

**PROTOTİP SERADA HİDROPONİK YETİŞTİRİCİLİKTE
KULLANILAN OTOMASYON SİSTEMLERİNİN
OPTİMİZASYONU**

AYŞE GÜL KARAKOÇ

**TEMMUZ 2024
DİYARBAKIR**

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROTOTİP SERADA HİDROPONİK YETİŞTİRİCİLİKTE
KULLANILAN OTOMASYON SİSTEMLERİNİN
OPTİMİZASYONU**

AYŞE GÜL KARAKOÇ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV
YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM
DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

TEMMUZ 2024
DİYARBAKIR

PROTOTİP SERADA HİDROPONİK YETİŞTİRİCİLİKTE KULLANILAN OTOMASYON SİSTEMLERİNİN OPTİMİZASYONU

Ayşe Gül KARAKOÇ tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

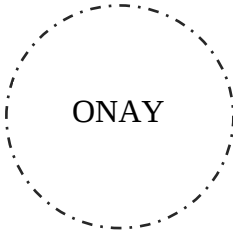
Prof. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN
Danışman, **Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi**

Sınav Jürisi:

Prof. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN^(*,**)
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,
Dicle Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Siirt Üniversitesi

Doç. Dr. Reşat ESGİCİ
Makina ve Metal Teknolojileri Bölümü,
Dicle Üniversitesi



Savunma Tarihi: 09 / 07 / 2024

(*) Jüri Başkanı.
(**) Tez Danışmanı.



Anneme...

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılıyıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımınla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Ayşe Gül KARAKOÇ

İmza:

TEŞEKKÜR

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde gerçekleştirdiğim tez çalışmamda, Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN'e, Anabilim Dalı ve Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Abdullah SESSİZ'e, tez savunma sınavıma katılarak katkılar sunan Sayın Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN ve Doç. Dr. Reşat ESGİCİ ve tüm öğrenim hayatım boyunca benim için gösterdikleri desteklerinden dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Örtüaltı Yerleştirme Yöntemleri.....	2
1.1.1 Örtüaltı yetiştirme yöntemlerinin avantajları	3
1.1.2 Örtüaltı yetiştirme yöntemlerinde sağlanan yapay koşullar	4
1.2 Otomasyon.....	6
1.2.1 Seralarda kullanılan otomasyon çeşitleri.....	9
1.2.2 Örtüaltı otomasyon sistemleri	15
1.3 Topraksız Tarım	36
1.3.1 Topraksız tarımda bitki besleme	40
1.3.2 Topraksız tarımın çevreye verdiği zararın giderilmesi.....	41
1.4 Hidroponik Sistemler	42
1.4.1 Hidroponik sistemin avantajları	43
1.4.2 Hidroponik sistemin dezavantajları.....	44
1.4.3 Hidroponik tarımda bitki yetiştirme ortamlarının hazırlanmasında izlenmesi gereken fiziksel özellikler	45
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	47
3. MATERYAL VE YÖNTEM	57
3.1 Materyal.....	57
3.1.1 Araştırmada kullanılacak ölçü aletleri.....	57
3.1.2 Tasarlanan sistemde kullanılan parçalar.....	58

3.2	Yöntem	65
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	68
4.1	pH Değerleri	68
4.2	EC (Elektrik iletkenliği) Değerleri	68
4.3	Su Sıcaklık Değerleri.....	69
4.4	Ortam Sıcaklık Değerleri.....	70
4.5	Ortam Nem Değerleri	71
4.6	Ortam CO2 Değerleri	71
4.7	Data kodları (Kullanılan Yazılım Kodları)	73
	KAYNAKLAR	94
	ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Modern sera işletmeleri	2
Şekil 1.2 Tam otomasyonlu sera	6
Şekil 1.3 Otomasyon Sistemlerinin Bileşenleri	8
Şekil 1.4 Bir seradaki otomasyon sistemlerini kontrol eden bilgisayar ünitesi ve çevre birimleri.....	14
Şekil 1.5 Seralarda çeşitli sulama sistemleri	19
Şekil 1.6 Seralarda otomatik gübreleme sistemleri.....	20
Şekil 1.7 Otomatik sulama-gübreleme sistemi işleyiş şeması	22
Şekil 1.8 Seralarda ısıtma sistemi	24
Şekil 1.9 Sıcak su temelli ısıtma sistemi.....	25
Şekil 1.10 Sıcak havalı ısıtma sistemleri	27
Şekil 1.11 Seralarda havalandırma sistemleri	29
Şekil 1.12 Seralarda gölgeleme sistemi	31
Şekil 1.13 Seralarda soğutma sistemi.....	34
Şekil 1.14 Seralarda kullanılan alarm sistemleri.....	35
Şekil 1.15 Topraksız tarım serası	36
Şekil 1.16 Hidroponik yöntem	37
Şekil 1.17 Hidroponik sistemin şematik gösterimi	41
Şekil 3.1 Çalışma materyalleri	57
Şekil 3.2 pH ölçer.....	58
Şekil 3.3 Elektrik iletkenliği ölçüm cihazı.....	58
Şekil 3.4 Raspberry Pi ana kart	59
Şekil 3.5 pH sensörü	59
Şekil 3.6 EC ölçüm cihazı.....	60
Şekil 3.7 Sıcaklık ve nem sensörü.....	60
Şekil 3.8 Sıvı sıcaklık sensörü	61
Şekil 3.9 Akış sensörü.....	61
Şekil 3.10 Motor sürücüler.....	62
Şekil 3.11 Katı hal rölesi.....	62
Şekil 3.12 Role kartı.....	63
Şekil 3.13 CO2 sensörü.....	63

Şekil 3.14 LDR sensörü	64
Şekil 3.15 Bitki büyütme lambası	64
Şekil 3.16 Fan	65
Şekil 3.17 Donanım bileşenlerinin şematik gösterimi	66
Şekil 3.18 Sistemin bağlantı şeması.....	66
Şekil 3.19 Sistemin görünümü	67
Şekil 3.20 Tamamlanmış sistemin görünümü.....	67
Şekil 4. 1 Belirli zaman aralığında pH değerlerindeki değişim.....	68
Şekil 4. 2 Belirli bir zaman aralığında EC değerlerindeki değişim.....	69
Şekil 4. 3 Belirli bir zaman aralığında su sıcaklık değerlerindeki değişim.....	70
Şekil 4. 4 Belirli bir zaman aralığında ortam sıcaklık değerlerindeki değişim.....	70
Şekil 4. 5 Belirli bir zaman aralığında ortamın nem değerlerindeki değişim	71
Şekil 4. 6 Belirli bir zaman aralığında ortam CO ₂ değerlerindeki değişim	72

KISALTMALAR LİSTESİ

Kısaltma	Açıklama
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IFAD	International Fund for Agricultural Development
MTA	Maden Tetkik Arama
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WFP	World Food Programme
WHO	World Health Organization
ERP/MES	Enterprise Resource Planning/ Manufacturing Enterprise System
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
DCS	Distributed Control System
PLC	Programmable Logic Controller
RTU	Remote Terminal Unit
HMI	Human Machine Interface
CPU	Central Process Unit
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
RAM	Random Access Memory

ÖZET

PROTOTİP SERADA HİDROPONİK YETİŞTİRİCİLİKTE KULLANILAN OTOMASYON SİSTEMLERİNİN OPTİMİZASYONU

KARAKOÇ, Ayşe Gül

Yüksek Lisans, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN

Temmuz 2024, 112 sayfa

Dünyada giderek verimsizleşen tarım alanlarının yanı sıra küresel ısınma ve gıda fiyatlarındaki artış gelecekteki sıkıntıların habercisidir. Gelişmekte olan ülkelerde su kaynaklarının yetersizliği, tarım alanına yerleşim politikaları, sanayi tesislerinin tarım alanlarına kurulması, yanlış gübre ve ilaç kullanımı gibi başlıklar tarım alanlarını bekleyen tehditler altında toplanabilmektedir. Topraksız tarım ya da hidroponik tarım, toprak olmadan durgun veya hareketli su kültürü içinde uygulanan bir tarım biçimidir. Hijyenik ve daha aromatik ürünler yetiştirme imkânının dışında, gübreleme, ilaçlama, aşırı sulama gibi faktörlere gerek duyulmayan topraksız tarımda, başta geleneksel sebzeler olmak üzere hassas tıbbi bitkiler ve yumru kök içermeyen yeşillikler daha sağlıklı yetiştirilebilmekte ve hastalık seviyesi minimum düzeylere indirilebilmektedir. Hidroponik yetiştiricilikte, iklim değerlerine bağlı kalmadan, daha kısa zamanda ve daha fazla ürün elde edilebilir ve özellikle girdi maliyetlerinin oldukça düşürüldüğü, hastalık ve zararlıların meydana getireceği ürün kayıplarının bertaraf edilebileceği bir üretim yapılması, bu sistemin önemli avantajlarıdır. Bunun yanı sıra Ülkemizde seracılık faaliyetlerinde ve örtüaltı sistemlerinde önemli oranda otomasyon sistemleri kullanılmasına rağmen hidroponik yetiştiricilik sistemlerinde henüz tam otomasyonlu sistemler ve yazılımlar yok denecek kadar azdır. Bu amaçla bu çalışmada, prototip bir hidroponik sistem tasarımı yapılmış ve buna ilave olarak kontrol sistemleri, açık kaynaklı kodlarla geliştirilen bir yazılım yardımıyla sistemin çalışması sağlanmıştır. Tasarımı yapılan otomasyon sistemi, sadece suyun otomatik olarak dolaştırılacağı bir sistem değildir. Sürekli su içerisinde anlık N (azot), P (fosfor), K (potasyum) elementlerini takip edecek ve dolaşım suyu içerisinde oluşacak bu bitki besin elementlerinin eksikliklerini sürekli ilave edecek bir sistemdir. Bunun yanında, ışık şiddeti ayarlamaları PAR (Photosynthetically Active Radiation) üzerinden ölçülendirilmiştir. Anlık olarak ölçülüp ve bitki gelişimi ile PAR arasındaki ilişkinin belirlenen sistemde iklim şartlarının senaryolarının birebir benzerleri yaratılmış (birden fazla iklim şartları gözetilerek) bitkilerin gelişimleri 24 saat/gün kamera ile kayıt altına alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Marul, Akan su kültürü, Otomasyon, Yazılım

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF AUTOMATION SYSTEMS USED IN HYDROPONIC CULTIVATION IN PROTOTYPE GREENHOUSE

KARAKOC, Ayse Gul

Master of Science in Department of Agricultural Machinery and Technologies
Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN

July 2024, 112 pages

In addition to the increasingly inefficient agricultural areas in the world, global warming and the increase in food prices are harbingers of future problems. In developing countries, inadequate water resources, settlement policies in agricultural areas, establishment of industrial facilities in agricultural areas, improper use of fertilizers and pesticides can be gathered under the threats awaiting agricultural areas. Soilless agriculture or hydroponic agriculture is a form of agriculture practiced in stagnant or moving water culture without soil. Apart from the opportunity to grow hygienic and more aromatic products, hydroponic farming does not require fertilization, spraying, overwatering, etc. In hydroponic farming, especially traditional vegetables, sensitive medicinal plants and greens without tubers can be grown healthier and the level of disease can be minimized. In hydroponic cultivation, the important advantages of this system are obtaining more products in a shorter time and from a unit area without being dependent on climatic values, and making a production in which input costs are considerably reduced and product losses caused by diseases and pests can be eliminated. In addition to this, although automation systems are used in greenhouse activities and greenhouse systems in our country, there are almost no fully automated systems and software in hydroponic cultivation systems. For this purpose, in this study, a prototype hydroponic system design was made and in addition, the control systems were ensured to operate with the help of software developed with open-source codes. The designed automation system is not just a system in which water will be circulated automatically. It is a system that will constantly monitor the instantaneous N (nitrogen), P (phosphorus), K (potassium) elements in the water and constantly add the deficiencies of these plant nutrients that will occur in the circulating water. In addition, light intensity adjustments are measured in terms of PAR (Photosynthetically Active Radiation). In the system where the relationship between plant development and PAR was measured instantly and the relationship between plant development and PAR was determined, exact scenarios of climatic conditions were created (taking into account multiple climatic conditions) and the development of the plants was recorded with a camera 24 hours a day.

Keywords: Lettuce, Hydroponics system, Otomation, Software

1. GİRİŞ

Hava, su ve toprak kirliliği ile doğal kaynakların tükenmesi günümüzde giderek artan bir sorun haline gelmiştir. Bu durum, tarımın ilerlemesini engelleyerek yeterli ve sağlıklı üretimi engellemektedir. Bununla birlikte, dünya genelinde besin taleplerinin artması, üretimin dış pazarlara yönelmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, birim alandan elde edilen üretimi artırmak ve kar elde etmek için yeni uygulamalara yönelme gerekliliği her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bikkisel üretimlerin kontrollü koşullar altında yapılması, karlılığı artırmak için en etkili yöntemlerden biridir.

Otomasyon, iş gücüne ihtiyaç duymadan bir süreci her aşamasında yöneten ve kontrol eden aynı zamanda özgün geri bildirimler sağlayan bir kontrol sistemidir. Gündelik hayatta kullandığımız teknolojik yeniliklerin tarım sektöründe de kullanılması, zaman, işgücü ve karlılık açısından son derece önemlidir. Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte tarımda da yeni teknolojilerin kullanımı artmaktadır. Ayrıca, teknolojideki gelişmelerle paralel olarak otomasyon sistemlerindeki ilerlemeler, insanların yaşamını daha da kolaylaştırmaktadır.

Tarım ve tarımsal üretim, insanların varlığı için hayati bir öneme sahiptir. Tarımsal üretim sürecinde, yetiştiricilik aşamasında kullanılan kontrol sistemleri büyük bir öneme sahiptir. Bu sistemler, ürün kalitesini artırmak, verimliliği sağlamak ve kaynakların etkin kullanımını sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır.

Seralar, modern tarım işletmeciliğinin uygulandığı ve geniş çaplı bitkisel üretimin gerçekleştirildiği tesislerdir. Ülkemizdeki sera yapıları, teknoloji kullanımı, yapısal özellikleri ve büyüklükleri bakımından iki ana gruba ayrılmaktadır. Küçük ölçekli seralarda genellikle teknoloji kullanımı sınırlıdır ve sadece soğuktan korunmayı amaçlayan basit önlemler alınmaktadır. Ancak, geleneksel aile işletmeleri yanında, giderek artan bir trendle büyük alanlara sahip (5 dönüm ve üzeri) kontrollü, yeni yetiştirme tekniklerinin uygulandığı ve teknik kadrolara sahip modern seraların sayısı artmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Modern sera işletmeleri (Hektaş tarım, 2024)

Modern seralar, tarımın yanı sıra çeşitli disiplinlerden teknolojilerin bir araya getirilerek kullanıldığı kompleks yapılar olarak tanımlanabilir. Sera içinde uygun koşulların sağlanması, kullanılan yapısal özelliklere ve donanımlara bağlı olarak değişmektedir. Seralar, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, gölgeleme, sulama ve gübreleme gibi otomasyon sistemlerini içerir.

1.1 Örtüaltı Yetiştirme Yöntemleri

Bitki yetiştirme veya bitki örtüsünü korumak amacıyla kullanılan kapalı veya yarı kapalı alanlara sera denilir. Bir sera, bitki yetiştirme için özel olarak tasarlanmış bir tesis veya yapıdır. Seralar, koşulları kontrol etmek, sıcaklık, nem durumu ve ışık miktarını optimize etmek için kullanılır. Bu tür seralar, tarımın mevsimsel olmayan bitkilerinin yetiştirilmesini, bitki gelişimini hızlandırmayı ve büyümenin stresten korunmasını sağlar. Özellikle soğuk iklimlerde veya kısa büyüme mevsimlerinde seralar, bitki yetiştiricilerine daha fazla kontrol sağlar.

Seralar, cam, plastik veya polikarbonat gibi yöntemlerle kaplı olabilir ve iç ortamın sıcaklığı, nem, ışık seviyeleri ve hava sirkülasyonunu kontrol etmek için çeşitli sistemlere sahip olabilir. Bu kontrol, büyümenin daha iyi bir şekilde sağlanmasını sağlar ve hava koşullarının değişken olduğu ortamların daha iyi yapılmasını sağlar. Aynı zamanda seralar; bitki büyümesi üzerine araştırma yapmak veya bitki yetiştirme tekniklerini öğrenmek için, zararlı böceklerden, enfeksiyondan ve hava koşullarından korunmak için kullanılabilir. Süs bitkilerinin yetiştirildiği seralar, bahçe merkezleri veya çiçekçilerde sıklıkla görülür.

Bitki üretiminin sürekli olabilmesi için suni olarak oluşturulan hava ve çevre koşullarını sağlamak amacıyla ışığı geçiren özel malzemelerle yapılan yapılar olarak

da tanımlanabilir. Bu sayede, mevsimlerin etkilerini göz ardı ederek istenildiği zaman seralarda meyve ve sebzeler üretmek mümkün olur, bu da iklim koşullarına bağılılığı ortadan kaldırır ve verimliliği artırır. 1540'lı yıllarda Podava'da ki bir botanik bahçesinde, penceresiz bir yapıda taş ve tuğla kullanılarak inşa edilen ilk bilinen sera, içinde mangal kullanılarak ısınmıştır.

Ülkemiz, Akdeniz ülkelerine göre daha büyük bir sera potansiyeline sahiptir. Türkiye'de sera faaliyetleri, 1940 yılında Antalya ilinde başlamış ve 1970'li yıllardan itibaren hızla yayılarak büyümüştür. Sera işletmeciliği maliyetlerini arttıran en kritik faktör, yakıt ve ısıtma sistemidir. Isıtma sistemlerinin bakım giderlerini minimize etmek amacıyla, Türkiye'de seracılık özellikle ılıman iklimin uzun süre devam ettiği bölgelerde ve uygun mikro iklimlere sahip yörelerde yoğunlaşmıştır.

Artan çevresel kirlilik, tarım sektörünün gerilemesine ve sağlıksız, kalitesiz ürünlerin üretilmesine yol açmaktadır. Ayrıca, artan besin madde talebi, dünya pazarlarında büyük bir öneme sahip olmuş ve bu da ülkelerin ihracat ve ithalat faaliyetlerini hızlandırmıştır. Türkiye'nin bu pazara katılması önemlidir. Bu önlemlerden biri, ülkenin iklim koşullarında uygun olan sera işletmelerini teşvik etmektir. Seralar, kaliteli ve sürekli ürün üretme potansiyeline sahiptir.

1.1.1 Örtüaltı yetiştirme yöntemlerinin avantajları

Seracılığın birçok avantajı bulunmaktadır, özellikle tarım ve bitki yetiştirme alanlarında. Seracılığın bazı avantajları:

1. Mevsim Dışı Ürün Yetiştirme: Seralar, bitki yetiştiricilerine mevsim dışında ürün yetiştirme olanağı sunar. Bu, tüketicilere yıl boyunca taze ürünlere erişim sağlar ve üreticilere ek gelir kaynağı sunar.

2. İklim Koşullarından Bağımsızlık: Seracılık, hava koşullarının değişken olduğu bölgelerde, özellikle soğuk kışlar veya sıcak yazlar gibi zorlu iklim koşullarına sahip bölgelerde bitki yetiştirme olanağı sağlar. Seralarda sıcaklık, nem, ışık ve rüzgâr gibi faktörler kontrol edilebilir.

3. Bitki Koruma: Seracılık, bitkileri zararlı böceklerden, hastalıklardan ve hava koşullarının olumsuz etkilerinden korur. Bu, bitki sağlığını ve verimliliğini artırır.

4. Verimlilik Artışı: Seralar, bitki büyümesini optimize etmek için ideal koşulların sağlandığı bir ortam sağlar. Bu, bitki verimliliğini artırır ve daha hızlı

büyümeyi teşvik eder. Sınırlı tarım alanlarından daha fazla ürün elde edilebilir, verimlilik artar.

5. Su ve Besin Kaynaklarının Verimli Kullanımı: Seralarda sulama ve besin maddelerinin verimli bir şekilde kullanılması mümkün olur. Bu, su tasarrufu sağlar ve bitkilerin beslenmesini kontrol etmek daha kolaydır.

6. Daha Az Pestisit Kullanımı: Seracılık, zararlı böceklerin ve hastalıkların kontrol edilmesinde daha az kimyasal pestisit kullanımını gerektirebilir, çünkü bitkiler koruma altında olur.

7. Daha Yüksek Kaliteli Ürünler: Seralarda yetiştirilen ürünler genellikle daha yüksek kalitede ve daha tutarlıdır, çünkü büyüme koşulları daha sıkı kontrol edilir.

8. Ürün Çeşitliliği: Seralar, farklı bitki türlerinin yetiştirilmesine olanak tanır, bu da üreticilere ürün portföylerini çeşitlendirmeleri için fırsat sunar.

9. Uzun Ömürlülük: Seracılık yapıları, uygun bakım ve yönetimiyle uzun yıllar boyunca kullanılabilir.

10. Pazar Seçenekleri: Seracılık, taze ürünlerin tedarik zincirindeki yerel ve uluslararası pazarlara erişim sağlar. Milli ekonomiye katkı sağlayarak halkın geçimine ve ülkenin dış ticaret gelirlerine olumlu etkilerde bulunur. Geniş meyve ve sebze yelpazesi sayesinde, seracılık ürünleri her zaman pazarda talep görür ve sürekli bir gelir kaynağı oluşturur. Sürekli çalışma imkânı sunarak istikrarlı bir istihdam sağlar. Seracılık için kullanılan malzemelerin sanayileri, bu sektörlerde yeni pazarlar yaratır, ekonomik büyümeye katkıda bulunur.

Bu avantajlar, seracılığın tarım ve bitki yetiştirme alanlarında tercih edilen bir yöntem olmasını sağlar. Ancak seracılığın dezavantajları ve maliyetleri de dikkate alınmalıdır, çünkü seraların kurulması ve işletilmesi bazen yüksek maliyetler gerektirebilir.

1.1.2 Örtüaltı yetiştirme yöntemlerinde sağlanan yapay koşullar

Bitkileri sadece örtmek, bitkilerin ihtiyaç duyduğu sıcaklık koşullarını her zaman karşılayamayabilir. Isıtma sistemleri kullanılarak sıcaklık belirli bir aralık içinde tutularak bitkiler için uygun büyüme koşulları oluşturulur.

Seralarda, nem seviyeleri kontrol edilerek bitkilerin ihtiyaç duyduğu nem ortamı sağlanırken, aynı sistemler bitki döllenmesi için de kullanılır.

Seralarda bitkilerin sulama zamanları ve yöntemleri ile gübreleme sistemleri tarafından belirlenir ve uygulanır.

Bitkileri olumsuz etkileyebilecek mikroorganizmaları engellemek için, seralarda ilaçlama sistemleri kullanılır. Bu sistem, toprak içi ve bitkinin üzerinde yapılabilen iki farklı kurulumu içerir.

Seralarda bitki yetiştirmek için sağlanan yapay koşullar bitkilerin büyümesini, verimini ve meyve/ürün kalitesini artırmak amacıyla oluşturulan kontrollü çevresel şartları içerir. Bu koşullar, açık tarım alanlarına göre daha fazla kontrol ve hassasiyet gerektirir ve aşağıda belirtilen faktörleri içerebilir:

1. Işık: Seralarda bitkilerin fotosentez yapabilmesi için uygun miktarda ışık sağlanmalıdır. Genellikle yapay aydınlatma sistemleri kullanılır, bu sistemler ışık süresini ve yoğunluğunu kontrol etmek için kullanılır.

2. Sıcaklık: Seralar, bitkilerin ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığını sağlamak için ısıtma ve soğutma sistemleri ile donatılabilir. Bu, bitki büyümesini mevsimlerin dışında sürdürebilir.

3. Nem: Bitkilerin nem ihtiyacı, yetiştirilen bitkinin türüne bağlı olarak değişebilir. Seralarda nem seviyesi kontrol edilerek bitkilerin ihtiyacına uygun bir çevre oluşturulur.

4. Havalandırma: Seraların havalandırılması, sıcaklığı ve havanın taze hava ile değiştirilmesini sağlar. Bu, bitkilerin oksijen ve karbondioksit alışverişini optimize eder.

5. Sulama: Seralardaki sulama sistemleri, bitkilerin su ihtiyacını düzenler ve aşırı sulama veya susuzluk riskini azaltır.

6. Besin maddeleri: Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri, toprak veya hidroponik yetiştirme sistemleri kullanılarak kontrollü bir şekilde sağlanır.

7. Kararlı Zemin ve Toprak Hazırlığı: Bitkilerin kökleri için uygun bir büyüme ortamı sağlamak amacıyla seralardaki zemin ve toprak özel olarak hazırlanır.

8. Zararlılar ve Hastalıkların Kontrolü: Seralarda zararlı böcekler ve hastalıklara karşı kontrol önlemleri alınmalıdır. Bu, kimyasal veya biyolojik mücadele yöntemlerini içerebilir.

9. CO2 Düzeyleri: Bitkilerin fotosentezi sırasında karbondioksiti kullanması nedeniyle CO2 seviyeleri kontrol edilir ve artırılabilir.

10. Uygun Yetiştirme Kabini: Bitkilerin özel ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanmış bir sera veya yetiştirme kabini kullanılır.

11. Otomasyon ve Kontrol Sistemleri: Seralardaki pek çok sistem, otomasyon ve uzaktan kontrol sistemleri ile izlenir ve ayarlanır.

Bu yapay koşullar, bitkilerin daha hızlı büyümesini, yıl boyu ürün alımını ve daha iyi ürün kalitesini sağlayarak sera yetiştiriciliği avantajlı hale getirir. Bu nedenle sera yetiştiriciliği, sebzeler, meyveler, süs bitkileri ve diğer ürünlerin yetiştirilmesi için önemli bir yöntem haline gelmiştir.

1.2 Otomasyon

Otomasyon, bir sürecin veya işlemin insan müdahalesi olmadan, belirli bir plana veya programlamaya göre gerçekleştirilmesi işlemidir. İnsan işlerinde, makinelerin kullanılmasıyla insan gücünün azaltılmasını ve üretim süreçlerinin denetlenmesini sağlayan sistemlere otomasyon adı verilir.



Şekil 1.2 Tam otomasyonlu sera (Esular, 2024)

Otomasyon, makinelerin veya bilgisayar sistemlerinin kullanılması yoluyla tekrarlayan görevleri veya işlemleri yapma sürecini daha verimli, hassas ve hızlı hale getirir (Şekil 1.2).

İnsanlar ve makineler arasında işlerin nasıl bölündüğünü belirleyen sistemlerde, paylaşım oranı otomasyon seviyesini tanımlar. Bu otomasyon sistemleri içinde, iş gücünün daha fazla gerektiği sistemlere yarı otomasyon, teknoloji kullanımının baskın olduğu sistemlere ise tam otomasyon sistemleri denir.

Otomasyon, birçok farklı endüstri ve uygulama alanında yaygın olarak kullanılır ve birçok farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Üretim miktarlarının artması ve Pazar koşullarının değişmesi, hızlı ihtiyaç karşılama gereksinimini arttırmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artması, gıda üretiminin hızlandırılması ve maliyetlerin düşürülmesi için otomasyonun kullanılmasına yol açmıştır. Otomasyon, insan iş gücünün azaltılmasını ve insanların zihinsel kapasitelerini daha verimli kullanmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Ayrıca, insanların fiziksel yorgunluğunu azaltarak işin sürekliliğini sağlayan, hata yapma olasılığını düşüren ve üretim hızını arttıran bir sistemdir.

Otomasyon sistemlerinin olumsuz yönlerinden biri, başlangıçta yüksek kurulum maliyetine sahip olmalarıdır. Ancak, bu maliyet birçok otomasyon sistemi için zaman içinde kendini amorti edebilir. Bir diğer olumsuz tarafı ise otomasyonun çalışan sayısını azaltma eğiliminde olmasıdır.

