

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KISA MESAJ SERVİSİ TABANLI BİR SERA İZLEME SİSTEMİNİN
TASARIMI**

Temuçin Göktürk SEYHAN

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

ANKARA

2015

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Temuçin Göktürk SEYHAN tarafından hazırlanan “**Kısa Mesaj Servisi Tabanlı Bir Sera İzleme Sisteminin Tasarımı**” adlı tez çalışması 28.10.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Musa AYIK
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Musa AYIK
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Süleyman KODAL
Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ
Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Enstitü Müdürü

ETİK

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

28.10.2015

Temuçin Göktürk SEYHAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KISA MESAJ SERVİSİ TABANLI BİR SERA İZLEME SİSTEMİNİN TASARIMI

Temuçin Göktürk SEYHAN

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Musa AYIK

Bu çalışmada, bitkisel üretim yapılan seralarda sıcaklık, bağıl nem ve PAR gibi fiziksel büyüklükleri izleyen, bu verileri GPRS üzerinden uzak sunucuya kaydeden ve bunlarda oluşabilecek sapmaları, bitkilerin zarar görmesini engellemek amacıyla dönük olarak, yetiştiriciyi SMS ile uyararak bir sistem geliştirilmiştir. Bu amaçla fiziksel büyüklükleri algılayan sensörlerden gelen veriyi yorumlayan ve GSM terminaline ileten sistemin yazılımı yapılmış ve donanımı imal edilmiştir. Çalışmalar Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü bünyesindeki serada 21 Şubat 2015 ile 25 Şubat 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Sistem tarafından algılanan sıcaklık, bağıl nem ve PAR değerleri sürekli olarak GPRS alt yapısı yardımıyla internete aktarılmış, bilgisayar ortamında grafiği çıkarılarak değişimi izlenmiştir. Gözlem süresi boyunca 3 kez ve toplamda 2100 dakika olarak gerçekleşen ayarlanan optimum değerler dışında sıcaklık için sistem tarafından 70 adet SMS gönderilmiştir. 10 kez ve toplamda 3908 dakika olarak gerçekleşen ayarlanan optimum değerler dışında bağıl nem için 129 adet SMS sistem tarafından otomatik olarak uyarı şeklinde cep telefonuna iletilmiştir. Bu tarihler arasında durum bilgisi almak için gönderilen SMS mesajlarının tümüne yanıt veren sistemin toplam uyarılar için SMS kaybı %0,5 olarak tespit edilmiştir.

Ekim 2015, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, uzaktan algılama, sera yönetimi

ABSTRACT

Master Thesis

DESING OF A GREENHOUSE MONITORING SYSTEM BASED ON SHORT MESSAGE SERVICE

Temuçin Göktürk SEYHAN

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Machines and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Musa AYIK

In this study, a system which monitors temperature, relative humidity and PAR and warns the farmer via SMS if any of these atmospherical parameters is beyond the pre-defined limits, in order to prevent damages to the plants, was depeleped. A software and hardware was developed which interprets data from sensors that measure physical values, and transmits data into GSM terminal. Experiments was held in a greenhouse which is related to Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machines and Technologies Engineering between 21 February and 25 February, 2015. Temperature, relative humidity and PAR values were uploaded to the Internet via GPRS and analyzed on the computer. Between these dates; temperature values outside the optimum range occurred 3 times and and relative humidity values outside the optimum range occurred 10 times. The developed system sent 70 SMS messages which informs the farmer that temperature is outside the optimum range every 30 minutes for temperature for being outside the optimum range for 2100 minutes total . and 129 SMS messages which informs that the relative humidity is outside the optimum range for being outside the optimum range for 3908 minutes total. System has answer all of the SMS which was sent by the farmer to be informed about general condition of the greenhouse. Total SMS loss was identified as 0.5%.

October 2015, 46 pages

Key Words: Precision farming, remote sensing, greenhouse management

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarıyla destek olan ve katkıda bulunan Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerinden danışman hocam sayın Prof. Dr. Musa AYIK'a, çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Hasan H. SİLLELİ ve M. Ali DAYIOĞLU ve yapıcı eleştirileri ile çalışmalarına yön vermemi sağlayan sayın Prof. Dr. Mustafa VATANDAŞ'a, ayrıca bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde büyük katkıları bulunan Yard. Doç. Dr. Caner KOÇ'a, çalışmalarım süresince birçok fedakârlık göstererek beni destekleyen ve hep yanımda olan Sinem ÇAMURCU'ya en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, “Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı Proje Desteği” ve “GSM/SMS Tabanlı Sera Takip Sistemi (0760.TGSD.2015)” konulu projeler tarafından desteklenmiştir.

Temuçin Göktürk SEYHAN

Ankara, Ekim 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Seralarda Kullanılan İzleme ve Kayıt Teknolojileri	2
1.2 Mobil İletişim Teknolojileri	3
1.2.1 Kısa mesaj servisi (SMS)	4
1.2.2 Kablosuz internet servisleri	4
1.3 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1 Materyal	9
3.1.1 Kullanılan sensörler	9
3.1.2 GSM modülü	14
3.1.3 LCD Ekran	18
3.1.4 Akü	18
3.1.5 Şarj ve akü koruma üniteleri	19
3.1.6 Güneş paneli	21
3.1.7 Ana kontrol kartı	22
3.1.8 Sistem kutusu	23
3.1.9 Deneme serası	24
3.2 Yöntem	26
3.2.1 Elektronik tasarım	26
3.2.2 Yazılım	29
3.2.3 Bilgisayar programı	31
3.2.4 İnternet sitesi	32
3.2.5 Sistemin serada kurulması	33
3.2.6 Kayıtların değerlendirilmesi	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	38
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	42
5.1 Değerlendirme	42
5.2 Öneriler	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	46

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrad derece
V	Volt
mV	miliVolt
A	Amper
mA	miliAmper
Ah	Ampersaat
W	Watt
W _p	En büyük güç
%RH	Bağıl nem
MHz	Megahertz
MB	Megabyte
CO ₂	Karbondioksit
µmol / m ² s	Fotosentezde etkin ışığa (PAR)
mm	milimetre
g	gram
m ²	metrekare
°	derece
Kbps	Saniyede kilobyte olarak veri aktarım hızı (kilobytes per second)

Kısaltmalar

ADC	Analog Dijital Çevirici (Analog Digital Converter)
AT	Hayes komut seti
BAUD	Saniyedeki sembol oranı
CAN	Kontrol Alan Ağı Veri Yolu (Controller Area Network)
EDGE	GSM'in Gelişmesi İçin Geliştirilmiş Veri Hızları (Enhanced Data rates for GSM Evolution)
EEPROM	Silinip Programlanabilir Salt Okunur Bellek (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)
EMI	Elektromanyetik Parazit (Electromagnetic Interference)
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi (General Packet Radio Service)
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications)
IMEI	Uluslararası Mobil Cihaz Kodu (International Mobile Station Equipment Identity)
LCD	Sıvı Kristal Ekran (Liquid Crystal Display)
LED	Işık Yayan Diyot (Light Emitting Diode)
mysql	Web tabanlı veri tabanı yönetim sistemi
PAR	Fotosentezde Etkili Işıma (Photosyntheticly Active Radiation)
php	Üstünyazı Önışlemcisi (Hypertext Preprocessor)
SIM	Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module)
SMS	Kısa Mesaj Servisi (Short Message Service)
UMTS	Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System)

UART	Evrensel Asenkron Alıcı/Verici (Universal asynchronous Receiver/Transmitter)
USB	Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus)
UV	Morötesi (Ultraviyole)
WAP	Kablosuz Uygulama Protokolü (Wireless Application Protocol)
WEB	Derin Ağ (World Wide Web)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 GSM teknolojilerinin zaman içinde gelişimi.....	3
Şekil 1.2 Yıllara göre mobil SMS gönderim miktarı (Anonim 2015).....	4
Şekil 2.1 Frekans seçici filtre.....	7
Şekil 2.2 2009 yılı Temmuz ayında yapılan 1 haftalık denemeye ait saatlik toprak sıcaklığı, kanopi sıcaklığı ve hava sıcaklığı ile toprak nemine ait grafik	7
Şekil 3.1.a. DHT22 Sıcaklık ve Bağıl Nem Sensörü, b. Sensör Siperi.....	10
Şekil 3.2 Su geçirmez yapıda DS18B20 sıcaklık sensörü	11
Şekil 3.3 SQ-110 PAR sensörü.....	12
Şekil 3.4 Toprak ıslaklık sensörü.....	13
Şekil 3.5 SIM900 GSM modülü	14
Şekil 3.6 Kullanılan GSM anteni	17
Şekil 3.7 Veri ekranları	18
Şekil 3.8 Akü	19
Şekil 3.9 Şarj kontrol ünitesi.....	19
Şekil 3.10 Akü koruma ünitesi.....	20
Şekil 3.11 Güneş paneli	21
Şekil 3.12 Arduino UNO R3.....	22
Şekil 3.13 Kutunun önden görünüşü.....	23
Şekil 3.14 Kutunun alttan görünüşü.....	23
Şekil 3.15 Kutunun üstten görünüşü.....	24
Şekil 3.16 Deneme serası.....	25
Şekil 3.17 Deneme serasının içten görünüşü	25
Şekil 3.18 Geliştirilen sistemin blok şeması	26
Şekil 3.19 Çalışma kapsamında geliştirilen sistemin iç yapısı	27
Şekil 3.20 Geliştirilen sisteme ait veri akış diyagramı	28
Şekil 3.21 Arduino geliştirme arayüzüne ait örnek ekran görüntüsü.....	29
Şekil 3.22 Yazılım akış şeması	30
Şekil 3.23 Sera Takip Sistemi bilgisayar programı	31
Şekil 3.24 İnternet sitesi görünümü	32
Şekil 3.25 Sistemin seraya montajı.....	33
Şekil 3.26 Bağıl nem ayarlama ekranı	34
Şekil 3.27 Telefon numarası ayarlama ekranı.....	35
Şekil 3.28 Hatalı kayıt örneği	36
Şekil 3.29 Eksik kayıt örneği	36
Şekil 3.30 Mükerrer kayıt örneği	37
Şekil 4.1 Hava sıcaklığına ait grafik	39
Şekil 4.2 Bağıl neme ait grafik	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Seralarda otomasyon parametrelerinden bazıları ve komuta yöntemleri	2
Çizelge 3.1 Ölçülen parametreler ve kullanılan sensörler	9
Çizelge 3.2 DHT22 karakteristik verileri.....	11
Çizelge 3.3 DS18B20 karakteristik verileri	12
Çizelge 3.4 SQ-110 karakteristik verileri	13
Çizelge 3.5 Toprak ıslaklık sensörü karakteristik verileri	14
Çizelge 3.6 SIM900 GSM modülü teknik özellikleri	15
Çizelge 3.7 Bazı AT komutları	16
Çizelge 3.8 Kullanılan antene ait teknik veriler.....	17
Çizelge 3.9 Sistem bileşenlerinin çektiği ortalama akım değerleri.....	20
Çizelge 3.10 Güneş paneli teknik verileri.....	21
Çizelge 3.11 Arduino UNO R3 teknik özellikleri	22
Çizelge 3.12 Ayarlanan alt ve üst sınır değerleri	34
Çizelge 4.1 Kaydedilen satır sayıları	38

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde çevre kontrollü üretimin en yaygın ve etkin uygulaması seralarda gerçekleştirilmektedir. Serada yetiştirilecek bitkinin isteklerinin bilinmesi; ürün niteliğinin daha iyi olmasına, ürünün gelişme ve olgunlaşma süresinin daha kısa olmasına ve daha yüksek verim alınmasına katkı sağlamaktadır (Esmay ve Dixon 1986).

Serada bitki ihtiyaçlarının optimum derecede sağlanabilmesi için, sera içi sıcaklık ve bağıl nem gibi değişkenlerin bilinmesi gerekmektedir (Akgül vd. 2006). Özellikle yoğun üretimin yapıldığı seralarda oluşabilecek aksaklıklar ve elektrik kesintileri sebebiyle sera içi ikliminde meydana gelen ani değişiklikler, don ve hastalıkların hızlı yayılması gibi istenmeyen durumlara sebep olmaktadır. Seralarda üretimin yoğun oluşu ve üretim süresinin uzun oluşu bakımından bu istenmeyen durumlara karşı önlem alınması gerekmektedir.

