



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

UZAKTAN GÖZLEMLENEBİLEN
AKILLI ÇÖP KONTEYNERİ
(BİTİRME PROJESİ)

376927 Abdullah AYDIN
348102 Abdullah DEMİR
365076 Yasin DAĞLI

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şinasi AYAS

Haziran 2021
TRABZON



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

UZAKTAN GÖZLEMLENEBİLEN
AKILLI ÇÖP KONTEYNERİ
(BİTİRME PROJESİ)

376927 Abdullah AYDIN
348102 Abdullah DEMİR
365076 Yasin DAĞLI

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şinasi AYAS

Haziran 2021
TRABZON

LİSANS BİTİRME PROJESİ ONAY FORMU

Abdullah AYDİN, Abdullah DEMİR ve Yasin DAĞLI tarafından Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şinasi AYAS yönetiminde hazırlanan “Uzaktan Gözlemlenebilen Akıllı Çöp Konteyneri” başlıklı lisans bitirme projesi tarafımızdan incelenmiş, kapsamı ve niteliği açısından bir Lisans Bitirme Projesi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr.Öğr.Üyesi Mustafa Şinasi AYAS

Jüri Üyesi 1 : Dr.Öğr.Üyesi OĞUZHAN ÇAKIR

Jüri Üyesi 2 : Dr.Öğr.Üyesi EMRAH BENLİ

Bölüm Başkanı : Prof.Dr.İsmail Hakkı ALTAŞ

ÖNSÖZ

Atık ve çevre problemlerinden dolayı yaşanan sorunlara akıllı şehir projeleri ile çözümler bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada nesnelerin interneti ağını kullanan, alarm bildirimi gönderen ve rota çizdiren uzaktan gözlemlenebilen bir sistem geliştirilmiştir. Çalışma prensibi çevreyi ve doğayı korumak olan bu sistem kendi enerjisini de güneş enerjisinden almaktadır.

Bu projede pandemi döneminde olmamıza rağmen bizimle sıklıkla iletişim kuran ve sorularımızı yanıtlayan, zamanını ve hoşgörüsünü esirgemeyen kıymetli danışman hocamız sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şinasi AYAS'a, bölüm imkanlarını kullanmamıza izin verdiği için sayın bölüm başkanımız Prof. Dr. İsmail H. Altaş'a, desteklerinden dolayı Mühendislik Fakültesi Dekanlığına ve KTÜ rektörlüğüne teşekkür ederiz.

Ayrıca eğitim hayatımız boyunca bizlere desteklerini esirgemeyen, her şartta maddi ve manevi yanımızda olan ailelerimize sevgi ve saygılarımızı sunarız.

Haziran 2021

Abdullah AYDİN

Abdullah DEMİR

Yasin DAĞLI

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----|
| ÖNSÖZ | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ÖZET..... | vi |
| SEMBOLLER VE KISALTMALAR | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | ix |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Genel Bilgiler | 1 |
| 1.2. Literatür Araştırması | 2 |
| 1.3. Özgünlük | 5 |
| 1.4. Yöntem..... | 5 |
| 1.4.1. Sensörler, Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modülleri..... | 6 |
| 1.4.2. Güneş Enerji Sistemi | 7 |
| 1.4.3. Mobil Uygulama | 7 |
| 1.5. Yaygın Etki | 7 |
| 1.6. Standartlar | 9 |
| 1.7. Çalışma Takvimi | 10 |
| 1.8. İş Paketleri Organizasyonu ve Çalışma Yönetimi..... | 13 |
| 2. TEORİK ALTYAPI | 14 |
| 2.1. Genel Bilgiler | 14 |
| 2.2. Sensörler, Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modülleri | 15 |
| 2.2.1. Isı ve Nem Sensörü (DHT11)..... | 16 |
| 2.2.2. Mesafe Sensörü (HC-SR04)..... | 17 |
| 2.2.3. Gaz Sensörü (MQ-4) | 18 |
| 2.2.4. Mikrodenetleyici | 18 |
| 2.2.5. GPS | 19 |
| 2.2.6. GPRS | 20 |
| 2.2.7. GSM | 20 |
| 2.2.8. GSM/GPRS Modülü SIM808 | 21 |
| 2.3. Güneş Enerjisi Sistemi | 21 |
| 2.4. Mobil Uygulama | 22 |
| 2.4.1. Blynk Uygulaması..... | 22 |
| 3. TASARIM..... | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.1. Genel Bilgiler | 23 |
| 3.2. Boyutlandırmalar..... | 26 |
| 3.3. Sistem Bileşenleri ve Seçimleri..... | 28 |
| 3.3.1. Sensörler ve Seçilme Sebepleri | 28 |
| 3.3.2. Güneş Enerjisinin Elektrik Enerjisine Çevrilmesi..... | 29 |
| 3.3.3. Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modüllerinin Seçilme Sebepleri..... | 29 |
| 3.3.4. Mobil Uygulama Bileşenleri | 30 |
| 3.4. Uygulanan Yöntemler | 31 |
| 3.5. Yazılımlar..... | 32 |
| 3.6. Malzeme Listesi ve Ekonomik Analiz | 33 |
| 3.7. Hukuki Boyut | 34 |
| 4. BENZETİM ÇALIŞMALARI | 35 |
| 4.1. Genel Bilgiler | 35 |
| 4.2. Simülasyon Yazılımı | 35 |
| 4.3. Simülasyon Modelleme..... | 36 |
| 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR | 40 |
| 5.1. Genel Açıklamalar..... | 40 |
| 5.2. Sensörlerin ve Modüllerin Bağlanması | 41 |
| 6. SONUÇLAR | 42 |
| 6.1. Genel Açıklamalar..... | 42 |
| 6.2. Simülasyon Sonuçları..... | 42 |
| 6.3. Deney Sonuçları | 45 |
| 7. DEĞERLENDİRMELER | 49 |
| 8. KAYNAKLAR; | 50 |
| EKLER..... | 51 |
| Ek-1. IEEE Etik Kodları..... | 51 |
| Ek-2. Kısıtlar Formu | 53 |
| Ek-3. Disiplinler arası Çalışma | 54 |
| ÖZGEÇMİŞLER..... | 64 |

ÖZET

Çevre ve doğanın tahrip edilmesi gün geçtikçe insanlığı ve insanlığın geleceğini günden güne daha da umutsuz hale getirmektedir. Bu tahribin en temel sebeplerinden biri çöp ve atık denetiminin başarısız olmasıdır. Büyük şehirlerde bulunan çöp konteynerlerinin gün içerisinde birden fazla kez dolup taşması, yangıcı ve patlayıcı maddeler atılması ile bu çöplerde büyük yangınlar çıkması ve çöplerin yaydığı metan gazı başta olmak üzere zehirli gazların varlığının tespit edilememesinin sebep olduğu zehirlenmeler ve patlamalar; sosyal, ekonomik ve sağlık yönünden vatandaşları, devlet ekonomisini ve görevlileri zarara uğratmaktadır. “Uzaktan Gözlemlenebilen Akıllı Çöp Konteyneri” projesi, bu konudaki problemlerin önüne geçebilmek için geliştirilmiş algılama, gözlemleme, bildirme ve yol gösterme bileşenlerini içeren bir akıllı şehir projesidir.

Proje için hazırlanmış olan kitte, mesafe sensörü ile çöp konteynerinin doluluk oranı, sıcaklık sensörü ile konteynerin sıcaklık değeri anlık olarak mobil uygulama üzerinden gözlenmiştir ve konteyner içerisinde önceden belirlenmiş kritik seviyelerde ölçüm değerleri ulaştığında görevliye erken müdahale edilmesi için mobil bildirim iletilmektedir. Konteyner içerisinde zehirli bir gazın tespit edilmesi durumunda aynı bildirim yöntemi ile uygulama tarafından kullanıcıya haber verilmektedir. Burada sistem ile kullanıcının haberleşmesinin sürekli, hızlı ve güvenilir olması için GSM ağının sağladığı internet bağlantısı kullanılmıştır. Haberleşme modülüne entegre olan GPS modülü sayesinde bu sistem koordinat bilgilerini mobil uygulama üzerindeki haritadan kullanıcıya göstermektedir. Kullanıcı için bu konuma ulaşabileceği en kısa yol da harita için hazırlanmış yazılım sayesinde çizdirilmiştir.

Hizmet ettiği amaç doğayı ve çevreyi korumak olan bu projenin tamamen yeşil bir proje olması için, sistemin çalışmasında gereken enerji güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilmiştir ve böylece tamamen bir yeşil proje haline getirilmiştir. Sistemi besleyebilecek bir elektrik enerjisi, panelden elde edildikten sonra voltaj regülatörü kontrolünde bataryaya doldurulmaktadır. Panellerin güneş alamadığı zamanlarda da sistemin aktif olarak çalışabilmesi için yeterli seviyede batarya kullanılmıştır.

Fosil kaynaklar bakımından büyük ölçüde dışarıya bağlı olan ülkemizin çıkarları düşünüldüğünde projenin, bu kaynakların kullanımını azaltması yönünden yerel; zehirli gazların salınımını azaltılması ile de doğaya olan katkılarından dolayı hem yerel hem de evrensel katkı sağlayan bir sistem tasarlanmıştır.

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

| | |
|-------------------|---|
| GPS: | Global Positioning System |
| GPRS: | General Packet Radio Service |
| GSM: | Global System for Mobile Communications |
| WEB: | World Wide Web |
| IP: | Internet Protokol |
| CO ₂ : | Carbon dioxide |
| IoT: | Internet of Things |
| SD: | Secure Digital |
| SMS: | Short Message Service |
| MMS: | Multimedia Messaging Service |
| WI-FI: | Wireless Fidelity |
| LAN: | Local Area Network |
| HTML: | Hypertext Markup Language |
| IDE: | Integrated Development Environment |
| USB: | Universal Serial Bus |
| DC: | Direct Current |
| PPM: | Parts Per Million |
| CNC: | Computer Numerical Control |
| RAM: | Random Access Memory |
| ROM: | Read Only Memory |
| FM: | Frequency Modulation |
| IOS: | iPhone OS |
| BIT: | Binary Digi |
| LED: | Light Emitting Diode |

| | |
|------|--------------------------------|
| LCD: | Liquid Crystal Display |
| SIM: | Subscriber Identity Module |
| PIN: | Personal Identification Number |
| PUK: | Personal Unblocking Key |
| AT: | Attention |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. DHT11 ısı ve nem sensörünün görünümü..... | 17 |
| Şekil 2.2. HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü..... | 17 |
| Şekil 2.3. MQ-4 gaz sensörü | 18 |
| Şekil 2.4. Güneş Enerjisi Sistemi | 21 |
| Şekil 3.1. Oluşturulacak sistemin genel blok diyagramı | 24 |
| Şekil 3.2. Oluşturulacak sistemdeki ek yöntemlerin blok diyagramı | 25 |
| Şekil 3.3. Güneş enerjisinin dönüşümünde kullanılacak olan panel ve regülatör boyutları | 26 |
| Şekil 3.4. Ölçümlerin yapıldığı mesafe, ısı ve nem, gaz sensörü boyutları..... | 26 |
| Şekil 3.5. Mikrodenetleyici ve haberleşme modülünün boyutları..... | 27 |
| Şekil 3.6. Elektronik bileşenlerin yerleştirileceği kitin boyutları..... | 27 |
| Şekil 3.7. Kit içerisine yerleştirilecek olan bileşenlerin konumları..... | 27 |
| Şekil 3.8. Mobil uygulama arayüzü..... | 31 |
| Şekil 3.9. Yazılım akış şeması..... | 32 |
| Şekil 4.1. HC-SR04 sensörünün simülasyon bağlantı çizimi..... | 36 |
| Şekil 4.2. DHT11 sensörünün simülasyon bağlantı çizimi | 37 |
| Şekil 4.3. MQ-4 gaz sensörünün simülasyon bağlantı çizimi | 37 |
| Şekil 4.4. GSM/GPRS modülünün simülasyon bağlantı çizimi..... | 38 |
| Şekil 4.5. Sistemdeki elektronik bileşenlerin tamamının simülasyon bağlantı çizimi | 38 |
| Şekil 4.6 Mobil uygulama ile kontrolü yapılan devrenin bağlantı çizimi | 39 |
| Şekil 5.1. Sensörlerin ve modüllerin yerleştirilmesi ile cihaz haline getirilmesi | 41 |
| Şekil 6.1. Potansiyometre konumuna bağlı ölçülen mesafe grafiği | 43 |
| Şekil 6.2. Gaz sensörü simülasyonunun akış şeması..... | 44 |
| Şekil 6.3. Ölçümlerin canlı gözlemlendiği mobil uygulamanın arayüzü | 45 |
| Şekil 6.4. Cihaz konumunun olduğu ve kritik ölçüme ulaşıldığında alınan bildirimler..... | 46 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1. Projede kullanılacak olan standartlar | 9 |
| Çizelge 1.2. Aylara göre planlanmış iş paketleri..... | 10 |
| Çizelge 1.3. İş paketleri, paketlerde yapılacaklar ve bu paketlerin b planları..... | 12 |
| Çizelge 3.1. Malzeme Listesi | 33 |
| Çizelge 6.1. Potansiyometre değişimine bağlı ölçülen mesafe değerleri | 42 |
| Çizelge 6.2. HC-SR04 mesafe sensörünün ölçüm sonuçları ve bildirimin test edilmesi | 47 |
| Çizelge 6.3. DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün ölçüm ve bildirimlerinin test edilmesi .. | 47 |

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Şehirlerin genel temizlik prensibi, her köşe başına konumlandırılmış çöp konteynerlerinin dolu, boş ya da taşmış olmasına bakılmaksızın belirli saat aralıklarında toplanmasına dayanmaktadır. Projenin genel amacı, gereksiz yere boş olan konteynerlere gidilmesini ve dolmuş, taşmış olan ve bir sonraki sefere bırakılan çöp konteynerlerinin kokmasını önceden engelleyebilmektir. Projenin çalışma sistemi uzaktan bir cihaz üzerinden konteynerin bulunduğu konumunu belirlemek ve ona en kısa yoldan gitmek, anlık durumunu gözlemek ve risk durumlarında alarm bildirimleri almaktır. 2018 yılı verilerine göre 1399 belediyenin 1395'inde atık hizmeti verildiği ve bu belediyelerin 32 milyon 209 bin ton atık topladığı belirlenmiştir. Aynı zamanda belediyelerde kişi başına toplanan günlük ortalama atık miktarının da 1,16 kg olduğu tespit edilmiştir [1].

Örnek olarak bir belediyenin 10 çöp toplama aracı ve 1000 çöp konteyneri olduğu ele alındığında, ortalama 1 araç başına 100 adet konteyner düşmektedir. Çalışanların çalışma çizelgelerine göre bir günde hepsinin toplanması gerekmektedir ve buna bağlı olarak bazıları gün içerisinde dolmuş veya taşmış bazıları ise boş olmaktadır. Görevli hizmet aracı dolu olanlara gittiğinde görevini yerine getirmiş, boş ya da az dolu olanlara gittiğinde görevini yerine getirmek yerine elde bulunan kaynakları boşa harcamış olmaktadır. Bunun sonucu araç yorulmasına, gereksiz yakıt tüketimine, işçi fazlalığına ve trafik yoğunluğuna neden olmaktadır. Bu proje ile çöplerin doluluk oranı anlık olarak mesafe sensöründen aldığı veri sayesinde bilgi sisteminde gözlemlenebilecektir. GPS modülü ve mikroişlemciye kaydedilmiş kodlar aracılığı ile çöp konteynerine en yakında bulunan hizmet birimine rota çizdirecektir ve bu toplanan veriler GSM/GPRS modülü üzerinden yakındaki birime mobil uygulama aracılığıyla iletilecektir ve büyük bir israf ortadan kaldırılmış olacaktır. Olası elektrik kesintilerine karşı bağımsız ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi kullanılacaktır. Ekleniecek olan gaz sensörü ile birlikte zehirli gazların sebep olduğu çöp patlamaları, sıcaklık sensörü ile de konteynerlerde çıkan yangınlar engellenmiş olacaktır. İstanbul'da meydana gelen tüm yangınların yaklaşık yüzde on beşi çöp ve çöplük yangınlarından oluşmaktadır. 2019 yılında sadece İstanbul'da 4389 adet çöp yangınına itfaiye birimleri tarafından müdahale edilmiştir [2].

Böylece, bu projede programlanabilir mikrodnetleyiciye entegre edilen sensörler ve modüller sayesinde anlık iletişim kurularak çöp toplama olayını düzen içerisinde almakla beraber, dikkate alınır bir tasarruf sağlanacaktır ve enerji sürekliliği korunacaktır.

1.2. Literatür Araştırması

Günümüzde, enerjinin talep ve arzı hem insanlara hem de devlete önemli ölçüde etki etmektedir. Enerji kaynaklarının kullanımına göre insanların sosyal yaşantıları ve ekonomik durumları zarara uğramaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının pahalılığı, süresizliği ve doğaya olan kirliliği insanların zaman ilerledikçe yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak ülkemizde enerji üretiminde yenilenebilir enerji üretim payı 2000 yılında %41,2 seviyesindeyken 2019 yılında %48,6 seviyesine çıkartılmıştır [3].

Çevre kirliliğinde ve iklim değişikliğinde önemli ölçüde etkisi bulunan CO₂ salınımını minimal düzeye indirmek gerekmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisini kaynak olarak kullanmak ve fosil yakıt kullanan araçların kullanımını kısıtlamak alınabilecek önlemlerdendir.

Akıllı sistemler sayesinde güvenli, verimli ve hızlı sonuçlar elde edilmektedir. Ajmal Khan ve Zeeshan Kaleem tarafından 2017 yılında hazırlanan makalede [4], GSM ve GPS modüllerinin bulunduğu bir adet SIM808 modülünün kullanıldığı ve mobil cihaza, donanımın bulunduğu konumu uygulama aracılığı ile gönderen bir sistem tasarlanmıştır. GPS'in topladığı veriler GPRS ağı ile web sunucusuna gönderilmiştir. Alınan veriler eşzamanlı olarak veri tabanına kaydedilir ve ilerlenilen yolun güzergahını da belirtmektedir. Android platformda JAVA ile yapılmış bir uygulama aracılığıyla kullanıcı, donanımın yani aracının o an bulunduğu yeri anlık olarak görerek, hırsızlığa karşı yapılmış bir uygulamayı kullanmış olmaktadır.

Kosar Salih Bahir'in 2016 yılında hazırlamış olduğu tezde [5], akıllı ev için programlanmış Arduino Mega mikrodnetleyicisi bazı birimleri kontrol etmede ve sensör verilerini görüntülemeye kullanılırken, Ethernet Shield ise Arduino ile arayüz oluşturmak için kullanılmıştır. Arduino, Ethernet Shield'in yapılandığı statik IP aracılığıyla mobil uygulamaya erişmektedir. Bu uygulama aracılığıyla ışık, gaz, hareket, sıcaklık ve nem, yangın ve yağmur sensörlerinin gösterdiği değerlere erişerek bunları kontrol edebilmektedir.

Bu sistem IoT sistemlerinin evlerde kullanılması ile oluşturulan akıllı ev uygulamalarına bir örnek teşkil etmektedir.

Akıllı kontrol sistemleri, denetimde başarılı sonuçlar verdiği kadar üretimin farklı aşamalarına müdahale edilmesini ve üretim veriminin artmasına da katkı sağlamaktadır. Dünya üzerindeki en önemli tarım merkezlerinden biri olan Türkiye’de 2019 yılında 16,21 milyar dolarlık tarım sektörü ihracatı yapılmıştır [6]. Mevlüt Demiryürek’in 2019 yılında hazırladığı tezde [7], seralar üzerinde bir kontrol sistemi tasarlanmıştır. Ülkemizde kırsal kesimlerden şehirlere olan göçler ve kuraklık problemleri sebebiyle azalan tarım üretimine, sürekliliği olan ve dış iklim şartlarına göre sistemin içerisindeki çalışma şartlarını düzenleyen bir sistem tasarlanmıştır. Toprağın ve havanın sıcaklığını ve nemini anlık olarak kullanıcıya bildirmektedir. Güneş ışınım yetersizliği veya alarm durumlarında uzaktan kumanda edilerek, bu durumları tespit eden sensörlerin geri bildirimine bağlı olan sistemin çalışma şartlarını değiştirebilmektedir ve bu akıllı sistem, önemli ölçüde bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu çalışmada, sera otomasyonu ile mantar üretimi yapılmıştır. Sera dışında -0.9C° ve -3.4C° aralığında sıcaklık değişmekteyken, sera içerisinde sıcaklık değeri 14.8C° ve 13.2C° arasında korunabilmiştir. Aynı zamanda sera içerisindeki nem aynı sürede %80 ve %83 arasında değişmiştir. Bu veriler sistemde optimal bir kontrolün yapıldığını göstermektedir.

Robotik ve kontrol sistemlerinin gelişmesinin en önemli faydalarından biri sağlık alanında yaşanmaktadır. Omid Esfahani ve Ata Jahangir tarafından 2015 yılında hazırlanan makalede [8], Alzheimer hastaları için tasarlanan bu sistem ile bakıcının, hastayı uzaktan takip etmesi ve hayati belirtilerini gözlemlemesi amaçlanmıştır. Normal çalışmada SD kart, sıcaklık ve kalp atış sensöründen aldığı bilgileri depoladıktan sonra; GPS modülünün elde ettiği koordinat, tarih ve zaman bilgileri ile birlikte her 15 dakikada bir bakıcıya SMS ile bildirilmektedir. Eğer hastadan alınan veriler önceden belirlenmiş kritik koşullara ulaşırsa, alarm bildirimi de bu depolanmaya ve iletme dahil olarak bakıcıya 5 dakikada bir gönderilmektedir.

Günümüzde gelişen teknolojiye rağmen doğal afetlerden kaynaklanan yıkım ve tahribat olaylarının tamamen önüne geçilememektedir. Puput Adi ve diğer çalışanlar tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada [9], GSM/GPRS modülü erken çağrı sistemi olarak kullanılmıştır. Araştırmacılar ülkelerinde sıkça yaşanan tsunami felaketinin, dalgalar yıkıcı etkisine

ulaşmadan önce kıyı şerisinde yaşayan vatandaşlar tarafından öğrenilmesini hedeflemişlerdir. Deniz seviyesinden 3 metre ykseklige yerleştirilen sensörler, tehlikenin olduğu durumlarda GSM modülünü tetiklemektedir ve uyarı alarmı telefonlara iletilmektedir. Sistemde yazılan kod ve sensörün çalışma aralığı göz önüne alınarak dalğanın 2 metre ve 3 metre aralığına ulaştığında uyarı mesajlarının gönderileceği ve kıyı kesimlerdeki insanlara erkenden uyarı yapılacağı tespit edilmiştir. 3.19 metreden büyük dalgalarda ultrasonik uzaklık ölçümü yapılamamıştır.

