T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RADYO FREKANS KİMLİK TANIMI (RFID)

Mohammed N.İSMAEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2010

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RADYO FREKANS KİMLİK TANIMI (RFID)

Mohammed N.İSMAEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2010

"Bu Tez 29/01/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından
oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir"

Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
(Danışman) …….

Prof. Dr. Ahmet ARSLAN
(Üye) ...…….

Yrd. Doç. Dr. Ömer Kaan BAYKAN
(Üye) …….

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RADYO FREKANS KİMLİK TANIMI

Mohammed N.İSMAEL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI

Ocak 2010

Jüri: Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
Prof. Dr. Ahmet ARSLAN
Yrd. Doç. Dr. Ömer Kaan BAYKAN

RFID radyo frekans kullanarak nesnelerin kimlik bilgilerini okunmasını sağlayan teknolojidir. Temel olarak bu teknoloji elektronik etiket ve bir okuyucudan meydana gelmektedir.

RFID teknoloji her geçen gün maliyetinin düşmesi ile birlikte hemen her sektörde farklı uygulama alanlarıyla birçok avantaj sağlamaktadır, otomatik köprü geçişlerinde, nesne veya hayvan takibinde, geçiş kontrol sistemlerinde, RFID yaygın olarak kullanılan bir teknoloji haline geldi.

Bu çalışmada ortaya koyulan Uygulama basit anlamda RF okuyucudan gelen kart bilgisi okunur ve ekranda gösterilir. Kart yazma işlemi için ekrana yazılan 32 bitlik hex code RF okuyucuya yazma emri ile gönderilerek karta yazma işlemi gerçekleştirilir.

Anahtar Kelimeler: RFID, Radyo frekansla kimlik tanımı, RF, Auto ID sistemleri

ABSTRACT

MSc Thesis

RADİO FREQUENCY IDENTİFİCATİON

Mohammed N.İSMAEL

Selçuk University

Computer Engineering Brabch
Advisor: Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
January 2010

Jury : Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI
Prof. Dr. Ahmet ARSLAN
Assoc. Prof. Dr. Ömer Kaan BAYKAN

RFID is the technology of transferring ID information of individuals and objects by means of radio waves. In essence, this device consists of an electronic tag and a reader.

RFID device gives so many advantages in almost all sectors with its different applications areas as its cost is decreasing day by day. It has become a common device used in automatic bridge crossings, chasing object or animal, crossing control systems .

In the conducted application in this search, RF reads the card information taken from reader and is shown on the screen. 32 Bit hex kod RF, which is written for card writting process on the screen, is sent to reader with an order of writing. So, the process of writing on card is performed.

Key words: RFID, Radio Frequency Identification, Radio frequency, Autumatic identity systems.

ÖN SÖZ

Bu tezin yazımının süresince ve beni bu konuya yönlendiren, yakın ilgi ve önerileriyle yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Şirzat KAHRAMANLI'ya teşekkür ederim.

Etiket ve okuyucu devresini temininde ve uygulama bölümünde deneyim ve desteğini hiç esirgemeyen bilgisayar mühendisliği bölümü öğretim görevlisi sayın İbrahim KORANA hocama teşekkür ederim.

Bana gösterdiği samimiyet ve desteklerinden dolayı bilgisayar mühendisliği bölüm başkanı sayın Prof. Dr. Ahmet ARSLAN hocama teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca fedakâr yardımlarına ve desteklerini esirgemeyen sevgili annem ve babama sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET III
ABSTRACT IV
ÖNSÖZ V
ŞEKİLLER X
TABLOLAR XII
RESİMLER XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ XIV
1. GİRİŞ 1
2. OTOMATİK KİMLİK TANIMA SİSTEMLERİ 3
2.1. OCR; Optik Karakter Tanıma Sistemleri 4
2.2. Biyometrik Tanıma Sistemleri 5
2.2.1. Biyometrik tanıma sistemi çeşitleri 6
2.2.1.1. Yüz ile tanıma sistemleri 6
2.2.1.2. Parmak izi ile tanıma sistemi 6
2.2.1.3. İris ile tanıma sistemleri 7
2.2.1.4. Ses ile tanıma sistemleri 7
2.2.1.5. Retina tanıma 8
2.3. Barkot Sistemleri 8
2.3.1. EAN/UPC Barkotları 11
2.4. Akıllı Kartlar 13
2.4.1. Akıllı kart tipleri 14
2.4.1.1. Bellek kartları 14
2.4.1.2. Mikroişlemcili kartlar 14
3. RFID 15
3.1. RFID Frekans Bandları 16
3.2. RFID Frekans Bandlarının Özellikleri 17
3.3. RFID Avantajları 18
4. RFID ETEKETLERİ 19
4.1. Bellek Tipine Göre RFID Etiketleri 21

4.2. RFID Taşıyıcı Çeşitleri 21
4.2.1. Disk şeklinde RFID taşıyıcı 21
4.2.2. Cam RFID taşıyıcı 22
4.2.3. Anahtarlık şeklinde RFID taşıyıcıları 23
4.2.4. Plastik RFID taşıyıcıları 23
4.2.5. Saat biçiminde RFID taşıyıcıları 23
4.2.6. Alet ve gaz şişelerine monte edilen RFID taşıyıcılar 24
4.2.7. Etiket şeklinde RFID taşıyıcıları 24
4.2.8. Smart kart şeklinde RFID taşıyıcıları 25
5. RFID KULLANIM ALANLARI 26
5.1. RFID ile Elektronik Gözetim 26
5.2. RFID ile Erişim Kontrolü 26
5.3. RFID'nin İlaç Endüstrisinde Kullanımı 27
5.4. RFID ile İnsan Takibi 27
5.5. RFID'nin Hastanelerde Kullanımı 28
5.6. RFID ile Otomatik Ödeme 29
5.7. RFID ile Üretim Kontrolü 29
5.8. RFID ile Bagaj İzleme 29
5.9. RFID Kullanılarak Hayvan Kimliklendirilme 31
6. RFID SİSTEMLERİNDE KODLAMA ve MODULASYON 32
6.1. Veri Şifreleme Yöntemleri 32
6.2. Veri Modülasyonu 33
6.2.1. Direkt olarak 33
6.2.2. FSR (Frequency Shift Keying 33
6.2.3. PSK(phase shift keying 34
7. İLETİŞİM MESAFESİ ve BAĞLAŞIM 36
7.1. Yakın Bağlaşım 36
7.2. Uzak Bağlaşım 36
7.3. Uzun Mesafeli Sistemler 37
7.4. Sistem Performanslarının Değerlendirilmesi 37
7.4.1. Yalnızca okunabilir (Read Only) sistemler 37
7.4.2. Orta düzey sistemler 38

7.4.3. Yüksek seviyeli sistemler 38
7.5. Temel İşletim Prensipleri 38
7.5.1. 1 Bit'lik elektronik etiketler 38
7.5.2. Tam çift yönlü ve yarım çift yönlü elektronik etiketler 39
8. RFID BİLEŞENLERİ 40
8.1. Okuyucunun İşlevi 41
8.2. Etiketin İşlevi 42
8.3. Endüktif Bağlaşım - Pasif Elektronik Etiketler için Besleme Ünitesi 43
8.4. Endüktans L 44
8.5. Ortak Endüktans 45
8.6. Kuplaj Katsayısı 47
8.7. Örnek Taglar(örnek çip yapıları ve özellikleri 47
8.8. Atmel T5557 48
8.8.1. Özellikler 48
8.8.2. Tanımlama 48
8.8.3. Bellek yapısı 50
8.8.4. Takip edilebilecek veri yapısı 51
8.8.5. T5557 Başlama ve POR gecikmesi 52
8.8.6. Tag'dan okuyucuya veri Yollama 52
8.8.6.1. Normal okuma modu 52
8.8.6.2. Blok okuma modu(Block-read Mode 53
8.8.6.3. T5557 Sıra Sonlandırıcısı 54
8.8.7. Okuyucudan Tag'a Veri Yollama 55
8.8.7.1. Başlama Aralığı 55
8.8.7.2. Veri Yazma Protokolü 57
8.8.8. Şifre 58
8.8.9. İsteğe bağlı cevap modu (AOR 58
8.9. EM 4001 59
8.9.1. Özellikler 59
8.9.2. Tanımlama 60
8.9.3. Veri modulatoru 60
8.9.4. Manchester & Bi-Phase encoding ICs için hafıza dizisi 60

8.9.5. PSK şifreleme IC'de hafıza dizisi 61
8.9.6. Şifre tanımı 61
8.9.6.1. Manchester 61
8.9.6.2. Biphase şifresi 62
8.9.6.3. PSK şifresi 62
9. UYGULAMA 64
9.1. Atmega8 64
9.2. EM4095 66
9.2.1. Tanımlama 66
9.2.2. Özellikler 66
9.2.3. İşlevsel tanımlama 67
9.2.3.1. Genel 67
9.2.3.2. Analog bloklar 68
9.2.3.3. EM4095 avantajları 68
9.3. Embeded Uygulama 69
9.3.1. Microdenetleyici bölümü 69
9.3.2. EM4095 Rf Base station 70
9.3.3. FT232 seri-usb çevirici 71
9.4. Embeded Programın Genel Çalışma Mantığı 73
9.5. Interrupt Çalışma Mantığı ve Manchester Decode 80
9.6. PC Uygulama 85
10. SONUÇ 86

ŞEKİLLER

Şekil 2.1 Otomatik tanımlama sistemleri (AUTO-ID) 4
Şekil 2.2 Barkod Okunması 9
Şekil 2.3 Barkod Etiketinin Anlamı 10
Şekil 2.4 Tek ve iki boyutlu barkotları 11
Şekil 2.5 EAN 8 ve EAN 13 barkot tipleri 11
Şekil 2.6 Smart kart görünüşü 13
Sekil 4.1 RFID Tag 19
Şekil 4.2 Smart kart şeklinde taşıyıcı 25
Şekil 6.1 Değişik şekildeki veri kodlama dalga formları 33
Şekil 6.2 FSK modülasyonlu sinyal Fc/8, Fc/10 34
Şekil 6.3 PSK modülasyonlu sinyal 35
Şekil 8.1 Radyo frekans kimlik tanıma sistem bileşenleri 40
Şekil 8.2 RFID Etiket-Okuyucu Etkileşimi 42
Sekil 8.3 Okuyucu tarafından üretilen manyetik alan ile endüktif kuplajlanan etiket 44
Şekil 8.4 Endüktansın tanımı 45
Şekil 8.5 Ortak endüktans 46
Şekil 8.6 RFID sisteminde T5557 eteketi 49
Şekil 8.7 Yapılandırma haritası blok 0 için 49
Şekil 8.8 Bellek yapısı 50
Şekil 8.9 T5557 Takip edilebilecek veri yapısı 51
Şekil 8.10 farklı MAXBLK ayarları için örnekler 53
Şekil 8.11 Sıra terminatoru ile veri okumak 54
Şekil 8.12 Sıra terminatoru dalga şekilleri 55
Şekil 8.13 okuyucu tag aralarında iletişimin başlaması 56
Şekil 8.14 komple bir yazma işlemi sıralaması 57
Şekil 8.15 T5557 komut formatları 58
Şekil 8.16 AOR modu 59
Şekil 8.17 Manchester & Bi-Phase encoding ICs için hafıza dizisi 61
Şekil 8.18 Manchester şifresi 62
Şekil 8.19 Biphase şifresi 62

Şekil 8.20 PSK şifresi 63
Şekil 9.1 Atmega8 mikroçip 69
Şekil 9.2 EM4095 RF Base station 70
Şekil 9.3 FT232 seri-usb çevirici 71
Şekil 9.4 Genel şema 72
Şekil 9.5 Ana embeded program akış şeması 78

TABLOLAR

Tablo 2.1 RFID ve Barkot Teknolojisinin Karşılaştırılması 12
Tablo 3.1 RFID Frekans Bandları 16
Tablo 8.1 veri yazmanın çözüm tablosu 56

RESİMLER

Resim 2.1 Optik Karakter Tanıma Sistemi 5
Resim 4.1 Disk şeklinde değişik RFID taşıyıcıları 22
Resim 4.2 Cam RFID taşıyıcısı..... 22
Resim 4.3 Bir el saat'inin temassız erişim yetkilendirme sisteminde kullanımı 24
Resim 5.1 RFID taşıyıcılı araba anahtarlığı..... 27
Resim 5.2 RFID tanıtım kartı..... 27
Resim 5.3 Yatan hastaların bileklerine takılan bilezik şeklindeki RFID taşıyıcıları . 28
Resim 5.4 Otomatik yol geçişleri..... 29
Resim 5.5 Bagajın etiketlenmesi..... 30
Resim 5.6 a: RFID Etiketi kulağa monte edilmiş 31
b:bir okuyucu ile etiket taşıyan bir köpeği belirlemek..... 31

SİMGELER VE KISALTMALAR

RFID	Radyo frekans tanımlama (Radio frequency identification).
EAS	Electronic article surveillance.
OCR	Optik karakter tanıma (Optical character recognation).
UPC	Evrensel ürün kodu (Universal Product Code).
N	Bobin için sarım sayısı.
x	X ekseni boyunca bobinin merkezine uzaklık.
I	Akım.
Φ	Manyetik akı.
B	Bantgenişliği.
NRZ	Non return zero.
HF	High frequency.
B	Manyetik akı yoğunluğu.
A	Anten alanı.
μ_0	Manyetik alan sabiti.
Ψ	Toplam manyetik akı.
L	Endüktans.
M	Ortak endüktans.
k	Bağlaşma katsayısı.
λ	Dalga boyu.
H	Manyetik alan şiddeti.
R	Daire yarıçapı.
ASK	Amplitude Shift Keying
BPSK	Binary Phase Shift Keying

EEPROM	Electrical Erasable Programmable Read Only Memory (ElektrikselSilinebilir Programlanabilir ROM)
EPC	Electronic Product Code (Elektronik Ürün Kodu)
FSK	Frequency Shift Keying
HF	High Frequency
ID	Identity
ISO	International Standards Organization
LF	Low Frequency
PSK	Phase Shift Keying
RAM	Random Access Memory
RF	Radyo Frekansı
UHF	Ultra High Frequency
WORM	Write Once Read Many
A/D	Analog/Digital
CLK	Clock
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
FDX	Full Duplex
HDX	Half Duplex
IC	Integrated Circuit
I/O	Input/Output
ISBN	International Standard Book Number
ISO	International Standard Organization
OTP	One Time Programmable
ROM	Read Only Memory
RZ	Return to Zero
VHF	Very High Frequency

1. GİRİŞ

RFID (Radio frequency Identification-“Radyo Frekans ile Tanımlama”) genel olarak; radyo frekans dalgaları ile etiket ve okuyucu arasında data transferi yaparak, hareket halinde ya da sabit nesneleri tanıyan ve izleyen güvenilir teknolojinin genel ismidir.