Otomasyon sistemlerinde, üreticiye daha fazla esneklik ve kontrol imkânı sunularak işlerinin daha rahat yönetilmesi sağlanır. Otomasyon sistemi, işletmenin işleyişini denetleyerek sorunları önceden tespit edebilme ve üretim miktarı gibi verilerin kolayca yönetilmesine olanak tanır. Bu sayede işletmeler, zaman ve maliyet tasarrufu yaparak daha yüksek kalitede ve karlı üretimler gerçekleştirebilirler.

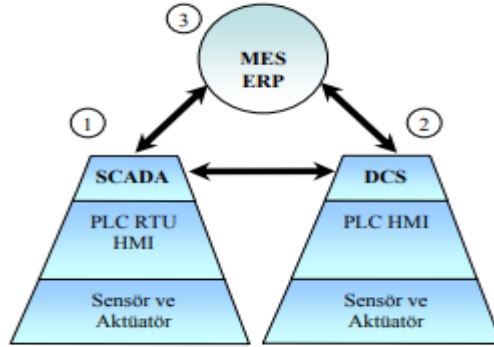
Otomasyon, üretim süreçlerini kontrol edilebilir hale getirerek daha yüksek kalitede ürünlerin üretilmesini sağlar. Ayrıca, üretim süreçlerini hızlandırarak ürünlerin daha erken pazarlara sunulmasını mümkün kılar, bu da zamanın karlılığa dönüşmesini sağlar. İnsanlar her gün aynı düzeyde iş gücünü sürdürmezler, bu nedenle otomasyonun uygulandığı sistemlerde verimlilik daha yüksektir.

Sistem içinde meydana gelebilecek arızalar veya hatalara yönelik verilen uyarılar, müdahale imkânı sunar ve böylece sistemin kontrol edilebilirliğini artırır. Aynı şekilde, teknolojinin gelişimi, sistem içinde değişikliklerinin kolayca entegre edilmesini olanak sağlar, bu da istemin esnek olmasını sağlar. Sera işletmeleri, kişisel nedenlerden dolayı sera içi üretim verimini kontrol etmekte zorlanabilirler. Ancak bilgisayar tabanlı sera yönetim sistemleri, işletme sahipleri için önemli bir ilerlemedir,

çünkü bu sistemler sayesinde sera verimliliği bilgisayarlar tarafından kontrol edilebilir hale gelir.

PLC otomasyon sistemi, günümüzde yaygın olarak bilinse de, otomasyonu oluşturan yedi değişik sistem bulunmaktadır (Şekil 1.3).

- ERP/MES (Enterprise Resource Planning/ Management Enterprise System)
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)
- DCS (Distributed Control System)
- PLC (Programmable Logic Controller)
- RTU (Remote Terminal Unit)
- HMI (Human Machine Interface)
- Sensör ve aktüatörlerdir



Şekil 1.3 Otomasyon sistemlerinin bileşenleri

Otomasyonun bazı temel özellikleri şunlar olabilir:

1. İnsan Müdahalesi Olmaksızın Çalışma: Otomasyon, insan müdahalesi olmadan programlanmış bir şekilde çalışır. İşlem veya süreç, belirli kurallara ve parametrelere göre otomatik olarak gerçekleşir.
2. Daha Hızlı ve Daha Verimli İşlem: Otomasyon, işlemlerin hızlı ve sürekli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Bu, işlem verimliliğini artırır ve hataları minimize eder.
3. Daha Hassas ve Güvenilir İşlem: Otomatik sistemler, insanlara göre daha hassas ve tutarlıdır. Bu, işlem sonuçlarının daha güvenilir olmasını sağlar.
4. İş Gücü Tasarrufu: Otomasyon, işgücü maliyetlerini düşürebilir, çünkü belirli görevleri gerçekleştirmek için daha az insan işçisi gerekebilir.

5. Tehlikeli Ortamlarda Kullanım: Tehlikeli veya zararlı ortamlarda işlemlerin yapılmasını sağlar. İnsan sağlığına zarar verebilecek işler için otomasyon güvenlik sağlar.

Otomasyon, endüstriyel üretimde, veri analizinde, bina yönetiminde, finans sektöründe, taşımacılıkta ve birçok başka alanda kullanılır. Örnekler arasında endüstriyel robotlar, otomatik üretim hatları, otomasyon yazılımları, ev otomasyonu (akıllı ev sistemleri), bankacılık işlemleri otomasyonu, veri merkezi yönetimi, otomotiv endüstrisinde montaj hattı otomasyonu ve daha pek çok uygulama yer alır.

Otomasyon, iş süreçlerinin daha verimli ve rekabetçi hale gelmesine yardımcı olurken aynı zamanda işgücü maliyetlerini azaltabilir. Bu nedenle birçok organizasyon otomasyonu benimsemekte ve iş süreçlerini daha etkili hale getirmekte büyük bir önem vermektedir.

1.2.1 Seralarda kullanılan otomasyon çeşitleri

Otomasyon kullanılmayan sera sistemleri

Yarı otomasyonun kullanıldığı sera sistemleri

Mikro işlemci kontrollü (PLC) kullanılan sera sistemleri

Mikro denetleyici kontrollü sera sistemleri

Bilgisayar kontrollü sera Sistemleri

1.2.1.1 Otomasyon kullanmayan sera sistemleri

Otomasyon sistemlerinin kullanılmadığı bu tür seralarda, ürün miktarı, kalitesi ve verimlilik, tamamen üreticinin bilgi birikimine ve tecrübesine bağlı olarak kontrol edilir. Bu seralarda genellikle sıcaklık ve nem ölçümü gibi temel elektronik aygıtlar kullanılır. İklim değişikliklerinden az etkilenen bölgelere yönelik olarak, bitkilerin yetiştirilmesinde tercih edilirler.

1.2.1.2 Yarı otomatik sera sistemleri

Sera içindeki işlemler genellikle otomatik olarak ilerler, ancak otomasyonu sağlayan unsurlar genellikle bağımsız olarak hareket eder. Örneğin, sulama sistemi ihtiyaç duyulduğunda otomatik olarak devreye girer, ancak hava nemini istenilen seviyeye çekmek için gereken işlemler aynı sistem üzerinden bağlantılı olarak gerçekleşmez. Bu durumda, sistemin çalışması belirli koşullar gerçekleştiğinde yarı otomatik sistem tarafından gerçekleştirilir.

1.2.1.3 Mikroişlemci kontrollü (PLC) sistemler

Sanayi alanında kullanılan ve otomasyon sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası olan PLC (Programmable Logic Controller), teknolojik gelişmeler içinde kritik bir role sahiptir. PLC, gelen uyarıları algılayarak yüklenen verilere göre işlemleri gerçekleştiren ve gerekli olan sistem unsurlarına ileten mikroişlemci tabanlı bir cihazdır. Mikroişlemci, tek başına kullanılmaz, entegre bir çiptir ve sistemin merkezindeki hesaplama işlemlerini gerçekleştirir. PLC'nin maliyeti mikroişlemcilere göre daha yüksek olabilir, ancak PLC tercih ederek mekanizmanın kurulması için harcanacak zamanı azaltabiliriz.

Tasarımlar yapılırken, hem dış etkenlerin zararlarına karşı dayanıklı olacak şekilde hem de çevresel etkilere karşı çözümler üreterek PLC sistemleri geliştirilmelidir. PLC, karmaşık sistemlerin programlanmasında kullanılabilir ve birçok giriş ve çıkışa sahiptir. Ancak bilgisayarlardan farklı olarak, PLC'nin monitörü ve klavyesi yoktur. Veriler ve sonuçlar, gerçek ortama analog veya dijital olarak iletilir.

PLC'ler, işletmedeki üretim süreçlerini kontrol edebilen ve gerekli programların yüklenebildiği veri giriş ve çıkış noktalarının belirlendiği kontrol elemanlarıdır. Sensör elemanları, girişlerde kullanılan ve iş elemanları ise çıkış noktalarında kullanılan elemanlardır. PLC'lere yüklenen programlar, denetlenecek sistemlerin gereksinimlerine göre ayarlanır. PLC'ler, aldıkları bilgileri hızlı bir şekilde tarar ve çıkış bilgilerini programlanmış şekilde hızlı bir şekilde gerçekleştirirler.

Endüstriyel çevrelerde kullanılan PLC'li elektronik sistem, dijital veya analog giriş ve çıkış uçları aracılığıyla çeşitli işleri kontrol altında tutabilen entegre bir çiptir. Programlama fonksiyonları sayesinde, girişlerden alınan verileri değerlendirerek sayma, sıralama, veri işleme, karşılaştırma gibi aritmetik işlemleri gerçekleştirir ve buna göre çıkış işlemlerini belirler. Giriş-çıkış uçları, programlayıcı, CPU ve bellek gibi bileşenlerden oluşan entegre bir çip olarak çalışır.

PLC'ler, bir işletmenin tüm otomasyon işlemlerini gerçekleştirebilecek giriş-çıkış modülleri veya haberleşmeyi sağlayacak modem gibi ek modüllerle genişletilebilir. Bu sayede, mevcut yapı ihtiyaca göre değiştirilebilir ve geliştirilebilir. Ayrıca, sürecin

daha kolay kontrol edilmesi için geliştirilmiş on-of, PID, fuzzy gibi çeşitli kontrol yöntemleri standart olarak sunulmaktadır.

PLC sistemleri ihtiyaçları karşılama konusunda etkili olmalarına rağmen genellikle diğer sistemlere göre daha yüksek maliyetlidir. Günümüzde, sistem kurulum maliyetlerini düşürmek ve daha az enerji tüketen çözümlere odaklanmak önemlidir. Bu nedenle, daha ucuz ve enerji verimliliği sağlayan mikrodenetleyicili sistemlere olan talep artmaktadır.

1.2.1.4 Mikro denetleyici sistemler

Mikroişlemcilerin ilk üretildiği yıllarda birçok sektörde kullanımı yaygınlaştı. Ancak ilerleyen zamanlarda, farklı sektörlerde ihtiyaç duyulan hız, işlem sayısı ve yardımcı birimler gibi farklı gereksinimlerin ortaya çıkması, yeni arayışların doğmasına neden oldu.

1976 yılında bir şirket, 8748 mikroişlemciyle ilk denemeyi gerçekleştirdi. Bu mikroişlemcinin bulunduğu devrede, 1 kilobayt EPROM bellek, 64 bayt RAM, 27 I/O bacağı ve 8-bit zamanlayıcı da yer alıyordu. Bu işlemciyi oluşturmak için yaklaşık olarak 17,000 transistör kullanıldı. Transistörler, küçük gerilim veya akım değerlerini büyük akım veya gerilim değişikliklerine dönüştüren yarı iletken devre elemanlarıdır. 8748 mikroişlemci, kontrol uygulamalarının temel bir bileşeni haline geldi ve birçok sistemin daha basit ve akıllı şekilde tasarlanmasını sağladı.

Mikroişlemci, hafıza ve giriş-çıkış birimlerinin birleşerek mikrodenetleyici temelini oluşturur. Mikrodenetleyici, düşük kapasiteli bir bilgisayar gibi düşünülebilir ve PLC'ler gibi entegre bir çifttir. Ancak, mikrodenetleyiciyi PLC'den ayıran önemli bir özellik, çıkışların dijital elektronik mantığıyla çalışmasıdır.

Mikrodenetleyiciyi oluşturan birimler:

- CPU (Merkezi işlem ünitesi- central processing unit)
- RAM (Rastgele erişimli bellek-Random Access Memory)
- EPROM/PROM/ROM
- I/O (Girdi/çıkış- input/output)- seri ve paralel
- Timers (Zamanlayıcılar)

- Interrupt controller (Kesmeler)

Mikroişlemciler, modern bilgisayarların temel yapı taşlarından biridir ve genellikle bir CPU, ön bellek, giriş/çıkış portları gibi bileşenleri içerir. Bu bileşenler, ikili sayı sistemine dayanan komutları işleyerek aritmetik-mantık işlemlerini gerçekleştirir ve denetler. Mikroişlemciler, bilgisayarların işlevselliğini sağlamak için vazgeçilmezdir ve günümüzde pek çok cihazın işleyişini kontrol etmekten yapay zekaya kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Mikrodenetleyiciler, seri ve paralel portlar, sayıcılar ve çeviriciler gibi çeşitli giriş/çıkış birimlerini içerir. Bu cihazlar aynı zamanda bir mikroişlemciyi de barındırır. Dolayısıyla, mikrodenetleyiciler, giriş/çıkış birimlerini programlayarak bu birimleri içeren mikroişlemcileri ifade eder. Mikrodenetleyicilerin çalışması için bir osilasyon kaynağına ihtiyaç vardır. Ayrıca, bu cihazlar bir yonga içinde ön bellek ve giriş/çıkış birimini de barındırır.

Mikrodenetleyicilerin ve mikroişlemcilerin farklı komut kümelerine sahip olmalarının nedeni, kullanım amaçlarının farklı olmasıdır. Mikroişlemciler genellikle daha güçlü uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanır ve hızları ile kelime uzunlukları daha büyüktür. Bu nedenle, mikroişlemciler daha büyük veri gruplarını, örneğin bayt veya çift bayt uzunluğundaki verileri daha hızlı bir şekilde işleyebilirler.

Mikrodenetleyiciler genellikle bit adresi komutu kipiyle çalışır ve bu nedenle bit işlemleri komutlar önem kazanır. Mikrodenetleyiciler, az enerji ve küçük boyutlarda gerçek zamanlı uygulamalarda etkili bir şekilde çalışabilen tek bir işlemi aynı anda yaparlar. Bununla birlikte, mikrodenetleyicilerin yetenekleri mikroişlemcilere kıyasla daha sınırlıdır. Mikrodenetleyicilerin kullanımı ve tasarımı, genellikle daha zor ve maliyetlidir, çünkü belirli bir uygulamayı optimize etmek için daha fazla çaba gerektirirler.

PLC'ler, genellikle daha fazla analog giriş ve çıkışa, göstergelere ve güç kaynaklarına sahip olan, kapalı bir kutuda bulunan ve bu nedenle daha pahalı olan sistemlerdir. Ancak mikrodenetleyiciler, analog-dijital dönüştürücüler, çeviriciler, sayıcılar gibi ek

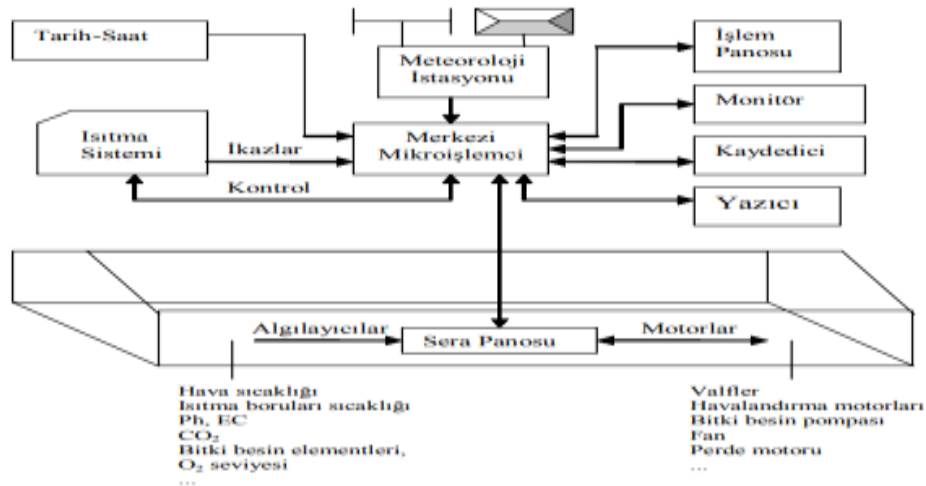
özelliklerle donatılabilmekte ve hızla gelişerek PLC'leri yetenek açısından geride bırakmaktadır. PLC'lerin sınırlı işlem kapasiteleri, endüstride daha fazla kullanım alanı olan mikrodenetleyicilerin önüne geçmektedir. Mikrodenetleyicilerin hafızaları, teknolojik ilerlemeler karşısında yetersiz kalabilmektedir, bu da endüstriyel PC'lere olan talebi artırmaktadır.

1.2.1.5 Bilgisayar kontrollü sistemler

Teknolojik ilerlemeler, günlük yaşantımızın önemli bir parçası haline gelmiş durumda. Tarımsal alanda da bilgisayarlı otomasyon sistemlerinin hızla geliştiği ve yaygınlaştığı gözlemleniyor. Bu sistemler, diğerlerine kıyasla daha gelişmiş olan bilgisayar kontrollü sistemlerdir ve içlerinde daha ileri seviyede mikroişlemciler barındırır.

Bilgisayarlı otomasyon sistemleri, iki temel unsuru içerir: donanım ve yazılım sistemleri. Bu sistemler, bilgisayarlar, PLC'ler ve sera temel sistemlerinin bir araya gelmesiyle sera kontrol sistemlerinin donanımını oluşturur. Gelişmiş yazılımlar, bellek sorunu olmadığı için istatistiksel veri alımı ve sistem kontrollü veri kayıtları yapabilir. Yazılım sistemleri, elde edilen istatistiksel verileri kullanarak mevcut donanımın kontrolünü sağlar ve karar verme sürecini yönetir.

Sera otomasyon sistemlerinde, bilgisayar ünitesi ve çevresel birimler bir araya gelerek kontrol sağlar. Bu sistemler, bilgisayarların işlem gücünü kullanarak sera ortamının çeşitli parametrelerini izleyebilir, kontrol edebilir ve optimize edebilir. Çevresel birimler, sensörler, aktüatörler ve diğer donanımları içerir ve bu bileşenler aracılığıyla sıcaklık, nem, ışık düzeyi gibi çeşitli faktörlerin kontrolü gerçekleştirilir. Bilgisayar ünitesi, bu verileri analiz eder ve belirlenen koşullara göre otomasyonu sağlar, böylece sera verimliliği artar ve kaynaklar daha verimli kullanılır.



Şekil 1.3 Bir seradaki otomasyon sistemlerini kontrol eden bilgisayar ünitesi ve çevre birimleri

Bilgisayar yazılımları, çevre bilimlerinde kontrolü sağlayarak bilgilere erişim sağlar. Bu yazılımlar, cihazlardan ve sensörlerden gelen verileri alır, kontrol eder ve değerlendirir. Ardından, belirlenen kriterlere göre karar verme işlemlerini gerçekleştirir. Uygulanacak olan komutların hesaplanması da bilgisayara aktarılır. Bu komutlar, donanımına iletilmek üzere belirli ünite ve sensör sınırları içinde bilgisayar yazılımında hazırlanır.

Kontrol bilgisayarı, merkezi bir ünite olarak çalışır ve bir sera sistemindeki birçok işlemi kontrol eder. Işık, sıcaklık, nem, CO₂ seviyeleri gibi çeşitli parametreleri izler ve yönetir. Kontrol bilgisayarı, sistem için özel olarak tasarlanmış yazılımları kullanarak, belirlenen hedeflere ulaşmak için ölçümleri toplar ve hesaplamalar yapar. Bu sayede, sera ortamının istenilen koşullarda kalmasını sağlar ve bitki yetiştiriciliği için uygun bir ortamı korur.

Kontrol bilgisayarı, ölçtüğü değerlerdeki düzeltme işlemlerini gerçekleştirmek için farklı yöntemler kullanabilir. Bu düzeltme işlemleri, ölçülen değerlerin ham değerlerini, belirli bir katsayıyla çarparak veya bir düzeltme eğrisi kullanarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca, kontrol bilgisayarı ölçülen değerlerle önceden belirlenmiş programa bağlı olarak sistemin ayarlarını kontrol edebilir. Bu sayede, sistemin istenilen koşullarda kalmasını sağlamak için gereken düzeltmeleri otomatik olarak yapabilir.

Kontrol kartı, sera sistemlerinden bilgi almak ve sisteme bilgi göndermek için bilgisayarla otomasyonu gerçekleştirir. Bu kartlar, bilgisayarın içerisinde yer alabilir veya dışarıdan bağlanan giriş/çıkış kartlarıyla entegre edilebilir. Ancak, kontrol kartının fiziksel koşulları göz önünde bulundurularak, bilgisayarın sera sistemi dışında tutulması tercih edilir. Böylece, tozlu ve kimyasal maddelerin bulunduğu ortamlardan uzak tutularak, bilgisayarın ömrü uzatılabilir ve daha güvenilir bir çalışma sağlanabilir.

1.2.2 Örtüaltı otomasyon sistemleri

Sera otomasyon sistemi, algılayıcılardan gelen bilgileri bilgisayara ileterek hangi donanımın nasıl çalışması gerektiğine karar veren bir sistemdir.

Sera otomasyonu, donanım ve yazılım olmak üzere iki temel bölümden oluşur. Donanım kısmı, bilgisayar, PLC sistemleri, mikrodenetleyiciler ve kontrol sistemleri içerir. Yazılım kısmı ise veri toplama görevini üstlenirken aynı zamanda donanımın kontrolünü sağlar ve karar verme işlevini gerçekleştirir.

Sera otomasyonu, sera yetiştiriciliği veya seracılık alanında kullanılan otomasyon teknolojilerinin uygulanmasıdır. Sera otomasyonu, seralarda bitki yetiştirme süreçlerini daha verimli, hassas ve kontrol edilebilir hale getirmeyi amaçlar. Ayrıca sera otomasyonu, çevre koşullarının sürekli izlenmesi ve ayarlanmasını sağlar, böylece bitki büyümesi ve ürün verimi en üst düzeye çıkarılır. Sera otomasyon sistemi, bir dizi teknoloji ve bileşen içerebilir. İşte sera otomasyonunun temel özellikleri ve bileşenleri:

1. İklim Kontrolü: Sera otomasyon sistemi, sıcaklık, nem, ışık ve CO2 seviyelerini sürekli izler ve bu koşulları ayarlar. Isıtma, soğutma, nemlendirme ve havalandırma sistemleri bu amaçla kullanılır.

2. Işık Kontrolü: Yapay aydınlatma sistemleri, bitkilere gereken ışığı sağlamak ve fotosentezi optimize etmek için kullanılır. Sera otomasyonu, aydınlatma düzenlemelerini mevsimsel değişikliklere uygun olarak yapabilir.

3. Sulama Otomasyonu: Sera otomasyon sistemi, bitkilerin su ihtiyacını izler ve sulama sistemlerini otomatik olarak ayarlar. Toprak nem sensörleri kullanarak sulama miktarı kontrol edilir.

4. Besin Maddeleri Kontrolü: Hidroponik veya toprak tabanlı sera sistemlerinde, besin maddeleri otomasyonla sağlanır. Otomasyon sistemi, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini ölçer ve enjekte eder.

5. Güvenlik ve Alarm Sistemleri: Sera otomasyonu, tehlikeli koşulları tespit etmek ve hata durumlarını belirlemek için alarm sistemleri içerebilir. Örneğin, sıcaklık veya nem seviyeleri istenmeyen aralıklara ulaştığında uyarılar verilebilir.

6. Veri İzleme ve Analiz: Sera otomasyon sistemleri, bitki büyümesi, verim, ve çevre koşulları hakkında veri toplar ve bu verilerin analizini yapar. Bu veriler, sera yöneticilerine daha iyi kararlar almaları için bilgi sağlar.

7. Otomasyon Yazılımı: Bu yazılım, tüm otomasyon sistemlerini kontrol eder, izler ve ayarlar. Kullanıcılar genellikle bilgisayar veya mobil cihazları üzerinden sera otomasyon sistemini yönetebilir.

Sera otomasyonu, sera yetiştiriciliğini daha kararlı ve verimli hale getirirken, enerji, su ve kaynak kullanımını optimize ederek çevresel sürdürülebilirliği artırabilir. Aynı zamanda işçi maliyetlerini azaltabilir ve işletmelerin daha rekabetçi olmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle sera otomasyonu, modern seracılık ve bitki yetiştiriciliğinin önemli bir unsuru haline gelmiştir. Bitkilerin gereksinim duyduğu koşulları sağlamak için özel bir ortamın oluşturulması gereklidir ve bu nedenle sera otomasyon sistemine ihtiyaç vardır. Sera otomasyonu, sulama, gübreleme, ısıtma, havalandırma, gölgeleme, soğutma, nem gibi faktörleri elektrik enerjisi ile kontrol ederek bitkilerin ihtiyaçlarına uygun şekilde düzenler. Sera sistemleri, bitki yetiştirme amaçları için kontrollü bir çevre sağlayan yapılar ve ekipmanlardan oluşan tesislerdir. Sera sistemleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu ideal koşulları oluşturarak bitki yetiştirmeyi mevsimlerden bağımsız hale getirir ve ürünlerin kalitesini artırabilir. Sera sistemleri, farklı büyüklüklerde ve tiplerde olabilir ve birçok bileşen içerebilir. İşte tipik sera sistemlerinin temel özellikleri:

1. Sera Yapısı: Sera sistemlerinin temel bileşeni, bitkilerin büyüdüğü kapalı yapıdır. Bu yapı, cam, plastik veya başka malzemelerle kaplıdır ve güneş ışığını içeri alırken dış etkenlerden korur. Sera yapıları farklı şekil ve boyutlarda olabilir.

2. Işık Kaynakları: Güneş ışığı dışında, yapay aydınlatma sistemleri de kullanılabilir. Özellikle kış aylarında veya gece boyunca ışık sağlamak amacıyla kullanılır.

3. Isıtma ve Soğutma Sistemleri: Sera sistemleri, iç sıcaklığı kontrol etmek için ısıtma ve soğutma sistemlerini içerebilir. Bu sistemler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığını sağlar.

4. Havalandırma Sistemleri: Sera sistemleri, havanın taze hava ile değiştirilmesini ve nem seviyelerinin düzenlenmesini sağlamak için havalandırma sistemlerini içerebilir.

5. Sulama Sistemleri: Bitkilerin sulanması için damla sulama, sprinkler sistemi veya diğer sulama yöntemleri kullanılabilir.

6. Besin Maddeleri Dağıtımı: Hidroponik sera sistemlerinde, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri suya eklenir ve bitkilere besin sağlar.

7. Toprak veya Substrat: Bitkilerin yetiştirildiği ortam, toprak veya özel bir substrat (örneğin, hindistancevizi elyafı) olabilir. Substrat, suyun ve besin maddelerinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar.

8. Otomasyon ve Kontrol Sistemleri: Sera sistemleri, otomasyon ve kontrol sistemleri ile izlenir ve yönetilir. Bu sistemler, çevre koşullarını sürekli olarak kontrol eder ve ayarlar.

9. Veri İzleme ve Analiz: Sera sistemleri, bitki büyümesini, verim ve çevre koşulları hakkında veri toplar ve analiz eder. Bu veriler, sera yöneticilerine daha iyi kararlar almak için yardımcı olabilir.

Sera sistemleri, sebzeler, meyveler, çiçekler, fidanlar ve diğer bitkilerin yetiştirilmesi için kullanılır. Bu sistemler, mevsim dışında ürün alımını ve daha iyi ürün kalitesini sağlar. Ayrıca sera sistemleri, çevresel sürdürülebilirlik konularında da önemli bir rol oynar, çünkü su, enerji ve kaynak kullanımını optimize ederek daha sürdürülebilir bir tarım pratiği sağlar.

