Nesnelerin İnterneti ile Akıllı Sera Uygulaması

Kerim Çağlar

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik - Bilgisayar Anabilim Dalı

Mayıs 2018

Smart Greenhouse Application with Internet of Things

Kerim Çağlar

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Mathematic - Computer

May 2018

Nesnelerin İnterneti ile Akıllı Sera Uygulaması

Kerim Çağlar

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Matematik - Bilgisayar Anabilim Dalı
Bilgisayar Bilimleri Bilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Alper ODABAŞ

Mayıs 2018

ONAY

Matematik - Bilgisayar Anabilim Dalı YÜKSEK LİSANS öğrencisi Kerim Çağlar'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "**Nesnelerin İnterneti ile Akıllı Sera Uygulaması**" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Alper ODABAŞ

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Prof. Dr. Zekeriya ARVASİ

Üye : Doç. Dr. İlker AKÇA

Üye : Doç. Dr. Alper ODABAŞ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa SALTAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Faruk ASLAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Hürriyet ERŞAHAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Alper ODABAŞ danışmanlığında hazırlamış olduğum "**Nesnelerin İnterneti ile Akıllı Sera Uygulaması**" başlıklı tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 09/05/2018

Kerim Çağlar

ÖZET

Nesnelerin interneti kavramı akıllı evlerden, akıllı araçlara kadar bir çok alanda hayatımıza dahil olmuştur. İstediğiniz her yerden evinizdeki kombiyi kontrol edebilir, eve gelmeden hazırlanmasını istediğiniz kahve makinasını çalıştırabilirsiniz. Nesnelerin interneti kavramını sadece evlerde, araçlarda değil, tarlalarda da kullanmak mümkündür.

Ülkemizde seracılık ile yapılan yetiştiriciliğin daha da kaliteli hale getirilmesi ve insan hatalarından kaynaklı ürün kaybının önüne geçilmesi için bu çalışmada nesnelerin interneti ile akıllı sera otomasyonu ele alınacaktır.

Hem yazılım hem donanım olarak ele alınan akıllı sera bir prototip ile hayata geçirilerek, domates ve biber bitkileri yetiştiriciliği yapılmıştır. Çalışmada ışık, sıcaklık, nem, sulama ve güvenlik gibi faktörler ele alınarak ortam koşullarına göre uygun değerlerle ürün yetiştirilmesi için uygun ortamın hazırlanılması hedeflenmiştir. Ortam değerlerinin takibi ve kontrolü hem internet üzerinden hem de mobil uygulama ile yapılabilmektedir. Ayrıca çalışmada bitkilerin gelişiminin izlenmesi ve olası hastalıklarını anlayabilmek için fotoğraflanması sağlanmış, görüntü işleme teknikleri ile yorumlanarak tedavi uygulanması önerilmiştir. Ancak görüntü işleme teknikleri ile bunun yapılması başlı başına bir çalışma olacağından, detaya girilmemiştir.

Anahtar kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Akıllı Sera, Nodemcu, Arduino, Firebase, Thingspeak

SUMMARY

The concept of internet of things has penetrated many aspects of our life, from smart houses to smart cars. You can control the combi boiler of your home from anywhere you want, and you can run the coffee machine if you want to prepare coffee before arriving home. It is possible to use the concept of internet of things not only in houses and cars but also in field.

In this work, smart greenhouse automation will be discussed with internet of things in order to improve the quality of the farming made in our country and to prevent the loss of products due to human errors.

Both the software and the hardware were treated as an smart greenhouse prototype, and tomatoes and pepper plants were cultivated. The aim of the study is to prepare suitable environment for the production of the product with suitable values according to the ambient conditions by taking into consideration the factors such as light, temperature, humidity, irrigation and security. The monitoring and control of ambient values can be done both on the internet and a mobile application. In addition, in order to understand the possible diseases of plants, photography were provided and it was suggested to apply the treatment by interpretation with image processing techniques.

Keywords: Image Processing, Arduino, Internet of Things, Smart Greenhouse, Firebase, Thingspeak

TEŞEKKÜR

Tez aşamasında benden desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen, her konuda yardımcı olan sayın hocam Doç.Dr Alper Odabaş başta olmak üzere, bu süreçte beni yanlız bırakmayıp sürekli motive eden değerli anneme, babama ,eşime her yardıma ihtiyacım olduğunda yanımda bulduğum sevgili dostum Ali Osman CAN'a teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET . . . . . **vi**

SUMMARY . . . . . **vii**

TEŞEKKÜR . . . . . **viii**

İÇİNDEKİLER . . . . . **ix**

ŞEKİLLER DİZİNİ . . . . . **xii**

ÇİZELGELER DİZİNİ . . . . . **xiv**

1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **7**

3.1. Materyal ve Sensörler 7

3.2. Arduino 8

3.2.1. Arduino Mega 2560 Rev3 8

3.2.2. Programlama 9

3.2.3. Arduino Yazılım IDE'si 10

3.3. Sıcaklık ve Nem Sensörü 11

3.4. Toprak Nem Sensörü 12

3.5. Havalandırma Fanı 13

3.6. LCD Ekran 14

3.6.1. I2C/IIC Dönüştürücü Kartı 15

3.7. 4x4 Matrix Keypad 16

3.8. Doğru Akım Motor (DC Motor) 17

3.9. Servo Motor 18

3.10. Step Motor 19

3.10.1. Step ve Servo Motorların Temel Farkları 20

3.10.2. Nokia 5110 Telefon Ekranı 20

3.11. OV7670 CMOS VGA Kamera Modülü 21

3.12. GSM Modem 22

3.12.1. Arduino GSM Shield 22

3.12.2. AT Komut Seti 23

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.12.3. Sinyal Güçlendirici Anten 24
3.13. ESP8266 25
3.14. Yağmur Sensörü 27
3.15. LDR - Light Dependent Resistor 28
3.16. Güneş Paneli 29
3.17. Akü 29
3.17.1. Akü Sarj ve Koruma Devresi 30
3.18. IoT - Nesnelerin İnterneti 31
3.18.1. Statik(Değişmeyen) IP Alma 31
3.18.2. Verilerin İnternete Gönderilmesi 31
3.18.3. ThingSpeak 31

4. ELEKTRİKSEL AKSAM VE SİSTEM YAZILIMLARI 32
4.1. Toprak Nem Ölçüm Devresi ve Yazılımı 32
4.2. Sulama Devresi ve Yazılımı 33
4.2.1. Motor Sürücü Entegresi 34
4.2.2. Arduino ve Su Motoru Bağlantısı 35
4.3. Sera İçi Nem - Sıcaklık Devresi ve Yazılımı 38
4.3.1. Thingspeak.com Ayarları 38
4.4. Sera İçi Aydınlatma 42
4.5. Sera İçi Havalandırma Devresi ve Yazılımı 43
4.6. Sera Güvenliğinin Sağlanması 44
4.6.1. Şifreli Kapı 44
4.6.2. Hareket Sensörü 44
4.7. Kamera ile Bitki Gelişiminin İzlenmesi 45
4.8. GSM Modülü ile Kontrol ve Uyarı Sistemi 47
4.9. Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sera 50
4.9.1. Thingspeak.com'a Veri Gönderme 50
4.9.2. ESP8266 Modülü ile Server Kurulumu 51
4.9.3. ESP8266 Modülüne İnternet ile Her Yerden Ulaşma 52
4.10. API Kullanımı 52
4.11. Firebase Kullanımı 53
4.11.1. Firebase Ayarları 53
4.11.2. Arduino'ya Firebase Kütüphanesi Ekleme 54
4.11.3. Arduino'ya NodeMcu Tanıtma 54
4.12. Mobil Uygulama İle Sera Kontrolü 57

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.13. Prototip Sera 59

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 60

KAYNAKLAR DİZİNİ 61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
3.1	Arduino Mega 2560	9
3.2	Arduino IDE	10
3.3	Sıcaklık Nem Sensörü	11
3.4	Toprak Nem Sensörü	12
3.5	Havalandırma Fanı	13
3.6	LCD Ekran	14
3.7	I2C/IIC Dönüştürme Kartı	15
3.8	4x4 Matrix Keypad	16
3.9	DC Su Motoru	17
3.10	MG90S Mikro Servo	18
3.11	Step Motor	19
3.12	Nokia 5110 Grafik LCD Ekran	20
3.13	OV7670 Kamera Modülü	21
3.14	Quectel M66 GSM / GPRS Modül	22
3.15	Anten	24
3.16	ESP-01	25
3.17	ESP-01 Pinleri	26
3.18	ESP-01 Güncelleme Bağlantısı	26
3.19	Yağmur Sensörü	27
3.20	LDR	28
3.21	LDR İç Yapısı	28
3.22	Güneş Paneli	29
3.23	Akü	29
3.24	Akü Sarj Devresi	30
4.1	Toprak Nem Ölçme Devresi	32
4.2	H Köprüsü Kombinasyonları	34
4.3	L293D ve L293B Entegre Bağlantı Şeması	34
4.4	Su Motoru, Röle ve Toprak Nem Sensör Devresi	35
4.5	Yazılım Akış Diagramı	37
4.6	Dht22 Esp8266 Sensörü Bağlantı Şeması	38
4.7	Sıcaklık ve Nem Grafikleri	41
4.8	Işıklandırma Devresi	42
4.9	Havalandırma Devresi	43

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Sayfa

4.10 Kapı Kilit Devresi 44
4.11 Kamera Devresi 45
4.12 GSM Modül Devresi 47
4.13 Veritabanı Ayarı 56
4.14 Mobil Uygulama 57
4.15 Sistem Uyarı Durumu 58
4.16 Prototip Sera 59
4.17 Prototip Sera Sulama Sistemi 59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		Sayfa
3.1	Kullanılan Materyal ve Sensörler.	7
3.2	Arduino Mega 2560 Teknik Özellikleri	8
3.3	LCD Ekran Bağlantı Pinleri.	14
3.4	M66 Modülü Teknik Özellikleri	23
3.5	Bazı AT Komutları	23
3.6	Kullanılan Anten Özellikleri	24
4.1	Veritabanı Alanları	53

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bitkileri örtü altı yetiştirme çabaları oldukça uzun bir geçmişe sahiptir. Bu konuda yazılı en eski belge, eski Yunan filozofu Platon'un Phaedra adlı eseridir. Bu eserde, M.Ö. 4. yy. da örtü altı yetiştiriciliği yapıldığına dair bilgiler mevcuttur. Daha sonra, Roma döneminde, bazı tropik bitkiler, İtalya'da dağların güneye bakan yamaçlarında açılan çukurların üzerinin şeffaf mika parçaları ile kapatılarak oluşturulan ortamlarda yetiştirilmiştir. Pompei'de yapılan eski Roma kazılarında, günümüze kadar hiç bozulmadan üzeri cam ile örtülü ve içinde tropik bitkiler yetiştirilen yapılar bulunmuştur.

Sera veya Ser'i kısaca "iklime bağlı kalmadan, bütün yıl boyunca ekonomik olarak sebzeciliğin ve çiçekçiliğin yapıldığı tesisler" olarak ifade edilir. Seralar, iklimle ilgili çevre koşullarına, tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve hava gibi etmenler denetim altında tutulmaktadır. Bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, sergilemek amacıyla cam, plastik v.b. ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerle yapılan, yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği yapısıdır. Bu tür tesislerin bulunduğu işletmelere "sera veya ser işletmesi" denir.

Serada sebze yetiştirmenin yararlarını şöyle sıralayabiliriz:

1. Yetiştirme devresi uzatılarak, yıl içerisinde yetiştirilen kültür bitkisi sayısının artmasının yanında, belirli alanlardan yararlanma olanakları da artar.
2. Pazara sürekli ürün sağlanır.
3. Birim alandan yüksek verim alma yanında, ürünün niteliği de yükseltilir.
4. Tarımsal işletmelerde görülen ve mevsimlik olan iş gücü kullanımı, sera ile düzenli ve sürekli hale gelir.
5. Sera yapımı için gerekli olan çeşitli malzemelerin üretimi için yeni sanayi kollarının doğmasına neden olur. (Yüksel, 2014)

Avrupa'da, 14. yy. da camın yaygın olarak kullanılmaya başlaması ile birlikte oluşturulan cam örtülü seralarda, bazı tıbbı bitkiler ile diğer bazı değerli bitkiler yetiştirilmeye başlanmıştır.

Bugünkü anlamda seracılık 19. yy.da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu konuda öncü ülkeler, İngiltere ve ABD olmuştur. ABD'de 1800'lü yıllarda inşa edilen 1 adet sera kayıtlara geçmiştir. 1890 yılında ise sera sayısı 4600 adete, sera alanı ise 3500 dekara ulaşmıştır. Almanya'da 19. yy. da, özellikle narenciye yetiştirmek amacıyla çeşitli seralar kurulmuştur.

Ülkemizde seracılık, 1940'lı yıllarda ilk önce Antalya'da, daha sonra İçel'de başlamış, daha sonra Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde dağılım ve gelişme göstermiştir. (Çolak, 2011)

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

(Poyen **andothers**, 2014) yılındaki çalışmalarında seralardaki sıcaklık ve sulama değil, ışık yoğunluğu üzerinde durulmuştur. Optimum bitki gelişimi ve ürün verimini iyileştirmek için uygun çevre koşulları gereklidir. Geleneksel ekim sisteminde çiftçi, farklı mahsuller için farklı olan uygun ışık yoğunluğuna dikkat etmelidir. Bazı bitkiler daha düşük ışık yoğunluğunda daha iyi büyür ve bu nedenle gölge bir ortamda yetiştirilmesi gerekir. Yapılan çalışmada ışık sensörü kullanılarak daha iyi ürün verimi sağlayan farklı ışık şiddeti koşulları sağlanmıştır. Bu yaklaşım, çiftçiyi ekim konusunda ihtiyatlı tutmamakta ve aynı zamanda daha yüksek üretkenlik verimliliğine yol açabilmektedir. Yoğunluk belirli bir üst sınırın üzerine çıkınca, çalışma sırasında ürün üzerinde bir gölgeleme yapılır. Böylelikle bitkilerin ışığa maruz kalması önlenir. Bu çalışma insan çabasını azaltacak ve aynı zamanda daha iyi verim sağlayacak hale getirecektir.

(Ersin, 2015), çalışmasında güneş enerjisi ile çalışan bitki sulama sistemi geliştirmiştir. Sistem kontrolünde Arduino Uno kullanılmıştır. Çalışmanın amacı bitkinin ihtiyacı olan optimum su miktarının belirlenip, bitkiye az ya da fazla su verilmesinin engellenmesidir. Lcd Shield kullanılmış, bu shield üzerindeki butonlar sayesinde bitki türü Arduino'ya bildirilmiş ve nem oranı belirlenmiştir. Arduino Uno ile nem oranı kontrol edilmiş, nem oranı düştüğünde bitki sulanmadan önce Rapery pi ile fotoğrafı çekilip, kişinin mailine gönderilmiştir. Nem oranı belirlenen düzeye gelene kadar bitki sulanmıştır. Sulamanın bitmesi durumunda tekrar Rapery Pi ile bitkinin sulanmış fotoğrafı çekilip yetiştiricinin mailine gönderilmiştir. Sistemde kullanılan enerji tamamen güneş paneli aracılığıyla akü sarj edilerek sağlanılmıştır.

(Seyhan, 2015), çalışmasında kısa mesaj servisi ve GPRS kullanmıştır. Çalışmasında seralardaki sıcaklık, bağıl nem ve PAR gibi fiziksel büyüklükleri izleyen, bu verileri GPRS üzerinden sunucuya kaydedip oluşabilecek sorunlarda bitkilerin zarar görmemesi için yetiştiriciyi kısa mesaj ile uyaran bir sistem geliştirmiştir. Çalışmalarını Ankara üniversitesinde serada 4 günlük bir süreçte kayda almıştır. Seradaki sıcaklık, bağıl nem ve PAR değerlerini GPRS yardımı ile internet ortamına aktarmış, grafiğe dökülerek değişimini izlemiştir. Sistemde Arduino kontrol sistemini kullanmıştır. Elde edilen değerlerin kaydedilmesi ve kısa mesaj bilgilendirme başarısında oldukça iyi sonuçlar elde etmiştir.

(A. Enokela ve O. Othoigbe, 2015) göre küresel iklim değişikliği, gıda sıkıntısı yaşanmasına yol açan öngörülemeyen hava değişikliklerine yol açtı. Bu soruna çözüm yöntemlerinden biri olarak, çok fazla arazi gerektirmeyen seralarda ihtiyaç duyulan bitkilerin yetiştirilmesi önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmalarında mahsül verimini belirleyen mikroklimatik parametreler optimum ortamın sağlanması için sürekli olarak izlenip, kontrol edilmiştir. Bu sayede seracılık ile açık alan tarımı karşılaştırıldığında normalden metrekare başına daha fazla ürün elde edildiğine dikkat çekmişlerdir. Otomatik sera kontrol sistemi, bir bilgisayar programını çalıştıran, mikro denetleyicinin kontrolü altındaki sensörler kullanılarak sera sisteminin izlenmesi ve kontrolü sağlanmıştır. Sistemde Arduino platformu kullanılmış sensör değerlerine göre optimum ortamın sağlanması için gerekli prototip sağlanmıştır. Sistem XBee (Modem) sayesinde uzaktan kontrol edilebilmektedir. Sistemin küçük bir prototipi yapılıp test edilmiştir. Bu sistem sayesinde sürekli ilgi gösterecek bir insan gücünü azaltmaya gidilebilecektir. Sistem kırsal çiftçiler, küçük ölçekli tarımcılar ve bahçıvanlar için uygundur.

