MARMARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL KULLANIM İÇİN SAĞLIĞA ZARARLI DUMAN VE KOKU ÖLÇÜM ALETİ TASARIMI VE PROTOTİP UYGULAMASI

SEMIH ERTEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Departmanı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nihat Akkuş

EŞ-DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YÜCE

İSTANBUL, 2018

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL KULLANIM İÇİN SAĞLIĞA ZARARLI DUMAN VE KOKU ÖLÇÜM ALETİ TASARIMI VE PROTOTİP UYGULAMASI

SEMIH ERTEN
(523514008)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Departmanı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nihat Akkuş

EŞ-DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YÜCE

İSTANBUL, 2018

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Semih ERTEN'in "Evsel Kullanım İçin Sağlığa Zararlı Duman ve Koku Ölçüm Aleti Tasarımı ve Prototip Uygulaması" başlıklı tez çalışması, 25 Eylül 2018 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Nihat AKKUŞ (Danışman)
Marmara Üniversitesi .....(İMZA).....

Doç.Dr. Garip GENÇ (Üye)
Marmara Üniversitesi .....(İMZA).....

Doç.Dr. Özden Aslan ÇATALTEPE (Üye)
Gedik Üniversitesi .....(İMZA).....

ONAY

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07.11.2018 tarih ve 2018/27-85 sayılı kararı ile SEMİH ERTEN'in Mekatronik Mühendisliği Departmanı'nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Fen Bilimleri Entitüsü Müdürü

Prof. Dr. Bülent EKİCİ
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
SEMBOLLER LİSTESİ iii
KISALTMALAR LİSTESİ iv
ŞEKİL LİSTESİ v
TABLO LİSTESİ vi
ÖNSÖZ vii
BÖLÜM I. GİRİŞ 1
1.1.Tarihsel Bakış 1
1.2.Gaz Sensörlerinin Ev Güvenliği Sistemlerinde Kullanılması 2
1.2.1. Ülkemizdeki Ev Zehirlenme İstatistikleri 2
1.2.2. Ülkemizdeki Ev Zehirlenme Sebepleri 3
BÖLÜM II. PROJEDE KULLANDIĞIMIZ DEVRE ELEMANLARI TANITIMI 4
2.1.Mikrodenetleyici 4
2.1.1. Arduino Mega 2560 4
2.2.Sensörler 7
2.2.1. Yangın ve Sigara Dumanı Sensörü (MQ-2) 8
2.2.2. Metan Gazı (CNG) Sensörü (MQ-4) 11
2.2.3. Karbonmonoksit (CO) Sensörü (MQ-9) 14
2.2.4. DHT11 Nem Sensörü 17
2.2.5. DS18B20 Sıcaklık Sensörü 20
2.3.İletim Katmanı 22
2.3.1. 5V Röleler 22
BÖLÜM III. YÖNTEM 23
3.1 Bitirme Projesinin Amacı 23
3.2. Koku Ölçü Aletinin Avantajları ve Dezavantajları 24
3.3 Yöntem 25
3.3.1 Cihaz Kontrolü Blog Şeması 25
3.3.2. Sistem Algoritması 26
BÖLÜM IV. SONUÇLAR 28
BÖLÜM V. YORUMLAR ve DEĞERLENDİRME 29
KAYNAKLAR 34
EKLER 35
EK.1. ÇALIŞMA TAKVİMİ 35
EK2. MALİYET ANALİZİ 36
EK3. YAZILIM KODU 37
E3.1. DS18B20 Sensörü Arduino Yazılımı 37
E3.2. DHT11 Sensörü Arduino Yazılımı 41
E3.3. MQ-2 Sensörü Arduino Yazılımı 46
E3.4. MQ-4 Sensörü Arduino Yazılımı 51
E3.5. MQ-9 Sensörü Arduino Yazılımı 56
E3.6. Görsel ve Sesli Uyarılar Arduino Yazılımı 62
EK4. ÖZGEÇMİŞ 64

ÖZET

EVSEL KULLANIM İÇİN SAĞLIĞA ZARARLI DUMAN VE KOKU ÖLÇÜM ALETİ TASARIMI VE PROTOTİP UYGULAMASI

İnsanlar günlük yaşantılarında farkında olmaksızın sağlığımızı kötü etkileyecek koku ve dumana maruz kalmaktadır. Ev içerisinde ise en tehlikeli kokular olan doğalgaz ve yangın kokusunu tespit edip, olası bir faciayı önlemek hedefindeyiz.

Ev içerisinde CO konsantasyonları, sigara ve yangın dumanı, CNG (metan) ve doğalgaz kokusu, sıcaklık ve nem miktarlarından herhangi biri eşik değerine ulaştığı takdirde, tasarladığımız cihazımız Akıllı Ev Otomasyonu Sistemleri'ne sinyalimizi gönderip ev içerisinde bulunan klima, aspiratör , havalandırma gibi ekipmanları yöneterek ev içerisinde sağlıklı yaşam için gereken havanın otomatik olarak ayarlamasını amaçlamıştır.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF GAS DETECTOR SYSTEM FOR DOMESTIC USAGE AND PROTOTYPE APPLICATION

In this study, if any of the concentrations of CO in house, cigarette and fire smoke, CNG (methane) and natural gas odor, temperature and humidity reaches to the threshold value, we send our signal to our smart home automation systems we designed to adjust the air condition, aspirator and ventilation equipments automatically for healthy living in the home.

The Arduino Mega 2560 controller card, MQ-2, MQ-4, MQ-9, DHT11 and DS18B20 sensors were used in the study. Furthermore, the use of the Arduino card ensures that the system is open to be developed and can be upgraded according to the target of usage.

SEMBOLLER LİSTESİ

I/O	:Input/Output
DC	:Doğru Akım
AC	:Alternatif Akım
V	:Voltaj
A	:Amper
ma	:Mili Amper
Ppm	:Bir milyon hava partikülündeki gaz partikülü sayısı
g/mole	:gram / mol
Hz	:Hertz
CNG	:Compressed Natural Gas (Sıkıştırılmış Doğalgaz)
CO	:Karbonmonoksit
ZnO	:Zinc Oxide (Çinko Oksit)
Pt	:Platinyum
Pd	:Paladyum
Ir	:Iridyum
Rh	:Rodyum
SnO_2	:Stannic Oxide (Kalay ikioksit)
MHz	:Megahertz
kB	:Kilobayt
kHz	:Kilohertz
CH_4	:Metan

KISALTMALAR LİSTESİ

ADC	: Analog-Dijital Çevirici
ARM	: Advanced RISC Machine
CMOS	: Tamamlayıcı Metal Oksit Yarıiletken
EEPROM	: Elektrikle Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek
GSM	: Mobil İletişimi için Global Sistem
ICSP	: Devre İçi Seri Programlama
IoT	: Internet of Things
IP	: Internet Protokol
LED	: Işık Saçan Diyot
M2M	: Machine To Machine
NC	: Normalde Kapalı
NO	: Normalde Açık
OTP	: Tek Sefer Programlanabilir
PLC	: Programmable Logic Control
PWM	: Darbe Genişlik Modülasyonu
ROM	: Salt Okunur Bellek
SMS	: Kısa Mesaj Hizmeti
SPI	: Seri Çevre Donatımı Arayüzü
SRAM	: Durgun Rasgele Erişim Hafızası
TCP/IP	:Transmission Control Protokol / Internet Protocol
TTL	: Yaşam Süresi
UART	: Üniversal Asenkron Alıcı-Aktarıcı
USB	: Evrensel Seri Veri Yolu
Wi-Fi	: Kablosuz Bağlantı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. Arduino Mega 2560 Ön ve Arka Yüz ……....5
Şekil 3. Arduino Mega 2560 Donanım Yapısı ……....6
Şekil 4. MQ-2 Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri…….9
Şekil 5. MQ-2 Sensörü Test Devresi ……...10
Şekil 6. MQ-2 Hassasiyet Özellikleri ……10
Şekil 7. MQ-2 Isı ve Neme Karşı Değişim ……....11
Şekil 8. MQ-4 Gaz Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri ……..12
Şekil 9. MQ-4 Gaz Sensörü Test Devresi……...13
Şekil 10. MQ-4 Hassasiyet Özellikleri ……..13
Şekil 11. MQ-4 Isı ve Neme Karşı Değişim ……..14
Şekil 12. MQ-9 Gaz Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri ……15
Şekil 13. MQ-9 Gaz Sensörü Test Devresi ……...16
Şekil 14. MQ-9 Hassasiyet Özellikleri ……..16
Şekil 15. MQ-9 Isı ve Neme Karşı Değişim ……..17
Şekil 16. DHT11 Nem Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri …….18
Şekil 17. DHT11 Bağlantısı ……...19
Şekil 18. DS18B20 Paket Yapısı ve İç Yapısı ……...20
Şekil 19. DS18B20 Hafızası ……..21
Şekil 20. 5V Röle Modülü …….22
Şekil 21. Projede Kullanılan Röleler……..23
Şekil 22. Koku Ölçü Aletinin Kontrolü…….26
Şekil 23: Sistem Algoritması……..27
Şekil 24: Raspberry Pi Bileşenlerin Yerleşimi……...30
Şekil 25: Server İletişim Modeli…….31
Şekil 26: SIM900A GSM Modülü……..31
Şekil 27: SIM900A GSM Modülü ile Arduino Bağlantı Arayüzü……32
Şekil 28. DS 18B20 LCD'de Gösterimi…….39
Şekil 29. Sıcaklık Set Değeri Ayarlama…….41
Şekil 30. DHT 11 LCD'de Gösterimi…….43
Şekil 31. Sıcaklık Set Değeri Ayarlama ……46
Şekil 32. MQ-2 LCD'de Gösterimi…….48
Şekil 33. MQ-2 Set Değeri Ayarlama ……51

Şekil 34. MQ-4 LCD'de Gösterimi……53
Şekil 35. MQ-4 Set Değeri Ayarlama ……56
Şekil 36. MQ-9 LCD'de Gösterimi……58
Şekil 37. Alarm Durumunda LED'lerin Gösterimi……63

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 2015 Yılı Evde Gaz Zehirlenme ve Ölüm Vakaları……...2
Tablo 2. Arduino Mega Teknik Özellikler……...5
Tablo 3. MQ-2 Sensör Teknik Özellikler……....9
Tablo 4. MQ-4 Sensör Teknik Özellikler……...12
Tablo 5. MQ-9 Sensör Teknik Özellikler……...15
Tablo 6: DHT11 Sensör Teknik Özellikler…….18
Tablo 7: DS18B20 Sensör Teknik Özellikler…….20

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın hazırlanması aşamasında yardımlarını esirgemeyenlere, çalışmamın mevcut versiyonunu almasında çok büyük emeği geçen kıymetli hocam Prof. Dr. Nihat Akkuş'a şükranlarımı sunmak istiyorum. Ayyrıca bu çalışmayı destekleyen Fen Bilimleri Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na en içten minnetlerimi sunmak isterim.

Ayrıca, eğitimim boyunca bana her türlü desteği veren aileme ve bize karakterleri ve muazzam bilgi birikimleri ile örnek olan değerli büyüklerime saygılarımı iletirim.

Eylül, 2018 **Semih ERTEN**

BÖLÜM I.GİRİŞ

1.1 TARİHSEL BAKIŞ

G. NERI'nin [1] "First Fifty Years of Chemoresistive Gas Sensors" çalışmasında belirttiği gibi gaz sensörleri ilk kez yetmiş yıl önce tasarlanmaya başladı. 1950'lerin başında, Bell laboratuvarlarında çalışan iki bilim adamı bazı yarı iletken malzemelerin atmosferle temas halinde olduklarında direnç değerlerinin değiştiğini keşfetti. 1960'ların başında ise ZnO ince filmini algılama tabakası olarak kullanılarak gaz algılamanın basit elektrikli cihazlarla mümkün olduğu keşfedildi. ZnO ince filmleriyle 485 °C sıcaklıkta çalışabilen kemorezistif bir cihaz tasarlanıldı. Algılama sisteminin propana karşı tepkisi o zamanlar kullanılan termal iletkenlik detektörüne karşı 100 kat daha yüksekti. 1967 yılında ise, soy metallerin (örneğin Pt, Pd, Ir, Rh) ilavesi ile modifiye edilmiş yarı iletkenlerin etkilerinin nasıl değiştiği tanımlandı. O zamandan beri, yarı iletken algılama cihazlarının duyarlılığı ve seçiciliği önemli derecede geliştirildi ve malzemeleri algılamak için yeni formülasyonların araştırılması yoğunlaştı.

1970'lerin başında, sensör materyal olarak SnO_2 kullanarak pratik uygulamalar için ilk gaz sensörü imal edilip patentlendi. Birçok metal oksitle yapılan deney ve araştırmalar sonucunda, SnO_2'nin daha yüksek sensitivite, düşük çalışma sıcaklığı ve termal stabil yapı gibi pekçok avantajlı özelliğe sahip olduğu keşfedildi. Sensitiviteyi ve kararlılığı arttırmak için ise Paladyum metal katalizörü olarak kullanıldı. Bu cihazların ana uygulaması ise tehlikeli seviyedeki patlayıcı gazların varlığını izleyerek konutlarda kazaların ve yangının önlenmesine yönelik alarmlardı.

1980'lerin sonları, yarı iletken gaz sensörleri alanında önemli gelişmeler oldu ve sensör topluluğunun en aktif araştırma alanlarından biri oldu. Daha yüksek duyarlılık, daha hızlı tepki ve düşük güç tüketimli gaz sensörlerini geliştirmek için yoğun çaba sarfedilmiştir.

Son otuz yıl içerisinde ise küçük boyutu ve elektronik cihazlara entegre olabilmelerinden dolayı gaz sensörleri, ev güvenliği, endüstriyel ve araç emisyon kontrolü, tarım ve biyomedikal gibi çeşitli alanlardaki uygulamalarda artış gözlemlendi. Yeni ortaya çıkan nanoteknoloji sayesinde ise sensör tasarımlarında daha mütevazı güç gereksinimi, daha düşük ağırlık, daha küçük boyut gibi iyileştirmeler yapıldı.

1.2. GAZ SENSÖRLERiNİN EV GUVENLİĞİ SİSTEMLERİNDE KULLANILMASI

1.2.1. Ülkemizdeki Ev Zehirlenme İstatistikleri

Ülkelerin sosyoekomik durumu ve coğrafi koşullarından dolayı evde zehirlenme vakaları dünyanın farklı yerlerinde farklı oranlarda gerçekleşmektedir. Ülkemizi dünyadaki diğer ülkelerle karşılaştırdığımızda, sobadan dolayı ev zehirlenmelerinin daha çok yaşandığı farklı raporlarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Bakanlık'tan aldığımız verilere göre 2015'de 1248 kişinin ev içerisinde gazdan dolayı zehirlendiği raporlanmış ve sonucunda 209 kişi vefat etmiştir. Bu yaklaşık %16,7 ölüm oranına denk gelmektedir. Karşılaşılan vakaların lokasyonları tetkik edildiğinde , en çok gazdan dolayı zehirlenme vakalarının Adıyaman, Bursa, Kayseri ve Kahramanmaraş'ta olduğu tespit edilmiştir. Vefat vakalarının en çok gerçekleştiği yer ise Bursa tespit edilmiştir.

Tablo 1: 2015 Yılı Evde Gaz Zehirlenme ve Ölüm Vakaları

	ZEHİRLENME				ÖLÜM			
	KOMBİ/D.GAZ SOBASI/BACASI	SOBA	ŞOFBEN	DİĞER (Mangal, jeneratör vs.)	KOMBİ/D.GAZ SOBASI/BACASI	SOBA	ŞOFBEN	DİĞER (Mangal, jeneratör vs.)
OCAK	15	512	2	11	0	36	0	5
ŞUBAT	0	267	0	2	0	29	1	6
MART	2	103	2	1	0	39	8	1
NİSAN	4	131	0	0	2	28	0	1
MAYIS	0	6	0	0	0	0	0	0
HAZİRAN	0	0	0	0	0	2	0	1
TEMMUZ	0	0	0	0	0	0	0	0
AĞUSTOS	0	0	0	0	0	0	0	0
EYLÜL	0	0	0	0	0	0	0	0
EKİM	0	1	0	0	0	1	0	0
KASIM	0	34	0	6	0	21	0	0
ARALIK	0	149	0	0	0	27	0	1
TOPLAM	21	1203	4	20	2	183	9	15

1.2.2. Ülkemizdeki Ev Zehirlenme Sebepleri

Ülkemizde ev zehirlenmeleri genellikle doğalgaz kaçağı veya soba, şofben ve kombi gibi ısıtma için kullandığımız sistemlerdeki yakıtlardan dolayı meydana gelmektedir. Bu sistemlerin düzgün devreye alımı, kullanımı ve bakımı yapılmadığından dolayı kaçak gerçekleşebilir. Baş dönmesi, koma, felç ve ölüm vakaları doğalgaz kaçağından dolayı gerçekleşebilir.

Karbonmonoksit (CO) gazı renksiz, kokusuz ve tatsız olmakla birlikte son derece zehirli bir gazdır. Duyu organlarımızla bu gazı fark etmemiz maalesef mümkün değildir. Genelde eksik yanma sonucu oluşan bu gaz ne yazık ki sobalardan sızarak ülkemizde yüzlerce insanın hayatını kaybetmesine sebep olmaktadır. Karbonmonoksit gazına maruz kalan kişi belli bir süre sonra öleceğini dahi bilse olduğu yerden ayrılamaz konuma gelir. Son derece ölümcül olan bu gaza karşı ülkemizde ve birçok yabancı ülkede de yeterince önlem alınamamaktadır.