1.2.2.1 Sulama sistemleri

Canlıların hayatta kalmak için daima en temel gereksinimi doğadaki su olmuştur. Bitkilerin tüm biyokimyasal süreçleri için su, kaçınılmaz bir gerekliliktir. Su, bitkilerin hücresel yapısının önemli bir bileşeni olduğu gibi, bitkilerin büyümesi ve beslenmesi için de kritik bir rol oynar. Bitkiler, gerekli besin maddelerini kökler aracılığıyla suyla alır ve bu süreçle emerler. Su, bitkilerin yaşamının temel bir taşıyıcısıdır ve onlar için vazgeçilmezdir. Günümüzde su tüketimi artarken, bu tüketimin büyük bir bölümü tarım sektöründe kullanılıyor ve ne yazık ki, tarımda suyun verimsiz ve bilinçsiz

kullanımı, su kaynaklarının azalması gibi çağımızın en büyük sorunlarından birine yol açıyor.

Bitki büyümesi için gerekli olan su miktarının aşırı kullanılmasını önlemek ve bu şekilde suyun daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak için otomatik sulama sistemleri tercih edilmelidir.

Seracılıkta sulama sistemi, sera içindeki bitkilerin sulanmasını ve su ihtiyacının düzenlenmesini sağlayan bir sistemdir. Sera içindeki bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için uygun nem seviyelerinin ve toprak neminin korunması önemlidir. Sulama sistemi, bitkilere ihtiyaç duydukları suyu verir ve bu süreci verimli ve kontrol edilebilir bir şekilde gerçekleştirir. Seracılıkta kullanılan sulama sistemleri çeşitli tiplerde olabilir:

1. Damlama Sulama (Drip Irrigation): Damlama sulama sistemi, suyun doğrudan bitkilerin kök bölgesine damlatıldığı bir yöntemdir. Genellikle plastik borular veya hortumlar kullanılır ve bu boruların üzerinde düzenli aralıklarla damla nozullar bulunur. Damlama sulama, suyun doğrudan kök bölgesine iletilmesini sağlar, bu da suyun verimli bir şekilde kullanılmasını ve su kaybının minimize edilmesini sağlar.

2. Sprinkler Sulama (Sprinkler Irrigation): Sprinkler sulama sistemi, suyun yüksek basınçla püskürtüldüğü bir yöntemdir. Su, bir veya daha fazla sprinkler başlığı kullanılarak bitkilerin üzerine püskürtülür. Bu sistem, seranın içindeki bitkilerin nemini artırmak ve sulamak için etkili bir seçenektir.

3. Hidroponik Sulama: Hidroponik seracılıkta, bitkiler toprak yerine özel bir besin çözeltisi içinde yetiştirilir. Bu çözelti, bitkilerin köklerine pompa ve borular aracılığıyla ulaştırılır. Hidroponik sulama, bitkilerin su ve besin maddelerine erişimini optimize eder.

4. Otomatik Sulama Sistemleri: Seracılıkta kullanılan sulama sistemleri genellikle otomatik olarak çalışır. Sensörler ve kontrol üniteleri, toprak nemini veya sera içi nem ve sıcaklık gibi çevresel koşulları izler. Bu verilere göre, sulama sistemi otomatik olarak su verme sıklığını ve miktarını ayarlar.



Şekil 1.4 Seralarda çeşitli sulama sistemleri (İska sera, 2024)

Sera içindeki bitkilerin türüne, sera yapısına ve iklim koşullarına bağlı olarak, farklı sulama sistemleri tercih edilebilir (Şekil 1.5). Sulama sistemi, bitkilerin su ihtiyacını karşılamak, su kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmak ve bitki büyümesini optimize etmek için önemlidir. Aynı zamanda otomatik sulama sistemleri, işçi maliyetlerini düşürebilir ve sürekli bir bakım sağlar, bu da sera verimliliğini artırabilir. Sera içinde kurulan sulama sistemleri, algılama cihazları tarafından sağlanan verilere dayanarak bitkilerin su gereksinimini belirler ve bu bilgilere dayalı olarak sulama işlemini otomatik olarak başlatır ve sonlandırır.

Otomasyonlu sulama sistemlerinde, bitki ve çevresinden toplanan veriler özel işlemciler tarafından değerlendirilir ve bu bilgiler temelinde sulama kararları alınır. Bu kararlar, bitki, su ve toprak arasındaki dengeyi korumayı amaçlar ve sulamanın bu dengeyi sürdürmesi için ayarlanır. Bu dengeyi etkileyebilecek her türlü değişken hızlı bir şekilde sistem tarafından algılanır ve kontrol edilir, böylece sulama işlemi verimli bir şekilde gerçekleştirilir.

Bitkilerin türüne bağlı olarak damla sulama veya yağmurlama sulama teknikleri veya gerektiğinde her iki yöntemin kullanıldığı sulama sistemleri kullanılır. Elektrikle

kontrol edilen vananın açılmasıyla, basınçlı suyun belirli bir süre boyunca otomatik olarak sulama yapılmasını sağlar.

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin ve suyu sağlamak için otomasyon sistemleri seçerken, suyun miktarı, bitkinin türü, yetiştirme koşulları, su kalitesi ve üretici tercihleri gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Sulama yöntemi, bitki üretim seralarında veya fidelerin yetiştirildiği seralarda farklılık gösterebilir. Damla sulama sistemleri, genellikle ürün yetiştirme seralarında tercih edilirken, fide üretim seralarında yağmurlama sulama sistemleri kullanılır. Fide üretim seralarında yağmurlama sistemleri kullanıldığında, raylar üzerinde hareket eden bir sistem kullanılır ve bu sistem fidelere belirli bir yükseklikten sulama yapar. Damlama sulama teknikleri, bitkilerin kök bölgelerine ihtiyaçlarına uygun olarak sürekli su sağlama yöntemidir. Bu yöntemde, suyun eşit bir şekilde dağıtılması nedeniyle suyun akış hızı düşük olsa da sulama işlemi daha uzun bir süreyi kapsar.

1.2.2.2 Gübreleme sistemi

Seralarda gübreleme sistemleri, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini düzenli bir şekilde sağlayarak bitki büyümesini ve verimini artırmak için kullanılan sistemlerdir. Otomasyonlu sera sistemlerinde, gübreleme işlemi de kendiliğinden gerçekleştirilebilir. Kimyasal gübre miktarı ve sulama miktarı, otomatik sulama programı tarafından otomatik olarak ayarlanabilir. Bitkinin çeşidine ve ihtiyacına uygun olarak belirlenen gübre miktarı da, otomatik sulama sistemine benzer bir şekilde otomatik olarak uygulanabilir (Şekil 1.6).



Şekil 1.5 Seralarda otomatik gübreleme sistemleri (Nefa sera, 2024)

Seralarda, bitkilerin toprakla veya hidroponik yetiştirme sistemleriyle yetiştirildiği göz önüne alındığında, gübreleme sistemi çeşitli yöntemlerle uygulanabilir. İşte seralarda kullanılan yaygın gübreleme sistemleri:

1. Toprak Üzeri Gübreleme: Bu yöntemde, granül veya sıvı gübreler, bitkilerin kök bölgelerinin üzerine uygulanır. Bu yöntem, toprakta veya substratta çözünmeye başlayarak bitkilere ulaşır. Toprak üstü gübreleme için farklı ekipmanlar kullanılabilir, örneğin gübre dağıtıcılar veya sulama sistemlerine entegre edilmiş gübre pompaları.

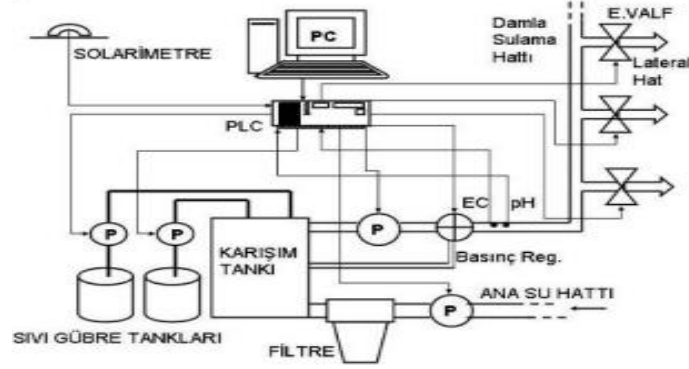
2. Hidroponik Gübreleme: Hidroponik seralarda, bitkiler köklerini suya veya özel bir besin çözeltisine yerleştirir. Hidroponik gübreleme, bitkilere doğrudan besin maddelerini sağlamak için kullanılır. Bu sistemde, su içine karıştırılan gübrelerle bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri düzenli olarak sağlanır.

3. Yaprak Üstü Gübreleme: Bitkilerin yapraklarına sıvı gübrelerin veya besin çözeltisinin püskürtülmesi ile yaprak üstü gübreleme yapılır. Bu yöntemle bitkiler hızla besin maddelerini emer. Yaprak üstü gübreleme, bitkilerin hızlı bir şekilde besin maddeleri almasını sağlar, ancak fazla kullanıldığında yapraklarda yanıklara neden olabilir.

4. Otomatik Gübreleme Sistemleri: Seralarda kullanılan gübreleme sistemleri genellikle otomasyon ve kontrol sistemleri ile birleştirilir. Bu sistemler, toprak veya su analizleri ile bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini belirler. Otomatik gübreleme sistemleri, bu verilere göre gübreleme miktarını ve sıklığını ayarlar. Bu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini en verimli şekilde sağlar.

Gübreleme sistemleri, bitkilerin sağlıklı büyümesini ve ürün verimini artırmak için önemlidir. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirliği artırarak gereksiz gübre kullanımını ve çevre kirliliğini azaltabilirler. Gübreleme sistemlerinin kullanımı, sera yetiştiricilerine bitki besin maddelerini hassas bir şekilde yönetme ve bitkileri daha verimli bir şekilde yetiştirme fırsatı sunar. Eğer bitkiye verilecek gübre kök bölgesine uygulanması gerekiyorsa, damlama sulama sistemiyle birlikte homojen hale getirilmiş gübre de bitkiye uygulanabilir. Ancak gübrenin bitki yapraklarına verilmesi gerekiyorsa, yağmur sulama sistemi kullanarak bu işlem gerçekleştirilebilir (Şekil 1.7). Her iki yöntemde de gübrenin homojen bir şekilde dağılması ve sulama sistemi ile uyumlu olması önemlidir. Ayrıca kullanılan malzemenin sulama sistemlerindeki kanallara zarar vermemesine özen gösterilmelidir.

Otomatik sulama ve gübreleme sistemleri kullanılarak su, ısı ve gübre kullanımında tasarruf sağlanırken, bu yöntemlerin dengeli bir şekilde kullanılması sayesinde verim de artış gözlemlenir.



Şekil 1.6 Otomatik sulama-gübreleme sistemi işleyiş şeması

Seralarda ve topraksız tarım yöntemlerinde, gübre ve sulama suyunun belirli bir kılavuza veya tarife göre uygulanmasına "fertigasyon" terimi kullanılır. Bu yöntemlerde bitki gelişimini etkileyen tüm etkenler uygun seviyede tutulur. Fertigasyonun etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için su ve gübre, reçetede belirtilen miktarlara uygun olarak kullanılır, hem makro hem de mikro besin elementleri hassas bir şekilde uygulanır.

Gübreleme için gereken çözeltinin sulama suyuna doğru seviyede karıştırılması hayati önem taşır. Bu çözeltideki iyonların dengede olması, gerekli koşullardan biridir. Çünkü bu denge eksikse, bitki elektriksel olarak yüklenebilir ve bu, bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümesini engelleyebilir.

Sulama ve gübreleme otomasyon sistemlerinde, gübre ve ilaç çözeltisinin pH dengesi, su sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve iletkenlik gibi faktörler sürekli olarak izlenip ölçülür. Genel olarak, venturi prensibi, manyetik dozaj pompaları ve mekanik diyaframlı dozaj pompaları gibi farklı yöntemlerle çalışır. Dozaj pompalarıyla çalışan sistemlerde, sabit bir basınca ihtiyaç yokken, venturi prensibi ile çalışan sistemlerde basınç farkının oluşturulması ve sabit basıncın sağlanması gerekir. Sulama ve gübreleme işlemleri, dozajlama yöntemine bağlı olarak, ünitelerin hizmet verdiği alana ve uygulama yöntemine göre miks tank, in-line ve by-pass olmak üzere üç şekilde gerçekleştirilir:

1.2.2.3 Isıtma sistemi

Seralarda ısıtma sistemi, seranın içindeki sıcaklığı kontrol etmek ve bitki yetiştirmek için uygun koşulları sağlamak amacıyla kullanılan bir sistemdir. Sera içindeki bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için sıcaklık kontrolü önemlidir, çünkü seralar mevsimsel değişikliklere karşı savunmasızdır ve dış hava koşullarından etkilenir. Isıtma sistemi, seranın iç sıcaklığını istenilen aralıkta tutmak için kullanılır.

1. Isıtma Kaynakları: Sera ısıtma sistemleri, farklı ısıtma kaynaklarına sahip olabilir. Bunlar arasında doğal gaz, elektrik, odun, kömür, güneş enerjisi veya biyokütle enerjisi bulunur. Isıtma kaynağı, sera sahibinin bütçesi, enerji verimliliği hedefleri ve çevresel faktörler gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak seçilir.

2. Sıcak Hava Isıtma: Sera ısıtma sistemi, sıcak hava üfleyen ısıtıcılar kullanarak çalışabilir. Bu ısıtıcılar, seranın içine sıcak hava üfler ve iç sıcaklığın korunmasına yardımcı olur.

3. Sıcak Su Isıtma: Sera ısıtma sistemleri, sıcak suyun seranın altından veya tavanından geçtiği boruları içerebilir. Sıcak su, seranın içini ısıtır ve ısı dağılımını sağlar.

4. Isıtma Zonları: Büyük seralarda ısıtma zonları oluşturulabilir. Bu, farklı bitki türlerine veya farklı büyüme aşamalarına göre farklı sıcaklık koşulları sağlamak için kullanılır.

5. Otomatik Kontrol: Sera ısıtma sistemleri, otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Bu sistemler, hedeflenen sıcaklık aralığını sürdürmek için ısıtma sistemini açıp kapatır. Ayrıca, dış hava koşullarını ve sera içi sıcaklık değişikliklerini izler.

6. Alternatif Isıtma Yöntemleri: Bazı seralar, güneş enerjisi veya jeotermal ısıtma sistemleri gibi alternatif enerji kaynaklarıyla ısıtılabilir. Bu, enerji maliyetlerini azaltabilir ve çevresel sürdürülebilirliği artırabilir.



Şekil 1.7 Seralarda ısıtma sistemi (Howland fellowship, 2024)

Seralarda ısıtma sistemi, bitkilerin mevsim dışında büyümesini ve yıl boyunca ürün alımını sağlamak için önemlidir. Ayrıca, seranın iç sıcaklığının istikrarlı bir şekilde tutulması, bitki sağlığını ve ürün kalitesini artırır. İyi tasarlanmış bir ısıtma sistemi, sera yetiştiricilerine daha fazla kontrol ve esneklik sağlar ve böylece bitki yetiştiriciliği sürecini optimize eder (Şekil 1.8).

Otomasyon sistemi, gereken ideal sıcaklık seviyesine uygun olarak ısıtma işlemini yönetir. Seranın gereksinim duyduğu ısının miktarı, sera koşullarına göre tespit edilir ve uygulanacak ısı otomasyon tarafından ayarlanır.

Sera ısıtma işlemi, sadece bitkilerin ihtiyaçlarına ve yetiştirme zamanına göre değil, aynı zamanda çevresel koşullar ve sera ekipmanlarının sunduğu olanaklar da dikkate alınarak planlanmalıdır. Sera alanının büyüklüğü, kullanılan malzemelerin türü ve sera yapısındaki potansiyel hava sızıntıları, ısı kaybını önemli ölçüde etkiler. Seralarda plastik örtülerin çift kat olarak kullanılması ve aralarındaki boşluğun şişirilerek oluşturulması, ısı yalıtımını artıran önemli bir ilerlemedir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde sera içindeki nem seviyeleri ile dış hava nem seviyeleri dengelemeye başlar. Bu dönemlerde seraların ısınması kritik bir öneme sahiptir. Sirkülasyon fanları, aşırı ısınmayı önler ve aynı zamanda fazla nemin oluşumunu engelliyor.

Sirkülasyon fanları, bağıl nem seviyelerini düşürerek bitkilerin yaprakları üzerinde su damlacıkları oluşumunu önler. Aynı zamanda, ortam sıcaklığı gibi faktörlerin homojen bir şekilde yayılmasını da sağlar. Gelişmiş ülkelerde sera ısıtma sistemleri artık sadece bitkileri dondan koruma amacını aşarak nem seviyelerinin kontrol edilmesine ve bu

sayede bitkilerden daha fazla verim elde edilmesine yönelik kullanılıyor. Ülkemizde, seralarda genellikle bitkileri don olaylarından korumak için ısıtma sistemleri kullanılmakta olup, bitkilerin istediği sıcaklığı sağlama amacıyla bu tür sistemler maliyetli olarak değerlendirilmektedir.

Sıcak sulu sistemler

Seralarda ısıtma sistemi için sıcak su sistemleri, sera içindeki sıcaklığı kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu sistemler, seranın iç sıcaklığını istenilen aralıkta tutmak ve bitki büyümesini optimize etmek amacıyla sıcak suyun seranın altından veya tavanından geçtiği boruları kullanır (Şekil 1.9). Sıcak su sistemleri, farklı ısıtma kaynaklarına (örneğin, doğal gaz veya odun) bağlı olarak çalışabilir. İşte sıcak su ısıtma sistemlerinin temel özellikleri;



Şekil 1.8 Sıcak su temelli ısıtma sistemi (Ulma agricola, 2024)

1. Sıcak Su Kaynakları: Sıcak su sistemi için kullanılan su kaynağı, sera sahibinin tercihlerine ve kaynaklara bağlı olarak değişebilir. Bu kaynaklar arasında doğal gazla çalışan kazanlar, güneş enerjisi ısıtma sistemleri, biyokütle enerji veya diğer ısıtma kaynakları bulunabilir.

2. Borular ve Dağıtım: Sıcak su sistemi, sera içinde yerleştirilmiş borular veya tavanın üzerine yerleştirilmiş borulardan oluşur. Sıcak su bu borular boyunca dolaşırken seranın içini ısıtır. Bu tür borulardan geçen sıcak su, radyatör benzeri ısıtıcılar aracılığıyla seranın içine ısı verir.

3. Isıtma Zonları: Büyük seralarda, farklı bitki türlerine veya büyüme aşamalarına göre farklı sıcaklık gereksinimleri olabilir. Bu nedenle bazı sıcak su sistemleri, serayı farklı ısıtma bölgelerine bölmek ve her bölgeyi ayrı ayrı kontrol etmek için tasarlanmıştır.

4. Otomatik Kontrol: Sıcak su ısıtma sistemleri, otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Bu sistemler, hedeflenen sıcaklık aralığını sürdürmek için ısıtma

sistemi açıp kapatır. Ayrıca, dış hava koşullarını ve sera içi sıcaklık değişikliklerini izler.

5. Verimlilik: Sıcak su ısıtma sistemleri, genellikle verimli bir ısıtma yöntemidir. Isı kaybını minimize etmek ve suyun dolaşımını optimize etmek için tasarlanmıştır. Sıcak su ısıtma sistemleri, seraların iç sıcaklığını istenilen düzeyde tutmak ve bitki yetiştirmeyi yıl boyunca mümkün kılmak için etkili bir seçenektir. Bu sistemler, sera yetiştiricilerine daha fazla kontrol sağlar ve bitki sağlığını ve ürün kalitesini artırır. Ayrıca, sıcak su sistemleri çevresel sürdürülebilirlik konularında önemlidir, çünkü bazı yenilenebilir enerji kaynakları ile entegre edilebilir ve enerji maliyetlerini azaltabilir.

Kış aylarında, sera ısıtma ihtiyacı artar ve bu ihtiyacın karşılanmasında en yaygın yöntem, sıcak suyla ısıtma sistemleridir. Sıcak su ısıtma sistemleri, genellikle bitkilerin bulunduğu bölgeye yakın konumlandırılarak havanın ısıtılmasına dayanır. Bu amaçla, ısı taşınımını sağlamak üzere içten yanmalı bir kazan ve dağıtım hattı gibi bir sistem kullanılır.

Sıcak suyun sıcaklığı 80 ila 100 derece arasında ayarlanır ve bu sıcak su, sistemin içinden geçtikten sonra tekrar kazan içine döner. Isıtma ihtiyacını karşılamak için kullanılan enerji kaynağı elektrikli ısıtıcılar olabileceği gibi fosil yakıtlar ve diğer alternatif enerji kaynakları da kullanılabilir. Seralardaki ısıtma sistemleri, bitki türüne veya çeşitli etkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Sıcak su ısıtma sistemlerinde kullanılan borular, bitkilerin gövdesine ek olarak, sera duvarları, zemin veya masa altları gibi uygun görülen bölgelere de yerleştirilebilir. Sera içindeki sıcaklık, toprak sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığı, belirlenen istenen değerlerin dışına çıktığında, ısıtma sistemi otomatik olarak devreye girer. Toprak sıcaklık sensörü, toprak sıcaklığını izlemek için kullanılır. Sera içi sıcaklık ve toprak sıcaklığı belirlenen hedef değerlere ulaştığında, sistem otomatik olarak devre dışı bırakılır. Otomasyon sisteminde belirtilen parametreler sağlanmadığında sıcak su ile ısıtma sistemi sera içi sıcaklığı istenilen değere getiremezse, elektrikli ısıtıcı sistem otomatik olarak aktif hale gelir.

Sıcak havalı sistemler

Seralarda ısıtma sistemi için sıcak havalı sistemler, seranın iç sıcaklığını kontrol etmek ve istenilen sıcaklık aralığını korumak için kullanılan bir ısıtma yöntemidir. Sıcak havalı sistemler, sıcak hava üfleyen ısıtıcılar veya fanlar kullanarak çalışır. Bu sistemler, seranın içine sıcak hava üfleyerek iç sıcaklığı artırır (Şekil 1.10). İşte sıcak havalı ısıtma sistemlerinin temel özellikleri:

1. Isıtıcılar: Sıcak havalı ısıtma sistemleri için kullanılan ısıtıcılar, gaz (genellikle doğal gaz veya propan), elektrik veya diğer yakıtlar kullanabilir. Bu ısıtıcılar, hava akışıyla birlikte sıcak hava üretir.

2. Fanlar: Sıcak havalı ısıtma sistemlerinde, sıcak hava dağıtımı için fanlar kullanılır. Fanlar, seranın içindeki sıcak havayı yayarak homojen bir sıcaklık dağılımı sağlar.

3. Isıtma Zonları: Bazı büyük seralarda, bitki türlerinin veya büyüme aşamalarının farklı sıcaklık gereksinimleri olabilir. Bu nedenle, sıcak havalı ısıtma sistemleri, serayı farklı ısıtma bölgelerine bölmek ve her bölgeyi ayrı ayrı kontrol etmek için tasarlanmış olabilir.

4. Otomatik Kontrol: Sıcak havalı ısıtma sistemleri, otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Bu sistemler, hedeflenen sıcaklık aralığını sürdürmek için ısıtma sistemini açıp kapatır. Ayrıca, dış hava koşullarını ve sera içi sıcaklık değişikliklerini izler.

5. Verimlilik: Sıcak havalı sistemler, genellikle hızlı bir ısıtma ve dağıtma işlemine izin verir ve sıcaklık kontrolünü hızlı bir şekilde sağlar.



Şekil 1.9 Sıcak havalı ısıtma sistemleri (Ulma agricola, 2024)

Sıcak havalı ısıtma sistemleri, seraların iç sıcaklığını yıl boyunca istenilen düzeyde tutmak için etkili bir seçenektir. Bu sistemler, serada yetiştirilen bitkilerin sıcaklık gereksinimlerini karşılayarak bitki sağlığını ve ürün kalitesini artırır. Aynı zamanda

hızlı ısıtma yetenekleri sayesinde, ani sıcaklık düşüşlerine karşı koruma sağlar. Bu tür ısıtma sistemleri, sera yetiştiricilerine daha fazla kontrol sağlar ve seranın iç sıcaklığını optimize eder.

Sıcak havalı ısıtma sistemi, genellikle sıcak suyla ısıtma sistemi gerektiği anlarda devreye giren ve ani sıcaklık düşüşlerini önlemek için kullanılan bir sistemdir. Delikli plastik borular, sıcaklık dağılımını sağlamak amacıyla kullanılır ve sera içinde konveksiyon yoluyla sıcaklığı dağıtır. Sıcaklığın elektrik devrelerinde gerilim oluşturmaya veya elektrik akımının özelliklerini etkilemesiyle belirlenir.

PLC mikrodenetleyiciler, sera içinden gelen verileri algılayarak bunları bağlı olduğu bilgisayara aktarır. Bu bilgiler bilgisayar tarafından sürekli olarak kaydedilir ve geçmiş verilere kolaylıkla erişim sağlar. Alınan bilgilere dayanarak sistemdeki programlanmış verileri değerlendirir ve bu verilere göre bir sonuç üretir. Eğer bu sonuç, sıcaklık açığını gösteriyorsa, sıcaklık düşüşünün sebebini belirler ve ısıtma sistemini devreye almak için gerekli düzeltmeleri yapar. İklim kontrol sistemi aynı zamanda sıcaklık ve nem gibi faktörlerin etkisini göz önünde bulundurarak sisleme sistemi gibi işlevleri de kontrol edebilir. Isıtma sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi, sistemin en iyi performansı göstermesi için önemlidir.

1.2.2.4 Havalandırma sistemi

Sera içindeki hava ile dışarıdaki hava arasındaki değişimi sağlayan sistem, havalandırma sistemi olarak adlandırılır. Seralarda havalandırma sistemi, seranın içindeki hava kalitesini, sıcaklığını ve nemini kontrol etmek amacıyla kullanılan bir sistemdir. İyi bir havalandırma sistemi, serada yetiştirilen bitkilerin sağlığı için kritik öneme sahiptir, çünkü seralar hızla ısınabilir ve havasızlaşabilir. Ayrıca, seralar içinde oluşan nem ve karbon dioksit (CO₂) yoğunluğu, bitki büyümesini etkileyebilir (Şekil 1.11). İşte seralarda kullanılan yaygın havalandırma sistemleri:

1. Doğal Havalandırma: Seranın pencere ve kapaklarını kullanarak doğal hava akışı sağlama yöntemidir. Pencereler ve kapaklar, rüzgar etkisi veya termik konveksiyon gibi doğal süreçlere bağlı olarak açılır ve kapanır. Bu yöntem, seranın iç sıcaklığını düşürmek ve taze hava sağlamak için kullanılır.

2. Mekanik Havalandırma: Mekanik havalandırma sistemi, fanlar ve hava dağıtım ekipmanı kullanarak seranın iç hava hareketini kontrol eder. Fanlar, seraya taze hava

çekmek ve kirli hava atmak için kullanılır. Bu sistem, sıcaklık, nem ve CO₂ seviyelerini istenen aralıklarda tutmak için otomatik kontrol sistemleri ile entegre edilebilir.

3. Hava Kanalları: Sera içinde hava kanalları, seranın her tarafına eşit bir şekilde hava dağıtmak için kullanılır. Bu, hava hareketinin homojen ve dengeli olmasını sağlar.

4. Tavan Havalandırma: Seranın tavanının açılabilir olduğu bir sistemdir. Tavan havalandırma sistemi, seranın üst kısmını açarak sıcak havanın yükselmesine izin verir ve seraya taze hava almasını sağlar.

5. Cephe Havalandırma: Seranın cephesinin açılabilirdiği bir sistemdir. Cephe havalandırma, seranın ön yüzünü açarak rüzgar etkisi ile taze hava akışını sağlar.

6. Otomatik Kontrol: Havalandırma sistemleri genellikle otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre edilir. Bu sistemler, hedeflenen sıcaklık, nem ve CO₂ seviyelerini korumak için havalandırma ekipmanını yönetir.