Steffy Thankam Wilson ve diğer çalışanların 2019 yılında yapmış oldukları atık yönetimi projesi [10] IoT'nin gelişiminin akıllı şehirler üzerindeki etkisine örnek oluşturmaktadır. Oluşturulan sistemde ultrasonik sensör çöp kutusundaki atıkların birikmesiyle oluşan mesafeyi ölçmekte ve bunu doluluk oranı olarak görevliye bildirmektedir. Organik atıkların bozulmasıyla oluşan Hidrojen Sülfür gazı çöp kutusunun içine yerleştirilmiş olan MQ136 koku sensörü tarafından algılanarak, çöp kutusunun doluluk oranına bakılmaksızın doluluk oranı ile birlikte görevliye bildirilmektedir. İki sensörün aldığı veriler ve acil durum bildirimleri Bluetooth ve Wi-Fi modülü olarak kullanılan ESP 8266-01 modülü aracılığıyla internet bağlantısı kullanılarak bir mobil uygulama üzerinden gözlemlenmiştir.

IoT projeleri günümüzde elektronik tabanlı olmalarından dolayı sistemin sürekliliğini sağlayabilmek için sürekli bir enerji kaynağına ihtiyaç duymaktadırlar. Norfadzlia Mohd Yusof ve diğer araştırmacılar tarafından 2018 yılında yapılan akıllı çöp toplama projesinde [11], uzaktan izlenen proje modül ve sensörleri için gerekli olan enerjiyi güneş enerjisinden sağlamaktadır. Birden fazla sisteme entegre edilen bu proje ile çöp kutusunun doluluk oranını ve GPS modülü ile atık kutusunun bulunduğu konum Wi-Fi modülünü kullanarak SMS olarak iletilmiştir. SMS bildirimine ek olarak Web tabanlı izleme sistemi ile atık kutusunun anlık görüntülenmesi gerçekleştirilmiştir. Sistemin enerji kaynağı güneş panellerinden alınan enerjinin regülatör tarafından kontrol edilerek, yeniden şarj edilebilir pilde depolanması ve bunun kullanılması olarak belirtilmiştir.

Arvind Chakrapani ve Kannapiran Selvaraj tarafından 2017 yılında yapılan atık toplama sisteminde [12], yerel alan ağı (LAN) sunucusu kullanılarak denetim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik sensör doluluk seviyesini okuduktan sonra Ethernet Shield aracılığıyla veriyi sunucuya göndermektedir. Web sayfasını oluşturmak için de html dili kullanılmıştır. Uygulamada Ethernet Shield'a ait olan IP adresi LAN bağlantısına göre

belirlenmiştir. GSM/GPRS modülünün kullanıldığı uygulamalarla karşılaştırıldığında bu uygulamada internet bağlantı hızı daha hızlı sağlanmıştır. LAN bağlantısının olduğu IP adresi ve konum bilgisi kolay erişilebilir olduğu için, çöp kovasının doluluk durumunda ayrıca bir GPS modülüne ihtiyaç duyulmadan, bildirimin gönderildiği konum belirlenmiştir.

1.3. Özgünlük

Daha önce yapılan, akıllı şehirlerde kullanılan IoT tabanlı akıllı çöp toplama sistemlerinin yaygın olarak Wi-Fi modülü veya GSM modülü aracılığıyla bir uyarı bildirimini, internet üzerinden veya SMS aracılığıyla gönderdiği tespit edilmiştir. Yapılacak olan projede bütün bildirimler ve sensör verileri mobil uygulama üzerinden gözlemlenebilecektir. GSM/GPRS modülü sayesinde internet bağlantısı olan bu cihaz, GPS üzerinden aldığı konteynerin konum bilgisini mobil uygulamaya iletmektedir. Projeyi önceki yapılan uygulamalardan ayıran en önemli özelliği ise, burada alınan konum bilgisi ve mikrodenetleyiciye gömülen kod ile birlikte çöp konteynerine en yakında bulunan görevli araca konteynerin bulunduğu konumu, aracın konteynerin konumuna ulaşabileceği en kısa yol üzerinden rota çizerek uygulamada göstermesidir.

Çalışmada bir diğer hedeflenen ise kullanılan sensörlerin çeşitliliği ile göz ardı edilen ancak iş gücünü zorlaştıran, insan sağlığına etkileri olan ve doğaya karşı zararlar teşkil eden çöp yangınlarının ve metan gazının sebep olduğu zehirlenme ve patlama gibi olayların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Bu gözlemlene sistemini diğer sistemlerden ayıran bir başka özellik mikroişlemciye, sensörlere ve haberleşme aygıtlarına sağlanacak enerji güneş paneli ile elde edileceği için çevre dostu ve sürekliliği olan bir sistem elde edilecektir.

1.4. Yöntem

“Internet of Things” (IoT) yani nesnelerin interneti, bir insana veya bir bilgisayara ihtiyaç duyulmadan internet üzerinden birbirleri ile iletişim kuran nesneler anlamına gelmektedir. Nesnelerin internetindeki “nesne” kavramı uzaktan iletişim kuran cihazlar, devreler, veri toplama ve değerlendirmesi yapan araçlar, motorlu aletler gibi pek çok nesneyi bünyesinde barındırmaktadır.

Gerçekleştirilecek olan proje de bir IoT projesi olarak 3 ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm güneş enerjisini kaynak olarak kullanarak enerjinin üretildiği, depolandığı ve

sistemde kullanılması için iletildiği bölüm, ikinci bölüm sensörlerden elde edilen verilerin değerlendirildiği ve uyarıların internet aracılığıyla kullanıcıya ulaştırıldığı, üçüncü bölüm ise mobil uygulama bölümüdür.

1.4.1. Sensörler, Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modülleri

Sistemde farklı sensörler algıladıkları veriyi elektriksel iletim yoluyla değerlendirilmesi için mikroişlemciye göndermektedir. İşlemcinin bulunduğu ana bileşen Arduino Uno'dur. Sahip olduğu geniş kütüphane, kolay anlaşılabilirliği ve istenilen şartlarda çalışmayı sağlayacak açık kaynak kodlu bir denetleyici olduğu için sistemde kullanılan sensörler ve haberleşme cihazları optimize bir biçimde çalışmaktadır. Arduino IDE programı ile USB bağlantısı kurulup gerekli yazılımlar aktarılmaktadır. Sistemin durumunu incelemek, sensörlerin ölçüm sonuçlarını denetlemek ve çöp konteynerlerinin konumunu öğrenmek için bir mobil uygulama kullanılacaktır.

HC-SR04 sensörü mesafe ölçümünü insan kulağının duyabileceğinden daha yüksek frekansta ses dalgalarıyla yaymaktadır. İki adet dönüştürücüsü bulunan bu cihaz konteynerdeki doluluk oranını, göndericiden gönderdiği ultrasonik sesi alıcıdan alarak ölçme işlemini tamamlamaktadır. Anlık olarak doluluk oranının, kritik seviyede dolduğunda alarm bildiriminin gönderilmesine yardımcı olacaktır ve böylece görevlinin konteynere gelmesini sağlamaktadır. DHT11 sensörü ile konteynerin içindeki sıcaklık anlık olarak bilinecektir ve belirli bir derecenin üzerindeyken alarm bildirimi gönderilerek çöp yangınlarının engellenmesine yardım edecektir. Yangına erken müdahale, oluşabilecek kötü koku, atık veya kimyasal gaz yayılmasını engellemektedir. DHT11 sensörünün diğer bir özelliği olan nem ölçümü de opsiyonel olarak kullanılmaktadır. Organik atık veya ayrıştırılması gereken özel bir atık olduğunda bulunan ortamın nem seviyesi bilgisinin görevliler tarafından kullanılabilmesine imkan sunmaktadır. MQ-4 sensörü yapısal olarak içerisindeki direncin ortamdaki gazı hissederek değişmesiyle çalışmaktadır. Propan, hidrojen, metan gibi çöplerde oluşabilecek zararlı gazları tespit edebildiği için kullanılacaktır. Bu gazları tespit edip bildirim yollanmasına yardım olacağından çöplerden kaynaklı zararlı gazların sebep olduğu zehirlenme ve çöp patlaması gibi olayların önüne geçilmesini sağlamaktadır.

Sistemdeki GPS modülü konteynerin bulunduğu konumu uydulardan alacağı için konum bilgisi için internet bağlantısına ihtiyaç duymamaktadır. Konum bilgisinin yanı sıra tarih ve

saat bilgisini de elde etmektedir. Google Maps uygulamasından aldığı veriyi ve GPRS modülünün internete bağlantısını kullanarak, görevli mobil uygulamasından konteynerin yerini görebilecektir. GSM/GPRS modülü, sensörlerden aldığı veriler ve GPS modülünden aldığı konum bilgisini 2.5G bağlantısı ile internet üzerinden kullanıcı ile buluşturmaktadır.

1.4.2. Güneş Enerji Sistemi

Projenin amacına bağlı olarak tasarrufu arttırmak ve çevre kirliliğini en aza indirmek amacıyla, enerji kaynağı olarak yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi kullanılmıştır. Güneşi tamamen alabilecek şekilde yerleştirilen güneş panellerinin içerisinde bulunan fotovoltaik hücrelere güneş fotonları ulaştığında burada bir gerilim oluşmaktadır. Paneldeki dönüştürücüler ile bu gerilim akıma dönüştürülür ve iletilir. Güneş enerjisinin panellere ulaşmadığı zaman diliminde sistemin çalışmasını sağlamak için lityum pil kullanılmaktadır. Panelden gelen enerji direkt olarak pile iletilmez, pil regülatörün kontrolünden geçerek pilde dolumu gerçekleştirir. Burada regülatör kullanılmasının sebebi aşırı şarj veya deşarj durumlarında oluşabilecek yanma, bozulma veya cihaza verilebilecek hasara karşı koruma sağlamaktır. Bunu panellerden aldığı enerjiyi sabit voltaj değerinde bataryaya ileterek gerçekleştirmektedir.

1.4.3. Mobil Uygulama

iOS veya Android işletim sistemli cihazlar tarafından çalıştırılacak olan uygulamada, projedeki sensörlerin ölçtüğü doluluk oranı, zehirli gaz varlığı, sıcaklık ve nem değerinin okumaları widget olarak uygulama üzerinde bulunacaktır. Kritik değerlerin üzerine çıkan değerlerde veya gaz tespit edildiğinde uygulama aracılığıyla telefona bildirim gönderilecektir.

Konteynerin bulunduğu yerin öğrenilmesi için GPS modülünün aldığı konum, saat ve tarih bilgisini GSM/GPRS modülü internet üzerinden mobil uygulamaya iletmektedir. Haritalama ve optimizasyon algoritmaları kullanılarak görevliye çöp konteynerine ulaşabileceği en yakın rota çizdirilmektedir.

1.5. Yaygın Etki

Proje tamamlandığında, her çöp konteyneri öncelikle kendi çevresine sonrasında daha büyük çöplerin toplandığı yerlere, dolayısıyla ülkesine, son olarak da her ülkede akıllı sistemleştirilmiş çöp toplama ve düzenleme sistemi sayesinde dünyaya fayda sağlayacaktır. Sürekli artmakta olan nüfusun getirdiği atık sayısındaki artışlar ve bunlara karşı hizmet

etmekte olan fosil yakıt tüketen araçların kullanımını azaltacak, buna bağlı yüksek güce sahip olan bu araçların çevreye yaydıkları zehirli gaz ve trafikte sebep oldukları karışıklıkların önüne geçilecektir. Çöp toplama araçlarının günlük çalışma planı dahilinde uzak mesafelere gitmesine sebep olan nüfusun az yoğun olduğu bölgelerde, sadece konteynerin dolu olduğu zamanlarda gitmesini sağlayacaktır. Nüfusun daha yoğun olduğu bölgelerde ise gün içinde birkaç kez görevlilerin gitmelerini sağlayacak uyarı bildirimleri ile oluşabilecek kötü kokunun, çevre kirliliğinin ve insanların kendilerini sosyal olarak rahatsız hissetmesinin önüne geçilebilecektir. Özellikle kırsal kesimlerde evsel yakıt atıklarının bilinçsiz şekilde atılmasıyla veya insanların pil gibi patlayıcı özellikli atıkları ayrıştırmadan ortak kullanılan konteynerlere atması sebebiyle oluşan çöp yangınlarının büyümeden tespit edilmesi ile oluşabilecek çevresel ve hava kirliliklerinin veya yangının daha da büyük ekonomik ve sağlık sorunları doğurması engellenebilecektir. Konteynerlerdeki metan gazının ölçümünün yapılması ile bu atıkların başka konteyner atıklarıyla bir araya geldikleri alanda oluşturabilecekleri patlamalar sebebiyle yaşanabilecek can kayıpları ve yaralanmaların engellenmesi hedeflenmiştir.

GSM/GPRS ve GPS'in birlikte kullanılarak hem nesnelerin interneti hem de akıllı şehir projelerine örnek oluşturan bir proje yapılmıştır. Acil durumlarda bildirimin gönderildiği cihazın konumunun belirlenmesini ve Google Maps gibi harita uygulamaları aracılığıyla bildirimin gönderildiği cihaza en kısa rotanın belirlenmesini sağlamaktadır. Yolum belirlenmesinin ekonomik olarak sağlayacağı yakıt tasarrufunun yanı sıra acil durumlarda farklı akıllı sistemlerin nasıl kullanılacağına dair kaynak olacaktır. Örneğin, acil müdahale gerektiren Alzheimer hastaları veya epilepsi hastaları sosyal hayatlarına devam ederken yaşadıkları müdahale gerektiren durumlarda projede bahsedilen acil durum bildirimleri ve hastanın konumunun belirlenmesi gibi kolaylıklar sayesinde hastaya kolayca yer tespiti yapılabilecek ve görevli birimler yardımcı olabilecektir.

Sonuç olarak bu proje yenilenebilir enerji kaynağı tarafından çalıştırılarak ve acil durumları alarm olarak göndererek veya anlık durumlar için görüntüleme sağlayarak ekonomik, sosyal ve sağlık yönünden insanlara ve doğaya fayda sağlayacaktır.

1.6. Standartlar

Çizelge 1.1. Projede kullanılacak olan standartlar

| Standart Numarası | Standart Açıklaması |
|-------------------|---|
| IEEE 528-2019 | Sensör terminolojisi için IEEE standardı |
| TS 13218 | GSM deney cihazları ile ilgili kurallar standardı |
| TS 13306 | GSM terminal cihazları için kurallar standardı |
| TS ISO 9845-1 | Fotovoltaik sistemlerde kullanılan malzemelerin standardı |
| TS EN ISO 19111 | Koordinatlar ile konumsal refanslama ve coğrafi bilgi standardı |

1.7. Çalışma Takvimi

Çizelge 1.2. Aylara göre planlanmış iş paketleri

| İP No | İş Paketinin Adı ve Amacı | Kimler Tarafından Çalışıldığı | Zaman Aralığı | Projeye Katkısı |
|-------|--|---|-------------------------|--|
| 1 | Proje hakkında görevli öğretim görevlisi ile görüşülmesi. Üzerinde çalışılacak projenin seçilmesi. | Yasin DAĞLI (L) Abdullah DEMİR Abdullah AYDİN | Ekim 2020 | Hazırlanacak proje ile ilgili, projeyi oluşturan öğelerin daha önce gerçekleştirildiği tezlerin ve projelerin incelenmiştir. Elde edilen veriler dahilinde ilerlenecek çalışma basamakları kurgulanmıştır. |
| 2 | Seçilen projeye dair literatür taraması yapılması ve projenin teori kısmının oluşturulması. | Yasin DAĞLI (L) Abdullah DEMİR Abdullah AYDİN | Ekim-Kasım 2020 | Daha önceden yapılmış benzer projelere neler eklenebileceği tespit edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda ilerleme şeması oluşturulan projenin komponentleri belirlenmiş ve bilgi edinilmiştir. |
| 3 | Sensörlerin simülasyonda ve mobil uygulamada çalışılmasının öğrenilmesi. Güneş enerjisinin araştırılması. | Yasin DAĞLI (L) Abdullah DEMİR Abdullah AYDİN | Kasım-Aralık 2020 | Mobil uygulama, güneş enerjisinin kaynak olarak kullanılması ve sensör çalışmasına dair bilgiler elde edilmiştir. Mobil uygulama, Fritzing ve Proteus arayüzü oluşturulmuştur. |
| 4 | Simülasyon çalıştırılması ile komponentlerin test edilmesi ve çalışma şartlarının belirlenmesi. Teknik çizimlerin yapılması. | Abdullah DEMİR (L) Yasin DAĞLI Abdullah AYDİN | Aralık 2020 - Ocak 2021 | Proteus üzerinde sensörler farklı koşullarda çalıştırılarak test edilmiştir. Modül ve sensörlerin seri haberleşme bağlantıları belirlenmiştir. Çizimler ve sonuçlar teze eklenmiştir. |
| 5 | Malzeme listesinin belirlenerek eklemeler ve düzenlemelerin yapılması. Mühendislik Tasarımının oluşturulması. | Abdullah AYDİN (L) Abdullah DEMİR Yasin DAĞLI | Ocak 2021 | Hazırlanan raporun kontrolleri gerçekleştirilmiştir ve danışmana sunulmuştur. Onay alan raporun sunumu gerçekleştirilmiştir. Proje için önceden belirlenmiş malzemeler satın alınmıştır. |

| | | | | |
|----|--|---|---------------------|--|
| 6 | Cihazın üretilmesi için gerekli modüllerin, sensörlerin, bağlantı elemanlarının ve yardımcı elemanların alınması. | Abdullah AYDİN (L) Abdullah DEMİR Yasin DAĞLI | Ocak-Şubat 2021 | Malzemeler birleştirecek olan öğrencinin eline ulaştıktan sonra bağlantıları yapılmıştır. Bağlantı ve düzen minimize edilmeye çalışılmıştır. |
| 7 | Sistemdeki sensörlerin çalışma koşullarının ayarlanması. Haberleşme modülünün internet bağlantısı kurması ve mobil uygulama ile iletişime geçmesi. | Abdullah DEMİR (L) Abdullah AYDİN Yasin DAĞLI | Mart-Nisan 2021 | Mesafe, gaz ve sıcaklık ve nem sensörlerinin çalışma koşullarının konteyner ve çevre koşullarına uygun olarak test edilerek ayarlaması yapılmıştır. GSM/GPRS modülü sim kartı takılarak internet bağlantısı kurdurulmuştur. Bu veriler mobil uygulamadan gözlenmiştir. |
| 8 | Cihazın kutu haline çevrilmesi. Mobil uygulama arayüzünün ve bildirimlerinin tamamlanması. Haritalama eklentisinin tamamlanması. | Abdullah DEMİR (L) Abdullah AYDİN Yasin DAĞLI | Nisan-Mayıs 2021 | Sensörler ve modüller kutuya uygun çalışacakları şekilde yerleştirilmiştir. Ölçülen ve canlı gözlenen sensör verileri kritik seviye bildirimleri ile desteklenmiştir. GPS aracılığıyla konumlar belirlenmiş ve en kısa yoldan yol tarifleri alınmıştır. |
| 9 | Cihazın güneş enerjisi ile beslenmesi. | Abdullah AYDİN (L) Abdullah DEMİR Yasin DAĞLI | Mayıs 2021 | Kutulaştırılmış ve üretime hazır hale getirilmiş cihazın beslenmesi; güneş paneli, regülatör ve batarya aracılığıyla sağlanmıştır. Cihazın 24 saat çalışması sağlanmıştır. |
| 10 | Bitirme Projesinin tamamlanması ve sunumunun gerçekleştirilmesi. | Yasin DAĞLI (L) Abdullah DEMİR Abdullah AYDİN | Haziran 2021 | Hedeflenen bütün çalışmalara ulaştırılmış cihazın bilgileri kitaplaştırılmıştır. Sunumu ve posterini hazırlanarak sunulmuştur. |

Çizelge 1.3. İş paketleri, paketlerde yapılacaklar ve bu paketlerin b planları

| İP No | Projeye Katkısı | Risk Analizi |
|-------|--|--|
| 1 | Hazırlanacak proje ile ilgili, projeyi oluşturan öğelerin daha önce gerçekleştirildiği tezlerin ve projelerin incelenmiştir. Elde edilen veriler dahilinde ilerlenecek çalışma basamakları kurgulanmıştır. | Araştırma kısmında yeterince kaynak elde edilemezse danışmandan farklı ve yeni kaynak önerisi istenir. |
| 2 | Daha önceden yapılmış benzer projelere neler eklenebileceği tespit edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda ilerleme şeması oluşturulan projenin komponentleri belirlenmiş ve bilgi edinilmiştir. | Hedeflenen ölçümleri vermeyecek sensörler tespit edilirse alternatifleri ile değiştirilir. |
| 3 | Mobil uygulama, güneş enerjisinin kaynak olarak kullanılması ve sensör çalışmasına dair bilgiler elde edilmiştir. Mobil uygulama, Fritzing ve Proteus arayüzü oluşturulmuştur. | Mobil uygulamanın istenilen işlevde çalışamayacağı düşünülürse farklı alternatif uygulama oluşturuculara bakılır. |
| 4 | Proteus üzerinde sensörler farklı koşullarda çalıştırılarak test edilmiştir. Modül ve sensörlerin seri haberleşme bağlantıları belirlenmiştir. Çizimler ve sonuçlar teze eklenmiştir. | Sensörler simülasyonda sonuçlar vermediyse farklı simülasyon oluşturucu uygulamalar araştırılır veya simülasyon üzerine uzmanlara danışılır. |
| 5 | Hazırlanan raporun kontrolleri gerçekleştirilmiştir ve danışmana sunulmuştur. Onay alan raporun sunumu gerçekleştirilmiştir. Proje için önceden belirlenmiş malzemeler satın alınmıştır. | Satın alınacak malzemelerin o anki şartlarda temin edilememesi durumunda alternatif aynı görevi yapan malzemelere yönelinir. |
| 6 | Malzemeler birleştirecek olan öğrencinin eline ulaştıktan sonra bağlantıları yapılmıştır. Bağlantı ve düzen minimize edilmeye çalışılmıştır. | Pandemi sürecinde gerçekleştirilen projede baskı devre gibi bilgi ve tecrübe gerektiren bir uygulama yerine klasik bağlantılar yapılır. |
| 7 | Mesafe, gaz ve sıcaklık ve nem sensörlerinin çalışma koşullarının konteyner ve çevre koşullarına uygun olarak test edilerek ayarlaması yapılmıştır. GSM/GPRS modülü sim kartı takılarak internet bağlantısı kurdurulmuştur. Bu veriler mobil uygulamadan gözlenmiştir. | Teorideki beklenen sonuçlar elde edilemezse, malzemelerin mekaniksel sorununun olup olmadığı incelenir ve kod satırları kontrol edilir. |

| | | |
|----|--|--|
| 8 | Sensörler ve modüller kutuya uygun çalışacakları şekilde yerleştirilmiştir. Ölçülen ve canlı gözlenen sensör verileri kritik seviye bildirimleri ile desteklenmiştir. GPS aracılığıyla konumlar belirlenmiş ve en kısa yoldan yol tarifleri alınmıştır | Uygulama kendi üzerinden yol tarifine izin vermezse, haberleşme modülünün gönderdiği GPS bilgisi link şeklinde kullanıcıya gönderilir. |
| 9 | Kutulaştırılmış ve üretime hazır hale getirilmiş cihazın beslenmesi; güneş paneli, regülatör ve batarya aracılığıyla sağlanmıştır. Cihazın 24 saat çalışması sağlanmıştır. | Güneş enerjinin sistemi sürekli çalıştırmak için yeterli olmaması durumunda pil kapasitesi arttırılır. |
| 10 | Hedeflenen bütün çalışmalara ulaştırılmış cihazın bilgileri kitaplaştırılmıştır. Sunumu ve posterini hazırlanarak sunulmuştur. | Belirtilen iş paketi, bitirme projesinin tamamlanması için tek yöntemdir. |

1.8. İş Paketleri Organizasyonu ve Çalışma Yönetimi

Proje pandemi döneminde gerçekleştirildiği için proje 3 ana parçaya ayrılarak öğrenciler arasında iş bölümü yapılmıştır. Çalışma takviminde belirtilen tarihlerde pakette verilen liderlerin ana sorumluluğunda görevler sırası ile gerçekleştirilmiştir ve birleştirilmiştir.