1.2.3. Akıllı Ev Sistemlerinin Gelişimi

Akıllı ev alanındaki gelişmeler kendi başına gerçekleşmemiştir. Tüm gelişmeler öncelikle toplum içinde yer almakta ve toplum içindeki eğilimlerden etkilenmektedir. G. YILDIRIM ve arkadaşlarının [2] "GSM-GPRS Haberleşmeli Merkezi Gaz Seviye Kontrol Sistemi" çalışmasında belirtildiği gibi akıllı ev düşüncesi 1800'li yılların sonunda teknolojide gerçekleşen reformlarla birlikte pratiğe geçirilmiştir. Fakat, akıllı ev teknolojisinin Türkiye' de kullanılmaya başlanması elektrik şebeke sisteminin yeterli seviyede ilerlememiş olmasından dolayı çok geç olmuştur. İlk akıllı evler 1960'lı yıllarda kısıtlı koşullarda Amerikan hobicileri tarafından yapılmıştır ve bu çalışmalar A. KEÇEBAŞ ve arkadaşlarının [3] "Akıllı Evlerde Güvenlik Sistemleri ve Eğitimsel Bir Uygulama" çalışmasında detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Sonrasında ise yaşlı ve özürlülerin desteklenmesinde akıllı ortamları oluşturulması günümüzde büyük bir potansiyele sahip olmuştur.

Artık, akıllı ev uygulamaları toplumdaki her bireyin haberdar olduğu bir konu olmuştur. Akıllı evi, daha az sayıda kişinin etkileşimi sebebiyle rahatlık, güvenlik, haberleşme ve enerjiden tasarruf etmek için evsel ve ofis ortamı için tatbik edilen teknolojilerin birleşmesi olarak tanımlayabiliriz. Bu sistemler arasında aydınlatmanın kumanda edilmesi, uzaktan kumanda sistemi, haberleşme ve güvenlik uygulamaları, hareket sensörleri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kumandası yer almaktadır.

1800'lerden 1900'lere doğru ilerlerken kullanmaya başladığımız gaz sensörleri 1985 yılından beri gaz miktarının ölçülmesi amacıyla evlere girmiş oldu. Birden fazla farklı uygulamalarla gazın ölçümünü yapılabilir fakat en sık görülen uygulamalar kızıl ötesi ışınla yapılan ölçüm ile, maliyeti düşürmek maksadı ile havanın ısıtılmasıyla bileşenlere ayırma işlemi ile yapılan ölçümdür ve bu konuda İ. ÇAYIROĞLU ve arkadaşlarının [4] "Uzaktan Sabit Hat Erişimli Bilgisayar Destekli Ev Otomasyonu" adlı çalışmasında güzel incelemeler yapılmıştır. Sensörler, evlerimizdeki en büyük tehdit olan karbonmonoksitin ve diğer tüm zararlı gazların seviyelerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadırlar ve kritik seviyelere ulaştıklarında sesli ve görsel uyarı vermektedirler.

Tez çalışmamızın en büyük farkı , yanıcı gaz ve karbonmonoksit seviyeleri solunum için kritik seviyelere ulaştığında Akıllı Ev Sistemleri'ne sensörümüzün sinyal gönderip ev içerisinde gerekli önlemleri otomatik olarak aldırmasıdır.

BÖLÜM II. PROJEDE KULLANDIĞIMIZ DEVRE ELEMANLARI TANITIMI

2.1. MIKRODENETLEYICI

2.1.1. Arduino Mega 2560

Mikrodenetleyiciler, programlanabilir ve donelerin programın içerisinde depolanmanın akabinde tekrar çağırılabilir bir çipten meydana gelen elektronik aletlere denir. S. UĞUZ ve arkadaşları [5] "Kablosuz Sensör Ağı Uygulamaları için Net Tabanlı Otomasyon Yazılımı Modeli" çalışmasında ilgili örnek bulunabilir.

Tez çalışmamızda kullanmayı planladığımız mikrodenetleyicinin seçilme aşamasında programlanabilmenin kolay olmasına ve kaynaklarının zengin olmasına dikkat edilmiştir. Mikrodenetleyiciler, içsel yapılarının hayli karışık olması dolayısıyla daha yalın yazılım dili vasıtasıyla verimi artmış bir durumda kullanılması mümkündür. Arduino MEGA 2560 mikrodenetleyicisi bahsedilen tüm özellikleri içermektedir.



Şekil 2: Arduino Mega 2560 Ön ve Arka Yüz

Arduino Mega 2560, 54 adet dijital giriş / çıkış pinine sahiptir. Bu pinlerden 15 adedini PWM çıkış şeklinde kullanabiliriz. Bunun yanısıra, 16 tane analog giriş, 4 tane UART, bir tane 16 MHz kristal osilatör, USB bağlantı girişi, 2.1 mm çapında enerji jakı, ICSP başlık ve resetleme butonu içermektedir. Mikrodenetleyiciyi desteklemeye yönelik gereken bileşkenlerin tamamını Arduino Mega 2560 içermektedir. Ayrıca, bir laptop ile bağlantı kurularak, bir güç kaynağı veya batarya

yardımıyla çalıştırılması mümkündür. Arduino Mega R3 aşağıdaki ekstra özellikleri içermektedir;

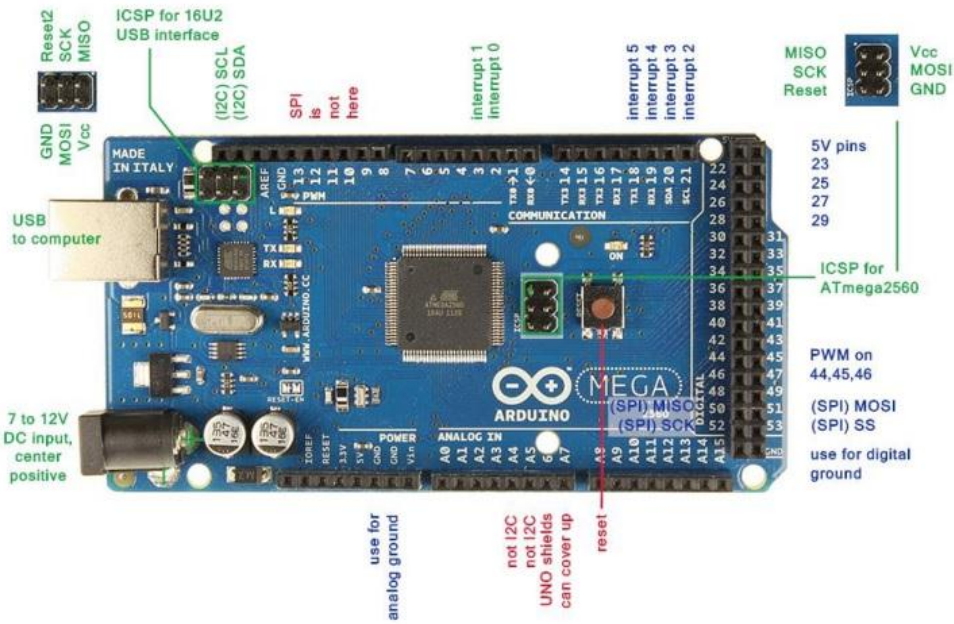
Tablo 2: Arduino Mega Teknik Özellikler

Mikrodenetleyici	AT Mega 2560
İşletme Gerilimi	5 V
Besleme Voltaj (Tavsiye Edilen)	7-12 V
Besleme Voltaj (Limit Değer)	6-20 V
Dijital Input/Output Pinler	54 (14 adedi PWM çıkış)
Analog Input Pinler	16
Input/Output Pinlerdeki Akım	40 mA
3.3 V Pin Akımı	50 mA
Hafıza Kartı	256 kB
SRAM	8 kB
EEPROM	4 kB
Frekans	16 MHz

Arduino Mega 2560, USB yolu ile veya harici bir güç kaynağı / pil ile beslenmesi mümkündür. Adaptörün seçimi otomatikman yapılır.

Kartımız 6-20 Volt arasındaki harici güç kaynağından beslenebilmektedir. Şayet, 7 Volt'un altında bir besleme yapıldığı takdirde 5 Volt output pini 5 Volt verememektedir ve kartın dengesiz çalışmasına sebep olabilir. 12 Volt üzerinde bir harici adaptör kullanıldığı takdirde voltajın düzenleyici aşırı ısındığından dolayı kartta hasar meydana gelebilir.

Ayrıca, Arduino Mega 2560 USB'de fazla akıma karşı korunaklıdır. Genelde, tüm bilgisayarlarda bu korunma bulunmaktadır fakat ilave olaraktan Mega2560'larda 500mA üzeri herhangi bir akım uygulandığı taktirde atabilecek sigorta bulunur.



Şekil 3: Arduino Mega 2560 Donanım Yapısı

54 adet dijital input / output pinlerin herbiri pinMode ( ), digitalWrite ( ), ve digitalRead ( ) fonksiyonlarının kullanımı durumunda input veya output babında kullanılması mümkündür. 5 V ile çalışmaktadırlar ve her bir pin max. 40 mA giriş veyahut çıkış gerçekleştir. Pinler, 20-50 kOhm kaldırma dirençlerine sahiptir. Bu pinler dışında kendine has göreve sahip pinler de vardır:

- **Seri 0: 0 ve 1 (RX ve TX); Seri 1: 19 ve 18 (RX ve TX); Seri 2: 17 ve 16 (RX ve TX); Seri 3: 15 ve 14 (RX ve TX).** Seri bir şekilde veri alabilmek (RX) ile gönderebilmek (TX) için kullanılmaktadır. 0 ve 1 pinleri eş zamanlı olarak ATmega16U2 USB2TTL seri birleşiğinin ilgili pinlerine bağlanmıştır.
- **Harici Kesme: 2 (Kesme 0), 3 (Kesme 1), 18 (Kesme 5), 19 (Kesme 4), 20 (Kesme 3), ve 21 (Kesme 2).** Bahseilen pinler harici kesme işlemleri amacıyla kullanılmaktadır (düşmekte olan kenar kesmesi, yükselmekte olan kenar kesmesi, değişmekte olan kesmeler vs.). AttachInterrupt ( ) fonksiyonu kullanılmasıyla hangi kesmenin ne biçimde kullanılabileceği belirtilmektedir.

- **PWM: 0 ve 13 arası.** 8 bit PWM output vermektedir. AnalogWrite ( ) fonksiyonunu kullanmaktadır.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** Bu pinlerin SPI kütüphanesini kullanır ve SPI iletişimin kurulumunu sağlarlar. Ek olarak, SPI pinler ICSP bağlantısı yolu ile de kullanılır.
- **LED: 13.** 13 no'lu pin üzerinde bir adet LED bulunur. Output yüksek olduğunda LED ışığı yanmaktadır, düşün olduğunda sönmektedir.
- **TWI: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Kablo kütüphanesinin kullanımı vasıtasıyla TWI haberleşmeyi gerçekleştirebilir.

Mega 2560 üzerinde tanesi 10 bit çözünürlüğünde 16 adet analog input bulunmaktadır. Olağan olarak 0 ve 5 Volt aralıklarında çalışmaktadırlar, fakat AREF pin ile analogReference ( ) fonksiyonu vasıtası ile referans gerilim aralık mesafesinin değiştirilmesi mümkündür.

2.2. SENSÖRLER

Bulunulan ortam şartlarındaki verileri almak maksadıyla kullanılan elektrik cihazlarına sensör denir. Sensörlerin topladığı bilgiler, transdüserler vasıtasıyla elektriksel sinyale dönüştürülür. Sensörler, analog ile dijital olacak şekilde 2 gruba ayrılabilir. Analog sensör, sensörün output'undan alınan verinin zaman/genlik ekseni boyunca tüm kısımlarda değeri alabilmeyi gerçekleştiren sensörlere denir. Dijital sensör de biner tabanı kullanmakta olan, output'unda sadece 1 veya 0 gösteren sensörlerdir.

Tez çalışmamızda kullandığımız sensörler; MQ-2 yangın ve sigara dumanı sensörü, MQ-4 metan gazı (CNG) sensörü, MQ-9 karbonmonoksit sensörü, DHT11 nem sensörü ve DS18B20 – T092 DIP sıcaklık sensörüdür.

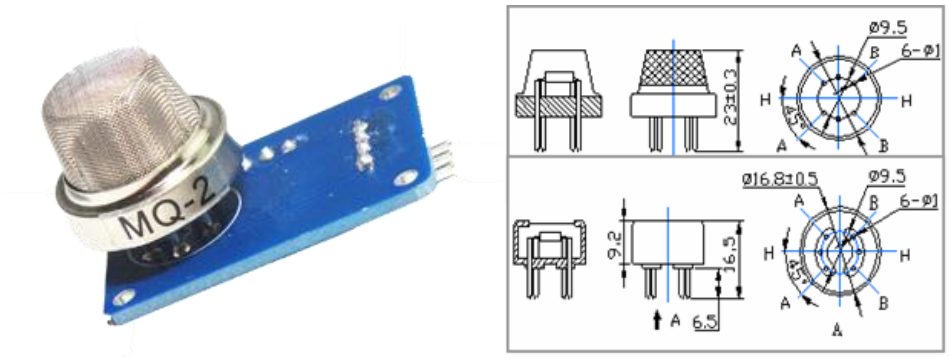
Tez çalışmamızda analog sensörleri seçme amacımız; dijital sensörler karşısında kullanılmasının kolay olmasından dolayıdır. Bu iki tip sensör arasında fiyat ve

performans oranını da incelediğimizde analog sensörü kullanmanın daha mantıklı olacağını tespit ettik.

Mikrodenetleyici dijital tabana sahip bir donanım olduğundan dolayı; mikrodenetleyicinin bu bilgileri algılayabilmesi uğruna, sensörlerden gelmekte olan analog bilgilerin dijital bilgiye çevrilebilmesi gerekmektedir. Bu işlemleri gerçekleştirmek amacıyla, Arduino içerisinde ADC bulundurur. Böylelikle, alınan analog sinyaller 10 bit'lik kuantalayıcı üzerinden dijital sinyal formuna dönüştürülür. Örneklendirme frekansını 10 KHz olaraktan Arduino'nın kütüphanesi içerisinde sabitlendirilmiştir. Arzu edinilen durumlarda, Arduino kütüphanesi dahiline gir mek yoluyla örneklendirme frekansını arttırabilir ya da azaltabiliriz. Arduino'daki analog input portları kullanılarak ölçülebilen max. input sinyal 5 Volt'tur.

2.2.1. Yangın ve Sigara Dumanı Sensörü (MQ-2)

MQ-2 Yangın ve Sigara Dumanı sensörü havada bulunan gazın mevcudiyetini tespit edip, yoğunluğunu ölçen ve bunun sonucu olarak analog output voltajı verebilen bir modüldür. MQ-2 sensörünün duyu malzemesi temiz havadaki iletkenliği düşük olan SnO_2'dir. Hedeflene yanıcı gaz havada mevcut olduğunda, sensörün iletkenliği gaz konsantrasyonunun yükselmesi ile birlikte daha fazladır. Gaz konsantrasyonu ölçme menzili 300 ppm ile 10000 ppm arasındadır. MQ-2 Yangın ve Sigara Dumanı Sensörü, - 100 °C ile 500 °C arasında çalışmaya müsaittir. 5 Volt beslemesiyle 150 mA altında bir miktarda akım çekmektedir. LPG, Metan, Propan, Hidrojen ve yanıcı buhara karşı yüksek hassasiyete sahiptir ve düşük maliyete sahiptir.

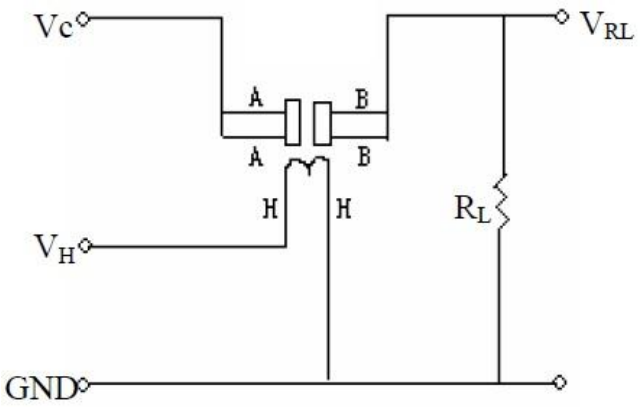


Şekil 4: MQ-2 Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri

Tablo 3: MQ-2 Sensör Teknik Özellikler

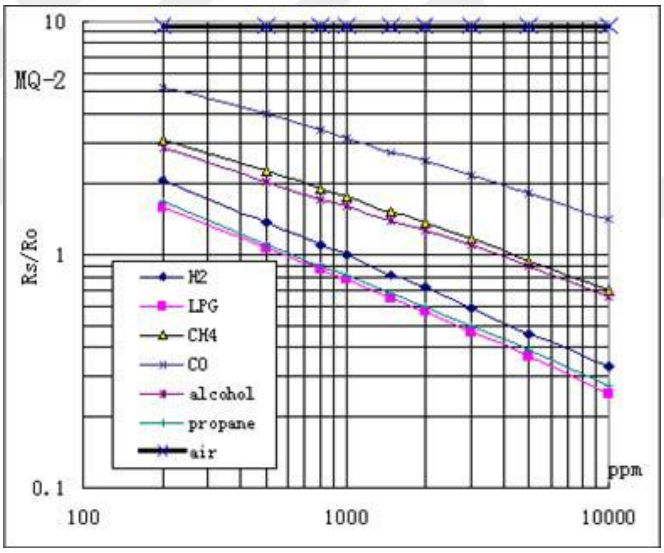
Sensör Tipi			Yarı İletken
Standart Kapsüllenme			Bakalit (Siyah Bakalit)
Devre	Çevrim Voltajı	V_C	24 VDC'den az
	Isıtıcının Voltajı	V_H	5.0 V ± 0.2 VAC veya DC
	Yük Rezistansı	R_L	Ayarlanabilen
Karakter	Isıtıcı Rezistansı	R_H	31Ω±3Ω（Oda Sıc.）
	Isıtıcı Tüketimi	P_H	≤900mW
	Algılama Rezistansı	R_S	2KΩ-20KΩ (2000 ppm C_3H_8 varken)
	Sensitivite	S	R_s(havada)/R_s(1000 ppm izobutan) ≥5
	Eğim	α	≤0.6($R_{5000ppm}$/$R_{3000ppm}$ CH_4)
Durum	Nem		20 ℃ ± 2 ℃ ; 65 % ± 5 % R_H
	Standart Test Devresi		V_c : 5.0 V ± 0.1 V ; V_H: 5.0 V ± 0.1 V
	Ön Isıtma Zamanı		48 saatten fazla

5 Volt'u sensördeki ısıtım (H) pinlere bağlantısı yapmak, ısısını fonksiyon gösterebileceği düzeyde tutmaya kafidir. A veya B pinlere 5 Volt bağlantısını yapmak sensörden geri kalan pinlere analog voltaj geçmesine sebep olmaktadır. Output ve topraklama pinleri arasına rezistif tip yükün eklenmesi, sensördeki hassasiyeti ayarlamamızı sağlar, fakat 20 kΩ başlama noktası adına gayet elverişli bir rezistif tip yük olmaktadır.



