

Bu deney föyü Prof. Dr. Rifat YAZICI'nın katkılarıyla hazırlanmıştır.

RFID TEKNIĞİ İLE OTOMATİK NESNE TANIMA

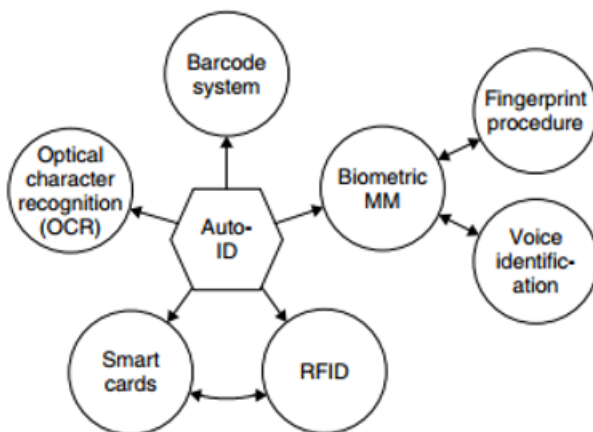
1. Genel Tanıtım

Günümüzde otomatik tanıma (identification) prosedürleri (Auto-ID) çoğu servis endüstrilerinde, satın alma ve dağıtım lojistiklerinde, endüstride, üretim şirketleri ve nesne akış (flow) sistemlerinde çok popüler hale geldi. Otomatik tanıma prosedürleri insanlar, hayvanlar, hareketli eşyalar ve ürünler hakkında bilgi sağlar duruma gelmiştir.

Daha önce var olan tanıma sistemlerinden **barkod etiketler**, sorunların gittikçe artması karşısında şimdi uygun bulunmamaktadır. Barkodlar oldukça ucuz olabilir, ama onların ana engeli düşük depolama kapasitesi ve programlanabilir olmamalarıdır.

Bu işte optimal teknik çözüm dataların bir silikon çipte depolanmasıdır. Günlük hayatta kullanılmakta olan elektronik data taşıyan cihazın en yaygın olanı **temaslı akıllı karttır** (telefon akıllı kartı, banka kartları gibi). Ama akıllı kartta kullanılan mekanik temas çoğunlukla pratik değildir. Data taşıyan cihaz ile onun okuyucusu arasında datanın temassız transferi daha fazla esnekliğe sahiptir. İdeal durumda elektronik data taşıyan cihazı çalıştırmak için gerekli güç de temassız teknoloji kullanılarak **okuyucudan (reader)** transfer edilebilmelidir. Gücün ve datanın transferi için kullanılan prosedürlerden dolayı temassız ID sistemlerine **RFID sistemler (Radio Frequency Identification)** denir. Günümüzde **RFID** piyasası, mobil telefonları ve kablosuz telefonları da kapsayan radyo teknoloji endüstrisinin en hızlı büyüyen sektörü haline geldi.

Temassız tanıma, bağımsız bir disiplinler arası alana doğru gelişmektedir ve artık geleneksel hiçbir alana sığmamaktadır. RFID çok değişik alanlardan gelen bilgileri bir araya getirir: örneğin HF (High Frequency=3...30 MHz) teknolojisi ve EMC (Electromagnetik Compatibility), yarıiletken teknolojisi, data koruma ve kriptografi, telekomünikasyon, üretim teknolojisi ve çok sayıda ilişkili alanlar gibi. Bir giriş olarak aşağıdaki kısım RFID'de benzer fonksiyonlar gerçekleyen farklı otomatik ID sistemlerin kısa bir gözden geçirilişini verir, Şekil 1.2.



Şekil 1. Genelleştirilmiş önemli ID sistemleri.

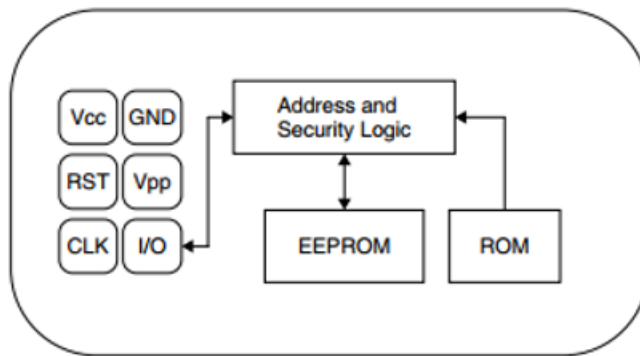
1.1 Akıllı Kartlar (Smart Cards)

