



**T.C.**

**KARABÜK ÜNİVERSİTESİ**

**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**Kaan KARAPINAR 2011010226050**

**Eyüp Furkan KAYA 2011010226057**

**GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN SERİ HABERLEŞMESİ**

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. Bektaş ÇOLAK**

**KARABÜK-2016**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	ii
KABUL VE ONAY.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	viii
BÖLÜM 1 .....	1
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tarihçe.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2
BÖLÜM 2 .....	4
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Gömülü Sistemler.....	4
2.2. Mikrodenetleyiciler.....	5
2.3. PIC Mikrodenetleyiciler.....	6
2.3.1. PIC 16F628a ve Genel Özellikleri.....	7
2.4. Arduino Mikrodenetleyiciler.....	9
2.4.1. Arduino Uno ve Genel Özellikleri.....	10
2.5. RS 232 Çevirici Kartı ve Genel Özellikleri.....	13
2.6. ARM Mikrodenetleyicileri.....	14
2.6.1. ARM Mikrodenetleyicileri ve Genel Özellikleri.....	14
2.7. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemleri.....	16
2.7.1. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemlerinin Kıyaslanması.....	16
BÖLÜM 3 .....	17
3. GELİŞTİRME ARAÇLARI.....	17

3.1. MPLAB PIC 16F628a Derleyicisi.....	17
3.2. JDM Seri PIC Programlayıcısı.....	18
3.3. Arduino Programlayıcısı.....	18
3.4. ARM Programlayıcısı.....	19
BÖLÜM 4.....	20
4. SERİ HABERLEŞME.....	20
4.1. Seri Haberleşme Nedir ?.....	20
4.2. Seri Haberleşmenin Önemi.....	21
4.3. Aduino İle Seri Haberleşme.....	21
4.4. PIC İle Seri Haberleşme.....	23
4.5. RS 232 İle Seri Haberleşme.....	29
4.6. ARM İle Seri Haberleşme.....	33
BÖLÜM 5.....	35
5. GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN HABERLEŞMESİ.....	35
5.1. Arduino İle PIC Seri Haberleşmesi.....	35
5.2. Arduino İle RS 232 Seri Haberleşmesi.....	36
BÖLÜM 6.....	37
6. SONUÇLAR.....	37
6.1. Yapılan Çalışmalar.....	38
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	44

## KABUL VE ONAY

Eyüp Furkan KAYA, Kaan KARAPINAR tarafından hazırlanan " GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN SERİ HABERLEŞMESİ " başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

25/07/2016

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Bektaş ÇOLAK 7.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir. 25/07/2016

### Tez Jürisi

Başkan: Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

Üye : Yrd.Doç. Dr. Bektaş ÇOLAK 7.

Üye : Ara. Gör. Ramazan ÖZMEN

KBÜ Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır. 25/07/2016

Yrd.Doç.Dr.İbrahim ÇAYIROĞLU

Mekatronik Müh. Bölüm Bşk.



## **ÖNSÖZ**

Bu tez çalışmamızda bizi yönlendiren ve bize yardımcı olan değerli hocamız Yrd. Doç. Dr. Bektaş ÇOLAK'a teşekkür eder, saygılarımızı sunarız.

KARABÜK-2016

Kaan KARAPINAR

Eyüp Furkan KAYA

## ÖZET

### GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN SERİ HABERLEŞMESİ

Bu çalışmada gerçek zamanlı ve gömülü sistemler üzerine çalışan işletim sistemleri ve bu işletim sistemlerini kullanan gömülü yazılımların yazılımsal özellikleri ve gereksinimleri incelenmiştir. Bu doğrultuda uygulama ihtiyaçlarına yönelik şekillenebilen, taşınabilir, gerçek zamanlı ve gömülü sistemlerin seri haberleşmesi incelenmiştir.

Gömülü sistem, bilgisayarın kendisini kontrol eden cihaz tarafından içeren özel amaçlı bir sistemdir. Genel maksatlı, örneğin kişisel bilgisayar gibi bir bilgisayardan farklı olarak, gömülü bir sistem kendisi için önceden özel olarak tanımlanmış görevleri yerine getirir. Sistem belirli bir amaca yönelik olduğu için tasarım mühendisleri ürünün boyutunu ve maliyetini azaltarak sistemi uygunlaştırabilirler. Gömülü sistemler genellikle büyük miktarlarda üretildiği için maliyetin düşürülmesinden elde edilecek kazanç, milyonlarca ürünün katları olarak elde edilebilir.

Gömülü bir sistemin çekirdeğini, belirli bir sayıda görevi yerine getirmek için programlanan mikroişlemciler ya da mikro denetleyiciler oluşturur. Kullanıcıların üzerinde istediği yazılımları çalıştırabildiği genel maksatlı bilgisayarlardan farklı olarak, gömülü sistemlerdeki yazılımlar yarı kalıcıdır ve firmware ismiyle anılırlar.

**Anahtar Kelimeler:** Gömülü Sistemler, Seri Haberleşme, Arduino, PIC, RS232

Karabük Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Mekatronik Mühendisliği

Yrd. Doç. Dr. Bektaş ÇOLAK

KARABÜK 2016

Kaan KARAPINAR

Eyüp Furkan KAYA

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Açıklama	Sayfa
Şekil 1.1.	Apollo Rehber Bilgisayarı(İlk Gömülü Sistem)	1
Şekil 2.1.	Örnek Bir Gömülü Sistem	4
Şekil 2.2.	Siemens Firmasına Ait Mikrodenetleyici	5
Şekil 2.3.1.	PIC16F62X Bacaklarına Ait Bilgiler	7
Şekil 2.4.1.	Arduino Çeşitleri	10
Şekil 2.4.2.	Arduino Uno ve İçindeki Materyaller	11
Şekil 2.5.	RS232 Pinleri	14
Şekil 2.6.1.	ARM Mikrodenetleyicisinin Genel Görünümü	15
Şekil 4.4.	Asenkron Veri Bloğu	24
Şekil 4.5.	TX Bloğu	26
Şekil 4.6.	RX Bloğu	28
Şekil 5.2.	Arduino ve RS232 Kartının Bağlantı Şeması	36

## KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
I/O	Giriş/Çıkış
MCU	Mikrodenetleyici
MİB	Mikroişlemci birimi
LCD	Sıvı kristal ekran
PIC	Program kesme sayacı
EPROM	Silinebilir ve programlanabilir hafıza
TX / RX	Yazma/Okuma
DTE	Veri terminal ekipmanı
DCE	Veri haberleşme ekipmanı
ARM	Acorn RISC machine
GND	Topraklama
VCC	Güç kaynağı



# BÖLÜM 1

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Tarihçe

Kayda değer ilk gömülü sistem MIT Instrumentation Laboratory 'da Charles Stark Draper tarafından geliştirilen Apollo Guidance Computer olmuştur. Aya yapılan yolculuklarda iki tane kullanıldı ve komuta modülü ve LEM' in eylemsiz rehber sistemlerini çalıştırıyordu.



Şekil 2.1. Apollo Rehber Bilgisayarı (İlk Gömülü Sistem)

Projenin başlangıcında Apollo rehber bilgisayarı Apollo projesinin en riskli parçası olarak kabul ediliyordu. O zamanki tek parça entegre devrelerin kullanılması boyut ve ağırlığı azaltıyor ama riski artırıyordu.

İlk kitlesel gömülü sistem üretimi 1961 yılında Minuteman füzesi için yapılan Autonetics D-17 rehber bilgisayarı oldu. Ayrık transistor lojiğinden yapıldı ve ana bellek için bir hard diski vardı. 1966 yılında Minuteman II üretime girdiğinde, D-17 ilk defa yüksek hacimli entegre devrelerin kullanıldığı yeni bir bilgisayara yerini bıraktı. Bu program dörtlü nand kapılı IC' lerin birim fiyatını 1000\$' dan 3\$' a çekti ve ticari kullanımlarının yolunu açtı.

Minuteman bilgisayarının önemli tasarım özellikleri, füzenin hedefi daha hassas bulabilmesi için rehber algoritmasının yeniden programlanabilir olması ve bilgisayarın kablo ve konnektörden tasarruf sağlayarak füzeyi test edebilmesiydi.

Maliyetin dikkate alınmadığı 1960' lardaki bu ilk uygulamalardan itibaren gömülü sistemlerin fiyatları düşmeye başladı. Bunlarla birlikte işlem gücü ve fonksiyonellikte de yükseliş oldu.

İlk mikro işlemci hesap makineleri ve diğer ufak sistemlerde kullanılan intel 4004 oldu. Çalışabilmesi için harici bellek yongaları ve harici destek lojiklerine ihtiyaç duyuyordu. Intel 8080 gibi daha güçlü mikroişlemciler askeri projelerde geliştirildi ama diğer kullanıcılara da satıldı.

1970' lerin sonunda 8-bit mikroişlemciler standart olmakla birlikte çözümleme ve giriş/çıkış işlemleri için genellikle harici bellek yongaları ve lojiklere ihtiyaç duyuyorlardı. Öte taraftan, fiyatlar hızla düşüyor ve uygulamalar küçük gömülü sistemleri lojik tasarımların içine sokuyordu. Görünebilir uygulamaların bir kısmı pahalı aygıtlardı.

1980' lerin ortalarında harici olarak kullanılan sistem parçaları, işlemci ile beraber aynı yonganın içine girmeye başladı. Bunun sonucu olarak boyutta ve gömülü sistemlerin maliyetinde çok büyük düşüşler oldu. Bu tip entegre devrelere mikroişlemci yerine mikrokontrolör dendi ve gömülü sistemlerin yaygın bir şekilde kullanımını mümkün oldu.

Mikrokontrolör maliyeti bir mühendisin 1 saatlik maaşının altına indi ve bu gömülü sistemlerin sayısını ve gömülü sistemlerde kullanılmak üzere farklı firmalar tarafından üretilen parçaların sayısının patlamasına neden oldu. Örneğin, pek çok yeni özelliğe sahip IC' ler, geleneksel paralel programlama arayüzleri yerine mikrokontrolörlere daha az sayıda ara bağlantı sağlayan seri programlama arayüzleri ile beraber gelmeye başladı. I2C ' nin çıkış zamanı da bu döneme rastlamaktadır. Mikrokontrolörler 1\$' ın altına düştüğünde, voltmetre ve değişken kapasitör gibi pahalı analog elemanların yerlerini küçük bir mikrokontrolör ile kontrol edilen dijital elektronik elemanlara bırakması mümkün oldu.

80'lerin sonundan itibaren, tüm elektronik cihazlar için gömülü sistemler bir istisna değil bir standart haline geldi ve bu eğilim halen devam etmektedir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Gömülü sistemler herhangi bir sistemin içinde yer alan ve o sisteme akıllılık özelliği katan elektronik donanım ve yazılımdan oluşan bütünü ifade etmektedir. Sözü edilen yazılımlar, bilgisayarlarımızdaki genel amaçlı yazılımlardan farklı olarak, kullanıcıyla doğrudan değil dolaylı etkileşimde bulunan ve genellikle tek bir görevi yerine getiren yazılımlardır. Bu görev daha çok mekanik bir eylemi ifade etmekle birlikte, mekanik olmayan unsurları da içerebilir. Her gömülü sistemde bir işlemci, bir bellek ve diğer yardımcı birimler bulunur. İşlemcisi olan her birim için de bir işletim sisteminden bahsetmek gerekmektedir. Dünyada üretilen mikroişlemcilerin yaklaşık %98'inin gömülü sistemlerde kullanıldığı, gömülü sistem gereksiniminde her yıl 200 milyon artış yaşandığı ileri sürülmektedir. Artışın bu hızla devam etmesi halinde yılda 5-6 milyar adet mertebesinde olan ihtiyacın 10 yıl içerisinde 10 milyar adet mertebelerine ulaşacağı öngörülmektedir. Ortalama 10 \$ üzerinden hesaplandığında yalnızca donanım maliyeti 50-60 milyar \$'lık bir büyüklüğü ifade etmektedir. Çoğu programcı, bir sonsuz döngü içerisinde ana uygulamayı çalıştıran ve kritik uygulamalar için kesme kullanan geleneksel yöntemlerle programlamaya alışkıdır. Bu tür sistemler ön plan-arka plan sistemler