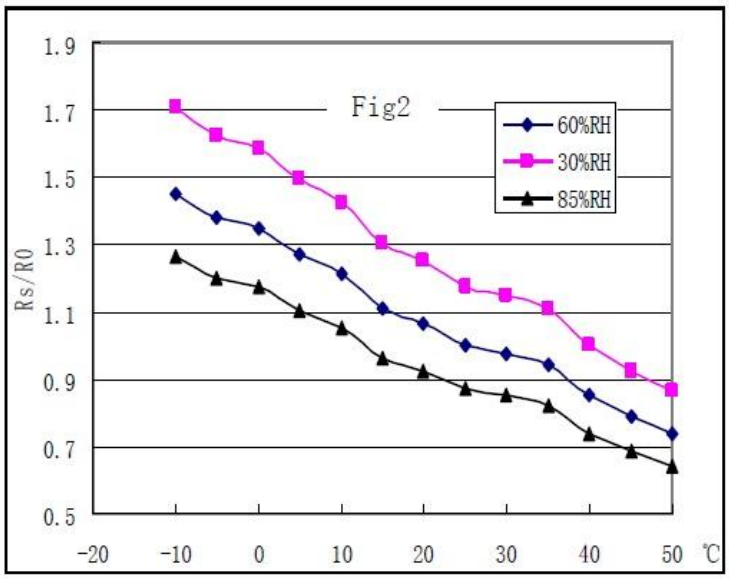
Şekil 5: MQ-2 Gaz Sensörü Test Devresi

VH, sensöre onaylı çalışma sıcaklığı sunarken, VC sensörle seri olan yük direncinde (RL) voltajı (VRL) algılamak için kullanılır. Sensörün ışık polaritesi vardır, Vc'ye DC gücü gerekir. VC ve VH, sensörün performansını sağlamak ön şartıyla aynı güç devresini kullanabilir.



Şekil 6: MQ-2 Hassasiyet Özellikleri

Şekil 6 MQ-2'nin tipik hassasiyet özelliklerini, sensörün direnç oranını (Rs/Ro) ve gazların konsantrasyonlarını göstermektedir. Rs farklı gazların direnci anlamına gelirken, Ro ise sensörün 1000 ppm Hidrojen'deki direncini ifade eder.

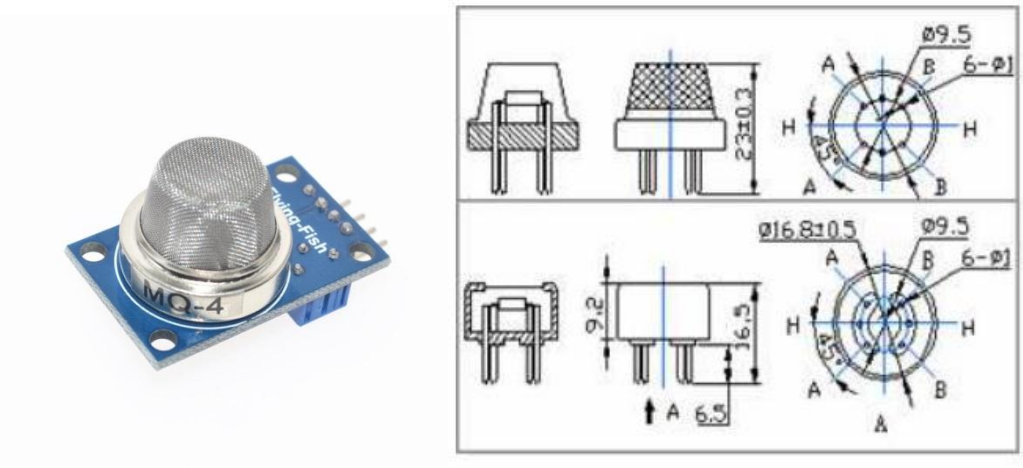


Şekil 7: MQ-2 Isı ve Neme Karşı Değişim

Şekil 7 MQ-2'nin tipik ısı ve nem özelliklerini ve sensörün direnç oranını (Rs/Ro) göstermektedir. Rs sensörün 1000 ppm Bütan'ın farklı sıcaklık ve nem değerlerindeki direncini ifade ederken , Ro sensörün 1000 ppm 20℃/65% R_H Metan'a karşı direncini gösterir.

2.2.2. Metan Gazı (CNG) Sensörü (MQ-4)

MQ-4 metan gazı (CNG) sensörü, 300-10000 ppm arasındaki doğalgaz kaçağını tespit etmek amacıyla yerinde dizi konsantrasyonlarında Metan (CNG) doğalgaz varlığını algılar ve doğalgazın konsantrasyonuna bağlı olmaksızın analog voltajı output olarak vermektedir. MQ-4 metan gazı sensörünün duyu malzemesi temiz havadaki iletkenliği düşük olan SnO_2'dir. Hedeflenen metan gazı havada mevcut olduğunda, sensörün iletkenliği gaz konsantrasyonunun yükselmesi ile birlikte daha fazladır. Metan, Propan ve Bütan'a karşı yüksek hassasiyete sahiptir ve düşük maliyete sahiptir.

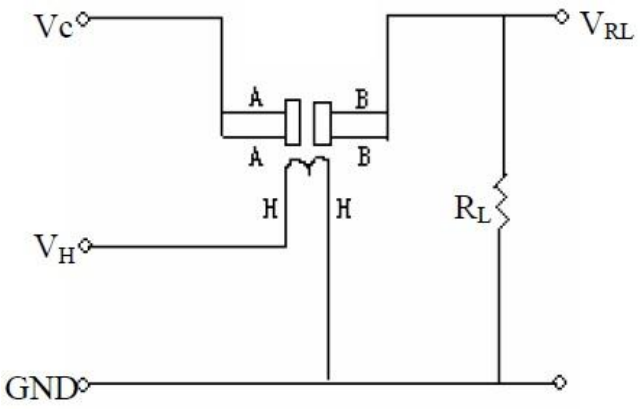


Şekil 8: MQ-4 Gaz Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri

Tablo 4: MQ-4 Sensör Teknik Özellikler

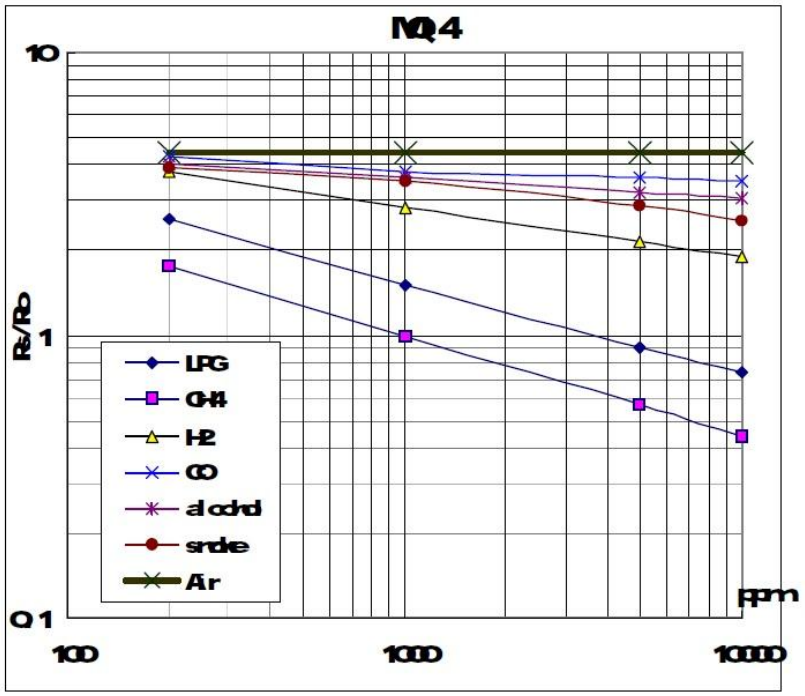
Sensör Tipi			Yarı İletken
Standart Kapsüllenme			Bakalit (Siyah Bakalit)
Devre	Çevrim Voltajı	V_C	24 VDC'den az
	Isıtıcının Voltajı	V_H	5.0 V ± 0.2 VAC veya DC
	Yük Rezistansı	R_L	Ayarlanabilen
Karakter	Isıtıcı Rezistansı	R_H	28.5Ω±3Ω（Oda Sıc.）
	Isıtıcı Tüketimi	P_H	≤900mW
	Algılama Rezistansı	R_S	2KΩ-20KΩ (5000 ppm CH_4 varken)
	Sensitivite	S	R_s(havada)/R_s(5000 ppm CH_4) ≥ 5
	Eğim	α	≤0.6 ($R_{5000ppm}$ / $R_{3000ppm}$ CH_4)
Durum	Nem		20 ℃ ± 2 ℃ ; 65% ± 5% R_H
	Standart Test Devresi		V_c = 5.0 V ± 0.1 V ; V_H = 5.0 V ± 0.1 V
	Ön Isıtma Zamanı		48 saatten fazla

Eğer 5 Volt beslemesi H pin'lerine verilirse sensör yeterli seviyede ısınır, dolayısıyla da daha kesin ölçüm yapılmasını sağlayabiliriz. A ya da B pinlere 5 Volt gerilme bağlantısını yapmak sensörden geri kalan pinlere analog voltaj geçmesine sebep olmaktadır. Sensör hassasiyetini, toprakla sensör output pininin arasındaki bölüme bağlanan direncin değeriyle orantısı olacak şekilde değiştirmek mümkündür.



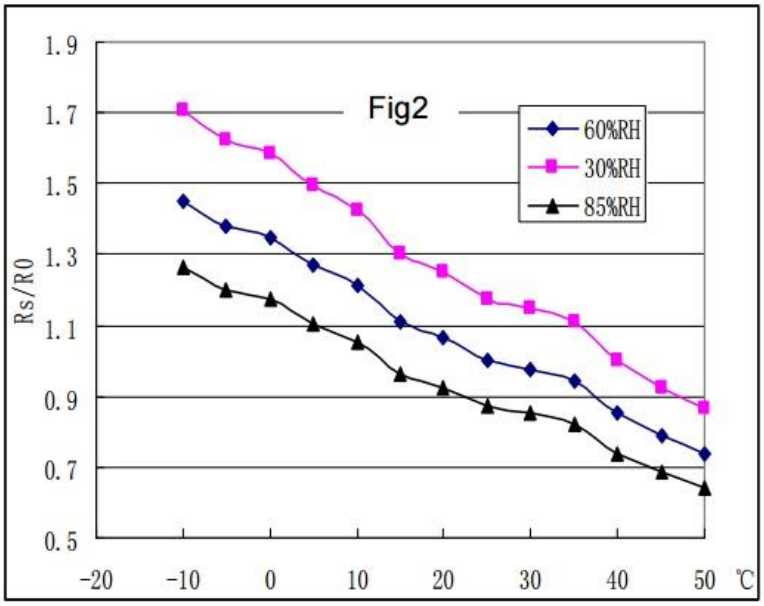
Şekil 9: MQ-4 Gaz Sensörü Test Devresi

VH, sensöre onaylı çalışma sıcaklığı sunarken, VC sensörle seri olan yük direncinde (RL) voltajı (VRL) algılamak için kullanılır. Sensörün ışık polaritesi vardır, Vc'ye DC gücü gerekir. VC ve VH, sensörün performansını sağlamak ön şartıyla aynı güç devresini kullanabilir.



Şekil 10: MQ-4 Hassasiyet Özellikleri

Şekil 10 MQ-4'nin farklı gazların 20 ℃ sıcaklık, %65 nem oranı, %21 O_2 konsantrasyonundaki tipik hassasiyet özelliklerini göstermektedir. Rs farklı gazların direnci anlamına gelirken, Ro ise sensörün temiz havadaki 1000 ppm Metan'daki direncini ifade eder.



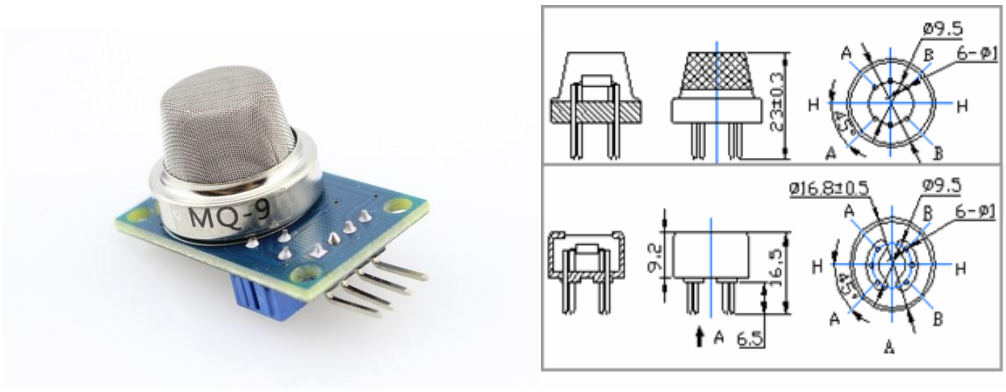
Şekil 11: MQ-4 Isı ve Neme Karşı Değişim

Şekil 11 MQ-4'nin tipik ısı ve nem özelliklerini ve sensörün direnç oranını (Rs/Ro) göstermektedir. Rs sensörün 1000 ppm Metan'ın farklı sıcaklık ve nem değerlerindeki direncini ifade ederken , Ro sensörün 1000 ppm 20℃/65% R_H Metan'a karşı direncini gösterir.

2.2.3. Karbonmonoksit (CO) Sensörü (MQ-9)

MQ-9 CO gazı sensörü 10-1000 ppm arasındaki doğalgaz kaçağını tespit etmek amacıyla yerinde dizi konsantrasyonlarında CO varlığını algılar ve doğalgazın konsantrasyonuna bağlı olmaksızın analog voltajı output olarak vermektedir. MQ-9 gaz sensörünün duyu malzemesi temiz havadaki iletkenliği düşük olan SnO_2'dir. Hedeflenen karbonmonoksit gazı havada mevcut olduğunda, sensörün iletkenliği gaz

konsantrasyonunun yükselmesi ile birlikte daha fazladır. Metan, Propan ve Karbonmonoksit'e karşı yüksek hassasiyete sahiptir ve düşük maliyete sahiptir.



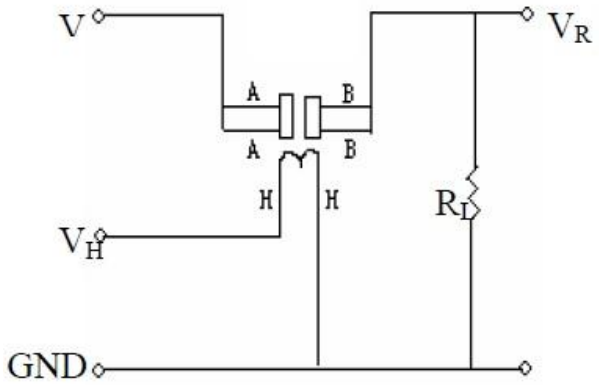
Şekil 12: MQ-9 Gaz Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri

Tablo 5: MQ-9 Sensör Teknik Özellikler

Sensör Tipi			Yarı İletken
Standart Kapsüllenme			Bakalit
Devre	Çevrim Voltajı	V_C	≤10V DC
	Isıtıcı Voltajı	V_H	5.0V±0.2V AC ya da DC
	Isıtıcı Zamanı	T_L	60±1S (Yüksek) 90±1S (Düşük)
	Yük Rezistansı	R_L	Ayarlanabilir
Karakter	Isıtıcı Rezistansı	R_H	31Ω±3Ω（Oda Sıc.）
	Isıtıcı Tüketimi	P_H	≤350mW
	Algılama Rezistansı	R_S	2KΩ-20KΩ (100 ppm CO varken)
	Sensitivite	S	R_s (havada) / R_s (100ppm CO) ≥ 5
	Eğim	α	≤ 0.6 ($R_{5000ppm}/R_{3000ppm}$ CO)
Durum	Nem		20 ℃ ± 2 ℃ ; 65 % ± 5 % R_H
	Standart Test Devresi		V_c = 5.0 V ± 0.1 V ; V_H = 5.0 V ± 0.1 V V_H = 1.5 V ± 0.1 V
	Ön Isıtma Zamanı		48 saatten fazla

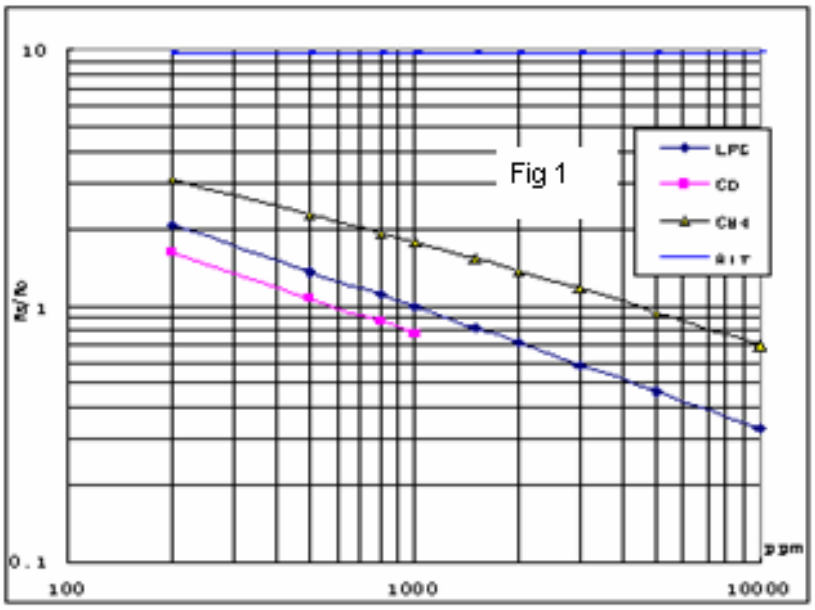
Eğer 5 Volt beslemesi H pin'lerine verilirse sensör yeterli seviyede ısınır, dolayısıyla da daha kesin ölçüm yapılmasını sağlayabiliriz. A ya da B pinlere 5 Volt gerilme bağlantısını yapmak sensörden geri kalan pinlere analog voltaj geçmesine

sebep olmaktadır. Sensör hassasiyetini, toprakla sensör output pininin arasındaki bölüme bağlanan direncin değeriyle orantısı olacak şekilde değiştirmek mümkündür.