Daha önce yapılan projelerden literatür araştırması yapılması, projedeki bileşenlerin teorik bilgilerin elde edilmesi ve tezin düzenlenmesi Yasin DAĞLI tarafından, simülasyon ve bileşenler aracılığıyla projenin kurulması ve sonuçların gözlenmesi için mobil uygulamanın oluşturulması Abdullah DEMİR tarafından, sistemin güneş enerjisi ile çalıştırılması ve cihaz olarak tasarlanması Abdullah AYDİN tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yasin DAĞLI tarafından toplanan teorik bilgiler ve literatür taramaları yardımıyla simülasyon ve tasarımda sensörlerin ve modüllerin çalışmasına dair ön bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgilerin ilk üç iş paketinde toplanması projenin gerçekleştirilmesi konusunda kolaylık sağlamıştır. Abdullah DEMİR tarafından 4 numaralı iş paketinde gerçekleştirilen simülasyon ve arayüz, sürecin devamında sensörlerle ve haberleşme modülüyle projenin 7 ve 8 numaralı paketlerde gerçekleştirilmesini kolaylaştırmıştır. 5, 6 ve 8 numaralı paketlerde cihazın kutu haline getirilmesi ve temiz bir enerji kaynağı ile sürekli halde çalıştırılması Abdullah AYDİN tarafından gerçekleştirilmiştir ve proje tamamlanmıştır.

2. TEORİK ALTYAPI

2.1. Genel Bilgiler

Projenin temel amacı, sensörlerin verilerine dayanarak GSM/GPRS modül desteği ile birlikte mobil uygulama üzerinden kullanıcıya bilgi sağlayarak çöp toplama işleminde tasarruf sağlamaktır. Proje 3 temel esasa dayanarak tasarlanmıştır.

- Sistemin tüm işleyişinin sensörlerden aldığı bilgiler vasıtasıyla mikrodenetleyici üzerinden kontrol edilmesini ve hem sistemin kendi arasında hem de kullanıcı ile haberleşmesini sağlamak. Bu kısımdaki incelenecek olan alt birimler,
 1. Isı, doluluk ve gaz sensörlerinden elde edilen bilgilerin aktarılması.
 2. Arduino UNO yardımı ile tüm bileşenlerin bir araya toplanılması.
 3. GPS modülü yardımıyla konteynerin konum bilgisinin aktarılması.
- Güneş paneli ve batarya kullanarak bağımsız, sürekli ve yenilenebilir enerji elde etmek.
- Mobil uygulama aracılığıyla görevlilere konteyner hakkında kolay ve hızlı bilgi verilmesi.

Yapılacak projenin temel işleyişi sensörlerin (ısı, mesafe ölçer ve gaz) ölçümünün bir GSM/GPRS modül aracılığıyla mobil cihazlar ile haberleşmesine olanak sağlamaktır. Isı sensörü ile konteyner içerisindeki sıcaklık bilgisi anlık ölçülerek olası yangınlara erken müdahale edilmesi için, alarm bildirimi gönderilmesine yardımcı olacaktır. Gaz sensörü ise zehirli gaz içeren farklı çöp konteynerlerinin belediye çöp toplama alanlarında toplanmasından önce, gazı tespit ederek sonrasında yaşanabilecek olan olası zehirlenmelere ve patlamalara karşı erken önlem alınmasını sağlayacaktır. Mesafe sensörü yardımıyla % kaç dolu olduğunun bilgisi görevliler tarafından bilinecektir ve kritik doluluk oranındaysa alarm bildirimi gönderilecek değilse doluluk oranı göstergesi sayesinde gereksiz yere görevlilerin konteyner için gelmesini önleyecektir. Bu sensörler bir sistem haline getirilmeden önce, sensörlerin tanımlanması, çalışma ve ölçüm süreleri, bağlanacakları pinler, anlık değerlerin dönüştürüleceği birimler ve bazı durumlarda uyarı sinyali vermesi gibi durumlar USB bağlantısı aracılığıyla kod olarak Arduino IDE yazılımından bu mikrodenetleyiciye yazılacaktır. Sensörlerin topladığı veriler mikrodenetleyici sayesinde bir arada toplanacaktır. GPS modülünün elde ettiği koordinat bilgisi ile birlikte mikrodenetleyicinin sensörlerden elde ettiği bilgiler GSM/GPRS modülü kullanımıyla internet üzerinden mobil uygulamaya aktarım sağlayacaktır.

Sistemin sürekli çalışmasını sağlayacak olan batarya, güneş paneli ve regülatör sayesinde beslenip bağımsız ve yenilenebilir enerjide kullanmış olacaktır.

Mobil uygulamada ise sensör ve alarm bildirimlerine ek olarak haritalama yapılarak çöp konteynerlerinin bulunduğu konumlar GPS üzerinden aldığı bilgi aracılığıyla uygulama üzerinden gözlemlenecektir. Konteynerin bulunduğu konum kullanıcı tarafından uygulama üzerinden gözlemlenirken koordinat bilgilerine göre yazılım aracılığı ile kullanıcının konteynere ulaşabileceği en kısa yol harita üzerinden çizdirilecektir.

2.2. Sensörler, Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modülleri

Sensörler bir kontrol sistemindeki temel algılama ve ölçüm birimidir. Çevredeki değişiklikleri algılar, yorumlar ve sonuçlarını iletir. İlk ölçümü gerçekleştiren bu cihazlar algıladıkları değeri bir dijital veya analog elektrik sinyaline dönüştürerek ölçüm yapmış olurlar. Burada elde edilen sinyaller dönüştürme cihazı ile işlenir ve görüntülenebilecek forma dönüştürülür. Bu yüzden sistemdeki değişiklikleri kullanıcı ile paylaşarak bilgi alışverişi yapan elemanlardır.

Dijital sensörler elde edilen bilginin dönüştürümünün elektronik sensörler tarafından gerçekleştirildiği sistemlerdir. Dijital sensörler algılanan fiziksel büyüklük ile orantılı şekilde gerilim ya da akım sonucunu vermektedir. Giriş ve çıkış değerleri değişiklik göstermez. Dijital sensörün ölçtüğü veri doğrudan dijital sinyal çıkışına dönüştürülür. Analog sensörler sürekli çıkış sinyali üretirler. Bu sinyal çıkış değeri ile ölçülen değer ile orantılıdır. Sıcaklık, basınç, ivme, ses gibi temel büyüklüklerin ölçümünde kullanılmaktadırlar.

Sensörler aynı zamanda pasif ve aktif olarak da ikiye ayrılır. Aktif sensörler kendi sinyallerini kendileri üretir ve bu sinyalin dış ortamla olan etkileşimleri ölçerler. Pasif sensörler ise sinyalleri ortamdan aldığı anda kontrol ederek işlemi gerçekleştirirler.

Mikrodenetleyici, sensörler ve haberleşme modüllerinin bağlı olduğu, yapılan işlemlerin toplandığı ve yapılacak olan görevlerin iletildiği işlemciye sahip olan bir aygıttır. USB bağlantısı ile sistemin çalışma şartları mikrodenetleyici üzerine yazılır.

Haberleşme modüllerinden GPS/GPRS modülü bir SIM kartı aracılığıyla sistemi bir mobil cihaza çevirmekte ve internet bağlantısı kurmasını sağlamaktadır. GPS modülü

aracılığıyla ise bulunduğu konumu uydular yardımıyla öğrenmektedir. Projede kullanılan sensörler ve haberleşme modülleri alt başlıklar halinde verilmiştir.

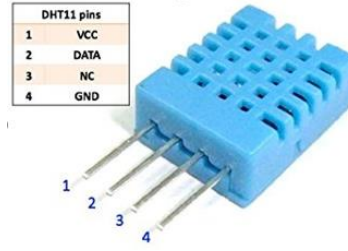
2.2.1. Isı ve Nem Sensörü (DHT11)

DHT11 sensörü, sıcaklık ve nem ölçümlerini dijital sinyaller yardımıyla birleştirip tek bir dijital sinyal çıkışı ile iletmektedir. Sensörün en önemli özellikleri yüksek doğruluk ve uzun vadeli kararlılığa sahip olmasıdır. Aynı zamanda çok hassas kalibrasyon işlevi vardır. Tek kablolu bir seri arayüze sahip olması ve bağlantı ayaklarının düz olması büyük kolaylık sağlamaktadır. Sensörün topladığı verileri, ölçüm sonucu olarak iletimini 2 saniye içerisinde yapmaktadır. Boyutu diğer sensörlerden büyük olsa da genel olarak küçük ve enerji olarak tüketimi çok azdır.

Yapısı incelendiğinde, nem ölçümü için nem tutuculuğu iki adet elektrotu arasında yapılır. Ortamdaki su buharının bu iki elektrot arasında emilmesi ile aralarındaki iletkenlik artmaktadır. İletkenliğin artması direnç değerinin düşmesi demektir. Bu nedenle, düşük direnç değeri ortamdaki nem yoğunluğunun yüksek olduğunu, yüksek direnç değeri ortamdaki nem yoğunluğunun düşük olduğunu ifade etmektedir.

Sıcaklık ölçümü yapmak için nem sensörünün yanı sıra termistör bulundurmaktadır. Termistör yapısı itibarıyla, direnci sıcaklık değişiminin etkisiyle değişmekte olan bir termal dirençtir. Ortamdaki sıcaklık arttıkça direnci azalmaktadır ve bu azalmaya bağlı olarak sıcaklık ölçümü yapmaktadır.

DHT11 sensörünün sıcaklık ölçümü -40°C ile $+125^{\circ}\text{C}$ aralığındadır. Hassasiyeti $+2$ derecedir, nem ölçümünün doğruluk aralığı ise %5 ile %20'dir. İdeal beslemesi Vcc pininden sabit 5V değeriyle sağlanmaktadır. 3,3V ile 5,5V arasındaki gerilim değerlerinde çalıştırılabilir ancak düşük gerilimde beslenmesi ölçüm sonuçlarında hataya sebep olmaktadır. OUT pini, Arduino Uno ile sensörün iletişim kurarak ölçtüğü değerleri iletebilmesi için kullanılmaktadır. GND pini de Arduino'nun toprak ucuyla bağlanarak sensör ve Arduino arasındaki iletişim tamamlanmış olur.



Şekil 2.1. DHT11 ısı ve nem sensörünün görünümü

2.2.2. Mesafe Sensörü (HC-SR04)

Mesafe sensörü bulunduğu ortamdaki nesnelere ultrasonik dalgalar göndererek ölçüm yapmaktadır. Gönderilen dalgalar yüksek frekanslı (40 kHz) ses dalgalarıdır ve dalgalar cisimler üzerinden yansıdıktan sonra sensör bu yankıları geri algılayarak uzunluk hakkında bilgi vermektedir. Dalgaların cisme ulaşip geri gelme süresi ortam sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Ortam sıcaklığının değişmesi dalgaların hızını değiştirmekte ve buna bağlı olarak farklı zamanlarda ölçülen mesafe ölçüm değerlerinde sapmalar gözlemlenebilmektedir.



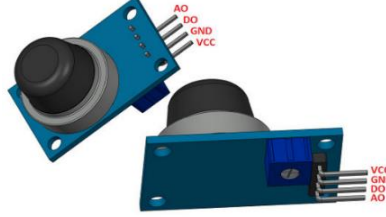
Şekil 2.2. HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü

$$(x = v * t/2) \text{ (Yol = Hız * Zaman/2)} \quad (1)$$

Sensörün mesafe ölçümü TRIG ve ECHO pinlerinin aralarındaki aktiflik süresine göre yapılmaktadır. Sensörde ölçüm işlemini başlatmak için TRIG pin ucuna en az 10 uS boyunca sinyal uygulanmalıdır. Bunun sonucunda 8 darbeyi 40kHz frekansında ileterek yansımayı beklemektedir. Yansıyan dalgalar yeniden sensöre ulaştığında ECHO pinini aktif hale getirecektir ve mesafe ölçümü tamamlanmış olacaktır. Mesafe sensörünün kod girisinde mesafeyi doğru ölçmesini sağlamak için ve teorik olarak karşılaştırmak için yol ve zaman çarpımı 2'ye bölünmelidir. Bunun sebebi sensörün algıladığı zamanın hem dalganın iletilmesinin hem de geri dönmesinin toplam zamanı olmasıdır. 4 metreye kadar olan uzaklıklarda ve 5V gerilim ile beslendiğinde uygun ölçüm sonuçları elde edilmektedir.

2.2.3. Gaz Sensörü (MQ-4)

MQ-4 gaz sensörünün çalışma prensibi içinde bulunan Kalay Oksit'e (SnO_2) dayanır. Kalay Oksit'in temiz hava koşullarında iletkenliği azdır. Bu sebeple tehlikeli sayılabilecek gazların (metan, karbondioksit, propan) ortamdaki oranına göre iletkenliği artan bir alaşımdır. MQ-4 sensörü metan gazına aşırı tepki göstermektedir. Karbondioksit ile alkole biraz daha az ve diğer gazlara minimum seviyede tepki verecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.3. MQ-4 gaz sensörü

Besleme gerilimi 5V ile 24 V sabit gerilimi arasındadır ancak ideal çalışma gerilimi 5V'dur. Ölçüm konsantrasyonu 300 ile 10.000 ppm aralığındaki gazı tespit etmektedir. Ayarlı yük direci olduğundan istenildiği durumda sigara dumanı ve alkol için farklı kullanımlarda kullanılabilir. Sensörün diğer bir özelliği cevap süresinin hızlı olmasıdır. AO pini ile algıladığı havadaki gaz konsantrasyonuna oranla çıkış voltajı iletmektedir. DO pini ise ortamda gaz algılandığında bu durumu dijital olarak iletmektedir.

2.2.4. Mikrodenetleyici

Proje kapsamında mikrodenetleyici olarak kullanılacak olan Arduino Uno, bir entegre devredir. Mini bir yonga içinde eksikleri giderilmiş bir bilgisayar olarak da görülebilir. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte artık günümüzde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisinin yapı taşı olarak günlük yaşantıyı kolaylaştırmakta olan mikrodenetleyicilerden en sık kullanılanlardan biridir. Bunun sebebi, kolayca öğrenilebilecek ve hatanın tespit edilebileceği açık kaynak kodlu bir yazılımının olması ve çok çeşitli sensör, motor, haberleşme modülü gibi bileşenlerin optimize bir şekilde çalıştırılabildiği bir işlemci görevi görmesidir. Mikrodenetleyicinin bileşenlerinin tanımlandığı ve çalışma koşullarının belirlendiği Arduino IDE, JAVA tabanlı bir yazılımdır. Arduino'nun bu çok yönlülüğü ve kolay uygulanabilirliğinden dolayı bilgisayar, telefon, otomobil, TV, yazıcı, CNC vb. alanlarda kullanımı mevcuttur.

Arduinolar Mega, Nano, Mini, Galileo ve Uno gibi çeşitlere ayrılır. En sık kullanılan ve projede tercih edilen Uno modelin çalışma gerilimi 5V, besleme gerilimi ise 7-12 V arasındadır. Arduino Uno mikrodenetleyicisi haberleşme yapmak için STK500 protokolünü kullanmaktadır.

Yapısal olarak içerisinde;

- 14 adet dijital ve 6 adet analog giriş/çıkış pini mevcuttur.
- Sayıcılar
- Ram ve Rom
- Seri ve Paralel Port

Yapısal olarak temel özellikleri;

- Çalışma Gerilimi: +5V
- Mikrodenetleyici: Atmega328P
- Giriş gerilimi sınır değerleri: 6-20 V
- Saat Hızı: 16 MHz

2.2.5. GPS

GPS alıcıları aynı anda birden fazla uydu ile iletişime geçerek koordinat, tarih ve saat bilgisi alan navigasyon sistemleridir. Farklı uyduların yaydığı sinyalleri tek bir hedefte toplayarak hedefin anlık olarak nerede olduğunu belirleyen sistemlerdir. Aynı anda sinyalleri aldığı 4 farklı uydunun her birinden farklı bir bilgi almaktadır. İnternet, ücret ya da kurulum talep etmeyen bu sistem şu anda aktif olarak harita üzerinden yön bulmada kullanılmaktadır. Kuruluşunun temeli askeri amaçlara dayanmaktadır. Gece görünmeyen nesnelerin bulunabilmesi ve yer birimlerinin, kötü hava şartlarından fiziksel olarak etkilenmediği müddetçe iletişimini kötü hava koşullarında da devam ettirebilmesi avantajlarındandır. Hedefin anlık konumu, dalgaların iletilemediği yeraltı metro hatları veya maden gibi ortamlarda tespit edilememektedir. En sağlıklı iletişim, sıkı malzemeli yapılardan uzakta ve gelen dalgaların yansıyabileceği veya absorbe edilebileceği yüksek arazilerin yakınlarından kaçınılarak açık arazilerde yapılmaktadır. Günümüzde askeri kullanımının yanı sıra yön bulmada, hedefin anlık konumu ile haritalama uygulamalarında ve ticari kullanımlarda kullanılmaktadır.

2.2.6. GPRS

GSM operatörleri tarafından kullanılan bir sistemdir. Mobil cihazların hepsinde kullanılan bu teknoloji sayesinde SMS, MMS, internet gerektiren Bas-Konuş servisi ve birçoğu GPRS sayesinde çalışmaktadır. Anlık konum bilgisi göndermesinden dolayı güvenlik amacıyla kullanımı yaygındır. Günümüzde yaygın olarak araç takip sistemlerinde kullanılmaktadır. Değerli eşyaların gizli yerlerine konumlandırılarak, hırsızlık gibi vakaların önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır. Yüksek hızı sayesinde kablosuz bir biçimde internet bağlantısı sağlayan bir teknolojidir. GPRS sistemi GSM sisteminden yaklaşık olarak dört kat daha hızlıdır. Faturalandırılması kullanılan veri miktarına göre yapılmaktadır.

GPRS, 2.5G teknolojisi kullanılmaktadır. 172 kbps hız sunma limiti olmaktadır ancak kullanılan veri hızı ortalama 20-40 kbps aralığındadır. GPRS teknolojisi, telefon şebekelerinin kullandığı GSM'den farklı olarak devre anahtarlama yerine paket anahtarlama yöntemi kullanılmaktadır. Daha faydalı bir veri kapasitesi sağlamak için hücresel telekomünikasyon teknolojisi kullanılmaktadır.

2.2.7. GSM

GSM, 2G dijital hücresel ağını ifade etmek için oluşturulmuştur. Devre anahtarlama yöntemi kullanılmaktadır. Devre anahtarlama, iki sistem arasında özel bir haberleşme yolu belirlenmektedir. Veri iletimi bu yol üzerinden yapılmaktadır. İki uç birbiriyle iletişimi onayladığında sadece aralarında kendilerinin kullanacağı özel yola geçilmektedir ve iletişim bitirildiğinde bu yol başka kullanıcılar tarafından kullanılmaktadır.

GSM'in sahip olduğu dalga bandı dünya üzerinde bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Asya ve Avrupa ülkelerinde 900 ve 1800 MHz bandı aralığında çalışmaktayken; Afrika, Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinde 850 ve 1900 MHz bandı aralığında çalışmaktadır.

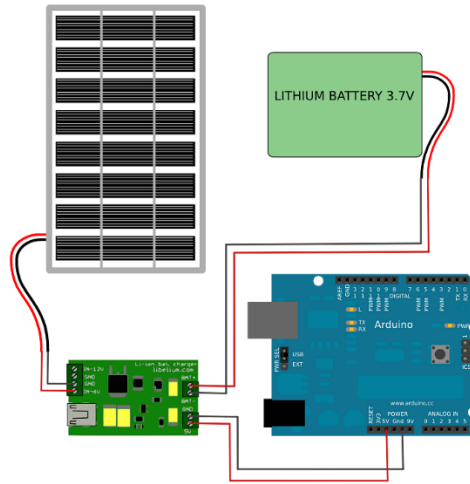
Kullanıcının kimliği olan SIM kartı, GSM'de bulunan denetimi kullanıcı tarafından sorumlu tutulan çipli bir modüldür. Sahip olduğu mikroçip sayesinde GSM hizmetlerini kullanabilmektedir. Bir numara rehberi bulundurmakta ve cihazlar arası kolay taşınabilme özelliğine sahiptir. Kişisel olarak kullanılmakta olan bu aygıtın güvenliğinin sağlanması için PIN ve PUK şifresi kullanılır.

2.2.8. GSM/GPRS Modülü SIM808

SIM808 kartı üzerinde bulunan GSM modülü ile mobil kimliğini kullanarak haberleşmeyi sağlamakta, GPRS modülü ile elde edilen veriler başka aygıtlarla SMS veya internet yoluyla iletilmektedir. Ayrıca sistemin internet bağlantısını 2.5G teknolojisinden sağlamaktadır. SIM808 GSM/GPRS kartı, üzerinde bulunan GPS modülü ile koordinat, saat ve tarih bilgilerini elde etmektedir. İçerdiği 2 adet jack girişi ile modülün mikrofon ve kulaklık aracılığıyla sesli arama yapılmasını veya FM radyo olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Modülün haberleşmesi AT komutları ile 3.3V – 5V gerilim değerleri arasında yapılmaktadır. Haberleşme gücünü arttırmak için GSM ve GPS anten girişleri bulunmaktadır.

