

**VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ İÇİN FARKLI ALGILAYICI
TİPLERİNİ DESTEKLEYEN DONANIM / YAZILIM
KÜTÜPHANESİ TASARIMI VE UYGULAMASI**

**A HARDWARE / SOFTWARE LIBRARY DESIGN AND
APPLICATION SUPPORTING DIFFERENT SENSOR TYPES
TO BE USED IN DATA ACQUISITION SYSTEMS**

SALİH DEMİR

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

ELEKTRİK ve ELEKTRONİK Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2011

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **ELEKTRİK ve ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
Prof. Dr. H. Selçuk GEÇİM

Üye (Danışman) :
Doç. Dr. Ali Ziya ALKAR

Üye :
Yrd. Doç. Dr. Mehmet DEMİRER

Üye :
Yrd. Doç. Dr. Umut SEZEN

Üye :
Yrd. Doç. Dr. Kayhan İMRE

ONAY

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Adil DENİZLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ İÇİN FARKLI ALGILAYICI TİPLERİNİ DESTEKLEYEN DONANIM / YAZILIM KÜTÜPHANESİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Salih Demir

ÖZ

Veri toplama sistemi uygulamalarında çeşitli algılayıcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Algılayıcıların çıkış tiplerinin farklı olması veri toplama sistemi tasarımlarını zorlaştırmaktadır. Tüketici elektroniği ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere bu zorlukların üstesinden gelecek bir modüler sistem gereksinimi bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında amaç, farklı çıkışlara sahip algılayıcıları destekleyen veri toplama sistemleri için donanım / yazılım kütüphanesi yaratmaktır.

Tez kapsamındaki veri toplama sistemi uygulaması gömülü cihaz ile algılayıcıları sisteme entegre eden bir kütüphane kullanarak tasarlanmıştır. Bu çalışmada veri toplama sistemi kütüphanesinin kart tasarımı ve yazılımı, alınan verilerin gösterimi için gömülü cihaz yazılımı tasarlanmıştır ve uygulama prototip üretimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Algılayıcılar, Gömülü Sistemler, Veri Toplama Sistemleri, Donanım/Yazılım Kütüphanesi Tasarımı

Danışman: Doç. Dr. Ali Ziya ALKAR, Hacettepe Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

A HARDWARE / SOFTWARE LIBRARY DESIGN AND APPLICATION SUPPORTING DIFFERENT SENSOR TYPES TO BE USED IN DATA ACQUISITION SYSTEMS

Salih Demir

ABSTRACT

There is a need for various sensor types in data acquisition system applications. The difference in sensor outputs makes the data acquisition system designs difficult. To be used in consumer electronics and industrial applications there is a need for a modular system to overcome these difficulties.

The aim of this study is to design a hardware/software library for data acquisition systems including support for different sensor types.

The data collection system application in the scope of this thesis is designed using a library that integrates the embedded device and sensors to the system. In this study data acquisition system's library hardware and software, has been designed as well as the embedded device software to display the data on the screen. Also an application prototype production has been implemented.

Key Words: Sensors, Embedded Systems, Data Acquisition Systems, Hardware / Software Library Design

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Ziya ALKAR, Hacettepe University, Electrical and Electronics Engineering Department

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana daima yol gösteren, motivasyonumu kaybetmememi sağlayan tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Ali Ziya ALKAR'a teşekkür ederim.

Tez konusundaki çalıŐmalarımda bana maddi ve manevi destek sağlayan RENKO Limited Şirketi'ne ve iyimserliği, yol göstericiliği nedeniyle Sayın Hüseyin Hüsnü AKALIN'a teşekkür ederim.

Son olarak sevgi ve destekleriyle bana daima g veren aileme ve arkadaŐlarım gösterdikleri sabırdan dolayı içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ.....	5
2.1. Algılayıcılar	5
2.1.1. SPI Protokolü	9
2.1.2. I2C Protokolü	11
2.1.3. SMBus Protokolü.....	13
2.1.4. CAN-bus Protokolü	14
2.1.5. LIN-bus Protokolü	17
2.1.6. 1-Wire Protokolü.....	19
2.1.7. UART Protokolü.....	21
2.2. İşaret Uygunlaştırıcılar	22
2.3. Veri Toplama Donanımı.....	26
2.3. Veri Analiz Merkezi	28
3. ALGILAYICILAR İÇİN DONANIM / YAZILIM KÜTÜPHANESİ TASARIMI	29
3.1. Algılayıcı Kütüphanesinin Donanımsal Tasarımı.....	30
3.2. Algılayıcı Kütüphanesinin Yazılımsal Tasarımı.....	36
3.2.1. SPI Protokolüne Sahip Algılayıcılar için Yazılımsal Tasarım	37
3.2.2. I2C Protokolüne Sahip Algılayıcılar için Yazılımsal Tasarım	41
3.2.3. 1-Wire Protokolüne Sahip Algılayıcılar için Yazılımsal Tasarım.....	46
3.2.4. USART Protokolüne Sahip Algılayıcılar için Yazılımsal Tasarım	50
3.2.5. 0 - 5 V Gerilim Çıkışına Sahip Algılayıcılar için Yazılımsal Tasarım.....	55
3.2.6. Veri Toplama Donanımları ile İletişim için Yazılımsal Tasarımı.....	56

4. ALGILAYICILAR İÇİN TASARLANAN DONANIM / YAZILIMI KÜTÜPHANESİ	
UYGULAMASI.....	59
5. SONUÇLAR.....	68
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	73
EKLER DİZİNİ.....	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Genel Sistem Diaygramı.....	4
Şekil 2.1. Veri Toplama Sistemi Bileşenleri	5
Şekil 2.2. 0 - 5 V Gerilim Çıkışına Sahip Bir Algılayıcının Çıkış Geriliminin Zamana Göre Örnek Değişim Grafiği.....	6
Şekil 2.3. 4 - 20 mA Akım Çıkışına Sahip Bir Algılayıcının Çıkış Akımının Zamana Göre Örnek Değişim Grafiği	7
Şekil 2.4. DS600 Sıcaklık Algılayıcısı Sıcaklık - Gerilim Grafiği.....	7
Şekil 2.5. SPI Protokolü Bağlantı Şekli	10
Şekil 2.6. I2C Protokolü Bağlantı Şeması	11
Şekil 2.7. I2C Veri Alışveriş Protokolü	13
Şekil 2.8. SMBus Protokolü Bağlantı Şeması.....	14
Şekil 2.9. CAN-bus Protokolü Bağlantı Şeması	15
Şekil 2.10. CAN-bus Protokolü Veri Paketi Gösterimi	16
Şekil 2.11. LIN-bus Protokolü Veri Paketi Gösterimi	18
Şekil 2.12. 1-Wire Bağlantı Şeması.....	20
Şekil 2.13. UART Arayüzü Kelime Gösterimi.....	21
Şekil 2.14. Örnek Yükseltici Devre Şeması	23
Şekil 2.15. Örnek Doğrusallaştırma Devresinin Blok Şeması	24
Şekil 2.16. Örnek Pasif Filtreleme Devresi.....	24
Şekil 2.17. Örnek Aktif Filtreleme Devresi	24
Şekil 2.18. Akım Çıkışlı Analog Algılayıcıların Çıkışını Gerilime Çevirme	25
Şekil 2.19. Veri Toplama Donanımı Genel Blok Diyagramı.....	26
Şekil 3.1. Algılayıcılar için Donanım / Yazılım Kütüphanesi Blok Diyagramı.....	29
Şekil 3.2. PIC18F452 Blok Diyagramı.....	31
Şekil 3.3. PCFG3:PCFG0 Bit Değerlerine Karşılık Gelen Durumlar	32
Şekil 3.4. RS485 Bağlantısı	33
Şekil 3.5. SN75176 İç Yapısı ve Bağlantısı	34
Şekil 3.6. 7805 Pozitif Gerilim Regülatörü Bağlantı Şeması	34
Şekil 3.7. Algılayıcı Kütüphanesi Donanımsal Tasarımı	35
Şekil 3.8. Isıl çiftlerde Sıcaklık Dağılımı Tipine Göre Üretilen Gerilim	37
Şekil 3.9. K-tipi Isıl çift..	38

Şekil 3.10. MAX6675 Blok Diyagramı	39
Şekil 3.11. MAX6675 SPI İletişim Diyagramı	40
Şekil 3.12. SPI Protokolü ile Sıcaklık Ölçme Akış Diyagramı	40
Şekil 3.13. MAX6675 SO Veri Çıkışı	41
Şekil 3.14. SHT71 Nem Algılayıcısı Blok Diyagramı	42
Şekil 3.15. SHT71 İletimi Başlat Dizisi Gösterimi	43
Şekil 3.16. SHT71 Komut Gönderme	43
Şekil 3.17. SHT71 Nem Bilgisi Okuma Örneği	44
Şekil 3.18. I2C Protokolü ile Nem Ölçme Akış Diyagramı	45
Şekil 3.19. DS18B20 Blok Diyagramı	46
Şekil 3.20. Sıfırlama ve Varlık Darbeleri Zamanlama Grafiği	47
Şekil 3.21. DS18B20 Yazma ve Okuma İşlemleri Zamanlama Grafiği	48
Şekil 3.22. Mikrodenetleyici - DS18B20 İletişim Diyagramı	49
Şekil 3.23. Sıcaklık Verisinin 2-byte Gösterimi	50
Şekil 3.24. GPS Uyduları	51
Şekil 3.25. GPS Üçgenleme İşlemi	51
Şekil 3.26. Kütüphane - GPS Algılayıcısı Yazılım Akış Şeması	53
Şekil 3.27. Hall Etkisi	56
Şekil 3.28. Kütüphane ile Veri Toplama Donanımı ile İletişiminin Yazılım Akış Şeması	58
Şekil 4.1. Veri Toplama Donanımı Olarak Kullanılan Gömülü Cihazın Bileşenleri	59
Şekil 4.2. 12V - 5V Voltaj Regülatörü Devre Şeması	61
Şekil 4.3. N adet Algılayıcı için Tarama Mesaj Sistemi	62
Şekil 4.4. Gömülü Cihaz - Kütüphane İletişim Yazılımı Akış Diyagramı	64
Şekil 4.5. Nem Algılayıcısı ile Veri Alımı	65
Şekil 4.6. Sıcaklık Algılayıcısı ile Veri Alımı	66
Şekil 4.7. Manyetik Algılayıcısı ile Veri Alımı	66
Şekil 4.8. Isıl çift Algılayıcısı ile Veri Alımı	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. KTY83 Sıcaklık Algılayıcısı Sıcaklık – Çıkış Voltajı İlişkisi.....	8
Çizelge 2.2. SPI Protokolü İşaretleri.....	9
Çizelge 2.3. SPI Protokolü Çalışma Modları.....	10
Çizelge 2.4. SMBus - I2C Temel Farklılıklar.....	14
Çizelge 2.5. 1-Wire Arayüzü İşareti.....	20
Çizelge 2.6. Veri Toplama Sistemlerinde Kullanılan Bilgisayar Çeşitleri ve Özellikleri.....	28
Çizelge 3.1. Temel Isıl Çift Tipleri ve Özellikleri.....	38
Çizelge 3.2. SHT71 Nem Algılayıcısı Özellikleri.....	41
Çizelge 3.3. SHT71 Komutları.....	43
Çizelge 3.4. DS18B20 Komutları.....	48
Çizelge 3.5. Pozitif ve Negatif Sıcaklık Verisi Örneği.....	49
Çizelge 3.6. NMEA-0813 Örnek Veri Yapısı.....	52
Çizelge 3.7. LEA-5S Modülünün Desteklediği Protokoller.....	53
Çizelge 3.8. UBX,40 Mesaj Örneği.....	54
Çizelge 3.9. RMC Cümlecik İçeriği.....	54
Çizelge 3.10. Phidgets Manyetik Alan Algılayıcısı Genel Özellikler.....	55
Çizelge 3.11. Kütüphane Veri Protokolü.....	57
Çizelge 4.1. Veri Toplama Sistemi Gerilim ve Akım Gereksinimi.....	60
Çizelge 4.2. Algılayıcı Kimlikleri.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

RAM	: Rasgele Erişimli Bellek (Random Access Memory)
SCL	: Seri İletişim Saati (Serial Clock)
SDA	: Seri Veri (Serial Data)
SPI	: Seri Evrensel Arayüz (Serial Peripheral Interface)
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi (Global Positioning System)
UART	: Genel Geçer Eşzamansız Alıcı / Verici (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter)
EEPROM	: Elektriksel Silinebilir Sadece Okunur Bellek (Electrically Erasable Read Only Memory)
I2C	: Entegre Devreler Arası İletişim (Inter Integrated Circuit)
ADC	: Analog Sayısal Çevirici (Analog Digital Converter)
USB	: Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus)
DDC	: Ekran Veri Kanalı (Display Data Channel)
SD	: Güvenli Sayısal (Secure Digital)
SDRAM	: Eş Zamanlı Dinamik Rasgele Erişimli Bellek (Synchronous Dynamic Random Access Memory)
COM	: Microsoft'un seri port için verdiği isim
ROM	: Sadece Okunabilir Bellek (Read Only Memory)
SMBus	: Sistem Yönetimi Veriyolu (System Management Bus)
MMC	: Multimedya Kart (Multimedia Card)
USART	: Genel Geçer Eşzamanlı – Eşzamansız Alıcı/Verici (Universal Synchronous – Asynchronous Receiver / Transmitter)

1. GİRİŞ

Veri toplama, elektriksel veya fiziksel değişkenler olan voltaj, akım, sıcaklık, nem, basınç vs. değerlerinin ölçülme işlemidir. Belirli bir görevi gerçekleştirmek için tasarlanmış yazılım ve donanım kombinasyonu olan gömülü sistemler toplanan verilerin derlenmesini ve kaydedilmesini sağlamaktadır.

Sosyo-ekonomik ve endüstriyel gelişme ve teknolojik ilerleme ile birlikte veri toplama sistemleri günümüzde yaygın bir şekilde kullanılan en önemli uygulama teknolojilerinden biri olmuştur. Endüstriyel kontrol ve izleme sistemlerinde, işaret kaynaklarının izlenmesini veri toplama sistemleri yeri dolduramaz bir rol oynamaktadır [1]. Diğer bir kullanım alanı olarak, gelişmiş ülkeler modern tarım teknolojilerinde 1990'lı yıllardan itibaren, yaygın olarak veri toplama sistemlerini kullanmaktadırlar [2].

Günümüzde meteoroloji insan, sivil ve endüstriyel faaliyetler ile yakından ilgili olmuştur. Meteorolojik algılama savunma, sosyal ve ekonomik gelişimde önemli bir rol oynar. Bu durumda, sistemin hassas, gerçek zamanlı analiz yetenekleri, insan-makine arayüzü ve benzeri dahil olmak üzere pek çok sorun çözümünde veri toplama sistemleri kullanılmaya başlanmıştır [3].

Geniş bir uygulama alanına sahip olan veri toplama sistemleri ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde birçok sektörde kullanılan veri toplama sistemleri, veriler hakkında detaylı analiz yapabilme ve sonuçları kestirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Veri toplama sistemleri ile coğrafi bilgi sistemleri ve harita uygulamaları [4] veya deprem tahminleri yapılabilmektedir [5].

Uygulama alanlarına göre veri toplama sistemlerinde çok çeşitli algılayıcılar kullanılmaktadır. Algılayıcıların farklı ölçüm prensiplerine ve işaretlere sahip olmaları veri toplama sistemleri tasarımlarında büyük probleme yer açmaktadır. Algılayıcı üreten firmalar bu problemin üstesinden gelebilecek SPI (Seri Evrensel Arayüz), I2C (Entegre Devreler Arası İletişim), 1-Wire, SMBus (Sistem Yönetim Veriyolu), UART (Genel Geçer Eşzamansız Alıcı / Verici), CAN-bus (Kontrol birim – Alan Ağı), LIN-bus (Yerel Birbirine Bağlanmış Ağı) gibi çeşitli evrensel algılayıcı arayüzleri

geliştirmiştir. Bu arayüzler kullanılarak veri toplama üniteleri ile algılayıcılar arası iletişim kolaylaştırılmıştır [6].

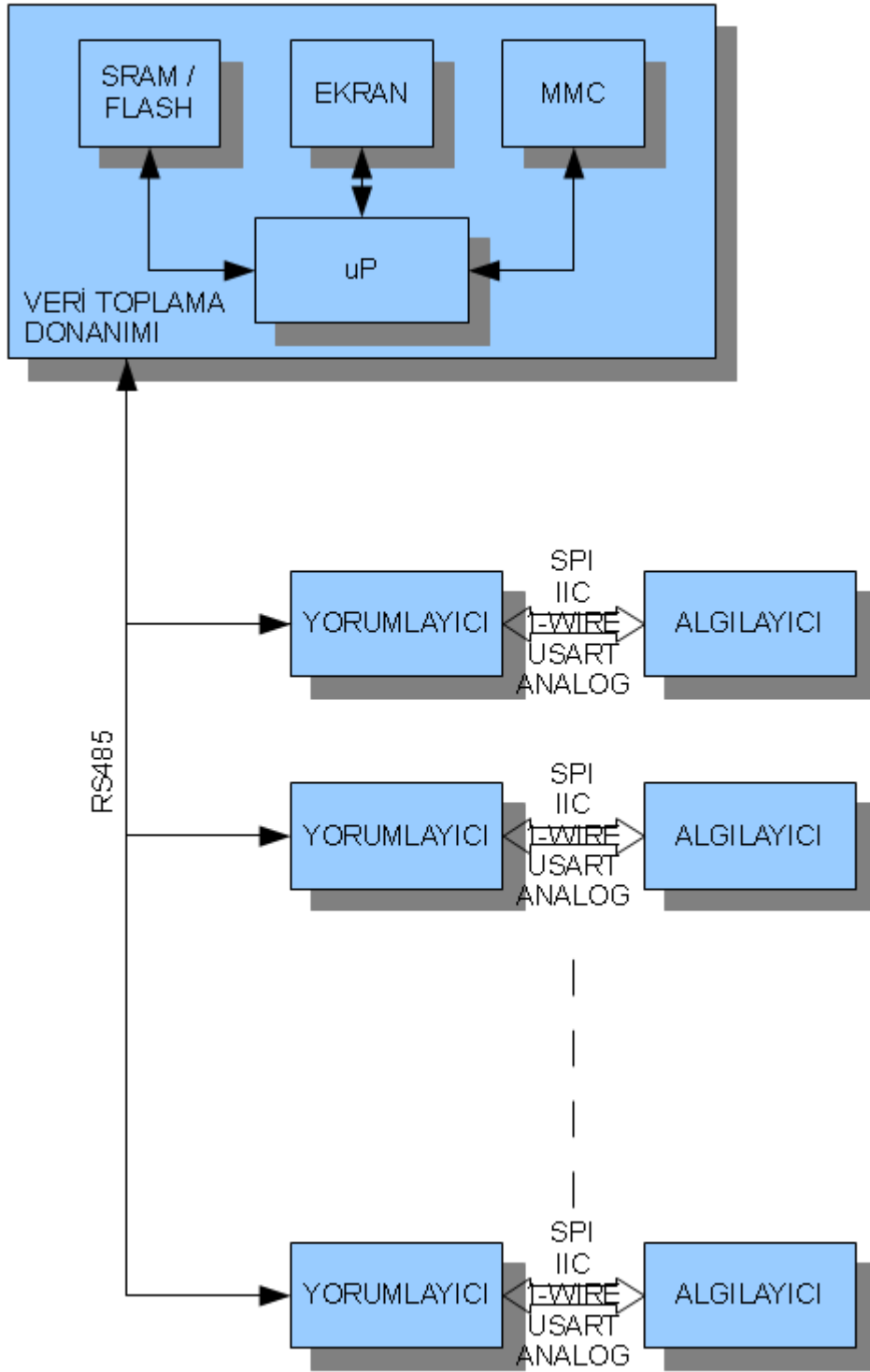
Farklı algılayıcı tiplerini ve iletişim arayüzlerini veri toplama sistemlerinde kullanabilmek için algılayıcılar için yorumlayıcı özellikli bir donanım-yazılım kütüphanesi tasarlanabilir. Bu kütüphane ile algılayıcıların farklı platformlara veya özelliklere sahip veri toplama sistemlerinde kullanılabilmesi sağlanabilmektedir. Kütüphane ile komut bazlı iletişim yapılarak algılayıcıların, çıkış özelliklerine bakılmaksızın veri toplama donanımlarına entegrasyonu kolaylıkla yapılabilmektedir. Genel olarak veri toplama işlemi zamana göre yapılmaktadır. Zamana göre yapılan veri toplama işleminde en önemli unsur veri alma sıklığıdır [7]. Veri alma sıklığının yapılan uygulama, kullanılan algılayıcılar ve tasarlanan sisteme göre seçilmesi gerekmektedir. Alınan verilerin analizleri zaman veya başka bir değişkene göre yapılabilmektedir.

Veri toplama sistemleri çevrimiçi veya çevrimdışı olarak sınıflandırılabilir. Çevrimiçi sistemler derlenen ve kaydedilen verileri İnternet ağı kullanarak seçilmiş bir merkeze göndermektedirler [8]. Çevrimdışı sistemlerde ise derlenen ve kaydedilen verilerin elle merkeze iletilmesi gerekmektedir. Bu işlem gömülü sistemin hafıza kartının verilerin analiz yapılacağı bilgisayara takılmasıyla yapılabilmektedir. Bir diğer iletim şekli fiziksel bir bağlantı yardımı olan RS232 (Tavsiye edilen 232 standardı) seri port, Paralel port, USB (Evrensel Seri Veriyolu) ile yapılabilmektedir [9].

Bu çalışmada uygulama örneğini verdiğimiz veri toplama sistemi genel olarak çevrimdışı çalışacak şekilde uygulanmıştır. Veri toplama donanımı olarak ARM9 tabanlı dokunmatik ekrana sahip gömülü cihaz kullanılacaktır. Algılayıcılar ile veri toplama cihazı arasına, farklı algılayıcı tiplerini ve iletişim protokollerini destekleyecek bir kütüphane tasarlanarak sistemi genel amaçlı hale getirmek amaçlanmaktadır. Veri toplama donanımı ile yorumlayıcı özellikli kütüphane RS485 (Tavsiye edilen 485 standardı) ile iletişim kurarak sisteme birden fazla algılayıcının bağlanması sağlanacaktır. Tez kapsamında tasarımı yapılacak kütüphane veri toplama sistemlerinde en yaygın kullanılan SPI, I2C, 1-Wire, UART iletişim protokollerine ve 0–5 V gerilim çıkışına sahip algılayıcıları destekleyecektir. Bağlanan algılayıcılara göre özel bir ekran açılıp, alınan veriler dokunmatik ekran

yardımı ile tablo şeklinde ve zamana göre alınan verilerin grafiği ekranda gerçek zamanlı şekilde gösterilecektir. Verilerin kaydedilmesi kullanıcıya bırakılarak gereksiz veri hafızada tutulmayacaktır. Bu alışma ile farklı algılayıcı tiplerini destekleyen yazılım-donanım kütüphanesi tasarlanarak, genel amaçlı veri toplama sistemi uygulaması gerçekleştirilecektir. Gerçekleştirilen sistemin blok diyagramı Şekil 1.1’de gösterilmiştir.

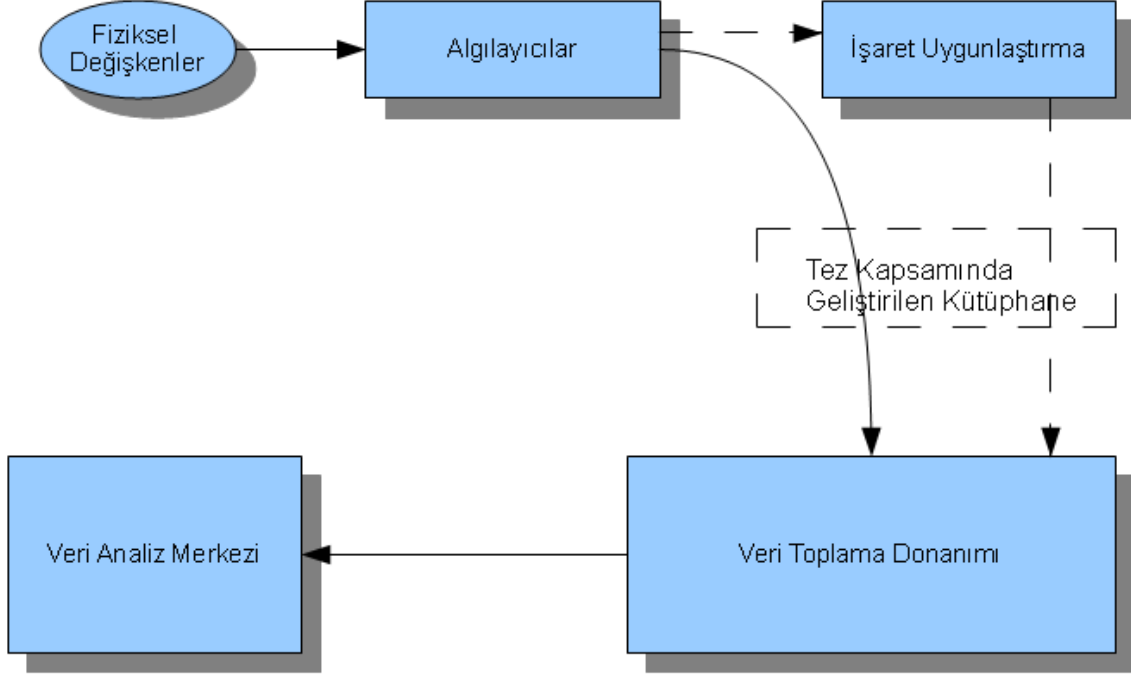
Tezin Bölüm 2’de genel olarak veri toplama sistemleri ana hatları ile incelenmiştir. Bölüm 3’te farklı algılayıcı tiplerini destekleyen genel amaçlı yazılım ve donanım kütüphane tasarımı anlatılmış, Bölüm 4’te ise tasarımı yapılan kütüphane ile gerçekleştirilen veri toplama sistemi uygulaması ıktıları gösterilmektedir. Bölüm 5’te tasarım ile ilgili genel sonuçlar bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Genel Sistem Diyagramı

2. VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ

Veri toplama, elektriksel işaretlere çevrilen fiziksel değişkenlerin ölçme, sayısal hale getirilip işleme, analiz ve kaydedilme işlemidir. Genel olarak veri toplama sistemi bileşenleri Şekil 2.1’de gösterilmektedir [10, 11].



Şekil 2.1. Veri Toplama Sistemi Bileşenleri

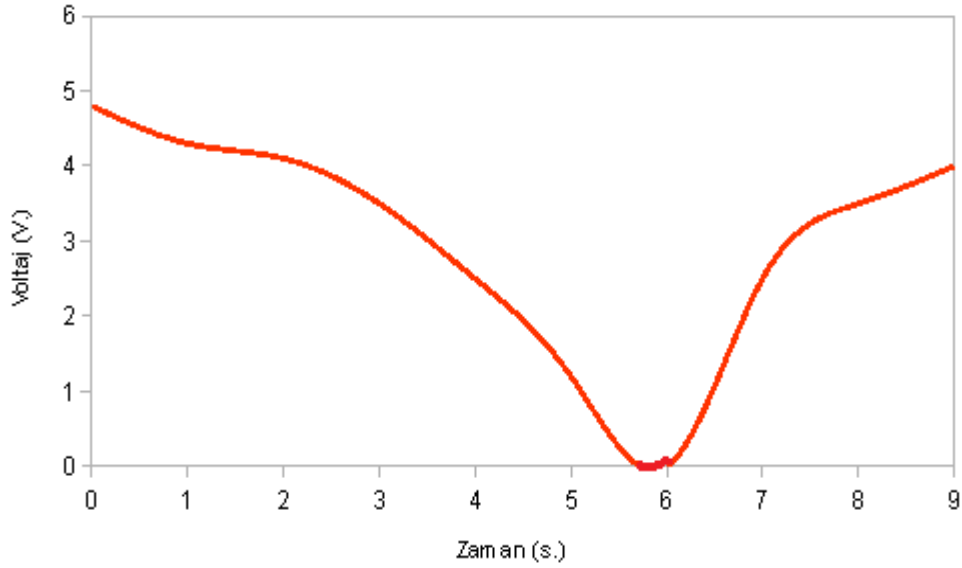
2.1. Algılayıcılar

Algılayıcılar fiziksel bir değişkeni akım, voltaj gibi ölçülebilir bir elektrik işaretine çevirir. Genel olarak veri toplama sistemlerinde kullanılan algılayıcılar aşağıda gösterilmektedir [12].

- Nem
- Sıcaklık
- Işık
- Basınç
- Manyetik Alan
- İvme
- Koku

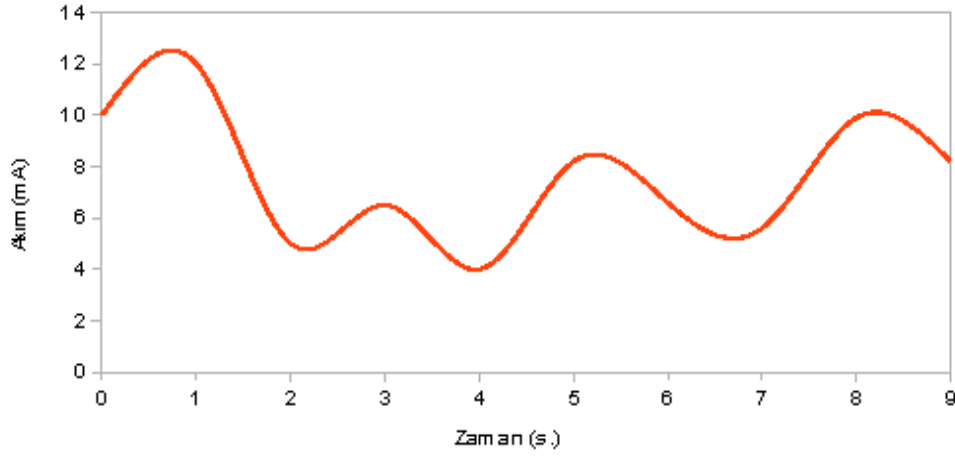
- Gaz
- Renk
- Gürültü seviyesi
- Konum
- Hız
- Rüzgar

Algılayıcılar fiziksel olayları ölçülebilir işaretlere dönüştürme işlemini farklı şekillerde yapmaktadır. Genel olarak algılayıcılar analog gerilim veya analog akım çıkışa sahiptirler. Şekil 2.2’de 0 – 5 V arasında gerilim çıkışına, Şekil 2.3’de 4 – 20 mA akım çıkışına sahip bir algılayıcı çıkışının zamana göre değişim grafiği gösterilmektedir.

