu-batı ya da kuzey-güney çatı havalandırma pencerelerini rüzgârın geliş yönüne göre kontrol etmektedir. Rüzgâr esen yön rüzgârlı taraf, rüzgâr esmeyen yön rüzgârsız taraf parametrelerine göre işlem yapmaktadır. Otomasyon sistemi üzerinde çeşitli rüzgâr kademelerinde çatı havalandırma pencerelerine limit belirlenebilmektedir. Şekil 4.74’de pencere rüzgâr ayarları ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.74. Pencere rüzgâr ayarları ekranı

Şekil 4.74'de görüldüğü üzere rüzgâr seviyeleri ve rüzgârda pencere açıklıkları parametreler olarak gösterilmekte ve rüzgarsız taraf ve rüzgârlı taraf olarak iki şekilde belirtilmektedir. "1. Seviye Rüzgâr Değeri", "2. Seviye Rüzgâr Değeri", "3. Seviye Rüzgâr Değeri" ve "1. Seviye Rüzgâr Açıklık Değeri", "2. Seviye Rüzgâr Açıklık Değeri", "3. Seviye Rüzgâr Açıklık Değeri" olarak tanımlanmaktadır. Çatı havalandırma sistemi bu belirlenen 3 adet rüzgâr değerinden en düşük rüzgâr değerine kadar olan rüzgâr hızında "PENCERE MAX AÇIKLIK" parametresinde belirtilen açıklık değerine izin verilmektedir. Daha sonra en düşük belirtilen rüzgâr hızındaki açıklık değerini pencerenin maksimum açıklık değeri olarak tayin edilmektedir. Bundan yüksek diğer rüzgâr değerlerinde rüzgâr algılandığı zaman o kademedeki pencere açıklığı çatı havalandırma pencerelerinin maksimum açıklık değeri olarak belirlenmektedir. Rüzgâr programı değerleri yağmur olduğu zamanlarda "YAĞMURDA" ile başlayan parametreler ile kontrolü sağlanmaktadır. "Genel Ayarlar" sekmesinde, fırtına ve gecikme değerleri girilmektedir.

Sistem ısı perdesi, gölge perdesi ve yan perde olarak üç çeşit termal perde kullanmaktadır. Şekil 4.75'de ısı perdesi kontrol ekranı gösterilmiştir.

Isı Perdesi Periyod Ayarları Sektör 1

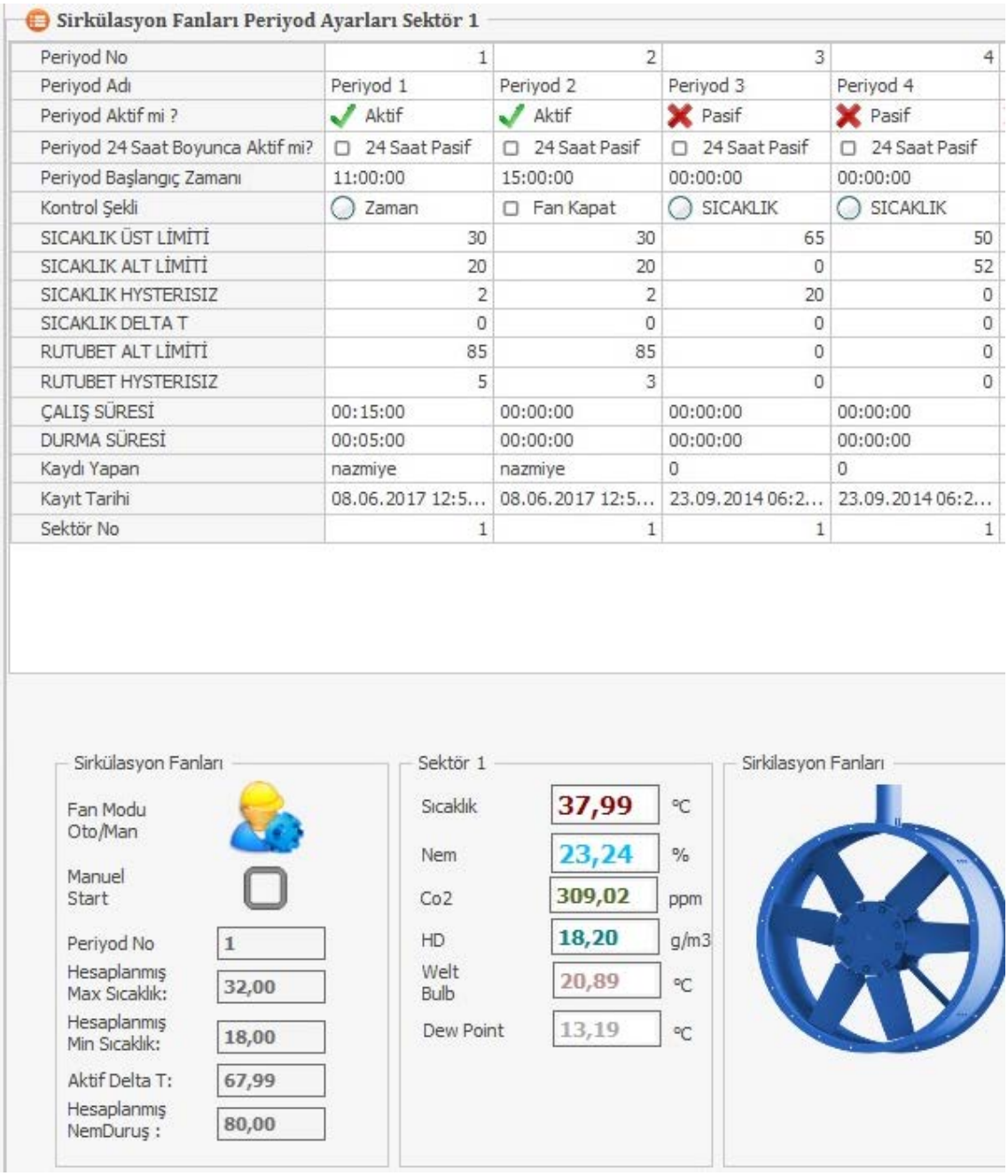
Periyod No	1	2	3	4	5	6
Periyod Adı	Periyod 1	Periyod 2	Periyod 3	Periyod 4	Periyod 5	Periyod 6
Periyod Aktif mi ?	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif
Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif
Periyod Başlangıç Zamanı	12:00:00	13:00:00	23:00:00	05:00:00	10:15:00	10:45:00
Perde Kontrol Şekli	◯ Zaman Ser	◯ Zaman Topla	◯ Zaman Ser	◯ Zaman Topla	◯ Zaman Ser	◯ Zaman Ser
ADIMSAL ÇALIŞMA ADIM MİKTARI %	10	20	20	20	20	20
ADIMSAL ÇALIŞMA BEKLEME ZAMANI	00:03:00	00:00:04	00:10:00	00:10:00	00:00:05	00:00:05
ADIMSAL ÇALIŞMA SET SICAKLIK DEĞERİ	15,5	25	25	15	25	25
ADIM-1 %	70	40	20	20	30	30
ADIM-2 %	80	20	40	40	40	40
ADIM-3 %	90	70	40	40	20	20
ADIMLAR ARASI BEKLEME ZAMANI	00:10:00	00:00:05	00:05:00	00:15:00	00:00:05	00:00:05
W/m2 DEĞERİ 1	400	400	300	300	454	455
W/m2 DEĞERİ 2	700	600	600	600	254	255
W/m2 DEĞERİ 3	800	900	1002	1002	1004	1005
J/cm2 PERDE SERİLİ KALMA SÜRESİ	00:00:00	00:00:00	01:20:00	01:30:00	01:40:00	01:50:00
PERDE SERME SERA İÇİ SICAKLIK DEĞERİ	30	15	37	38	39	40
PERDE TOPLAMA SERA İÇİ SICAKLIK DEĞERİ	20	27	32	33	34	35
PERDE KONUM DEĞİŞİKLİĞİ MİN BEKLEME SÜRESİ	00:02:00	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05	00:00:05
MAX PERDE AÇIKLIĞI	100	0	90	0	0	0
MİN PERDE AÇIKLIĞI	50	0	0	0	0	6
PERDE TOPLAMA RÜZGAR DEĞERİ	55	55	55	48	49	50
ISITMA ESNASINDA PERDE AÇIKLIĞI	100	100	100	100	100	100
ISITMA BİTTİKTEN SONRA PERDE TOPLAMA GECİKMESİ	00:10:00	00:11:00	00:12:00	00:13:00	00:14:00	00:01:50
EMİŞ FANLARI ÇALIŞIRKEN PERDE AÇIKLIĞI	0	0	3	4	5	6
YAĞMURLAMA ESNASINDA PERDE AÇIKLIĞI	0	0	9	10	11	12
CO2 TERAPİSİ ESNASINDA PERDE AÇIKLIĞI	100	100	98	97	96	95
PERDE İÇERİĞİ	alüminyum %50	alüminyum %46	0	0	0	0
Sektör No	1	1	1	1	1	1
Kaydı Yapan	melike	melike	melike	melike	melike	melike
Kayıt Tarihi	05.07.2019 11:4...	05.07.2019 11:4...	04.06.2019 12:2...	04.06.2019 12:2...	04.06.2019 12:2...	04.06.2019 12:2...