Bu çalışmada yine Arduino ile sera kontrol sistemi yapılmıştır. Son günlerde; kontrol sistemlerinde, sulama uygulamaları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bunun asıl nedeni, gerekli sulama miktarının tahmin edilmesinin karmaşık bir süreç olmasıdır. Kablosuz sensör ağı kullanılarak sera için gerekli olan otomatik sulama sistemi önerilmiştir. Yapılan modelle daha az güç harcanıp, uzak mesafeden kontrol ve izleme sağlanmıştır. Ayrıca bu modelde toprak nemi, bağıl nem, sıcaklık, CO2 ve ışık ölçümleride yapılmış ve izlenmiştir. Sistem sunucu sayesinde uzaktan kontrol edilmiştir. (I. Arif ve Abbas, 2015)

Akıllı sera otomasyonu, bir sera içerisinde çevre parametrelerini izlemek ve kontrol etmek için eksiksiz bir sistemdir. Sıcaklık, Nem, Toprak nemi, Işık Yoğunluğu gibi çeşitli parametreleri izlemek için bir kontrol sistemi tasarlanması gerekmektedir. Kontrol işlemi hem manuel hemde otomatik olarak yapılabilmektedir. Bu yazılım, bir mikroişlemciye seri iletişim yoluyla bağlı olan merkezi bir sunucuya bağlı olarak izlenmekte ve izleme için bir Android cep telefonu kullanılmaktadır. Bu çalışmada Arduino değil 8051 mikro işlemcisi kullanılmıştır. Mikrodenetleyici çeşitli sensörlerle iletişim kurarak gerekli ortamın sağlanması için kullanılmıştır. Böylece sera içi uygun koşullar sürekli korunmaktadır. (Belsare **andothers**, 2015)

Sera otomasyonun düşük maliyet ile yüksek verimli ürün elde etmeye yardımcı olduğu gerçeğine dikkat çekilmiştir. Bitki yetiştirme için optimum koşullar, düzenli olarak sistemin tetiklenmesi ile programlanmış sensörler kullanılarak sürdürülür. Sistemin tasarımı için nem seviyesi, sıcaklık ve ışık gibi üç önemli mikroklimatik parametre dikkate alınır. Bunları dikkate alarak tasarlanan çalışmada, verilerden elde edilen sinyaller incelenmiştir. Algılayıcılardan alınan sinyaller Arduino tarafından işlenmeden önce gürültüyü azaltmak

için izole edilmiş ve filtrelenmiştir. Sinyallerin dalga form analizi için LabView programı ve Fourier kullanılmıştır. (Basnet **andothers**, 2016)

Bu çalışmada, seranın sulama sistemi üzerinde durulmuştur. Sulama günlük sera işleri arasında en fazla emek gerektiren işlerden biridir. Sulama sistemleri ile bitkilerin su ihtiyaçları karşılanır. Sulamanın ne zaman ve ne miktarda yapılacağını bilmek sulama sisteminin en önemli iki özelliğidir. Çeşitli sulama sistemleri olmasına rağmen bu çalışmada saksı sulamasının yapılacak olmasından dolayı yağmurlama sulama sistemi kullanılmıştır. Proje de kontrol işlemleri için Arduino kart kullanılmıştır. Bitkilerin nem seviyesini algılayacak ve gerektiğinde suyu tedarik edecek şekilde programlanmıştır. Bu tür bir sistem genelde küçük ve büyük bahçelerin bakımının bir parçası olarak kullanılmaktadır. Normalde bitkilerin sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa sulanması gerekmektedir. Bu yüzden sistem günde iki defa sulama yapılması için kodlanmıştır. Bitki sahibi olmak insanlar için güzel duygu olmasına karşın çoğu insan için bitki yetiştirmesi oldukça zordur. Bu sistem ile kendi su ihtiyacını karşılayabilen ve ışık ihtiyacı için suni ışıklandırma yapabilen bir sistem yapılmıştır. Prototip kendi durumunu analiz ederek, su deposunun boşalması durumunda kullanıcıya tekrar doldurması gerektiğini hatırlatır. Sistem otomasyonu, kullanıcıya yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı unutkanlık ya da eksiklikten doğabilecek durumların önüne geçerek kullanıcının bitki yetiştirme zevkine katkıda bulunmaktır. (Mritunjay **andothers**, 2016)

Bu çalışmada sera kontrolünün kablosuz sensörler kullanılarak yapıldığını görüyoruz. Bazı bitki türlerinin sera kullanılarak üretilmesi oldukça popüler bir sistemdir. Temel olarak seralar bitkilerin yetiştirilebilmesi için gerekli çevre koşullarını sağlayıp bu koşulları korumaya yarar. Bu çalışmada sıcaklık, bağıl nem, toprak nemi ve ışık gibi koşulların uzaktan kontrol edilmesi sağlanmıştır. Sistemde Arduino Mega 2560 R3 kontrol merkezi olarak kullanılmıştır. SHT-11 ve YL-69 ile sera içi koşullar kontrol edilmiştir. SHT-11 sıcaklık ölçümünde kullanılırken, YL-69 ise toprak nemi ölçümünde kullanılmıştır. Sistemde havalandırma, nemlendirme ve su pompası ise sensörlerden alınan değerlere göre uygun koşullara ulaşılması için kullanılmıştır. Sistemde kablosuz veri transferi sağlanmış ve uzaktan kontrol edilip, izlenmiştir. (Lomo, 2016)

Bu çalışmanın amacı Arduino mikrokontroler kullanılarak akıllı sulama sistemi tasarımı ve uygulaması yapılmasıdır. Sulama sisteminin kontrol arayüzü için bir mobil uygulama yapılmıştır. Şu anda var olan sistemlerin aksine bu sistem ucuz ve özellikle ev kullanımı için uygun ve etkilidir. Aynı sistem daha büyük bahçelere de uygulanabilir. Arduino Yun, gerçek zaman saati DS1302, iki nem sensörü, röle ve selenoid valf kullanılmıştır. Sulamanın uzaktan kontrolü için yapılan mobil uygulama teknolojisi için

Java programlama dili kullanılmıştır. Bu sayede hem telefondan hemde tabletlerden kontrol edilebilmektedir. (Kopdra ve Martin, 2016)

Bitkilerin optimum büyümesini sağlamak için, sıcaklık, nem vb. gibi çevresel parametrelerin sürekli izlenmesi ve kontrolü, tarım bilimi veya sera sistemi için gereklidir. Seradan gelen çevresel parametrelerin bir istasyonda, yani bir LAN bağlantısıyla bilgisayarda toplanması ve toplanan verilerin tamamının ethernet vasıtasıyla web sayfasında verildiği bir tasarım yapılmıştır. Uzaktan cihazlara erişmek ve kontrol etmek için Arduino kullanılmıştır. Yapılan sistem düşük maliyetli ve esnektir. Geliştirilen web sayfası sayesinde gerçek zamanlı olarak fan ve nemlendirici değerlerini takip etmek mümkündür. (Bhosure **andothers**, 2016)

Kablosuz sensör sistemi 21.yy oldukça önemli teknolojilerden biridir. Akıllı sera otomasyon sistemi seradaki sıcaklık ve nem gibi parametreleri izleyen DHE11 sensörünün kullanıldığı bir sistemdir. İzlemenin yanı sıra bu sensörler aracılığı ile bu parametrelerin kontrolü de gerçekleştirilir. Bu sistemde sera içi sıcaklık ve nem kontrolü otomatik yapılabildiği gibi manuel olarak da yapılabilmektedir. Sensör kontrolü için yapılan yazılımda seri iletişim yoluyla bir mikro denetleyiciye bağlanmış merkezi bir sunucuya bağlı olarak, sera denetlemenin yanı sıra izleme için bir android cep telefonu kullanılıyor. Bu projenin amacı, doğal atmosferin sıcaklık, nem ve güneş ışığının sürekli olarak değiştirildiği ve kontrol edildiği maksimum verimle bitki elde etmek için optimize edilen ve izleyen, kullanıcı dostu bir sera tasarlamaktır. (Zade **andothers**, 2017)

Sera Otomasyon Sistemi, kırsal alanlardaki çiftçilere, otomatik olarak sera ortamının izlenmesi ve kontrolü ile yararlanılacak teknik bir yaklaşımdır. Sera, bitkilerin kontrollü bir şekilde yetiştirildiği bir yapıdır. Teknolojinin ilerlemesiyle merkezi bir konumdan kablosuz olarak IOT (internet of things) birden fazla seranın kontrol edilebilir ve izlenebilir olduğuna değinilmiştir. Seradaki tarımsal ekin, çevredeki koşullardan etkilenir. Bitki büyümesinin kalitesi ve daha iyi üretkenliği için önemli çevresel faktörler olan sıcaklık, bağıl nem, aydınlatma, toprak nemi ve seradaki CO2 miktarıdır. Bu faktörlerin sürekli olarak izlenmesi, azami ekin üretimi elde etmeye yönelik çeşitli faktörlerin bireysel etkileri ile ilgili bilgiler verir. Seranın kontrolü ve izlenilmesinde bu projede de Arduino kullanılmıştır. (Prof.D.O.Shirsath **andothers**, 2017)

Nesnelerin interneti ile akıllı sera uygulaması çalışmasında, (Prof.D.O.Shirsath **andothers**, 2017) çalışması baz alınmıştır. (Prof.D.O.Shirsath **andothers**, 2017) çalışmalarında Arduino ile bir seranın uzaktan kontrolünü ele almışlardır. Bu çalışmada hem Arduino hemde Nodemcu kullanılmıştır. Ayrıca bir prototip hazırlanarak bitki yetiştirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında bir prototip sera tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır. Sera içi hava sıcaklığı, bağıl nem, toprak nemi, ışıklandırma ve güvenlik kontrolleri yapılmıştır. Kullanılan sensörler ve materyaller çizelge 3.1' de verilmiştir.

3.1 Materyal ve Sensörler

Çizelge 3.1 Kullanılan Materyal ve Sensörler.

Sensör / Materyal Tipi	Sensör / Materyal Adı
Arduino Mega R3 2560	Microdenetleyici
Sera içi sıcaklık ve bağıl nem	DHT22
Toprak nem	LM393
Kilit sistem göstergesi	2x16 yeşil ekran LCD
Kilit tuş takımı	7x7 mebran tuş takımı
Kilit sistem motoru	MG90S mikro servo motor
Havalandırma	7x7 cm fan
Çatı açma motoru	4 faz step motor
Sistem bilgilendirme göstergesi	Nokia 5110 ekran
Kamera	Ov7670
Mesaj ile bilgilendirme	GSM Shield
İnternet kontrolü	Esp8286
Yağmur Sensörü	Yağmur sensörü

3.2 Arduino

Arduino açık kaynak kodlu donanım, yazılım ve içerik platformudur. Her kesime hitap eder. Arduino teknolojisi şu amaçlarla kullanılır:

- **Geliştirme**: Üniversitelerin mühendislik bölümleri, nesnelerin interneti, robotik, sanat, ve tasarım bunlardan sadece bir kaç tanesidir.
- **Eğitim-Öğretim**: Ortaöğretim müfredatında da Arduino yer almaya başlamıştır,
- **Oyun**: İlkokullar, fiziksel öğrenmeyi, mantığı, yapı becerilerini ve problem çözmeyi sağlamak için Arduino teknolojisiyle desteklenen oyuncakları kullanır. Arduino'nun sürükleyici eğitim ortamı, öğrenci etkileşimi ve grup işbirliğine odaklanarak proje tabanlı öğrenme yoluyla yaratıcı süreci desteklemektedir. (Arduino, 2018)

Arduino'nun bir çok geliştirme kartı mevcuttur. Bunlardan en popüler olanı Arduino Uno kartıdır. Bu tez kapsamında Arduino Uno'nun giriş/çıkış pinlerinin yetersizliğinden dolayı Arduino Mega 2560 tercih edilmiştir.

3.2.1 Arduino Mega 2560 Rev3

Arduino Mega 2560 ATmega2560 tabanlı bir mikrokontrollardır. 54 dijital giriş/çıkış pini (bunlardan 15 tanesi PWM çıkış olarak kullanılabilir), 16 analog pini bulunmaktadır. 4 UART (donanımsal seri port), 16 MHz kristal osilatör, USB bağlantısı, güç girişi, bir de reset butonu bulunur. Daha geniş alana sahip olmasından dolayı 3D yazıcılar ve robotik projeleri için tavsiye edilen karttır. Bilgisayara USB kablo aracılığı ile kolaylıkla bağlanabilir. Teknik özellikler Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Arduino Mega 2560 Teknik Özellikleri

Mikro Kontroller	ATmega2560
Giriş Voltajı	7V - 12V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	54 (15 adet PWM çıkış imkanı)
Analog Giriş Pinleri	16
Giriş/Çıkış Pini Başına Düşen Akım	20mA
Uzunluk	101.52mm
Genişlik	53.3 mm
Ağırlık	37g

3.2.2 Programlama

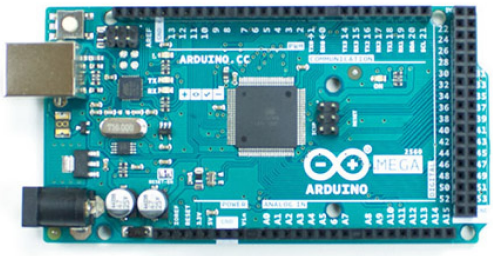
Mega 2560 kartı Arduino Yazılım IDE'si ile kolaylıkla programlanabilir. ATmega2560, Mega 2560 üzerinde önceden programlanmış bir bootloader ile gelmektedir. Bu sayede yeni bir kod yüklemesi yapılmak istendiğinde harici bir donanım programlamaya ihtiyaç yoktur. Arduino Mega kartı görüntü olarak Şekil 3.1 gibidir.

Aynı zamanda dilenirse bootloader devre dışı bırakılarak ICSP(Devre içi seri programlama) pinleri ile mikrokontrolör programlanabilir. (Arduino, 2018)

Arduino Mega 2560 ile yazılan bir programın doğru sonuçlar verip vermediği, ya da ara değerlerin kontrolü için seri haberleşme kullanılır. Seri haberleşme sayesinde program içindeki bir değer istenilirse bilgisayar ekranından okunabilir.

Arduino Mega 2560 kartında 4 adet seri haberleşme portu bulunmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

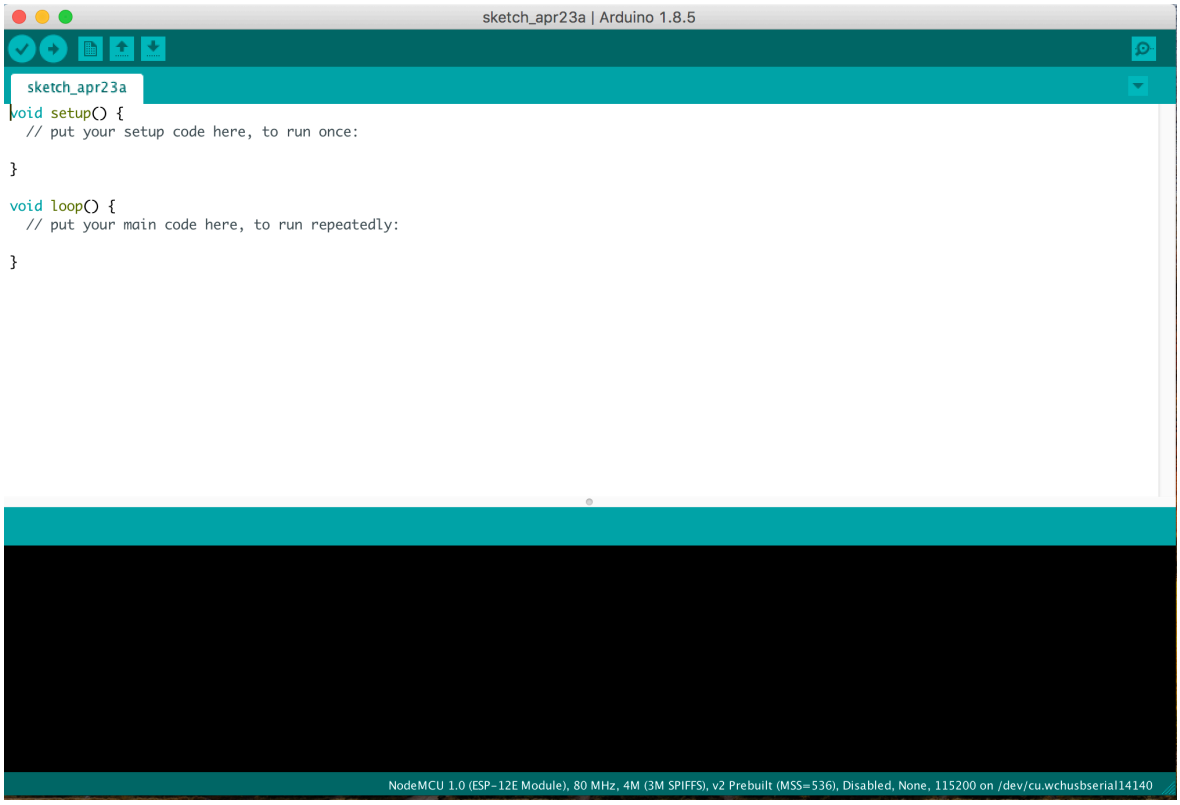
- **Serial**: Rx (0 pini) Tx (1 Pini)
- **Serial 1**: Rx (19 pini) Tx (18 Pini)
- **Serial 2**: Rx (17 pini) Tx (16 Pini)
- **Serial 3**: Rx (15 pini) Tx (14 Pini)



Şekil 3.1 Arduino Mega 2560

3.2.3 Arduino Yazılım IDE'si

Arduino kartlarını programlamak için resmi web sayfası arduinno.cc adresinden Arduino IDE'si indirilebilir. https://www.arduino.cc/en/Main/Software adresinden program bilgisayara indirilip, ofline olarak kodlama yapılabileceği gibi Arduino Web Editor ile online olarak da kodlama yapma imkanı mevcuttur. Arduino IDE java ve Processing tabanlı dillerle geliştirilmiştir. Mac OS X, Windows ve Linux İşletim sistemlerinde çalışabilmektedir. (Şekil 3.2)



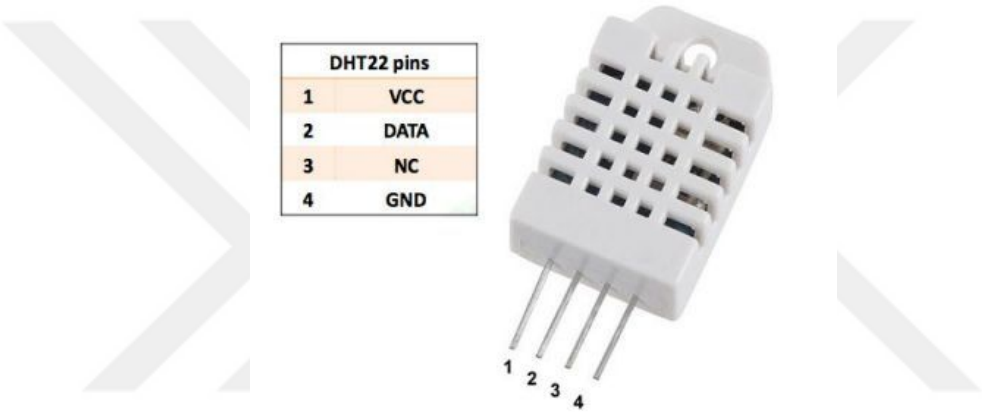
Şekil 3.2 Arduino IDE

Arduino IDE temel iki method ile açılır. Bunlar setup ve loop methodlarıdır. Setup methodu içinde programlamada kullanılacak temel ayarlamalar, değişken durumları gibi bir defaya mahsus olacak işlemler yapılır. Loop methodu ise belli aralıklarla ya da sürekli tekrar etmesi istenen işlemler için kullanılır.

Harici bir kütüphane kullanılmak istenmesi durumunda en üstte (setup methodunun da üstünde) tanımlanır. Burada Arduino'nun kullanılacak pinleri de tanımlanabilir. Kütüphanenin kullanılabilmesi için Arduino'nun kurulu olduğu dosya dizininde Libraries klasörü içine kütüphane dosyası eklenmelidir. Bu şekilde kullanılabilir hale gelir.