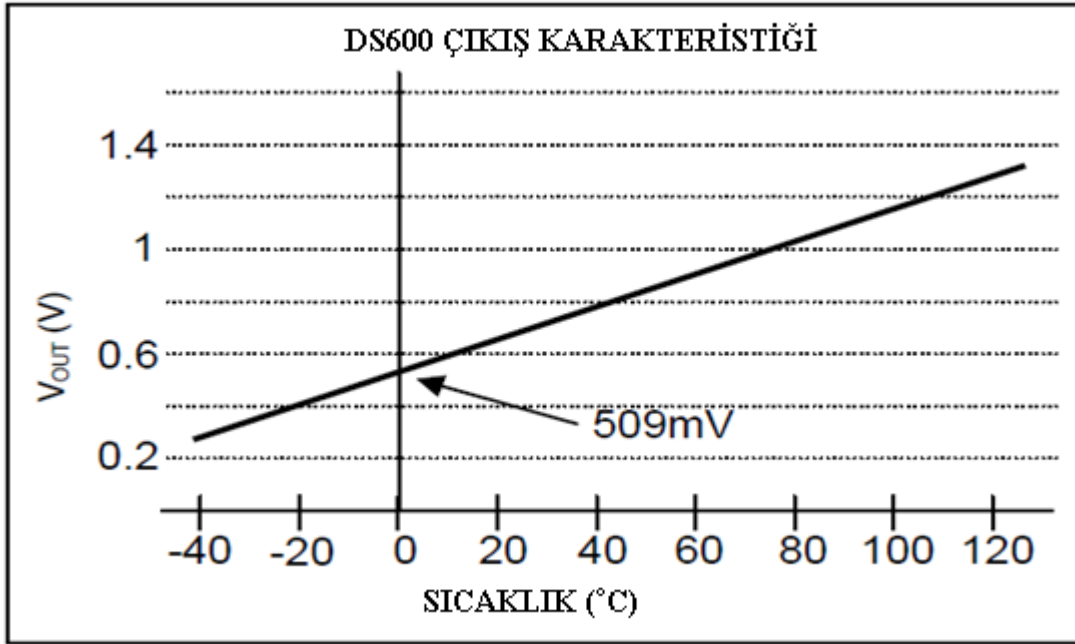


Şekil 2.2. 0-5 V Gerilim Çıkışına Sahip Bir Algılayıcının Çıkış Geriliminin Zamana Göre Örnek Değişim Grafiği

Analog gerilim veya akım çıkışına sahip algılayıcıların çıkış seviyeleri çevreden aldıkları fiziksel bilgi ile doğrudan ilişkilidir. Çıkış seviyeleri grafiksel gösterim, dönüşüm fonksiyonu ve doğrusal olmayanlar için veri tablosu olarak ilişkilendirilebilir. Şekil 2.4’de grafiksel gösterim ve Çizelge 2.1’de veri tablosu kullanarak algılayıcı çıkış seviyeleri gösterilmektedir.



Şekil 2.3. 4–20 mA Akım Çıkışına Sahip Bir Algılayıcının Çıkış Akımının Zamana Göre Örnek Değişim Grafiği



Şekil 2.4. DS600 Sıcaklık Algılayıcısı Sıcaklık – Gerilim Grafiği [13]

Doğrusal transfer fonksiyonuna sahip olan algılayıcıların kullanımı diğer ilişkilere göre daha kolaydır ve veri toplamada hata oranı azalmaktadır. Bu ilişkiye sahip algılayıcılar veri toplama sistemlerinde daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

<u>SICAKLIK (°C)</u>	<u>ÇIKIŞ GERİLİMİ (mV.)</u>
-55	500
-50	525
-40	577
-30	632
-20	691
-10	754
0	820
10	889
20	962
25	1000
30	1039
40	1118
50	1137
60	1288
70	1379
80	1472
90	1569
100	1670
110	1774
120	1882
130	1993
140	2107
150	2225
160	2346
170	2471
175	2575

Çizelge 2.1. KTY83 Sıcaklık Algılayıcısı Sıcaklık – Çıkış Voltajı İlişkisi [15]

Algılayıcı ve IC (Tümleşik Devre) üreten firmalar algılayıcıların veri toplama donanımlarında daha kolay kullanılmaları için bazı algılayıcılara çeşitli sayısal iletişim arayüzleri eklemiştir [16]. Bu iletişim protokolleri yardımı ile ölçülmesi gereken

fiziksel değişkenler veri toplama donanımlarına sayısal halde alınmaktadır. Eklentiler ile analog verilerinin okunmasında yaşanacak hatalar azaltılabilmekte ve alınan verilerin doğruluğu artırılabilir.

2.1.1. SPI Protokolü

SPI, sayısal tüm-devrelerin seri haberleşmeleri için geliştirilmiş verimli haberleşme standartlarından biridir. SPI ismi Motorola tarafından bulunmuştur [17]. SPI standardı National Semiconductor firmasının tescilli ticari markası olan Microwire olarak da bilinmektedir.

SPI, çift yönlü çalışabilen ve verinin saat darbeleriyle birlikte eş zamanlı olarak aktarıldığı bir seri haberleşme standardıdır ve günümüzde yaygın olarak kullanılan birçok tüm-devre tarafından donanımsal olarak desteklenmektedir. Bu haberleşmede veri transferi efendi-köle (master-slave) ilişkisi ile gerçekleşmektedir. Efendi tarafından veri transferi başlatıldıktan sonra veri her iki yönde de eş zamanlı olarak aktarılabilir. Alınan 1-byte verinin anlamlı olup olmadığı bilgiyi alan cihaz tarafından kontrol edilmelidir.

SPI arayüzü dört mantıksal işaret içermektedir. Bu işaretler Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

<u>İşaret</u>	<u>Açıklama</u>
SCLK	Seri saat
MOSI	Efendi çıkış, köle giriş
MISO	Efendi giriş, köle çıkış
nSS	Köle seçimi (aktif mantıksal düşük)

Çizelge 2.2. SPI Protokolü İşaretleri

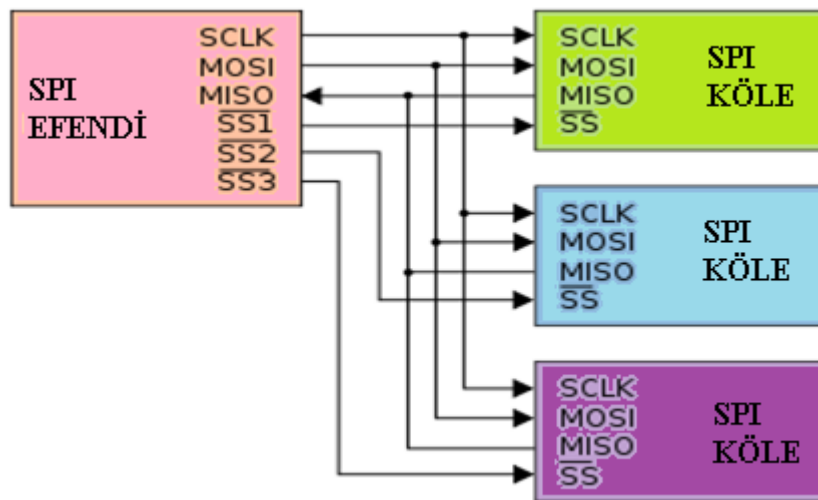
SPI protokol iletişimde en önemli iki nokta izin verilen maksimum saat hızı ve verinin aktarımında dikkate alınan faz geçişleridir. Verinin Yükselen Kenar / Düşen Kenar (Rising Edge / Falling Edge) sahip saat işaretinin hangi geçişte okunması gerektiği ile ilgili de resmi bir bildiri bulunmamaktadır. SPI çalışma olarak dört farklı

mod ile çalıştırılabilir [17]. Çizelge 2.3'de SPI protokolü çalışma modları gösterilmektedir.

SPI iletişimi bağlantı şekli olarak Şekil 2.5'de gösterilmektedir. Efendi ile birden çok köle şeklindeki gibi bağlanabilmektedir. Hangi köle ile iletişim yapılacak ise o köleye ait nSS işareti mantıksal düşüğe çekilerek veri alış-verişi yapılabilmektedir.

Çalışma Modu	Anlamı
Mod 0	Haberleşme başlamadan önce ve haberleşme yok iken saat işareti düşük seviyededir. Veri, saat darbesinin düşen kenarında yazılır ve yükselen kenarında okunur.
Mod 1	Haberleşme başlamadan önce ve haberleşme yok iken saat işareti düşük seviyededir. Veri, saat darbesi yükselen kenarında yazılır ve düşen kenarında okunur.
Mod 2	Haberleşme başlamadan önce ve haberleşme yok iken saat işareti yüksek seviyededir. Veri, saat darbesi yükselen kenarında yazılır ve düşen kenarında okunur.
Mod 3	Haberleşme başlamadan önce ve haberleşme yok iken saat işareti yüksek seviyededir. Veri, saat darbesinin düşen kenarında yazılır ve yükselen kenarında okunur.

Çizelge 2.3. SPI Protokolü Çalışma Modları

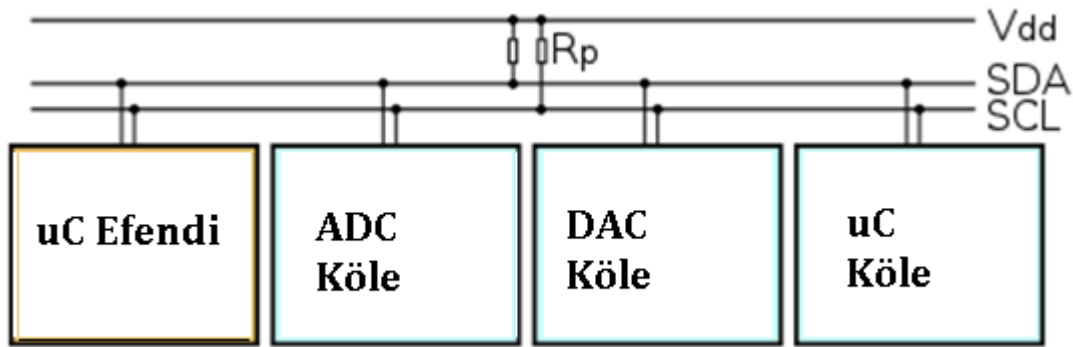


Şekil 2.5. SPI Protokolü Bağlantı Şekli [18]

2.1.2. I2C Protokolü

Kablolu senkron seri haberleşme standartlarından biri olan I2C, oldukça hızlı veri aktarımına olanak tanımaktadır. I2C, bir arada çalışan, kesik aralıklarla birbiriyle haberleşen, yavaş çeşitli çevresel cihazların, donanımı azaltarak haberleşmelerini sağlar. I2C basit, düşük bant genişliğine sahip, kısa mesafe senkron seri haberleşme protokolüdür. Mevcut I2C cihazların çoğu 400 kbps'ye kadar hızlarda çalışmaktadır. I2C ile birden fazla cihazı haberleştirmek kolaydır çünkü protokol içerisinde adresleme planı da bulunmaktadır [17].

I2C protokolünde temel olarak iki hat vardır. Bu hatlar SCL saat darbeleri hattı ve SDA veri hattıdır. Ayrıca bu protokole sahip tümleşik devrelerin kendine has yazma koruma (Write Protection), çıkış izin (Output Enable) gibi uçları bulunabilir. Bu kontroller I2C protokolü için bir standart olmadığı için kullanıcı bunları kendisi düzenlemek zorundadır. Şekil 2.6'da I2C bağlantı şekli gösterilmektedir.



Şekil 2.6. I2C Protokolü Bağlantı Şeması [19]

- uC Efendi : Mikrodenetleyici Efendi Birim
- ADC Köle : Analog – Sayısal Çevirici Köle Birim
- DAC Köle : Sayısal – Analog Çevirici Köle Birim
- uC Köle : Mikrodenetleyici Köle Birim

I2C protokolünde veri alışverişi Başla komutu ile başlar ve Bitir komutu ile biter. Bu protokolde bilgi veya komut taşıyan veri alışverişi saat darbesinin mantıksal düşük (0) seviyelerinde gerçekleşir. Cihazlar arasında haberleşmenin başladığını veya

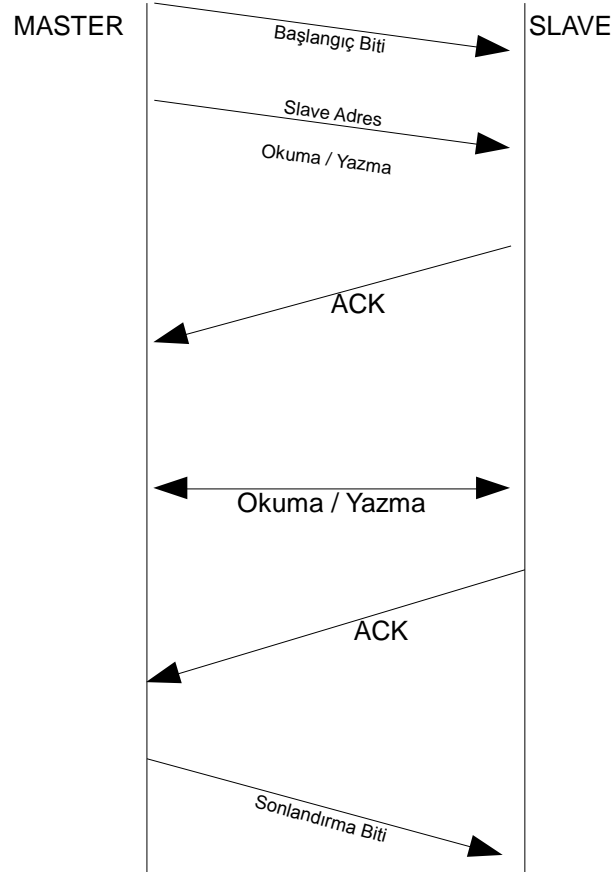
tamamlandığını belirten Başla ve Bitir durum komutları sadece saat hattının mantıksal yüksek (1) olduğu durumlarda gösterilir. Saat hattı mantıksal yüksek iken veri hattında mantıksal düşükten mantıksal yükseğe geçiş Bitir komutu anlamına gelir ve haberleşen iki cihaz arasındaki haberleşmenin tamamlandığını bildirir [17].

Verinin geçerli olması için veri değişikliği arasındaki saat işaretinin sadece mantıksal düşük olduğu durumlarda yapılır. Eğer saat hattı düşüğe çekilirse veri hattına yeni veri yazılabilir.

I2C protokolünde gönderilen veri ve okunan veri aynı hat üzerinden, yani veri hattı üzerinden alınıp verilmektedir. Veri hattı sürekli olarak bir yükseğe çekme direnci ile besleme gerilimine bağlı olduğundan hattaki başlangıç ve bitiş bitlerinin anlaşılması hatta mantıksal düşük olup olmamasıyla anlaşılır. Ayrıca hattın sürekli mantıksal yüksek olarak kurulması bazı elemanların yüksek empedans konumlarında bile hattan mantıksal yüksek okunmasını sağlar.

I2C protokolünde genelde mikrodenetleyiciler kullanılan efendi denilen ana bir kontrol birimi cihazı ve köle denilen cihazlar vardır. Bu protokole göre, I2C veri yoluna bağlı her bir köle durumundaki cihazın, en fazla 7 bitten oluşan, kendisine ait bir adresi vardır. Bu cihaz herhangi bir sayısal sistem olabilir. Veri yolundaki haberleşme iki yönlü de olabilmektedir. Veri hattında eğer bu adres bilgisi efendi tarafından gönderilmişse, o adrese ait köle tarafından veri hattına alındı anlamına gelen ACK (Alındı onaylamak) bir cevap gönderilir. Bu aşamadan sonra köle birimi kullanılmaya hazırdır.

I2C veri yolu çok Efendili veri yoludur. Yani, birden fazla sayıda veri transferini başlatabilme özelliğindeki tümdevreler, veri yoluna bağlanabilir. Bu durumda veri transferinin başlatan tümdevre Veri yolu-Efendisi (Bus-Master) durumunda olacak, veri yolundaki tüm diğer tümdevreler Veriyolu-Köleleri (Bus-Slave) durumunda olacaktır. Şekil 2.7'de I2C protokolü Efendi – Köle veri alış verişi gösterilmiştir.

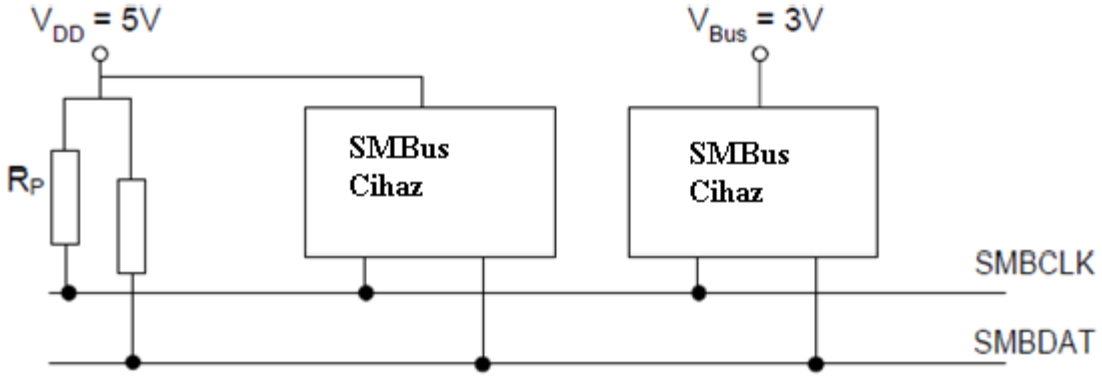


Şekil 2.7. I2C Veri Alışverişi Protokolü

2.1.3. SMBus Protokolü

SMBus hafif iletişim amaçlı tek sonlandırıcılı basitleştirilmiş iki kablo kullanan veri yoludur. Genellikle Açık / Kapalı komutları kullanımı için güç kaynakları ile iletişimin sağlanması için bilgisayar anakartlarında bulunmaktadır. Şekil 2.8’de SMBus bağlantı şekli gösterilmektedir.

I2C arayüzünden türetilen SMBus kullanılarak düşük band genişliğine sahip cihazlar ile veri alışverişi sağlanabilmektedir. SMBus, I2C arayüzü protokolü esas alınarak Intel firması tarafından tanımlanmıştır. Gerilim seviyeleri ve zamanlama diyagramları I2C tabanlı olmasına rağmen, iki farklı sisteme ait cihazlar aynı veri yolu karıştırılarak kullanılmaktadır [20]. Çizelge 2.4’de SMBus ile I2C arasındaki farklılıklar gösterilmektedir.



Şekil 2.8. SMBus Protokolü Bağlantı Şeması [20]

Farklılıklar	SMBus	I2C
Besleme Gerilimi	3 – 5 V	5.0 V \pm 10%
Çekilen Akım	350 μ A – 4 mA	3 mA
Frekans	10 – 100 kHz	0 – 400 kHz
Zaman Aşımı	35 ms	Yok

Çizelge 2.4. SMBus – I2C Temel Farklılıklar

SMBus ile I2C arasında ACK işareti kullanımı ile de temel farklılıklar bulunmaktadır. I2C slave cihazları meşgul veya başka bir iş ile uğraşırken, Master cihaz veri alımı için slave cihaza adres ve komut bilgilerini gönderdikten sonra alınacak veriyi ACK işaretine göre doğruluğu denetlenmektedir. SMBus protokolünde ise adres veya her byte için ACK işareti Master tarafından alındıktan sonra iletişim bitirilir ve tekrar başlatılır [20].

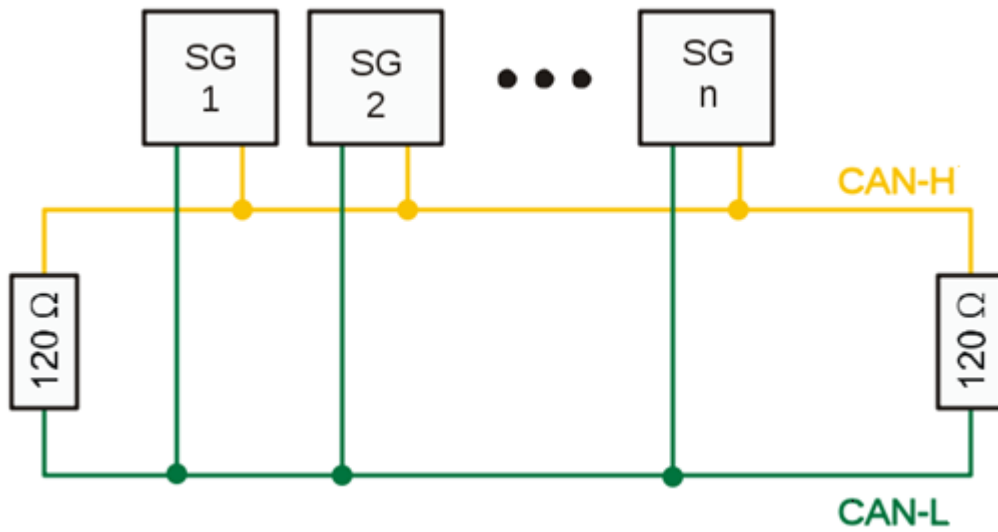
2.1.4. CAN-Bus Protokolü

CAN-Bus 1980'lerde Robert Bosch tarafından otomotivde kablo yumağı yerine bir kablodan yazılım kontrollü veri transferini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Her ne kadar başlangıçta yalnızca otomotiv uygulamaları için tasarlanmış olsa da yüksek performansı ve güvenilirliğinden dolayı birçok dağıtık endüstriyel kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Güvenliğin çok önemli olduğu

gerçek zamanlı uygulamalarda da kullanılır. Öyle ki istatistiksel olasılık hesapları sonucunda bir asırda bir tane tespit edilemeyen mesaj hatası yapabileceği tespit edilmiştir [21].

Uygulama alanı yüksek hızlı ağlardan düşük maliyetli çoklu kablolamalı sistemlere kadar genişler. CAN, otomobil elektroniği, akıllı motor kontrolü, robot kontrolü, akıllı algılayıcılar, asansörler, makine kontrol birimleri, kaymayı engelleyici sistemler, trafik sinyalizasyon sistemleri, akıllı binalar ve laboratuvar otomasyonu gibi uygulama alanlarında maksimum 1 Mbit/sn lik bir hızda veri iletişimi sağlar.

CAN üzerinden haberleşen tüm sistem bileşenlerine düğüm denir. CAN-bus, elektromanyetik parazitlerden etkilenmez. Eğer elektromanyetik parazit iletim ortamını etkilerse CAN_H, CAN_L aynı şekilde etkileneceğinden sistemler sorunsuzca çalışır. CAN_H, CAN_L, CAN-bus'da kullanılan sinyalleşmedir [22]. Şekil 2.9'da CAN-bus çoklu bağlantı şekli gösterilmektedir. Sistemde tüm üniteler iletim hattına eşit öncelikli veri yollama hakkına sahiptirler. Bu çalışma moduna çoklu efendi çalışma denir. Çoklu efendi çalışma modunda bütün üniteler her zaman iletim hattını dinleyerek, aynı zamanda veri yollamaması sağlanarak hatasız veri iletişimi yapılmaktadır. Yani her ünite iletim hattının boş olduğu anı yakalamaya çalışır ve hattı boş gören ünite verisini yollamaktadır.



Şekil 2.9. CAN Protokolü Bağlantı Şeması [22]

CAN-bus, iletişim ortamına erişim yöntemi olarak bit öncelikli yapı ile CSMA/CD (Çarpışma Algılamalı Taşıyıcı Dinleyen Çoklu Erişim) kullanır. Bu yöntem, mesajların çarpışmamasını garanti etmekle beraber, iletişim hattının uzunluğunu sınırlandırır. Dolayısıyla, CAN düğümleri 1 Mbit/s veri iletim hızı ile 40 m ve 40 Kbit/s veri iletim hızı ile 1000 m'lik bir veri yolu üzerinden bağlanabilirler.

CAN-bus sistemlerinde veriler paketler halinde iletilir. Ancak iki tip paketleme yapılır ve özel adları da vardır. 11bit tanımlayıcıya sahip olanlar CAN 2.0A diğer adıyla Standart CAN-bus, 29bit tanımlayıcıya sahip olanlara ise CAN 2.0B diğer adıyla Geliştirilmiş CAN-bus denir. Aralarındaki temel fark ise tanımlanabilinecek mesaj sayısıdır. Standart CAN-bus'da $2^{11} = 2048$ mesaj tanımlanabilinirken, Geliştirilmiş CAN-bus'da 2^{29} luk mesaj tanımlanabilir. Bu bilginin tutulduğu alana mesaj kimlik alanı denir. Mesaj önceliğini belirlemede buradaki sayı dikkate alınır. Ayrıca, mesaj kimliği RTR (Uzaktan iletim isteği) biti de içerir. Eğer 1 ise gönderilecek pakete İstek Çerçevesi denir. Eğer 0 ise Veri Çerçevesi denir. Bazen üniteler başka ünitelerden gelecek bilgiye ihtiyaç duyarlar. Karşı tarafa "bana şu bilgiyi yolla" demenin yolu istek çerçevesi kullanmaktır. İstek çerçevesi yollayan bir ünitenin Veri Alanı yoktur [23]. Şekil 2.10'da CAN-bus veri paketi gösterilmektedir.



Şekil 2.10. CAN-bus Protokolü Veri Paketi Gösterimi [23]

CAN-bus'ta bir anda en fazla 8 byte'lık veri yollanabilir. Yani Veri Alanı uzunluğu en fazla 8 byte olur. Ama daha da az olabilir. Gönderilecek veri uzunluğu Kontrol Alanında belirtilir. 15 bitlik CRC (Dönüşsel Artıklık Denetimi) Dizisi ve CRC Sınırlayıcı'dan oluşur. Görevi pakete ait CRC Kodunu tutmaktır. Üniteye gelen pakete cevap verilebilmesi için ilk önce paketin doğruluğu kontrol edilmelidir. Bunun için de ilk önce alınan paketin CRC değeri hesaplanır. Daha sonra alıcı ünite paket ile birlikte gelen CRC değeri ile hesaplanan değeri karşılaştırılır. İki değer birbirine eşit ise alınan paket geçerlidir. Eğer iki değer birbirine eşit değilse mesajı

alamadığını belirtmek için CRC hatasından kaynaklı hata oluştuğunu belirten Hata Çerçevesi yollar. Bu bilgiyi alan gönderici veriyi tekrar yollamaya çalışır. Bu bilgiyi ünitelerden sadece biri yollasa bile veri tekrar yollanmalıdır [23].

Mesaj içerikli haberleşmenin getirdiği kablolama kolaylığı ve bunun getirdiği düşük maliyet, hata tespit rutinlerinin çok güçlü olmasının getirdiği güvenilirlik, yeni ünitelerin eklenmesi için sistemde değişime gitmemenin getirdiği kolaylık, saniyede 10000 mesaj iletimi sağlaması CAN-bus'ın önemli avantajlarıdır.

CAN kullanım şekli bakımından iki şekilde görülür. Biri Tam-CAN diğeri ise Yarım-CAN tabirleri ile anılır. Bu ifadelerden kasıt ise şöyledir. Eğer CAN-bus denetleyici ve mikrodenetleyici birbirinden ayrı iseler buna Yarım-CAN denir. Ancak mikrodenetleyici kendi içinde CAN-bus denetleyicisini de barındırıyorsa Tam-CAN olur. Tam-CAN de mikroişlemciye daha az yüklenilir. Ama başlangıçta CAN-bus içermeyen bir sistemden CAN-bus'a geçmek için Yarım-CAN daha yararlıdır.

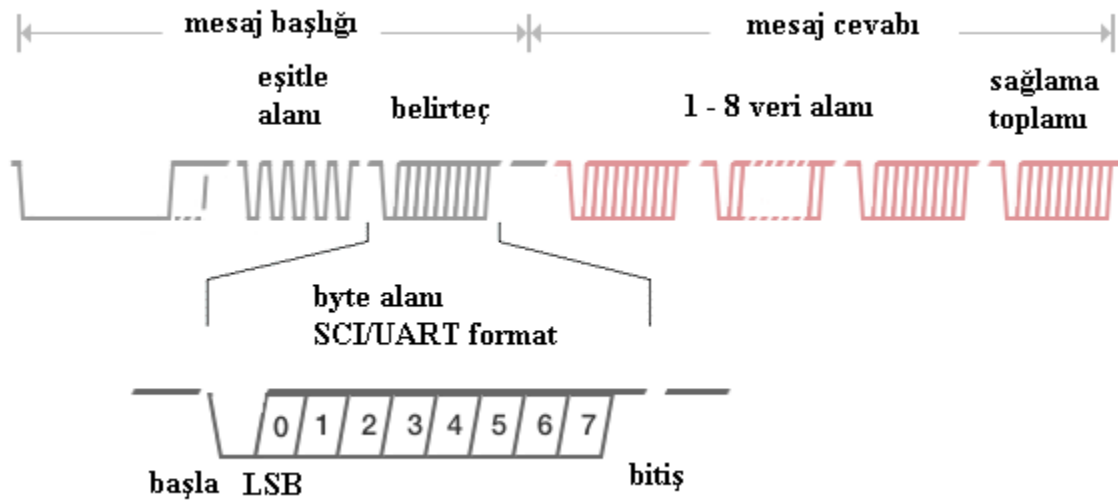
2.1.5. LIN-bus Protokolü

LIN-bus, UART byte kelime arayüzüne dayalı tek telli bir seri haberleşme protokolüdür. UART arayüzleri, hemen hemen tüm mikro denetleyicilerde düşük maliyetli modül olarak mevcut olmakla beraber ASIC (Uygulamaya özgü tümdevre) için yazılım veya makine eşdeğeri olarak da uygulanabilir. Köle düğümleri herhangi bir karar verme veya çarpışma yönetimi gerekmeyecek, sıradan bir LIN-bus ağ erişim gecikme süreleri açısından sinyal iletimi için en kötü durumu garanti edecek şekilde bir ana düğüm tarafından kontrol edilmektedir. LIN-bus protokolünün bir özelliği kuvars veya seramik rezonatör olmadan köle düğümler tarafından saat giderilmesini sağlayan eşitleme mekanizmasıdır. Hat sürücüsü ve alıcının özellikleri ISO 9141 tek telli standardını bazı geliştirmeler ile takip etmektedir [24].

Elektromanyetik uyumluluk (EMC) ve saat senkronizasyonu gereksinimleri dolayısıyla maksimum iletim hızı 20 kbit/s'dir. LIN-bus şebekelerindeki bir düğüm ana düğüm adlandırması dışında, sistem yapılandırması hakkında herhangi bir bilgiyi kullanmamaktadır. Diğer ikincil düğümler, donanım ve yazılım değişikliklerini gerektirmeden LIN-bus ağına eklenebilir. LIN-bus ağının boyutu, 64 kadar az sayıda

tanımlayıcısı ve nispeten düşük iletim hızı dolayısıyla genellikle 12 düğümden azdır. Saat senkronizasyonu, UART iletişiminin basitliği ve tek tel ortamı LIN maliyet verimliliği için önemli faktörlerdir.

LIN-bus ağı tek bir ana düğüm ve bir veya daha fazla köle düğümlerinden oluşur. Tüm düğümler bir iletme ve alma görevine bölünmüş bir köle iletişim görevi içerirken ana düğüm ek bir ana iletim görevi içerir. Şekil 2.11’de gösterildiği gibi, aktif bir LIN-bus iletişim ağı her zaman ana görev tarafından başlatılan ana, senkronizasyon sonu, senkronizasyon byte’ı ve mesaj tanımlayıcısından oluşan bir ileti üstbilgisi gönderir [25]. Tanımlayıcının alınması ve filtrelenmesiyle hemen bir köle görevi aktif olur mesajın yanıtının iletimine başlar. Yanıt 1 ve 8 arasında değişebilen veri byte’ı ve bir sağlama toplamı byte’ından oluşur. Başlık ve yanıt kısmı bir mesaj karesi oluşturur.



Şekil 2.11. LIN-bus Protokolü Veri Paketi Gösterimi [25]

Herhangi bir mesajın tanımlayıcısı, bir mesajın hedefini değil, içeriğini gösterir. Bu iletişim kavramı çeşitli şekillerde veri alışverişini sağlar: ana düğümden (köle görevini kullanarak) bir veya daha fazla köle düğüme ve bir köle düğümden ana düğüm ve/veya diğer köle düğümlere iletişim sağlanmaktadır. Ana düğüm üzerinden bir ağdaki tüm düğümler için mesajlar göndermeden veya ana düğüm yoluyla yönlendirme veya yayın için gerek kalmadan köle sinyallerinin doğrudan iletişim

kurması mümkündür. İleti kare dizisi efendi tarafından kontrol edilir ve dallar içeren döngüler oluşturabilir.