Ölçüm, fiziksel özellikleri ortaya koymak üzere yapılan sayısallaştırma işlemi olarak tanımlanmaktadır. Ölçüm, fiziksel bir değişken hakkında bilgi toplamak ve belirli bazı sabitlerin değerlerini belirlemek için gerekmektedir. Ölçüm işlemi, fiziksel bir olgu hakkında bir referansla veya standartla karşılaştırma yapmakla niceliksel bilgi toplamak amacıyla yapılmaktadır (Çoruh 2008). Teknolojik seralarda çok sayıda parametrenin sürekli ölçümü zorunlu olmaktadır. Seralarda sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve yönü, ışıklanma, toprak nemi gibi fiziksel parametrelerin ölçümü ve kaydı için bir çok sistem geliştirilmiştir. Başlangıçta termograf, higrograf gibi mekanik veya elektro-mekanik ölçüm ve kayıt yapan sistemler kullanılmıştır. Bu sistemler kullanıldığında sera iklimine ait fiziksel büyüklükler anlık olarak izlenememekle birlikte meydana gelen istenmeyen durumlar çok geç öğrenilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte uzak noktalardan denetim imkânı sağlayan uygulamaların sayısı giderek artmaktadır. Bu uygulamaların alt yapılarında sistem kurulum maliyeti, mesafe ve veri iletim hızı gibi ihtiyaçlara bağlı olarak RS-485, CAN, Bluetooth, GPRS, GSM ve Internet gibi farklı iletişim protokolleri kullanılmaktadır (Guofang vd. 2010).

1.1 Seralarda Kullanılan İzleme ve Kayıt Teknolojileri

Seralarda ölçülen ve kayıt altına alınan fiziksel parametrelerin kontrolüne yönelik elektronik kontrol sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler sera iklimine ait fiziksel büyüklükleri elektronik sensörler aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ölçmek ve kayıt altına almakla birlikte bu parametreleri değiştirmeye yönelik, bir algoritma çerçevesinde seradaki kontrol elemanlarına (pencere, ısıtıcı, fan-pad, sisleyici, vb.) komut vermektedirler. Seralarda otomasyona uygun parametrelerden bazıları ve komuta yöntemleri çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Seralarda otomasyon parametrelerinden bazıları ve komuta yöntemleri

Parametre	Ölçüm Aygıtı	Birimi	Komuta Edilen Ekipman
Sıcaklık	Termometre	°C	Isıtıcılar, Fan/pad soğutma sistemi
Nem	Higrometre	% RH	Sisleyici, Havalandırma
Işık (PAR)	PAR sensörü	$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Aydınlatma, Perdeler
Hava Hızı	Anemometre	m/s	Havalandırma, Fan
CO ₂	CO ₂ Sensörü	ppm	CO ₂ ilavesi, Havalandırma

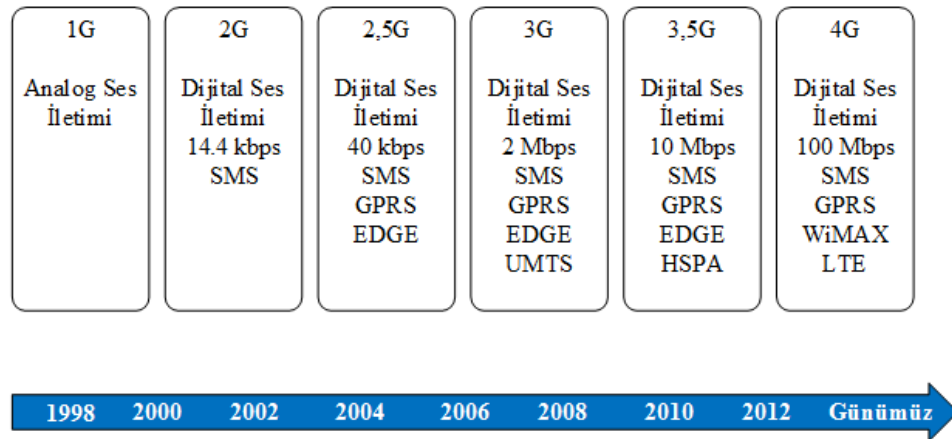
Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle elektronik olarak ölçüm ve kayıt yapan, ölçülen değerleri uzaktaki bir kullanıcıya çeşitli yollar ile (SMS, İnternet) haber veren izleme sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, kullanıcılara kontrolü ellerinde tutma, karşılaşılabilecekleri olumsuz durumlara hızlı müdahale etme olanağı sunmaktadır. Her sene gerek serada gerekse açıkta üretimde çevresel koşullar sebebiyle tonlarca ürün don, sıcaklık, susuzluk, aşırı sulama gibi sebeplerle kaybedilmektedir. Örtü altı yetiştiriciliğinde bu gibi istenmeyen durumları erken uyarı sistemleri sayesinde kontrol etmek mümkündür.

1.2 Mobil İletişim Teknolojileri

Mobil telefonlar günümüzde yoğun olarak kullanılmakta olup özellikle son yıllarda sabit telefonlara ikâme olarak görülmeye başlamasıyla yaygınlığı hızla artmaktadır. GSM ilk olarak 1980’li yıllarda teknoloji dünyasına giriş yaparak son yıllara damgasını vuran en önemli teknolojik gelişmelerden birisi olmuştur.

GSM teknolojisinde haberleşme, radyo frekansları ile sağlanmaktadır. Konuşma ve haberleşme bilgisi bu radyo frekansları ile taşınmaktadır. Baz istasyonlarından yapılan bu radyo yayınları hücre kapsama alanını oluşturmaktadır. Hücresel sistem için dar bir frekans bandı ayrılmıştır (Anonim 2007).

GSM şebekeleri ilk kurulduğunda geliştirilen birinci kuşak (1G) cep telefonları ile yalnızca sesli arama yapılabilirken bu cep telefonları 2000 yılına kadar yerini 14.4 Kbps’ye kadar dijital ses iletimi sağlayabilen ve bununla birlikte dolaşım ve mesajlaşma hizmeti sunan ikinci kuşak (2G) cep telefonlarına bırakmıştır. Zaman içinde WAP, GPRS, EDGE, 3G ve 4G gibi sistemler sayesinde, mobil cihazlar ile daha hızlı veri aktarımı ile internete bağlamak mümkün olmuştur (Şekil 1.1).

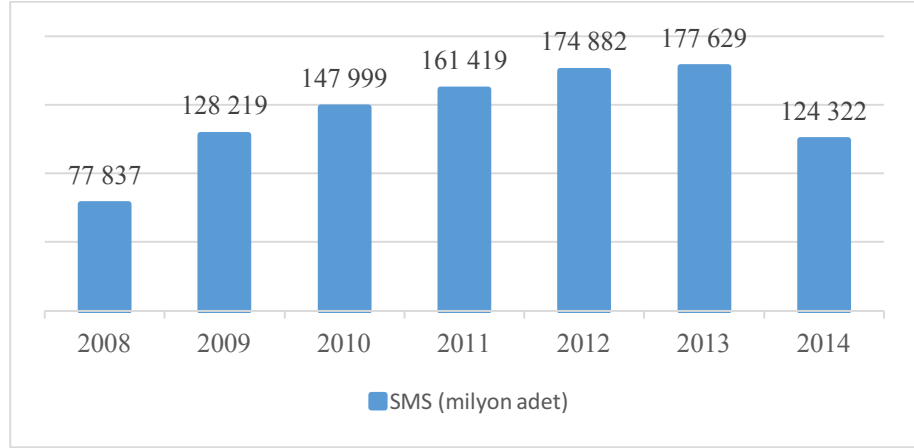


Şekil 1.1 GSM teknolojilerinin zaman içinde gelişimi

1.2.1 Kısa mesaj servisi (SMS)

Kısa Mesaj Servisi (SMS), ikinci kuşak cep telefonlarıyla başlayan, GSM abonelerine en fazla 160 karakterden oluşan, metin tabanlı mesajların gönderilip alınabilmesine imkân veren, kullanımı oldukça kolay bir servistir (Cincirop 2009).

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu 2015 Yılı 2. Çeyrek Üç Aylık Pazar Verileri Raporu'nda Haziran 2015 itibarı ile Türkiye'de toplam 72 174 826 mobil abone bulunduğu ve 2014 yılı içerisinde toplam 124,322 milyar adet SMS gönderildiği bildirilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Yıllara göre mobil SMS gönderim miktarı (Anonim 2015)

Yoğun SMS kullanımının sebebi SMS'in hızlı, kolay uygulanabilen ve artık tüm telefonlarda bulunan bir teknoloji olmasıdır.

1.2.2 Kablosuz internet servisleri

2G mobil teknolojisinde cihazlar, WAP (14.4 kbps) kullanarak internete bağlanabilmektedir ancak bu, çok yavaş bir iletişim şekli olmuştur. Bu sebeple 2G teknolojisine GPRS ve EDGE'in eklenmesiyle 2,5G standardı oluşturulmuştur. GPRS ile

internet bağlantısı, WAP gibi telefonu meşgul etmeyen ve daha hızlı bağlantı sağlayan bir servistir.

EDGE servisi, GPRS'ten yaklaşık 3 kat daha hızlıdır ve UMTS (3G) mobil sistemlere geçişte bir basamak olmuştur.

25 Eylül 2002 tarihinde Avrupa'da ilk UMTS şebekesi çalışmaya başlamıştır. Bu iletişim teknolojisinde veri iletişim hızı 2 Mbps ile WAP servisinden 200 kat daha hızlıdır (Anonim 2007).

1.3 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının konusu sera içi iklimine ait sıcaklık, bağıl nem, PAR, toprak sıcaklığı, sulama suyu sıcaklığı ve toprak nemi değerlerini ölçerek bu değerlerde gözlenen limit dışı değerler ile elektrik kesintisi ve su kesintisi gibi istenmeyen durumlarda SMS ile uzaktaki kullanıcıya haber veren bir sistemin tasarlanması ve imal edilmesidir. Bu izleme sistemiyle sera içi ikliminin uzaktan takibi ve acil eylem planlarının doğru zamanda uygulanabilmesi amaçlanmıştır.

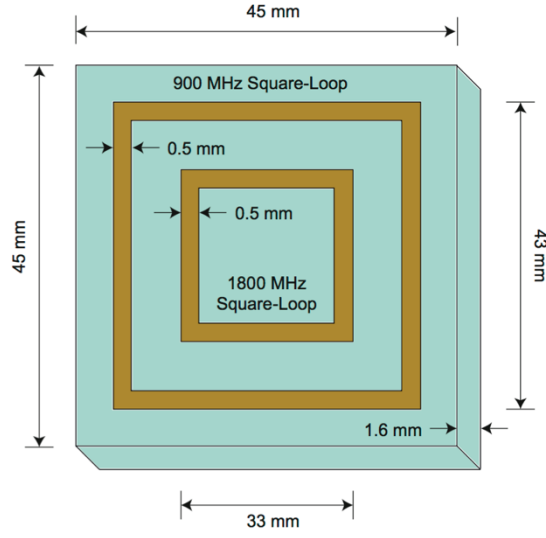
Tez çalışması, gerekli fiziksel büyüklükleri algılayan sensörlerden gelen veriyi yorumlayan ve GSM terminaline ileten bir sistemin yazılım ve donanımını kapsamaktadır. Sensörlerden alınan ve yorumlanan veriler hem sistem üzerindeki ekranla hem de GPRS aracılığıyla belirli aralıklarla kullanıcıya iletilerek düzenli bilgi akışı sağlanmaktadır. Ayrıca sensörlerden alınan veriler, sistem üzerinde belirlenen aralıkların dışına çıktığında ve riskli durum oluştuğunda da sistem SMS ile acil durum bildirimini yapmaktadır. Bu yolla, üreticinin haberdar edilmesi sayesinde seralarda oluşabilecek maddi kayıpların önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Konu ile ilgili, GSM-SMS teknolojileri ile araziden bilgi toplamaya yönelik olarak Tseng vd. (2006), yaptıkları fizibilite çalışmasında sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve tuzağa yakalanan böcek sayısına dair bilgileri derlemişlerdir. 22 gün süren performans deneyleri sırasında toplam 243 saat boyunca tek yönde ve farklı GSM şebekeleri kullanılarak 915 adet SMS gönderilmiş, bu SMS'lerden 25 tanesi şebeke yoğunluğundan dolayı gönderilememiş ve şebeke tarafından tekrar gönderilmiş, tekrar gönderim sonrası doğru bir şekilde ulaşmıştır. Toplamda 6 adet SMS verisi kaybolmuştur. Toplam veri kaybını %0.66 olarak hesaplayan araştırmacılar; 2 metre ile 84 km uzaklıklardaki alıcılara SMS göndererek SMS iletim başarısı ve süresinin uzaklık ve coğrafi yapıdan etkilenmediğini, servis sağlayıcı kalitesi ve kullanım miktarına bağlı olduğunu ortaya koyarak bu teknolojilerin hassas tarım tekniğinde kullanılmasının uygun olacağı görüşüne varmışlardır.