2.3. Güneş Enerjisi Sistemi

Güneş enerjisini, kullanılacak olan sistem için elektrik enerjisine çeviren sistemdir. Güneş ışınları sayesinde üretilen enerjiyi, güneş enerjisine ulaşamadığı zamanlarda da sürekli olarak sistemin çalışabilmesini sağlamak için bataryada biriktirir. Bataryaya gerilim regülatörü ile kontrollü bir dolun sağlanmaktadır. Regülatör, güneş enerjisinden gelen gerilimi sabit tutar, böylelikle aşırı şarj ve deşarj olaylarını önleyerek sistemde bulunan bataryanın korumasını gerçekleştirmektedir. Böylelikle sistem elektriksiz kalmayacaktır ve bağımsız bir yenilenebilir enerji kaynağı ile sürekli bir enerji kaynağı olmaktadır.



Şekil 2.4. Güneş Enerjisi Sistemi

2.4. Mobil Uygulama

2.4.1. Blynk Uygulaması

Blynk; Android ve iOS işletim sistemlerinde kullanılabilen, nesnelerin interneti uygulamalarında elektronik bir sistemden aldığı verileri internet bağlantısı aracılığıyla gözlemleyebilen ve onlara komut gönderip çalışma koşullarını değiştirebilen çift yönlü çalışan bir mobil uygulamadır. Arduino ve Raspberry Pi gibi mikrodenetleyicilerle optimize olarak çalışabilmektedir. Uygulamalarda kullanılacak olan sensörler, ledler, motor çalışması gibi farklı çalışmalar uygulamanın arayüzüne widget aracılığı ile eklenmektedir. Bu çalışmalar arayüzden kontrol edilebilmekte ve sistemin kendiliğinden çalışmasındaki değerler buradan gözlenebilmektedir.

Kendi sunucularına sahip olan bu uygulama, kullanıcı daha güvenli ve gözlemlenebilir bir sistem oluşturmak istediğinde özel sunucular aracılığıyla da çalışabilmektedir ve kullanıcı ile cihaz arasında iletişim kurulmasını sağlayabilmektedir. Kütüphanesi açık kaynak kodlu olduğu için kullanıcı dostu bir uygulamadır. Uygulama JAVA dili kullanılarak yazılmıştır. Kütüphanesinde desteklenen yazılım dili C'dir.

3. TASARIM

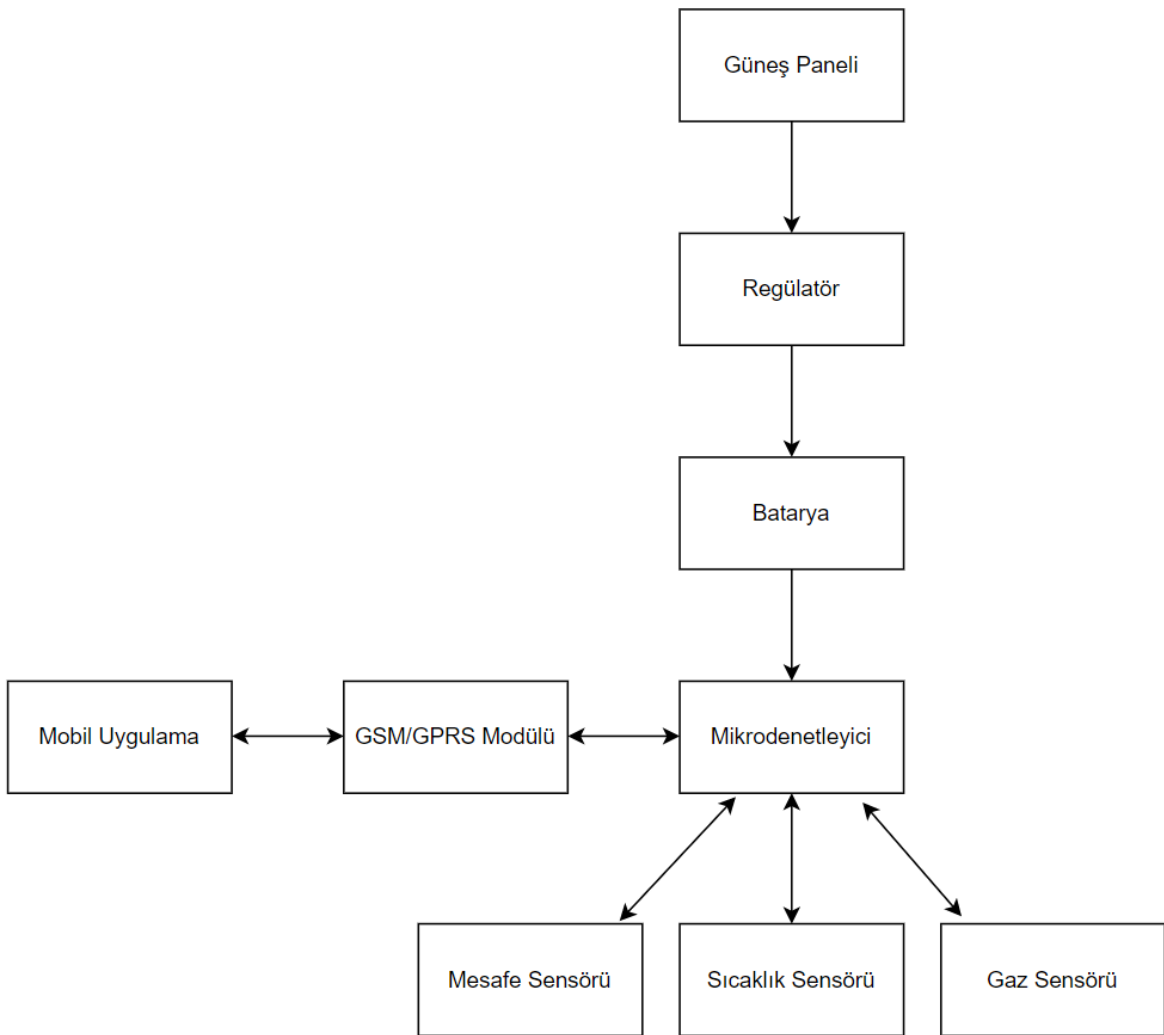
3.1. Genel Bilgiler

Yapılan akıllı şehir projesinin her anlamda çevreci bir proje olabilmesi için, kullandığı enerjiden göz ardı edilen çevre sorunlarına kadar her yönden fayda sağlayabilmesi amaçlanmıştır. Sistem üzerindeki sensörlerin, mikrodenetleyicinin ve haberleşme modüllerinin günün 24 saati sürekli olarak çalışması ve bu sistemdeki enerjinin kaynağının da yenilenebilir olması ilk olarak belirlenmiştir. Güneş paneli, regülatör ve doldurulabilir bir pilin kullanıldığı, güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren bir sistem kaynak olarak kullanılacaktır. Gün içerisinde panellerde güneş ışınlarının sahip olduğu ışıma enerjisi güneş panelindeki fotovoltaiik hücreler aracılığıyla elektrik akımına dönüştürülecektir. Buradaki akım direkt olarak sisteme gönderilip kullanılmayacaktır. Bunun yerine enerjinin regülatör aracılığıyla pilde depolanarak, günün güneş paneline güneş ışınlarının ulaşmadığı zamanlarında da sistemin enerji ihtiyacının karşılanmış olması sağlanacaktır. Dolum sırasında regülatör kullanılarak, sabit bir gerilim değerinde pilin dolumu sağlanmaktadır. Regülatörün kullanılması ile aşırı enerji çekilmesi ve ters akım oluşması gibi büyük sonuçlara sebep olacak problemlerin önüne geçilmesi sağlanacaktır.

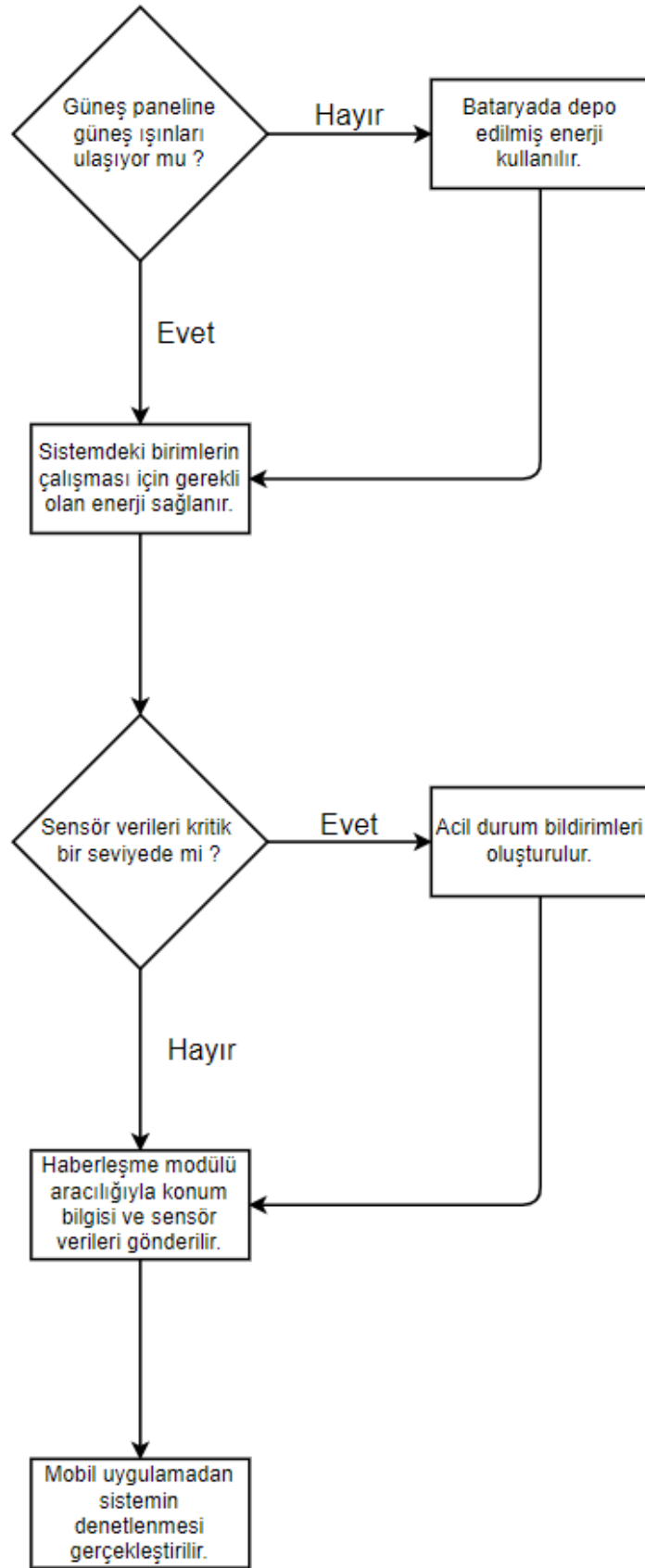
Konteyner içerisinde bulunan sıcaklık ve mesafe sensörü periyodik aralıklarla elde edilen sıcaklık değeri ve doluluk oranı verilerini mikrodenetleyiciye iletmektedir. Ayrıca konteyner içerisinde zehirli gaz bulunması veya oluşması durumlarında aktif hale gelecek bir gaz sensörü bulunacaktır. Buradaki sensörlerden, sıcaklık ve mesafe sensörünün ölçtükleri değerler önceden belirlenmiş bir seviyeye ulaştığında veya gaz sensörü aktif hale geldiğinde, sensör verilerinin okunmasını ve denetlemeyi yapan mikrodenetleyicinin iletimiyle mobil uygulamada alarm bildirimi etkin olacaktır. Burada elde edilen verilerin ve alarm durumunun, kullanıcıya en hızlı ve kullanışlı şekilde ek veriler ile birlikte ulaştırılması sağlanacaktır.

Sensörlerden elde edilen veriler mikrodenetleyiciye ulaşp değerlendirildikten sonra haberleşme için GSM/GPRS modülüne iletilmektedir. GSM/GPRS modülünün bulunduğu karta dahil bulunan GPS modülünden elde edilen konum, zaman ve tarih verilerinin sensörlerden elde edilen verilerle birlikte iletilmesi sağlanacaktır. Bunun için SIM kart aracılığı ile kimliği belirlenerek aktif hale gelmiş GSM modülü, GPRS modülünün 2.5G teknolojisinde bir internet bağlantısı kurmasını sağlayacaktır. Sensörlerden ve GPS

modülünden elde edilen bu bilgiler internet aracılığıyla kullanıcıya gönderilmiş olacaktır. Kullanıcı ulaşımının olduğu proje için geliştirilmiş olan mobil uygulama aracılığıyla sensörlerin anlık ölçüm sonuçlarını ve sistemin haritada konumlandırılmış olduğu yeri görebilecektir. Kullanıcı, isteğiyle harekete geçmek istediğinde veya uygulama üzerinden alarm bildirimi alması durumunda, uygulamada widget olarak bulunan harita üzerinden konumunu gördüğü sisteme gitmek istediğinde, haritalama algoritmaları ve haritalama yazılımı sayesinde sisteme ulaşabileceği en kısa yol, kullanıcıya harita üzerinde rota çizimi yapılarak gösterilecektir.



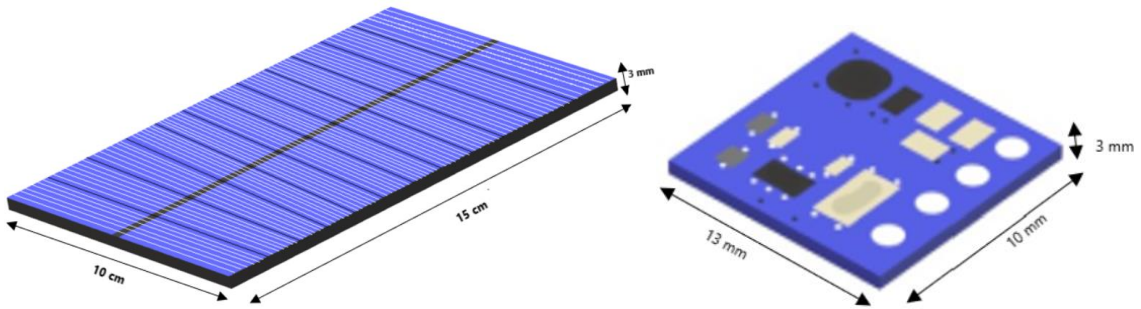
Şekil 3.1. Oluşturulacak sistemin genel blok diyagramı



Şekil 3.2. Oluşturulacak sistemdeki ek yöntemlerin blok diyagramı

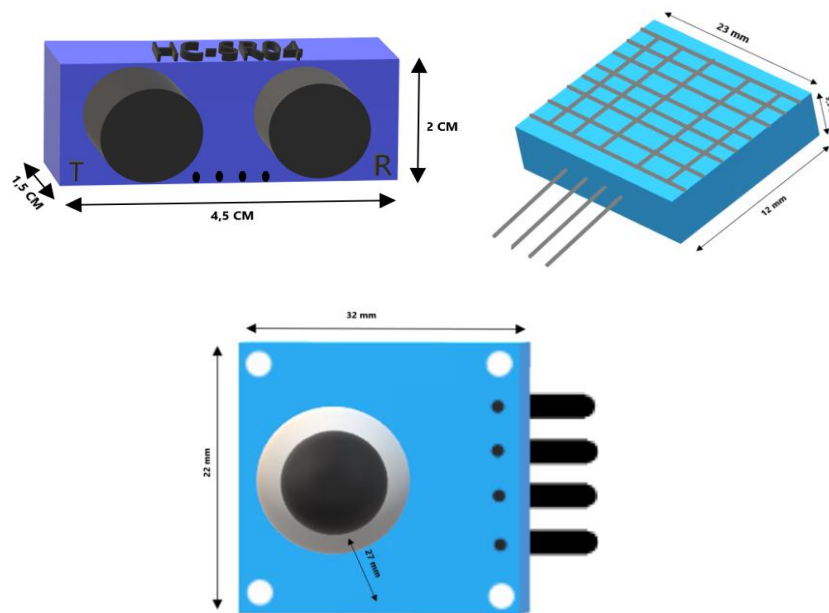
3.2. Boyutlandırmalar

Projede kullanılacak olan sensörlerin, haberleşme modülünün ve enerji üretim aşamasındaki parçaların boyutları tespit edilmiştir. Bu parçaların konumlandırılabilceği bir kit için boyutlandırmalar yapılmıştır. Enerji üretimi için kullanılacak olan güneş paneli kitten ayrı olarak konteyner dışında konumlandırılacaktır. Bunun sebebi kit, konteyner içerisine sabitlendiğinde, güneş paneli de kit içerisine veya kite monte edilmiş şekilde olursa yeterli güneş ışınlarının panele ulaşamayacak olmasındandır. Şekil 3.3'te bahsedilen güneş enerjisi modüllerine dair boyutlandırmalar yapılmıştır.



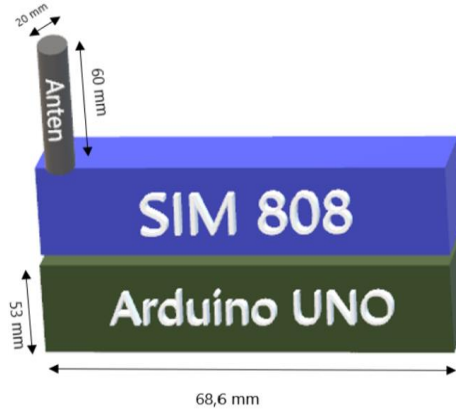
Şekil 3.3. Güneş enerjisinin dönüşümünde kullanılacak olan panel ve regülatör boyutları

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi, güneş panelinin boyutu neredeyse proje kiti kadar olmaktadır. Açık alanda daha verimli enerji üretimi yapılacaktır. Panelde üretilen enerji boyutları Şekil 3.3'te verilen regülatör aracılığıyla, sabitlenmiş gerilim olarak, kit içerisine kablo ile iletilerek proje kiti içerisindeki bataryanın dolmasını sağlamaktadır.



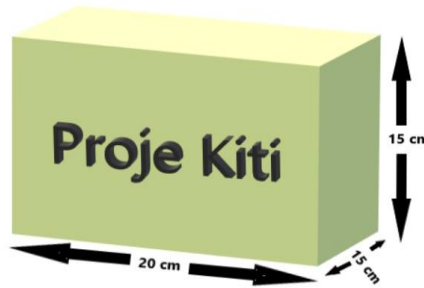
Şekil 3.4. Ölçümlerin yapıldığı mesafe, ısı ve nem, gaz sensörü boyutları

HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü, DHT11 ısı ve nem sensörü ve MQ-4 gaz sensörünün boyutları Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Bu sensörler proje kiti altında bir kutu içerisinde mikrodenetleyiciye bağlı olarak bulunacaktır.



Şekil 3.5. Mikrodenetleyici ve haberleşme modülünün boyutları

Kit içerisine mikrodenetleyici ve haberleşme modülü dik olarak yerleştirilecektir. Bu sayede proje kitinin daha ince olması ile, konteynerin boşaltılması işleminde kitin zarar görme ihtimalini azaltacaktır.



Şekil 3.6. Elektronik bileşenlerin yerleştirileceği kitin boyutları

2 kısımdan oluşan projenin ölçüm ve haberleşme görevlerinin gerçekleştiği bölüm Şekil 3.7'de gösterildiği boyutlarda proje kiti olarak adlandırılmıştır ve tasarlanmıştır.



Şekil 3.7. Kit içerisine yerleştirilecek olan bileşenlerin konumları

Bütün bileşenler yerleştirildikten sonra proje kitinin içerisinde görünümü Şekil 3.7'deki gibi olmaktadır. Sol tarafta gaz, ısı ve nem sensörü bulunmaktayken sağ tarafta yeniden doldurulabilir olan, güneş enerjisi tarafından beslenen ve sistemi besleyecek olan pil bulunmaktadır. Orta kısımda en altta mesafe sensörünün alıcı ve vericisi kitin dışına çıkartılarak ölçüm sonuçlarının doğru olması sağlanacaktır. Mesafe sensörünün üzerinde mikrodenetleyici ve haberleşme modülü konumlandırılacaktır.

3.3. Sistem Bileşenleri ve Seçimleri

Projede kullanılacak olan sensör çeşitleri, mikrodenetleyicinin, haberleşme modüllerinin ve mobil uygulamanın neden seçildiği bu kısımda anlatılmıştır.

3.3.1. Sensörler ve Seçilme Sebepleri

Konteyner içerisine yerleştirilen mesafe sensörü, konteynerin anlık olarak doluluk oranını ölçmektedir. Projede kullanılacak olan HC-SR04 sensörü ile 4 metreye kadar olan mesafelerde, gönderilen ve alınan ultrasonik dalgalar aracılığıyla mesafe ölçümü yapılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan konteynerlerin yaklaşık 1,5 metre derinliğinde olduğu bilinmektedir. Kullanılan sensör bulunduğu ortam için yeterli olacaktır. Maliyeti uygundur ve 15mA akım çekmektedir. Elde ettiği ölçüm verilerini mikrodenetleyiciye iletmektedir ve bu değerler haberleşme modülü aracılığıyla kullanıcıya iletilmektedir.

DHT11 ısı ve nem sensörü ile konteyner içerisindeki sıcaklık ölçülecektir. Sıcaklık sensörünün kullanılma sebebi genellikle yakıt atıklarının sebep olduğu çöp yangınlarının önüne geçmektir. Mobil uygulama üzerinden gözlemlenebilen sıcaklık değerinin en önemli kullanımı, yangın çıkması veya yanıcı bir maddenin ortamda bulunması durumunda ortaya çıkmaktadır. Konteyner içerisindeki sıcaklığın belirli bir seviyeyi geçmesi durumunda mikrodenetleyici ve haberleşme modülü aracılığıyla alarm bildirimi gönderilebilmesi için sensörün sıcaklık ölçme özelliği erken müdahale imkanı sunmaktadır. 50°C'ye kadar ölçüm yapabilirken, 8 bit mikroişlemciye sahip olması sebebiyle hızlı iletim yapmaktadır. Sadece sıcaklık sensörü yerine ısı ve nem sensörünün seçilme sebebi, sistemin kullanılacağı alternatif başka konteynerlerde çöp ayrıştırma işlemlerinde konteyner içerisinde organik ürünlerin bulunup bulunmadığı bilgisinin gerekli olmasındandır. Organik ürünün varlığı konteyner içerisindeki nem oranının artmasıyla ve sensörün bunu ölçmesiyle tespit edilebilmektedir. Bu veriler mikrodenetleyicide toplanarak, haberleşme modülleri aracılığıyla kullanıcıya iletilmektedir.

Çöplerin bir araya gelmesiyle oluşturdıkları zehirli gazların, sebep olduğu büyük sorunların önüne geçebilmek için hassas değerlerde ölçüm yapabilen bir gaz dedektörünün kullanılması gerekmektedir. Bunun için sistemde MQ-4 gaz sensörü kullanılacaktır. 300 ppm değerinden başlayarak ortamdaki metan gazı gibi patlama ve zehirlenmelere sebep olacak bir gazı tespit ederek mikrodenetleyici ve haberleşme modülleri aracılığıyla kullanıcının alarm bildirimleri ile uyarılmasına yardımcı olmaktadır.