Genel olarak LIN-bus protokolü özellikleri aşağıda gösterilmektedir [25].

- Düşük maliyetli tek tel uygulama
- Gelişmiş ISO 9141, VBAT tabanlı 20Kbit / s 'ye kadar iletişim hızı
- Birçok uygulama için kabul edilebilir bir hızda (EMI nedenlerinden dolayı sınırlı)
- Tek Efendi / Çoklu Köle kavramı
- Ortak UART / SCI arayüz donanım tabanlı, düşük maliyetli silikon uygulama
- Neredeyse herhangi bir mikroişlemci çip üzerinde gerekli donanıma sahip
- Kristal veya seramik rezonatör olmadan köle düğümlerinde öz senkronizasyon
- Donanım platformunda önemli bir maliyet azaltma
- Konfigürasyon özellikleri dolayısıyla esneklik
- Sinyal iletimi için garantili gecikme süreleri
- Değişken veri çerçeve uzunluğu (2, 4 ve 8 byte)
- Veri sağlama toplamı ve hata tespiti
- Hatalı düğümler algılama

2.1.6. 1-Wire Protokolü

1-Wire, sinyalizasyon, düşük hızda veri ve güç sağlayan Dallas firması tarafından tasarlanmış bir cihaz haberleşme arayüzüdür. 1-Wire, I2C kavramına benzer, ancak daha düşük veri hızları ve uzun menzile sahiptir. Genellikle sayısal termometre ve hava araçları gibi küçük ucuz cihazlar ile iletişim kurmak için kullanılır. 1-Wire cihaz ile onu yöneten cihazın oluşturduğu ağın ismine Microlan denir [26].

Microlan ağında veri alışverişi her zaman Efendi – Köle ilişkisi ile yapılır. İletişim efendi tarafından kontrol edilerek, veri yolunda oluşabilecek çarpışmalardan kaçınılması sağlanmaktadır. 1-Wire protokolü yazılımsal olarak çarpışmaları belirleyebilmektedir. Eğer bir çarpışma gerçekleşirse efendi iletişimi tekrar başlatması gerekmektedir [27].

1-Wire arayüzü bir mantıksal işaret içermektedir. Bu işaret Çizelge 2.5’de gösterilmektedir.

<u>İşaret</u>	<u>Anlamı</u>
DQ	Veri alımı, gönderimi

Çizelge 2.5. 1-Wire Arayüzü İşareti

1-Wire protokolünde iletişimin başlayabilmesi için efendi tarafından Sıfırlama (Reset) darbesi verilmesi gerekmektedir. Bu darbe mantıksal düşük olarak yaklaşık 480 μ s süre ile yapılmalıdır. Sıfırlama darbesi ile sisteme bağlanan köle cihazlar tepki olarak Varlık darbesi ile cevap verirler. Bu darbe mantıksal düşük olarak yaklaşık 60 μ s sürmektedir.

Efendi tarafından bit olarak 1 gönderilmesi 15 μ s kadar mantıksal düşük ile yapılmaktadır. Bit olarak 0 gönderilmesi ise 60 μ s kadar yine mantıksal düşük işareti ile yapılmaktadır. Mantıksal düşük ile iletişime geçilmesinin sebebi köle cihazlarda bulunan kararlı çok katlı titreşicinin bu işaret ile çalışmaya başlamasıdır. Kararlı çok katlı titreşici kullanarak köle cihazlar her 30 μ s’de bir veri yoluna bakarak bit olarak 0 veya 1 geldiğini anlamaktadır [27].

Köle cihaz bit 0 gönderebilmek için ise veri yolunu yaklaşık 60 μ s’e kadar mantıksal düşüğe çekerek efendi tarafından alınmasını sağlamaktadır. Bit 1 gönderimi için ise hiçbir şey yapmayarak veri yolunu mantıksal yüksekte bırakmaktadır.

Köle cihazlarda 64-bit’lik adres bilgisi bulunmaktadır. Sisteme birden fazla köle cihaz bağlandığı durumunda efendi tarafından yayınlanan Sayım komutu ve adresine, uygun olan köle cihaz cevap vererek iletişim gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.12’de efendi cihaza birden fazla köle cihaz bağlantı şekli gösterilmektedir.

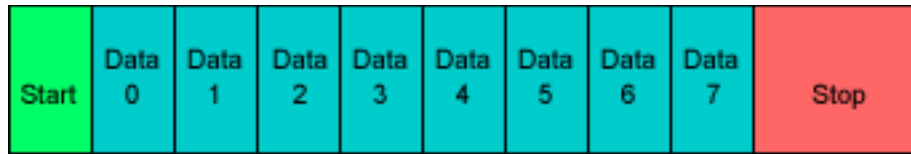


Şekil 2.12. 1-Wire Bağlantı Şeması [27]

2.1.7. UART Protokolü

Seri iletimde ana olarak iki biçim bulunmaktadır. Bu biçimler UART ve USART olarak belirtilmektedir. Senkron seri iletim için alıcı ve verici modülleri saat işaretini ortak kullanmaktadır. Veri modülü saat ve veri işaretlerini alıcı modüle göndererek, alıcı modül gelen saat işaretine göre veriyi okuyabilmektedir. Asenkron iletimde ise saat işaretine gerek kalmamaktadır. Alıcı ve verici daha önceden ayarlanan zamanlama ile veri alışverişi yapmaktadır [28].

UART arayüzü, seri iletişim sistemlerinin genel bileşenidir. UART alıcısı gelen bitleri seri olarak alır ve byte formatı olarak paketler. UART vericisi bitleri seri olarak dizili bir formatta gönderir. Karakter iletimi için iletişimi başlatmak her zaman Başla biti ile yapılmaktadır. Bu bit yardımı ile alıcı UART veri yoluna bir kelimenin gönderileceğini anlamaktadır. Alıcı verici ile senkronizasyonu sağlamaya çalışır ve kelime için beklemeye başlamaktadır. Senkronizasyon sağlandıktan sonra, kelime bit olarak alıcı tarafından alınmaktadır. Genel olarak kelimenin en düşük değerli biti (LSD) alıcı tarafından ilk olarak alınmaktadır. Kelimenin gönderilme işlemi bittikten sonra, verici eşlik biti yardımı ile gönderilen kelimenin doğru gönderildiği ve alındığı belirlenmektedir. İletimi sonlandırmak için Dur biti gönderilmektedir. Şekil 2.13'de UART arayüzünde kullanılan karakter çerçevesi gösterilmektedir.



Şekil 2.13 UART Arayüzü Kelime Gösterimi

Transfer mantıksal 0 biti BAŞLA biti ile başlar, daha sonra ayarlanabilir şekilde (5,6,7 bit) veri bitleri gönderildikten sonra, seçimli olarak eşlik daha sonra ise bir veya birden fazla mantıksal 1 DUR biti gönderilir. UART donanımındaki bütün işlemler veri hızının katlarında çalışan bir saat tarafından kontrol edilir. Alıcı her saat darbesinde gelen sinyalin durumunu kontrol eder ve BAŞLA bitini bekler. Bit zamanının en az yarısı kadar zamanda sonlanan bir start bit algıladığında bunu doğrular ve yeni bir karakteri sinyal eder. BAŞLA bitini algılayamadığında mevcut bit görmezden gelir. Bir bit zamanı daha bekledikten sonra hattın durumu tekrar örneklenir ve çıkan

sonuç seviye öteleme yazmacına yapıştırılır. Daha sonra UART yeni bir verinin varlığına işaret eden bayrak ataması yapar. Aynı zamanda bir işlemci kesmesi üretip sahip işlemcinin alınan veriyi transferine istekte bulunur.

Son karakterin de tamamlanmasından sonra verinin öteleme yazmacında depolanması ile birlikte UART donanımı bir BAŞLA biti üretir, gerekli sayıdaki datayı hattın dışına kaydırır, eşlik bitini üretip ekler ve sonuna da DUR bitini ekler.

USART'da ise yongalarda hem eşzamanlı ve eşzamansız modlar vardır. Eşzamanlı iletimde saat verisi veri zincirinden ayrı olarak elde edilir ve BAŞLA/DUR bitlerine gerek duyulmaz. Bu durum uygun kanallardaki iletim verimliliğini artırır çünkü gönderilen veri için karakter çerçeveleri daha az kullanılarak veri için ayrılan bit sayısı daha fazladır. Eşzamansız iletişimde vericinin göndereceği hiç bir karakter yoksa eş bağlantıda herhangi bir veri iletimi olmaz fakat eşzamanlı iletişimde alıcı ve verici arası eşzamanlılığı kaybetmemek için dolgu karakterler gönderilmesi zorunluluğu vardır. Bu dolgu karakteri genellikle ASCII "SYN" karakteridir. Bu işlem verici cihaz tarafından otomatik olarak da yapılabilmektedir.

2.2. İşaret Uygunlaştırıcılar

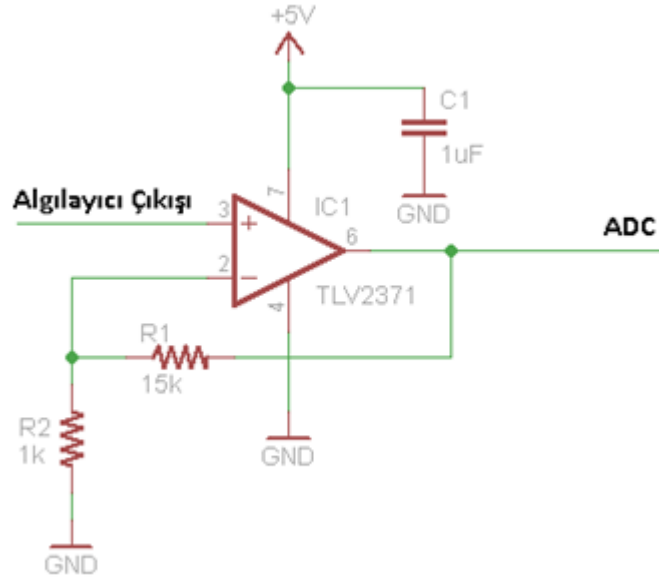
Bazı algılayıcıların çıkışlarını ölçmek çok kolay olmayabilir. Örnek olarak algılayıcı çıkışları, yüksek voltaj, gürültülü ortamlarda aşırı yüksek ve düşük olabilir. Veri toplama cihazlarının algılayıcıların çıkışlarını daha kolay ve tehlikesiz ölçmeleri gerekmektedir. Algılayıcılar çıkış işlemlerini yaparken, işaret uygunlaştırma devrelerinin veri toplama sistemlerinde kullanılması daha verimli veri alınmasını sağlamaktadır [10, 11].

Algılayıcı tiplerine göre, işaret uygunlaştırıcıların temel görevi aşağıda gösterilmektedir [10].

- Güç gereksinimi olan algılayıcıları beslemek
- Ölçüm çözünürlüğünü artırmak için yükseltmek
- Doğrusal olmayan işaretleri doğrusallaştırmak
- Filtreleme yaparak gürültüden arındırmak

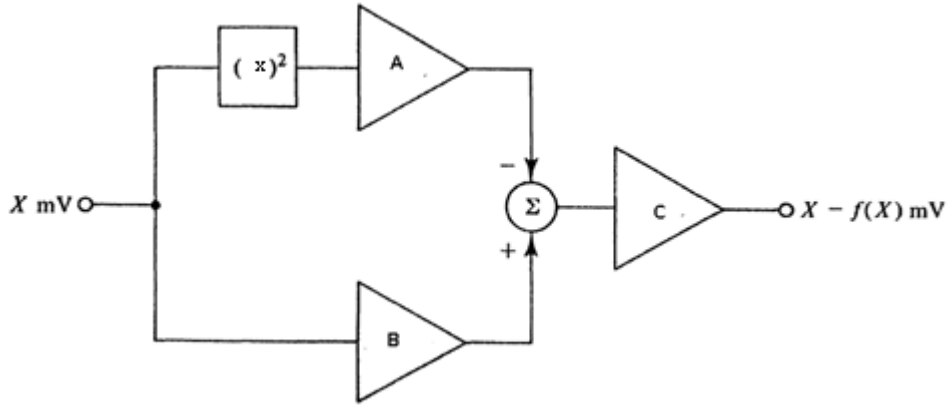
- Algılayıcı çıkışı sayısal ortam için hazırlamak
- Yüksek gerilim dalgalanmalarından korumak

Yükseltme, işaret uygunlaştırıcılar cihazlarında en önemli konulardan biridir. Bu işlem ile işaret ölçümlerinde çözünürlük yükseltilerek alınan verilerin doğruluğunu artırmaktadır. Örnek olarak çıkış voltajı maksimum mV mertebesinde olan algılayıcılardan veri alma işlemi kolay olmamaktadır. Veri alma işleminde genel olarak kullanılan ADC'nin (Analog – Sayısal Çevirici) tam ölçek gerilimi bu mertebelerin çok üstündedir. Veri alım doğruluğunu artırmak için algılayıcı çıkış voltajını kullanılan ADC'nin tam ölçek gerilimine eşitlemek için yükseltme işlemlerine ihtiyaç vardır [10]. Şekil 2.14'de algılayıcı çıkışını 16 kat artıran yükseltici devre şeması gösterilmektedir.



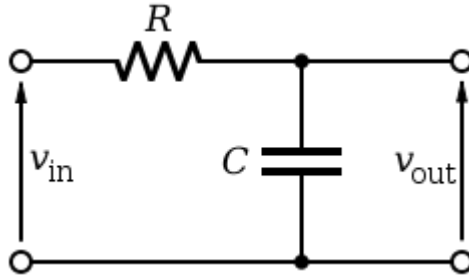
Şekil 2.14. Örnek Yükseltici Devre Şeması

Algılayıcı çıkış işaretleri, fiziksel değişken ile doğrusal olmayan bir ilişkiye sahip olabilmektedir. Bu ilişkiye sahip algılayıcılardan alınan işaretlerin fiziksel karşılıkları veri toplama sistemleri tarafından kolay bir şekilde bulunamamaktadır. Algılayıcı çıkışları doğrusallaştırma yapılarak alınan verilerin doğruluğu artırılmaktadır. Örnek olarak çıkışı gerilimi X mV olan bir algılayıcı, çıkışı doğrusallaştırma devresinden geçirilerek $X - f(X)$ çıkışı kullanılabilir [29]. Şekil 2.15'de örnek doğrusallaştırma işlemi blok olarak gösterilmektedir.

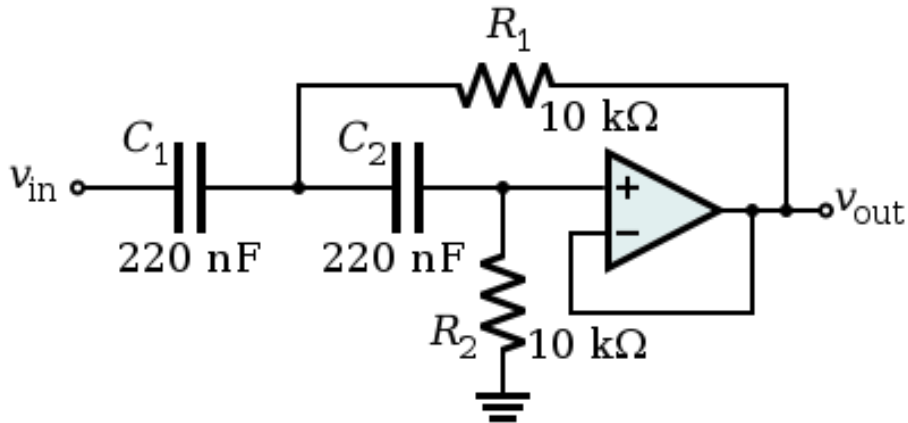


Şekil 2.15. Örnek Doğrusallaştırma Devresinin Blok Şeması [29]

Filtreleme kullanmayan veri toplama sistemleri ucuz çözüm olarak belirtilmektedir. Filtreleme işlemi ile işaret ölçümlerinde istenmeyen gürültüler kaldırılmaktadır. Veri toplama sistemlerinde genellikle iki çeşit filtreleme yapılmaktadır. Pasif filtreleme kapasitör ve direnç bileşimleri, aktif filtreleme ise operasyonel yükselteçler kullanarak yapılabilmektedir [10]. Şekil 2.16'da pasif filtreleme ve Şekil 2.17'de aktif filtreleme gösterilmektedir.

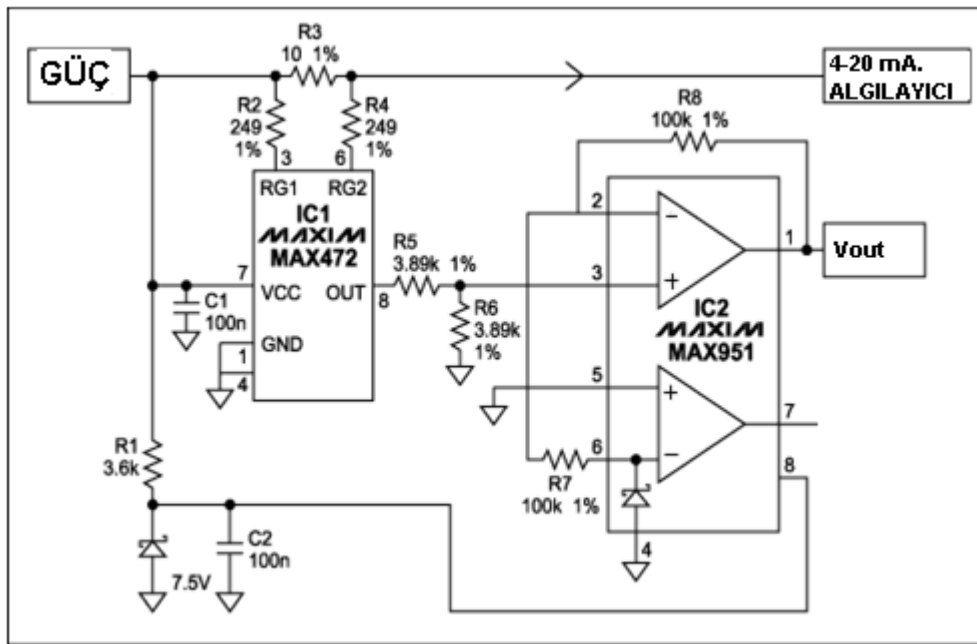


Şekil 2.16. Örnek Pasif Filtreleme Devresi



Şekil 2.17. Örnek Aktif Filtreleme Devresi

Akım çıkışlı analog algılayıcıları voltaj çıkışlı hale çevirerek veri toplama sistemlerinde kolaylıkla kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu işlemi yapmak teorik olarak çıkışa sabit bir direnç eklenerek yapılabilmektedir. Fakat direnç değerinin sıcaklıkla değişmesi, ideal direnç değerlerinin piyasada bulunmaması ve ADC için giriş empedans sorunları yaratmaktadır. Bu problemi yaşamamak için tümdevreler kullanılarak çevirme işlemi yapılabilmektedir. Çevirme işlemi yapılarak algılayıcı çıkışı sayısal ortam için hazırlanmaktadır. Şekil 2.18’de çevirme işlemi gösterilmiştir.

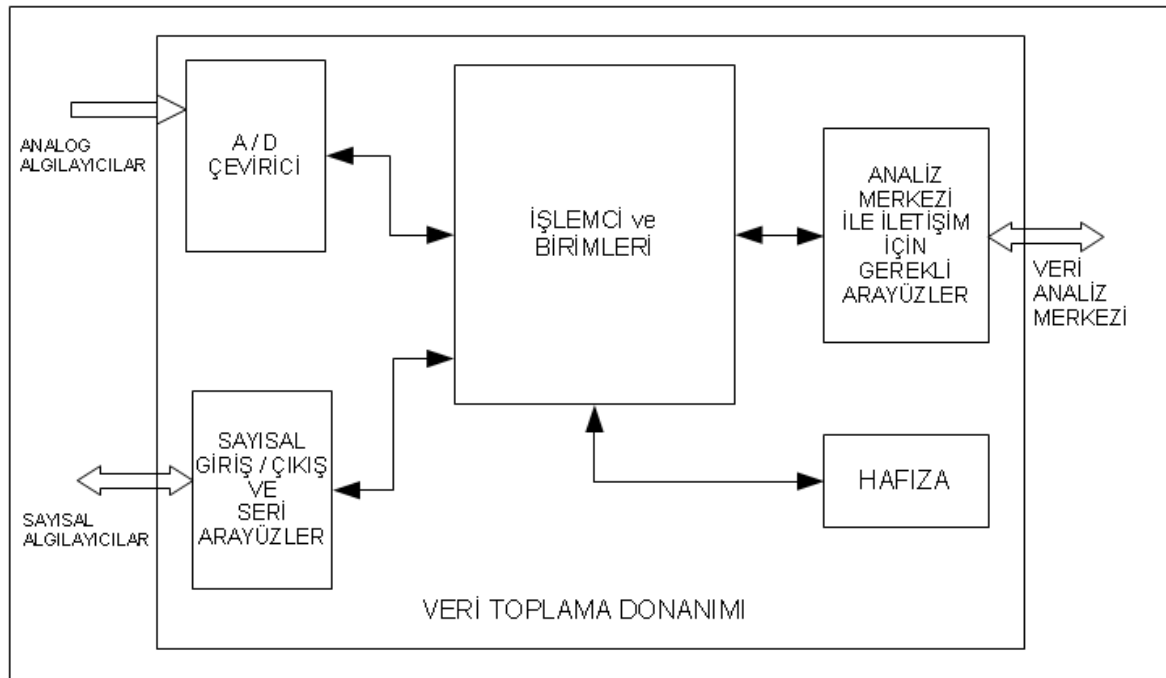


Şekil 2.18. Akım Çıkışlı Analog Algılayıcıların Çıkışını Gerilime Çevirme [30]

İzole edilmiş işaret uygunlaştırıcılar, direkt olarak fiziksel ve galvanik bağlantı olmadan işaretleri veri toplama ünitelerine göndermektedirler. Genel izolasyon metotları olarak manyetik, kapasitif ve opto-izolasyon kullanılmaktadır. Sayısal algılayıcılar için opto-izolasyon metodu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İzolasyon işleminin en önemli nedenleri olarak veri toplama ünitelerini yüksek gerilim geçişlerinden korumaktır. Bu geçişler nedeni ile elektrostatik boşalmalar ve yüksek voltaj cihaz zararları meydana gelmektedir [10].

2.3. Veri Toplama Donanımı

Veri toplama donanımı fonksiyonları genel olarak, algılayıcılardan işaretlerin alınması, alınan verilerin saklanması veya analiz merkezine gönderilmesidir. Algılayıcılardan işaretlerin alınabilmesi donanımın ADC ve evrensel seri arayüzleri destekleyen sayısal giriş çıkışlara sahip olması gerekmektedir. Donanımın alınan verilerin saklanması için hafıza gereksinimi bulunmaktadır. Donanım bir merkez ile iletişim kurarak alınan verilerin analizlerinin yapılması sağlanmaktadır. Bu iletişim kablolu veya kablosuz olabilmektedir. İletişim yerine merkez, donanımın üzerinde bulunan hafızaya erişerek veri analiz işlemi yapılabilmektedir. Bu fonksiyonları yerine getiren herhangi bir cihaz farklı özelliklere sahip olsa bile veri toplama donanımı olarak kullanılabilir. Şekil 2.19'da veri toplama donanımı olabilecek bir sistem blok diyagramı olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.19. Veri Toplama Donanımı Genel Blok Diyagramı

Bazı ölçülebilir fiziksel değişkenler gösterimi zamana göre anlık değişen analog işaretler ile sağlanmaktadır. Bu işaretlerin ayrık zamanda işaretlerine çevrilerek yorumlanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. A/D Çeviriciler analog giriş gerilimini ölçer ve sayısal çıkış formatına çevirirler. A/D Çeviriciler bu nedenle veri toplama donanımlarında hayati öneme sahiptirler.

A/D dönüşüm aslında bir oranlama işlemidir. Girişten alınan analog işaret bir referans işareti ile karşılaştırılır ve bu değerın bölümüne göre sayısal bir sayı ile gösterilir. Yaklaşım olarak analog değer, iki işlem üzerinden geçirilir. İlki analog işaret çeşitli ayırık aralıklara nicelenir veya haritalanır. İkincisi ise ayırık aralığın ikili olarak gösterilmesidir [10].

A/D çevirici seçiminde dikkat edilmesi gereken konular olarak çeviricinin çözünürlüğün fazla olması, giriş aralık geriliminin sistemde kullanılan algılayıcılar ile uygunluğu ve çevirme zamanının düşük olmasıdır. Çeviricide çözünürlüğün artması ile ayırık aralıkların sayısı da artmaktadır. Bu artış analog giriş voltajına karşılık gelen sayısal değerın daha az hatalı olmasını sağlamaktadır. Çevirme zamanının düşük olması ile veri toplama donanımın daha sık veri alması sağlanabilir. Veri alma sıklığının artması ile aynı sürede daha fazla veri alınması sağlanabilir. Alınan veri sayısındaki artış analizlerin doğruluğunu da artırmış olacaktır.

Veri toplama donanımının sayısal algılayıcılardan veri alımı yapabilmesi için sayısal giriş ve çıkışlara ihtiyacı vardır. Bu giriş/çıkışlar sayısal algılayıcıların kullandığı SPI, I2C ve UART gibi evrensel iletişim protokol arayüzleri desteklemesi gerekmektedir.

Arayüzlerin desteklenmesi donanımsal ve yazılımsal olarak yapılabilmektedir. Veri toplama donanımında kullanılan işlemci ve birimlerine göre bu arayüzlerin nasıl destekleneceği belirlenmektedir.

Veri toplama donanımlarında kullanılan işlemci ve birimleri çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Genel olarak işlemci ve birimleri veri toplama donanımı tamamen kontrol eder, algılayıcılardan gelen verileri güvenli bir şekilde saklar veya veri analiz merkezine gönderir.

Donanımda bulunan işlemcinin çeşitli iletişim protokol arayüzlerini desteklemesi gerekmektedir. Bu arayüzler algılayıcılardan veri alma işleminde veya veri analiz merkezi ile iletişimde kullanılmaktadır.

Veri toplama donanımında bulunan hafıza bölümü, algılayıcılardan alınan verilerin analiz merkezine gönderilmesinden önce saklandığı yerdir. Analiz merkezi ile veri

toplama donanımı sürekli bağlantı içerisinde (çevrimiçi) çalışacak ise hafıza bölümünün çok önemli bir önemi kalmamaktadır. Veri analiz merkezi ile donanım arasındaki iletişim seri port, USB, Ethernet veya kablosuz iletişim gibi çeşitli arayüzler kullanılarak yapılmaktadır. Fakat donanım, merkezden bağımsız (çevrimdışı) çalışıyorsa hafıza bölümü veri toplama donanımının önemli bir bölümü haline gelmektedir.

2.4. Veri Analiz Merkezi

Günümüz veri toplama sistemlerinde analiz merkezleri olarak gerek fiyatlarının ucuzlaması gerek analiz güçlerinin çok yüksek olması nedeni ile bilgisayarlar kullanılmaktadır [11]. Çizelge 2.6'da veri toplama sistemlerinde kullanılan bilgisayar türleri ve özellikleri gösterilmektedir.

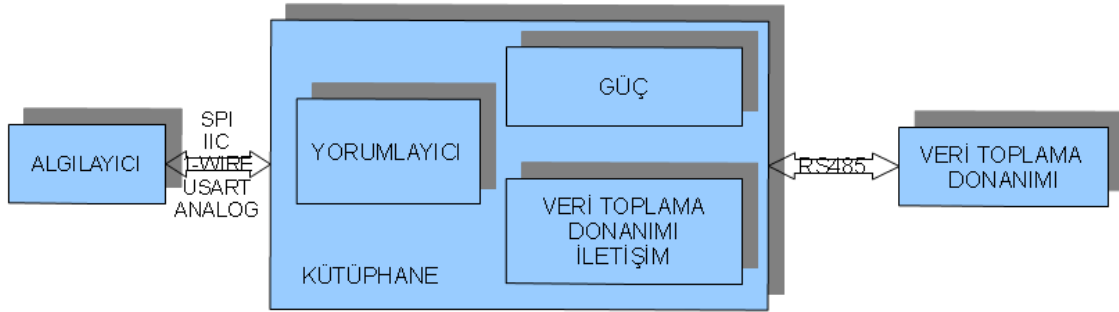
<u>Bilgisayar Çeşitleri</u>	<u>Özellikleri</u>
Masaüstü	Yüksek bellek, büyük sabit diskler ve hızlı işlemciler
Dizüstü	Performans ve taşınabilirliğin kombinasyonu, Alanda kullanım kolaylığı
Mini Dizüstü	Düşük maliyet, ultra taşınabilirlik
PXI Sistem	Şasi, ölçüm modülleri ve gömülü bilgisayarın oluşturduğu PC tabanlı platform
Endüstriyel Bilgisayarlar	PCI yuvalarına sahip tipik tek-kart bilgisayar

Çizelge 2.6. Veri Toplama Sistemlerinde Kullanılan Bilgisayar Çeşitleri ve Özellikleri

[11]

3. ALGILAYICILAR İÇİN DONANIM / YAZILIM KÜTÜPHANESİ TASARIMI

Tez kapsamında yer alan algılayıcılar için donanım/yazılım kütüphanesi blok diyagramı Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Kütüphaneye tez kapsamında giriş olarak veri toplama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan SPI, I2C, USART, 1-Wire iletişim protokolüne ve 0–5 V gerilim çıkışına sahip algılayıcılar bağlanabilecektir. Kütüphanenin modüler tasarıma sahip olması nedeni ile diğer iletişim protokollerine (CAN-bus, LIN-bus, vs.), farklı gerilim çıkışlarına veya akım çıkışına sahip olan algılayıcılar da tasarıma ileride eklenebilecektir. Yorumlayıcı bileşeni üzerinde bulunacak yonga ile oluşturulacak kütüphane algılayıcılar ve veri toplama donanımları arasında bulunan iletişim protokollerinin farklılıklarını ortadan kaldırılarak, veri toplama donanımına tasarım kolaylığı getirilebilecektir. Kütüphane ile veri toplama donanımı arasındaki iletişim yorumlayıcı üzerinde bulunan yonganın sahip olduğu USART iletişim protokolü ile RS485 üzerinden yapılarak veri toplama donanımına birden fazla ünitenin aynı anda bağlanabilmesi gerçekleştirilecektir.



Şekil 3.1. Algılayıcılar İçin Donanım / Yazılım Kütüphanesi Blok Diyagramı

Tasarımı yapılacak kütüphane yorumlayıcı, güç ve veri toplama donanımı ile iletişim bileşenlerinden oluşmaktadır. Yorumlayıcı bileşeni kütüphanenin veri toplama donanımından gelecek komutlar ile girişine bağlanan algılayıcı arasında köprü oluşturmaktadır. Yorumlayıcı üzerinde bulunacak yonga (mikrodenetleyici) bu görevi yazılımsal ve donanımsal olarak üstlenmektedir. Güç bileşeni algılayıcılar için gerekli olacak güç işaretlerini sağlamaktadır. Veri toplama donanımı iletişimi bileşeni ise yorumlayıcı üzerinde bulunan yonganın sahip olduğu USART iletişim protokolünü RS485 seviyesine çevirerek veri toplama donanımı ile iletişimi sağlamaktadır.