Akıllı kart bir elektronik data depolama sistemidir ve kolaylık olsun diye muhtemelen ilave hesaplama kapasitesi de (mikroişlemci kart) bir plastik kartın (kredi kart büyüklüğündedir) içine kapsatılır. Önceden ödenmiş (prepaid) telefon akıllı kartları biçiminde olan ilk akıllı kartlar 1984 yılında piyasaya sürüldü. Akıllı kart bir **okuyucuya** yerleştirilir ve bu okuyucu temas yaylarını kullanarak akıllı kartın temas yüzeylerine elektriksel bağlantı yapar. Akıllı kartlar temas yüzeyleri üzerinden **okuyucudan** gelen enerji ve bir saat darbesi ile beslenir. **Okuyucu** ile kart arasında data transferi iki yönlü seri arayüz (I/O port) kullanılarak yapılır. Mimarisine ve fonksiyonlarına bağlı olarak akıllı kartlar ikiye ayrılır: **bellek kartı** ve **mikroişlemci kartı**.

Akıllı kartın öncelikli avantajlarından biri, onun üzerinde depolanan datanın arzu edilmeyen okuma erişimine ve manipülasyona karşı korunabilmesidir. Akıllı kartlar, bilgi veya finansal transaksionlarla ilgili tüm servisleri basitleştirir, daha güvenli ve ucuz yapar. Temasa dayalı akıllı kartların bir dezavantajı, temasların eskimesi, korozyonu ve kirlenmesidir. Çok sık kullanılan okuyucular, yanlış çalışmaya meyilli oluşlarından dolayı bakımları pahalıdır. Ayrıca halk tarafından erişilebilir olmaları (telefon kulübeleri) vandalizme karşı onları korumasız yapar.

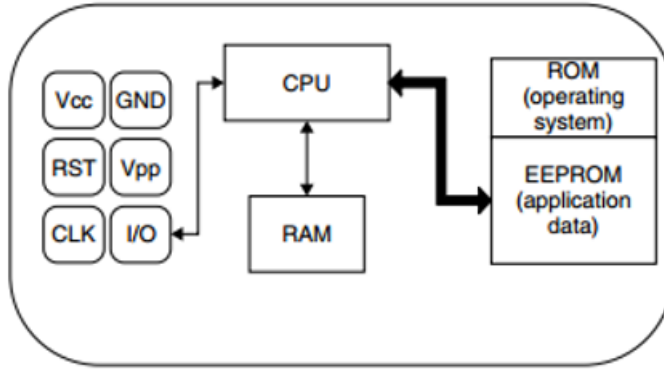
1.1.1 Bellek Kartları

Bellek kartlarında belleğe (genellikle EEPROM dur) ardışık lojik (durum makinası) kullanılarak erişilir, Şekil 2. Bu sistemi kullanarak basit bir güvenlik algoritmasını (örneğin stream şifreleme algoritmasını) kapsatmak da mümkündür. Söz konusu bellek kartının işlevselliği genellikle spesifik uygulamalar için optimize edilebilir. Uygulamaların esnekliği oldukça sınırlıdır, ama bellek kartlarının artısı, çok ucuz olmalarıdır. Bu sebeple bellek kartları etkin olarak fiyat odaklı, geniş ölçekli uygulamalarda kullanılır



Şekil 2. Güvenlik lojiğine sahip bir bellek kartının yapısı

1.1.2 Mikroişlemcili kartlar



Şekil 3. Mikroişlemcili kartın genel yapısı

Mikroişlemcili kartlar mikroişlemci içerir ve segmentli bir belleğe (ROM, RAM ve EEPROM segmentleri) sahiptir.

Maske programlı ROM mikroişlemci için bir **işletim sistemi** içerir ve çip üretimi esnasında içine koyulur. ROM'un içerikleri üretim esnasında belirlenir ve aynı üretim grubundan gelen tüm mikroçipler için özdeştir (identical) ve üzerine yazılamaz.

Çipin EEPROM'u uygulama datasını ve uygulamayla-ilşkili program kodunu içerir. Bu bellek alanından okumak veya bu alana yazmak işletim sistemi tarafından kontrol edilir.

RAM bellek mikroişlemcinin geçici çalışan belleğidir (temporary working memory). RAM'da saklanan data besleme gerilimi kesildiği zaman kaybolur, Şekil 3.