Şekil 4.75. Isı perdesi kontrol ekranı

Isı perdesi kontrolünü gün içinde değişik çalışma şekillerinde yapmak için 6 periyod olacak şekilde düzenlenmiştir. Ekran üzerinde tüm periyodlar aktif-pasif durumuna getirebilmektedir. “Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?” parametresinde, gün içinde tek bir periyod ile çalışılacağı zaman herhangi bir periyod aktif durumuna getirilmektedir. “Perde Kontrol Şekli” parametresinde, “Zaman Ser” seçildiğinde sistem periyod saatleri arasında perdeyi maksimum açıklık değerinde tutmaktadır. Eğer “Zaman Topla” seçilir ise, ölçülen w/m² değeri perde serme w/m² değerinin üzerine çıktığında perde %100 konumuna gelmektedir, ölçülen w/m² değeri perde toplama w/m² değerinin altına düştüğünde perde %0 konumunda bulunmaktadır. Perdenin serme ve toplama çalışması 3 adım miktarı ile olmaktadır. 1. adım miktarı, perde bulunduğu konumdan hedef konuma ilerlediği zaman önce 1. adım miktarındaki oran kadar ilerlemektedir. Bekleme süresi, 1. adım miktarı kadar ilerledikten sonra perde, adım bekleme süresi kadar beklemektedir. 2. adım bekleme, adım bekleme süresi bitiminde 2. adım miktarı kadar ilerlemeye devam etmektedir. Bekleme süresi, 2. adım miktarı kadar ilerledikten sonra perde, adım bekleme süresi kadar beklemektedir. 3. adım bekleme, adım bekleme süresi bitiminde 3. adım miktarı kadar ilerlemeye devam etmektedir. “PERDE TOPLAMA RÜZGAR DEĞERİ” parametresi, aşırı rüzgar ve fırtına durumlarında perdenin toplama değerini ifade etmektedir. Meteoroloji istasyonu tarafından ölçülen rüzgâr hızı değeri bu parametrede belirtilen rüzgâr hızı değerini geçtiği zaman perde hedef değeri minimum açıklık değeri olmaktadır. “ISITMA ESNASINDA PERDE AÇIKLIK DEĞERİ” sekmesinde, ısıtma esnasında perdelerin serili olması gerektiği durumlarda ısıtma

esnasında perde açıklık miktarı girilirse bulunduğu sektörün ısıtması aktif oluğunda perde, girilen oran kadar sermektedir. “ISITMADAN BİTTİKTEN SONRA PERDE TOPLAMA GECİKMESİ” parametresinde, sistem ısıtma ile çalıştığında ısıtmanın bitmesinin ardından perdenin normal konumuna dönmek için beklemesi gereken süreyi ifade etmektedir. “EMİŞ FANLARI ÇALIŞIRKEN PERDE AÇIKLIK DEĞERİ” parametresinde, emiş (egzost) fanları devreye girdikten sonraki perde maksimum açıklık değerini göstermektedir.

Şekil 4.76’da sirkülasyon fanlarının kontrol ekranı gösterilmiştir.



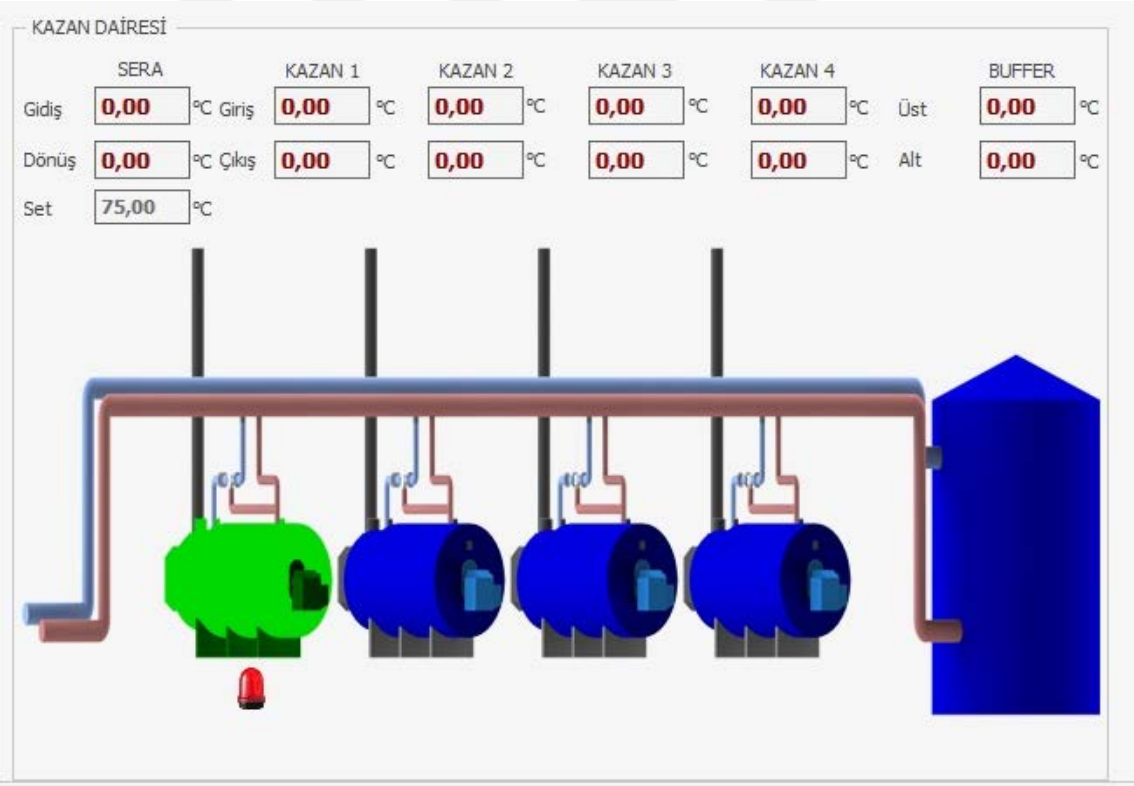
Sirkülasyon Fanları Periyod Ayarları Sektör 1

Periyod No	1	2	3	4
Periyod Adı	Periyod 1	Periyod 2	Periyod 3	Periyod 4
Periyod Aktif mi ?	Aktif	Aktif	Pasif	Pasif
Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?	24 Saat Pasif	24 Saat Pasif	24 Saat Pasif	24 Saat Pasif
Periyod Başlangıç Zamanı	11:00:00	15:00:00	00:00:00	00:00:00
Kontrol Şekli	Zaman	Fan Kapat	SICAKLIK	SICAKLIK
SICAKLIK ÜST LİMİTİ	30	30	65	50
SICAKLIK ALT LİMİTİ	20	20	0	52
SICAKLIK HYSTERISIZ	2	2	20	0
SICAKLIK DELTA T	0	0	0	0
RUTUBET ALT LİMİTİ	85	85	0	0
RUTUBET HYSTERISIZ	5	3	0	0
ÇALIŞ SÜRESİ	00:15:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
DURMA SÜRESİ	00:05:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Kaydı Yapan	nazmiye	nazmiye	0	0
Kayıt Tarihi	08.06.2017 12:5...	08.06.2017 12:5...	23.09.2014 06:2...	23.09.2014 06:2...
Sektör No	1	1	1	1

Şekil 4.76. Sirkülasyon fanları periyod ayar ekranı

Şekil 4.76'da "Kontrol Şekli" sekmesinde, "Zaman" seçilmiş ise sirkülasyon fanlarının belirtilen peryot aralığında sıcaklık şartı aranmadan aktif etmek istenildiğinde kullanılmaktadır. "Sıcaklık" seçildiğinde sirkülasyon fanlarını sera içinde ölçülen sıcaklık değerine göre çalıştırılmaktadır ve sera içi ölçülen sıcaklık değeri "SICAKLIK ÜST LİMİTİ" değerinin altında ve "SICAKLIK ALT LİMİTİ" değerinin üzerinde ise devreye girmektedir. Eğer "Fan Kapat" durumunda ise sirkülasyon fanları çalışmamaktadır. "SICAKLIK HISTERESIZ DEĞERİ" parametresi, sirkülasyon fanlarının kontrol şekli "SICAKLIK" seçili olduğu durumlarda sıcaklık üst ve alt limitlerinin izin verilebilecek değerlerini ifade etmektedir. "SICAKLIK DELTA T" sekmesinde, sektör içerisinde ölçüm yapan sera içi sıcaklık ve nem duyargalarının arasındaki izin verilen maksimum sıcaklık farkı girilmektedir. "RUTUBET ALT LİMİTİ" parametresi, sera içinde ölçülen rutubet değeri burada belirtilen rutubet değerinin üzerinde ise çalışmaktadır. "RUTUBET HİSTERESİZ DEĞERİ" parametresinde ise, sirkülasyon fanlarının kontrol şekli "SICAKLIK" seçili olduğu durumlarda nem alt limitinin izin verilebilecek minimum değerini ifade etmektedir.