3.3.2. Güneş Enerjisinin Elektrik Enerjisine Çevrilmesi

Projenin yapılma amaçlarından biri egzoz gazı, yangın dumanı, metan gazı yayılması gibi doğaya ve çevreye zararlı olan eylemlerin oluşmasını engellemektir. Bu yüzden doğa dostu olarak geliştirilen bu projede enerji kaynağı olarak da yenilenebilir ve sürekliliği olan bir enerji kullanılması gerekmektedir. Sistemde bulunan elektronik ürünlerin hepsinin çalışabileceği yeterli enerjiyi sağlayabilmesi için güneş enerjisinden elektrik üretilmesi yöntemi tercih edilmiştir.

Güneş panelinin fotovoltaik hücrelerine ulaşan güneş ışınlarının sahip olduğu enerji buradaki hücreler tarafından elektrik enerjisine çevrilmektedir. Elde edilen elektrik enerjisi regülatöre ulaşmaktadır. Burada enerjinin bataryaya enerji dolumu yapmadan önce regülatör aracılığıyla kontrol edilmesinin sebebi, batarya dolum işleminin sabit bir gerilim değeriyle yapılmasını sağlamaktır. Regülatör yüksek gerilim ve ters akım gibi durumların önüne geçerek sistemin bozulmalara karşı korunmasını sağlamaktadır. Bataryada depo edilen elektrik enerjisi, güneş ışınlarının panele ulaşmadığı zamanlarda sistemin sürekli halde çalışmasını sağlayacaktır.

3.3.3. Mikrodenetleyici ve Haberleşme Modüllerinin Seçilme Sebepleri

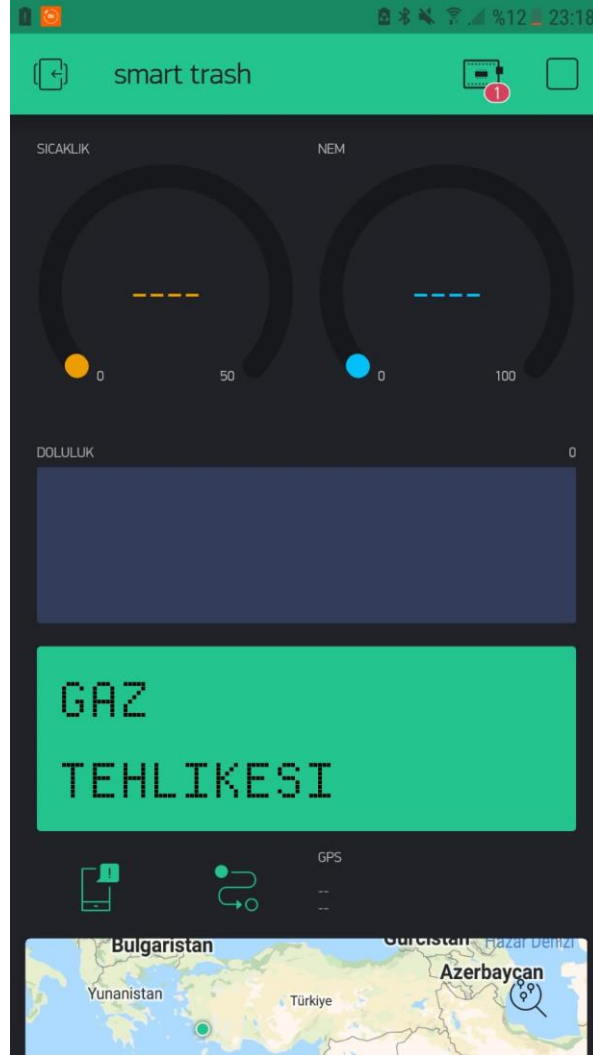
Projede mikrodenetleyici olarak Arduino UNO tercih edilmiştir. Kolay programlanabilmesi, en az 7V'luk doğru gerilim değeri ile dahi çalışabilmesi, ATmega328 isimli 8 bitlik hızlı bir işlemcisi ile kendisine yüklenen görevleri verimli şekilde tamamlayabilmesi, sistemin bütün parçaları için yeterli pinlere sahip olarak bu komponentleri optimize şekilde çalıştırabilmesi ve sensörlerden aldığı verilerin değerlendirilip sürekli bir şekilde verilerin haberleşme modülüne iletilmesini sağlaması, daha büyük Arduino modelleri ve başka modeldeki mikrodenetleyiciler ile karşılaştırıldığında, maliyet ve kolaylık açısından uygunluğu Arduino UNO'nun tercih edilmesine sebep olmuştur.

Sensörlerden elde edilen verilerin kullanıcıya en hızlı şekilde iletilmesi gerekmektedir. Mikrodenetleyicinin topladığı verileri kullanıcıya aktarmak için haberleşme modülü kullanılmalıdır. Wi-Fi modülünün sistemde kullanılabilmesi için konteyner içerisindeki kitin yakınlarında ulaşım izninin olduğu ve kesintiye uğramayacak bir ağ bağlantısı gerekmektedir. Ethernet modülü için de benzer şekilde konteyner yakınında bulunan bir internet bağlantısı sağlayan modeme Ethernet kablosu aracılığıyla bağlantı kurulması gerekmektedir. Yapılacak olan projenin dışarıdaki harici bir internet bağlantısına bağımlı olmadan, güvenli ve kesintisiz şekilde kendi haberleşmesini sağlayabilmesi için GSM/GPRS modülünün kullanılmasının daha uygun olduğu belirlenmiştir.

GSM protokolü bir adet SIM kart ile aktif hale getirilerek sistemin, GPRS aracılığıyla internete 2.5G üzerinden bağlanmasını sağlamaktadır.

3.3.4. Mobil Uygulama Bileşenleri

Sensörlerin verilerini ve GPS aracılığıyla alınan koordinat bilgisini mobil cihaz üzerinden görüntülemek için Blynk uygulaması kullanılacaktır. Kendi sunucularını kullanan bu uygulamada, sistemde kullanılacak olan modülün sensörlerle uyumlu olması ve sensör verilerinin widget üzerinden kolay gözlemlenebilir olması sebebiyle tercih edilmiştir. Konteyner içerisinde oluşan istenmeyen durumlarda, iletilecek olan uyarı mesajını mobil cihazda bildirim olarak gösterebilmektedir. Açık kaynak kodlu bir kütüphaneye sahip olduğu için haritalama ve rota çizme uygulaması Blynk üzerinden gözlemlenebilecektir. Hem Android hem de iOS işletim sistemlerinde çalışabilmekte olup uygulamanın yazılımı JAVA kullanılarak, kütüphane dili ise C dili kullanılarak yazılmıştır.



Şekil 3.8. Mobil uygulama arayüzü

3.4. Uygulanan Yöntemler

Sistem bir araya getirilmeden önce, mikrodnetleyicide sensörlerin çalışması ve haberleşme aşamasına ait bilgiler USB bağlantısı yapılarak bilgisayar tarafından IDE yazılımından mikrodnetleyiciye yazılacaktır. GSM modülünün işleyebilmesi için SIM kart takılacaktır ve GPRS modülünün de kullanılabilmesi sağlanacaktır. Sistemin çalışma aşamasında, güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi regülatör denetiminde bataryada depolanacaktır. Elde edilen enerji tüm sisteme dağılarak sistemin bütün parçalarının çalışmasını sağlayacaktır. Sensörler tarafından elde edilen veriler mikrodnetleyiciye iletilecektir. GPS tarafından elde edilen koordinat, zaman ve tarih bilgisi ile sensör bilgisi GSM/GRPS tarafından internet üzerinden kullanıcıya iletilecektir. Kullanıcı mobil uygulamadan sensörlerin değerlerini gözlemleyebilecek, önemli durumlarda uygulama

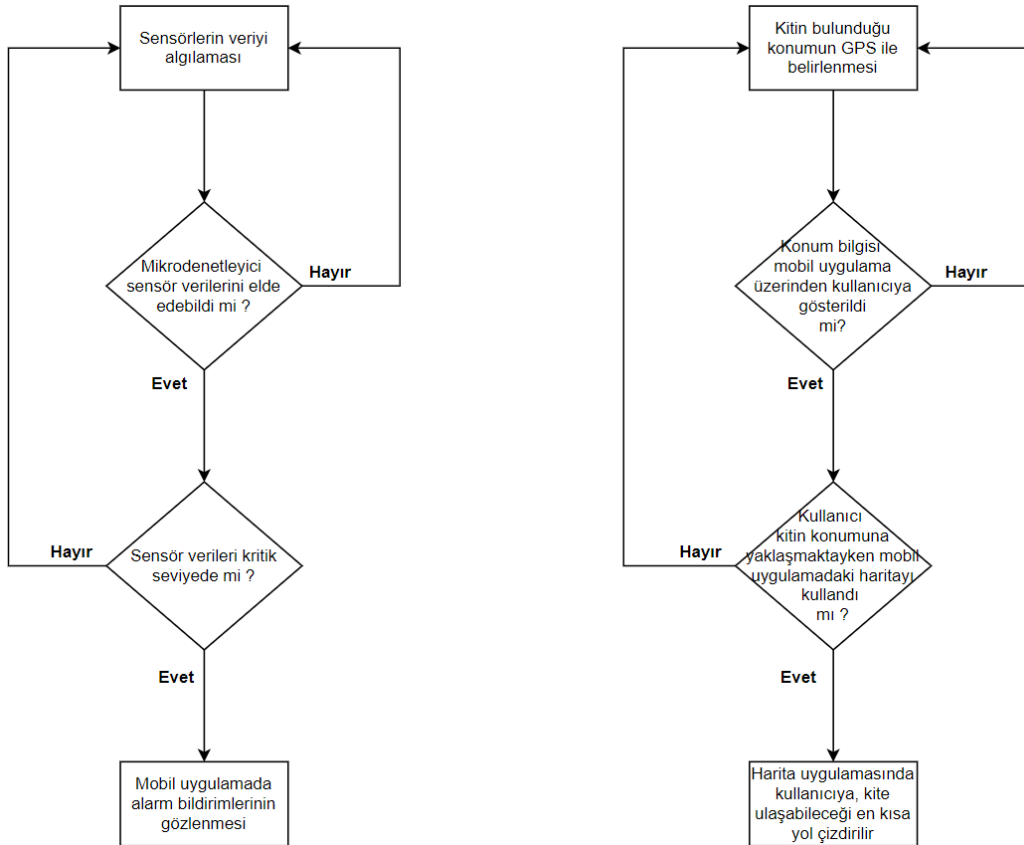
tarafından bildirim alabilecek ve uygulamanın kullanımı sırasında, sisteme ulaşabileceği en kısa yolu mobil uygulamadaki rotası çizdirilmiş bir harita üzerinden gözlemleyebilecektir.

3.5. Yazılımlar

Yapılan projede biri mikrodenetleyicide diğeri mobil uygulamada olmak üzere iki farklı yazılım kullanılmıştır.

Mikrodenetleyiciye IDE aracılığıyla yazılan kod, sensörlerin bağlı olduğu pinleri, sensörlerden alınan verilerin kod aracılığıyla kullanışlı ve bilinen ölçüm değerlerine dönüştürülecek matematik işlemlerinin yapılmasını (örneğin: mesafe sensöründe dalgaın iletim ve geri dönme toplam süresinin, santimetre veya inch değerine çevrilmesi işlemi) ve haberleşme modülü ile bilgi gönderilmesini sağlamaktadır.

Mobil uygulama yazılımı ile GPS modülünün elde ettiği konum bilgisi harita üzerinden gözlemlenir ve kullanıcıya bu harita üzerinden hedefe ulaşabileceği en kısa yol çizdirilir. Mikrodenetleyiciden gönderilen sensör verilerinin kritik seviyede olması durumunda mobil uygulama cihaza alarm bildirimi oluşturmaktadır.



Şekil 3.9. Yazılım akış şeması

3.6. Malzeme Listesi ve Ekonomik Analiz

Çalışmada öncelikli olarak enerji yeterli, sürekli ve yenilenebilir olmalıdır. Bu yüzden 3W'lık bir güneş paneli seçilmiştir. Bataryanın daha hızlı doldurulması için daha güçlü güneş paneli seçilebilir ancak fiyat ve güç olarak 3W gücüne sahip bir güneş paneli yeterli olmaktadır. Kullanılacak olan batarya yeniden doldurulabilme özelliğine sahip olmalıdır. Bu yüzden normal pile göre maliyeti daha fazladır. 9V'luk bir batarya sistemdeki birimleri besleyebileceği için tercih edilmiştir. Bu bataryanın dolumu için de güneş panelinden elde edilen gerilimin sabit bir gerilim değerinde tutulması gerekmektedir. 9V düşürücü gerilim regülatörü kullanılarak elde edilen enerjinin bataryayı beslemesi hedeflenmiştir. Arduino UNO maliyetinin düşük olması, açık kaynak kodlu olması ve bileşenlerin kolay bağlanabilir olması sebebiyle tercih edilmiştir. SIM 808 GSM/GPRS modülü GSM ve internet bağlantısını sunmasının yanı sıra GPS aracılığıyla konum bilgilerini de etmektedir. Ayrıca bir GPS modülü kullanmak yerine SIM 808 ile sistemin ihtiyaçları karşılanmaktadır.

Konteyner içerisindeki derinlik fazla olmadığı için 4 metre menzili olan mesafe sensörü kullanmak yeterli olmaktadır. Bu yüzden maliyet olarak en uygun olan HC-SR04 seçilmiştir. Kullanıcının opsiyonel olarak çeşitli işlevlerde kiti kullanabilmesi için sadece sıcaklık sensörü seçmek yerine ısı ve nem sensörü seçilmiştir. Maliyet olarak sadece sıcaklık ölçme özelliği bulunan sensörden pahalıdır. MQ-4 sensörü metan gazının tespiti için tercih edilmiştir. Ayrıca farklı zehirli gazların ortamda bulunması durumunda da aktif hale gelmektedir, her gaz için farklı sensör kullanmaya gerek kalmaması bir avantajdır.

Çizelge 3.1. Malzeme Listesi

| MALZEME ADI | KULLANIM ALANI | BİRİM FİYAT (TL) | ADET | TOPLAM FİYAT |
|--------------|--|------------------|------|--------------|
| Güneş Paneli | Sensörlerin, mikrodenetleyicinin ve haberleşme modülünün çalışması için ihtiyaç duydukları elektrik enerjisini, güneş enerjisini dönüştürerek elde etmektedir. | 25,00 TL | 1 | 25,00 TL |
| Regülatör | Güneş panelinden gelen elektrik enerjisinin bataryaya sabit bir gerilim ile dolmasını sağlamaktadır. | 45,00 TL | 1 | 45,00 TL |

| | | | | |
|----------------------------------|---|-----------|---|-----------|
| Batarya | Güneş paneline güneş ışınlarının ulaşmadığı durumlarda sistemin çalışmaya devam edebilmesi için kaynak olarak kullanılmaktadır. | 44,00 TL | 1 | 44,00 TL |
| Arduino UNO | Sistemdeki bileşenlerin bağlı olduğu, çalışma koşullarını belirleyen ve iletim sağlayan mikrodenetleyicidir. | 30,00 TL | 1 | 30,00 TL |
| SIM 808 | Sistemde toplanan verilerin kullanıcıya GSM ve internet aracılığıyla ulaştırılmasını sağlayan modüldür. | 220,00 TL | 1 | 220,00 TL |
| HC-SR04 | Alıcı ve verici kısmı bulunan, konteyner içerisindeki doluluk oranını ölçen sensördür. | 7,00 TL | 1 | 7,00 TL |
| DHT11 | Konteyner içerisindeki sıcaklığı ölçerek yangın olup olmadığının tespitine yardımcı olacak sensördür. | 10,00 TL | 1 | 10,00 TL |
| MQ-4 | Konteyner içerisinde metan gazı başta olmak üzere zehirli gaz tespiti yapan sensördür. | 11,00 TL | 1 | 11,00 TL |
| Çeşitli iletim kabloları ve bant | Enerji üretimi ve bileşenlerin birbirleriyle haberleşebilmesi için gerekli olan bağlantıyı kurmaktadır. | 20 TL | 1 | 20 TL |
| TOPLAM | | | | 412,00 |

3.7. Hukuki Boyut

Projenin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılacak malzemelerden SIM808 modülü elektronik haberleşme aygıtı olduğu için, Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde kayıtlı bir IMEI numarasına sahip olması gerekmektedir. 20 Şubat 2021 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan “ELEKTRONİK KİMLİK BİLGİSİNİ HAİZ CİHAZLARIN KAYIT ALTINA ALINMASINA DAİR YÖNETMELİKTE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK” yönetmeliği gereği kullanılacak modül IMEI numarasına sahiptir.

4. BENZETİM ÇALIŞMALARI

4.1. Genel Bilgiler

Projede gerçekleştirilecek olan sistemin bileşenleri olan sensörler, haberleşme modülü ve mikrodenetleyici simülasyon aracılığıyla modellenmiştir. Proteus yazılımı ile yapılan bu simülasyon ile bileşenler bir araya getirilip, maddi olarak gerçekleştirilmeden önce ne şekilde bağlanacakları, kodlanacakları ve birbirleriyle uyumlu çalışıp çalışamayacakları tespit edilmiştir. Sensörlerin iç yapılarının çalışma prensipleri göz önüne alınarak, bu parametrelerin simülasyon üzerinde değiştirilmesiyle ekran üzerindeki ölçüm değişiklikleri gözlemlenmiştir, grafik ve çizelge olarak çizdirilmiştir ve analiz edilmiştir. Proteus üzerinde yapılan bağlantılar, daha anlaşılır olarak belirtilmek amacıyla Fritzing uygulamasından yeniden çizilerek rapora eklenmiştir. Projede kullanılacak olan Blynk isimli mobil uygulamanın, sistem ile iletişim kurduğu, mobil cihaz üzerinden gönderilen komut ile birlikte Proteus uygulamasında yakılan led simülasyonları ile gösterilmiştir.

4.2. Simülasyon Yazılımı

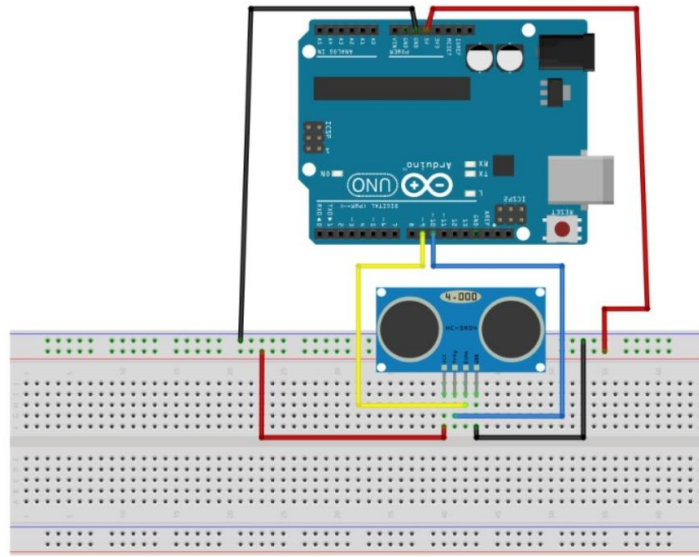
Proteus, projenin simülasyon tasarımında devrenin elektronik tasarımını ve analizini yapmak için kullanılmıştır. Ara yüzde bulunan mikrodenetleyici şeması oluşturulduktan sonra, çalışma koşullarının belirlendiği bir hex dosyası atanarak çalıştırılmaktadır.

Projede kullanılan ultrasonik mesafe sensörünün ve ısı sensörünün simülasyonunda değişen parametrelere göre gösterdikleri sonuçlar “virtual terminal” isimli elemandan ve LCD ekrandan gözlenmiştir. Gaz sensörünün simülasyonunda gazın ortamda bulunmadığı durumda yani giriş simülasyonda lojik-0 konumunda bulunurken yeşil led yanmaktadır. Lojik-1 girişi verildiğinde gaz sensörünün simülasyonu, bunun ortamda gaz olduğunu belirtmek için kullanır ve buna bağlı olarak kırmızı led yanmaktadır. GSM/GPRS simülasyon modülüne bağlı olan GPS modülünün elde edeceği koordinat bilgileri “virtual terminal” üzerinden gözlenmiştir. Proteus’un COMPIM haberleşme birimi kullanılarak seri haberleşme sağlanmıştır. Mobil uygulamanın mikrodenetleyici ile haberleşmesinin yapılabilmesi için kurulan simülasyonda uygulamadan gönderilen komutlara bağlı olarak simülasyon üzerindeki ledlerin yanıp söndüğü gözlenmiştir.

Proteus üzerinde çalıştırılan bu simülasyonların bağlantılarının daha anlaşılır olması için Fritzing aracılığıyla devreleri çizdirilmiştir.

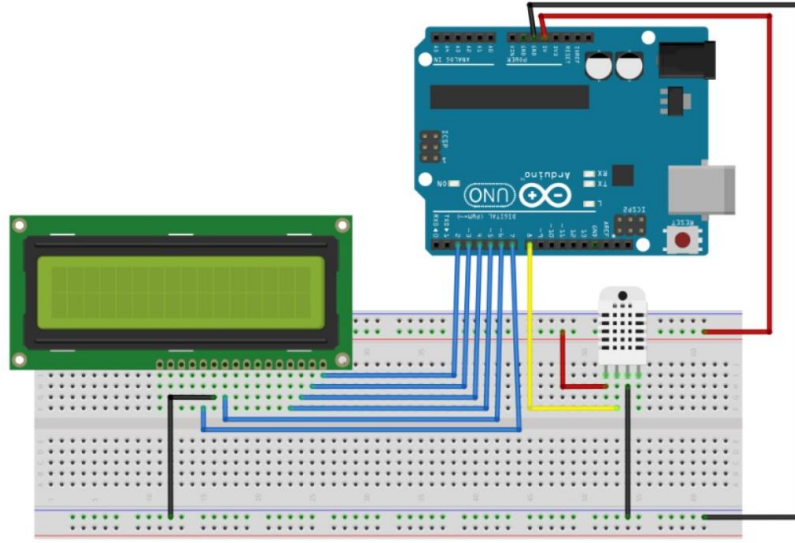
4.3. Simülasyon Modelleme

Ultrasonik mesafe sensörünün devre bağlantısı Fritzing aracılığıyla çizilerek, gösterimi Şekil 4.1.'de verilmiştir. Proteus aracılığıyla yapılan simülasyonunda ise simülasyon üzerinde mesafenin değiştirilmesi mümkün olmadığı için potansiyometre bağlanmasıyla, değişen direnç değerine bağlı ölçülen mesafe değeri grafik olarak simülasyon sonuçları kısmında verilmiştir. Şekil 4.1.'de gösterilen çizimde, Arduino'nun 10 numaralı pini HC-SR04 mesafe sensörünün TRIG pinine bağlıdır. 9 numaralı pin sensörün ECHO pinine bağlıdır.