3.1. Algılayıcı Kütüphanesinin Donanımsal Tasarımı

Algılayıcı kütüphanesi bileşenlerinden olan yorumlayıcının genel özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

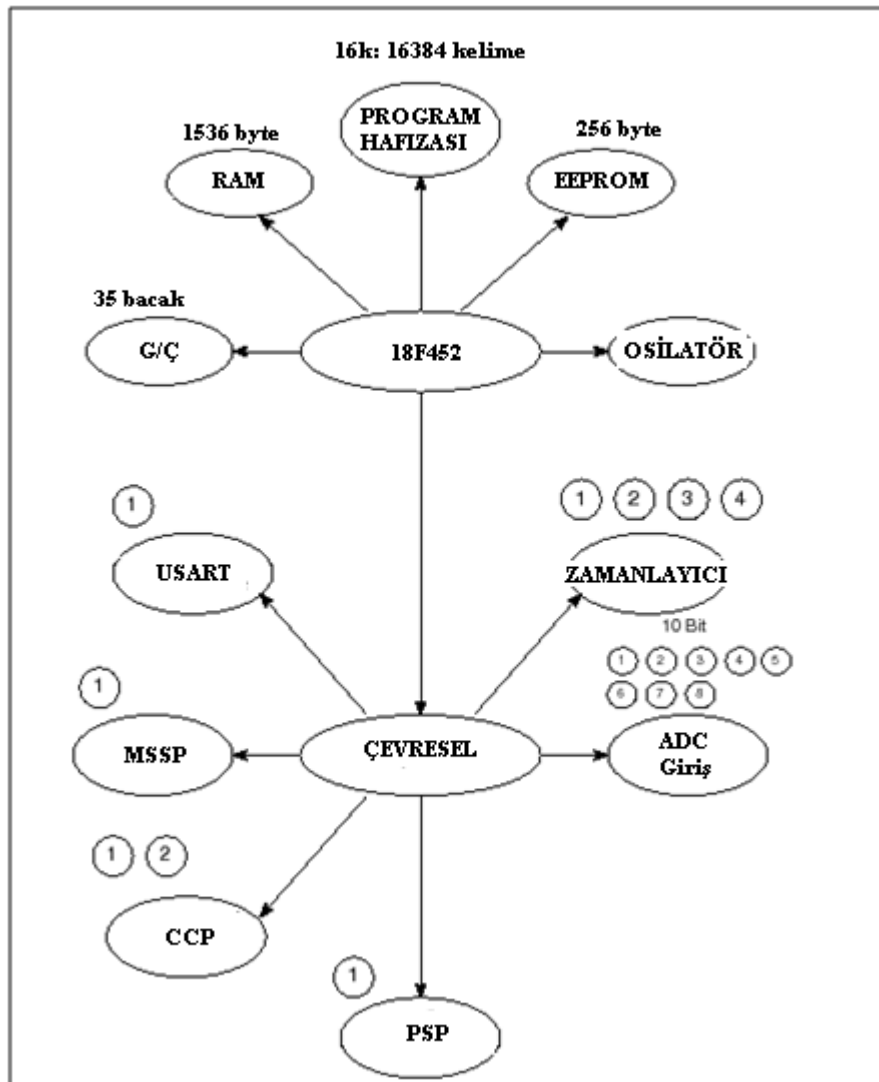
- USART arayüzüne sahip olması
- Yeterli sayıda analog, sayısal girişlere ve çıkışlara sahip olması
- Sayısal algılayıcı iletişim protokollerini destekleyebilmesi
- Veri toplama donanımı ile komut bazlı çalışabilmesi

Bu özelliklere sahip yorumlayıcı için Microchip firmasına ait PIC18F452 mikro denetleyici yongası kullanılmıştır. Yonga üzerinde analog, sayısal girişler ve çıkışlar bulunmaktadır [31]. Mikro denetleyici dahili ADC'ye sahiptir, bu özellik analog algılayıcılar için veri alımını sağlamaktadır. Mikrodenetleyicinin genel blok diyagramı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Yongaya saat işaretini sağlamak için kuvars kristal bağlanmıştır. USART uygulamalarında düzgün iletim hızında çalışmak gerekmektedir. Veri alma donanımı ile yorumlayıcı 9600 bps hız ile haberleşmektedir. Sorunsuz haberleşebilmek için kuvars kristal değerinin veri iletişim hızına tam bölünebilmesi gerekmektedir [31]. Yonga için gereken kuvars kristal değeri 9600'ün katlarından olan 11.0592 MHz olarak tasarımda kullanılmıştır.

Yonganın hafızası üç bölümden oluşmaktadır. Yonga için yazılacak programın 16kb'dan küçük olması gerekmektedir. Algılayıcılar için yazılacak temel program kodları bu değerinin çok altındadır. Veri toplama donanımından gelecek komutlara göre veri alımı yapıp tekrar donanıma gönderileceği için kullanılacak olan RAM (Rasgele Erişimli Bellek) değeri çok düşük kalmaktadır. ROM'da (Sadece Okunabilir Bellek) ise sadece yorumlayıcının bağlanacağı algılayıcının ne olduğu ve kimlik bilgisi tutulmaktadır. Yonganın sahip olduğu hafıza kullanılandan çok daha fazladır. Yonga genel olarak 8 adet analog giriş olmak üzere 35 adet giriş / çıkışa sahiptir. Yorumlayıcı tasarımında giriş/çıkış bacakları sayısını genel olarak kullanılacak algılayıcılar ile tespit etmektedir. Analog algılayıcılar için genel olarak bir adet analog

giriş gerekmektedir. Kütüphanenin geliştirilebilmesi ve farklı analog algılayıcıların bağlanabilmesi için iki adet analog giriş tasarım için yeterli olmaktadır. Sayısal algılayıcılarda kullanılan iletişim protokolleri için gereken giriş/çıkış sayısı maksimum dördür. Kütüphanenin geliştirilmesi ve paralel çıkışa sahip algılayıcılarında bağlanabilmesi için tasarımda on adet sayısal giriş/çıkışa sahip olması gerekmektedir. Sayısal algılayıcılar ile aradaki iletişim arayüzleri farklı olduğu için kullanılacak olan iletişim protokolleri yazılımsal olarak sağlanmaktadır. Tasarımda genel olarak ikisi analog olmak üzere toplam on adet giriş / çıkışa yer verilmektedir.



Şekil 3.2. PIC18F452 Blok Diyagramı [32]

10-bit bir ADC, analog algılayıcılardan veri alımını iyi çözünürlük ve az hata payı ile sağlayabilmektedir. ADCON1 yazmacında bulunan PCFG3:PCFG0'ye yazılan

bilgiler ile 8 farklı kanala sahip olan ADC'nin hangi kanalların kullanılıp, kullanılmayacağını belirtilmektedir. Şekil 3.3'de PCFG3:PCFG0'nun alabileceği değerler ile hangi ADC kanallarının kullanılabilceği gösterilmektedir. 0–5 V analog algılayıcıların veri toplama sistemlerinde genellikle kullanılması nedeni ile Vref+ ve Vref- değerleri Vdd ve Vss olmaktadır.

PCFG <3:0>	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0	VREF+	VREF-	C / R
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8 / 0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	7 / 1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5 / 0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	4 / 1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3 / 0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	AN3	VSS	2 / 1
011X	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—	0 / 0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	6 / 2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6 / 0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	5 / 1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	4 / 2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	3 / 2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	2 / 2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1 / 0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	AN3	AN2	1 / 2

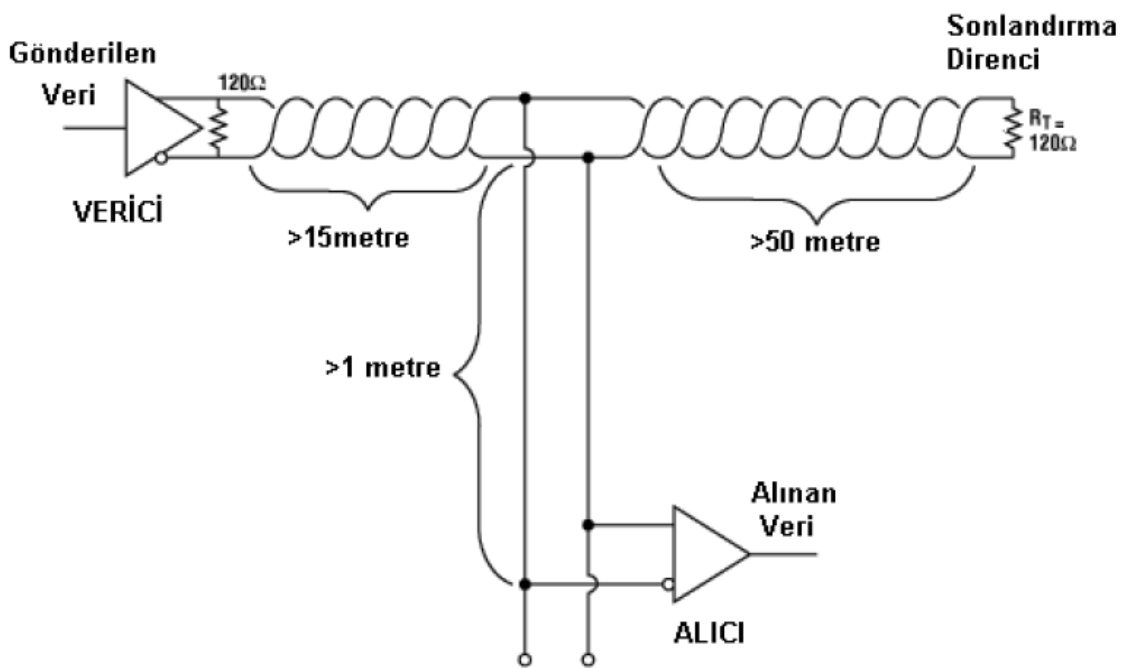
Şekil 3.3. PCFG3:PCFG0 Bit Değerlerine Karşılık Gelen Durumlar [31]

Yonganın programlanması ise ICSP (Devre üzerinden seri programlama) kullanılarak yapılmaktadır. ICSP için gerekli beş bacak Vdd, Vss, MCLR, PGC, PGD kütüphanenin donanımsal tasarımına eklenmesi gerekmektedir.

Yonga veri toplama donanımı ile iletişimini USART arayüzünden RS-485 iletişim standardı ile yapmaktadır. V.11/ES-422 endüstriyel uygulamalar için geliştirilmiş bir iletişim standardıdır. Merkezi bir ünite ve çevresel üniteler arasında iletişim için geliştirilmiştir. RS-422 10 birime kadar terminali desteklemektedir. RS-485 standardı ise RS-422'nin güncelleştirilmiş sürümüdür ve teorik olarak sınırsız birime kadar desteklemektedir. Başarılı bir iletişim için maksimum 32 birimlik bir kullanım önerilmektedir. Bu sayede birden fazla ünitenin veri toplama donanımına bağlanması

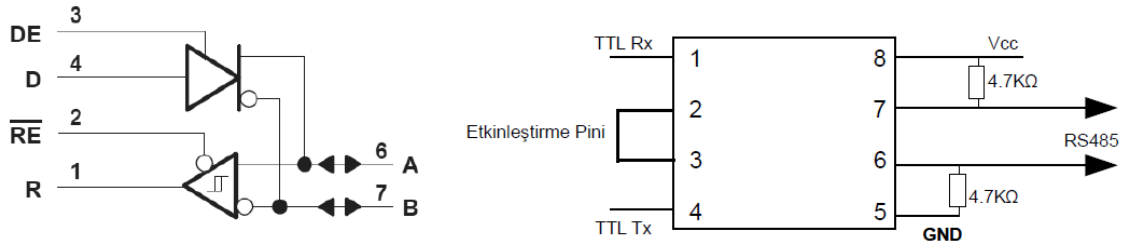
sağlanmaktadır. Maksimum iletişim mesafesi ise 1200 metre kadardır. Bu maksimum iletişim mesafesi ile algılayıcı ile veri toplama donanımı arasındaki mesafenin artması sağlanmıştır.

RS-485 her katılımcının adreslenebildiği iki telli bir iletişim sistemi içerisinde kullanılmaktadır. Aynı anda hattı tek bir katılımcı kullanabildiğinden, iki katılımcının aynı anda yayın yapmaması sağlanmalıdır. Haberleşme hattını, hattın karakteristik empedansına eşit olan bir empedansla sonlandırmak önerilmektedir. Sonlandırmanın amacı gönderilen verinin yansımalarını önlemektir. İletişim bağlantısı Şekil 3.4'de gösterilmektedir [33].



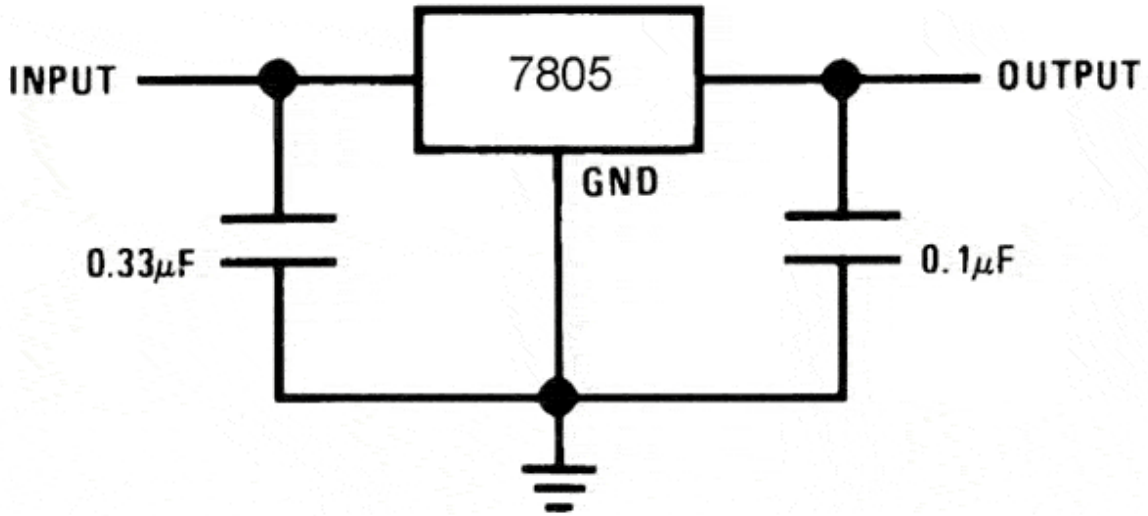
Şekil 3.4. RS485 Bağlantısı

Kesmeler yardımı ile mikrodenetleyicinin, veri toplama donanımının gönderdiği komutları kolaylıkla ve düzgün alması sağlanmıştır. USART arayüzünü RS485 voltaj seviyesine çevirebilmek için SN75176 RS485 yongası kullanılmıştır. Ek eleman olarak 2 adet direnç kullanılmıştır. RS485 yongası bağlantıları ve iç özellikleri Şekil 3.5'de gösterilmektedir. RS485 yongasının kütüphanenin donanımsal tasarımına eklenmesi gerekmektedir.



Şekil 3.5. SN75176 İç Yapısı ve Bağlantısı [34]

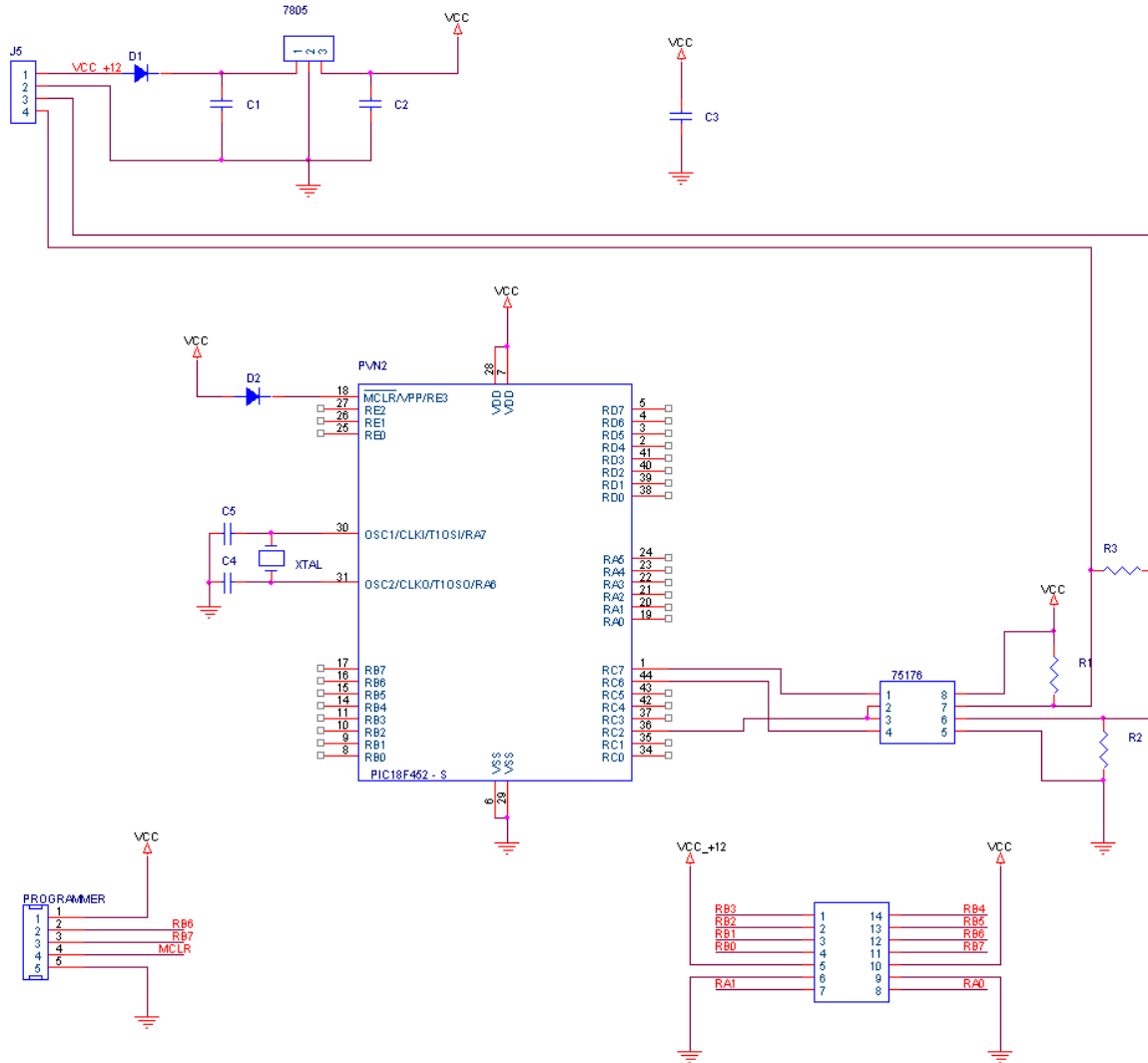
Kütüphanenin ve algılayıcıların güç gereksinimlerini karşılamak için kütüphane donanımı üzerinde güç tasarım devresi bulunmalıdır. Kütüphane bileşenleri için gerekli güç kullanılan yorumlayıcı ve RS485 yongaları için 5 V'luk gerilim kaynağına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı 5 V'luk pozitif gerilim regülatörü kullanarak karşılanmaktadır. Şekil 3.6'da gerilim regülatörünün bağlantı şeması gösterilmektedir.



Şekil 3.6. 7805 Pozitif Gerilim Regülatörü Bağlantı Şeması [35]

Algılayıcıların güç gereksinimleri için genel olarak 5 V veya 12 V gerilimlere ihtiyaç bulunmaktadır. Kütüphanenin desteklediği algılayıcı çeşidini ileride artırılabilmesi için iki gerilim kaynağına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Yukarıdaki bilgileri göz önüne alarak algılayıcılar için oluşturulan kütüphanenin donanımsal tasarım şeması Şekil 3.7’de gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Algılayıcı Kütüphanesi Donanımsal Tasarımı

Tasarımda kullanılan pasif malzemeler:

R1, R2 : 4k7 ohm direnç (Yükseğe ve düşüğe çekme dirençleri)

R3 : 120 ohm direnç (Sonlandırma direnci)

D1 : 1N4007 diyot (Negatif gerilim koruma)

D2 : 1N4148 diyot (MCLR için gerekli 5 V. gerilim)

C1 : 470 nF kapasitör (Dalgalandırmaları süzme)

C2, C3 : 100 nF kapasitör (Geçici hal davranışını ve kararlılığı artırma)

C4, C5 : 33 pF kapasitör (Kuars kristalin çalışabilmesi için gerekli kapasitörler)

J5 konnektörü +12 V, GND, A ve B işaretlerini içermektedir. +12 V ve GND işaretleri yardımı ile kütüphanenin ve bağlanan algılayıcının güç gereksinimi karşılanmaktadır. RS485 işaretleri olan A ve B kütüphane ile veri toplama donanımı arasındaki iletişimi sağlamaktadır.

Kütüphane donanım tasarımı incelendiğinde PIC18F452'nin çalışabilmesi için MCLR bacağına mantıksal yüksek gerilim, kuars kristal C1 ve C2 kapasitörleri bağlanmıştır. Baskı devre üzerinde yongayı programlayabilmek için gerekli bacaklar PROGRAMMER bileşenine bağlanmıştır. Kütüphane ile veri toplama donanımı yonga üzerinde bulunan USART arayüzü kullanarak SN75176 entegresi yardımı ile RS485 üzerinden iletişim yapmaktadır.

Algılayıcı kütüphanesi donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konnektör yardımı ile algılayıcılar için gerekli olan iletişim protokol işaretleri, yorumlayıcı özellikli yongaya direk bağlanması sağlamaktadır. Sayısal giriş/çıkış bacakları için PIC18F452 yongasının RB0, RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6 ve RB7 bacakları kullanılmaktadır. Bu bacakların en önemli özelliği RB3 hariç kesme işaretlerine sahip olmasıdır. Analog girişler için ise RA0 (ADC kanal 0) ve RA1 (ADC kanal 1) kullanılmaktadır. Bu bacaklar istenilirse sayısal giriş/çıkış olarak da kullanılabilir. Bu konnektör yardımı ile algılayıcıların güç gereksinimi de karşılanmaktadır. Algılayıcılar için oluşturulan kütüphanenin baskı devre çizimi EK-1'de bulunmaktadır.

3.2. Algılayıcı Kütüphanesinin Yazılımsal Tasarımı

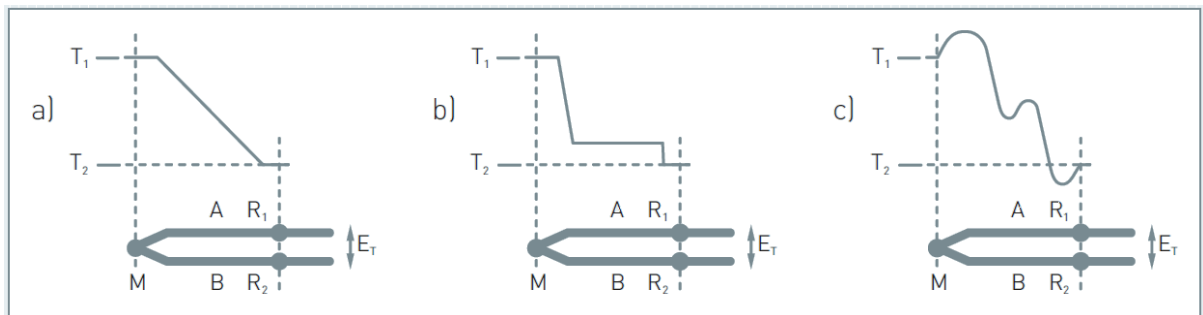
Algılayıcılar için oluşturulacak donanım/yazılım kütüphanesi için tez kapsamında kullanılacak olan algılayıcılara göre yazılımsal tasarım yapılmıştır. Tasarımda veri toplama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan ve piyasada rahatlıkla bulunabilen SPI, I2C, 1-Wire, USART iletişim protokolleri ile 0-5 V gerilim çıkışına sahip algılayıcılar kullanılmıştır. Kütüphanenin temel yazılımsal görevi kullanılan algılayıcıların iletişim protokolleri ve çıkış özelliklerine göre veri toplama donanımı tarafından kullanılabilmesini sağlamaktadır. Kütüphane, daha önceden verilen kimlik

bilgisi yardımı ile hangi algılayıcının bağlandığını anlaması ve veri toplama donanımı tarafından gönderilen adresli komuta göre algılayıcıdan aldığı veriyi göndermesi gerekmektedir.

3.2.1. SPI Protokolüne Sahip Algılayıcılar İçin Yazılımsal Tasarım

Tasarımda SPI iletişim protokolüne sahip algılayıcı olarak piyasada kolay bulunan K-tipi ısı çift algılayıcıları için üretilmiş Maxim firmasına ait MAX6675 yongası kullanılmıştır. Bu yonga ısı çift algılayıcılarına SPI iletişim arayüzü eklemektedir. Bu yonganın seçimi ile kütüphanenin SPI iletişim protokolüne sahip algılayıcılar ile çalışabileceği gösterilmektedir.

Genel olarak ısı çiftler iki farklı metal alaşımın uçlarının kaydedilmesi ile elde edilen bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Kaynatılan nokta sıcak nokta, açık kalan iki uç soğuk nokta olarak adlandırılmaktadır. Isıl çift sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkından oluşur. Sıcaklık farkına orantılı olarak soğuk nokta uçlarında mV değerlerinde gerilim üretir. Sıcak nokta ile soğuk nokta sıcaklık dağılımı nasıl olursa olsun üretilen gerilim sıcak ve soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkına orantılıdır. Şekil 3.8’de sıcaklık dağılımına göre üretilen gerilim gösterilmektedir.



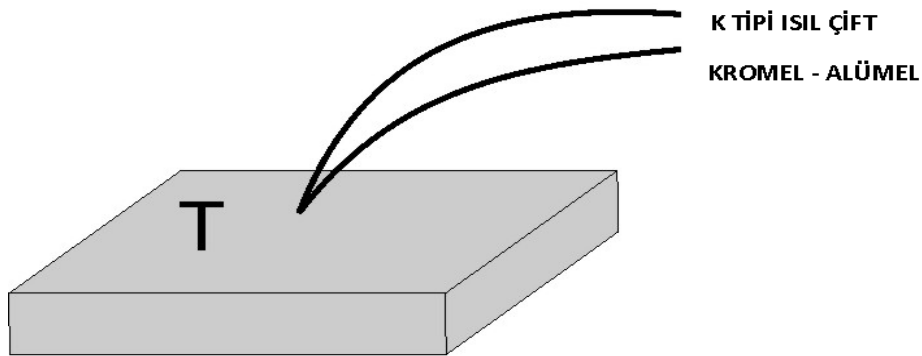
Şekil 3.8. Isıl çiftlerde Sıcaklık Dağılımı Tipine Göre Üretilen Gerilim [36]

Isıl çift algılayıcısının K, E, J, N, B, R, S, T tipleri mevcuttur. Isıl çift yapımında farklı malzemeler kullanılmış ve bu tipler ortaya çıkmıştır. Tiplerin genel farkı sıcaklık çıkış aralıklarının değişmesidir. Isıl çift tiplerinin özellikleri Çizelge 3.1’de gösterilmektedir. Tasarımda sayısal çıkışlı algılayıcı olarak kullanılacak olan ısı çift yaygın kullanım ve

bulunabilirlik faktörleri göz önüne alındığında K tipi olarak seçilmiştir. Şekil 3.9'da K-tipi ısı çift gösterilmektedir.

ISIL ÇİFT TIPI	KULLANILAN MALZEME	SICAKLIK ARALIĞI
K	Kromel – Alümel	-200 °C ile +1200 °C
K	NikelKrom - Nikel	-200 °C ile +1200 °C
E	Kromel – Konstantan	-200 °C ile +1200 °C
J	Demir – Konstantan	-200 °C ile + 800 °C
N	NikelKrom – Silikon – Nikelsilikon magnezyum	0 °C ile +1200 °C
B	Platin Rodyum – Platin(%18)	0 °C ile +1800 °C
R	Platin Rodyum – Platin(%13)	0 °C ile +1600 °C
S	Platin Rodyum – Platin(%10)	0 °C ile +1500 °C
T	Bakır – Konstantan	-200 °C ile +300 °C

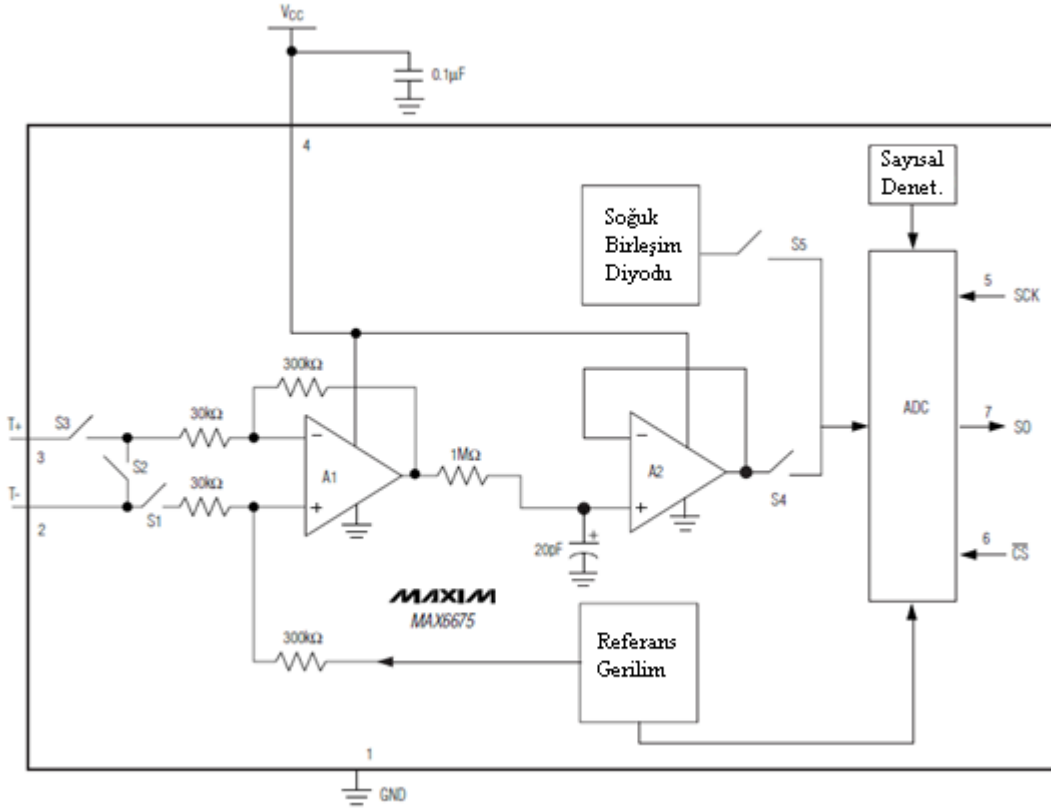
Çizelge 3.1. Temel Isıl Çift Tipleri ve Özellikleri



Şekil 3.9. K-tip Isıl çift

MAX6675 dahili olarak 12-bit ADC kullanmaktadır. Ayrıca soğuk nokta kompanzasyon algılama ve düzeltme içermektedir. Entegre yüksek hassasiyetli giriş

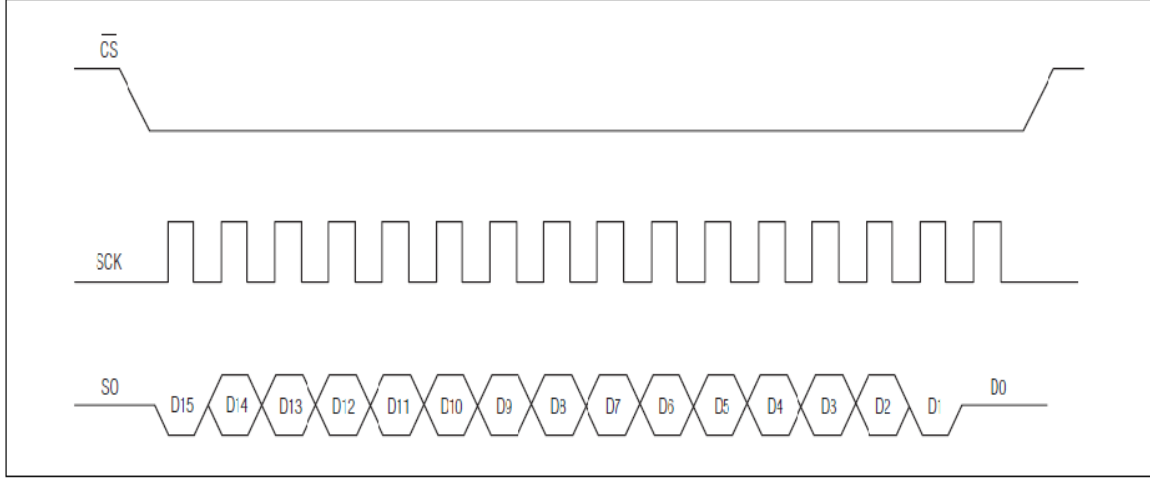
algılayabilmek için düşük gürültü giriş amplifikatörü sahiptir. Yonga SPI iletişim protokolü ile ısı çift algılayıcısından aldığı mV mertebesindeki gerilimi sayısal olarak dışarıya çıkartmaktadır. MAX6675 entegresinin blok diyagramı Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



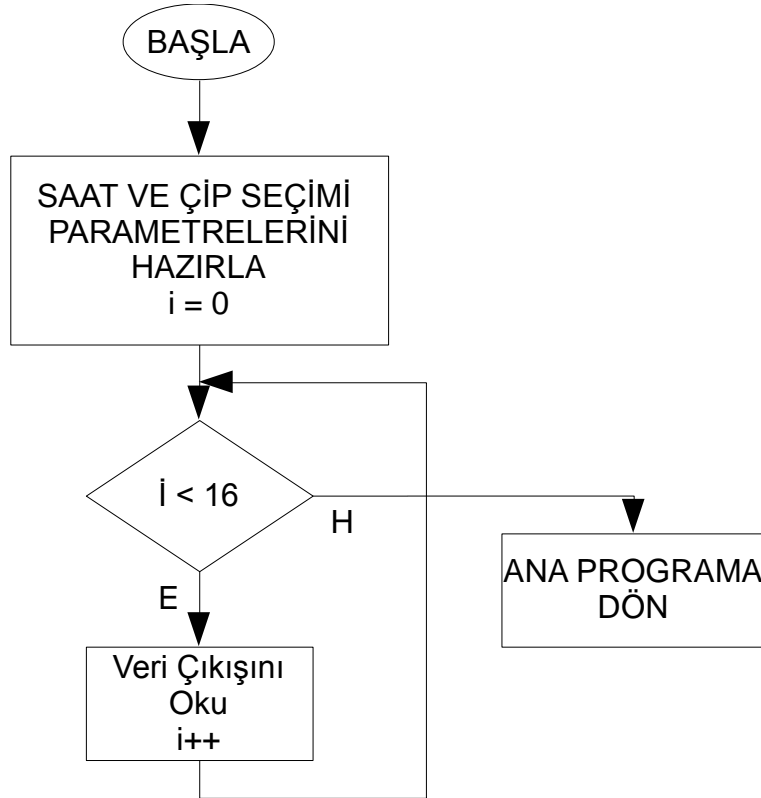
Şekil 3.10. MAX6675 Blok Diyagram [37]

MAX6675 için gereken +5 V, GND güç işaretleri kütüphane donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konnektör üzerinden alınmıştır. SCK, SO ve CS işaretleri kütüphane üzerinde bulunan yonganın RB0, RB1 ve RB2 bacaklarına direk bağlanmıştır.

