

**T.C.  
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GÖMÜLÜ WEB SUNUCU TABANLI UZAKTAN ERİŞİMLİ  
ÇEVRESEL ŞARTLARI İZLEME VE KONTROL SİSTEMİ  
TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa DİREK**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK  
MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Prof. Dr. İhsan PEHLİVAN**

**Mayıs 2019**

T.C.  
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ


GÖMÜLÜ WEB SUNUCU TABANLI UZAKTAN ERİŞİMLİ  
ÇEVRESEL ŞARTLARI İZLEME VE KONTROL SİSTEMİ  
TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

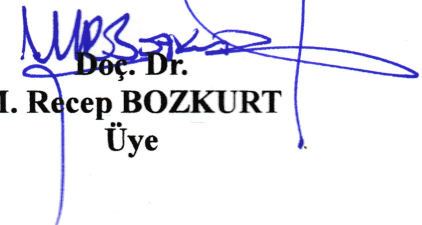
Mustafa DİREK

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK  
MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr.  
İhsan PEHLİVAN  
Jüri Başkanı

  
Doç. Dr.  
Sezgin KAÇAR  
Üye

  
Doç. Dr.  
M. Recep BOZKURT  
Üye

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Mustafa DİREK

28/05/2019

## TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danıŐman hocam Prof. Dr. İhsan PEHLİVAN'a teŐekkürlerimi sunarım.

ÇalıŐmalarım boyunca bana destek olan baŐta Murat PEKER ve M. Esat SUDADURAN olmak üzere bütün Profen İletişim Teknolojileri mesai arkadaşlarıma, yüksek lisans eğitimim boyunca saęlamıŐ olduğu imkanlar ve vermiŐ olduğu desteklerinden dolayı Profen İletişim Teknolojileri firmasına, maddi manevi desteğini hiç esirgemeyen eŐime teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ÖZET .....	x
SUMMARY .....	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. ARM Mimarisi .....	4
2.2. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemi (RTOS) .....	4
2.3. FreeRTOS Nedir? .....	6
2.4. Endüstriyel Alanda Kullanılan Çevresel Sensör Uygulamaları .....	8
2.5. DS18B20 Sıcaklık Sensörü .....	11
2.6. DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü .....	14
2.7. LwIP Yığını .....	16
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM .....	18
3.1. UÇŞİD Sisteminin Genel Yapısı .....	18
3.2. UÇŞİD Sisteminin Donanımsal Birimleri .....	19
3.2.1. Nucleo geliştirme kartı .....	19
3.2.2. Güç katı .....	22
3.2.3. Hafıza birimi .....	25
3.2.4. Kuru kontak giriş çıkışları .....	26
3.2.5. Seri haberleşme .....	31
3.2.5.1. Tek hat haberleşmesi .....	31
3.2.5.2. RS-232 .....	32
3.2.5.3. RS-485 .....	33
3.2.6. Ethernet .....	35

3.2.7. Bildirim elemanları .....	37
3.2.8. Baskılı devre kart tasarımı .....	38
3.2.9. Kutulama çalışması .....	41
3.3. UÇŞİD Sistemi Yazılım Çalışmaları .....	44
3.3.1. Gömülü sistem yazılımı .....	44
3.3.2. Web arayüzü çalışması .....	48
3.3.3. Program yükleme .....	54
3.4. Testler .....	57
3.4.1. Elektronik devre kartı testleri .....	57
3.4.2. Yazılım testleri .....	59
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI .....	59
4.1. UÇŞİD Sistemin Genel Çalışması ve Değerlendirme .....	60
4.2. Sensör Ölçümleri .....	61
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ .....	66
KAYNAKLAR .....	68
ÖZGEÇMİŞ .....	71

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrat
A	: Amper
AC	: Alternating current (Alternatif Akım)
ADC	: Analog to Digital Converter (Analog Dijital Dönüştürücü)
ARM	: Acorn RISC Machine
BSP	: Board support package (Kart destek paketi)
CISC	: Complex Instruction Set Computer
CPU	: Central Process Unit (Merkezi işlem birimi)
CRC	: Cyclic Redundancy Check (Döngüsel Artıklık Kontrolü)
DC	: Direct Current (Doğru Akım)
DMA	: Direct Memory Access (Doğrudan hafıza erişimi)
DTMF	: Dual Tone Multi Frequency (Çift Tonlu Çoklu Frekans)
EEPROM	: Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektriksel olarak silinebilir programlanabilir salt okunur bellek)
FSMC	: Flexible Static Memory Controller (Esnek statik hafıza kontrolörü)
GPIO	: General Purpose Input Output (Genel amaçlı giriş çıkış)
HEX	: Hexadecimal
HTTP	: Hyper Text Transfer Protocol (Hiper Text Transfer Protokolü)
IC	: Integrated Circuit
IP	: Internet Protocol (İnternet Protokolü)
kb	: Kilobit
kB	: Kilobyte
KΩ	: Kiloohm
LAN	: Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
LED	: Light Emitting Diode
LSB	: Least Significant Bit
LwIP	: LightWeight Internet Protocol (Hafif internet protokolü)
mA	: Miliamper
MAC	: Media Access Control (Ortam Erişim Kontrolü)
ms	: Milisaniye
MSB	: Most Significant Bit (En yüksek değerli bit)
nF	: Nanofarad
PCB	: Printed Circuit Board (Baskılı devre kartı)
RAM	: Random Access Memory (Rastgele erişimli bellek)

RH	: Relative Humidity (Bağıl nem)
RISC	: Reduced Instruction Set Computer (Azaltılmış komut seti)
RMII	: Reduced Media-Independent Interface (Azaltılmış medyadan bağımsız arayüz)
ROM	: Read-Only Memory (Yalnız okunabilir bellek)
SCL	: Serial Clock (Seri saat pulsü ucu)
SDA	: Serial Data (Seri data ucu)
SPI	: Serial Peripheral Interface (Seri çevresel arayüz)
TCP/IP	: Transmission Control Protocol Internet Protocol
TTL	: Transistor to Transistor Logic
TVS	: Transient-voltage-suppression (Geçici gerilim bastırma)
UÇŞİD	: Uzaktan Çevresel Şartları İzleme ve Denetleme
USART	: Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter (Evrensel senkron ve asenkron alıcı verici)
V	: Volt
Wi-Fi	: Wireless Fidelity (Kablosuz bağlantı alanı)
$\mu$ A	: Mikroamper
$\Omega$	: Ohm



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. ARM mimari ailesi .....	5
Şekil 2.2. FreeRTOS'ta durum geçişleri .....	8
Şekil 2.3. Endüstriyel sıcaklık ve nem sensörü örnekleri .....	9
Şekil 2.4. Endüstriyel su sızıntı sensör örnekleri .....	9
Şekil 2.5. Gaz detektör örnekleri .....	10
Şekil 2.6. Data merkezinde çevresel şart izleme uygulması .....	10
Şekil 2.7. DS18B20 pin yapısı .....	11
Şekil 2.8. DS18B20 ROM kodunun yapısı .....	12
Şekil 2.9. DS18B20 devre bağlantısı .....	12
Şekil 2.10. DS18B20 genel blok diyagramı .....	13
Şekil 2.11. DS18B20 hata grafiği .....	13
Şekil 2.12. Sıcaklık kaydedici veri formatı .....	14
Şekil 2.13. DHT11 sensör görünümü .....	15
Şekil 2.14. DHT11 devre bağlantısı.....	15
Şekil 3.1. Sistemin genel yapısı .....	18
Şekil 3.2. Nucleo-F429ZI geliştirme kartının üstten görünümü .....	19
Şekil 3.3. Nucleo-F429ZI geliştirme kartı donanımsal blok diyagramı .....	21
Şekil 3.4. Nucleo-F429ZI geliştirme kartı yerleşimi .....	22
Şekil 3.5. Güç katı blok diyagramı .....	23
Şekil 3.6. Güç katı girişi.....	24
Şekil 3.7. TVS diyotun davranışı .....	25
Şekil 3.8. EEPROM devresi.....	26
Şekil 3.9. Kuru ve ıslak kontak .....	27
Şekil 3.10. Kuru kontak çıkış devresi .....	28
Şekil 3.11. ULN2004 şematik diyagramı .....	28
Şekil 3.12. ULN2004 pin bağlantıları .....	29

Şekil 3.13. Kuru kontak giriş devresi .....	29
Şekil 3.14. TLP293-4 pin yapısı .....	30
Şekil 3.15. Kuru kontak giriş yapısı .....	30
Şekil 3.16. Tek hat haberleşmesi şematiği .....	31
Şekil 3.17. Tek hat haberleşme konnektörü .....	32
Şekil 3.18. RS-232 devresi .....	33
Şekil 3.19. ISL83488 pin yapısı .....	33
Şekil 3.20. RS-485 şematiği .....	34
Şekil 3.21. RJ45 konnektörü .....	35
Şekil 3.22. LAN8742A sistem blok diyagramı .....	36
Şekil 3.23. LAN8742A mimarisi .....	36
Şekil 3.24. Buzzer devresi .....	37
Şekil 3.25. Kontrol kartının üç boyutlu tasarım görseli .....	38
Şekil 3.26. Kontrol kartının Altium programı üzerinden görünümü: (a) Alttan görünümü, (b) Üstten görünümü .....	39
Şekil 3.27. Elektronik devre kartının malzeme yerleşimi .....	39
Şekil 3.28. Kontrol kartına ait PCB'nin Görünümleri: (a) Üstten görünümü, (b) Alttan görünümü .....	40
Şekil 3.29. Dizgisi yapılmış kontrol kartı .....	41
Şekil 3.30. Raf tipi kutuların montaj ölçüleri .....	41
Şekil 3.31. RM-110 Mekanik ölçü gösterimi .....	43
Şekil 3.32. Kutu içi görünüm .....	43
Şekil 3.33. Cihazın kutulanmış halinin önden görünümü .....	44
Şekil 3.34. Gömülü yazılım mimarisi .....	46
Şekil 3.35. Ana yazılımın akış diyagramı .....	47
Şekil 3.36. Gömülü web sunucu haberleşme yapısı .....	48
Şekil 3.37. Web arayüzü üzerinde sesli uyarı durumu (a) Ses açık, (b) Ses kapalı ....	50
Şekil 3.38. Bilgisayar kontrol kartı periyodik haberleşme döngüsü.....	50
Şekil 3.39. Bilgisayardan kontrol kartına kuru kontak çıkış değişikliği talebi .....	51
Şekil 3.40. Web arayüzü giriş ekranı .....	51
Şekil 3.41. Web arayüzü ana ekran .....	52
Şekil 3.42. Web arayüzü ayar menüsü .....	52

Şekil 3.43. Ağ ayarları .....	53
Şekil 3.44. Kullanıcı adı ve şifre belirleme ekranı .....	53
Şekil 3.45. Program güncelleme ekranı .....	53
Şekil 3.46. Güncelleme işlemi yapılırken ekran görüntüsü .....	54
Şekil 3.47. Ön yükleme akış diyagramı .....	55
Şekil 3.48. Web üzerinden program güncelleme .....	56
Şekil 4.1 UÇŞİD sistemi çalışma hali .....	59
Şekil 4.2. Kuru kontak giriş çıkış kontrolü .....	60
Şekil 4.3. Sensör ölçümlerin yapıldığı temsili oda düzeni .....	62
Şekil 4.4. Ölçümün birinci gününe ait sıcaklık zaman grafiği .....	63
Şekil 4.5. Ölçümün ikinci gününe ait sıcaklık zaman grafiği .....	65

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. DS18B20 sıcaklık ölçümüne ilişkin örnek tablosu .....	14
Tablo 3.1. M24512 adresleme tablosu .....	26
Tablo 3.2. RJ11 pin yapısı .....	32
Tablo 3.3. RS-232 TTL seçimi .....	33
Tablo 3.4. ISL83483 pin açıklamaları .....	34
Tablo 3.5. ISL8348 doğruluk tabloları .....	34
Tablo 3.6. RS-485 konnektörünün pin yapısı .....	35
Tablo 3.7. Ethernet pin bağlantıları .....	37
Tablo 3.8. Raf tipi kutu ölçüleri.....	42
Tablo 3.9. Altınkaya RM-110 kutu ölçüleri .....	42
Tablo 4.1. Kuru kontak bağlantıları .....	60
Tablo 4.2. UÇŞİD sistemi ile benzer sistemleri karşılaştırma.....	61

# GÖMÜLÜ WEB SUNUCU TABANLI UZAKTAN ERİŞİMLİ ÇEVRESEL ŞARTLARI İZLEME VE KONTROL SİSTEMİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

## ÖZET

Bu çalışmada, kapalı ortamlarda sıcaklık, nem, su sızıntısı, gibi çevresel şartların uzaktan görüntülenmesini ve yönetilmesini sağlayan bir sistem tasarımı yapılmış ve prototip düzeyinde üretimi gerçekleştirilmiştir. İlaç ve gıda depolama yerleri, sunucu merkezleri, laboratuvarlar, ilaç dolapları veya herhangi bir ortamın çevresel şartlarının izlenmesi, kayıt altına alınması açısından birçok alanda kullanılacak bir sistem gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk etapta kaynak ve literatür taraması yapılmış ve sonrasında uygulama aşamasına geçilmiştir.

Üzerinde ARM tabanlı mikrodenetleyici bulunan NUCLEO-F429ZI geliştirme kartı içeren kontrol kartına ait şematik ve baskılı devre kart tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan baskılı devre kartının üretimi sonrasında dizgisi gerçekleştirilerek çalıştırılmıştır. LwIP TCP/IP yığını kullanılarak gömülü web sunucusu oluşturulmuştur. Web arayüzü tasarımı ve gömülü yazılım çalışmaları yapılmıştır.

Sıcaklık sensörü olarak DS18B20, nem sensörü olarak DHT11 kullanılmıştır. Dört adet kuru kontak girişi bulunan UÇŞİD (Uzaktan Çevresel Şartları İzleme ve Denetleme) sisteminde, gaz detektörü, su sızıntısı, kapı kontağı, titreşim, hareket veya ışık algılama gibi açık/kapalı şeklinde çıkış veren detektör ve sensörlerin dört tanesinin eş zamanlı olarak çalışmasına olanak vermektedir. UÇŞİD sisteminde bulunan dört adet kuru kontak çıkışı ile farklı voltaj seviyelerindeki birbirinden bağımsız olarak çalışan 4 farklı cihazın çalışmasını yönetebilecek altyapı imkanı sunulmuştur.

Tek hatlı haberleşme ve RS-485 haberleşme protokolleri desteği ile sisteme dışarıdan sensör bağlantısı yapılabilmektedir. Sensörlerin konnektörler vasıtası ile bağlanabilir olması, sensörleri istenilen noktaya konumlandırabilme esnekliği katmaktadır.

Tasarımı yapılan UÇŞİD sistemi, sensör konumlandırma esnekliği, program yüklemesi yapmadan kullanıcı arayüzüne erişim, herhangi bir sunucu bilgisayara ihtiyaç duymaması ve uzaktan kolaylıkla program güncelleme yapabilmesi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Sistem genel olarak yapılan testlerden başarılı bir şekilde geçmiştir.

Anahtar kelimeler: Uzaktan erişim, çevresel şartları izleme ve denetleme, web arayüzü, ethernet, seri haberleşme, kuru kontak, gömülü web sunucu

# **DESIGN AND REALIZATION OF EMBEDDED WEB SERVER BASED REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

## **SUMMARY**

In this study, a system design which provides remote monitoring and management of environmental conditions such as temperature, humidity, water leakage in indoor environments has been carried out and prototype production has been done. It is aimed to implement a system that will be used in many areas in terms of monitoring and recording the environmental conditions of drug and food storage places, server centers or any environment. For this purpose, the source and literature search was made in the first place and then the application phase was started.

A schematic and printed circuit board design of the control board including the NUCLEO-F429ZI development board with ARM based microcontroller was carried out. After the production of the printed circuit board designed, the components of the board were assembled and the board was operated. The embedded web server was programmed using the LwIP TCP / IP stack. Web interface design and embedded software work have been done.

DS18B20 as temperature sensor and DHT11 as humidity sensor were used. The UÇŞİD (Remote Monitoring and Control Environmental Conditions) system with four dry contact inputs, allows the simultaneous operation of four detectors and sensors that provide open/closed output such as gas detector, water leakage, door contact, vibration, motion or light detection. Thanks to the four dry contact outputs in the UÇŞİD system, the infrastructure enabled four different devices operating independently of each other at different voltage levels to manage the operation of the device.

With the support of one-wire communication and RS-485 communication protocols, external sensor connection could be made to the system. The ability to connect sensors with connectors provides the flexibility to place sensors at the desired point.

UÇŞİD system designed is characterized by the flexibility of sensor positioning, access to the user interface without installing a program, no need for any server computers, and the ability to update the program remotely. The system has successfully passed the tests in general.

**Keywords:** Remote access, monitoring and controlling of environmental conditions, web interface, serial communication, ethernet, dry contact, embedded web server

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde internet kullanımının yaygınlaşması ile beraber sistemlerin uzaktan izlenmesi ve kontrol edilmesi çalışmaları hız kazanmıştır. Uzaktan erişim imkanı olan sistemler vasıtası ile bu sistemlere bağlı olan sensör ve cihazlar sayesinde ilgili ortamın denetimi oldukça kolaylaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında tasarımı ve gerçekleştirilmesi yapılan sisteme UÇŞİD (Uzaktan Çevresel Şartları İzleme ve Denetleme) olarak kısaltma kullanılarak ifade edilmesi uygun görülmüştür. UÇŞİD sisteminde, gelişen teknolojik gelişmeler çerçevesinde bir ihtiyaç olarak görülen ortamın çevresel şartlarının uzaktan erişilmesi ve denetlenmesinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda ilk etapta kaynak ve literatür taraması yapılmış ve sonrasında uygulama aşamasına geçilmiştir. STM firmasının NUCLEO-F429ZI kodlu geliştirme kartı kullanılmış olup, üzerinde bulunan port çıkışları ile tasarımı yapılmış olan kontrol kartı üzerinde konumlandırılmıştır. Elektronik baskı devre kart tasarımı Altium Designer programı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elektronik baskı devre kartı tasarımı sonrasında üretim dosyaları oluşturularak elektronik kart üretici firma üzerinden prototip kart üretimi yapılmıştır. Kart üretimi sonrası malzemelerin kart üzerine dizgisi yapıp testleri gerçekleştirilmiştir. UÇŞİD sistemine ait gömülü yazılım geliştirmesi için Atolic TrueStudio derleme programı kullanılmıştır. Kullanıcının program yüklemesine gerek kalmadan doğrudan web tarayıcı üzerinden erişimini sağlayacak web tabanlı arayüz programı geliştirilmiştir. Web sunucu olarak gömülü web sunucu altyapısı sunan LwIP TCP/IP yığını tercih edilmiştir. Sıcaklık sensörü olarak DS18B20, nem sensörü olarak DHT11 kullanılmıştır. Dört adet kuru kontak girişi bulunan UÇŞİD sisteminde, gaz detektörü, su sızıntısı, kapı kontağı, titreşim, hareket veya ışık algılama gibi açık/kapalı şeklinde çıkış veren detektör ve sensörlerin dört tanesinin eş zamanlı olarak çalışmasına olanak vermektedir. UÇŞİD sisteminde bulunan dört adet kuru kontak çıkışı ile birbirinden bağımsız farklı voltaj seviyelerindeki dört adet cihazın çalışmasının yönetilmesini sağlayacak altyapı imkanı sunulmuştur. Tasarımı yapılan UÇŞİD

sisteminde bulunan buzzer ve LEDler ile sesli ve görsel kullanıcı bildirimleri yapılmaktadır. UÇŞİD sisteminde bulunan tasarımı yapılan kontrol kartı, 220 VAC güç sağlayıcı ile birlikte raf tipi prototip kutu üzerinde gerekli işlemler yapılarak, kutulama işlemi tamamlanmıştır.

Uzaktan erişimli sistemler, çevresel şartların kontrolü ve izlenmesi alanlarında ülkemizde ve dünyada birçok akademik çalışma bulunmaktadır.

M. Yaz, yüksek lisans tez çalışmasında web ortamı aracılığıyla, internet üzerinden uzaktaki bir bilgisayara bağlı kontrol kartı üzerindeki programlanmış PIC entegresi ile sıcaklık değerlerinin okunması-kontrolü, ortam durum bilgisi alımı ve ortamın denetimi işlemleri yapmıştır (Kılınç, 2012).

S. Güçlü, yüksek lisans çalışmasında bebek altını ıslattığında veya ağladığında sorumlu kişilerin kullandığı cep telefonuna sesli veya yazılı mesaj göndererek uzaktan kontrollü bir akıllı beşik tasarımı ve uygulaması gerçekleştirmiştir (Güçlü, 2018).

M. Hussein, yüksek lisans tez çalışmasında sıcaklık, nem, akım ve voltaj gibi bazı fiziksel niceliklerin gözlenmesi için mini bilgisayar kullanarak bir kablosuz izleme sistemi geliştirmiştir (Hussein, 2017).

E. Irmak, doktora tez çalışmasında web tabanlı laboratuvar uygulaması gerçekleştirmiştir. Geliştirilen sistem genel olarak sunucu/istemci mimarisi tabanlıdır. Bütün işlemler sunucu tarafından yürütülmektedir. İstemci bilgisayar tarafında, internet erişimi ve tarayıcı program dışında ilave yazılım veya donanım birimlerine ihtiyaç duyulmamakta ve ayrıca sunucu bilgisayar tarafındaki deney setlerine internet üzerinden erişim imkanı bulunmaktadır (Irmak, 2007).

G. Mutlu, yüksek lisans tez çalışmasında temel güç elektroniği devreleri için uzaktan erişimli bir laboratuvar geliştirmiştir. Güç elektroniği devrelerinin benzetiminde MatLAB/Simulink programı kullanılmış ve LabVIEW programı kullanılarak kullanıcı arayüzü tasarlanmıştır. Bu programlar arasındaki iki yönlü veri alışverişi kesintisiz olarak "Simulation Interface Toolkit" yazılımı ile sağlanmıştır (Mutlu, 2012).

A. Kutlu, yüksek lisans tez çalışmasında elektronik, bilgisayar ve mekatronik gibi bölümlerde gösterilen servo motor kontrollü robot kol deneyleri için uzaktan eğitim



laboratuvarı tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemde tek bir sunucu bilgisayara birden fazla robot kol bağlanabilmektedir (Tülay, 2014).

R. Günaydın, yüksek lisans tez çalışmasında internet üzerinden mikrodenetleyici eğitiminin yapılmasını sağlayacak deney seti gerçekleştirilmiştir. Deney setinin bağlı bulunduğu bilgisayardaki yazılım makine kodunu mikrodenetleyiciye aktarmaktadır. Deney seti, kullanıcıya kamera aracılığı ile deney sonuçlarını, bilgisayarından gerçek zamanlı olarak izleme imkanı sunmaktadır (Günaydın, 2014).

Y. Kardaş, yüksek lisans tez çalışmasında GSM (3G) üzerinden haberleşen bir akıllı ev uygulaması gerçekleştirmiştir. Bu uygulamada birden fazla haberleşme tekniği kullanılarak sensörler aracılığıyla evdeki durum bilgileri ve röleler aracılığıyla da elektriksel donanımların yönetilebilirliği sağlanmıştır (Kardaş, 2014).

A. Aktoğan, yüksek lisans tez çalışmasında internet tabanlı deney düzeneği gerçekleştirmiştir. Kullanılan bilgisayar sunucusunun deney düzeneği ile olan haberleşmesi RS-232 haberleşme protokolü üzerinden sağlanmıştır (Aktoğan, 2011).

G. Nihal Güğül, yüksek lisans tez çalışmasında uzaktan kontrollü akıllı ev modeli geliştirmiştir. Uzaktan kontrol, DTMF'den gelen sinyallerin PIC16F877 mikrodenetleyicisi tarafından yorumlanması ile sağlanmıştır (Güğül, 2008).

Bölüm 2'de tez çalışmasına kaynak olan literatür taraması, çevresel şartları algılayıp denetleyen endüstriyel çözümler ve genel araştırmalar hakkında bilgi verilmektedir. Bölüm 3'te UÇŞİD sistemi kapsamında donanımsal ve yazılımsal çalışmalar ve prototip üretim süreci anlatılmıştır. Bölüm 4'te sensörlerden alınan bilgilerin kaydedilip raporlandığı, çeşitli senaryolar ile ulaşılan sonuçlardan bahsedilmektedir. Bölüm 5, çalışmanın tartışma ve sonuç bölümünün anlatıldığı kısımdır.

## **BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. ARM Mimarisi**

ARM (Acorn RISC Machine) mimarisinin temelleri 1983 yılında Acorn Computer Ltd. tarafından atılmıştır. Geliştirme ekibinin başını Steve Furber ve Roger Wilson çekmektedir. İleri seviye bir MOS Technology 6502'yi ortaya çıkarmışlardır (Türk, 2011).

Acorn firması 1990 yılında geliştirdikleri işlemci mimarisinin ismini Advanced RISC Machine olarak değiştirmiştir.