Mikroişlemci kartları çok esnektir. Modern akıllı kart sistemlerinde tek bir karta farklı uygulamaları entegre etmek de mümkündür (çoklu-uygulama). Programın uygulamaya-özel parçaları üretimden sonra ve işletim sistemi tarafından başlatılabilinceye kadar EEPROM'a yüklenmez.

Mikroişlemcili kartlar öncelikle güvenlik odaklı (security sensitive) uygulamalarda kullanılır. GSM mobil telefonlara ilişkin akıllı kartlar ve yeni banka (EC=electronic cash) kartları buna örneklerdir. Mikroişlemcili kartların programlanma opsiyonu keza bu yeni uygulamaya hızlı adaptasyonu kolaylaştırır.

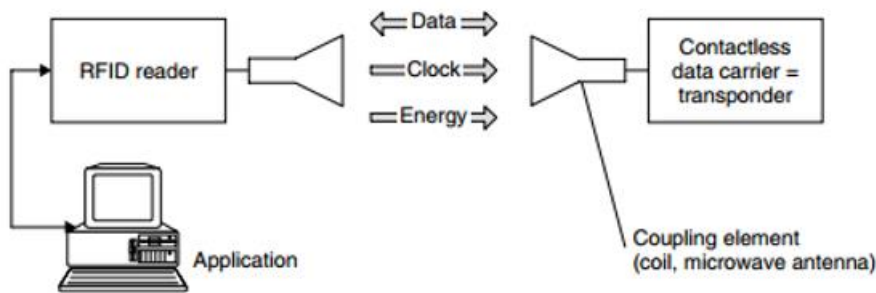
1.2 RFID sistemin Bileşenleri

RFID sistemler yukarıda açıklanan akıllı kartlarla yakından ilişkilidir. Akıllı kart sistemlerindeki gibi, etiket (transponder) adı verilen elektronik data taşıyıcı cihaza data depolanır. Ama akıllı kartların tersine, data taşıyan **etikete** gücün beslenmesi ve **etiket** ile **okuyucu** (reader) arasında datanın takası elektriksel temasla sağlanmaz, bunun yerine manyetik veya

elektromanyetik alanlar kullanılır. Bu işin temelini teşkil eden prosedür radyo veya radar mühendisliğinin alanlarından alınır. RFID kısaltması radyo frekanslı tanımadan (identification) yani enformasyonun radyo dalgaları ile taşınmasından gelir. Diğer tanıma sistemlerine göre RFID sistemlerin sayısız avantajları vardır. Kısa-mesafeli toplu taşıma için bilet olarak temassız akıllı kartların kullanılması buna bir örnektir.

Bir **RFID sistem** daima iki bileşenden oluşur, Şekil 4:

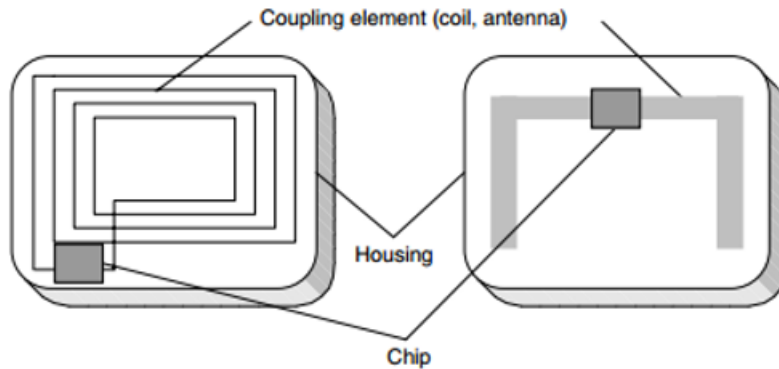
- **Etiket (Transponder):** Tanınacak cismin üzerine yerleştirilmiştir.
- **Sorgulayıcı veya Okuyucu (Reader):** Tasarıma ve kullanılan teknolojiye bağlı olarak bir okuma veya yazma/okuma cihazı olabilir (cihaz yalnız data okusa da veya keza data yazma yeteneğine sahip olsa da, burada data yakalama cihazı daima **okuyucu** olarak adlandırılacaktır).