MAX6675'ten sıcaklık verisi alabilmek için ilk olarak CS bacağını mantıksal düşüğe çekmesi gerekmektedir. Bu işlemden sonra SCK bacağına saat işareti uygulandığında MAX6675 SO bacağından sıcaklık verisini 16-bit uzunluğunda göndermektedir. Şekil 3.11'de SPI iletişim diyagramı gösterilmektedir. Şekil 3.12'de SPI protokolü kullanarak MAX6675'den sıcaklık verisinin alınması akış diyagramı olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.11. MAX6675 SPI İletişim Diyagramı [37]



Şekil 3.12. SPI Protokolü ile Sıcaklık Ölçme Akış Diyagramı

16-bit uzunluğundaki gelen verinin yapısı 12-bit uzunluğunda sıcaklık verisi, 1-bit boş bit, 1-bit ısı çift girişi, 1-bit cihaz kimliği ve 1-bit üç-hal durumu oluşturmaktadır. Şekil 3.13'de gelen veri yapısı gösterilmektedir.

BİT	İŞARET	12-BİT SICAKLIK BİLGİSİ											ISIL ÇİFT GİRİŞ	CİHAZ KİMLİK	HAL	
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	MSB											LSB		0	Z

Şekil 3.13. MAX6675 SO Veri Çıkışı [37]

3.2.2. I2C Protokolüne Sahip Algılayıcılar İçin Yazılımsal Tasarım

Tasarımda I2C iletişim protokolüne sahip algılayıcı olarak piyasada kolay bulunan Sensiron firmasına ait SHT71 nem algılayıcısı kullanılmıştır. Algılayıcı I2C iletişim protokolünü adres bilgisi olmadan kullanmaktadır. Algılayıcının genel özellikleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

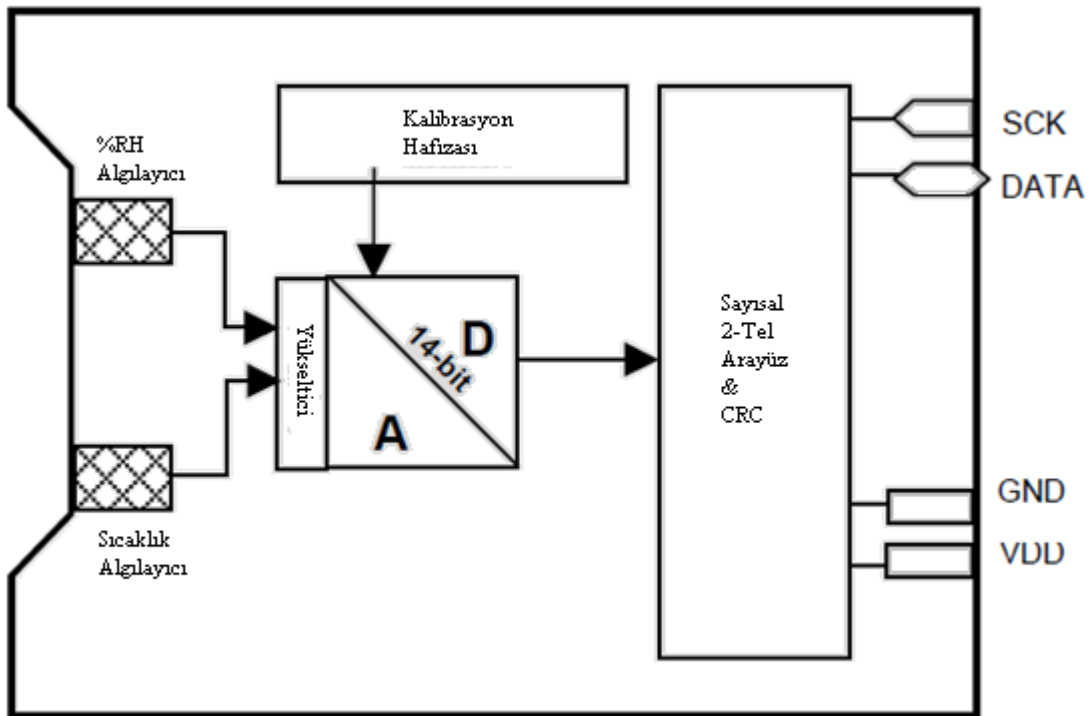
<u>Parametre</u>	<u>Normal Şartlar</u>	<u>Birimler</u>
Çözünürlük	0.05 / 12	%RH / bit
Doğruluk	±3.0	%RH
Tekrarlılık	±0.1	%RH
Kesiklik	±1	%RH
Doğrusalsızlık	±3	%RH
Besleme Voltajı	3.3 (Maksimum 5.5)	V
Güç Tüketimi	90	µW
İletişim	Sayısal	2-Tel

Çizelge 3.2. SHT71 Nem Algılayıcısı Özellikleri [38]

Şekil 3.14’de SHT71’nin blok diyagramı gösterilmiştir. SHT71 bağlı nem ve belirli bir bant aralığına sahip sıcaklık algılayıcılarını algılama elemanı olan kapasitif polimer içermektedir. SHT71, iki algılayıcı içinde aynı yonga üzerinde bulunan seri iletişim arayüzüne sahip 14-bit ADC bulunmaktadır. Algılayıcı bu yapı sayesinde üstün işaret kalitesi, hızlı tepki süresi ve EMC (dış bozukluklara) karşı duyarsız hale gelmektedir.

SHT71 nem algılayıcısı soğutulmuş ayna higrometre ile hassas nem odasında kalibre edilmektedir. Kalibrasyon hafızasında kalibre katsayıları saklanmaktadır. Bu katsayılar algılayıcılardan gelen işaretleri kalibre ölçümleri sırasında dahili olarak kullanılır.

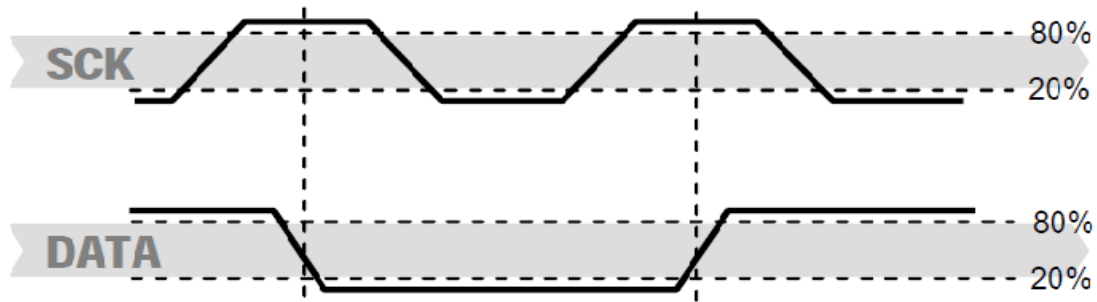
SHT71 için gereken +5 V, GND güç işaretleri kütüphane donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konektör üzerinden alınmıştır. SCK ve DATA işaretleri kütüphane üzerinde bulunan yonganın RB3 ve RB4 bacaklarına direk bağlanmıştır. DATA bacağı SHT71'in veri sayfasında vurgulandığı gibi 4k7 ohm'luk direnç ile 5 V'a çekilmiştir.



Şekil 3.14. SHT71 Nem Algılayıcısı Blok Diyagramı [38]

I2C protokolünde bir tel saat, bir tel ise veridir. Veri iletişiminin sorunsuz yapılabilmesi için frekansı çok önemli olmayan saat teline ihtiyaç vardır. Veri bacağı ise veri transferinde giriş ve çıkış olmaktadır. SHT71'e mikrodenetleyici herhangi bir komut göndermeden önce İletimi Başlat dizesi göndermesi gerekmektedir. Bu dize için saat işaretinin yükselen kenarından sonra veri bacağının düşük voltaja çekilmesi ile başlar. Bir sonraki saat işareti yüksek voltaja ulaştığında veri bacağı da yüksek

voltaja çekilerek İletimi başlat dizesi göndermesi yapılmaktadır. Şekil 3.15’de iletişimi başlat dizesi zamanlama grafiği gösterilmiştir.

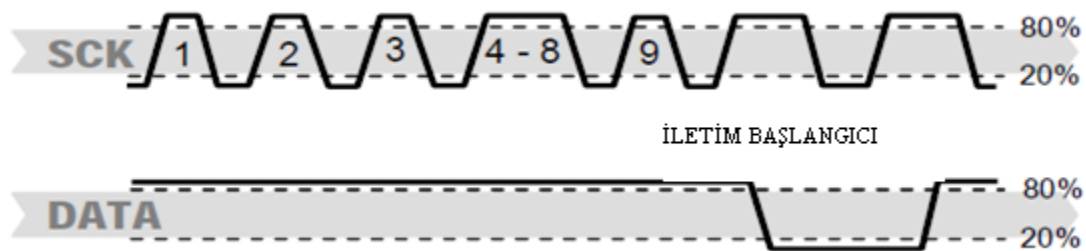


Şekil 3.15. SHT71 İletimi Başlat Dizesi Gösterimi [38]

Sonraki komutlar ise 8-bit ile ifade edilmektedir. 3-bit adres biti (yalnızca 000 desteklenmektedir) diğer 5-bit ise komutlarıdır. Komut listesi Çizelge 3.3’de gösterilmektedir. 8-bit saat yardımı ile gönderildikten sonra 1-bit ACK verisi alınır. Bu işlemden sonra komut gönderme işlemi tamamlanmıştır. Şekil 3.16’da komut gönderme zamanlama grafiği gösterilmektedir.

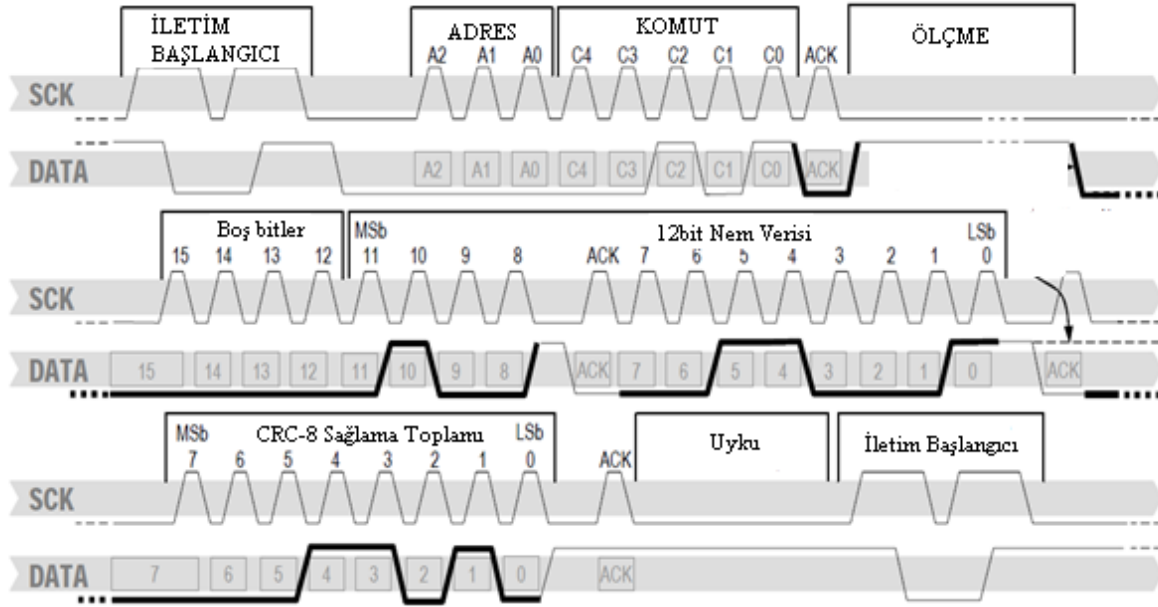
KOMUT	İKİLİ TABANDA GÖSTERİM
Sıcaklık Ölçme	00000011
Nem Ölçme	00000101
Status Yazmacı Okuma	00000111
Status Yazmacı Yazma	00011110
Yazılımsal Yenileme	00011110

Çizelge 3.3. SHT71 Komutları

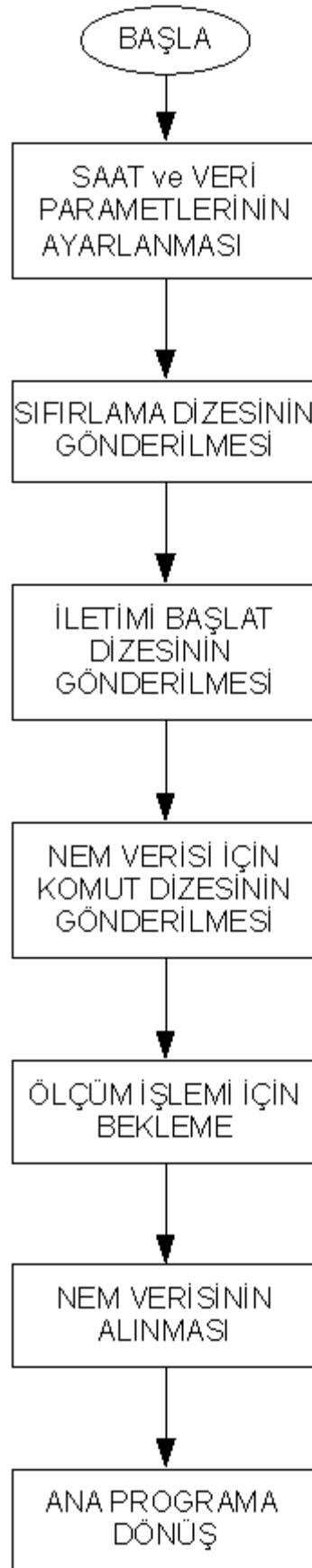


Şekil 3.16. SHT71 Komut Gönderme [38]

Tasarımda SHT71 sadece nem algılayıcısı olarak kullanılmıştır. SHT71'den nem bilgisini alabilmek için gereken işlemler Şekil 3.17'de gösterilmiştir. Yorumlayıcı kartında bulunan yonga SHT71'e nem ölçme komutunu (0000101) göndermektedir. Komutu alan algılayıcı 12-bit çözünürlük için yaklaşık 80 ms. ölçme işlemi yapmaktadır. Ölçme işlemi yapıldıktan sonra algılayıcı 4-bit boş bitler ve 12-bit nem verisi olmak üzere yongaya göndermektedir. Nem verisi gönderildikten sonra algılayıcı sağlama toplamını da göndererek veri gönderme işlemini bitirmektedir. Şekil 3.18'de I2C protokolü kullanarak SHT71 yongasından nem verisinin alınması akış diyagramı olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.17 SHT71 Nem Bilgisi Okuma Örneği [38]



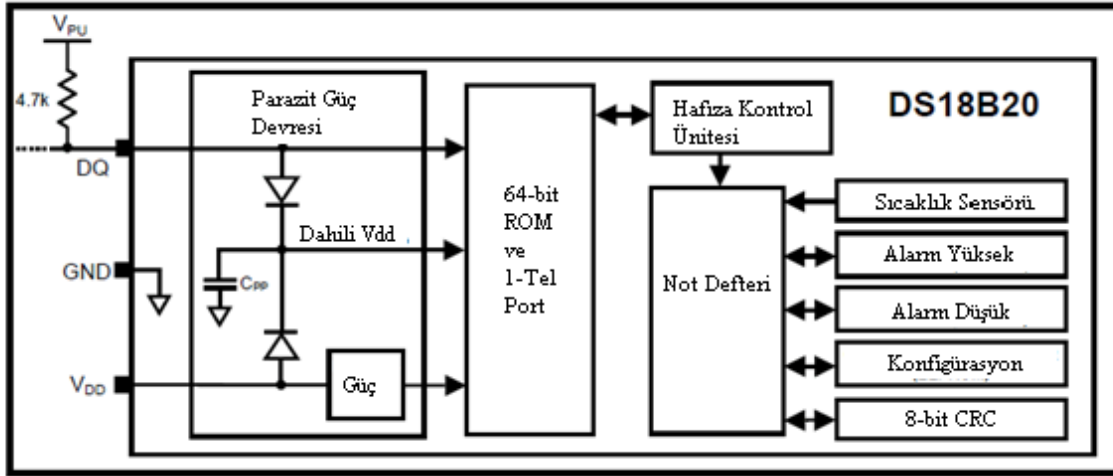
Şekil 3.18. I2C Protokolü ile Nem Ölçme Akış Diyagramı

3.2.3. 1-Wire Protokolüne Sahip Algılayıcılar İçin Yazılımsal Tasarım

Tasarımda 1-Wire arayüzüne sahip algılayıcı olarak piyasada kolay bulunan Dallas firmasına ait DS18B20 ürünü kullanılmıştır. Algılayıcının genel özellikleri aşağıda gösterilmiştir [39].

- 1-Wire arayüz
- Her algılayıcı tek 64-bit seri koda sahip olma
- Dağıtık sıcaklık algılama uygulamaları kolaylaştırma
- Ekstra komponente gerek duymaz
- Besleme voltajı 3.0 V. – 5.5 V.
- Sıcaklık ölçüm aralığı -55°C – +125°C
- -10°C ile +85°C arasında $\pm 0.5^\circ\text{C}$ hata payı
- Termometre çözünürlüğü 9 – 12 bit
- Sıcaklık bilgisini 12-bit sayısal kelimeye çevirme süresi maksimum 750 ms.

DS18B20 sıcaklık algılayıcısı blok diyagramı Şekil 3.19’da gösterilmektedir.

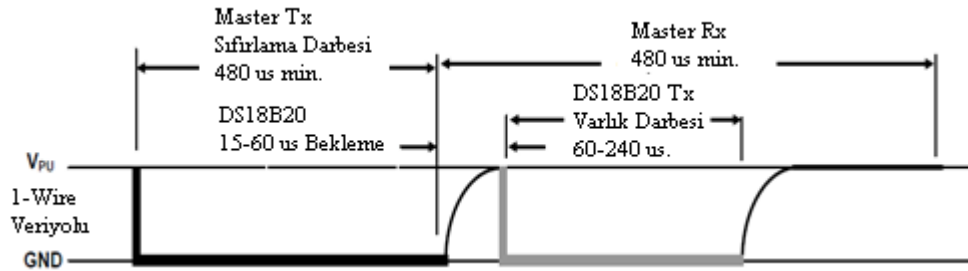


Şekil 3.19 DS18B20 Blok Diyagramı [39]

DS18B20 için gereken 5 V, GND güç işaretleri kütüphane donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konnektör üzerinden alınmıştır. DQ işareti kütüphane üzerinde bulunan yonganın RB5 bacağına direk bağlanmıştır. DQ bacağı DS18B20'nin veri sayfasında vurgulandığı gibi 4k7 ohm'luk direnç ile 5 V'a çekilmiştir.

Algılayıcı 64-bitlik ROM bileşeninde seri numarasını saklamaktadır. Not Defteri (SCRATCHPAD) hafızasında ise sıcaklık algılayıcısından gelen veriyi 2-byte sayısal olarak saklamaktadır. Bu hafıza bileşeni ek olarak alarm ve ayarlama yazmacına erişimi bulunmaktadır. Ayarlama yazmacı sıcaklık verisinin hangi çözünürlükte (9, 10, 11 veya 12 bit) sayısal çevrileceği bilgisini tutmaktadır. Bu yazmaçların özellikleri uçucu olmamasıdır. Güç kesilip tekrar verildiğinde bu bilgiler yazmaçlarda kalmaktadır. Tasarımda DS18B20'nin alarm yazmaçları kullanılmamıştır.

1-Wire iletişim protokolünde sıfırlama darbesi, varlık darbesi, 0 yazma, 1 yazma, 0 okuma ve 1 okuma işaretleri belirlenmiştir [32]. DS18B20 ile iletişim her zaman sıfırlama ve varlık darbesi ile yapılmaktadır. İletişimi hazır hale getirmek için DS18B20 yongasına mikrodenetleyici tarafından sıfırlama darbesi gönderildikten sonra, DS18B20 yongasının gönderdiği varlık darbesinin alınması gerekmektedir. Şekil 3.20'de gönderilen ve alınan darbelerin zamanlama grafiği gösterilmektedir.

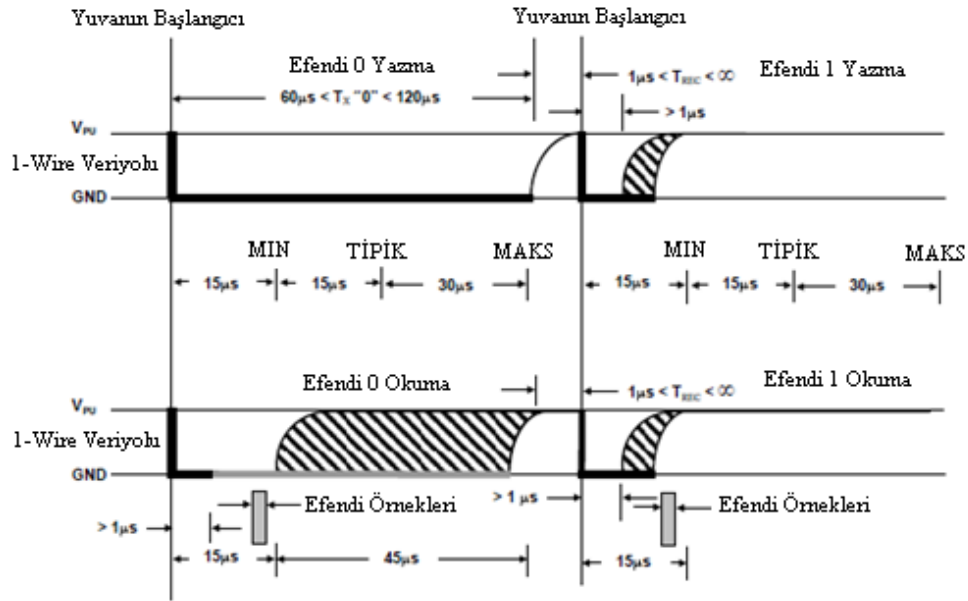


Şekil 3.20. Sıfırlama ve Varlık Darbeleri Zamanlama Grafiği [39]

Sıfırlama darbesi için 1-Wire veri yolunu yonga en az 480µs kadar düşük voltaja çekme işlemi yapılır. Bu işlemden sonra veri yolunun boşa bırakılması gerekmektedir. Veri yoluna bağlanan yükseğe çekme direnci yardımı ile boşa bırakılan veri yolu voltajı yükseğe çıkar. DS18B20 yüksek kenarı yakalayarak 1-Wire veri yolunu yaklaşık 60µs ile 240µs arasında düşük voltaja çeker. Bu işlem yonga ile DS18B20 arasındaki iletişim başlatılır.

1-Wire veri iletişiminde iki çeşit yazma işlemi vardır. Bu işlemler 1 yazma ve 0 yazmadır. Mikrodenetleyici, 1 yazma işlemi için veri yolunu 60µs süre ile yüksek voltaja çeker. 0 yazma işlemi için de veri yolu 60µs süre ile düşük voltaja çeker.

Okuma işlemleri de yazma işlemleri gibi 60µs süre ile yapılır. Şekil 3.21’de 1-Wire veri yolu için yazma ve okuma işlemlerinin zamanlama grafiği gösterilmektedir.

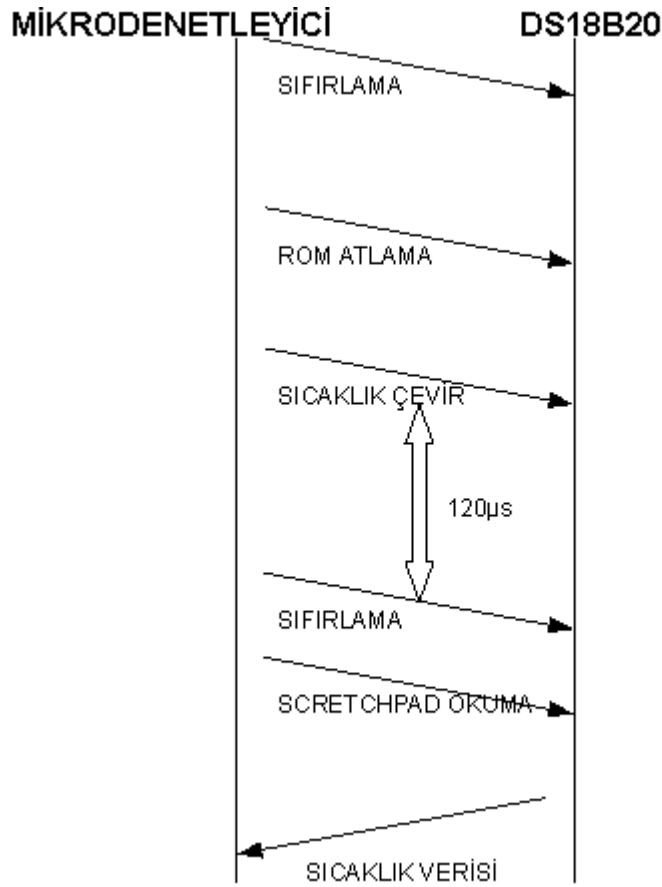


Şekil 3.21. DS18B20 Yazma ve Okuma İşlemleri Zamanlama Grafiği [39]

DS18B20 sıcaklık algılayıcısı için hazırlanan komutlar Çizelge 3.4’de gösterilmiştir. Bu komutlardan bazıları kullanarak DS18B20’den sıcaklık verisi alınmaktadır. Şekil 3.22’de sıcaklık verisinin alınma işlemi gösterilmektedir.

<u>KOMUTLAR</u>	<u>KARŞILIK GELEN HEX KODLAR</u>
Rom Arama	F0
Rom Okuma	33
Rom Eşleme	55
Rom Atlama	CC
Alarm Arama	EC
Sıcaklık Çevirme	44
Scratchpad Yazma	4E
Scratchpad Okuma	BE
Scratchpad Kopyalama	48
EEPROM Geri Çağırma	B8
Güç Okuma	B4

Çizelge 3.4. DS18B20 Komutları

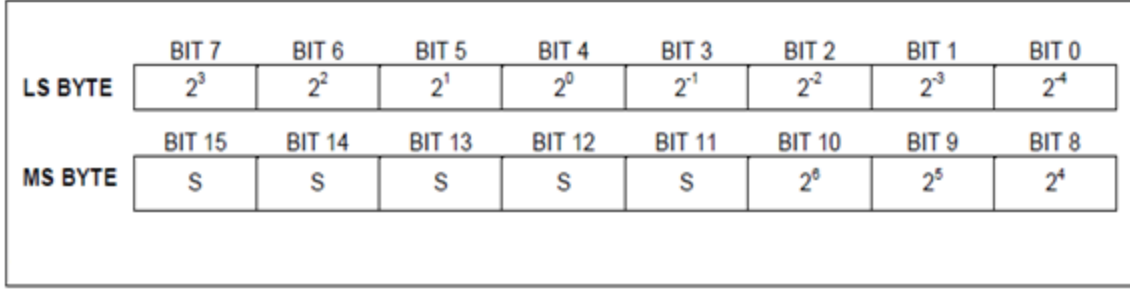


Şekil 3.22. Mikrodenetleyici – DS18B20 İletişim Diyagramı

Algılayıcıdan gelen 2-byte'lık sıcaklık veri örneği Şekil 3.23'de gösterilmektedir. Algılayıcının gönderdiği verinin ilk dört biti sıcaklık verisinin ondalık kısmını, sonraki sekiz bit sıcaklık verisinin tam kısmını göstermektedir. Geri kalan dört bit ise verinin pozitif veya negatif olduğunu belirtmektedir. Negatif sıcaklık verileri ikili tamamlayıcı ile gönderilmektedir. Çizelge 3.5'de pozitif ve negatif sıcaklık verisinin örneği gösterilmektedir.

<u>SICAKLIK (°C)</u>	<u>İkili Tabanda Gösterim</u>	<u>Onaltılı Tabanda Gösterim</u>
+ 25.0625	0000 0001 1001 0001	0191
- 25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6F

Çizelge 3.5. Pozitif ve Negatif Sıcaklık Verisi Örneği



Şekil 3.23. Sıcaklık Verisinin 2-byte Gösterimi [39]

3.2.4. USART Protokolüne Sahip Algılayıcılar İçin Yazılımsal Tasarım

Tasarımda USART iletişim protokolüne sahip algılayıcı olarak veri toplama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan u-Blox firmasına ait LEA-5S GPS (Küresel Yer Belirleme Sistemi) algılayıcısı kullanılmıştır. Genel olarak GPS, 1970'li yıllarda A.B.D. Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilen bir sistemdir. Dünyanın neresinde olursanız olun, bu sistem sayesinde hangi enlem, boylam ve yükseklikte olduğunuzu kolayca bulabilirsiniz. GPS sistemi dünyadan 17,600 kilometre yukarıda yörüngeye oturtulan 24 uydudan oluşur [40].