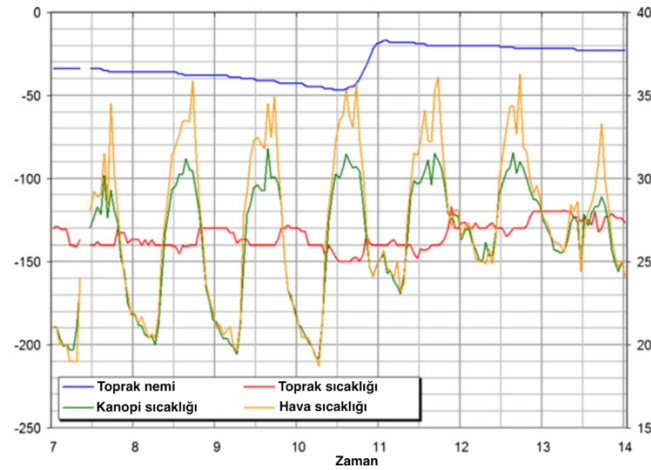
Calcagnini vd. (2006), hastalar için kullanılan evde takip sistemlerinin GSM frekanslarından etkilenme durumlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar, 900 ve 1800 MHz frekans bandında yayın yapan GSM sinyalleri kullanmış ve hastaların üzerinde bulunan evde takip sistemlerinin bu frekanstan etkilendiği sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, saha testlerinde GSM frekanslarından kaynaklanan elektromanyetik parazitler (Electromagnetic Interference – EMI) sebebiyle verilerin %7'sinin kaybolduğunu belirtmişlerdir.

Elektromanyetik parazitlerin giderilmesi ile ilgili bir çalışma ise Rafique vd. (2012) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar, 900 ve 1800 MHz frekans bantlarına ayarlanmış FR-4 baskılı devre üzerine basılmış kare yüzeyler ile frekans seçici filtre tasarlamışlardır (Şekil 2.1). Araştırmacılar göre elektromanyetik parazitlerin giderilmesinde bu tarz filtreler -42 dB'e kadar engelleme sağlamaktadır.



Şekil 2.1 Frekans seçici filtre

Fisher ve Kebede (2009) yaptıkları çalışmada sera ortamında toprak, hava ve kanopi sıcaklığı ile değerlerini mikrodenetleyici kontrolünde ölçerek sistem üzerindeki EEPROM'a kayıt etmiştir. Oldukça düşük enerji harcayan bu sistem içerisindeki 2500 mAh kapasiteli batarya ile yaklaşık 280 gün boyunca ölçüm ve kayıt yapmıştır. Kayıtlı bilgiler devrenin bilgisayarın seri kullanıcı arabirimine takılması ile toplu halde bilgisayara aktarılmıştır. 2009 Temmuz ayında yapılan 1 haftalık deneme sonuçları şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2 2009 yılı Temmuz ayında yapılan 1 haftalık denemeye ait saatlik toprak sıcaklığı, kanopi sıcaklığı ve hava sıcaklığı ile toprak nemine ait grafik

Literatürde GSM/SMS teknolojisinin tarıma uygulanması konusunda yapılmış uygulamalar bulunmaktadır. Calcante vd. (2014), geniş alanlarda serbest halde otlayan ineklerde doğum anını ve koordinatlarını SMS ile haber veren bir sistem tasarlamışlardır. Benzer bir araştırma da Stalidzans (2013) tarafından bal arılarında kovan içi sıcaklığını ölçerek internet üzerinden veri tabanına kaydeden ve üreticiye haber veren bir sistem üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmacı, kovan içi sıcaklığın ölçümü için Dallas firmasının ürettiği DS18B20 sıcaklık sensörünün kullanılmasının ve veri alma periyodunun 15 dakika olmasının yeterli olacağını belirtmiştir.

Aziz vd. (2009) yaptıkları çalışmada, seraya ait hava sıcaklığı değerini sensörler ile ölçen ve SMS ile ayarlanan telefon numarasına gönderen bir sistem geliştirmişlerdir. SMS gönderim performansını belirlemek için günün üç farklı saat diliminde yapılan 50'şer mesajlık performans testlerinde, SMS teslim edilme süresini ortalama 9 ile 20 saniye arasında olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacıların bildirdiğine göre yapılan toplam 300 mesajlık testte veri kaybı olmamıştır.

Seralardan GSM-SMS teknolojisiyle bilgi alma konusunda yapılan bir diğer çalışma ise Jin vd. (2007) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar, söz konusu çalışmada seradan bilgi almaya yarayan bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemle sera iklimine ait sıcaklık, bağıl nem ve toprak sıcaklığı verilerini ölçerek GSM-SMS teknolojisi ile uzaktaki bir bilgisayara ulaştırmış, burada veri tabanına kaydetmişlerdir. Araştırmacılar, geliştirilen sistemin uzaktan gerçek zamanlı veri analizi konusuna da katkı sağlayacağını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Kullanılan sensörler

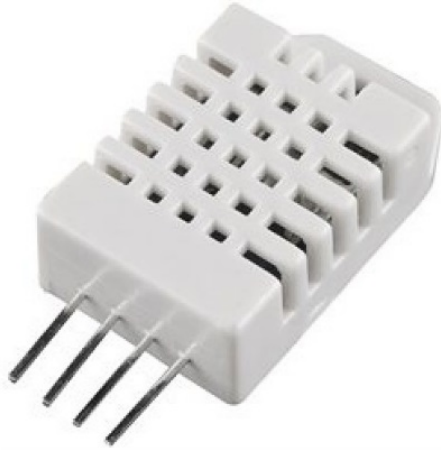
Tez çalışması kapsamında tasarımı ve imalatı yapılan sistem ile hava sıcaklığı ve bağıl nem, toprak ve su sıcaklığı, fotosentezde etkin ışığa (PAR) değerleri ölçülmüş; şebeke elektriğinin olup olmadığı ve toprağın ıslak olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu parametreleri ölçen ve belirleyen çeşitli sensörler kullanılmıştır. Kullanılan sensörler çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Ölçülen parametreler ve kullanılan sensörler

Ölçülen Parametre	Kullanılan Sensör
Hava sıcaklığı ve bağıl nem	DHT22
Toprak sıcaklığı	DS18B20 Su geçirmez
Su sıcaklığı	DS18B20 Su geçirmez
PAR	SQ-110
Toprak ıslaklığı	SEN-13322
Şebeke elektriği	Arduino Uno R3 Analog Girişleri

Hava sıcaklığı ve bağıl nem sensörü

Bu çalışmada hava sıcaklığı ve bağıl nem sensörü olarak Aosong Electronics'in ürettiği DHT22 isimli sensör kullanılmıştır (Şekil 3.1.a). Bu sensör ekonomik olması ve tek pin üzerinden veri alış-verişi sağlıyor olması bakımından sıkça tercih edilmektedir. İçerisinde sıcaklığı ölçmek için bir adet DS18B20 ve bağıl nemi ölçmek için kapasitif sensör bulunmaktadır. Çalışmada bu sensör, plastik saksı tabaklarından yapılan bir siper içine yerleştirilmiş ve güneş, yağmur gibi etmenlerden etkilenmeden çalışması sağlanmıştır. Yapılan siperin alt kısmına sensörün çalışıp çalışmadığını ve veri alışverişini gösteren LED'ler yerleştirilmiştir (Şekil 3.1.b). Sensöre ait karakteristik verileri çizelge 3.2'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.1.a. DHT22 sıcaklık ve bağıl nem sensörü, b. Sensör siperi

Çizelge 3.2 DHT22 karakteristik verileri

Besleme Gerilimi	3,3 – 6 V DC	
Algılama Elemanı	Sıcaklık: DS18B20	Nem: Kapasitif
Ölçüm Aralığı	Sıcaklık: -40 – +80 °C	Nem: %0 – %100 RH
Ölçüm Hatası	Sıcaklık: $\pm 0,5$ °C	Nem: %2 RH
Hassasiyet	Sıcaklık: 0,1 °C	Nem: %0,1 RH

Toprak ve su sıcaklığı sensörleri

Serada toprak ve su sıcaklığı ölçümleri için kolaylıkla bulunabilen, tek pin üzerinden iletişim kuran ve ölçüm hatası $\pm 0,5$ °C olan Dallas firmasının ürettiği DS18B20 dijital sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Çalışmada bu sensör, su geçirmez özellikte üretilenleri olduğundan özellikle tercih edilmiştir. Su geçirmez özellikte üretilmiş bir DS18B20, şekil 3.2’de gösterilmiştir. Sensörler Dallas’ın OneWire® protokolünü kullandığı için her iki sensörle de aynı kablo üzerinden iletişim sağlanabilmiştir. Sensöre ait karakteristik verileri çizelge 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Su geçirmez yapıda DS18B20 sıcaklık sensörü

Çizelge 3.3 DS18B20 karakteristik verileri

Besleme Gerilimi	3,0 – 5,5 V DC
Ölçüm Aralığı	-55 – +125 °C
Ölçüm Hatası	±0,5 °C
Hassasiyet	0,0625 °C

PAR sensörü

Tez çalışmasında PAR değerinin ölçümü için Apogee Instruments tarafından geliştirilen SQ-110 sensörü kullanılmıştır (Şekil 3.3). Sensör, yalnızca fotosentezde kullanılabilen dalga boylarındaki (400 – 700 nm) ışığı almak üzere filtrelenmiş olarak üretilmektedir. Sensör çıkışı analog olup üzerine düşen $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ güneş radyasyonu intensitesi başına 0,2 mV çıkış gerilimi üretmektedir. Çalışmada bu sensör, hava sıcaklığı ve nem sensörü için geliştirilen sensör siperinin üzerine takılarak dış koşulların etkisi altında hatalı ölçüm yapması engellenmiştir. Çalışmada bu sensör tarafından üretilen gerilim ana kontrol kartının analog girişlerinden birine uygulanmış ve dâhili 10 bit ADC üzerinden dijital veriye dönüştürülmüştür. Sensöre ait karakteristik verileri çizelge 3.4’te verilmiştir.