3.3 Sıcaklık ve Nem Sensörü

DHT22 sıcaklık ve nem algılayıcısı kalibre edilmiş dijital çıkış sinyali veren bir sensördür. DHT11 sensörüde aynı şekilde sıcaklık ve nem ölçümü yapabilmektedir. Bu çalışmada özellikle DHT22 sensörü tercih edilmiştir. Bunun temel nedeni DHT22 sensörünün daha hassas ölçümler yapabilmesi ve uzun süre çalışmaya elverişli olmasıdır. Sensörde 4 adet pin bulunmaktadır. Bu pinlerden birincisi pozitif, ikinci pin sinyal ve dördüncü pin negatif uçlarıdır. Üçüncü pin ise NC (not connected) kullanılmamaktadır. Ayrıca DHT22 sensörü 8 bit bir mikroişlemciye sahip olması sayesinde hızlı tepkiler vermektedir. DHT22 Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3 Sıcaklık Nem Sensörü

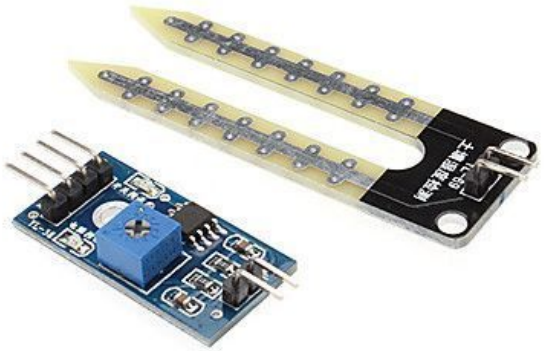
Dht22 sensörü -40 ile 80°C arasında +/- 1°C hata payı ile sıcaklık ölçebilmektedir. Nem ölçümünde ise +/- % 5 hata payı ile ölçüm yapan sensörün veri periyodu ise 2 saniyedir. Diğer özellikleri ise:

- DHT serisinin yüksek performanslı modellerindendir.
- Ürünün ölçüleri 22x28x5 mm.
- Çalışma gerilimi 3.3-5 VDC

Sensörün kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli husus 1. pin ile veri pini arasında bir pull-up direnç kullanılması gerektiğidir . Bunun için 4.7k ile 10k arasında bir direnç kullanılması gerekir. (Anonim, 2018)

3.4 Toprak Nem Sensörü

Şekil 3.4'de verilen toprak nem sensörü, toğrağın içindeki nem miktarını ölçmeye yarar. Toprak nemi ölçmenin yanı sıra sensör ile küçük ölçeklerdeki sıvı seviyesini ölçmek de mümkündür. Nem ölçümü için problar toprağa batırılarak kullanılır. Toprağın ya da içine batırılmış sıvının prob uçları arasında meydana getirdiği direnç sayesinde bir gerilim farkı oluşur. Bu gerilim farkının büyüklüğüne göre nem miktarı belirlenir. Topraktaki nem miktarının artması sayesinde problar arasında iletkenlikte artar. Prob uçlarının dışında bulunan kart sayesinde hassasiyet ayarı yapılabilir. Bu ayar kart üzerinde bulunan trimpot sayesinde yapılabilmektedir. Mikrodenetleyicilerle kullanımı oldukça basittir.



Şekil 3.4 Toprak Nem Sensörü

Diğer özellikleri ise:

- Çalışma gerilimi 3.3-5 VDC
- Dijital ve Analog çıkış verebilme
- 35mA akım
- Alternatiflerine göre ucuz ancak onlara göre daha kısa ömürlü

3.5 Havalandırma Fanı

Prototip akıllı sera sisteminde ortam sıcaklığının artması durumunda havalandırma fanı kullanılarak istenilen sıcaklık değerine düşülebilir. Tez çalışması için hazırlanan prototipte 2 adet 7 x 7 cm büyüklüğünde fan kullanılmıştır. Çeşitli boyutlarda ya da farklı gerilimlerle çalışan fanlar bulmak mümkündür. Havalandırmada kullanılan bilgisayar fanları 5v/12v ile çalışmaktadırlar. Çektiği akım değeri ise 0,1 amper ile 0,65 amper arasında değişmektedir. Prototipte kullanılan fan ise 12v ve ortalama 0.14 A değerinde akım çekmektedir. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5 Havalandırma Fanı

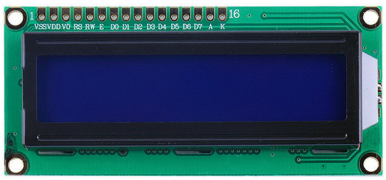
3.6 LCD Ekran

LCD, (Liquid Crystal Display) yani sıvı kristal ekran olarak adlandırılan bir görüntü teknolojisidir. Piyasada satır ve sütun sayılarına göre isimlendirilirler. Örneğin; 2x8, 2x16, 2x20 gibi. 2x16, 16 sütuna ait 2 satırlı bir gösterge anlamına gelmektedir. 1602 LCD ekran diye de adlandırılabilir. Bunlar sayesinde kullanıcıya mesajlar iletilebilir. Prototipte şifreli kilit sisteminde kullanılmıştır. 1602 LCD için pin yerleşimi Çizelge 3.3'deki gibidir. LCD ekranın önden görünüşü ise Şekil 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.3 LCD Ekran Bağlantı Pinleri.

LCD pin	Sembol	Bağlantı
1	Vss	GND
2	Vdd	+5V
3	Vo	Konstrat ayarı
4	Rs	Register seçme
5	Rw	Veri yazma/okuma
6	E	Enable pini
7 - 14	DB0	Data Bus 0 - Data Bus 7
15	A	LED arka ışığı anot (+5v)
16	K	LED arka ışığı katot (GND)

LCD ekrana mesaj yazdırmak için bu 16 pinin kullanılması oldukça zor olup ayrıca karmaşık bağlantı problemini beraberinde getirecektir. Bunun için LCD I2C/IIC Dönüştürücü kartı ile 4 pin kullanılacak hale getirilir.

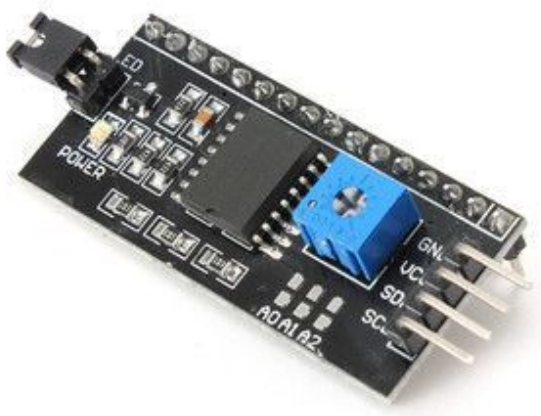


Şekil 3.6 LCD Ekran

3.6.1 I2C/IIC Dönüştürücü Kartı

Dijital sistemlerde kablolu seri haberleşme ile ilgili bir çok standart vardır. Bunlardan biri de 12C veri yolu protokolüdür. I2C veri yolu oldukça güçlü, yüksek hızlı (400kbps), iki yönlü iletişimi destekleyen ve cihazlar arasındaki iletişim için en az sayıda pin kullanılmasını sağlayan bir veri yoludur. Prototipimizde kullandığımız 1602 LCD pin içinde bu kart kullanılmıştır. Bu kartı 2004 LCD ekran içinde kullanabilir yine 4 pine düşürülebilir. Bu 16 pinin 4 pine düşmesi sonucunda 2 pin haberleşme için kullanılırken diğer 2 pin güç için kullanılmaktadır. Haberleşme için kullanılan pinler SCL ve SDA pinleridir. SCL (Serial Clock) veri senkronizasyonu için kullanılmaktadır. SDA (Serial Data) pini ise veri hattıdır. Geriye kalan diğer iki pin ise + ve - hatlarıdır. Kartın I2C adresi varsayılan olarak 0x20 olarak gelmektedir. Üzerinde bulunan A0, A1 ve A2 lehim jumper'larını kullanarak bu adresin değiştirilmesi mümkündür. I2C/IIC Şekil 3.7'de verilmiştir. Diğer özellikleri:

- Çalışma gerilimi: 5V
- Potansiyometre ile konstrat ayarı yapabilme
- Kart botutu: 54x18x10mm



Şekil 3.7 I2C/IIC Dönüştürme Kartı

3.7 4x4 Matrix Keypad

Prototip seranın güvenliği için şifreli kapı kullanılmıştır. Kullanılan şifreleme sisteminde 4 satır ve 4 sütundan oluşan sayı ve harfler bulunmaktadır. Sistem ilk kurulduğunda belirlenen şifre ile kullanılmaya başlanır. Kullanıcının şifreyi değiştirmek istemesi durumunda # butonu şifre değiştirmeyi aktif hale getirecek buton olarak ayarlanmıştır. Şifre değiştirilme aşamasında önce kullanıcıdan eski şifrenin girilmesi istenir. Eski şifrenin doğrusu girilmeden yeni şifre belirlenemez. Eski şifrenin doğru girilmesi halince, yeni şifrenin girilmesi istenir. Yeni şifreyi giren kullanıcıdan teyit amaçlı bir daha aynı şifreyi girmesi istenir. Yeni şifre için girilen iki değerin aynı olmaması halinde kullanıcı uyarılır. Eğer girilen iki şifre aynı ise yeni şifre aktif hale gelir. Şifrenin doğru girilmesi durumunda kapı kilidi aktif hale gelir. Kullanılan keypad (tuş kilidi) Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8 4x4 Matrix Keypad

3.8 Doğru Akım Motor (DC Motor)

Elektrik enerjisini, mekanik enerjiye çeviren elektrik makinasına doğru akım motoru (DA motor) denir. Direct Current Motor kelimesinden dolayı DC motor olarak da adlandırılır. Tez çalışması için yapılan sera modelinde DC su motoru kullanılmıştır. (Şekil 3.9)



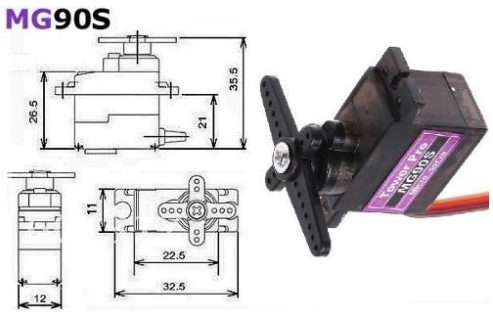
Şekil 3.9 DC Su Motoru

Kullanılan motor 12V olduğundan arduino'dan beslenememektedir. Güneş paneli sayesinde elde edilen enerji aküde depolanmış, aküdeki enerji ile su motoru için gerekli voltaj değeri sağlanmıştır. Eğer kullanılacak motor şebeke elektriği ile beslenen bir motor türüyse, arada bir röle kullanılarak su motoru kullanılır. Ancak şebeke elektriğinin nasıl kullanılması gerektiğini bilmeyen biri için ölümcül sonuçlar doğurabileceği unutulmamalıdır. Bu konuda deneyim veya bilgi sahibi olmayan kişilerin 12V veya daha küçük voltaj değerli motor kullanmaları daha sağlıklı olacaktır.

3.9 Servo Motor

Hız, yön ve ivmeyi kontrol edebilebilen bir motor türüdür. Servo motorlar (Şekil 3.10) RC (Remote Control) uygulamalar başta olmak üzere bir çok konum uygulamasında kullanılmaya elverişli ve güçlü bir motor türüdür. Diğer özellikleri:

- Çalışma hızı: (4.8V - yüksüz) : 0.11 sn / 60 derece
- Çalışma hızı : (6V - yüksüz) : 0.10 sn / 60 derece
- Zorlanma Torku : 2.2kg/cm (4.8V) - 2.5kg/cm (6V)
- Çalışma gerilimi : 4.8-6V
- Boyutları : 3.3 *3.2 *1.2 cm
- Ağırlığı : 13 gram
- Kablo Bağlantıları, Kırmızı (+), Kahverengi (-) ve Turuncu (Sinyal)



Şekil 3.10 MG90S Mikro Servo

3.10 Step Motor

Step motor (Şekil 3.11), elektrik enerjisini dönme enerjisine dönüştüren elektro-mekanik cihaz olarak tanımlanabilir. Bu ismin verilmesinin nedesi ise, açısal olarak konum değişikliğini adımlar halinde değiştirmesidir. Prototipte kullanılan step motor türü 28 BYJ-48 5v'luk redüktörlü bipolar step motordur. Motorun kontrolü için sürücü kart ile beraber satılmaktadır. Kart üzerinde ULN2003 motor sürücü entegresi bulunmaktadır. Bu motorun kontrol edilmesini kart ile sağlayabilmenin yanında 4 pin ile kontrol edebilmenin kolaylığı da kart kullanımını cazip kılmaktadır. Motorun yön ve hız kontrolü sağlanabilmektedir. Diğer Özellikleri ise:

- Çalışma gerilimi: 5V DC
- 4 Fazlı
- Adım açışı 5.625 derece (64 adımlı). 360/64 şeklinde adım açısı hesaplanır.



Şekil 3.11 Step Motor

3.10.1 Step ve Servo Motorların Temel Farkları

- Servo motorlar 2,000 RPM den yüksek hızlarda yüksek torkta çalışabilirler.Step motorlar ise 2,000 RPM den düşük hızlarda yüksek torklarda çalışabilir.
- Step motorlar açık çevrim çalışırken servo motorlar kapalı çevrim şeklinde çalışır.
- Servo motorların bakımı step motorlara göre daha zordur.
- Step motorlar servo motorlara göre daha kolay kontrol edilebilir.
- Servo motor daha çok profesyonel alanlarda tercih edilir.Çünkü step motora göre daha pahalıdır.
- Step motorlar çok kutupludur. (Selek, 2018)

3.10.2 Nokia 5110 Telefon Ekranı

Nokia 5110 telefon ekranı (Şekil 3.12) grafik gösterimine de uygun bir LCD ekrandır. Piyasada bir PCB üzerinde entegre halde bulup kullanmak mümkündür. Bu sayede breadboard üzerinde devrelerde de kullanılabilir. 84x48 (48 satır, 84 sütun) piksellik grafik ekranlarda sıklıkla kullanılan bir sürücüye sahiptir. Piyasada Nokia 5110 olarak anılan bu ekran aynı zamanda Nokia 3310 telefonda da kullanılır. Diğer özellikleri:

- Philips PCD8544 sürücüsü bulunmaktadır.
- Arduino ve diğer platformlarla kullanımı mümkündür.
- 3.3V ile çalıştırılır.



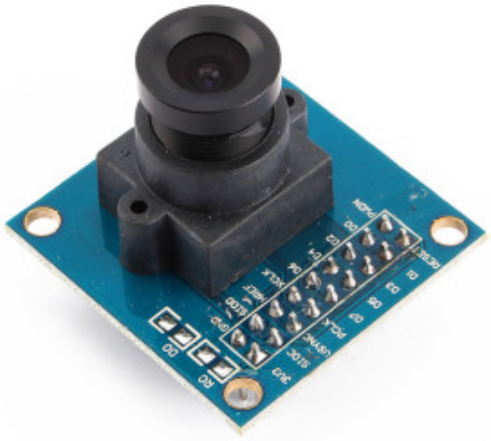
Şekil 3.12 Nokia 5110 Grafik LCD Ekran

3.11 OV7670 CMOS VGA Kamera Modülü

Bir çok telefonun kamerasında kullanılmış bir modüldür. Elektronik projeler için uygundur. VGA 640x480 çözünürlüğüne sahiptir. RGB, GRB, RAW RGB, YUV ve YCbCr format desteği bulunmaktadır. Resim kalite kontrolü mevcuttur. Diğer özellikleri ise:

- Vario Pixel metodu desteği
- AEC,AGC, AWB, ABF ve ABLC ile otomatik görüntü kontrolü
- 50/60Hz desteği
- VGA 30fps
- Gürültü seviyesini otomatik ayarlayabilme

Arduino kartlarından kontrolü için yüksek RAM gerektirebilir. Bu durumda karta SPI RAM eklenebilir ya da FIFO özelliği olan shield kullanılabilir. (Şekil 3.13)



Şekil 3.13 OV7670 Kamera Modülü

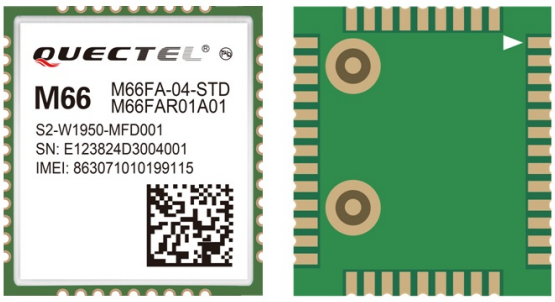
3.12 GSM Modem

Global System for Mobile Communications (GSM) veya Türkçe mobil iletişim için küresel sistem anlamına gelen bir iletişim protokoldür. GSM şebekesini kullanarak en az iki cihazın arasında veri iletişimini sağlayan cihazlar GSM & GPRS Data Modem olarak adlandırılır.

3.12.1 Arduino GSM Shield

Arduino GSM Shield, Arduino'nun GPRS kablosuz ağını kullanarak internete bağlanmasını, sesli arama yapmasını ve sesli arama almasını (harici mikrofon ve hoparlör ile) sağlar. Ayrıca kısa mesaj alıp, kısa mesaj gönderme yeteneğine sahiptir.

Arduino GSM Shield üzerinde Quectel M66 GSM/GPRS modülü bulunmaktadır. M66 oldukça küçük LCC kılıfına sahip dört band GSM/GPRS modülüdür. Bu modül kısa mesaj, veri ve ses aktarımında kötü koşullarda dahi oldukça iyi performans göstermektedir. Arduino, M66 ile seri haberleşme için dijital pin 2 ve 3 ü kullanır. M66'nın TX pini Arduino'nun 2.pinine, RX pini ise Arduino'nun 3.pinine bağlanır. PWRKEY pini ise Arduino'nun 7.pinine bağlanır. Telefonlarda olduğu gibi GSM modüllerinde yurt dışı tedariği durumunda IMEI kaydı yapılması gerekmektedir. Aksi halde modül belli süre sonra devre dışı kalır. Yurt dışından alınan ürünün IMEI kaydı için alınan ücret düşünüldüğünde, yerli üreticiden temin edilmesi daha uygundur. Şekil 3.14 GSM shield'in modüle entegre edilmemiş halidir. Bu modüle ait teknik özellikler Çizelge 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.14 Quectel M66 GSM / GPRS Modül

Çizelge 3.4 M66 Modülü Teknik Özellikleri

Frekans Bandı	850/ 900/ 1800/ 1900MHz
Bluetooth	BT 3.0
Güç Tüketimi	1.3 mA
Besleme Gerilimi	3.3V - 4.6V
Boyutlar	15.8mm × 17.7mm × 2.3mm
Ağırlık	1.3gr

GSM modülleri AT komutlarını kullanarak haberleşmektedirler. Dünya çapında bir standardı olan AT komutlarının bazılarının kullanılması gerekir.

3.12.2 AT Komut Seti

AT komut seti, Hayes firmasının kullandığı standarttır. ”AT”, ”Attention” kelimesinin kısaltması olan ve modem, gsm,fax makinası gibi cihazları kontrol etmek amacıyla kullanılan bir standarttır. Kontrol edilecek cihazlara gönderilen tüm komutlar ”AT” veya ”at” ile başlar.

”AT” tek başına bir komut değil, kendisinden sonra gelecek komutun başlangıcını ifade eder. Kısa mesaj gönderme, gelen kısa mesaja göre işlem yapma gibi işlemler için AT komut setlerinden bazılarının bilinmesi gerekmektedir. Seri haberleşme ile gönderilen ”AT” komutunun yanıtı olarak ”OK” gelmesi modülün cevap verdiğini göstermektedir. Diğer AT komutları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Bazı AT Komutları

AT+CGMS	Kısa mesaj gönder
AT+CMGL	Gelen mesajları listele
AT+CGGR	Kısa mesajları oku
AT+CMGD	Kısa mesajları sil
AT+CIMI	IMEI sorgulama
AT+CPIN	Pin kodu girme
AT+CSQ	Sinyal gücü sorgulama

3.12.3 Sinyal Güçlendirici Anten

GSM / GPRS modülünün çekim alanının arttırılması için harici bir güçlendirici anten kullanılmıştır. (Şekil 3.15)

Antenin teknik özellikler Çizelge 3.6'de verilmiştir.