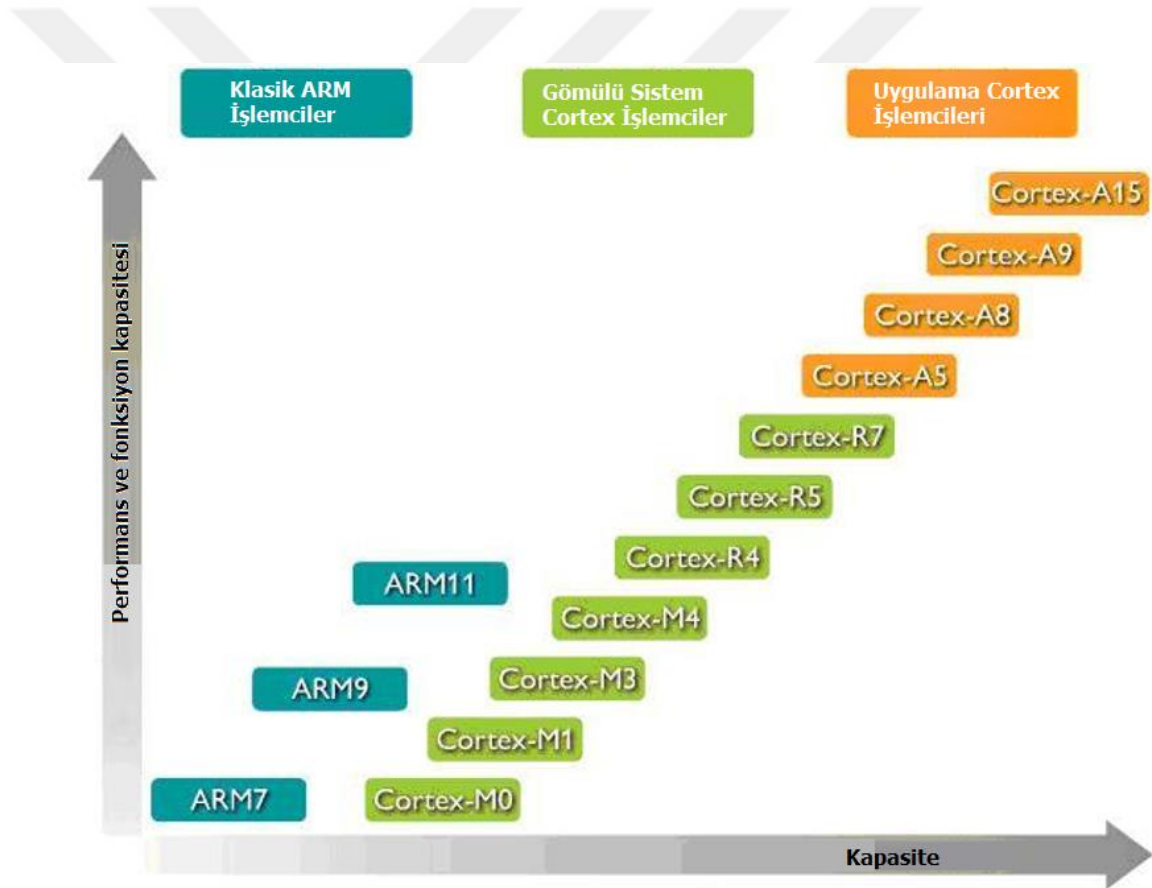
ARM mimarisi birçok gömülü sistem dizayn çalışmalarında tercih edilen 32 bit RISC işlemci altyapısıdır. Güç sarfiyatları oldukça düşüktür. Bu sebeple mobil cihazların tasarımlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Türk, 2011).

ARM, RISC tabanlı bir mikrodenetleyici mimarisi olup, işlemci üreticilerinden bağımsızdır(Güzel, 2018). ARM, mikrodenetleyici üretimi yapan firmalar için ARM firması tarafından dizayn edilen işlemci mimari yapısıdır (Güzel, 2018).

32 bit ve 64 bitlik olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Güç sarfiyatlarının az olması ile ön plana çıkmaktadır. Diğer RISC tabanlı işlemciler ile kıyaslandığında performans olarak daha iyidir. X86-X64 işlemcilere kıyaslandığında fiyat olarak daha düşük olması ve düşük güç tüketimi ARM işlemcilerin kullanımını artırmaktadır. ARM firması işlemcinin üretim kısmını üstlenmez. Sadece mimari dizaynını yapıp lisans satışını gerçekleştirir. CISC ( karmaşık komut seti kütüphanesi) tabanlı işlemcilere göre özel tasarımlar yapılabildiğinden aynı nesil ARM işlemcilerin, işlemci üretimi yapan farklı firmalar tarafından çıkarılan değişik versiyonları olabilir. Bu sebeple performansları aynı olmayabilir. Bundan dolayı işlemci nesilleri ve karakteristikleri ele alınırken ARM referans dizaynı dikkate alınır (Cebeci, 2014).

ARM mimari ürün grubu genel olarak gömülü sistem (cortex m serisi), klasik ARM işlemciler (ARM7, ARM9, ARM11) uygulama (cortex a serisi) olarak üç sınıfa ayrılmaktadır. Bu seri işlemcilerdeki clock (saat darbesi) kaynağı kristal osilatör, dahili osilatör veya dışarıdan bir osilatör kaynağı kullanımı şeklindedir. Güç tüketimin azaltılmasında, çevre birimlerinin clock hatlarının tamamen veya bir kısmını kapatılması önemli bir faktör olarak görülmektedir. DMA (doğrudan bellek erişimi) özelliği sebebiyle bu serideki işlemciler sıralı veya tek adresten okunan verileri başka bir sıralı veya tek adrese işlemciyi kullanmadan aktarabilmektedir (Güzel, 2018).

ARM mimari ailesinin kapasite ve performans kriterleri üzerinden gösteren grafik Şekil 2.1.'de yer almaktadır.



Şekil 2.1. ARM mimari ailesi (Cebeci, 2014).

## 2.2. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemi (RTOS)

İşletim sistemi, belli kurallar dahilinde programların çalışmasını ve kullanıcı ile bilgisayar arasındaki iletişimi sağlayan programlar bütünüdür. Genel amaçlı bir işletim sisteminin gerçekleştirdiği temel görevler şunlardır;

- Çevre birimleri ile programlar arasındaki iletişimi kurmak
- Kayıt alanlarındaki dosyalara belli bir düzende erişilmesi için bir dosya yönetim sistemi kurmak
- Programlar arası veri alışverişini kontrol etmek
- Kullanıcıları kaynaklara güvenli şekilde ulaştırmak
- Belleğin etkin şekilde kullanılmasını yönetmek

Popüler olan işletim sistemlerine örnek olarak Linux, Android, MAC OS X ve Microsoft Windows gösterilebilir (Kaya, 2016).

Pek çok işletim sistemi birden fazla programın aynı anda çalışmasına izin veriyor gibi görünmektedir. Buna çoklu görev denir. Gerçekte, her bir işlemci çekirdeği, herhangi bir zamanda yalnızca tek bir yürütme iş parçacığını (thread) çalıştırabilir. Görev planlayıcısı (Scheduler) olarak adlandırılan işletim sisteminin bir kısmı, hangi programın ne zaman çalıştırılacağına karar vermekten sorumludur ve her program arasında hızla geçiş yaparak eşzamanlı yürütme yanlısamasını sağlar (Barry, 2019).

Bir işletim sisteminin türü, görev planlayıcısının hangi programın ne zaman çalıştırılacağına nasıl karar verdiği ile tanımlanır. Örneğin, çok kullanıcılı bir işletim sisteminde (Unix gibi) kullanılan görev planlayıcısı, her kullanıcının işleminin makul bir sürede gerçekleşmesini sağlar. Başka bir örnek olarak, masaüstü işletim sistemindeki (Windows gibi) görev planlayıcısı, bilgisayarın kullanıcılarına karşı cevap vermeye açık kalmasını sağlamaya çalışır (Barry, 2019).

Gerçek Zamanlı İşletim Sistemindeki (RTOS) görev planlayıcısı, öngörülebilir bir yürütme modeli sağlamak için dizayn edilmiştir. Gerçek zamanlı gereksinim ihtiyacı olduğundan dolayı gömülü sistemler için bu özellik oldukça önem arz etmektedir. Gerçek zamanlı gereklilikleri yerine getirme garantisi, yalnızca işletim sisteminin

zamanlayıcısının davranışı tahmin edilebiliyorsa yapılabilir (ve bu nedenle belirleyicidir) (Barry, 2019).

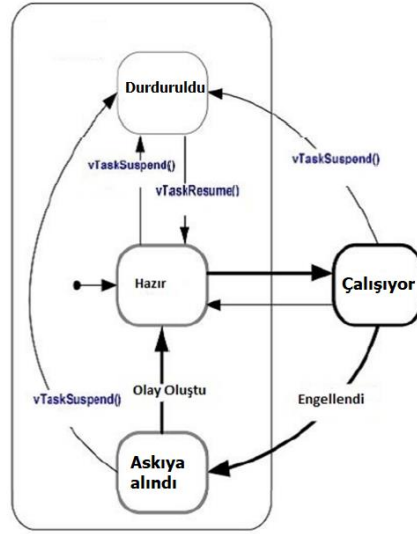
### 2.3. FreeRTOS Nedir?

FreeRTOS mikrodenetleyicilerde koşabilecek kadar küçük olan bir gerçek zamanlı işletim sistemidir. Real Time Engineers Ltd firması tarafından geliştirilmiştir. Açık kaynaklı olan FreeRTOS C dili ile geliştirildiğinden farklı ortamlara adaptasyon kolaylığı bulunmaktadır.

FreeRTOS uygulamaları tamamen statik olarak tahsis edilebilir. Farklı bir seçenek olarak, RTOS nesnelere, sağlanan beş bellek ayırma şeması ile dinamik olarak tahsis edilebilir:

- Sadece tahsis etme
- Çok basit hızlı bir algoritma ile tahsis etme
- Hafıza bütünleştirme ile daha zorlu ancak hızlı tahsis ve serbest algoritma
- Bir yığının birden fazla bellek alanında kırılmasına izin veren birleşik hafıza içeren daha karmaşık şemaya bir alternatif.
- C kütüphanesi karşılıklı dışlama koruması ile birlikte tahsis etme

FreeRTOS'ta temel olarak görev (task), görev durumları (task states), görev öncelikleri (task priorities) olmak üzere üç kavram bulunmaktadır. Belirlenen önceliklere bağlı olarak işletim sistemi görevleri icra etmektedir. Görevlerin çalışıyor (running), hazır olma (ready), durduruldu (blocked) ve askıya alındı (suspended) olmak üzere dört ayrı durumu vardır. Bu durum geçişlerini anlatan akış şeması Şekil 2.2.'de yer almaktadır.



Şekil 2.2. FreeRTOS'ta durum geçişleri (Barry, 2019).

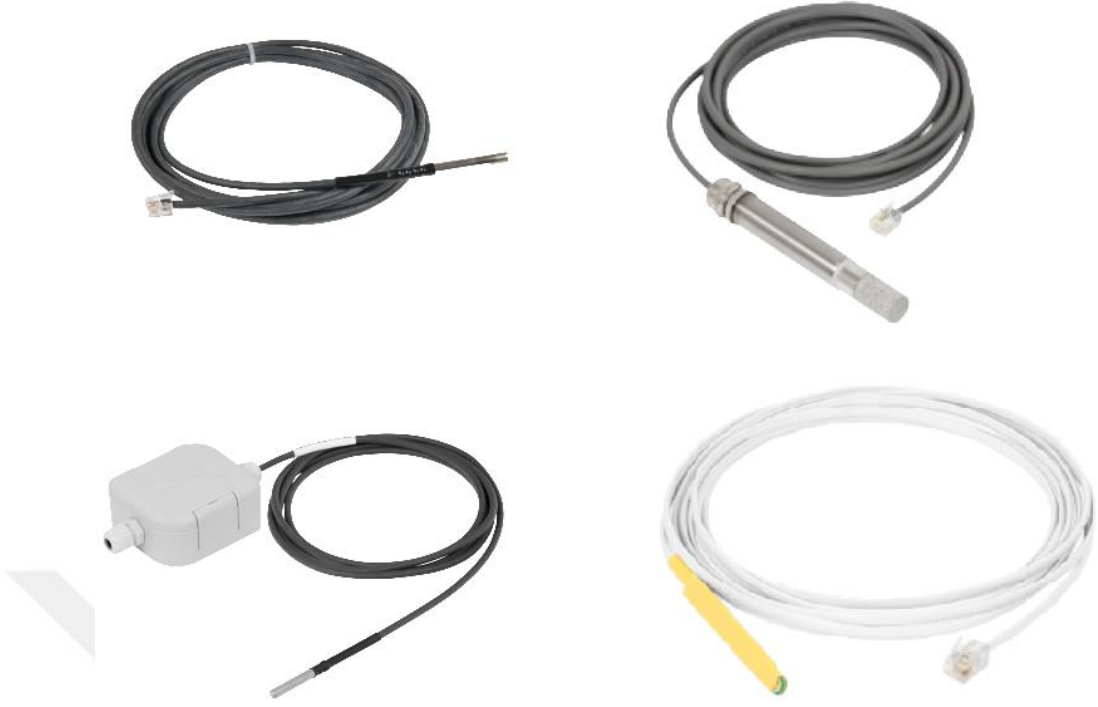
## 2.4. Endüstriyel Alanda Kullanılan Çevresel Sensör Uygulamaları

Tez çalışmasına başlamadan önce çevresel şartların girdisi olan sensörler hakkında literatür taramanın yanı sıra, endüstriyel alanda neler yapıldığı, ne tip sensörler kullanıldığı ve kullanılan sensörlerin destekledikleri haberleşme protokolleri incelenmiştir. Yapılan araştırmalara ilişkin değerlendirmeler aşağıda belirtilmektedir.

Araştırma ve incelemeler neticesinde kullanılan çevresel şartlar sensör tiplerinin haberleşme protokolünün ağırlıklı olarak tek hat haberleşmesi (one wire) olduğu görülmüştür. Ethernet destekleri ile uzaktan erişim özellikleri vardır. RS485 haberleşme protokolünü kullanan birçok çevresel sensörler de bulunmaktadır. Sensör bağlantıları ağırlıklı olarak RJ11/RJ12 tipi konnektörler ile sağlanmaktadır. Kuru kontak giriş bağlantıları ile duman detektörü, kapı kontağı, titreşim ve hareket algılama işlemleri için kullanılmaktadır.

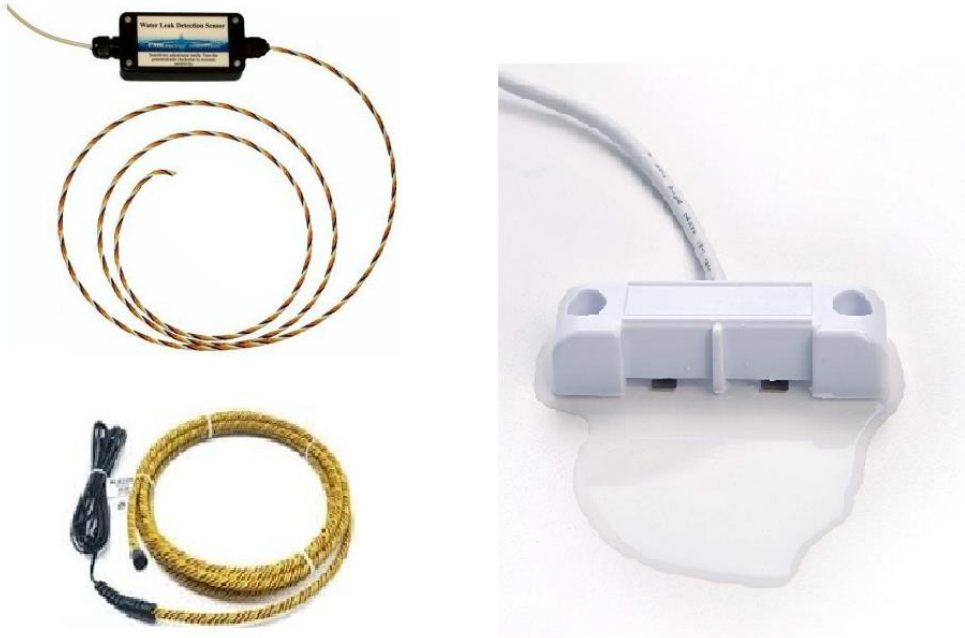
Ayrıca çevresel şartların takibi için özel monitör kontrol yazılımları kullanılmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde uzaktan denetimler kolayca yapılabilmektedir. Alarm bildirimleri elektronik posta, SMS veya arama yoluyla uyarı gibi özellikler barındırmaktadır.

Endüstriyel alanda kullanılan sıcaklık ve nem sensörlerine ait örnekler Şekil 2.3.'te yer almaktadır.



Şekil 2.3. Endüstriyel sıcaklık ve nem sensörü örnekleri.

Şekil 2.4.'te endüstriyel su sızıntı sensörlerine ait örneklere yer verilmiştir.



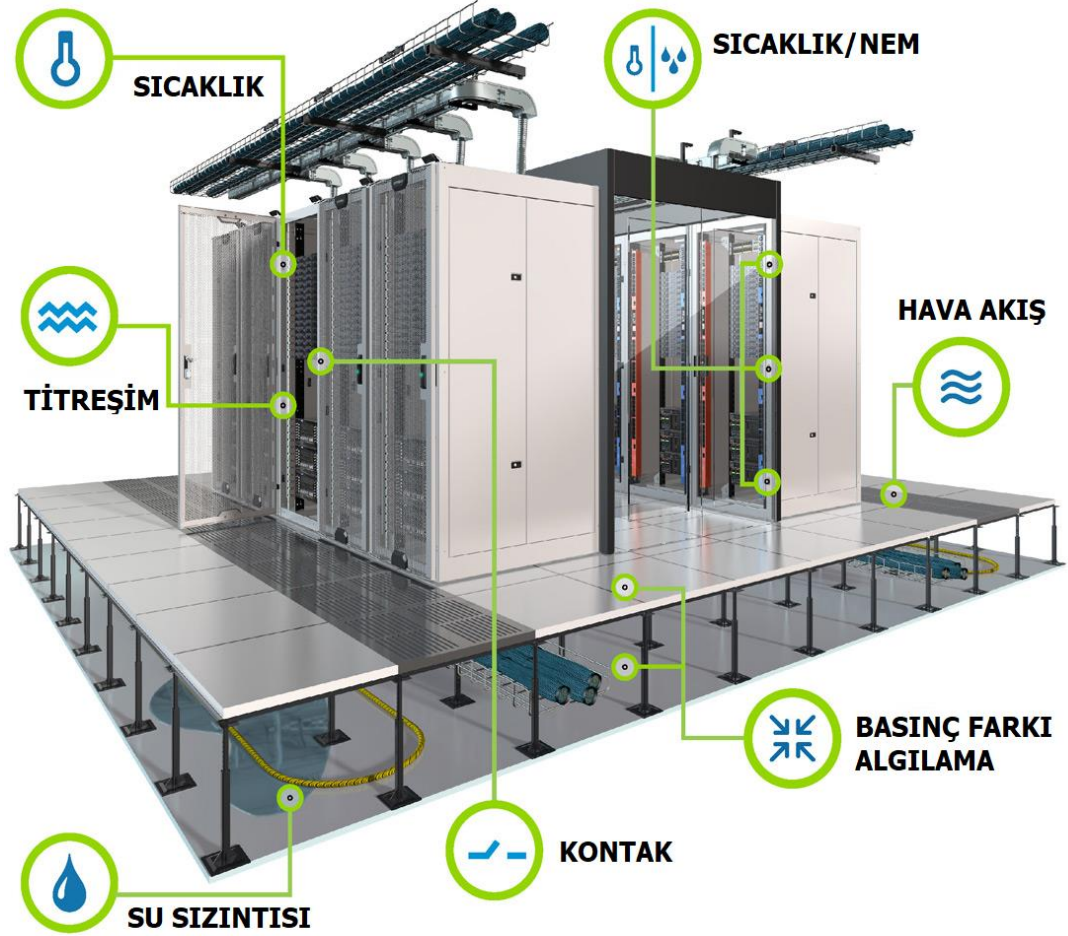
Şekil 2.4. Endüstriyel su sızıntı sensör örnekleri.

Şekil 2.5.'te gaz detektörlerine ilişkin örnekler yer almaktadır.



Şekil 2.5. Gaz detektör örnekleri.

Çevresel şartların denetiminin data merkezlerinde uygulamasına yönelik örnek sistem Şekil 2.6.'da yer almaktadır.



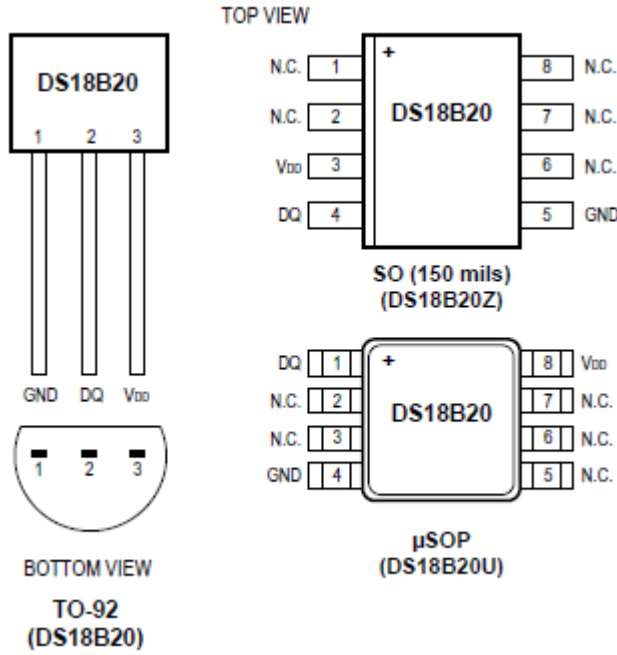
Şekil 2.6. Data merkezinde çevresel şart izleme uygulaması (Raritan, 2019).



## 2.5. DS18B20 Sıcaklık Sensörü

Sıcaklık ölçümü yapan sensörler genel olarak analog çıkışlı ve dijital çıkışlı olmak üzere ikiye ayrılır. Çalışmada kullanılan sensörler uzun kablolar ile farklı noktalardan ölçüm alınması gerektiğinden dijital çıkışlı sıcaklık sensörü tercih edilmiştir. Dijital çıkışlı sıcaklık sensörü seçiminin yanı sıra haberleşme protokolü seçimi de önem arz etmektedir. Bu seçimi yaparken hem literatür taraması yapılmış hem de endüstriyel alandaki tercihler incelenmiştir. Endüstriyel alanda tek hatlı haberleşme protokollü sensörlerin yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmüştür. Bu araştırmalar doğrultusunda Maxim firmasına ait DS18B20 sıcaklık sensörü kullanımına karar verilmiştir.

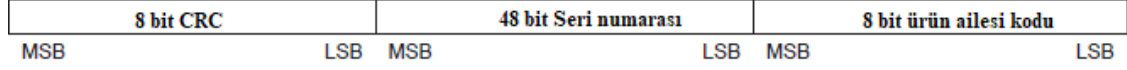
DS18B20 sıcaklık sensörünün  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında sıcaklık ölçümü bulunmaktadır. Yaptığı ölçümün doğruluğu  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir. DS18B20'ye ilişkin pin yapısını gösteren görsel Şekil 2.7.'de yer almaktadır.



Şekil 2.7. DS18B20 pin yapısı (Maxim Integrated, 2018).

64 bit uzunluğu her bir sensöre özel tek bir tane olacak şekilde ROM (Read Only Memory) kodu bulunmaktadır. ROM kodunun tek oluşu aynı hatta takılan birçok DS18B20 sensörü için ayırt edici bir nitelik kazandırmaktadır. 64 bitlik ROM kodunun düşük öncelikli ilk 8 biti ürün ailesinin kodu, sonraki 48 biti seri numarası, son 8 biti CRC

(Cyclic Redundancy Check)'dir. Burada CRC kodu data bütünlüğünün doğrulanması için üretilen bir koddur. DS18B20'nin ROM kodunun yapısı Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.

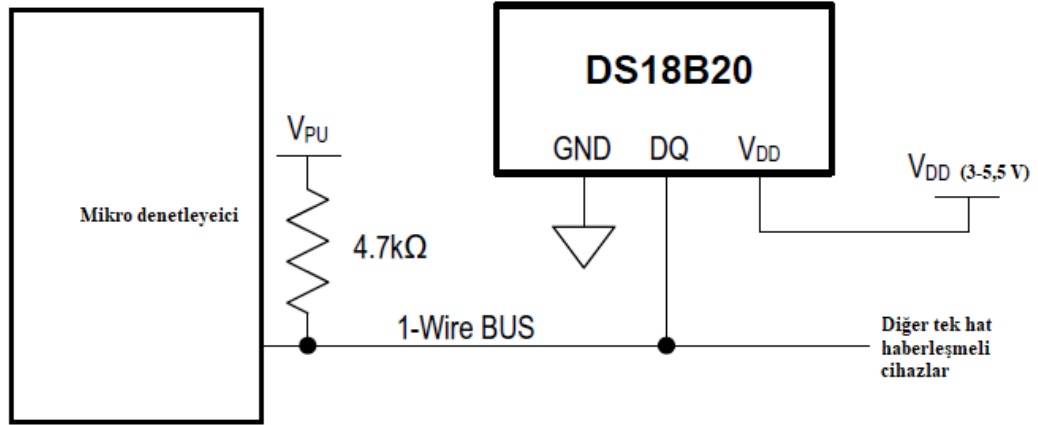


Şekil 2.8. DS18B20 ROM kodunun yapısı (Maxim Integrated, 2018).