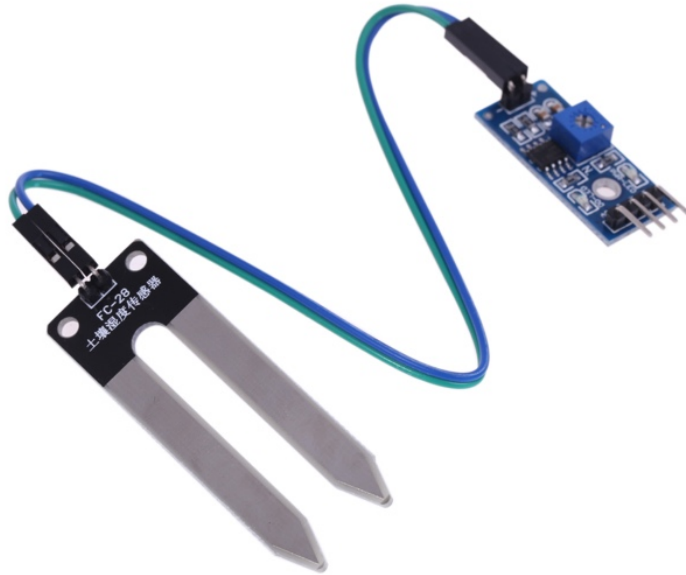
Şekil 3.3 SQ-110 PAR sensörü

Çizelge 3.4 SQ-110 karakteristik verileri

Besleme Gerilimi	Yok
Çıkış Gerilimi	0,2 mV / $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Ölçüm Aralığı	0 – 4000 $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$
Çalışma Koşulları	-40 – +70 °C % 0 – % 100 RH

Toprak ıslaklık sensörü

Geliştirilen sistemde toprakta bitki gelişimi için yeterli nem olup olmadığını anlamak amacıyla Sparkfun firmasının ürettiği SEN-13322 kodlu toprak ıslaklık sensörü kullanılmıştır (Şekil 3.4). Bu sensör, topraktaki nem miktarını göstermek üzere kalibre edilmemiştir. Yalnızca toprak neminin, sensör üzerindeki ayarlı direnç ile belirlenen değerin altına düşmesi durumunda dijital bir çıkış sinyali vermektedir. Sensöre ait karakteristik verileri çizelge 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.4 Toprak ıslaklık sensörü

Çizelge 3.5 Toprak ıslaklık sensörü karakteristik verileri

Besleme Gerilimi	3,0 – 5,5 V DC
Ölçüm Aralığı	% 0 - % 40 (hacimsel)
Çalışma Koşulları	-40 – +70 °C

3.1.2 GSM modülü

Çalışma kapsamında geliştirilen sistemde yer alan GSM modülü, hem GPRS üzerinden internet erişimi, hem de SMS ile acil durum mesajları göndermeyi sağlamaktadır. Bu çalışmada GSM modül olarak SIMCOM firması tarafından üretilen SIM900 kullanılmıştır (Şekil 3.5). Bu modülün yerli satıcılardan temin edilmesi gerekmektedir çünkü IMEI numarası kayıtlı olmayan modüller devre dışı kalmaktadır. Bu modüle ait teknik özellikler çizelge 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.5 SIM900 GSM modülü

Çizelge 3.6 SIM900 GSM modülü teknik özellikleri

Frekans Bandı	850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
Boyutlar	24 x 24 x 3 mm
Ağırlık	3.4 g
Besleme Gerilimi	3.4 ... 4.5 V
Ortalama Besleme Akımı	Uyku: 1.5 mA Bekleme: 22 mA Veri İletimi: 191 mA
Seri Haberleşme Arayüzü	UART @ 9600 BAUD 8-n-1 AT Komut Seti

SIM900 GSM modülüyle AT komutları kullanılarak haberleşilmektedir. Dünya çapında standart olarak kullanılan AT komutları, temel olarak bazı komutları içermektedir. Bu komutlardan bazıları çizelge 3.7’de verilmiştir. AT komutları, kendisinden sonra gelen “yeni satır” (İkili tabanda: 10) karakteri ile işleme alınır. Sistemden GSM modülüne “AT” harfleri gönderildiğinde “OK” şeklinde cevaplama beklenmektedir.

Çizelge 3.7 Bazı AT komutları

AT Komutu	Fonksiyonu
ATD	Numara çevir
ATA	Çağrıyı cevapla
ATH	Gelen çağrıyı meşgule at
AT+CGMS	SMS mesajı gönder
AT+CMGL	Gelen mesajları listele
AT+CMGR	SMS mesajı oku
AT+CMGD	SMS mesajı sil
AT+CSQ	Sinyal kalitesi
AT+CBC	Pil durumu
AT+COPS	Şebeke adı

Anten

GSM Modülünün çekim kalitesini artırmak amacıyla sisteme bir adet GSM anteni eklenmiştir (Şekil 3.6). Kullanılan antene ait veriler çizelge 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.6 Kullanılan GSM anteni

Çizelge 3.8 Kullanılan antene ait teknik veriler

Frekans	890/960, 1710/1880 MHz
Uzunluk	118 mm
Tip	Omni-Directional 1/4 dalga boyu
Kazanç	+2 dBi
Bağlantı	SMA erkek konnektör

3.1.3 LCD Ekran

Geliştirilen sistemde anlık değerleri göstermek ve sınır değerleri ile mesaj gönderilecek cep telefonu numarasını ayarlayabilmek için 4 satır x 20 karakterlik bir LCD ekran kullanılmıştır. LCD arka ışığının, şebeke elektriği kesildiğinde tüketilen gücü azaltmak amacıyla daha zayıf yanması sağlanmıştır. Sistem çalışır durumdayken ekranda GSM şebekesi adı, çekim gücü ve şarj oranı verilerinin sürekli olarak görünmesi sağlanmıştır. Ekranda dönüşümlü olarak hava sıcaklığı ve nemi, PAR, toprak ve su sıcaklığı ile elektrik kesintisi ve sulama arızası olup olmadığı yazdırılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Veri ekranları

3.1.4 Akü

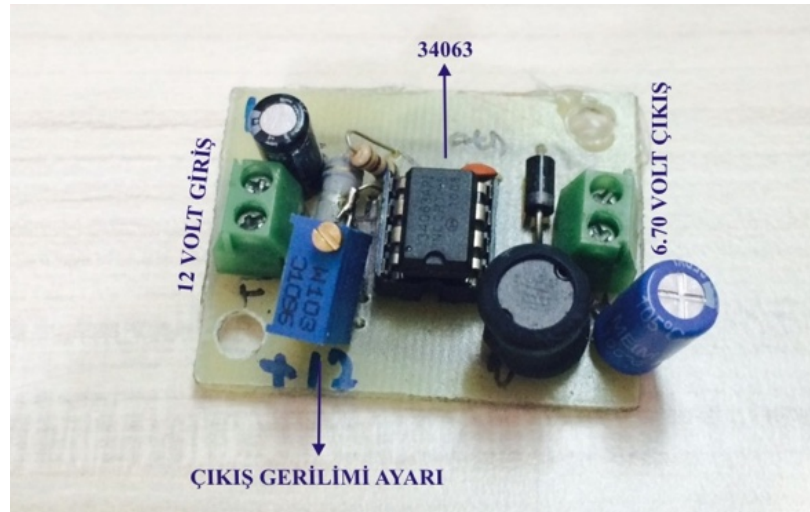
Tez kapsamında tasarım ve imalatı gerçekleştirilen sistemin, elektrik kesintisi durumunda veya elektrik şebekesine sahip olmayan, şehirden uzak bölgelerde de çalışabilir olması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen sisteme bir adet akü eklenmiştir. Kullanılan akü 6 Volt 1,3 Ah değerinde kurşun-asit aküdür (Şekil 3.8). Tasarlanan şarj ve akü koruma üniteleri ile akünün şarj - deşarj döngüsü denetlenmektedir.



Şekil 3.8 Akü

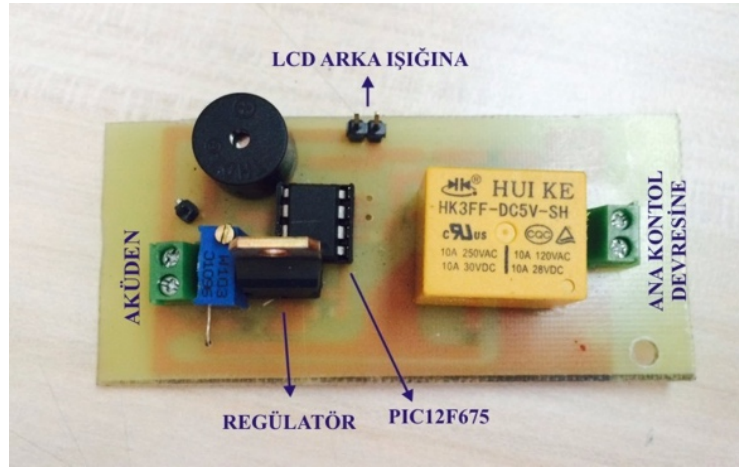
3.1.5 Şarj ve akü koruma üniteleri

Tez kapsamında geliştirilen sistemin enerji kaynağı normal şartlarda, bir adaptör ile sağlanan 12 Volt veya güneş paneli tarafından sağlanan değişken gerilimdir. Çalışmada bu gerilim kaynağını aküyü şarj etmek ve sistemi beslemek için kullanmak amacıyla 34063 entegresi tabanlı bir sabit gerilim regülatörü tasarlanmıştır. Bu regülatörün çıkış gerilimi, 6 Volt akülerin sürekli şarjda kalma (float) gerilimi olan 6,70 Volt'a ayarlanmıştır. Böylece akünün, elektrik olduğu sürece şarjlı kalması sağlanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Şarj kontrol ünitesi

Kullanılan akü kurşun-asit yapıda olduğu için geriliminin 5.80 Volt'tan aşağıya düşmesi akünün ömrünü kısaltmaktadır. Geliştirilen sistemde akü yaklaşık 5.80 Volt civarına düştüğünde sistemi kapatan, Microchip PIC12F675 tabanlı bir “akü koruma ünitesi” tasarlanmıştır ve kullanılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Akü koruma ünitesi

Sistem aktif haldeyken sistem bileşenlerinin çektikleri ortalama akım çizelge 3.9’da gösterilmiştir. Bu verilere göre sistem akü ile yaklaşık olarak 5 saat çalışabilmektedir.

Çizelge 3.9 Sistem bileşenlerinin çektiği ortalama akım değerleri

Eleman	Çektiği ortalama akım (mA)
Ana Kontrol Kartı (Arduino)	160
LCD Ekran	56
GSM Modül	22
Hava Sıcaklığı/Nemi Sensörü	1
Toprak ve Su Sıcaklığı Sensörleri	2
Islaklık Sensörü	4
TOPLAM	245

3.1.6 Güneş paneli

Sistemin maksimum toplam güç tüketimi, yapılan ölçümler sonucunda 1,64 W olarak bulunmuştur. Sistemin genel çalışmasını devam ettirebilmesi için, denemeler sonucunda 10 W'lık maksimum gücü olan bir güneş panelinin yeterli olduğu görülmüştür (Şekil 3.11). Seçilen güneş paneline ait teknik veriler çizelge 3.10'da verilmiştir. Güneş paneli kullanıldığı durumlarda sistemin elektrik arızası haber verme fonksiyonu devre dışı kalmaktadır. Kullanılan akünün, güneşin olmadığı saatlerde yetecek büyüklükte seçilmesi gerekmektedir.



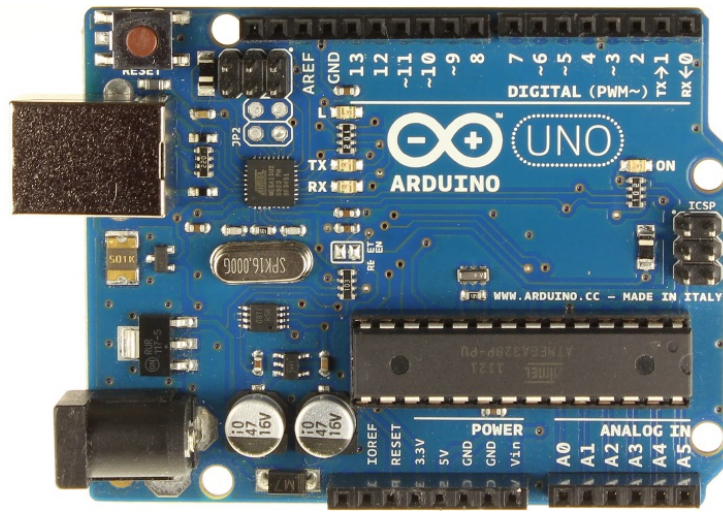
Şekil 3.11 Güneş paneli

Çizelge 3.10 Güneş paneli teknik verileri

Maksimum Güç (P_{max})	10 Watt
Maksimum Güç Gerilimi (V_{mp})	17,5 V
Maksimum Güç Akımı (I_{mp})	570 mA
Açık Devre Gerilimi (V_{oc})	22 V
Kısa Devre Akımı (I_{sc})	620 mA
Boyutlar	290 mm x 350 mm x 25 mm
Ağırlık	1,7 kg

3.1.7 Ana kontrol kartı

Tez kapsamında tasarımı ve üretimi yapılan sistemde ana kontrol kartı olarak son zamanlarda yaygın olarak kullanılan Arduino UNO R3 isimli geliştirme kartı kullanılmıştır (Şekil 3.12). Arduino UNO, mikrokontrolör (ATmega328) tabanlı bir geliştirme kartıdır. USB ile bilgisayar üzerinden programlanarak kullanılmaktadır. Karta ait teknik özellikler çizelge 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.12 Arduino UNO R3

Çizelge 3.11 Arduino UNO R3 teknik özellikleri

Mikrokontrolör	ATmega328P
Çalışma Gerilimi	5 V
Giriş Gerilimi	6 – 20 V
Dijital Giriş / Çıkış Pinleri	14 adet
Analog Giriş Pinleri	6 Adet
ADC Çözünürlüğü	10 bit
Program Hafızası	32 KB
EEPROM Hafızası	1 KB
Çalışma Frekansı	16 MHz

3.1.8 Sistem kutusu

Sistemin sera denemelerinde çevre koşullarından etkilenmeden çalışabilmesi için 226 x 166 x 60 mm ölçülerinde bir plastik proje kutusu kullanılmıştır. Kutunun ön kısmında LCD ekran ve tuş takımı için delikler açılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Kutunun önden görünüşü

Kutunun alt kısmına bir elektrik girişi, açma-kapama tuşu ve sensör girişleri eklenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Kutunun alttan görünüşü

Kutunun üst kısmında ise USB girişi ile GSM anteni ve GSM bağlantı durumunu gösteren LED'ler bulunmaktadır (şekil 3.15).