Şekil 3.15 Anten

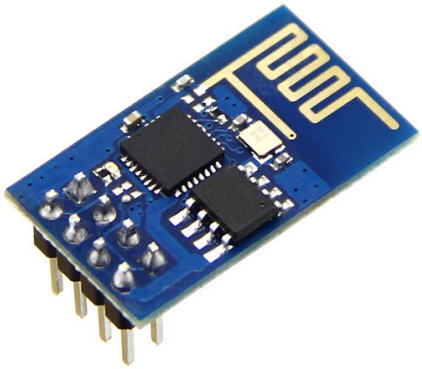
Çizelge 3.6 Kullanılan Anten Özellikleri

Frekans	890/960, 1710/1880 MHz
Uzunluk	59 mm
Tip	1/4 dalga boyu monopol anten
Kazanç	+2dBi
Bağlantı	SMA erkek konnektör
Çalışma Aralığı	-40 - +70 derece
Empedans	50 ohm

3.13 ESP8266

ESP8266, TTL(Seri Haberleşme) ile kablosuz haberleşme ağına bağlanabilen bir modüldür. Ucuz ve kolay kullanıma sahip olmasından dolayı nesnelerin interneti projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. ESP8266 modülü 3.3 V ile çalışmaktadır. Yani modülün çalışması için Arduino'nun 3.3 V çıkışı kullanılabilir. Fakat ağa bağlanma ve veri alışverişi sırasında anlık olarak Arduino'nun sağlayabileceği akımdan daha fazla akım çekebilmektedir. Bu yüzden ESP8266'yı harici bir 3.3 V gerilim kaynağından besleyerek kullanmak, modülün daha istikrarlı çalışmasını sağlar. Harici 3.3 V kaynağının ve Arduino'nun toprak hatları birbirine bağlanmalıdır. (Sevinç, 2015)

ESP8266 modülünün 12 farklı modeli bulunmaktadır. Bunlar arasında pin sayısı, anten türü gibi bazı farklılıklar bulunmaktadır. Ancak hangi model kullanılırsa kullanılsın, Arduino ile yazılmış kod her model için çalışmaktadır. Prototipte ESP8266 ESP-01 (Şekil 3.16) modeli kullanılmıştır. ESP-01 ile diğer modellere göre daha kolay bağlantı yapılabilmektedir.



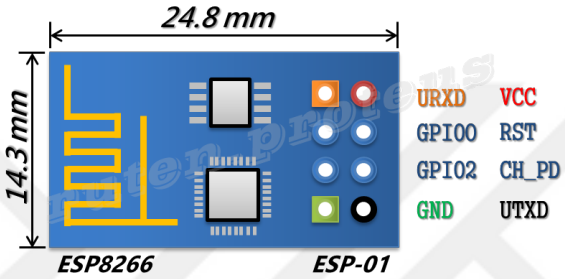
Şekil 3.16 ESP-01

ESP-01'in temel özellikleri ve pinleri şekil 3.17'de verilmiştir.

ESP8266 ilk üretiminden sonrada sürekli geliştirilmiştir. Bu yüzden ESP8266 ilk alındığında uygun bir program aracılığı ile güncellenmelidir. Güncellemeler sayesinde daha stabil olarak çalışacaktır.

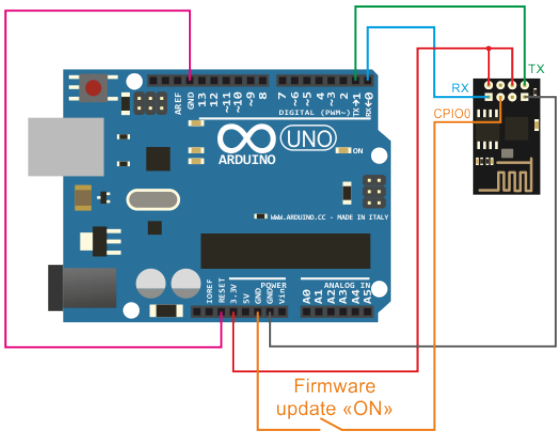
ESP-01 modülünün detayları şöyledir:

- PCB anten bulunmaktadır
- 3 Giriş/çıkış pini: GPOIO/2/16
- Diğer Pinler UART (URXD/UTXD), RESET, CH_PD(Güç Kapatma) ve Vcc/GND
- Boyut 14.3mm x 24.8mm



Şekil 3.17 ESP-01 Pinleri

ESP8266 modülünün güncellenmesi 'ESP8266 Flash Downloader' programı yardımıyla yapılabilir. Güncellemenin yapılabilmesi için ESP-01 modeli için Arduino bağlantısı Şekil 3.18 gibi olmalıdır.

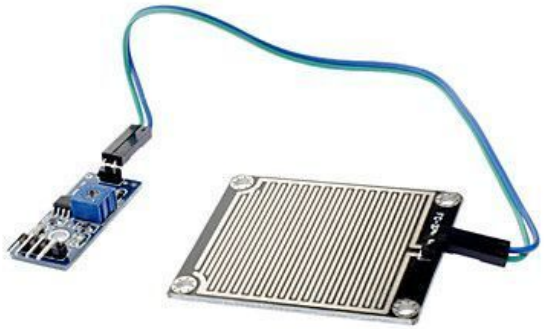


Şekil 3.18 ESP-01 Güncelleme Bağlantısı

3.14 Yağmur Sensörü

Bir birine paralel olarak yerleştirilmiş iletken hatların su ile teması ile sensör çıkışında bir değer meydana gelir. Analog olarak alınan bu değer arduino tarafından kolaylıkla okunabilir. Besleme voltajı yapılıp toprak bağlantısı yapılması durumunda sensör çıkış bacağından değer okunabilir. Yağmur sensörü sadece analog değil aynı zamanda dijital değerde üretebilir. Bu sebeple kullanım amacına göre dijital veya analog değer tercihi yapılabilir. Sensör hassasiyet ayarı ise üzereinde bulunan pod ile sağlanır. (Şekil 3.19) Yağmur sensörünün özellikleri şöyledir:

- Çalışma voltajı 5 v'dur.
- Çalışma akımı 20 mA'den azdır.
- Hem dijital hem analog çıkış alabilme
- Sensör hassasiyet ayarı bulunması



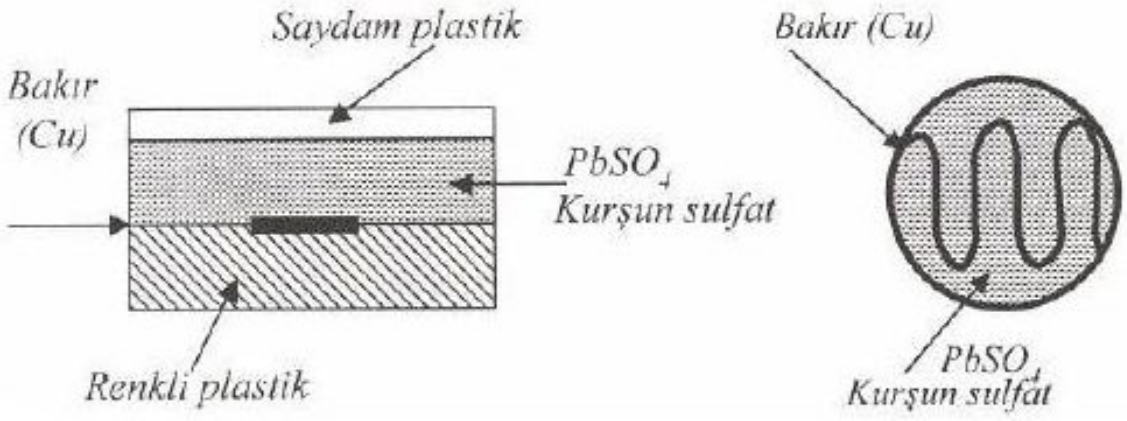
Şekil 3.19 Yağmur Sensörü

3.15 LDR - Light Dependent Resistor

Işığa duyarlı direnç olarak dilimize çevirebileceğimiz LDR, Light Dependent Resistor kelimesinin kısaltmasıdır. Foto direnç olarakta anılan bu direnç bir optik sensördür. Üzerine düşen ışığın şiddetine göre direnç değeri değişmektedir. Üzerine ışığın düşmesi ile direnç düşmekte, ışığın kesilmesinde ise direnç değeri artmaktadır. Dış görünüşü Şekil 3.20'de iç yapısı ise 3.21'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20 LDR



Şekil 3.21 LDR İç Yapısı

3.16 Güneş Paneli

Güneş ışığının elektrik enerjisine dönüşmesi için kullanılır. Prototipte gerekli olan elektrik enerjisi güneş paneli ile elde edilmiştir. Güneş ışığının paneldeki hücrelere teması sonucunda DC (Doğru) akım üretilir. Üretilen elektrik enerjisinden en üst düzeyde faydalanabilmek için güneş panelinin doğru bir eğimle yerleştirilmesi gerekir. Mevsim ve şehir parametrelerine göre bu konumlandırma yapılabilir. (Şekil 3.22)



Şekil 3.22 Güneş Paneli

3.17 Akü

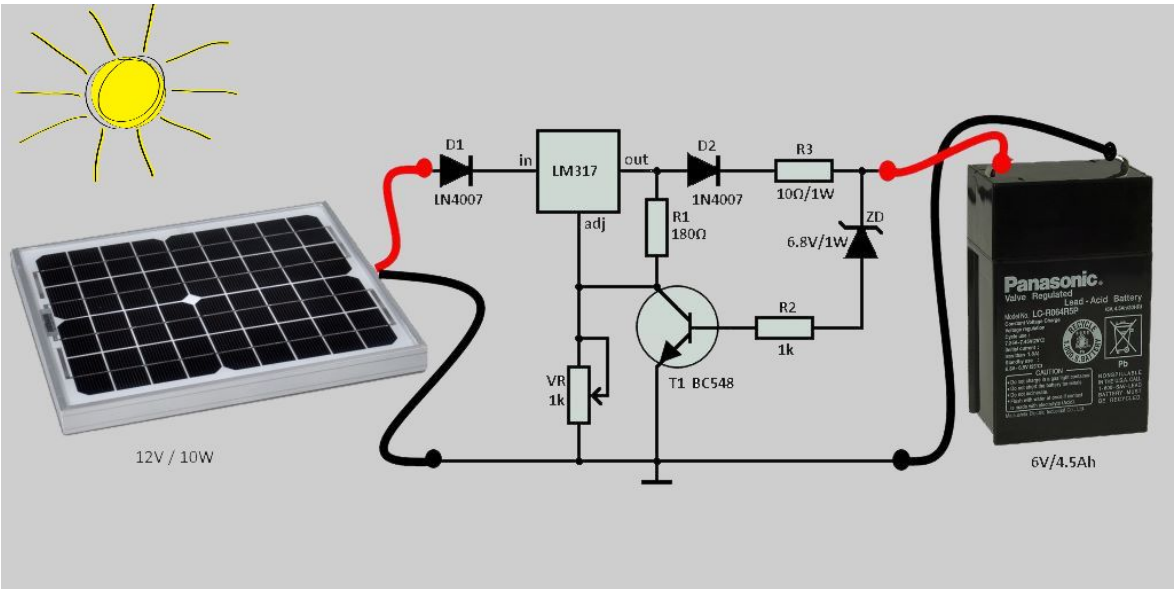
Güneş panelleri sayesinde elde edilen elektriği, güneş olmadığı zamanlarda kullanabilmek için depolamak gerekir. Aküler elektrik enerjisini kimsayal elektriğe çevirirler. Tekrar elektrik akımı olarak kullanılmak istendiğinde ise kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren akım toplayıcıdır. Prototipte bu amaçla bir akü kullanılmıştır. (Şekil 3.23)



Şekil 3.23 Akü

3.17.1 Akü Sarj ve Koruma Devresi

Güneşten elden edilen elektriği depolamak için kullanılan aküyü sarj ederek güneş olmadığı durumlarda da kullanmak mümkündür. Bu prototipte de güneş paneli ve akü kullanılmıştır. Güneşten elde edilen akımın düzensiz olmasından dolayı aküyü sarj etmek için arada koruyucu bir devre kullanılmalıdır. Bu devre sayesinde akü sarj edilirken aynı zamanda aküye zarar vermesi engellenmiştir. Akünün ömrünün kısalmasını engellemek için bu devre aynı zamanda akünün dolması durumunda sarjı otomatik kesmektedir.



Şekil 3.24 Akü Sarj Devresi

Şekil 3.24'de görülen akü sarj devresinin tasarımı yapılabileceği gibi piyasada hazır sarj üniteleri de almak mümkündür. Hazır sarj üniteleri genellikle 3 ayrı girişlidir. İlk giriş güneş paneli içindir. İkinci giriş akü için, son giriş ise sarj esnasında da elektrik kullanılacaksa onu sağlamak içindir.

3.18 IoT - Nesnelerin İnterneti

İnternet of things kavramı son bir kaç yıldır oldukça popüler olan bir kavram. Türkçe karşılığı olarak ’Nesnelerin interneti’ ifadesi kullanılmaktadır. Her ne kadar son zamanlarda popülerleşmiş bir kavram olsada yaklaşık 20 yıllık bir geçmişe sahiptir. İlk olarak bu ifadeyi 1999 yılında Kevin Ashton kullanmıştır. Elektronik aletlerin kablolu veya kablosuz bir şekilde internet üzerinden kontrol edilmesi olarak tanımlamak mümkündür. Bu cihazlar ile yapılan ölçümler cloud (bulut) sistemlere kaydedilip verilere uzaktan ulaşma imkanı sağlanabilir. Kulağa oldukça iyi gelen bu kavramın aynı zamanda bir tehlike oluşturabileceği unutulmamalıdır. İnternete açılan her kapının bir güvenlik sorununuda yanında getirdiği unutulmamalıdır. Aksi halde kötü niyetlilere onlarca açık kapı bırakmış olacağız. Bazı IoT kullanıcıları bu sebeple sadece kendi ağı içindeki nesneleri kullanmaktadır. Ancak dilenirse internet ortamına veriler aktarılıp kontrol edilebilir. Böylece dünyanın neresinde olunursa olunsun, istenilen cihaz kontrol edilebilir ya da veriler okunabilir. Bu durumda ise kullanıcının kendi bileceği bir şifre kullanılıp nesneye ulaşmadan önce şifre onayı ile güvenlik arttırılabilir.

3.18.1 Statik(Değişmeyen) IP Alma

Kablolu ya da kablosuz olarak bağlanılan ağdan nesnelerin kontrolü wifi modülü sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir. Eğer kablolu internet bağlantısı varsa bu durumda ethernet modülü kullanılmalıdır. Esp8266 wifi modülü için bağlandığı kablosuz ağdan alacağı IP ile istenilen nesnenin kontrolü sağlanabilir. Ancak bu IP modemin resetlenmesi, elektrik kesilmesi gibi durumlarda değişebilir. Bu sebeble sağlıklı bir bağlantı sağlanmayabilir. Bunu engellemek için internet sağlayıcı firmadan statik IP talep edilebilir. Bazı modem arayüzlerinde statik IP ayarlaması yapılabilmektedir.

3.18.2 Verilerin İnternete Gönderilmesi

Sensörlerden alınan verilerin internet ortamına gönderilip, kaydedilmesi mümkündür. Eğer bu yöntem tercih edilirse, statik ip kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Bunun için gerekli olan bir web sitesi arayüzü ile verilelerin kaydedileceği bir veritabanıdır.

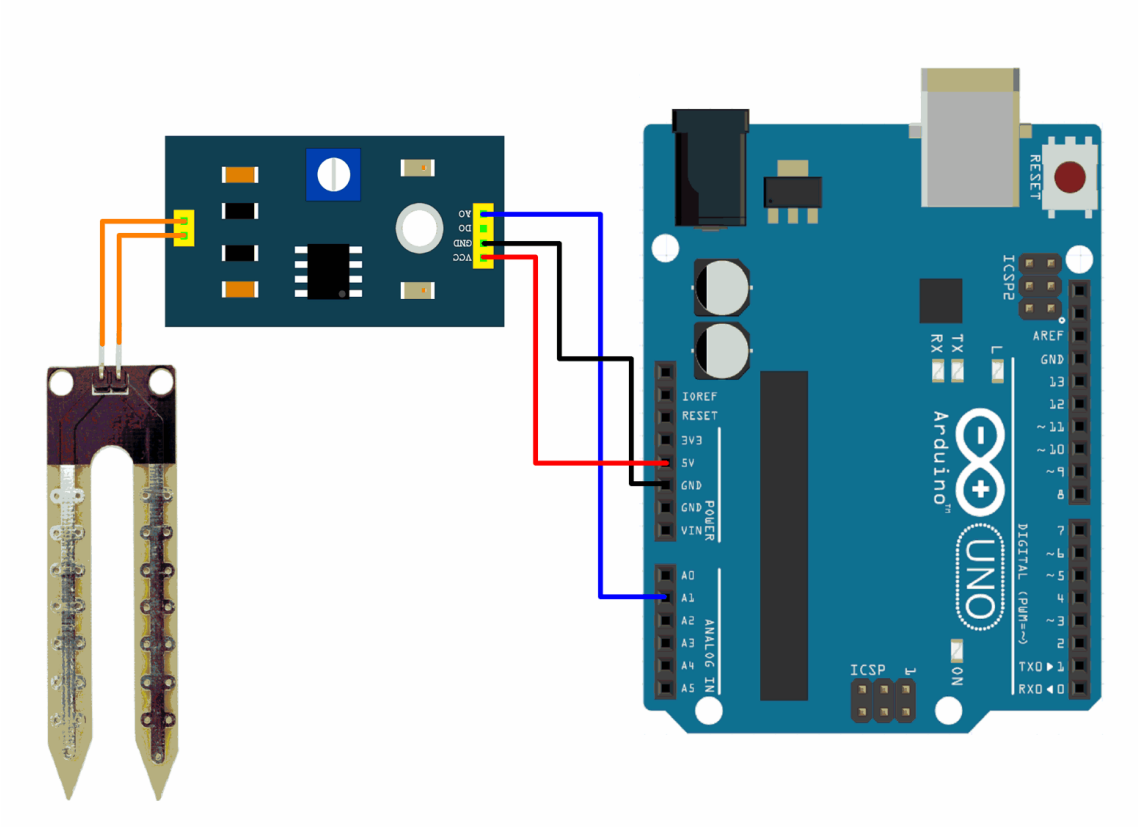
3.18.3 ThingSpeak

Thingspeak IoT uygulamaları için geliştirilmiş bulut tabanlı bir sistemdir. Verilerin internete gönderilmesi başlığında bahsedilen sistem için kullanılabilir. Veriler grafik olarak da gözlemlenebilir. Bu verilerin dilenildiği taktirde json, xml veya csv formatlarında dökümü alınıp kullanılabilir. Örnek kullanımına sera içi nem-sıcaklık devre ve yazılımı başlığında değinilecektir.