Şekil 4. RFID sistemin iki temel bileşeni: **okuyucu ve etiket**

Okuyucu genelde bir radyo frekans modülü (alıcı ve verici= receiver and transmitter), bir kontrol birimi ve etikete kuplajlama elemanından oluşur. Ayrıca, çoğu okuyucular başka bir sisteme (PC, robot kontrol sistemi, v.s gibi) alınmış datayı iletmek için ilave bir ara yüz (RS 232, RS 485, v.s gibi) ile donatılmışlardır.

RFID sistemin gerçek **data-taşıyan cihazını** temsil eden etiket normalde bir **kuplaj elemanından** ve bir de elektronik **mikroçipten** oluşur, Şekil 5.

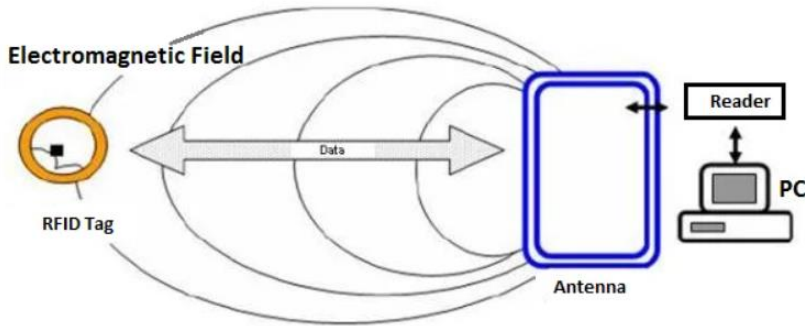


Şekil 5. Data taşıyan cihaz (etiket). Solda bobin antenli indüktif kuplajlı etiket, sağda ise dipolar antenli mikrodalga etiket gösterilmiştir.

Kendi gerilim beslemesine (bataryasına) genelde sahip olmayan bir etiket okuyucunun sorgulama bölgesi içinde olmadığı zaman tamamen pasiftir. Etiket sadece okuyucunun sorgulama bölgesine girdiği zaman aktif olur. Etiketi aktiflemek için gerekli güç transpondera kuplaj birimi (temassızlar için) üzerinden sağlanır, bu durum zamanlama darbesi ve data için de geçerlidir.

1.3 Deneyin Genel Özellikleri

Bir RFID sistem genellikle dataların tutulduğu ve işlendiği bir bilgisayar (PC), okuyucu ile bilgisayar arasında iletişimi sağlayan bir elektronik devre (Arduino), bir okuyucu modül (MFRC522 içerir), bir temassız etiket ve antenden (örneğin bobin) oluşur, Şekil 6.



Şekil 6. Elektromanyetik kuplajlı basit bir RFID sistemin yapısı

Okuyucu, bir Radyo Frekans Modülü ve yüksek frekanslı elektromanyetik alanlar oluşturan bir antenden oluşur. Etiket ise pil içermeyen pasif bir cihazdır. İçerisinde bilgiyi depolayıp işleyen bir mikroçip ve sinyalleri iletip alan bir anten bulunur. Okuyucu, etiketlerin yanına yerleştirilirse üzerindeki bilgileri okuyabilir. Okuyucunun oluşturduğu elektromanyetik alan, etiketin anteninden elektronların geçmesine ve dolayısıyla çipe güç sağlamasına neden olur. Etiket'in enerjilendirilmiş çipi daha sonra depolanan bilgileri başka bir radyo sinyali aracılığıyla okuyucuya geri gönderir. Buna **geri saçılım (backscatter)** denir. Geri saçılım, elektromanyetik/RF dalgalarındaki bir değişimdir. Okuyucu bunu algılar ve yorumlar.

1.3.1 MFRC522 RFID Okuyucu/Yazıcı Modülü

MFRC522 RFID Okuyucu Modülü, **RC522 okuyucu** çipini kullanır. Modül genellikle bir RFID kart etiketi ve 1 KB bellekli bir de anahtarlık etiketi içerir. Ayrıca, içine gizli bir mesajın yazabileceği bir etiket de içerebilir.