DS18B20 sıcaklık sensörünün genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

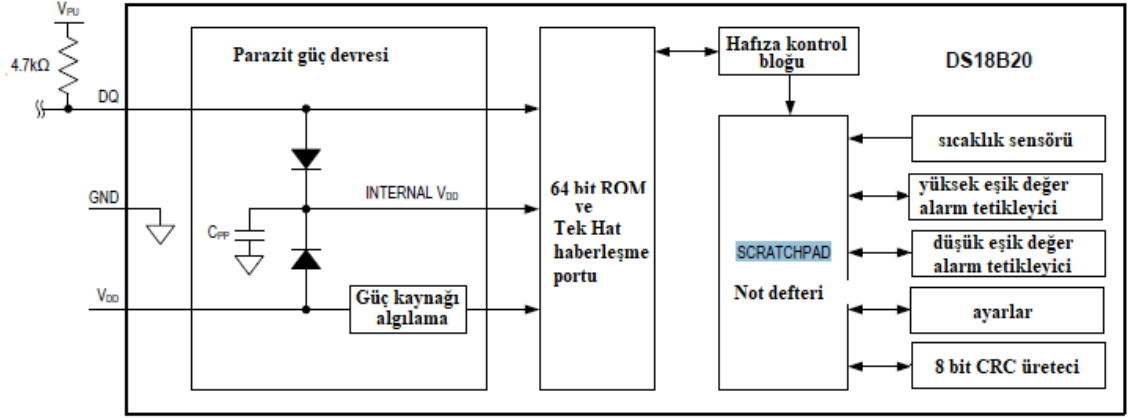
- -55 °C ile 125 °C arası sıcaklık gösterimi
- Tek hat haberleşme protokolü ile çalışma
- 0,5 °C hata payı ile ölçüm
- 9 bit ile 12 bit arası ayarlanabilir dahili analog dijital dönüştürücü
- 12 bit analog dijital dönüştürücü seçme durumunda 0,0625 °C ölçüm çözünürlüğü
- En fazla 750 milisaniye ölçüm süresi
- Kullanıcı tarafından ayarlanabilen alarm yapısı

Şekil 2.9.'da DS18B20'nin bağlantı şekli gösterilmektedir.



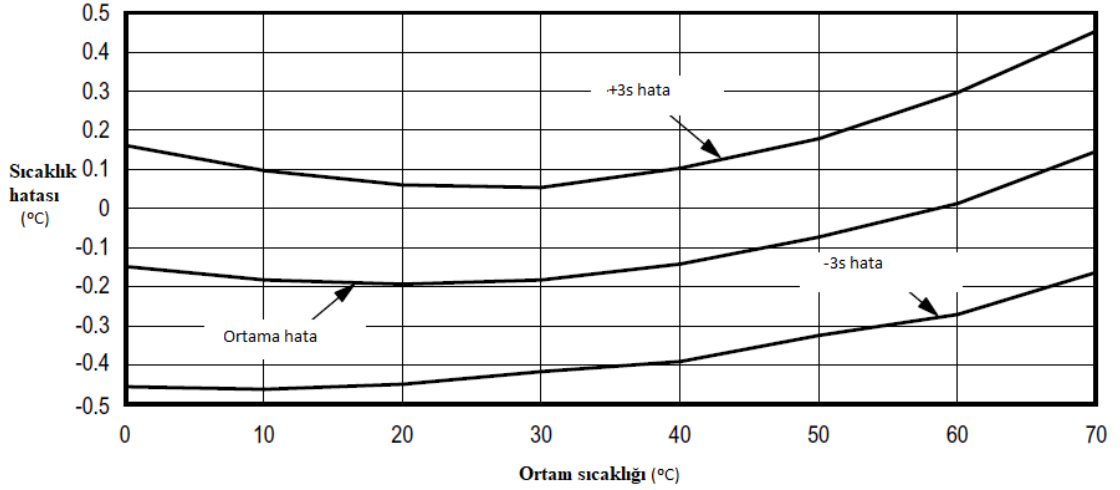
Şekil 2.9. DS18B20 devre bağlantısı (Maxim Integrated, 2018).

DS18B20'ye ilişkin genel blok diyagramı Şekil 2.10.'da yer almaktadır.



Şekil 2.10. DS18B20 genel blok diyagramı (Maxim Integrated, 2018).

DS18B20 sıcaklık sensörünün maksimum hata payının 0,5 °C olduğu söylenmiştir. Bu hata ortam sıcaklığına göre değişim göstermektedir. Sıcaklık ölçüm hatasının sıcaklığa bağlı olarak değişimi Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. DS18B20 hata grafiği (Maxim Integrated, 2018).

DS18B20 sıcaklık verileri santigrat için kalibre edilmiştir. Fahrenheit birimli uygulamalar için, bir arama tablosu veya dönüşüm rutini kullanılmalıdır. Sıcaklık verileri, sıcaklık kaydedicide 16 bitlik işaretli uzatılmış iki tamamlayıcı sayı olarak saklanır. Sıcaklık kaydedicisinin veri formatını içeren görsel Şekil 2.12.'de yer almaktadır.

	<b>BIT 7</b>	<b>BIT 6</b>	<b>BIT 5</b>	<b>BIT 4</b>	<b>BIT 3</b>	<b>BIT 2</b>	<b>BIT 1</b>	<b>BIT 0</b>
<b>LS BYTE</b>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>-1</sup>	2 <sup>-2</sup>	2 <sup>-3</sup>	2 <sup>-4</sup>
	<b>BIT 15</b>	<b>BIT 14</b>	<b>BIT 13</b>	<b>BIT 12</b>	<b>BIT 11</b>	<b>BIT 10</b>	<b>BIT 9</b>	<b>BIT 8</b>
<b>MS BYTE</b>	S	S	S	S	S	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>

Şekil 2.12. Sıcaklık kaydedici veri formatı (Maxim Integrated, 2018).

İşaret bitleri, sıcaklığın pozitif veya negatif olup olmadığını gösterir: pozitif sayılar için S 0'a eşittir. Negatif sayılar için S 1'dir. DS18B20 12-bit çözünürlük için yapılandırılmışsa, sıcaklık kaydındaki tüm bitler geçerli veri içerecektir. 11-bit çözünürlük için bit 0 tanımsızdır. 10-bit çözünürlük için bit 1 ve bit 0 ve 9-bit çözünürlük için bit 2, bit 1 ve bit 0 tanımsızdır.

12 bitlik analog dijital dönüştürücü seçimi yapılmış olan DS18B20'ye ait ölçüm örnekleri Tablo 2.1.'de yer almaktadır.

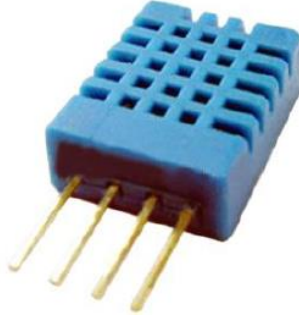
Tablo 2.1. DS18B20 sıcaklık ölçümüne ilişkin örnek tablosu (Maxim Integrated, 2018).

Sıcaklık (°C)	Dijital çıkış (ikili sayı)	Dijital çıkış (Hex)
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5	0000 0000 0000 1000	0008h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h

## 2.6. DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü

Dirençli tip bir nem ölçüm bileşeni ve NTC tipi sıcaklık bileşeni barındıran DHT11 özel dijital sinyal alma tekniği ile istikrarlı çalışma sağlayan düşük maliyetli bir sensör çözümdür. Haberleşme protokolü olarak kendisine özgü bir tek hat haberleşmesi kullanmaktadır (D-Robotics, 2010).

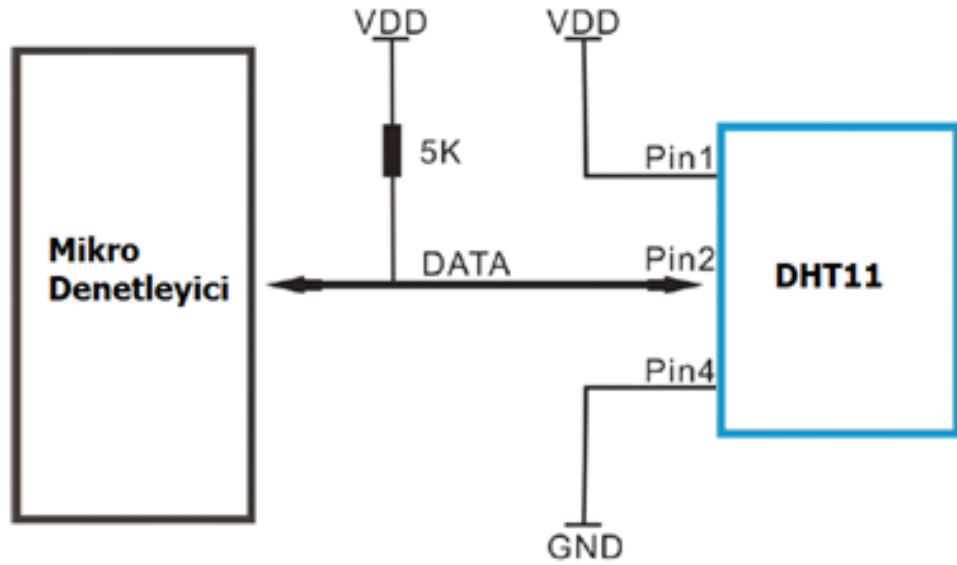
Şekil 2.13.'te DHT11'in görünümü yer almaktadır.



Şekil 2.13. DHT11 sensör görünümü.

Her bir DHT11 sensörü, ölçüm doğruluğu yüksek laboratuvarında nem kalibrasyonuna tabi tutulur. Bu kalibrasyon ölçümleri sonrası hesaplanan kalibrasyon katsayıları, sensörün dahili sinyal algılama işlemi tarafından kullanılacak olan dahili hafıza birimine kaydedilir. Küçük boyutu, düşük güç sarfiyatı ve 20 metreye kadar sinyal iletimi ön plana çıkan özellikleri arasındadır (D-Robotics, 2010).

Şekil 2.13.'te DHT11'e ait devre bağlantısı görünmektedir.



Şekil 2.14. DHT11 devre bağlantısı (D-Robotics, 2010).

DHT11'in başlıca özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Besleme gerilimi 3-5,5V
- Çalışma akımı 0,5-2,5 mA
- Bekleme modu akımı 100  $\mu$ A–150  $\mu$ A
- Nem ölçümü: %1 RH çözünürlük (8 bit), %5 RH doğruluk, %20 RH-%90 RH ölçüm aralığı
- Sıcaklık ölçümü: 1°C çözünürlük (8bit), 2°C doğruluk, 0°C-50°C ölçüm aralığı

DHT11, 8bit tamsayı RH verisi + 8bit ondalık RH verisi + 8bit tamsayı sıcaklık verisi + 8bit ondalık Sıcaklık verisi + 8bit sağlama toplamı (check sum) şeklinde bir data paket yapısına sahiptir (D-Robotics, 2010).

Tez çalışmasında DHT11'in sadece nem algılama kısmı kullanılmıştır. Sıcaklık sensör bölümün doğruluğu ve çözünürlüğü yeterli görülmediğinden kullanılmamıştır. Nem ölçümü biriminin doğruluğu %5 RH'tir. Bu doğruluk değeri genel amaçlı ölçüm yapmaya elverişlidir. Hassas nem ölçümü yapmaya uygun değildir. Daha hassas ölçüm yapan nem sensörleri bulunmakla beraber SPI I<sup>2</sup>C gibi kısa mesafeli haberleşme protokollerine sahiptirler. DHT11 sensörün tercih edilmesinin başlıca nedeni UÇŞİD sisteminin sensör konumlandırma esnekliği konseptine uygun olması ve maliyetinin düşük olmasıdır.

## 2.7. LwIP Yığını

LwIP, İsveç Bilgisayar Bilimleri Enstitüsü'nde Adam Dunkels tarafından temelleri atılan, şu anda dünya çapında birçok geliştirici tarafından geliştirilen ve iyileştirmeleri yapılan TCP/IP protokol paketinin küçük bağımsız bir uygulamasıdır. Gömülü sistemler için tasarlanmış, yaygın olarak kullanılan bir açık kaynaklı TCP/IP yığınıdır.

LwIP (lightweight IP), kaynak kullanımını azaltmak için büyük oranda TCP/IP protokolleri içeren bir API kümesidir (Uygulama programlama arabirimleri). Azaltılmış TCP/IP özelliğinin olması LwIP'i onlarca kilobayt boş RAM ve yaklaşık 40 kilobayt kod ROM'una sahip olan gömülü sistemlerde kullanımı için uygun kılar. LwIP yığını kullandığı donanım kaynağının çok sınırlı olmasına rağmen TCP/IP ağ modelinin her katmanı için TCP/IP protokollerinin birçok önemli özelliğini sağlar. Desteklediği başlıca özellikler: uygulama katmanında; DNS (Domain Name Services), DHCP (Dynamic Host

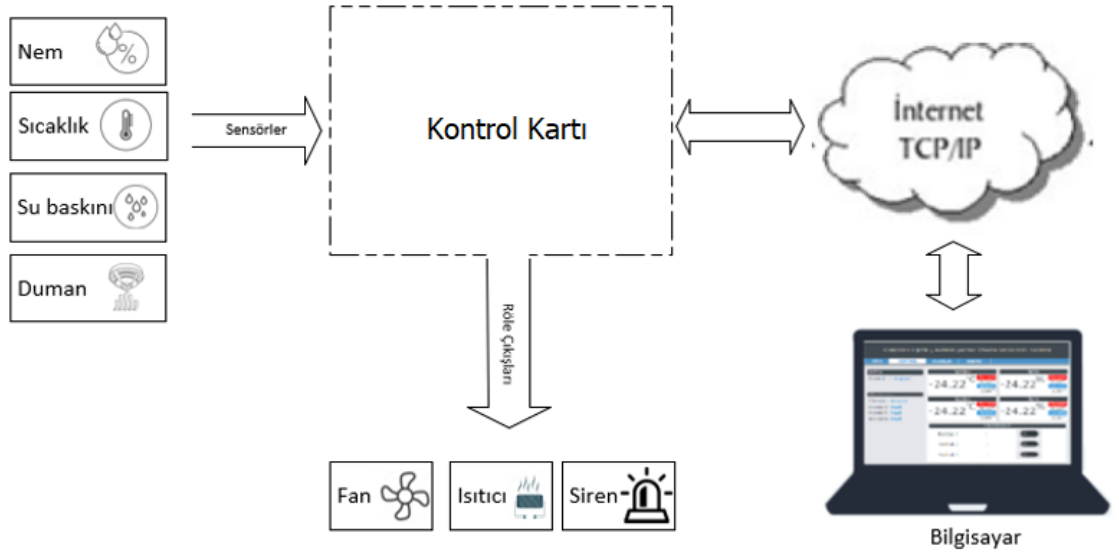
Configuration Protocol), SNMP Simple Network Management Protocol), taşıma katmanında; TCP (Transmission Control Protocol) ve UDP (User Datagram Protocol), internet katmanında; IP (Internet Protocol) , ICMP (Internet Control Message Protocol), IGMP (Internet Group Management Protocol), eklenti uygulamaları http sunucu ve TFTP (Trivial File Transfer Protocol)'dir (Goldschmidt, 2018).



## BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1. UÇŞİD Sisteminin Genel Yapısı

UÇŞİD sisteminin uzaktan erişimli olması TCP/IP protokolü ile ethernet üzerinden lokal veya geniş ağ bağlantısı vasıtasıyla sağlanmaktadır. Uzaktan erişim için arada herhangi bir sunucu bilgisayar olmasına gerek yoktur. Gömülü sistem içerisinde web sunucu çalışmaktadır. Sisteme sıcaklık, nem, su baskını, duman detektörü vb. çevresel şart algılama sensörleri bağlanabilmektedir. Ayrıca röle çıkışları sayesinde hem doğru akımla çalışabilen cihazın hem de alternatif akımlı şebeke gerilimi ile çalışan herhangi bir cihazın denetimi yapılabilmektedir. Sistemin genel yapısı Şekil 3.1.'de görünmektedir.



Şekil 3.1. Sistemin genel yapısı.



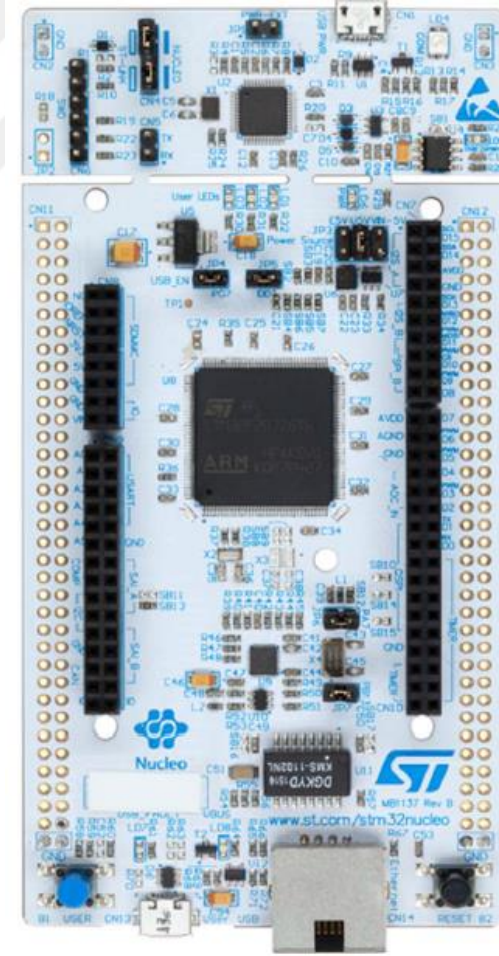
## 3.2. UÇŞİD Sisteminin Donanımsal Birimleri

### 3.2.1. Nucleo geliştirme kartı

Tez çalışmasında mikrodenetleyici içeren geliştirme kartı olarak NUCLEO-F429ZI seçimi yapılmıştır. Bu seçimi yapma nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

- ARM tabanlı 32 bit mikrodenetleyici içermesi
- ST firmasının doküman desteğinin iyi olması
- Sistem için önem arz eden internet altyapısının bulunması
- Güç girişlerinin seçenekli olması

NUCLEO-F429ZI'e ilişkin görsel Şekil 3.2.'de yer almaktadır.

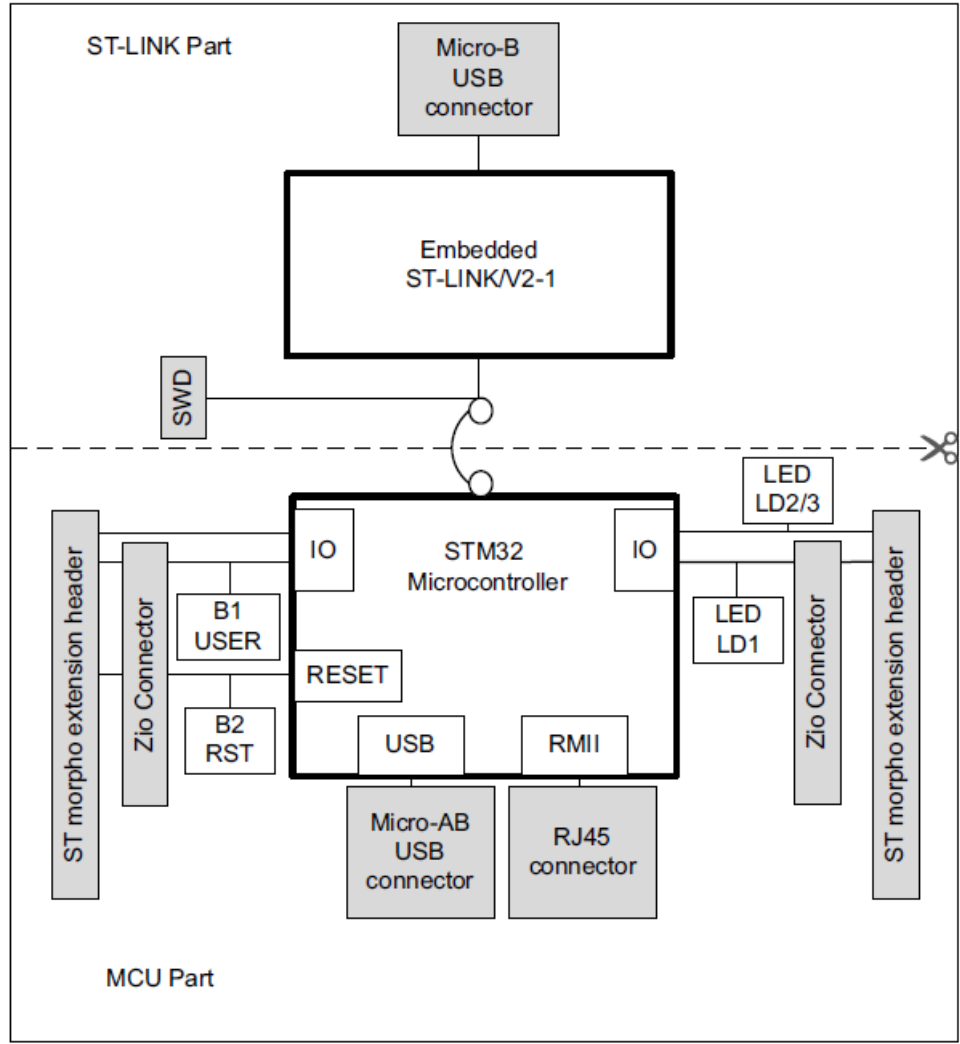


Şekil 3.2. Nucleo-F429ZI geliştirme kartının üstten görünümü (STMicroelectronics, 2017).

NUCLEO-F429ZI geliştirme kartına ait başlıca yazılımsal ve donanımsal özellikler aşağıda sıralanmıştır.

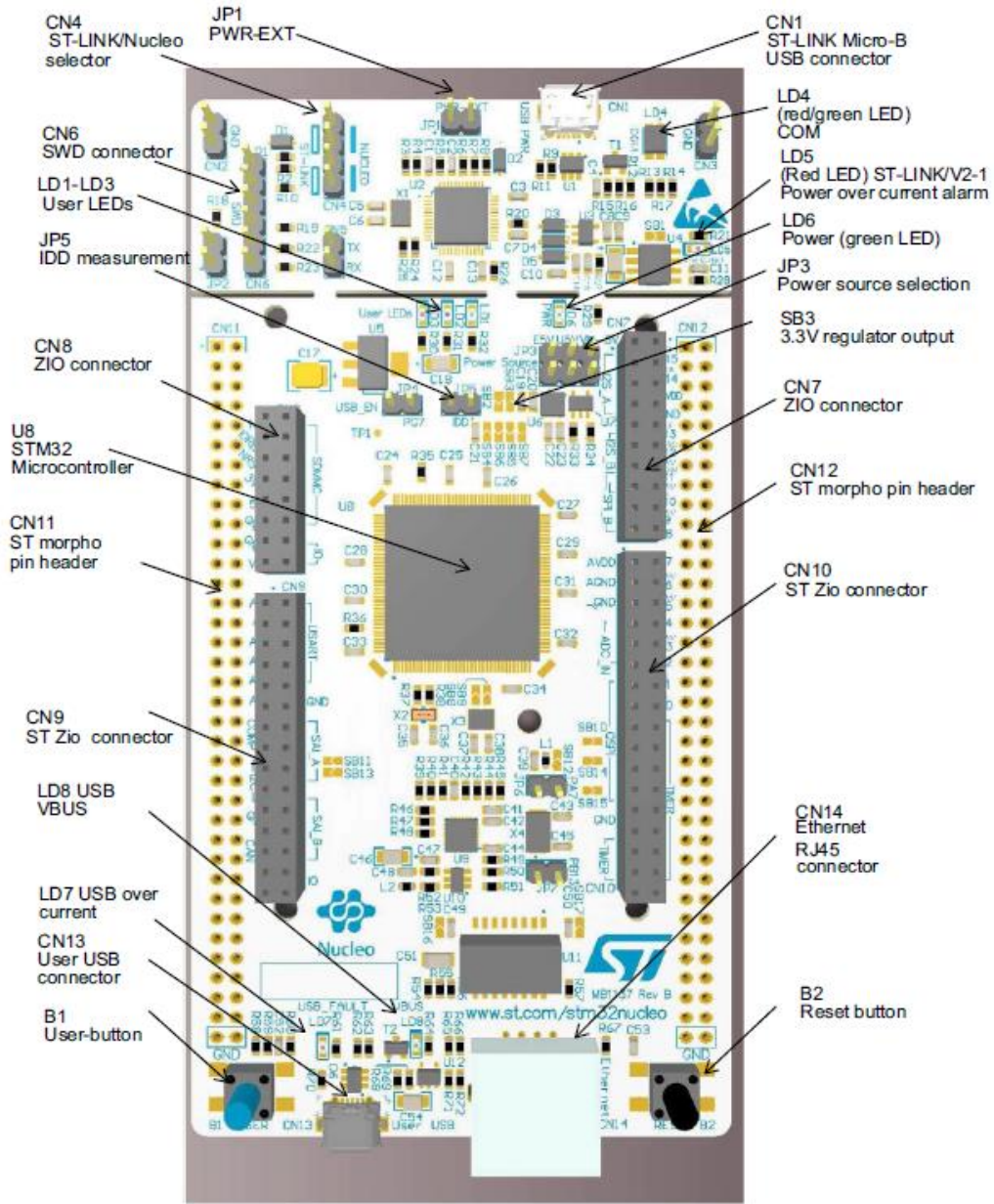
- ARM tabanlı 32 bit mikrodenetleyici
- Taşıyıcı kart tasarımına ilişkin özelleştirilmiş kart tasarımı
- Ethernet desteği RJ45 konnektörlü
- USB 2.0
- USB OTG
- 144 pin
- 2 MB flaş hafıza, 256 kB RAM
- 14 zamanlayıcı
- SPI
- I<sup>2</sup>C
- UART
- 12 bit ADC (0-3,3V)
- Çalışma voltajı 1,8-3,3V
- 12 bit DAC
- 5V- 3,3V dönüştürücü
- Maksimum 180 MHz' kadar çalışma frekansı

NUCLEO-F429ZI geliştirme kartına ait donanımsal blok diyagram Şekil 3.3.'te yer almaktadır.