4. ELEKTRİKSEL AKSAM VE SİSTEM YAZILIMLARI

Önceki bölümde tez çalışması için yapılan prototipte kullanılan devre elemanları tanıtıldı. Bu bölümde bu devre elemanları ile yapılan devreler ve yazılımları incelenecektir.

4.1 Toprak Nem Ölçüm Devresi ve Yazılımı



Şekil 4.1 Toprak Nem Ölçme Devresi

Toprak nem sensörünün bitki köküne batırılarak oluşan gerilim sayesinde toprak nemi hesaplanır. Sensör sayesinde toprak nemi analog değer olarak Arduino yardımıyla okunur. Eğer bu değer yetiştirilecek bitki için gerekli olan optimum nem değer aralığında değilse elde edilen değerle sulama sistemi tetiklenir. Sulama sistemi bitkiye suyu verdiği sürece de nem değeri okunmaya devam eder. Sulama ile birlikte nem değeri optimum seviye aralığına geldiğinde sulama durdurulur. Bu şekilde fazla su harcanmasının önüne geçilir. Devre şeması Şekil 4.1'de, örnek kod ise 4.1'de olacaktır.

Listing 4.1 Toprak Nem Ölçüm Kodu

```
int toprakSensorPin = A0;
int nemDegeri;

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Toprak Nemi Ölçülüyor ...");
    delay(2000);
}

void loop()
{
   nemDegeri = analogRead(toprakSensorPin);
   nemDegeri = map(nemDegeri,1023,0,0,100);

   Serial.print("Toprak nem degeri : ");
   Serial.print(nemDegeri);
   Serial.println("%");
   delay(1000);
}
```

Arduino ile analog değer okumak için A0 analog pini kullanılmıştır. A0 pininden okunan değer nemDegeri adında bir değişkende tutulmuştur. nemDegeri değişkeninin 0-1023 arası değerleri sistem kullanıcısının anlayabilmesi için 0-100 değerleri arasında bir değere eşitlenerek kullanıcıya nem oranı seri haberleşmeden gösterilmiştir. Yetiştirilecek bitkiye göre değişmekle birlikte, tez çalışması için hazırlanan prototip serada nem değeri domates bitkisi baz alınarak düşünülmüştür.

4.2 Sulama Devresi ve Yazılımı

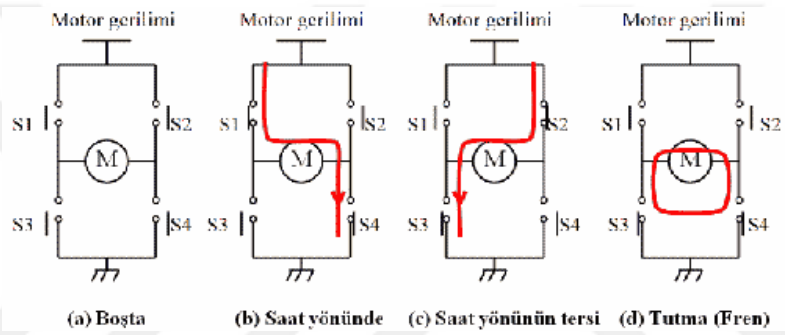
Toprak nemini bitkinin gelişmesi ve uygun değerde tutabilmek için doğru bir sulama yapılması gerekmektedir. Akıllı seralarda bu sulama işleminin yapılmasının en önemli nedenlerinden biri de su israfını engellemektir. Fazla ya da az su ile bitki gelişimine olumsuz katkıda bulunulur.

Su motorlarının arduino ile direk kullanımı sağlıklı bir yöntem değildir. Motorların çekeceği anlık akım arduinoyu yakabileceğinden dolayı motor sürücü devreler kullanılır.

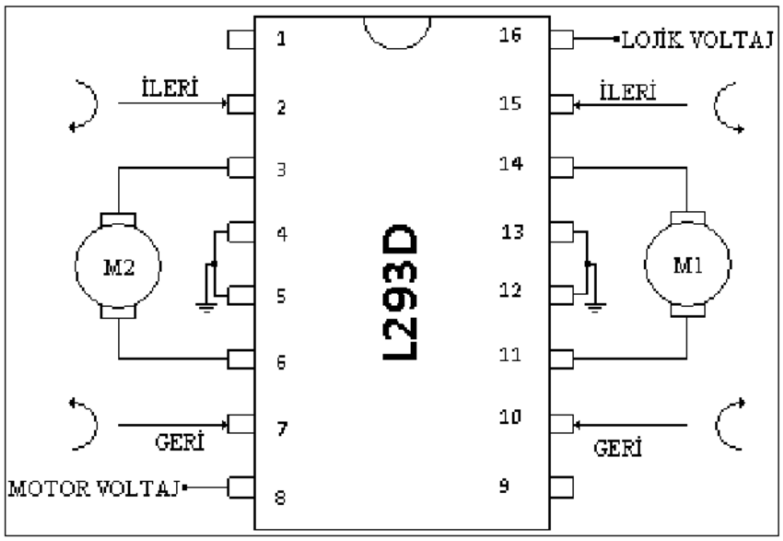
Tez çalışması için L293D motor sürücü entegresi kullanılmıştır. L293D motor sürücüsü arduinodan gelen sinyal değerini yükselterek motorun çalışmasına yardımcı olmaktadır. L293D sayesinde motor yön ve hız kontrolü yapılabilir.

4.2.1 Motor Sürücü Entegresi

L293D motor sürücü entegresi yerine L293B motor sürücü entegreside kullanılabilir. L293B daha fazla akıma dayanıklıdır. İki motor sürücüde aynı pinlere sahip olduklarından devrede ikiside kullanılabilir. Her iki motor sürücü devresinde de H köprüsü kullanılır. H köprüsü motor sürme işleminde anahtarlama elemanlarının açılıp kapanma durumlarına göre motora yön vermektedir.



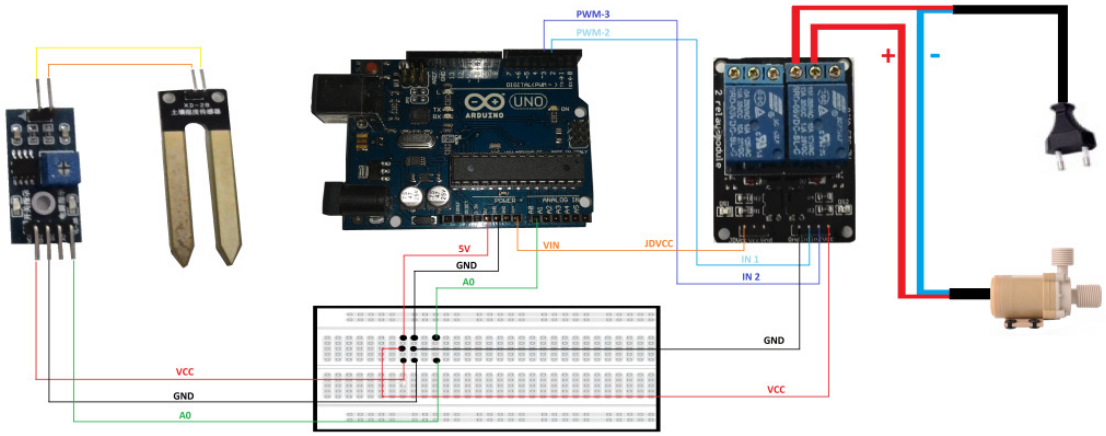
Şekil 4.2 H Köprüsü Kombinasyonları



Şekil 4.3 L293D ve L293B Entegre Bağlantı Şeması

8 nolu bacağa motorun çalışması için verilmesi gereken voltaj verilir. Bu değer 4,5V ile 36V arasında değişebilir. 1. bacak ve 9. bacak enable pinleri olarak adlandırılır. Bu bacaklara enerji verilmesi durumunda arduino ile gelecek sinyalleri kullanarak motorun kontrolü sağlanabilir.

4.2.2 Arduino ve Su Motoru Bağlantısı



Şekil 4.4 Su Motoru, Röle ve Toprak Nem Sensör Devresi

Toprak nem sensörü sayesinde toprağın nem değeri hesaplanır. Elde edilen değere göre su motorunun çalıştırılması ya da çalışıyorsa durdurulması gibi işlemler yapılır. Şekil 4.4 de görüldüğü gibi bir devre ile şebeke elektriğine bağlı su motoru röle ile kullanılabilir.

Şekil 4.4 devresine uygun yazılım ise 4.2 şeklinde olmalıdır. Bu kod ile birlikte toprağın nemi düzenli kontrol edilip, toprak sadece gerektiğinde sulanacaktır. (MEGEP, 2008)'e göre domates bitkisi fide döneminde nemi seven, yetiştirme ve meyve olgunlaşma döneminde ise yüksek nemden hoşlanmayan bir türdür. Sulama için hazırlanan kodlama için buna dikkat edilmesi gerekmektedir.

Listing 4.2 Toprak Sulama Kodu

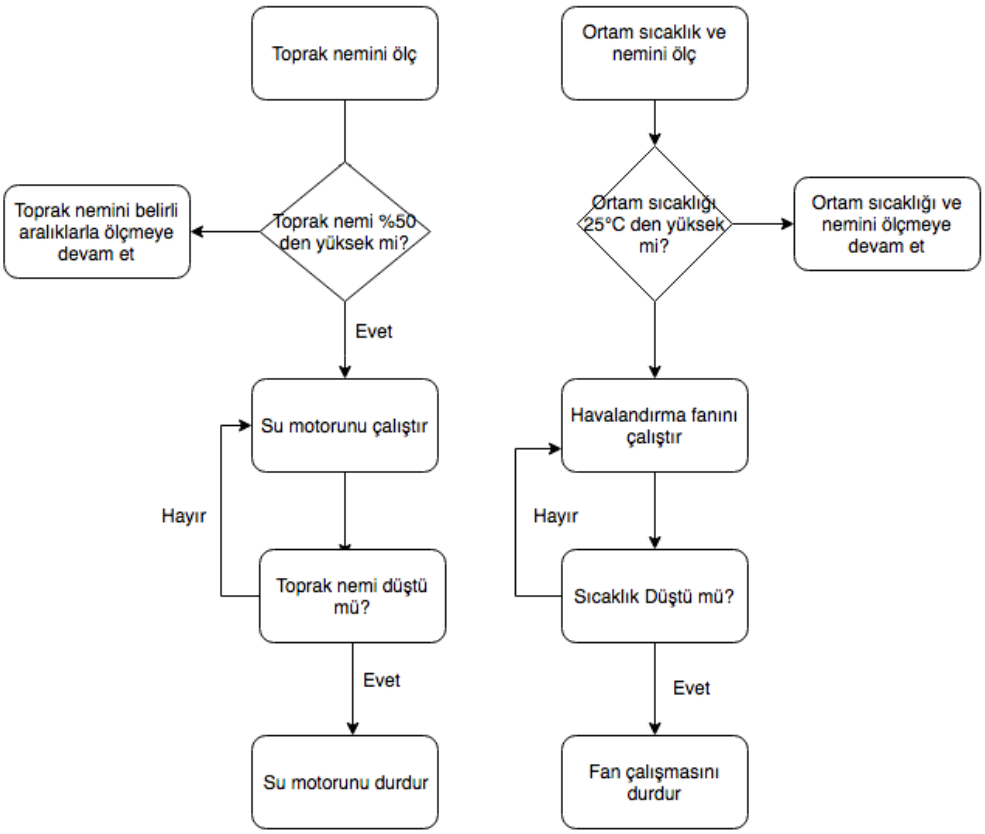
```
int toprakSensorPin = A0;
int nemDegeri;
#define suMotoru 3

void setup()
{

    digitalWrite(suMotoru,0);
    nemDegeri = analogRead(toprakNemSensorPin);
    nemDegeri = map(nemDegeri,1023,0,0,100);
    Serial.print("Toprak nem degeri : ");
    Serial.print(nemDegeri);
    Serial.println("%");
    delay(1000);

    if(nemDegeri > 50)
    {
        digitalWrite(suMotoru,1);
        delay(1000);
    }
    else
    {
        digitalWrite(suMotoru,0);
        delay(1000);
    }
}
```

Toprak nemi ölçümü yapıldıktan sonra, nem değerine göre toprağın sulanması ya da sulamanın durdurulması işlemi yukardaki kod ile yapılmıştır. Su motoru programın çalışmaya başladığı ilk aşamada pasif haldedir. Toprak nemi için belirlenen bir sınır değere göre (bu kod için 50) su motoru aktif veya pasif duruma çekilmiştir. Böylece ihtiyaç olmadığı durumlarda su motoru çalışmamış, su israfı yapılmamıştır.



Şekil 4.5 Yazılım Akış Diagramı

Şekil 4.5'de hem toprak nem ölçümü hem de sera içi sıcaklık ve nem ölçümü algoritması diagram olarak verilmiştir. Toprak neminin sürekli ölçülüp bitkinin su ihtiyacı belirlenerek su motorunun çalıştırılması ya da durdurulması sağlanmıştır. Aynı şekilde sera içi sıcaklığın ve nemin ölçülmesi, bu değere göre bitki için sıcak bir ortam söz konusu ise havalandırmanın açılması ile sıcaklık istenilen değerde tutulmuştur. Sıcaklık ve nem değerleri internet ortamına gönderilerek, uzaktan takip edilebilmiştir. (Şekil 4.7)

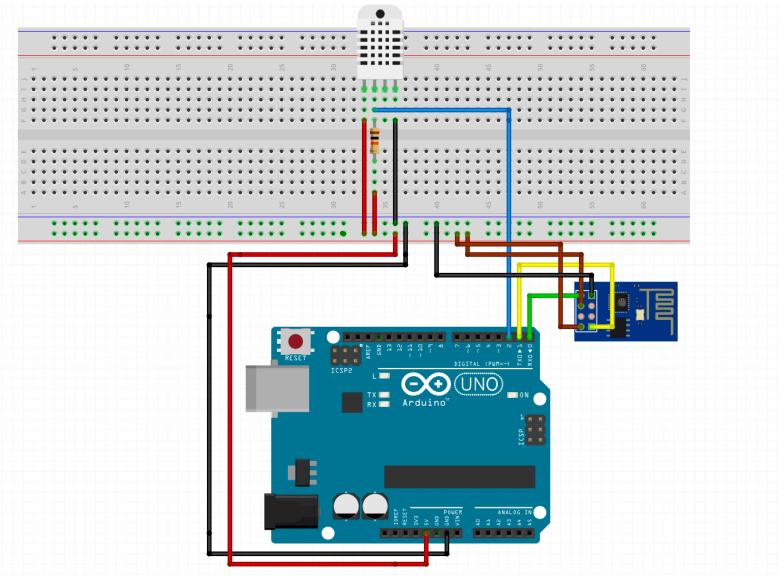
4.3 Sera İçi Nem - Sıcaklık Devresi ve Yazılımı

Sera içi sıcaklığın ve nemin ölçülerek yetiştirilecek bitkinin çeşitli hastalıklardan korunması sağlanır. Sıcaklığın artması durumunda devreye fanlar sokularak ortam sıcaklığının istenilen seviyeye gelmesi sağlanır. Tez çalışması için hazırlanan prototipte bu değerler ölçülerek thingpeak.com sitesine gönderilerek kayıt altına alınması sağlanmıştır. Burada sıcaklık ve nem değeri tutulup, değişimin grafiğe dökülmesi sağlanmıştır.

4.3.1 Thingspeak.com Ayarları

Thingspeak.com platformuna üye olunduktan sonra, projeler için 'channel' adı verilen projeye özgü verilerin tutulması için ufak ön hazırlık yapılmalıdır. Bunun için 'new channel' butonuna tıklanarak, proje ayarları yapılmalıdır. Channel için bir isim, projenin ne hakkında olduğunu anlatan bir açıklama ve kullanılacak parametreler (field) girilerek ayarlar tamamlanır. Ayarlar sonrası bu projeye özel verilerin takibinin yapabildiği bir arayüze sahip olunur.

Arduino ile thingspeak.com sayfasının haberleşebilmesi için oluşturulan projeye özel anahtar sözcükler bulunur. Bunlara thingspeak.com proje sayfasında API Key sekmesi altında write ve read API Key olarak ulaşılabilir. Write API Key arduino kodunda kullanılarak, sensörlerden alınan verilerin thingspeak ortamına gönderilmesi sağlanır. Read API Key ise, verilerin dışarıyla paylaşılması istenilirse kullanılır. Örnek devre şeması Şekil 4.6'deki gibidir.



Şekil 4.6 Dht22 Esp8266 Sensörü Bağlantı Şeması

Nem ve sıcaklığın ölçülüp, Esp8266 ile thinkspeak.com adresine göndermesi için gerekli olan yazılım aşağıdaki gibi olmalıdır.

Listing 4.3 ESP8266 ile Sıcaklık Nem Değerlerini İnternete Gönderme

```
#include "cactus_io_DHT22.h"

#define ag_ismi "INTERNET AG ISMI BURAYA YAZILIR"
#define ag_sifresi "INTERNET AG SIFRESI BURAYA YAZILIR"
#define IP "184.106.153.149"
#define DHT22_PIN 2

DHT22 dht(DHT22_PIN);
float sicaklik;
float nem;

void setup(){
Serial.begin(115200);
Serial.println("AT");
delay(3000);
if(Serial.find("OK")){
Serial.println("AT+CWMODE = 1");
delay(2000);
String baglantiKomutu =
String("AT+CWJAP=\"")+ag_ismi+"\",\""+ag_sifresi+"\"";
Serial.println(baglantiKomutu);

delay(500);
}
dht.begin();
}
```

Esp8266'nın istenilen kablosuz ağa bağlanması için kablosuz ağ adı ve şifresinin kod içinde yazılması gerekmektedir. IP olarak tanımlanan değişken thinkspeak.com adresinin IP adresidir. Bu sayede Arduino ile okunan sensör değerleri, Esp8266 aracılığı ile thinkspeak.com a gönderilebilecektir.

#include <cactus io DHT22.h> ise DHT22 sensörü için yazılmış hazır bir kütüphanedir. Bu kütüphane sayesinde sıcaklık ve nem değerlerini okumak için kütüphanede tanımlanmış fonksiyonları çağırmak yeterldir.

Setup fonksiyonunda ise, ESP8266 sensörünün AT komutları ile kablosuz bağlantı yapılmıştır. dht.begin komutu ile de sıcaklık ve nem değerlerinin okunması için sensör hazır hale getirilmiştir.

Sıcaklık ve nem değerinin gönderildiği fonksiyon için bknz: 4.4 gibidir.