Karaca sera otomasyonunda ısıtma için kazan sistemi kullanılmaktadır. Kazan sistemi ile yerden ısıtma, bitki ısıtma, çatı ısıtma ve kar eritme yapılmaktadır. Şekil 4.77'de kazan dairesi ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.77. Kazan dairesi ekranı

Yerden ısıtma sistemi, ısıtma işlemi seranın zemininde, bitki taşıma oluklarının (GUTTER) arasında bulunan ve aynı zamanda sera içi hasat arabalarının üzerinde yürüdüğü ısıtma boruları ile yapılmaktadır. Şekil 4.78'de zemin ısıtma ayar ekranı gösterilmiştir.

Yerden Isıtma Periyod Ayarları Sektör 1

Periyod No	1	2	3	4
Periyod Adı	Periyod 1	Periyod 2	Periyod 3	Periyod 4
Periyod Aktif mi ?	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif	✓ Aktif
Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif
Periyod Başlangıç Zamanı	05:10:00	07:20:00	09:00:00	11:00:00
Kontrol Şekli	◯ Sıcaklık	◯ Sıcaklık	◯ Sıcaklık	◯ Sıcaklık
Set Sıcaklığı	16,00	19,00	21,00	22,00
Set Sıcaklığı Histerisiz	0,10	0,10	0,10	0,10
Emniyet Sıcaklığı	20,00	30,00	30,00	30,00
Pompa Min %	0,00	0,00	0,00	0,00
Pompa Max %	100,00	100,00	100,00	100,00
Sektör No	1	1	1	1
Kaydı Yapan	Karaca	Karaca	Karaca	Karaca
Kayıt Tarihi	04.11.2014 01:3...	04.11.2014 01:3...	04.11.2014 01:3...	04.11.2014 01:3...

Şekil 4.78. Yerden ısıtma periyod ayar ekranı

Şekil 4.78'de yerden ısıtma sisteminin kontrolünü gün içinde değişik çalışma şekillerinde yapmak için 12 periyod olacak şekilde ayarlanabilmektedir. "Kontrol Şekli" sekmesinde, "Sıcaklık" seçildiği zaman sistem sera içi sıcaklık değerini istenilen set değerine ayarlamak için gerekli çalışma ve boru sıcaklığı değerlerini düzenlemektedir. "Kapat" seçildiğinde belirtilen peryot aralığında yerden ısıtma çalışmamaktadır. "Set sıcaklığı" seçildiğinde, yerden ısıtma sistemi bütün işlemlerini sera içi sıcaklığı istenilen set değerini ayarlamak için yapmaktadır. "Set Sıcaklığı Histerisiz" parametresi, sera içi istenilen sıcaklık değerinin band aralığını göstermektedir. "Emniyet sıcaklığı" sekmesi, sera içi ısıtma borularında dolaşacak maksimum ısıtma suyu sıcaklık değerini belirlemektedir. "Pompa Min %" ve "Pompa Max %" parametreleri, ısıtma sisteminde kullanılan 3 yollu vananın minimum ve maksimum açıklık değerini ifade etmektedir.

Şekil 4.79'da karbondioksit gübrelemesi ayar ekranı gösterilmiştir.

CO2 Periyod Ayarları Sektör 1

Periyod No	1	2	3	4
Periyod Adı	Periyod 1	Periyod 2	Periyod 3	Periyod 4
Periyod Aktif mi ?	✓ Aktif	✓ Aktif	✗ Pasif	✗ Pasif
Periyod 24 Saat Boyunca Aktif mi?	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif	☐ 24 Saat Pasif
Periyod Başlangıç Zamanı	09:30:00	16:00:00	00:00:00	00:00:00
Kontrol Şekli	◯ CO2	◯ Kapat	◯ CO2	◯ CO2
Sera Sıcaklığı Düşük İzni	17,00	0,00	0,00	0,00
Sera Sıcaklığı İzin Bant Aralığı	1,00	0,00	0,00	0,00
Sera Nem Düşük İzni	40,00	0,00	0,00	0,00
Sera Nem İzin Bant Aralığı	10,00	0,00	0,00	0,00
Dış Sıcaklık İzni	-10,00	0,00	0,00	0,00
Dış Sıcaklık İzin Bant Aralığı	1,00	0,00	0,00	0,00
Rüzgar Hızı İzni	40,00	0,00	0,00	0,00
Rüzgar Hızı İzni Bant Aralığı	1,00	0,00	0,00	0,00
Düşük Radyasyon Set	300,00	0,00	0,00	0,00
Düşük Radyasyon CO2 Set	400,00	0,00	0,00	0,00
Yüksek Radyasyon Set	1000,00	0,00	0,00	0,00
Yüksek Radyasyon CO2 Set	800,00	0,00	0,00	0,00
CO2 Bant Aralığı	30,00	780,00	0,00	0,00
Çalışma Süresi	00:10:00	00:12:00	00:00:00	00:00:00
Durma Süresi	00:00:10	00:45:00	00:00:00	00:00:00
Sektör No	1	1	1	1
Kaydı Yapan	melike	melike	Karaca	Karaca
Kayıt Tarihi	19.12.2018 12:4...	19.12.2018 12:4...	23.09.2014 01:0...	23.09.2014 01:0...

Şekil 4.79. CO_2 periyod ayar ekranı

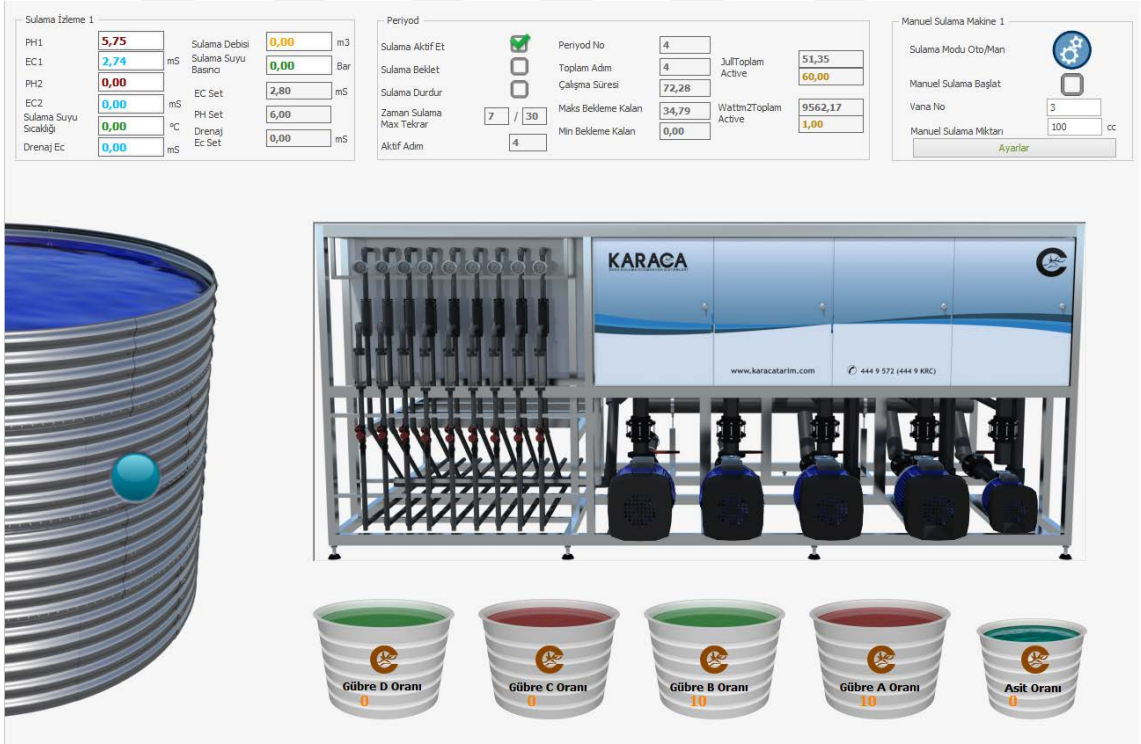
Sera içinde karbondioksit kontrolünü gün içinde değişik çalışma şekillerinde yapmak için 6 peryot olacak şekilde ayarlanabilmektedir. Sera içinde CO_2 set değerinin oransal olarak ayarlanabilmesi için 4 adet parametre girilmesi gerekmektedir. Bunlar, "Düşük Radyasyon Set" W/m² cinsinden, "Düşük Radyasyon CO_2 Set" ppm cinsinden, "Yüksek Radyasyon Set" W/m² cinsinden ve "Yüksek Radyasyon CO_2 Set" ppm cinsinden oluşmaktadır. Bu değerler meteoroloji istasyonundan ölçülen ve sera içinde ölçülen CO_2 değerleri ile etkin halde çalışmaktadır. "CO_2 Bant Aralığı" parametresi, sistemin hesapladığı CO_2 hedef değeri için alt ve üst limit aralığını göstermektedir.