Şekil 3.3. Nucleo-F429ZI geliştirme kartı donanımsal blok diyagramı (STMicroelectronics, 2017).

NUCLEO-F429ZI geliştirme kartını malzeme yerleşiminin üstten görünümüne ait görsel Şekil 3.4.'te yer almaktadır.

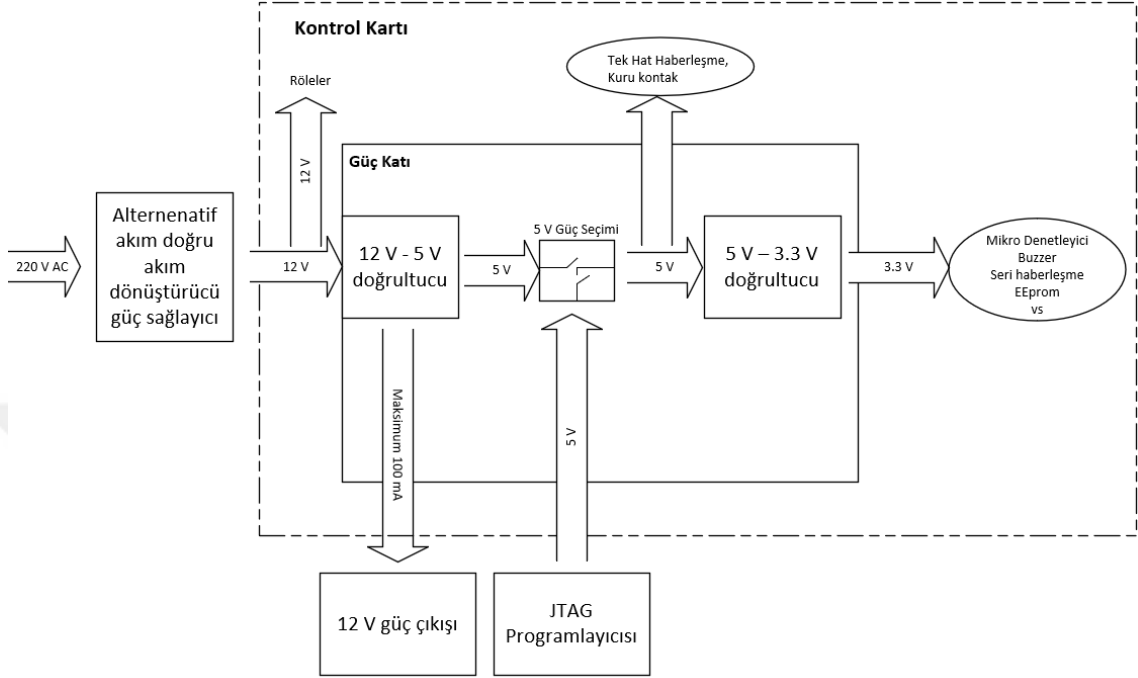


Şekil 3.4. Nucleo-F429ZI geliştirme kartı yerleşimi (STMicroelectronics, 2017).

### 3.2.2. Güç katı

Kontrol kartında 12V, 5V ve 3,3V olmak üzere üç farklı besleme voltaj ihtiyacı bulunmaktadır. Bu sebeple iki ayrı voltaj doğrultma devre tasarımı yapılmıştır. Birinci voltaj doğrultucu devre 12 V'ü 5V'a düşürmekte, ikinci doğrultucu devre 5V'u 3,3V'a dönüştürmektedir. Ayrıca JTAG programlayıcı ile de devre beslemesi yapılabilir. Bunun 5V güç seçimi atlamacı (jumper) ile yapılmaktadır. Bu sayede karta program yüklemek

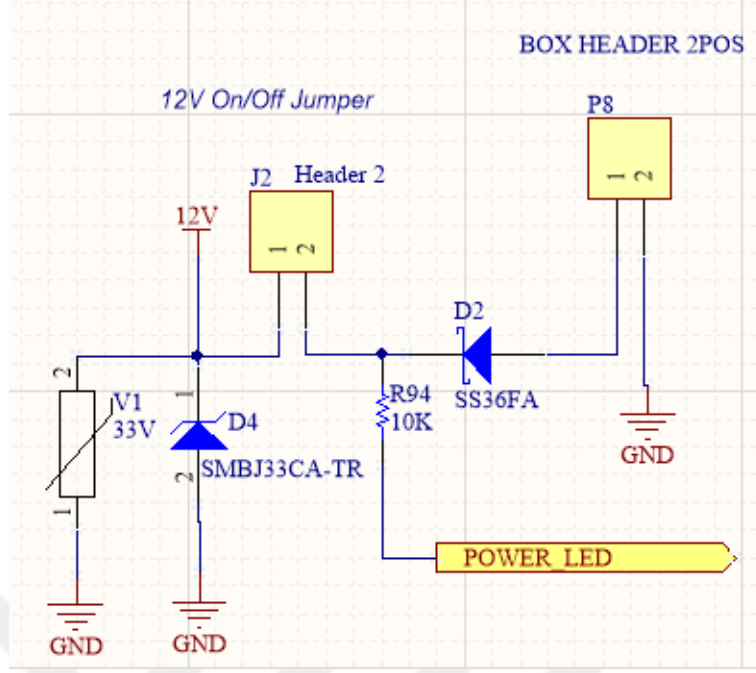
için ayrıca bir güç kaynağına gerek olmamaktadır. Devreye ait güç dağılımını gösteren blok şema Şekil 3.5. Güç katı blok Şekil 3.5.'te yer almaktadır.



Şekil 3.5. Güç katı blok diyagramı.

12 V çıkışı bazı sensör tiplerinde besleme olarak 12 V girişi gerektiğinden tasarımda yer verilmiştir. Çekebilecek akım seviyesi 100 mA olacak şekilde sınırlandırılmış. Daha yüksek akım çekmeye çalışıldığında, sıfırlanabilir sigorta devreye girerek güç hattını geçici olarak devre dışı bırakmaktadır.

Şekil 3.6.'da güç katının girişi kısmına ait koruma devresi yer almaktadır.

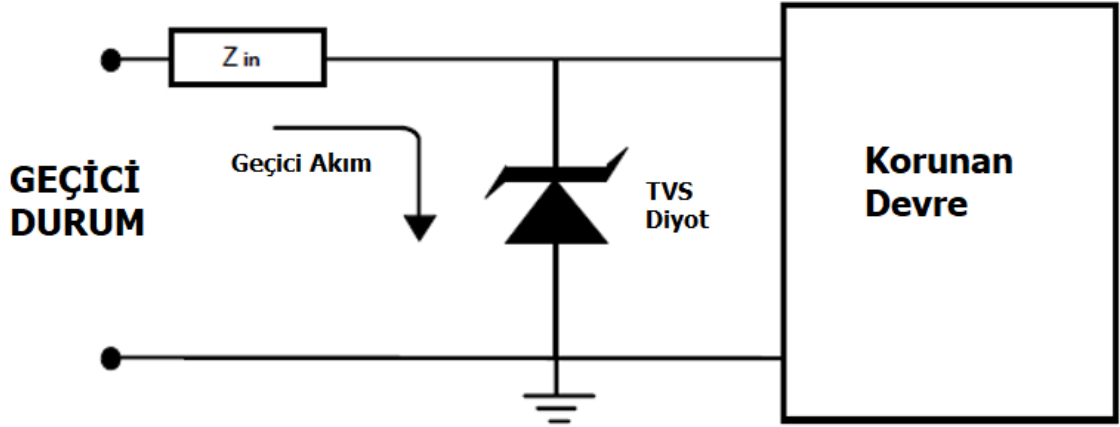


Şekil 3.6. Güç katı girişi.

D2 diyotunun amacı ters gerilime karşı devreyi korumaktır. Devrenin girişinde artı ile eksi uç ters bağlanması durumunda D2 diyotu eksi voltaj geçişi engelleyerek devrenin zarar görmesini engelleyecektir.

D4 diyotu TVS (Transient Voltage Suppression) diyottur. TVS diyotu geçici yükselen voltajı bastırma özelliği olan diyottur. Anlık voltaj yükselmeleri elektronik devrelerde yaşanması muhtemel sorunlardan biridir. Olası muhtemel bu sorununun önüne geçme adına devrede kullanılmıştır.

TVS diyot devreye paralel olarak bağlanmaktadır. Normal şartlar altında yüksek empedans göstermektedir. Normal operasyon voltajının aşılması durumunda düşük empedans davranışı göstererek geçici yüksek akım üzerinden akıtmaktadır. Geçici yüksek voltaj durumu geçtikten sonra tekrar yüksek empedans durumuna geçmektedir. Korunan devre TVS diyotun kırılma voltajı (clamping voltage) ile sınırlandırılmaktadır. Şekil 3.7’de TVS diyotun devreye bağlanması ve anlık oluşan yüksek gerilim durumundaki geçici yüksek akımın akış yönünü gösteren görsel bulunmaktadır (Semtech, 2017).



Şekil 3.7. TVS diyotun davranışı (Semtech, 2017).

### 3.2.3. Hafıza birimi

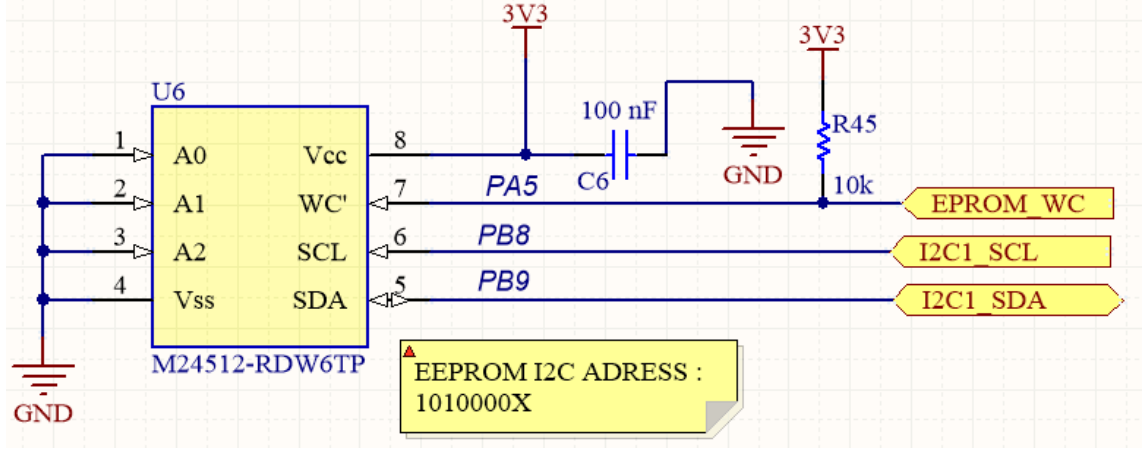
Sistem yapısında mikrodenetleyici içerisinde 2 MB'lık flaş bellek ve 512 kb'lık harici EEPROM olmak üzere iki ayrı hafıza birimi bulunmaktadır.

Flaş bellek içerisinde ana yazılım ve ön yükleyici yazılımına ait kodlar ve web arayüzüne ilişkin html kodlar bulunmaktadır.

EEPROM hafıza birimi içerisinde temel konfigürasyon dataları ve sensörlere ilişkin log datalar tutulmaktadır. Temel konfigürasyon dataları aşağıda sıralanmıştır:

- Cihazın IP'si
- MAC adresi (Fiziksel adres)
- Varsayılan ağ geçidi
- Buzzer (dahili zil) açık veya kapalı durum bilgisi
- Kullanıcı adı
- Kullanıcı şifresi
- Sensor kayıtları

Kontrol kartı şematiğinde EEPROM devre çizimine ait görsel Şekil 3.8'de yer almaktadır.



Şekil 3.8. EEPROM devresi.

EEPROM haberleşmesi I<sup>2</sup>C seri haberleşme yapısına sahiptir. Bu sebeple adresleme yapısı bulunmaktadır. 8 bitlik adresleme yapısı bulunan M24512'e ilişkin adresleme tablosu Tablo 3.1.'de yer almaktadır.

Tablo 3.1. M24512 adresleme tablosu (STMicroelectronics, 2018a)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	0	1	0	A2	A1	A0	RW'

M24512'nin hafıza alanına erişken kullanılan adres yapısında B4 ile B7 bitleri cihaza ait değişmeyen bitler, B1 ile B3 çipin pinleri üzerinden sıfır veya bir yapılabilen adres bitleri ve son bit olan B0 hafıza erişimin modunu ifade etmektedir. B0 biti sıfır ise hafızaya yazma işlemi yapılır. Eğer B0 biti 1 ise okuma yapılır. Devrede A0, A1 ve A2 pinleri toprağa bağlanarak sıfır olarak ayarlanmıştır.

### 3.2.4. Kuru kontak giriş çıkışları

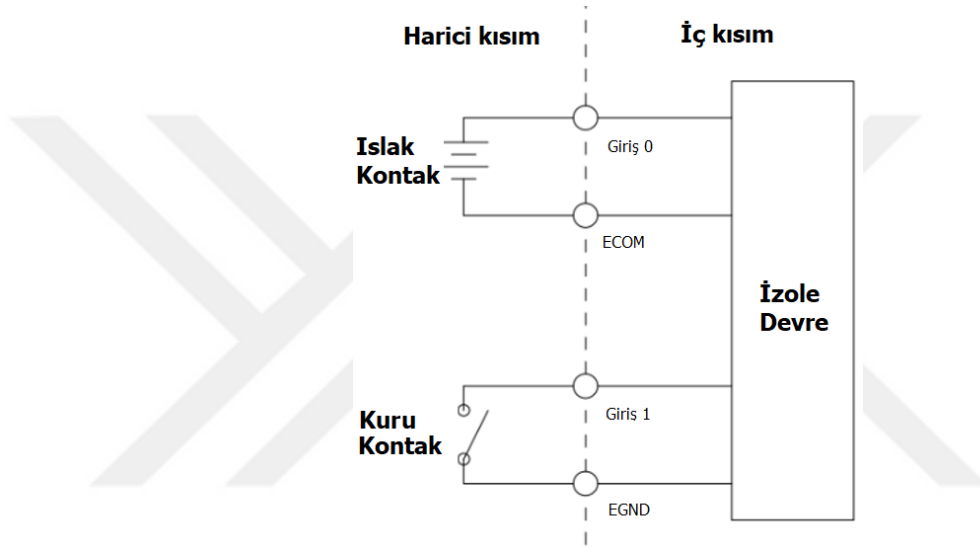
Kontaklar genel olarak ıslak kontak kuru kontak olmak üzere ikiye ayrılır. Kuru kontakta iki nokta arasında polarite yoktur ve uçların yerinin değişmesinin bir önemi yoktur. Bir kuru kontak, bir voltaj kaynağı tarafından "ıslak" hale getirilmemiştir. Kuru kontak terimi çoğu zaman röle kontağı olarak da kullanılır. Diğer kuru kontak örnekleri:

- Anahtar çeşitleri: limit anahtarı, trip anahtarı gibi



- Buton çeşitleri
- Sensör çıkışları: su sensörü, yangın alarm sensörü, gibi

Islak kontakta kontağın iki ucu arasında polarite farkı vardır ve uçlar değiştirilerek kullanılamaz. Kuru kontağa herhangi bir besleme bağlarsanız ıslak kontak elde edersiniz. Endüstriyel standartlarda ıslak kontak gerilim aralığı 0-30 V doğru akım, yaygın kullanımı 24 V doğru akım, alternatif gerilim olarak ise 110-220 VAC'dir (Otomasyonadair.com, 2017).

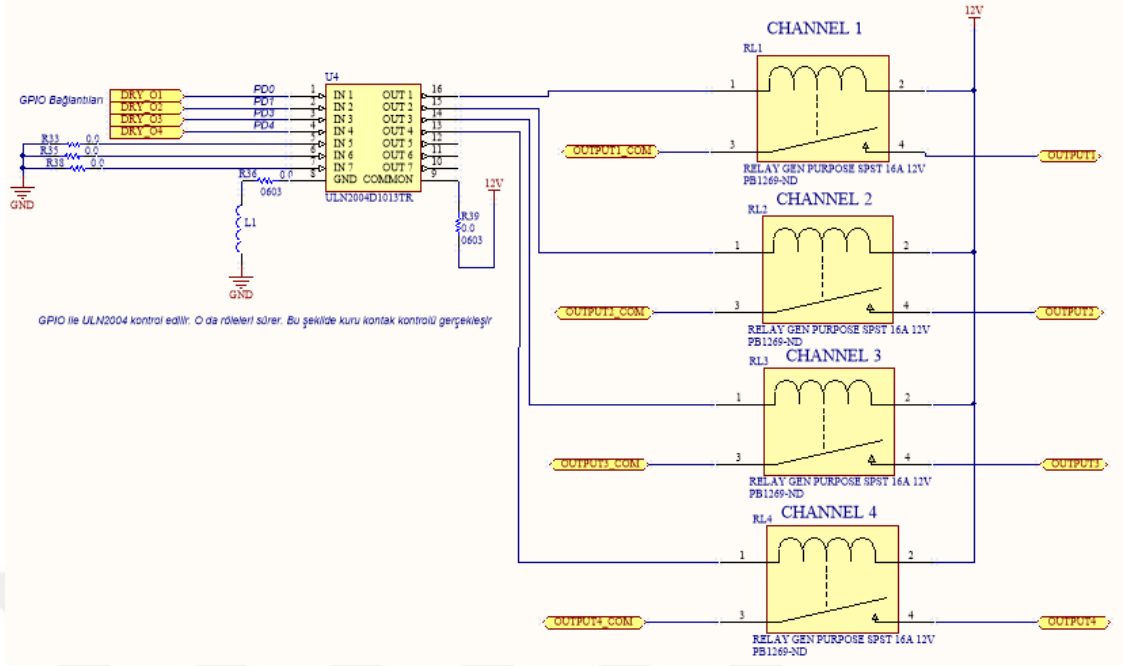


Şekil 3.9. Kuru ve ıslak kontak (Otomasyonadair.com, 2017)

Tez çalışmasında voltaj seçimi esnek olabilmesi sebebiyle kuru kontak kullanımı tercih edilmiştir.

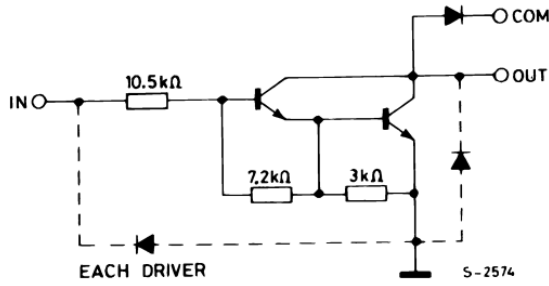
Kuru kontak çıkışı ile doğru akımla veya alternatif akımla çalışabilen bir cihazın güç beslemesi kontrolü yapılabilir. Röle çıkışındaki yol kalınlıkları ve konnektör seçiminde bu unsur göz önünde bulundurulmuştur. Devrede toplam 4 adet kontak çıkışı vardır. Bu çıkışlar sayesinde ısıtıcı, fan, siren ve benzeri ünitelerin kontrolü sağlanmaktadır.

Kuru kontak çıkış devresine ait şematiğe ilişkin görsel Şekil 3.10.'da yer almaktadır. Mikrodenetleyici çıkışları darlington transistörlü devrelerin olduğu ULN2004 entegresi yardımıyla röleler üzerinden kontrol edilmektedir. Röle kullanıldığı için kontrol kartı izole edilmiş olmaktadır.



Şekil 3.10. Kuru kontak çıkış devresi.

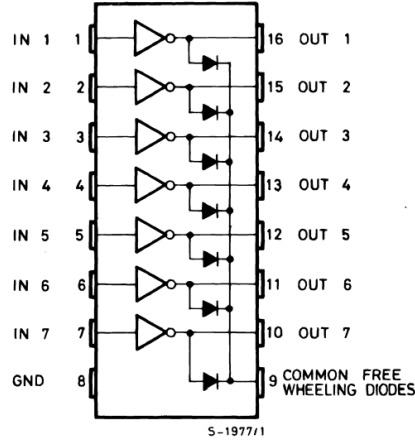
ULN2004'e ait şematik diyagramı Şekil 3.11.'de yer almaktadır.



ULN2004 (each driver)

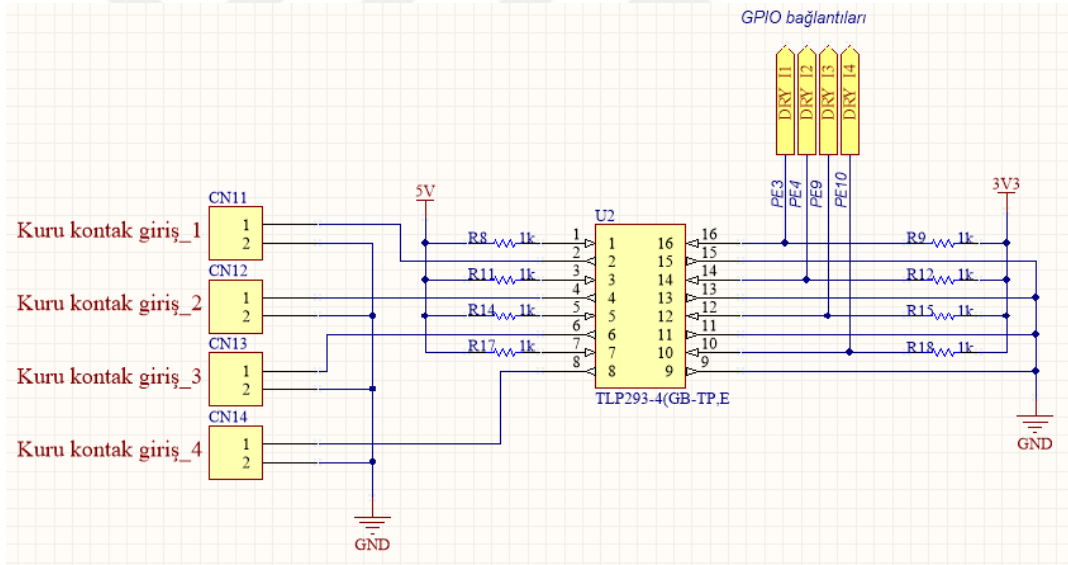
Şekil 3.11. ULN2004 şematik diyagramı (STMicroelectronics, 2018b).

ULN2004'e ait pin bağlantı yapısı Şekil 3.12.'de yer almaktadır.



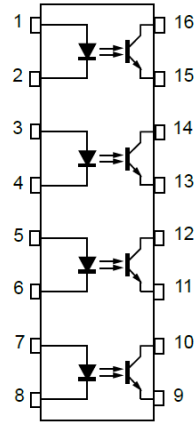
Şekil 3.12. ULN2004 pin bağlantıları (STMicroelectronics, 2018b).

Kuru kontak girişleri okumak için optokuplör bir yapı tasarlanmıştır. Optokuplör ile birlikte kontrol kartı izolasyonu sağlanmıştır. Kuru kontak giriş devresine ilişkin devre Şekil 3.13.'te yer almaktadır.



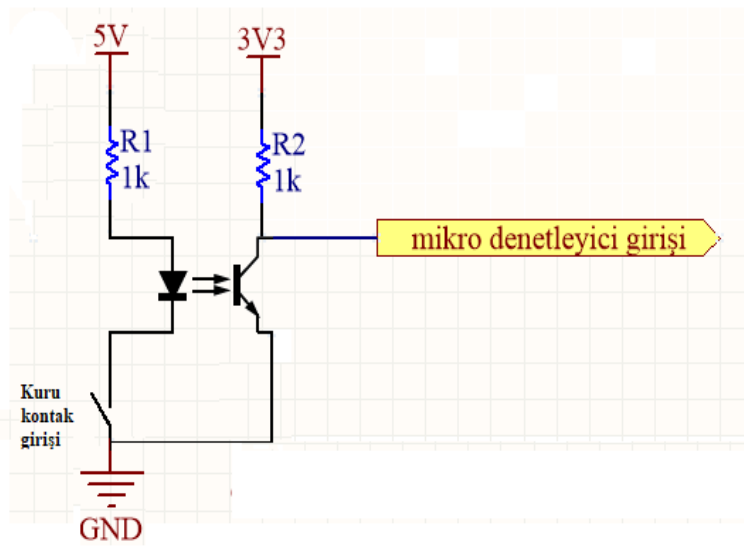
Şekil 3.13. Kuru kontak giriş devresi.