Şekil 1.10 Seralarda havalandırma sistemleri (Enerji gazetesi, 2024)

Havalandırma sistemi, seranın iç sıcaklığını, nemini ve hava kalitesini kontrol ederek bitki sağlığını ve ürün verimini artırır. Ayrıca, sera içindeki bitkiler için iyi bir büyüme ortamı sağlamak için önemlidir. Havalandırma sistemi, sera yetiştiricilerine bitkilerin büyüme koşullarını optimize etme ve seraların iç iklimini yönetme fırsatı sunar.

Seraya gelen güneş ışınlarının bir kısmı yansıtılırken geriye kalanı içeriye girer ve bitkiler tarafından emilir. Ancak içeri giren hava dengesi uygun bir şekilde sağlanmazsa sera içi sıcaklığı artabilir. Aşırı sıcaklık, bitkiler için risk oluşturabilir, bu nedenle içerideki hava sirkülasyonu belirli aralıklarla değiştirilmelidir. Sera içindeki sıcaklık, 23°C ile 30°C arasında ideal bir seviyede olmalıdır. Bu sıcaklık aralığının

dışındaki değerler istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Bu dengenin korunabilmesi için havalandırma sistemi doğru bir şekilde ayarlanmalıdır. İyi bir havalandırma sistemi sayesinde CO₂ seviyesi ve nem kontrol altına alınabilir.

Seralarda güneş ışığı kadar önemli bir diğer faktör, rüzgarın şiddeti ve yönüdür. Seranın bulunduğu coğrafi bölge ve konuma bağlı olarak rüzgarın etkisi dikkate alınmalıdır. Bu nedenle havalandırma pencerelerinin, rüzgar şartlarına uygun bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Pencerelerin yönlendirilmesi ve açıklıkları, bu koşullar göz önünde bulundurularak planlanmalıdır.

Havalandırma sistemlerinin temel mantığı, seraya giren havanın çatı veya yan duvar pencereleri aracılığıyla içerideki sıcak hava ile yer değiştirmesidir. Bu sayede içeride biriken nemli hava dışarıya atılır. İç ve dış hava sıcaklık farkına bağlı olarak, yeterli sayıda pencere yerleştirilmelidir. Bu, havalandırılacak alanın boyutu ve rüzgarın şiddetine göre ayarlanmalıdır.

Havalandırma sistemi tasarlanırken, hava akışını düzenleyen kapakların kontrolü elektronik bir sistem tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu kapaklar, her seraya özgü olarak boyut ve şekil açısından farklılık gösterebilir. Elektronik sistem, hava akışını belirli bir yüzdelik oranında kontrol ederek içerideki hava sıcaklığını istenen değerler arasında tutabilir. Kapakların tamamen kapatılmış veya açık pozisyonlarını kontrol etmek için bir sınır anahtarı kullanılır. Bu sayede kapakların istenmeyen şekilde aşırı açılması veya kapanması önlenir ve mekanik zorlama ile oluşabilecek sorunlar engellenmiş olur.

Sera içindeki havalandırma sistemi, kontrol edilmesi gereken önemli bir faktör olan bağıl nemi etkiler. Bu nedenle bağıl nem, %60'ın altına düştüğünde, genç bitkilerin taze yapraklarında su stresine neden olabilir. %60 ile %80 arasındaki bağıl nem değişikliklerinin bitkilere büyük ölçüde etkisi olmazken, %80'in üzerine çıkması gece saatlerinde fungal hastalıkların yayılmasına neden olabilir. Sera içindeki hava basıncı ve nem seviyelerinin düzenlenmesi, bitkilerin büyümesini hızlandırabilir ve hastalık sorunlarını azaltıcı bir etki yaratabilir.

Etkili bir havalandırma için, sera içindeki sıcaklık ve bağıl nemin istenen seviyede tutulması gerekmektedir. Bu kontrol, elektronik havalandırma sistemi sayesinde gerçekleştirilir ve gerektiğinde sorunsuz bir şekilde devreye alınır.

1.2.2.5 Gölgeleme sistemi

Sera içindeki ışık miktarı, sera ortamının sıcaklığına doğrudan etki eden önemli bir faktördür. Bitkilerin büyüme evrelerine göre, sera içindeki ışık yoğunluğu gölgeleme sistemi ile düzenlenebilir.



Şekil 1.11 Seralarda gölgeleme sistemi (Eyouagro, 2024)

Gölgeleme sistemi, bitkilerin üzerine düşen yoğun ışık miktarını azaltarak yapraklardaki sıcaklığı ve sera içindeki yüksek sıcaklığı kontrol altına almaya yardımcı olur. Bu sistem aynı zamanda bitkilerin aşırı radyasyona maruz kalmasını da önler.

Seralarda gölgeleme sistemi, seranın içindeki bitkilerin aşırı güneş ışığına maruz kalmalarını engellemek veya sıcak hava dalgalarına karşı koruma sağlamak amacıyla kullanılan bir sistemdir (Şekil 1.12). Gölgeleme, bitkilerin istenen ışık miktarına ve sıcaklık koşullarına maruz kalmalarını kontrol etmeye yardımcı olur. İşte seralarda kullanılan gölgeleme sistemlerine dair bazı bilgiler:

1. Gölgeleme Malzemeleri: Gölgeleme sistemleri için kullanılan malzemeler, seranın üstünü kaplayarak veya seranın içine gölge oluşturarak güneş ışığını engeller. Bu malzemeler arasında gölgeleme fileleri, özel gölgeleme perdeleri ve cam veya plastik kaplamalar yer alır.

2. Ayarlanabilir Gölgeleme: Ayarlanabilir gölgeleme sistemleri, gölge miktarını ve yoğunluğunu düzenlemek için kullanılır. Bu sistemler, manuel olarak veya otomatik olarak ayarlanabilir. Otomatik gölgeleme sistemleri, hava sıcaklığı, ışık seviyeleri veya dış hava koşullarına göre gölgeleme yoğunluğunu ayarlayabilir.

3. Dönemsel Gölgeleme: Bazı bitkiler belirli büyüme aşamalarında daha fazla veya daha az ışık gerektirebilir. Dönemsel gölgeleme, bu bitkilerin ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılabilir.

4. Kış Gölgelemesi: Kış aylarında, serada gelişen bitkilerin sıcaklık düşüşlerine karşı korunması amacıyla kullanılabilir. Kışın düşük ışık düzeyleri nedeniyle, kış gölgelemesi bitkilere fazladan ışık sağlamak için de kullanılabilir.

5. Açık Gölgeleme: Bazı gölgeleme sistemleri, seranın üstünü kapalı tutar ve bitkilere sadece belirli bir oranda güneş ışığı ulaşmasına izin verir. Bu sistemler genellikle seranın kapalı olması gerektiği durumlarda kullanılır.

Gölgeleme sistemi, seranın iç koşullarını optimize etmek ve bitkilerin ihtiyaçlarına uygun bir ortam sağlamak için önemlidir. Aşırı güneş ışığına maruz kalmak, bitkilerin yanmasına veya kurumasına neden olabilir. Gölgeleme ayrıca seranın iç sıcaklığını düşürerek bitkilerin sıcak hava dalgalarına karşı korunmasına yardımcı olur. Bitki türüne ve büyüme aşamasına bağlı olarak gölgeleme yoğunluğu ve süresi ayarlanabilir. Gölgelendirme, bitki örtüsüne ulaşan güneş ışınlarını azaltma amacıyla kullanılır. Bu, bitkilerin aldığı ışık miktarını azaltarak sera içi sıcaklığı ve bitki yapraklarının sıcaklığını düşürür. Ancak bu işlem sırasında bitkilerin Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) alımının azaldığını unutmamız önemlidir.

Farklı tekniklerle gerçekleştirilen gölgeleme işlemleri arasında en popüler olanı, sera dış yüzeyinin kireç veya çamur kaplama ile örtülmesidir. Bu yöntem hem yaygın bir kullanıma sahiptir hem de maliyeti düşüktür. Ancak dezavantajı, değişken bir etki sağlayamadığı için kış aylarında temizlenmesi gerekliliğidir. Sera içindeki güneş ışığının yoğunluğunu kontrol etmek amacıyla geliştirilen hareketli gölgeleme sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler, özel düzeneklerle elle veya otomatik olarak kontrol edilen panjur, perde, bez veya naylon örtülerin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Kullanılan örtü malzemesi, ışığın istenilen seviyede geçmesini sağlamak için farklı oranlarda seçilebilir. Hareketli gölgeleme sistemleri seranın içine veya dışına kurulabilir.

Sera dışına kurulan hareketli sistemler ve açık alanda kullanılan malzemeler, dış hava koşullarının etkisine maruz kaldığı için uzun süreli kullanıma uygun değildir. Bu tür

sistemlerin ve malzemelerin ömrünü uzatmak için periyodik bakım ve onarım çalışmalarının düzenli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gölgeleme sistemi, seranın iç kısmına yerleştirildiğinde, malzemelerin dış etkenlerden korunması bakımından daha avantajlıdır. Seranın içinde konumlandırılan iç perdeler veya panjurlar, havalandırma sistemine herhangi bir engel oluşturmada uygun bir şekilde ayarlanabilir ve gölge sağlayan sistemler kullanılabilir. Seralarda kurulan otomasyonlu gölgeleme sistemleri, iç ortam sıcaklığı yükseldiğinde havalandırma sistemlerinden önce devreye girebilir ve bu sayede içeri giren güneş ışınlarının neden olduğu artış dengelenebilir.

1.2.2.6 Soğutma sistemi

Seralardaki iç ortam sıcaklığı, havalandırma sistemi ile düzeltilmeyecek kadar yüksek olduğunda, bir soğutma sistemi devreye girer. Bu sistem, havalandırma fanları ve suyun yoğunlaşması gibi yöntemler kullanarak ortam sıcaklığını düşürmeye odaklanır. Seralarda soğutma sistemi, seranın iç sıcaklığını kontrol etmek ve bitkilerin istenen büyüme koşullarını sürdürmek amacıyla kullanılan bir sistemdir. Seralar, güneş ışığının içine girmesi ve sera içinde sıcaklık artışına neden olması nedeniyle aşırı ısınabilirler. Bu nedenle seralar içinde sıcak hava dalgalarına karşı koruma ve sıcaklığı optimize etmek önemlidir. İşte seralarda kullanılan bazı yaygın soğutma sistemleri:

1. Rüzgar Sirkülasyonu: Rüzgar sirkülasyonu, seranın içindeki hava akışını teşvik etmek ve sıcak havanın uzaklaştırılmasına yardımcı olmak amacıyla kullanılır. Bu, açılabilir pencereler veya kapaklarla desteklenir ve dışarıdaki rüzgarın içeri girmesine izin verir. Ayrıca seranın içinde fanlar kullanarak hava hareketini artırabilirsiniz.

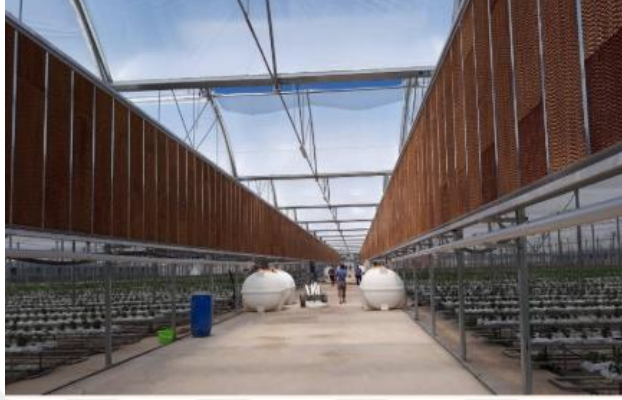
2. Serinletme Perdeleri: Serinletme perdeleri, seranın dış yüzeyine yerleştirilen özel malzemelerdir. Bu perdeler, güneş ışığını engeller ve seranın iç sıcaklığını düşürür. Perdelerin açılması veya kapanması, hava sıcaklığını kontrol etmek için otomatik olarak veya manuel olarak yapılabilir.

3. Soğutma Pompaları: Soğutma pompaları, suyun seranın içinden dolaştırılarak hava sıcaklığını düşürmek için kullanılır. Bu sistemler, suyun buharlaşma süreciyle seranın iç sıcaklığını düşürür. Soğutma pompaları aynı zamanda sera içindeki nem seviyelerini artırabilir.

4. İklimlendirme Kontrol Sistemleri: Seralarda kullanılan soğutma sistemleri, otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre edilebilir. Bu sistemler, hava sıcaklığını,

nem seviyelerini ve diğer çevresel koşulları izler ve bu verilere göre soğutma sistemlerini yönetir.

5. Karbon Dioksit (CO₂) Kontrolü: Seralarda CO₂ düzeyleri de önemlidir. Soğutma sistemleri, sera içindeki CO₂ seviyelerini kontrol etmek için kullanılabilir. Bu, bitki büyümesini artırmak ve verimliliği artırmak için önemlidir.



Şekil 1.12 Seralarda soğutma sistemi (Yms sera, 2024)

Soğutma sistemi, seralarda iç sıcaklık kontrolünü sağlayarak bitki sağlığını ve ürün verimini artırır. Ayrıca, seraların içindeki bitkilerin yanmasını veya kurumasını önler ve seraların iç sıcaklığını optimize eder (Şekil 1.13). Soğutma sistemleri, seraların iç iklimini kontrol etmek için önemli bir rol oynar ve sera yetiştiricilerine bitkileri daha verimli bir şekilde yetiştirmek için esneklik sunar.

1.2.2.7 Alarm sistemi

Seralarda otomasyon sistemleri kurulurken, bu sistemlerin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için sistemler arasında veri akışı sağlanır. Herhangi bir sistemin arıza vermesi veya çalışmaması durumunda, alarm sistemi devreye girer. Alarm sistemi, sesli uyarılar ve bilgi ile sera içinde oluşabilecek zararları önlemek amacıyla kullanılır. Ayrıca bu sistem, kontrolsüz girişlere karşı da bir güvenlik önlemi olarak hizmet verir.



Şekil 1.13 Seralarda kullanılan alarm sistemleri (Kaptanoğlu, 2024)

Seralarda alarm sistemleri, seranın içindeki koşulların izlenmesi ve sorunların erken teşhis edilmesi amacıyla kullanılan bir sistemdir (Şekil 1.14). Bu sistemler, bitki büyümesini etkileyebilecek tehlikeli koşulları veya hataları tespit etmek için tasarlanmıştır. Seralarda kullanılan alarm sistemleri, aşağıdaki koşulları izleyebilir ve bildirebilir:

1. Sıcaklık: Sera içindeki sıcaklık, belirli bir aralığın dışına çıktığında alarm verebilir. Hem aşırı sıcaklık hem de aşırı soğuk durumları izlenebilir.
2. Nem Seviyeleri: Sera içindeki nem seviyeleri, bitki sağlığı için önemlidir. Alarm sistemi, nem seviyelerinin düşmesi veya yükselmesi durumunda uyarı verebilir.
3. CO₂ Seviyeleri: Bitki büyümesi için yeterli CO₂ seviyeleri gereklidir. Alarm sistemi, CO₂ seviyelerinin düşük olduğu durumları tespit edebilir.
4. Yangın ve Duman Algılama: Yangın ve duman algılama sensörleri, yangın veya duman tehlikesini algıladığında hızla uyarı verir.
5. İklim Kontrolü: Seraların iklim kontrol sistemlerini izler ve arızaları veya hataları tespit eder.
6. Güvenlik: Sera içine izinsiz giriş veya hırsızlık durumlarında güvenlik alarmı verir.
7. Su İkmal ve Sulama Sistemleri: Su temini ve sulama sistemlerinin arızalarını izler.
8. Enerji Kesintileri: Elektrik kesintilerini izler ve bu kesintilerin seranın iç koşullarını nasıl etkilediğini bildirebilir.
9. İzleme ve Uzaktan Erişim: Alarm sistemleri, kullanıcılara uzaktan erişim ve izleme olanağı sunar, böylece seranın durumu uzaktan kontrol edilebilir.

Alarm sistemleri, seraların verimliliğini artırmak ve bitki sağlığını korumak için kritik bir rol oynar. Erken uyarılar, sorunların hızlı bir şekilde çözülmesine ve potansiyel zararların en aza indirilmesine yardımcı olur. Alarm sistemleri ayrıca seracılık işletmelerinin sahip olduğu yatırımı koruma ve işletme sürekliliğini sağlama açısından önemlidir.

1.3 Topraksız Tarım

Topraksız tarımın tarihsel kökenleri oldukça eskiye dayanmaktadır. M.Ö. Roma döneminde nehir yataklarında karpuz, hıyar ve bazı sebzelerin yetiştirilmesi gibi örnekler, bu tarım yönteminin tarihsel geçmişini yansıtmaktadır. Bu sistem, başlangıçta "nehir yatağı yetiştiriciliği" olarak adlandırılmış olabilir, ancak daha sonraki yıllarda farklı isimler altında tanımlandı. Bu isimler arasında "besin kültürü," "su kültürü," "çakıl kültürü," ve "çözelti kültürü" gibi terimler bulunur.

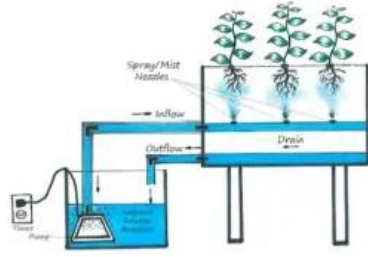


Şekil 1.14 Topraksız tarım serası (İndustrial, 2024)

Bu sistemlerin temel prensibi, bitkilerin toprak yerine su içinde veya diğer büyüme ortamlarında yetiştirilmesini içerir. Bitkiler için gerekli besin maddeleri, bu büyüme ortamı içine eklenir (Şekil 1.15). Bu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini daha hassas bir şekilde kontrol etmeyi mümkün kılar.

Topraksız tarım yöntemleri, özellikle kısıtlı toprak alanları, kirlenmiş topraklar veya değişen iklim koşulları gibi zorlu koşullarda tarım yapma ihtiyacını karşılamak için geliştirilmiştir. Aynı zamanda bu yöntemler, su ve kaynak kullanımını optimize etme potansiyeline sahiptir. Günümüzde topraksız tarım, modern tarım uygulamaları içinde giderek daha fazla popülerlik kazanmaktadır. Bu yöntemler, yıl boyunca bitki yetiştirme, verimliliği artırma ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlama konularında önemli bir rol oynamaktadır. Topraksız tarım, bitkilerin geleneksel toprak

tabakaları yerine alternatif büyüme ortamlarında yetiştirildiği bir tarım yöntemidir (Şekil 1.16). Bu yöntemde bitkiler köklerini doğrudan toprak yerine, inorganik büyüme ortamları veya organik malzemelerden oluşan substratlar (büyüme ortamı) içinde geliştirirler. Topraksız tarım, hidroponik, aeroponik, akışkan yataklı ve dikey tarım gibi farklı alt dallara ayrılabilir.



Şekil 1.15 Hidroponik yöntem (Robopro, 2024)

Topraksız tarımın bazı temel özellikleri:

1. Topraksız Büyüme Ortamları: Topraksız tarım, bitkilerin toprak kullanmadan büyüme ortamlarında yetiştirildiği bir sistemdir. Bu büyüme ortamları, bitkilere gerekli destek ve besin sağlar.
2. Besin İyonları ve Besleme: Bitkiler toprak yerine besin iyonlarını sıvı veya gaz halinde doğrudan köklerine sunan bir besleme sistemi kullanır. Bu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini hassas bir şekilde kontrol etmeyi mümkün kılar.
3. Su ve Kaynak Verimliliği: Topraksız tarım, su ve kaynak kullanımını optimize etme potansiyeli taşır. Su, geri dönüşümlü sistemler kullanılarak daha az israf edilir ve besin maddeleri kaynaklarını daha verimli kullanır.
4. Hava ve Işık Kontrolü: Bu sistemlerde bitkilerin hava ve ışık koşulları hassas bir şekilde kontrol edilir. Bu, bitki büyümesini optimize etmeye yardımcı olur.
5. Azot, Karbon ve pH Kontrolü: Topraksız tarım, bitkilerin kök ortamının pH'ını, oksijen seviyelerini ve karbon dioksit konsantrasyonunu kontrol etme yeteneğine sahiptir.
6. Daha Az Zararlı Organizma: Topraksız tarım, toprakta yaşayan zararlı organizmaların bitkilere zarar verme olasılığını azaltır.

Topraksız tarım, özellikle kısıtlı toprak alanları, kirlenmiş topraklar veya değişen iklim koşullarında tarım yapmak isteyenler için avantajlı bir seçenek olabilir. Ayrıca bitki

yetiştirme koşullarını daha hassas bir şekilde kontrol etmek, verimliliği artırabilir ve sebzelerin veya diğer bitkilerin yıl boyunca yetiştirilmesini sağlayabilir. Bu nedenle topraksız tarım, modern tarım uygulamaları içinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Türkiye'de topraksız tarım, özellikle örtü altı sebze yetiştiriciliği konusunda yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu uygulama, özellikle güney bölgelerinde ticari tarım için tercih edilmektedir. Türkiye'deki topraksız tarım uygulamalarının bazı özellikleri:

Antalya, Türkiye'deki topraksız tarımın öncü bölgelerinden biridir. Bu bölge, iklim koşulları ve altyapısı nedeniyle örtü altı sebze yetiştiriciliğinde büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle sera yetiştiriciliği yaygındır. Antalya'nın yanı sıra İzmir, Adana, Mersin, Aydın, Afyon, Denizli ve birçok diğer ilde de topraksız tarım uygulamaları bulunmaktadır. Bu bölgeler, iklim koşulları, su kaynakları ve altyapıları nedeniyle topraksız tarımın gelişimine uygun zemin sunar.

Türkiye'de topraksız tarımın odak noktası, örtü altı sebze yetiştiriciliğidir. Seracılık, sera yapısı altında kontrollü bir ortamda sebzelerin yetiştirilmesini sağlar. Bu yöntem, mevsim dışında ürün elde etme olanağı sunar. Türkiye'deki topraksız tarım uygulamaları teknoloji ve otomasyona dayalıdır. Özellikle sera içi iklim kontrol sistemleri, sulama sistemleri ve gübreleme teknolojileri kullanılır. Bu, yöntem verimliliğini artırır ve ürün kalitesini iyileştirir.

Türkiye'deki topraksız tarım ürünleri, hem iç piyasa tüketimi hem de ihracat için üretilmektedir. Bu, Türkiye'nin özellikle Avrupa pazarlarına sebze ve meyve ihracatında rekabetçi bir konuma gelmesine yardımcı olmuştur. Topraksız tarım uygulamaları, Türkiye'deki tarım sektöründe sürdürülebilirlik, verimlilik ve mevsim dışı ürün yetiştirme konularında önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntemler, iklim koşulları ve kaynak kullanımı açısından verimlilik sağlamak için devam eden bir gelişim süreci içindedir. Türkiye'de topraksız tarım, özellikle hidroponik sistemlerle yapılan sera üretimi, son yıllarda hızla gelişen bir tarım alanıdır. Türkiye'deki toplam sera alanının %1,7'sinde topraksız tarım uygulanmaktadır.

Türkiye'de sera üretimi oldukça yaygındır, ve 2020 yılı itibariyle 790 bin dekar alana ulaşmıştır. Bu sera alanının %1,7'si, topraksız tarım faaliyetlerine ayrılmış durumdadır. Topraksız tarım faaliyetleri, özellikle Akdeniz kıyılarındaki bölgelerde başlamıştır. Bu bölgeler, iklim koşulları ve altyapıları nedeniyle topraksız tarım için uygun zemini sunar. Akdeniz'deki Antalya, topraksız tarımın öncü illerinden biridir. Topraksız tarımın yayılması, jeotermal enerji kaynaklarının bulunduğu bölgelere doğru genişlemiştir. Jeotermal enerji, sera ısıtma ve sera içi iklim kontrolü için önemli bir kaynak olarak kullanılır.

Veriler, Antalya'nın yanı sıra İzmir, Manisa, Mersin, Yalova ve Afyonkarahisar gibi illerde topraksız tarım uygulamalarının yoğunlaştığını göstermektedir. Bu iller, topraksız tarım konusunda öncü ve yoğun üretim bölgeleridir. Türkiye'de topraksız tarımın büyük bir bölümü hidroponik sistemlerle gerçekleştirilir. Hidroponik, bitkilerin toprak yerine su içinde yetiştirildiği bir sistemdir ve bitkilere gerekli besin maddeleri sıvı formda sağlanır. Türkiye'deki topraksız tarım uygulamaları, verimlilik artışı, mevsim dışı ürün yetiştirme ve sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu yöntemler, su ve kaynak kullanımını optimize etmeye ve sera içi koşulları hassas bir şekilde kontrol etmeye yardımcı olabilir, böylece daha verimli bir tarım sağlayabilir. Türkiye, coğrafi konumu ve farklı iklim kuşaklarına sahip olması nedeniyle tarım açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle tarım sektörü ülkenin ekonomisi için hayati bir rol oynamaktadır. Topraksız tarım, verimliliği artırmak ve ürünlerin mevsim dışında yetiştirilmesini sağlamak için önemli bir tarım yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

Ancak, Türkiye'nin sahip olduğu verimli topraklar, ülkenin tarım potansiyelini ve ürün çeşitliliğini artırmak için büyük bir avantaja sahiptir. Bu nedenle, topraksız tarım yöntemlerinin bu verimli topraklar üzerinde yoğunlaşması, bu toprakların verimsizleşmesine ve kaynakların yanlış kullanımına yol açabilir. Bu nedenle, Türkiye'nin tarım stratejilerinde denge sağlamak önemlidir. Verimli toprakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve korunması gerekmektedir. Topraksız tarımın, verimli topraklar üzerinde değil, daha zorlu ve verimsiz arazilerde yoğunlaşması, hem verimliliği artırabilir hem de çevresel etkileri azaltabilir. Ülkenin tarım sektörü, hem geleneksel toprak tabanlı tarım hem de topraksız tarım yöntemlerini kullanarak

çeşitlendirilmelidir. Bu, hem verimliliği artırabilir hem de doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayabilir. Türkiye'nin tarım politikalarının bu dengede oluşturulması, tarım sektörünün hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilirliğini sağlayabilir.

1.3.1 Topraksız tarımda bitki besleme

Topraksız tarım, bitkilerin toprak yerine özel büyüme ortamlarında yetiştirildiği bir tarım yöntemidir. Bitki beslemesi, topraksız tarımda oldukça önemlidir, çünkü bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin doğru miktarlarda ve doğru zamanda sağlanması gerekmektedir (Şekil 1.17). Topraksız tarımda bitki beslemesi hakkında temel bilgiler:

1. Besin Maddeleri: Bitkilerin büyümesi için temel besin maddeleri üç ana grupta toplanır: azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K), bunlar makro besin maddeleri olarak adlandırılır. Ayrıca, bitkiler için mikro besin maddeleri olarak bilinen diğer besin maddeleri de önemlidir. Bunlar arasında demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), bor (B) ve molibden (Mo) bulunur.

2. Besin Çözeltisi: Topraksız tarımda bitkilerin kökleri, besin maddelerinin sıvı formda olduğu bir besin çözeltisi içinde büyür. Bu çözelti, bitkilere gerekli olan tüm besin maddelerini içerir. Bu besin çözeltisi, bitkilerin ihtiyaçlarına göre özel olarak hazırlanır ve düzenli olarak köklere uygulanır.

3. PH Dengeleme: Besin çözeltisinin pH seviyesi, bitkilerin besin maddelerini en iyi şekilde alabilmeleri için önemlidir. Her bitkinin belirli bir pH aralığına ihtiyacı vardır, bu nedenle pH seviyesi düzenli olarak kontrol edilir ve gerektiğinde ayarlanır.

4. İzleme ve Ayarlama: Bitki sağlığı ve büyümesini izlemek için su ve besin çözeltisi sık sık test edilir. Bitkilerin ihtiyaçlarına göre besin maddeleri düzenli olarak ayarlanır. Aşırı veya eksik besin maddeleri bitki stresine neden olabilir.