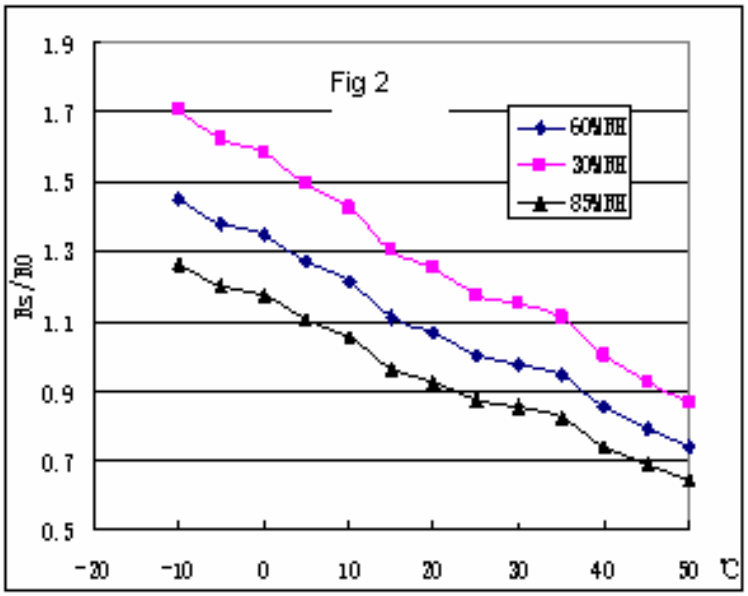
Şekil 13: MQ-9 Gaz Sensörü Test Devresi

VH, sensöre onaylı çalışma sıcaklığı sunarken, VC sensörle seri olan yük direncinde (RL) voltajı (VRL) algılamak için kullanılır. Sensörün ışık polaritesi vardır, Vc'ye DC gücü gerekir. VC ve VH, sensörün performansını sağlamak ön şartıyla aynı güç devresini kullanabilir.



Şekil 14: MQ-9 Hassasiyet Özellikleri

Şekil 14 MQ-9'nin tipik hassasiyet özelliklerini, sensörün direnç oranını (Rs/Ro) ve gazların konsantrasyonlarını göstermektedir. Rs farklı gazların direnci anlamına gelirken, Ro ise sensörün temiz havadaki 1000 ppm LPG'deki direncini ifade eder.

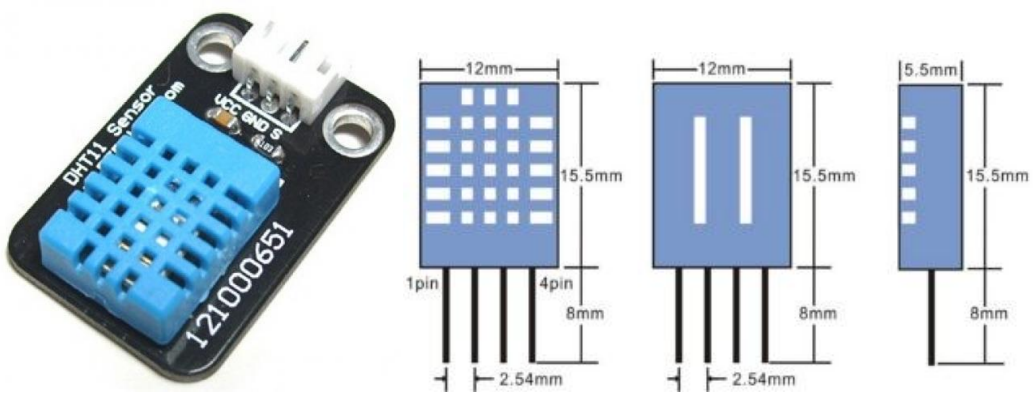


Şekil 15: MQ-9 Isı ve Neme Karşı Değişim

Şekil 11 MQ-4'nin tipik ısı ve nem özelliklerini ve sensörün direnç oranını (Rs/Ro) göstermektedir. Rs sensörün 1000 ppm Propan'ın farklı sıcaklık ve nem değerlerindeki direncini ifade ederken , Ro sensörün 1000 ppm 20℃/65% R_H Propan'a karşı direncini gösterir.

2.2.4. DHT11 Nem Sensörü

DHT11 nem sensörü, sıcaklığı ve nemi algılayabilen kalibrasyonu yapılmış dijital sinyal olarak output verebilen ileri seviyede olan sensör ünitesidir. İçerisinde 8 bit boyutunda mikrodenetleyici mevcuttur, ayrıca ürünün tepkiyi verme süresi kısadır. Sensörün sensitif bir kalibrasyonu vardır. Kalibrasyonunun faktörü OTP hafızasında bulunan programın üzerine saklıdır. Ürün, algılamayı yaptığı sırada hafızasında saklanmış bu faktöre başvurmaktadır.



Şekil 16: DHT11 Nem Sensörü Dış Görünüşü ve Dış Ölçüleri

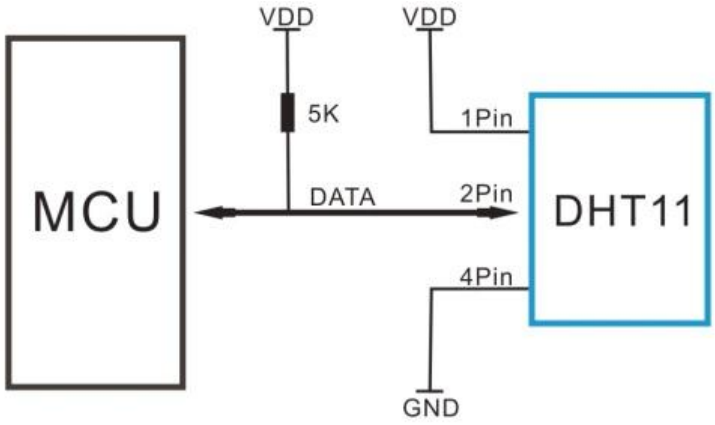
- 40 ve 80 °C arasındaki bölümü +/- 2 °C sapmayla sıcaklığı ölçebilen ürün, 20 – 90 % RH arasındaki bölümü ise +/- % 4-5 RH sapmayla nemi ölçebilmektedir. Sensörün ölçme kabiliyetine gelecek olursak, sensör veri biriktirme periyodu dolayısıyla 2 saniye periyotlar halinde ölçümün sonuçlarını alabilmektedir. Buna ek olarak, peşpeşe sıralı halde olan bacaklar, bağlantının kolay olmasını sağlar. V_{cc} ve output pininin arasındaki bölüme kaldırma direnci ihtiyacı vardır. Böylelikle, 4.7-10 K arasında bir direncin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

Tablo 6: DHT11 Sensör Teknik Özellikler

Parametreler	Durum	Min.	Norm.	Max.
NEM				
Çözünürlük		% 1 RH	% 1 RH	% 1 RH
Tekrarlanabilirlik			± % 1 RH	
Hassasiyet	25 ℃		± % 4 RH	
	0-50 ℃			± % 5 RH
Ölçüm Aralığı	0 ℃	% 30 RH		% 90 RH
	25 ℃	% 20 RH		% 90 RH
	50 ℃	% 20 RH		% 80 RH
Tepki Süresi	1/e (63 %) 25 ℃ , 1 m/s Hava	6 sn.	10 sn.	15 sn.
Gecikme			± % 1 RH	
Uzun Süreli Kararlılık	Normal		± % 1 RH / yıl	
SICAKLIK				
Çözünürlük		1 ℃	1 ℃	1 ℃
		8 bit	8 bit	8 bit

Tekrarlanabilirlik			± 1 ℃	
Hassasiyet		±1 ℃		±1 ℃
Ölçüm Aralığı		0 ℃		50 ℃
Tepki Süresi	1/e (63%)	6 sn.		30 sn.
Güç Ünitesi	DC	3 V	5 V	5.5 V
Beslenen Akım	Ölçülen	0.5 mA		2.5 mA
	Ortalama	0.2 mA		1 mA
	Bekleme sırasında	100 uA		150 uA

Tek telli bus, 5K ohm pull-up direnç gerektirir ve sistemle bağlantı Şekil.17'de gösterildiği gibi gerçekleştirilir.



Şekil 17: DHT11 Bağlantısı

DHT11 açıldıktan sonra, düşük güçte bekleme modunda olur ve DATA satırında bir Başlangıç Sinyali tanımayı bekler. Başlangıç Sinyali, DHT11'in algılamasını sağlamak için DATA hattı üzerinde minimum 18mS düşük gerilim seviyesinden oluşur ve ardından yaklaşık 40us boyunca bir pull-up gerilimi izler. DHT11 Start Sinyalini tespit ettiğinde, 80us süren düşük voltaj seviyesi yanıt sinyali gönderir. Ardından voltaj seviyesini düşükten yükseğe ayarlar ve 80us boyunca tutar ve veri iletimi başlayabilir. Her veri biti 50us düşük voltaj seviyesinde başlar ve daha sonra yüksek voltaj seviyesine geçer; Yüksek voltaj seviyesi süresi iletilmesi gereken bit değerine bağlıdır: 1 bit, 27uS'lik yüksek gerilim seviyesine sahiptir, ve 0 bit'in 70uS'lik yüksek gerilim seviyesi süresi vardır. Son bit verileri iletildiğinde, DHT11 voltaj seviyesini aşağı çeker ve 50us boyunca tutar, daha sonra hattı çekilmiş bırakır

ve bekleme moduna geri döner. Tam bir veri iletimi 40bit'dir, bu nedenle bir iletişim süreci yaklaşık 4mS'dir.

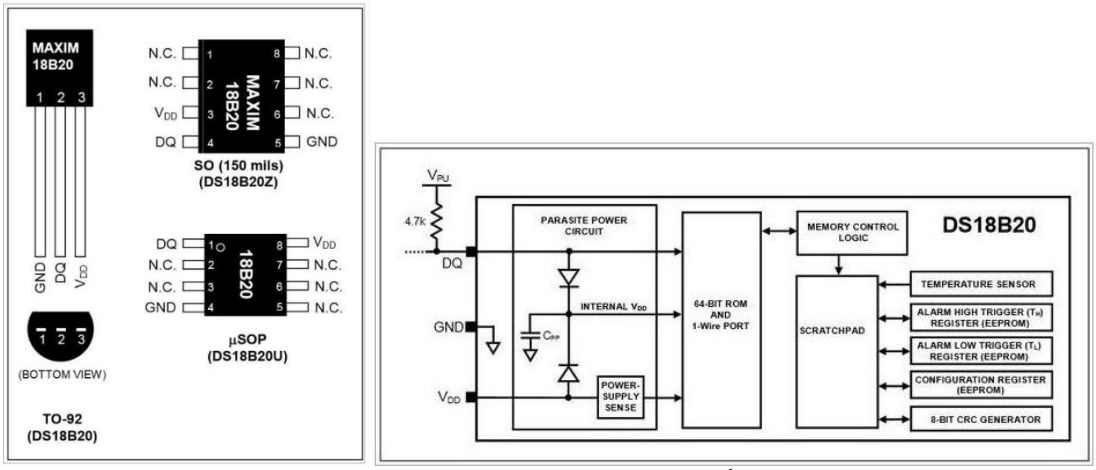
2.2.5. DS18B20 Sıcaklık Sensörü

DS18B20 sıcaklık sensörü, çözünürlüğü programlanır olan dijital output veren bir sensördür. -10 ve +85 °C arasındaki bölümde ± 0.5 °C hassasiyetle sıcaklığın ölçümünü gerçekleştirebilir. DS18B20 sensörünün teknik özelliklerini aşağda bulabilirsiniz.

Tablo 7: DS18B20 Sensör Teknik Özellikler

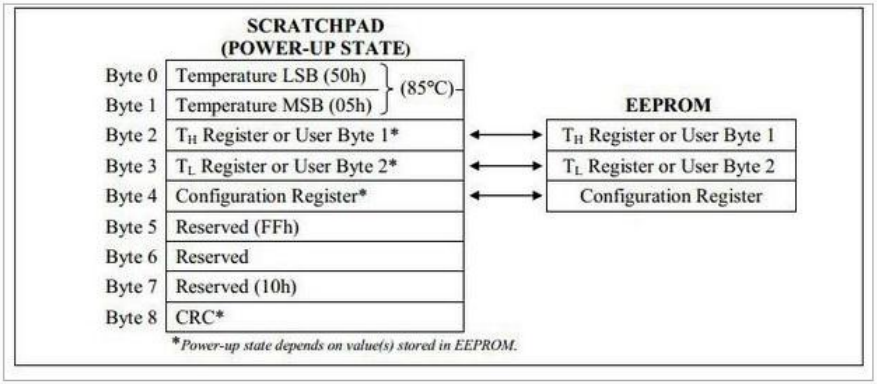
Parametre	Sembol	Durum	Min.	Norm.	Max.	Birim
Besleme Voltajı	V_{DD}	Lokal Güç	+ 3.0		+ 5.5	V
Pull-Up Besleme Voltajı	V_{PU}	Parazit Güç	+ 3.0		+ 5.5	V
		Lokal Güç	+ 3.0		V_{DD}	
Termometre Hatası	t_{ERR}	-10 ve + 85 °C arası			± 0.5	° C
		-55 ve + 125 °C arası			± 2	
Giriş 0 bit	V_{IL}		- 0.3		+ 0.8	V
Giriş 1 bıt	V_{IH}	Lokal Güç	+ 2.2		5.5'den az veya V_{DD} + 0.3	V
		Parazit Güç	+ 3.0			
Dip Akım	IL	$V_{I/O}$: 0.4 V	4.0			m A
Bekleme Akımı	I_{DDS}			750	1000	n A
Aktif Akım	I_{DD}	V_{DD} : 5 V		1	1.5	m A
DQ Giriş Akımı	I_{DQ}			5		µ A

Şekil 18'de iç yapısının görülebildiği DS18B20 sensörüne ait bir diğer nitelik, haberleşmeyi Maxim Integrated firmasının 1-Wire iletişim protokolüyle gerçekleştirmesidir. Bu asenktron iletişim protokolü, Maxim Integrated firmasına ait tüm ürünlerde kullanılmaktadır.



Şekil 18: DS18B20 Paket Yapısı ve İç Yapısı

Sıcaklığın bilgisini 2-bit boyutunda dijital output babında 1-wire iletişimiyle iletmektedir. Ölçümü tamamlanan sıcaklıklar, DS18B20 sensörü içinde bulunmakta olan hafıza kısmının en baştaki 2 bit boyutundaki bölgede yeralmaktadır.



Şekil 19: DS18B20 Hafızası

DS18B20 sensörüyle haberleşme gerçekleştirirken ROM komutları akabinde aşağıdaki komutlar gönderilmelidir. Bahsedilen komutlarla sıcaklığın ölçümüne başlanabilir, hafızasına okuma ve yazma işlemlerini gerçekleştirebiliriz. 6 tane fonksiyonun komutları aşağıdaki gibidir :

- **Convert T (44 h):** Sıcaklığı ölçmeye başlatmaya yarayan komuta denir. Bir sefer ölçme işlemi gerçekleşir ve bitin çözünürlüğüyle bağlantılı olarak maksimum 750 ms içerisinde ölçme işlemi tamamlanmaktadır.

- **Write Scratchpad (4 Eh):** DS18B20 hafızasına yazmaya yetki alan komuta denir. DS18B20 içerisindeki 3 bit'lik kısma yazım işlemi gerçekleşir ve bu bölümler TH, TL ile yapılandırma kaydedicisidir. Verilerin öncelikle LSB'ye gönderilmesi gerekmektedir.
- **Read Scratchpad (B Eh):** DS18B20 hafızası içerisinden okumaya yetki alan komuta denir. Komutun gönderilmesi akabinde, DSB18B20 8 bit + CRC olacak şekilde toplamda 9 bit verinin okunması sağlanır.
- **Copy Scratchpad (48 h):** Daimi olmayan hafızadaki TH, TL ile yapılandırma kaydedicilerinin dahili haldeki EEPROM hafızasına yazılması bu komutla gerçekleşir.
- **Recall E2 (B 8h):** Dahili haldeki EEPROM hafızasında saklanan TH, TL ve yapılandırma kaydedicilerinin tekrar daimi olmayan hafızaya yazılması bu komutla gerçekleşir.
- **Read Power Suply (B 4h):** Mastır cihazın hat üzerindeki DS18B20 sensörlerinin hattın üzeri veya hariçten beslenip beslenmediklerini kontrolünü sağlayan komuttur.

2.3. ILETIM KATMANI

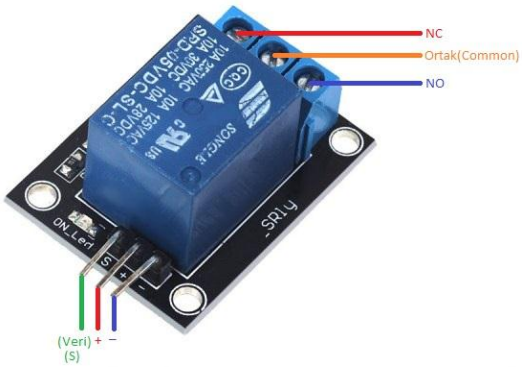
2.3.1. 5V Röleler

Elektromanyetik şekilde çalışmakta olan devre elemanlarına denir. Bir başka ifadeyle, içerisinden akımın geçmesi halinde diğer elektriksel devrenin açılımı ve kapanmasına neden olan elektrik anahtarıdır. Elektromıknatısın kontrolünü gerçekleştirdiği bir anahtardır.