şekil 3.15 Kutunun üstten görünüşü

3.1.9 Deneme serası

Çalışmanın denemeleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisi üzerinde bulunan 64 m² taban alanına sahip, yüksekliği 3m, mahya yüksekliği 4 m ve çatı eğim açısı 26,5° olan Venlo tip serada yapılmıştır (şekil 3.16). Seranın havalandırması, çatının güneye bakan yüzeyinde üçer adet olmak üzere toplam altı adet pencere ile sağlanmaktadır. (Akgül vd. 2006). Buna ek olarak fan-pad sistemi ile havalandırma ve soğutma yapılmaktadır. Serada ısıtma sistemi bulunmamaktadır. Serada genellikle deneme materyali olarak topraksız tarım tekniği ile kıvrıcık marul yetiştirilmektedir (şekil 3.17).



Şekil 3.16 Deneme serası



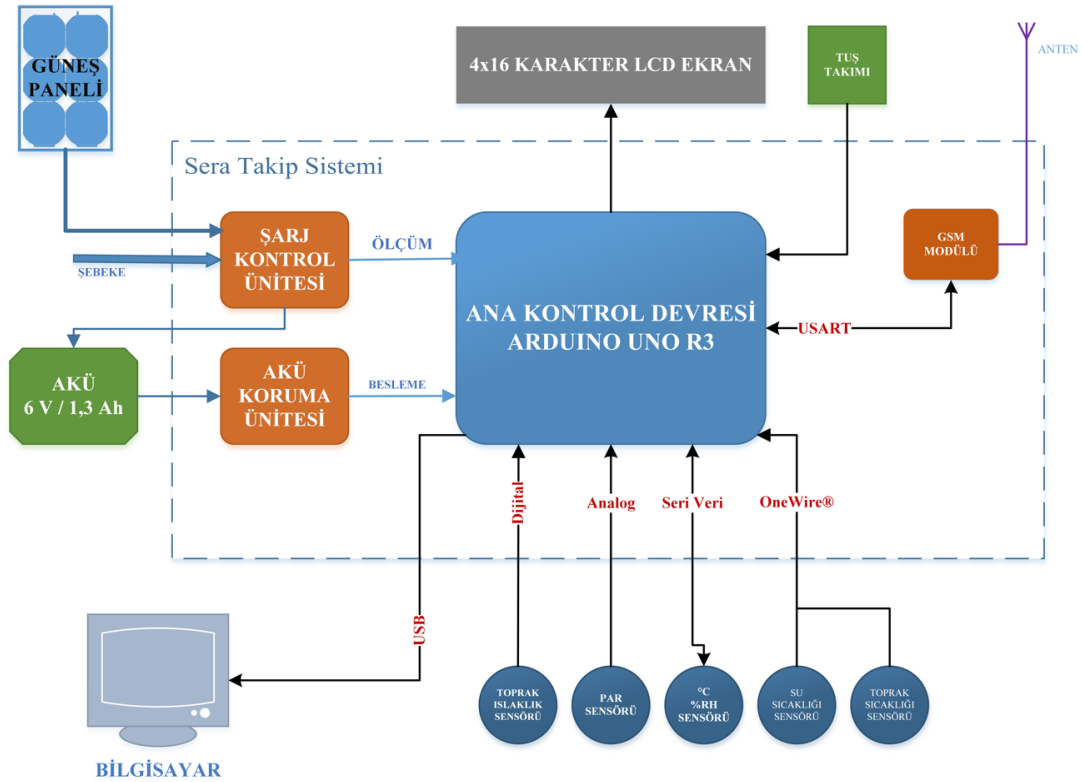
Şekil 3.17 Deneme serasının içten görünüşü

3.2 Yöntem

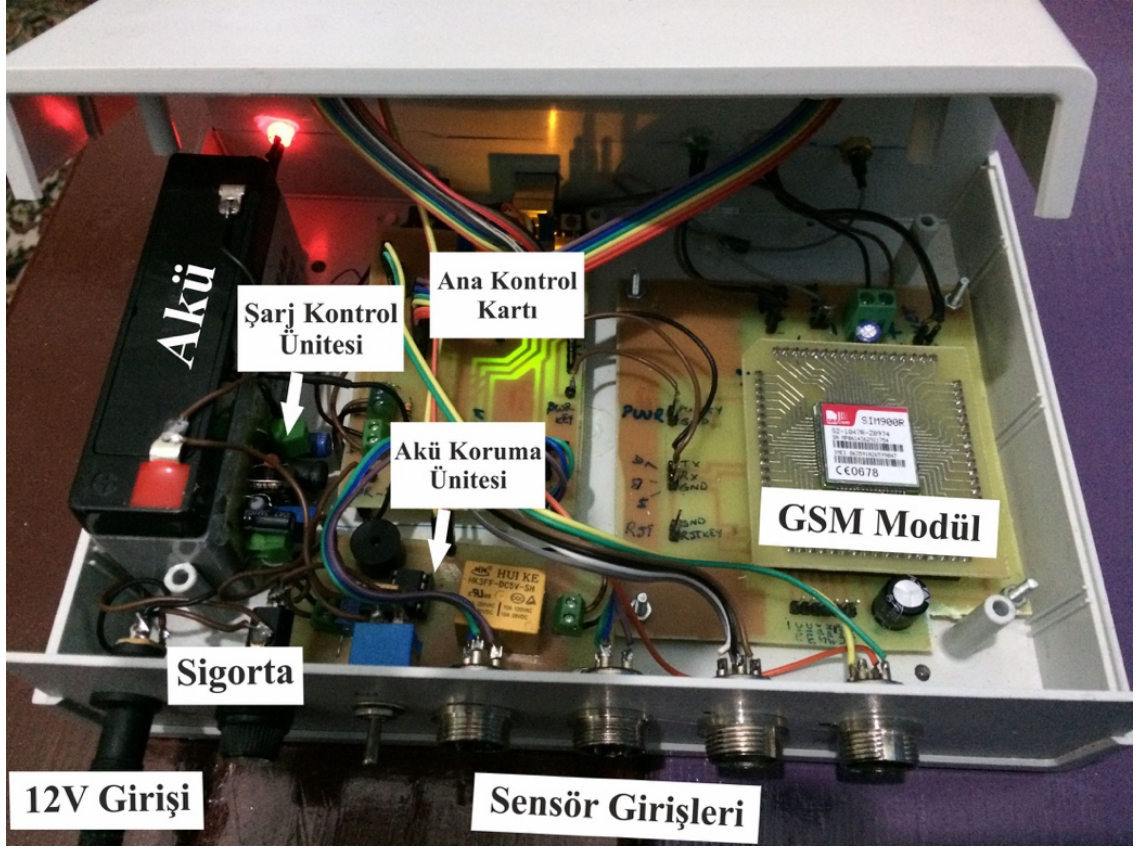
Çalışma kapsamında geliştirilen sistem; parametreleri ölçen sensörler, sensörlerden gelen verileri yorumlayan ve önceden ayarlanmış sınır değerler ile karşılaştırıp gerekli durumlarda GSM modülü aracılığıyla SMS ile yöneticiye ulaştıran, aynı zamanda GPRS bağlantısı ile bir uzak sunucuya (www.gokturkseyhan.net) kaydeden bir elektronik kontrol ünitesi ve tüm sistemin beslemesini sağlayan şarj kontrol ünitesi ile akü ve akü koruma ünitesinden, ayrıca tüm parametreleri kullanıcıya göstermek ve gerekli ayarları yapmak üzere bulunan bir lcd ekran ve tuş takımından oluşmaktadır.

3.2.1 Elektronik tasarım

Geliştirilen sisteme ait blok şema şekil 3.18’de, uygulaması ve iç yapısı ise şekil 3.19’da görülmektedir.