Dört adet kuru kontak okuma girişi vardır. Dört adet optokuplör devresini içinde barındıran bir entegre olan Toshiba marka TLP293-4 tercih edilmiştir. TLP293-4'e ait pin yapısı Şekil 3.14.'te yer almaktadır.



Şekil 3.14. TLP293-4 pin yapısı.

Şekil 3.15.'te kuru kontak girişine ait indirgenmiş devre yapısı yer almaktadır. Bağlantı açık devre durumunda optokuplöre bağlı LED devresi tamamlanmadığı için transistörlü taraf iletime geçmemektedir. Bu durumda mikrodenetleyici portu 1 olarak okumaktadır. Kontak kısa devre olması durumunda optokuplör devresinin LED tarafı toprağa çekildiğinden transistörlü yapı tetiklenmekte ve mikrodenetleyici portu 0 okumaktadır.



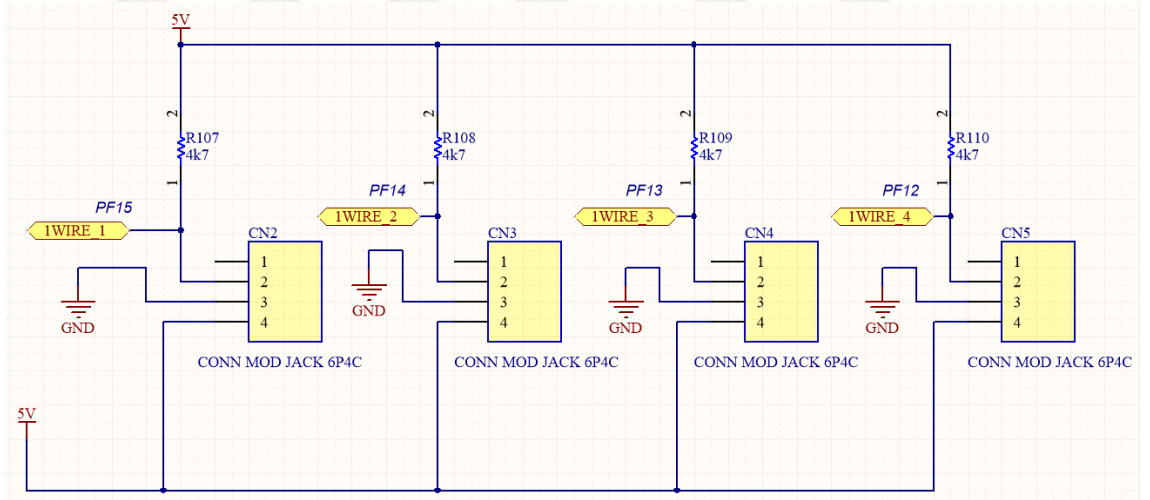
Şekil 3.15. Kuru kontak giriş yapısı.

### 3.2.5. Seri haberleşme

Seri haberleşme birimi olarak RS-232, RS-485, ve Tek hat haberleşme (1-Wire) birimleri kullanılmıştır. RS-232 bağlantısı cihaza sorgu sormak, konfigürasyon bilgilerini öğrenmek amacı ile kullanılmaktadır. RS-485 bağlantısı 1000 metreye kadar haberleşme imkanı vermesi sebebiyle uzun mesafeli sensör okumaları için altyapı sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Tek hat haberleşmesi sensör haberleşmelerinde oldukça yaygın kullanıldığı için tercih edilmiştir. Tek hat haberleşmesinin adrese dayalı haberleşme yapısı sayesinde aynı hatta birden fazla sensör bağlantısı yapılabilmektedir.

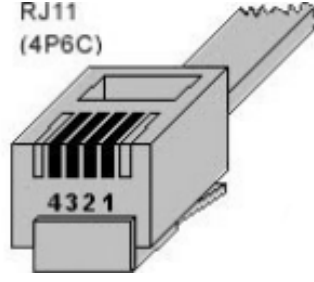
#### 3.2.5.1. Tek hat haberleşmesi

Çalışmada sıcaklık ve nem sensörlerini okumak için tek hat haberleşmesi kullanılmıştır. Toplam dört adet tek hat haberleşme konnektörü bulunmaktadır. Tek hat haberleşmesine ait şematik bölümü Şekil 3.16.'da yer almaktadır.



Şekil 3.16. Tek hat haberleşmesi şematığı.

Tek hat haberleşmesi için kullanılan RJ11 konnektörüne ait görsel Şekil 3.17'de yer almaktadır.



Şekil 3.17. Tek hat haberleşme konektörü.

RJ11 konektörünün pin yapısı Tablo 3.2.'de yer almaktadır.

Tablo 3.2. RJ11 pin yapısı.

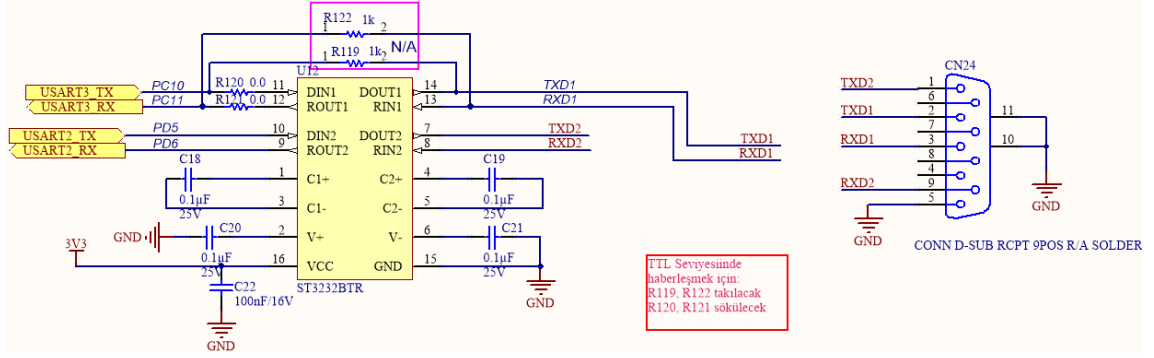
Pinler	Açıklama
1	Boşta
2	Data Hattı
3	Toprak
4	5V besleme

### 3.2.5.2. RS-232

Çalışmada dışarıdan denetleme yapma ve bilgi edinmenin temel altyapısı ethernet üzerinden kurulmuş olmanın yanı sıra RS-232 üzerinden belli bilgilerin erişimine de olanak vermektedir. Sorgu cevap şeklinde haberleşmenin olduğu RS-232 hattından edinilebilecek bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

- Sensör durumları
- Cihazın ağ bilgileri
- Kuru kontak giriş ve çıkışlarının durumu
- Sensörlerin eşik değerleri

RS-232 haberleşmesine ait devre Şekil 3.18.'de yer almaktadır.



Şekil 3.18. RS-232 devresi

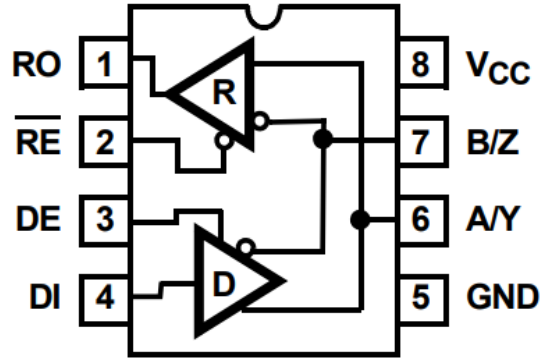
Devrede birbirinden bağımsız iki adet RS-232 kanalı bulunmaktadır. Birinci kanal TTL seviyesinden de haberleşme yapabilmesi adına opsiyonel olarak tasarlanmıştır. TTL ve RS-232 seçimine ait tablo Tablo 3.3.'te yer almaktadır.

Tablo 3.3. RS-232 TTL seçimi.

	R119, R122	R120, R121
TTL kullanım	Takılı	Açık devre
RS-232 Kullanım	Açık devre	Takılı

### 3.2.5.3. RS-485

RS-485 haberleşmesi için ISL83488 dönüştürücü entegresi kullanılmıştır. ISL83488 entegresine ait pin yapısı Şekil 3.19.'da yer almaktadır.



Şekil 3.19. ISL83488 pin yapısı (Renesas, 2018).

ISL83483'ye ait pin açıklamaları Tablo 3.4.'te yer almaktadır.

Tablo 3.4. ISL83483 pin açıklamaları (Renesas, 2018).

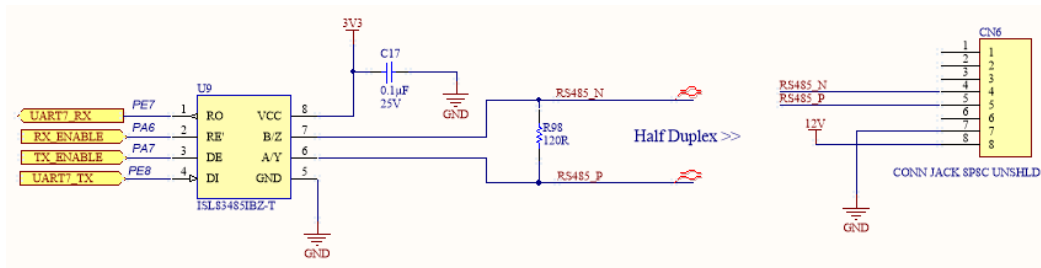
Pin	Fonksiyonu
RO	Receiver output (alıcı çıkışı)
RE	Receiver output enable (alıcı çıkışı etkin pini)
DE	Driver output enable (verici çıkışı etkin pini)
DI	Driver input (verici girişi)
A/Y	Noninverting receiver input and noninverting driver output (terslenmeyen alıcı girişi ve verici çıkışı)
B/Z	Inverting receiver input and inverting driver output (terslenen alıcı girişi ve verici çıkışı)

ISL83483'ye ilişkin doğruluk tabloları Tablo 3.5.'te yer almaktadır.

Tablo 3.5. ISL8348 doğruluk tabloları (Renesas, 2018).

Data Aktarma					Data Alımı				
GİRİŞLER			ÇIKIŞLAR		GİRİŞLER			ÇIKIŞ	
RE'	DE	DI	Z	Y	RE'	DE Half Duplex	DE Full Duplex	A-B	RO
X	1	1	0	1	0	0	X	$\geq +0.2V$	1
X	1	0	1	0	0	0	X	$\leq -0.2V$	0
0	0	X	High-Z	High-Z	0	0	X	Inputs Open	1
1	0	X	High-Z	High-Z	1	0	0	X	High-Z
					1	1	1	X	High-Z

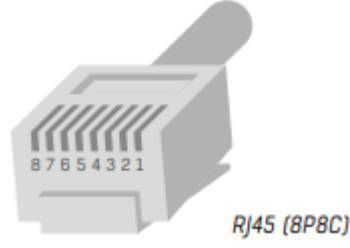
Çalışmada RS-485 haberleşmesine ait şematik Şekil 3.20.'de yer almaktadır.



Şekil 3.20. RS-485 şematığı.

Şekil 3.21.'de RS-485'e ait konnektör görseli bulunmaktadır.





Şekil 3.21. RJ45 konnektörü.

RS-485'e ait pin yapısı Tablo 3.6.'da yer almaktadır.

Tablo 3.6. RS-485 konnektörünün pin yapısı.

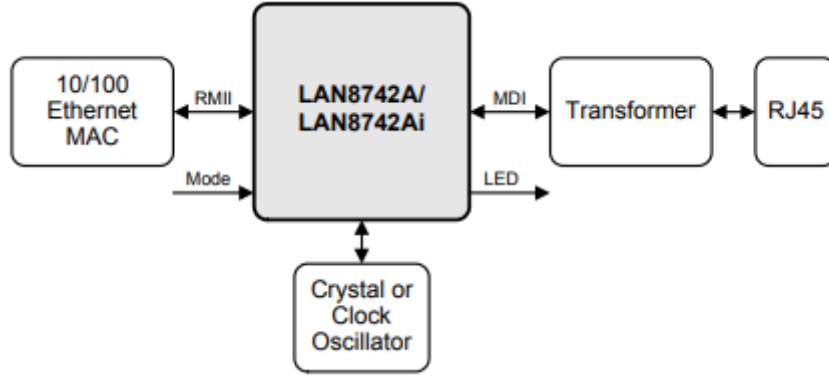
Pin	Açıklama
1	Boşta
2	Boşta
3	Boşta
4	RS-485 A/Y
5	RS-485 B/Z
6	Boşta
7	Toprak
8	12V besleme

RS-485 protokolünün yapısı gereği diferansiyel hatlara sahip olduğu için gürültü bağışıklığı yüksektir. Bu özelliği sayesinde uzun mesafeli haberleşme gerektiren durumlarda tercih edilmektedir.

### 3.2.6. Ethernet

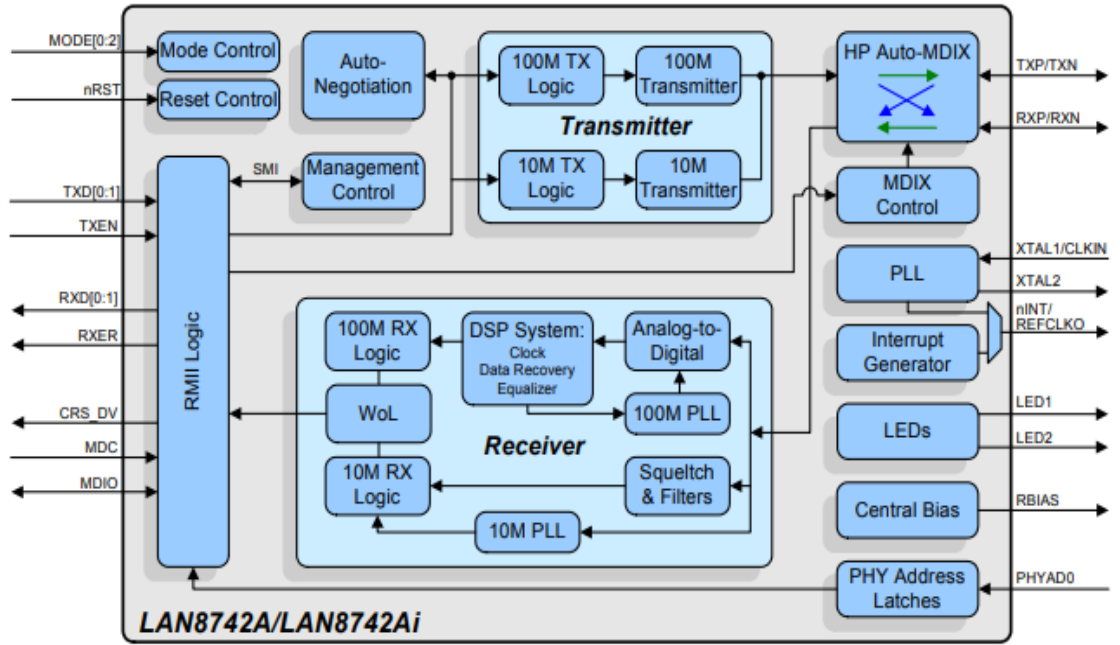
Sisteme ait ethernet altyapısı Nucleo-F429ZI geliştirme kartı üzerinden sağlanmıştır. Saniyede 100 Mb haberleşme hızı bulunmaktadır. Microchip firmasına ait LAN8742A ürün kodlu ethernet dönüştürücü çipi kullanılmıştır.

LAN8742A'ya ait sistem blok diyagramı Şekil 3.22.'de yer almaktadır.



Şekil 3.22. LAN8742A sistem blok diyagramı (Microchip Technology Inc, 2015).

LAN8742A'ya ait mimari yapı Şekil 3.23.'te yer almaktadır.



Şekil 3.23. LAN8742A mimarisi (Microchip Technology Inc, 2015).

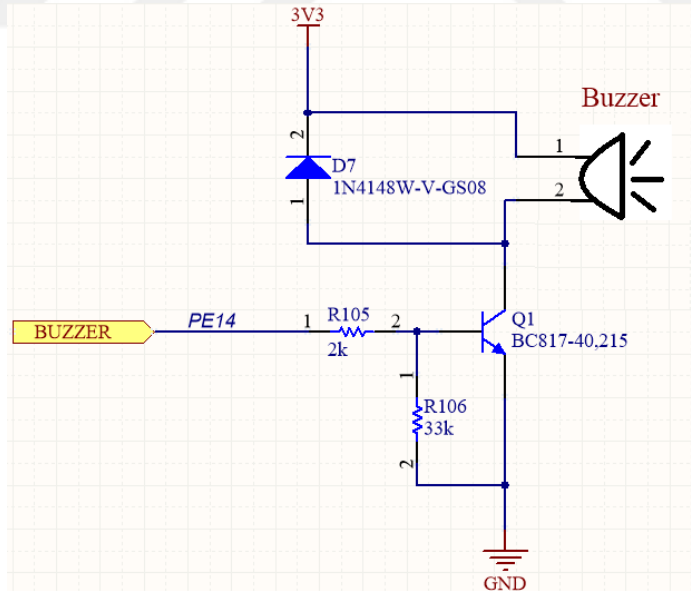
Ethernet mikrodenetleyici pin bağlantıları Tablo 3.7.'de yer almaktadır.

Tablo 3.7. Ethernet pin bağlantıları.

Pin adı	Fonksiyonu
PA1	RMII Reference Clock
PA2	RMII MDIO
PC1	RMII MDC
PA7	RMII RX Data Valid
PC4	RMII RXD0
PC5	RMII RXD1
PG11	RMII TX Enable

### 3.2.7. Bildirim elemanları

Cihazın üzerinde sesli ve görsel bildirim yapma amacıyla buzzer ve LEDler kullanılmıştır. Sistem sesli bildirim seçeneğini web arayüz üzerinden açma veya kapama yapabilmektedir. Buzzer devresi Şekil 3.24.'te yer almaktadır.



Şekil 3.24. Buzzer devresi.

Ön panelde bir tanesi karta gelen güç besleme bildirim LEDi olmak üzere toplam dört adet LED bulunmaktadır. Diğer üç LED, belirlenen sensör eşik değerlerinin herhangi birinin aşılması durumunda yanan bildirim LEDleridir.

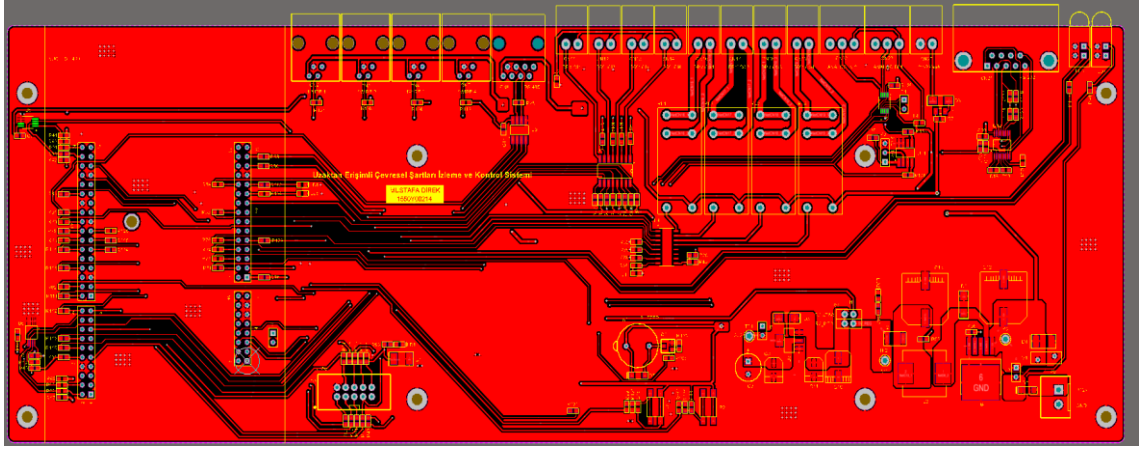
### 3.2.8. Baskılı devre kart tasarımı

Sistemin kontrol kart tasarımı Altium Designer devre tasarım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan elektronik kart tasarımına ilişkin Altium Designer programından alınan üç boyutlu görseli Şekil 3.25.'te yer almaktadır.

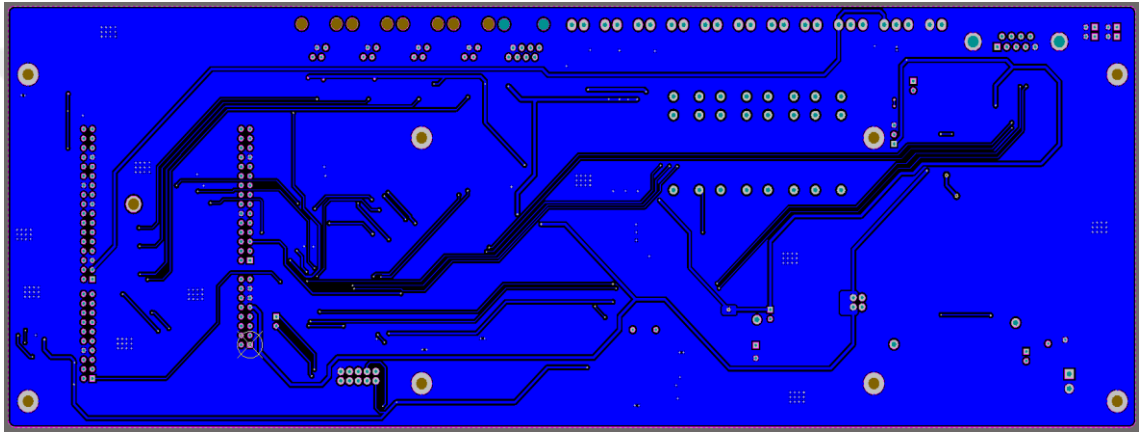


Şekil 3.25. Kontrol kartının üç boyutlu tasarım görseli.

Kontrol kartının Altium Designer programı üzerindeki elektronik devre tasarımına ait çalışmanın üstten ve alttan görünümü Şekil 3.26.'da yer almaktadır.



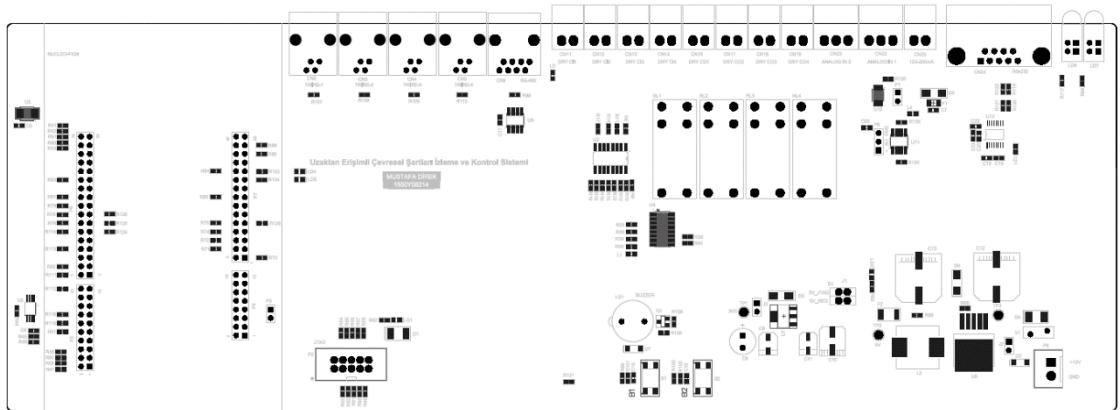
(a)



(b)

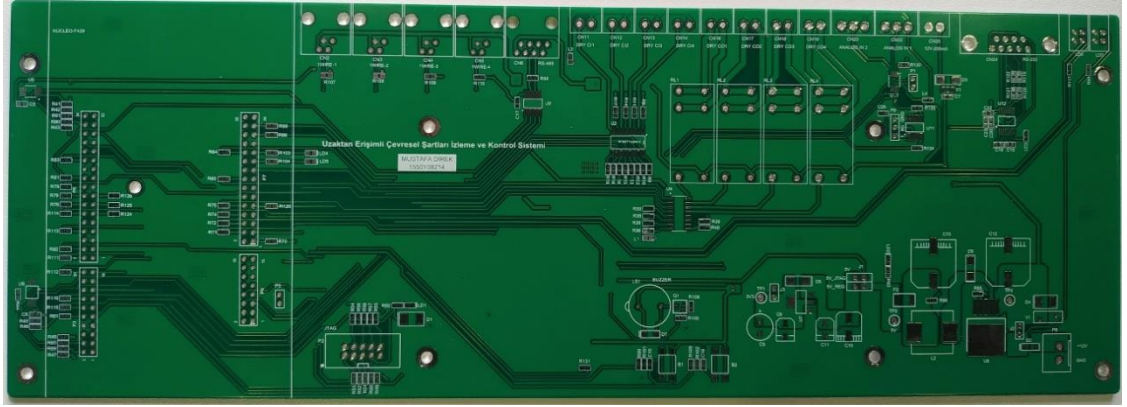
Şekil 3.26. Kontrol kartının Altium programı üzerinden görüntüleri: (a) Alttan görünümü, (b) Üstten görünümü.