Listing 4.4 Sıcaklık ve Nem Değerinin İnternete Gönderilmesi

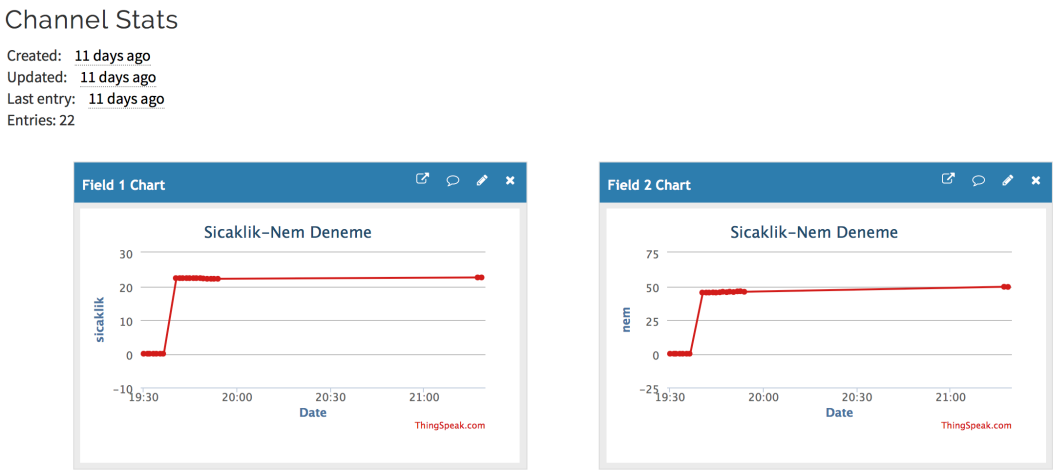
```
void sicaklik_yolla(float sicaklik, float nem){
Serial.println(String("AT+CIPSTART=\"TCP\",\"") + IP + "\",80");
delay(1000);
if(Serial.find("Error")){
Serial.println("AT+CIPSTART Error");
return
}
String yollanacakKomut = "GET /update?key=NC68JWQB9X6FWXZU&field1=";
yollanacakKomut += (float(sicaklik));
yollanacakKomut += "&field2=";
yollanacakKomut += (float(nem));
yollanacakKomut += "\r\n\r\n";
delay(3000);

Serial.print("AT+CIPSEND=");
Serial.println(yollanacakkomut.length()+2);
delay(1000);
}
```

Öncelikle Esp8266'nın AT kommutları ile TCP protokolünü kullanarak, thinkspeak.com adresine bağlanması sağlanmıştır. Bağlantının başarılı olduğu durumunda, sıcaklık ve nem değerleri gönderilmiştir. Yapılan bağlantı GET methodu ile sağlanmıştır. Key parametresi ise thinkspeak adresinde bu projeye özel write API key olarak yazılmıştır. Bu sayede veriler doğru projeye gönderilebilmektedir. field1 alanında sıcaklık değeri, field2 alanında ise nem değeri tutulmuştur. (Şekil 4.7)

Sıcaklık ve nem değerlerinin ortam sıcaklığını doğru şekilde yansıtması için sıcaklık değerleri yuvarlanmamış olduğu gibi yansıtılmıştır. yollanacakKomut değişkeni ile projeye özel key, sıcaklık ve nem değerlerinin yanı sıca yollanacakKomut değişkeninin uzunluğunun da gönderilmesi gerekmektedir. Uzunluk değerini hesaplamak için length() methodu kullanılmıştır.

Değerlerin thinkspeak.com adresinde işlenebilmesi için en az 15 saniye bekleme ile gönderilmesi gerekmektedir. Şekil 4.7 da görülen grafiklerde değerler 1 dakika ara ile gönderilmiştir. Bu grafiklerin yanında son güncellenme tarihi, verilerin sayısı gibi bilgileri de kullanıcıya sağlamaktadır.

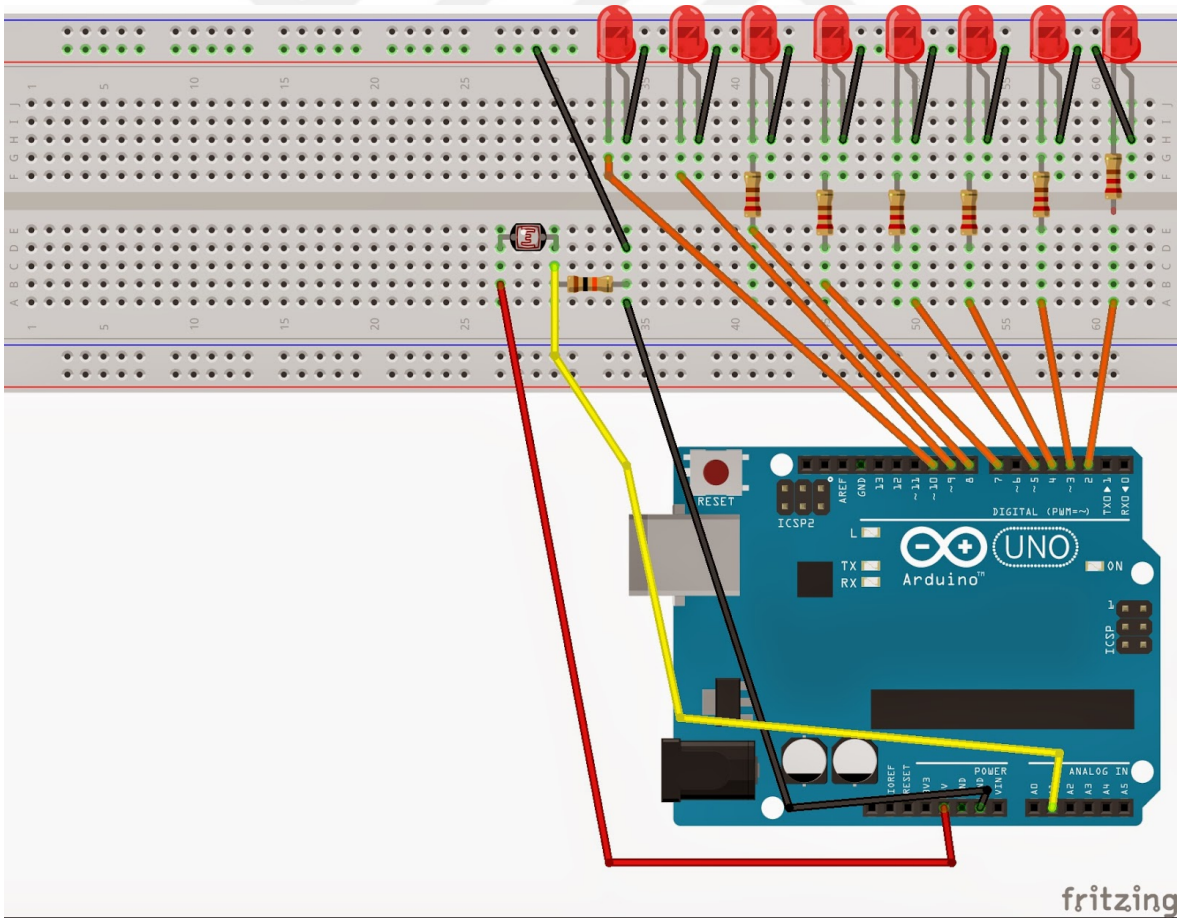


Şekil 4.7 Sıcaklık ve Nem Grafikleri

4.4 Sera İçi Aydınlatma

Seralarda bitki gelişimi için önemli noktalardan biri de ışık faktörüdür. Bitkinin fotosentez gerçekleştirmesi için güneş ışığı alan bir yerde konumlandırılması gerekmektedir. Bitki gelişiminin güneş batışı sonrasında da devam edebilmesi için suni ışıklandırma yapılabilir. Yapılacak ışıklandırmanın yetiştirilecek bitki üzerindeki etkisinin en iyi düzeyde olması için ışık dalga boyu oldukça önemlidir. Bu sebeple fotosentezin yapılabileceği bir ışıklandırma seçilmelidir. Fotosentezin en iyi yapılabileceği ışıklandırma için kırmızı led şerit seçilmiştir. Kırmızı ışığın dalga boyu sayesinde bitki güneş batışından sonra da fotosentez yaparak hızlı bitki gelişimi sağlamıştır.

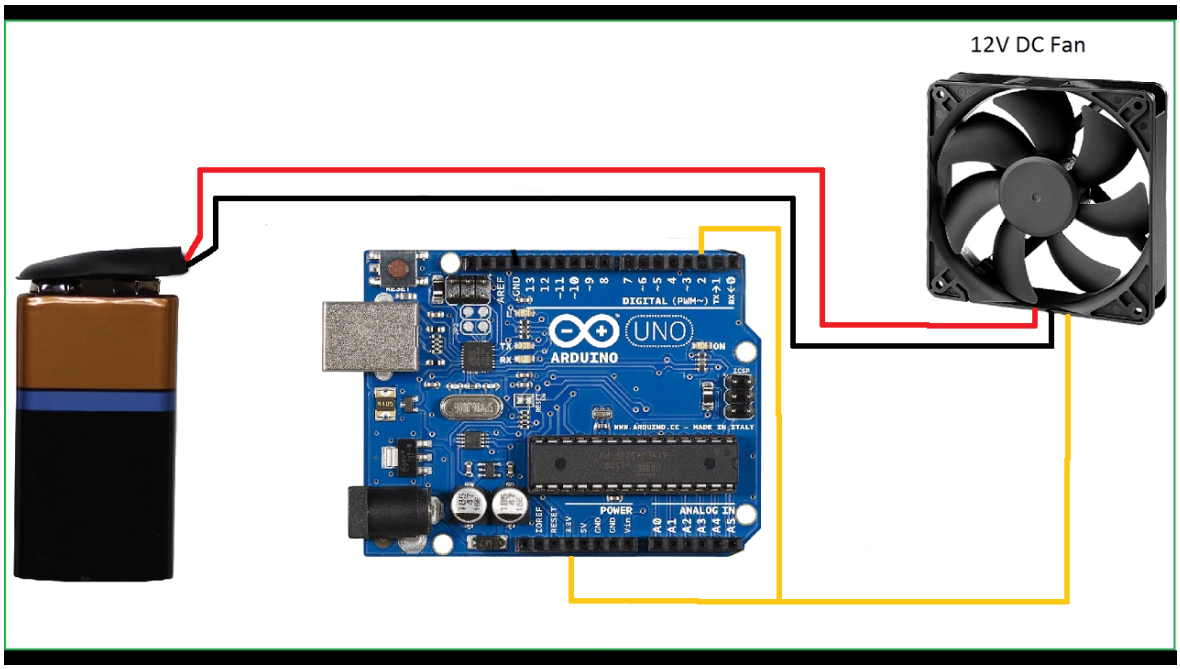
Güneşin batışının anlaşılıp, otomatik suni ışıklandırma yapılması için LDR kullanılmıştır. LDR sayesinde ortamdaki ışık şiddeti ölçülebilmiş, bu sayede ışıklandırma sistemi devreye sokulabilmiştir. Işıklandırma sistemi için Şekil 4.8'deki gibi bir devre kurulmuştur.



Şekil 4.8 Işıklandırma Devresi

4.5 Sera İçi Havalandırma Devresi ve Yazılımı

Sera içi sıcaklığın artması, yetiştirilecek bitkinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu tür durumla karşılaşıldığında, havalandırma sistemleri devreye girerek istenilen sıcaklık değerine getirilmesi sağlanır. Sadece sıcaklık artışı değil aynı zamanda sıcaklık düşüşü de bitki için olumsuz sonuçlar doğurur. Bunun için genelde seralarda ısıtma sistemleri bulunur. Tez kapsamında sıcaklık artışı sonucu oluşan durum ele alınmış, bu duruma uygun havalandırma sistemi tasarımı ve yazılımı yapılmıştır. Devre tasarımı Şekil 4.9'deki gibi olmalıdır.



Şekil 4.9 Havalandırma Devresi

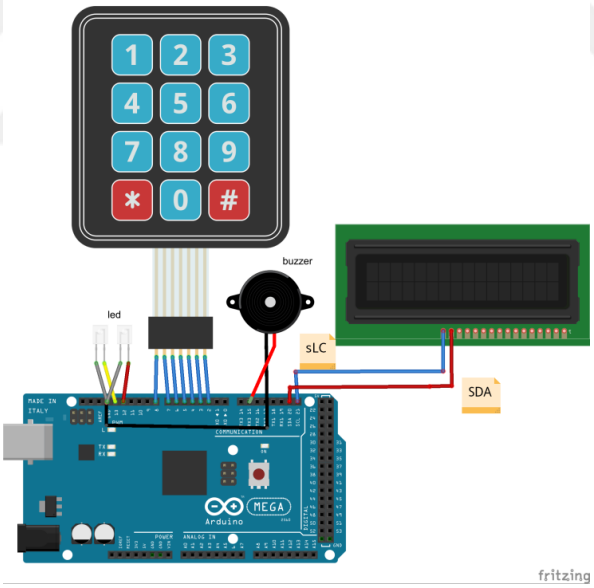
DHT22 sensörünün ölçtüğü sıcaklık değeri sürekli takip edilerek, belirlenen aralığın içinde kalıp kalmadığı durumuna göre havalandırma sistemi devreye girer. Yetiştirilecek bitki için uygun sıcaklık değer aralıkları belirlenir ve buna göre işlem yapılır. Sıcaklık değeri tekrar istenilen seviyeye gelmedi durumunda havalandırma sistemi kendini kapatır. Böylece fazla çalışıp sıcaklığın istenilen değer altına düşmesi engellenir. Sıcaklığın düşmesi durumu tez kapsamında incelenmemiştir. Ancak bu tür durumlar için ısıtıcılar kullanılarak sıcaklık değeri bitki için uygun seviyeye getirilene kadar getirilip, ısıtıcının tekrar devre dışı kalması sağlanabilir.

4.6 Sera Güvenliğinin Sağlanması

Genelde seralarda güvenlik üzerinde pek durulmamaktadır. Naylon olan seralarda sera güvenliği için bir kilit sistemi anlamsız kalmaktadır. Tez kapsamında hazırlanan prototipte ise cam seralar düşünülerek, çeşitli güvenlik önlemleri üzerinde durulmuştur.

4.6.1 Şifreli Kapı

Sera kapısına monte edilen bir kilit ile sera dışından izinsiz bir müdahalenin engellenmesi sağlanabilir. Kapı kilidini kontrol etmek için servo motor kullanılmıştır. Servo motor internet aracılığı ile de kontrol edilebilmektedir. Kapıda şifreleme kullanılmış, ancak kapı kilidinin doğru girilmesi durumunda giriş yapılabilmektedir. Kullanıcı dilerse şifreyi değiştirebilme imkanına da sahiptir. Bunun için önce var olan şifreyi girmesi sonrasında yeni şifreyi girmesi istenmektedir. Kullanıcıya mesajları iletmek içinde bir gösterge ekran kullanılmıştır. Şekil 4.10'de tuş kilidi, ekran ve uyarı için buzzer kullanılan bir devre tasarımı verilmiştir.



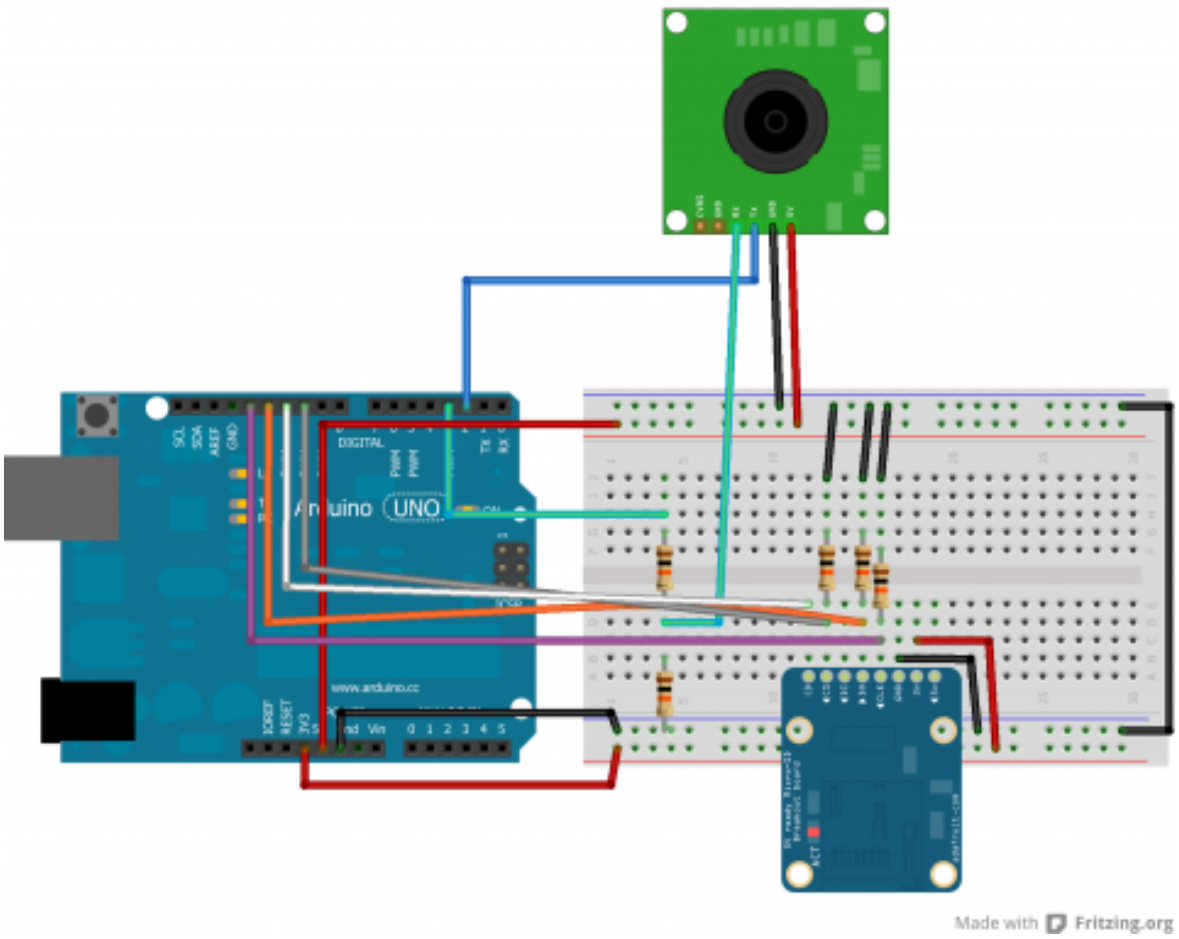
Şekil 4.10 Kapı Kilit Devresi

4.6.2 Hareket Sensörü

Sera içinde kapı kilidinin pasif olduğu durumda hareket sensörünün bir cisim algılaması ile alarm sistemi devreye alınabilir. Kilitli kapı sistemi ya da hareket sensörü bir öneri olarak sunulmuştur.

4.7 Kamera ile Bitki Gelişiminin İzlenmesi

Arduino Mega ile birlikte kamera da kullanmak mümkündür. En kolay bulunabilecek ve Arduino ile uyumlu Ov7670 kamera modülü kullanılmıştır. Arduino ve Ov7670 ile bağlantısı şekil 4.11 gibi olmalıdır.



Şekil 4.11 Kamera Devresi

Bu modülde kamera dışında birde SD kart modülü kullanılmıştır. Bu devre sayesinde, görüntü alınıp SD karta kaydedilebilmektedir. Bu sayede bitki gelişiminin tüm evreleri kayıt altına alınabilir. Arduino kamera modülü için yeterince güçlü olmamasından dolayı düşük kaliteli resimlerle yetinilmelidir. Daha sağlıklı ve daha iyi sonuçlar için Raspberry pi kullanılabilir. Ov7670 için Arduino kodu oldukça uzun olduğundan burda sadece bazı fonksiyonların olduğu kodlar verilecektir. 4.5 kodunda resim boyut ayarlaması fonksiyonu bulunmaktadır.