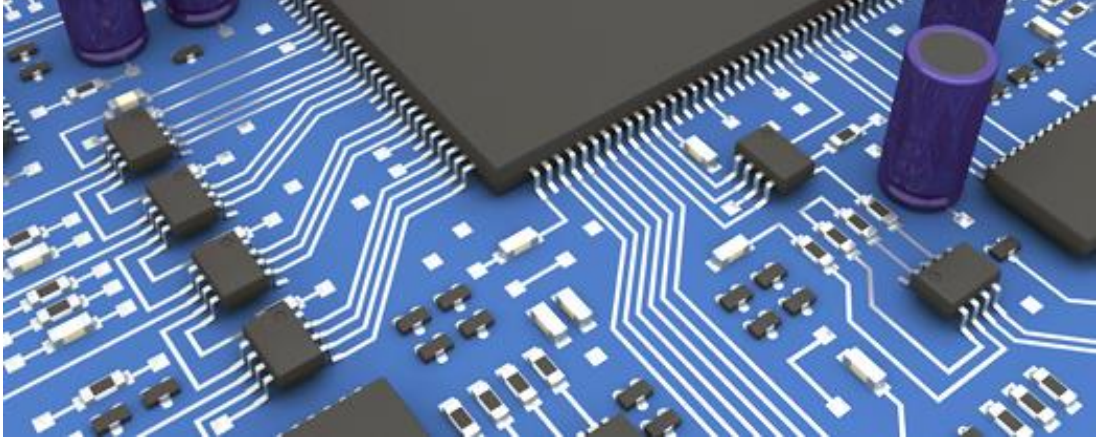
olarak da isimlendirilir. Zira kesmeler her şeyden daha öncelikli çalışmaları için ön planda yer alır. Ana döngü ise arka planda kesmeler aktif değilse çalışmasına devam eder. Ancak uygulama büyüklükleri ve karmaşıklık arttıkça bu sistemlerin planlanması, yönetimi ve bakımı oldukça zor hale gelmeye başlar. İşte bu aşamada çoklu görev yürütebilen bir işletim sistemi önem kazanmaktadır. İşletim sistemi sayesinde işlemci gücü sadece bir görev için kullanılmayacak, farklı zamanlarda farklı görevlere odaklanabilecektir. Böylece geleneksel sistemlerde olduğu gibi bekleme gerektiren bir durumda işlemci gücü atıl kalmayacak, bu esnada bir görev bekletilirken diğer bir görev çalıştırılacaktır.

## BÖLÜM 2

### 2. GENEL BİLGİLER

#### 2.1. Gömülü Sistemler

Herhangi bir sistem içerisinde yer alarak, o sistemi akıllı hale getiren elektronik donanım ve yazılım ile oluşmuş entegre sisteme gömülü sistem denir. Bu yazılımların bilgisayarlarımızdaki yazılımlardan en büyük farkı tek bir görevi yerine getirmesi ve kullanıcıyla dolaylı olarak etkileşimde bulunmasıdır. Günlük yaşantımızda kullandığımız eşyalarımızın hemen hemen hepsinde bu sistemi görmek mümkündür. Kişisel bilgisayar, yazıcı, tarayıcı (scanner), hesap makinesi, cep telefonu, televizyon fotoğraf makinesi, bulaşık makinesi, elektronik oyuncaklar vb. örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.1. Örnek Bir Gömülü Sistem

Bu eşyalardaki işlevselliği inceleyecek olursak örneğin tarayıcı, tek bir işlevsel fonksiyona sahiptir. Bir belgeyi tarayıcı sayesinde elektronik ortama taşırsınız. Yani gömülü sistemler belirli bir fonksiyonu yerine getirmek için tasarlanmış yazılım ve donanım kombinasyonudur şeklinde de tanımlanabilir.

Gömülü sistemler, genellikle daha büyük bir sistemin içinde “gömülü” olarak çalışırlar. Örneğin bir çamaşır makinesinde veya buzdolabında birçok mekanik bölüm olmasıyla birlikte, bütün bunları kontrol eden bir veya birden fazla mikrodenetleyici tabanlı sistem bulunur. Bu sistemler kullandığımız cihazların “akıllı olmasını” sağlayan, beyin vazifesi gören birimlerdir. Örneğin: buzdolabının kapağını açtığımızda ışığın yanması bu beyin vazifesi gören birim sayesinde olan bir işlemdir.

## 2.2. Mikrodenetleyiciler

Çok geniş bir başlık olmasına karşın konuyla ilişki olduğunu düşünerek kısaca bir tanım yapmamız gerekirse, mikroişlemci: Ana işlem biriminin (CPU) fonksiyonlarını tek bir yarı iletken tümleşik devrede (IC) birleştiren programlanabilir bir sayısal elektronik bileşendir.

Mikrodenetleyici ise bir silikon yonga (chip) üzerinde birleştirilmiş bir mikroişlemci (microprosesor), bellek ( memory), sayısal (lojik) giriş ve çıkışlar (I/O) ve gereken diğer çevre birimlerini (zamanlayıcılar, sayaçlar, kesiciler, analogtan sayısala çeviriciler) bulunduran mikro bilgisayarlardır.

Bir mikrodenetleyici (MCU ve  $\mu$ C olarak da adlandırılır), bir mikroişlemcinin, MİB, hafıza ve giriş - çıkışlar, kristal osilatör, zamanlayıcılar (timers), seri ve analog giriş çıkışlar, programlanabilir hafıza (NOR Flash, OTP ROM) gibi bileşenlerle tek bir tümleşik devre üzerinde üretilmiş halidir.

Kısıtlı miktarda olmakla birlikte, yeterince hafıza birimlerine ve giriş – çıkış uçlarına sahip olmaları sayesinde tek başlarına çalışabildikleri gibi, donanımı oluşturan diğer elektronik devrelerle irtibat kurabilir, uygulamanın gerektirdiği fonksiyonları gerçekleştirebilirler. Üzerlerinde analog-dijital çevirici gibi tümleşik devreler barındırmaları sayesinde algılayıcılardan her türlü verinin toplanması ve işlenmesinde kullanılabilmektedirler. Ufak ve düşük maliyetli olmaları gömülü uygulamalarda tercih edilmelerini sağlamaktadır.



Şekil 2.2. Siemens Firmasına Ait Mikrodenetleyici

Ayrıca mikrodenetleyiciler sıradan mikroişlemcilerle nazaran aşağıda listelenen 4 temel avantajları sayesinde elektronik sanayinde günümüzde oldukça büyük bir uygulama alanına sahiptirler:

- oldukça küçük boyutludurlar,
- çok düşük güç tüketimine sahiptirler,
- düşük maliyetlidirler,
- yüksek performansa sahiptirler.

Örneğin en basit elektronik saatlerden otomatik çamaşır makinelerine, robotlardan fotoğraf makinelerine, LCD monitörlerden biyomedikal cihazlara ve endüstriyel otomasyondan elektronik bilet uygulamalarına kadar pek çok elektronik uygulamada mikrodenetleyiciler kullanım alanı bulmuşlardır.

### 2.3. PIC Mikrodenetleyiciler

En popüler mikrodenetleyicilerinden olan PIC, orjinal kısaltması Peripheral Interface Controller olan PIC terimi, zaman içinde, Programmable Interface Controller deyimine, daha sonra ise Programmable Intelligent Computer'a dönüştü.

PIC denetleyiciler, dahili EPROM bellekleri, programlanabilir I/O kanalları, seri iletişim modülleri ve 12, 14, 16 bitten oluşan kelime birimi ile 256 kelimeden 64 kilo kelimeye varan program hafızaları ile PIC Mikro Ailesini oluşturur.

1987 yılında EPROM bellek yapılarıyla üretilen PIC mikrolara, 1989'da ek özellikler eklenerek ve EEPROM belleği ile piyasaya 16C5X sunuldu. PIC12XXX Ailesi ise bu çiplerin 8 bacaklı benzerleriydi.

1992 yılında PIC16CXXX piyasaya sunuldu. Özellikleri : Gelişmiş kesme işlemi, 10 bit Analod Dijital Çeviriciler, 16 bit sayıcılar gibi çevre ilbirimlerine sahiptir.

**KESME İŞLEMİ :** İşlem süreci devam ederken bir başka işlem başladığında devam ettiği işlemi bir yerde bırakıp yeni işleme koyuluyor. Kesmeler : RB0/INT harici kesmesi, Zamanlayıcı 0 taşması, Zamanlayıcı 1 taşması, Zamanlayıcı 2 eşleşmesi, RB <4:7> durum değişikliği kesmesi, CCP modülü kesmesi, Karşılaştırmacı kesmesi, Veri EEPROM kesmesi, USART alıcı kesmesi USART gönderici kesmesi

1996 yılında gerçek 16 bit çekirdeğe sahip MCU ( Mikro Controller Unit) PIC17CXXX piyasaya sunuldu. Özellikleri : 16 bit işlem kodu (Opcode), 16 seviyeli çağrı yığını (Call Stack) yapısı, geliştirilmiş programlama kapasitesine sahiptir.

2000 yılında PIC18 mimarisi, PIC17 serisinden daha fazla popüler oldu. Özellikleri : Değiştirilen çağrı yığını yapısı, 31 seviyeye çıkarılan ve yazıp okunulabilen çağrı

yığını, indekslenmiş adres modu (PlusW), 12 bite genişletilen FSR yazmaçları yani RAM'a dayanlı erişim yazmaçları gibi özelliklere sahipti. Bunlara rağmen hala I/O yazmaçları 8 bitten oluşuyordu.

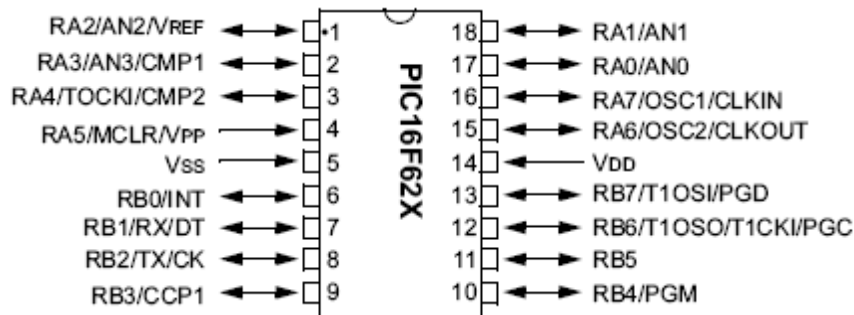
2001 yılında dsPIC piyasaya sunuldu. Özellikleri : I/O yazmaçları 16 bit, RAM yığınının erişim için fiziksel adres anahtarlama gerektirmemesi, RAM'a tam dolaylı erişim özelliği çok önemlidir, Program Uzağı Görüntüleme sayesinde program hafızasına doğrudan erişim, Kesme Vektör tabloları ile kesme tanımlamaları, yüksek hızda sinyal işleme gibi özellikler içermektedir.

Şubat 2007 yılında endüstri standardı olan MIPS32 M4K çekirdeğı üzerine inşa edilen 32 bit mikro denetleyici ailesi PIC32MX piyasaya sunuldu. Özellikleri : Yüksek çalışma hızı 80 MIPS (80MHz), yüksek flash hafıza 512 Kb, 32 bit işlemci önceki işlemcilere farklı olarak Von Neuman mimarisi ile üretilmiştir. Bacak (Pin) yapıları, 64 ve 100 pindir. PIC24 (PIC'+FxxGA0xx) ile benzer özellikte ve ortak yazılım kütüphanesi, yazılım dilleri, programlayıcı donanımları kullanmaktadır.

2013 PIC Ailesinin en gelişmiş mikro denetleyicisi olan PIC32MX ailesi, 32 bit çekirdek zamanlayıcısı, 4 GB Sanal Bellek alanı, 4 bağımsız kanaldan oluşan doğrudan bellek erişimi yöneticisi (DMA), Vektörel kesme yöneticisi, 8 ve 16 bit Paralel port ara yüzü, gerçek zaman saati ve takvimi, 5 adet 16 bit, 2 adet 32 bit zamanlayıcısı (Timer), USB ve Seri portları, 16 kanal 10 bit ADC gibi gelişmiş özelliklere sahiptir.

### 2.3.1. PIC 16F628a ve Genel Özellikleri

PIC16F628 de PIC16F84 gibi 18 bacaklı bir mikro denetleyicidir. Ancak PIC16F84 'ten farklı olarak 16 tane I/O pini vardır. Vdd ve Vss pinleri hariç tüm pinlerinin birden fazla işlevi vardır ve her biri gerektiğinde I/O pini olarak kullanılabilir.



Şekil 2.3.1. PIC16F62X Bacaklarına Ait Bilgiler

- Çalışma gerilimi 3.0 V - 5.5 V 'tur.
- Çalışma hızı PIC16F84 ile aynıdır, 4 MHz ile 20 MHz aralığında çalışabilir.
- Elektriksel olarak yazılıp silinebilir.
- PIC16F84 ten farklı olarak 2Kx14 word lük Flash program belleği vardır.
- Ram belleği 224x8 byte, EEPROM veri belleği ise 128 byte 'tır.
- PIC16F628 'in data belleği 4 bank 'a ayrılmıştır ve bu bank 'larda genel amaçlı registerler ve özel fonksiyon registerleri bulunur.
- PIC16F628 kendi iç RC osilatörüne sahiptir.
- 16 I/O pininin 8 tanesi A portu 8 tanesi de B portudur.