Elektronik devre kartına ait malzemelerin yerleşimine ilişkin görsel Şekil 3.27.'de yer almaktadır.

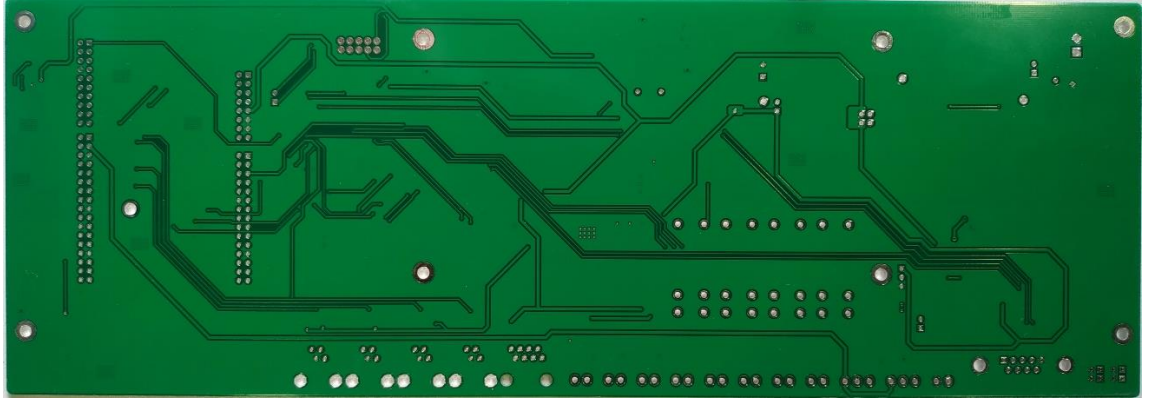


Şekil 3.27. Elektronik devre kartının malzeme yerleşimi.

Kontrol kartına ait PCB baskısının üstten ve alttan görünümü Şekil 3.28.'de yer almaktadır.



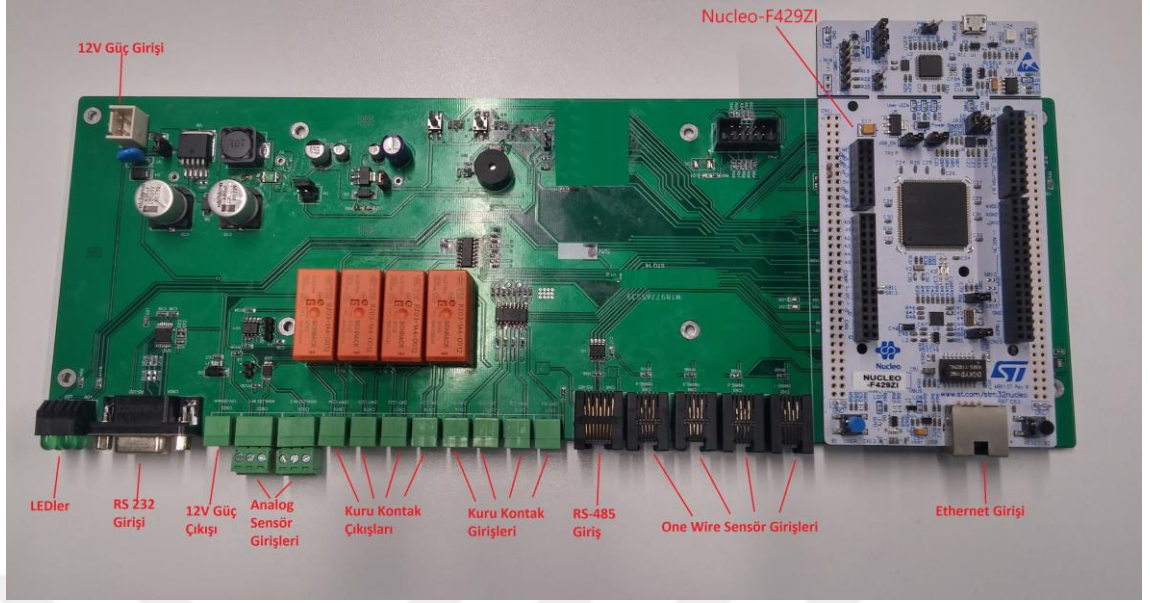
(a)



(b)

Şekil 3.28. Kontrol kartına ait PCB'nin Görünümleri: (a) Üstten görünümü, (b) Alttan görünümü.

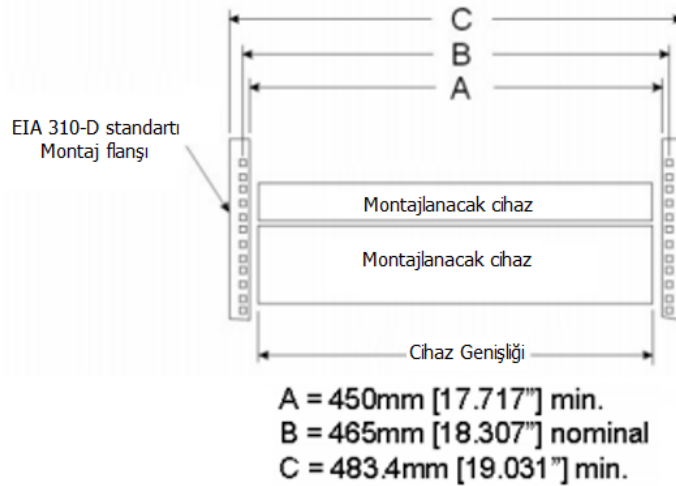
Dizgisi yapılmış olan kontrol kartına ait görsel Şekil 3.29.'da yer almaktadır.



Şekil 3.29. Dizgisi yapılmış kontrol kartı.

### 3.2.9. Kutulama çalışması

Sistem öncelikli olarak sunucu odalarındaki çevresel şartları izleme ve denetleme amacı sebebiyle raf tipi bir kutu seçimi yapılmıştır. Raf tipi kutular kutulara ilişkin montajlama ölçüleri Şekil 3.30.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.30. Raf tipi kutuların montaj ölçüleri (Intel, 2005).

Raf tipi kutular yüksekliklerine göre 1U ,2U, 3U ... şeklinde ifade edilir. U boyutlarına ilişkin tablo Tablo 3.8.'de yer almaktadır.

Tablo 3.8. Raf tipi kutu ölçüleri(“Raf tipi kutu ölçüleri”, 2019).

Raf ünitesi	Yükseklik (inç)	Yükseklik (cm)
1U	1,75"	4,4 cm
2U	3,5"	8,9 cm
3U	5,25"	13,3 cm
4U	7"	17,8 cm
5U	8,75"	22,2 cm
6U	10,5"	26,7 cm
7U	12,25"	31,1 cm
8U	14"	35,6 cm
9U	15,75"	40 cm
10U	17,5"	44,5 cm

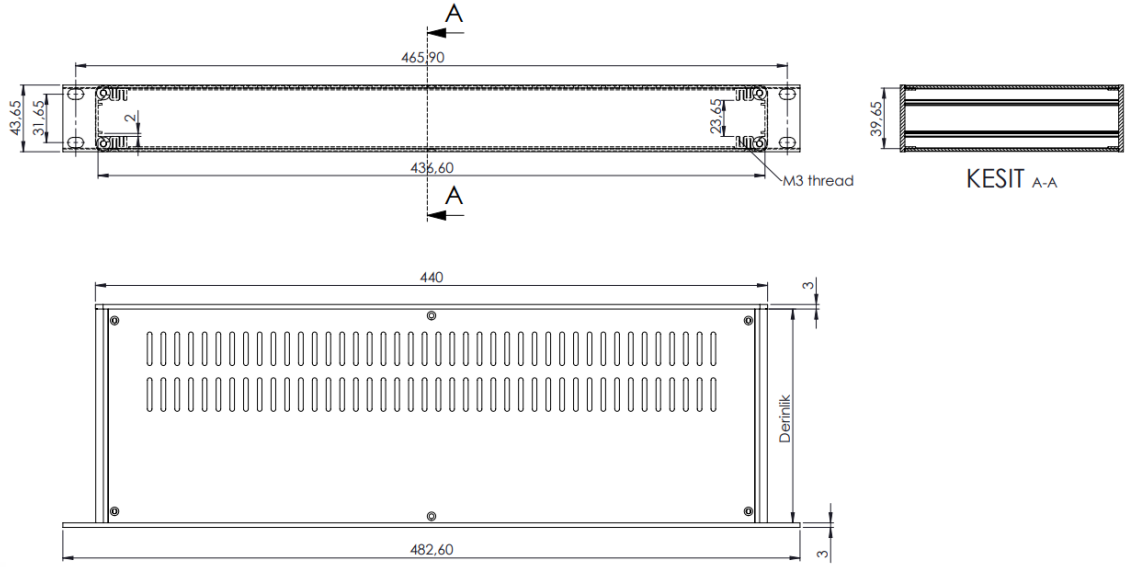
Raf tipi kutuların en düşük yüksekliğine sahip 1U’luk kutu tipinin cihaz kutulanması için uygun büyüklükte olduğu kararı alınmıştır. Bu karar neticesinde raf tipi kutu üretimi yapan firmalar araştırılmıştır. Araştırmalar neticesinden Altınkaya firmasına ait RM-110 ürün grubundan kutu kullanılmasına karar verilmiştir. RM-110 ürün grubuna ilişkin ölçü tablosu Tablo 3.9.’da yer almaktadır.

Tablo 3.9. Altınkaya RM-110 kutu ölçüleri (Altınkaya Elektronik, 2019)

Ürün Kodu		En (mm)	Boy (mm)	Yükseklik (mm)
RM-110-6	19" 1U	482.6	66	43,5
RM-110-14	19" 1U	482.6	146	43,5
RM-110-20	19" 1U	482.6	206	43,5
RM-110-36	19" 1U	482.6	366	43,5
RM-110-45	19" 1U	482.6	456	43,5

RM-110 ürün grubuna ilişkin ölçü gösterimi Şekil 3.31.’de yer almaktadır

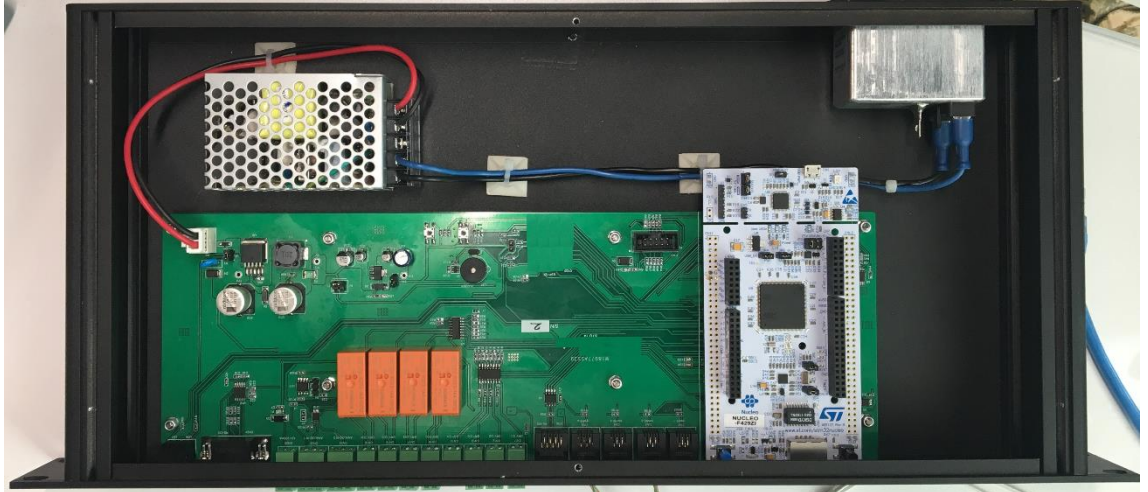




Şekil 3.31. RM-110 Mekanik ölçü gösterimi(Altinkaya Elektronik, 2019)

Kartın boyutu ve içeresine yerleştirilecek olan güç sağlayıcı hesaba katılarak 206 mm derinliğe sahip RM-110-20 kutusunun kullanımına karar verilmiştir.

Kutulama yapılmış olan cihazın kutu içi görünümüne ait görsel Şekil 3.32.'de yer almaktadır.



Şekil 3.32. Kutu içi görünüm.

Konnektör seçimleri yapılırken konnektörlerin arka panelden doğrudan dışarı çıkacağı şekilde bir yapı düşünüldüğü için 90 derece konumlandırılmış konnektörler kullanılmıştır. Konnektör çıkışlarının bu şekilde olması kutu içerisinde çok fazla kablolama ihtiyacını ortadan kaldırdığı için kutulama işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

Cihazın kutulanmış halinin önden görünümüne ait görsel Şekil 3.33.'te yer almaktadır.



Şekil 3.33. Cihazın kutulanmış halinin önden görünümü.

### 3.3. UÇŞİD Sistemi Yazılım Çalışmaları

Yazılım geliştirmesi için C programlama dili kullanılmıştır. Derleyici olarak Atollic TRUESTUDIO tercih edilmiştir. ST firmasının Nucleo-F429ZI için hazırlanan STM32CubeF4 donanım soyutlama katmanı kullanılarak mikrodenetleyici içerisinde ön yükleyici yazılım (Bootloader) ve ana yazılım olmak iki farklı yazılım geliştirilmiştir.

Ön yükleyici yazılımın amacı program yükleme işlemini uzaktan yapabilecek altyapının sağlanmasıdır. Program açılış esnasında EEPROM'dan okuma yapıp, ilgili adresten ön yükleyici mi ana program mı koşacak seçiminin olduğu veriye göre akışına devam edecektir. Eğer ön yükleyici modu aktif edildi ise ön yükleme moduna geçecektir. Ön yükleme modunun pasif olduğu durumda ana yazılımı koşacaktır.

#### 3.3.1. Gömülü sistem yazılımı

Gömülü sistem yazılımı içinde bulunan web server kütüphanesi sayesinde herhangi bir sunucu bilgisayara ihtiyaç duymaksızın ethernet aracılığı ile internet ağına bağlanabilmektedir.

Kullanıcı arayüz programı web tabanlıdır. Web tabanlı olması sayesinde kurulum gerektirmeden kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Gömülü web sunucu için LwIP kütüphanesinden faydalanılmış ve FreeRTOS gerçek zamanlı işletim sistemi üzerinde oluşturulmuştur. FreeRTOS kernel'i açık kaynak kodludur ve GPL lisansına sahiptir. Böylece kullanıcıya ait kodların gizli kalması sağlanırken FreeRTOS kernel ücretsiz olarak kullanılabilir. FreeRTOS AVR, Renesas, PIC Microblaze gibi birçok işlemci ve mimariyi desteklemektedir.

FreeRTOS'u belirli bir mimari veya işlemcide kullanabilmek için daha önceden hazırlanmış konfigürasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. FreeRTOS iş düzenleyicisi kullanıcı tarafından verilen görevleri belirli bir düzende yerine getirilmesini sağlar. FreeRTOS'un gerçek zamanlı olması sayesinde iş parçacıkları belirli zaman kısıtlarında gerçekleştirilebilir. Ayrıca iş parçacıklarına kullanıcılar tarafından öncelik verilebilir.

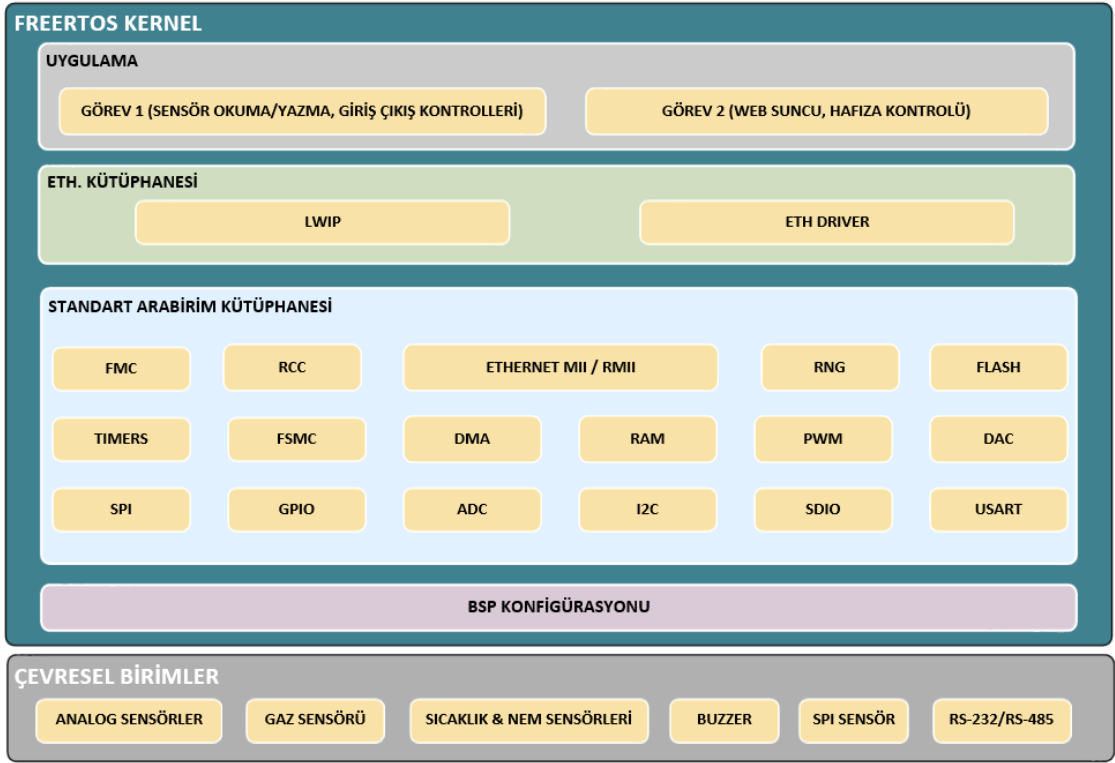
Yapılan çalışmada STM32F4 kartı üzerinde FreeRTOS kernel ve ST firmasının sunduğu kütüphaneler kullanılmıştır. Mimarisine bakacak olursak en alt katmanda çevresel birimler ve BSP konfigürasyonu yer almaktadır. BSP konfigürasyonu FreeRTOS kernel'in işlemci üzerinde koşmasını sağlayacak konfigürasyon dosyalarını içermektedir. BSP konfigürasyon dosyaları sayesinde kernel işlemciye ait donanımsal bilgilere sahip olarak işlemcinin koşturulmasını sağlar. Ayrıca BSP dosyaları sayesinde işlemci portlarını konfigüre ederek (GPIO, UART, ADC, DAC vs.) hangi amaçla kullanılacağını tanımlayabiliriz.

FreeRTOS kernel donanım katmanı ile yazılım katmanı arasında köprü vazifesi yaparak iki katmanı birbirinden ayırır. BSP üzerinde gerekli konfigürasyonlar yapılarak çevresel birimler ile işlemcinin haberleşmesi için gerekli altyapı oluşturulur.

Kütüphane katmanında ST firmasının sunmuş olduğu Standart Arabirim Kütüphanesi (HAL) ve LwIP gibi üçüncü parti kütüphaneler kullanılmıştır.

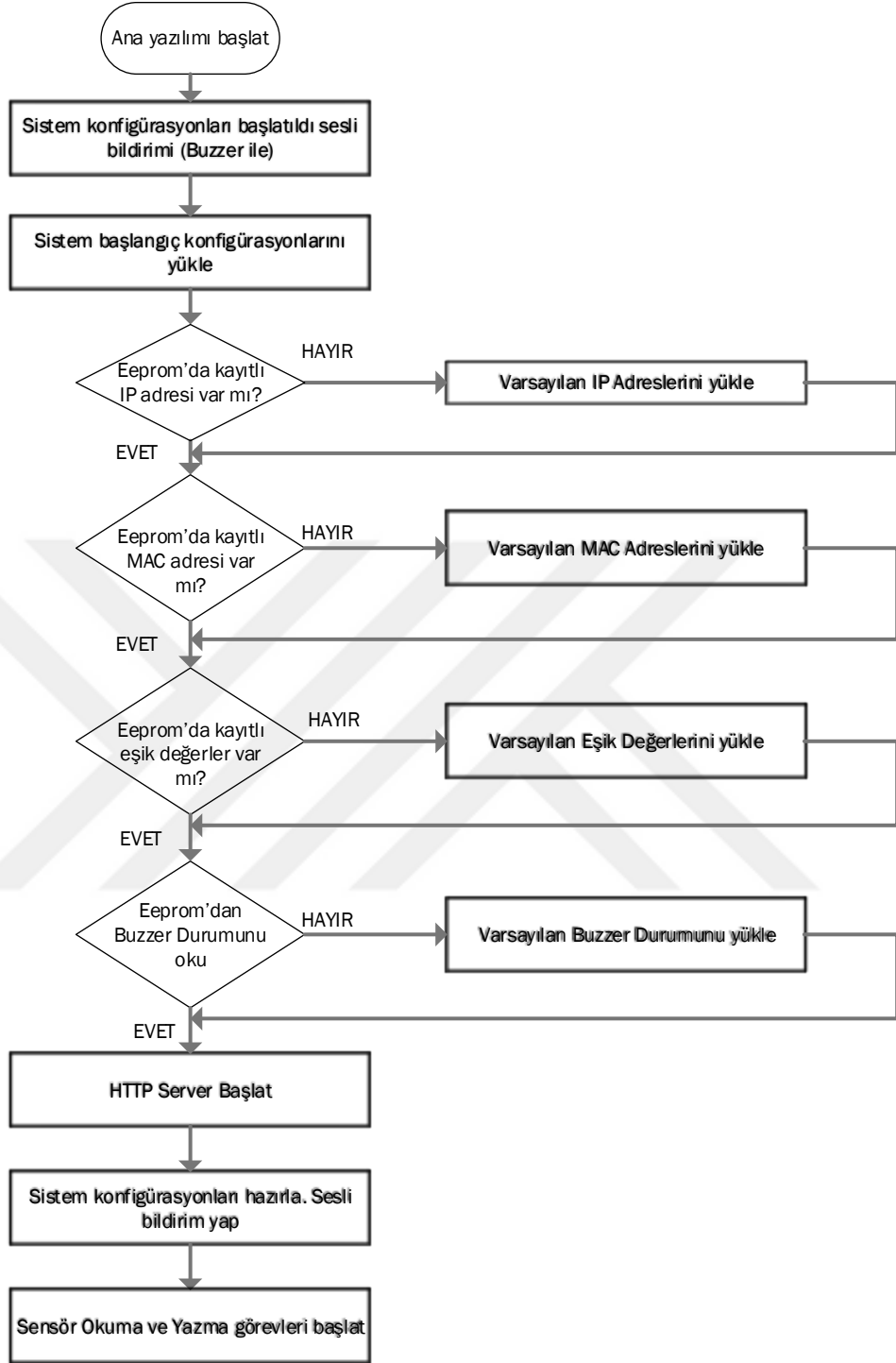
Kurulan mimaride en üst katmanda geliştirici tarafından geliştirilen uygulamalar bulunmaktadır. Geliştiricinin kütüphaneleri kullanarak belirli bir algoritma dahilinde oluşturduğu uygulamalar yine geliştirici tarafından oluşturulan görevler (threadler) içerisine konular. Görevler içerisine birden fazla uygulama yerleştirilebilir. Ayrıca görevler belirli bir öncelik sırasına sokularak görev içerisindeki uygulamalar öncelik sırasına göre çalıştırılabilirler.

Yazılım mimarisi Şekil 3.34.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.34. Gömülü yazılım mimarisi.

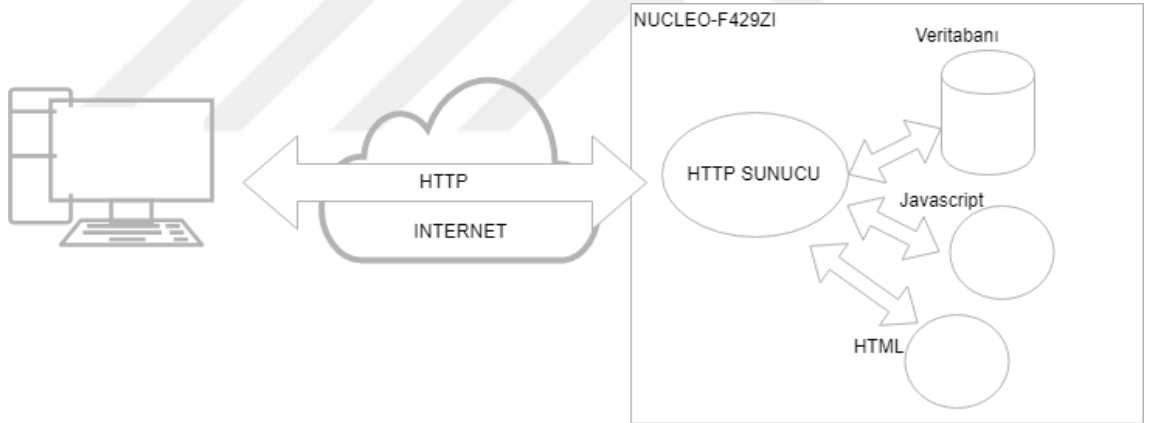
Sistemin ana yazılımın akış diyagramı Şekil 3.35.'te yer almaktadır.