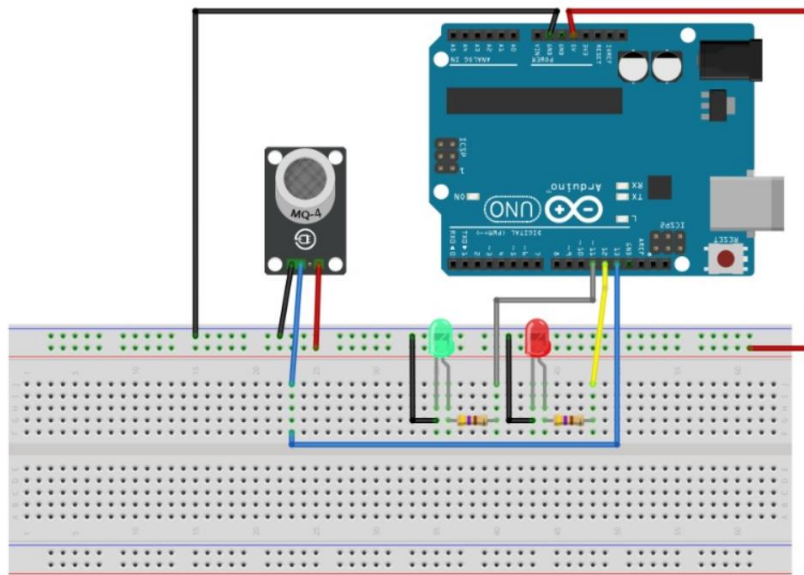
Şekil 4.1. HC-SR04 sensörünün simülasyon bağlantı çizimi

DHT11 sensörünün mikrodenetleyici ile devre bağlantısı şekil 4.2.'de Fritzing ile çizilerek gösterilmiştir. Isı ve nem sensörünün 2 numaralı DATA pini Arduino'nun 8 numaralı pinine bağlıdır. Buradaki ölçümün gözlenmesi için LCD ekranının D7, D6, D5, D4, E, RS pinleri sırasıyla Arduino üzerindeki 2,3,4,5,6,7 pinlerine bağlanmıştır.



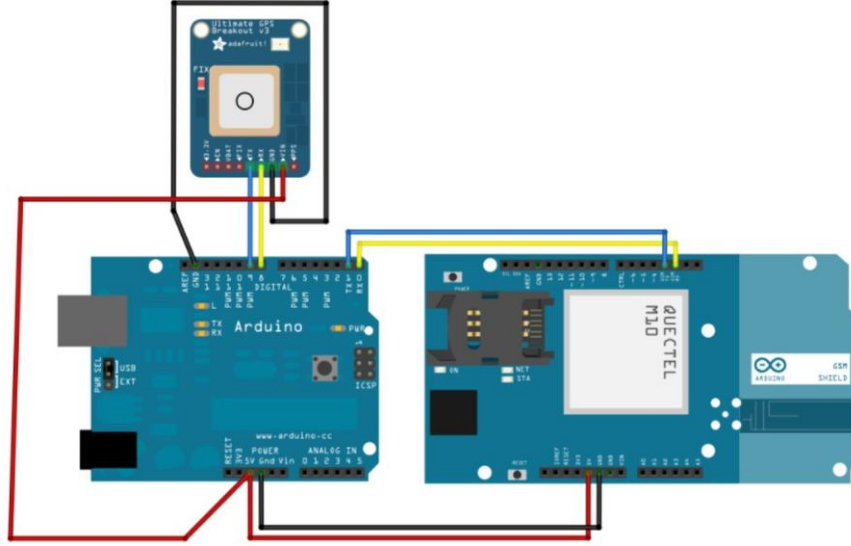
Şekil 4.2. DHT11 sensörünün simülasyon bağlantı çizimi

MQ-4 gaz sensörünün Fritzing çizimi Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Sensörün OUT pini Arduino üzerindeki 13 numaralı pine bağlıdır. Kırmızı led 12 numaralı Arduino pinine, yeşil led 11 numaralı Arduino pinine bağlıdır. İki ledin Arduino ile arasına 470 ohm değerinde dirençler yerleştirilmiştir. Proteus ile oluşturulan simülasyonda, sensörün çalışmasının denetlenmesi için normal çalışmada lojik-0 girişine sahipken yeşil ledi yanmakta olan bu devreye, girişinden lojik-1 değeri verildiğinde kırmızı led yanmaktadır. Ortamdaki gazın varlığı simülasyon ile bu şekilde tespit edilmiştir.

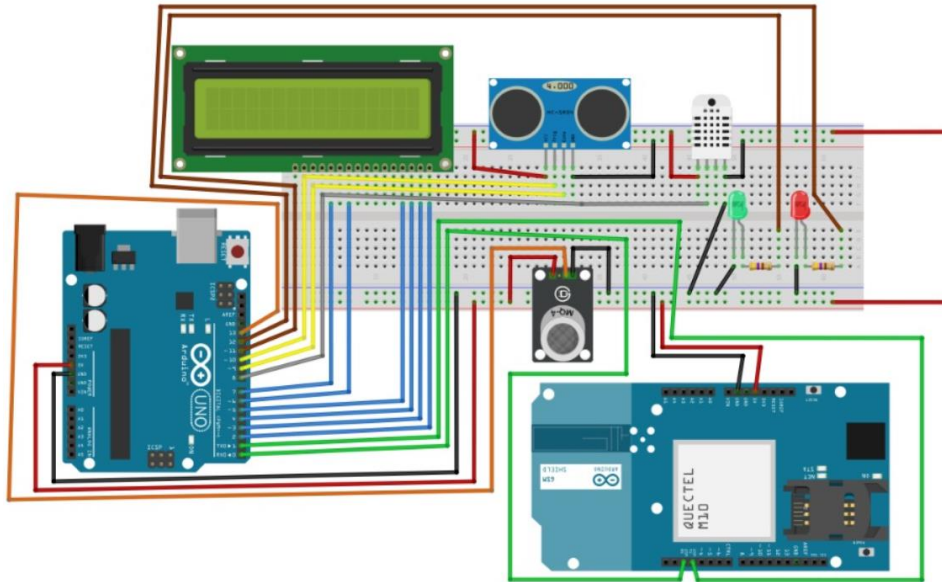


Şekil 4.3. MQ-4 gaz sensörünün simülasyon bağlantı çizimi

GSM/GPRS modülünün Fritzing çizimi Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Üzerindeki TX pini Arduino üzerindeki TX pinine, modülün üzerindeki RX pini de Arduino üzerindeki RX pinine bağlanmıştır. GPS modülü üzerindeki TX pini Arduino üzerindeki 9 numaralı pine, GPS modülünün RX pini de Arduino üzerindeki RX pinine bağlanmıştır.

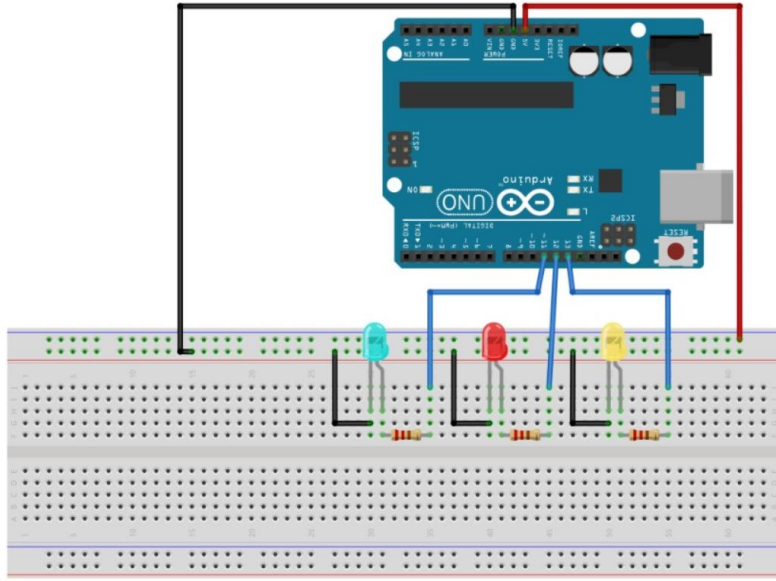


Şekil 4.4. GSM/GPRS modülünün simülasyon bağlantı çizimi



Şekil 4.5. Sistemdeki elektronik bileşenlerin tamamının simülasyon bağlantı çizimi

Şekil 4.6’da Blynk uygulaması tarafından mobil kontrolü yapılacak sistemi simüle eden devrenin Fritzing aracılığıyla çizimi verilmiştir. Arduino üzerindeki sırasıyla 11, 12, 13 pinleri mavi, kırmızı ve sarı ledlere dirençler yardımıyla bağlanmıştır. Proteus yazılımında ek olarak mobil uygulama ile iletişim sağlanmak için COM-PIM modülünün RXD pini Arduino’nun RX pinine, TXD pini de Arduino’nun TX pinine bağlanmıştır.



Şekil 4.6 Mobil uygulama ile kontrolü yapılan devrenin bağlantı çizimi

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

5.1. Genel Açıklamalar

Çalışmaya başlanırken teorik aşamasında sensörler üzerinden verilerin alınması, bu verilerin mikrodenetleyicide işlenmesi ve dönüştürülmesi sonrasında bu bilgilerin haberleşme modülü aracılığıyla kullanıcıya mobil uygulama üzerinden iletilmesi hedeflenmiştir. İlk aşamada, simülasyon ve teknik çizimler ile belirtilen ve tezde yazılan bilgiler göz önüne alınarak bitirme projesi gerçekleştirilmiştir. Covid-19 pandemisi sebebiyle uzaktan eğitim kapsamında gerçekleştirilen projede çalışmalar zor şartlar altında olsa da hedeflenene yakın şekilde tamamlanabilmiştir. Projedeki modülleri daha minimize etmek amacıyla kullanılacak olan baskı devre gibi modeller pandemi sebebiyle kullanılamamıştır ancak yerine kullanılan jumper kablolar ve lehimler yardımıyla proje tamamlanmıştır.

Projede hedeflenenin aksine bir olumsuzluk da mobil uygulama arayüzündeki haritalama aşamasında yaşanmıştır. Blynk aracılığıyla yapılan, sensörlerin verilerinin anlık görüntülendiği mobil uygulama, Google Maps üzerinden cihaza ve bize dair gösterdiği konumlardan, direkt olarak kullanıcının hedefe ulaşabileceği en kısa yolu uygulama üzerinden çizdirememiştir. Ancak bize her 80 saniyede bir Google Maps aracılığıyla kendi konumumuzu ve konteynera ait olan konumu, bir link şeklinde kullanıcıya telefon bildirimi üzerinden aktarmaktadır. Bu linke tıklandığı takdirde, kullanıcı kendi konumundan cihazın konumuna “Yol Tarifi” butonuna basarak, en kısa yolu GPS aracılığı ile görüntülemektedir. Alternatif bir yöntem bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

Simülasyonda elde edilen sensör sonuçları gerçekleştirilen projede de hatasız bir şekilde elde edilmiştir. Gaz sensörünün hassaslığı çakmak gazı yardımıyla test edilmiştir. Çöp yığınlarında, gerçekte oluşan gaz yayılımları daha yavaş şekilde gerçekleştiği için hata ihtimali çok düşük olacaktır. Sıcaklık sensörünün doğru sonuçları verdiği cıva termometresi yardımıyla, mesafe sensörünün doğru sonuçları verdiği ise metre yardımıyla kıyaslanmıştır. Nem sensörünün sonuçları ise su buharı yardımı ile gözlemlenmiştir.

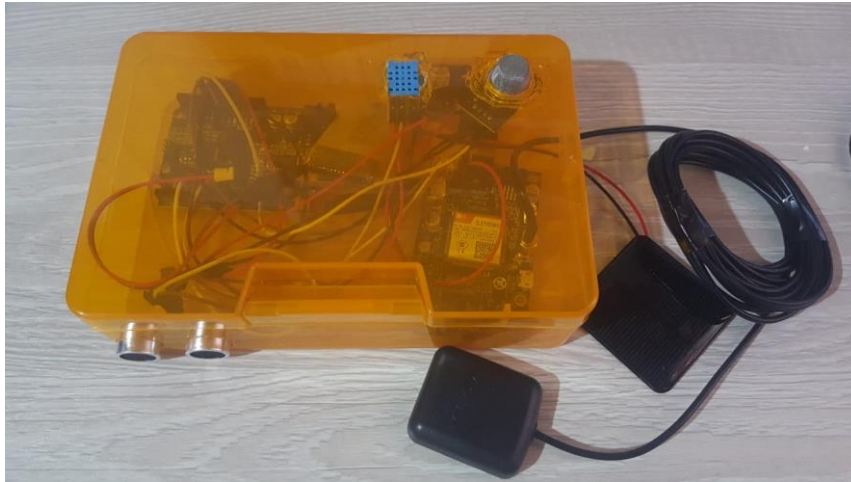
5.2. Sensörlerin ve Modüllerin Bağlanması

Mesafe sensörü için HC-SR04 kullanılmıştır. Bu sensörün 4 adet pini bulunmaktadır. TRIG pini Arduino'nun 8 numaralı pinine, ECHO 9 numaralı pinine bağlanmıştır. Arduino'nun 5V ve GND çıkışlarından mesafe sensörü beslenmiştir. Konum olarak tasarımda belirtildiği gibi bir kısmı dışarıda, zemine bakacak şekilde monte edilmiştir.

Sıcaklık ve nem ölçümü için DHT11 sensörü kullanılmıştır. Bu sensörün 4 pini bulunmaktadır. DATA pini Arduino'nun 2 numaralı pinine bağlanmıştır. 5V ve GND pinlerinden beslenmesi sağlanmıştır. Konumu cihazın ön yüzünde bulunmaktadır.

Gaz sensörü olarak MQ-4 kullanılmıştır. A0 pini Arduino üzerindeki A0 pinine bağlanmıştır. 5V ve GND üzerinden beslenmesi tamamlanmıştır. Konumu cihazın ön yüzünde bulunmaktadır.

SIM808 haberleşme modülü üzerinde yer alan RXD pini Arduino üzerindeki 11 numaralı pine, TXD pini Arduino üzerindeki 10 numaralı pine bağlanmıştır ve haberleşme işlemi gerçekleştirilmiştir. Arduino ve SIM808 modülleri enerji kaynağı olarak güneş enerjisini, regülatör ve pil desteği ile kullanmıştır. Mikro panel güç yönetim kartı, voltajı regüle etme ve pil şarj etme amacıyla kullanılmıştır. Arduino ve SIM808 modülü, regülatör ve batarya konum olarak kutunun içinde bulunmaktadır. Güneş paneli cihazın çöp konteynerine monte edilmesi aşamasında, güneş enerjisini en verimli kullanabileceği yer olan konteynerin kapağına monte edilerek sistemin kurulumu gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 5.1. Sensörlerin ve modüllerin yerleştirilmesi ile cihaz haline getirilmesi

6. SONUÇLAR

6.1. Genel Açıklamalar

Tasarım projesinde elde edilen simülasyon verileri ile projede beklenen sonuçlar birbirini sağlamaktadır. Uzaktan gözlemlenebilir olacak bir konteyner için doluluk, sıcaklık ve ortamda gaz bulunması durumları kullanıcıya bir mobil uygulama aracılığıyla ulaştırılmıştır. Simülasyon aracılığıyla sensörlerin bağlantıları yapılmıştır ve gösterdikleri değerler LCD ekran üzerinden okunmuştur. Simülasyonda değişen giriş değerlerine bağlı olarak sistemdeki sensörlerin aynı oranda çıkış değerleri verdiği gözlenmiştir.

6.2. Simülasyon Sonuçları

Proteus uygulamasından simülasyonu gerçekleştirilen ultrasonik mesafe sensörü HC-SR04'ün ölçtüğü mesafe değeri, bir potansiyometre kullanılarak kontrol edilmiştir. Ultrasonik dalganın ileticiden iletildikten sonra hedeften yansıyor alıcıdan geri alınma süresine göre mesafeyi belirleyen bu sensörün, simülasyon üzerinde 1 kOhm direnç ile seri bağlanarak değişen direnç değerine göre gözlenen ölçüm sonuçları Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Potansiyometre değişimine bağlı ölçülen mesafe değerleri

| Potansiyometre (%) | Ölçülen Mesafe (cm) |
|--------------------|---------------------|
| 0 | 4 |
| 5 | 56 |
| 10 | 111 |
| 15 | 167 |
| 20 | 224 |
| 25 | 285 |
| 30 | 336 |
| 35 | 392 |

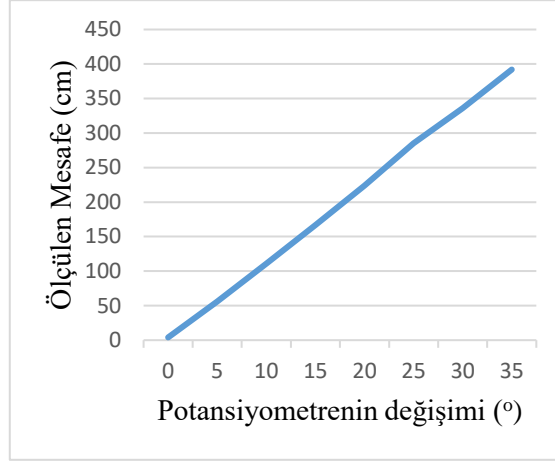
Arduino kodları ile sensörün aktif çalışması sağlanmıştır. “digitalWrite(pingPin, LOW)” ve “digitalWrite(pingPin, HIGH)” kodları sensörün TRIG pinini aktif hale getirmekteyken, “duration = pulseIn(echoPin, HIGH)” kodu ile ECHO pininden mesafe ölçümünün zaman değişkeni belirlenmiştir.

Bu aralıktaki toplam süreyi belirleyen sensörde aşağıda verilen kod kullanılarak mesafe ölçümü tamamlanmıştır ve ekrandan bu mesafe santimetre biriminde okunmuştur. Şekil 5.1.'de x eksenini potansiyometre yüzdesini, y eksenini ise ölçülen mesafeyi belirtmektedir.

```

cm = microsecondsToCentimeters(duration);
long microsecondsToCentimeters(long microseconds);
return microseconds / 29 / 2;

```



Şekil 6.1. Potansiyometre konumuna bağılı ölçülen mesafe grafiğı

DHT11 ısı ve nem sensörünün simülasyon üzerinde devre kurulumu yapıldıktan sonra, Arduino kodları girilmiştir. Ortamdaki sıcaklık ve nem değeri içerisindeki direncin değışimine göre ölçecek olan bu sensörün simülasyonda, dijital ekran üzerindeki ortam verileri değıştirilmiştir ve LCD ekran üzerinden sensörün ölçtüğü nem ve sıcaklık değeri gözlenmiştir. Aşağıda verilen Arduino kodu ile nem ve sıcaklık verilerinin sensör tarafından okunduktan sonra ‘‘RH’’ ve ‘‘Temp’’ değışkenlerinde tutulması sağlanmıştır.

```
byte RH = dht.readHumidity();
```

```
byte Temp = dht.readTemperature();
```

Sensörün okuduğı bu verilerin gözlenebilmesi için dönüşümleri yapılmıştır ve LCD ekrana aşağıda verilen kodlar aracılığıyla gönderilmiştir.

```
temperature[7] = Temp / 10 + 48;
```

```
temperature[8] = Temp % 10 + 48;
```

```
temperature[11] = 223;
```

```
humidity[7] = RH / 10 + 48;
```

```
humidity[8] = RH % 10 + 48;
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print(temperature);
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
```

```
lcd.print(humidity);
```

MQ-4 gaz sensörü ortamda gaz bulunması durumunda iç direncinin değişimine göre tepki vermektedir. Simülasyonda etkisinin gözlenebilmesi için ortamda gaz bulunmadığı durum, lojik-0 girişi ile yeşil ledin yanacak olduğu bir sistem olarak tasarlanmıştır. Ortamda gaz olması durumunda da girişin lojik-1 olduğu devrede kırmızı led yanmaktadır. Bu durumu karşılayan Arduino kodu aşağıda verilmiştir.

```
if (digitalRead(Gas) == HIGH)
```

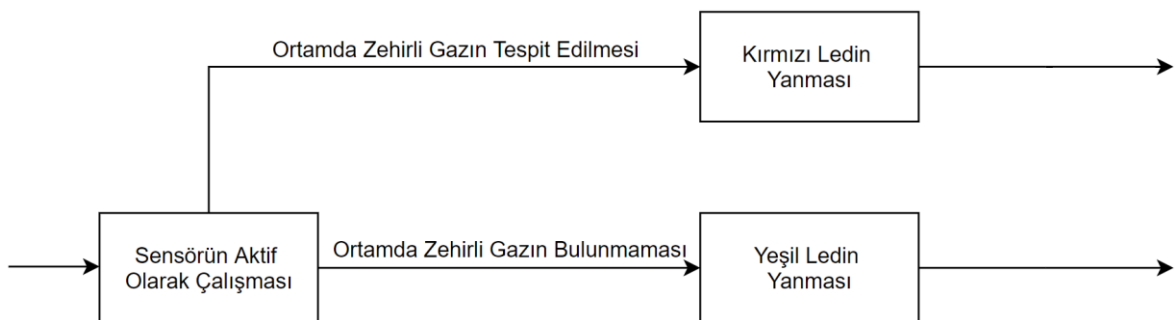
```
digitalWrite(12 , HIGH);
```

```
digitalWrite(11, LOW);
```

```
else
```

```
digitalWrite(11, HIGH);
```

```
digitalWrite(12 ,LOW);
```



Şekil 6.2. Gaz sensörü simülasyonunun akış şeması

GSM/GPRS modülüne simülasyon üzerinde bir GSM modülü de bağlanmıştır. Aktif hale getirildiğinde koordinat bilgisini ekrana yansıtmaktadır. Burada GPS modülünün koordinat bilgisini göstermesi için aşağıdaki kod Arduino'ya girilmiştir.