PIC16F628 mikrodenetleyicisinin pin özellikleri aşağıda verilmiştir.

PİN ADI	ÖZELLİKLER
RA0/AN0-RA1/AN1	Port A 'nın iki yönlü digital I/O pinleri/ Analog komparatör girişleri
RA2/AN2/Vref	Port A 'nın iki yönlü digital I/O pini/ Analog komparatör girişi/ Vref girişi
RA3/AN3/CMP1	Port A 'nın digital I/O pini/ Analog komparatör girişi/ Komparatör çıkışı
RA4/T0CKI/CMP2	Port A 'nın digital I/O pini/ TIMER1 harici clock girişi / Komparatör çıkışı
RA5/MCLR/THV	Port A 'nın digital I/O pini / Reset girişi ya da programlama sırasında gerilim giriş ucu/ THV girişi
RA6/OSC1/CLKOUT	Port A 'nın digital I/O pini / kristal osilatör girişi
RA7/OSC2/CLKOUT	Port A 'nın digital I/O pini / kristal osilatör girişi / harici clock girişi
RB0/INT	Port B 'nin digital I/O pini / Harici kesme girişi
RB1/RX/DT	Port B 'nin digital I/O pini / USART veri alışı pini/ senkronize data I/O pini
RB2/TX/CK	Port B 'nin digital I/O pini / USART veri gönderme pini/ Senkronize clock I/O pini
RB3/CCP1	Port B 'nin digital I/O pini / Capture-Compare - PWM I/O
RB4/PGM	Port B 'nin digital I/O pini / düşük gerilim programlama giriş pini. Pin 'deki seviye değişikliği SLEEP moduna giren PIC 'i uyandırır.
RB5	Port B 'nin digital I/O pini / Pin 'deki seviye değişikliği SLEEP moduna giren PIC 'i uyandırır.
RB6/T1OSO/T1CKI	Port B 'nin digital I/O pini / Timer osilatör çıkışı / Timer1 clock girişi
RB7/T1OSI	Port B 'nin digital I/O pini / Timer1 osilatör çıkışı
Vss	Güç kaynağının GND ucunun bağlanacağı pin
Vdd	Güç kaynağının pozitif ucunun bağlanacağı pin



## 2.4. Arduino Mikrodenetleyiciler

Arduino bir G/Ç kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur.

Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikrodenetleyici (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar bulunur. Her Arduino kartında en azından bir 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16MHz kristal osilator (bazılarında seramik rezonatör) vardır. Arduino kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz, çünkü karttaki mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yazılıdır.

Arduino geliştirme ortamı (IDE), Arduino bootloader (Optiboot), Arduino kütüphaneleri, AVR Dude (Arduino üzerindeki mikrodenetleyici programlayan yazılım) ve derleyiciden (AVR-GCC) oluşur.

Arduino yazılımı bir geliştirme ortamı (IDE) ve kütüphanelerden oluşur. IDE, Java dilinde yazılmıştır ve Processing adlı dilin ortamına dayanmaktadır. Kütüphaneler ise C ve C++ dillerinde yazılmıştır ve AVR-GCC ve AVR Libc. ile derlenmiştir. Arduino kaynak kodlarına buradan ulaşabilirsiniz.

Optiboot bileşeni Arduino 'nun bootloader bileşenidir. Bu bileşen, Arduino kartlarının üzerindeki mikrodenetleyicinin programlanmasını sağlayan bileşendir.

Arduino 'nun bu kadar çok tercih edilmesini sağlayan en önemli bileşen ise mikrodenetleyici konusunda detaylı bilgi sahibi olmayı gerektirmeden herkesin programlama yapabilmesini sağlayan Arduino kütüphaneleridir. Arduino kütüphanelerinin bir listesine buradan ulaşabilirsiniz. Arduino kütüphaneleri, geliştirme ortamı ile birlikte gelmekte ve "libraries" klasörünün altında bulunmaktadır. Kodları inceleyerek mikrodenetleyicilerin nasıl programlandığını ve kütüphanelerin yapısını görmemiz mümkündür.

Son olarak AVR Dude bileşeni ise derlenen kodları programlamak için kullanılır.

Arduino kütüphaneleri ile kolaylıkla programlama yapabilirsiniz. Analog ve digital sinyalleri alarak işleyebilirsiniz. Sensörlerden gelen sinyalleri kullanarak, çevresiyeye etkileşim içerisinde olan robotlar ve sistemler tasarlayabilirsiniz. Tasarladığınız projeye özgü olarak dış dünyaya hareket, ses, ışık gibi tepkiler oluşturabilirsiniz.

Arduino 'nun farklı ihtiyaçlara çözüm üretebilmek için tasarlanmış çeşitli kartları ve modülleri mevcuttur. Bu kart ve modülleri kullanarak projelerinizi geliştirebilirsiniz.

Arduino tüm bu avantajlı özelliklerine rağmen, tüm projelerinizi sıfır elektronik ve yazılım bilgisi ile çabucak yapabileceğiniz bir araç değildir. Hazır kütüphaneleri ve

örnekleri kullanarak belli bir yerden sonra tıkanmamak için Arduino ile birlikte elektronik ve yazılım da öğrenmeniz gerekir.

Arduino kartlarının getirdiği kolaylıkların bir götürüsü olarak Arduino kartlarda Atmega mikrodenetleyicilerin performansını %100 kullanamazsınız.

Arduino ile çalışmaya başlamadan önce Arduino hakkında temel bilgileri edinmeniz faydalı olacaktır. Sonrasında sizin için uygun olan Arduino kartını (Arduino Uno, Arduino Mega 250, Arduino Leonardo... vs) seçip bir adet edinmelisiniz. Tüm Arduino kartları aynı şekilde programlanabilir, ancak farklı kartların farklı özellik ve fonksiyonları olur.

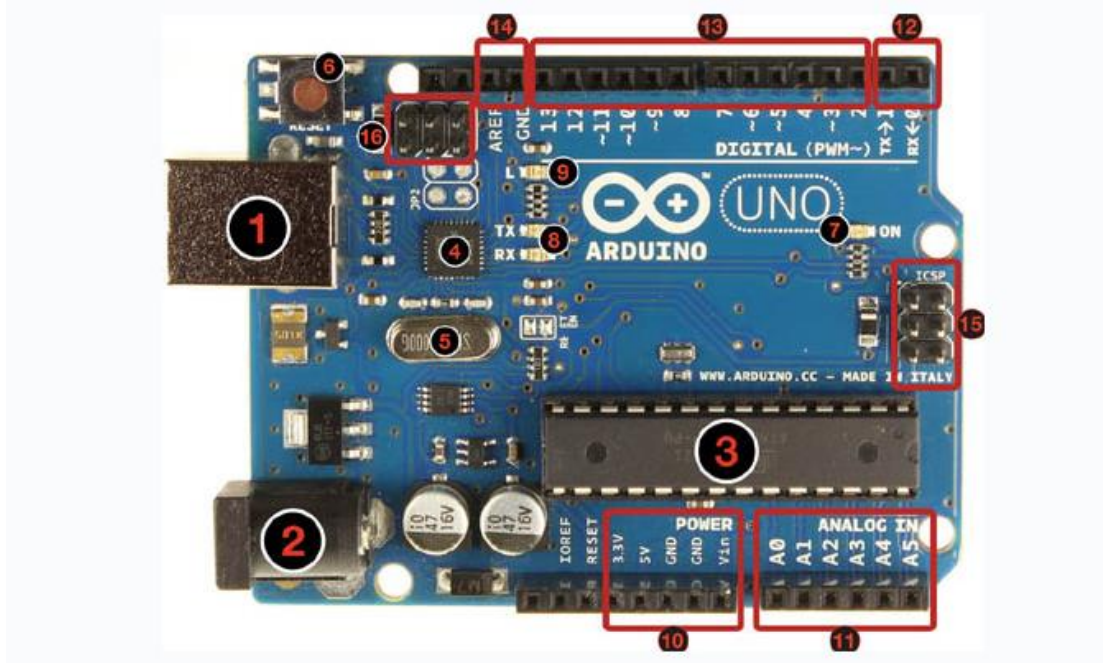
#### 2.4.1. Arduino Uno ve Genel Özellikleri

Arduino Uno ATmega328 mikrodenetleyici içeren bir Arduino kartıdır. Arduino 'nun en yaygın kullanılan kartı olduğu söylenebilir. Arduino Uno 'nun ilk modelinden sonra Arduino Uno R2, Arduino Uno SMD ve son olarak Arduino Uno R3 çıkmıştır.



Şekil 2.4.1. Arduino Çeşitleri

Arduino Uno 'nun 14 tane dijital giriş / çıkış pini vardır. Bunlardan 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, güç jakı (2.1mm), ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır. Arduino Uno bir mikrodenetleyiciyi desteklemek için gerekli bileşenlerin hepsini içerir. Arduino Uno 'yu bir bilgisayara bağlayarak, bir adaptör ile ya da pil ile çalıştırabilirsiniz. Aşağıdaki resimde Arduino Uno R3 'ün kısımları gösterilmektedir.



Şekil 2.4.2. Arduino Uno ve İçindeki Materyaller

- 1 : USB jakı
- 2 : Güç jakı (7-12 V DC)
- 3 : Mikrodenetleyici ATmega328
- 4 : Haberleşme çipi
- 5 : 16 MHz kristal
- 6 : Reset butonu
- 7 : Güç ledi
- 8 : TX / RX ledleri
- 9 : Led
- 10 : Güç pinleri
- 11 : Analog girişler
- 12 : TX / RX pinleri
- 13 : Dijital giriş / çıkış pinleri (yanında ~ işareti olan pinler PWM çıkışı olarak kullanılabilir.)
- 14 : Ground ve AREF pinleri
- 15 : ATmega328 için ICSP
- 16 : USB arayüzü için ICSP

Arduino Uno bir USB kablosu ile bilgisayar bağlanarak çalıştırılabilir ya da harici bir güç kaynağından beslenebilir. Harici güç kaynağı bir AC-DC adaptör ya da bir pil / batarya olabilir. Adaptörün 2.1 mm jaklı ucunun merkezi pozitif olmalıdır ve

Arduino Uno 'nun güç girişine takılmalıdır. Pil veya bataryanın uçları ise güç konnektörünün GND ve Vin pinlerine bağlanmalıdır.

VIN : Arduino Uno kartına harici bir güç kaynağı bağlandığında kullanılan voltaj girişidir.

5V : Bu pin Arduino kartındaki regülatörden 5 V çıkış sağlar. Kart DC güç yakından (2 numaralı kısım) 7-12 V adaptör ile, USB yakından (1 numaralı kısım) 5 V ile ya da VIN pininden 7-12 V ile beslenebilir. 5V ve 3.3V pininden voltaj beslemesi regülatörü bertaraf eder ve karta zarar verir.

3.3V : Arduino kart üzerindeki regülatörden sağlanan 3,3V çıkışıdır. Maksimum 50 mA dir.

GND : Toprak pinidir.

IOREF : Arduino kartlar üzerindeki bu pin, mikrodenetleyicinin çalıştığı voltaj referansını sağlar. Uygun yapılandırılmış bir shield IOREF pin voltajını okuyabilir ve uygun güç kaynaklarını seçebilir ya da 3.3 V ve 5 V ile çalışmak için çıkışlarında gerilim dönüştürücülerini etkinleştirebilir.

Arduino Uno 'da bulunan 14 tane dijital giriş / çıkış pininin tamamı, pinMode(), digitalWrite() ve digitalRead() fonksiyonları ile giriş ya da çıkış olarak kullanılabilir. Bu pinler 5 V ile çalışır. Her pin maksimum 40 mA çekebilir ya da sağlayabilir ve 20-50 KOhm dahili pull - up dirençleri vardır. Ayrıca bazı pinlerin özel fonksiyonları vardır:

Serial 0 (RX) ve 1 (TX) : Bu pinler TTL seri data almak (receive - RX) ve yaymak (transmit - TX) içindir.

Harici kesmeler (2 ve 3) : Bu pinler bir kesmeyi tetiklemek için kullanılabilir.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, ve 11 : Bu pinler analogWrite () fonksiyonu ile 8-bit PWM sinyali sağlar.

SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) : Bu pinler SPI kütüphanesi ile SPI haberleşmeyi sağlar.