4.4.2. Karaca Sulama Sistemi

Gün içinde yapılacak sulamalar periyodlara ayrılarak gün içinde değişik uygulamaları gerçekleştirme imkânı sağlamaktadır. Peryot zaman aralıkları periyodun sadece başlama zamanı yazılarak düzenlenmektedir. Başlama saatlerinin düzenli yazılma şartı zorunlu olmamaktadır. Sistem, zamanı gelen periyodu başlatmaktadır. Peryot numarasının çalışma sıralamasına etkisi görülmemektedir. Sistem, başlama zamanı gelen periyodu işleme almaktadır ve peryot parametrelerini uygulamaktadır. Peryot değişiminde, devam eden bir sulama varsa, aktif sulama bittikten sonra yeni peryot devreye girmektedir. Her peryot aralığı içinde birbirinden farklı ya da aynı parametre

değerleri kullanılabilmektedir. Gün boyunca tek bir peryotla işlem yapılabilmesi için 24 saat kontrollü peryot kullanılarak da sulamalar yapılabilmektedir.

Sulama sisteminin genel görünüşünün bulunduğu ekranda sulama sisteminin çalışması ve ölçülen değerler bulunmaktadır. İzleme ekranının sol üst kısmında sulama sırasında ölçülen EC (iletkenlik), pH, sulama suyu sıcaklığı ve sulama debisi görülmektedir. Temiz su stok tankının üzerindeki mavi gösterge solüsyon tankının içinde yeterli seviyede temiz su olduğunu göstermektedir. Temiz su stok tankının üzerindeki gösterge kırmızı olduğunda stok tankında yeterli miktarda temiz su olmadığını göstermektedir. Sulama durur, hata mesajı verilir ve temiz su stok tankında su seviyesi yeterli seviyeye ulaştığında bu gösterge mavi olacak ve hata resetlendikten sonra sulama devam etmektedir. Gübre Tankları üzerindeki yeşil ve kırmızı renkteki göstergeler kullanılan gübre kanallarını göstermektedir. Yeşil renkte olan göstergeler gübre kanalının kullanıldığını, kırmızı renkte olan gübre kanallar kullanılmayan kanalları göstermektedir. Sulama esnasında sulama yapılan sulama sektörünü göstermek amacıyla sulama sektörünün vanası yeşil renkte olmaktadır. Sulama ve gübreleme sistemi çalıştığında sulama pompası ve dozaj pompası yeşil renk ile gösterilmektedir. Otomatik modda sulama çalıştığı esnada kullanıcının manuel sulama yapabilmesi için bu ekranda birde manuel sulama menüsü mevcuttur. Bu menüde en üstte otomatik ve manuel seçimi bulunmaktadır. Şekil 4.80'de sulama genel izleme ekranı verilmiştir.



Şekil 4.80. Sulama genel izleme ekranı

Şekil 4.81'de sulama makinesi periyod ayarları gösterilmiştir.

Seçili Periyod : Periyod 1

Periyod No	1	2	4	5
Strateji Numarası	Periyod 1	Periyod 2	Periyod 4	Periyod 5
Periyod Aktif mi ?	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif
Periyod Başlangıç Zamanı	08:00:00	11:05:00	13:00:00	15:00:00
Strateji	AB21	AB21	AB21	AB21
Man/Oto Seçim	Auto	Auto	Auto	Auto
Manual Başlat Aktif mi ?	Yok	Yok	Yok	Yok
Minimum Bekleme Zamanı	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:15:00
Maksimum Bekleme Zamanı	00:45:00	00:45:00	00:45:00	00:45:00
Sulama Tipi	Jcm2 göre S...	Jcm2 göre S...	Jcm2 göre S...	Jcm2 göre S...
W/m2 Değeri	1	1	1	1
J/cm2 Değeri	60	60	60	90
Maksimum Tekrar Sayısı	30	30	30	30
Periyod Başlangıcında Sulama Var mı?	Var	Var	Var	Var
Maksimum Bekleme Aktif mi?	Var	Var	Var	Var
Kayıt Tarihi	09.08.2019 10:3...	09.08.2019 10:3...	09.08.2019 10:3...	09.08.2019 10:3...
Kaydı Yapan	melike	melike	melike	melike

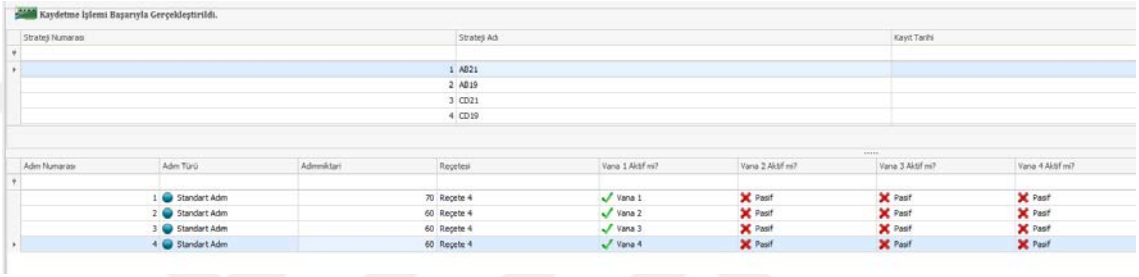
Adım Numarası	1	2	3	4
Adım Tipi	Standart Adım	Standart Adım	Standart Adım	Standart Adım
Adim Miktarı	70	60	60	60
Reçete Numarası	4	4	4	4
Vana 1 Aktif	Vana 1	Vana 2	Vana 3	Vana 4
Vana 2 Aktif				
Vana 3 Aktif				
Vana 4 Aktif				
Vana 5 Aktif				
Vana 6 Aktif				
Kayıt Tarihi	09.08.2019 13:3...	09.08.2019 13:3...	09.08.2019 13:3...	09.08.2019 13:3...
Kaydı Yapan	melike	melike	melike	melike

Şekil 4.81. Sulama makinesi periyod ayar ekranı

Gün içinde periyoda göre sulama yapılırken her periyodun başlama zamanı girilmektedir. Başlama zamanı gelen peryot sulama tipi ve girilen parametrelere göre işlemlerine devam etmektedir. "Peryot numarası" peryotları isimlendirme amaçlıdır. Peryotların sıralanması başlama zamanlarına göre düzenlenmektedir. "Strateji" parametresi, vana adım sıralaması, gübre (reçete) numarası, sulama miktarının belirlendiği değişik sulama stratejileri belirlenerek sulama programında gün içinde gübre programında ya da sulama programında değişiklik yapmadan işlemler uygulanmaktadır. "Minimum Bekleme Zamanı" ve "Maksimum Bekleme Zamanı" parametreleri, sistemin sulama yapmadan bekleyeceği en az ve en fazla süreyi belirtmektedir. "Sulama Tipi" sekmesinde, "zaman sulama", "W/m² toplamına göre sulama", "J/cm² toplamına göre sulama" ve "slap ağırlığına göre sulama" seçenekleri seçilmektedir.

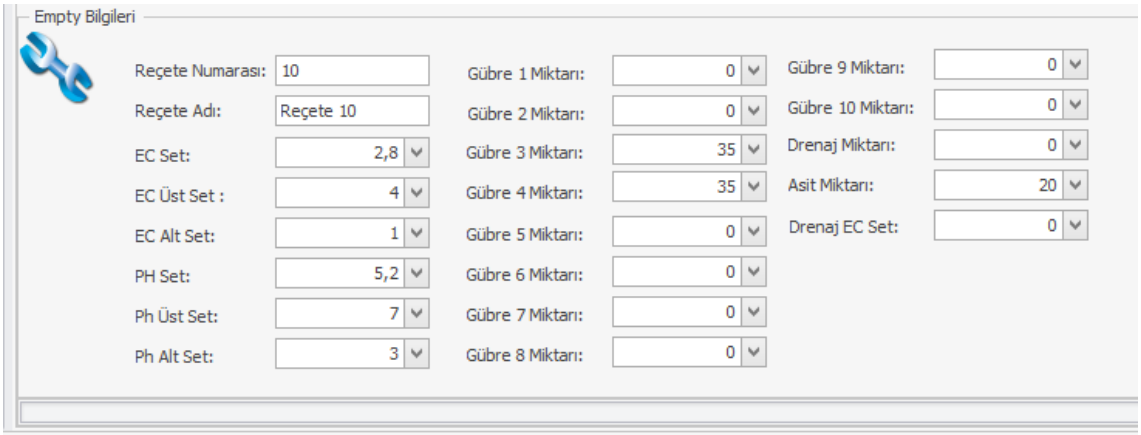
Sulamada strateji seçimi ile sulama ya da gübreleme yapılacak vanaların adım ayarları belirlenmektedir. Strateji ayarları sayfasında sulama yapılacak vanaların süre/miktarları gübreleme reçete seçimi ve vana seçimleri yapılmaktadır. Strateji sayısı 6

olarak sınırlandırılmıştır. Stratejideki amaç, farklı evredeki veya farklı türdeki bitkilerin doğru şekilde sulanmasına olanak sağlamaktır. Strateji ayarları sayfasında önce aynı anda kaç tane vana grubunun çalışacağının sayısı ve sulama miktarının birimi (ml, lt ya da süre dk.sn) belirlenmektedir. Strateji adım kayıt ekranında, çalışacak vana grubu numaraları, vana gruplarının gübrelemesi için kullanılacak gübre (reçete) numarası, vana gruplarının sulama süreleri veya miktarları girilmektedir. Her adım için iki şekilde çalışma şekli belirlenebilmektedir. “Standart Adım”, çalışacak vana grubu/gruplarının numaraları, bu adımda kullanılacak reçete numarası ve sulama miktarı girilmektedir. “Bekleme adımı”, adımlar arasına bekleme istenildiğinde adım çalışma şekli bekleme yapılarak sistem bekleme konumuna geçmektedir. Adım için girilen süre sonunda bir sonraki adımda verilen değerler uygulanmaktadır. Şekil 4.82’de strateji adım kayıt ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.82. Strateji adım kayıt ekranı