RFID Teknolojisi ilk olarak 2.Dünya savaşı sırasında İngiliz hava kuvvetleri tarafından kendi uçaklarının düşman uçaklarından ayırt etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra bunu 1970’li yıllarda nükler malzeme izlenmeside kullanılmıştır, 1990’lı yıllardada ticari uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır.

RFID sistemleri dışında pek çok otomatik kimlik tanıma sistemi mevcuttur. Bunlardan OCR; optik karakter tanıma sistemleri, biyometrik kimlik tanıma sistemleri, akıllı kartlar sistemleri ve barkodlar.

RFID sisteminin, barkod sistemlerine olan üstünlükleri avantajları ve dezavantajları detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

RFID teknolojisi, kablosuz veri alış verişini sağlayan en temel teknolojilerden biridir. Uzun süreden beri mevcut olmasına rağmen, gerek pahalı olması ve gerekse bir standartlaşmanın olmaması, bu teknolojinin yaygınlaşmasını ve kullanılmasını geciktirmiştir.

Günümüzde Radyo frekanslı tanımlama teknolojisi çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanlardan, tanımlama, toplu taşıma araçları biletlerinden, kütüphanelerden otomotiv sektöründe, havaalanlarında bagaj takibinde ve hastanelerde-hasta ve ilaçların izlenmesinde çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Güvenlik ve takip amaçlı kullanımı en yaygın kullanım alanı olarak gösterilmektedir.

RFID teknolojisi objeleri tanımlamanın dışında takibini, orijinalitesini ve güvenlik unsurlarında da önemli yer almakta üretimden, lojistiğe, hayvancılıktan pasaportlara kadar uzanan geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır.

Günümüzde, RFID teknolojisinin ne kadar önemli olduğu anlaşılmış ve otomatik tanımlama teknolojileri arasındaki yeri ve üstünlüğü bariz olarak ortaya çıkmıştır(Pala, Z., 2007).

RFID sisteminde en önemli konulardan biri de frekans bantlarıdır. RFID' de genellikle 125 KHz (LF), 13.56 MHz (HF), 800–900 MHz (UHF) ve 2.45GHz frekansları kullanılmaktadır. Alçak frekans, yüksek frekans, çok yüksek frekans ve mikrodalga olarak adlandırılan bu frekans aralıkları ve özellikleri üçüncu bölümde karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

RFID teknolojisi ile artık geçmişte otobanlarda kullandığımız biletler yerine RFID teknolojisine sahip sistemler kullanmaktayız. Yine hasta kayıtlarında hangi hastanın ne tür hastalığa sahip olduğunu ve ne çeşit tedavi görmesi gerektiğinin takibini bu sistem yardımıyla kolaylaştırmaktayız. Çiftlik hayvanlarının etiketlenmesi, kütüphane bilgi sistemi ve kitap takibi yine RFID teknolojisinin bilinen en yaygın kullanım alanlarıdır.

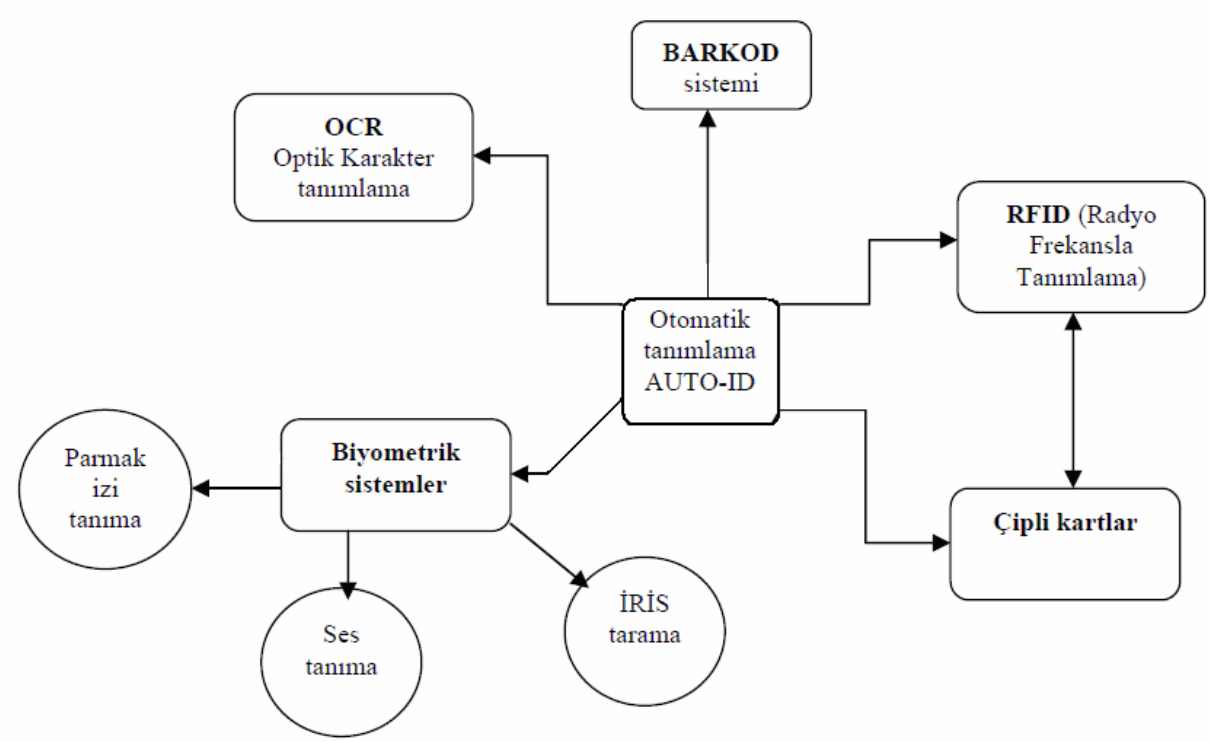
2. OTOMATİK KİMLİK TANIMA SİSTEMLERİ

Günümüzde çok sayıda otomatik tanıma sistemi kullanılmaktadır. Kimlik tanıma işlemlerinin otomatik olarak gerçekleşmesi hayatı kolaylaştırıcı adımların başında gelir ve bunun için günümüze kadar pek çok sistem tasarlanmıştır. Her biri farklı bir teknoloji kullanan bu sistemler, farklı özellikler ile karsımıza çıkmaktadırlar(Pala, Z., 2007).

Bu sistemler çeşitli sektörlerde birçok uygulamada hayat bulmuştur. Otomatik kimlik tanıma sistemlerini (Auto-ID) incelediğimizde kendi içinde farklı teknolojileri içermekte olduklarını görürüz.

Otomatik tanıma sistemleri olarak kategorize edebileceğimiz bu Sistemler temel olarak 5 grupta toplayabiliriz:

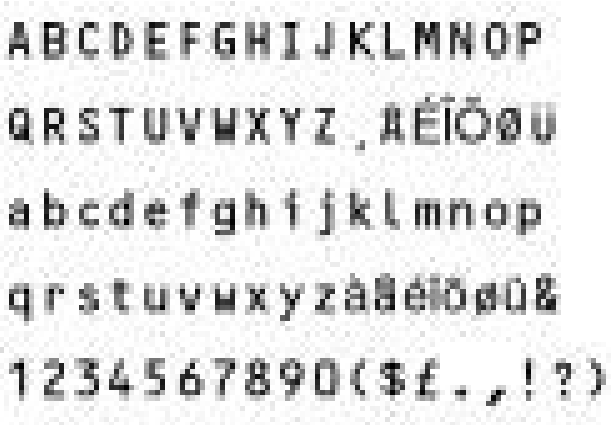
1. OCR; Optik Karakter Tanıma Sistemleri
2. Biyometrik Kimlik Tanıma Sistemleri (Yüz Tanıma, Parmak izi tanıma… vb.)
3. Barkod Sistemleri
4. Akıllı Kart Sistemi
5. RFID; Radyo Frekansı ile Kimlik Tanıma



Şekil 2.1 Otomatik tanımlama sistemleri (AUTO-ID)

2.1. OCR; Optik Karakter Tanıma Sistemleri

OCR yani optik karakter tanıma sistemleri, farklı yazı tiplerinin makineler tarafından okunup anlaşılmasını sağlamaktadır. Tarayıcılarda, metin ve resimlerin taranması için, bu sistemlerden faydalanılmaktadır. Örneğin bankalarda çeklerin okunup sisteme kayıt edilmesinde OCR teknolojisi kullanılmaktadır. Ancak sistemin pahalı olması nedeniyle, kullanım alanı dar bir çerçevede kalmaktadır.



Resim 2.1 Optik Karakter Tanıma Sistemi

2.2. Biyometrik Tanıma Sistemleri

Biyometri, canlı varlıklar temel alınarak yapılan ölçme ve sayma bilimi olarak tanımlanabilir. Biyometri kullanılarak hataya meydan vermeden kişilerin fiziksel karakteristiklerine göre tanıma işlemi gerçekleştirilebilir. Uygulamada insan kimlik bilgisinin parmak izi, yüzü, sesi veya göz biyolojik özelliklerden ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadı(Pala, Z., 2007).

Biyometrik sistemler kişilerin kontrollü geçişini/erişimini sağlamayı amaçlar yani yetkili kişilerin geçişine/erişimine izin verilir, yetkisiz kişilere geçiş/erişim hakkı verilmez.

Biyometrikler, kullanıcının fiziksel ve davranışsal özelliklerini tanıyarak kimlik saptamak üzere geliştirilmiş bilgisayar kontrollü, otomatik sistemler için kullanılan genel bir terimdir. Dolayısı ile kartta veya şifreli sistemlerde yaşanan kaybedilme, unutulma veya çalınma gibi problemler de yaşanmaz(Tuğaç, B., 2007).

2.2.1 Biyometrik tanıma sistemi çeşitleri

- Yüz Tanıma Sistemi
- Parmak İzi Tanıma
- Iris Tanıma
- Ses Tanıma
- Retina Tanıma

2.2.1.1. Yüz ile tanıma sistemleri

Yüz ile tanıma sistemleri, daha önceden veritabanına işlenen yüz resimleri ile bilinmeyen bir yüzün bilgisayar destekli olarak karşılaştırılması esasına göre çalışır. Bu sistemler erişim kontrolünde ya da kalabalık içerisinde kişilerin seçilmesinde kullanılır. Yüz ile tanıma sistemlerindeki temel sorun düşük kalitedeki resimlerin, kişilerin gözlük vb. aksesuarlar takması da karşılaştırmada sorunlara neden olabilmektedir.

2.2.1.2. Parmak izi ile tanıma sistemi

Parmak izi benzersizdir ve yaşa göre ya da diğer özelliklere göre değişmez. Her insanın farklı parmak izi vardır. Bu yüzden parmak izi, en güvenilir kişisel doğrulama araçlarından biridir. Suçlu takibi erişim kontrolü ya da banka kartı doğrulaması gibi sivil ve adli birçok uygulamada çok önemli rol oynamaktadır(Tuna, H., 2005).

Parmak izi tanıma algoritması alınan görüntü üzerinden her bir parmak izi için farklı ve tek olan parmak izi özelliğini çıkartır ve kişiye özel bir ID kod oluşturarak

veri tabanına kaydeder. Veri tabanında bulunan her bir parmak izi kodu her kişi için farklıdır(Tuğaç, B., 2007).

Parmak izi tanıma sistemlerinin en önemli sorunu, taklit parmak izlerinde sistemin yanılmasıdır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için parmak izinin alındığı parmağın canlılığını test edecek gelişmiş sensorların kullanımı önerilmektedir. Ofis çalışanları için oranı çok düşük olan kirli, yağlı ellerden parmak izlerinin alınmasında yaşanan sorunlar iyi sensorlar ve algoritmalar kullanılarak minimuma indirilebilir(Kocamaz, A., 2008)

2.2.1.3. İris ile tanıma sistemleri

İris tanıma kullanıcı ile okuyucu arasında yakın temas gerektirmeyen ve kullanışlı olan bir biyometri teknolojisidir. Gözde bulunan iris tabakası kişisel tanımlama için benzersiz ve tutarlı özelliklere sahiptir.

İris ile tanıma teknolojilerindeki temel fikir gözün iris tabakasının resminin çekilerek üzerinde işlem yapılmasıdır. Alınan bu resim ile kişinin iris tabakasına uygun karakteristik değerler çıkartılıp bir veritabanına işlenir. Daha sonra veritabanındaki bu karakteristikler karşılaştırma amacıyla kullanılır(Tuna, H., 2005).

İris tanıma teknolojisini kullanarak güvenlik uygulamalarına yepyeni bir boyut eklenmiştir. İris tanımlama teknolojisi, tanıma ve kimlik saptama gerektiren uygulamalara kesin doğruluk, hız ve kullanım kolaylığı getirmektedir.

2.2.1.4. Ses ile tanıma sistemleri

Ses biyometrisi, sesin zaman içindeki izgesinin ve frekansındaki değişikliklerin belirlenmesiyle ortaya çıkmış, kişiyi tanımlamada kullanılan bir sistemdir(Dağoğlu, M., 2006).

Ses sistemlerinin avantajı, ellerin ve gözlerin serbest olarak kullanılmasıdır. Bu durumda kullanıcılar sanki karşılarında bir insan varmış gibi bilgisayarla haberleşebilmektedirler. Diğer biyometrik tanıma sistemlerinde olduğu gibi bu

otomatik tanıma sisteminde benzer şekilde tanımlama sistemine dahil edilecek kişinin sesi kaydedilip veritabanına işlenir. Daha sonra veritabanına kaydedilen bu ses sinyali karşılaştırma amacıyla kullanılır.