MFRC522 RFID Okuyucu Modülü, RFID etiketleriyle (ISO 14443A standart etiketleri) iletişim kurmak için kullandığı **13,56MHz** elektromanyetik alan oluşturmak üzere tasarlanmıştır. 4 bacaklı **Seri Çevre Arayüzü (SPI)**, okuyucunun bir mikrodenetleyici ile iletişim kurmasını

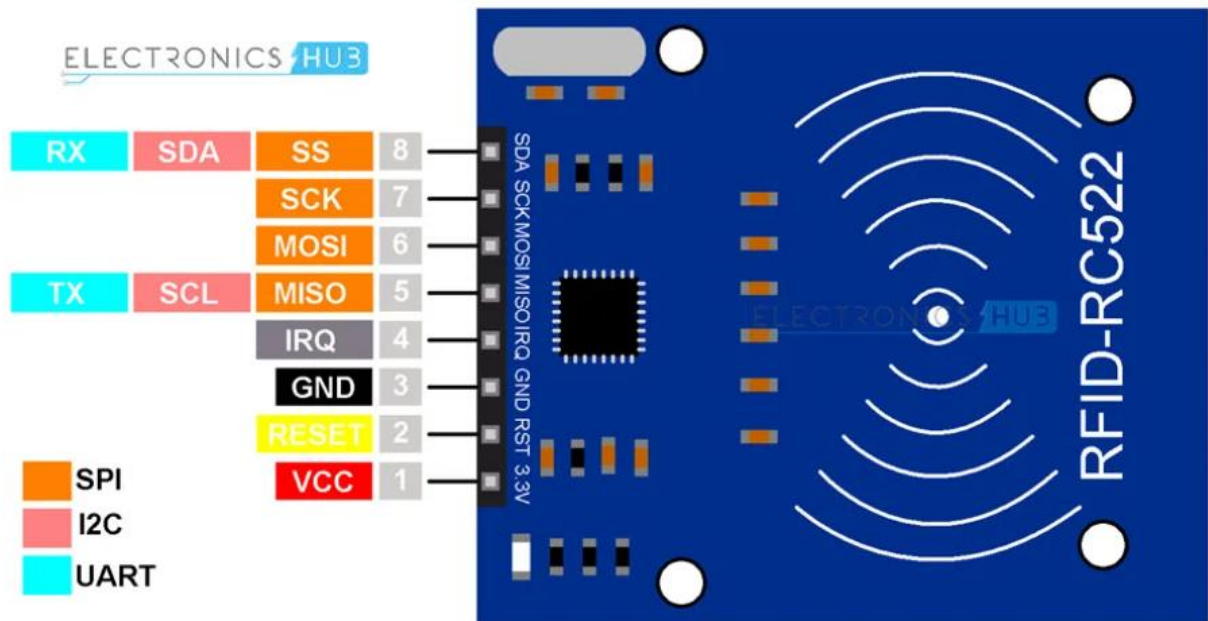
sağlar. SPI maksimum 10Mbps veri hızına sahiptir. Bu okuyucu, UART ve I2C protokolleri üzerinden haberleşmeyi destekler.

Bu modülün bir **kesme bacağı** vardır. Bu bacağın amacı, bu modüle "görüş alanında herhangi bir etiket var mı?" diye sorulmasına olanak sağlamaktır. Modül, bir etiketin kendi alanına girdiğini kullanıcıya bildirir.

Bu modülün özellikleri aşağıda verilmiştir.

Frequency range	13.56 MHz ISM Band
Host Interface	SPI/I2C/UART
The voltage of Operating Supply	From 2.5 V to 3.0 V
Maximum. Max.	13-26mA
Min. Min.	10uA
Logic Inputs	5V Tolerant
Read Range	5 cm

MFRC522 RFID Okuyucu modülü aşağıdaki bileşenlerden oluşur: **RC522 IC okuyucu, 27.12 MHz kristalli osilatör, PCB'ye gömülü bir Anten** ve 13.56 MHz elektromanyetik alan yayan destekleyici **pasif elemanlardan** oluşur.



RC522 Pin Configuration

Pin Number	Pin Name	Description
1	Vcc	Used to power the module. Typically, 3.3V is used
2	RST	Reset pin – Used to power down or reset the module
3	Ground	The system is connected to ground
4	IRQ	Interrupt pin – Used to wake the module up when a device is in range
5	MISO/SCL/Tx	When used for SPI communication MISO pin acts as SCL to I2c or Tx for UART.
6	MOSI	Pin for SPI communication Master or slave
7	SCK	Serial clock pin – Used to supply clock source
8	SS/SDA/Rx	Serves as serial input (SS), for SPI communication, SDA during IIC and Rx

MFRC522'nin Özellikleri

1. 13.56MHz RFID module.
2. Operating voltage: 2.5V to 3.0V.
3. Communication: I2C protocol and SPI.
4. Maximum data rate: 10Mbps.
5. Range of Readability: 5cm.
6. Current Consumption: 13 to 26mA.
7. Power down mode consumption 10uA (min).