Şekil 4.82’de her vananın sırayla sulanabilmesi için vana sayısı kadar adım girilebilmektedir. Her adımda reçete numaraları girilmektedir. Bu şekilde her vananın farklı EC-pH ve gübre kanalı kullanarak sulama ve gübreleme yapılması mümkündür. Şekil 4.83’de reçete kayıt ekranı gösterilmiştir.



Şekil 4.83. Reçete kayıt ekranı

“EC Set” ve “pH Set” parametrelerinde, sulama ve gübrelemede istenilen EC-pH değerleri girilmektedir. “EC Üst Set” ve “EC Alt Set” sekmelerinde, sulama ve gübreleme

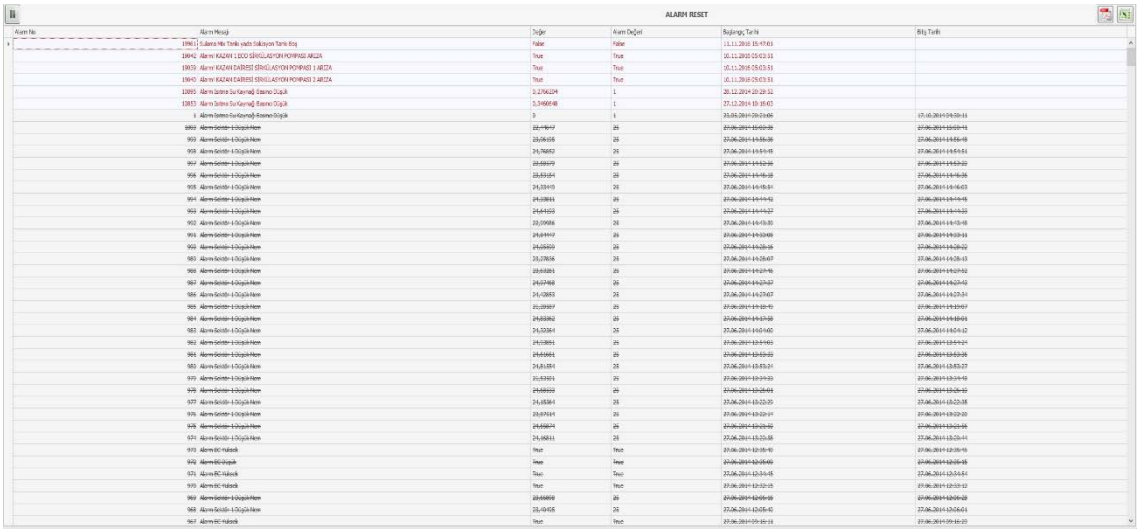
esnasında sistemin EC alt ve üst limitleri belirlenmektedir. Alarm bekleme süresi boyunca bu alt ve üst değerler aralığının dışında ise sistem alarm vermektedir. “pH Üst Set” ve “pH Alt Set” sekmelerinde, sulama ve gübreleme esnasında sistemin PH alt ve üst limitleri belirlenmektedir. Alarm bekleme süresi boyunca bu alt ve üst değerler aralığının dışında ise sistem alarm vermektedir. “Gübre Miktarı” parametresinde, kullanıcı sistemde EC kontrolü istediğinde gübre kanallarından istediğine başlangıç oranı yazarak gübreleme yapmaktadır. Kullanılması istenmeyen gübre kanallarına "0" değeri yazılması gerekmektedir. Bütün kanallara "0" değeri yazılırsa hiçbir kanaldan gübre alınmamaktadır.

4.4.3. Karaca Alarm Sistemi

Sistem daha önceden parametreler ile belirtilmiş olayları tespit ettiğinde parametrelerde belirtilen tepkileri vermektedir ve kullanıcıya ekranın sağ üst köşesinde uyarı olarak bildirmektedir. Burada kullanıcının alarmı sıfırlaması (resetlemesi) ve gereken önlemi alması istenmektedir. Alarm ayarları birden çok sektörlere ayrılabilmektedir ve ısıtma, sulama, meteoroloji istasyonu için farklı alarm ayarları girilmektedir. Ayarlar alt ve üst limit verileri oluşturarak alarmlar aktif edilmektedir. Şekil 4.84’de alarm ayarları ekranı gösterilmiştir.

Şekil 4.84. Alarm ayarları ekranı

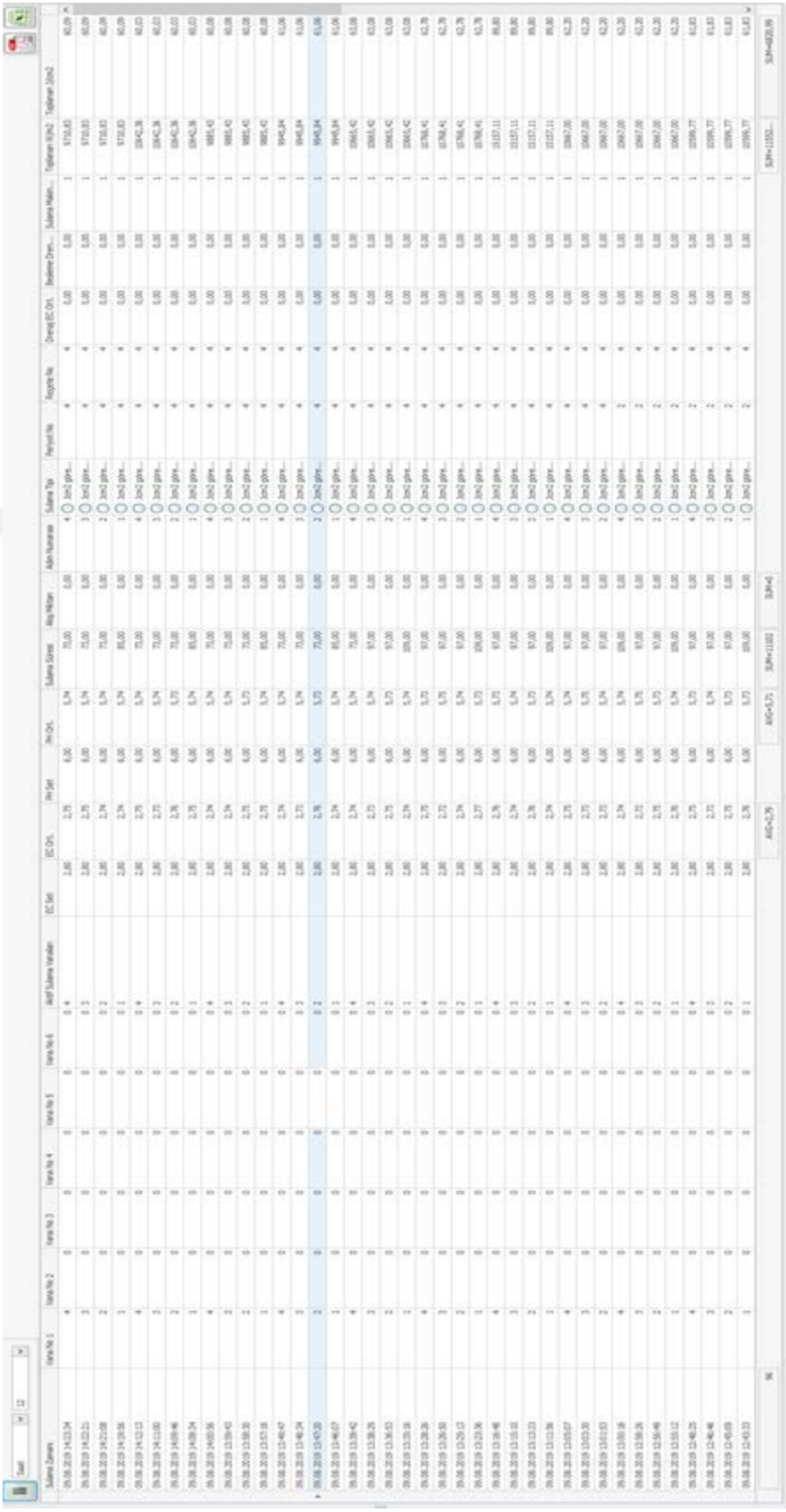
Alarmların takibi, alarm reset ekranından yapılmaktadır. Bu menüde, alarm no, alarm mesajları, alarm değeri ve başlangıç-bitiş tarihleri gösterilmektedir. Kırmızı olan sekmeler sıfırlanmamış (resetlenmemiş), siyah ve üstü çizili sekmeler ise sıfırlanmış (resetlenmiş) alarmları göstermektedir. Şekil 4.85’de alarm reset ekranı verilmiştir.