Heyecan, korku ve üşüme durumlarında olduğu gibi sesin hacmi, hızı ve kalitesindeki değişimler, tanımlamayı güçleştirir. Günümüz teknolojilerinde, kaydedilmiş bir ses ile ses tanımlama araçlarının aldatılması da mümkündür. Bundan dolayı bu tekniğin uygulanması güvenli değildir(Dağoğlu, M., 2006).

2.2.1.5. Retina tanıma

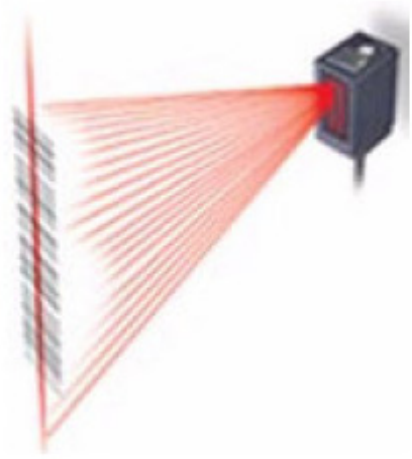
Retinanın kendine özgü yapısının optik sistemler tarafından taranması prensibine dayanan bu teknolojinin güvenirliği yüksektir ancak kullanıcının belirli bir noktaya bakması gerektiğinden kullanımı zordur. Teknolojisinin yeterli olmasına rağmen bu nedenden dolayı fazla kabul görmemiştir(Tuğaç, B., 2007).

2.3. Barkot Sistemleri

Barkotlar, Günümüzde pek çok alanda kullanılan ve en az maliyetli otomatik tanıma sistemlerinden birisidir(Pala, Z., 2007).

Günümüzde genelde dikdörtgen biçiminde olan, birbirine paralel çizilmiş inceli kalınlı çizgilerden ve bu çizgiler arasındaki boşluklardan meydana gelen siyah çubukların oluşturduğu bir semboldür(Dağoğlu, M., 2006).

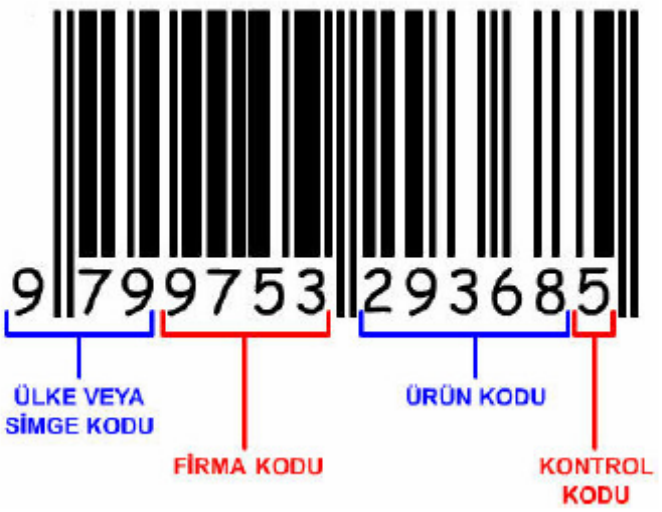
Barkot sistemler; tıpkı RFID sistemler gibi, bir okuyucu, okuyucunun bağlı olduğu bir bilgisayar ve etiketlerden meydana gelmektedirler.



Şekil 2.2 Barkod Okunması

RFID; sürat, daha uzun okuma menzili ve daha güvenilir bir sistem olması ile barkod teknolojisinin önüne çıkmaktadır. Ayrıca RFID etiketleri uygulamalarda barkod etiketlerine kıyasla üstün özelliklere sahiptir. Nesne hareket halinde iken veya etiket ile okuyucu arasında (metal olmadığı sürece) engelleyici bir katman olsa bile okuma gerçekleşmektedir. Bu sebeple kutulanmış ve paketlenmiş ürünler dahi okunabilmektedir.

Barkodların başka dezavantajları da vardır; eğer barkod etiketi kazarak çizilir, darbe alır ya da yırtılırsa bir daha onu okumak imkansız hale gelir. Ayrıca standart barkodlar sadece üreticiyi ve ürünü tanımlar. Nesnenin kendisini tanımlamazlar. Yani taranan ürün hakkında detaylı bilgi vermezler sadece bilgisayarın anlayabileceği bir dille nesnenin numaralandırılmasına yarar. Bu bakımdan herhangi bir nesneye ilişkin bilgiye ulaşmak için Öncelikle nesnenin verilerinin yazılıma girilmesi gerekir(Kocamaz, A., 2008).



Şekil 2.3 Barkod Etiketinin Anlamı

RFID etiketleri tüm bu isteklere cevap verebilir[içindekiler]. İki ana tipte barkot uygulaması mevcuttur: Tek boyutlu barkotlar (1D), iki boyutlu barkotlar (2D). İki boyutlu (2D) barkotlar, tek boyutlu barkotlara kıyasla çok daha fazla bilgi içerirler ve bu tip barkotların okutulabilmesi için özel okuyucular gerekir. İki boyutlu barkotlarda artış beklenmesine rağmen, birçok depo ve üretim operasyonunda hala tek boyutlu barkot kullanılmaktadır.

Bunun sebebi genelde tek boyutlu barkot teknolojisinin daha ucuza mal olması ve envanter sistemi veri tabanlarındaki verilere ulaşılabilmesi için yeterli veri içerebilmeleridir(Kocamaz, A., 2008).



(a) Tek boyutlu (1D) barkot sitemi (b) İki boyutlu (2D) barkot sistemi

Şekil 2.4 Tek ve iki boyutlu barkotlar

2.3.1. EAN/UPC Barkotları

Bu barkotlar, süpermarketlerde ve eczanelerde ürünlerin üzerinde sıkça görmekteyiz. EAN (European Article Number) Avrupa Madde Numarası standardı ve bunun Amerika'daki karşılığı ise UPC (Universal Product Code) Uluslararası Ürün kodu' dur.

EAN barkodun iki ana tipi vardır. EAN8, sekiz (8) haneyle kodlanır ve EAN13, on üç (13) haneyle kodlanır. Hane kelimesi karakterden ziyade rakam anlamına gelmektedir. Bu barkotlarda EAN ve UPC sadece rakam kodlar. Alfabetik karakterlerin kodlanması bu kodlarla mümkün değildir(Kocamaz, A., 2008).



Şekil 2.5 EAN 8 ve EAN 13 barkot tipleri

Tablo 2-1 RFID ve Barkot Teknolojisinin Karşılaştırılması

BARKOT	***RFID***
1.Hata olasılığı vardır (Malzemelerin belirlenmesi için bar kodların manüel olarak kullanılması gereklidir, bu durumda insan hatası söz konusu olabilir).	Hatasız veri okunabilir (RFID etiketlerinin otomatik olarak kontrol edilmesi insan hatasını ortadan kaldırır).
2.Tutulan bilgi değiştirilemez (güncellenemez). Etiketin değiştirilmesi gerekir.	Tutulan bilgi değiştirilebilir. RFID etiketler üzerindeki veriler defalarca yazılıp silinebilir.
3.Daha az bilgi saklanabilir	Daha fazla bilgi saklanabilir.(Bu sayede sadece ürünün kodu değil, gerekiyorsa geldiği depo, son kullanma tarihi ya da istenen başka bilgiler etiketlere yüklenebilir.)
4.Okuma için görüş alanında(mesafesi) olması gerekir(Kısıtlı alan ve okuma oranı)	RFID etiketlerinin okunması veya güncellenmesi için görüş mesafesi gerekli değildir.(Okuma için menzilde olması gerekir).
5.Sıcak, kirli, nemli ortamlardan etkilenir.(Bar Kodlar kirli veya hasar görmeleri durumunda okunamazlar).	Sıcak, kirli, nemli ortamlardan etkilenmez (RFID etiketleri kirli ortamlarda okunabilirler).
6.Aynı anda bir tek etiket okunabilir(Bar Kodlar teker teker okunmalıdır).	Aynı anda birden fazla etiket okunabilir 10-100.(Aynı anda birden çok RFID etiketi okunabilir).
7.Daha yavaş etiket okunabilir 4s	Daha hızlı etiket okunabilir 0.5s
8. Personel desteği ile okuma işlemi yapılır	Personel desteği olmaksızın okuma işlemi yapılabilir.(İnsan/Operatör müdahalesine gerek yok)
9.Bar Kodların kaydedilmesi için görünür olmaları gereklidir.	RFID etiketleri çok incedir, bir malzemenin içinde oldukları takdirde bile okunabilirler.
10.Bar Kodlar sadece herhangi bir malzemenin türünü belirler.	RFID etiketleri malzemeleri belirleyebilir.

2.4. Akıllı Kartlar

Akıllı kartlar, içine ‘chip’ (mikroişlemci) bulunduran plastik kartlar ‘akıllı kartlar’ olarak adlandırılmaktadır. Bu kartlara akıllı denilmesinin asıl nedeni, yüksek bilgi tasıma, islem yapma, karttaki veriyi kullanma, yazma ve silme yeteneklerinin ‘mikroişlemci’ sayesinde gerçekleşebilmesidir.

Akıllı kart teknolojisi daha önce manyetik ortamda yapılan uygulamaları daha hızlı, güvenli ve düşük maliyetli hale getirdiği gibi, şimdiye kadar mümkün olmayan yeni uygulama alanları açmıştır.

Geleneksel manyetik bantlı kartlarla karşılaştırıldığında, akıllı kartlar yüzlerce defa daha yüksek kapasiteye sahiptir, daha dayanıklıdır ve ileri derecede şifreleme gibi mekanizmalar nedeniyle çok daha güvenlidir(Kocamaz, A., 2008).

Akıllı kart sayesinde, birden fazla uygulamayı tek kart üzerinde işletmek mümkündür. Akıllı kartlar aslında yanımızda taşıdığımız küçük bilgisayarlar olarak kabul edilebilir. Kendi işletim sistemleri, birçok fonksiyonu yapabilecek şekilde içinde bulundukları yazılım parçaları, yüksek bilgi depolama yetenekleri ve bilgiyi koruma özellikleri ile hayatı daha mobil hale getiren küçük bilgisayarlardır.



Şekil 2.6 Smart kart görünüşü. Kaynak(Kocamaz, A., 2008).

2.4.1. Akıllı kart tipleri

Akıllı kartlar elektronik devre yapılarına, veri aktarım tipine ve boyutlarına göre sınıflandırılabilirler. Akıllı kartlar veri tipine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

2.4.1.1. Bellek kartları

Sadece üzerinde verileri saklayan ve herhangi bir işlem yapma özelliğine sahip olmayan kartlardır. Bu kartlara örnek olarak, Kimlik kartları, ulaşım kartları, telefon kartları vb.

2.4.1.2. Mikroişlemcili kartlar

Mikroişlemci, akıllı kartların en önemli parçasıdır. verileri depolayabilme özelliği yanında, üzerinde bulunan mikroişlemci sayesinde, verileri işleyebilme özelliğine sahip olan kartlardır.

3. RFID

RFID sistemleri temaslı akıllı kart sistemleriyle benzerlikler taşımaktadır. Temaslı akıllı kartlara göre en temel farklılığı, veri taşıyıcı cihaz ile okuyucu arasındaki veri alışverişinin temas yüzeyi kullanılmak yerine radyo dalgaları kullanılarak gerçekleştirilebilmesidir(Kılınç, T., 2007).

RFID sistem tasarımlarında insan etkisi/katkısı olmaksızın bilginin oluşturulması ve toplanması amacı güdülür. Barkod teknolojisine göre daha yeni bir teknolojidir ve avantajları olan bir sistemdir. Dünyada kullanımı her geçen yıl artmaktadır(Kocamaz, A., 2008).

RFID Sistemlerinin başlıca avantajı teknolojisinin temas olmadan işleyen ve çizgi görüşü gerektirmeyen karakteristiğidir.

Etiketler, kar, buz, sis, boya, kir, kutu içi, araç içi ve depo gibi görsel ve çevresel olarak zorlayıcı şartlarda da okunabilir.

100ms gibi kısa bir cevap süresine sahip RFID okuyucu ile bir sürü(birkaç yüz)etiket neredeyse aynı anda okunabilir. Algılayıcılar ile birleştirilmiş etiketler ilr ürünün durumu hakkında çok önemli bilgiler edilebilinir.

RFID teknolojisinde veriler şifrelenerek iletilebildiğinden ve diğer birçok özelliği sayesinde güvenlik konusunda manyetik kartlardan da çok daha güvenlidir. Ayrıca fiziksel temas gerektirmemesi kullanım kolaylığı da sağlar. Örneğin RFID teknolojisi ile kimlik bilgileri cüzdanınızda iken okuyucuya okutulabilmektedir(Tuğaç, B., 2007).

3.1. RFID Frekans Bantları

RFID sistemleri çok sayıda farklı frekans kullanmakla beraber, en yaygın olanları düşük frekans (125 KHz civarı), yüksek frekans (13.56 MHz) ve çok yüksek frekans ya da UHF (860–960 MHz)'dir. Ayrıca 2.45 GHz mikrodalgalar da bazı uygulamalarda kullanılmaktadır. Radyo dalgaları farklı frekanslarda farklı özellikte olduklarından, uygulama için uygun frekansın seçilmesi gereklidir.

Tablo 3.1 RFID Frekans Bandları(Tuğaç, B., 2007).

Band	Frekans Aralığı	Uygulama
Alçak Frekans (LF)	120-135 KHz	Kısa mesafe uygulamalar
Yüksek Frekans (HF)	13.56 MHz	Akıllı kartlar ve etiketler için kullanılan frekans
Ultra Yüksek Frekans (UHF)	433MHz	Aktif düşük güçlü etiketler
	860-960MHz	Tedarik Zinciri uygulamaları
Mikrodalga	2450MHz	Aktif etiketlerle daha büyük haberleşme mesafeleri ve daha yüksek hızlarda data iletimi

Düşük frekanslı etiketler az güç kullanırlar ve metal olmayan cisimleri algılamada daha iyidirler ve yüksek su içeren meyve gibi cisimlerde idealdirler, yüksek frekanslı etiketlere göre okuma kapasiteleri düşüktür. Yüksek frekanslı etiketler metal cisimlerde daha iyidirler ve 1 metreden çok rahat okunabilirler.

UHF frekansı daha yüksek okuma kapasitesine ve veri aktarımını daha hızlı yaparlar. Ancak çok fazla güç kullanırlar.