LED 13 : Dijital pin 13 e bağlı bir leddir. Pinin değeri High olduğunda yanar, Low olduğunda söner.

Arduino Uno 'nun A0 dan A5 e kadar etiketlenmiş 6 adet analog girişi bulunur, her biri 10 bitlik çözünürlük destekler. Varsayılan ayarlarda topraktan 5 V a kadar ölçerler. Ancak, AREF pini ve analogReference() fonksiyonu kullanılarak üst limit ayarlanabilir.

TWI : A4 ya da SDA pini ve A5 ya da SCL pini Wire kütüphanesini kullanarak TWI haberleşmesini destekler.

AREF : Analog girişler için referans voltajıdır. analogReference() fonksiyonu ile kullanılır.

RESET : Mikrodenetleyiciyi resetlemek içindir. Genellikle shield üzerine reset butonu eklemek için kullanılır.

Arduino Uno bir bilgisayar ile, başka bir Arduino ile ya da diğer mikrodenetleyiciler ile haberleşme için çeşitli imkanlar sunar. ATmega328 mikrodenetleyici, RX ve TX pinlerinden erişilebilen UART TTL (5V) seri haberleşmeyi destekler. Kart üzerindeki bir ATmega16U2 seri haberleşmeyi USB üzerinden kanalize eder ve bilgisayardaki yazılıma sanal bir com portu olarak görünür. 16U2 standart USB com sürücülerini kullanır ve harici sürücü gerektirmez. Ancak, Windows 'ta bir .inf dosyası gereklidir. Kart üzerindeki RX ve TX ledleri USB den seri çipe ve USB den bilgisayara veri giderken yanıp söner.

SoftwareSerial kütüphanesi Arduino Uno 'nun digital pinlerinden herhangi biri üzerinden seri haberleşmeye imkan sağlar.

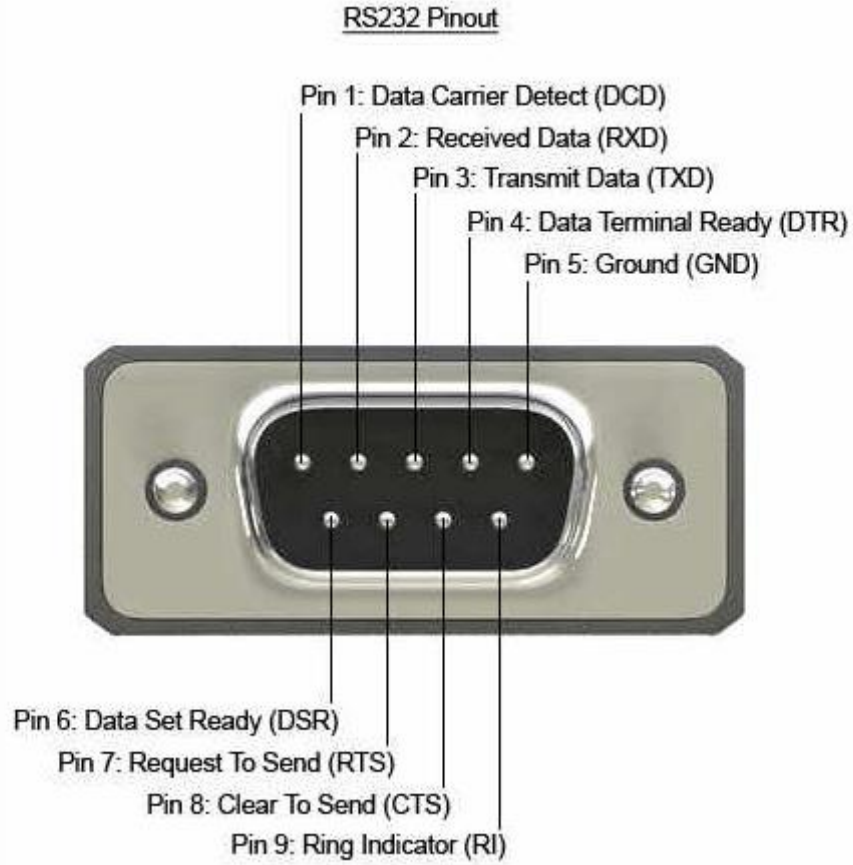
Ayrıca ATmega328 I2C (TWI) ve SPI haberleşmelerini de destekler.

## **2.5.RS 232 Çevirici Kartı ve Genel Özellikleri**

RS-232, Electronic Industries Association tarafından geliştirilmiş ve standart hale getirilmiş bir konektördür. -15 V ile +15 Voltluk iki voltaj seviyesi arasında bir değer belirleyerek 15 metreyi bulan bir haberleşme olanağı sunmaktadır. Ayrıca modem, klavye ve fare gibi kısa mesafeli araçlar için de sayısal veri aktarımı olanağı sunmaktadır.

RS-232 konektöründe veriler ASCII karakterlerinin 8 bitlik tanımlanmaları nedeniyle 8 bitlik karakterler halinde iletilmektedir. Bu iletim birbiri ardına seri olarak gönderilir. İletim standart olarak hem senkron hem de asenkron olarak tanımlanmıştır. Gönderici RS-232 konektörü aracılığıyla gönderilecek olan veriyi belirli bir formatta hazırlar, bu sırada alıcı devamlı olarak hattı dinlemektedir. Verinin geleceğini belirten bir işaret ile alıcı veriyi depolar ve karakterlere dönüştürür.

RS-232 konektöründe eksi voltaj birimi '1', artı voltaj birimi ise '0' olarak standart hale getirilmiştir. Ayrıca hattın boş olması durumu da '1' ile ifade edilir. Voltajın artı haline geçmesi veri gönderileceğinin işaretidir. Bu durum başlangıç biti olarak ifade edilir. Ardından gönderilen karakter dizilimi alıcı tarafından depolanır ve yorumlanarak karakter setleri haline dökülür. Her karakterin sonuna ise bir bitiş biti olan '0' eklenir.



Şekil 2.5. RS232 Pinleri

RS-232 konektörleri DTE (Data Terminal Equipment) veya DCE (Data Communication Equipment) olacak şekilde iki sınıfa ayrılır. Her iki konektörde hem veri alma hem de verme özelliğine sahiptir. Günümüzde en fazla kullanılan konektör tipi DB9 olarak bilinen tek haberleşme kanallı konektörlerdir.

## **2.6. ARM Mikrodenetleyicileri**

### **2.6.1. ARM Mikrodenetleyicileri ve Genel Özellikleri**

Klasik ARM işlemci grubunda ARM7, ARM9 ve ARM11 yer alır. Bu mimari yapıları daha çok motor kontrolü gibi donanıma yakın işlemlerde kullanılır.

İkinci grup olarak embedded işlemci grubuna bakarsak bunlar da Cortex M ve R serileri olacaktır. Bunlar matematiksel formüllere dayalı olarak kesin sonuca yönelik çalışması gereken, düşük güç tüketimi isteyen uygulamalarda kullanılır.



Son olarak da uygulama işlemcileri Cortex-A5, Cortex-A8, Cortex-A9, Cortex-A15 olarak sınıflandırılabilir. Bunlar da akıllı telefonlar, tablet bilgisayarlar gibi yüksek performans gerektiren, son kullanıcı uygulamalarına yönelik platformlarda kullanılır.



Şekil 2.6.1. ARM Mikrodenetleyicisinin Genel Görünümü

ARM programlama öğrenmenin en kolay yolu şüphesiz ki bir board almak ve internetteki gerek İngilizce gerekse yeni yeni oluşmaya başlayan Türkçe dökümanlardan faydalanarak bu board üzerinde denemeler yaparak geliştirmektir. Yalnız ARM programlamaya geçmeden önce ARM nedir, ne işe yarar, çalışma mantığı nedir, avantajları/dezavantajları nelerdir, sorularını kendimize sorarak gerekli araştırmaları yapmak ve ARM mimarisi hakkında yeterli bilgiye sahip olduktan sonra programlama aşamasına geçmek gerekir.

## **2.7. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemleri**

### **2.7.1. Gerçek Zamanlı İşletim Sistemlerinin Kıyaslanması**

Gerçek zamanlı sistemler, girdilere hemen cevap verebilen sistemlerdir. Adından da belli olduğu gibi gerçek zamanlı sistemlerde zaman kısıtı önemlidir ve diğer sistemlerden farklı olarak zaman, bu sistemler için önemli bir ölçüm birimidir. Gerçek zamanlı sistemler, kesmeler olmaksızın istikrarlı davranışlar sergileyebilen sistemlerdir. Genel amaçlı kullanılan işletim sistemleri gerçek zamanlı sistemler değildirler çünkü genel amaçlı sistemler, kesmelere karşı daha kararsız oldukları için reaksiyon gösterebilmeleri için fazlaca zaman geçer. Ayrıca Gerçek zamanlı sistemler, gerçek yaşamda meydana gelen olayları anında simüle eden sistemler olduğu içinde gerçek zamanlı sistemler adını almıştır.

Gerçek zamanlı sistemler iki şekilde sınıflandırılmaktadır: Hard gerçek zamanlı sistemler ve soft gerçek zamanlı sistemler. Hard Gerçek zamanlı sistemlerde zaman sınırlamaları(deadlines) kaçınılmazdır ve hatalar ölümcül olabilmektedir. Soft gerçek zamanlı sistemlerde ise zaman sınırlaması bazen kabul edilebilir ve bu sistem performansında düşüş meydana getirir.

Gerçek zamanlı işletim sistemleri; gömülü sistemler, endüstriyel robotlar, uçak, roket gibi havada uçan platformlar, endüstriyel kontrol ve bilimsel araştırma ekipmanları gibi gerçek zamanlı sistemler için geliştirilmiş çok görevli(multitasking) bir işletim sistemidir.

Gerçek zamanlı uygulamasını işletim sistemlerinde, kaynakları gerçek zamanlı olarak yönetme, kullanma mantığında görebiliriz. Komple gerçek zamanlı olarak geliştirilmiş işletim sistemi olmamasına karşın ilk olarak IBM firmasının American Airlines ve Sabre Airlines Reservation Ssystems için geliştirdiği large scale dediğimiz büyük çapta geliştirilen Transaction Processing Facility 'ı görebiliriz. Günümüzde gerçek zamanlı sistemlerin geliştirilmesi ve pazarlanmasında onlarca firma bulunmaktadır.



## BÖLÜM 3

### 3. GELİŞTİRME ARAÇLARI

Programlama ya da diğer adıyla yazılım, bilgisayarın donanıma nasıl davranacağını anlatan, bilgisayara yön veren komutlar, kelimeler, aritmetik işlemlerdir. Diğer bir tanım verecek olursak programlama, bilgisayar programlarının yazılması, test edilmesi ve bakımının yapılması sürecine verilen isimdir. Programlama, bir programlama dilinde yapılır. Bu programlama dili Java ve C# gibi yüksek seviyede bir dil olabileceği gibi C, assembly ve bazı durumlarda makine dili de olabilir. Yazılan kaynak kodu genellikle bir derleyici ve bağlayıcı yardımıyla belirli bir sistemde çalıştırılabilir hale getirilir. Ayrıca kaynak kodu, bir yorumlayıcı yardımıyla derlemeye gerek duyulmadan satır satır çalıştırılabilir. Derleyici, yazılan programları okuyup içerisinde mantıksal veya yazınsal hatalar olup olmadığını bulan, bulunduğu hataları kullanıcıya göstererek programın düzeltilmesine yardım eden, hata yoksa programı çalıştırıp sonucunu gösteren, ayrıca çeşidine göre pek çok başka özelliği barındırabilen (bir değişkenin üzerine mouse ile gelindiğinde değişkenin özelliklerini gösterme, fonksiyonun üzerine gelindiğinde kod içerisinde fonksiyonu bulup yazıldığı satıra gidebilme, kodların daha kolay okunabilmesi için etiketler yardımıyla kodları toparlayacak bölgeler oluşturabilme...) birer platformdur. Programcılar genelde programlamayı gerçek hayata benzetirler. Bir program yazmak veya bir problemi çözmek için öncelikle komutları unutmak ve çözümü gerçek hayatta yapıyormuş gibi düşünmek gerekir onlara göre. Komutlar sadece araçtır.

Programlamaya başlayanların kendi dilleriyle Merhaba Dünya (Genelde : Hello World!) yazmalarıyla başlar ve bir programlama dilini öğrenmekteki tek zorluk programlamanın ne olduğunu öğrenmektir. Bundan sonraki aşamalar ise kolayca atlatılabilir.