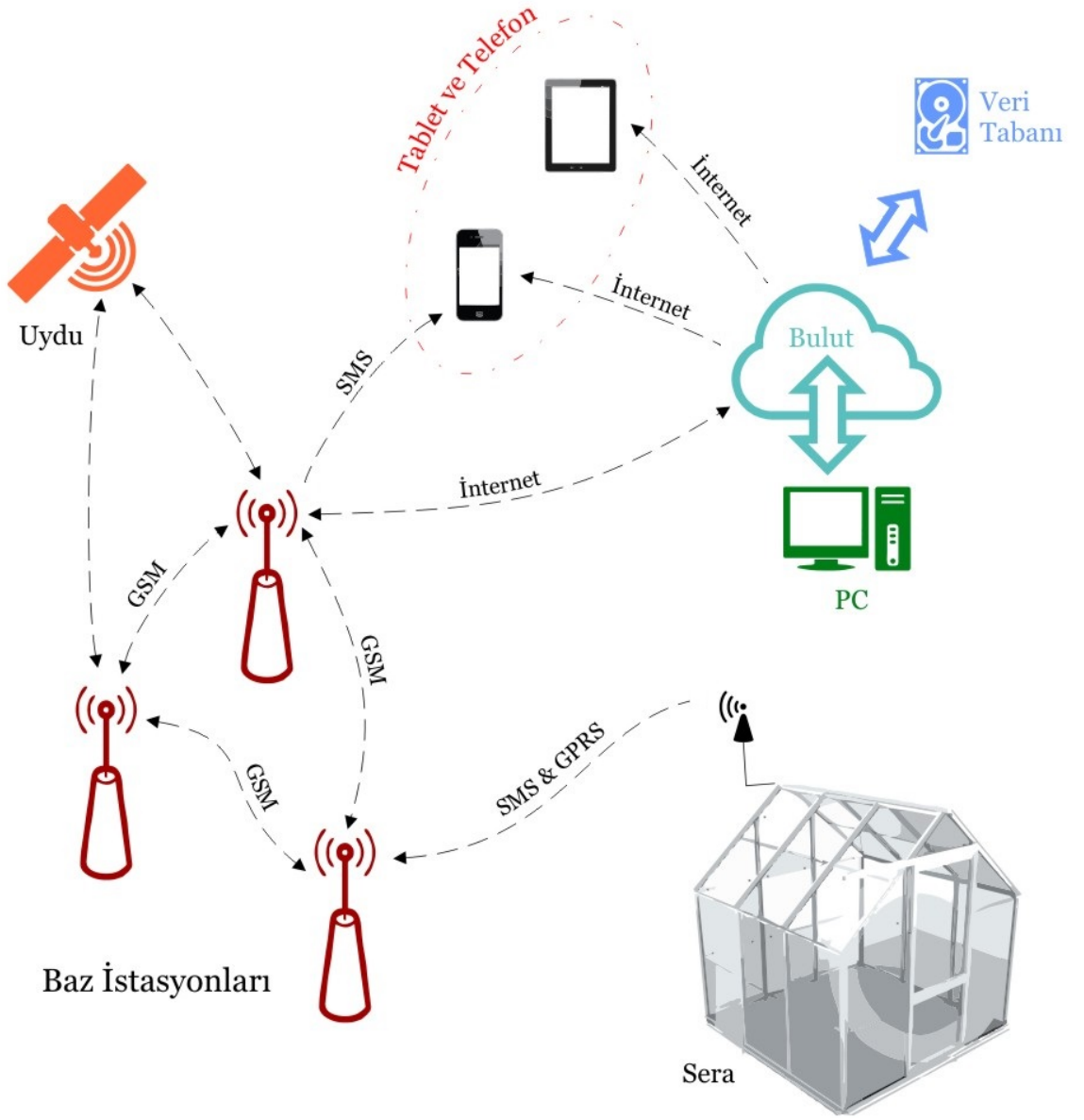


Şekil 3.18 Geliştirilen sistemin blok şeması



Şekil 3.19 Çalışma kapsamında geliştirilen sistemin iç yapısı

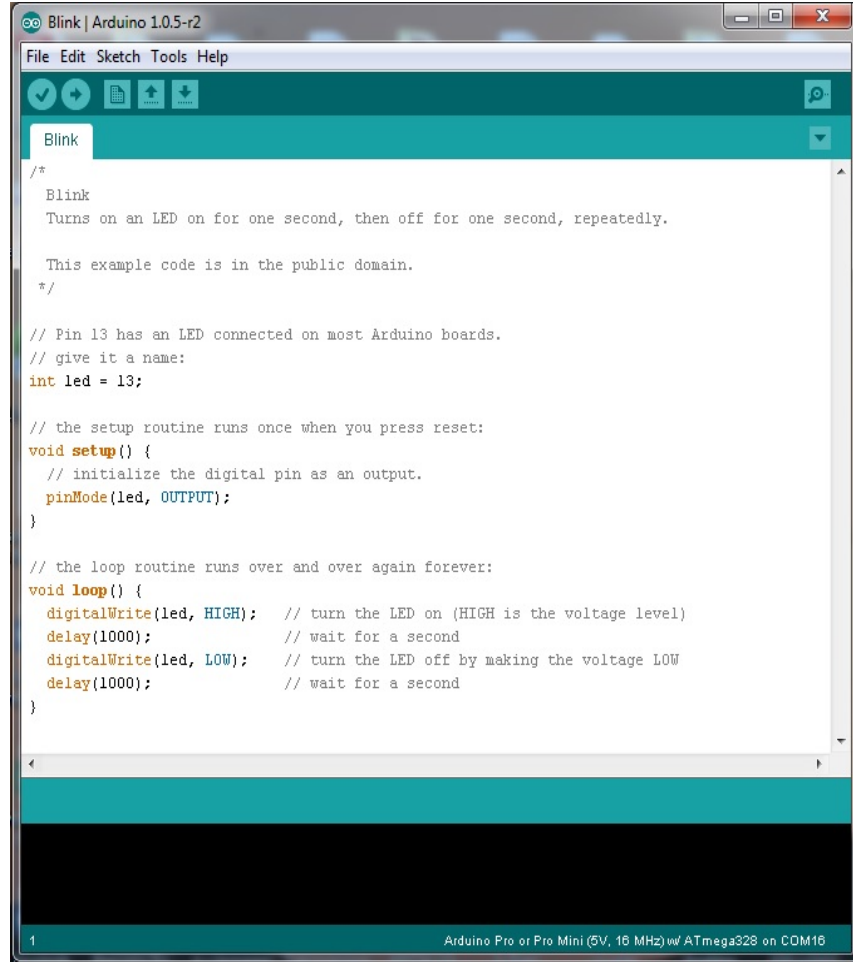
Sistem, GPRS üzerinden uzak sunucudaki php dili ile yazılmış bir programa erişmekte ve veriler bu program sayesinde veri tabanına kaydedilmektedir. Bu veri tabanına kaydedilen verileri, internet erişimi olan tüm cihazlar ile görüntülemek mümkündür. Sisteme ait veri akış diyagramı şekil 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.20 Geliştirilen sisteme ait veri akış diyagramı

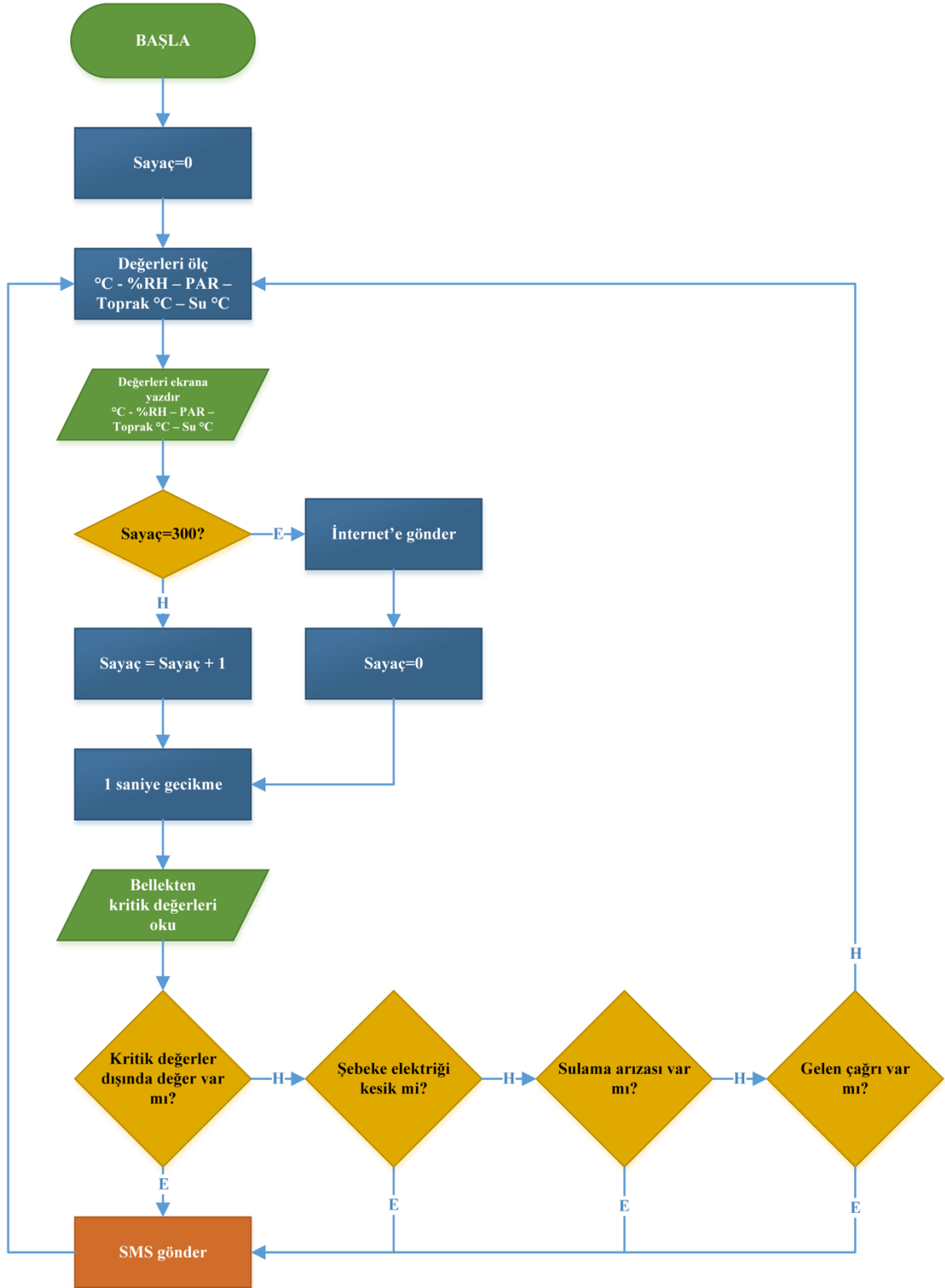
3.2.2 Yazılım

Geliştirilen sistemin Arduinio UNO R3 kullanılarak yapılması sebebiyle yazılım geliştirilmesi ve sistemde denenmesi Arduino geliştirme arayüzü kullanılarak yapılmıştır. Bu arayüz, programlama dili olarak C kullanmakta ve derlenen programı USB üzerinden sisteme yükleyebilmektedir. Arayüze ait örnek ekran görüntüsü şekil 3.21’de görülmektedir. Bu program sayesinde programda yapılan değişiklikler kolaylıkla USB üzerinden sisteme yüklenebilmekte ve çalıştırılabilmektedir. Tez kapsamında geliştirilen yazılımın akış şeması ise şekil 3.22’de görülmektedir.



```
Blink | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */
// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
1 Arduino Pro or Pro Mini (5V, 16 MHz) w/ ATmega328 on COM16
```

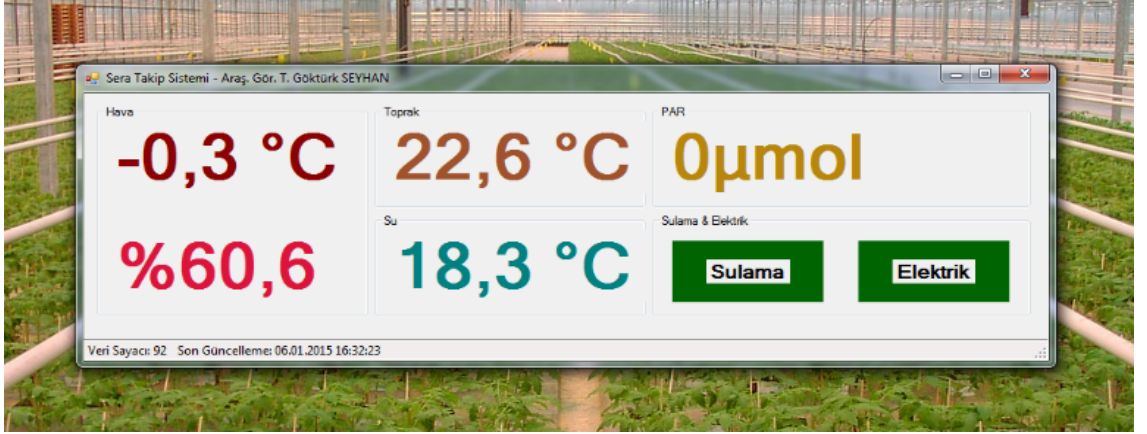
Şekil 3.21 Arduino geliştirme arayüzüne ait örnek ekran görüntüsü



Şekil 3.22 Yazılım akış şeması

3.2.3 Bilgisayar programı

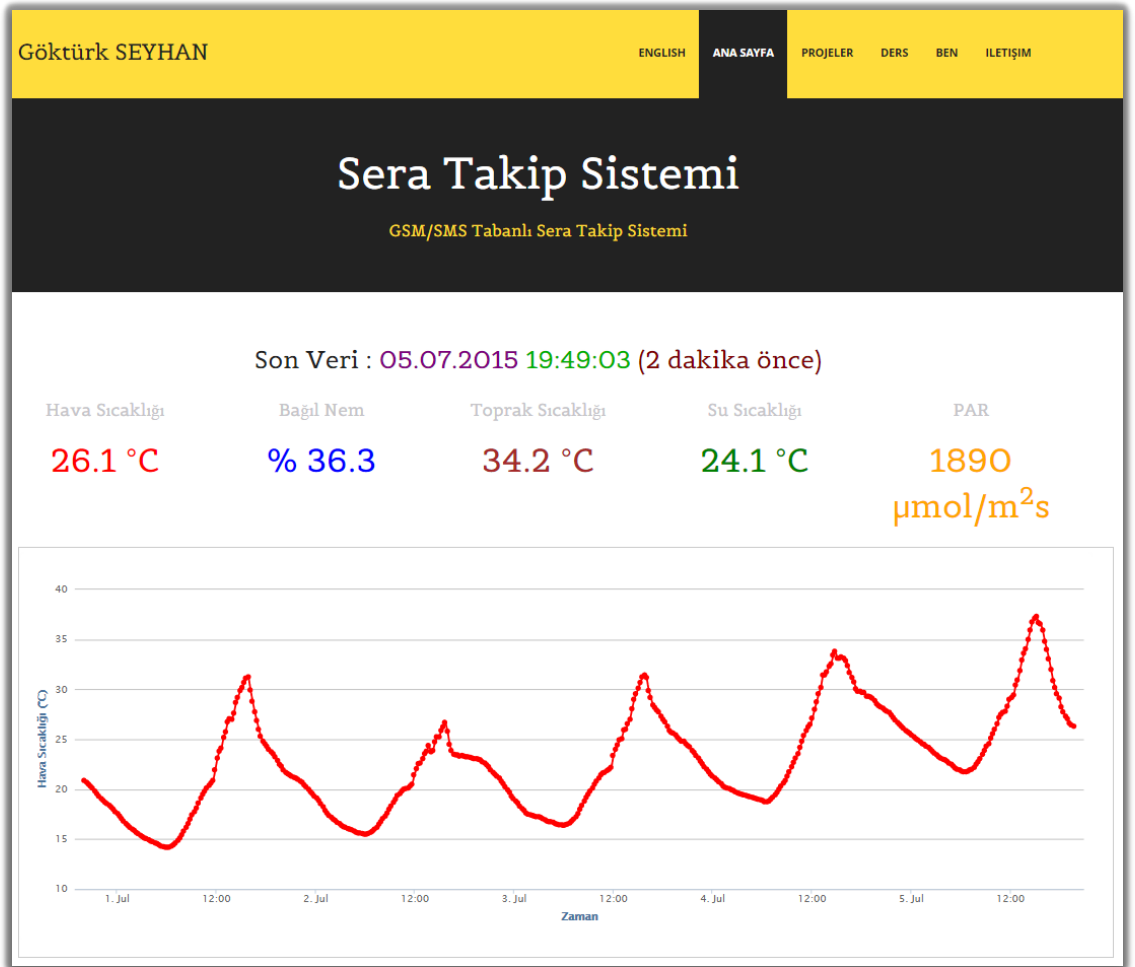
Sistem üzerindeki USB portu aynı zamanda verilerin bilgisayardan takibi için de kullanılmıştır. Bu amaçla Visual Basic ile yazılan bir program, verileri sistemden alıp bilgisayarda depolamaktadır (Şekil 3.23). Bu program ile aynı zamanda SMS gönderim zamanları kayıt altına alınarak tez çalışmasının sonuçlarının ortaya konulması sağlanmıştır. Böylelikle uzak sunucuda veri tabanına kayıt edilen parametreler ile program tarafından alınan veriler arasında karşılaştırma yapılabilmektedir. Bu programla SMS gönderim zamanları ile sayıları, hatalı ve eksik kayıtlar kolaylıkla takip edilebilmiştir.