Bu uyduların yörüngesi öyle ayarlanmıştır ki, dünyanın üzerindeki herhangi bir nokta herhangi bir zamanda en az üç uyduyu görebilir. Dünya üzerindeki herhangi bir noktanın kesin yerinin belirlenmesi ancak üç uydudan gelen sinyallerin birleştirilmesiyle mümkündür. Bu işleme üçgenleme denir. Şekil 3.25'de üçgenleme işlemi gösterilmiştir. 4. uydudan yükseklik bilgisi alınır. 5. uydudan diğer uyduların nerelerde olduğu, dolayısıyla ölçüm yapılan uydulardan biri coğrafi yapının zorluğundan veya yörüngesinden dolayı sınırları dışına çıktığında kullanılacak olan uydunun pozisyon bilgisini üretir. GPS uydularının üzerinde 4 adet atomik saat mevcuttur. Ayrıca her bir uyduda diğer bütün uyduların anlık ve muhtemel buldukları yerlerin pozisyon bilgilerinin bulunduğu veri kütüğü bulunur ve bu veri kütüğünde sık sık yeryüzü istasyonlarından gelen bilgiler güncellenir.



Şekil 3.24. GPS Uyduları [40]



Şekil 3.25. GPS Üçgenleme İşlemi

Günümüzde GPS alıcıları oldukça ucuz, doğru sonuç veren ve kolay entegrasyona sahiptir. GPS alıcıları Bluetooth, seri port veya gömülü olarak toplama sistemlerine entegre edilebilir. GPS alıcıları, uydulardan gelen işaretleri ilişkilendirerek NMEA (Uluslararası Deniz Elektronikleri Birliği) formatına uygun standart bir veri yapısı ile enlem, boylam ve diğer bilgileri kullanıma açarlar [41, 42].

Denizde kullanılan elektroniklerin birbiri arasında iletişimini kurmak ve standart oluşturmak amacı ile NMEA tarafından geliştirilmiştir. NMEA-0183 ve NMEA-2000

uluslararası standart olarak kullanılmaktadır. NMEA-0183 4800 bps oranı ile tek bir konuşmacı, tek dinleyicisi ve seri asenkron yöntemi kullanır. NMEA-2000 yeni yürürlüğe girmiştir. NMEA-2000, çok konuşan, çok dinleyicisi olan 250 kbps oranına sahiptir. Bu protokol tek bir kanal paralel veri yolu ve veri bağı katmanı, ağ katmanı, ve uygulama katmanı içermektedir [43].

GPS alıcıları NMEA-0183 veri formatını desteklemektedir. Standart bir NMEA-0183 veri paket örneği Çizelge 3.6.'da gösterilmiştir.

\$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A*31	
\$GPGLL	Cümlecik
4916.45	Enlem
N	Kuzey/Güney
12311.12	Boylam
W	Doğu/Batı
225444	UTC Saat
A	Doğru Veri
*31	Sağlama toplamı

Çizelge 3.6. NMEA-0813 Örnek Veri Yapısı

LEA-5S için gereken +5 V, GND güç işaretleri kütüphane donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konnektör üzerinden alınmıştır. RX ve TX işaretleri kütüphane üzerinde bulunan yonganın RB6 ve RB7 bacaklarına direk bağlanmıştır. TX bacağı LEA-5S'in veri sayfasında vurgulandığı gibi 4k7 ohm' luk direnç ile 5 V'a çekilmiştir.

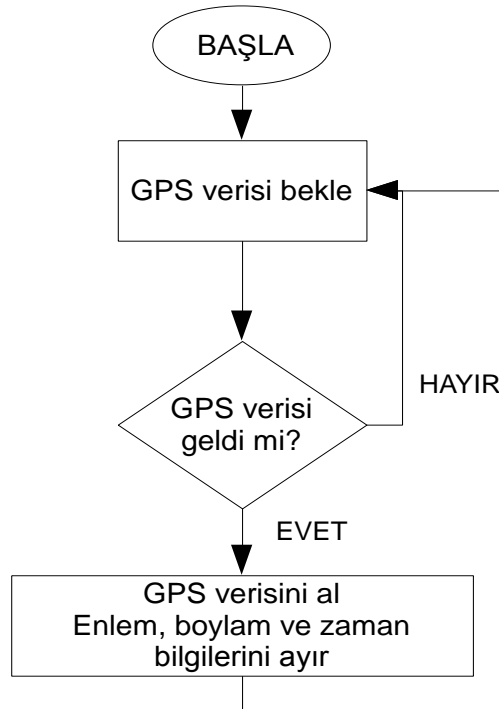
LEA-5S GPS algılayıcısı farklı protokoller ve arayüzler desteklemektedir. Desteklenen protokoller Çizelge 3.7'de gösterilmiştir [37]. Desteklenen arayüzler olarak USART, USB, SPI (gelecek için planlanmış) ve DDC olarak belirtilmiştir [44]. Kullanılacak olan arayüz ise USART arayüzü seçilmiştir.

<u>PROTOKOLLER</u>	<u>TİPLERİ</u>
NMEA	Giriş / Çıkış, ASCII, 0183, 2.3
UBX	Giriş / Çıkış, İkili, u-blox tescilli

Çizelge 3.7. LEA-5S Modülünün Desteklediği Protokoller [44]

Desteklenen protokollerden en yaygın kullanılan NMEA-0183 tasarımda kullanılmıştır. LEA-5S modülü açılış konfigürasyonunda USART arayüzü için 9600 bps'ye ve NMEA cümleciklerinden GSV, RMC, GSA, GGA, GLL, VTG, TXT olarak ayarlanmıştır [44].

LEA-5S modülü, tescilli UBX mesajlar kullanılarak bazı ayarları yapmamıza imkan vermektedir. UBX,40 mesajı kullanarak NMEA-0183 cümleciklerini ayarlama imkanı modül tarafından sunulmaktadır [45]. Çizelge 3.8'de UBX,40 mesajı kullanılarak GLL cümlecğini istememe örneği gösterilmektedir. UBX,40 mesajları kullanılarak GPS alıcısından sadece RMC cümlecği verisi alınmaktadır. Şekil 3.26'da kütüphane için GPS verisinin alınmasının akış şeması gösterilmektedir. Örnek RMC cümlecik içeriği Çizelge 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.26. Kütüphane – GPS Algılayıcısı Yazılımı Akış Şeması

\$PUBX,40,GLL,0,0,0,0,0,0*5D	
\$PUBX	Mesaj Kimliği
40	Tescilli Mesaj Komutu
GLL	Ayar yapılacak cümlecik
0	DDC çıkışı yok
0	USART1 çıkışı yok
0	USART2 çıkışı yok
0	USB çıkışı yok
0	SPI çıkışı yok
0	Rezerve, Her zaman 0
*5D	Sağlama toplamı

Çizelge 3.8. UBX,40 Mesaj Örneği

\$GPRMC,083559.00,A,4717.11437,N,00833.91522,E,0.004,77.52,091202,,,A*57	
\$GPRMC	Cümlecik
082559.00	UTC saat
A	Doğru veri
4717.11437	Enlem
N	Kuzey / güney
00833.91522	Boylam
E	Doğu / batı
0.004	Hız
77.52	Yön
091202	Gün
*57	Sağlama toplamı

Çizelge 3.9. RMC Cümlecik İçeriği [45]

3.2.5.0 – 5 V Gerilim Çıkışına Sahip Algılayıcılar İçin Yazılımsal Tasarım

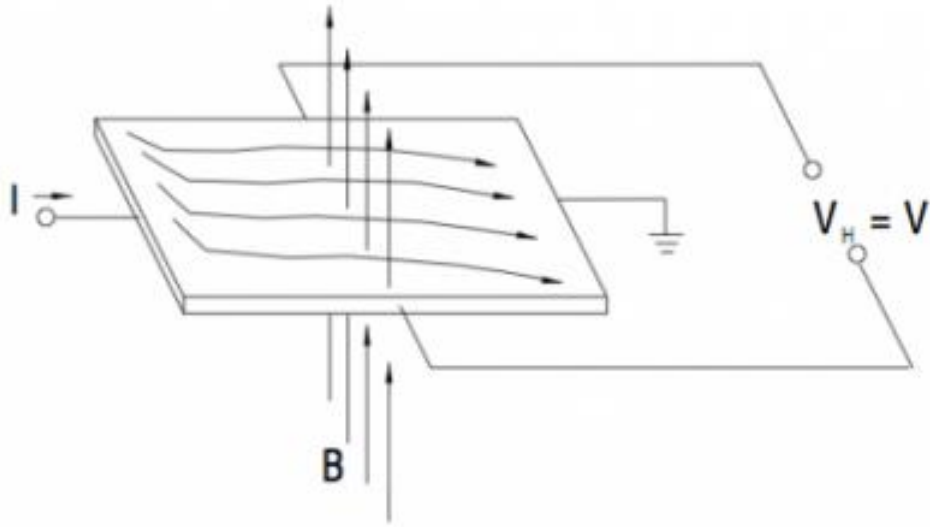
Tasarımda 0 – 5 V gerilim çıkışına sahip algılayıcı olarak Phidgets firmasına ait manyetik alan algılayıcısı kullanılmıştır. Algılayıcının genel özellikleri Çizelge 3.10'da gösterilmektedir.

<u>Karakteristik</u>	<u>Değer</u>
Akım tüketimi	2 mA.
Çıkış Empedansı	1 k Ω
Voltaj Çıkışı (5 V. besleme)	0.2 VDC – 4.7 VDC
Besleme Voltaj Aralığı	4.5 VDC – 5.5 VDC
Hata Payı (25°C)	$\pm 0.5\%$ (Maksimum)
Manyetik Alan	500 Gauss (6.5 mm)

Çizelge 3.10. Phidgets Manyetik Alan Algılayıcısı Genel Özellikler [14]

Tasarımda kullanılan manyetik alan algılayıcısı doğrusal Hall etkisi kullanarak uygulanan manyetik alan ile çıkış voltajı arasında bir ilişki kurar. Bu ilişki Şekil 2.5'de gösterilmiştir. Manyetik alan içerisinde bulunan ve üzerinden akım geçen bir iletken boyunca gerilim (Hall gerilimi) oluşması olayına Hall etkisi denilmektedir. 1879'da Edwin Hall tarafından keşfedilmiştir. Gerilimin doğrultusu iletkenin üzerinden geçen akımın ve manyetik alanın yönüne diktir. Alan etkili algılayıcılar hassas mesafe, pozisyon ve dönüş algılayıcıları olarak kullanılır. Çalışma prensipleri ise iletken ya da yarı iletken malzemedен yapılmış bir levha manyetik alan içindeyken, uçlarına akım uygulandığında diğer uçları arasında bir potansiyel fark oluşmaktadır. Bu gerilimin değeri manyetik alana levhanın yakınlığı ile değişir. Bu prensipten yararlanılarak Hall etkili algılayıcılar tasarlanmıştır. Şekil 3.27'de Hall etkisi gösterilmiştir.

Algılayıcı için gereken +5 V, GND güç işaretleri kütüphane donanımı üzerinde bulunan 14 pinlik konektör üzerinden alınmıştır. Analog gerilim çıkışı ise kütüphane üzerinde bulunan yonganın RA0 (ADC kanal 0) bacağına bağlanmıştır.



Şekil 3.27. Hall Etkisi

Manyetik alan algılayıcısının analog çıkış voltajı, yonga üzerinde bulunan ADC yardımı ile sayısal bilgiye çevirmektedir. ADC'nin 10-bit olması nedeni ile sayısala çevrilen manyetik verisi 10-bittir. Örnek olarak manyetik algılayıcısının voltaj çıkışı 2,5 V ise çevrilen değer 511'dir. Analog sayısal çeviricinin 10-bit olması 0,0048828125 V kadar ($5V/1024$) çevirme işleminde hata oranı vardır. Bu oran ile Şekil 2.5'de bulunan çıkış voltajı manyetik alan ilişkisine göre 0,9765625 Gaussluk hatalı veri alımı yapılabilmektedir. Alınan değer veri toplama donanımına gönderilirken 16-bite genişletilerek 2-byte uzunluğunda gönderilmektedir.

3.2.6. Veri Toplama Donanımları ile İletişim İçin Yazılımsal Tasarım

Algılayıcılar için oluşturulan kütüphanenin farklı veri toplama donanımları ile çalışabilmesi için endüstriyel uygulamalarda standart olarak kabul edilen RS-485 kullanılmıştır. Kütüphanenin RS-485 standardını kullanması ile veri toplama sistemlerine çoklu algılayıcı bağlantısı ve algılayıcıların uzak mesafeden veri alabilme özelliklerini getirmektedir. Veri toplama sistemine bağlanacak kütüphane ve algılayıcılara daha önceden kimlik bilgisi verilerek, RS-485 ile gönderilen tarama mesajında kimlik bilgisi kullanılarak istenilen algılayıcıdan veri bilgisi alınabilmektedir.

Şekil 3.28’de kütüphanenin veri toplama donanımı ile iletişiminin yazılım akış şeması gösterilmektedir.

Algılayıcılar için oluşturulan kütüphanenin veri toplama donanımları ile iletişimi için bir veri protokolü oluşturulmuştur. Bu veri protokolü Başlangıç, Adres (kimlik bilgisi), Veri ve Bitiş bilgilerini içermektedir. Çizelge 3.11’de veri protokolü gösterilmektedir.

<u>Başlangıç Kodu</u>	<u>Adres</u>	<u>Veri</u>	<u>Bitiş Kodu</u>
1 byte	1 byte	N byte	1 byte

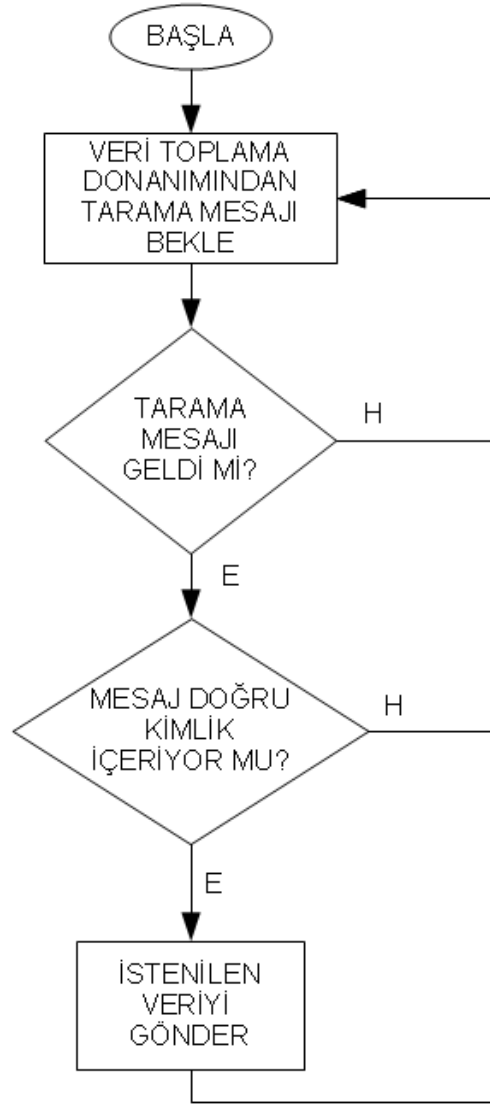
Çizelge 3.11. Kütüphane Veri Protokolü

Başlangıç Kodu : 0x02’dir. Her veri bloğu bu kodla başlar

Adres : 0 ile 255 arasında kütüphanenin kimlik bilgisidir. İletişim kurulacak algılayıcının adresi gönderilir. Kütüphane cevap verirken adres bölümüne kendi adresini koyacaktır.

Veri : Veri toplama donanımını paketi gönderirken bu verinin bir önemi yoktur, 0x00 gönderilebilir. Kütüphane paketi gönderirken algılayıcıdan aldığı veriyi buradan göndermektedir. Algılayıcı tipine göre Veri bilgisi uzunluğu değişebilmektedir. Örnek olarak 1-Wire sıcaklık algılayıcısından alınan veri 2 byte uzunluğunda, GPS algılayıcısından alınan veri 22 byte uzunluğundadır.

Bitiş Kodu : 0x03’dür. Her veri bloğu bu kodla bitirilir.

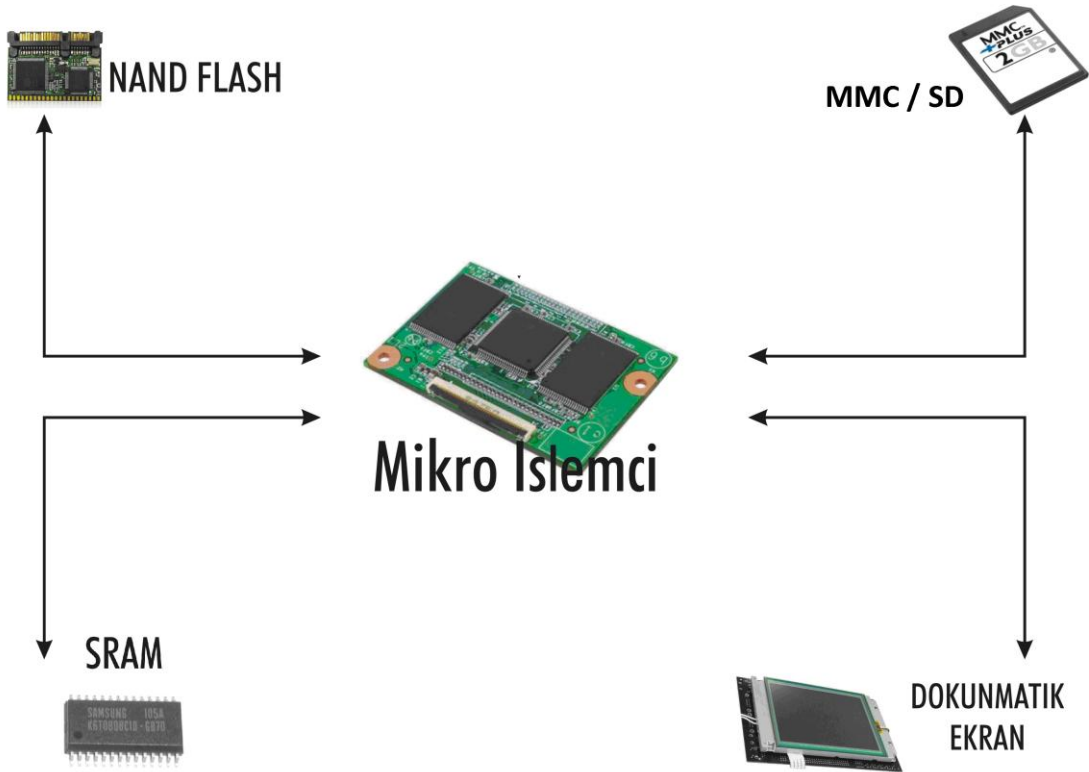


Şekil 3.28. Kütüphane ile Veri Toplama Donanımı ile İletişiminin Yazılım Akış Şeması

4. ALGILAYICILAR İÇİN TASARLANAN DONANIM / YAZILIM KÜTÜPHANESİ UYGULAMASI

Algılayıcılar için tasarımı yapılan kütüphanenin çalışabilirliğini gösterebilmek için bir veri toplama sistemi uygulaması yapılmıştır. Bu veri sistemi uygulaması bileşenleri genel olarak Şekil 1.1’de gösterilmektedir.

Tasarımda, veri toplama donanımı olarak ARM-9 tabanlı bir gömülü cihaz kullanılmıştır. Kullanılan gömülü cihazın bileşenleri Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Veri Toplama Donanımı Olarak Kullanılan Gömülü Cihazın Bileşenleri

Veri toplama donanımı için kullanılan gömülü cihazın teknik özellikleri aşağıda gösterilmektedir.

- S3C2440 (400MHz 32bit ARM920T Çekirdekli İşlemci)
- 64MB SDRAM
- 64MB NAND FLASH
- 7" Dokunmatik Ekran
- 1 / 100 Mbps Ethernet

- 3 COM portları
- 1 USB Konakçı (Host)
- 1 USB Slave
- 1 SD / MMC yuva
- 1 ses giriş ve 1 ses çıkış
- WinCE 5.0 İşletim Sistemi

Kullanılan gömülü cihaz elektroniksel şemaları EK – 2’de verilmiştir.

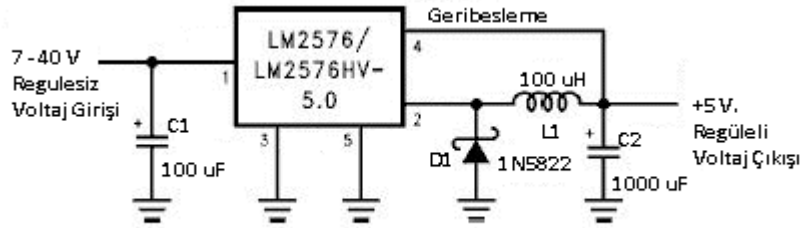
Veri toplama sistemi tasarımında gömülü cihaz, üzerinde bulunan seri port yardımı ile algılayıcılardan veri alma işlemi yapacaktır. Alınan verilerin saklanması SD kart üzerinde olacaktır. Gömülü cihazın ekran bileşeni ile veri toplama işlemi için kullanıcı ile bir iletişim arayüzü sağlanacaktır. WinCE 5.0 işletim sistemi kullanılan donanımların sürücülerini desteklemektedir. Bu sayede gömülü cihaz için geliştirilecek yazılım kolaylaşacaktır.

Veri toplama sisteminin genel güç gereksinimi ve gereken portlara ulaşımı için bir kart tasarlanması gerekmektedir. Sistemde kullanılacak olan portlar geliştirme kitinin üzerinde bulunan seri port çıkışına RS-485 çevirici tasarlanarak kütüphane ile iletişimi sağlanacaktır. Veri toplama sisteminin güç tüketimi olarak etken olan bileşenler ekran, işlemci, hafıza, pasif komponentler ve bağlanacak olan algılayıcılardır. Çizelge 4.1’de yapılan testlere göre kullanılan bileşenler için gerekli voltaj ve akım bilgileri gösterilmektedir.

<u>BİLEŞENLER</u>	<u>AKIM</u>	<u>VOLTAJ</u>
ARM-9 Geliştirme Kiti	100 mA.	5 V.
Ekran	600 – 700 mA.	5 V.
RS-232 / RS-485 Çevirici	100 mA.	5 V.
Algılayıcılar ve kütüphane (her biri)	100 – 200 mA.	12 V.

Çizelge 4.1. Veri Toplama Sistemi Gerilim ve Akım Gereksinimi

Çizelgedeki veriler doğrultusunda sistemin 5 – 12 V ve 1 A'den daha fazla güç ihtiyacı olduğu saptanmıştır. Sistemimizin en az 12 V. - 2 A.'lik bir güç kaynağı ile beslenmesi gerekmektedir. 5 V. ihtiyacını ise gömülü cihaza entegre edilen bir regülatör devresi sağlamaktadır. Şekil 4.2'de regülatör devresi şema olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2. 12V – 5V Voltaj Regülatörü Devre Şeması [46]

Yapılan donanımsal tasarım ile ilgili baskı devre çizimi EK – 3'de verilmiştir.

WinCE işletim sistemine sahip olan gömülü cihaz için yazılım geliştirme ortamı olarak Visual Studio 2008 IDE'si kullanılmıştır. Visual Studio içerisinde bulunan .Net Compact Framework sınıfları ve grafik gösterim aracı kullanılarak tasarım gerçekleştirilmiştir.

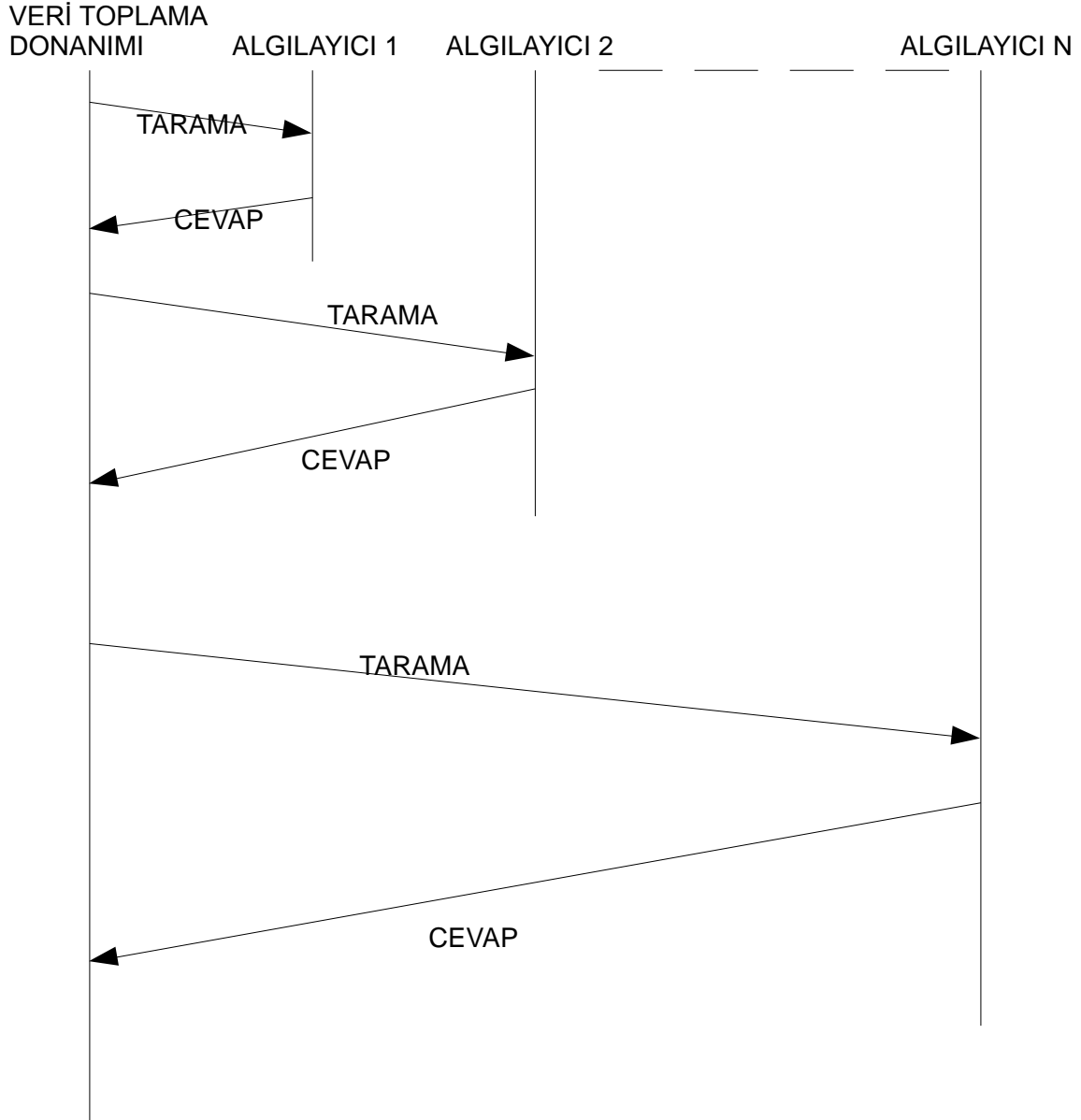
Gömülü cihaz için tasarlanan yazılımın fonksiyonları:

- Algılayıcılar için tasarımı yapılan kütüphane ile RS-485 üzerinden iletişim kurmak
- Veri alma sıklığının kullanıcıya bırakılması
- Veri alma işleminin yapılması
- Verilerin tablo veya grafik olarak ekranda gösterilmesi
- Alınan verilerin kaydedilmesi

olarak özetlenebilir.

Gömülü cihaz ile algılayıcılar için tasarımı yapılan kütüphane RS-485 üzerinden iletişimi tarama mesajları ile yapılmaktadır. Kütüphane tasarımda belirtilen veri protokolü kullanılarak, gömülü cihaz her seferinde hangi algılayıcıdan veri isteyecek

ise, o algılayıcının bağlı olduğu kütüphaneye kimlik bilgisi ile tarama mesajı yollamaktadır. Tarama mesajı bütün veri toplama donanımına bağlı bütün kütüphanelere gitmektedir. Mesajda bulunan adres (kimlik) bilgisi tutan kütüphane tarama mesajına cevap vererek veri toplama donanımının istediği algılayıcı verisini göndermektedir. Veri toplama donanımına bağlanan N adet algılayıcı için tarama mesaj sistemi Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3. N adet Algılayıcı için Tarama Mesaj Sistemi

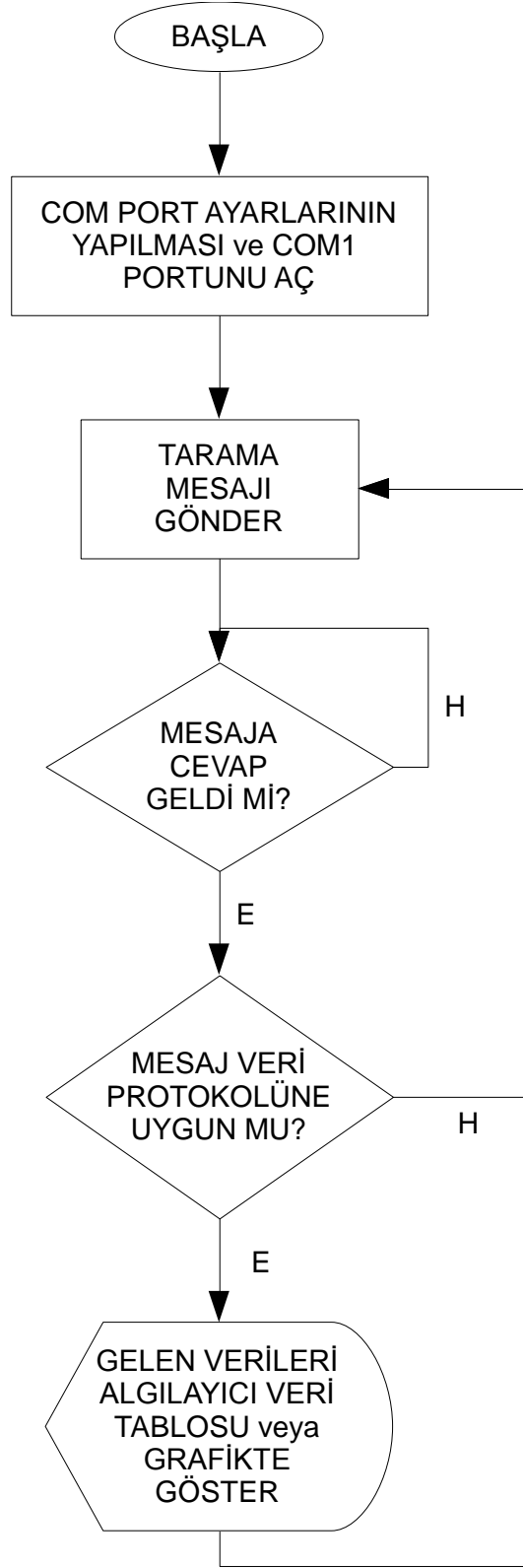
Veri toplama sistemi uygulamasında kullanılan algılayıcılar ve kütüphane kimlik (adres) verileri Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Kütüphane tasarımında istenilirse kimlik numaraları değiştirilebilmektedir.