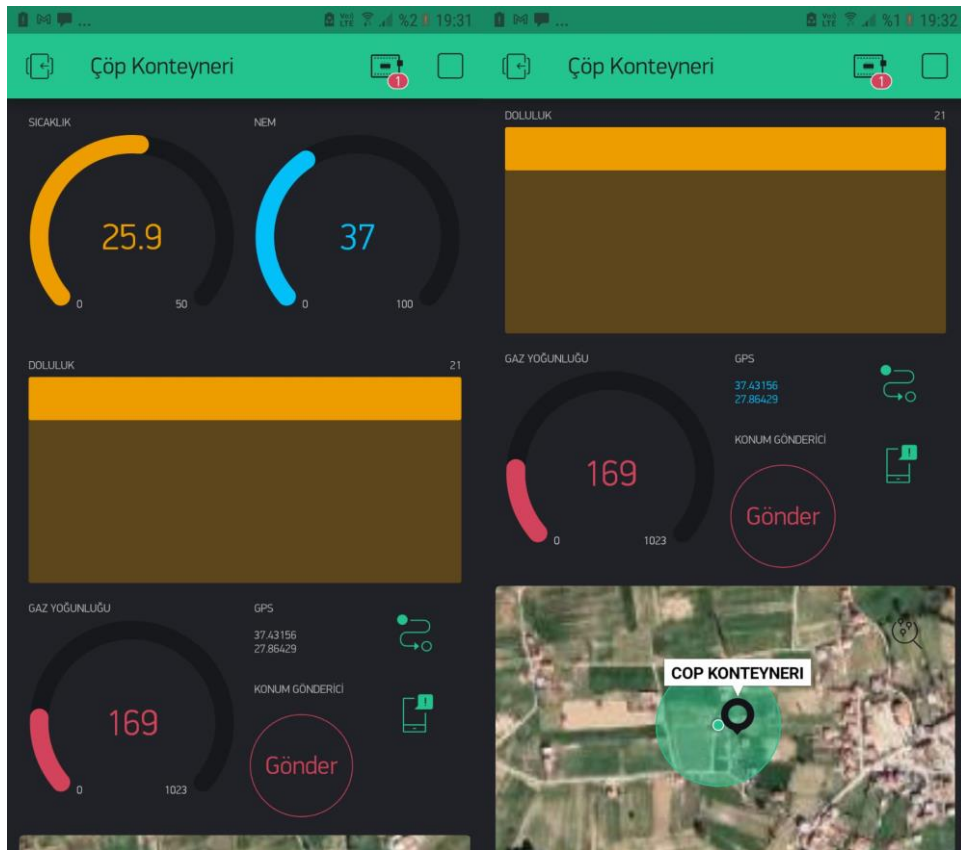
```
SIM900.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
```

```
SIM900.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
```

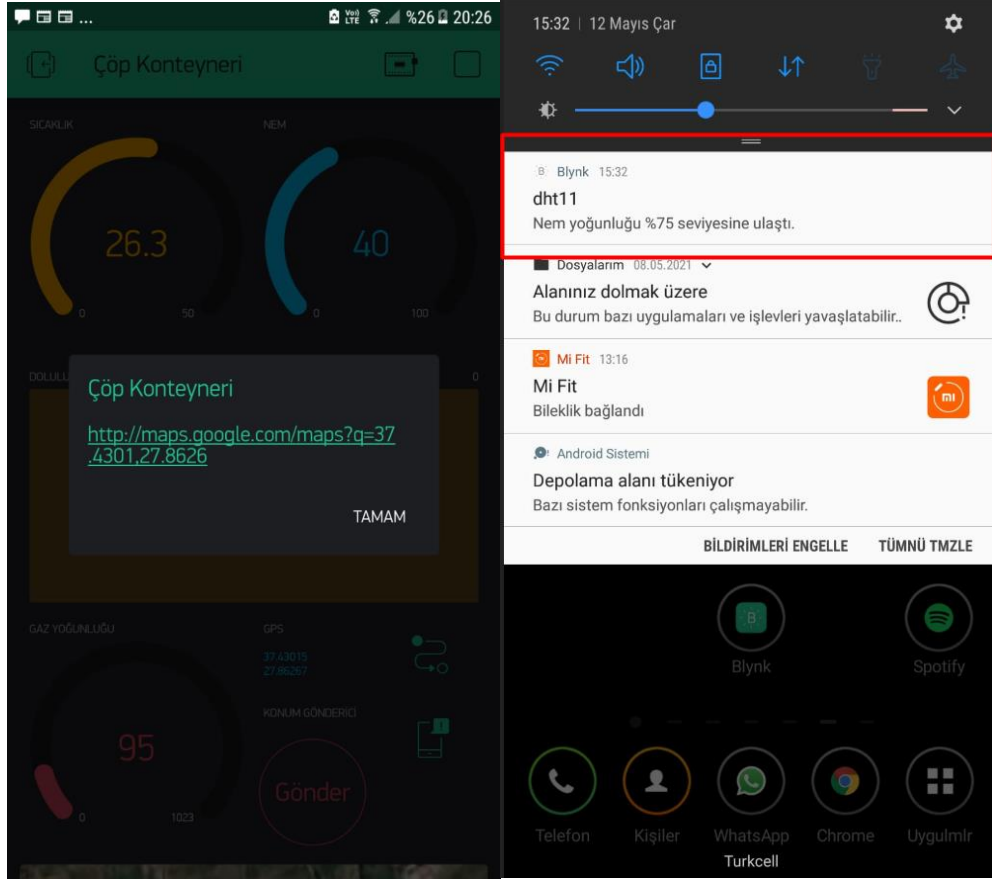
```
SIM900.println((char)26);
```

6.3. Deney Sonuçları

Deneyde kullanılan sensörlerin üçü de simülasyon kısmında verilen sonuçlar ile paralel doğrulukta sonuçlar vermiştir. Elde edilen sensör verileri seri haberleşme ile mikrodenetleyiciye ulaştırılmıştır ve GPS bilgisi ile birlikte GSM/GPRS desteğini kullanarak bir mobil uygulama üzerinden kullanıcıyla buluşturulabilmiştir. Kullanıcıya çöp konteynerine takılı olan cihazın konum bilgisi 80 saniyede bir uygulama aracılığıyla bildirim sekmesinden gönderilmiştir. Buna ek olarak sensörlerin ölçtüğü veriler kritik değerlere ulaştığında operatör bildirimler aracılığıyla başarıyla uyarılmıştır.



Şekil 6.3. Ölçümlerin canlı gözlemlendiği mobil uygulamanın arayüzü



Şekil 6.4. Cihaz konumunun olduğu ve kritik ölçüme ulaşıldığında alınan bildirimler

Mesafe sensörünün uygulamasında Türkiye'deki çöp konteyneri standartlarına yakın olarak 2 metre için ölçüm sonuçları elde edilmiştir. 4 metreye kadar ölçüm yapabilen bu sensör, cihazın daha derin konteynerler için de kullanılmasını sağlamaktadır. Bir metre ile gerçek değer ve sensörün ölçüm değerleri karşılaştırılarak hata payının %1 ve %2 arasında olduğu belirlenmiştir. Mesafe sensörü için ölçülen değer 20 cm'den daha düşük olduğunda, uygulamada doluluk oranı %90 olarak gözükmemektedir. Uygulama, operatöre bildirim göndererek, konteynerin boşaltılması gerektiğine dair kullanıcıyı bilgilendirmiştir. Mesafe sensöründe, mesafenin arttıkça ölçüm sonuçlarındaki sapmaların arttığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de sonar dalgalarının iletilmesi ve geri alınmasında engellerle karşılaşması olduğu bilgisi edinilmiştir. Projede kullanılan sensörün asıl işlevi yakın mesafe ölçümünde bilgi vermek ve kritik yakın mesafede bildirim göndermesine olanak sağlamak olduğu için bu küçük sapmalar cihazın çalışmasına etki etmemektedir.

Çizelge 6.2. HC-SR04 mesafe sensörünün ölçüm sonuçları ve bildirimin test edilmesi

| Metre ile ölçülen değer | Sensörde ölçülen değer | Doluluk oranı | Bildirim gönderildi mi? |
|-------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|
| 0,1 m | 0,1 m | %95 | Evet |
| 0,2 m | 0,2 m | %90 | Evet |
| 0,4 m | 0,4 m | %80 | Hayır |
| 1 m | 0,98 m | %50 | Hayır |
| 2 m | 1,97 m | %0 | Hayır |

Uygulamada kullanılan DHT11 sıcaklık ve nem sensörü test edilmiştir ve bildirim göndereceği değerler belirlenmiştir. Sıcaklığın mevsimsel olarak değişmesi, yangının daha önceden tespit edilmesini isteyen cihaz sahipleri tarafından uygulamadaki, kritik değer bildirim değeri değiştirilerek ayarlanabilmektedir. Testler sıcak havada ve batı bölgesindeki bir şehirde yapıldığı için, düşük nem ve sıcaklık değerleri yerine daha yüksek derecelerde su buharı kullanılarak test edilmiştir. Test aşamasında analog bir termometre karşılaştırma için kullanılmış olup, nem ölçümü başka cihazla karşılaştırılamamıştır. Sıcaklık değerindeki sapmanın ölçümlerde yaklaşık 2 ve 3 derece aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Sıcaklık ve nem değerleri bu deneyde ölçüm yöntemi sebebiyle birlikte artmıştır ancak yangın veya organik atık bulunması durumunda iki değerden biri sabit değerdeyken diğeri artmaktadır. Sıcaklık kritik seviyesi 40 derece ve nem kritik seviyesi %70 olarak belirlenerek bildirimler alınmıştır.

Çizelge 6.3. DHT11 sıcaklık ve nem sensörünün ölçüm ve bildirimlerinin test edilmesi

| Termometrede ölçülen sıcaklık değeri | Sensörün ölçtüğü sıcaklık değeri | Sensörün ölçtüğü nem değeri | Sıcaklık bildirimi gönderildi mi? | Nem bildirimi gönderildi mi? |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 24 °C | 25,9 °C | %37 | Hayır | Hayır |
| 28 °C | 29,3 °C | %40 | Hayır | Hayır |
| 34 °C | 35,2 °C | %48 | Hayır | Hayır |
| 42 °C | 40,4 °C | %62 | Evet | Hayır |
| 46 °C | 45,3 °C | %71 | Evet | Evet |

Projede kullanılan MQ-4 gaz sensörü 300 ppm değeri kritik değer belirlenerek test işlemi yapılmıştır. Doğal gaz ve metan dedektörünü test etmek için çakmak gazı kullanılmıştır ve hata bildirimi elde edilmiştir. Yüksek ve hızlı tepki verdiği için projenin teori aşamasında alınması planlanan bataryayı hızlı tükettiği tespit edilmiştir.

Güneş enerjisi sistemdeki depo enerji kaynağı olarak 9V'luk pil yerine Li-Po Pil kullanılmıştır. Panel güç yönetim kartı da regülatör olarak kullanılarak mikrodenetleyici ve haberleşme modülünün enerji kaynağı sağlanmıştır. Güneş enerjisinden sistemin beslenmesi ve sürekli çalışır hale gelmesi bu şekilde tamamlanmıştır.

Teori kısmında belirtilen, harita üzerinde operatörün ve cihazın bulunduğu konumun görüntülenmesi ve bu harita üzerinden en kısa yolun gösterilmesi, uygulamanın başka uygulamaya direkt olarak yönlendirmemesi sebebiyle gerçekleştirilememiştir. Bu yöntem yerine cihazdan gelen GPS konumu uygulama tarafından her 80 saniyede bir Google Maps linki olarak bildirim sekmesinden kullanıcıya gönderilmiştir. Kullanıcının bu linke tıklayarak kendi konumundan cihazın bulunduğu konuma en kısa yoldan, yol tarifi yardımıyla ulaşması sağlanmıştır.

7. DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada, çevresel problemlere duyarlı olmanın getirdiği bir amaç ile elektroniksel imkanların kullanıldığı, IoT tabanlı bir yeşil proje tasarlanmıştır. Bir sistemin uzaktan gözlemlenerek gerekli ve acil durumlarda gönderilen bildirimlere erken müdahale edilebilmesi sağlanmıştır. Kaynağını yenilenebilir bir enerji sisteminden sağlayacak olan bu projenin çevre, gürültü ve ses kirliliğine engel olması, devletin sahip olduğu enerji ve kaynaklardan tasarruf edilmesi, olası can kayıplarının dolaylı veya direkt olarak önüne geçilmesi ve sosyal hayat kalitesini arttırmak gibi pek çok alanda fayda sağlayabilecek bir ürün tasarlanmıştır.

Pandemi sebebiyle çalışma sürecinde bir araya gelinememesinden dolayı yaşanan olumsuzluklara rağmen iş paylaşımı ve şartlara uygun yeni disiplinler geliştirilerek tasarımın tamamlanması bizlere birçok yönden tecrübe kazandırmıştır.

Projenin ana amacına ek olarak sadece sıcaklık sensörü kullanmak yerine sıcaklık ve nem değerini beraber ölçecek bir sensör kullanılmıştır. Nem sensörünün gösterilmesi için widget da mobil uygulama üzerine yerleştirilmiştir. İsteğe bağlı olarak kitin tarım bölgelerindeki atık konteynerlerinde kullanılması ile, konteyner içerisine organik atıklar atıldığında içeride değişen nem değerine bağlı olarak bildirim gönderme seçeneği aktif hale getirilebilir. Bu sayede proje enerjinin dönüştürülmesi açısından da yeni bir fayda sağlamış olacaktır.

8. KAYNAKLAR;

- [1]. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), “Belediye Atık İstatistikleri, 2018”, website. [Online]. (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Belediye-Atik-Istatistikleri-2018-30666>), Erişim tarihi: 13 Kasım 2020
- [2]. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, “İstatistikler 2019”, İtfaiye Daire Başkanlığı, Web [Online]. (http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/1459582112020__1383325458.pdf), Erişim tarihi : 13 Kasım 2020
- [3]. Türkiye Elektrik İletim A.Ş., “Türkiye'nin Yenilenebilir Kaynaklarına Ait Kurulu Gücünün Toplam Kurulu Güç İçindeki Payının Yıllar İtibariyle Gelişimi (2000-2019)”, Web [Online]. (<https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>), Erişim tarihi: 16 Aralık 2020
- [4]. Khan, Ajmal, et al. "EVP-STC: Emergency vehicle priority and self-organising traffic control at intersections using Internet-of-things platform." IEEE Access 6 (2018): 68242-68254.
- [5]. K.S. Bahir, “Arduino based smart home automation system.”, Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye, 2016.
- [6] Anadolu Ajansı, “Gıda ve tarım sektörünün ihracatı, 2019'un 11 ayında yüzde 1,04 arttı”, website. [Online]. (<http://sh.aa.com.tr/655193>) Erişim tarihi: 17 Aralık 2020
- [7]. M. Demiryürek, “Seralarda Arduino ve bileşenlerini kullanarak hassas tarım uygulamalarının ve sistemlerinin geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 2019
- [8] Esfahani, Omid Toutian, and Ata Jahangir Moshayedi. "Accuracy of the Positioning Systems for the Tracking of Alzheimer's Patients-A Review." International Journal of Applied Electronics in Physics & Robotics 2.2 (2014): 10-16.
- [9] Adi, Puput Dani Prasetyo, and Rahman Arifuddin. "Design Of Tsunami Detector Based Sort Message Service Using Arduino and SIM900A to GSM/GPRS Module." JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 1.1 (2018): 1-4.
- [10] Wilson, Steffy Thankam, et al. "Smart trash bin for waste management using odor sensor based on IoT technology.", International Journal of Advance Resarch, vol 5 (2019): 2048-2051.
- [11] Yusof, N. Mohd, et al. "Smart waste bin with real-time monitoring system." International Journal of Engineering & Technology 7.2.29 (2018): 725-729.
- [12] Selvaraj, Kannapiran, and Arvind Chakrapani. "Smart dustbin monitoring system using LAN Server and Arduino." International Journal of Advances in Computer and Electronics Engineering 2.4 (2017): 20-23.

EKLER

Ek-1. IEEE Etik Kodları



IEEE üyeleri olarak bizler bütün dünya üzerinde teknolojilerimizin hayat standartlarını etkilemesindeki önemin farkındayız. Mesleğimize karşı şahsi sorumluluğumuzu kabul ederek, hizmet ettiğimiz toplumlara ve üyelerine en yüksek etik ve mesleki davranışta bulunmayı söz verdiğimizizi ve aşağıdaki etik kuralları kabul ettiğimizi ifade ederiz.

1. Kamu güvenliği, sağlığı ve refahı ile uyumlu kararlar vermenin sorumluluğunu kabul etmek ve kamu veya çevreyi tehdit edebilecek faktörleri derhal açıklamak;
2. Mümkün olabilecek çıkar çatışması, ister gerçekten var olması isterse sadece algı olması, durumlarından kaçınmak. Çıkar çatışması olması durumunda, etkilenen taraflara durumu bildirmek;
3. Mevcut verilere dayalı tahminlerde ve fikir beyan etmelerde gerçekçi ve dürüst olmak;
4. Her türlü rüşveti reddetmek;
5. Mütenasip uygulamalarını ve muhtemel sonuçlarını gözeterek teknoloji anlayışını geliştirmek;
6. Teknik yeterliliklerimizi sürdürmek ve geliştirmek, yeterli eğitim veya tecrübe olması veya işin zorluk sınırları ifade edilmesi durumunda ancak başkaları için teknolojik sorumlulukları üstlenmek;
7. Teknik bir çalışma hakkında yansız bir eleştiri için uğraşmak, eleştiriyi kabul etmek ve eleştiriyi yapmak; hatları kabul etmek ve düzeltmek; diğer katkı sunanların emeklerini ifade etmek;
8. Bütün kişilere adilane davranmak; ırk, din, cinsiyet, yaş, milliyet, cinsi tercih, cinsiyet kimliği, veya cinsiyet ifadesi üzerinden ayrımcılık yapma durumuna girişmemek;
9. Yanlış veya kötü amaçlı eylemler sonucu kimsenin yaralanması, mülklerinin zarar görmesi, itibarlarının veya istihdamlarının zedelenmesi durumlarının oluşmasından kaçınmak;
10. Meslektaşlara ve yardımcı personele mesleki gelişimlerinde yardımcı olmak ve onları desteklemek.

IEEE Yönetim Kurulu tarafından Ağustos 1990'de onaylanmıştır.

IEEE Code of Ethics

We, the members of the IEEE, in recognition of the importance of our technologies in affecting the quality of life throughout the world, and in accepting a personal obligation to our profession, its members and the communities we serve, do hereby commit ourselves to the highest ethical and professional conduct and agree:

1. to accept responsibility in making engineering decisions consistent with the safety, health and welfare of the public, and to disclose promptly factors that might endanger the public or the environment;
2. to avoid real or perceived conflicts of interest whenever possible, and to disclose them to affected parties when they do exist;
3. to be honest and realistic in stating claims or estimates based on available data;
4. to reject bribery in all its forms;
5. to improve the understanding of technology, its appropriate application, and potential consequences;
6. to maintain and improve our technical competence and to undertake technological tasks for others only if qualified by training or experience, or after full disclosure of pertinent limitations;
7. to seek, accept, and offer honest criticism of technical work, to acknowledge and correct errors, and to credit properly the contributions of others;
8. to treat fairly all persons regardless of such factors as race, religion, gender, disability, age, or national origin;
9. to avoid injuring others, their property, reputation, or employment by false or malicious action;
10. to assist colleagues and co-workers in their professional development and to support them in following this code of ethics.

Approved by the IEEE Board of Directors August 1990

Ek-2. Kısıtlar Formu



Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
1969'dan beri

<https://www.ktu.edu.tr/eee>

düşünden gerçeğine...

MÜHENDİSLİK TASARIMI ve BİTİRME PROJESİ

KISITLAR FORMU

| Kısıtlar | Açıklamalar |
|--------------------------------|--|
| Tasarım Kısıtlamaları | Cihaz tasarlanırken sıcaklık ve nem sensörü ile gaz sensörü verileri ölçebilmek için hava ile temas halinde olmalıdır, kapalı kutu içerisinde bulunmamaları gerekir. Mesafe sensörünün alıcı ve verici kısmı kutunun dışarısında konteynerin tabanını görecektir şekilde tasarlanmalıdır. |
| Prototip üretim kısıtlamaları | Gaz sensörü ısınmaya bağlı ve yüksek enerji tüketmektedir. Kullanılacak olan batarya ve gaz sensörünün konumlandırılmasına dikkat edilmelidir. |
| Uygulama kısıtlamaları | Güneş panelinin konteyner kapağında darbe almaması gerekmektedir. Kış aylarında uzun süre güneş görmediği durumlarda batarya yetmeyebilir. Bu durumda yeniden şarj edilmesi gerekebilir. |
| Toplumsal etki ve kısıtlamalar | Projenin tamamlanması toplum açısından çevre, temiz enerji ve trafik gibi pek çok alana fayda sağlamaktadır. Herhangi bir toplumsal kısıtlamaya sebep olmaz. |
| Sağlık kısıtlamaları | Proje amacı itibarıyla canlı sağlığına hizmet etmekte olan bir cihazdır. Başka canlıların zarar görmesine sebep olacak herhangi bir işlev içermemektedir. |
| Çevresel etki ve kısıtlamaları | Projenin yapılma amacı çevre ve doğayı korumak ve sürekliliğini sağlamaktır. Bu hedef doğrultusunda sistemin enerji kaynağı yenilenebilir. Çevreye bir atığı olmamaktadır. |
| Güvenlik kısıtlamaları | Projede kullanılan GSM modülü için SIM kart kullanıldığı için her sistemin kendi kimliği ve güvenliği vardır. Mobil uygulama kendi serverine sahip olduğu için güvenlidir. |
| Mali kısıtlamalar | Projenin daha uygun fiyatlı olması için batarya yeterli miktarda seçilmiştir. Yerine akü gibi daha güçlü depolanma aygıtı kullanılırsa daha güvenilir olur ancak maliyet çok artacaktır. |
| Hukuksal kısıtlamalar | Projede kullanılan SIM808 modülü yurtdışında üretilen bir elektronik cihazdır. Ülke sınırları içerisinde kullanılabilmesi için bir IMEI numarasına kayıtlı olması gerekmektedir. Bu numaranın alınması yasal yollardan pasaporta kayıt yapılarak gerçekleşmektedir. Kayıtsız kullanımlar yasa dışıdır. |

Ek-3. Disiplinler arası çalışma



Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
1969'dan beri

<https://www.ktu.edu.tr/eee>

düşünden gerçeğine...

DİSİPLİNLER ARASI ÇALIŞMA FORMU

Yasin DAĞLI'nın dahil olduğu çalışmaya dair,

| Disiplinler arası çalışma | Açıklama |
|---|--|
| 2. Girişimcilik Çalıştayı “Wake-up” “Girişimcilik Hayattır” | <p>10-11 Mayıs tarihlerinde gerçekleştirilen, “Wake-up” başlığı adı altında yaptığımız girişimcilik çalıştayının sonucu olarak Bilgisayar Mühendisliği ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğrencileri aldıkları eğitimler ve tecrübelerine dayanarak, ortak bir projede karar kılmışlardır ve kendi alanlarından çözümler sunmuşlardır. Farklı ilgi alanlarından insanların bir hedefe ulaşmak için çalışma tecrübelerini sunması ve iş bölümü yapılmasıyla bir proje üstünde çalışılması, öğrencileri iş hayatına hazırlamıştır.</p> <p>Bölüm Başkanlığı tarafından organize edilen disiplinler arası çalışma esnasında girişimcilik temalı konuşmalar ve eğitimler, uzman kişiler ve öğretim görevlileri aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, öğretim görevlisi koordinatörlüğünde farklı bölüm öğrencileri grup olarak bir proje geliştirmiştir ve “Yaratıcı Problem Çözme Teorisi” (TRIZ) kullanılarak projedeki yenilikler ve sorunlar üzerinde fikirler geliştirilmiştir.</p> <p>Kurşun-asit akülerin verimsizliği problemi grupça tartışılmıştır ve buna çözüm olarak yeni bir akü tasarlanması fikri üretilmiştir. TRIZ yöntemi aracılığıyla sağladığı faydalara ve zararlara dayanarak 7 ve 23 numaralı çözüm yöntemleri belirlenmiştir. Çözüm olarak, “Yuvalama” yöntemi devredeki karmaşıklığa çözüm oluşturmuştur. “Geri Besleme” yöntemi ile de hata tespiti kolaylaştırılması sağlanmıştır. Bu iki çözüm yöntemi yardımıyla sistemin karşılaştığı problemler azaltılmıştır ve kullanılabilirliği artmıştır.</p> |

PROBLEM: Otomobillerde (benzin ya da türevi araçlar) kurşun asit akülerin verimsizliği problem olarak belirlenmiştir.