RFID RC522 Arduino için Gerekli Bileşenler

1. Arduino UNO
2. RC522 RFID Module
3. RFID Tags (card and key fob in the kit)
4. Connecting Wires

Etiketten Okuyan Arduino Kod

MFRC522 RFID Modülü ile iletişim kurmak çok fazla iş gerektiriyor. Ama bize yardım edecek MFRC522 kütüphanesi vardır. Bu kütüphane RFID etiketlerinin okunmasını ve yazılmasını kolaylaştırır. Kütüphanedeki **GitHub deposunu** indirmek için web sitesine giriniz ve zip dosyasını indirmek için **rfid-master.zip** tıklayınız.

Arduino IDE'yi açın ve Sketch > Kütüphaneyi Dahil Et > Zip Kütüphanesi'ne gidin ve ardından indirdiğiniz RFID-master.zip dosyasını yükleyin.

Kütüphaneyi kurduktan sonra Örnekler menüsünü açın ve MFRC522> Dump Info örnek taslağını seçin.

Bu taslak, etikete herhangi bir veri yazmayacaktır. Bu taslak, yalnızca etiketi okuyup okuyamayacağını ve hakkında bazı bilgiler görüntüleyip görüntüleyemeyeceğini söyleyecektir.

Taslağınızın başından başlayın. RST_PIN doğru şekilde başlatıldı. Bu örnekte 5 numaralı dijital pin kullanıyor, bu yüzden tekrar 5'e değiştirin.

Şimdi taslağı Seri Monitör'e yükleyin. Etiket modüle yaklaştırdığınızda muhtemelen aşağıdakileri göreceksiniz.

Tüm bilgiler görüntülenmeden etiketi hareket ettirmeyiniz. **Özel (unique) Kimlik (UID) bilgisi** ve **1K belleğe** ait tüm bilgiler görüntülenir.

1.4 Deneyin Yazılımsal İlkeleri-Etiket UID'si Okuyan Program

*Etiketler (yakınlık entegre devre kartları—PICC), tanımlanacak nesneye takılır. Bu örnekte, MFRC522 RFID Okuyucu/Yazıcı modülüyle birlikte gelen bir anahtarlık ve bir de elektro-manyetik kart bulunmaktadır. (A card or tag using the ISO 14443A interface, eg Mifare or NTAG203). Her etikete özgü bir kimlik (UID) vardır. Bu deneyde etiketlerdeki UID kimlik bilgisi okunacaktır.

*Okuyucu/Yazıcı (yakınlık bağlantı cihazı-PCD), etikete bir sinyal gönderen ve yanıtını okuyan iki yönlü bir radyo verici-alıcıdır. NXP MFRC522 Contactless Reader IC

*MFRC522 RFID okuyucu 3,3 Voltta çalışır ve SPI ve I2C iletişim protokollerini destekler. RFID okuyucuyu kontrol etmek için kullanılan kütüphane her iki protokolü de destekler, ancak burada SPI protokolü kullanılacaktır. Bu sistem:

- "rfid_write_personal_data.ino" gibi bir program tarafından yazılan verileri okur
- RFID-RC522 okuyucusunu kullanan MIFARE RFID kartını kullanır.
- MFRC522-kütüphanesini kullanır.