Şekil 3.23 Sera Takip Sistemi bilgisayar programı

3.2.4 İnternet sitesi

Sistemin internet üzerinden takip edilebilmesi için bir internet sitesi hazırlanmıştır. <http://www.gokturkseyhan.net/seratakip> adresinden ulaşılabilen bu internet sitesi, sistemin güncel durumunu göstermekle birlikte istenilen tarih aralığını grafik olarak kullanıcıya sunmaktadır (Şekil 3.24). WEB sitesi php programlama diliyle programlanmıştır ve verileri mySQL veri tabanına kaydetmektedir.



Şekil 3.24 İnternet sitesi görünümü

3.2.5 Sistemin serada kurulması

Tasarımı tamamlanan sistem öncelikle laboratuvarında denenmiş, ardından deneme serasına monte edilmiştir (Şekil 3.25). Serada şebeke elektriği bulunduğu için sistem 220 Volt ile çalışacak şekilde ayarlanmıştır. Hava sıcaklığı, bağıl nem, toprak sıcaklığı, su sıcaklığı ve PAR parametreleri için ayarlanan sınır değerleri çizelge 3.12’te verilmiştir. Ticari bir sera için asgari güneş radyasyonu (PAR) yoğunluğu 50-200 $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ olarak bildirilmektedir (Anonymous 2010). Bu değer göz önünde bulundurularak tezin denemelerinde PAR üst sınırı 250 olarak belirlenmiştir. Şekil 3.26’da ayarlama esnasındaki ekran görüntüsü verilmiştir. Hava sıcaklığı, bağıl nem ve PAR sensörünü içeren sensör siperi, yerden 200 cm yüksekliğe takılmıştır. Su sıcaklığı sensörü ise, topraksız tarım için kullanılan ana tanka bağlanmıştır. Sistem 5 dakika aralıklarla uzak sunucuya veri gönderecek şekilde ayarlanmıştır. Telefon numarası da ayarlandıktan sonra denemelere başlanmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.25 Sistemin seraya montajı

Çizelge 3.12 Ayarlanan alt ve üst sınır değerleri

Parametre	Alt Sınır	Üst Sınır
Hava Sıcaklığı	0 °C	-
Bağıl Nem	% 20	% 80
Toprak Sıcaklığı	0 °C	25 °C
Su Sıcaklığı	2 °C	30 °C
PAR	Yok	250 $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$
Elektrik Kesintisi	Haber Versin	
Sulama Arızası	Haber Versin	



Şekil 3.26 Bağıl nem ayarlama ekranı



Şekil 3.27 Telefon numarası ayarlama ekranı

3.2.6 Kayıtların değerlendirilmesi

Tasarlanan ve üretilen sistemin serada yapılan denemelerinde USB üzerinden bilgisayara kaydedilen veriler ile GPRS bağlantısı üzerinden uzak sunucuya kaydedilen veriler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırmalarda mükerrer, eksik ve hatalı kayıtlar aranmıştır. Bu kayıtların değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır. Sistemden alınması beklenen kayıt oranı,

$$\text{Beklenen kayıt} = \text{Deneme süresi} / \text{Veri kaydetme sıklığı}$$

denklemiyle hesaplanmıştır. Buna göre,

$$\text{Beklenen kayıt} = 5 \text{ gün} * 24 \text{ saat} * 60 \text{ dakika} / 5 \text{ dakika} = 1440 \text{ adet}$$

olarak bulunmuştur.

Diğer yandan, bilgisayara kaydedilen veriler ile uzak sunucuya kaydedilen veriler birbirine eşit olmadığında bu kayıt “hatalı” olarak adlandırılmıştır. Buna göre hatalı kayıt oranı,

$$\text{Hatalı kayıt} = \frac{\text{Hatalı kayıt (adet)}}{\text{Beklenen kayıt (adet)}}$$

formülüyle ifade edilmiştir. Şekil 3.28’de bir hatalı kayıt örneği gösterilmiştir.

tarih	havaSicakligi	havaNemi	toprakSicakligi	suSicakligi	par	id
2015-02-24 10:09:22	0	0	0	0	0	13204

Şekil 3.28 Hatalı kayıt örneği

Bilgisayara kaydedilen fakat uzak sunucuya kaydedilmeyen veriler “eksik kayıt” olarak adlandırılmıştır. Bu kayıtlar aynı zamanda aralarında 5 dakikadan fazla zaman geçen ardışık iki kayıt olarak da tanımlanabilmektedir. Şekil 3.29’daki kayıt örneği incelendiğinde, 09:55’te gelmesi gereken verinin gelmediği görülmektedir. Bu nedenle bu kayıt, “eksik kayıt” olarak tanımlanmıştır. Eksik kayıt oranının hesabı ise,

$$\text{Eksik kayıt} = \frac{\text{Eksik kayıt (adet)}}{\text{Beklenen kayıt (adet)}}$$

formülüyle yapılmıştır.

tarih	havaSicakligi	havaNemi	toprakSicakligi	suSicakligi	par	id
2015-02-25 09:50:20	7.1	99.9	21.62	22.19	110	13487
2015-02-25 10:00:55	7.1	99.9	21.62	22.25	145	13488

Şekil 3.29 Eksik kayıt örneği

Kaydedilen veri satırlarında, aralarındaki süre 5 dakikadan kısa olan ve parametre değerleri olarak birbiri ile aynı değerleri içeren satırlar “mükerrer kayıt” olarak tanımlanmıştır. Uzak sunucu veri tabanından alınan örnek bir mükerrer kayıt, Şekil 3.30’da verilmiştir. Mükerrer kayıtların değerlendirilmesi yapılırken beklenen değil gözlenen kayıt adedi dikkate alınmıştır.

tarih	havaSicakligi	havaNemi	toprakSicakligi	suSicakligi	par	id
2015-02-21 03:06:57	-4.2	82.4	19.12	20.75	0	12218
2015-02-21 03:07:00	-4.2	82.4	19.12	20.75	0	12219

Şekil 3.30 Mükerrer kayıt örneği

Buna göre mükerrer kayıt oranı,

$$\text{Mükerrer kayıt} = \frac{\text{Mükerrer kayıt (adet)}}{\text{Gözlenen kayıt(adet)}}$$

formülüyle bulunmuştur.

Doğru kayıtların sayısı ve oranı ise, aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır. Bu eşitlikler;

$$\begin{aligned} \text{Doğru kayıt sayısı} \\ &= \text{Gözlenen kayıt sayısı} - \text{Mükerrer kayıt sayısı} \\ &\quad - \text{Hatalı kayıt sayısı} \end{aligned}$$

$$\text{Doğru kayıt oranı} = \text{Doğru kayıt sayısı} / \text{Beklenen kayıt sayısı}$$

şeklinde ifade edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Geliştirilen sistemin denemeleri 21 Şubat 2015 ile 25 Şubat 2015 tarihleri arasında 5 gün süre ile yapılmıştır. Bu süreçte sistem tarafından uzak sunucuya toplam 1565 adet veri satırı kaydedilmiştir.

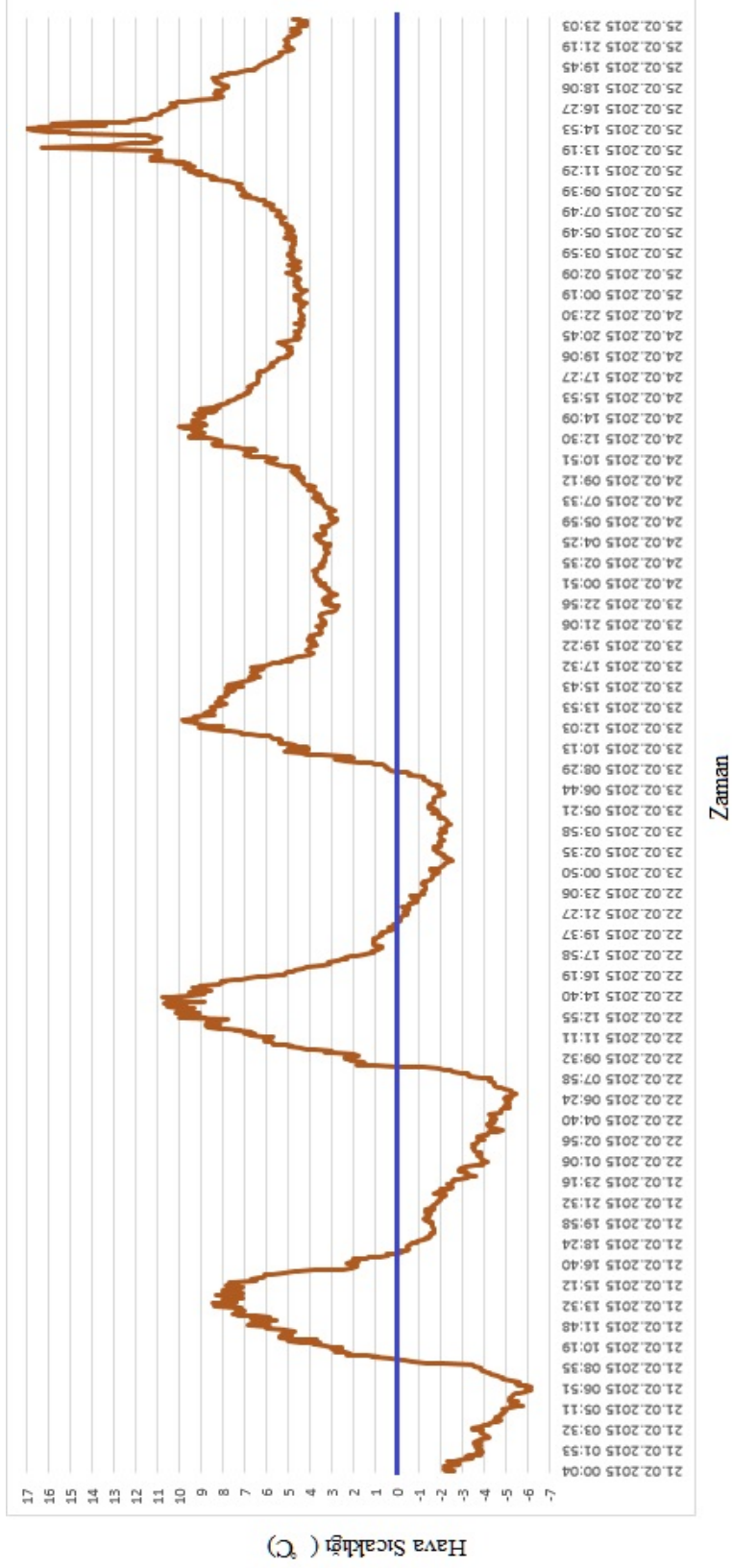
Toplam 1440 adet olması gereken satır sayısının; hatalı, eksik ve mükerrer kayıtlar sebebiyle beklenenden farklı olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Kaydedilen satır sayıları

Gözlenen Kayıt	Mükerrer Kayıt	Beklenen Kayıt	Doğru Kayıt	Eksik kayıt	Hatalı Kayıt
1565	150	1440	1414	25	1
%100	% 0,95	% 100	% 98	% 1,74	% 0,06

Deneme boyunca en yüksek ve en düşük hava sıcaklıkları sırasıyla 17 °C ve -6.1 °C olarak ölçülmüştür. Hava sıcaklığına ait grafik şekil 4.1’de verilmiştir.