<u>KULLANILAN ALGILAYICILAR</u>	<u>KİMLİK NUMARALARI</u>
SICAKLIK	0x11
NEM	0x31
MANYETİK ALAN	0x51
ISIL ÇİFT	0x71
GPS	0x91

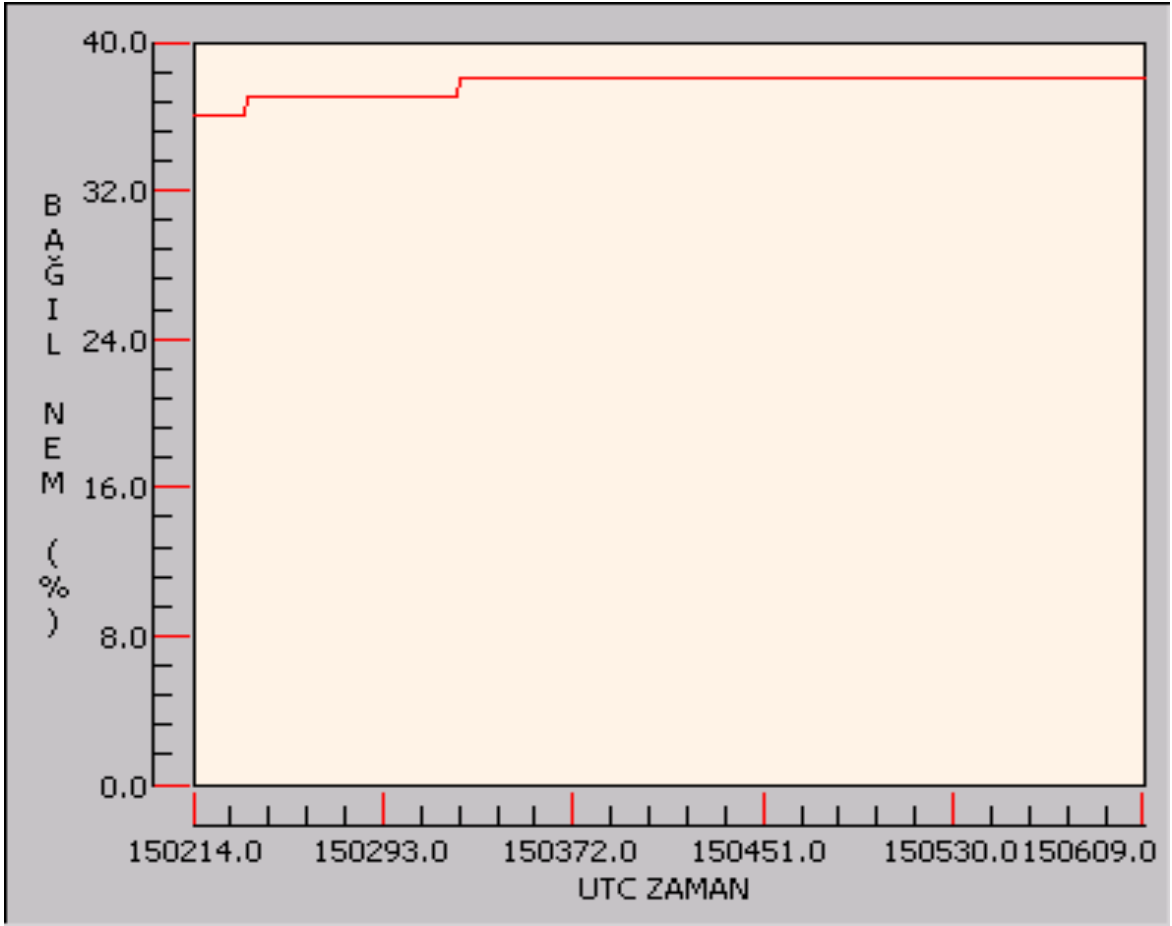
Çizelge 4.2. Algılayıcı Kimlikleri

Tarama mesaj sistemi ile alınan veriler, gömülü cihaz yazılımında algılayıcılar için hazırlanmış tablo veya grafiksel olarak gösterilmektedirler. Kullanıcıya bağlı olarak veriler SD karta kaydedilen algılayıcı için veri.txt ve grafik.bmp olarak saklanmaktadır. Kullanıcılar, SD karttaki bilgiler daha sonra veri analiz merkezine aktararak alınan verilerin detaylı analizlerini istenilirse üçüncü parti yazılımlar ile yapabilmektedirler. Gömülü cihaz ile tasarlanan kütüphane ile iletişimi yazılımın akış diyagramı Şekil 4.4’de gösterilmektedir.

Örnek çıktılar olarak tasarımda kullanılan nem algılayıcısı gömülü cihaza bağlanarak veri alımı işlemi yapılmıştır. Veri alım işlemi durdurulduktan sonra alınan veriler SD karta “veri.txt” olarak ve “grafik.bmp” olarak kaydedilmiştir. Şekil 4.5’de “grafik.bmp” dosyası gösterilmektedir.

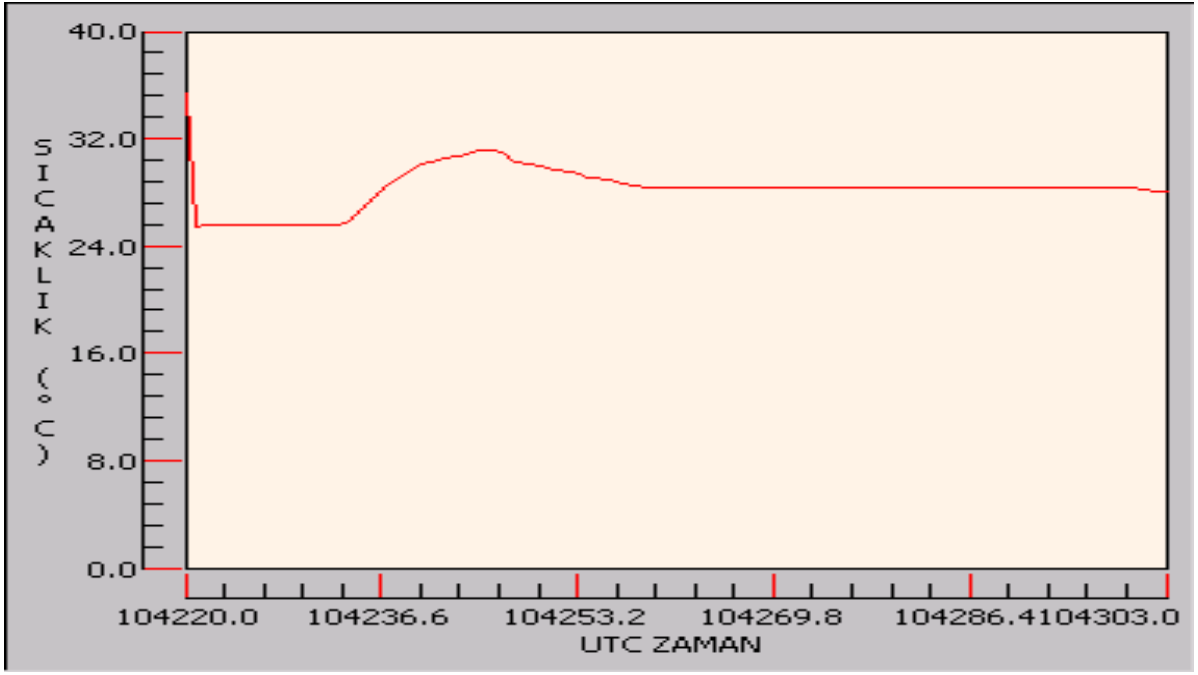


Şekil 4.4. Gömülü Cihaz – Kütüphane İletişim Yazılımı Akış Diyagramı

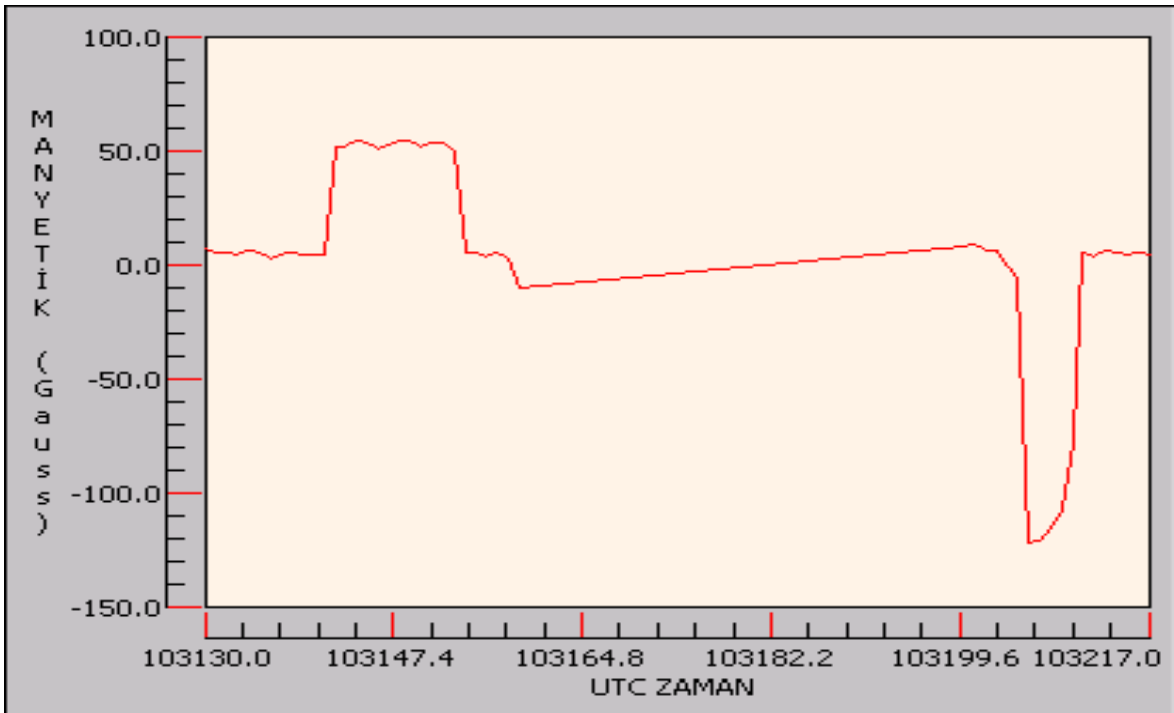


Şekil 4.5. Nem Algılayıcısı ile Veri Alımı

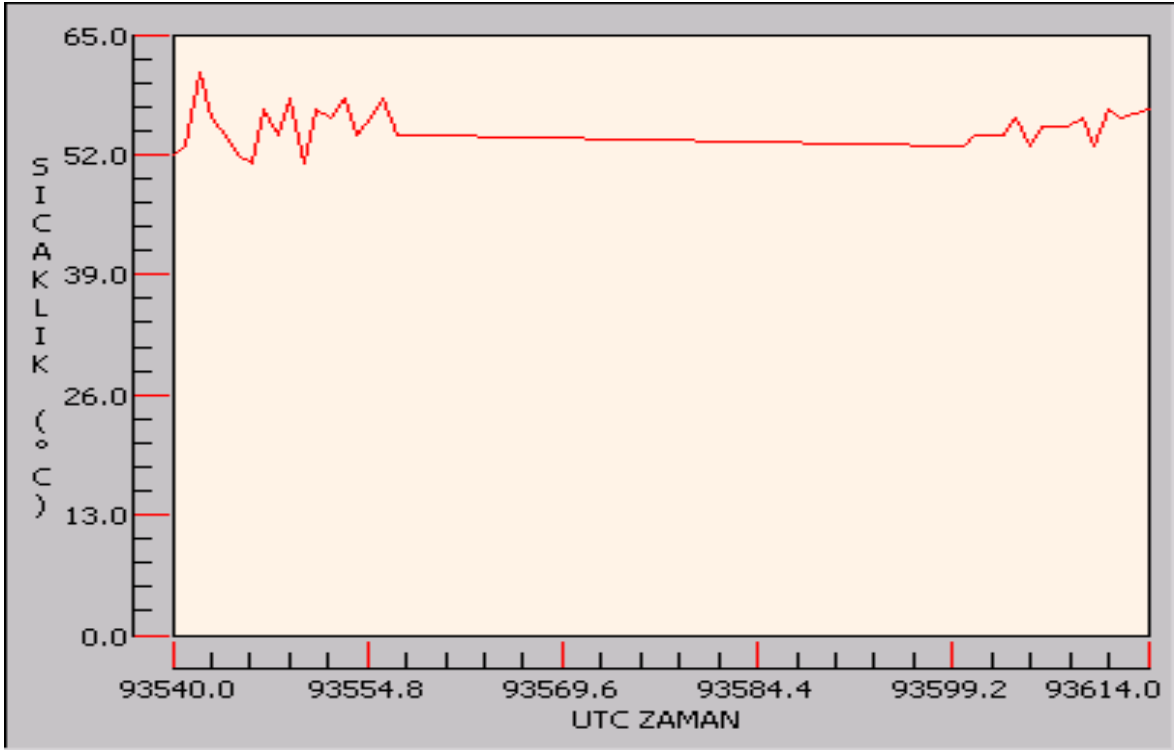
Tasarımda kullanılan diğer algılayıcılar için veri alma işlemleri yapılmıştır. Manyetik algılayıcısı ile alınan verilerin grafiksel gösterimi Şekil 4.6'da, sıcaklık algılayıcısı ile alınan verilerin grafiksel gösterimi Şekil 4.7'de, Isıl çift algılayıcısı alınan verilerin grafiksel gösterimi Şekil 4.8'de gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Sıcaklık Algılayıcısı ile veri alımı



Şekil 4.7. Manyetik algılayıcısı ile veri alımı



Şekil 4.8. Isıl çift algılayıcısı ile veri alımı

5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında, I2C, SPI, 1-Wire, UART iletişim protokollerine ve 0–5 V gerilim çıkışına sahip algılayıcılar incelenmiş, ve bu algılayıcılar için donanım/yazılım kütüphanesi tasarlanarak algılayıcı çıkış tipi standartlaştırılmıştır. İletişim arayüzüne sahip olmayan analog algılayıcılar için de tasarlanan kütüphane ile analog algılayıcılara iletişim arayüzü kazandırılmıştır.

CAN-bus ve LIN-bus gibi iletişim protokollerine sahip algılayıcılar, kütüphanenin modüler tasarımı sayesinde ileride sisteme kolayca entegre edilebilirler. Böylece tasarımı yapılan kütüphanenin zenginleştirilerek, veri toplama sistemlerinde kullanılma yaygınlığı artırılabilir.

Veri toplama sistemlerinde kullanılan çeşitli algılayıcıların çıkış tiplerini tasarımı yapılan kütüphane ile genelleştirilmiştir. Tasarımda kullanılan mikrodenetleyicinin düşük maliyetli olması sistemin gerçekleştirilmesini artırmaktadır. Kütüphane tasarımında farklı bir mikrodenetleyici seçimi ile tasarım için hız ve hata oranının azaltılması özellikleri eklenebilir.

Algılayıcılar için tasarımı yapılan kütüphaneye eklenebilecek diğer özellik de kütüphane ile veri toplama donanımı arası fiziksel bağlantıyı kaldırmak olabilir. Gömülü cihaz ile kütüphane arasına eklenebilecek şeffaf RF alıcı-verici modülleri ile kütüphane ve veri toplama donanımı yazılımında hiçbir değişiklik yapılmadan kablosuz akıllı algılayıcı ağları oluşturulabilir.

Kütüphane tasarımında farklı algılayıcılar seçilerek alınan verilerin doğrulukları artırılmaktadır. Tasarımda seçilen algılayıcılar yardımı ile kütüphanenin çalışılabilirliği test edilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılan veri toplama sistemi farklı uygulama alanlarında kullanılabilir. Örnek olarak tasarımda kullanılan algılayıcılar ile veri toplama sistemi uygulaması eğitim amaçlı deney seti olarak da kullanılabilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

[1] Meijuan Gao, Fan Zhang ve Jingwen Tian, “Design and Implementation of Wireless Sensor Network Data Collection Terminal Based on ARM9”, 2008 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, IEEE, Sayfa 587 – 590, 2008

[2] Dong Yibing ve Wang Lang, “Design of Embedded Cropland Data Acquisition and Processing System Based On Xscale and WinCE”, 2009 International Forum on Information Technology and Application, IEEE, Sayfa 700 – 703, 2009

[3] Jvfang Jin ve Baoqiang Wang, “Design of Automatic Meteorological Data Acquisition System Based on ARM and CAN Bus”, 2010 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, IEEE, Sayfa 989 – 992, 2010

[4] Recep NİŞANCI ve Tahsin YOMRALIOĞLU, “Köy Yol Haritalarının Üretilmesi İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve GPS Entegrasyonu”, Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım, Yerleşim Sorunları ve Çözümleri Sempozyumu, Sayfa 56-68, 2003

[5] Kayaç Gerginlik İzleme Yöntemi ile Deprem Tahmini Projesi Veri Toplama – izleme Sayfası, <http://deprem.cs.itu.edu.tr/>

[6] Guan Chao, Li Xiujun ve Gerard C.M. Meijer, “A System-Level Approach for the Design of Smart Sensor Interfaces”, Sensors, 2004. Proceedings of IEEE, IEEE, Sayfa 210 – 214, 2004

[7] Maksym Antonyuk, Mykhaylo Lobur ve Volodymyr Antonyuk, “Design Digital Data Acquisition and Processing Systems for Embedded System”, Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, 2007. MEMSTECH International Conference on , IEEE, Sayfa 54 – 60, 2007

[8] Ali Ziya Alkar ve Mehmet Atif Karaca, “An Internet-Based Interactive Embedded Data-Acquisition System for Real-Time Applications”, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL. 58, NO. 3, IEEE, Sayfa 522-529, Mart 2009

[9] Yanpeng Wang ve Mingming Fu, “A Portable USB Data Acquisition System”, 2010 WASE International Conference on Information Engineering, IEEE, Sayfa 168 - 172, 2010

[10] Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, John Park ve Steve Mackay, Elsevier, 2003

[11] National Instruments Data Acquisition Systems,
<http://www.ni.com/dataacquisition/>

[12] Şafak DURUKAN ODABAŞI ve A.Halim ZAIM, “Kablosuz Sensör Ağlar ve Güvenlik Problemleri”, Tez çalışması, İstanbul Üniversitesi, 2005

[13] DS600 Temperature Sensor, MAXIM IC,
<http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS600.pdf>

[14] Magnetic Sensor, Phidgets,
http://www.phidgets.com/products.php?product_id=1108

[15] KTY83-1 series Silicon temperature sensors, Philips,
http://www.nxp.com/documents/data_sheet/KTY83_SER.pdf

[16] Fatih Karaman, “WEB Tabanlı Otomasyon Sistemi Tasarımı ve Yapımı”, Sakarya Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2007

[17] F. Leens, “An Introduction to I2C and SPI Protocols,” IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, Sayfa 8-13, 2009.

[18] SPI, Wikipedia Sources

[19] I2C, Wikipedia Sources

[20] SMBUS Communication For Small Form Factor Device Families, SILICON LABS, <http://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/an141.pdf>

[21] Brain Kirk, “Using software protocols to mask CAN bus insecurities,” Electromagnetic Compatibility Of Software, IEE Colloquium on , IEEE, Sayfa 1 – 5, 1998

[22] CAN, Wikipedia Sources

[23] CAN Specification Version 2, Robert Bosch, http://www.gaw.ru/data/Interface/CAN_BUS.PDF

[24] LIN, Wikipedia Sources

[25] Stéphane REY, Introduction to LIN, http://rs-rey.pagesperso-orange.fr/electronic_ressources/Ressources/Networks/LIN/LIN_bus.pdf

[26] Wang Jingzhuo ve Gong Chenglong, "Research on 1-Wire Bus Temperature Monitoring System", The Eighth International Conference on Electronic Measurement and Instruments, ICEMI, Sayfa 722 - 726, 2007

[27] 1-Wire Devices and Protocol, MAXIM IC, <http://www.maxim-ic.com/products/1-wire/>

[28] Uğur Kazancıoğlu, "The Implementation of a Direct Digital Synthesis Based Function Generator Using SYSTEMC and VHDL", Middle East Technical University Master Thesis, 2007

[29] Advanced Instrumentation and Computer I/O Design: Real-Time Computer Interactive Engineering, Patrick H. Garrett, Wiley, 2000

[30] Maxim IC Application Notes 823, Two ICs Convert 4-20mA Signal to 0-5V Output, <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN823.pdf>

[31] PIC18F452 8-bit microcontroller, MICROCHIP, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>

[32] PIC18F452 Block Diagram, <http://www.best-microcontroller-projects.com>

[33] Mehmet Bilgehan Tosun, "Akıllı Kart ve Parmakizi Kullanan Geliştirilmiş Güvenlik Sistemi Tasarımı", Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2009

[34] SN75176 Differential Bus Transceiver, TI, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn75176a.pdf>

[35] 7805 Voltage Regulator, National Semiconductor, <http://www.national.com/ds/LM/LM340.pdf>

[36] Isıl çift, EMO,
http://www.emo.org.tr/ekler/c99dd0bbd9458bc_ek.pdf?tipi=34&turu=X&sube=0

[37] MAX6675 Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter, MAXIM IC, <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX6675.pdf>

[38] SHT71 Humidity Sensor, Sensirion,
http://www.sensirion.com/en/pdf/product_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT7x.pdf

[39] DS18B20, DALLAS Semiconductor,
<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf>

[40] Soner Çınar, “GPS İLE ARAÇ TAKİP ve YÖNLENDİRME SİSTEMİ”, Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2005

[41] Miroslav Lakotić ve Željka Mihajlović, “GPS Based Naval Navigation System on Pocket PC Platform”, Electrotechnical Conference, 2008. MELECON 2008. The 14th IEEE Mediterranean, IEEE, Sayfa 362 – 367, Eylül 2008

[42] NMEA 0183 Standardı, <http://www.nmea.org>

[43] HagTae Kim, Vista Felipe, MoonKyou Song ve KilTo Chong, “Development of the Protocol System for the Data Communication in the Ship”, 2010 SICE Annual Conference, SICE, Sayfa 2823 – 2826, Ağustos 2010

[44] LEA-5S GPS receiver, u-blox,
<http://www.u-blox.com/en/download/documents-a-resources/u-blox-5-gps-modules-resources.html>

[45] u – blox 5 series Protocol Specifications, u-blox,
<http://www.u-blox.com/en/download/documents-a-resources/u-blox-5-gps-modules-resources.html>

[46] LM2576 3A Switching Voltage Regulator, National Semiconductor,
<http://www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Salih DEMİR

Doğum Yeri : Isparta

Doğum Yılı : 1983

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1997 – 2000 Isparta Gazi Lisesi

Lisans : 2000 – 2007 Hacettepe Üniversitesi

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

2007 - : RENKO Limited Şirketi

O.D.T.Ü. Teknokent, ANKARA

AR-GE Mühendisi

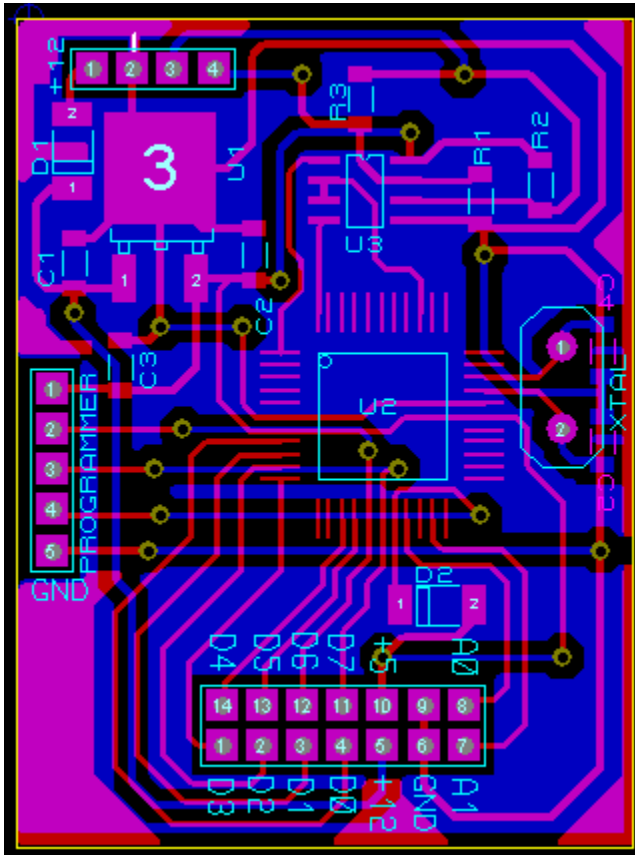
EKLER DİZİNİ

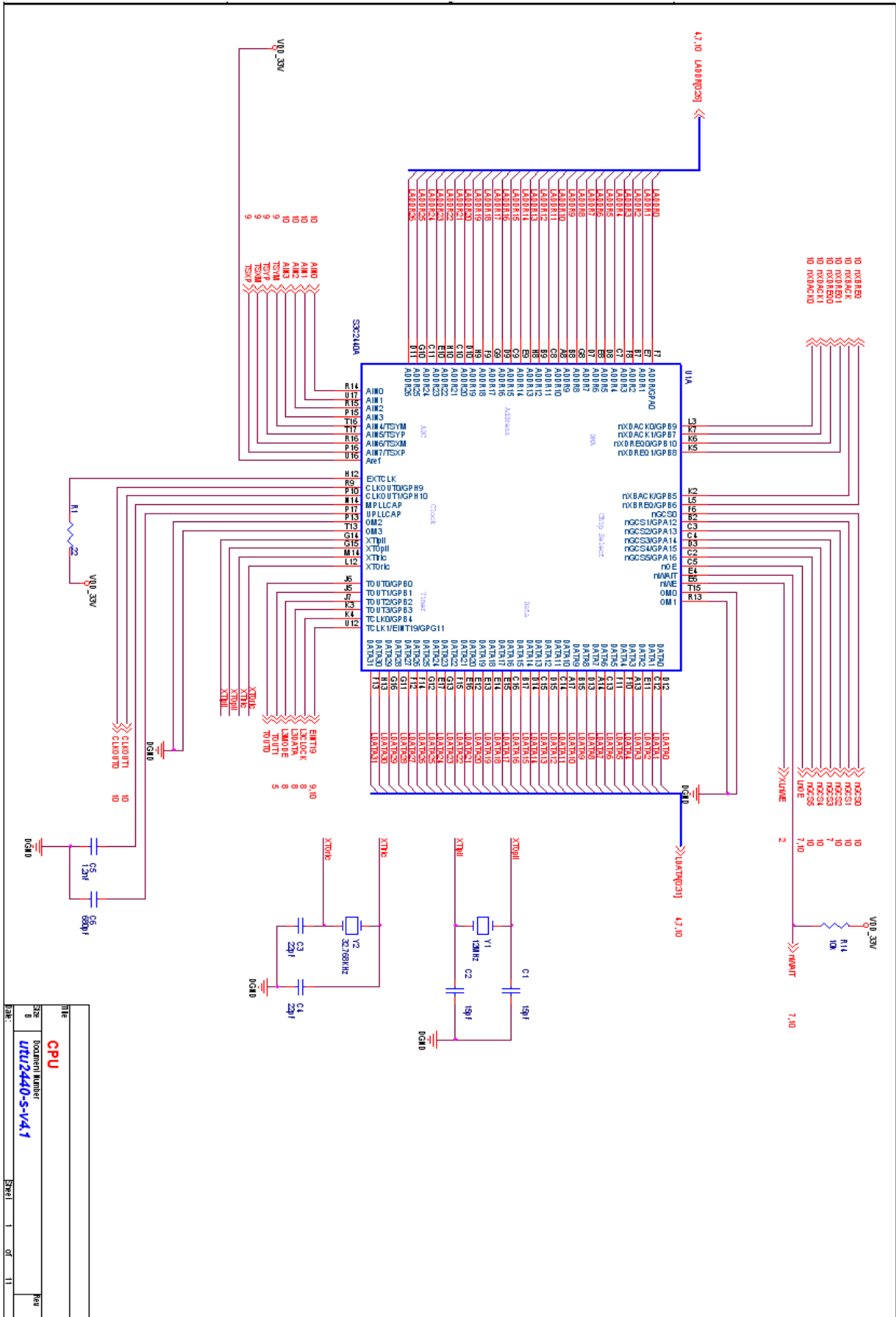
EK 1. Algılayıcılar için donanım / yazılım kütüphanesinin baskı devre çizimi

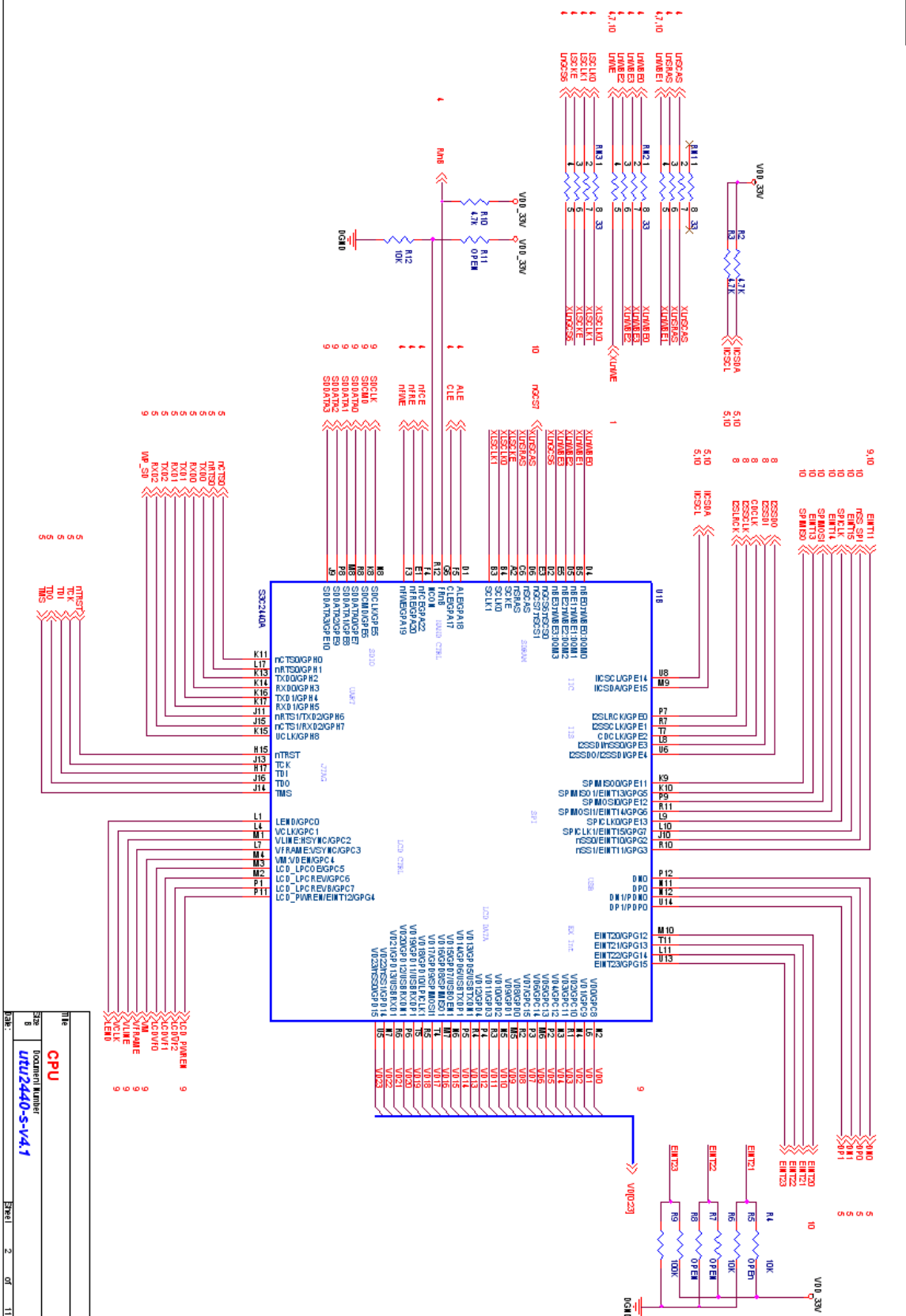
EK 2. ARM-9 tabanlı gömülü cihazın şematik çizimi