5. Sulama: Sulama, hem su hem de besin çözeltisinin bitkilere ulaştırılmasını sağlar. Sulama, bitkilerin susuzluktan kaynaklanan stresten kaçınmasına ve besin maddelerini daha iyi almasına yardımcı olur.

6. Gübreleme Sistemleri: Topraksız tarım sistemlerinde otomatik gübreleme sistemleri sıklıkla kullanılır. Bu sistemler, besin çözeltisini belirli bir program dahilinde bitkilere sağlar. Bu, bitki beslemesinin sürekli olarak izlenmesini ve ayarlanmasını kolaylaştırır.



Şekil 1.16 Hidroponik sistemin şematik gösterimi

Topraksız tarım, bitkilerin ihtiyaçlarını hassas bir şekilde karşılamak için teknoloji ve otomasyona dayalı sistemler kullanır. Bu, bitkilerin daha sağlıklı büyümesini ve daha verimli ürünler elde edilmesini sağlar. Bu yöntem, aynı zamanda su ve kaynak kullanımını da daha verimli hale getirerek sürdürülebilir bir tarım modeli sunar.

1.3.2 Topraksız tarımın çevreye verdiği zararın giderilmesi

Topraksız tarım, geleneksel tarım yöntemlerine göre çevre dostu bir seçenek olabilir, ancak yine de bazı çevresel etkilere yol açabilir. Bu etkileri azaltmak ve gidermek için çeşitli yöntemler ve stratejiler kullanılabilir:

1. Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları: Topraksız tarımın sürdürülebilirliğini artırmak için, organik gübrelerin kullanımı ve kimyasal pestisitlerin azaltılması gibi sürdürülebilir tarım uygulamaları benimsenebilir. Bu, topraksız tarımın çevresel etkilerini azaltabilir.

2. Su ve Enerji Tasarrufu: Topraksız tarım sistemlerinde su ve enerji verimliliği sağlamak için tasarruflu sulama yöntemleri ve enerji verimli aydınlatma sistemleri gibi teknolojiler kullanılabilir.

3. Geridönüşüm ve Atık Yönetimi: Atıkların doğru bir şekilde yönetilmesi, çevresel etkileri azaltabilir. Bitki atıkları geri dönüştürülebilir veya biyoyakıt üretimi için kullanılabilir.

4. Hava Kalitesi İyileştirme: Serada hava kalitesini iyileştirmek için karbon filtreler, hava temizleme sistemleri ve karbondioksit yönetimi gibi teknolojiler kullanılabilir.

5. Verimlilik ve Kaynak Kullanımı: Bitkilerin büyümesini optimize etmek için sürekli izleme ve kontrol sistemleri kullanarak kaynak kullanımını optimize edebilirsiniz. Bu, su ve besin maddelerinin israfını önleyebilir.

6. Biyolojik Zararlı Kontrolü: Kimyasal pestisitler yerine biyolojik mücadele yöntemleri kullanarak zararlı böceklerin kontrol edilmesi, çevresel etkileri azaltabilir.

7. Eğitim ve Farkındalık: Çiftçilere ve sera işletmecilerine, çevre dostu uygulamaların önemi ve nasıl uygulanacağı konusunda eğitim vermek, çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlar.

Topraksız tarımın çevreye verdiği olumsuz etkilerin giderilmesi, sürdürülebilir bir tarım uygulaması haline getirilmesi için teknoloji, bilinçlendirme ve doğru uygulamaların bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu, hem tarımın verimliliğini artırabilir hem de doğal kaynakların korunmasına katkı sağlayabilir.

1.4 Hidroponik Sistemler

Hidroponik, bitkilerin geleneksel toprak kullanmadan büyütüldüğü bir tarım yöntemidir. Bu yöntemde bitkiler, besin maddeleri içeren bir su çözeltisi veya inert büyüme ortamında yetiştirilirler. Toprak yerine, bitkilerin kökleri için gerekli olan mineraller, besin maddeleri ve su doğrudan köklere yönlendirilir. Bu, bitkilerin hızlı büyümesini, daha iyi verim alınmasını ve bazı durumlarda toprakla ilişkili hastalıkların ve zararlıların kontrolünü sağlar.

Bitkilerin toprak yerine alternatif büyüme ortamlarında yetiştirildiği bir tarım yöntemidir. Bu sistemler, bitkilere gerekli besin maddelerini sıvı formda veya diğer büyüme ortamlarında sağlar. Hidroponik sistemler, temelde iki ana grupta incelenir: sıvı (agregat olmayan) sistemler ve agregat (substrat) sistemler. Ayrıca, açık sistemler ve kapalı sistemler olarak da sınıflandırılabilirler.

1. Sıvı (Agregat Olmayan) Sistemler (Su Kültürü): Bu sistemde bitkilerin kökleri, su içinde serbestçe asılı veya suyun içinde yüzen bir platform üzerine yerleştirilir. Bitkilere gerekli besin maddeleri, suyun içindeki özel bir besin çözeltisi aracılığıyla sağlanır. Bu sistemde, bitkilerin kökleri suya doğrudan maruz kalır ve besin maddelerini alır. Örnekler arasında nft (Nutrient Film Technique) ve su kültürü sistemi bulunur.

2. Agregat Sistemler (Substrat Kùltürü): Bu sistemde bitkilerin kökleri, topraksız bir büyüme ortamı içinde bulunur. Bu büyüme ortamı, kum, perlit, turba, vermikülit, hindistan cevizi lifi, kaya yünü veya genişletirilmiş kil agregası gibi malzemelerden oluşur. Bitkiler, bu büyüme ortamının içine yerleştirilir ve besin maddeleri sıvı veya gaz halinde bu ortam üzerinden köklere ulaştırılır. Bu sistemde bitkiler hem destek alır hem de besinlerini alır. Örnekler arasında kumlu kùltür ve kaya yünü kùltürü bulunur.

3. Açık Sistemler: Açık sistemlerde, kullanılan besin çözeltisi bitkiye bir kez uygulanır ve fazlası drenaj veya atık olarak boşaltılır. Bu sistemlerde besin çözeltisi sürekli olarak yenilenmez.

4. Kapalı Sistemler: Kapalı sistemlerde ise kullanılan besin çözeltisinin fazlası toplanarak yeniden kullanılır. Bu, su ve besin kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar ve atık azaltır.

Hidroponik sistemler, su ve besin maddelerini hassas bir şekilde kontrol etme ve bitki büyüme koşullarını optimize etme avantajı sunar. Bu nedenle, bu yöntemler mevsim dışı ürün yetiştirme, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve kısıtlı toprak alanlarında tarım yapma ihtiyacını karşılamak için giderek daha popüler hale gelmektedir.

1.4.1 Hidroponik sistemin avantajları

1. Daha hızlı büyüme: Bitkilerin kökleri, ihtiyaçları olan besin maddelerine daha kolay erişebilir, bu nedenle büyüme hızlanır.

2. Daha iyi verim: Kontrollü bir ortamda büyüyen bitkiler, daha fazla ürün verme potansiyeline sahip olabilir.

3. Toprakla ilişkili sorunların azalması: Hidroponik sistemlerde toprak kullanılmadığı için, toprakla ilişkili hastalıkların ve zararlıların riski azalır.

4. Su tasarrufu: Hidroponik sistemlerde su, döngüsel olarak kullanılabilir ve daha az su tüketimi gerektirebilir.

5. İklim kontrolü: Hidroponik tesislerde ısı, nem ve ışık gibi büyüme koşulları daha iyi kontrol edilebilir.

6. Besin Kontrolü: Hidroponik sistemlerde bitkilere verilen besin maddeleri doğrudan kontrol edilebilir. Bu, bitkilerin ihtiyaçlarına özel bir besin çözeltisi oluşturmayı mümkün kılar.

7. Yıl Boyu Yetiştirme İmkânı: Hidroponik sistemler iç mekanlarda veya sera koşullarında kurulabildiği için mevsim şartlarına bağlı kalmadan yıl boyu bitki yetiştirmek mümkündür.

8. Alan Verimliliği: Hidroponik tarım, geleneksel tarıma göre daha küçük bir alanda daha fazla bitki yetiştirmeyi mümkün kılar.

9. Meyve ve Sebzelerde Daha İyi Kontrol: Hidroponik tarımda faktör faktörleri (ışık, sıcaklık, nem) daha iyi kontrol edilebilir, bu da meyve ve sebzelerin daha iyi kaliteye sahip olmasını sağlar.

Hidroponik sistemler çeşitli şekillerde tasarlanabilir. Örneğin, su kültüründe bitkiler doğrudan su içinde yetiştirilirken, substrat kültüründe bitkiler köklerini bir substrat malzemesine yerleştirir ve bu substrat malzemesi üzerinde besin solüsyonu dolaştırılır. Hidroponik tarım, modern tarım uygulamalarında giderek daha popüler hale gelmektedir ve özellikle su ve alan kısıtlamaları olan bölgelerde önemli bir tarım yöntemi olarak değerlendirilmektedir.

1.4.2 Hidroponik sistemin dezavantajları

Hidroponik tarımın bir dizi avantajı olduğu gibi, bazı dezavantajları da mevcuttur. İşte hidroponik tarımın dezavantajlarından bazıları:

1. Yüksek Başlangıç Maliyeti: Hidroponik sistemleri kurulum aşamasında yüksek bir başlangıç maliyetine sahiptir. Bu sistemlerin yöntemleri, besin çözeltisi, aydınlatma ve diğer bileşiklerin kombinasyonu olabilir.

2. Teknik Bilgi Gereksinimi: Hidroponik tarımın başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için teknik bilgi ve deneyime ihtiyaç vardır. Su-besin dengesi, pH düzeyi, ışık süresi ve yoğunluğu gibi verilerin teknik verilere uygun olması gerekir.

3. Enerji Tüketimi: Özellikle kapalı sistemlerde (örneğin sera içinde) ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sulama gibi işlemler için enerji tüketimi yüksektir. Bu, yatay olarak sürdürülebilirlik açısından bir dezavantajlardır.

4. Sistem Arızaları: Hidroponik sistemlerde yaşanabilecek arızalar verilerinin ciddi şekilde olabileceğidir. Örneğin, pompa arızaları veya su sunum sistemi sorunlarının susuz kalması veya aşırı su almasına neden olur.

5. Besin Çözeltisi Hazırlama Zorluğu: Doğru besin çözeltisinin hazırlanması ve düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir. Yanlış çözüm, beslenme çözümü, dağılım bozukluğu bozabilir.

6. Yanlışıklıkla oluşabilecek zararlar: Kontrolsüz şekilde (örnek olarak, kapalı sistemlerde) hastalıklı veya zararlı organizmaların çoğalması hidroponik tarımda hızla olumsuz döngüye yol açabilir.

7. Toprakta Doğal Olarak Bulunan Minerallerin Eksikliği: Toprak içerisinde bulunan doğal mineraller, hidroponik potansiyel eksik olabilir. Bu eksik minerallerin sağlıklı işleyişi üzerinde olumsuz etkisi olabilir.

8. Bitkilerin Doğal Bağışıklığı: Hidroponik yetiştirilen kullanım doğal bağışıklığı bazen düşük olabilir, çünkü toprak içinde yetiştirilen bitkiler doğal olarak çeşitli mikroorganizmalarla etkileşimde bulunarak güçlenir.

Bu dezavantajlar, hidroponik tarımın kullanılabilirliğini sınırlamaz, ancak bu yöntem uygulanırken dikkat edilmesi gereken bazı faktörleri vurgular. Uygulama alanına, bütçeye ve teknik etkilere bağlı olarak hidroponik tarım çok çalışır durumda verimli bir seçenek olabilir.

1.4.3 Hidroponik tarımda bitki yetiştirme ortamlarının hazırlanmasında izlenmesi gereken fiziksel özellikler

1. Besin Çözeltisi Kalitesi: Hidroponik tarımın temel ögesi olan besin çözeltisi, bitkilere uygun besin seçeneklerini sağlar. Bu çözümün pH değeri ve EC (elektriksel iletkenlik) gibi özellikleri düzenli olarak izlenmeli ve ayarlanmalıdır. Doğru besin çözeltisi, bitki sağlığı ve büyümesi için kritiktir.

2. Su Kalitesi: Kullanılan suyun temiz, mikroorganizmaların açısından zengin veya tuzlu olmaması önemlidir. Suyun korunması için suyun düzenli olarak test edilmesi önemlidir.

3. Işıklandırma: Hidroponik sistemlerde yeterli miktarda erişimin sağlanması. Kapalı büyüyen bitkiler için yapay aydınlatma yapılabilir. Işık süresi, yoğunluk ve dalga boyu bitki türüne göre ayarlanmalıdır.

4. Hava Hareketi: Bitkilerin oksijen kaynağını sağlamak için suyun hava miktarı önemlidir. Hava parçacıkları veya diğer oksijen sağlama yöntemleri kullanılarak oksijen seviyesi kontrolü yapılabilir.

5. Sıcaklık Kontrolü: Bitki sıcaklıklarının ve su sıcaklıklarının uygun aralıkta olması önemlidir. sıcaklık, bitki metabolizmasını ve besin emilimini etkiler. Isıtma ve soğutma sistemleri ile sıcaklık kontrolü yapılır.

6. Drenaj ve Nem Kontrolü: Hidroponik sistemin drenajı iyi olmalıdır. Fazla suyun boşaltılması ve soğumanın aşırı sulanmadan korunması gerekir. Bitki yetiştirme ortamının nem seviyelerinin de izlenmesi gerekir.

7. Kapalı Ortam Düzenlemesi: Hidroponik sistemlerin kapalı olduğu yerlerde, dağıtım düzeninin düzenlenmesi önemlidir. Bitkilerin verimli olmalarını sağlayacak bir düzenleme yapılmalıdır. Ayrıca gölgeleme ve rüzgar koruması gibi etkenler de düşünülmelidir.

8. Besin Çözeltisi Dolaşımı: Besin çözeltisi, bitki köklerine düzenli olarak dağıtılmalıdır. Bunun için dolaşım pompaları ve borular kullanılır. Sistem düzgün çalışmalı ve tıkanıklıkları önlenmelidir.

9. Bitki Desteği ve Sallanma Kontrolü: Bitkilerin destekleyici olarak desteklenmesi için uygun destek yapıları bulunur. Ayrıca sallanma veya rüzgar nedeniyle zarar görmemesi için uygun önlemler alınır.

10. Sistem Temizliği: Hidroponik sistemler düzenli olarak temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir. Suyun sağlıklı ve temiz olması bitki hastalıklarını önler.

Hidroponik tarım, bitki yetiştirme ortamlarının dikkatli bir şekilde sürdürülmesini gerektirir. Genel özelliklerin doğru bir şekilde düzenlenmesi, sağlıklı ve yüksek verim elde edilmesini sağlar.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Adak ve vd. (2020) yılında yapmış oldukları araştırmada, mikoriza uygulamaları, çeşitli bitki türlerinin topraklı ve topraksız ortamlarda verim ve kalite düzeylerini artırmak için kullanılan yöntemlerdir. Bu araştırma, sınırlı yetiştirme alanlarında yetiştirilen çilek bitkilerinin büyüme ve gelişimi üzerinde mikoriza uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, mikoriza (+) uygulaması bitki yetiştirmenin çeşitli yönlerini etkilemiştir. Bu uygulama, bitkilerin gövde çapını artırarak, yaprak sayısını artırmış ve klorofil indeksini yükseltmiştir. Aynı zamanda, meyve sertliğini artırmış, ancak meyve boyutlarını azaltmıştır.

Akyüz ve vd. (2017), yılında yazmış oldukları çalışmada, seralarda ısıtma sisteminde saatlik iklim değerleriyle hesaplama yapan ISIGER uzman sistem yazılımını kullanmıştır. Çalışma sonucunda ısıtma sisteminde gerekli olan ısı gücünü hesaplamak için bölgede ki en düşük sıcaklık ortalaması ve saatlik değerleri karşılaştırmıştır. Sonuçlara göre her iki yöntem arasında da büyük bir fark yoktur.

Altıkatoğlu ve Işıldak (2016), yılında yaptıkları çalışmada; Bitkilerin istedikleri mineralleri uzun süre boyunca kontrollü bir şekilde sağlayabilme gerekliliği göz önüne alındığında, ekonomik ve basit yeni mikro ve makro ölçekli tarım üretim sistemlerine olan ihtiyaç vurgulanmaktadır. Besin elementlerinin bitki besin solüsyonunda istenen düzeyde tutulabilmesi ve bu sürecin bilgisayar kontrollü potansiyometrik mikro büyüklükte kimyasal sensör sistemleri ile takip edilmesi sağlanmıştır. Bu yöntem sayesinde bitkilerin besin elementlerine olan ihtiyacı merkezi bir şekilde düzenlenebilir hale gelmiştir. Araştırma sonuçları, büyüme sürecinin ilk aşamalarında yeşilbiber bitkisinin patlıcana göre daha az nitrat tükettiğini göstermiştir. Ek olarak, bitkilerin tükettikleri miktarla diğer besin elementlerinin miktarı arasında daha büyük bir fark olduğu belirlenmiştir.

Alpay (2018), yılında yaptığı yüksek lisans tezinde sera özelliklerini dikkate alarak, sera kontrolü için akıllı bir sera sistemi tasarlamıştır. Oluşturduğu kablosuz sensör ağ yapısı ile sera iklim parametrelerini düzenli olarak izlemiştir. Serayı izleyip yönetebilmek için de Android tabanlı bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamada kullandığı kablosuz sensör ağ yapısı üzerinde bulunan 18 düğüm paketi

koordinatör düğüm ile haberleşmesinde Zigbee haberleşme protokolünü kullanarak aldığı verileri bulanık mantık kontrol sistemine giriş olarak sunup seranın ısıtma, soğutma, ışıklandırma, gölgeleme ve sulama çıkış çevre birimlerinin değerlerini hesaplayarak çiftçiye/kullanıcıya uzaktan erişim imkânı sağlamıştır.

Ayaslıgil ve Çelik (2022) yılında yapmış oldukları çalışmada, Almeria'da ki tarım uygulamalarının çeşitli özelliklerini ve avantajlarını araştırmıştır. Bu araştırmanın vurguladığı noktalar; Dağlara yakın olmanın sağladığı korunaklı ortam, bölgede bir mikro klima alanı oluşturur. Bu, bitki yetiştirme koşullarını optimize etmede avantaj sağlayabilir. Dağların koruması, rüzgârın etkilerini azaltabilir ve bitkilerin daha dengeli bir iklimde yetiştirilmesini mümkün kılar. Deniz kenarında olma, yazın serin deniz rüzgarlarına maruz kalma avantajını sunar. Bu, sıcak hava koşullarında bitkilerin aşırı ısınmasını engelleyebilir ve ürün kalitesini artırabilir. Bölgenin güneye bakışı, yıl boyunca yeterli güneş ışığı almasını sağlar, bu da bitkilerin büyümesi için önemlidir. Yer altı suyunun pompalanması, sulama için önemlidir ve bu, bitkilerin su ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olur. Deniz suyunun tuzdan arındırılması, tuzluluğun yüksek olduğu alanlarda tarım yapmayı mümkün kılar. Tarım işletmelerinde enerji yoğun ekipmanlar ve bilgisayar kontrollü gübre sistemleri gibi yüksek teknoloji kullanılmaktadır. Hidroponik uygulamalar ve veri izleme sistemleri gibi teknolojik gelişmeler, verimliliği artırabilir ve bitki ihtiyaçlarını daha iyi karşılayabilir. Ürün çeşitlerinin ve niteliklerinin standartlaştırılması, pazarlama ve ticaret açısından önemlidir. Bu, müşterilere kaliteli ve tutarlı ürünler sunmaya yardımcı olabilir. Almeria'daki bu tarım uygulamaları, teknoloji ve iklim avantajları sayesinde verimli ve sürdürülebilir bir tarım modeli sunmaktadır. Aynı zamanda, bu tür tarım uygulamaları, su ve enerji tüketimi gibi kaynakları etkili bir şekilde kullanmayı gerektirir ve bu nedenle sürdürülebilirlik açısından dikkatle yönetilmelidir sonuçlarını bildirmişlerdir.

Baysal ve vd. (2018), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nin Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu uygulama seralarında yapmış oldukları çalışmada kablusuz algılayıcı ağları ve gömülü sistemler kullanarak nesnelerin interneti tabanlı bir sera otomasyonu tasarlayarak, seradaki bütün verilere uzaktan erişim sağlayıp kaydının tutulmasını sağlamıştır. Raspberry Pi 3 Tek Kart Bilgisayar, Raspberry Pi Kamera V2,

ESP8266 Mikrokontrolcü, Sıcaklık, Nem, Toprak Nemi, Işık ve CO Algılayıcıları kullanılmıştır.

Baytorun ve Gügercin (2015), Antalya İlindeki plastik örtülü seralardaki ısı koruma önlemlerine bağlı olarak gerekli ısı değerlerinin belirlenmesi ve tasarrufu için gereken oranlar üzerine çalışmışlardır. Seralarda ısı kaybın önleyecek malzeme ve yöntemlerin kullanılması üzerine ciddi şekilde enerji tasarrufu yapılacağı tespit edilmiştir.

Baytorun ve vd. (2013), yaptıkları çalışmalarda iklim değerlerinin saatlik verilere göre kullanılması sonucu daha gerçekçi sonuçlar belirtilmiştir. Seralarda iç ve dış sıcaklık değerlerinin dengesinin ayarlanabilmesi için saatlik iklim değerlerinden gidilerek hesaplanmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceği belirtilmiştir.

Baytürk ve vd. (2013), yapmış oldukları bir çalışmada gömülü sistemle tasarlanmış, internet tabanlı ve düşük maliyetli sera otomasyon sistemi kurmuşlardır. Sistemde sıcaklık ve toprak nemi ölçülmekte ve bu değerler kontrol edilerek toplanan veriler gömülü bir web ara yüzüne aktararak kullanıcı tarafından kontrolü sağlanabilmektedir.

Bilici (2013), Trabzon ilinde yaptığı lisans bitirme tezi çalışmasında modern bir seranın kontrolünün mikroişlemci ve bilgisayarlı kontrol sistemi kullanarak bir proje hazırlamıştır. Hazırladığı projede ısıtma sulama havalandırma sistemlerinin kontrolü ve erişimi mümkün kılınmıştır.

Bingöl (2015), yılında yapmış olduğu bir çalışmada, tarımın tanıtımını, başlangıçlarını, avantajlarını ve dikey tarım sistemlerini yaygınlaştırmayı ve bu yaklaşımın sürdürülebilir tarımda tanıtım rolünü üstlenmeyi amaçlamaktadır.

Bingöl (2019) yılında yapmış olduğu çalışmada, tarımı daha ileri seviyelere taşımayı amaçlayan alternatif tarım yöntemlerini inceliyor. Bu alternatif yöntemler arasında "Aeroponik", "Akuaponik" ve "Hidroponik" tarım yöntemleri öne çıkıyor. Bu alternatif tarım yöntemlerinin tanımı, çeşitleri, avantajları ve dezavantajları, yetiştirilebilecek ürünler ve bu sistemlerde dikkate alınması gereken hususlar ayrıntılı

bir şekilde ele alınmıştır. Bu araştırma, tarım alanında faaliyet gösteren üreticilere ve yatırımcılara yönelik olarak bilgilendirici bir kaynak olarak tasarlanmıştır, böylece bu yenilikçi yöntemleri daha iyi anlayabilirler.

Bulut (2023), yapmış olduğu yüksek lisans araştırma tezinde; Bu tez çalışması, derin öğrenme ve makine öğrenme yöntemlerinin hidroponik tarım alanında bitki ihtiyaç değerlerinin tahmininde kullanılabilirliğini araştırmaktadır. Hidroponik tarım, bitkilerin toprak yerine sıvı besin çözeltisi içinde yetiştirildiği bir tarım yöntemidir ve bitkilerin besin ihtiyaçlarının doğru bir şekilde belirlenmesi bu yöntemin etkinliği için kritik bir öneme sahiptir. Derin öğrenme ve makine öğrenme yöntemleri, büyük veri setleri üzerinde karmaşık ilişkileri tanımlayabilme yetenekleri ile bilinirler. Bu nedenle, bu yöntemlerin hidroponik tarımın bitki ihtiyaçlarını tahmin etmek için kullanılabilirliği oldukça ilgi çekicidir. Bu tez çalışması, hidroponik tarım alanında veri odaklı bir yaklaşımı değerlendirmektedir ve bitki ihtiyaçlarının hassas tahminini iyileştirmek için derin öğrenme ve makine öğrenme yöntemlerinin kullanılabilirliğini incelemektedir. Bu tür bir araştırma, modern tarım uygulamalarını geliştirmek ve bitki yetiştiricilerine daha verimli ve sürdürülebilir bir tarım yöntemi sunmak için önemli bir adım olabilir.

Ciğer (2010), yılında hazırladığı yüksek lisans tezinde seranın iklim değerlerini otomasyon sisteminde oluşabilecek eksiklikleri gidererek kontrol edebilen, otomatik, uzaktan yazılım ve bilgisayar aracılığıyla kontrolünü sağlayabildiği bir donanım tasarlamıştır.

Çang ve vd. (2015) yılında yaptıkları araştırmayla, geliştirdikleri sera izleme sisteminde android akıllı telefon kullanmışlardır. Uygulamada ulaştıkları sonuçların gerçek zamanlı olduğu, verilerin güvenilir olduğu, sera çevre değerlerinin kontrol edilebilir olup ayarlanabildiğini ve internet kullanımının da uzaktan izleme sistemi için gerekli olduğunu ortaya koymuşlardır. Pratik sonuçları neticesinde de Android uygulamanın yaygınlaştırılmasını uygun bulmuşlardır.

Dayıoğlu ve vd. (2016), yaptıkları bir çalışmada, prototip bir sistem geliştirerek sıcaklık değişim değerlerini ölçüp kablosuz olarak web ortamına aktarip izlenmesini sağlamıştır.

Emekli ve vd. (2007), Antalya ili Kumluca ilçesinde sera işletmelerinin durumunu ve sorunlarını anket yoluyla belirlemiş. Sebze üretim seralarının iklim özelliklerine göre yapılmadığı belirlenmiştir. Ayrıca otomasyon sistemlerinin de yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Kumluca ilçesinde modern bir seracılığın olmadığı ve önerilen iki sera projesiyle seracılığın gelişmesine katkı sağlanacağı umulmuştur.

Emekli (2017), yaptığı tez çalışmasında Antalya ilindeki seraları yapısal ve teknik özellikler yönünden inceleyerek sorunların belirlenmesi ve çözümlenmesi için araştırmalar yapmıştır. Araştırma sonucunda standartlara uygun planlama kriterlerinin yapılması kullanılan yapı malzemesinin çevre koşullarına yönelik havalandırma, ısıtma, soğutma dengesi göz önünde bulundurularak seçilmesi önemi vurgulanmıştır. Gügercin ve Baytorun (2018), yapmış oldukları çalışmada farklı dış sıcaklık ve iç sıcaklık değerlerine göre otomasyon sistemleri sayesinde ısı gücünün belirlenmesi ve ısıtma kazanlarının boyutlanması konusunda kriterler vermişlerdir. Bu çalışmada gerekli ısı gücü hesaplanmış ve kurulacak ısıtma sistemlerinde ısı gücünün büyüklüğünün nasıl olması gerektiği belirlenmiştir.

Kadalı (2016), Lisans bitirme çalışmasında kontrol sistemlerindeki eksikliklerin giderilmesi ve daha kullanışlı otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Kontrol kartı kullanılarak bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistem verileri değerlendirilip, otomatik açma kapama vanaları ile belirli komutların getirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada 3 (Üç) Boyutlu modeller, Elektronik Devre Tasarımları kullanılarak örnek bir sera modeli oluşturmuştur. Bütün koşullar sağlanarak verimli ürün elde edilebileceği görülmüştür.