Listing 4.5 Kamera ile Çekilen Resim Boyutu

```
static void captureImg(uint16_t wg, uint16_t hg){
  uint16_t y, x;

  StringPgm(PSTR("*RDY*"));

  while (!(PIND & 8));//wait for high
  while ((PIND & 8));//wait for low

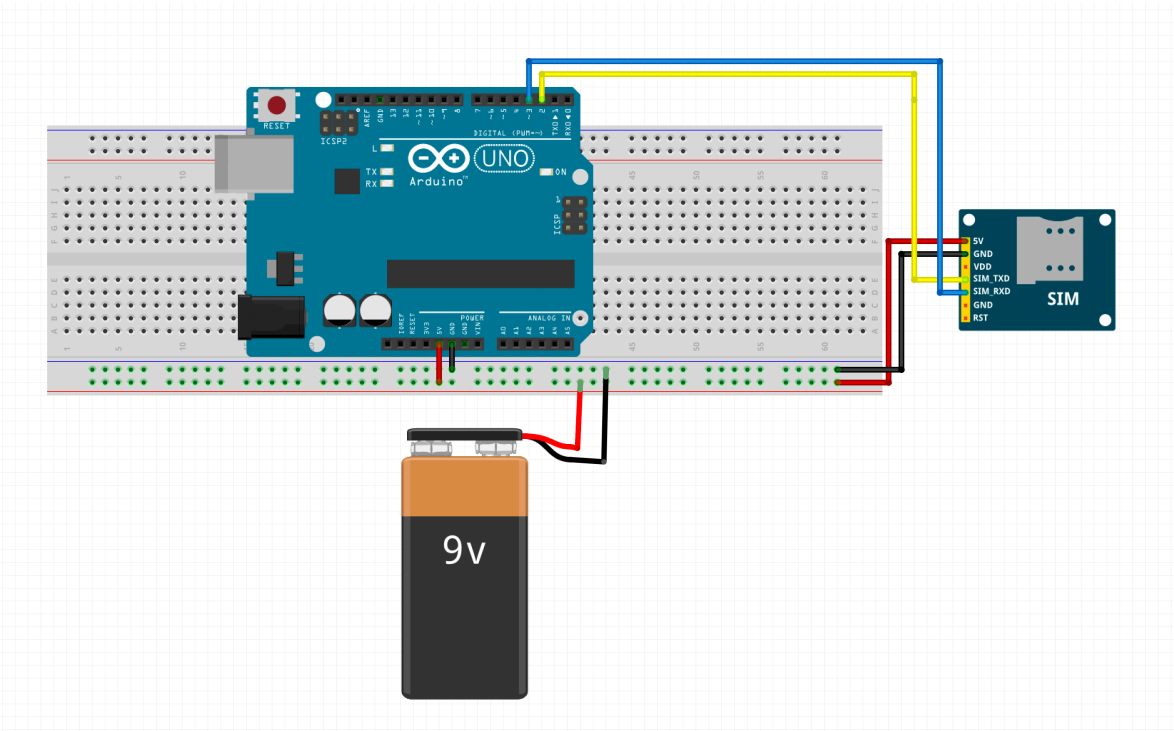
  y = hg;
  while (y--){
      x = wg;
      //while (!(PIND & 256));//wait for high
    while (x--){
      while ((PIND & 4));//wait for low
      UDR0 = (PINC & 15) | (PIND & 240);
      while (!(UCSR0A & (1 << UDRE0)));//wait for byte to transmit
      while (!(PIND & 4));//wait for high
      while ((PIND & 4));//wait for low
      while (!(PIND & 4));//wait for high
    }
    //  while ((PIND & 256));//wait for low
  }
    _delay_ms(100);
}

void loop(){
  captureImg(320, 240);
}
```

captureImg fonksiyonu sayesinde çekilecek resmin boyutlandırılması yapılır. Loop methodu içinde fonksiyon çağrılırken verilen 320 ve 240 parametreleri resmin boyutlarını belirler. Arduino kodunda renk ayarı da yapılabilmektedir. Belli zaman aralıklarında fotoğraf çekimi ayarı yapılabileceği gibi, sulama öncesi veya sulama sonrası gibi durumlara bağlı fotoğraf çekimi ayarlaması yapılablir.

4.8 GSM Modülü ile Kontrol ve Uyarı Sistemi

Kablosuz internet imkanının olmaması durumunda GSM modülü ile sera kontrolünün sağlanması mümkündür. GSM modülü ile SMS gönderilerek sistem kontrol edilebilir. Aynı zamanda sim kartta tanımlı internet paketi olması durumunda 2G ile internet bağlantısı da sağlanabilir. Sistem bağlantı şeması şekil 4.12 gibi olmalıdır.



Şekil 4.12 GSM Modül Devresi

GSM modülü de Arduino ile AT komutları yardımı ile haberleşmektedir. Kod içinde tanımlanacak telefon numarası sayesinde sistem kontrolü sağlanabilmektedir. Dilenirse tanımlanacak direktiflerle sera SMS ile kontrol edilebilir. Örneğin; önceden tanımlanmış suMotorunuCalistir gibi bir özel mesaj gönderildiğinde bunu anlayıp, su motorunu aktif hale getirecek sistem çalıştırılabilir. Su deposundaki su miktarının azalması durumunda sistem tarafından sera kullanıcısına uyarı mesajı göndermekte mümkündür. GSM modül ile sera için olumsuz olabilecek durumlar kullanıcıya bildirilmek amacıyla kullanılmıştır. Sistem için örnek kod 4.6 ve 4.7 gibi olmalıdır:

Listing 4.6 Sms ile Su Motoru Kontrolü

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial gsmModul(2, 3);
String smsMetni = "";
char gelenYanit;
#define suMotoru 11

void SMSGonder(String metin)
{
  gsmModul.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  gsmModul.println("AT+CMGS=\"+905555555555\"");
  delay(100);
  gsmModul.println(metin);
  delay(100);
  gsmModul.println((char)26);
  delay(100);
  gsmModul.println();
  delay(100);
  gsmModul.println("AT+CMGD=1,4");
  delay(100);
  gsmModul.println("AT+CMGF=1");
  delay(100);
  gsmModul.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
  delay(200);
  smsMetni = "";
}
```

SoftwareSerial kütüphanesi sayesinde 2 ve 3 nolu pinlerin iletişim amaçlı kullanılması sağlanılmıştır. SMSGonder fonksiyonu içinde AT komutları sayesinde SMS gönderme, silme gibi işlemler yapılmıştır. İlk işlem olarak AT+CMGF =1 sayesinde modülün ne amaçla kullanılacağı belirtilmiştir. AT+CMGF tek parametre almaktadır. Modülün GSM/GPRS modem veya telefon olarak ayarlanması 0 veya 1 değerinin verilemesi ile belirlenir. 1 değerine eşitlenerek telefon olarak kullanılması sağlanılmıştır. AT+CMGD =1,4 komutu ile mesaj kutusundaki mesajlar silinir. AT+CNMI =1,2,0,0,0 komutu ise yeni bir mesaj gelme durumunda modülün onu nasıl değerlendireceğini belirler.

Listing 4.7 Sms ile Su Motoru Kontrolü-2

```
void smsKomudu()
{
while (gsmModul.available()) {
  delay(10);
  gelen = gsmModul.read();
  if (gelen == '#') {
        if (gsmModul.available()) {
          delay(10);
          gelen = gsmModul.read();
          if (gelen == 'S') {
                if (gsmModul.available()) {
                  delay(10);
                  gelen = gsmModul.read();
                  if (gelen == 'U') {
                        if (gsmModul.available()) {
                          delay(10);
                          gelen = gsmModul.read();
                                if (gelen == 'a') {
                                      digitalWrite(suMotoru, HIGH);
                                      SMSgonder("Sulama acildi");
                                }
                                else if (gelen == 'k') {
                                      digitalWrite(suMotoru, LOW);
                                      SMSGonder("Sulama kapatildi");
                                }
                        }
                  }
                }
          }
        }
  }
}
}
```

#SUac ve #SUkapat komutları baz alınarak işlem yapılmıştır. Gelen SMS içinde öncelikle # karakteri aranmıştır. Bu karakterden sonra eğer SU kelimesi varsa sonraki harf e bakılmış, a veya k olma durumuna göre motorun açılıp, kapatılması işlemi yapılmıştır.

4.9 Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sera

Tez çalışmasında üzerinde durulan nesnelerin interneti kavramını uygulanan prototipe uygulamak için ESP8266 ve Arduino kullanılmıştır. NodeMcu ise ESP8266 wifi modülünün kullanıldığı bir kontrol ünitesidir. Hem ESP8266 wifi modülü hem de NodeMcu ile ilgili örnekler verilecektir.

4.9.1 Thingspeak.com'a Veri Gönderme

Thingspeak.com adresine ortam sıcaklığı ve nemi gönderildiği bölümde ESP8266 kullanılmıştı. ESP8266'nın sisteme katkısı ve kullanımı şu şekildedir:

- ESP8266'nın bir kablosuz ağa bağlanabilmesi için ağ ismi ve şifresinin yazılması gerekir.
- ESP8266'nın haberleşmeye hazır olup/olmadığını anlamak için AT komudu gönderilir. AT komudunun yanıtı 'OK' olursa, haberleşmenin sağlanabileceği anlaşılır. Bu nedenle Serial haberleşmede find komutu ile 'OK' yanıtının verilip verilmediği kontrol edilir.
- Haberleşmenin sağlanması halinde, ESP8266'nın ağa bağlanması sağlanır. Bunun için "AT+CWMODE =1" komutu ile modülün başka ağa bağlanabilmesi sağlanır. "AT+CWJAP" komutu ise ağa bağlanmak için kullanılır. Bu komut ile ağ ismi ve şifresi girilmesi gerekmektedir.
- "AT+CIPSTART ="TCP" + IP + "80" ile IP değişkeni kod içinde tanımlanan thingspeak.com adres ile TCP protokolü aracılığıyla 80 portlu bağlantı sağlanır.
- Bağlantının başarılı olması durumunda, thingspeak.com adresine GET methodu ile gönderilmek istenen değerler gönderilir. Dikkat edilmesi gereken nokta ise thingspeak adresinden alınan 'key' doğru yazılmalıdır. Sıcaklık ve nem değerleri gönderilirken parametre olarak field1 ve field2 kullanılmıştır. Bunun sebebi thingspeak.com gelecek değerlerin ismini field şeklinde isimlendirmektedir. Grafik ismi düzenlenerek bu değerlerin doğru alanlara yazıldığı teyit edilir.
- Verilerin gönderilmesi için 1 dakikalık beklemeler yapılmıştır. Thingspeak adresi en az 15 saniyelik bekleme sonrası işlem yapabildiği için, 1 dakikalık bir bekleme tercih edilmiştir. Süre daha da uzun belirlenebilir.
- İstenilen değerlerin gönderilmesi işleminden sonra bağlantının sonlandırılması için "AT+CIPCLOSE" komutu kullanılır.

Bu sayede sistemdeki sensörden alınan değerler internet ortamına gönderilip, grafiğe dökülmüştür. Böylece nerede olduğunuzdan bağımsız, seranın sıcaklık-nem değerlerinin dakikadaki değişimini görülebilmek mümkün hale gelmiştir.

4.9.2 ESP8266 Modülü ile Server Kurulumu

ESP8266 modülünü kullanarak bir server kurulabilir. Böylece kullanıcının karşısına basit web sayfaları çıkarmak mümkündür. Tez çalışması kapsamında; su motorunun, havalandırma fanının ve aydınlatmanın kontrolünün sağlanılabildiği bir web arayüzü yapılmıştır. Bu arayüz hazırlanırken HTML (Hiper Metin İşaretleme Dili) kullanılmıştır. HTML web sayfalarını oluşturmak için kullanılan standart metin işaretleme dilidir. Sera kontrolü için hazırlanan arayüz Arduino IDE'si ile yazılmıştır. Bir mobil uygulama da hazırlanarak bu server üzerinden 220V ampul kontrolü de yapılmıştır. (Çağlar, 2018b) ESP8266 ve arayüzün hazırlandığı kodlar şu şekilde işlemektedir.

- Thingspeak adresine veri yollarken yapıldığı gibi, kablosuz ağ ismi ve şifresinin tanımlanması gerekmektedir. ESP8266 modülünün baund rate ayarı 115200 olduğu için Serial haberleşme de 115200 olarak ayarlanmalıdır. Bağlantı kontrolü için de "AT" komutu kullanılmıştır. "AT" komutuna gelen "OK" yanıtı var ise ağa bağlantı yapılır.
- Ağa bağlantının sağlanması sonrasında ise "AT+CIPSERVER =1,80" ile 80 portunda sunucu açılır. Ağa bağlı olan ESP8266'ya da modem tarafından bir İP adresi tanımlanır. Bu adres sayesinde sunucuya bağlanılır. IP adresini öğrenmek için "AT+CIFSR" komutu kullanılır. Genelde İP adresi 192.168.X.X şeklindedir.
- Kod içerisinde kullanılan HTML etiketleri ile arayüz hazırlanır. Sistemdeki elektronik aletleri veya sensörleri kontrol etmek için buton tanımlaması yapılır. Böylece kullanıcının karşısına çıkan web sayfasındaki butonlar ile sistemin kontrolü internet üzerinden yapılabilmektedir.

Sistemi test etmek için ESP8266 modülünün İP adresinin web tarayıcıya yazılması gerekmektedir. Ancak ESP8266'nın bağlı olduğu ağa bağlı olunduğundan emin olunmalıdır. Bağlantıda bir sorun olmaması halinde web arayüzünde tanımlanan butonlar (ya da ne tanımlandıysa) görünecektir. Bu butonlar ile sistem kontrolü kolaylıkla sağlanabilecektir.

Yukarda bahsedilen ESP8266 ile aynı ağa bağlı bulunulması zorunluluğunu ortadan kaldırmak mümkündür. Bu çalışmada bununla ilgili çeşitli yöntemler değerlendirilmiştir.

4.9.3 ESP8266 Modülüne İnternet ile Her Yerden Ulaşma

Esp8266 modülü ile aynı ağa bağlı bunlunma zorunluluğunun nedeni modem tarafından verilen local IP adresidir. Local IP sadece o ağ içindeki cihazlar aracılığıyla eişilebilir haldedir. Sistemimizin internetin her yerinden kontrol edilebilmesi önemli bir hususdur. Aksi halde oldukça sınırlayıcı bir alan içinde kullanılabilir. Bu yüzden IP ayarlaması yapılması çözümlerden biridir. Nesnelerin interneti başlığında da bahsedildiği üzere modem arayüzünden IP ayarlaması yapmak mümkündür.

IP adresini tüm internete açmak için **port yönlendirmesi** işlemi yapılmalıdır. Bunun için modem arayüzüne kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapılmalıdır. Eğer modem arayüzünüzde bir kısıtlama söz konusu değilse, ESP8266 modülünüze ait IP adresini dışarıdan erişime açmak mümkün olmaktadır. Açılacak arayüzde port yönlendirmesinde, local IP adresine ESP8266 modülünün Ip değeri yazılmalıdır. Port olarak herhangi bir şey yazılmaması durumunda 80 olarak değerlendirilir. Olası bir IP çakışmasına önlem olarak port için 8080 değeri verilebilir. Bu işlemin tamamlanması sonucunda internete bağlı herhangi bir cihazdan herhangi bir yerden bağlantı yapılabilir.

Local IP değeri değil artık modeme bağlı cihazların aldığı IP değerini kullanmamız gerekecektir. Bunu öğrenmenin en kolay yolu www.whatismyip.com adresine girerek, oradaki IP adresini öğrenmek olacaktır. Örneğin IP adresinin 212.175.41.52 olduğu yazılıysa, ESP8266 modülü ile iletişime geçebilmek için web tarayıcıya 212.175.41.52:8080 şeklinde yazılmalıdır. 8080 yazılmaması durumunda 80 portuna bağlantı yapılmaya çalışılacak, istenilen sonuç alınamayacaktır.

4.10 API Kullanımı

API (Application programming interface) yani uygulama programlama arayüzü anlamına gelmektedir. Bir yazılımın başka bir yazılım ile iletişim kurması için kullanılır. ESP8266 ile İnternetin her yerinden sistem verilerine ulaşmanın diğer bir yolu ise API kullanımıdır. Sıcaklık ve nem grafiğinin thingspeak.com adresine gönderilmesi değerlerin her yerden izlenilip görüntülenebilmesi bu işlem için iyi bir örnektir. Hatırlanacağı üzere kod içerisinde thingspeak.com için IP adresi girilmişti. Bu sayede ESP8266'nın değil thingspeak gibi haberleşilebilecek bir API'nın IP adresi tanımlanır. O API sayesinde internet olan her yerden arayüze ulaşılıp, değerlerin görüntülenmesi izin verilmişse eğer yönetilmesi sağlanılır. Thingspeak güzel bir örnek olsa da istenirse kişi kendi websayfasını alt yapısını ayarlaması koşuluyla bu işlem için kullanabilir.

4.11 Firebase Kullanımı

Firebase Google firması tarafından geliştiricilere sunulan bir servistir. Bu servis sayesinde gerçek zamanlı olarak verilerinizi saklayabilir, onlara ulaşabilir ve değiştirebilirsiniz. Tez kapsamında bu servis ile NodeMcu haberleşmesi sağlanılmış, akıllı sera prototipinin kontrolü sağlanmıştır. Arduino ile kullanımı için hali hazırda direkt olarak geliştiricilere bir destek sağlamamaktadır. Açık kaynak kodlarının yayınlandığı site olan github.com'da bir geliştiricinin projesi ile mümkün hale gelmiştir. Github'da bulunan bazı yazılım kütüphanelerinin Arduino'ya tanıtılması ile Firebase ile veri alışverişi yapılabilmektedir.

4.11.1 Firebase Ayarları

Firebase ile işlem yapabilmek için öncelikle bir google mail hesabı (gmail) olmalıdır. firebase.google.com adresine giriş gmail hesabı ve şifresi ile yapılır. Giriş yapıldıktan sonra konsol menüsünden proje oluşturma ekranına geçilebilir. Burda bulunan proje ekle bağlantısı ile proje oluşturulur. Proje oluşturulduktan sonra o projeye özel bir sayfa açılır. Burada yetkilendirme, veritabanı, depolama alanı ve hosting gibi menüler bulunmaktadır. Veritabanı bağlantısına tıklanarak, bir veritabanı oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan veritabanı içinde kullanılacak veriler tanımlanmalıdır. Tez kapsamı için yapılan çalışma Çizelge 4.1 şeklinde olacaktır:

Çizelge 4.1 Veritabanı Alanları

Sıcaklık	Float
Nem	Float
Havalandırma	Boolean
Su Motoru	Boolean
Işıklandırma	Boolean
Durum Mesajı	String

Float değişken tanımlanmasının nedeni sıcaklık ve nem değerlerinin ondalıklı değerlerinden vazgeçmemektir. Sıcaklık değeri 23.76 gibi bir değerse bunu bu şekilde veritabanında tutmak daha sağlıklı olacaktır. Havalandırma, su motoru ve ışıklandırma değerleri ise açık veya kapalı gibi değerler alacağından boolean tipinde tutulmuştur. Durum mesajı ise kullanıcıya sistem hakkında bilgilendirme amaçlı kullanılacaktır.

4.11.2 Arduino'ya Firebase Kütüphanesi Ekleme

Arduino ile Firebase haberleşmesi için https://github.com/firebase/firebase-arduino adresindeki kütüphanenin Arduino libraries klasörüne eklenmesi gerekmektedir. Bu kütüphanenin libraries klasörüne eklenmesi proje kodunda kullanılması için yeterlidir. Kütüphanenin kod içinde çağrılması için ise #include <FirebaseArduino.h> eklenmesi gerekir. ESP8266 modülünün NodeMcu kontrol ünitesi halinde kullanıldığı projelerde ise #include <ESP8266WiFi.h> eklenerek internet işlemleri yapılır.

4.11.3 Arduino'ya NodeMcu Tanıtma

Arduino Mega haricinde NodeMcu kullanılarak aynı işlemleri yapmak mümkündür. Ancak bunun için Arduino IDE'nin kart yöneticisi ayarlarından NodeMcu kullanımının ayarlanması gerekmektedir. Bunun içinde https://github.com/esp8266/Arduino adresindeki kütüphane indirilip libraries klasörüne eklenebilir. Ya da aynı adreste yer alan açıklamada yazan http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json bağlantısı kart yöneticisi kısmından 'Ek Devre Kartları Yönetici URL'leri' kısmına eklenerek Arduino'ya tanıtılmalıdır. Bu işlem sonrasında kart olarak Arduino mega değil, NodeMcu seçilmelidir. NodeMcu ile sistem kontrolünde ESP8266 için yazılan kodun aynı mantığı NodeMcu için kullanılır. Ancak kullanılan ESP8266WiFi kütüphenesinden dolayı hazır fonksiyon isimleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı yazılan kod şekilsel olarak değişmektedir. Mantığının aynı olduğu unutulmamalıdır. NodeMcu ile "AT" komutları kullanılabileceği gibi Lua adı verilen bir dilde kullanılabilir. Tez kapsamında ESP8266 ile kullanımı ile aynı olması açısından "AT" komutları ile kullanılmıştır. NodeMcu gerçek zamanlı bir şekilde Firebase ile haberleştiği için internetin her yerinden veriler erişilebilir ve yönetilebilir haldedir. Firebase tercih edilmesinin bir nedeni de sistemi kontrol edebilecek mobil uygulama yazmaya elverişli olmasıdır. NodeMcu örnek kod ve açıklaması için bknz: 4.8

Listing 4.8 Firebase, Arduino ve NodeMcu(ESP8266)

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseArduino.h>

#define firebaseURL "FIREBASE VERITABANI ADRESI YAZILIR"
#define wifiName "AG ISMI"
#define wifiPass "AG SIFRESI"

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // wifi baglantisi
  WiFi.begin(wifiName, wifiPass);
  Serial.print("baglaniyor");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("baglandi: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  Firebase.begin(firebaseURL);
}

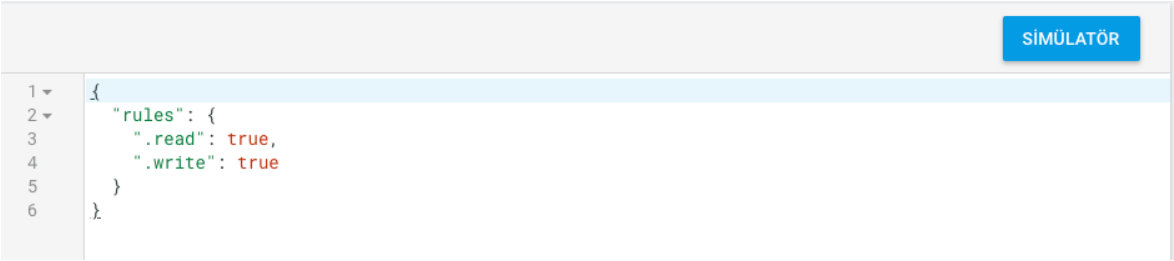
void loop() {
FirebaseObject object = Firebase.get(path);
float sicaklik = object.setFloat("sicaklik", sicaklikDegeri);
float nem = object.setFloat("nem", nemDegeri);
bool havalandirma = object.setBool("havalandirma", 0);
bool suMotoru = object.setBool("Su Motoru", 0);
bool isiklandirma = object.setBool("isiklandirma", 0);
String mesaj = object.setString("Durum Mesaj", "Sera Projesi");
}
```