3.2. RFID Frekans Bandlarının Özellikleri

Alçak frekans - (Low Frequency -LF <135 KHz)

- Kısa okuma mesafesi
- Metal ve sıvı gibi olumsuz dış etkenlerden daha az etkilenme oranı
- Büyük boyutlu etiketler
- Sadece okunur, okunup-yazılabilir etiketler

Yüksek Frekanslar – (High Frequency -HF - 13.56 MHz)

- Temassız okuma mesafesi
- Düşük maliyet
- Metal ve sıvı gibi olumsuz dış etkenlerden alçak frekans etiketlerine göre daha az etkilenme oranı
- Alçak Frekansa göre daha uzun okuma mesafesi
- Çoklu okuma kabiliyeti
- Daha hızlı

Çok yüksek Frekanslar – (Ultra-High Frequency UHF- 868 MHz- 915 MHz)

- Temassız yüksek okuma mesafesi
- Yüksek veri depolama alanı
- Sıvı ve metal gibi dış etkenlerin okuma mesafesinde araya girmesi okuma performansını düşürür
- Stok takip ve üretim bantları için idealdir

Mikrodalga -Microwave (2.45 GHz, 5.8 GHz)

- UHF sistemlere göre daha pahalı
- Daha yüksek okuma mesafesi
- Metale bağlı performans sorunu çok düşük
- Sıvıya bağlı performans sorunu yüksek
- Hızlı okuma performansı

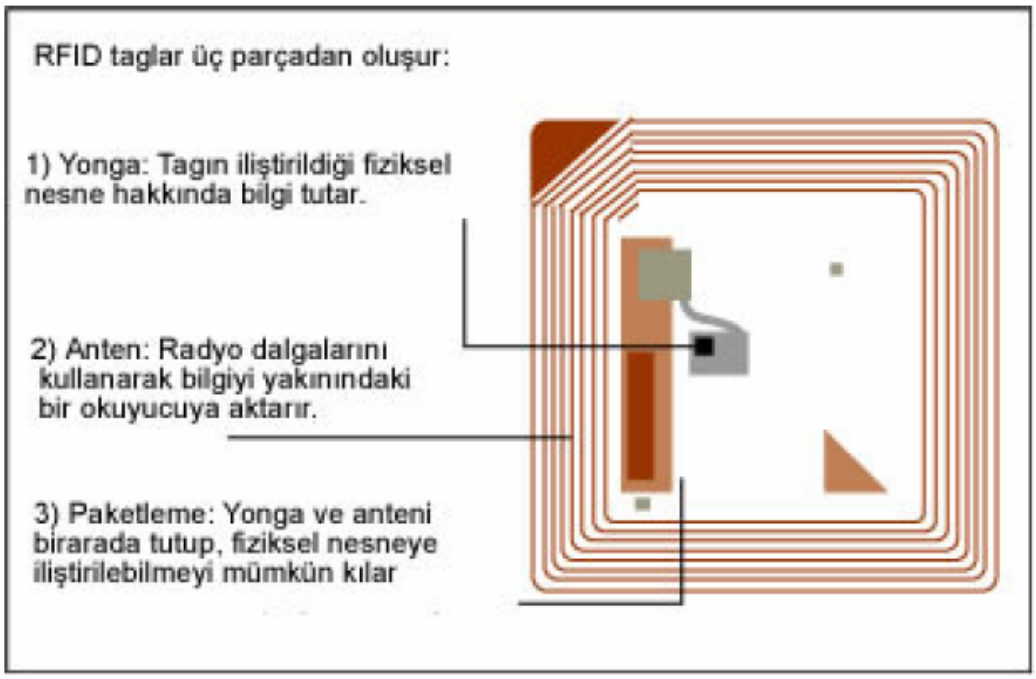
3.3. RFID Avantajları

- RFID etiketleri veri yapılarına göre değişik veri kapasitesine sahiplerdi.
- RFID elektronik etiketler çok kez yazılıp okunabilirler.
- Elektronik etiketi okuyucu tarafından okunabilmesi için görüş alanı içerisinde olmasına gerek yoktur.
- RFID etiketleri farklı uzaklıktan okunabilir mümkündür.
- Aynı anda bir okuyucu birden fazla etiket okuyabilir.
- RFID elektronik etiketleri okuyucu ile temassız veri alış verişinde bulunabilir.

4. RFID ETİKETLERİ

Etiket olarak adlandırılan cihazlar, (Bazı yerlerde etiket yerine tag veya transponder ifadesi de kullanılmaktadır) temel olarak, hafızasında EPC kodu barındıran bir mikroçip ve bir anten içerir. Çeşitli biçimlerde olup ürünlerin üzerine çeşitli şekillerde iliştirilebilir.

RFID etiketinin hafızasında barındırılan bu bilgi, etiketteki anten sayesinde radyo iletişimi yoluyla bir RFID okuyucu cihazı tarafından okunabilir.



Sekil 4.1 RFID Tag

RFID etiketleri, nitelikleri açısından çeşitli standartlarda tanımlansa da uygulamalarda kullanılan özellikleri açısından, başlıca 3 tiptedir: aktif, pasif, yarı aktif. Aktif etiketler, barındırdıkları pil gibi bir güç kaynağı sayesinde RFID okuyuculara sinyal gönderebilir(Tan, O., Korkmaz, İ., Gidiş, O., Uygun, S., 2009).

Pasif etiketler, güç kaynağı içermeyip RFID okuyuculardan gelen sinyal sayesinde etikette oluşturulan enerji ile hafızalarındaki bilgiyi yansıtır; Okuyucu bu sinyali alır ve bağlı olduğu bilgisayar sistemine iletir(Sarma, S.E., Weis, S.A., 2003).

Yarı aktif etiketler, çipin devrelerini harekete geçirmek için güç kaynağı kullanırken, okuma esnasında ise pasif olup okuyucunun gönderdiği sinyal sayesinde oluşturulan enerji ile hafızasındaki bilgiyi yansıtır(Tan, O., Korkmaz, İ., Gidiş, O., Uygun, S., 2009).

RFID tagları her tür ürüne gömülebilir ya da yapıştırılabilir. Son derece küçük olan bu taglar içinde bilgi barındıran (ürün numarası üretici kodu, üretim tarihi, doz, ilaç adı vb) birer mikro yonga ve yine minik birer antenden oluşurlar(Kış, M., 2006).

Teknolojik gelişmeler, hafıza kapasitelerini, işlem hızlarını, okuma mesafesini arttırıp maliyetlerin azalmasını sağlasa da RFID bütünleşik devrelerinin fiyatları barkod etiketleri kadar uygun olamayacaktır. Buna karşın barkod ile etiketlemenin etkin olamayacağı birçok alanda RFID etiket ve taglarının kullanılabilmesi RF sistemlerin hızlı bir şekilde yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Bu alanlardan bazıları; güvenliğin gerekli olduğu, takip edilmesi gereken çok fazla bileşenin olduğu ve hayvanlar ve otomobiller gibi çok hareketli nesnelerin olduğu alanlardır(Kış, M., 2006).

Aktif ve yarı aktif etiketler uzun aralıklarla takip edilmesi gereken tren vagonları gibi yüksek değerli varlıklar için kullanılırlar, ancak pasif etiketlerden daha pahalı olduklarından düşük değerli varlıklarda kullanılamazlar. Bugün aktif etiketleri daha ucuza mal etmek için çalışmalar yapan firmalar bulunmaktadır. Son kullanıcılar 1 milyon ve daha fazla etiket için maliyeti 40 cent' ten daha düşük olan pasif etiketleri tercih etmektedir.

4.1. Bellek Tipine Göre RFID Etiketleri

RFID etiketlerindeki mikroçipler 3 çeşittir: Sadece okunabilen, hem okunup hem yazılabilen, bir kez yazılıp birçok kez okunabilen (WORM-Write Once Read Many).

Yalnız okunabilir RF etiketler *(read-only)*: Sadece okunabilen etiketler ürünle ilgili bir seri numarası taşımaktadır ve bu değiştirilememekte ve sadece okuyucular tarafından okunabilmektedir.

Okunup yazılabilir RF etiketler *(read/write)*: Yazılabilme özelliği olan bu etiketlere, okuyucu kapsam alanındayken yeni bilgi eklenebilir ya da bilgileri değiştirilebilir.

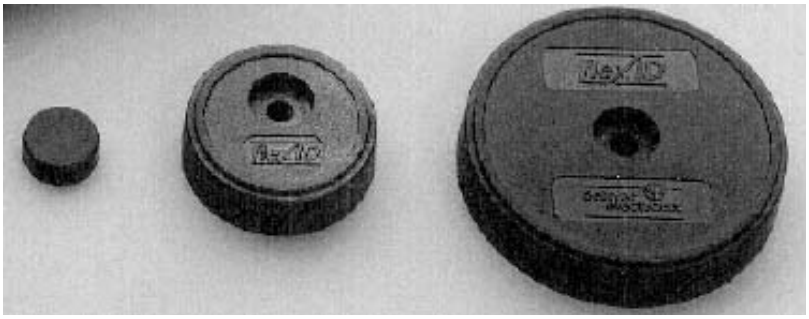
Bir defa yazılıp sürekli okunabilen *(write-once read-many WORM)* : Üretim sırasında üzerlerine sadece bir defa bilgi depolanabilen ve bir daha değiştirilemez RF etiketlerdir.

4.2. RFID Taşıyıcı Çeşitleri

RFID'nin uygulama alanlarına göre taşıyıcılar çeşitli şekillerde olabilir. Yapılan uygulamaya göre taşıyıcı seçimi önemlidir. Sıklıkla kullanılan RFID taşıyıcı çeşitleri şunlardır(Atila, Ü., Topaloğlu, N., 2008):

4.2.1. Disk şeklinde RFID taşıyıcı

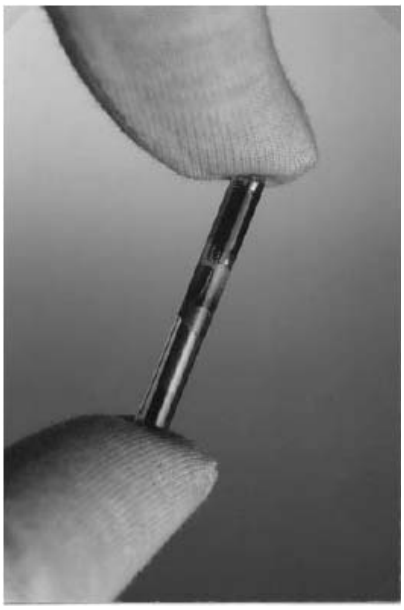
Disk şeklindeki taşıyıcıların birkaç mm'den 10 cm'ye kadar boyutları vardır. Bu taşıyıcıların, merkezinde vidalanması için bir delik bulunur ve çok geniş çalışma sıcaklığında polyester ya da epoksi reçineli tipleri de bulunmaktadır. Disk şeklindeki değişik RFID taşıyıcıları Resim 4.1'de görülmektedir(Finkenzeller., 2003).



Resim 4.1 Disk şeklinde değişik RFID taşıyıcıları

4.2.2. Cam RFID taşıyıcı

Cam RFID taşıyıcıları, hayvanları tanımlamak için deri altına enjekte edilmek üzere geliştirilmiştir. Resim 4.2'de görülen taşıyıcı buna örnek olarak gösterilebilir(Finkenzeller., 2003).



Resim 4.2 Cam RFID taşıyıcısı

4.2.3. Anahtarlık şeklinde RFID taşıyıcıları

Anahtarlık şeklinde RFID taşıyıcıları, yüksek güvenlik gereksinimlerini karşılamak amacıyla mekanik anahtarlarla birlikte kullanılabilir. Bu tarz taşıyıcılar anahtarlıkla birlikte plastik bir kılıf içerisine yerleştirilir. Ofis ya da işyerinde giriş ve çıkışta kullanılması oldukça yaygındır(Finkenzeller., 2003).

4.2.4. Plastik RFID taşıyıcıları

Plastik RFID taşıyıcıları, özellikle yüksek mekanik hareketleri karşılamak için geliştirilmiştir. Plastik kılıf diğer ürünlere kolaylıkla tutturulabilir. Örnek olarak araba anahtarlarına takılabilir.

İçinde cam RFID taşıyıcısı ile aynı malzemeler kullanılır fakat çok daha uzun bobin kullanıldığı için etki alanı daha fazladır. Ayrıca daha büyük mikroişlemci içerir ve mekanik titreşimlere karşı daha az duyarlıdır. Bu nedenle otomotiv endüstrisinde sıklıkla kullanılır(Finkenzeller., 2003).

4.2.5. Saat biçiminde RFID taşıyıcıları

Saat biçiminde RFID taşıyıcılar, 1990'ların başında ilk olarak kayak pistlerinde geçiş kontrolü için kullanılmıştır. Saat içerisinde ince bir elektronik baskı devre vardır ve baskı devre üzerinde sargılarla elde edilmiş anten bulunur. Anten bobininin büyüklüğünden dolayı bu tarz sistemlerde okuma mesafesi diğer RFID taşıyıcılarına göre daha yüksektir. Bu temassız saatler hem de, erişim kontrol sistemlerinde yeri kazanabildi(Finkenzeller., 2003).



Resim 4.3 Bir el saat'inin temassız
erişim yetkilendirme sisteminde kullanımı

4.2.6. Alet ve gaz şişelerine monte edilen RFID taşıyıcılar

Metal yüzeylere taşıyıcıların endüktif olarak bağlanmasıyla elde edilir. Taşıyıcı bobini demir kalıp üzerine sarılır. Metal yüzeyler bu şekilde anten görevi yapar. Bu tarz sistemler özellikle metal meşrubat kutularında kullanılmaktadır(Finkenzeller., 2003).

4.2.7. Etiket şeklinde RFID taşıyıcıları

Etiket şeklinde RFID taşıyıcıları, 0.1 mm kalınlığındaki plastik katmana bobin yapıştırılmasıyla elde edilir. Elde edilen bu RFID taşıyıcılarının, kendiliğinden yapışkanı vardır, değişik yerlere tutturulmasının kolaylaştırılması için esnek bir yapıya sahiptir, üzerine kolayca yazı da yazılabilir(Finkenzeller., 2003).