Grafikteki yatay mavi çizgi, ayarlanan alt sınırı göstermektedir. Bu çalışmada alt değer olarak 0 °C seçilmiştir. Denemelerin yürütüldüğü mevsim itibariyle üst sınır dikkate alınmamıştır. Sistem, hava sıcaklığının 0 °C’nin altına düştüğü durumlarda cep telefonuna SMS göndermiş ve sıcaklık istenen sınırlara gelene kadar 30 dakikada bir uyarı SMS’i göndermeye devam etmiştir. Deneme süresi boyunca hava sıcaklığının 0 °C’nin altına düşme durumu 3 kez ve toplamda 2100 dakika olarak gerçekleşmiştir. Bu süreçte sistem tarafından 70 adet “Düşük Sıcaklık” uyarısı içeren SMS gönderilmiş ve tamamı alıcıya ulaşmıştır.

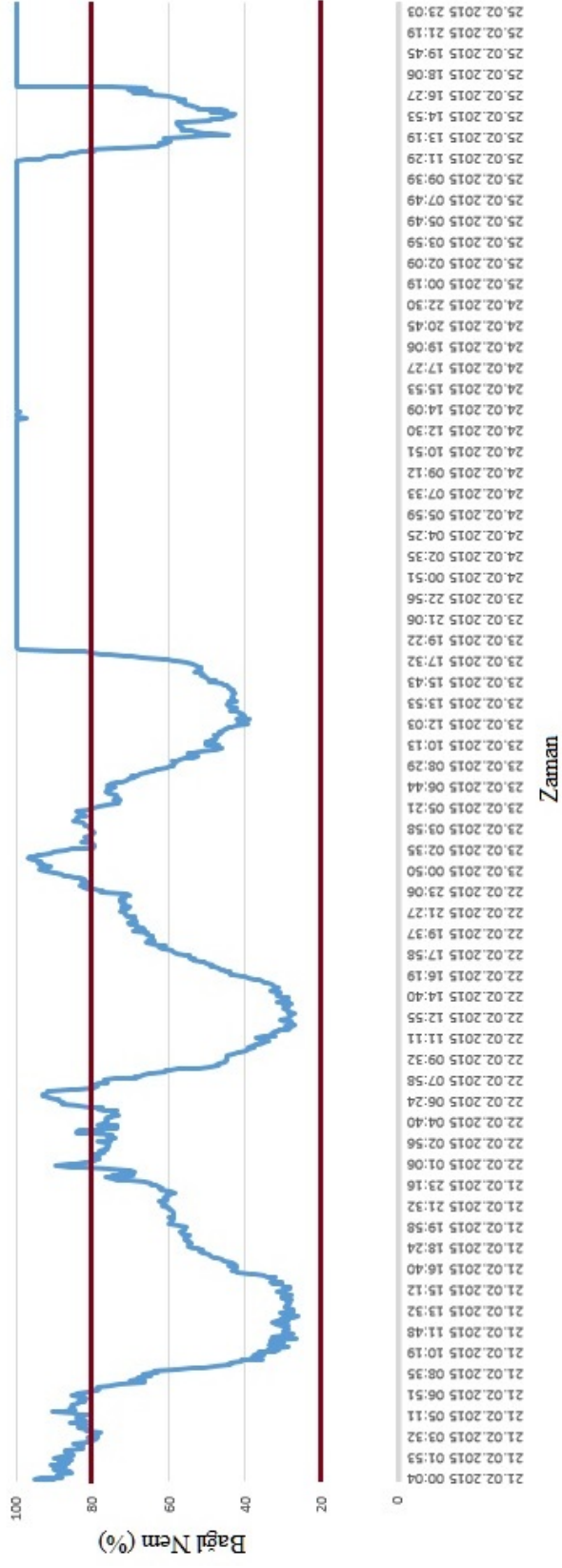


Şekil 4.1 Hava sıcaklığına ait grafik

Ölçülen diğler parametre olan bağıl nem ise bu süre boyunca en düşük % 25,8 ve en yüksek % 100 olarak kaydedilmiştir. Denemenin 4. günü yağışlı geçtiğı için bağıl nem sürekli olarak % 100 seviyesinde kalmıştır (Şekil 4.2).

Deneme yapılırken sistemin bağıl nem için alt sınırı %20, üst sınırı ise %80 seçilmiştir. Bu sınırlar yalnızca 10 kez bağıl nemin yüksek olması durumuyla aşılmıştır. Bağıl nem hiç bir zaman alt sınırdan düşük ölçülmemiştir. Sınırlar dışında geçen süre 3908 dakika olarak gerçekleşmiş ve bu süre içinde 130 adet “Yüksek Bağıl Nem” uyarısı içeren SMS gönderilmiştir. Gönderilen SMS’lerden 1 tanesi alıcıya ulaşmamıştır.

Denemenin sürdüğü 21-25 Şubat 2015 tarihleri arasında sistemin aktif olduğu süre içerisinde elektrik kesintisi ve sulama arızası ile karşılaşılmamıştır. Ancak, elektrik ve sulama arızaları yapay olarak 3’er kez oluşturulmuş, “Elektrik Kesildi” ve “Sulama Arızası” uyarısı içeren toplam 6 adet SMS’in tamamı alıcıya ulaşmıştır.



Şekil 4.2 Bağlı neme ait grafik

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

5.1 Değerlendirme

5 günlük deneme öncesinde, sistemin 6 ay süreyle laboratuvar testleri yapılmıştır. Test süresince elektrik kesintileri, sulama arızaları ve ayar değerleri dışına çıkan parametreler sorunsuz şekilde ölçülmüş, kaydedilmiş ve iletilmiştir. Laboratuvarda yapılan bu ön deneme süresince bir aksaklıkla karşılaşılma ve sistemin istikrarlı çalıştığı gözlenmiştir. Ön denemenin ardından gerçek koşullarda test edilen sistemde bazı sorunlar ortaya çıkmıştır. Elektrik şebekesinde oluşan parazitlerden kaynaklı yanlış okumalar kaydedilmiştir. Toprak ıslaklık sensörünün elektrotları üzerinde tuzluluk sebebiyle madde birikimi oluşmuş ve bu sebepten hatalı değerler ölçülmüştür.

Yapılan 5 günlük deneme sonucunda sistemin SMS gönderme başarısının %99,5 olduğu tespit edilmiş ve kayıp SMS miktarının (%0,5) Tseng vd. (2006)'e göre kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmüştür. Sistemde uzak sunucuya kaydedilen veriler içinde kayıp veriler ardışık olmadığı ve ihmal edilebilir düzeyde (%1,8) olduğundan bir sorun teşkil etmeyeceği şeklinde değerlendirilmiştir. Kayıp veriler ve SMS'lerin kaynağının GSM modülü tarafından yayılan elektromanyetik parazit (EMI) olduğu düşünülmektedir.

Mevcut sistemlerden farklı olarak tez kapsamında geliştirilen sistemde PAR sensörünün bulunması, gelecekte yapılacak çalışmalar için örnek oluşturabilecektir. PAR sensörü bitkilerin ışıklandırma durumu ile ilgili bilgi vermektedir.

5.2 Öneriler

Tasarlanan sistemin muhafaza kutusunun arazi koşullarına daha uyumlu, suya, toza, güneş ışınlarına (UV ışınları vb.) dayanıklı, dış koşullardan etkilenmeyen malzemedan üretilmiş olması cihazın ömrünü uzatacak ve daha istikrarlı çalışmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda Rafique vd. (2012)'in da önerdiği üzere sistemin metal bir çerçeve (Faraday kafesi – ekranlama) ile çerçevelenmesi, hem atmosferik olaylar ile oluşan

elektrik yüklerine hem de dışarıdan gelebilecek elektromanyetik kirliliğe karşı koruma oluşturacaktır.

Kullanılan toprak ıslaklık sensörünün söz konusu ölçümler için yetersiz olduğu, alternatif akımla tetiklenen ve toprak nemine göre kalibre edilmiş bir sensör kullanmanın daha avantajlı olacağı görülmüştür. Bu tip bir sensör seçimi ile topraktaki oransal nem daha anlamlı verilerle açıklanabilecektir.

Sistemin kolay ulaşılabilir ve takip edilebilirliği, gelişen teknolojilere uyumlu ve sektör ihtiyaçlarına cevap verebilir nitelikte olması için akıllı telefon uygulamalarının geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, çeşitli kodlama yöntemleri ve algoritmalar kullanılarak mükerrer kaydı engelleyen ve daha stabil çalışan algoritmalar üzerinde durulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akgül, H.N., Kavdır, İ. ve Dayıoğlu, M.A. 2006. Bulanık Mantık Yardımıyla Doğal Havalandırma Yapılan Bir Serada Sıcaklık ve Bağıl Nem Kontrolünün Modellenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2 (1), 57-63.
- Anonim. 2007. Kablosuz Ağ Sistemleri Modülü, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. 2015. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu 2015 yılı 1. Çeyrek üç aylık Pazar verileri raporu. Ankara.
- Anonymous. 2010. Lighting Systems for Agricultural Facilities. American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASAE EP344.3, January 2005, Revised 2010. USA.
- Aziz, I.D.A., Mohd, H.H., Mohd, J.I., Mazlina, M. and Nazleeni, S.H. 2009. Remote Monitoring in Agricultural Greenhouse Using Wireless Sensor and Short Message Service (SMS). Computer and Information Sciences Department, Universiti Teknologi, Petronas, Malezya.
- Calcagnini, G., Censi, F., Floris, M., Pignalberi, C., Ricci, R., Biancalana, G., Bartolini, P. and Santini, M. 2006. Evaluation of Electromagnetic Interference of GSM Mobile Phones with Pacemakers Featuring Remote Monitoring Functions. Pacing and Clinical Electrophysiology, 29(4), 380-385.
- Calcante, A., Tangorra, F.M., Marchesi, G. and Lazzari, M. 2014. A GPS/GSM based birth alarm system for grazing cows. Computers and Electronics in Agriculture, 100(1), 123-130.
- Cincirop, B. 2009. Gsm kontrollü akıllı ev otomasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, 19, Sakarya.
- Çoruh, B. 2008. Basınç, Sıcaklık ve Nem Parametrelili Kalibrasyon Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2, Ankara.
- Esmay, M.L. and Dixon, J.E. 1986. Environmental Control for Agricultural Buildings. The AVI Publishing Company Inc., 253, Connecticut.
- Fisher, D. K. and Kebede H. 2009. A low-cost microcontroller-based system to monitor crop temperature and water status. Computers and Electronics in Agriculture, 74(1), 168-173.
- Guofang, L., Lidong, C., Yubin, Q., Shengtao, L. and Junyu X. 2010. Remote Monitoring System of Greenhouse Environment Based on LabVIEW, International Conference on Computer Design and Applications (ICCD), 25-27 Haziran, V2, 89-92, Qinhuangdao.

- Jin, S., Jingling, S., Qiuyan, H., Shengde, W. and Yan, Y. 2007. A Remote Measurement and Control System for Greenhouse Based on GSM-SMS, 2007 8th International Conference on Electronic Measurement & Instruments, 16-18 Ağustos, p2-85, 165, Çin.
- Rafique, U., Ali, S.A., Afzal, M.T. and Abdin, M. 2012. Bandstop Filter Design for GSM Shielding Using Frequency Selective Surfaces. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 2(6), 846-850.
- Stalidzans, E. and Berzonis, A. 2013. Temperature changes above the upper hive body reveal the annual development periods of honey bee colonies. Computers and Electronics in Agriculture, 90(1), 1-6.
- Tseng, C.L., Jiang, J.A., Lee, R.G., Lu, F.M., Ouyang, C.S., Chen, Y.S. and Chang, C.H. 2006. Feasibility study on application of GSM–SMS technology to field data acquisition. Computers and Electronics in Agriculture, 53(1), 45-59.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Temuçin Göktürk SEYHAN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 10.01.1989

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Çankaya Milli Piyango Anadolu Lisesi (2007)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü (2012)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve
Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı (2012 - 2015)

Görev Yeri : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi (2012 - ...)