Röleler; üç adet kısımdan oluşmaktadır, bunlar; Kontakt, Palet ve Bobin'dir. Rölelerin girişine bobin denir. Palet ile kontakt bölümleri bobinle hiçbir şekilde elektrik bağlantısına sahip değildir.

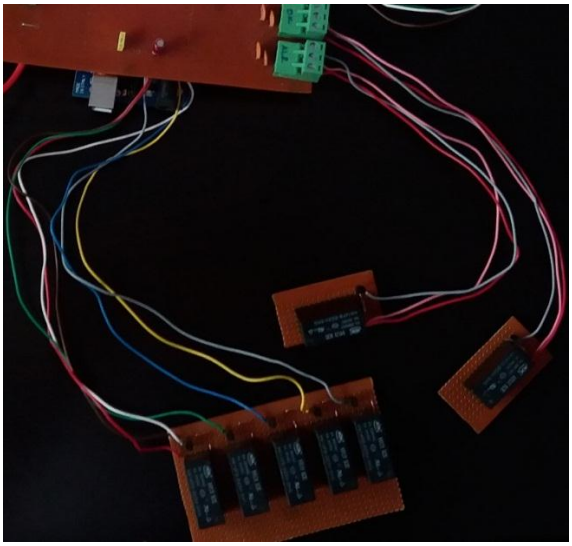
Ufak çaplı akımla, gerilimle büyükçe akımla gerilimlerin kontrolü sağlanır. Röle, eş zamanlı olarak çeşitli dalga ile frekans çeşitlerinden etkilenmeksizin anahtarlanarak çeşitli özelliklerdeki elektrik-elektronik devrelerinin kontrolü

yapılabilmektedir. NO Kontakt: Normal şartlarda açık kontakt anlamına gelir ve devre açıktır. Lojik olarak 0 anlamındadır. NC Kontakt: Normal şartlarda kapalı kontakt anlamına gelir ve devre kapalıdır. Lojik olarak 1 anlamındadır.



Şekil 20: 5V Röle Modülü

Tezimizde toplam 7 adet röle kullanılmıştır. Bu rölelerin NO uçlarında Akıllı Ev Sistemi Otomasyonu olmasına varsaydığımızda, rölemizin bobininin uçları enerjilendirilmediği müddetçe anahtarımız açık kalmaktadır, dolayısıyla havalandırma/klima/davlumbaz aktif olmaz. Fakat, bobinin uçları enerjilendirilirse manyetik bir alan meydana gelir ve elektromıktanıs çalıştırılır, dolayısıyla kontaktın kapanması sağlanır. Sonuç olarak, havalandırma/klima/davlumbaz aktif hale gelir.



Şekil 21: Projede Kullanılan Röleler

BÖLÜM III. YÖNTEM

3.1. BİTİRME PROJESİNİN AMACI

Akıllı evler, farklı sistemlerin beraber koordinasyonlu olarak kullanımıyla, tekniksel performansın artmasını, işletme maliyetini azaltmayı, esnekliği arttırmayı maksimum seviyelere taşıyabilen yapılardır ve H. ŞAHİN ve arkadaşları [6] "Akıllı Konut Teknolojileri" çalışmalarında ciddi araştırmalar yapmışlardır.

Projemiz kapsamında yapılan çalışmalar, insanların yaşamını kolaylaştıracak; ısıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi, gibi birçok sistemi kontrol altına almayı amaçlamaktadır. İnsanlar, kontrolde olan bu sistemler sayesinde daha neşeli, barışçıl, ayrıca stressiz hayat yaşamaktalardır.

Ev içerisindeki CO konsantasyonları, sigara ve yangın dumanı, CNG (metan) ve doğalgaz kokusu, sıcaklık ve nem miktarlarından herhangi biri eşik seviyesine ulaştığı takdirde, tasarladığımız cihazımız Akıllı Ev Sistemleri uygulamalarına sinyali gönderip ev içerisinde bulunan klima, aspiratör, havalandırma, ocak vb. ekipmanları yönetecektir.

Bitirme projesinde tasarladığımız cihazımız geliştirilerek endüstriyel tesislerde ve ofislerde iş kazalarının minimize edilmesini ve tesise/ofise uygun eşik değerleri belirlenerek sağlıklı bir iş ortamı sağlanabilir.

Ölçülen miktarla analog sinyal olarak gönderilmekle kalmayıp, mevcut LED ekranda değerler anlık görülebilecek olup, buzzer sayesinde de olası bir tehlike anında sesli uyarı verip ortamda bulunan insanları uyarıp, ortamdan uzaklaşmalarını sağlayacaktır.

3.2. KOKU ÖLÇÜ ALETİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Tasarladığımız cihazın avantajları aşağıdaki gibidir:

- Ortamda güvenliği sağlar.
- Sinyali gönderdiğimiz sistemlerden dolayı konforlu yaşamın sürdürülebilmesine sebep olur.
- Ev içerisindeki zehirlenmeli ve ölümcül kazaların oluşma ihtimalini azaltır.
- Enerji tasarrufu sağlar.
- Ortamda sürekli ölçüm yapar ve hassasiyeti yüksektir.
- Bedensel ya da ruhsal engeli olan kişilerin hayatlarını daha kolay hale getirir.
- Maliyeti düşüktür.

Tasarladığımız cihazın dezavantajları ise aşağıdaki gibidir:

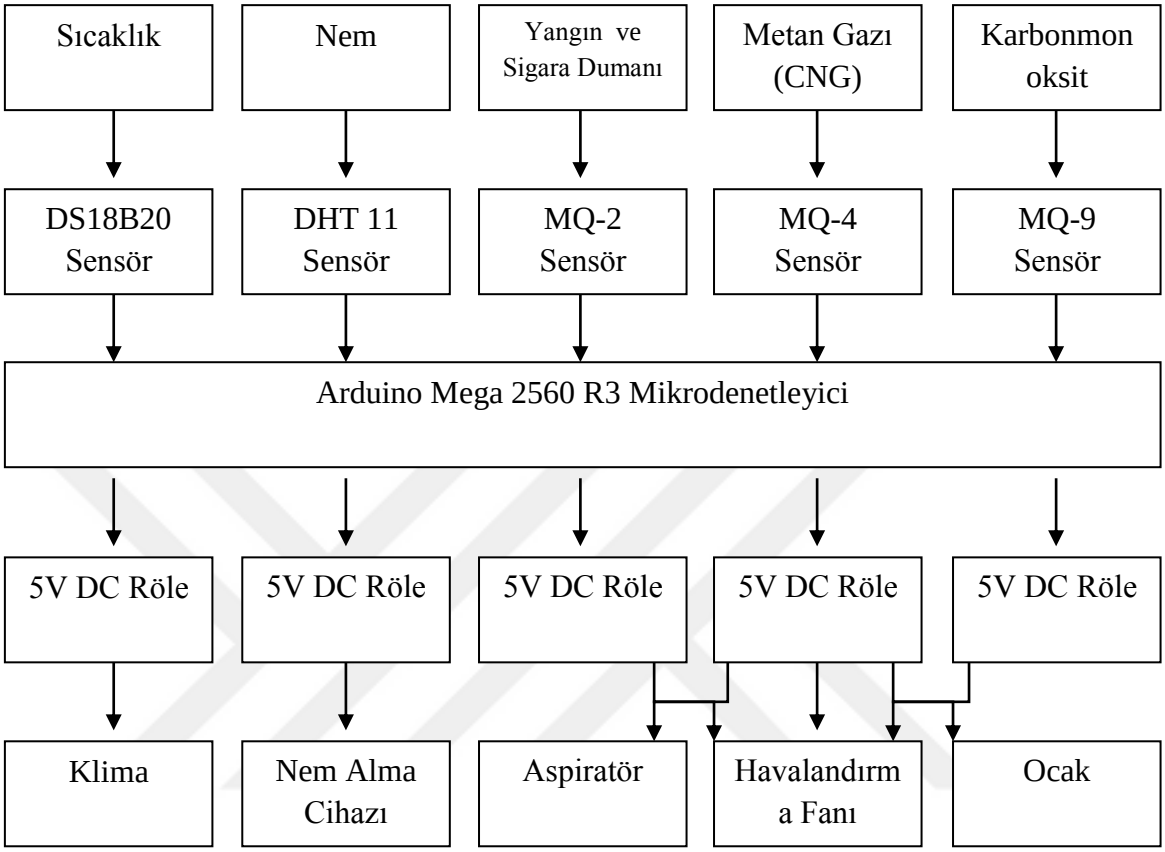
- Konforlu kullanımından sebeple, kişilerin tembelleşmesine sebep olur.
- Zamanla sensörler kirlenebilir.
- Evde bulunan her oda sayısı kadar ekstra cihaza sensör eklenmesi gerekmektedir.
- Zamanla kalibrasyon hassasiyeti azalabilir.

3.3 YÖNTEM

3.3.1. Cihaz Kontrolü Blog Şeması

Şekil 22'de cihazımızın kontrolünü basit biçiçmde görselleştirme sebebiyle hazırladığımız bir adet blog şeması bulunmaktadır. Bu projede sensörleri etkileyen sıcaklık, nem, gaz miktarları gerilim değerlerini değiştirmekte ve bu gerilim değerleri mikrodenetleyiciye aktarılmaktadır. L. BİRGÜL ve arkadaşlarının [7] "Mikrokontroller ile Akıllı Ev Otomasyonu ve Bilgisayar Arayüzü" çalışmasında bahsedildiği gibi, mikroişlemciye iletilen analog

veriler ADC ile dijital sinyale çevrilip röleler üzerinden ilgili ekipmanlara gönderilmesi sağlanmaktadır.



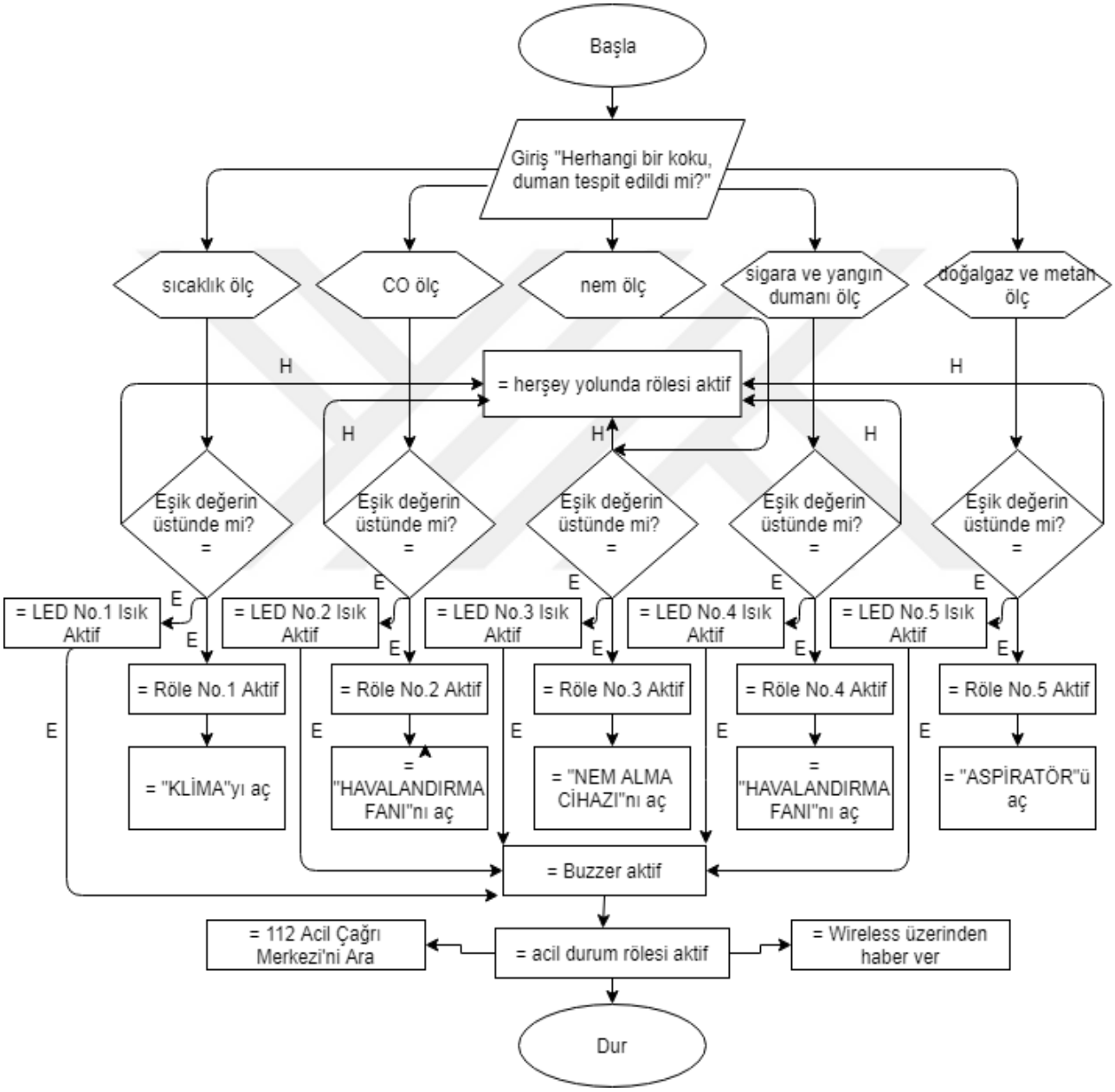
Şekil 22: Koku Ölçü Aletinin Kontrolü

3.3.2. Sistem Algoritması

Şekil 23'de cihazımızın nasıl işlediğini gösteren algoritma yer almaktadır. Algoritma üzerinden anlaşılabileceği üzere cihazımızda her bir sensöre ait set değerin üzerinde ölçüm durumunda aktif duruma geçen LED ışık ve röle yer almaktadır. Buzzer ve Acil Durum Rölesi ise sensörlerden herhangi birisinin set değerinin üzerinde ölçüm durumunda dahi aktif duruma geçmektedir.

Ölçümün set değerin altında kalması durumunda ise Herşey Yolunda Rölesi aktif hale geçmektedir.

Bölüm V – Yorumlar ve Değerlendirmeler bölümünde detaylı inceleneceği üzere, cihazımız Acil Durum Rölesi'nden alınacak sinyalimiz Wi-Fi haberleşmesi veya H. IŞIK ve arkadaşlarının [8] "Mikrodenetleyici Kullanarak Cep Telefonu Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması" çalışmasında belirtildiği gibi evsahibinin telefonuna SMS gönderme gibi fonksiyonlarla acil durumda hızlı reaksiyon almaya uygundur.



Şekil 23: Sistem Algoritması

BÖLÜM IV. SONUÇLAR

Önceki bölümlerde paylaştığımız istatistiklerde belirtildiği gibi ülkemizde ev zehirlenmeleri dolayısıyla günümüze kadar binlerce insan hastanelik olmuş, birçoğu da maalesef hayatını kaybetmiştir. Bu durumu göz önüne alarak girmiş olduğumuz bu proje CO konstrasyonları, sigara ve yangın dumanı, CNG (metan) ve doğalgaz kaçaklarını olası bir sızıntı durumunda fark etmemizi sağlayacaktır.

F. XIA ve arkadaşlarının [9] "Internet of Things" adlı çalışmasını baz alarak IoT destekli gaz dedektör sistemimiz bu gazları algılayıp, uyarı vermek üzere tasarlanıp faaliyete geçirilmiştir. Yapmış olduğumuz testler sonucunda projemizin doğru bir şekilde çalıştığını gördük. Daha önceden de belirttiğimiz gibi beş farklı eşik değerini geçen duruma dair uyarı alıyoruz. Kullanmış olduğumuz alarm tipleri görsel olarak LED ve sesli olarak buzzer'dır.

Testlerimizi yaptık ve neticesinde istediğimiz sonuçlara ulaştık. Karbonmonoksit ve CNG (metan) gazlarını, sigara dumanını sensörümüze yaklaştırdığımızda veya detektörün bulunduğu ortamdaki sıcaklık ve nem miktarlarını eşik değerlerinin üzerine çıkardığımızda, ilgili sensörlerin LED ışığı yandı ve ışıklı uyarı almış olduk. Hemen akabinde detektörün buzzer'ı ötmeye başladı ve sesli uyarımızı da aldık. Akabinde ise mikrodenetleyici ilgili sensöre bağlı olan 5V röleyi enerjilendirerek DC sinyalimizi göndermiş oldu. Böylelikle, yaptığımız testlerimizden doğru netice elde etmiş bulunmaktayız.

Biz uygun bölgelerde uygun maliyet açısından bu projenin kapsamını uyarı verecek, alarm durumunu bildirecek şekilde tasarlayıp, gözler önüne sunduk. Bu adımları atmamızın yanı sıra projemizin daha da geliştirilebilir olması, projemiz için güzel noktalardan bir başkasıdır. Daha gelişmiş teknikler kullanarak masrafımızı artıracak olursak; Raspberry Pi geliştirme kartı üzerine yazılan bir program ile evssel kullanım

beyaz eşyalarının ihtiyaç duyulan bilgilerinin sensörlerden elde edilerek ilgili adrese kablosuz olarak ulaştırılması mümkün kılınabilir.

Günümüzde ihtiyaç duyulan, makinelerin kendi arasında ve makine yönetim seviyesinde haberleşmesi için basit ekonomik olarak katlanılabilir ucuz bir haberleşme ortamına ön ayak olunabilecektir.

Ayrıca, projemize RS232 seri haberleşme portu kullanarak, telefon ve bilimum aygıtlarla arama ve SMS üzerinden iletişim kurabilen SIM9000 tabanlı GSM modülü eklenerek, acil durumlarda ev sahibininin veya itfaiyenin telefonuna otomatik mesaj gönderilebilir.