4.2.8. Smart kart şeklinde RFID taşıyıcıları

Smart kart şeklinde RFID taşıyıcıları, telefon kartlarına ya da kredi kartlarına benzer ve RFID sistemlerin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Tipik bir smart kartın görünüşü şekil 4.4'te görülmektedir. Bu tarz sistemlerin en önemli avantajı çok geniş bobin yüzeyine sahip olmalarıdır. Bu yüzden smart kart şeklindeki RFID taşıyıcıları daha geniş etki alanına sahiptir. Smart kart şeklinde RFID taşıyıcıları, 4 tabaka PVC tabaka arasına ince bir tabaka eklenmesiyle üretilir. Bu tabakalar, 100 C° üstündeki yüksek sıcaklık ve yüksek basınç altında preslenir(Finkenzeller., 2003).



Şekil 4.2 Smart kart şeklinde taşıyıcı

Smart kart şeklindeki RFID taşıyıcılarının üzerinde taşınmasını kolaylaştırmak amacıyla telefon kartlarındaki gibi yazı ve resimler kullanılabilir. Örneğin geçiş yapan personelin kimlik bilgileri ya da resmi Smart kart şeklindeki RFID taşıyıcılara eklenebilir. Smart kart şeklinde RFID taşıyıcılarının kalınlığı ISO 7810 standardıyla belirlenir ve maksimum 0,8 mm'dir.

5. RFID KULLANIM ALANLARI

RFID teknolojisinin kullanılması pek çok alanda yararlı olabilir. Amaç idari hataların, barkod tarama sırasındaki isçilik kayıplarının, şirket içi hırsızlığın, sevkıyat hatalarının ve stok düzeylerinin azaltılmasıdır.

5.1. RFID ile Elektronik Gözetim

Mağazalara gözetim amacıyla kurulan RFID sistemleri, çok ucuz olan 1 bitlik RFID taşıyıcıları elbiselere yerleştirilir. Kasadan geçmeyen ve dışarıya çıkartmaya çalışılmış etiketlenmiş elbiseler RFID okuyucu tarafından fark edilir, aynı şekilde para ödemeden geçiş yapılırsa alarm çalışmaya başlar. Bu uygulama RFID'nin gözetimde kullanılmasının en temel uygulamalarından biridir(Want, R., 2006).

5.2. RFID ile Erişim Kontrolü

Araba, park ya da ofisler gibi alanlara RFID sistemi yerleştirilmiş kartlarla, anahtarlarla ya da benzer taşıyıcılarla güvenli bir erişim sağlanabilir. RFID taşıyıcısı üzerinde benzersiz bir numara ile tanımlanabilir ve bu suretle RFID taşıyıcısı ile çok güvenli geçişler sağlanabilir(Want, R., 2006).

RFID'nin otomobillerde erişim kontrolü için kullanılmasına İngiltere'de 1992 yılında hırsızlık olaylarının aşırı artması neticesinde başlanmıştır. Bu uygulamada RFID taşıyıcısı anahtarlığa, RFID okuyucusu ise ateşleme sistemi içerisine monte edilmektedir. Sürücü arabayı çalıştırmak istediğinde öncelikle taşıyıcıdaki bilgisi kontrol edilmektedir. Eğer taşıyıcı yok ya da yanlış taşıyıcı varsa arabanın çalışmasına izin verilmemektedir(Want, R., 2006).

Erişim kontrolünde kullanılan RFID taşıyıcısı ile çok az bir maliyetle güvenlik ve doğrulama sağlanır. Bu taşıyıcılar kolaylıkla çoğaltılamaz ve etkisiz hale getirilemez.



Resim 5.1 RFID taşıyıcılı araba anahtarlığı



Resim 5.2 RFID tanıtım kartı

5.3. RFID'nin İlaç Endüstrisinde Kullanımı

İlaç dağıtımında yaşanan güvenlik sorunları ilaç veren firmaların ve ilaç dağıtımı yapan firmaların her ikisinin de temel sorunudur. İlaç dağıtımı ile ilgili güvenlik problemi ikinci bir toptancının ya da dışarıdan gelen toptancıların ilaçları yeniden paketlemesinden kaynaklanmaktadır.

Bu uygulamada ilaç paketlerine ve eczanelere dağıtılan ilaç broşürlerine RFID taşıyıcıları yerleştirilir. Daha sonra ilaçlar ve broşürler eczanelere dağıtılır. Eczanelerde ise RFID okuyucusu kullanılarak ilaç broşüründeki üretici bilgisi ile ilaç üzerindeki bilgi karşılaştırılır. Bu şekilde ilaçların sahte olup olmadığı anlaşılır(Want, R., 2006).

5.4. RFID ile İnsan Takibi

Dünya üzerindeki bazı eğlence parkları anne babalara çocuklarını takip etmek ve tam olarak yerlerini saptamak için bilezik şeklinde RFID kullanarak hizmet sunmaktadır. RFID okullarda da insan takibinde kullanılmaktadır. Bu uygulamada öğrencilere bilezik ya da kol bandı şeklinde RFID taşıyıcıları takılmaktadır. Bu sayede derse devam eden ve etmeyen öğrencilerin takibi otomatik olarak yapılmaktadır(Want, R., 2006).

5.5. RFID'nin Hastanelerde Kullanımı

RFID teknolojisinin hastanelerde kullanımı gerek doktorların hasta bilgilerine daha hızlı ulaşması açısından gerekse hemşirelerin hastaya ilaç verilmesi esnasında oluşabilecek muhtemel hataları yok etme açısından oldukça kritik önem taşımaya başladı. (Want, R., 2006).



Resim 5.3 Yatan hastaların bileklerine takılan bilezik şeklindeki RFID taşıyıcıları

5.6. RFID ile Otomatik Ödeme

RFID müşterilerin otomatik ödeme yapabilmesi için kartlara monte edilir. Genellikle köprü ve tünellerde kullanılır. Şu anda Türkiye'de otoyol otomatik yol geçişlerinde benzer sistemler kullanılmaktadır.



Resim 5.4 Otomatik yol geçişleri

5.7. RFID ile Üretim Kontrolü

Fabrikalarda ve depolarda envanter kontrolü yapmak için kullanılan izleme cihazları el ile yapılan işleri ve işlemlerin maliyetini azaltır. Bu izleme işlemi RFID teknolojisi kullanılarak yapılabilir.

5.8. RFID ile Bagaj İzleme

Havaalanlarında bagaj izlemede bagajların sıralanması ve doğru yolcuya bagajın ulaştırılması işlemleri yapılır. Bu işlemler sırasında her bir bagajın etiketlenmesi gerekir. Etiketleme işlemini gerçekleştirmek için ise elektronik olarak işlenebilen sistemler kullanılır. Bugüne kadar en yaygın kullanılan teknoloji barkodlardı fakat RFID barkodlar gibi düşük miktarda bilgi taşımadığından ve

okunması sırasında sorunlarla karşılaşılmadığından dolayı hava alanlarında tercih sebebi olmuştur.

RFID taşıyıcıları, yolcuların bagaj kontrolü sırasında devreye girer. Bu işlem ile taşıyıcı bant üzerinde giden bagajların sıralanması ve uygun müşteriye yönlendirilmesi daha basit hale getirilir. RFID ayrıca el ile yapılan işlemleri azaltır. RFID taşıyıcıların barkoddaki gibi tam okuyucu ile karşılıklı gelmesine gerek olmadığından bagajların yerinin değiştirilmesine de gerek kalmaz(Want, R., 2006).



Resim 5.5 Bagajın etiketlenmesi

5.9. RFID Kullanılarak Hayvan Kimliklendirilmesi

Elektronik tanıma sistemleri hayvan stoklarının takibinde kullanılmaktadır. RFID'nin otomatik besleme ve üretim kullanımlarına ek olarak RFID kullanılarak ulusal çapta hayvanların kimliklendirilmesi yapılmaktadır.

Kulak küpesi şeklindeki taşıyıcılar, standart barkod şeklindeki hayvan küpelerinden daha ucuzdur ve okuma mesafesi bir metredir.

Vücuda enjekte edilen taşıyıcılar ise 10 yıldır kullanılmaktadır. Bu taşıyıcılar özel bir alet yardımıyla hayvanın derisinin altına enjekte edilir. Bununla hayvanın vücudu ile okuyucu arasında bağlantı sağlanmış olur. Vücuda enjekte edilen bu taşıyıcılarla ulusal çapta hayvan kimliklendirilmesi daha güvenli hale gelir(Want, R., 2006).



Resim 5.6 a: RFID Etiketi kulağa monte edilmiş b:bir okuyucu ile etiket taşıyan bir köpeği belirlemek.

6. RFID SİSTEMLERİNDE KODLAMA ve MODULASYON

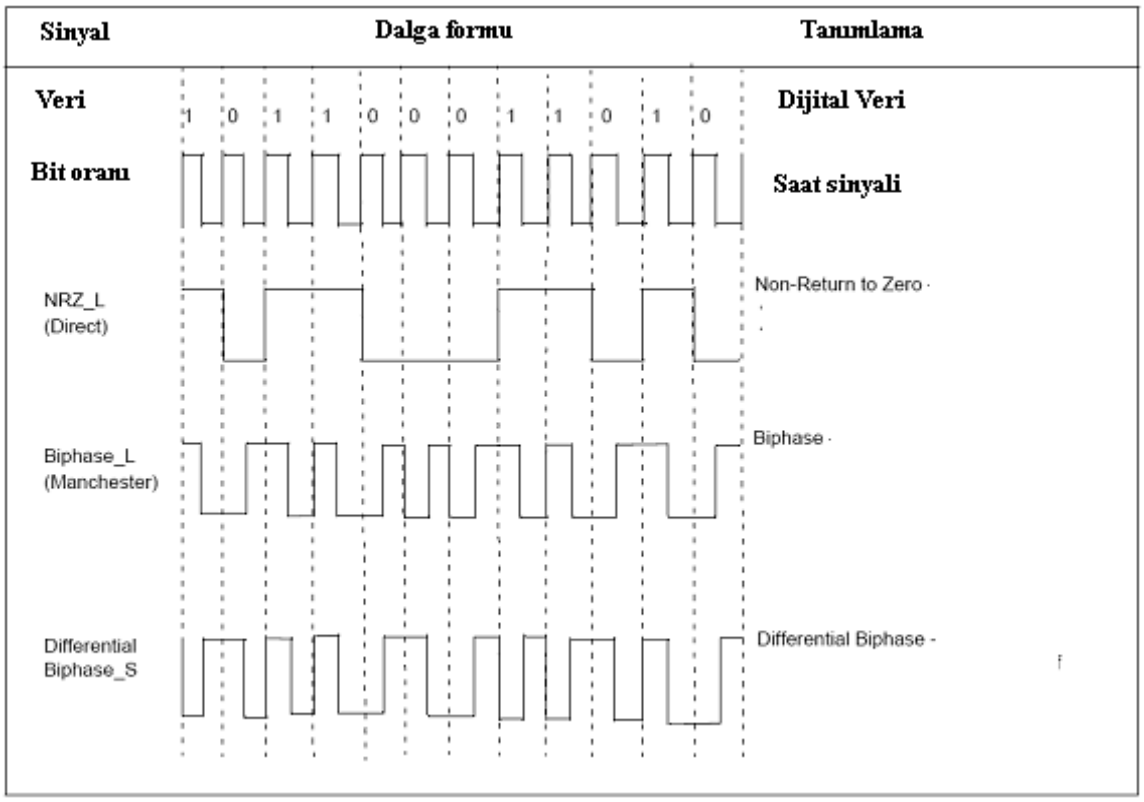
6.1. Veri Şifreleme Yöntemleri

Veri şifrelenmesi, zaman içinde veri akışının işlenmesi ve RFID çipi içerisindeki sıralı verilerinde transmisyon yoluyla okuyucuya tekrar geri aktarılması prensibiyle çalışır. Çeşitli veri şifreleme algoritmaları hata düzeltmeleri, maliyeti, bant genişliğini, senkronizasyon kapasitesini ve sistemin diğer yönlerini etkiler. Bütün kitaplar farklı konulardan bahsetmekle beraber, RFID etiketlenmesinde kullanılan birkaç adet popüler metot vardır. Bunlar, NRZ, diferansiyel fazlı ve bifaz_L yöntemleridir. Şimdi bunlara sırasıyla bakalım(Microchip Technology., 2004).

- **NRZ (non-return to zero) yöntemi**: Bu metotta 1'ler ve 0'lar, çıkış transistorünün direkt olarak veri sırasına göre anahtarlanması, bir 'düşük seviyenin' peak dedektöründeki modülasyonu '0' dır ve bir 'yüksek seviye' ise '1' dir(Microchip Technology., 2004).

- **Diferansiyel fazlı:** Diferansiyel fazlı yöntemin birçok farklı uygulama şekli vardır. Fakat, genelde veri sırasına göre bit akışı çıkışa anahtarlanmasında farklı bir yöntem kullanılmıştır. Her saat palsi köşesinde bir değişim yaşanır ve birler ve sıfırlar saat palsinin ortasındaki değişimlerden ayırt edilir. Bu metot, verinin saat palsi içine gömülmesiyle, bit akışının okuyucuyla senkronize olmasına yardımcı olmak için kullanılır. Bundan dolayı her saat palsinde değişen bir yapıya sahiptir. Kendine has bazı iletişim hataları vardır. Bit akış sırasında hiçbir değişimin yaşamaması, hatanın olduğunu gösterir ve verideki hatayı düzeltmek için kullanılabilir(Microchip Technology., 2004).

- **Bifaz_L (manchester):** Bu yöntem, her saat palsinde değişim olmayan bir bifaz şifreleme tekniğidir.



Şekil 6.1 Değişik şekildeki veri kodlama dalga formları

6.2. Veri Modülasyonu

Her ne kadar bütün veri, genlik modülasyonlu taşıyıcıyla transfer edilse de (backscatter modülasyonu) 1'lerin ve 0'ların gerçek modülasyonu 3 farklı modülasyon metoduyla transfer edilir. Bunlar, direkt olarak, FSR, PSR yöntemleridir(Microchip Technology., 2004).