4.8’deki kodu açıklamak gerekirse;

- #include <ESP8266WiFi.h> ve #include<FirebaseArduino.h> gerekli kütüphaneler eklenmiştir.
- firebaseURL olarak tanımlanan değişken Firebase projesindeki veritabanının URL’idir.
- ESP8266 da olduğu gibi ağ ismi ve şifresi tanımlanır.
- WiFi.begin() fonksiyonu ağa bağlanmak için kullanılır. Ağ ismi ve şifresini parametre olarak alır. ESP8266WiFi kütüphanesinin sağladığı kolaylıklardan biridir.
- WiFi.status() ile bağlantı kontrol edilir, bağlantının oluşması durumunda Seri monitörde bağlandı uyarısı ile birlikte lokal IP adresi yazılır.
- Firebase.begin() methodu Firebase ile Arduino’nun haberleşleşmesi için kullanılır parametre olarak veritabanı URL’ini alır.

FirebaseObject ile veritabanından örnek bir nesne oluşturularak veritabanına sensörlerden okunan değerlerin yazılması işlemi yapılmıştır. Bu değerler gerçek zamanlı olarak Firebase veritabanına işlenmiştir.

Not: Firebase ile iletişimde sorun yaşanmaması için veritabanı ayarlarında okuma ve yazma ayarlarının dışarıdan bir yazılıma açılması gerekiyor. Bunun için read ve write ayarlarının true olarak değiştirilmesi gerekmektedir. (Şekil 4.13)

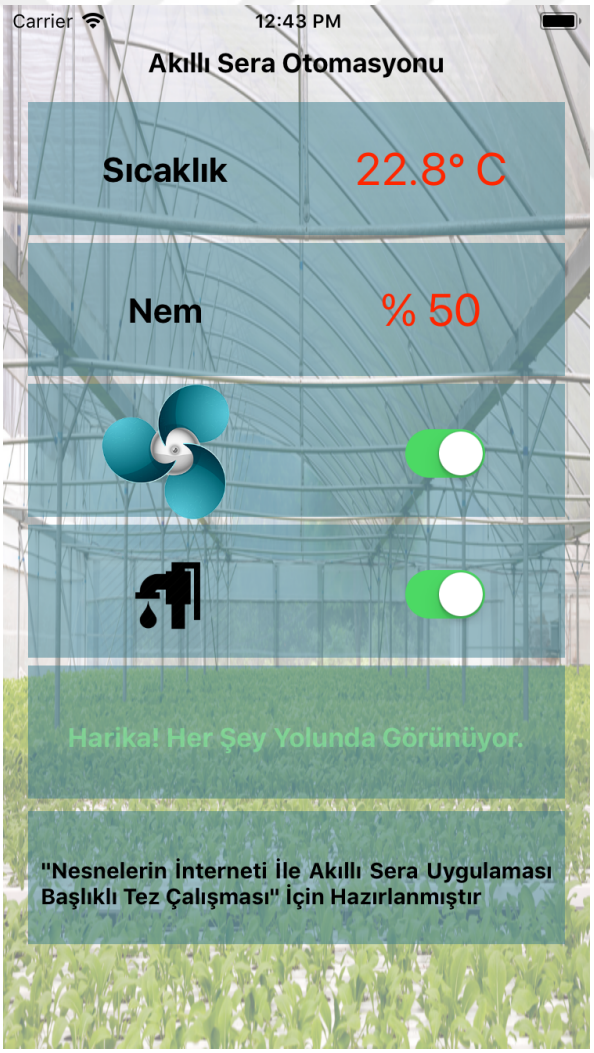


Şekil 4.13 Veritabanı Ayarı

4.12 Mobil Uygulama İle Sera Kontrolü

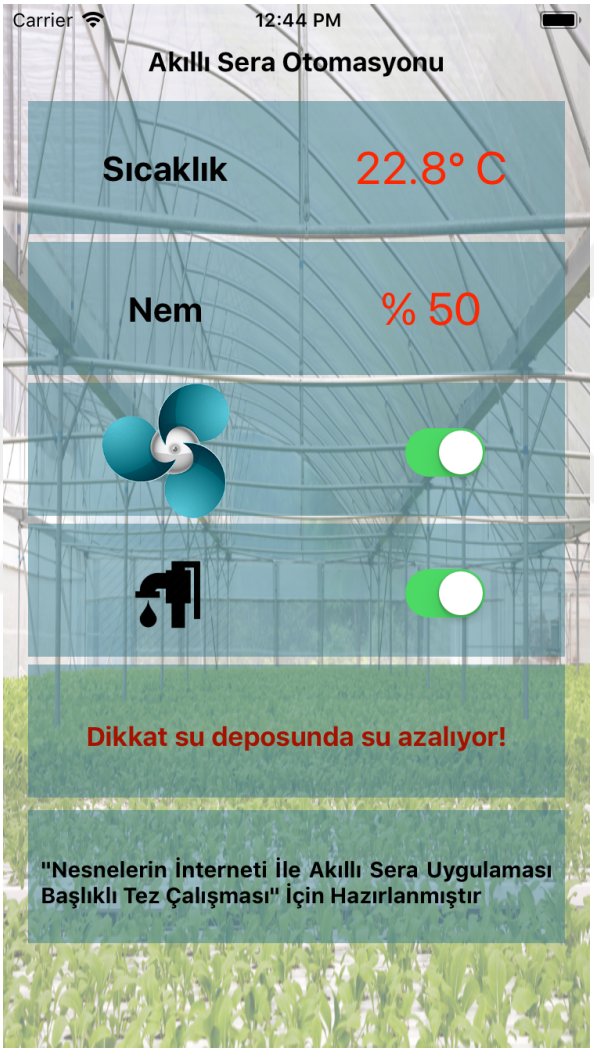
Günümüz teknolojisi ile akıllı telefonlar hayatın önemli bir parçası haline geldi. Her yaş kesiminde akıllı telefon kullanımı artmakta, buna bağlı olarak telefon uygulamaları çeşitliliği de sürekli çoğalmaktadır. Nesnelerin interneti kavramınında yaygınlaşması ile birlikte akıllı evler ve bu akıllı evlerin telefonlarla kontrolü mümkün hale gelmiştir.

Tez kapsamında yapılan prototip için de iOS tabanlı bir mobil uygulama hazırlanmış, bu uygulama ile seranın kontrolü yapılmıştır. iOS mobil uygulaması için 2014 yazında Apple firması tarafından tanıtılan Swift programlama dili kullanılmıştır. iOS mobil yazılımı yapabilmek için bir Mac OS X işletim sistemli bilgisayara ihtiyaç duyulmaktadır. Program yazılımını yapabilmek için Appstore'dan Xcode adındaki yazılım IDE'si indirilmelidir. Mobil uygulama arayüzü Şekil 4.14'deki gibi tasarlanmıştır.



Şekil 4.14 Mobil Uygulama

Mobil uygulama arayüzü her kullanıcıya hitap edebilecek seviyede basit ve anlaşılır hazırlanmıştır. Sıcaklık ve nem değerleri bilgisi kullanıcıya anlık gösterilmektedir. Eğer kullanıcı dilerse havalandırma ve sulama sistemini uygulama ile açıp kapatabilmektedir. Kullanıcıya sera hakkında durum mesajı ile bilgilendirme de yapılmaktadır. Örneğin su deposunun belirlenen su miktarının altına düşmesi halinde kullanıcıya mesaj olarak bildirilmektedir. (Şekil 4.15)



Şekil 4.15 Sistem Uyarı Durumu

4.13 Prototip Sera

Tez çalışması için hazırlanan prototip plexiglass malzemesi kullanılarak hazırlanmıştır. Şeffaf ve sağlam olan bu malzeme yerine cam kullanılması da mümkündür. Bitkilerin mümkün mertebe güneş ışığından uzak kalmaması için şeffaf bir malzeme seçimi ve doğru yerde konumlandırılması önemlidir. (Şekil 4.16)



Şekil 4.16 Prototip Sera



Şekil 4.17 Prototip Sera Sulama Sistemi

Şekil 4.17'de de görüldüğü gibi sulama sistemi olarak, damlama sulama tercih edilmiştir. Seranın genel tanıtımı ve mobil uygulaması bir video ile kısaca açıklanmaya çalışılmıştır. (Çağlar, 2018a)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Endüstri 4.0 ya da 4. Sanayi Devrimi olarak adlandırılan bir bütünün parçası olan nesnelerin interneti kavramının seralarda kullanımı ele alınmıştır. Nesnelerin interneti ile daha akıllı sistemlerin oluşturulabildiği ve insan hatalarından kaynaklı ürün kaybının önlenmesi üzerinde drulmuştur.

Akıllı bir sera prototipi ile nesnelerin interneti teorik ve pratik olarak ele alınmıştır. Seralar için ürün kalitesini arttırma, daha fazla ürün alma ve ürün kaybını azaltma konusunda çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Akıllı sera çalışmalarının bir çoğunda ele alındığı gibi bu çalışmada da sulama sisteminin yetiştirilen bitkinin ihtiyaç durumuna göre yapılması sağlanmıştır. Az veya fazla sulama yapılmayarak ürün için olumsuz bir durum oluşmasının önüne geçilmiştir. Sera içi sıcaklık ve nem ölçümü yapılmakta, sıcaklık artış durumuna göre havalandırma sistemi çalıştırılmaktadır. Nem oranı için ortam nemlendirici kullanılabilir. Ortam sıcaklığının düşmesi durumunda ise ortam için bir ısıtıcı ile sıcaklık korunumu sağlanabilir. Tez için yapılan çalışmada nemlendirici ve ısıtıcı durumları ele alınmamış, ancak önerilmiştir. Diğer çalışmalarda üzerinde durulmamış olan sera güvenliği bu çalışmada öneri olarak sunulmuştur. Yetiştirilen bitki gelişiminin izlenilmesi için fotoğraflanması üzerinde durulmuştur. Fotoğraf çekme işleminin sonrasında çekilen fotoğrafın kullanıcıya email atılması ve fotoğrafın görüntü işleme teknikleri ile incelenerek hastalık belirlemesi başka bir çalışmanın konusu olabilir. Böylece belirlenecek hastalığa göre bitkiye ilaçlı sulama yapılabilir. Bitkilerin gelişimi için gerekli olan ışık faktörünün ortamda sağlanması için güneş batması halinde de fotosentez yapabilmesi için suni ışıklandırma yapılmıştır. Işıklandırma için fotosentezin en iyi yapıldığı kırmızı ışık seçilmiştir. Işıklandırma sisteminin ürün gelişim hızınıda arttırdığı görülmüştür. Sistemin internet üzerinden sensörlerden okunan değerlere göre kontrol edilmesi bu kontrolün dünyanın her yerinde yapılabilmesi sağlanmıştır. İnternet üzerinden kontrol için farklı methodlar üzerinde durulmuştur. Arduino ve Esp8266 wifi modülü ile bir öneride bulunulduğu gibi Arduino ve NodeMcu (ESP8266 tabanlı kontrol ünitesi) ile de farklı bir yöntem kullanılmıştır. Sera ortamının sıcaklık ve nem değerlerinin değişimleri grafiksel olarak internet ortamından takip edilebilmiştir. Sistem kontrolü web arayüzünden yapılabildiği gibi, sistem için iOS mobil uygulama hazırlanarak akıllı telefondan da kontrolü yapılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

A. Enokela, J. ve O. Othoigbe, T., An Automated Greenhouse Control System Using Arduino Prototyping Platform, ISSN: 2203-9465.

Anonim, DHT22 Sıcaklık ve Nem Sensörü, URL: https://www.robotistan.com/dht22-sicaklik-ve-nem-sensoru-am2302?gclid=EAIaIQobChMIle7d3-7w2gIVAtKyCh0TiAXxEAAYASAAEgIHMPD_BwE. Erişim Tarihi : 08-04-2018.

Arduino, Arduino Education, URL: https://www.arduino.cc/en/Main/Education. Erişim Tarihi : 08-04-2018.

Basnet, B., Injae, L., Myungjun, N., Hyunjun, C., Jaffari, A. ve Bang, J., An Smart Greenhouse Automation System Applying Moving Average Algorithm, ISSN: 1975-8359. DOI: http://dx.doi.org/10.5370/KIEE.2016.65.10.1755.

Belsare, R., Deshmukh, K. ve Patil, M., Smart Green House Automation, ISSN: 2321-0613.

Bhosure, A., Mayur, B. ve Sharma, R., Web Based Greenhouse Environment Monitoring and Controlling System using Arduino Platform, ISSN: 2395-3470.

Ersin, C., Arduino mikrodenetleyici ve güneş enerjisiyle çalışan otomatik bitki sulama sistemi,

I. Arif, A. K. ve Abbas, H. F., Design and Implementation a Smart Greenhouse, ISSN: 2320–088X.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kopdra, S. ve Martin, M., Implementation of Microcontroller Arduino in Irrigation System, DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-42291-6_13.

Lomo, L. A., Smart Greenhouse Based On Arduino Mega 2560 Rev 3 Microcontroller,

MEGEP, Bahçecilik - Domates Yetiştiriciliği,

Mritunjay, O., Sheetal, M., Shraddha, K. ve Diksha, T., Microcontroller Based Automatic Plant Watering System, ISSN: 12278-9960.

Poyen, E. F., Kaustav, B., Ayan, M., Ghosh, D. A. ve Prof Rajib, B., Sensor Based Automated Shading of Green House, DOI: http://dx.doi.org/10.15242/IIE.E1214047.

Prof.D.O.Shirsath, Punam, K., Rohini, M., Ashwini, K. ve Prof.R.S.More, IOT Based Smart Greenhouse Automation Using Arduino, ISSN: 2347-5552. DOI: http://dx.doi.org/10.21276/ijircst.2017.5.2.4.

Selek, A., Step Ve Servo Motor'un Farkları, URL: http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/step-ve-servo-motorlar/14750?fb_comment_id=806374786067868_960687830636562#ad-image-0. Erişim Tarihi : 10-04-2018.

Sevinç, H., ESP8266 ve Arduino ile Nesnelerin İnterneti, ISSN: 978-605-4898-18-3.

Seyhan, T. G., Kısa Mesaj Servisi Tabanlı Bir Sera İzleme Sisteminin Tasarımı,

Yüksel, A. N., Sera Yapım Tekniği, ISSN: 975-8377-09-4.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Zade, P. A. V., Simran, H. ve Pallavi, B., A Smart Green House Automation System by Wireless Sensor Networks, ISSN: 2321-9637.

Çağlar, K., a, Nesnelerin İnterneti ile Akıllı Sera Uygulaması, URL: https://www.youtube.com/watch?v=BlDncfWZKw4.

— b, iOS ile Akıllı Ev Uygulaması, URL: https://www.youtube.com/watch?v=pN7M4ye48SI.

Çolak, A., Sera İçi Kliması ve Otomasyon, ISSN: 975-7207-22-5.