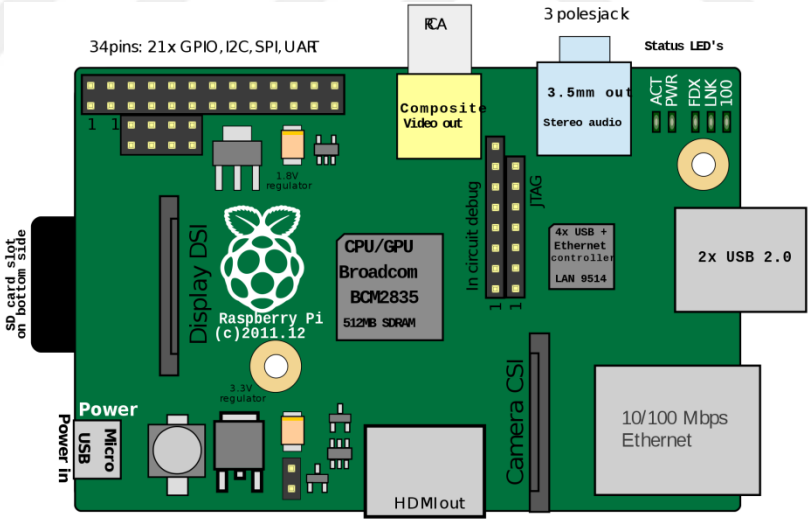
M. HERMANN ve arkadaşlarının [10] "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios" çalışmasında detaylı belirtildiği gibi bu haberleşme ortamı Endüstri 4.0 kapsamında ihtiyaç duyulan birçok bilgiyi yine günümüz endüstri seviyesindeki haberleşme hızlarında gerçekleştirilebilecek bir yapıya sahiptir.

Projemizin amacına hizmet etmesi temennisiyle.

BÖLÜM V. YORUMLAR ve DEĞERLENDİRMELER

Beyaz eşya ve sistemlerin birbirleri ile haberleşmesini esas alan sistemler dünyada mevcut olup, özellikle Avrupa ve Uzakdoğu'da bazı firmalar tarafından modüler olarak üretilerek satılmaktadır. Gaz detektör sistemimizin geliştirilebilir olması sebebiyle, maliyetleri yüksek olan sistemlerin maliyetlerinin düşürülerek özellikle küçük ve orta fiyat aralığındaki beyaz eşyalar için ulaşılabilir hale getirilebilir.

Raspberry Pi, başlangıçta genç programcılara kodlama becerilerini geliştirmeleri ve kendilerini Cambridge Üniversitesi'ndeki bilgisayar eğitimi dersinde beceri kazanmaları için tasarlanmış ARM işlemcili çalışmakta olan minik bilgisayara denir. Raspberry Pi, kendisine bağlanabilen mouse, klavye, ekranıyla eksiği olmayan bir mini bilgisayardır. 2009'da Raspberry Pi Foundation'ın üretmeye başladığı ürünün birincil gayesi masaüstü bilgisayar veya laptop satın alamayan öğrencilerin bilgisayar ile tanışmasını sağlamaktı. Fakat, içerisindeki gpio pinleriyle elektronik sistemler ile iletişimde kullanılmasından dolayı, elektronik-mekatronik alanlarında kendisine yepyeni kullanma alanı bulmuştur.



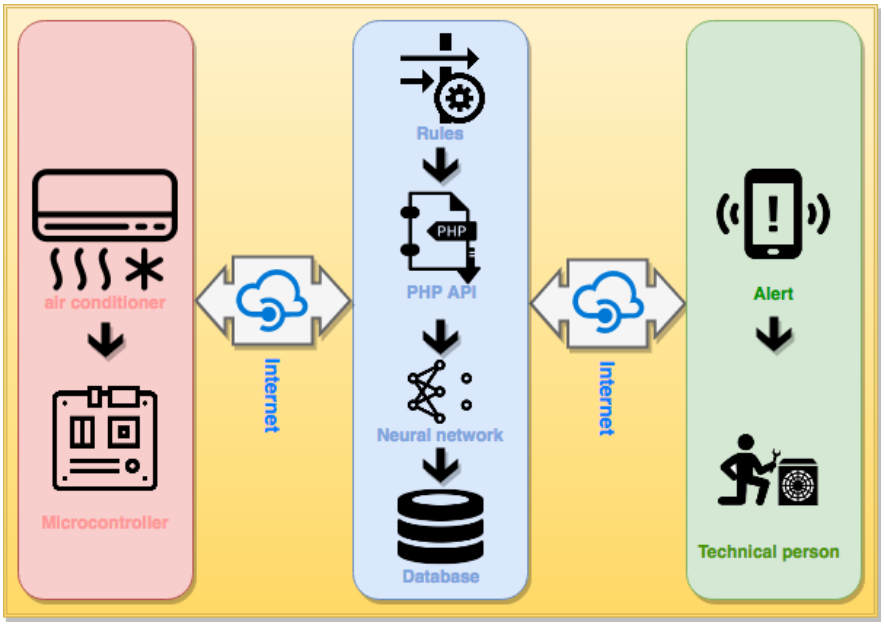
Şekil 24: Raspberry Pi Bileşenlerin Yerleşimi

Raspbian işletim sistemi yalnızca Raspberry Pi'de çalışan bir Linux dağıtımıdır. Raspbian, Raspberry Pi donanımı için optimize edilmiş Debian'a dayalı ücretsiz bir işletim sistemidir. Bu işletim sistemi, Raspberry Pi'yi çalıştıran temel programlar ve yardımcı programlar kümesinden oluşur. Bununla birlikte, Raspbian saf bir işletim sisteminden daha fazlasını sunar:

- Otomasyon sistemlerinde kullanılarak güvenli veri alışverişi yapılabilir.
- Açık kaynak kodlu bir yazılım olduğu için geliştirilmesinin önü açıktır.
- Birbirinden uzak network'leri point to point yöntemi veya client to server yöntemleri ile birbirine bağlanabilir.

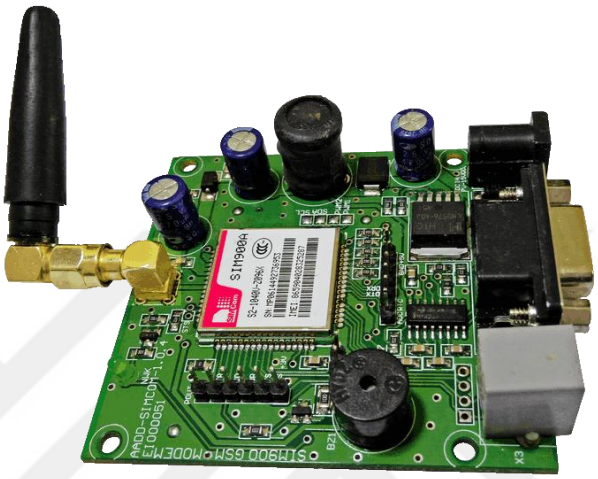
Veri iletim hızlarının artması ile birlikte M2M gibi veri iletişiminin ve hücresel şebekelerin yakın zamanda hızla çoğalması, mobil ünitelerden çevrimiçi olarak büyük miktarda veri iletilmesinin önünü açmıştır. Sonuç olarak, mobil nesnelerden gelen zengin bilgiler yalnızca bir tarayıcı ve bir İnternet bağlantısı ile istenilen herhangi bir yerden artık erişilebilmektedir.

Raspberry Pi geliştirme kartı üzerine yazılan bir program ile ihtiyaç duyulan bilgilerinin sensörlerden elde edilerek ilgili adrese kablosuz olarak ulaştırılması mümkün kılınabilir.



Şekil 25: Server İletişim Modeli

Ayrıca, projemize RS232 seri haberleşme portu kullanarak, telefon ve bilimum aygıtlarla arama ve SMS üzerinden iletişim kurabilen SIM900a tabanlı GSM modülü eklenerek, acil durumlarda ev sahibininin veya itfaiyenin telefonuna otomatik mesaj gönderilebilir.

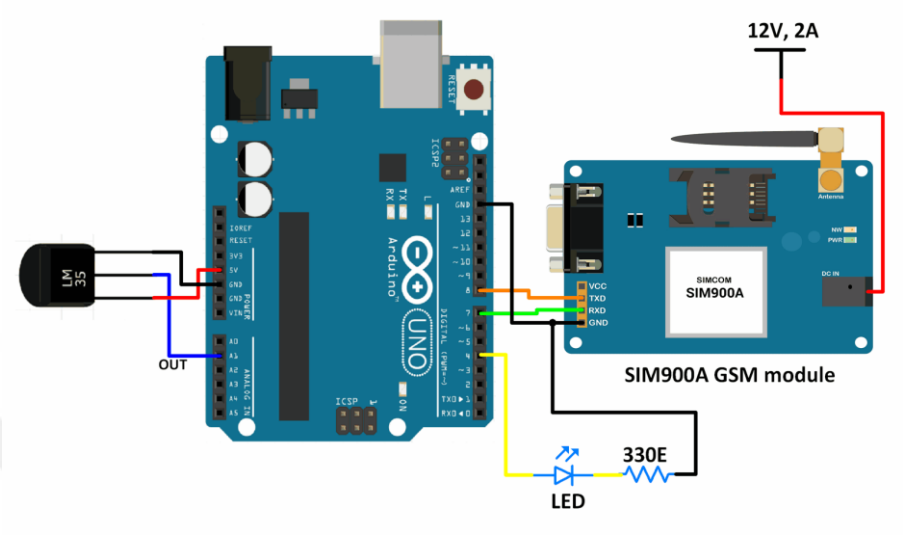


Şekil 26: SIM900A GSM Modülü

GSM'in anlamı mobil haberleşme için global sistemdir ve dünyadaki herhangi bir mobil ağ ile onların bağlantılarını etkinleştiren dünya çapında bir standarttır. Bir adet sistemle ya da cihazla birlikte, GSM bağlantısının kullanımının avantajları diğer kablosuz bağlantılarla karşılaştırılırsa; cihaz ve kullanıcı için sağlanan hücresel kapsama alanında kablosuz sistemin ne kadar sürdürülebileceği önemsizdir, kullanıcı kontrol edebilir.

GSM modülü Arduino kartının seri portu kullanılarak arayüzlenebilir ve TTL mantık seviyeleri kullanarak haberleşme sağlanabilir. RS232 ile TTL'nin mantıklarının seviyelerinin arası karşı istikametli bir dönüşme yapmak için Max232 IC kullanılır. Arduino kartnın Tx pimi GSM modülündeki Max232'deki Rx pimine bağlanılır ve Arduino'daki Rx pim'i GSM modülü üzerindeki Tx pim'ine kendisini Max232'yi kullanarak bağlatır.

Arduino içerisinde yazılmış kod, AT komutlarını kullandığı takdirde GSM modülüyle iletişimi sağlayabilir. Seri haberleşme fonksiyonlarını kullanarak modülünden alınan veya gönderilen AT komutları Arduino kütüphanesi tarafından sağlanır.



Şekil 27: SIM900A GSM Modülü ile Arduino Bağlantı Arayüzü

GSM modüleri "AT" komutunu aldığı takdirde "OK" cevabını vermektedir ve bu yol modül-mikrodenetleyici arasında haberleşmeyi kontrol altına almak için en uygun yoldur. AT+CMGS komutu bir GSM modülünden SMS göndermek için kullanılır. Komutun mesajı gönderebilmesi için bir numaraya ihtiyaç olduğuna dikkat edilmesi gerekir. Bir satır başından sonra biri GSM modülüne SMS metni gönderebilir. Ctrl-Z'den sonra mesajı tekrar gönderebilir. GSM modülü ile AT komutları kullanarak SMS göndermek için sözdizimi; aşağıda gösterilmiştir:

Sözdizimi : AT + CMGS = "mobil_numara"< ENTER> <metni yazın> <CTRL+Z> 123456789 numarasına "merhaba" SMSini göndermek için takip eden örnek komut kullanılabilir : AT + CMGS="123456789" <ENTER> merhaba <CTRL+Z>

Bu şekilde yazılmış bir kod tam olarak aynı komutlarla seri haberleşme fonksiyonlarını kullanarak GSM modülüne otomatik olarak gönderilir dolayısıyla SMS kodda belirtilen numaraya gönderilmiş olur.

KAYNAKLAR

[1]. G. Neri “First Fifty Years of Chemoresistive Gas Sensors” , Chemosensors , Cilt:3, Sayı:1-20, 2015

[2]. G. Yıldırım, B. Acar, O. Gençel “GSM ve GPRS Haberleşmeli Merkezi Gaz Seviye Kontrol Sistemi” , İTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, 2016

[3]. A. Keçebaş, İ. Yabanova, Y. Oğuz, S.V. Neşe, M. Yumurtacı “Akıllı Evlerde Güvenlik Sistemleri ve Eğitimsel Bir Uygulama” , 6. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Elazığ, Türkiye, 2011

[4]. İ. Çayıroğlu, H. Erkaymaz,"Uzaktan Sabit Hat Erişimli Bilgisayar Destekli Ev Otomasyonu", Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt: 13 Sayı: 3-2007.

[5]. S. Uğuz, O. İpek, "Kablosuz Sensör Ağı Uygulamaları için. Net Tabanlı Otomasyon Yazılımı Modeli", Proceedings of the 7th Turkish National Software Engineering Symposium (UYMS 2013), İzmir, Turkey, September, 26, 2013.

[6]. H. Şahin, O. Hazer , "Akıllı Konut Teknolojileri", 2010 Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı:26, s.71-78.

[7]. L. Birgül, G. Cansever, "Mikrokontroller İle Akıllı Ev Otomasyonu Ve Bilgisayar Arayüzü", Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Fakültesi-Elektrik Mühendisliği Bölümü, 2015

[8]. H.Işık, A. A. Altun, "Mikrodenetleyici Kullanarak Cep Telefonu Kontrollü Akıllı Ev Uygulanması", Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Teknik-Online Dergi Cilt 4, Sayı: 1-2005.

[9]. F. Xia, LaurenceT.Yang, L. Wang and A. Vinel, “Internet of Things,” International Journal of Communication Systems, vol. 25, no. 9, 2012.

[10]. M. Hermann, T. Pentek and B. Otto, “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios,” Technische Universität Dortmund, Almanya, 2015

EKLER

EK-1. Çalışma Takvimi

Proje Adımları	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	süresi	Şubat				Mart				Nisan				Mayıs			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Ön Araştırma																			
2. Tasarım Aşaması																			
3. Malzeme Listesinin																			
4. Malzeme Tedariği																			
5. Devrelerin Çizimi																			
6. Kod Yazılımı																			
7. Cihazın İmalatı																			
8. Bağlantıların Yapılması																			
9. Eşik Değerlerinin Belirlenmesi																			
10. Kapak Tasarımı																			
11.Cihazın Test Edilmesi																			
12.Bitirme Tezi Yazımı																			

EK-2. Maliyet Analizi

ADET	MALZEME ADI	MALZEMENİN MODELİ	FİYAT (TL)	TOPLAM
KONTROL KATMANI				
1	ARDUINO	MEGA 2560 R	83,00	83,00
KUMANDA KATMANI				
4	PUSH BUTON		4,00	4,00
ENERJİ KATMANI				
1	ADAPTÖR	24V METAL KASA	44,00	44,00
İLETİM KATMANI				
1	JUMPER KABLO	200 MM M-M	4,00	54,00
1	ADAPTOR KABLOSU		5,00	
1	BREADBOARD		10,00	
7	RÖLE	5V	35,00	
ALGILAYICILAR KATMANI				
1	YANGIN VE SİGARA DUMANI SENSÖRÜ	MQ-2	6,00	33,00
1	METAN (CNG) SENSORU	MQ-4	6,00	
1	CO SENSORU	MQ-9	10,00	
1	NEM SENSORÜ	DHT11	6,00	
1	SICAKLIK SENSORÜ	DS18B20 – T092 DIP	5,00	
EYLEYİCİLER KATMANI				
1	LCD EKRAN	2X16 EKRAN – TC1602A	18,00	24,00
1	BUZZER		4,00	
5	LED		2,00	
TASARIM				
1	KAPAK TASARIMI	SOLIDWORKS DIZAYN	-	-
TOPLAM				**242,00 TL**

EK-3. Yazılım Kodu

E3.1. DS18B20 Sensörü Arduino Yazılımı

```
void TIMER_INT()
{

    if (tempC >= Sicaklik_SET)
      {
        Alarm_1 = true;
      }
    else
      {
        Alarm_1 = false;
      }

    if (Alarm_1)
      {
        digitalWrite( LED_1, HIGH );
      }
    else
      {
        digitalWrite( LED_1, LOW );
      }
    bitWrite(Alarm_State,0,Alarm_1);

}


void loop()
{

      if (Sens_Count < 6)
        {
          Sens_Count++;
        }
      else
        {
          Sens_Count = 1;
        }

      bitWrite(TUS_TEMP,0,digitalRead(TUS_1));
      bitWrite(TUS_TEMP,1,digitalRead(TUS_2));
```

```
bitWrite(TUS_TEMP,2,digitalRead(TUS_3));
bitWrite(TUS_TEMP,3,digitalRead(TUS_4));

if (TUS_TEMP > 0)
  {
    TUS_SAY++;

    if (TUS_SAY > 1)
      {
        TUS_SAY = 0;
        TUS_TAKIM = TUS_TEMP;
      }
  }
else
{
    TUS_TEMP = 0;
    TUS_SAY = 0;

    TUS_TAKIM = 0;
}

if (Sens_Count == 1)
  {
    sensors.requestTemperatures();
    tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
  }
  if (Sens_Count == 5)
  {
    Serial.print(" DS 18B20 / Sicaklik : ");
    Serial.print(tempC, 2);
    Serial.println(" *C");

         Serial.println(" ");

    if (Alarm_State > 0)
        {
          Serial.println(" SYSTEM ALARM ");
        }
    else
        {
          Serial.println(" SYSTEM NORMAL ");
        }

    Serial.println(" ");
  }
```