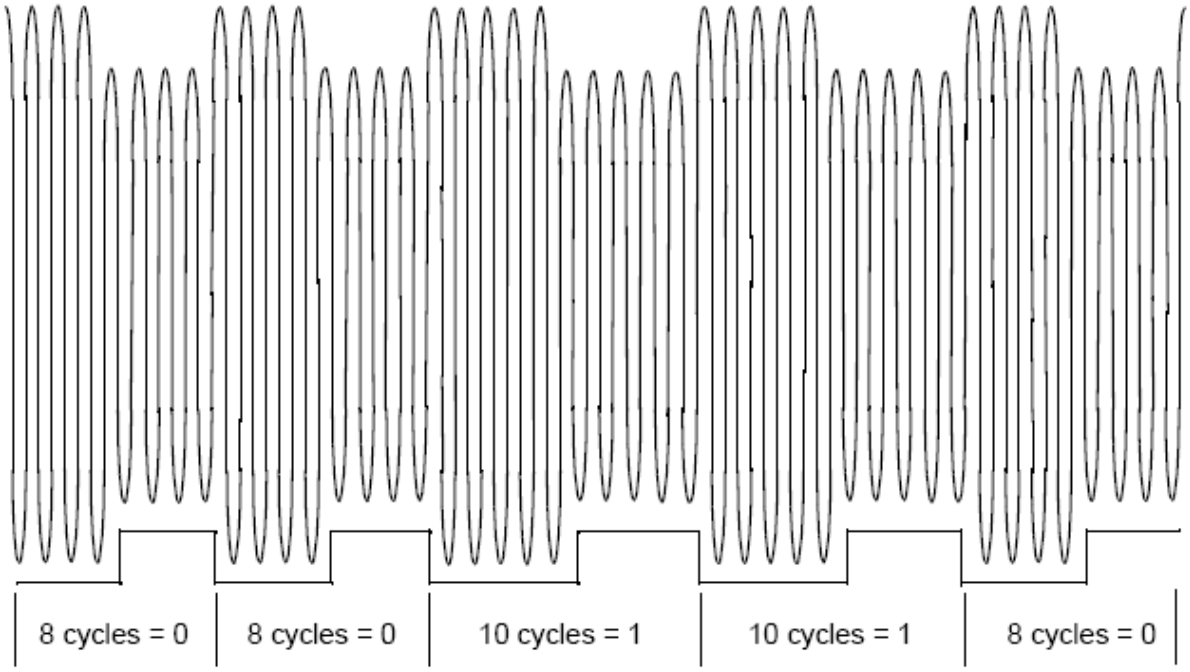
6.2.1. Direkt olarak

Direkt modülasyonda sadece backscatter yaklaşımı olan genlik modülasyonu kullanılır. Bu aktarımda yüksek seviye '1' ve düşük seviye ise '0' dır. Direkt modülasyon yüksek veri aktarımı sağladığı gibi düşük bir gürültü bağışıklığına sahiptir(Microchip Technology., 2004).

6.2.2. FSR (Frequency Shift Keying)

Bu modülasyon tipinde, data transferi için iki farklı frekans kullanılır. En çok kullanılan FSK tipi Fc/8/10 dur. Bu formda '0' taşıyıcı frekansın 8' e bölünmüş haliyle ifade edilir ve '1' ise taşıyıcı frekansın 10' a bölünmüş haliyle ifade edilir.

Bu durumda okuyucu sadece peak dedektöründen gelen peakleri sayarak verinin şifresini çözer. FSK diğer modülasyon tiplerine göre daha basit okuyucu dizaynına izin verir. Çok yüksek bir gürültü bağışıklığı sağlarken veri aktarım miktarı düşüktür. Şekil 3-3 de FSK veri modülasyonu NRZ şifreleme ile birlikte kullanıldığı görülmektedir(Microchip Technology., 2004).



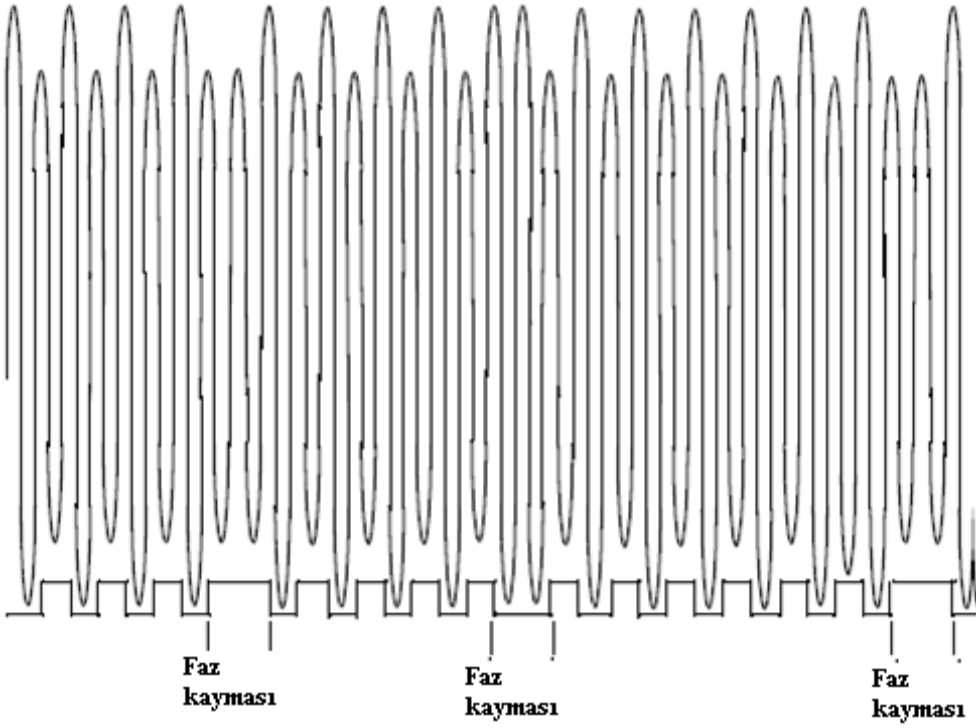
Şekil 6.2 FSK modülasyonlu sinyal Fc/8, Fc/10

6.2.3. PSK(phase shift keying)

Bu modülasyon tipi FSK modülasyonuyla benzerdir. Tek fark, bir tek frekansın kullanılmasıdır ve 0 ve 1 arasındaki fark ise backscatter saat palsının faz açısının 180 derece kaymasıyla elde edilir. PSK'nın 2 farklı tipi vardır (şekil 3-4).

• Herhangi bir 0'da faz değişir veya,
• Herhangi bir veri değişiminde (0'dan 1'e veya 1'den 0'a) faz değişir.

PSK iyi bir gürültü bağışıklığı sağlar, sade bir okuyucu tasarımına ve FSK'ya göre daha yüksek bir veri aktarım hızına sahiptir(Microchip Technology., 2004).



Şekil 6.3 PSK modülasyonlu sinyal

7. İLETİŞİM MESAFESİ ve BAĞLAŞIM

7.1. Yakın Bağlaşım

Çok yakın mesafede çalıştırılan (0 cm - 1 cm) RFID sistemleri yakın bağlaşımlı sistemler olarak bilinmektedirler.

Yakın bağlaşımlı sistemler öncelikle güvenliğin önemli olduğu uygulamalarda kullanılmaktadırlar ve uzak iletişim mesafeleri çok önem taşımamaktadır. Örnek olarak, elektronik kapı kilidi sistemlerinde ve temassız akıllı kartlı ödeme sistemlerinde bu sistemler kullanılmaktadır(Finkenzeller, K., 2003).

7.2. Uzak Bağlaşım

Okuma ve yazma mesafeleri 1 m'ye kadar olan sistemler uzak bağlaşımlı sistemler olarak anılmaktadırlar. Tüm uzak bağlaşımlı sistemlerde, okuyucu ve elektronik etiket arasında elektromanyetik bağlaşım kullanılır. Bundan dolayı bu sistemler endüktif radyo sistemleri olarak da bilinirler. Dünya üzerindeki mevcut RFID sistemlerinin %90-95'i endüktif bağlaşımlı sistemlerdir(Finkenzeller, K., 2003).

Uzak bağlaşımlı sistemlerde, iletişim frekansı olarak, 135 kHz'in altı veya 6,75 MHz, 13,56 MHz ve 27,125 MHz frekanları kullanılabilmektedir.
Endüktif bağlaşımla iletilebilecek güç çok düşüktür ve bu nedenle uzak bağlaşımlı sistemlerde en yaygın elektronik etiket tipi yalnızca okunabilen elektronik etiketlerdir. Yalnızca okunabilen elektronik etiketler düşük güç tüketimleri nedeniyle uzak bağlaşım için elverişlidirler.

Bununla birlikte, mikroişlemcili elektronik etiketler (hem yazılabilen hem okunabilen) kullanan uzak bağlaşımlı sistemler de mevcuttur.

7.3. Uzun Mesafeli Sistemler

Uzun mesafeli sistemler 1m ile 10m arasında bir etkin alanda çalışabilen sistemlerdir. Tüm uzun mesafeli sistemler, mikrodalga bölgesindeki elektromanyetik dalgaları kullanırlar. Transmisyon frekansı olarak 2,45 GHz yaygındır fakat 915 MHz'de, 5,86 GHz'de ve 24,125 GHz'de çalışan sistemler de mevcuttur(Finkenzeller, K., 2003).

Elektronik etiketlerin besleme ünitelerinin sağlayacağı enerji bir mikroişlemciyi çalıştırmak için yeterli değildir. Bu yüzden, uzun mesafe sistemlerinde yardımcı bir batarya kullanılmaktadır. Elektronik etikette ki yardımcı batarya okuyucu ile elektronik etiket arasındaki veri transferini sağlamaz yalnızca mikroişlemcinin çalışması ve verilerin saklanması için gerekli enerjiyi sağlar(Finkenzeller, K., 2003).

Okuyucu ve elektronik etiket arasındaki haberleşmede yalnızca okuyucudan alınan yüksek frekanslı elektromanyetik dalga kullanılır.

7.4. Sistem Performanslarının Değerlendirilmesi

RFID sistemlerini sınıflandırmanın bir yolu da onları yerine getirdikleri işlevlerle gruplandırmaktır. RFID sistemleri bu şekilde sınıflandırıldıklarında düşük seviyeli sistemlerden yüksek seviyeli sistemlere doğru sıralanabilir(Finkenzeller, K., 2003).

7.4.1. Yalnızca okunabilir sistemler

En düşük seviyeli sistemlerdir. Yalnızca okunabilirlik, elektronik etiketten veri okunabildiği fakat elektronik etikete veri yazılamadığı anlamına gelmektedir. Yalnızca okunabilir sistemlerde kayıtlı veri genellikle birkaç bayttan oluşan ve üretim esnasında karta gömülen bir seri numarasından ibarettir. Okuyucunun yalnızca okunabilir bir elektronik etiketin içerisindeki veriyi değiştirmesi mümkün değildir ve bu nedenle veri akışı elektronik etiketten okuyucuya doğru tek yönlüdür.

Ayrıca söz konusu sistemlerde, okuyucunun etkileşim alanında yalnızca bir elektronik etiket bulunmalıdır.

Aynı anda birden fazla elektronik etiket bulunması durumunda bir çarpışma durumu meydana gelecektir. Bununla birlikte yalnızca okunabilir elektronik etiketler, yalnızca seri numaralarının okunmasının yeterli olacağı pek çok uygulama için mükemmel sonuçlar verebilmektedirler. İşlevlerinin basit olması nedeniyle, çip alanı en aza indirilebilmekte ve sonuç olarak da güç tüketiminin ve üretim maliyetlerinin düşürebilmesi mümkün olmaktadır(Finkenzeller, K., 2003).

7.4.2. Orta düzey sistemler

Çeşitli bellek kapasitelerine sahip yazılabilir sistemleri kapsar. Bu sistemler pek çok farklı türde yapıyı barındırdıklarından genelleştirilebilmeleri zordur. Taşıdıkları belleklerin kapasiteleri 16 Byte ile 16 KByte arasında değişebilmektedir. Bu sistemler 135 kHz, 13.56 MHz, 27,125 MHz ve 2.456 GHz'de çalışabilmektedirler(Finkenzeller, K., 2003).

7.4.3. Yüksek seviyeli sistemler

Şifreleme özelliğini barındırırlar. Mikroişlemci kullanımı, şifreleme ve doğrulama için ihtiyaç duyulan karmaşık algoritmaların uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır.

7.5. Temel İşletim Prensipleri

7.5.1. 1 Bit'lik elektronik etiketler

Bit (Binary digit), bilginin ifade edilebilen en küçük birimine verilen addır ve yalnızca iki konumu mevcuttur; "1" ve "0". Bundan dolayı 1 bit elektronik etiketler ile kurulan sistemlerde yalnızca iki durum tanımlıdır. Bu sınırlamaya rağmen, 1 bit elektronik etiketler oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. Hırsızlığı önlemek amacıyla mağazalarda ve alışveriş merkezlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar.

Mağaza ve alışveriş merkezlerinde 1 bit elektronik etiketlerle kurulan güvenlik ekipmanları şu bileşenlerden oluşur:

- Okuyucu (reader) anteni.
- Elektronik etiket (TAG).

Elektronik etiketi etkin olmayan duruma getirmek için bir deaktivasyon elemanı. Bazı sistemlerde, etkin olmayan duruma getirilmiş olan elektronik etiketi yeniden aktif etmede kullanılmak üzere bir reaktivasyon elemanı da bulunmaktadır(Finkenzeller, K., 2003).

7.5.2. Tam çift yönlü ve yarım çift yönlü elektronik etiketler

1 Bit Elektronik Etiketlerin aksine bu bölümde açıklanan elektronik etiketler, veri taşıma elemanı olarak mikroçipleri kullanırlar. Bu elektronik etiketler birkaç kbyte'a kadar veri taşıma kapasitesine sahip olabilirler. Bu tip elektronik etiketlere veri aktarımı iki şekilde gerçekleştirilebilir:

Tam çift yönlü aktarım.
Yarım çift yönlü aktarım.

Yarım çift yönlü aktarımda (Half Duplex Procedure-HDP), elektronik etiketten okuyucuya veri aktarımı sırayla gerçekleşir. Tam çift yönlü aktarımda ise (Full Duplex Procedure - FDX), elektronik etiketten okuyucuya ve okuyucudan elektronik etikete veri aktarımı aynı anda gerçekleşir. Bununla birlikte, her iki yöntemde de okuyucudan elektronik etikete enerji transferi süreklidir(Finkenzeller, K., 2003).

8. RFID BİLEŞENLERİ

Radyo frekans tanımlama sistemleri, radyo frekansı ile yapılan sorguları almaya ve cevaplamaya olanak tanıyan etiket (transponder), okuyucu (alıcı verici) ve alınan bilgilerin depolandığı veri tabanından oluşmaktadır(Kavas, A., 2007).