Kürklü ve Çağlayan (2005), Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları bölümünde yaptıkları bir çalışmada seralarda otomasyon sistemlerini araştırmış; iklim, sulama ve gübreleme sistemlerini genel olarak incelemiştir. Laboratuvar ortamında kurdukları bir sera maketi üzerinde sıcaklık, nem, yağmur gibi bitkinin ihtiyaç

duyduğu parametreleri kontrol ederek geri beslemeli bir otomasyon sistemi kullanmışlar. Sera maketi üzerindeki algılayıcılar aldıkları analog sinyalleri bir ADC katı kullanarak sayısal sinyallere dönüştürmüştür. Bir gösterge kullanılarak sayısal sinyaller görüntülenebilmiştir. Seranın kontrolü sisteme yüklenen ayar değerlerine bağılı olarak otomatik sağlanabildiğı gibi bilgisayarla da izlenebilmiştir. Araştırma sonucunda laboratuvar şartlarında kurulan sera maketi üzerinde iç ortam iklim şartlarının uygun düzeyde kalmasını sağlamak için basit, ucuz, kullanımı kolay kontrol yöntemleri ve düzenekleri incelenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan bilgisayar kontrollü yöntem hem sera içi işlemlerin izlenebilmesini hem de alınan verilerin görüntülenerek gelecekte de kullanılmasını sağlamıştır.

Levent ve Aytekin (2016), Afyon ilinde yapmış oldukları bir çalışmada bitki verimi arttırmak, sera ekonomisini sağlayabilmek, çevre tarımına ve çiftçiye katkı sağlamak için sera otomasyonu tasarlamışlardır. Çalışmalarında PSoC mikrodenetleyicisi ile sera otomasyonu gerçekleştirilmiştir.

Öz ve vd. (2008), Lefke Avrupa Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde yapılan seracılığı incelemişlerdir. Bu çalışmada seradaki iç ortam havasının kontrol edilememesinin olumsuz sonuçlara neden olduğunu bulmuşlardır. Model bir serada laboratuvar ortamında dış ortam etkisine karşın iç ortam iklim özelliklerinin uygun seviyede kalmasını sağlayacak kontrol mekanizmaları incelenmiştir.

Özdemir ve vd. (2022) yılında yaptıkları çalışmanın amacı Antakya (Hatay) ilinde topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış sezonu boyunca meyve kalitesindeki değişimleri belirlemektir. Bu tür bir çalışma, belirli bir çilek çeşidinin topraksız bir ortamda yetiştirilmesiyle ilgili olarak meyve kalitesinin nasıl etkilendiğini anlamak için yapılabilir. Çalışma sonuçları, çiftçilere ve araştırmacılara, belirli bir çilek çeşidinin kış aylarında en iyi kaliteyi elde etmek için nasıl yönetilebileceğı konusunda bilgi sağlayabilir. Aynı zamanda, topraksız tarım yöntemlerinin çilek yetiştiriciliğı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için de önemli veriler sunabilir.

Özkan (2014), yılında yaptığı yüksek lisans tezi çalışmasında, topraksız tarımın Türkiye ve Akdeniz Bölgesi'nde çiftçiler arasındaki yaygınlığı ve ekonomik etkileri açısından bir inceleme sunmaktadır. Üreticilerin bu tarım şekline ilişkin görüşleri toplanmış ve aynı zamanda topraksız tarımın maliyet ve fayda analizi yapılmıştır. Bu çalışma, topraksız tarımın bölge tarımına getirdiği önemi detaylı bir şekilde ele almaktadır. Türkiye, coğrafi konumu ve farklı iklim kuşaklarına sahip olması nedeniyle tarım açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle tarım sektörü ülkenin ekonomisi için hayati bir rol oynamaktadır. Topraksız tarım, verimliliği artırmak ve ürünlerin mevsim dışında yetiştirilmesini sağlamak için önemli bir tarım yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Ancak, Türkiye'nin sahip olduğu verimli topraklar, ülkenin tarım potansiyelini ve ürün çeşitliliğini artırmak için büyük bir avantaja sahiptir. Bu nedenle, topraksız tarım yöntemlerinin bu verimli topraklar üzerinde yoğunlaşması, bu toprakların verimsizleşmesine ve kaynakların yanlış kullanımına yol açabilir. Bu nedenle, Türkiye'nin tarım stratejilerinde denge sağlamak önemlidir. Verimli toprakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve korunması gerekmektedir. Topraksız tarımın, verimli topraklar üzerinde değil, daha zorlu ve verimsiz arazilerde yoğunlaşması, hem verimliliği artırabilir hem de çevresel etkileri azaltabilir. Ülkenin tarım sektörü, hem geleneksel toprak tabanlı tarım hem de topraksız tarım yöntemlerini kullanarak çeşitlendirilmelidir. Bu, hem verimliliği artırabilir hem de doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayabilir. Türkiye'nin tarım politikalarının bu dengede oluşturulması, tarım sektörünün hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilirliğini öngörmüşlerdir.

Özkaya ve Çetinkaya (2018), yapmış oldukları araştırmada; Açık ve kapalı hidroponik sistemler arasındaki tercih, bir dizi faktöre bağlı olarak değişebilir ve çeşitli avantajları ve dezavantajları içerir. Kapalı sistemlerin tercih edilme nedenlerinden biri, hastalık kontrolü ve bitki sağlığını koruma ile ilgilidir. Kapalı hidroponik sistemlerin tercih edilme nedenleri ve bazı önemli avantajlarının, Kapalı sistemlerde, bitkilerin kökleri ve besin çözeltisi kontrollü bir ortamda bulunduğundan dolayı hastalık yapıcı mikroorganizmaların dış etmenlerle temasını azaltır ve hastalıkların yayılmasını önleyeceğini, Agregat sistemlerde, birden fazla bitkinin aynı büyüme ortamını paylaşması nedeniyle hastalık bir bitkiden diğerine kolayca yayılabildiğini, Kapalı sistemlerde ise bitkiler izole edildiğinden, hastalık bulaşma riskini azalttığını

bildirmişlerdir. Kapalı sistemlerde besin çözeltisi, bitki köklerinin bulunduğu tankta dolaşır ve bu, hava yoluyla bulaşma riskini azalacaktır, Açık sistemlerde ise, besin çözeltisi açıkta dolaştığı için hava yoluyla hastalık bulaşma riski daha yüksektir. Kapalı sistemlerde kullanılan besin çözeltisinin geri dönüşümü ve tekrar kullanımı daha kolaydır, bu da su ve besin kaynaklarını daha verimli kullanmayı sağlar ve atık miktarını azaltacaktır. Kapalı sistemler, bitki yetiştirme ortamını daha fazla kontrol etme olanağı sağlayacağından, bitki büyümesini optimize etmek ve mevsim dışı ürün yetiştirme olanağı sunacaktır. Öte yandan, substrat kültürü (agregat sistemler), sera ortamına uygunluğu ve bazı bitkilerin daha iyi büyümesine olanak tanınması nedeniyle tercih edilen bir hidroponik yöntem olabileceği, her iki sistem arasındaki tercih nedenleri, bitki türleri, iklim koşulları, kaynaklar ve çiftçinin hedeflerine göre değişebilir. Hem açık hem de kapalı hidroponik sistemler, sürdürülebilir tarım uygulamaları için önemli potansiyele sahiptir, ancak hangi sistem tercih edilirse edilsin, etkili yönetim önemlidir.

Sayılı ve Akman (2016) yaptıkları çalışmada, Tarım sektöründe faaliyet gösteren çiftçilerin, bazen bilinçsizce veya yanlış bilgilendirilmiş bir şekilde gerçekleştirdikleri hatalı tarımsal uygulamalar, çeşitli çevresel sorunlara neden olabilir. Bu uygulamalar arasında zirai ilaç ve kimyasal gübre kullanımında yapılan yanlışlar, sulama yöntemlerinin hatalı kullanımı, toprak işleme tekniklerindeki hatalar ve bitkisel hormonların yanlış uygulanması öne çıkar. Ayrıca, ürün artıklarının kontrolsüz bir şekilde yakılması ve hayvansal atıkların etkili bir şekilde yönetilmemesi de bu olumsuz uygulamaların içinde yer alır. Bu yanlışlıklar, hem toprak kalitesini hem de su kaynaklarını olumsuz etkileyebilir ve çevresel sorunlara yol açabilir.

Söyler ve vd. (2018), İskenderun'da yaptıkları bir çalışmada serada ısınarak yükselen hava toprak altındaki borulara emilerek alttan kök ısıtmalı bir sera otomasyon sistemi kurulmuştur. Uygulamamızda kontrol mekanizması olarak Arduino Nano kartı ısı, nem, hava gibi verileri belirli oranlarda tutmaktadır. Sera içindeki ısı dağılımı homojenize edilmekte, toprak altındaki bitki kökleri ısıtılmakla, bitkinin ihtiyacı olan su da damlama tekniği ile otomatik olarak bitkiye verilmektedir.

Şenol ve Ayan (2016), Düzce İlinde yapmış oldukları çalışmada programlanabilir Mantık Denetleyicisi (PLC) ile sera kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde insan gücü kullanmadan uzaktan kontrol ile iklimlendirme gereksinimleri yapılmıştır. Kontrol edilen sistemde havalandırma, ısıtma, nem ölçümü, sulama, sıcaklık gibi veri parametreler bir veri tabanı olarak işletilmiştir. PLC ile kendi kendini kontrol edebilen sera içi gerekli tüm koşulların sağlanabildiği, bulanık mantık kurallarının kullanıldığı, 3G ile uzaktan kontrolün sağlandığı bir sera sistemi tasarlanmıştır.

Toksöz (2019), Denizli İlinde domates seracılığında ürün kapasitesini arttıracak sistemler üzerinde bir çalışma yapmıştır. Gömülü bir sistem oluşturmuş ve bu sisteme (Nem, Toprak, Sıcaklık, Isı, Işık) gibi verilerin anlık gönderilmesini sağlamıştır. Anlık gönderilen veriler kayıt altına alınmış grafiksel olarak ürünlerdeki üretim sürecinde kar-zarar analizi yapılmıştır. Böylelikle gelir-gider dengesi net olarak belirlenip plan oluşturabilecektir. Seralarda yapılan yatırımların da kayıt altına alınması kurumsal bir hafızanın oluşmasını sağlayacak ve geliştirilmesinin sağlanmasına olanak tanıyacaktır. Tosun ve ark. (2019), Isparta ilinde yaptıkları çalışmada oda sıcaklığını sabit tutmak için Waijung blok setleri ve STM32F4 mikrodenetleyici kartına yazılan değerlere göre sistemde kullanılacak enerji miktarını azaltmayı hedefleyen bulanık mantık sistemi tasarlamıştır. Sıcaklığı ayarlarken en az enerji kullanımı sağlamada PWM ile fan kontrolü ve LM35 sıcaklık sensörü kullanılarak, çıkarım tekniği olarak “Mamdani” yöntemi kullanılmıştır.

Tüzel ve vd. (2020), Türkiye'deki örtüaltı tarımının tarihsel gelişimini ve güncel durumunu ayrıntılı bir şekilde ele almaktadır. Ayrıca, bu tarım yöntemiyle yetiştirilen bitki türleri, kullanılan sera teknolojileri ve üretim metotları ile pazarlama olanakları hakkında kapsamlı bilgi sunmaktadır. Sektördeki değişimler ve geleceğe yönelik arayışlar, tarım sektörünün genel bir değerlendirmesini içermektedir.

Üstün ve Baytorun (2013) yaptığı çalışmada seralarda kullanılacak bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Bu program seralarda kullanılan yapı malzemelerinin metraj ve keşif özetinin birim fiyatına göre yapacak ve farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerdeki seralarda kullanılacak sistemin statik çözümü ve malzeme kayıplarının ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır.

Üye ve Durmuşoğlu (2016) Karabük'te yapmış oldukları tez çalışmasında seracılıkta otomasyon sistemi üzerine çalışarak kurdukları sistemde hem bilgisayarla kontrol edilebilen hem de uzaktan kumanda edilebilen otomatik ve manuel olarak kullanılabilen bir otomasyon sistemi kurmuşlardır.

Yılmaz (2006), Ankara ilinde seralarda kullanılan sulama, gübreleme ve iklimlendirme sistemlerini yaptığı bir çalışmada incelemiştir. Bu araştırma neticesinde 3 yıllık bir çalışma sonucunda topraksız tarım tekniği kullanarak sera ortamı elde etmiştir. Sera otomasyonunda kullanılacak iklim kontrol cihazı yağmur- rüzgâr, sıcaklık ve nem sensörü ile CO₂, ph ve EC çevirici ve okuyucuları ile cihazlarını ve sulama gübreleme cihazlarının üretimini gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucunda elektrik ve yakıt tüketiminin, su kullanımının, gübre ve ilaç kullanımının azaltılabileceği bu sayede üretimde kullanılan iş gücü masrafları ve genel masraflardan düşürülebileceği sonucuna varılmıştır.

Yılmaz ve Doğan (2016), Hakkari ilinde yaptıkları bir çalışmada bağıl nem değerlerini; %30–90 aralıkların da ve sıcaklık değerlerini de 20-25 °C arasında tutabilen ve alınan verileri kaydedip, izleme yapabilen, kontrol ve kaydını yapan, analiz yapabilen, değerleri uygun aralıklarda tutabilmek için havalandırma yapabilen, güneş enerjisinden yararlanılan özel bir sera sistemi kullanmışlardır. Otomasyonsuz sera ile karşılaştırıldığında otomasyonlu seralarda sıcaklık ve bağıl nemin kontrol altında tutulduğu ürün olgunlaşma süresinin 10-15 gün erkene alındığı ve daha yüksek kalitede ürün alındığı tespit edilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada, Üniversitemiz Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve teknolojileri Mühendisliğine ait Laboratuvarında marul yetiştiriciliği yapmak amacıyla prototip borulu bir hidroponik sistemin kurulmasıyla başlanmıştır. Bu amaçla $\phi 75$ mm çaplı 1 metrelik 6 adet PVC boru üzerine şaşırtmalı olarak, yine çapları $\phi 50$ mm olarak şekilde 26 adet delik açılmış ve kullanılan bitki yetiştirme sepetlerine marul fideleri pomza taşı yardımıyla dikilmiştir. Bu sisteme ilave olarak belirlenen kontrol sistemleri, açık kaynaklı kodlarla geliştirilen bir yazılım yardımıyla sistemin çalışması sağlanmıştır. Bu amaçla Antalya Bölgesi'nden temin edilecek Caipira (Yeşil Kıvrıkcık Marul) marul çeşiti çalışmada materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma materyalleri

3.1.1 Araştırmada kullanılacak ölçü aletleri

3.1.1.1 pH ölçer

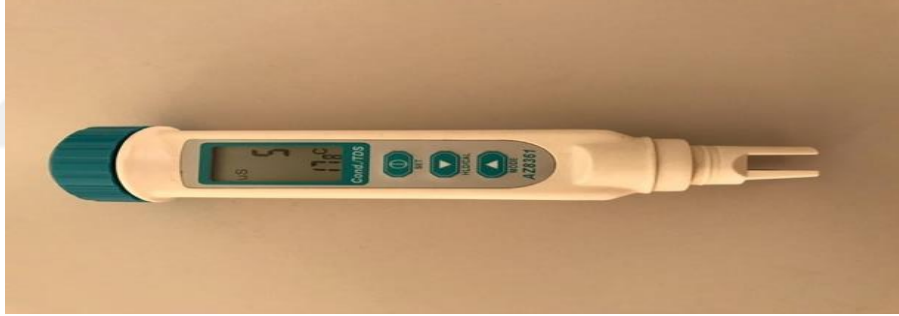
Araştırmada kurulan sistemde kullanılan sensörlerin kalibresinde kullanılmıştır. Sistemde kullanılacak suyun gerek gübre verilmeden evvel gerekse gübre verildikten sonra pH ölçümlerinin, sistemde kullanılan yazılım destekli sensörlerle karşılaştırılmasında kullanılmıştır (Şekil 3.1). pH ölçer 1-14 arasında ölçüm yapabilmekte ve 0.01 hassasiyete sahip HANNA markadır.



Şekil 3.2 pH ölçer

3.1.1.2 Elektrik iletkenliği ölçüm cihazı (EC Tester)

Araştırmada kurulan sistemde kullanılan suyun gerek gübre verilmeden evvel gerekse gübre verildikten sonra EC ölçümlerinde kullanılmıştır (Şekil 3.2). Sistemde kullanılacak mevcut EC sensörünün kalibrasyonunda kullanılmıştır. EC miktarındaki azalışlara göre bitkilerin kullandıkları gübre miktarları belirlenerek ve mini pompalar tarafında dengelenmiştir. Sistemde kullanılacak portatif elektrik iletkenliği ölçüm cihazı sıcaklıkla ve suda çözünebilen toplam katı miktarını da ölçmektedir.



Şekil 3.3 Elektrik iletkenliği ölçüm cihazı

3.1.2 Tasarlanan sistemde kullanılan parçalar

3.1.2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi, “tek kartlı” bir bilgisayardır. CPU (Central Prosesses Unit) kartın üzerinde bulunmaktadır (Şekil 3.3). Açıkta bulunan bağlantı noktaları ve takılı bilgisayar yongaları içeren geleneksel bir anakarta olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte eklenmek istenen cihazların giriş ve çıkışlarını bağlamak için gereken tüm bileşenlere ait girişler bulunmaktadır. Ana kartın işletim sistemi veya belirli bir programı bulunmamaktadır. Raspberry Pi üzerinde, Arm CPU / GPU, GPIO, RCA, Ses Çıkışı, LED’ler, USB, HDMI, Güç ve bir SD kart yuvası bulunmaktadır.



Şekil 3.4 Raspberry Pi ana kart

3.1.2.2 pH sensörü

pH metre iki temel parçadan meydana gelmektedir. Ölçüm cihazının hem pH- algılama ucunda (elektrod) hem de referans elektrodunda bir voltmetre bulunmaktadır. pH- algılama elektrodu sert plastik malzemeden üretilmiştir. Bu elektrod sulu çözeltideki hidrojen iyonu aktivitesini algılayarak sulu çözeltinin pH değerini belirlemektedir. Elektrodun kendi kalibre sıvıları mevcuttur. Ayrıca el pH metresi ile ölçüler kontrol edilmiştir (3.4).



Şekil 3.5 pH sensörü

3.1.2.3 EC (Elektriksel İletkenlik) sensörü

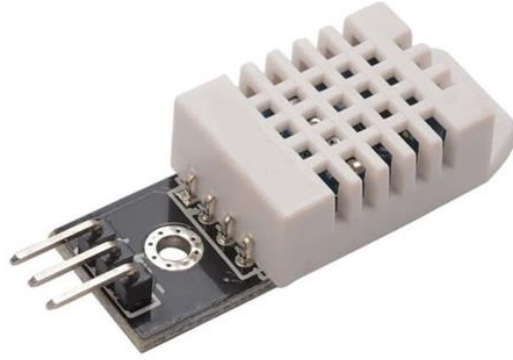
EC (Elektriksel İletkenlik) ölçer, sıvı içerisinde tuzluluğun veya çözünmüş mineral ve tuzların konsantrasyonunun bir göstergesi olan elektriksel iletkenliği ölçmek için kullanılan bir cihazdır (Şekil 3.5). Sistemimizde anakarta bağlı olarak sürekli ölçüm yaparak gerekli sınırlar aşıldığında bir motor sürücü yardımıyla gerekli olan gübrelerle istenilen değerde sabit tutulmuştur.



Şekil 3.6 EC ölçüm cihazı

3.1.2.4 Sıcaklık ve nem sensörü

Ortamın sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.6). Ortam sıcaklık ve nem değerleri belirlenen değerlerini aştığı durumlarda yine yazılan program yardımıyla motor sürücüsüne komutlar gönderilerek ortamın havalandırılarak (fan) istenilen bitki yetiştirme değerlerine getirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.7 Sıcaklık ve nem sensörü

3.1.2.5 Sıvı sıcaklık sensörü

Sistem içerisinde borularda dolaştırılan bitki besin elementleri ve su karışımlarının tank içerisindeki sıcaklık değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.8 Sıvı sıcaklık sensörü

3.1.2.6 Su akış sensörü (Debimetre)

Su akış sensörü, bakır gövdeli, içinde rotor ve hall effect sensörü barındıran bir sensördür. Sistemde dolaştırılan bitki besin materyalleriyle karışmış su, sensörün içinden akmaya başladığında rotor dönmeye başlamakta ve hall effect sensörü rotorun dönüş hızına göre sinyal üreterek sistemde birim zamanda dolaştırılan sıvının miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.8).

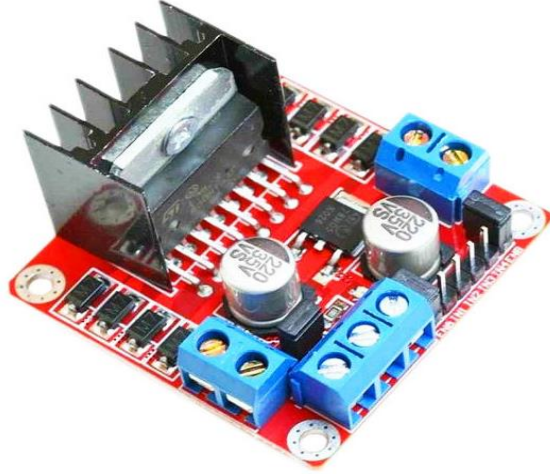


Şekil 3.9 Akış sensörü

3.1.2.7 Motor sürücüler

Sistemde kullanılan 12V'a kadar olan motorları sürmek için motor sürücü kartı, iki kanallı olup, kanal başına 2A akım vermektedir. Kart üzerinde L298N motor sürücü entegresi kullanılmıştır. Her bir motor sürücü kartları 2 adet pompaya hareket sağlamaktadır (Şekil 3.9). EC ve pH sensörlerinden gelen inputları değerlendirerek

motor sürücüler yardımıyla 4 farklı gübre pompasına komut göndererek sistemin pH ve EC'sini dengelemekte kullanılmıştır.



Şekil 3.10 Motor sürücüler

3.1.2.8 Katı hal rölesi

Sistemde, 2 kanal Solid State Röle (Omron G3MB-202P) kullanan bir röle kartı, AC yüklerini kontrol etmek için kullanılmıştır. Katı Hal Röleleri (Solid State Relay), diğer rölelerin aksine triyak kullanmakta, mekanik parça bulundurmadığından sessiz (röle çekme sesi oluşmamakta) çalışmakta ve kullanım ömrü standart rölelere göre daha uzun olmaktadır. Sistemde güç devrelerinin anahtarlanması kullanılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.11 Katı hal rölesi

3.1.2.9 Röle kartı

2 Kanal 5V Röle Kartı, Raspberry Pi ile beraber kullanılan bir röle kartıdır. Kart üzerinde optokuplör sayesinde röle ve mikrodenetleyici kartı birbirinden izole edilebilmektedir. Bu sayede olası kontak hatalarına karşı mikrodenetleyici kart ve bilgisayar USB arayüzünü korunmaktadır ( ekil 3.11).



Şekil 3.12 Role kartı

3.1.2.10 CO₂ sensörü

Karbondiyoksit / CO₂ monitörleme için MH-Z19 kızı l tesi CO₂ sensörü HVAC soğutma ve iç hava kalitesi izleme kullanılmaktadır ( ekil 3.12). Sistemde  l   len değerler belirlenen değerlerin dışına çıktığında sitem ortamı havalandırmak için fanı devreye sokup çıkarmaktadır.



Şekil 3.13 CO₂ sensörü

3.1.2.11 LDR (Light Dependent Resistor) sensörleri

Açılımı Ligh Dependent Resistor olan Ldr, bir foto dirençtir. Foto dirençler ışık şiddetine bağlı olarak direnci değişen elektronik bir bileşendir. LDR ışık fotonlarını emebilecek yarı iletken malzeme olan “kadmiyum sülfür” (CdS) den imal edilmiştir (Şekil 3.13). Sistemde her bir fidenin yan tarafına bir adet LDR bağlanmıştır. Bu sayede her bir fideye gelen ışık şiddeti belirlenmiştir.



Şekil 3.14 LDR sensörü

3.1.2.12 Bitki büyütme lambası

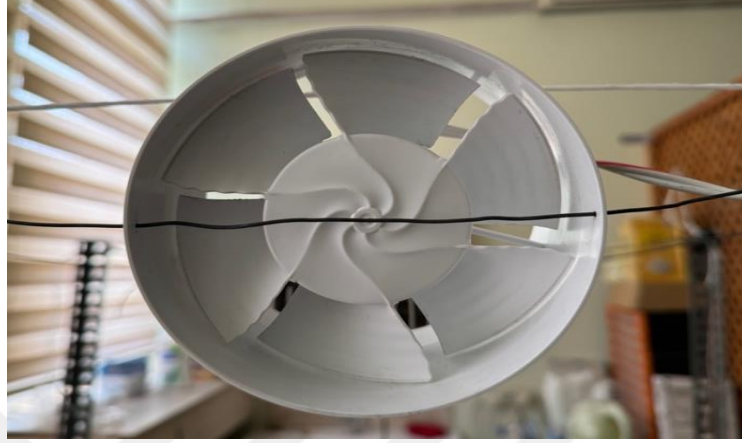
Bitkiler için optimize edilmiş ışık spektrumu: 9 bant. 430 ~ 440 nm, 1000 ~ 460 nm, 610 ~ 615 nm, 620 ~ 630 nm, 650 ~ 660 nm, beyaz, IR 730 nm, UV 380 ~ 400 nm, 470 nm dir. Bu 1000 W LED yetiştirme lambaları, normal ortamlara göre büyüme hızını %30 artıran bitkiler için en kullanışlı ışığı sağlar. Sistem de 3 adet 1000 Watt RGB led lamba kullanılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.15 Bitki büyütme lambası

3.1.2.13 Fan

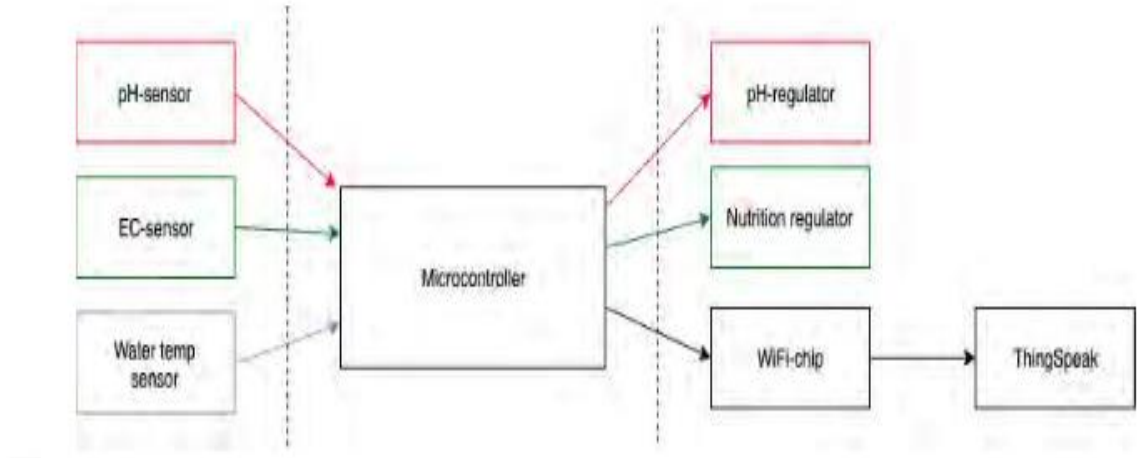
Sistemde artan ortam sıcaklığını düşürmek için kullanılmıştır (Şekil 3.15). Sistem üzerindeki ortam sıcaklığı yükseldiği zaman ortamın havasını dışarıya tahliye ederek, sistemin sıcaklığını düşürmüştür.