#### 3.1. MPLAB PIC 16F628a Derleyicisi

MPLAB IDE programı mikroişlemciler için hazırlanmış bir derleyici programdır. Microchip firması tarafından hazırlanmıştır. (Resim 1) MPLAB programı assembly dilinde simülasyon, derleme ve hata kontrolü yapabilmektedir. Eğer istenirse eklentiler aracılığıyla MPLAB programında C, Basic ve Pascal gibi dillerde derleme ve hata kontrolü yapılabilir. MPLAB programı mikroişlemciler ile çalışanlar için büyük kolaylık sağlamaktadır. MPLAB programı Ücretsiz olarak [www.microchip.com](http://www.microchip.com) sitesinden indirilebilmektedir. İnternet üzerinde assembly ile yazılmış birçok uygulamaya ulaşmak mümkündür. Ayrıca Microchip

firması tarafından üretilen mikroişlemcilerin datasheetlerinde örnek programlar bulunmaktadır. MPLAB programı kullanıcı dost bir arayüze sahiptir. Birçok işletim sisteminde kullanılabilmektedir.

### **3.2. JDM Seri PIC Programlayıcısı**

Jdm programlayıcı sadece Microchip(PIC) entegrelerini programlamaktadır. Programlamak için çeşitli bilgisayar yazılımları kullanılabılır. Jdm programlayıcı devresinde kullanılan yazılımlar oldukça fazla olduğu için her işletim sistemine uyumlu yazılımı bulmanız çok kolay değildir.

Windows kullanıcılarının vaz geçemediği programlardan biri de İc-prog isimli entegre programlamak için yazılmış en iyi programlama yazılımı diyebiliriz. İc-prog bütün windows sürümlerinde çalışmaktadır. 95/98/NT/2000/ME/XP/VISTA/Windows 7/Windows 8 Windows XP'nin üst sürümlerinde ic-prog'u yönetici olarak çalıştırmanız gerekmektedir. Programlamak için rs232 kullanılır.

### **3.3. Arduino Programlayıcısı**

Arduino bir G/Ç kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. Arduino tek başına çalışan interaktif nesneler geliştirmek için kullanılabileceği gibi bilgisayar üzerinde çalışan yazılımlara da (Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider gibi) bağlanabilir. Hazır üretilmiş kartlar satın alınabilir veya kendileri üretmek isteyenler için donanım tasarımı ile ilgili bilgiler mevcuttur.

Arduino kartları bir Atmel AVR mikrodenetleyici (Eski kartlarda ATmega8 veya ATmega168, yenilerinde ATmega328) ve programlama ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlardan oluşur. Her kartta en azından bir 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16 MHz kristal osilator (bazılarında seramik rezonatör) bulunur. Mikrodenetleyiciye önceden bir bootloader programı yazılı olduğundan programlama için harici bir programlayıcıya ihtiyaç duyulmaz.

Arduino IDE kod editörü ve derleyici olarak görev yapan, aynı zamanda derlenen programı karta yükleme işlemini de yapabilen, her platformda çalışabilen Java programlama dilinde yazılmış bir uygulamadır.

Geliştirme ortamı, sanatçıları programlamayla tanıştırmak için geliştirilmiş Processing yazılımından yola çıkılarak geliştirilmiştir.

Arduino donanım referans tasarımları Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 lisansı ile dağıtılmaktadır ve Arduino web sitesinden indirilebilir. Bazı Arduino donanımları için yerleşim ve üretim dosyaları da mevcuttur. Geliştirme ortamının kaynak kodu ve Arduino kütüphane kodları GPLv2 lisansı ile lisanslanmıştır.

### **3.4.ARM Programlayıcısı**

ARM'ı programlamak demek, ARM mimarisini kullanılarak üretilen işlemcileri programlamak demektir. Piyasada birçok firma ARM mimarisi kullanarak kendi işlemcilerini üretmekte. Ben yazı serilerimin hepsinde ST firmasının işlemcilerini kullanacağım. ARM programlamayı öğrenmek istiyorsanız bir deneme kartı edinmeniz şiddetle tavsiye ederim. Ben yazılarım boyunca ST firmasının üretmiş olduğu iki farklı deneme kartını kullanacağım: STM32F10C-Eval ve STM32F4-Discovery. STM32F10C-Eval deneme kartı üzerinde STM32F107VCT Cortex-M3 serisi bir mikrodenetleyici bulundurmaktadır. Deneme kartı, bu işlemci ile yapılabilecek hemen hemen her donanıma sahip olduğu için gayet kullanışlı ve öğreticidir. STM32F4-Discovery deneme kartının üzerinde de STM32F407VGT6 mikrodenetleyici bulundurmaktadır. Diğer deneme kartına göre daha az özellikte olmasına karşın tercih edilmesinin en büyük sebebi fiyatıdır. ARM programlamayı öğrenmek için en azından bu deneme kartını almanızı öneririm. Deneme kartlarıyla ilgili gerekli kütüphaneleri yazımın sonunda bulabilirsiniz.

Yazılım geliştirebilmek için bir derleyiciye ihtiyacımız var. Keil ve IAR piyasada en çok kullanılan iki derleyicidir. Ben programlarımı zaman zaman Keil'da zaman zaman da IAR'da geliştirerek, her iki programı da sizlere göstermeyi hedeflemekteyim. Her iki derleyicide 32K'lık kod sınırı bulunmaktadır.

## BÖLÜM 4

### 4. SERİ HABERLEŞME

#### 4.1. Seri Haberleşme Nedir?

Seri veri iletimi, bir veri içindeki bitlerin aynı hat üzerinden ard arda gönderilmesidir. Bilgisayar ağlarında kullanılan iletişim seri iletişimdir. Seri veri iletiminde, bir kerede bir karakterin sadece bir biti iletilir. Alıcı makine, doğru haberleşme için karakter uzunluğunu, başla-bitir (start-stop) bitlerini ve iletim hızını bilmek zorundadır. Paralel veri iletiminde, bir karakterin tüm bitleri aynı anda iletildiği için başla-bitir bitlerine ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla doğruluğu daha yüksektir. Paralel veri iletimi, bilginin tüm bitlerinin aynı anda iletimi sebebiyle çok hızlıdır.

Seri iletişim asenkron seri iletişim ve senkron seri iletişim olmak üzere iki çeşittir:

*Asenkron seri iletişim:*

Herhangi bir zamanda veri gönderilebilir. Veri gönderilmediği zaman hat boşta kalır. Senkron seri iletişimden daha yavaştır. Her veri grubu ayrı olarak gönderilir. Gönderilen veri bir anda bir karakter olacak şekilde hatta bırakılır. Karakterin başına başlangıç ve sonunda hata sezmek için başka bir bit eklenir. Başlangıç için başla biti (0), veri iletişimini sonlandırmak için ise dur biti (1) kullanılır.

*Senkron seri iletişim:*

Senkron iletişim alıcı ve vericinin eş zamanlı çalışması anlamına gelir. Önce gönderici taraf belirli bir karakter gönderir. Bu her iki tarafça bilinen iletişime başlama karakteridir. Alıcı taraf bu karakteri okursa iletişim kurulur. Verici bilgileri gönderir. Transfer işlemi veri bloku tamamlanana ya da alıcı verici arasındaki eşleme kayboluncaya kadar devam eder.

## 4.2. Seri Haberleşmenin Önemi

Bilgisayarların dış dünya ile haberleşmeleri kullanıcıya veya kullanım ihtiyacına göre seri veya paralel olarak gerçekleştirilebilir. Paralel giriş / çıkışta 8 bit data, 1 bit data hazır, 1 bit data istek, 1 bit GND olmak üzere 11 tel ile iletişim gerçekleştirilir. Bu haberleşme yöntemi hızlıdır. Ancak uzak mesafelerle yapılan haberleşmede maliyet çok fazladır. Seri haberleşmede biri veri, diğeri GND olmak üzere iki tel yeterli olduğundan dolayı seri haberleşmeye geçilmiştir. Ayrıca haberleşmede gürültüden kurtulma çok önemlidir. Paralel haberleşmede lojik-0 için 0V, lojik-1 için 5V kullanılmaktadır. Burada 1-2V arası belli bir değere karşı düşmemektedir. Ancak gürültü bu değeri aşabilir. Seri haberleşmede ise lojik-1 (-3)-(-25)V, lojik-0 ise (3)-(25)V arasında kabul edildiğinden gürültülere daha dayanıklıdır. Yani  $\pm 25V = 50V$  dalgalanma aralığı vardır. Seri giriş/çıkış arayüzleri bilgisayarla paralel, dış dünya ile seri haberleşen elemanlardır. Bilgisayardan aldıkları paralel veriyi kendi içerisinde seriye çevirip dışarıya verirken, dışarıdan aldığı seri veriyi paralele çevirip bilgisayara verir.

## 4.3. Aduino İle Seri Haberleşme

Seri iletişim en basit anlamıyla dijital bilginin yani 1 ve 0'ların tek bir hat üzerinden peşi sıra iletilmesi anlamına gelmektedir.

Arduino'nun üzerinde bulunan veya benzeri birçok mikrodenetleyici üzerinde seri iletişim birimi bulunmaktadır. Bu birimler vasıtasıyla seri iletişim yürütülür. Bu birime UART / USART adı verilir.

Seri iletişimde belirli bir format kullanılmaktadır. Bu formatta veriler baytlar halinde iletilir. Her bir bayt için belirli bir başlangıç ve bitiş bitleri de ayrıca yer alır. En çok kullanılan 1 bit start, 8 bit veri ve 1 bit stop biti formatıdır. Yani 1 bayt veriyi iletmek için 10 bit gönderilir.

Bilgisayarımızdan Arduino'yu programlarken de seri iletişimi farkında olmadan kullanmış oluruz. Yazdığımız program derlendikten sonra seri iletişim yoluyla Arduino'nun hafızasına aktarılır.

Arduino'da seri iletişim için bir kütüphane bulunuyor. Serial adı verilen bu kütüphanenin en çok kullanılan fonksiyonlarından print ve println'in kullanılışını görelim:

```
void setup()

{

    //Seri haberleşme hızını ayarlıyoruz

    Serial.begin(9600);

}
```

```
int sayac = 0;
```

```
void loop()

{

    Serial.print("Seri haberlesme: ");

    Serial.println(sayac);

    sayac++;

    delay(1000);

}
```

Programımızda `setup()` fonksiyonu içerisinde `Serial.begin(9600)` şeklinde çağırdığımız fonksiyon ile iletişim hızını ayarlıyoruz. Seri haberleşmede iletişim hızı “baud” adı verilen bir değerle ifade edilir. Bu değer saniyede gönderilen bit sayısını ifade eder (bits per second). Serial monitor’ün sağ alt köşesindeki değerle programımızdaki değer aynı olduğuna dikkat edin. Arduino’dan gönderdiğimiz verileri düzgün görüntüleyebilmek için bu değerler aynı olmalıdır.

`Serial.print()` ve `Serial.println()` fonksiyonları ile string’leri doğrudan yollayabiliyoruz. İki fonksiyon arasındaki tek fark `println()` fonksiyonunun string sonuna bir de satır sonu karakteri eklemesidir. Böylelikle veriler Serial monitor ile alt alta görüntülenebilir. Bu fonksiyonlara string parametreler verilebildiği gibi int, float türünde sayılar da verilebilir.

#### 4.4. PIC İle Seri Haberleşme

Seri haberleşmenin çok geniş bir kullanım alanı vardır. Modem, printer, floppy disc gibi cihazlar ile mikroişlemciler arasındaki haberleşme seri formda gerçekleştirilir. Bunlara ilave olarak hat sayısının azaltılmasının hedeflendiği durumlarda da seri formda haberleşme kullanılır. Seri iletişimde veriler tek hat üzerinden bazen tek yönlü bazen de çift yönlü olarak iletilirler. Seri iletişimde hat sayısı düşük olduğundan veri iletim hızı da düşüktür.

Seri formda veri haberleşmesinde birçok standart geliştirilmişse de, bunların içinden RS232C standardı hemen hemen herkes tarafından kabul görmüştür. Seri haberleşme senkron ve asenkron veri haberleşmesi olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir.

##### ***Senkron İletişim***

Senkron bilgi transferinde bilgi ile clock pals de transfer edilir. Bu durum start ve stop bitlerinin gereğini ortadan kaldırır. Aynı zamanda senkron iletişim karakter blokları bazında olduğu için asenkrona göre daha hızlıdır. Ancak daha karmaşık devreler içerir ve daha pahalıdır. Senkron iletişim alıcı ve vericinin eş zamanlı çalışması anlamına gelir. Clock pals ihtiyacı da bu durumdan ileri gelir.