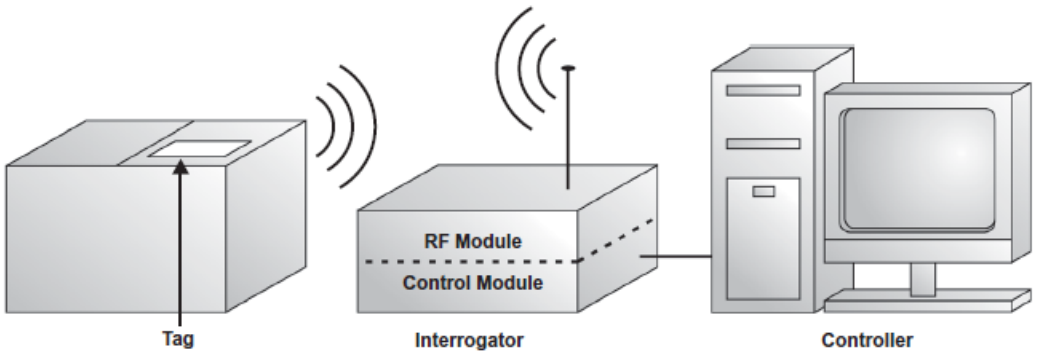
Radyo frekans kimlik tanıma sistem haberleşmesinde okuyucu radyo frekans sinyallerini gönderir. Okuyucunun radyo frekans alanına girmiş bulunan pasif etiket, haberleşmesi için gerekli olan enerjiyi bu alandan alır Etiket haberleşmesi için gerekli olan enerjiyi aldığında, üzerinde depolanmış bilgiye göre taşıyıcı sinyali modüle eder. Modüle edilmiş taşıyıcı etiketten okuyucuya gönderilir. Okuyucu modüle edilmiş sinyali algılar, şifresini çözer ve okur. Son olarak alınan bilgi veri tabanının bulunduğu bilgisayara aktarılır(Daniel Hunt, V., Puglia, A., Puglia, M., 2007).

Okuyucunun görevleri:

- Etikete enerji sağlar,
- Taşıyıcı sinyali gönderir,
- Etiket tarafından modüle edilmiş sinyali algılar, şifresini çözer ve okur.

Etiketin görevleri:

- Okuyucunun gönderdiği enerjiyi alır,
- Etiket içinde depolanmış bilgiye göre taşıyıcı sinyali modüle ederek okuyucuya gönderir.



Şekil 8.1 Radyo frekans kimlik tanıma sistem bileşenleri

8.1. Okuyucunun İşlevi

Okuyucu etiketle haberleşebilmek için gerekli enerjiyi radyo frekans kimlik tanıma sisteminin çalışma frekansına bağlı olarak kHz ve MHz frekanslarında zamanla değişen manyetik alan yaratarak sağlamaktadır. Okuyucu ürettiği zamanla değişen manyetik alanı genellikle dairesel çerçeve anten vasıtasıyla etikete gönderir. Dairesel çerçeve antenden akım aktığında çerçeve antene dik düzlemde oluşan manyetik alan şiddeti,

$$H = \frac{I.N.R^2}{2\left(R^2 + X^2\right)^{3/2}} \qquad (8.1)$$

(1) olarak hesaplanmaktadır. Burada

I = Çerçeve antenden akan akım

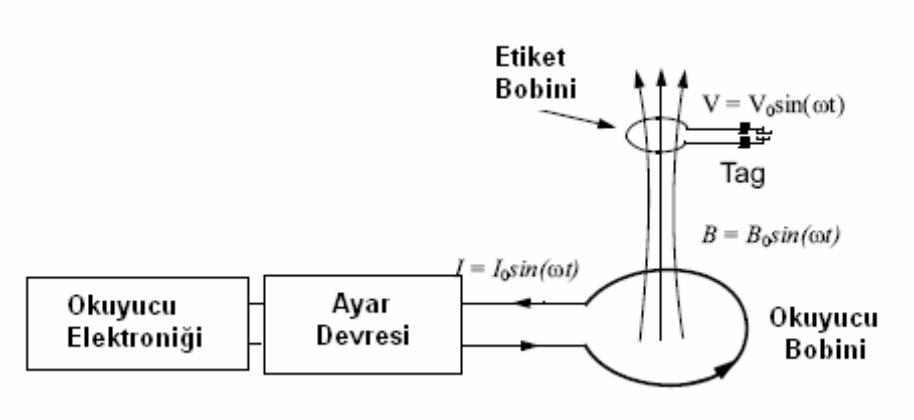
N = Çerçeve anten sarım sayısı

R = Anten yarıçapı

x = Anten düzlemine dik doğrultudaki alıcı uzaklığını tanımlar.

Denklemden de görüleceği üzere manyetik alan şiddeti mesafenin küpü ile ters orantılıdır. Endüktif bağlaşım prensibine dayanan radyo frekans kimlik tanıma sistemlerinde alanın mesafenin küpüyle ters orantılı olarak zayıflaması ana sınırlayıcı faktördür. Etiket okuyucu tarafından gönderilen sinyali alır ve modüle ederek tekrar okuyucuya gönderir. Etiket tarafından gönderilen okuyucu antenine gelen sinyaller geri saçılım sinyalleri olarak adlandırılır. Okuyucu doğrultusunda geri saçılan sinyaller okuyucu tarafından şifresi çözülerek alınır(Microchip Technology., 2004).

8.2. Etiketin İşlevi



Şekil 8.2 RFID Etiket-Okuyucu Etkileşimi

Pasif radyo frekans kimlik tanıma etiketleri çalışması için gerekli gücü endüktif bağlaşımla antende endüklenen gerilimden alır. Etiket anten bobininde endüklü gerilim, manyetik akının (Ψ)zamanla değişimine bağlıdır(Microchip Technology., 2004).

Antende endüklenen gerilim

$$V = -N.\frac{d\psi}{dt} \qquad (8.2)$$

N: Anten bobininin sarım sayısı

Ψ:Her sarımdaki manyetik akı

Ve manyetik akı

$$\psi = \int B.dS \qquad (8.3)$$

B: Manyetik Alan

S: Bobinin yüzey alanı

olarak hesaplanır. Maksimum manyetik akı okuyucu anteni ile etiket anteninin paralel olması durumlarında elde edilir.

Etiket ve okuyucu bobinin birbirleriyle paralel olduğu durumda etiket bobininden geçen manyetik akı maksimum olur. Etiket bobinindeki maksimum endüklü gerilim ile maksimum okuma mesafesine ulaşılır.

$$V = -N_2 \frac{d\psi}{dt} = -N_2 \frac{d}{dt}\left(\int B.dS\right) \qquad (8.4)$$

$$= -N_2 \frac{d}{dt}\left[\int \frac{\mu_0 i_1 N_1 a^2}{2\left(a^2 + r^2\right)^{3/2}} \cdot dS\right]$$

$$= -\left[\frac{\mu_0 N_1 N_2 a^2 \left(\pi b^2\right)}{2\left(a^2 + r^2\right)^{3/2}}\right]\frac{di_1}{dt}$$

$N1$ = Okuyucu anten sarım sayısı

$N2$ = Etiket anteni sarım sayısı

a = Okuyucu anten yarıçapı

b = Etiket anten yarıçapı

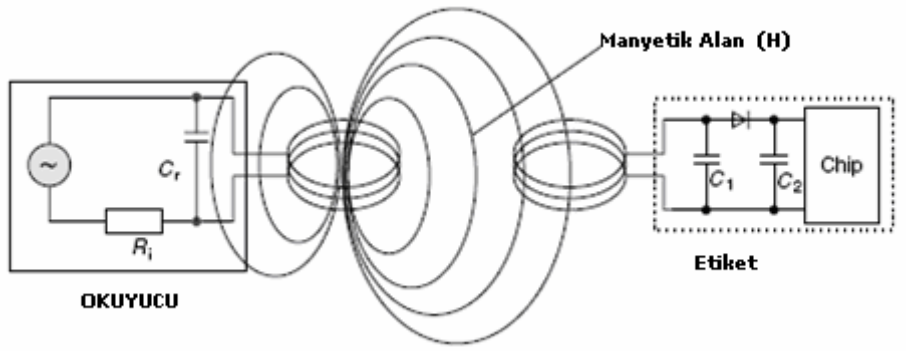
r = Okuyucu ile etiket arasındaki uzaklı

8.3. Endüktif Bağlaşım - Pasif Elektronik Etiketler için Besleme Ünitesi

Endüktif bağlaşımlı bir elektronik etiket; elektronik veri taşıyıcısı bir devre, bir mikroçip ve geniş bir bobinden oluşur. Endüktif bağlaşımlı elektronik etiketlerin büyük bir çoğunluğu pasif elektronik etiketlerdir. Bu da mikroçip için gereken enerjinin tamamının okuyucu tarafından sağlanması gerektiğini ifade eder. Bu amaçla,

okuyucu etiket üzerindeki bilgiyi okuyabilmek için gerekli enerjiyi etiket doğrultusunda gönderir(Finkenzeller, K., 2003).

Kullanılan frekans bölgesinin dalga boyu (<135 kHz; 2400 m, 13.56 MHz; 22.1 m), okuyucunun anteni ve elektronik etiket arasındaki mesafeden birkaç kez daha büyük olduğundan, elektromanyetik alan, elektronik etiket ile anten arasındaki mesafeye göre değişecektir.



Sekil 8.3 Okuyucu tarafından üretilen manyetik alan ile endüktif kuplajlanan etiket

8.4. Endüktans L

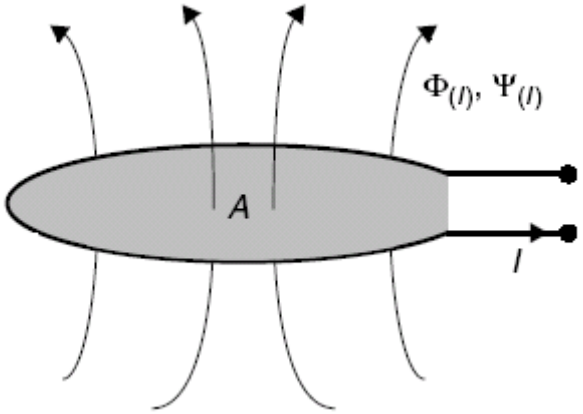
Endüktans iletken bobinlerin karakteristik özelliklerinden biridir. Bilindiği gibi bir iletkenden akım geçirildiğinde, iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Böylelikle de bir manyetik akı üretilir(Finkenzeller, K., 2003).

$$\psi = \sum_{N} \phi_N = N\phi = N\mu HA \qquad (8.5)$$

Bir iletken etrafında oluşan toplam manyetik akının o iletkenin içerisinden geçirilen akıma oranına endüktans adı verilir.

Şu halde endüktans ifadesi:

$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{N.\phi}{I} = \frac{N.\mu.H.A}{I} \quad . \qquad (8.6)$$



Şekil 8.4 Endüktansın tanımı

8.5. Ortak Endüktans

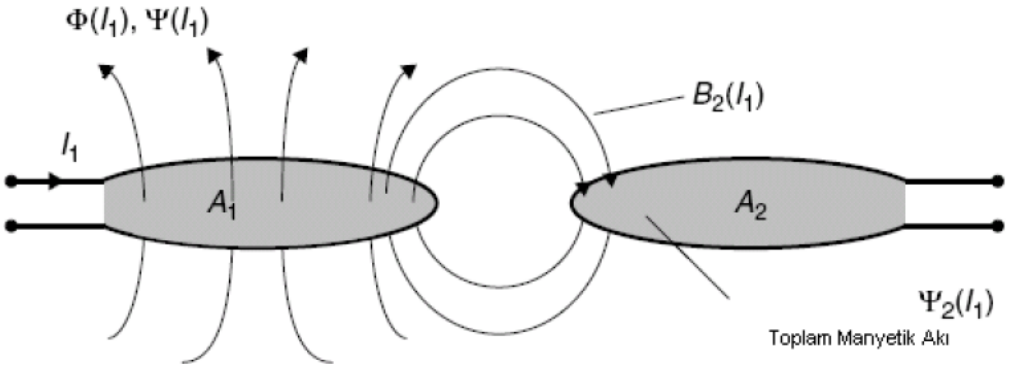
İçinden akım akan herhangi bir bobinin yakınında bir bölgeye ikinci bir bobin yaklaştırılırsa, her iki bobin arasında elektromanyetik bir bağlaşım diğer bir ifadeyle kuplaj meydana gelecektir(Finkenzeller, K., 2003).

$$M_{21} = \frac{\psi_{21}(I_1)}{I_1} = \oint_{A2} \frac{B_2(I_1)}{I_1} dA_2 \quad . \qquad (8.7)$$

benzer şekilde verilebilir.

$$M_{12} = \frac{\psi_{12}(I_2)}{I_2} = \oint_{A1} \frac{B_1(I_2)}{I_2} dA_1 \quad . \qquad (8.8)$$

$$M = M_{12} = M_{21}$$



Şekil 8.5 Ortak endüktans

Ortak endüktans, iki iletken sarımın manyetik ortam üzerinden bağlaşımını tanımlayan bir parametredir. Şekil 8.5'teki iki elektrik devresi arasında daima bir ortak endüktans mevcuttur. İki bobinin elektromanyetik alan üzerinden bağlaşımı, RFID sistemlerinin temelini oluşturur (Finkenzeller, K., 2003).

8.6. Kuplaj Katsayısı

Ortak endüktans, iki iletken arasındaki elektromanyetik bağlaşımı gösteren nicel bir tanımlamadır. Bununla birlikte, iki iletken halkanın arasındaki elektromanyetik kuplajı nitel olarak tanımlayabilmek için kuplaj katsayı "k" tanımlanmıştır(Finkenzeller, K., 2003).

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}, \qquad 0 \le k \le 1 \qquad (8.9)$$

k = 0: Mesafenin çok uzak olması ya da elektromanyetik koruma uygulanması nedeniyle kuplaj oluşmamıştır.

k = 1: Tam kuplaj durumu.