* Çeşitli boardlarda bulunan bacak numaraları

	MFRC522	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino	Arduino
	Reader/PCD	Uno/101	Mega	Nano v3	Leonardo/Micro	Pro Micro
Signal	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin	Pin
RST/Reset	RST	9	5	D9	RESET/ICSP-5	RST
SPI SS	SDA(SS)	10	53	D10	10	10
SPI MOSI	MOSI	11 / ICSP-4	51	D11	ICSP-4	16
SPI MISO	MISO	12 / ICSP-1	50	D12	ICSP-1	14
SPI SCK	SCK	13 / ICSP-3	52	D13	ICSP-3	15


```

#include <SPI.h>

#include <MFRC522.h>

#define RST_PIN    9    // konfigüre edilebilir, yukarıdaki bacak düzenlemesine bakınız
#define SS_PIN     10   // konfigüre edilebilir, yukarıdaki bacak düzenlemesine bakınız

MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // MFRC522, RFID okuyucu nesnesini (instance) ilklendir
//*****//

void setup() {

    Serial.begin(9600);    //PC ile seri haberleşmeyi ilklendir

    SPI.begin();           //SPI (Serial Peripheral Interface) busı başlat

    mfrc522.PCD_Init();    // mfrc522 kartındaki PCD'yi (proximity coupling device) başlat

    Serial.println(F("Read personal data on a MIFARE PICC:")); //Seri halinde okumaya hazır olduğunu
    //gösterir (proximity integrated circuit cards—PICC).

}

//*****//

void loop() {

    // Anahtarı hazırla, tüm anahtarlar fabrika tarafından FFFFFFFFh değerine setlenmiştir
    // okuma ve yazma fonksiyonları için güvenlik anahtarını hazırla

    MFRC522::MIFARE_Key key; //key' olarak adlandırılan bir "MIFARE_Key" 'struct'ı oluştur. Bu struct,
    //kart bilgisini tutar.

    //Kütüphanenin .h dosyasındaki "MIFARE_Key struct" tanımında "keyByte" tanımlanmıştır.

    for (byte i = 0; i < 6; i++) key.keyByte[i] = 0xFF;

    // Varsayılan anahtar (genellikle MIFARE kartlar için kullanılır)
    byte defaultKey[] = {0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};

    //Okunacak veya yazılacak bloğun block numarası ve uzunluğu için değişken tanımla
    byte block;

    byte len;

    // Yetkilendirme (kartta yazma işlemi için gerekli)

    MFRC522::StatusCode status; //( MFRC522::StatusCode) nesnesine ilişkin 'status' değişkenini
    //tanımla

```

```

//-----

// Yeni kartlar ara. Sensor/okuyucuda yeni kart yoksa loopu Resetle. Bu durum tüm süreç boş (idle)
//olduğu zaman tüm süreci korur.

// Yeni bir kartın okunduğunu kontrol edin
if (! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
    return;
}

// Kartlardan birini seçin ve kart verilerini okuyun
if (! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
    return;
}

//Kart seçilmiştir
Serial.println(F("***Card Detected:***"));

//-----

mfrc522.PICC_DumpDetailsToSerial(&(mfrc522.uid)); //Kartın ayrıntılarını yaz (dump)

//uncomment below line if you want to see the entire 1k memory with the block written into it.
//mfrc522.PICC_DumpToSerial(&(mfrc522.uid)); //uncomment this to see all blocks in hex

//-----

//bloğun içeriğini basınız
Serial.print(F("Name: "));

byte buffer1[18];

block = 4;

len = 18;

//----- GET FIRST NAME

//Erişim için istenen bloğun doğrulanması

status = mfrc522.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, 4, &key,
&(mfrc522.uid)); //line 834 of MFRC522.cpp file

if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
    Serial.print(F("Authentication failed: "));

    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));

    return;
}

```

```
// buffersize=18 olan bloktan bir baytın okunması
```

```
// okuma bufferının boyutuyla ilgili bir değişken tanımlamalıdır, çünkü
```

```
// aşağıdaki MIFARE_Read yöntemi, boyut değişkenine bir pointer gerektirir...
```

```
// status = mfrc522.MIFARE_Read(blockNumber, arrayAddress, &buffersize)
```

```
// &buffersize, buffersize değişkenine bir pointerdir.
```

```
//PRINT FIRST NAME
```

```
for (uint8_t i = 0; i < 16; i++)
```

```
{
```

```
    if (buffer1[i] != 32)
```

```
    {
```

```
        Serial.write(buffer1[i]);
```

```
    } }
```

```
Serial.print(" ");
```

```
//----- GET LAST NAME
```

```
byte buffer2[18];
```

```
block = 1;
```

```
status = mfrc522.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, 1, &key,  
&(mfrc522.uid));          //line 834
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
```

```
    Serial.print(F("Authentication failed: "));
```

```
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
```

```
    return;
```

```
}
```

```
status = mfrc522.MIFARE_Read(block, buffer2, &len);
```

```
if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
```

```
    Serial.print(F("Reading failed: "));
```

```
    Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
```

```
    return;
```

```
}
```

```
//PRINT LAST NAME
```

```
for (uint8_t i = 0; i < 16; i++) {  
    Serial.write(buffer2[i] );  
}  
//-----  
Serial.println(F("\n**End Reading**\n"));  
delay(1000);          //Kartları daha hızlı okumak istiyorsanız bu değeri değiştirin  
mfrc522.PICC_HaltA();  
mfrc522.PCD_StopCrypto1();  
}  
//*****//
```