Şekil 4.85. Alarm reset ekranı

4.4.4. Karaca Grafiksel Analiz ve Raporlama

Sulama ve İklimlendirme sisteminde değerlerin birden fazlasını aynı grafik sayfasında görmek için trend rapor sayfası kullanılmaktadır. Sistem üzerinde ölçülen bütün duyarga değerleri seçilebilmektedir. Seçilen her duyarga değeri farklı renkte gösterilmekte ve ekranda hangi değerin hangi renkte gösterildiği belirtilmektedir. Seçilen duyarga değerlerinin geçmişe yönelik kayıtlarını görmek için tarih aralığı seçilip bu tarih ve saatler arasındaki kayıtlar görülebilmektedir. Grafik gösteriminde grafik üzerine ölçüm değerlerini gösteren etiketler eklenebilmekte veya bu etiketler gizlenebilmektedir. Sistemdeki geçmiş ölçümleri grafik ve liste olarak görüntülenebilmektedir. Sulama sistemi için geçmişte yapılan sulamalarının bütün ayrıntıları ile geçmiş kayıtları tutulmaktadır (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Sulama vana kayıtları ekranı

5. TARTIŞMA

Araştırması yapılan 4 ayrı otomasyon yazılımında, literatüre göre sera için mevcut izleme yaklaşımlarından daha yüksek otomasyon seviyesi ve gerçek zamanlılık sorunlarını çözmek için, ileri teknoloji bilgi izleme ve dağıtım sistemleri gözlemlenmiştir. Literatürde verilen kablosuz ağ teknolojisi (Guofang ve ark. (2010)), otomasyon sistemlerinde rastlanılmamıştır. İletişim protokollerinden kablosuz yapı olarak sadece GPRS (General Packet Radio System) modülü alarm amaçlı kullanılmıştır. Mevcut literatürde, duyargalar ve bulut tabanlı internet bağlantısı ile bitkiler hakkında gerçek zamanlı güncellemeler sunulmuş ve tüm gözlem, test sonuçları ile kullanıcılara bitkileri daha verimli yetiştirmelerine yardımcı olacak, sera faaliyetleri ve sulamayı otomatikleştirmek için bir çözüm sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. İncelenen otomasyon sistemleri bu mevcut duruma karşı bulut tabanlı veya masaüstü uygulamaları ile seraların izlenmesini sağlamıştır.

Seralardaki iklim kontrolünün enerji tasarrufuna bağlı yapılması gerektiği literatürde savunulmuştur (E. Nederhoff ve ark. (2019)) ve sektördeki otomasyon firmalarının çok sınırlı enerji tasarrufu özellikleri sağladığını gözlemlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda, bilgisayarların sıcaklık, nem ve pencere kontrollerini birbirine bağlı şekilde kullanılması gerektiği açıklanmıştır. Isıtma ve havalandırma ile nem kontrolünün yapılmasındaki enerji kayıpları gözlemlenmiştir.

Elde edilen bulgular ile hoogendorn otomasyon sisteminde, sera iç ortam sıcaklığı ısıtma set sıcaklığının altına düştüğünde, ısıtma işlemi yapılmaktadır ve sera iç ortam sıcaklığı, rüzgâra zıt taraf havalandırma set sıcaklığının üzerinde ise, rüzgâra zıt tarafındaki havalandırma pencereleri açılmaktadır. Sera iç ortam sıcaklığı rüzgâr tarafı havalandırma set sıcaklığının üzerinde olduğunda rüzgâr tarafındaki havalandırma pencere açılmaktadır. Sera içerisinde bağıl nem %80 oranından yüksek olduğunda, havalandırma pencerelerini açılması sağlanmaktır.

Priva otomasyon sistemi, ısıtmada ışınıma bağlı sıcaklık seviyesi değişimi ve neme bağlı artış veya azalış için nem seviyeleri kontrol edilmektedir. Rüzgâra zıt ve rüzgâr tarafındaki havalandırma pencerelerin konumlarını neme bağlı olarak kontrolü için ayarlamalar yapılabilmektedir. Sistemde termal perdeler, hesaplanan ısıtma sıcaklığı ile ölçülen dış sıcaklık arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak, enerji kaybını önlemek için küçük veya büyük adımlarla açılabilmektedir.

Inta otomasyon sisteminde iklim koşullarına göre ısıtma stratejisi bulunmaktadır. Maksimum nem için, ayar noktasını ne kadar aştığına bağlı olarak, minimum boru sıcaklığının orantılı bir şekilde artması programlanabilmektedir. Nem kontrolünün diğer sistemler ile entegre çalışabilmesi için ayar ekranı mevcuttur. Serada nem kontrolü için pencerelerinin konumlarına müdahale edebilmektedir. Termal perdelerin, çok yüksek ve düşük nem seviyesi ile açılıp-kapanmaları orantılı olarak sınırlandırılmıştır. Fanların ile hava neminin maksimum azaltılabileceği noktaya gelindiği zaman, çalışması durdurulmaktadır.

Karaca otomasyon sisteminde çatı havalandırmanın sera içinde istenilen sıcaklık değerini baz alarak sıcaklığı sabit tutmak için çatı havalandırma pencerelerini ihtiyaç oranında açıp kapatmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca pencerelerin kontrolü için nem

etkisi veya W/m² gibi birim değerleri girilebilmektedir. Isıtma sistemi çalışması esnasında termal perdeler enerji tasarrufu için kullanılabilmektedir. Sirkülasyon fanları çalışırken de perde açıklık kontrolü mümkündür.

A. Candido ve ark. (2006), bir serada mikro iklim kontrolüne ayrılmış gömülü bir gerçek zamanlı sistemin gelişimini değerlendirmişlerdir. Buna göre; kontrol sistemi seranın hem iç sıcaklığı hem de nemi ile dış sıcaklık, yağış ve rüzgâr koşulları izlemektedir ve kontrol sisteminin kararlarını düzenlemektedir. Dış hava sıcaklığını, rüzgârın hızını ve yönünü, yağmur veya kar yağışı durumunu ölçmek için bir meteoroloji istasyonu kullanılmıştır. Mevcut sistemlerin elde edilen bulgularında, Karaca otomasyon sistemi meteoroloji istasyonunda kar yağışını takip etmektedir ve kar eritmesi için ısıtmayı kullanmaktadır. Diğer otomasyonlar kar harici belirtilen dış etkenleri meteoroloji istasyonlarında bulundurmaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonu don kontrolü yapmamaktadır.

Bulgularda gözlemlenen otomasyon sistemleri, donmaya karşı koruma için dış hava sıcaklığına limitler koymaktadır ve limit aşımlarında alarm vermektedir. Inta iklimlendirme sisteminde, meteoroloji istasyonunda ölçülen sıcaklık en kısa sürede donma parametresinde ayarlanan sıcaklığın altına düşerse, pencereler otomatik olarak hiçbir koşula bakmadan kapatılmaktadır. Priva otomasyon sisteminde ise don için dış sıcaklık limiti girilerek kullanıcıya uyarı verilmesi sağlanabilmektedir. İncelenen otomasyon iklimlendirme sistemlerinde, fırtına anında pencere kontrolleri mümkündür. Yağmurlu ve fırtınalı havalarda maksimum değerler girilmektedir, iklim koşulları gerçekleştiği zaman değerlerin üstünde pencereler açılamayacaktır.

Günümüzde akıllı ev uygulamalarında, endüstriyel otomasyon sistemlerinde, tarım arazileri ya da sera otomasyon sistemleri gibi farklı alanlarda internet üzerinden kontrol ve izleme sistemleri geliştirilmiştir (Baytürk ve ark. (2013)). Bu sistemde TCP/IP protokol grubu kullanılarak internet tabanlı denetim sistemi modeli tasarımı ve bu sistemin akıllı telefonlarla kontrolü amaçlanmıştır. Araştırmada, uzaktan kontrol denetim işlemlerinin internet ortamından yapılabilmesi, sunucu tarafında bir bilgisayar değil de gömülü bir donanım kartının kullanılması ve uzaktan kontrol ve denetim işleminin konsol bir uygulamanın yanında akıllı telefonlar ile de yapılabilmesi bakımından mevcut sera otomasyon sistemlerinden farklı olduğu savunulmuştur. Inta iklimlendirme sistemi web tabanlı uygulamaya sahiptir ve mobil erişim ile kontrol edilmesi mümkündür. Mobil ve web ara yüzüne bağlanılarak duyarga değerleri izlenebilmekte ve sistem yönetilebilmektedir.