Şekil 28: DS 18B20 LCD'de Gösterimi

```
if (SYF == 1)
  {

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("      DS 18B20      ");

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Sicaklik : ");
    lcd.print(tempC, 2);
    lcd.print("  *C");

    if (TUS_TAKIM == 1)
      {
        TUS_TAKIM = 0;
      }

    if (TUS_TAKIM == 2)
      {
        TUS_TAKIM = 0;
      }

    if (TUS_TAKIM == 4)
      {
        if (SYF <= 1)
          {
            SYF = 9;
          }
        else
          {
            SYF--;
          }

        TUS_TAKIM = 0;
```

```
          lcd.clear();
        }

      if (TUS_TAKIM == 8)
        {

          if (SYF >= 9)
            {
              SYF = 1;
            }
          else
            {
              SYF++;
            }

          TUS_TAKIM = 0;

          lcd.clear();
        }
    }

if (SYF > 5 && SYF < 10)
  {
    if (SYF == 6)
        {

          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("    SET  SAYFASI    ");

          lcd.setCursor(0, 1);
          lcd.print(">");
          lcd.print("Sicaklik = ");
          lcd.print(Sicaklik_SET, 2);

          lcd.setCursor(0, 2);
          lcd.print(" MQ - 2   = ");
          lcd.print(MQ2_SET, 1);

          lcd.setCursor(0, 3);
          lcd.print(" MQ - 4   = ");
          lcd.print(MQ4_SET, 1);

          if (TUS_TAKIM == 1)
            {
              if (Sicaklik_SET >= 99.9)
                {
                  Sicaklik_SET = 0.1;
                }
              else
                {
                  Sicaklik_SET = Sicaklik_SET + 0.1;
                }
```

```
            EEPROM.put(1, Sicaklik_SET);

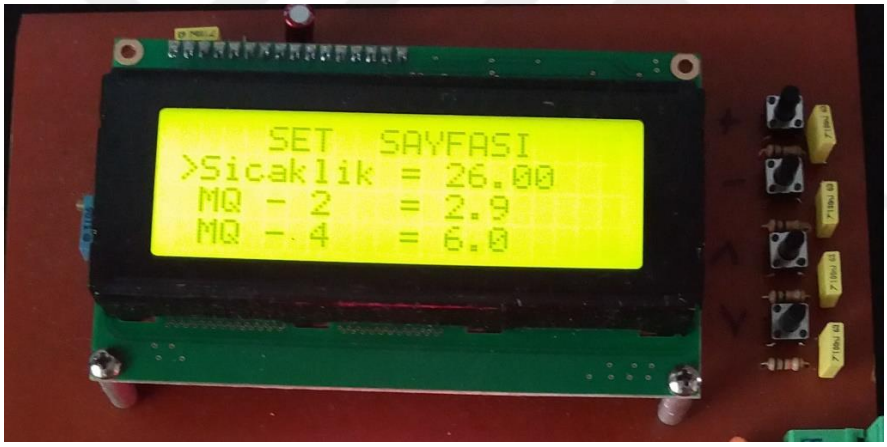
            TUS_TAKIM = 0;
          }

        if (TUS_TAKIM == 2)
          {
            if (Sicaklik_SET <= 0.0)
              {
                Sicaklik_SET = 99.9;
              }
            else
              {
                Sicaklik_SET = Sicaklik_SET - 0.1;
              }

            EEPROM.put(1, Sicaklik_SET);

            TUS_TAKIM = 0;
          }

      }
```



Şekil 29: Sıcaklık Set Değeri Ayarlama

E3.2. DHT11 Sensörü Arduino Yazılımı

```
void TIMER_INT()
{

    if ((float)DHT11.temperature >= Sicaklik_SET)
      {
        Alarm_2 = true;
      }
    else
```

```
      {
        Alarm_2 = false;
      }

    if (Alarm_2)
      {
        digitalWrite( LED_2, HIGH );
      }
    else
      {
        digitalWrite( LED_2, LOW );
      }

        bitWrite(Alarm_State,1,Alarm_2);

}


void loop()
{

      if (Sens_Count < 6)
        {
          Sens_Count++;
        }
      else
        {
          Sens_Count = 1;
        }

      bitWrite(TUS_TEMP,0,digitalRead(TUS_1));
      bitWrite(TUS_TEMP,1,digitalRead(TUS_2));
      bitWrite(TUS_TEMP,2,digitalRead(TUS_3));
      bitWrite(TUS_TEMP,3,digitalRead(TUS_4));

      if (TUS_TEMP > 0)
        {
          TUS_SAY++;

          if (TUS_SAY > 1)
            {
              TUS_SAY = 0;
              TUS_TAKIM = TUS_TEMP;
            }
        }
      else
      {
          TUS_TEMP = 0;
          TUS_SAY = 0;

          TUS_TAKIM = 0;
      }
```

```
if (Sens_Count == 2)
  {
    int chk = DHT11.read(DHT11PIN);
  }

if (Sens_Count == 5)
  {

    Serial.print(" DHT - 11 / Nem : ");
    Serial.print((float)DHT11.humidity, 2);
    Serial.println(" %");

    Serial.print(" DHT - 11 / Sicaklik : ");
    Serial.print((float)DHT11.temperature, 2);
    Serial.println(" *C");

    Serial.println(" ");

    if (Alarm_State > 0)
        {
          Serial.println(" SYSTEM ALARM ");
        }
    else
        {
          Serial.println(" SYSTEM NORMAL ");
        }

    Serial.println(" ");
  }
```



Şekil 30: DHT 11 LCD'de Gösterimi

```
if (SYF == 2)
  {

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("      DHT - 11      ");

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Nem      : ");
    lcd.print((float)DHT11.humidity, 2);
    lcd.print("   %");

    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("Sicaklik : ");
    lcd.print((float)DHT11.temperature, 2);
    lcd.print("  *C");

    //lcd.setCursor(0, 3);
    //lcd.print("Dew Point: ");
    //lcd.print((float)DHT11.dewPoint(), 2);
    //lcd.print("   %");

    if (TUS_TAKIM == 1)
      {
        TUS_TAKIM = 0;
      }

    if (TUS_TAKIM == 2)
      {
        TUS_TAKIM = 0;
      }

    if (TUS_TAKIM == 4)
      {
        if (SYF <= 1)
          {
            SYF = 9;
          }
        else
          {
            SYF--;
          }

        TUS_TAKIM = 0;

        lcd.clear();
      }

    if (TUS_TAKIM == 8)
      {

        if (SYF >= 9)
```

```
            {
              SYF = 1;
            }
          else
            {
              SYF++;
            }

          TUS_TAKIM = 0;

          lcd.clear();
        }
    }

if (SYF > 5 && SYF < 10)
  {
    if (SYF == 6)
        {

          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("    SET  SAYFASI    ");

          lcd.setCursor(0, 1);
          lcd.print(">");
          lcd.print("Sicaklik = ");
          lcd.print(Sicaklik_SET, 2);

          lcd.setCursor(0, 2);
          lcd.print(" MQ - 2   = ");
          lcd.print(MQ2_SET, 1);

          lcd.setCursor(0, 3);
          lcd.print(" MQ - 4   = ");
          lcd.print(MQ4_SET, 1);

          if (TUS_TAKIM == 1)
            {
              if (Sicaklik_SET >= 99.9)
                {
                  Sicaklik_SET = 0.1;
                }
              else
                {
                  Sicaklik_SET = Sicaklik_SET + 0.1;
                }

              EEPROM.put(1, Sicaklik_SET);

              TUS_TAKIM = 0;
            }

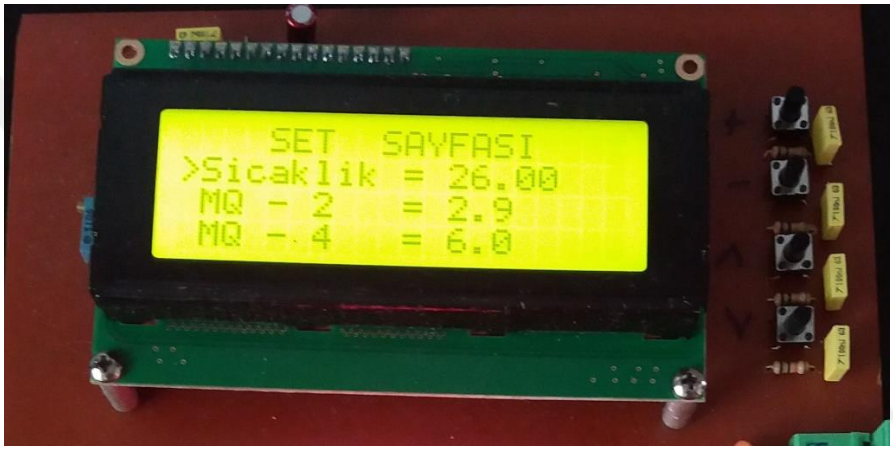
          if (TUS_TAKIM == 2)
```

```
        {
          if (Sicaklik_SET <= 0.0)
            {
              Sicaklik_SET = 99.9;
            }
          else
            {
              Sicaklik_SET = Sicaklik_SET - 0.1;
            }

          EEPROM.put(1, Sicaklik_SET);

          TUS_TAKIM = 0;
        }

    }
```



Şekil 31: Sıcaklık Set Değeri Ayarlama

E3.3. MQ-2 Sensörü Arduino Yazılımı

```
    //MQ-2
    float MQ2_sensor_volt = 0.0;
    float MQ2_RS_air = 0.0;           //  Temiz hava icerisindeki RS degeri
    float MQ2_R0 = 0.0;               //  H2 icerisindeki R0 degeri
    float MQ2_sensorValue = 0.0;
    float MQ2_ratio = 0.0;

void TIMER_INT()
{
    if (MQ2_RS_air <= MQ2_SET)
      {
        Alarm_3 = true;
      }
    else
```

```
      {
        Alarm_3 = false;
      }

    if (Alarm_3)
      {
        digitalWrite( LED_3, HIGH );
      }
    else
      {
        digitalWrite( LED_3, LOW );
      }
    bitWrite(Alarm_State,2,Alarm_3);

}


void loop()
{

      if (Sens_Count < 6)
        {
          Sens_Count++;
        }
      else
        {
          Sens_Count = 1;
        }

      bitWrite(TUS_TEMP,0,digitalRead(TUS_1));
      bitWrite(TUS_TEMP,1,digitalRead(TUS_2));
      bitWrite(TUS_TEMP,2,digitalRead(TUS_3));
      bitWrite(TUS_TEMP,3,digitalRead(TUS_4));

      if (TUS_TEMP > 0)
        {
          TUS_SAY++;

          if (TUS_SAY > 1)
            {
              TUS_SAY = 0;
              TUS_TAKIM = TUS_TEMP;
            }
        }
      else
      {
          TUS_TEMP = 0;
          TUS_SAY = 0;

          TUS_TAKIM = 0;
      }
```

```
 if (Sens_Count == 3)
   {
     MQ2_sensorValue = analogRead(A7);
   }

if (Sens_Count == 5)
   {

     Serial.print(" MQ - 2 / Sensor_Volt = ");
     Serial.print((float)MQ2_sensor_volt, 1);
     Serial.println(" V");

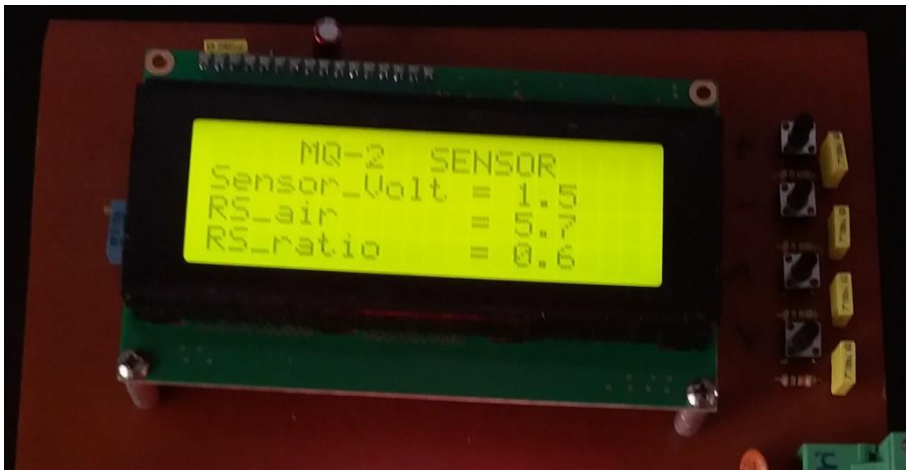
     Serial.print(" MQ - 2 / RS_air = ");
     Serial.print((float)MQ2_RS_air, 1);
     Serial.println(" ");

     Serial.print(" MQ - 2 / RS_ratio = ");
     Serial.print((float)MQ2_ratio, 1);
     Serial.println(" ");

     Serial.println(" ");

     if (Alarm_State > 0)
         {
           Serial.println(" SYSTEM ALARM ");
         }
     else
         {
           Serial.println(" SYSTEM NORMAL ");
         }

     Serial.println(" ");
   }
```



Şekil 32: MQ-2 LCD'de Gösterimi

```
      MQ2_sensor_volt = MQ2_sensorValue / 1023 * 5.0; //  Analog degerler
Volt'a cevrilir
      MQ2_RS_air = (10.0 - MQ2_sensor_volt) / MQ2_sensor_volt; //  Gaz
icerisindeki RS degeri
      MQ2_ratio = MQ2_RS_air/9.8;              //  RS_gas/RS_air orani

             if (SYF == 3)
        {

          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("    MQ-2  SENSOR    ");

          lcd.setCursor(0, 1);
          lcd.print("Sensor_Volt = ");
          lcd.print((float)MQ2_sensor_volt, 1);

         if (SYF == 7)
            {

              lcd.setCursor(0, 0);
              lcd.print("    SET  SAYFASI    ");

              lcd.setCursor(0, 1);
              lcd.print(" Sicaklik = ");
              lcd.print(Sicaklik_SET, 2);

              lcd.setCursor(0, 2);
              lcd.print(">");
              lcd.print("MQ - 2   = ");
              lcd.print(MQ2_SET, 1);

              lcd.setCursor(0, 3);
              lcd.print(" MQ - 4   = ");
              lcd.print(MQ4_SET, 1);

              if (TUS_TAKIM == 1)
                {
                  if (MQ2_SET >= 9.9)
                    {
                      MQ2_SET = 0.1;
                    }
                  else
                    {
                      MQ2_SET = MQ2_SET + 0.1;
                    }

                  EEPROM.put(5, MQ2_SET);

                  TUS_TAKIM = 0;
                }

              if (TUS_TAKIM == 2)
```

```
      {
        if (MQ2_SET <= 0.0)
          {
            MQ2_SET = 9.9;
          }
        else
          {
            MQ2_SET = MQ2_SET - 0.1;
          }

        EEPROM.put(5, MQ2_SET);

        TUS_TAKIM = 0;
      }

  }
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("RS_air      = ");
lcd.print((float)MQ2_RS_air, 1);

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("RS_ratio    = ");
lcd.print((float)MQ2_ratio, 1);

if (TUS_TAKIM == 1)
  {
    TUS_TAKIM = 0;
  }

if (TUS_TAKIM == 2)
  {
    TUS_TAKIM = 0;
  }

if (TUS_TAKIM == 4)
  {
    if (SYF <= 1)
      {
        SYF = 9;
      }
    else
      {
        SYF--;
      }

    TUS_TAKIM = 0;

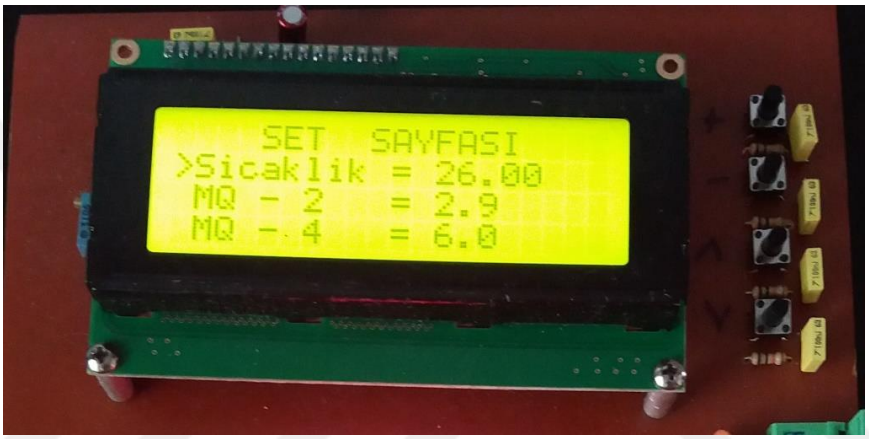
    lcd.clear();
  }

if (TUS_TAKIM == 8)
  {
```

```
            if (SYF >= 9)
              {
                SYF = 1;
              }
            else
              {
                SYF++;
              }

            TUS_TAKIM = 0;

            lcd.clear();
          }
      }
```