İletime başlama şu şekilde olur. Önce gönderici taraf belirli bir karakter gönderir. Bu her iki tarafça bilinen iletişime başlama karakteridir. Alıcı taraf bu karakteri okursa iletişim kurulur. Verici bilgileri gönderir. Transfer işlemi veri bloğu tamamlanana yada alıcı verici arasındaki senkronizasyon kayboluncaya kadar devam eder.

- 1- Hata saptama ve koruması yapılır
- 2- Hız genellikle modemler tarafından saptanır.
- 3- Senkron terminaller asenkron terminallere göre daha hızlı ve pahalıdır.
- 4- Veriler bloklar halinde gönderilir.
- 5- Blok formatları kullanılan iletişim protokollerine göre değişir.

Tipik bir senkron verici bloğunu oluşturan kısımlar aşağıdaki gibidir.

Control field (Kontrol sahası) : Transfere başlama ve kontrol bilgileri içerir. Bu bilgiler arasında hata düzeltme bilgileri de vardır.

Header (Başlık) : Gönderilmek istenen terminalin adres bilgilerini içeren başlık.

Sequence number (Sıra num.) : Verilerin kaybolup kaybolmadığının anlaşılması için gelen ve giden bilgilerin hayıt numaraları

Data (veri) : Bilgi yada yönetici data

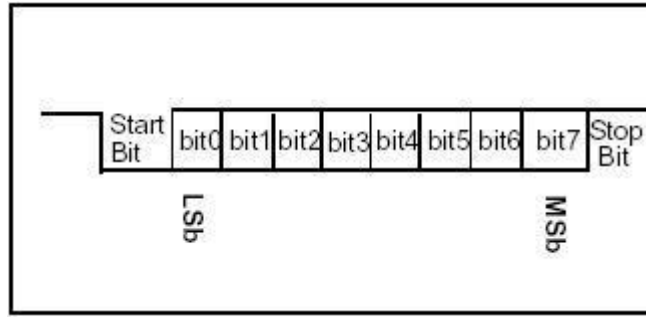
Error check (Hata saptama) : Transfer edilen veri bloğundan üretilen hata kontrol bilgisi gönderilir. Alıcı taraf aynı şekilde eline geçen veri bloğundan hata kontrol bilgisini üretir ve aldığı hata kontrol bilgisiyle kendi türettiğini karşılaştırır. Eğer farklılık varsa hata üretir.

### ***Asenkron İletişim***

Asenkron iletişimin belirgin özellikleri şunlardır:

-Transferler karakter bazında yapılır.

-Her bir veri haberleşme cihazının parametreleri eş değerde olmalıdır. Şekil 4.4 de asenkron iletişimin basit şekli ile asenkron data bloğu görülmektedir. Bir asenkron karakter start biti, parity biti, veri bitleri ve stop bitlerinden oluşur.



Şekil 4.4. Asenkron Veri Bloğu

Start bit: Bir karakterin gönderilmeye başlandığını bildirmek için kullanılır. Her zaman transferin ilk biti olarak gönderilir.

Data bits: Veri bitlerini oluşturan gruplar bütün karakterlerden ve klavyedeki diğer tuşlardan oluşur.

Parity bit: Transfer edilen karakterlerin karşı tarafa doğru gönderilip gönderilmediğini kontrol etmek için kullanılan bittir. Eğer alıcı, alınan parity biti ile hesaplanan parity bitinin eşit olmadığını tespit ederse, hata verir ve o andaki karakteri kabul etmez.

Stop bit: Karakterin bittiğini gösterir. Karakterler arasında boş ya da ölü zamanlar sağlar. Stop biti gönderildikten sonra sonra istenildiği zaman yeni bilgi gönderilebilir.



Baud: Bit/sn olarak ifade edilen bit iletişim hızı birimidir. Analog sinyaldeki değişim hızıdır. Asenkron seri veri hatları veriyi ASCII kodlanmış karakter biçiminde kullanır. Asenkron iletişimde faydalı 7 bilgi bitini göndermek için toplam 10 veri bitine ihtiyaç duyulur. Bu da asenkron iletişimin belirli ölçüde verimsiz olmasına neden olmaktadır.

Assembler da bir uygulama vermeden önce seri haberleşmenin kolay anlaşılması için TX (Transmit/Gönderme) ve RX (Recieve/Alma) algoritmaları aşağıdaki şekildedir.

TX Bölümü (Transmit) : Şekil 4.5 de TX algoritmasını görülmektedir. Buradaki 1 bit bekleme süresi uygun formül ile bulunur. Örnek olarak 2400 baud için bu süre 416 uS dir. Bu algortimanın Assembler kodları aşağıda verilmiştir.

‘\*\*\*\*\* SERI HABERLEŞME \*\*

‘\*\*\*\*\* TX BÖLÜMÜ\*\*\*\*\*

‘\*\*\*\*\*TX Pin=Portb.0\*\*\*\*\*

Start:

```
movlw      31h
movwf      veri
bcf    portb,0    ; ‘start bit send
call    delay_full
movlw      .8
movwf      sayac
```

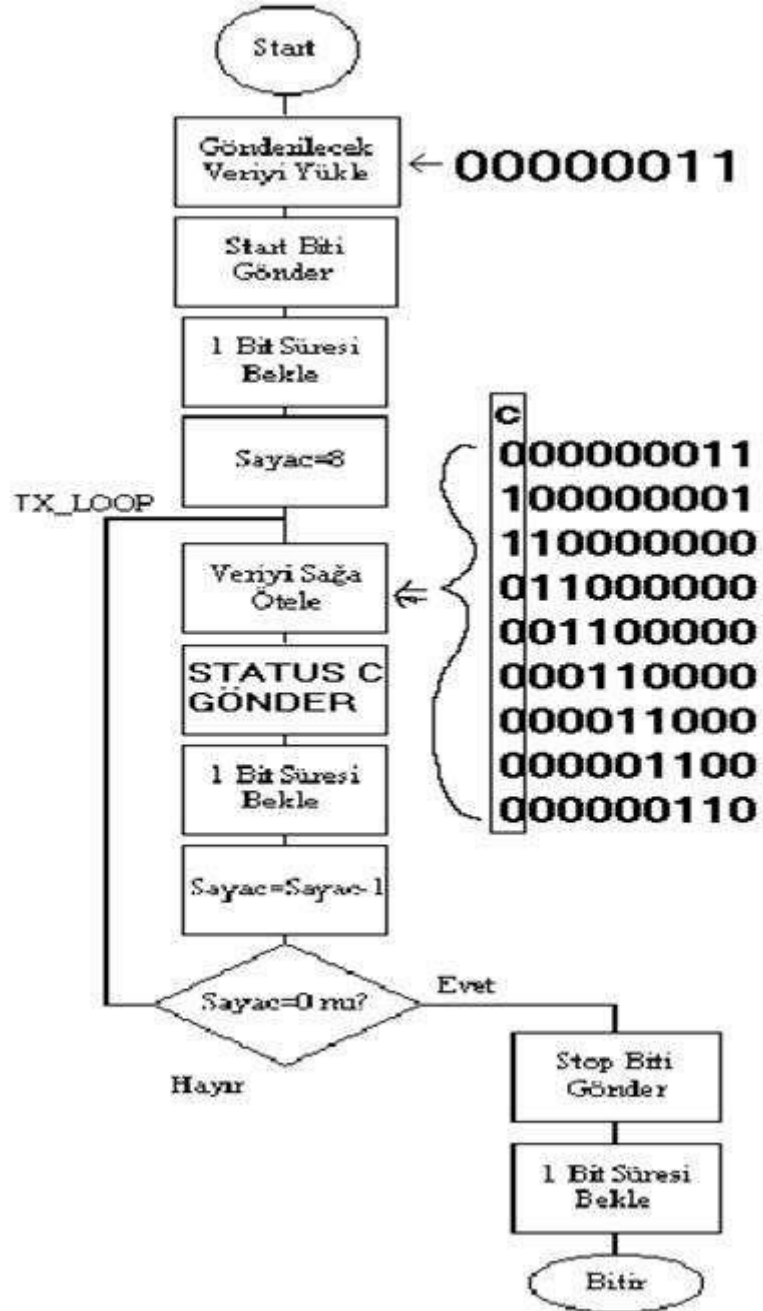
TX\_Loop:

```
rrf    veri,f
btfss  status,c
bcf    portb,0
btfsc  status,c
bsf    portb,0
call   delay_full
decfsz sayac,f
```

```

goto TX_Loop
bsf portb,0 ;stop bit send
call delay_full
end

```



Şekil 4.5. TX Bloğu

RX Bölümü (Receive) : Veri alma bölümünün programı aşağıda ve blok diyagramı Şekil 4.6 te görülmektedir.

’\*\*\*\*\* SERI HABERLEŞME \*\*\*\*\*

‘\*\*\*\*\* RX BÖLÜMÜ\*\*\*\*\*

‘\*\*\*\*\*RX Pin=Portb.1\*\*\*\*\*

Start

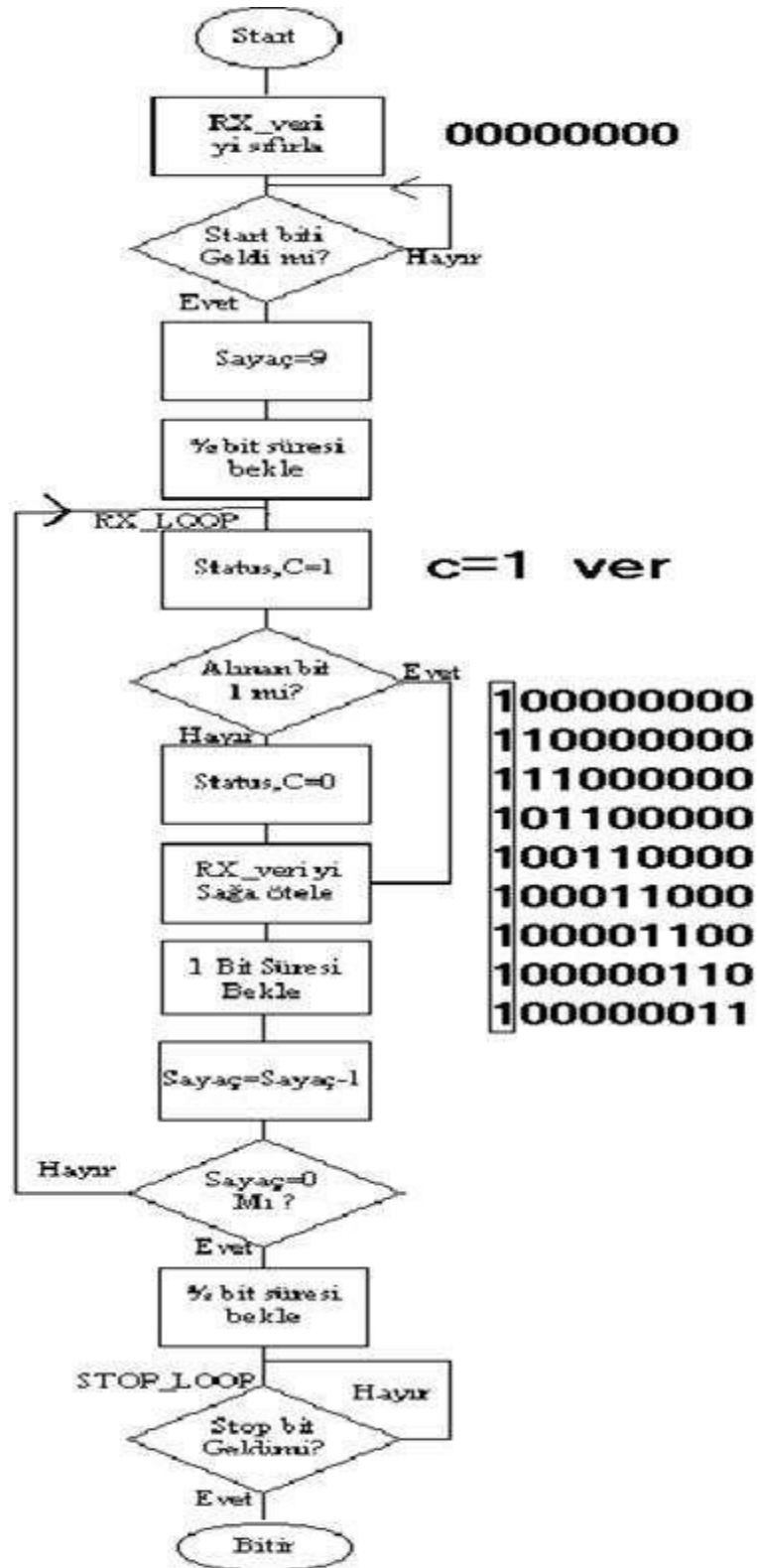
```
    clrf    RX_veri
    btfsc   portb,1
    goto    start
    call    delay_half
    movlw   .9
    movwf   sayac
```