5.1. Ekran Görüntüleri

İncelenen otomasyon sistemlerinde, hoogendorn, priva ve karaca tek bir uygulama ile tüm kontrolleri sağlayabilmektedir. Inta otomasyon sistemi ise iklimlendirme için web tabanlı, sulama ve gübreleme için masaüstü uygulaması ile kontrol edilmektedir. Bu durum, inta sisteminin kullanım kolaylığını zorlaştırmaktadır. Kullanıcı farklı kontroller için ekran değişikliğine gitmek zorundadır.

Priva otomasyon sistemi, incelenen diğer sistemlere göre, her kontrol için ayrı ekran kullanmaktadır. Kullanıcı, sistemde seranın gözlemlenmesi içinde tek tek ayrı sayfalara gitmek zorundadır. Genel bir sera izleme ekranı bulunmamaktadır. Örnek olarak, ısıtma

stratejisini yapmadan önce kullanıcı farklı bir ekranda su sıcaklığını ayarlamak zorundadır. Hoogendorn ve Karaca hem sulama-gübreleme hem de iklimlendirme için, Inta sadece iklimlendirme için gelişmiş yeni nesil bir ara yüz kullanmışlardır. Bu sistemlerde, birden çok sayfayı aynı ekranda görüntülemek mümkündür. İşlem ve gözlemleme yapabilmek için tek bir ekranda kontrol sağlanabilmektedir.

Seranın genel izlenebilmesi için Karaca otomasyon sistemi, gözlemlenen meteoroloji istasyonu, iklimlendirme ve sulama verilerini görsel olarak göstermektedir. Genel görünüş ekranı açıklayıcı ve tek ekran üstünde seraya etki eden tüm etkenleri gözlemlemek mümkündür. Karaca otomasyon sistemi ara yüzde kullanıcıya dil seçimi sunmaktadır. Türkçe, İngilizce ve Rusça dilleri seçilerek sistem kullanılabilmektedir. Diğer otomasyon sistemlerinde ara yüz dili İngilizcedir. Hoogendorn ve Inta otomasyon sistemlerinde kullanıcı sadece başlıkların isimlerini değiştirebilmektedir.

Tüm sistemlerde ekranlara kolay ulaşım için kısayol atamak mümkündür. Ana ekrana tanımlanan kısayola kullanıcı tek tuş ile erişebilmektedir. Priva için bu kullanım sadece Priva Office versiyonunda gerçekleşebilmektedir. İncelenen sistemlerin menü yapıları neredeyse birbirlerinin aynısıdır. Sistemler genel olarak iklimlendirme kontrolü, sulama-gübreleme kontrolü ve enerji kontrolü olarak menülerine ağaç yapısı oluşturmuşlardır.

5.2. Grafiksel Analiz ve Raporlama

Tüm sistemlerde kullanıcılar, bilgisayar tarafından derlenebilecek grafikleri serbestçe seçebilmektedir. Bir grafiksel kontrol ekranı sağlamak için kullanıcılar kendi gösterge grafiklerini seçtikleri parametreler için oluşturabilmektedir. Otomasyonda bulunan tüm ölçümleri, hesaplamaları veya ayarları (verileri) grafik sisteminde görülebilmektedir. Ölçme veya hesaplama işleminin hangi bölümde yapıldığı önemli değildir, sistemlerde tüm bileşenler birbirleri ile aynı grafik içinde bulunabilmektedir.

Inta ve Karaca otomasyon sistemlerinde, iklimlendirme ve sulama duyargaların ölçüm değerleri kayıt altına alınmaktadır. Kayıt altına alınan veriler için her iki otomasyon sisteminde raporlama ekranı mevcuttur. Raporlama ekranında, sistem üzerinde ölçülen bütün duyarga değerleri seçilebilmektedir. Seçilen duyarga değerlerinin geçmişe yönelik kayıtlarını görmek için tarih aralığı seçilip bu tarih ve saatler arasındaki kayıtlar görülebilmektedir. Diğer sistemlerden farklı olarak bu iki sistemde anlık olarak ölçülen tüm duyarga değerleri tek tek gösterilebilmektedir. Priva ve Hoogendorn otomasyon sistemlerinde sadece ana menüsünde bulunan geçmişte ölçülen iklimlendirme ve sulama değerlerinin ortalaması gün, ay ve yıl olarak ekranda gösterilmektedir.

5.3. Alarm Sistemleri

İncelenen sistemlerde daha önceden parametreler ile belirtilmiş olayları tespit ettiğinde parametrelerde belirtilen tepkileri vermektedir ve kullanıcıya ekranın bir köşesinde uyarı olarak bildirmektedir. Bilgisayar bir veya daha fazla alarm algıladığında, ekranda ne tür bir alarm olduğunu belirten bir mesaj ve algılanan saat ve tarih ile birlikte görüntülenmektedir. Alarm aktif olduğu sürece mesaj ekranda kalmaktadır. En düşük hat numarasına sahip alarm en son bildirilmektedir. Tüm sistemlerde, sistem alarm durumuna düştükten sonra resetlenmesi beklenmektedir ve sulama sisteminde bir alarm mevcut ise

sistem durmaktadır. Burada kullanıcının alarmı sıfırlaması (resetlemesi) ve gereken önlemi alması istenmektedir.

Inta alarm sisteminde, iklimlendirme ve sulama sistemi alarmları ayrı ara yüzlerde görüntülenmektedir ve birbirleri ile etkileşim halinde bulunmamaktadırlar. Sulama sisteminde gereken alarm seviyeleri öncelikli olarak belirlenmektedir. Alarm limitlerinin dozajdaki olayları, hataları veya arızaları koruyan sınırlar bulundurmaktadır.

Hoogendoorn'un alarm modülünde, düşük seviyeli ve acil alarm olarak iki çeşit alarm prosedürü vardır. Düşük seviyeli drenaj gibi geceleri düşük öncelikli alarmlar için bildirimler, sabah 07.00'a ertelenmiştir. Acil alarm anında bildirim yapmaktadır, eğer acil alarm çağrıları sorumlu ekip üyesi tarafından cevaplanmadığında bir yedekleme prosedürü kullanılmaktadır.

Tüm sistemlerde alarm alt ve üst limitleri sistem yöneticisinin belirlediği kısıtlama aralığında kullanıcılar tarafından girilebilmektedir. Ölçülen değerler alt veya üst limitin dışında çıktıkları zamanlarda sistemler alarm vermektedir. Hoogendorn otomasyon sistemi, kullanıcı tarafından yapılabilecek hataları engellemek için sulama-gübreleme alt ve üst limitlerinin değerlerini master (firma uzmanı) tarafından değiştirilebilmektedir.

5.4. Sulama-Gübreleme Sistemleri

İncelenen otomasyonlarda, sulama döngüleri için birden fazla farklı strateji ayarlanabilmektedir. Sera içerisindeki valfler gruplara bölünerek bir bitki grubunu veya grubun bir bölümünü kontrol edebilmektedir. Valf grupları zamana bağlı ve miktara bağlı aktif-pasif edilebilmektedir. Sulama işlemi tüm sistemlerde ışınıma bağlı olarak yapılabilmektedir. Kullanıcıların dozajlama işlemi için EC ve pH değerlerini ayarlayabileceği ekranlar mevcuttur. Sulama sistemlerinde reçete, sulama miktarı ve sulama süresi her valf için ayrı ayrı düzenlenebilmektedir. Sulamada strateji seçimi ile sulama ya da gübreleme yapılacak vanaların adım ayarları belirlenebilmektedir. Sistemlerin strateji ayarları sayfasında sulama yapılacak vanaların süre/miktarları gübreleme reçete seçimi ve vana seçimleri yapılabilmektedir. Sistemlerdeki bu kullanış, farklı evredeki veya farklı türdeki bitkilerin doğru şekilde sulanmasına olanak sağlamaktır.

Sistemler vanaları, valfleri, tankları ve geri dönüşüm sistemini dezenfekte etmek için su filtresi ekranını kullanmaktadır. Geri dönüşüm kontrolü, bitkinin sulamada kullanılmadığı suyun yeniden sulama için yeniden kullanılmasını sağlamaktadır. Inta sulama sisteminde diğerlerinden farklı olarak, sulama programı sona erdiğinde veya sulama programını kesintiye uğratarak, daha önce kesilen sulama programını temizleme ve sürdürme işlemi yapılabilmektedir ve temizlik işlemini yapmadan önce minimum sulama zamanı kullanıcı tarafından girilebilmektedir.

Karaca sulama sisteminde diğer sistemlerden farklı olarak yazılım ara yüzünde sulama suyu sıcaklığı ve sulama debisi ölçümleri gösterilmektedir. Sistem ekranında kayıt edilen reçeteler, stratejiler vb. işlemlerin hangi kullanıcı tarafından kayıt edildiği gösterilmektedir. Bu durum birden fazla kullanıcının sistemi kullanımı aşamasında karışıklıkları önlemektedir. Karaca ve Hoogendorn sulama sistemlerinde, EC devirdaim kontrolü kapatılıp açılabilmektedir.