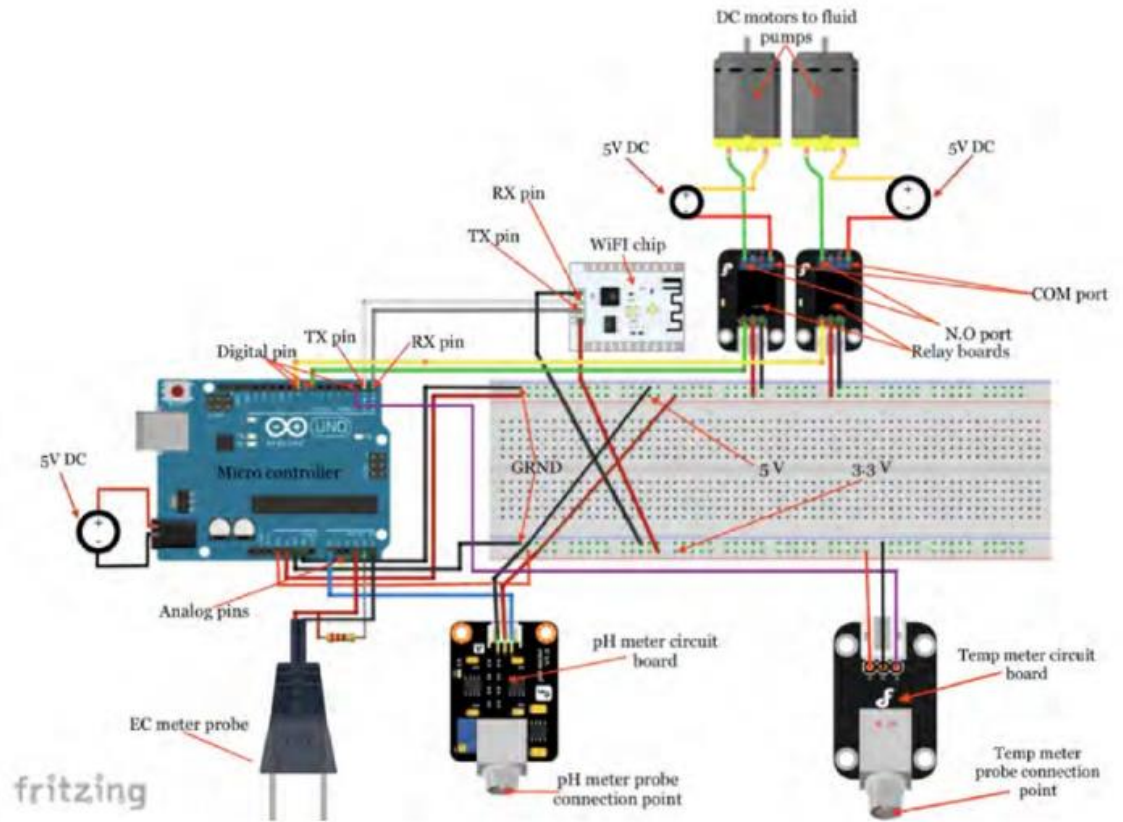
Şekil 3.16 Fan

3.2 Yöntem

Yapılacak sistemde temel amaç herhangi bir üreticiye iş bırakmadan üretim yapılması hedeflenmiştir. Bu amaçla önce çalışma şartları belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle su dolaşım sistemini, gübreli suyun saatte 15 dakika dolaşacak şekilde planlanması kabul edilmiştir. Buna paralel olarak, bitki büyüme lambalarının açık olma durumu saatte 45 dakika olacak şekilde planlanmıştır. Lambaların ısısı yüksek olduğundan lambaların açık kaldığı süre boyunca fanın da açık kalması planlanmıştır. Bununla birlikte, EC ve pH sensörlerinden dakikada 1 adet olmak üzere inputlar alınarak ve sapmalar %5'i geçtiğinde motor sürücüler yardımıyla, pompalardan pH ve EC dengeleninceye kadar (10 s) gübre solüsyonu pompalanmıştır. Her bitkide 1 adet olacak şekilde bitkilerin yanına bağlanan LDR sensörlerinden de dakikada birer adet olacak şekilde datalar alınmıştır. Tüm sistemler laboratuvarında bulunan ölçü aletleriyle kalibre edilmiştir. Sistemde kullanılan farklı donanım bileşenlerinin şematik gösterimi Şekil 3.16'da ve sistemin bağlantı şeması ise Şekil 3.17'de gösterilmiştir.



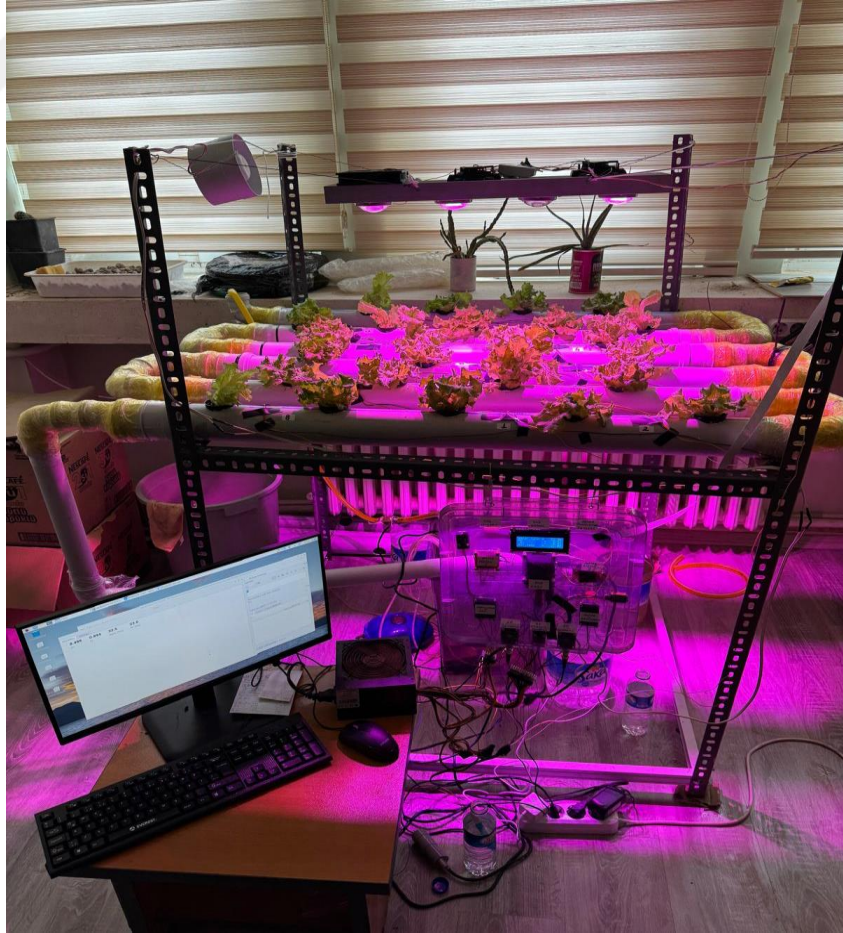
Şekil 3.17 Donanım bileşenlerinin şematik gösterimi



Şekil 3.18 Sistemin bağlantı şeması



Şekil 3.19 Sistemin görünümü

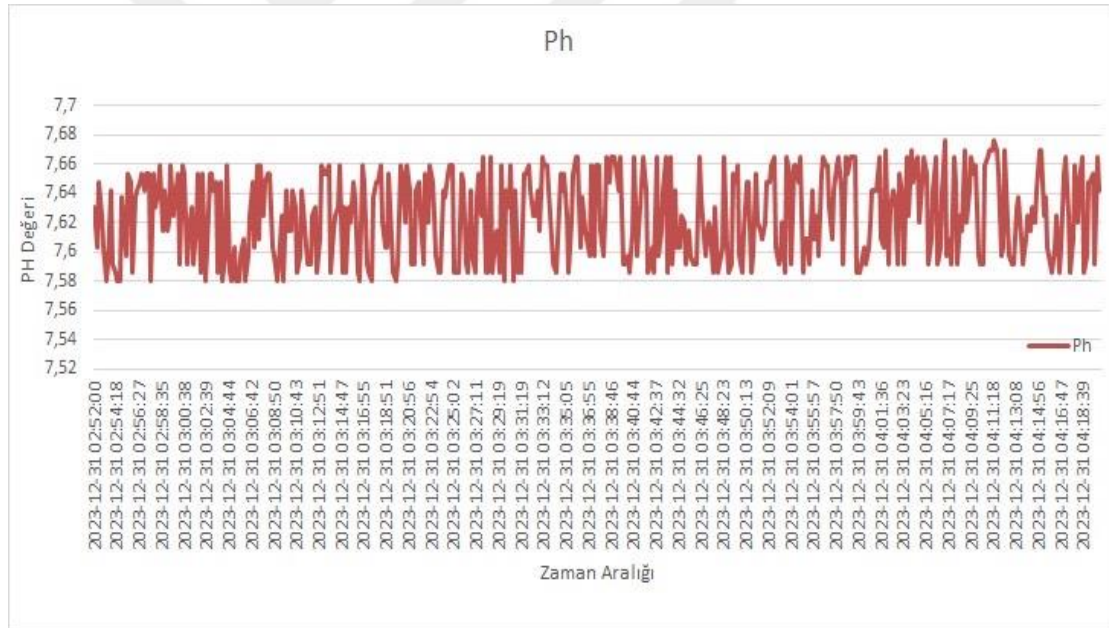


Şekil 3.20 Tamamlanmış sistemin görünüm

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1 pH Değerleri

Yapılan tez çalışmasının ana amacı, kurulan prototip sistemden gelen verilere göre gerekli müdahaleler yapılarak değerlerin istenilen noktalarda tutulmasıdır. Bu amaçla yapılan sistemde 20 saniyede bir örnek olacak şekilde pH değerleri kayıt altına alınmıştır. Sistemde bitkinin gelişim evrelerine göre istenilen aralıklarda pH ve EC'yi dengeleyebilmek için ilgili gübre içeriği (N, P, K ve karışım) bulunan depolarda bulunan pompalara komut verilerek sistemin pH'ı istenilen aralıkta tutması sağlanmıştır (Şekil 4.1). Sistemin pH'ının dengelenmesi için verilen gübrelerle ait pompalar 10 saniye çalışmakta olup, pampaların kapanmasından sonra 5 dakika sonra yeni ölçümlere göre pompalar tekrar açılmıştır. Çünkü bu süre zarfında suyun dolaşması beklenilmiştir.

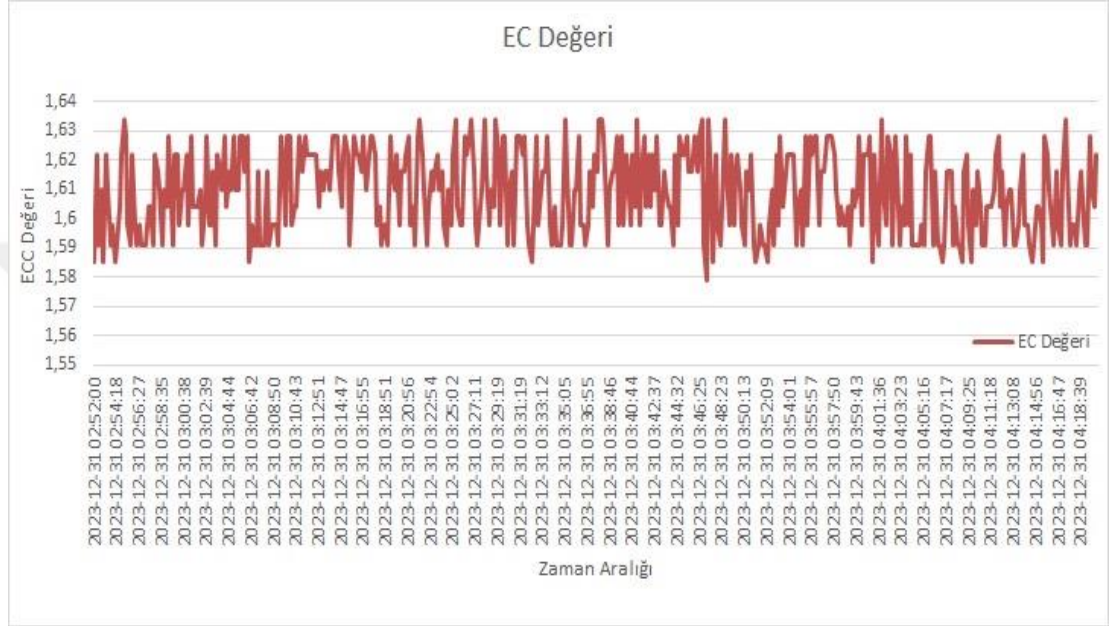


Şekil 4. 1 Belirli zaman aralığında pH değerlerindeki değişim

4.2 EC (Elektrik iletkenliği) Değerleri

Sistemin çalışması sırasında sensör EC miktarındaki değişimleri algılamakta ve pH değeri ile ilişkilendirerek bitkilerin kullandıkları gübre miktarları belirlenmiştir. Bu alınan değerlere karşılık gerekli olan ve EC ve pH değerleri sabit hale gelinceye kadar mini pompalar tarafından gerekli bitki besin elementleri sisteme gönderilmiştir (Şekil 4.2). Sistemin EC değerlerinin istenilen aralıkta dengelenmesi için verilen bitki besin elementlerine ait pompalar 10 saniye çalışmakta olup, pampaların kapanmasından

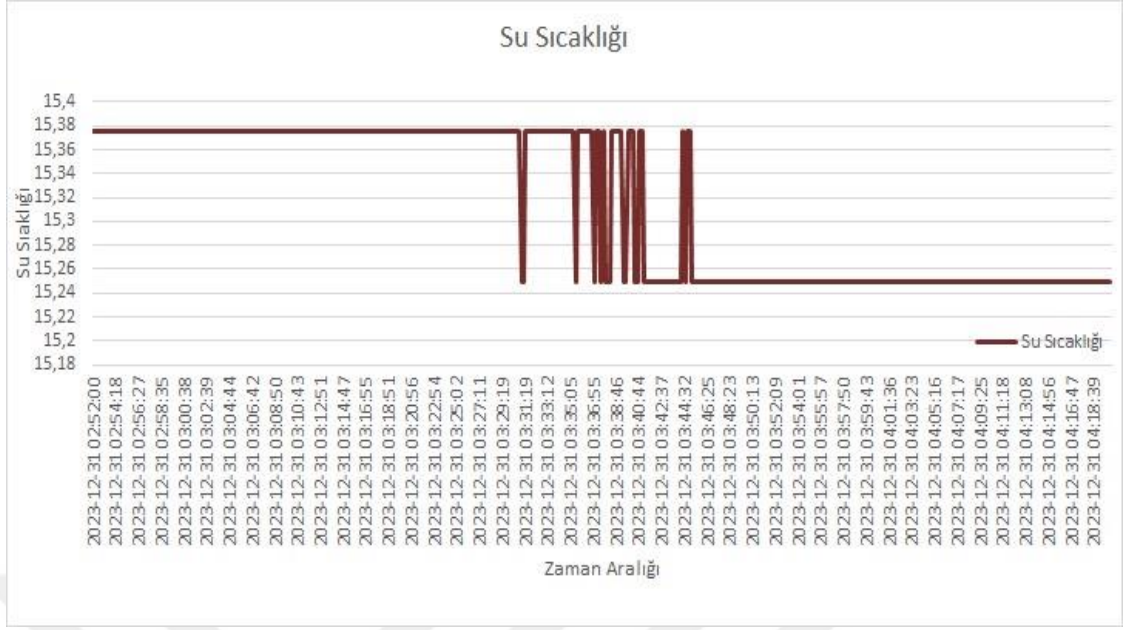
sonra 5 dakika sonra yeni ölçümlere göre pompalar tekrar açılmıştır. pH'da olduğu gibi aynı şekilde bu süre zarfında suyun dolaşması beklenilmiştir. Saraçoğlu ve arkadaşlarının 2022 yılında yazmış oldukları araştırma makalesinde farklı üretim dönemlerinde uyguladıkları farklı Ec ve pH değerlerine ait veriler çalışmamıza benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 2 Belirli bir zaman aralığında EC değerlerindeki değişim

4.3 Su Sıcaklık Değerleri

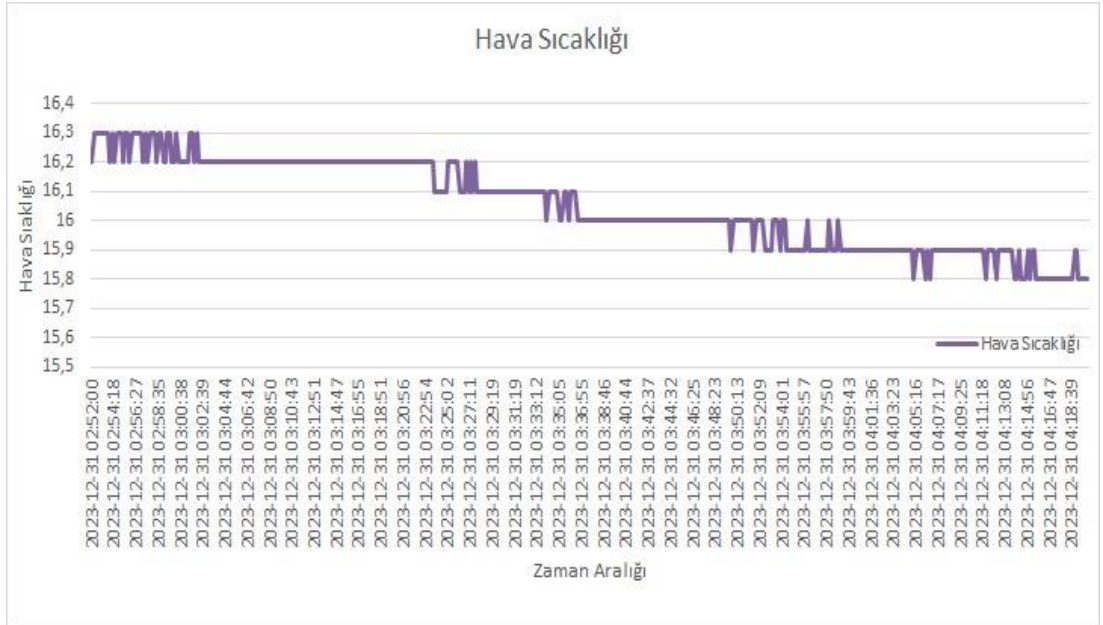
Sistemin çalışması sırasında sıvı sıcaklık sensörü su sıcaklık derecesindeki değişimleri algılamakta ve sistemde kullanılan dalgıç tip ısıtıcı sisteminin çalışmasını sağlamaktadır (Şekil 4.3). Isıtma sistemi otomasyon ve kontrol sistemleri ile entegre çalışıp hedeflenen sıcaklık aralığına göre sistemi açıp kapatmıştır. Deneme esnasında 2 saniyede bir veriler alınıp kaydedilmiştir.



Şekil 4. 3 Belirli bir zaman aralığında su sıcaklık değerlerindeki değişim

4.4 Ortam Sıcaklık Değerleri

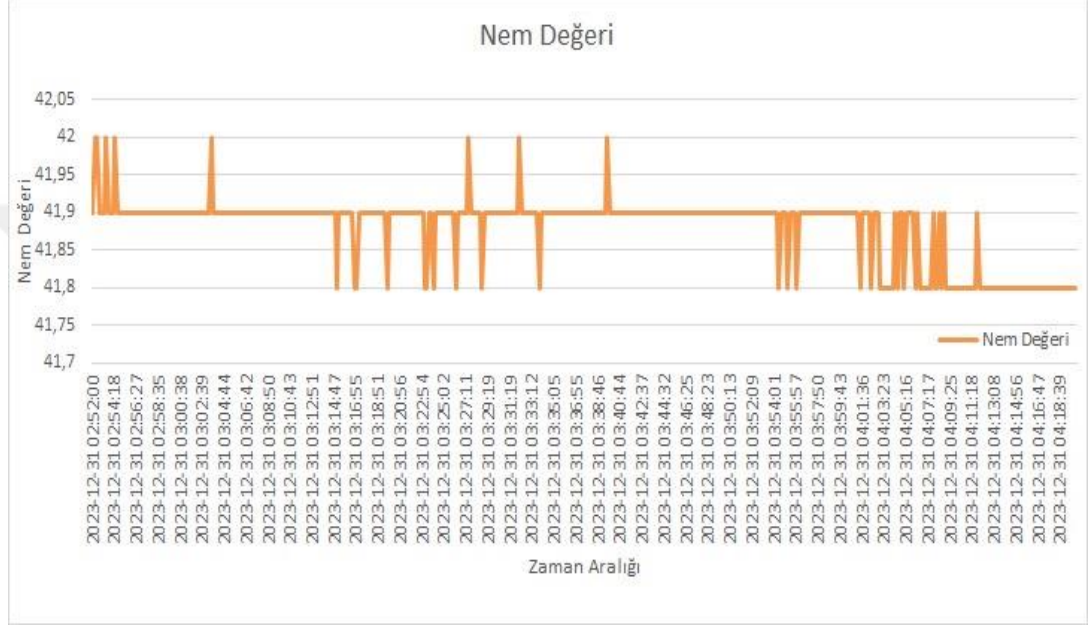
Sistemin çalışması sırasında sıcaklık sensörü hava sıcaklık verilerini 2 saniyede bir algılamakta ve verilerin istenilen değerler dışına çıktığı durumlarda fanlar açılarak ve bitki büyütme lambalarının çalışmaları durdurularak ortam sıcaklıkları kontrol edilmiştir (Şekil 4.4). Sistem dakikada 1 defa olmak üzere verileri kaydetmiştir.



Şekil 4. 4 Belirli bir zaman aralığında ortam sıcaklık değerlerindeki değişim

4.5 Ortam Nem Değerleri

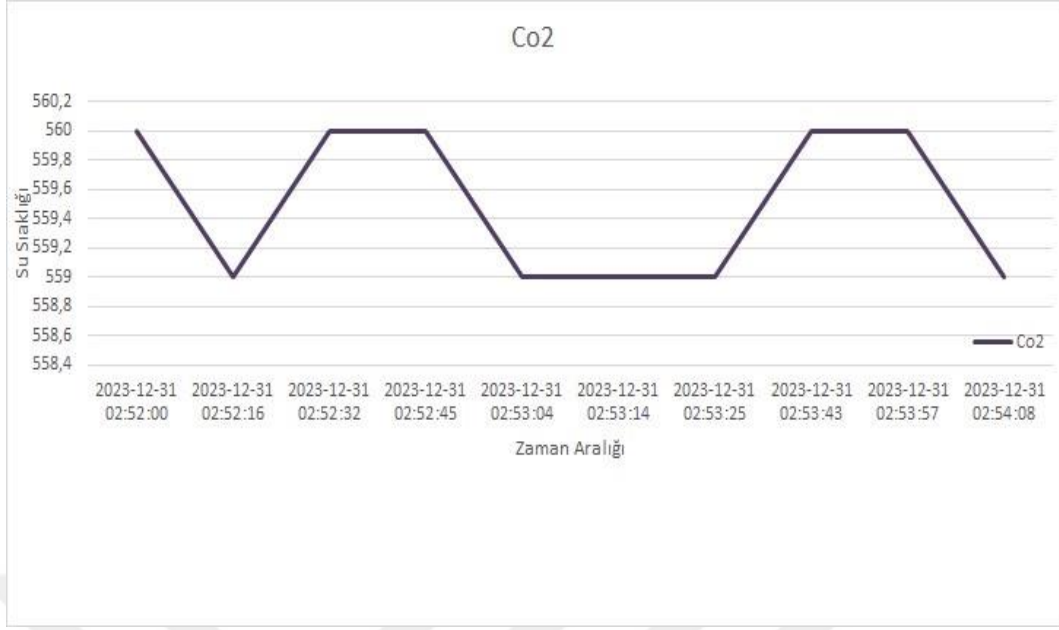
Sistemin çalışması sırasında nem sensörü verileri 2 saniyede bir algılamakta ve verilerin istenilen değerler dışına çıktığı durumlarda ortam havalandırılarak, fanlar çalıştırılarak istenilen bitki yetiştirme seviyelerine gelmesi sağlanmıştır (Şekil 4.5), (Çaylı ve Kaya, 2019).



Şekil 4. 5 Belirli bir zaman aralığında ortamın nem değerlerindeki değişim

4.6 Ortam CO2 Değerleri

Sistemin çalışması sırasında CO₂ sensörü verileri 16 saniyede bir algılamakta ve verilerin istenilen değerler dışına çıktığı durumlarda ortam havalandırılarak, fanlar çalıştırılarak istenilen bitki yetiştirme seviyelerine gelmesi sağlanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4. 6 Belirli bir zaman aralığında ortam CO₂ değerlerindeki değişim

4.7 Data Kodları (Kullanılan Yazılım Kodları)

```
import subprocess
```

```
import logging
```

```
# Hata kodlarını kaydedecek fonksiyon.
```

```
logging.basicConfig(filename='/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/logs/main_log.txt', level=logging.ERROR,
```

```
format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')
```

```
def main():
```

```
    try:
```

```
        # İlk Python kodunu başlat
```

```
        process1 = subprocess.Popen(['python3',  
'/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/system_timer_function.py'])
```

```
        # İkinci Python kodunu başlat
```

```
        process2 = subprocess.Popen(['python3',  
'/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/send_email.py'])
```

```
        process3 = subprocess.Popen(['python3',  
'/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/add_values_db.py'])
```

```
        process4 = subprocess.Popen(['python3',  
'/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/data/take_photos.py'])
```

```
        process1.wait()
```

```
        process2.wait()
```

```
        process3.wait()
```

```
        process4.wait()
```

```
    except KeyboardInterrupt:
```

```
        # Ctrl+C algılandığında süreçleri öldür
```

```
        process1.terminate()
```

```
        process2.terminate()
```


System Timer Function Kodu.


```
import time
import os
import sys
import logging

sys.path.append(
    os.path.abspath(os.path.join(os.path.dirname(__file__), os.path.pardir)))

#Local code
from app.function.npk_control import NpkSetting
from app.function.gpio_controller import Pump, Led, Fan , Oxygen

logging.basicConfig(filename='/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/ap
p/logs/main_function.txt', level=logging.ERROR,
                    format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')

class OutputControl:
    def __init__(self, pump_status=False, led_status=False, o2_status=False,
fan_status=False):
        """
        Initialize the OutputControl instance.

        Parameters:
        - pump_status: Initial status of the pump (default is False).
        - led_status: Initial status of the LED (default is False).
```

- o2_status: Initial status of oxygen component (not currently used).
- fan_status: Initial status of the fan (default is False).

```
"""
```

```
self.pump_status = pump_status
```

```
self.led_status = led_status
```

```
self.o2_status = o2_status
```

```
self.fan_status = fan_status
```

```
self.npk_control = NpkSetting()
```

```
self.pump_control = Pump(16)
```

```
self.led_control = Led(19)
```

```
self.fan_kontrol = Fan(26)
```

```
self.o2_control = Oxygen(20)
```

```
def turn_on_fan(self):
```

```
"""
```

```
Turn on the fan if it's not already on.
```

```
"""
```

```
self.fan_kontrol.on()
```

```
if not self.fan_status:
```

```
    print("Turning on the fan.")
```

```
    self.fan_status = True
```

```
else:
```

```
    print("The fan is already on.")
```

```
def turn_off_fan(self):
```

```
"""
```

```
Turn off the fan if it's not already off.
```

```
"""
```

```
self.fan_kontrol.off()
```

```
if self.fan_status:
```

```
    print("Turning off the fan.")
```

```

        self.fan_status = False
    else:
        print("The fan is already off.")

def turn_on_led(self):
    """
    Turn on the LED if it's not already on.
    """
    self.led_control.on()
    if not self.led_status:
        print("Turning on the LED.")
        self.led_status = True
    else:
        print("The LED is already on.")

def turn_off_led(self):
    """
    Turn off the LED if it's not already off.
    """
    self.led_control.off()
    if self.led_status:
        print("Turning off the LED.")
        self.led_status = False
    else:
        print("The LED is already off.")

def turn_on_pump(self):
    """
    Turn on the pump if it's not already on.
    """
    self.pump_control.on()
    if not self.pump_status:
        print("Turning on the pump.")