RX\_Loop:

```
    bsf     status,c
    btfss   portb,1
    bcf     status,c
    rrf     RX_veri,f
    call    delay_full
    decfsz  sayac,f
    goto    RX_Loop
    call    delay_half
```

STOP\_Loop:

```
    btfss   portb,1
    goto    STOP_Loop
    end
```



Şekil 4.6. RX Bloğu

#### 4.5. RS 232 İle Seri Haberleşme

Bir mikroişlemci, dış dünya (hafıza ve I/O birimleri) ile genelde 8-bit'lik parçalarla (8, 16, 32 ve 64 gibi) haberleşir. Şekil II.2-1 de görüldüğü gibi, bu şekilde yapılan veri aktarımı paralel veri aktarımı (transfer)olarak adlandırılır. Bazı durumlarda, örneğin PC'nin yazıcı ile haberleşmesinde, veri yolundan 8-bit veri ile paralel haberleşme yapılır.Eğer mesafe uzunsu paralel veri aktarımı pek uygun değildir. Ayrıca, 8-bit veri yolu pahalıdır. Bu gibi durumlarda seri haberleşme daha uygun olur. Şekil II.2-2 de görüldüğü gibi yapılan bir veri aktarımı, seri veri aktarımı olarak adlandırılır. Tek bir veri hattının kullanıldığı bu tür haberleşmenin ucuz olmasının yanında, iki farklı şehirde bulunan iki bilgisayarın telefon hattı üzerinden, bu yöntemi kullanarak, haberleşmesi mümkün olur.Seri haberleşmede, gönderici kısmında 8-bit veri, paralelden seriye çevrilir ve daha sonra tek bir hattın karşıya gönderilir. Alıcı, seri veriyi paralele çevirerek 8-bit veriyi oluşturur. Eğer veri telefon hattında iletilecekse, 0 ve 1'ler ses tonlarına çevrilir. Bu çevrim modem (Modulator/Demodulator) olarak adlandırılan bir cihaz tarafından yapılır.Eğer mesafe kısa ise, sayısal sinyal modülasyonuna gerek duyulmadan, basit bir hat üzerinden veri iletilir. IBM PC'de klavye ile anakart haberleşmesi bu şekilde yapılır. Telefon gibi, uzun mesafe veri transferleri, haberleşme hatlarını kullanır. Bu tür haberleşmede, göndericide, 1 ve 0'lar modulator ile ses tonlarına çevrilir; alıcıda ise bu ses tonları demodulator ile 0 ve 1'lere dönüştürülür.

#### *Senkron ve Asenkron Haberleşme*

Seri veri haberleşmesinde senkron ve asenkron iki yöntem kullanılır. Senkron haberleşmede, bir anda bir veri bloğu (karakterler dizisi) aktarımı yapılırken, asenkron haberleşmede bir anda sadece bir byte iletilir.Her iki haberleşme yöntemi yazılım ile gerçekleştirilebilir. Bununla beraber, bu şekildeki haberleşmedeprogramlar uzun ve zor olacağı için, genelde seri veri iletiminde özel tümdevreler kullanılır. Bu tümdevreler yaygın şekilde, UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) veya USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) olarak adlandırılır. IBM PC'de kullanılan COM Port'u daha ilerde detaylı olarak anlatılacak olan, 8250 UART'ını veya günümüzde daha gelişmişürümelerini kullanmaktadır. 8251 ise bir USART tümdevresidir.

### ***Seri veri Aktarım Kanalları***

Seri veri iletimi tek yönde oluyorsa, PC'den yazıcıya olduğu gibi, bu veri iletimi simplex olarak adlandırılır. Veri, hem gönderilip hem alınabiliyorsa bu yönetime duplex denir. Bu iletişimde eğer veri bir anda sadece bir yönde aktarılabilirse half duplex, aynı anda her iki yönde aktarılıyorsa full duplex olarak adlandırılır. Full duplex haberleşmede, bir hat, gönderme ve bir hatta alma için olmak üzere, toplam iki tane hat kullanılır.

### ***Asenkron Seri Haberleşme***

Seri veri haberleşmesinde, veri gönderen ve alan uçların belli kurallara göre haberleşmesi gerekir. Protokol olarak adlandırılan bu kurallar, verinin nasıl paketleneceği, bir karakterdeki bit sayısı ve verinin ne zaman başlayıp biteceği gibi bilgileri belirler. Asenkron seri veri haberleşmesi, karakter-tabanlı iletişimlerde yaygın olarak kullanılır. Buna karşın blok-tabanlı veri aktarımları, senkron yöntemi kullanılır. Asenkron yöntemde, her gönderilecek karakter, başlama (SMART) ve bitirme (STOP) bit'lerinin arasına yerleştirilir. Bu işlem çerçeveleme (framing) olarak adlandırılır. Asenkron haberleşmedeki veri çerçeveleme işleminde, ASCII karakterler bir SMART ile bir STOP bit'i arasında paketlenir. SMART bit'i her zaman bir bit'tir, fakat STOP bit'i bir veya iki bit'tir. Şekil II.5-1 de görüldüğü gibi, SMART bit her zaman lojik 0 (düşük), STOP bit'i lojik 1'dir (yüksek). Verilen örnekte ASCII 'A', ikili olarak 01000001, SMART bit ile iki STOP bit arasında çerçevelenmiştir. Seri iletişimde önce en düşük değerli bit D0 (LSB) dışarı gönderilir.

Seri veri aktarımının yapılmadığı durumda, sinyal seviyesi 1'dir (yüksek) ve bu durum işaret (mark) olarak adlandırılır. Lojik 0 (düşük) ise boşluk (space). Veri iletimi bir SMARTbit'i ile başlar ve bunu takiben D0 (LSB) daha sonra D7'ye (MSB) kadar geri kalan bit'ler ve son olarak 'A' karakterinin sonunu belirten iki stop bit'i gelir. Asenkron seri haberleşmede kullanılan tüm-devreler ve modemler 5,6,7 ve 8 bit veri uzunlukları için programlanabilir. Veri uzunluğuna ek olarak, bir veya iki tane STOP bit'i kullanılır. Eski sistemlerde ASCII karakterler 7-bit idi. Yeni uzatılmış ASCII karakterler yüzünden, bir ASCII karakter için 8-bit gerekir. Bazı ASCII olmayan klavyeler 5 veya 6 bit karakterleri kullanılır. Bazı eski sistemlerde,

veri alan cihazın yavaşladığından dolayı, cihaza, kendini ayarlamaya yeterli zaman vermek için iki STOP bit kullanıldı. Günümüzde modern PC'lerde genellikle bir STOP bit kullanılır. Bir seri haberleşmesinde, iletilen verinin dışında fazladan kullanılan bit'ler bir fazladan zaman (overhead) ve yük oluşturulur. Örneğin, ASCII karakterlerin iletiminde, eğer iki STOP bit'i kullanılıyorsa, her bir 8-bit ASCII kodu için toplam 11 bit iletilir. Yani her 8-bit için, iletişim hattından fazladan 3 bit veya %30 ek yük bulunur. Bazı durumlarda, veri bütünlüğünü korumak için karakter byte'ının (parity) bit'i veri çerçevesine eklenir. Yani her karakter için (sisteme bağlı olarak 7-bit veya 8-bit) SMART ve STOP bit'lerine ek olarak bir tek eşlik bit'i eklenir. Eşlik bit'i tek (odd) veya çift (even) olur. Tek-eşlik bit durumunda, eşlik bit'i dahil, veri bit'lerinin sayısı bir çift sayıdır. Örneğin, ASCII 'A' karakteri ikili 0100 0001 olarak 0 çift-eşlik bit'ine sahiptir. UART tümdevreleri, daha sonra görüleceği gibi, tek, çift veya eşliksiz (no-parity) olarak programlanabilir. Eğer bir sistem eşlik bit'i gerektiriyorsa, eşlik bit'i verideki en değerli bit'ten (MSB) sonra gönderilir. Bunu STOP bit'i takip eder.

### ***Veri Aktarım Hızı***

Seri veri haberleşmesinde veri aktarım hızı saniyedeki bit sayısı (bps-bit Per second) olarak belirtilir. Veri aktarım hızını belirtmede diğer yaygın olarak kullanılan İngilizce terim baud rate'tir. Bununla beraber, bu iki ifadenin birbirine eşit olması gerekmez. Çünkü baud rate bir modem terminolojisidir ve saniyede sinyaldeki değişim sayısı olarak tanımlanır. Modemlerde bazı durumlarda bir sinyal değişimi ile birçok veri bit'i transfer edilir. İletişim teli düşünüldüğünde, bps ve baud rate aynıdır. Bu yüzden anlatımda bps ve baud rate karşılıklı değişmeli olarak kullanılmaktadır. Bir bilgisayarın seri veri transfer hızı haberleşme port'larına bağlıdır. Örneğin, eski IBM PC/XT 100 ile 9600 bps hızlarında transfer edebilmekteydi. Bununla beraber, yeni PC'ler 19200 bps gibi yüksek hızlara çıkabilmektedir. Asenkron veri haberleşmesinde, baud rate genellikle 100 000 bps ile sınırlıdır.

### ***Veri Haberleşme Sınıfları***

Seri haberleşmeyi kullanan cihazlar iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar DTE ( Data Terminal Equipment) ve DCE (Data Communication Equipment) olarak adlandırılır.

DTE, bilgisayar veya terminal gibi verigönderen veya alan cihazlardır. Buna karşın DCE, modem ve yazıcı gibi veri aktaran cihazlardır. Tablo1 de gösterilen sinyaller DTE yönünden tanımlanmıştır.DTE ve DCE arasında en basit bağlantı, Şekil II.7-1 de görüldüğü gibi, en az üç tane uç, TxD, RxD ve toprak gerektirir. İki PC gibi, iki tane DTE cihazı arasındaki minimum bağlantıda, 2 ve 3 numaralı uçlar,Şekil II.7-2 deki gibi, karşılıklı çapraz bağlanır.

### ***RS232 Standardı***

Değişik üreticiler tarafından yapılmış veri haberleşme cihazlarının uyumluluğunu sağlamak amacıyla, EIA (Electronics Industries Association) tarafından RS232 olarak adlandırılan standart 1960 yılında belirlendi. 1963 yılında bu ilk standart değiştirildi ve RS232A olarak adlandırıldı. Daha sonraları 1965'te Rs232B ve 1969'da Rs232C standartları ilan edildi. Bu standartlar için kısaca RS232 kullanacağız.Günümüzde RS232 en yaygın kullanılan seri I/O arabirim standartlarıdır. Bu standart TTL lojik ailesinden çok önceleri belirlendiği için, giriş ve çıkış voltaj seviyeleri TTL uyumlu değildir. RS232'de lojik 1  $-3V$  ile  $-25V$  arasında, lojik 0  $+3V$  ile  $+25V$  arasında tanımlanır.  $-3V$  ile  $+3V$  arası tanımsızdır. Bu yüzden herhangi RS232 cihazını, bir mikroişleci-tabanlı sisteme bağlamak için, MC1488, MC1489 veya TSC232 gibi voltaj çevriciler kullanılır. Bu tümdevreler hat sürücüleri/alıcıları (line driver/recevier) olarak adlandırılır .

### ***RS232 Sinyalleri***

RS232 için, Şekil II.8.1-1 de görülen, bir DB-25 konnektörü ile erşilen toplam 25 uç tanımlanmıştır. Bu uçların hepsinde sinyal bulunmaz. Kullanılan konnektörü belirlemede, DB-25P (plug) erkek konnektör, DB-25S (socket) dişi konnektör için kullanılır .



## 4.6. ARM İle Seri Haberleşme

ARM işlemcisinin haberleşme modülü UART'tır.

### *UART Nedir*

Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) bir seri haberleşme protokolüdür. UART byte olarak aldığı dataları bir diğer cihaza asenkron olarak iletir. RS-232, RS-422 ya da RS-485 haberleşme standartlarını destekler. Senkron haberleşme de gerçekleştirebilir. (USART) Temel olarak 4 kablo ile kontrol edilir. Bunlar Gnd, Vcc, TX(transmitter) ve RX(receiver) dir.

### *Önemli UART Sinyalleri*

RXD: Haberleşmede verilerin alındığını gösteren sinyaldir.

TXD: Haberleşmede verilerin gönderildiğini gösteren sinyaldir. Cihazların TXD ve RXD bacakları bir birlerine terslenerek bağlanırlar. Çünkü birisi TXD ile gönderirken karşıdaki bunu RXD ile alacaktır.