ÇÖZÜM: Süper kapasitör ve lityum polimer pilden elde edilen akü çözüm olarak sunulmuştur.

Bu problemin çözümünde elde edeceğimiz avantajlar aşağıda sıralanmıştır;

1. Uzun vadede daha ekonomiktir.
2. Geniş çalışma sıcaklık aralığı
3. Hafif ve güvenilir olması
4. Performansının yüksekliği ve enerji kaybının az olması
5. Kaplayacağı alanın azlığı
6. Uzun süreli kullanma imkanı sunmaktadır

Bu problemin çözümünde elde edeceğimiz dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır;

1. İlk kurulum maliyetinin nispi ölçüde fazla olması
2. Karmaşık olması
3. Akü takviyesinin olmaması
4. Geri beslemesiz çabuk tükenmesi

Avantaj ve dezavantaj doğrultusunda TRIZ tablosunu incelersek iyileşen ve kötüleşen özellik olarak 22. ve 36. maddeler belirlenmiştir. (22. Madde: Loss of Energy 36. Madde: Device complexity)

Genel olarak enerji kaybının az olması avantajımızdır ancak cihazın karmaşıklığı dezavantajımızdır. Bu matriks sonucunda yaratıcı ilke olarak 7. Ve 23. ilkeler belirlenmiştir.

Kötüleşen özelliğimizin giderilmesi için TRIZ denkleminde önerilen;

7. Yuvalama

a. Bir cismin başka bir cismin ve sonra ikisinin birlikte üçüncü bir cismin içine konması.

- Bu ilkeden faydalanarak kullandığımız süper kapasitör ve lipo pil karmaşıklığı azaltmak için bir bütün olarak konumlandırılır.

23. Geri besleme

a. Geri beslemenin başlatılması

- Geri besleme sayesinde arıza tespit edilir ve devreden kolaylıkla çıkarılabilir. Bu sayede devredeki karmaşıklığın önüne geçilmiş olur.

DİSİPLİNLER ARASI ÇALIŞMA FORMU

Abdullah DEMİR'in dahil olduğu çalışmaya dair,

| Disiplinler arası çalışma | Açıklama |
|---|--|
| 2. Girişimcilik Çalıştayı “Wake-up” “Girişimcilik Hayattır” | Çalıştay'da farklı disiplinlerde yer alan öğrenci gruplarının aynı sorun üzerinde farklı çözümler üreterek en uygun çözümün bulunabileceği görülmüştür. Bilgisayar mühendisliği ve elektrik elektronik mühendisliği öğrencilerinin yapmış olduğu bu çalışma ile istenilen çok sesli ortam oluşturulmuştur. Triz yaklaşımı kullanılarak yangın söndürme dronelerinin katı olan kol ve gövde parçalarının iç kısımları helyum vb. havadan daha hafif gazlarla değiştirilerek ağırlıktan kazanç sağlanması ve dolayısıyla da hedeflenen su taşıma hacmi artması ve hızlanmanın sağlanması çözümü ortaya atılmıştır. |

TRIZ YAKLAŞIMINI KULLANARAK YANGIN SÖNDÜRME DRONELARININ SU HAZNESİ HACMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

GİRİŞ

TRIZ mühendislik uygulamalarında yapılacak olan iyileştirme ve geliştirmelerin karşılaştığı çelişki ve sorunlara yaratıcı çözümler üretmeyi hedefleyen bir çözüm analizi yöntemidir.

Yangın söndürme droneleri insan ve büyük söndürme araçlarının ulaşım sağlayamadığı noktalarda yangınların kontrol altına alınabilmesi için büyük avantaj ve kolaylık sağlamaktadırlar. Küçük yangınlarda aktif olarak binaların zor erişilen yerleri ve yoğun ağaçlı bölgelerdeki tutuşma miktarını azaltmak için kullanılabilirlerken daha büyük yangınlarda sahip oldukları su hacmi ve hız dezavantajlarından dolayı aktif rol alamamaktadırlar. Bu çerçevede bu TRIZ çalışması, incelenen yangın söndürme droneleri için hem sahip oldukları su hacmini arttırmayı hem de artan su hacmi ile istenen hızlarda kullanılabilirmelerini hedefleyen bir tasarım için gerçekleştirilmiştir.

TRIZ ÇELİŞKİ MATRİSİNİN KULLANIMI

| | | | | |
|--|---------------------|--------------------|---------------|------------------------|
| <p>Kötüye giden özellikler</p> <p>İyiye giden özellikler</p> | Tamir Edilebilirlik | Adapte olabilirlik | Cismin Hızı | Kontrolün Kompleksliği |
| Tamir edilebilirlik | | 7, 1, 4, 16 | | |
| Hareket eden cismin hacmi | | | 29,4 38.34 | 1 |
| Aletin kompleksliği | 1,13 | 29, 15, 28, 37 | | 15, 10, 37, 28 |
| Kontrolün Kompleksliği | 12, 26 | 1, 15 | | |

Tablo 1. İrdelenen sorun için TRIZ matrisi ve çözüm önerileri
TRIZ matrisi, Tablo1. , incelendiğinde sahip olduğumuz hacim sorunu ve sonucu olarak hız çelişkisi için 4, 29, 34 ve 38. Yaratıcı ilkeler öneri olarak sunulmuştur. Bu ilkeler üzerinden yapılan inceleme ve sonuç çıktısı aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE SONUÇ

Yaratıcı ilke 4: Bu ilkede önerilen asimetrik tasarım durumu dronelar için incelendiğinde; asimetrik tasarım dronelerde ağırlık merkezini kaydıracağından ve ağırlık merkezi tam orta noktada bulunmayan dronelar stabil bir uçuş sağlayamayacağından dolayı bu ilkenin çözüm önerisinin gerçekleştirilemeyeceği kanısına varılmıştır.

Yaratıcı ilke 29: Bu ilkede katı parçaların yerinin gaz ve sıvı ile değiştirilmesi önerilmektedir. Su taşıyan bir drone tasarımının gövde ve kanat parçalarının içleri boşaltılarak bu parçaların içindeki katı kısım havadan daha hafif olan helyum veya taşınan sudan kazanç sağlayacak miktarda su ile doldurulabilir. Bu ilke hedeflenen tasarım için uygun ve gerçekleştirilebilir bulunmuştur.

Yaratıcı ilke 34: Bu ilke eskimiş ve hasar görmüş parçaların değiştirilmesine dayanmaktadır. Yangın söndürme görevlerinde kullanılan dronelar acil durumlar için hazır halde bekletildiğinden eskimiş veya değiştirilmesi gereken ve kötü durumda olan parça bulundurma ihtimalleri çok düşüktür.

Yaratıcı ilke 38: Bu çözüm ilkesi daha çok oksitlenmiş gazlar kullanılarak motor gibi parçaların dayanıklılığını arttırmaya yönelik olduğu için aranan hız artırma potansiyelini karşılamamaktadır.

TRIZ matrisinde önerilen çözümler incelendiğinde fiziksel ve akla yatkınlık olarak en doğru çözümün ilke 29 üzerinden sağlanabileceği kararlaştırılmıştır. Su taşıyan bir drone için ilke 29 dahilinde, katı olan gövde ve kol parçalarının iç kısımları helyum benzeri havadan hafif gazlarla değiştirilerek ağırlıktan kazanç sağlanabilir dolayısı ile de hedeflenen su taşıma hacmi ve hız artırımına erişilmesi mümkün olabilir.

DİSİPLİNLER ARASI ÇALIŞMA FORMU

Abdullah AYDİN'in dahil olduğu çalışmaya dair,

| Disiplinler arası çalışma | Açıklama |
|---|--|
| 2. Girişimcilik Çalıştayı “Wake-up” “Girişimcilik Hayattır” | <p>Gerçekleştirdiğimiz çalıştay programında Bilgisayar Bölümü ve Elektrik-Elektronik Bölüm öğrencileri ile ortak bir çalışma düzenlenmiştir. Bu çalışmamızda ortak olarak bir sorun üzerinde konuşulup, tartışılmıştır. Ortak bir çözüm üzerinde karar kılınıp proje gerçekleştirilmiştir. Farklı görüşlerin olduğu bu ortamda tecrübe ve bilgi konusunda tüm öğrencilere yararlı bir çalışma olmuştur.</p> <p>Öncelikle bir sorunu bulup onun üzerinde yorumlarımızı ilettik. Ortak karar neticesinde yapılacaklarımızı listeleyip araştırmaya başlandı. Fikirlerimizi aynı çatı altında toplayıp projemizi oluşturduk. Projenin avantaj ve dezavantajları tartışılarak çözümlenmiştir. Hava aracının kontrolünde otonom bir sistem kullanılarak, radar kesici kullanma ve aracın üzerinde açılır kaplar bir bakır tabaka kullanımı sağlandığında oluşacak sorunlar ve çözümler belirlenmiştir.</p> |

Otonom Hayalet İHA / SİHA projesi

Özet

Akıllı hayalet SİHA, belli bir konumdan itibaren daha önce belirlenen hedefe otomatik olarak gidip hedefi vurarak tekrardan bağlantının kesildiği ya da daha önceden belirlenen konuma gelerek oradan tekrar bağlantı kurulması sağlanabilir. Bunun için bir bilgisayar sistemine haritalandırma (görüntü işleme vb.) mesafe ölçüm hedef tespiti için vb. sistemler gerekebilir.

Bu süre otonom olduğu sürece radar kesici ya da üst üste ince bakır tabaka açılarak SİHA' mızın üzerini kaplayabilir ve bu SİHA' mızın radarlarca tespitini zorlaştıracak.

Otonom olduğu sürece biz de SİHA' mızla iletişim kuramayacağız. SİHA' mızın kontrolünü tamamen içerisindeki otonom bir şekilde bir bilgisayar yapacak. Hedefi imha ettiğinde ya da keşif faaliyetini tamamladığında belirlenen yere harekete geçecek ve o noktada sinyal

kesicilerin aktifliğini kapatacak ve bakır tabakayı tekrardan geri çekecek böylece biz tekrardan bağlantı kurabileceğiz ve kontrolü ele alacağız.

Vurulduğunda ise anormal sıcaklık artışı olduğundan kapsül fırlatacak ve bize buradan sinyal gönderecek bu sinyaller sayesinde hem vurulduğunun bilgisi hem de keşif faaliyetlerinin sonucu topladığı bilgiyi bize iletecek.

Projenin Hedef Kitlesi;

İnsansız savunma ve saldırı sistemlerini geliştirmek isteyen devletler.

Projenin değer önerisi nedir?

Otonom sistemler sayesinde insani pilot işlemlerini azaltmak, hava araçlarının menzilini arttırmak (iletişimden kaynaklı gecikmeyi vs. en aza indirmek) ve aracımızın radarlarca tespiti zorlaştırarak hedef olmasını önlemek vs.

Problem nedir?

İnsani pilot işlemlerinin yoğunluğu, hava araçlarının iletişimlerinin hava şartları vs. gibi koşullar yüzünden aksama ve gecikme yaşaması, gecikmeden dolayı kontrolünün zorlaşması, araçlarımızın karşı tarafın radarlarınca tespiti sonucu hedef olması vs.

Çözüm nedir?

Hava aracının kontrolünde otonom bir sistem kullanmak, radar kesici kullanmak ve aracın üzerinde açılır kaplar bir bakır tabaka kullanımı.

Projenin çalışması nasıl oluyor?

Hava aracına otonom olma komutu verildikten sonra aracımız otonom bir şekilde bilgisayar yardımıyla kontrol ediliyor. Eğer istersek hayalet özelliğini aktif etmek istersek bizim tüm iletişimimiz kesiliyor. Radar sinyal kesiciler devreye giriyor ve hava aracının üzerini bir ince bakır tabaka ile kaplanıyor. Böylece radarlarca tespiti zorlaşıyor. Bizim daha önce belirlediğimiz yere geldiğinde ise hayalet özelliğini kapatarak tekrardan bizimle iletişime geçiyor. Böylece hayalet bir şekilde otonom olarak görevlerini yerine getirebiliyor.

Projenin Yenilikçi Yapısı

Bilindiği üzere birçok hava araçları çok farklı amaç ve şekilde kullanılmaktadır. Fakat bu projedeki gibi hem otonom hem hayalet özelliği bir arada düşünülmüş bir projeye rastlamadım. Bu proje iki farklı fikrin bir arada kullanılmasıyla yeni bir kullanım şekli kazanmaktadır.

Gerçekçilik ve Uygulanabilirlik

Teknolojinin gelişmesiyle ve özellikle hava araçlarının enerji kullanımındaki ve depolanmasındaki verimliliğin gün geçtikçe artırılması doğrultusunda bu projenin gerçekleştirilebileceğinin mümkün olacağını düşünüyoruz.

Bakır tabakanın açılması işlemi, bilgisayarın ve sistemlerinin işlemleri vs. gibi yapı ve işlemler hava aracına bir yük olacak hem de bu sistemler normalden daha fazla enerji harcamasına yol olacaktır.

Enerji verimliliği ve depolanması arttırılması durumunda benzer sistemlerin uygulanabileceğini düşünüyoruz.

Bunun için nesnelerimizin ağırlığının azaltılması enerji kayıplarının azaltılmasında bize yarar sağlar. Bu bağlamda TRIZ den yararlanırsak;

Kötüleşen parametreler

Enerji kaybı (22)

İyileşen parametreler

Hareketli nesnenin ağırlığı (1)

Matris Çelişki Matrisi Uygulaması

1x22

Çözüm → 6, 2, 34, 19

2. Ayırma

a. Bir cisimden "rahatsız edici" bir parçanın ya da özelliğin ayrılması (sökülmesi ya da ayrıştırılması), ya da

b. Sadece gerekli parçanın ya da özelliğin ayrılması

6. Evrensellik

Cismin birden çok işlevi yerine getirecek hale getirilmesi ve böylece başka bir cisme/cisimlere gereksinimin ortadan kaldırılması.

19. Periyodik eylem

a. Sürekli eylem yerine periyodik (atımlı) eylemin kullanılması

b. Bir eylem halihazırda periyodikse, bu eylemin frekansının değiştirilmesi

c. Ek eylem sağlamak için darbeler arasında atımlı eylemin kullanılması

34. Parçaları atma ve yenileme

a. Bir cismin işlevini tamamlamış ya da yararsız hale gelmiş bir unsurunun ıskartaya çıkarılması ya da modifiye edilmesi (örneğin, elden çıkarılması, eritilmesi, buharlaştırılması)

b. Bir cismin yıpranan ya da tükenen herhangi bir parçasının hemen yenilenmesi

Sonuç olarak;

Yaptığımız çalışmalar sonucunda **6 evrensellik** ilkesini kullanarak hava aracının önemli ölçüde bakır ile kaplanması ile normalde kullanılan çelik vs. maddelerini kullanımını azaltarak önemli ölçüde bir hafifleştirme yaparak enerji kaybının önüne geçilebileceğini düşündük.

ÖZGEÇMİŞLER

Abdullah AYDİN, 09.11.1995 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlkokulu Mehmet Arslan Türk İlköğretim Okulu'nda, Ortaokulu Abdullah Fazıl Ağaoğlu Ortaokulu'nda, Lise eğitimini Akçaabat İ.M.K.B Lisesi ve sonraki lise eğitimini Akçaabat Ç.P.L Meslek Lisesi'nde tamamladı. Meslek lisesi stajını Özlem Elektrik A.Ş de tamamladı. İlk Üniversitesi eğitimini 2015 yılında Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi'nde ön lisans eğitimine başlayıp 2017 yılında Mekatronik Bölümü'nden mezun oldu. Üniversite stajını Full-Tek Pano A.Ş'de tamamladı. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. Aynı yıl içerisinde Teknik İş Kurtarma Firması'nda çalışma hayatına başladı.

Abdullah DEMİR, 06.10.1998 tarihinde Muğla'nın Milas ilçesinde doğdu. İlköğretim öğrenimini Ortaköy İlköğretim Okulu'nda; ortaöğretim öğrenimini ilk üç senesinde Milas Sebahattin Akyüz Anadolu Öğretmen Lisesi'nde, son senesini ise Milas Final Temel Lisesi'nde tamamladı. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde İngilizce hazırlık eğitimi aldı. 2017 yılında yine aynı üniversitede Mühendislik Fakültesi'nde Elektrik Elektronik Mühendisliği eğitimi almaya başladı. Şu an son sınıf olup, halen lisans eğitimini sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

Yasin DAĞLI, 8 Mart 1998 tarihinde Konya'da doğdu. İlköğretimini Akşehir Tarık Buğra İlköğretim Okulu'nda tamamlamıştır. Liseyi Akşehir Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamlamıştır. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başlamıştır. Son sınıf öğrencisi olup, halen lisans hayatına devam etmektedir. İyi seviyede İngilizce ve orta seviyede Almanca bilmektedir.

MÜHENDİSLİK TASARIMI DOSYA TESLİM KOŞULLARI**ÖĞRENCİ BİLGİLERİ**

TARİH:/...../.....

| Numarası | Adı ve Soyadı | İmza |
|----------|---------------|------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Projedeki öğrenci sayısına göre doldurulacak ve imzalanacaktır. Bu dosyayı imzalayıp teslim eden öğrenciler aşağıda sundukları bilgilerin doğruluğunu kabul etmiş demektir.

PROJE BİLGİLERİ

| | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| Proje Başlığı | : | |
| Proje Danışmanı | : | İmza:6331616..... |

PROJE DOSYASININ TESLİM EDİLEBİLMESİ İÇİN**Aşağıdaki yanıtların tümü EVET olmalıdır.**

- Dosyanızda herhangi bir kaynaktan birebir alıntı yapılmış kısımlar %20'den AZ ve paragraf halinde bire bir alıntı sayısı sıfır mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Dosyanızda *önsöz, özet ve ana bölümler* (Giriş, Teorik Altyapı, Tasarım, Simülasyon, Deneysel Çalışma, Sonuçlar, Değerlendirmeler) ve *kaynaklar* listesi var mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Giriş bölümünde Giriş, Literatür Taraması, Özgün Değer, Yöntem, Yaygın Etki, Standartlar listesi ve Çalışma Takvimi var mı? İş paketlerinde liderlik paylaşımı ve B planları yapıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Tasarım bölümünün sonuna Mali analiz yorumu ve projeden kaynaklanabilecek hukuksal bir değerlendirme eklendi mi? EVET ☐ Hayır ☐
- Bütün denklemlere numara verildi, tüm şekillerde şekil alt yazısı ve tüm çizelgelerde üst başlık yazıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Bütün denklemlere şekillere, çizelgelere ve kaynaklara metin içerisinde atıf yapıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Tasarım, Simülasyon ve sonuçlar kısmındaki bütün şekiller size mi ait? EVET ☐ Hayır ☐
- Kaynaklar Bitirme Çalışması Yazım Klavuzuna uygun olarak sıralanmış ve 2 tanesi İngilizce olmak üzere en az 5 tane bilimsel makale, tez ve bildiri türü yayına atıfta bulunulmuşmu? EVET ☐ Hayır ☐
- IEEE Etik Kuralları (IEEE Code of Ethics) Ekler kısmına eklediniz mi? EVET ☐ Hayır ☐
- Disiplinler arası çalışma yaptınız ve bunu Ekler kısmında açıkladınız mı? EVET ☐ Hayır ☐

Proje dosyasının teslim edilebilmesi için yukarıdaki cevapların hepsinin EVET olması gerekir.

Bu formu Adobe Acrobat Reader kullanarak bilgisayarda doldurabilirsiniz.

BİTİRME PROJESİ DOSYA TESLİM KOŞULLARI**ÖĞRENCİ BİLGİLERİ**

TARİH:/...../.....

| Numarası | Adı ve Soyadı | İmza |
|----------|---------------|------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Projedeki öğrenci sayısına göre doldurulacak ve imzalanacaktır. Bu dosyayı imzalayıp teslim eden öğrenciler aşağıda sundukları bilgilerin doğruluğunu kabul etmiş demektir.

PROJE BİLGİLERİ

| | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| Proje Başlığı | : | |
| Proje Danışmanı | : | İmza:6331616..... |

PROJE DOSYASININ TESLİM EDİLEBİLMESİ İÇİN**Aşağıdaki yanıtların tümü EVET olmalıdır.**

- Dosyanızda herhangi bir kaynaktan birebir alıntı yapılmış kısımlar %20'den AZ ve paragraf halinde bire bir alıntı sayısı sıfır mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Dosyanızda *önsöz, özet ve ana bölümler* (Giriş, Teorik Altyapı, Tasarım, Simülasyon, Deneysel Çalışma, Sonuçlar, Değerlendirmeler) ve *kaynaklar* listesi var mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Giriş bölümünde Giriş, Literatür Taraması, Özgün Değer, Yöntem, Yaygın Etki, Standartlar listesi ve Çalışma Takvimi var mı? İş paketlerinde liderlik paylaşımı ve B planları yapıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Tasarım bölümünün sonuna Mali analiz yorumu ve projeden kaynaklanabilecek hukuksal bir değerlendirme eklendi mi? EVET ☐ Hayır ☐
- Bütün denklemlere numara verildi, tüm şekillerde şekil alt yazısı ve tüm çizelgelerde üst başlık yazıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Bütün denklemlere şekillere, çizelgelere ve kaynaklara metin içerisinde atıf yapıldı mı? EVET ☐ Hayır ☐
- Tasarım, Simülasyon ve sonuçlar kısmındaki bütün şekiller size mi ait? EVET ☐ Hayır ☐
- Kaynaklar Bitirme Çalışması Yazım Klavuzuna uygun olarak sıralanmış ve 2 tanesi İngilizce olmak üzere en az 5 tane bilimsel makale, tez ve bildiri türü yayına atıfta bulunulmuşmu? EVET ☐ Hayır ☐
- IEEE Etik Kuralları (IEEE Code of Ethics) Ekler kısmına eklediniz mi? EVET ☐ Hayır ☐
- Disiplinler arası çalışma yaptınız ve bunu Ekler kısmında açıkladınız mı? EVET ☐ Hayır ☐

Proje dosyasının teslim edilebilmesi için yukarıdaki cevapların hepsinin EVET olması gerekir.

Bu formu Adobe Acrobat Reader kullanarak bilgisayarda doldurabilirsiniz.