Şekil 33: MQ-2 Set Değeri Ayarlama

E3.4. MQ-4 Sensörü Arduino Yazılımı

```
    //MQ-4
    float MQ4_sensor_volt = 0.0;
    float MQ4_RS_gas = 0.0;           //  Temiz havadaki RS degeri
    float MQ4_R0 = 0.0;               //  Temiz havadaki sensor direnci
    float MQ4_sensorValue = 0.0;
    float MQ4_ratio = 0.0;

void TIMER_INT()
{

    if (MQ4_RS_gas <= MQ4_SET)
      {
        Alarm_4 = true;
      }
    else
      {
        Alarm_4 = false;
```

```
      }

    if (Alarm_4)
      {
        digitalWrite( LED_4, HIGH );
      }
    else
      {
        digitalWrite( LED_4, LOW );
      }
    bitWrite(Alarm_State,3,Alarm_4);

}


void loop()
{

      if (Sens_Count < 6)
        {
          Sens_Count++;
        }
      else
        {
          Sens_Count = 1;
        }

      bitWrite(TUS_TEMP,0,digitalRead(TUS_1));
      bitWrite(TUS_TEMP,1,digitalRead(TUS_2));
      bitWrite(TUS_TEMP,2,digitalRead(TUS_3));
      bitWrite(TUS_TEMP,3,digitalRead(TUS_4));

      if (TUS_TEMP > 0)
        {
          TUS_SAY++;

          if (TUS_SAY > 1)
            {
              TUS_SAY = 0;
              TUS_TAKIM = TUS_TEMP;
            }
        }
      else
      {
          TUS_TEMP = 0;
          TUS_SAY = 0;

          TUS_TAKIM = 0;
      }

      if (Sens_Count == 4)
        {
```

```
  MQ4_sensorValue = analogRead(A5);
}

if (Sens_Count == 5)
{

  Serial.print(" MQ - 4 / Sensor_Volt = ");
  Serial.print((float)MQ4_sensor_volt, 1);
  Serial.println(" V");

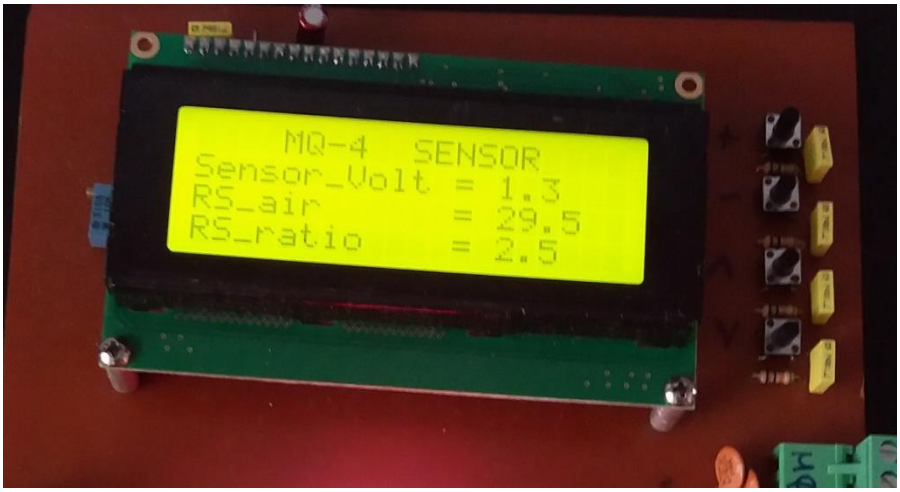
  Serial.print(" MQ - 4 / RS_air = ");
  Serial.print((float)MQ4_RS_gas, 1);
  Serial.println(" ");

  Serial.print(" MQ - 4 / RS_ratio = ");
  Serial.print((float)MQ4_ratio, 1);
  Serial.println(" ");

  Serial.println(" ");

  if (Alarm_State > 0)
      {
        Serial.println(" SYSTEM ALARM ");
      }
  else
      {
        Serial.println(" SYSTEM NORMAL ");
      }

  Serial.println(" ");
}
```



Şekil 34: MQ-4 LCD'de Gösterimi

```
      MQ4_sensor_volt = MQ4_sensorValue / 1023 * 5.0; //  Analog degerler
Volt'a cevrilir
      MQ4_RS_gas = ((5.0 * 10.0) / MQ4_sensor_volt) - 10.0;  //  Gaz
icerisindeki RS degeri
      MQ4_ratio = MQ4_RS_gas / 11.820;    //  RS_gas/RS_air orani

        if (SYF == 4)
        {

          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("    MQ-4  SENSOR    ");

          lcd.setCursor(0, 1);
          lcd.print("Sensor_Volt = ");
          lcd.print((float)MQ4_sensor_volt, 1);

          lcd.setCursor(0, 2);
          lcd.print("RS_air      = ");
          lcd.print((float)MQ4_RS_gas, 1);

          lcd.setCursor(0, 3);
          lcd.print("RS_ratio    = ");
          lcd.print((float)MQ4_ratio, 1);

          if (TUS_TAKIM == 1)
            {
              TUS_TAKIM = 0;
            }

          if (TUS_TAKIM == 2)
            {
              TUS_TAKIM = 0;
            }

          if (TUS_TAKIM == 4)
            {
              if (SYF <= 1)
                {
                  SYF = 9;
                }
              else
                {
                  SYF--;
                }

              TUS_TAKIM = 0;

              lcd.clear();
            }

          if (TUS_TAKIM == 8)
            {
```

```
      if (SYF >= 9)
        {
          SYF = 1;
        }
      else
        {
          SYF++;
        }

      TUS_TAKIM = 0;

      lcd.clear();
    }
}

          if (SYF == 8)
    {

      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("    SET  SAYFASI    ");

      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print(" Sicaklik = ");
      lcd.print(Sicaklik_SET, 2);

      lcd.setCursor(0, 2);
      lcd.print(" MQ - 2   = ");
      lcd.print(MQ2_SET, 1);

      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print(">");
      lcd.print("MQ - 4   = ");
      lcd.print(MQ4_SET, 1);

      if (TUS_TAKIM == 1)
        {
          if (MQ4_SET >= 9.9)
            {
              MQ4_SET = 0.1;
            }
          else
            {
              MQ4_SET = MQ4_SET + 0.1;
            }

          EEPROM.put(9, MQ4_SET);

          TUS_TAKIM = 0;
        }

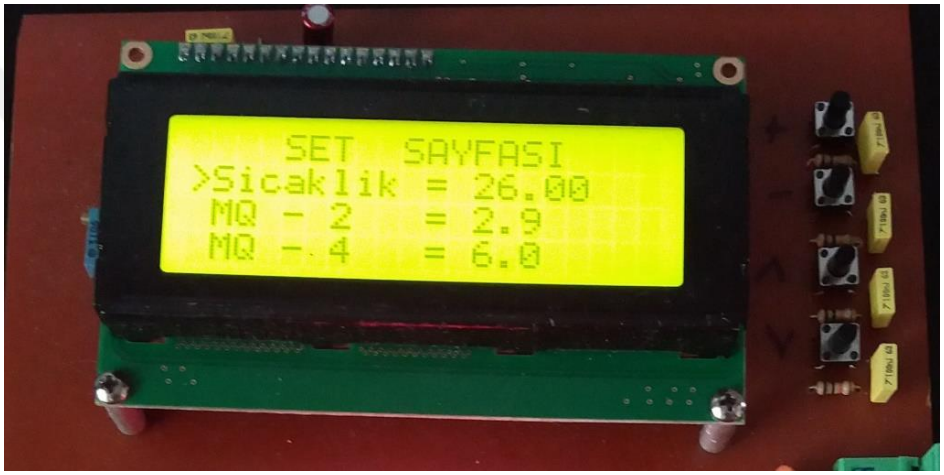
      if (TUS_TAKIM == 2)
```

```
        {
          if (MQ4_SET <= 0.0)
            {
              MQ4_SET = 9.9;
            }
          else
            {
              MQ4_SET = MQ4_SET - 0.1;
            }

          EEPROM.put(9, MQ4_SET);

          TUS_TAKIM = 0;
        }

    }
```



Şekil 35: MQ-4 Set Değeri Ayarlama

E3.5. MQ-9 Sensörü Arduino Yazılımı

```
    //MQ-9
    float MQ9_sensor_volt = 0.0;
    float MQ9_RS_gas = 0.0;            //  Temiz havadaki RS degeri
    float MQ9_R0 = 0.0;                //  LPG icerisindeki R0 degeri
    float MQ9_sensorValue = 0.0;
    float MQ9_ratio = 0.0;

void TIMER_INT()
{

    if (MQ9_RS_gas <= MQ9_SET)
      {
        Alarm_5 = true;
      }
    else
```

```
      {
        Alarm_5 = false;
      }

    if (Alarm_5)
      {
        digitalWrite( LED_5, HIGH );
      }
    else
      {
        digitalWrite( LED_5, LOW );
      }
    bitWrite(Alarm_State,4,Alarm_5);

}


void loop()
{

      if (Sens_Count < 6)
        {
          Sens_Count++;
        }
      else
        {
          Sens_Count = 1;
        }

      bitWrite(TUS_TEMP,0,digitalRead(TUS_1));
      bitWrite(TUS_TEMP,1,digitalRead(TUS_2));
      bitWrite(TUS_TEMP,2,digitalRead(TUS_3));
      bitWrite(TUS_TEMP,3,digitalRead(TUS_4));

      if (TUS_TEMP > 0)
        {
          TUS_SAY++;

          if (TUS_SAY > 1)
            {
              TUS_SAY = 0;
              TUS_TAKIM = TUS_TEMP;
            }
        }
      else
      {
          TUS_TEMP = 0;
          TUS_SAY = 0;

          TUS_TAKIM = 0;
      }
```

```
if (Sens_Count == 5)
  {
    MQ9_sensorValue = analogRead(A3);
  }

if (Sens_Count == 5)
  {

    Serial.print(" MQ - 9 / Sensor_Volt = ");
    Serial.print((float)MQ9_sensor_volt, 1);
    Serial.println(" V");

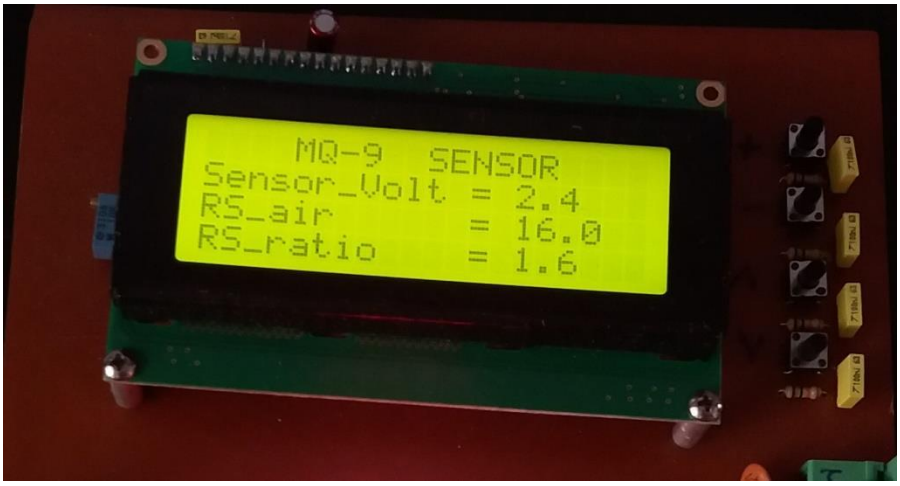
    Serial.print(" MQ - 9 / RS_air = ");
    Serial.print((float)MQ9_RS_gas, 1);
    Serial.println(" ");

    Serial.print(" MQ - 9 / RS_ratio = ");
    Serial.print((float)MQ9_ratio, 1);
    Serial.println(" ");

    Serial.println(" ");

    if (Alarm_State > 0)
        {
          Serial.println(" SYSTEM ALARM ");
        }
    else
        {
          Serial.println(" SYSTEM NORMAL ");
        }

    Serial.println(" ");
  }
```



Şekil 36: MQ-9 LCD'de Gösterimi

```
      MQ9_sensor_volt = MQ9_sensorValue / 1023 * 5.0; //  Analog degerler
Volt'a cevrilir
      MQ9_RS_gas = ((5.0 * 10.0) / MQ9_sensor_volt) - 5.0; //  Gaz
icerisindeki RS degeri
      MQ9_ratio = MQ9_RS_gas / 9.9;   //  RS_gas/RS_air orani

      if (SYF == 5)
        {

          lcd.setCursor(0, 0);
          lcd.print("    MQ-9  SENSOR    ");

          lcd.setCursor(0, 1);
          lcd.print("Sensor_Volt = ");
          lcd.print((float)MQ9_sensor_volt, 1);

          lcd.setCursor(0, 2);
          lcd.print("RS_air      = ");
          lcd.print((float)MQ9_RS_gas, 1);

          lcd.setCursor(0, 3);
          lcd.print("RS_ratio    = ");
          lcd.print((float)MQ9_ratio, 1);

          if (TUS_TAKIM == 1)
            {
              TUS_TAKIM = 0;
            }

          if (TUS_TAKIM == 2)
            {
              TUS_TAKIM = 0;
            }

          if (TUS_TAKIM == 4)
            {
              if (SYF <= 1)
                {
                  SYF = 9;
                }
              else
                {
                  SYF--;
                }

              TUS_TAKIM = 0;

              lcd.clear();
            }

          if (TUS_TAKIM == 8)
```

```
    {

      if (SYF >= 9)
        {
          SYF = 1;
        }
      else
        {
          SYF++;
        }

      TUS_TAKIM = 0;

      lcd.clear();
    }
}
     if (SYF == 9)
    {

      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("    SET  SAYFASI    ");

      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print(" MQ - 2   = ");
      lcd.print(MQ2_SET, 1);

      lcd.setCursor(0, 2);
      lcd.print(" MQ - 4   = ");
      lcd.print(MQ4_SET, 1);

      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print(">");
      lcd.print("MQ - 9   = ");
      lcd.print(MQ9_SET, 1);

      if (TUS_TAKIM == 1)
        {
          if (MQ9_SET >= 9.9)
            {
              MQ9_SET = 0.1;
            }
          else
            {
              MQ9_SET = MQ9_SET + 0.1;
            }

          EEPROM.put(13, MQ9_SET);

          TUS_TAKIM = 0;
        }

      if (TUS_TAKIM == 2)
```

```
            {
              if (MQ9_SET <= 0.0)
                {
                  MQ9_SET = 9.9;
                }
              else
                {
                  MQ9_SET = MQ9_SET - 0.1;
                }

              EEPROM.put(13, MQ9_SET);

              TUS_TAKIM = 0;
            }

        }

    if (TUS_TAKIM == 4)
      {
        if (SYF <= 1)
          {
            SYF = 9;
          }
        else
          {
            SYF--;
          }

        TUS_TAKIM = 0;

        lcd.clear();
      }

    if (TUS_TAKIM == 8)
      {

        if (SYF >= 9)
          {
            SYF = 1;
          }
        else
          {
            SYF++;
          }

        TUS_TAKIM = 0;

        lcd.clear();
      }

}
```

E3.6. Görsel ve Sesli Uyarılar Arduino Yazılımı

```
void setup()
{

    EEPROM.get(0, eeprom_OK);
    EEPROM.get(1, Sicaklik_SET);
    EEPROM.get(5, MQ2_SET);
    EEPROM.get(9, MQ4_SET);
    EEPROM.get(13, MQ9_SET);

    Timer1.initialize(250000);
    Timer1.attachInterrupt( TIMER_INT );

    lcd.begin(20, 4);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.clear();

    //delay(1000);

    pinMode(TUS_1, INPUT);
    pinMode(TUS_2, INPUT);
    pinMode(TUS_3, INPUT);
    pinMode(TUS_4, INPUT);

    TUS_TEMP = 0;
    TUS_TAKIM = 0;
    TUS_SAY = 0;

    pinMode(LED_1, OUTPUT);
    pinMode(LED_2, OUTPUT);
    pinMode(LED_3, OUTPUT);
    pinMode(LED_4, OUTPUT);
    pinMode(LED_5, OUTPUT);

    digitalWrite( LED_1, LOW );
    digitalWrite( LED_2, LOW );
    digitalWrite( LED_3, LOW );
    digitalWrite( LED_4, LOW );
    digitalWrite( LED_5, LOW );

    //pinMode(buzzer, OUTPUT);

    pinMode(Sys_OK, OUTPUT);
    pinMode(Sys_ALR, OUTPUT);

    digitalWrite( Sys_OK, LOW );
    digitalWrite( Sys_ALR, LOW );

    sensors.begin();

    Sens_Count = 1;
```

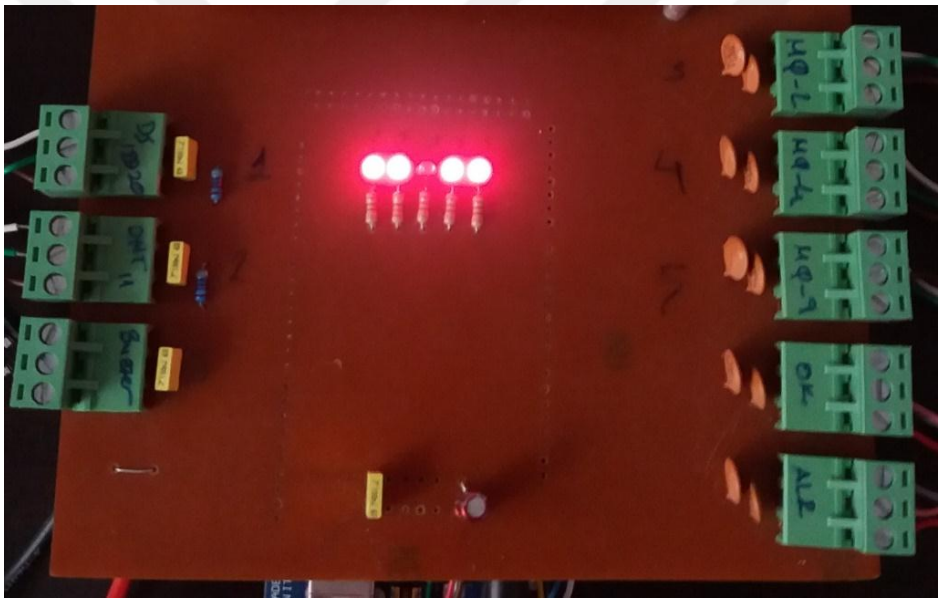
```
    Serial.begin(9600);
}


    if (Alarm_State > 0)
        {
          tone(buzzer, 500, 500);

          digitalWrite( Sys_OK, LOW );
          digitalWrite( Sys_ALR, HIGH );
        }
    else
        {
          noTone(buzzer);

          digitalWrite( Sys_OK, HIGH );
          digitalWrite( Sys_ALR, LOW );
        }

    delay(100);
```



Şekil 37: Alarm Durumunda LED'lerin Gösterimi

EK-4. Özgeçmiş

Semih ERTEN

28.07.1988'de İstanbul'da doğup, ilköğretim ve lise eğitimini İstanbul'da aldı. 2005'de Gaziantep Üniversitesi'nin Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünde %100 ingilizce olarak lisans eğitimine başlamıştır. 2010 yılında Erasmus programı kapsamıyla Polonya'nın Opole University of Technology üniversitesinde değişim öğrencisi olarak yer almıştır. 2011 yılında lisans eğitimini tamamlayıp, Amerika'nın New Jersey Eyaletinde yer alan Power Container Corporation firmasında Proje Mühendisi olarak kariyerine başlamıştır. Askerliğini tamamladıktan sonra, 2014 yılında Sistem Teknik firmasında Proje Mühendisi olarak işe başlayıp, aynı senenin sonunda Satış Departmanına geçmiştir. 2015 yılında ise Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi'nde Mekatronik Mühendisliği'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2016 senesinde Alman SAACKE firmasının Türkiye ofisinde Bölgesel Satış Mühendisi olarak yeni işine başlamıştır. Yabancı dil olarak İngilizce ile Fransızca'yı iyi seviyede konuşabilmektedir.