EK 3. Gömülü cihazın kütüphane ile iletişim için gereken donanımsal tasarımın baskı devre çizimi

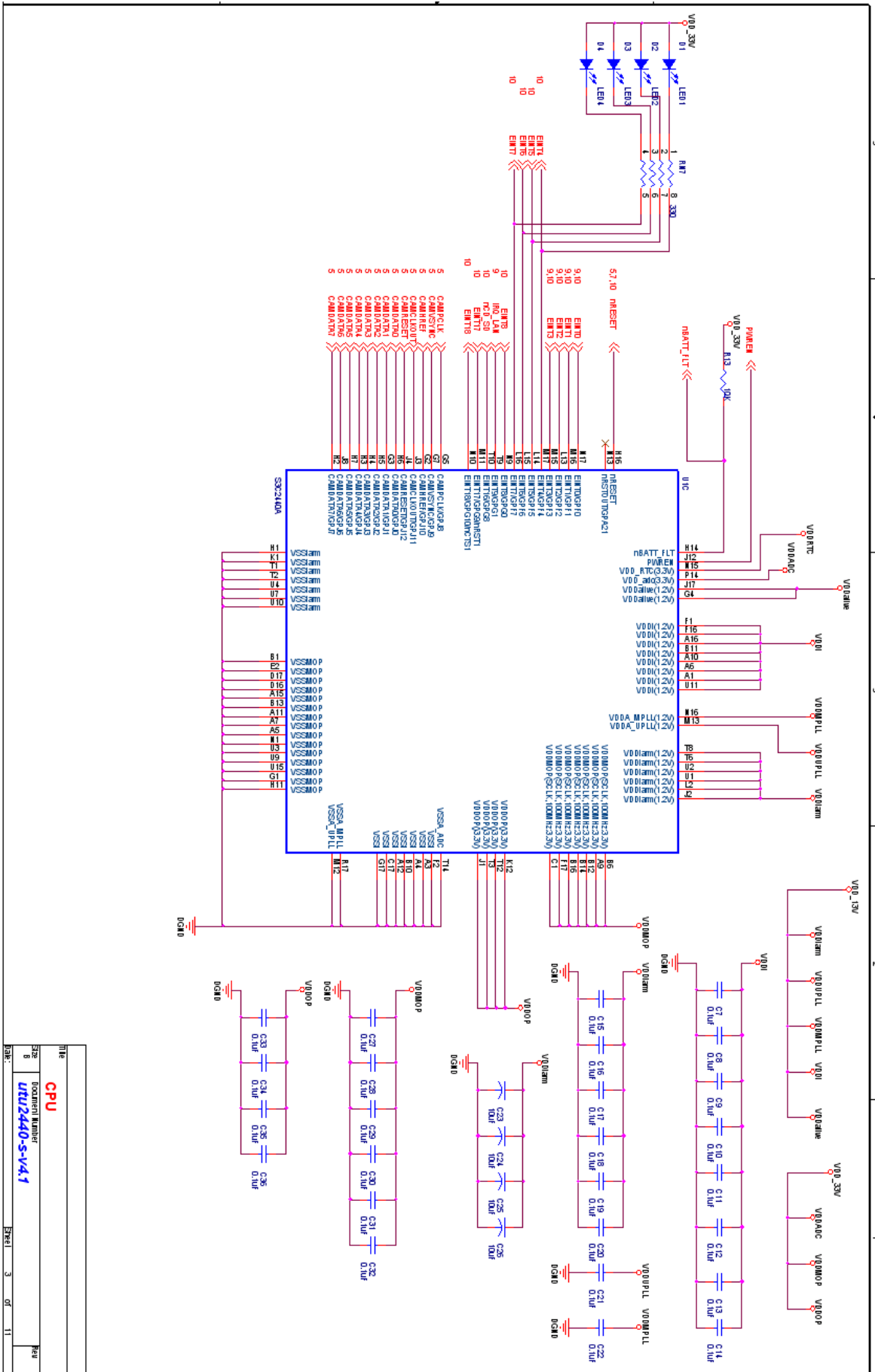
EK - 1



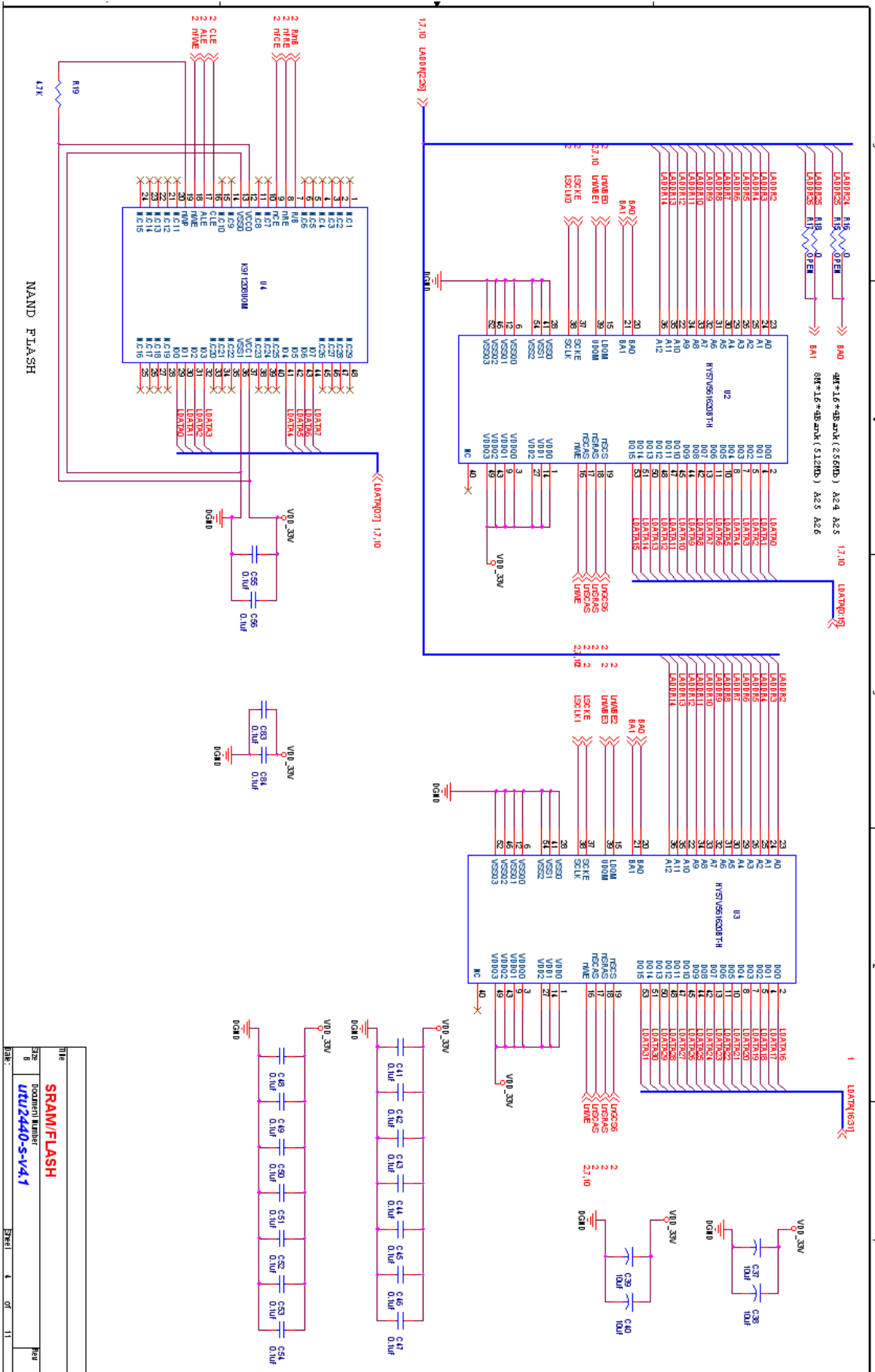




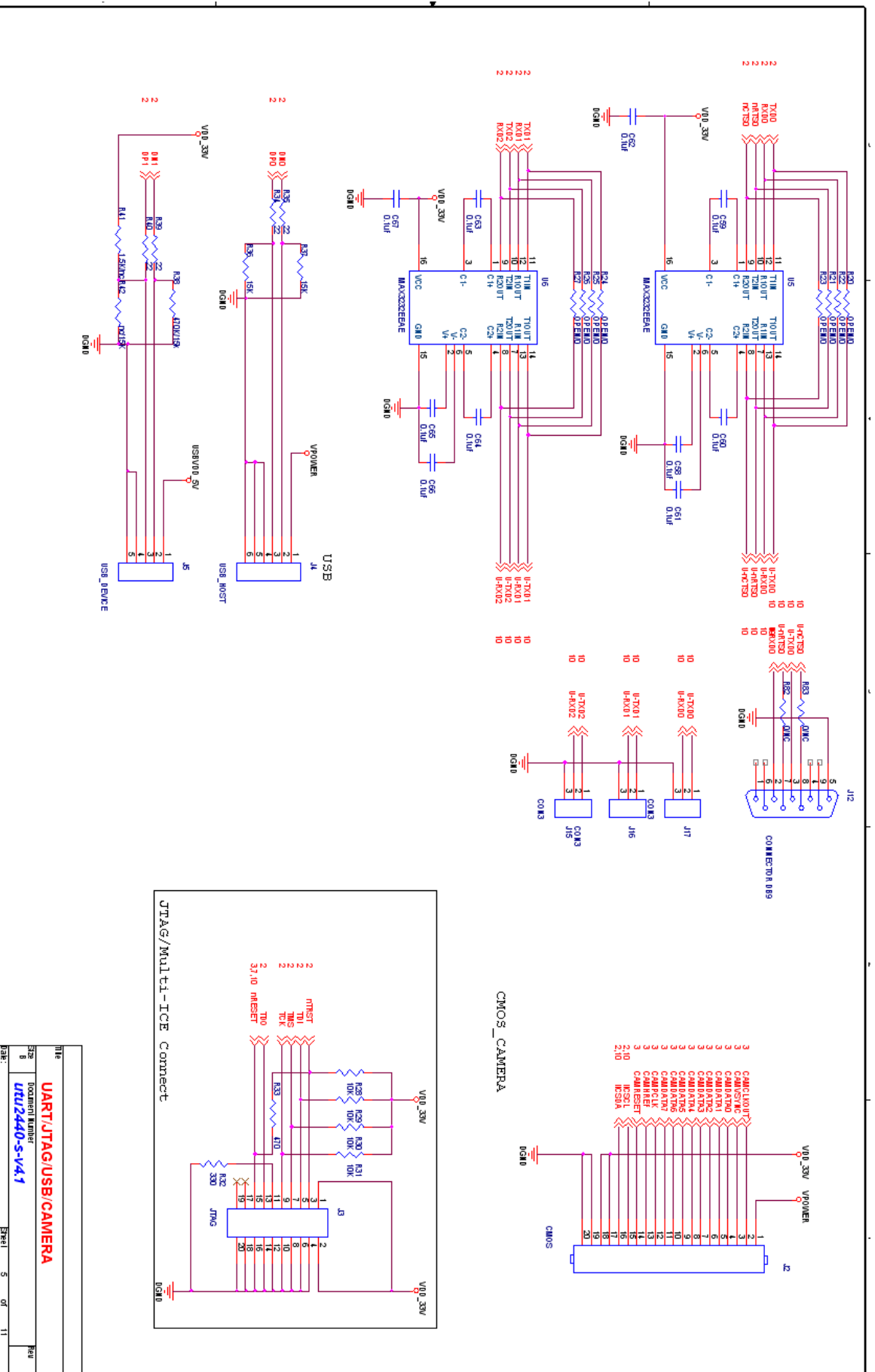
ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT
1	CPU	1	PCU
2	DOCUMENT NUMBER		
3	DATE		
4	REV		
5	PCU		
6	REV		
7	DATE		
8	REV		
9	PCU		
10	REV		
11	DATE		
12	REV		
13	PCU		
14	REV		
15	DATE		
16	REV		
17	PCU		
18	REV		
19	DATE		
20	REV		



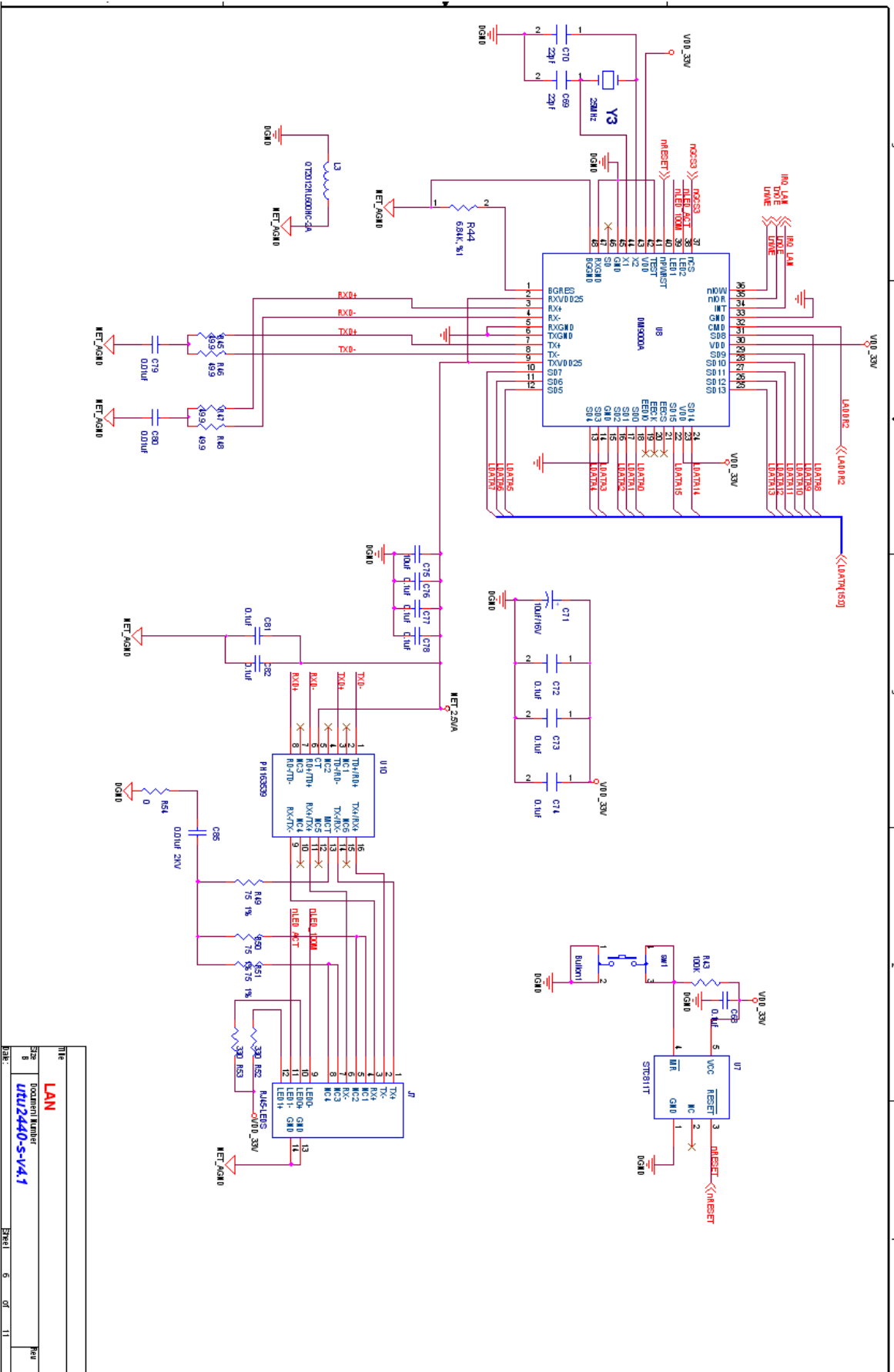
FILE	CPU
REV	1
DOCUMENT NUMBER	UTU2440-S-V4.1
DATE	2011.03.11



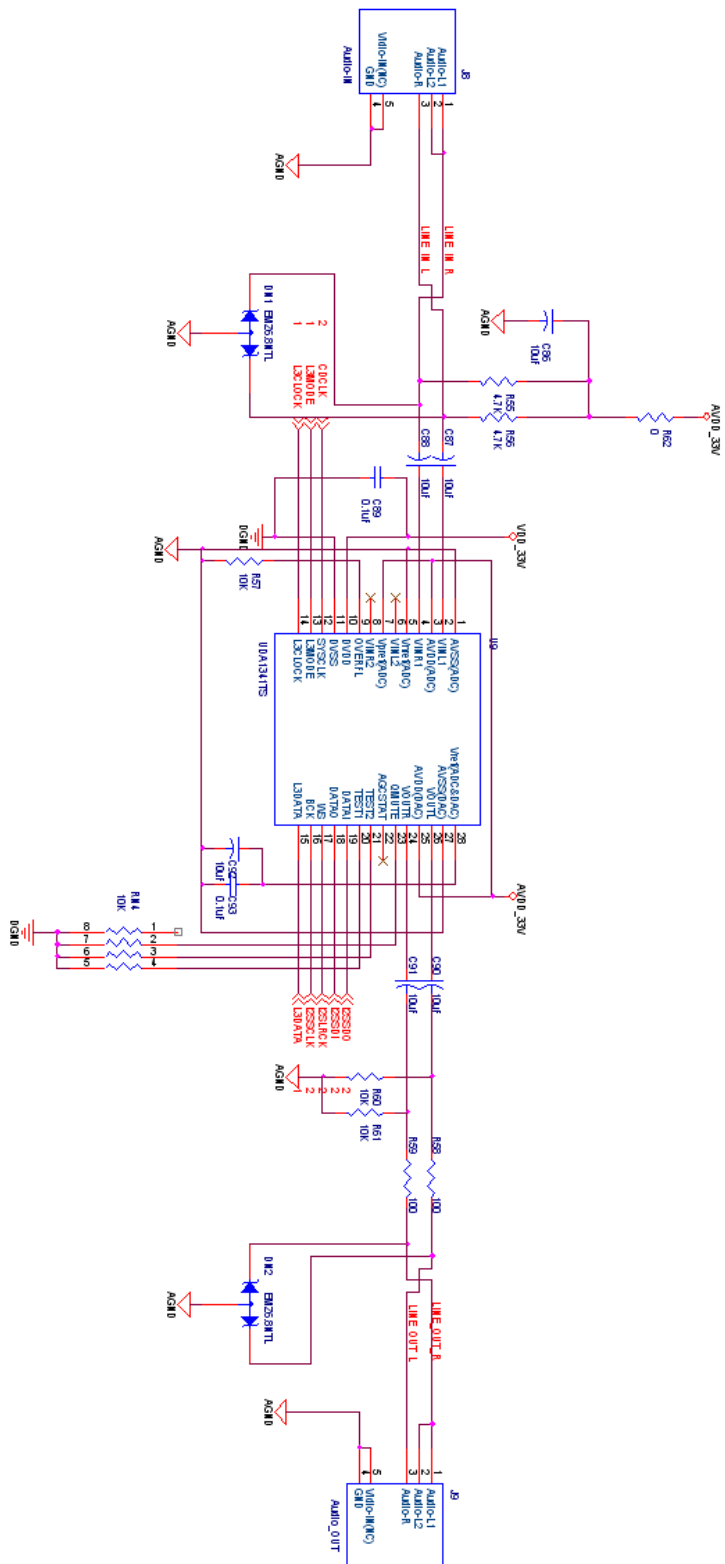
REV	DATE	BY	CHKD	APPD	DESCRIPTION
1					SRAM/FLASH
2					DOCUMENT NUMBER
3					UTU2440-S-V4.1
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					



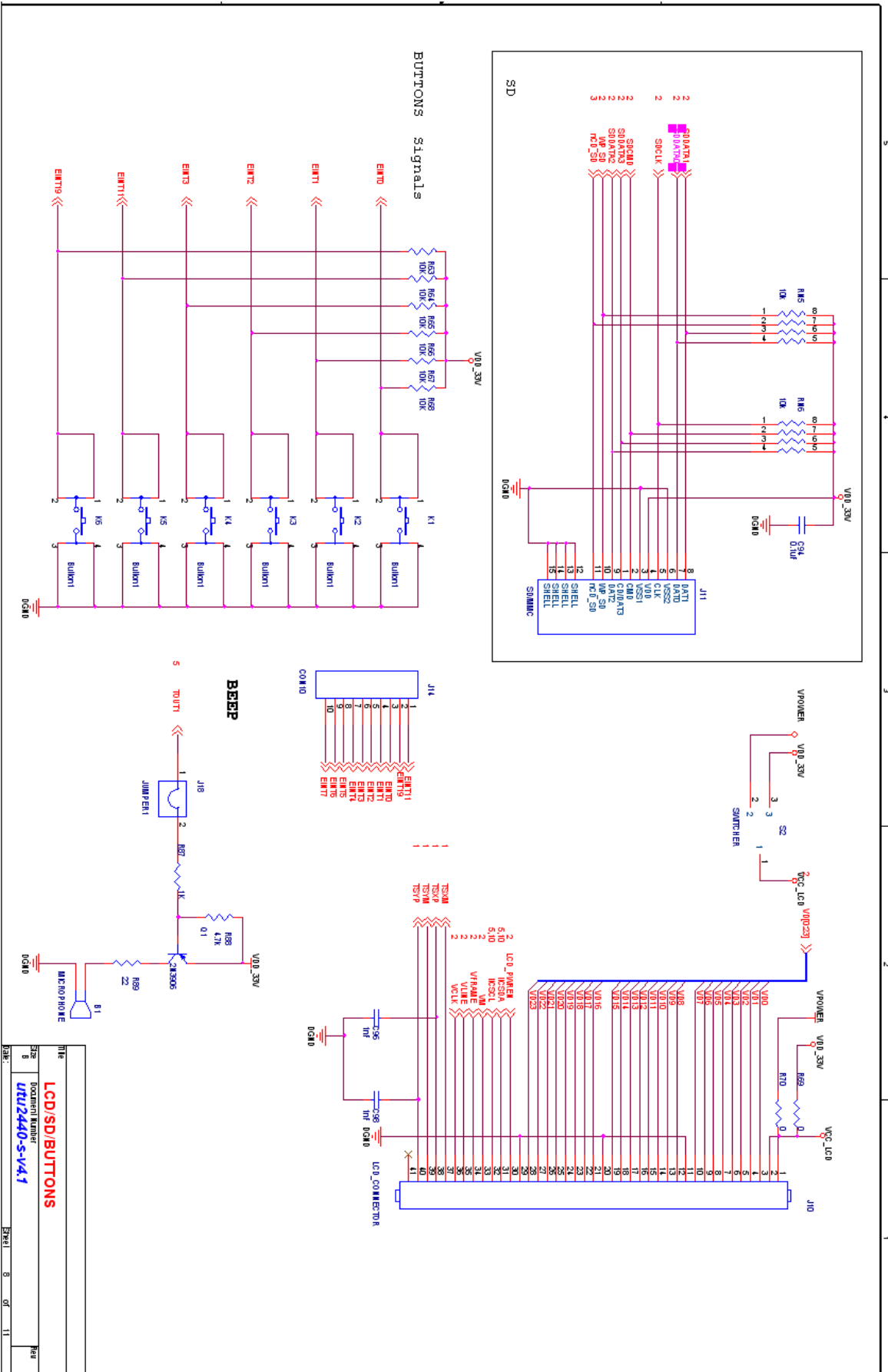
Title	
UART/JTAG/USB/CAMERA	
REV	Rev
5	5
Sheet	of 11



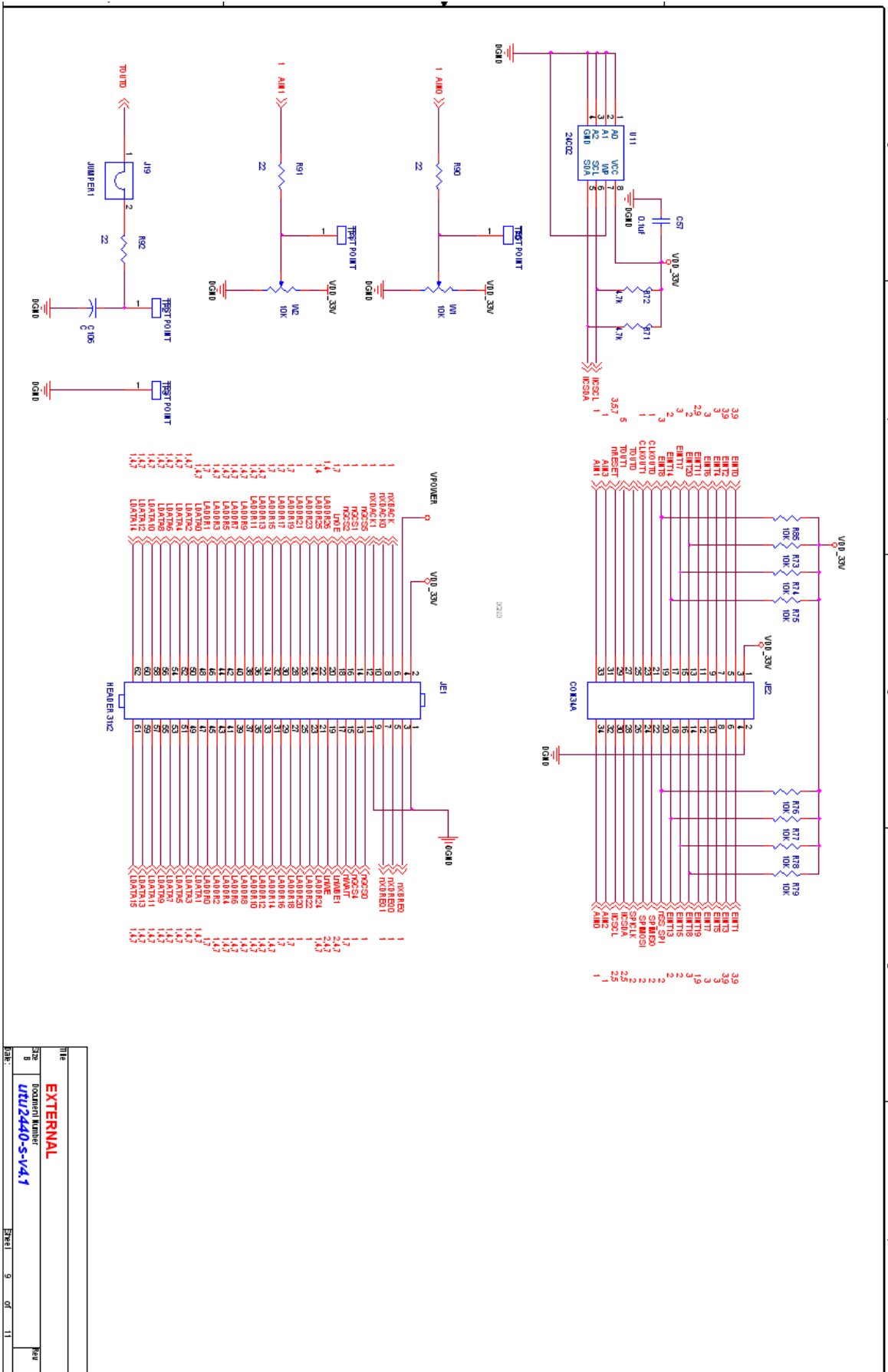
Title		LAN	
Size	B	Document Number	URU2440-S-V4.1
DATE	2011.06.11	Sheet	6 of 11
Rev		Rev	



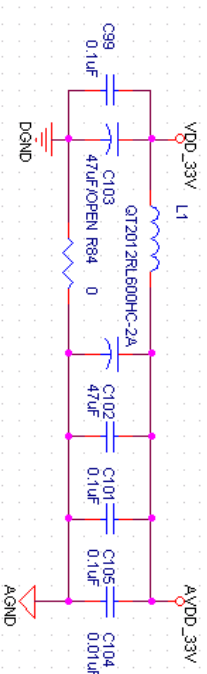
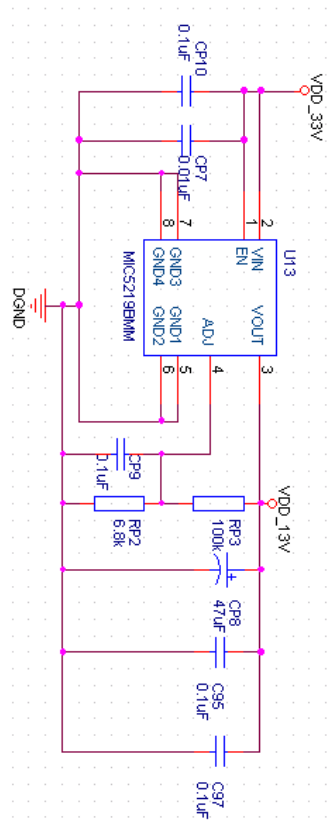
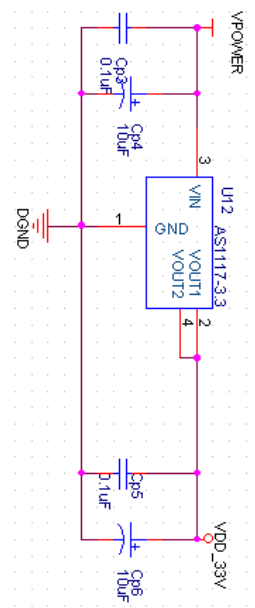
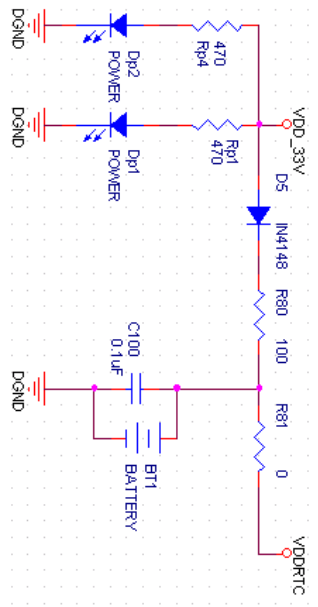
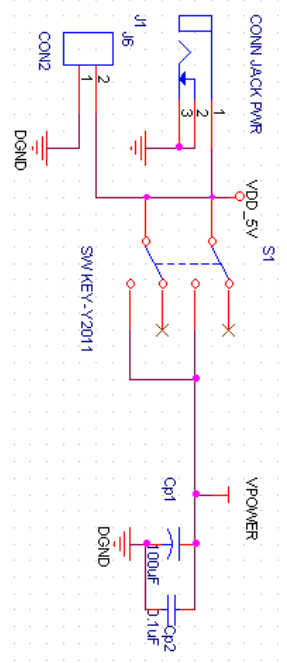
Title		AUDIO	
Doc. No.		UTR2440-S-V4.1	
Rev.		Rev	
Sheet		7 of 11	



TITLE	REV
LCD/SD/BUTTONS	
Doc:cm1 Rev:cm1	
URN:2440-S-V4.1	
DATE: 08/01/2011	



TITLE	REV	DATE	BY
EXTERNAL	1		
DESCRIPTION	8		
0002440-S-V4.1			
		2008	9
			11



Title		POWER
Size	Document Number	utu2440-s-v4.1
A		
Date:	Sheet	10 of 11
	Rev	

EK - 3