```

```

        self.pump_status = True
    else:
        print("The pump is already on.")

def turn_off_pump(self):
    """
    Turn off the pump if it's not already off.
    """
    self.pump_control.off()
    if self.pump_status:
        print("Turning off the pump.")
        self.pump_status = False
    else:
        print("The pump is already off.")

def turn_on_o2(self):
    """
    Turn on the pump if it's not already on.
    """
    self.o2_control.on()
    if not self.o2_status:
        print("Turning on the O2.")
        self.o2_status = True
    else:
        print("The O2 is already on.")

def turn_off_o2(self):
    """
    Turn off the pump if it's not already off.
    """
    self.o2_control.off()
    if self.o2_status:
        print("Turning off the O2.")

```

```

        self.o2_status = False
    else:
        print("The O2 is already off.")

def running_system(self):
    try:
        while True:

            self.turn_on_pump()
            self.turn_on_o2()
            self.turn_off_led()
            self.turn_off_fan()

            print("System State: Pump On, O2 On, LED Off, Fan Off")
            print("-----")
            time.sleep(15*60) # Adjust sleep duration for better visibility

            self.turn_off_pump()
            self.turn_off_o2()
            self.turn_on_fan()
            self.turn_on_led()

            print("System State: Pump Off, O2 Off, LED On, Fan On")
            print("-----")
            time.sleep(15*60) # Adjust sleep duration for better visibility

            self.turn_off_pump()
            self.turn_off_o2()
            self.turn_off_fan()
            self.turn_on_led()

            print("System State: Pump Off, O2 Off, LED On, Fan Off")
            print("-----")

```

```

        time.sleep(15*60) # Adjust sleep duration for better visibility

        self.turn_off_pump()
        self.turn_off_o2()
        self.turn_on_fan()
        self.turn_on_led()
        self.npk_control.npk_control()

        print("System State: Pump Off, O2 Off, LED On, Fan On")
        print("-----")
        time.sleep(15*60) # Adjust sleep duration for better visibility

    except Exception as error:
        logging.error(f"running_system: {error}")
        print(f"running_system kodunda hata: {error}")
    except KeyboardInterrupt:
        self.turn_off_pump()
        self.turn_off_o2()
        self.turn_off_fan()
        self.turn_off_led()
        print("System terminated externally.")
    finally:
        print("System shutdown.")

def main():
    print("Main Function.")
    output_control = OutputControl()
    try:
        output_control.running_system()
    except KeyboardInterrupt:
        print("Program terminated.")

```

```
if __name__ == "__main__":  
    main()
```

Verileri Ekleme Kodu:

```
import os  
import sys  
import time  
import logging  
from multiprocessing import Process, Event, Lock  
sys.path.append(  
    os.path.abspath(os.path.join(os.path.dirname(__file__), os.path.pardir)))  
  
from sql_connection import SqlSettings  
from app.data.ph_ec_data import ReadPhEc  
from app.data.ds18b20_data import DS18B20Sensor  
from app.data.dht11_data import Dht11  
from app.data.mh_z19_data import MHZ19  
from app.function.lcd_tools import LCDController  
from app.bots.telegram_bot import TelegramBot  
  
# Hata kodlarını kaydedecek fonksiyon.  
logging.basicConfig(filename='/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/ap  
p/logs/addd_values_db_log.txt', level=logging.ERROR,  
                    format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')
```

```
class AddValues:
```

```
    def __init__(self):
```

```
        self.ph_sensor = ReadPhEc()
```

```
        self.ec_sensor = ReadPhEc()
```

```
        self.air_temp_sensor = Dht11()
```

```
        self.water_sensor = DS18B20Sensor()
```

```
        self.mh_z19 = MHZ19()
```

```
        self.sql_settings = SqlSettings()
```

```
        self.lcd_controller = LCDController()
```

```
        self.stop_event = Event() # Durdurma olayı
```

```
        self.stop_event.clear()
```

```
        self.lock_detect = Lock()
```

```
        self.withdrawn_data = None # Veri çekme işlemi sonucu alınan veri
```

```
        self.telegram_bot = TelegramBot()
```

```
    def data_export_function(self):
```

```
        ph_ec_values = self.ph_sensor.read_ph_ec()
```

```
        ph_value = ph_ec_values[0]
```

```
        ec_value = ph_ec_values[1]
```

```
        ambient_temp, ambient_hum = self.air_temp_sensor.read_dht_values()
```

```
        water_temp = self.water_sensor.read_temperature()
```

```
        mhz19_val = self.mh_z19.read_co2()
```

```
        withdrawn_data = [ph_value, ec_value, ambient_temp, ambient_hum,  
water_temp, mhz19_val]
```

```
        return withdrawn_data
```

```

def add_database(self): # This function for data add database.
    try:
        count = 0

        while self.lock_detect :
            withdrawn_values = self.data_export_function()
            self.sql_settings.insert_measurement(withdrawn_values[0],
withdrawn_values[1], withdrawn_values[2],
                                                withdrawn_values[3], withdrawn_values[4],
withdrawn_values[5])
            print("-----.")
            print(f"Ph: {withdrawn_values[0]}, Ec: {withdrawn_values[1]}, Air_temp:
{withdrawn_values[2]}, "
                f"Air_hum: {withdrawn_values[3]}, Water_temp:
{withdrawn_values[4]}, Co2: {withdrawn_values[5]}")
            print("-----.")
            time.sleep(10)

        try:
            if count == 270 :
                self.telegram_bot.telegram_send_message(withdrawn_values)
                count = 0
                count += 1
        except:
            pass

    except Exception as error:
        logging.error(f"add_database: {error}")
        self.sql_settings.create_table()

def add_lcd_controller(self):

```

```

try:
    while not self.stop_event.is_set():
        withdrawn_values = self.sql_settings.read_measurement_lcd()
        #print(withdrawn_values)

        self.lcd_controller.update_values(withdrawn_values[5],
withdrawn_values[1],
                                withdrawn_values[2], withdrawn_values[3])

        time.sleep(0.05)
except Exception as error:
    logging.error(f"add_lcd_controller: {error}")
    pass
    print(f"Hata: {error}")

def stop_processes(self):
    # Durdurma olayını tetikle.
    self.stop_event.set()

def close_sql_connection(self):
    self.sql_settings.close_connection()

def main():
    add_data = AddValues()
    display_process = None
    database_process = None

    try:
        display_process = Process(target=add_data.add_lcd_controller)
        database_process = Process(target=add_data.add_database)

        display_process.start()
        database_process.start()

```

```

# Ana programı bekler.
while True:
    time.sleep(1)

except KeyboardInterrupt:
    print("Ölçüm durduruldu.")
    add_data.close_sql_connection()
    add_data.stop_processes() # Ctrl+C ile program sonlandırıldığında işlemleri
durdur
    if display_process:
        display_process.terminate()
    if database_process:
        database_process.terminate()

finally:
    add_data.close_sql_connection()
    display_process.terminate()
    database_process.terminate()
    if add_data is not None:
        add_data.lcd_controller.clear_screen()
        print("Ph Veri Çekme Kapatıldı.")

if __name__ == "__main__":
    time.sleep(3)
    main()

```

SQL bağlantı kodu:

```
-----  
-----  
  
import sqlite3  
from datetime import datetime  
import os  
import logging
```

```
def find_none_values(control_value):
```

```
    """
```

```
    This function checks if the incoming data is none.
```

```
    If it is None, replaces it with 0.
```

```
    """
```

```
    if control_value is None:
```

```
        return 0
```

```
    return control_value
```

```
# Hata kodlarını kaydedecek fonksiyon.
```

```
logging.basicConfig(filename='/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/ap  
p/logs/sql_connectin_log.txt', level=logging.ERROR,  
                    format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')
```

```
class SqlSettings:
```

```
    def __init__(self):
```

```
        self.db_filename =
```

```
        "/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/databases/measurements.db"
```

```
        self.conn = None # Bağlantı nesnesini başlangıçta None olarak ayarla
```

```
        self.open_connection()
```

```
def open_connection(self): # Database Veri eklemek için ilk çalıştırılacak kod.
```

```
    try:
```

```
        if not os.path.exists(self.db_filename):
```

```
            self.create_table()
```

```
        self.conn = sqlite3.connect(self.db_filename)
```

```
        if self.conn is not None:
```

```
            print("Database bağlantı başarılı.")
```

```
        else:
```

```
            print("Database bağlantı başarısız!")
```

```
    except sqlite3.Error as e:
```

```
        print(f'Hata oluştu SqlBaglanti open_connection: {e}')  
        self.conn = None
```

```
def close_connection(self): # Database bağlantısını kapatmak için!
```

```
    try:
```

```
        if self.conn is not None:
```

```
            self.conn.close()
```

```
            print("Bağlantı kapatıldı.")
```

```
    except sqlite3.Error as e:
```

```
        print(f'Hata oluştu SqlBaglanti close_connection: {e}')  
        self.conn = None
```

```
def create_table(self):
```

```
    self.conn = sqlite3.connect(self.db_filename)
```

```
    if self.conn is not None:
```

```
        cursor = self.conn.cursor()
```

```
        cursor.execute("""
```

```
            CREATE TABLE IF NOT EXISTS measurements (
```

```
                id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
```

```
                ph REAL,
```

```
                ec REAL,
```

```

        air_temp REAL,
        air_hum REAL,
        water_temp REAL,
        mh_z19 REAL,
        timestamp TEXT
    )
    """)

```

Control tablosunu oluşturun

```

cursor.execute("""
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS controlling (
        id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
        ph_control INTEGER,
        motor_control INTEGER,
        timestamp TEXT
    )
    """)

self.conn.commit()

```

```

def insert_measurement(self, ph_value, ec_value, air_temp, air_hum, water_temp,
mh_z19):

```

```

    ph_value = find_none_values(ph_value)
    ec_value = find_none_values(ec_value)
    air_temp = find_none_values(air_temp)
    air_hum = find_none_values(air_hum)
    water_temp = find_none_values(water_temp)
    mh_z19 = find_none_values(mh_z19)

```

```

if self.conn is not None:

```

```

    cursor = self.conn.cursor()
    timestamp = datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')

```

```

        cursor.execute("""
            INSERT INTO measurements (ph, ec, air_temp, air_hum, water_temp,
mh_z19, timestamp)
            VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)

            """, (ph_value, ec_value, air_temp, air_hum, water_temp, mh_z19,
timestamp))
        print("added measurements:", datetime.now().strftime('%Y-%m-%d
%H:%M:%S'))
        self.conn.commit()
    else:
        print("Bağlantı başarısız!")

def insert_controlling(self, ph_control, motor_control):

    if self.conn is not None:
        cursor = self.conn.cursor()
        timestamp = datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
        cursor.execute("""
            INSERT INTO controlling (ph_control, motor_control, timestamp)
            VALUES (?, ?, ?)

            """, (ph_control, motor_control, timestamp))
        print("adding controlling:", datetime.now().strftime('%Y-%m-%d
%H:%M:%S'))
        self.conn.commit()
    else:
        print("Bağlantı başarısız.")

def read_measurement_lcd(self):

    if not os.path.exists(self.db_filename):
        self.create_table()

```

```

conn1 = sqlite3.connect(self.db_filename)

try:

    if conn1 is not None:
        pass
        #print("Database bağlantı başarılı.")
    else:
        print("Database bağlantı başarısız!")
    cursor1 = conn1.cursor()

    # Transaction başlat
    conn1.execute("BEGIN TRANSACTION")

    # Veritabanındaki bir tablodan en sondaki veriyi okuma
    cursor1.execute("SELECT * FROM measurements ORDER BY timestamp
DESC LIMIT 1")

    veriler = cursor1.fetchall()

    # Veriyi ekrana yazdırma
    for veri in veriler:
        # Transaction'ı tamamla
        self.conn.commit()
        return veri

except Exception as e:
    # Transaction sırasında bir hata olursa, geri al
    conn1.rollback()
    logging.error(f"read_measurement_lcd error : {e}")

finally:

```

```

        conn1.close()
        pass

def read_measurement_interface(self):
    if not os.path.exists(self.db_filename):
        self.create_table()

    conn2 = sqlite3.connect(self.db_filename)

    try:

        if conn2 is not None:
            pass
            #print("Database bağlantı başarılı.")
        else:
            print("Database bağlantı başarısız!")
        cursor2 = conn2.cursor()

        # Transaction başlat
        conn2.execute("BEGIN TRANSACTION")

        # Veritabanındaki bir tablodan en sondaki veriyi okuma
        cursor2.execute("SELECT * FROM measurements ORDER BY timestamp
DESC LIMIT 1")

        veriler = cursor2.fetchall()

        # Veriyi ekrana yazdırma
        for veri in veriler:
            # Transaction'ı tamamla
            self.conn.commit()
            return veri

```

```

except Exception as e:
    # Transaction sırasında bir hata olursa, geri al
    conn2.rollback()
    logging.error(f"read_measurement_interface error : {e}")

finally:
    conn2.close()
    pass

```

Fotoğraf Çekme

```

import os
import sys
import time
import logging
from picamera import PiCamera

sys.path.append(
    os.path.abspath(os.path.join(os.path.dirname(__file__), os.path.pardir)))

# Hata kodlarını kaydedecek fonksiyon.
logging.basicConfig(filename='/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/ap
p/logs/take_photoslog.txt', level=logging.ERROR,
                    format='%(asctime)s - %(levelname)s - %(message)s')

def take_photo():

```

```

# Create directories if they don't exist
directory_path =
"/home/rpeseng/Documents/automatichydroponics/app/data/photos"
os.makedirs(directory_path, exist_ok=True)

# Fotoğraf çekme işlemini gerçekleştir
with PiCamera() as camera:
    camera.resolution = (1024, 768) # Fotoğraf çözünürlüğü
    #camera.start_preview()
    #time.sleep(2) # Kamera önizleme için bir süre bekletme

    # Dosya adını oluştur
    timestamp = time.strftime("%Y%m%d%H%M%S")
    file_name = f'{directory_path}/photo_{timestamp}.jpg' # Dosya adına zaman
damgası ekle

    # Fotoğrafı belirtilen yola kaydet
    camera.capture(file_name)

    camera.stop_preview()

if __name__ == "__main__":
    try:
        while True:
            # Fotoğraf çekme işlemini başlat
            take_photo()

            # 2 saat bekletme süresi
            time.sleep(60*60*2)

    except KeyboardInterrupt:
        # Klavyeden Ctrl+C'ye basılınca programı sonlandır
        pass

```

```
except Exception as error:  
    logging.error(f"take_photos error: {error}")
```




KAYNAKLAR

- Adak, N., Yavuzlar, E. E., Karadal, S., & Durmaz, B. (2020). Topraksız çilek yetiştiriciliğinde mikoriza ve yetiştirme ortamı hacminin bitki gelişimi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 292-300.
- Akyüz, A., Baytorun, A. N., Çaylı, A., Üstün, S., & Önder, D. (2017). Seralarda Isıtma Sistemlerinin Projelenmesinde Gerekli Olan Isı Gücünün Belirlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(3), 209-217.
- Alpay, Ö. (2018). Sera uygulamalarında bulanık mantık tabanlı uzaktan kontrol sistemi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, Elazığ*.
- Altıkatoğlu, M., & Işıldak, İ. (2017). İyon-Seçici sensörler kullanılarak bazı sebzelerin topraksız bitki yetiştirme ortamlarındaki nitrat, potasyum ve kalsiyum tayini. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 65-70.
- Anonim (2024). .Otomasyon Sistemi. Erişim: [<https://esular.com/sera-otomasyon-sistemi/>] Erişim Tarihi: 11.04.2024
- Anonim (2024). Enerji Gazetesi. Erişim: [<https://www.enerji-gazetesi.ist/2024/page/100/?bamp-skip-redirect=1/>] Erişim Tarihi: 14.04.2024
- Anonim (2024). Gübreleme. Erişim: [<https://esular.com/seralar-ekipmanlar/sicak-hava-isitma/>] Erişim Tarihi: 14.04.2024
- Anonim (2024). Isıtma Sistemleri. Erişim: [<https://aydintarim.com/dal-ogutme-makineleri/mdo-015b-mobil-dal-ogutme-makinesi/>] Erişim Tarihi: 14.04.2024
- Anonim (2024). Örtü Altı Yetiştiriciliği. Erişim: [<https://hektas.com.tr/ortu-alti-yetistirciligi-nedir-nasil-yapilir/>] Erişim Tarihi: 14.04.2024
- Anonim (2024). Seralarda Soğutma Sistemleri. Erişim: [<https://www.ymssera.com.tr/page/36/sera-sogutma-sistemleri.html>] Erişim Tarihi: 14.04.2024
- Ayan, M., & Şenol, R. (2016). Bulanık mantık tabanlı-uzaktan erişimli sera otomasyonu. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 734-746.
- Başçetinçelik, A., & Öztürk, H. (1997). Seralarda Ortam Kontrolü, 2. *Seracılık Sempozyumu, Simav, Kütahya*.
- Baysal, K., Özcan, M. O., Özdüven, F. F., & Beynek, B. (2018). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Bir Sera Takip Sistemi. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(2), 49-56.
- Baytorun, A. N., Üstün, S., Akyüz, A., & Önder, D. (2013). Seralarda Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 21-32
- Baytorun, A. N., & Gügercin, Ö. (2015). Seralarda enerji verimliliğinin artırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 125-136.

- Baytorun, A. N., Zaimoğlu, Z., & Güğercin, Ö. (2018) Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 137-146.
- Baytürk, M., Çetin, G., & Çetin, A. (2013). Gömülü sunucu ile tasarlanmış internet tabanlı sera otomasyon sistemi uygulaması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 53-57.
- Baytürk, M., Çetin, G., & Çetin, A. (2013). Gömülü sunucu ile tasarlanmış internet tabanlı sera otomasyon sistemi uygulaması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 53-57.
- Bingöl, B. (2015). Dikey tarım. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 11(2), 92-99.
- Bingöl, B. (2019). Alternatif Tarım Yöntemleri; Aeroponik, Akuaponik, Hidroponik. *Harman Time Dergisi*, 7(82), 34-42.
- Boyacı, S., & Güleç, D. (2021). Seralarda Yalıtım Değerleri Farklı Isı Perdelerinin Enerji Tasarrufuna Etkisinin Belirlenmesi: Kırşehir İli Örneği. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 81-93.
- Bulut, N. (2023). *Derin öğrenme ve makine öğrenmesi yöntemleri ile hidroponik tarım* (Master's thesis, Necmettin Erbakan University Turkey).
- Büyüktaş, K., & Uysal, H. M. (2021). Antalya İlinin Finike-Demre-Kaş İlçelerindeki Seraların Teknik ve Yapısal Yönden İncelenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(15), 23-42.
- Çaylı, A., & Kaya, E. H. (2019). The Design of a Mini Plant Factory with Artificial Lighting and Application of Environmental Conditions Control System. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(11), 1834-1843.
- Ciğer, M. (2010). Bilgisayar kontrollü internet destekli sera otomasyonu.
- Dayıoğlu, M. A., & Silleli, H. (2002). Bilgisayar Kontrollü Sera Otomasyonu. *Türktarım, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi*, Mart-Nisan, 144, 28-31.
- Demirsoy, L., Mısır, D., & Adak, N. (2017). Topraksız tarımda çilek yetiştiriciliği. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 71-80.
- Emekli, N. Y. (2007). Antalya ili Kumluca ilçesindeki seraların teknik ve yapısal yönden incelenmesi. *Yüksek Lisans, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Antalya*.
- Emekli, N. Y., Baştuğ, R., & Büyüktaş, K. (2007). Antalya ili kumluca ilçesindeki seraların mevcut durumu, sorunları ve uygun çözüm önerilerinin geliştirilmesi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 20(2), 273-288.
- Emekli, N., Büyüktaş, D., & Büyüktaş, K. (2008). Antalya Yöresinde Seraciliğin Mevcut Durumu ve Yapısal Sorunları. *Derim*, 25(1), 26-39.

- Erbesler Ayaşlıgil, T., & Çelik, Y. Avrupa'nın arka bahçesi almeria örneğinde sürdürülebilir tarım ve sera alanları.
- Genç, Ö., Yüksel, A. N., Şişman, C. B., & Gezer, E. (2010). Balıkesir Koşullarında Sera Isı Gereksinimlerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 73-84.
- Hakgören, F., & Kürklü, A. (2007). Sera planlaması Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi. S:89. Antalya
- Ildırar, M., & Dallı, T. (2021). Dünyada ve türkiye’de tarım 4.0 uygulamaları. *KAYES 2021*, 145.
- Kadalı, B. (2016). Sera Otomasyonu Tasarımı. (Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Sakarya.
- Karaçor, M., & Keleş, K. (2007). Otomasyon sistemlerinin bileşenleri. VI. Otomasyon Sempozyumu, Samsun.
- Kürklü, A., & Çağlayan, N. (2005). Sera otomasyon sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir çalışma. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18(1), 25-34.
- Levent, M. L., & Aytekin, S. A. (2016, April). PSoC İle Sera Otomasyonu. In *1st International Conference on Engeneering Technology and Applied Sciences Afyon Kocatepe University, Turkey* (pp. 21-22).
- Mencet Yelboğa, M.N., & Sayın, C. (2016). Topraksız Sera Koşullarında Domates Üretiminin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi: Antalya İli Örneği. *XII. Tarım Ekonomisi Kongresi*
- Önder, D., & Baytorun, A. N. (2016). Akdeniz Bölgesi İklim Koşullarında Seralarda Kullanılan Isı Perdelerinin Sera İçi Sıcaklığına ve Enerji Tasarrufuna Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(3).
- Öz, S., Gemikonagi, Cellatoglu, A., Küren, E. (2008) İnternet ve Mobil Destekli Akıllı Sera Otomasyon Kontrol Sistemi. Doğu Akdeniz Üniversitesi. KKTC
- Özdemir, A. E., Kılıç, D., Demirkese, Ö., Çulha, F., & Karaşahin, Z. (2022). Topraksız kültürde yetiştirilen ‘Sabrina’çilek çeşidinin kış mevsiminde kalite parametrelerindeki değişimler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 88-98.
- Özkan, Ş. (2014). *Topraksız Tarım Üretimi “2012-2013 Yıllarında Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’nde Gelişmekte Olan “Topraksız” Tarım Ürünlerinin Bugünkü Durumu ve Gelecekle İlgili Tahminler “Domates ve Çilek” Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Haziran).
- Özkaya, R., Çetinkaya, H. (2013). Topraksız Tarım ve Meyvecilikte Kullanım Olanakları. S:561-573

- Sabancı, K., & Aydın, C. (2010) Seralarda Sıcaklık ve Oransal Nemin PLC ile Kontrolü, 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi. Hatay.
- Saraçoğlu, Ö. A., & Kılıç, C. C. (2022) Topraksız Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bitki Besin Elementlerinin Üzerindeki Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 161-175.
- Sayılı, M., & Akman, Z. (1994). Tarımsal Uygulamalar ve Çevreye Etkileri. *Ekoloji Çevre ve Bilim Dergisi*, 12, 28-32.
- Şener, A. (1990). Seralarda, Don-Soğuk İkaz ve Otomatik Isıtma, Aşırı Sıcak İkaz ve Otomatik Havalandırma Soğutma Sistemi. (Yüksek Lisans Tezi). Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.
- Söyler, O., Çakır, M., Kalpakçıoğlu, H., Uğurluay, S., Eren, Ö., & Çakır, E. (2018). Scak Havanın Toprak Altına Transferi ve Optimum Ortam Koşullarını Sağlayan Akıllı Sera Otomasyonu Tasarımı. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 7(1), 1-9.
- Talaz, A., & Nas, E. (2019). Topraksız tarım uygulama yöntemi ile domates üretiminin Bafra ovasında gerçekleştirilebilirliğinin araştırılması. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 2(1), 20-34.
- Toksöz, A. (2019). *Örtü altı tarımda uzaktan izleme ve yönetim sistemi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tosun, M. F., Gençkal, A. A., & Şenol, R. (2019). Modern kontrol yöntemleri ile bulanık mantık temelli oda sıcaklık kontrolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3), 992-999.
- Türker, U., Uğur, F., & Dayıoğlu, M. A. (2016). Seralarda nesnelerin interneti teknolojisinin uygulanması: tasarım ve prototip geliştirme. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 33(Ek Sayı), 52-60.
- Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G. B., Engindeniz, S., Boyacı, F., Duyar, H., & Durdu, T. (2020). Türkiye’de örtüaltı yetiştiriciliği ve yeni gelişmeler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*, 13(17), 725-750.
- Üye, S. & Durmuşoğlu, V. (2016). Sera Otomasyon Sistemi. (Karabük Üniversitesi Bitirme Tezi). Karabük.
- Yelken, A. (2003). Seralarda İklim Kontrolüne Yönelik Bir Bilgisayar Programı. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana TARIMSAL PERSPEKTİF-2 (AGRICULTURAL PERSPECTIVE-2)*, 144.
- Yılmaz, A., & Doğan, H. (2016). Sera İçi Hava Şartlarının Otomasyon Sistemi İle Üretim Kalitesinin Artırılması ile İlgili Bir Çalışma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 145-159.
- Yılmaz, C. (2017). Seralar İçin Çok Fonksiyonlu Akıllı Kontrol Sistemleri. *Elimko Elektronik İmalat Ve Kontrol Ltd. Şti., Ww. Elimko. Com. Tr, Ankara*.

Zhang, L., Li, C. C., Jia, Y. S., & Xiao, Z. G. (2015). Design of greenhouse environment remote monitoring system based on android platform. *Chemical engineering transactions*, 46, 739-744



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad

KARAKOÇ, Ayşe Gül

Web sayfası

(Research Gate, Academia, vs.)

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi	-
Lisans	Dicle Üniversitesi	2017
Lise	İ.B.B Kiptaş Lisesi	2012

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev
2020	Ağrı İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
2021-Halen	Diyarbakır Yenışehir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Karakoç, A.G. ve Eliçin, A.K. 2022. Seracılıkta Kullanılan Otomasyon Sistemleri. Tarımsal Perspektif-2, Iksad International Publishing House, Sayfa:113-144, ISBN:978-625-6380-04-2
- 2.
- 3.
- 4.

Özel İlgiler

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Ayşe Gül KARAKOÇ
Öğrenci No	21822003
Ana Bilim Dalı	Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Program Türü	Proje ☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Prof.Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN
Tez Başlığı	Prototip Serada Hidroponik Yetiştiricilikte Kullanılan Otomasyon Sistemlerinin Optimizasyonu
RAPOR BİLGİLERİ	
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası
Sayfa Sayısı	112
Raporlama Tarihi	18/07/2024
Benzerlik Oranı (%)	%17

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 112 sayfalık kısmına ilişkin, 18/07/2024 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 17 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐ Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
☐ Kaynaklar hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☒ Diğer (Her şey dâhil)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Tez benzerlik oranı üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir, gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Ayşe Gül KARAKOÇ

Tarih: 18.07.2024

İmza:

Danışman Prof.Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN

İmza:

Tarih:18.07.2024

Ana Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Abdullah SESSİZ

İmza:

Tarih:18.07.2024