5.5. İklim Kontrol Sistemleri

Araştırılan iklim kontrol sistemleri, seradaki sistemlerin kontrolünü yaparken dış hava şartlarını ölçerek kontrol edebilmektedir. Bu işlem için meteoroloji istasyonu kullanmaktadırlar. Genel olarak meteoroloji istasyonlarında, dış sıcaklık, ölçülen rüzgâr hızı, ölçülen rüzgâr yönü, ölçülen radyasyon, ölçülen ışınım miktarı, yağmurun etkin olup olmadığını, fırtına olup olmadığını, "donma olup olmadığını ve varsa buzlanma limitinin aktifliğini göstermektedir.

İklimlendirme sistemleri ısıtma-soğutma, havalandırma çatıları, termal perdeler, CO_2, sisleme ve sirkülasyon fanlarını kontrol etmektedir. Sistemler hava sıcaklığı, sera içi sıcaklığı, nem ve CO_2 içeriği için mutlak alarm limitlerine dayanmaktadır. Mutlak alarm limitlerinin yanı sıra sıcaklık, ısıtma ve havalandırma sıcaklıklarıyla ilgili göreceli alarm limitlerine de sahiptirler.

Sistemlerde "Doğu Pencere" ve "Batı Pencere" sekmeleri ile sera çatısındaki pencereleri manuel veya otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Inta otomasyon sisteminde, seranın üst kısmı 4 yöne bölünmüştür. Havalandırma pencerelerini "East side ventilation" doğu tarafı penceresi, "West side ventilation" batı tarafı penceresi, "North side ventilation" kuzey tarafı penceresi ve "South side ventilation" güney tarafı penceresi olarak ayrılmaktadır. Bu şekilde Inta iklim bilgisayarı, yönlü pencere havalandırmasının sıcaklık kontrolünü daha uygun kullanmaktadır.

Pencereler rüzgâra zıt ve rüzgâr tarafı olarak kontrolü ikiye ayrılmaktadır. Otomasyon sistemlerinde seranın doğu-batı ya da kuzey-güney çatı havalandırma pencerelerini rüzgârın geliş yönüne göre kontrol etmektedir. Rüzgâr esen yön rüzgârlı taraf, rüzgâr esmeyen yön rüzgârsız taraf parametrelerine göre işlem yapılmaktadır.

Standart olarak her sera bölmesi için iki adet termal perde kontrolü yapılmaktadır. Bu perdeler, enerji perdesi ve gölgeleme perdesi olarak adlandırılmaktadır. İki perde de birbirinden farklı olarak, kapanma için bir zaman ve açılış için başka bir zaman programlanabilmektedir. Termal perdeler üç iklim koşuluyla, istenmesi gereken yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık ve nem ile ilgili olarak programlanabilmektedir.

6. SONUÇLAR

Modern sera kontrol sistemlerinin dış etkilere cevap olarak sadece kısa dönem eylemlerini komuta etmediği, aynı zamanda yetiştirici tarafından tarif edilen uzun dönem stratejisinin kurulmasında da katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda, seraların ticari otomasyon sistemlerinin işlevleri ve ekran görüntüleri kıyaslanmış ve değerlendirilmiştir. 4 farklı otomasyon markasının kontrol ettiği ana başlıklar(iklimlendirme, sulama, grafiksel analiz vb.) çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Birbirlerinden ayrıldıkları noktalar ise iklimlendirmeyi ve sulamayı kontrol etme şekilleri olmuştur.

Hoogendorn ve Karaca otomasyon sistemlerinde yeni nesil kullanıcı dostu ara yüzü gözlemlenmiştir. Karaca otomasyon firması basit, anlaşılır ve dil seçimi ile kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Hoogendorn otomasyon sistemi kullanıcı dostu ara yüz kullanmasına rağmen, menü içeriklerinin karışıklığı ve dil seçeneğinin olmaması nedeni ile kullanıcılar için zor bir ara yüz seçeneği olduğu tespit edilmiştir.

İncelemesi yapılan ticari otomasyon sistemlerinin grafiksel analiz ve raporlama bölümlerinde kullanıcılara, karar destek sistemi sağlamamaktadır. Sistemler, kullanıcılara üretim, hasat vb. verilerin girişini sağlamalıdır. Bu veriler ile iklimlendirmede ve sulamada toplanan verileri göz önünde bulundurarak, kullanıcılar bir sonraki dönemler için bilgi analizi yapabilmelidirler.

Firmalar, bitkiyi korumak amacı ile pH ve EC değerlerine alt ve üst limit belirlemişlerdir. Bu sayede, kullanıcıların limit dışı veri girişleri engellenmiştir. Hoogendorn ve Priva otomasyon sistemleri, limit dışı değerleri iklimlendirme bölümünde de uygulamışlardır.

Günümüz teknolojilerinden en iyi şekilde faydalanmak suretiyle, işlerin daha hızlı, doğru ve verimli hale getirilebilmesi için seraların otomasyon yazılımları bulut tabanlı erişime açık olması gerekmektedir. Seranın her kompartımanına yerleştirilecek kameralar ile bitkilerin gelişimi, sera içi şartların izlenmesi ve acil alarmların gözlemlenmesi önem arz etmektedir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda, incelenen otomasyonların seviyesinde, makine öğrenimi algoritmaları ile veri odaklı öngörülerde bulunabilecek ve derin öğrenme mantığı ile bitki sorunlarını önceden tespit edebilecek yerli bir otomasyon sistemi geliştirilebilir.

7. KAYNAKLAR

Anonymous 1. The National Greenhouse Manufacturers Association Standard. http://horteng.envsci.rutgers.edu/newsletter/2002/vol17-5oct2002.pdf [Son erişim tarihi. 03.01.2020].

Baytürk, M., Çetin, G. ve Çetin, A., 2013. Gömülü Sunucu ile Tasarlanmış İnternet Tabanlı Sera Otomasyon Sistemi Uygulaması, Bilişim Teknolojileri Dergisi, cilt VI, no 2.

Ben Ali, Rim & Bouadila, Salwa & Mami, Abdelkader., 2018. Development of a Fuzzy Logic Controller applied to an agricultural greenhouse experimentally validated. Applied Thermal Engineering, 141.

Candido, A., Cicirelli, F., Furfaro, A., Nigro, L., 2007. "Embedded real-time system for climate control in a complex greenhouse", International Agrophysics, vol. 21, number. 1, pages. 17-27.

Çağlayan, N., 2006. Plastik bir serada kelebek tipi havalandırma sisteminin otomasyonuna yönelik bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 107 s.

Çayıroğlu, İ. ve Erkaymaz H., 2007. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 13, 379-385.

Guofang, L., Lidong, C., Yubin, Q., Shengtao, L. and Junyu X., 2010. Remote Monitoring System of Greenhouse Environment Based on LabVIEW,International Conference on Computer Design and Applications (ICCDA).

Ibayashi, H. et al., 2016. A reliable wireless control system for tomato hydroponics. Sensors 16, 644.

Kamp, P.G.H. and Timmerman, G.J., 1996. Computerized environmental control in greenhouses: a step by step approach, IPC-Plant.

Kürklü, A. ve Çağlayan, N., Sera otomasyon sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 25-34, 2005.

Nederhoff, Elly & Houter, G.. 2011. Smarter greenhouse climate control. Practical Hydroponics & Greenhouses, 117.

Prabhu, Boselin & Dhasharathi, C & Prabhakaran, R & Kumar, M & Feroze, S & Sudhir, Sophia., 2014. Environmental Monitoring and Greenhouse Control by Distributed Sensor Network. 2060-2065.

Pawlowski A., Sánchez-Molina J. A., Guzmán J. L., Rodríguez F., Dormido S., 2017. Evaluation of event-based irrigation system control scheme for tomato crops in greenhouses. Agricultural Water Management, 183, 16–25.

Shah, Neel and Bhatt, Priyang, 2017. Greenhouse Automation and Monitoring System Design and Implementation. International Journal of Advanced Computer Research, 8.

Shamshiri, Redmond & Kalantari, Fatemeh & Ting, K. & Thorp, Kelly & Hameed, Ibrahim & Weltzien, Cornelia & Ahmad, Desa & Shad, Zahra., 2018. Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture. A transition to

plant factories and urban agriculture. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11.

Şenol, R., Taşdelen, K., Keskin, Z., Kocaturk, Y. E., 2014. Web-based Smart Home Automation: PLC controlled Implementation, Acta Polytechnica Hungarica, 11.

Yılmaz, C., 2013. Seralar için çok fonksiyonlu akıllı kontrol sistemleri, VI. Kontrol otomasyon ve yapı elektronik sistemleri sempozyumu bildirileri, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Turgut FELEK

turgutfelek@akdeniz.edu.tr

turgutfelek@gmail.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2016-2018	Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, İstanbul
Lisans 2009-2014	Gediz Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Bilgisayar Mühendisi 2014-Devam Ediyor	Akdeniz Üniversitesi Antalya
Yazılım Geliştirme Uzmanı 2013-2014	General Life İzmir