Şekil 3.35. Ana yazılımın akış diyagramı.

### 3.3.2. Web arayüzü çalışması

Web arayüz çalışması için kullanılan LwIP yığını içerisinde bulunan http sunucusu, html ve Javascript programlama dili kullanılarak dosya yapısına uygun cevap verecek şekilde programlanmıştır. Http protokolü ile arayüze ilişkin nesnelere ve görseller web tarayıcı ortamına aktarılmaktadır. Yapılan çalışmada html formatında veri aktarımı sağlanmaktadır. Html renkli ve görsel nesnelere metin halinde tarayıcı ortamına aktarmaktadır. Web tarayıcı bu kodları yorumlayarak görsel forma çevirmektedir. Html statik bir dil olduğu için tek başına yeterli olmadığından sistemi dinamik hale getirmek için Javascript dili kullanılmıştır. Html sayfa yapısı içerisinde ?<Sorgu>= formatı ile dinamik içerikleri yorumlayacak yapılar geliştirilmiştir. Http Get ve Post metodları ile dinamik içerikler ilgili sorgu değerlerini Http sunucuya göndermektedir. Şekil 3.36.'da kurulan web sunucu haberleşme yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3.36. Gömülü web sunucu haberleşme yapısı.

Web arayüzüne web tarayıcı üzerinden cihazın IP'si yazılarak erişim sağlanmaktadır. Web tarayıcı olarak Chrome kullanılmıştır.

Web arayüzüne erişim güvenli olması sebebiyle kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapılmaktadır. Kullanıcı adı ve girişi doğru yapıldıktan sonra ana kontrol ekranı gelmektedir. Ana kontrol ekranı Şekil 3.41.'de yer almaktadır. Ana kontrol ekranında sisteme bağlanan sensörlerin durumu anlık olarak gösterilmektedir. Ayrıca kuru kontak girişler üzerinden titreşim, kapı kontağı duman detektörü ve benzeri algılama yapılarının

durumları canlı olarak izlenmektedir. Kuru kontak çıkış kontrolü sayesinde bu çıkışlara bağlanan cihaz veya sistemleri kontrol etmek mümkündür. Ayrıca sıcaklık ve nem sensörleri için yukarı veya aşağı eşik değer tanımlamaları yapabilmek mümkündür. Bu eşik değerler aşılması durumunda istenen çıkış aktif veya pasif duruma getirilebilir. Eşik değer dışına çıkılması durumunda sistem alarm durumuna geçecektir. Alarm bildirimleri web arayüzünden görüleceği gibi standart haberleşme protokolleri sayesinde diğer monitör ve kontrol yazılım sistemlerine entegre olabilmektedir.

Web arayüzünde ayrıca ayarlar ekranı bulunmaktadır. Bu ayarlar menüsü sayesinde değiştirilebilir özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Ağ ayarları
- Kullanıcı ayarları
- Eşik değerler

Ağ ayarları menüsü altında değiştirilebilen parametreler aşağıda sıralanmıştır:

- IP adresi
- Alt ağ maskesi (subnet mask)
- Varsayılan ağ geçidi (default gateway)

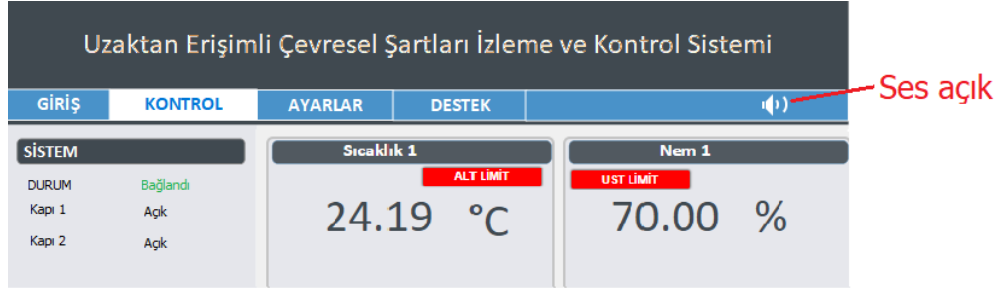
Kullanıcı ayarlar menüsünden değiştirilebilen özellikler:

- Kullanıcı adı
- Şifre

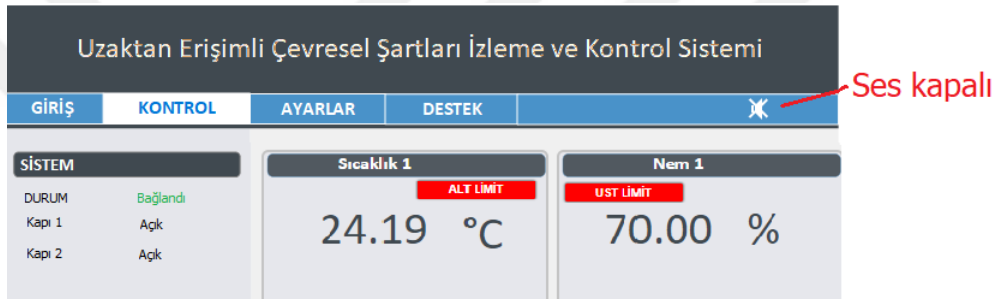
Eşik değerler menüsünden değiştirilebilen ayarlar:

- Birinci sıcaklık sensörü üst eşik değeri
- Birinci sıcaklık sensörü alt eşik değeri
- İkinci sıcaklık sensörü üst eşik değeri
- İkinci sıcaklık sensörü alt eşik değeri
- Birinci nem sensörü üst eşik değeri
- Birinci nem sensörü alt eşik değeri
- İkinci nem sensörü üst eşik değeri
- İkinci nem sensörü alt eşik değeri

Sistemde ayrıca dahili olarak bulunan buzzer kullanımını aktif veya pasif durumuna getirme imkanı bulunmaktadır. Ses açma kapatma kontrolü web arayüzü ekranının sağ üst köşesindeki hoparlör sembolü üzerinden yapılmaktadır (Şekil 3.37.).



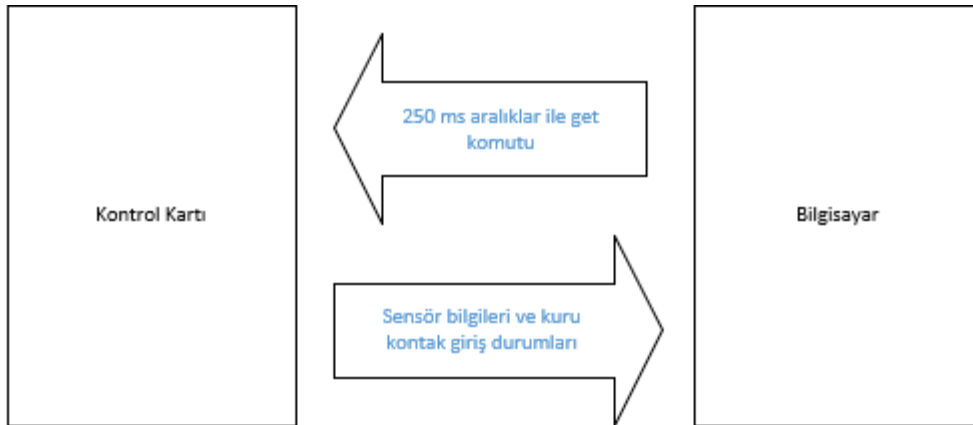
(a)



(b)

Şekil 3.37. Web arayüzü üzerinde sesli uyarı durumu (a) Ses açık, (b) Ses kapalı.

Kontrol kartı bilgisayara bağlandıktan sonra giriş ekranı geçilerek kontrol ekranına ulaşıldığında periyodik bir haberleşme döngüsü başlamaktadır. Bu haberleşme döngüsü Şekil 3.38.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.38. Bilgisayar kontrol kartı periyodik haberleşme döngüsü.



Kullanıcı kuru kontakların herhangi biri üzerinde tıklama yaptığı an kontrol kartına istek gönderilmektedir (Şekil 3.39.).



Şekil 3.39. Bilgisayardan kontrol kartına kuru kontak çıkış değişikliği talebi.

Ayrıca web arayüzü içerisinde ayarlar menüsünden ağ ayarlarına girildiği zaman get komutu ile cihaza ait ağ bilgileri çekilerek ilgili bölümlere yazılmaktadır.

Web arayüzüne ait giriş ekranı Şekil 3.40.'da yer almaktadır.

**Uzaktan erişimli çevresel şartları izleme ve kontrol sistemi**

**SİSTEM**

DURUM	Bağlandı
Kapı 1	Açık
Kapı 2	Açık
Duman	Yok
Su sızıntısı	Var

**GİRİŞ**

Kullanıcı Adı

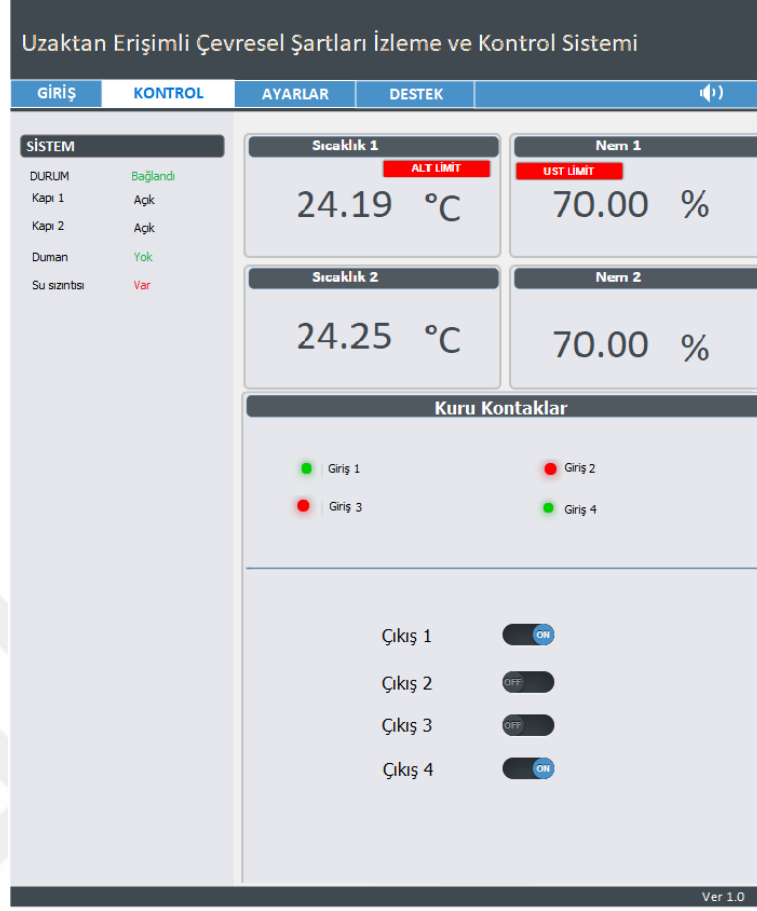
Şifre

**GİRİŞ**

v1.0

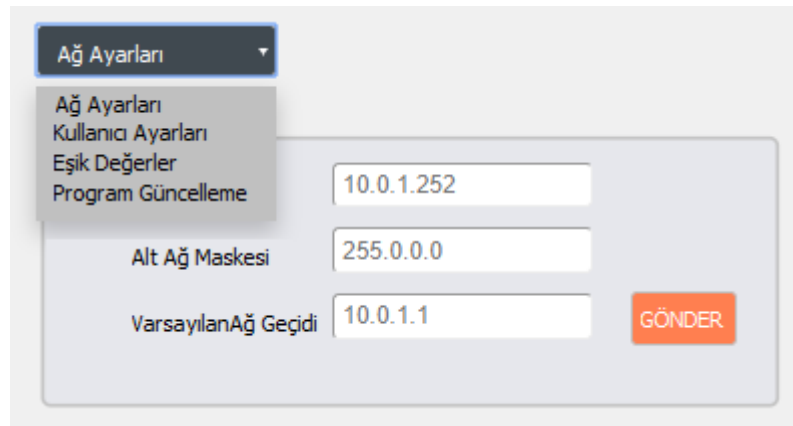
Şekil 3.40. Web arayüzü giriş ekranı.

Web arayüzünün ana kontrol ekranı Şekil 3.41.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.41. Web arayüzü ana ekranı.

Web arayüzüne ait ayar menüsü Şekil 3.42.’de, ağ ayarları Şekil 3.43.’te, kullanıcı ayarları Şekil 3.44.’te gösterilmiştir.



Şekil 3.42. Web arayüzü ayar menüsü.

Ağ Ayarları

IP Adresi 10.0.1.252

Alt Ağ Maskesi 255.0.0.0

Varsayılan Ağ Geçidi 10.0.1.1

GÖNDER

Şekil 3.43. Ağ ayarları.

Kullanıcı ayarları

Kullanıcı Adı Kullanıcı Adı

Şifre Şifre

Yeni Kullanıcı Adı Yeni Kullanıcı Adı

Yeni Şifre Yeni Şifre

Şifre Tekrarı Şifre Tekrarı

KAYDET

Şekil 3.44. Kullanıcı adı ve şifre belirleme ekranı.

Sistemin uzaktan program güncellemesi ayarlar menüsü üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca aynı menü üzerinden cihaza reset atmak da mümkündür (Şekil 3.45.).

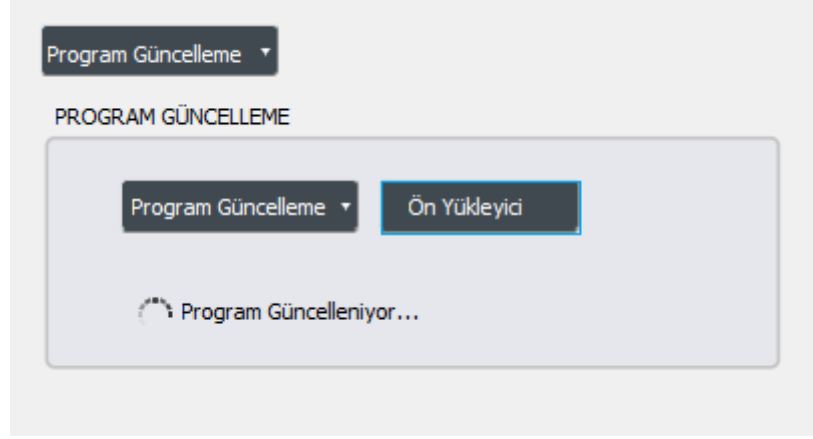
Program Güncelleme

PROGRAM GÜNCELLEME

Cihaz Reset

Cihaz Reset

Şekil 3.45. Program güncelleme ekranı.

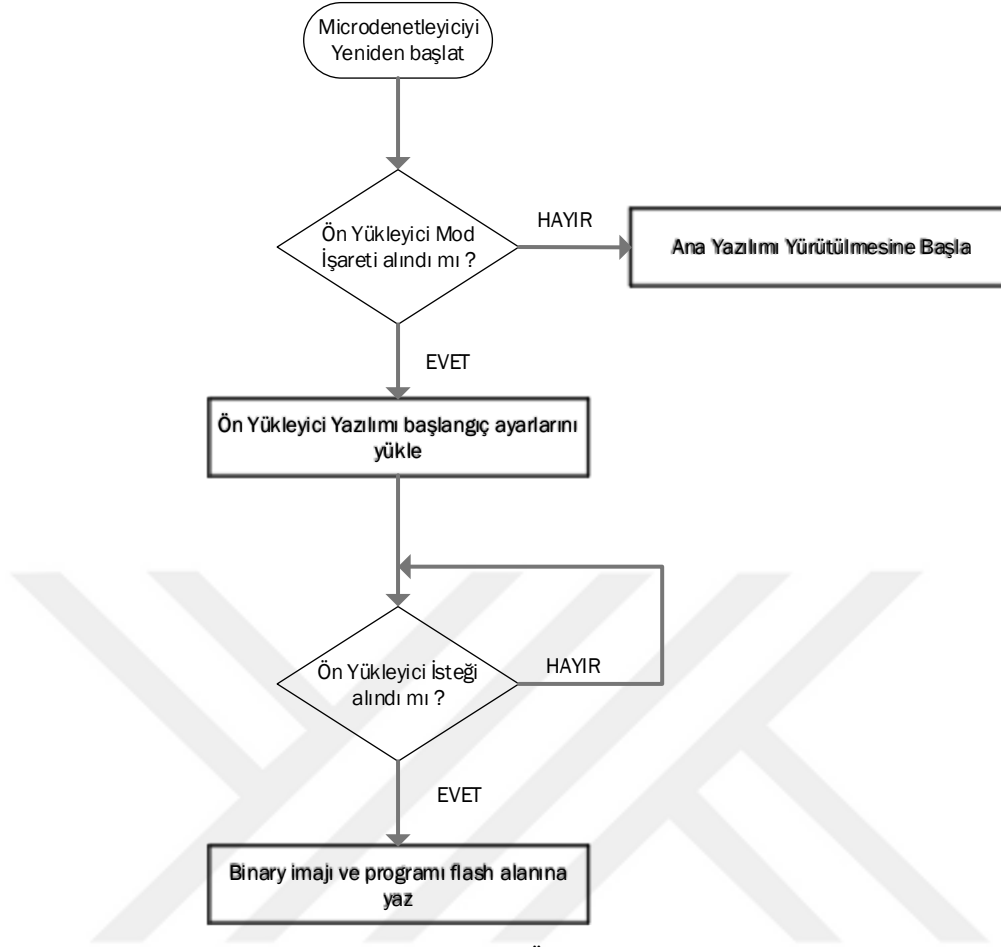


Şekil 3.46. Güncelleme işlemi yapılırken ekran görüntüsü.

### 3.3.3. Program yükleme

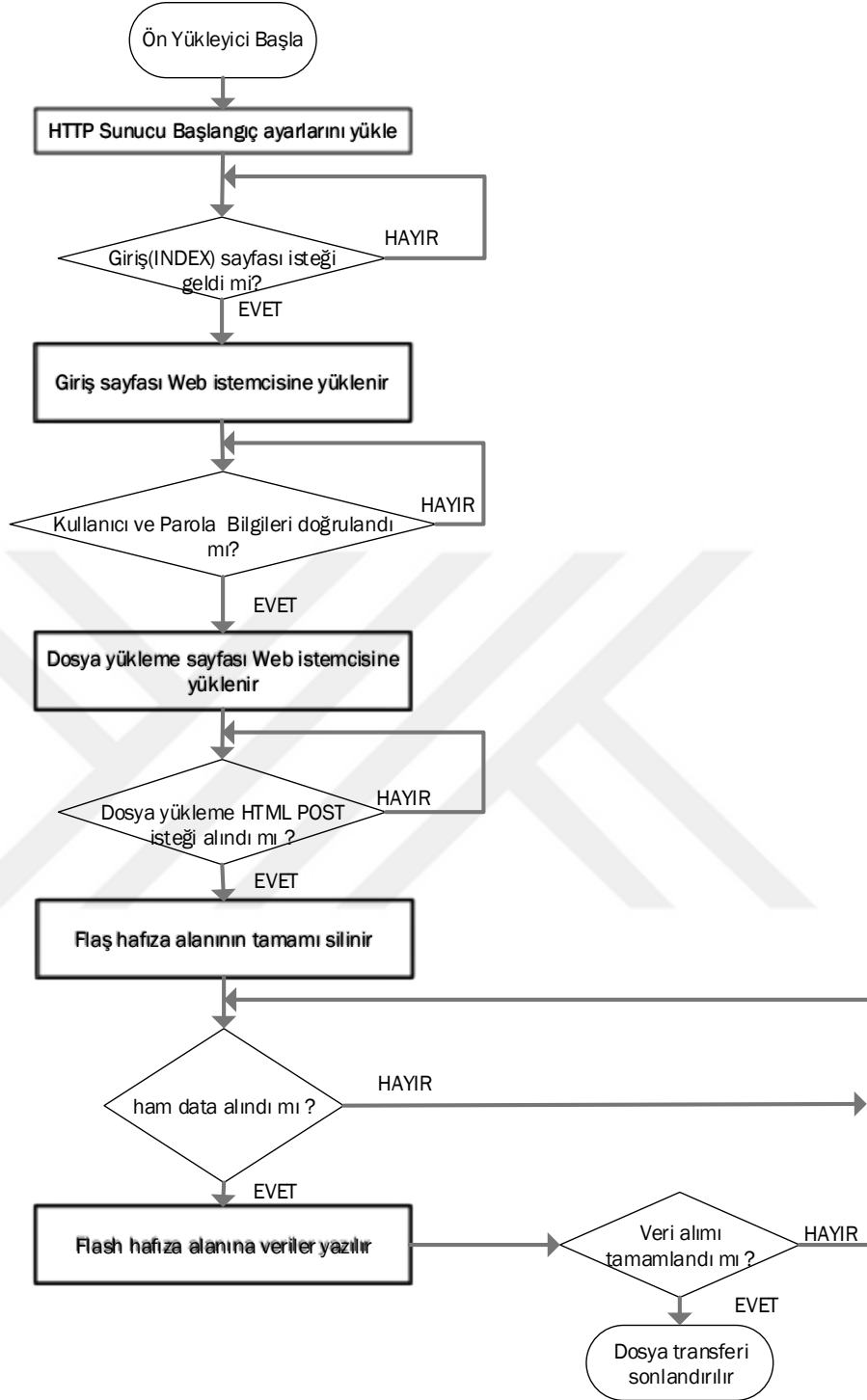
Sistem yazılımı güncellenmesi JTAG programlayıcı ile doğrudan kart üzerinden yapılabilmesinin yanı sıra uzaktan web arayüzü üzerinden de yapılabilir. Uzaktan program güncelleme desteği, sistemde yazılım kaynaklı bir sorun olduğunda hızlı bir şekilde uzaktan müdahale imkanı vermektedir. Ayrıca kutulanmış cihazın içini açmaya gerek kalmadan kolayca program yüklemesi yapılabilir. Web üzerinden program güncelleme için mikrodenetleyici üzerinde özel bir kök yazılım yazılmıştır. Bu kök yazılım aracılığı ile yazılım güncellemesi yapılmaktadır.

Ön yüklemenin genel olarak nasıl yapıldığını anlatan akış diyagramı Şekil 3.47.'de yer almaktadır.



Şekil 3.47. Ön yükleme akış diyagramı.

Ethernet yardımıyla web üzerinden program güncellemenin nasıl yapıldığını gösteren akış diyagramı Şekil 3.48.'de yer almaktadır.



Şekil 3.48. Web üzerinden program güncelleme.

### 3.4. Testler

#### 3.4.1. Elektronik devre kartı testleri

Öncelikle elektronik devre kartını üretim sonrası gözle genel bir kontrol yapıldı. Sonrasında malzemelerin dizgisi gerçekleştirildi. Dizgisi gerçekleştirilen kartta kısa devre kontrolleri yapıldı. Daha sonrasında devre tasarım aşamasında belirlenen test noktalarında ölçü aleti yardımıyla voltaj kontrolü yapıldı. Kontrol kartında 12V, 5V ve 3,3 V olmak üzere üç ayrı voltaj bulunmakta ve bu voltajların kontrolü amacı ile test noktaları yer almaktadır. Test noktalarında beklenen voltaj değeri %5 toleranslı olacak şekilde sağlanması durumunda voltaj çıkışındaki devre atlamacı devreye alınmaktadır. Yani karta güç verildiğinde önce 12V değerine bakılıyor bu değerde problem olmaması halinde atlamacı devreye alınarak devreye 12V verilmesi sağlanıyor. Sonrasında 12V'tan 5V'a doğrultma devresinin çıkışındaki değere bakılıyor. Eğer bu değer beklenen toleranslar dahilinde ise 5 V voltajına ait atlamacı devreye alınarak devreye kontrollü bir şekilde 5V verilmesi sağlanıyor. 5V değerinde sorun olmadığı görüldüğünde ikinci doğrultma devresi olan 5V'tan 3,3V'a düşüren devrenin çıkışına bakılıyor. Bu değer de tolerans dahilinde ise 3,3 V atlamacı devreye alınarak devre 3,3 V verilmesi sağlanır. Bu yöntemle beraber devrenin tamamına sağlıklı bir şekilde voltaj verildiğinden emin olduktan sonra güç dağılımının gerçekleşmesi sağlanıyor.

#### 3.4.2. Yazılım testleri

Yazılım testleri adına yapılan başlıca işlemler aşağıda sıralanmıştır:

- EEPROM okuma yazma testleri
- Web arayüzü kontrol kartı haberleşme testleri
- Sensör okuma testleri
- Web arayüzü üzerinden kuru kontak çıkışlarının kontrol testi
- Web üzerinden program güncelleme testi
- Kuru kontak girişlerinin web arayüzü üzerinden okuma testi
- Buzzer kontrol testi
- Web arayüzü üzerinden cihazın sesini açma kapama özelliği testi

Sıralanan test işlemlerinin tamamı başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.





## BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. UÇŞİD Sistemin Genel Çalışması ve Değerlendirme

Prototip üretimi gerçekleştirilmiş olan UÇŞİD sisteminin çalışma haline ilişkin görsel Şekil 4.1.'de yer almaktadır. Bilgisayar ile cihaz arasındaki bağlantı ethernet kablosu ile yapılmıştır. Web arayüzüne erişim sadece Chrome web tarayıcısı ile sağlanmaktadır. Diğer web tarayıcı ile erişim desteği ilaveten bir çalışma konusudur.



Şekil 4.1 UÇŞİD sistemi çalışma hali.

Web arayüzü üzerinden kuru kontak giriş ve çıkışların kontrolünün sağlanması adına Tablo 4.1.'de gösterildiği gibi bağlantı yapılmıştır.

Tablo 4.1. Kuru kontak bağlantıları.

Kuru kontak girişi		Kuru kontak çıkışı
Giriş 1	→	Çıkış 1
Giriş 2	→	Çıkış 2
Giriş 3	→	Çıkış 3
Giriş 4	→	Çıkış 4

Yapılan bu bağlantı sonrasında çıkışlar açık ve kapalı olacak şekilde tek tek denenip girişlerden okuma yapılmıştır. Kontak giriş ve çıkışların çalışmasında ve web arayüzü üzerinden gösterilmesinde bir problem görülmemiştir. Bu kontrole ilişkin çıkış 2 ve çıkış 3 pasif, çıkış 1 ve çıkış 4'ün aktif olduğu durumdaki ekran görüntüsü Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Kuru kontak giriş çıkış kontrolü.

UÇŞİD sistemini genel olarak değerlendirme adına diğer sistemler ile karşılaştırma tablosu hazırlandı (Tablo 4.2.) (Kılınç, 2012) (Kargacı, 2015) (Oral ve Çakır, 2017).

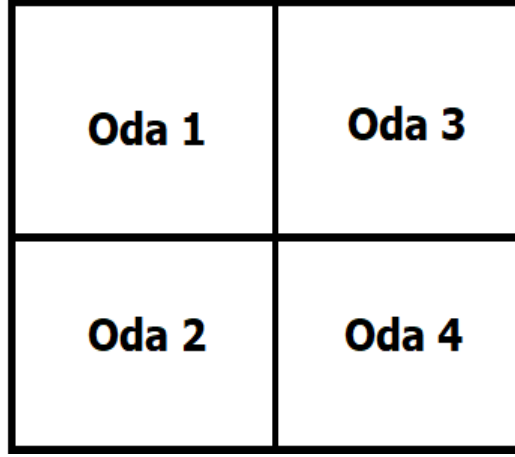
Tablo 4.2. UÇŞİD sistemi ile benzer sistemleri karşılaştırma.

Çevresel şartları uzaktan görüntüleme ve kontrol etme sistemleri	Sensör konumlandırma esnekliği	Program yüklemeyen web arayüzü çalıştırma	Uzaktan erişim için sunucu bilgisayar gerekliliği olmaması	Uzaktan program yükleme desteği	Kablosuz erişim
UÇŞİD sistemi	✓	✓	✓	✓	✗
Masaüstü yazılım tabanlı gömülü sunucu olmayan sabit sensörlü sistemler	✗	✗	✗	✗	✗
Masaüstü yazılım tabanlı gömülü sunucu olmayan, sabit sensörlü kablosuz sistemler	✗	✗	✗	✗	✓

Tabloyu genel olarak değerlendirecek olursak; UÇŞİD sistemi, sensör konumlandırma esnekliği, program yüklemesi yapmadan kullanıcı arayüzüne erişim, herhangi bir sunucu bilgisayara ihtiyaç duymaması ve uzaktan kolaylıkla program güncelleme yapabildiği özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. UÇŞİD sistemin kabloluluğu negatif yönlerinden birisidir. Kablosuz özelliği kazandırmak için ileri aşamalarda Wi-Fi modülleri ile çalışma yapılması düşünülmektedir.

## 4.2. Sensör Ölçümleri

İki adet sıcaklık sensör bağlantıları sağlanarak iki gün boyunca ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümler ethernet aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. İlk gün birinci sıcaklık sensörü oda 1’de, ikinci sıcaklık sensörü oda 2’de konumlandırılmıştır. İlk günün sıcaklık ölçüm sonuçlarına ilişkin verilerin bir kısmı Tablo 4.3.’te gösterilmiştir. Birinci günün ölçümlerine ait verilerin grafiği Şekil 4.4.’te yer verilmiştir. İkinci gün birinci sıcaklık sensörü oda 3’te, ikinci sıcaklık sensörü oda 4’te konumlandırılmıştır. İkinci güne ait sıcaklık ölçüm sonuçlarının bir kısmı Tablo 4.4.’te gösterilmiştir. İkinci güne ait ölçüm sonuçlarını gösteren grafik Şekil 4.5.’te yer almaktadır. Sensör ölçümlerinin yapıldığı konumların temsili görseli Şekil 4.3.’te yer almaktadır.



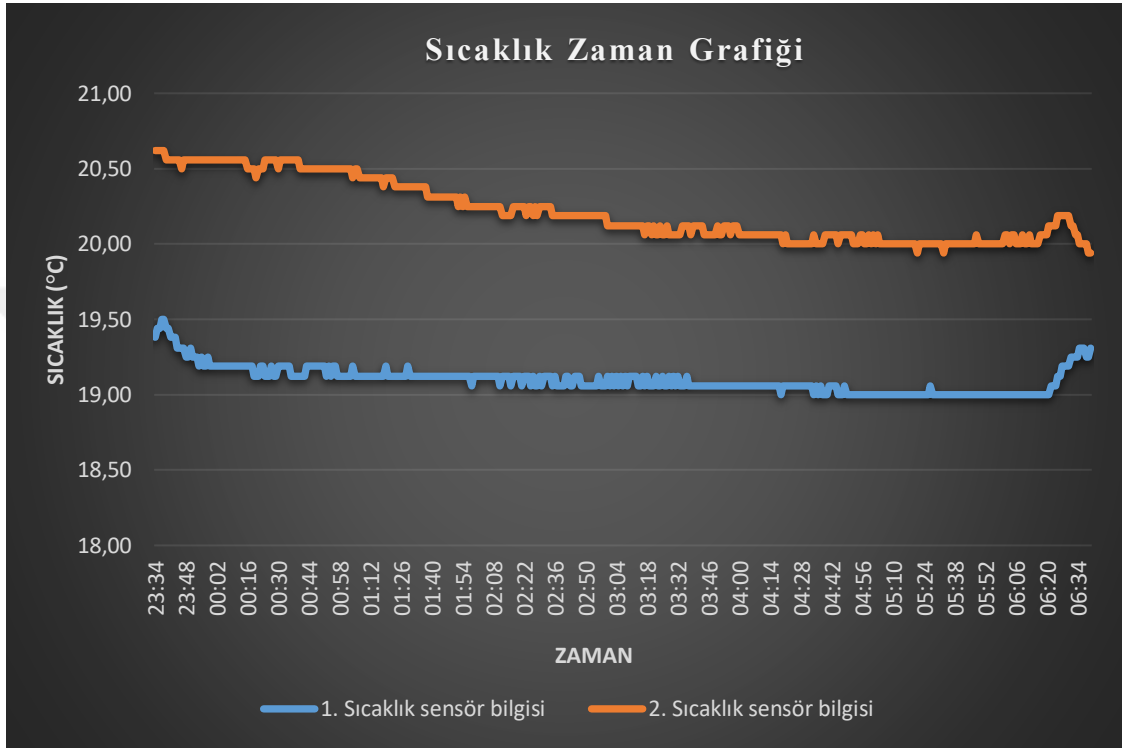
Şekil 4.3. Sensör ölçümlerin yapıldığı temsili oda düzeni.

Tablo 4.3. Ölçümün birinci gününe ait sensör verilerinin bir kısmı.

Tarih	Saat	1. Sıcaklık sensör bilgisi	2. Sıcaklık sensör bilgisi
19.04.2019	23:34	19,38	20,62
19.04.2019	23:35	19,44	20,62
19.04.2019	23:36	19,44	20,62
19.04.2019	23:37	19,50	20,62
19.04.2019	23:38	19,50	20,62
19.04.2019	23:39	19,44	20,56
19.04.2019	23:40	19,44	20,56
19.04.2019	23:41	19,38	20,56
19.04.2019	23:42	19,38	20,56
19.04.2019	23:43	19,38	20,56
19.04.2019	23:44	19,31	20,56
19.04.2019	23:45	19,31	20,56
19.04.2019	23:46	19,31	20,50
19.04.2019	23:47	19,31	20,56
19.04.2019	23:48	19,25	20,56
19.04.2019	23:49	19,25	20,56
19.04.2019	23:50	19,31	20,56
19.04.2019	23:51	19,25	20,56
19.04.2019	23:52	19,25	20,56
19.04.2019	23:53	19,25	20,56
19.04.2019	23:54	19,19	20,56
19.04.2019	23:55	19,25	20,56
19.04.2019	23:56	19,19	20,56
19.04.2019	23:57	19,19	20,56
19.04.2019	23:58	19,25	20,56
19.04.2019	23:59	19,19	20,56

Tablo 4.3. (Devamı).

Tarih	Saat	1. Sıcaklık sensör bilgisi (°C)	2. Sıcaklık sensör bilgisi (°C)
20.04.2019	00:00	19,19	20,56
20.04.2019	00:01	19,19	20,56



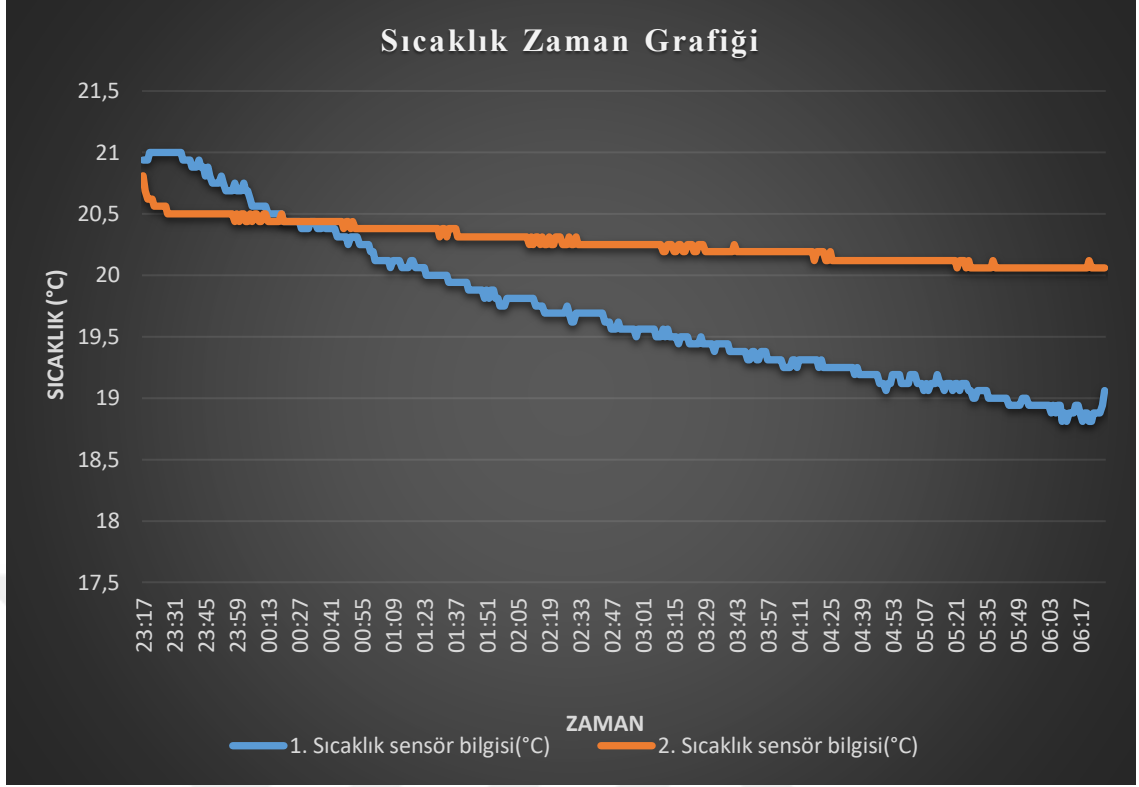
Şekil 4.4. Ölçümün birinci gününe ait sıcaklık zaman grafiği.

Tablo 4.4. Ölçümün ikinci gününe ait sensör verilerinin bir kısmı.

Tarih	Saat	1. Sıcaklık sensör bilgisi(°C)	2. Sıcaklık sensör bilgisi(°C)
20.04.2019	23:17	20,94	20,81
20.04.2019	23:18	20,94	20,69
20.04.2019	23:19	20,94	20,62
20.04.2019	23:20	21	20,62
20.04.2019	23:21	21	20,62
20.04.2019	23:22	21	20,56
20.04.2019	23:23	21	20,56
20.04.2019	23:24	21	20,56
20.04.2019	23:25	21	20,56
20.04.2019	23:26	21	20,56
20.04.2019	23:27	21	20,56

Tablo 4.4. (Devamı).

Tarih	Saat	1. Sıcaklık sensör bilgisi (°C)	2. Sıcaklık sensör bilgisi (°C)
20.04.2019	23:28	21	20,5
20.04.2019	23:29	21	20,5
20.04.2019	23:30	21	20,5
20.04.2019	23:31	21	20,5
20.04.2019	23:32	21	20,5
20.04.2019	23:33	21	20,5
20.04.2019	23:34	21	20,5
20.04.2019	23:35	20,94	20,5
20.04.2019	23:36	20,94	20,5
20.04.2019	23:37	20,94	20,5
20.04.2019	23:38	20,94	20,5
20.04.2019	23:39	20,88	20,5
20.04.2019	23:40	20,88	20,5
20.04.2019	23:41	20,88	20,5
20.04.2019	23:42	20,94	20,5
20.04.2019	23:43	20,88	20,5
20.04.2019	23:44	20,88	20,5
20.04.2019	23:45	20,81	20,5
20.04.2019	23:46	20,88	20,5
20.04.2019	23:47	20,81	20,5
20.04.2019	23:48	20,75	20,5
20.04.2019	23:49	20,75	20,5
20.04.2019	23:50	20,75	20,5
20.04.2019	23:51	20,75	20,5
20.04.2019	23:52	20,81	20,5
20.04.2019	23:53	20,75	20,5
20.04.2019	23:54	20,69	20,5
20.04.2019	23:55	20,69	20,5
20.04.2019	23:56	20,69	20,5
20.04.2019	23:57	20,69	20,5
20.04.2019	23:58	20,75	20,44
20.04.2019	23:59	20,69	20,5
21.04.2019	00:00	20,69	20,44



Şekil 4.5. Ölçümün ikinci gününe ait sıcaklık zaman grafiği.

## BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması ile birlikte kapalı ortamlarda sıcaklık, nem, su sızıntısı, gibi çevresel şartların uzaktan görüntülenmesini ve yönetilmesini sağlayan bir sistem tasarımı yapılmış ve prototip düzeyinde üretimi gerçekleştirilmiştir. Üzerinde ARM tabanlı mikrodenetleyici bulunan NUCLEO-F429ZI geliştirme kartı içeren kontrol kartına ait şematik ve PCB tasarımı yapılmıştır. Donanım tasarımı çalışmalarında Altium Designer programı kullanılmıştır. Elektronik kart üretimi gerçekleştirilmiş olup, malzemelerin dizgisi yapıldıktan sonra kontrol kartı test süreçlerinden geçirilmiştir. Sisteme ait gömülü yazılımı çalışması için Atolic TrueStudio programı kullanılmıştır. Web arayüz görsel tasarımı yapılmış ve programı geliştirilmiştir. Web arayüz çalışması için LwIP yığın (stack) kullanılmış ve http sunucusu çalışacak şekilde programlanmıştır.

Sıcaklık sensörü olarak DS18B20, nem sensörü olarak DHT11 kullanılmıştır. Dört adet kuru kontak girişi bulunan UÇŞİD sistemi, gaz detektörü, su sızıntısı, kapı kontağı, titreşim, hareket veya ışık algılama gibi açık/kapalı şeklinde çıkış veren detektör ve sensörlerin dört tanesinin eş zamanlı olarak çalışmasına olanak vermektedir. UÇŞİD sisteminde bulunan dört adet kuru kontak çıkışı ile birbirinden bağımsız farklı voltaj seviyelerindeki dört adet cihazın çalışmasının yönetilmesini sağlayacak altyapı imkanı sunulmuştur. Sistemde buzzer ve LEDler ile sesli ve görsel kullanıcı bildirimleri yapılmaktadır. Üretimi ve dizgisi yapılmış kontrol kartı bölüm 3.4. 'te anlatılan test süreçlerinden başarılı bir şekilde geçtikten sonra, 220 VAC güç sağlayıcı ile birlikte raf tipi 1U'luk prototip kutu üzerinde gerekli işlemler yapılarak, kutulanmıştır.

Tasarımı ve gerçekleştirilmesi yapılan UÇŞİD sistemi, ilaç ve gıda depolama yerleri, sunucu merkezleri, laboratuvarlar, ilaç dolapları ve benzeri birçok alanda kullanılabilir.



UÇŞİD sisteminin uzaktan program yükleme desteğinin bulunması, herhangi bir hata durumunda uzaktan müdahale yapılmasına imkan sağlamaktadır. Yine uzaktan program yükleme özelliği sayesinde sistemin sürekli olarak geliştirilmesine altyapı kazandırılmıştır.

UÇŞİD sisteminin arayüz programının web tabanlı olması sayesinde herhangi bir program yüklemeye ihtiyaç duymadan erişim imkanı vermektedir.

UÇŞİD sistemine sensörlerin konnektörler vasıtası ile dışarıdan takılabilir olması sayesinde, sensörler istenilen noktaya konumlandırma esnekliğine sahiptir.

UÇŞİD sisteminde buluna gömülü sunucu sayesinde sistemin ağa bağlanması için herhangi sunucu bilgisayara ihtiyaç duyulmamaktadır.

UÇŞİD sistemi kablolu haberleşme üzerine tasarlanmıştır. İleriki aşamada hem cihazın internet ortamına kablosuz erişimine izin verecek şekle kavuşması hem de kablosuz haberleşme desteği olan sensörler ile haberleşecek düzeye gelmesi gibi özellikler eklenerek sistem geliştirilebilir.

UÇŞİD sistemine ait elektronik kart tasarımı raf tipi kutular için yapıldığı için ve konnektör sayısının fazlalığı sebebiyle boyut olarak oldukça büyüktür. Konnektör sayısını azaltıp cihazın giriş voltaj seviyesi 12 V doğru akım olacak şekilde değiştirildiğinde daha küçük boyutlarda da çalışabilecek bir forma kavuşturulabilir.

## KAYNAKLAR

- Aktoğan, A. (2011). *Uzaktan Erişimli Sabit Mıknatışlı Doğru Akım Motor Kontrolü Deney Düzeneği* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Altinkaya Elektronik. (2019). Altinkaya kutu. Erişim 07 Nisan 2019, <https://www.altinkaya.com.tr/Rack-Tipi-Kutular/RM-110.html>.
- Barry, R. (2019). RTOS. Erişim 23 Nisan 2019, <https://qqq.freertos.org>.
- Cebeci, H. Y. (2014). *Düşük Maliyetli, Bilgisayar Tabanlı Data Logger Özellikli Osiloskop Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- D-Robotics. (2010). Temperature Sensor DHT 11 Humidity & Temperature Sensor. Erişim 15 Mayıs 2019, <https://www.robotics.org.za/DFR0067>.
- Goldschmidt, S. (2018). LwIP. Erişim 12 Nisan 2019, <https://savannah.nongnu.org/projects/lwip/>.
- Güçlü, S. (2018). *Arduino ve Android Kullanarak Bebek Odasının Uzaktan Kontrolü* (Yüksek lisans tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Güğü, G. N. (2008). *Akıllı Ev Sistemleri ve Uygulaması* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günaydın, R. (2014). *Uzaktan Erişimli Web Tabanlı Mikrodenetleyici Deney Seti Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Güzel, S. (2018). *Soğuk Zincir Lojistiği İçin USB Arayüzü Sıcaklık Veri Kayıt Cihazı Tasarımı ve Uygulaması* (Yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Hussein, M. K. (2017). *Design and Implementation of a Remote System Using Mini Computer* (Yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Intel. (2005). Server Rack Cabinet Compatibility Guide. Erişim 02 Mayıs 2019, [https://www.intel.com/content/dam/support/us/en/documents/motherboards/server/sb/server\\_rack\\_cabinet\\_compatibility\\_guide\\_24.pdf](https://www.intel.com/content/dam/support/us/en/documents/motherboards/server/sb/server_rack_cabinet_compatibility_guide_24.pdf).
- Irmak, E. (2007). *Uzaktan Eğitim Amaçlı İntenet Tabanlı Laboratuvar Uygulaması* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kardaş, Y. Y. (2014). *GSM Kontrollü Akıllı Ev Uygulaması* (Yüksek lisans tezi). Dicle

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- Kargacı, M. (2015). *Ev Tipi Klimalara Kablosuz Ağ Üzerinden Uzaktan Erişim Ve Kontrol İle Akıllı Ev Teknolojilerinin Geliştirilmesi* (Yüksek lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaya, A. (2016). İşletim Sistemi Nedir? Ne İşe Yarar?. Erişim 23 Nisan 2019, <https://www.tech-worm.com/isletim-sistemi-nedir-ne-ise-yarar-2/>.
- Kılınç, M. (2012). *Uzaktan Erişimli Sistem Odası Kontrolü* (Yüksek lisans tezi). Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.
- Maxim Integrated. (2018). DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer Absolute Maximum Ratings (C. 92).
- Microchip Technology Inc. (2015). Small Footprint RMII 10/100 Ethernet Transceiver with HP Auto-MDIX and flexPWR Technology. Erişim 25 Nisan 2019, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/8742a.pdf>.
- Mutlu, G. (2012). *Uzaktan Erişimli Güç Elektroniği Laboratuvarı* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Oral, O., & Çakır, M. (2017). Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 177(1), 172–177.
- Otomasyonadair.com. (2017). kontak tipleri. Erişim 12 Nisan 2019, <https://otomasyonadair.com/2017/03/29/kuru-kontak-islak-kontak-farki-nedir/>.
- Raf tipi kutu ölçüleri. (2019). Erişim 06 Nisan 2019, <https://www.pennelcomonline.com/en/Rack-Unit-Calculator/cc-118.aspx>.
- Raritan. (2019). Monitor Your Data Center With Raritan' s Plug-And-Play Sensors. Erişim 06 Nisan 2019, [https://www.raritan.com/assets/ram/resources/data\\_sheets/raritan-smartsensor-datasheet.pdf](https://www.raritan.com/assets/ram/resources/data_sheets/raritan-smartsensor-datasheet.pdf).
- Renesas. (2018). High Speed or Slew Rate Limited RS-485/RS-422 Transceivers. 1–19. Erişim 27 Nisan 2019, <https://www.renesas.com/eu/en/www/doc/datasheet/isl83483-85-88-90-91.pdf>.
- Semtech. (2017). Application Note Surging Ideas TVS Diode Application Note. 25–27. Erişim 27 Nisan 2019, <https://www.semtech.com/uploads/documents/AN-SEMTECH-WHAT-IS-TVS-DIODE-SI96-01.pdf>.
- STMicroelectronics. (2017). UM1974 User Manual STM32 Nucleo-144 Boards. (December). Erişim 07 Nisan 2019, [http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user\\_manual/group0/26/49/90/2e/33/0d/4a/da/DM00244518/files/DM00244518.pdf/jcr:content/translations/en.DM00244518.pdf](http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user_manual/group0/26/49/90/2e/33/0d/4a/da/DM00244518/files/DM00244518.pdf/jcr:content/translations/en.DM00244518.pdf).
- STMicroelectronics. (2018a). 512-Kbit Serial EEPROM. 1–47. Erişim 03 Nisan 2019, <https://www.st.com/resource/en/datasheet/m24512-w.pdf>.

STMicroelectronics. (2018b). Seven Darlington Arrays Datasheet. 1–17. Erişim 30 Nisan 2019, <https://www.st.com/resource/en/datasheet/uln2004.pdf>.

Tülay, T. (2014). *Web Tabanlı Eğitim İçin Dağıtk Robot Kol Sistemi* (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Türk, Ö. (2011). *ARM İşlemciler İle Tek Kullanımlık Şifre Uygulamasının Gerçekleştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.



## ÖZGEÇMİŞ

Mustafa DİREK, 27/06/1984'da İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2003 yılında Kocamustafapaşa YDA Lisesi'nden mezun oldu. 2003 yılında başladığı Uludağ Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümü'nü 2007 yılında bitirdi. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2008 yılında taksimetre, takograf ve yazarkasa tasarımı ve üretimi yapan Destaş Dijital Elektronik A.Ş. firmasında Elektronik Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Yaklaşık 7 senelik Destaş firmasındaki çalışma hayatının akabinde bir sene çeşitli firmalar ile yine Ar-Ge alanında çalıştıktan sonra 2016 yılında başladığı ve halen çalışmakta olduğu uydu ve haberleşme sektöründe yer alan Profen İletişim Teknolojileri A.Ş. firmasında gömülü sistemler ve yazılım grubunda donanım tasarım takım lideri olarak görev yapmaktadır.