RTS(Ready To Send): Veri almaya hazırım, veri göndermeye başlayabilirsin sinyalidir.

CTS(Clear To Send): Veri gönderebilirim sinyalidir. CTS ve RTS bacakları birbirlerine terslenerek bağlanırlar.

### *UART Özellikleri*

Bir seferde 8-bit ya da 9-bit veri transferi yapılabilir.

Gönderim hızı BAUD ayarı ile kontrol edilebilir. ÖRN: 115200 bps(bit per second) saniyede 115200 bit gönderilecek anlamını taşır.

Verinin doğruluğunu ve bozulmaya uğrayıp uğramadığını test etmek için parity-bit kullanılır.

Örnek:

Mesaj: 111 0001

Mesajdaki toplam 1 sayısı bulunur. Eğer çıkan sonuç tekse mesaja 1 eklenir. Çiftse 0 eklenir.

Gönderilen data: 1110 0010

Hardware Flow Control(Donanım akış kontrolü) ile iki cihaz arasında aynı hız elde edilebilir. Paket kaybı azaltılabilir.

Handshaking yöntemi ile cihazlar birbirlerine veri göndereceklerini önceden haber verebilirler. Bununla birlikte daha güvenli bir iletim sağlanmış olur.

İşlemci üzerinde bağlı bulunan pine interrupt bağlanabilir.

## BÖLÜM 5

### 5. GÖMÜLÜ SİSTEMLERİN HABERLEŞMESİ

Gömülü sistem, bilgisayarın kendisini kontrol eden cihaz tarafından içerdiği özel amaçlı bir sistemdir. Genel maksatlı, örneğin kişisel bilgisayar gibi bir bilgisayardan farklı olarak, gömülü bir sistem kendisi için önceden özel olarak tanımlanmış görevleri yerine getirir. Sistem belirli bir amaca yönelik olduğu için tasarım mühendisleri ürünün boyutunu ve maliyetini azaltarak sistemi optimize edebilirler. Gömülü sistemler genellikle büyük miktarlarda üretildiği için maliyetin düşürülmesinden elde edilecek kazanç, milyonlarca ürünün katları olarak elde edilebilir.

Bir gömülü sistem esasında, kontrol ettiği cihazla tümleşmiş özel amaçlı bir bilgisayar sistemidir. Gömülü sistemlerin pc'lerden farklı olarak bazı özel gereksinimleri ve ön tanımlı görevleri yerine getirebilme kabiliyetleri vardır.

Gömülü bir sistemin çekirdeğini, belirli bir sayıda görevi yerine getirmek için programlanan mikroişlemciler ya da mikrokontrolörler oluşturur. Kullanıcıların üzerinde istediği yazılımları çalıştırabildiği genel maksatlı bilgisayarlardan farklı olarak, gömülü sistemlerdeki yazılımlar yarı kalıcıdır ve firmware ismiyle anılırlar.

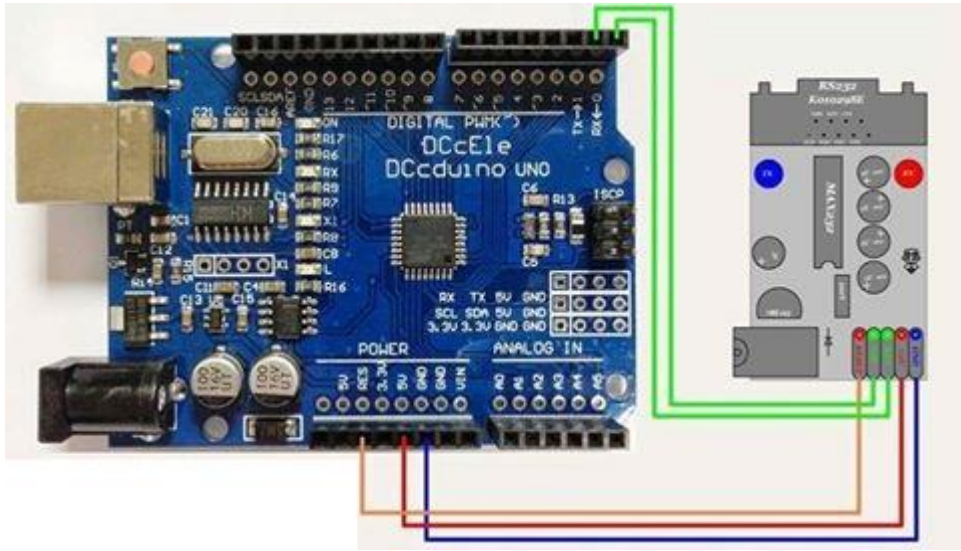
#### 5.1.Arduino İle PIC Seri Haberleşmesi

Elinizde bir PIC18F2550 varsa aşağıdaki işlemleri uyguladıktan sonra Arduino Uno ile PIC mikrodenetleyicinizi programlayabiliriz. Başka bir PIC18 programlamak istiyorsanız kodda küçük değişiklikler yapmanız gerekmektedir.

Arduino Pini	PIC Pini	Pinler Arası Devre Elemanı
5	28-PGD	200ohm üzeri seri direnç
6	27-PGC	200ohm üzeri seri direnç
7	1-MCLR	200ohm üzeri seri direnç
8	26-PGM	200ohm üzeri seri direnç
5V	VCC	Doğrudan bağlantı
GND	GND	Doğrudan bağlantı

## 5.2.Arduino İle RS 232 Seri Haberleşmesi

RS232 ile tasarlanan ARDUINO mikro denetleyicisinin başka bir tasarımda kullandığında programlama kolaylığı için devre DC 7.5V ile 12V güç beslemesidir. Ayrıca 9V batarya ile de beslenebilir. Devrenin ebatları 52mm X 32mm devrede MAX232 entegresini ve programlanan cihazın güç beslemesi için 78L05 kullanılmıştır. PROTOBOARD deney setlerinde kullanılması tavsiye edilmez 78L05 100mA.



Şekil 5.2. Arduino ve RS232 Kartının Bağlantı Şeması

## BÖLÜM 6

### 6. SONUÇLAR

Günümüzde işletim sistemleri denince akla gelen şey genellikle genel bilgisayar sistemleri üzerinde çalışan ve uygulama programları ile donanım arasında bir katman olarak görev alan bir yazılım katmanı olmaktadır. Ancak gün geçtikçe gömülü sistemler gibi adanmış sistemler için üretilen işlemci sayısı artmakta, bu sistemler üzerine geliştirilen yazılımlar daha da önemli hale gelmektedir. Adanmış sistemler özel uygulama amaçlarına göre gerçekleştirilirler ve genellikle sistem gereksinimleri sistem geliştirilirken belirlidir. Dolayısıyla masaüstü ve benzeri uygulamalar için geliştirilmiş genel işletim sistemleri, adanmış sistemler için uygun değildir. Genel olan çözümler genellikle en uygun çözümler değildir. Çünkü her uygulamanın kendine göre gereksinimleri vardır ve ancak uygulama özelleşmiş bir işletim sistemi genel işletim sisteminin çözemediği problemleri çözebilir. Adanmış sistemler için tasarlanmış işletim sistemlerinin çoğu değiştirilebilir, yeniden şekillendirilebilir ve taşınabilir değildir. Yeniden şekillendirilebilen ve uygulama ihtiyaçlarına göre değiştirilebilen bir işletim sistemi, adanmış sistemler için en uygun olanıdır. Uygulamaya yönelik olan bu işletim sistemi, uygulamanın özelleşmiş problemlerini çözebilir ve işlevselliği sağlayabilir. Bu bakış açısı, gerçek zamanlı gömülü işletim sistemlerinin kendilerine özgü bir mimariye ve tasarım yaklaşımlarına sahip olmaları sonucunu doğurur. Gömülü işletim sistemi, kendine özgü ve tasarım desenlerini temel alan tasarımı ile diğer işletim sistemlerinden ayrılmaktadır.

## 6.1. Yapılan Çalışmalar

Yaptığımız çalışmada gömülü sistemlerin birbiriyle seri haberleşmesi konusunu ele aldık. Bu kapsamda seri haberleşmenin önemi gün geçtikçe artmakta olup sistemlerin daha hızlı ve daha güvenli şekilde birbirleriyle haberleşmesi büyük önem kazanmaktadır.

Yapmış olduğumuz tez çalışmamızda Arduino RS232 ve 16F628a sistemlerinin birbirleriyle seri haberleşmesi için gerekli olan kodları ve bağlantı şekilleri aşağıdadır.

### *Gerekli Malzemeler*

Bread Board

RS232

4 adet 1  $\mu$  kapasitör

Jumper kablolar

Arduino mikroişlemcisi

16F628a mikroişlemcisi

1 adet LED

### *Yapılması Gerekenler*

16F628a mikroişlemcisini bread board üzerine yerleştirdik. 5V güç bağlantısını ve topraklama bağlantısını jumper kablolar aracılığıyla bağladık. 16F628a mikroişlemcisinin GND ucunu topraklamaya , VCC ucunu SHDN ucuna ve TX ucunu 5V gerilimine bağladık. Ledi ise Arduino’da bulunan 13. Pine ve GND ucuna bağladık.

1  $\mu$  kapasitörleri C1+ ve C1- uçlarına , C2+ ve C2- uçlarına , V+ ve topraklamaya , sonuncu kapasitörü ise V- ve topraklamaya bağladık.

TX ve RX pinlerinin hangisi olduğunu Arduino üzerinden belirledik. TX pinin Tin çıkışına bağladık. RX pinini Rout çıkışına bağladık.

### ***Arduino Programı***

```
#include <ctype.h>
```

```
#define bit9600Delay 100
```

```
#define halfBit9600Delay 50
```

```
#define bit4800Delay 188
```

```
#define halfBit4800Delay 94
```

```
byte rx = 6;
```

```
byte tx = 7;
```

```
byte SWval;
```

```
void setup() {
```

```
    pinMode(rx,INPUT);
```

```
    pinMode(tx,OUTPUT);
```

```
    digitalWrite(tx,HIGH);
```

```
    delay(2);
```

```

digitalWrite(13,HIGH); //turn on debugging LED

SWprint('h'); //debugging hello

SWprint('i');

SWprint(10); //carriage return

}

```

```

void SWprint(int data)

{

    byte mask;

    //startbit

    digitalWrite(tx,LOW);

    delayMicroseconds(bit9600Delay);

    for (mask = 0x01; mask>0; mask <=& 1) {

        if (data & mask){ // choose bit

            digitalWrite(tx,HIGH); // send 1

        }

        else{

            digitalWrite(tx,LOW); // send 0

        }

        delayMicroseconds(bit9600Delay);

    }

    //stop bit

```



```

digitalWrite(tx, HIGH);

delayMicroseconds(bit9600Delay);

}

int SWread()

{

    byte val = 0;

    while (digitalRead(rx));

    //wait for start bit

    if (digitalRead(rx) == LOW) {

        delayMicroseconds(halfBit9600Delay);

        for (int offset = 0; offset < 8; offset++) {

            delayMicroseconds(bit9600Delay);

            val |= digitalRead(rx) << offset;

        }

        //wait for stop bit + extra

        delayMicroseconds(bit9600Delay);

        delayMicroseconds(bit9600Delay);

        return val;

    }

}

```

```
void loop()

{

    SWval = SWread();

    SWprint(toupper(SWval));

}
```

## KAYNAKLAR

<http://www.emrahustun.com/>

<http://docplayer.biz.tr/>

<http://www.elektrikport.com/>

<https://tr.wikipedia.org/>

<http://www.robotiksistem.com/>

<http://www.tekniktrend.com/>

<http://www.bilisimdergi.com/>

<http://itu.edu.tr/>

<https://koteelektronik.com/>

<http://www.muhammetefe.com/>

<http://blog.plc2buy.com/>

<http://ceng.ktu.edu.tr/>

<http://arduinoturkiye.com/>

<http://320volt.com/>

<http://documents.tips/>

<https://www.arduino.cc/>

## ÖZGEÇMİŞ



çalışmaktadır.

Eyüp Furkan KAYA Karabük Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği öğrencisi. Elbistan/KAHRAMANMARAŞ doğumludur. İlgili olduğu programlar AutoCad , ANSYS , MATLAB , Visual Studio , PLC , C# ve C++ , Ardiuno , EdgeCam , akıllı telefon sistemleridir. Akıllı ev sistemleri üzerinde



Kaan KARAPINAR Karabük Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği öğrencisi. Eminönü/İSTANBUL doğumludur. İlgili olduğu programlar AutoCad , ANSYS , Visual Studio , Matlab , PLC , Android programlama EdgeCam ve robotik sistemlerdir.