8.7. Örnek Taglar(örnek çip yapıları ve özellikleri)

Buraya kadar anlatılan genel kavramlar tüm tag ve okuyucular için geçerli kavramlardı. Farklı taglar, yapıları itibarile birbirlerinden farklılık gösterirler. Bu farklılık iletişim protokollerinin dışında veya içinde dahil olabilen ek özellikler getirir. Örnek olarak aşağıda T5557 R/W chip ve EM4001 read only chip yapısı anlatılmıştır.

8.8. Atmel T5557

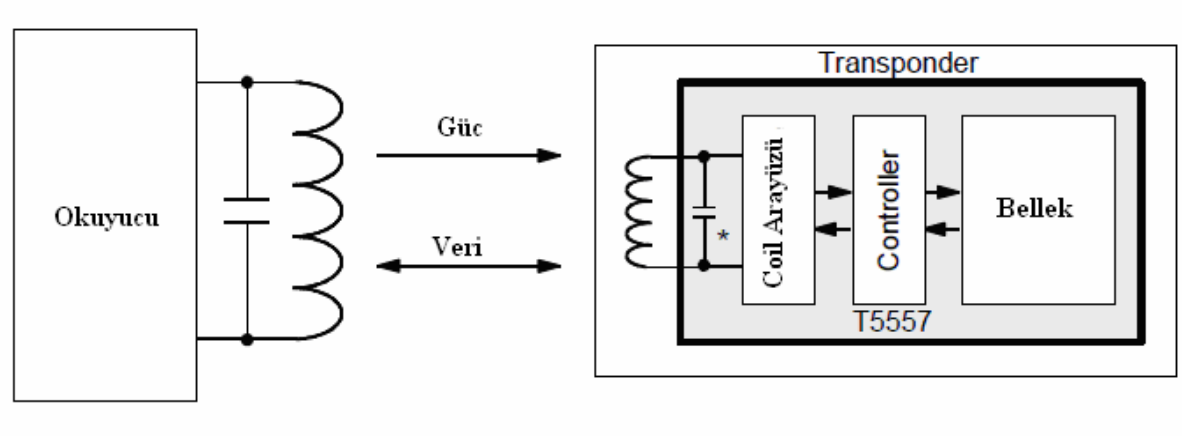
8.8.1. Özellikler

- Temassız yazma ve okuma
- 100khz ile 150khz aralığında çalışma
- 7*32 EEPROM veri hafızası ve 32 bit şifre hafızası
- Veri takibi için (Tracebility data) 64 bit hafiza ayrılmıştır
- EEPROM'da 32 bitlik bir yapılandırma kaydı mevcuttur. Bu kayıt ile şunları belirlemek mümkündür.
- Veri oranı
- RF/2'den RF/128 kadar
- Modülasyon/Kodlama
- FSK, PSK, Manchester, Biphase, NRZ
- Diğer seçenekler
- Şifre modu
- Max blok özelliği
- (AOR) Answer on Request modu
- Doğrudan ulaşım modu
- Farklı yönden gelen sinyalleri (parazit sinyelleri) yok etme
- Yazma koruması (her blok'ta kilit biti aracılığı ile)
- Hızlı yazma metodu
- OTP işlevi
- POR (Power On Reset) 67ms kadar IDIC gönderimini geciktirir.

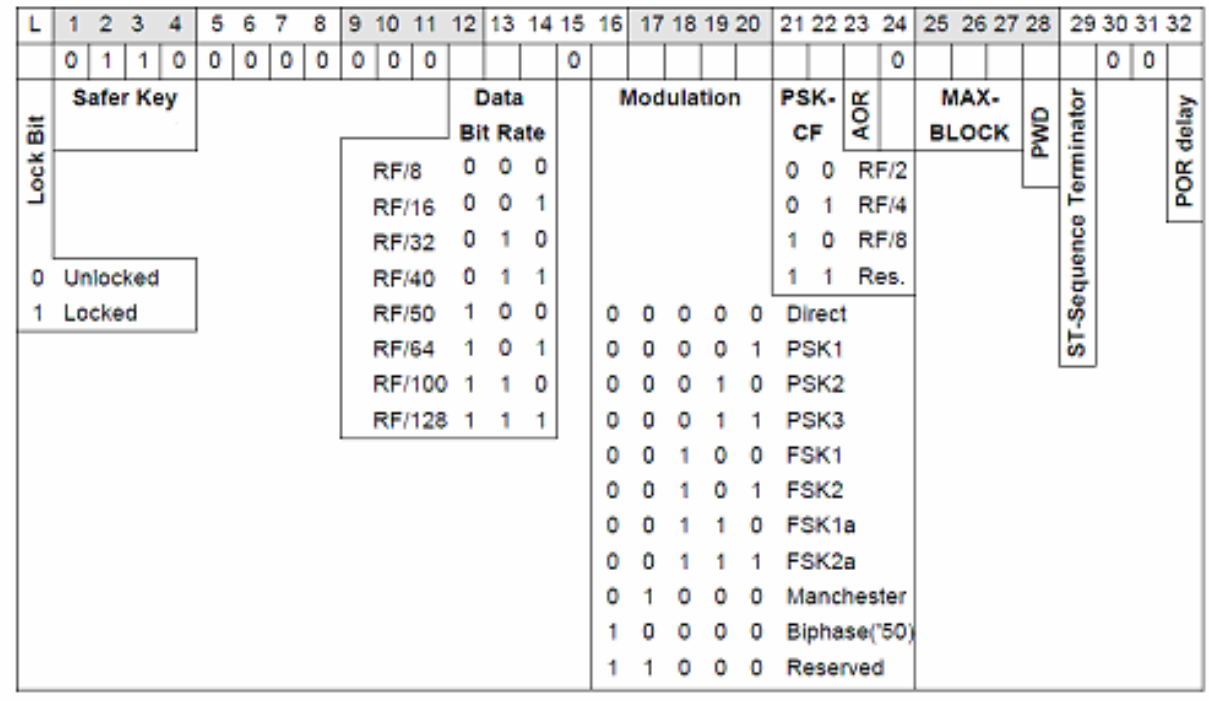
8.8.2. Tanımlama

T5557 100-150 KHz frekans aralığında çalışan işlemlerde okuma yazma yapan (IDIC) temassız bir çiptir. Çipe bağlı olan tek bir bobin, IC'nin güç kaynağı olarak ve de doğrudan iletişim arayüzü olarak görev alır. Bir tag, anten ve çipten oluşmaktadır. Çipteki 330 bit (her biri 10 blok ve 33 bitten oluşan) okuyucu

tarafından sırasıyla yazılır ve okunur. Blok 0, T5557 tag ‘ındaki işlem modunun ayarlamasında kullanılır. Yetkili olmayan girişleri engellemek için Blok 7 şifre olarak kullanır. Yük modülasyonu kullanılarak IDIC den veri alışverişi yapılır(Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.6 RFID sisteminde T5557 etiketi



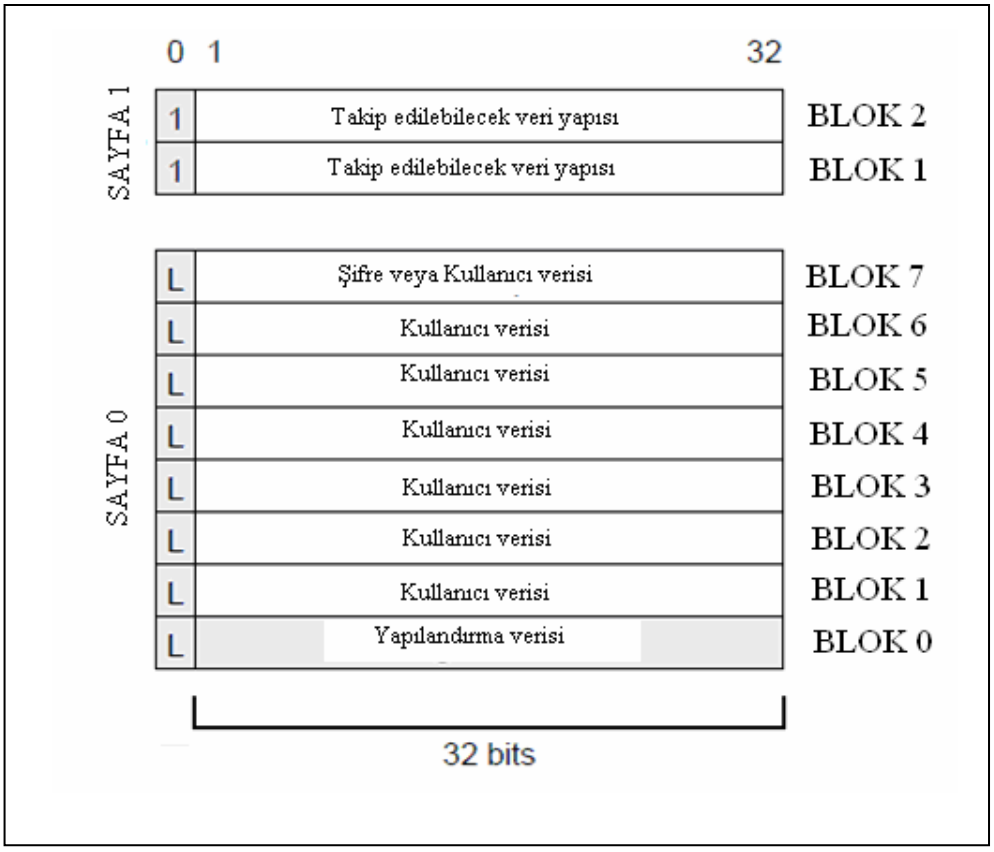
Şekil 8.7 Yapılandırma haritası blok 0 için

8.8.3. Bellek yapısı

Bellek, her biri 33 bit olan 10 bloğun oluşturduğu 330-bit EEPROM dur. Her bir blokta aynı zamanda programlana bilen bir kilit biti(lock bit) vardır.

Sayfa 0'daki blok 0, sürekli okuma modunda ve AOR moda verilerin nasıl gönderileceği ile ilgili yapılandırma verilerini içerir.

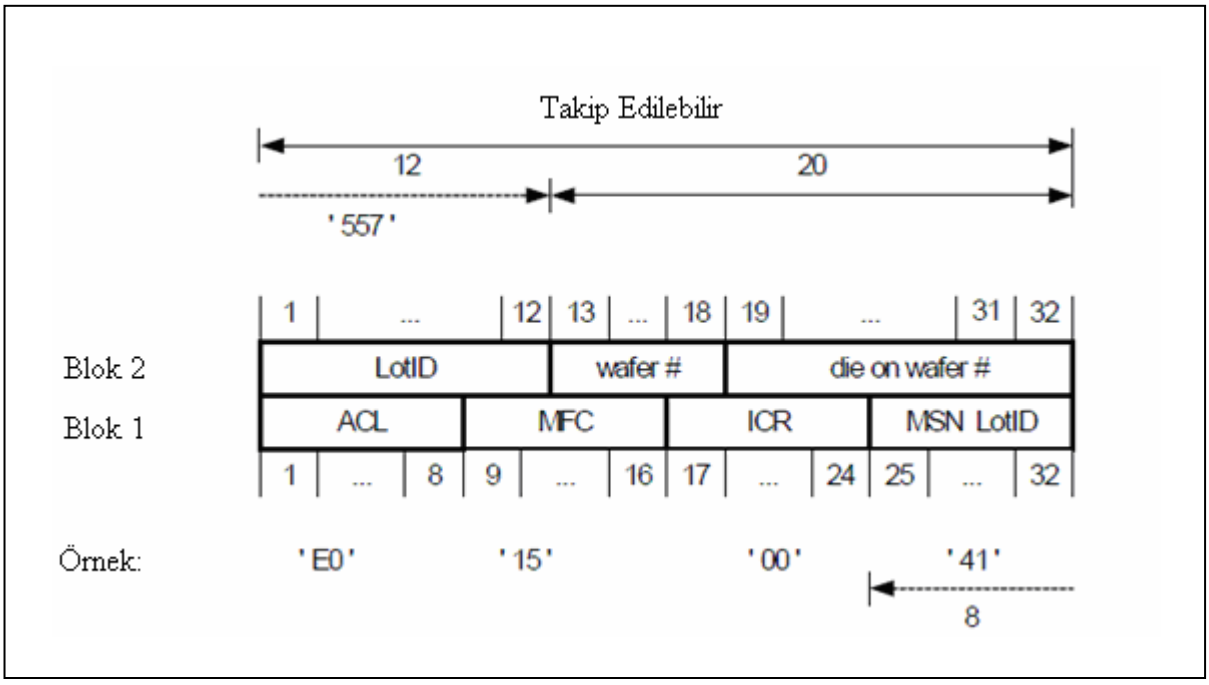
0 sayfasındaki Blok 7 koruma şifre olarak kullanılır. Her bloğun sıfır biti, o bloğun kilit bitidir. Bu bit set edildiğinde ilgili blok RF alanı aracılığıyla tekrar programlanamaz. Blok 1-6, kullanıcı tarafından takip edilebilecek veriyi barındırır. sayfa 1 de yer alan izlenebilirlik veri bloğu Atmel tarafından programlanmış ve kilitlenmiştir(Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.8 Bellek yapısı

8.8.4. Takip edilebilecek veri yapısı

Sayfa 1 deki Blok 1 ve blok 2 izlenebilirlik verisini içeren ve üretim aşamasında Atmel tarafından programlanıp kilitlenmiştir. ISO/IEC 15963-1 tanımlama allocation class(ACL) blok 1'in en önemli bytı'na "E0 hex" şeklinde önceden sabitlenir. İkinci byta'da üretici Atmel'in kimliğini gösterir ("15 hex"). Sonraki 8 bit, çip'in referans baytı olarak kullanılır (ICR-Bits 47'den 40'a kadar). En önemli 3 biti, çipin yada T5557 dökümünü gösterir. Daha aşağıdaki 5 bit, Atmel'in standart değeridir. Diğer değerler müşteri taleplerine göre degişebilir. Daha aşağıdaki 40 bitlik veri Atmel'in takip edilebilirlik bilgisini şifreler ve eşsiz bir numaralandırma sistemi oluşturur. Bu 40 bit veri iki alt kategoriye ayrılır, bunların 5 rakamlı olan tespit numarasıdır (ID number) (Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.9 T5557 Takip edilebilecek veri yapısı

8.8.5. T5557 Başlama ve POR gecikmesi

Yeniden ayarlanan güç devresi, uygun voltaj seviyesine yükselene kadar aktif kalır. Bu da başlangıç gecikmesine neden olur. Yaklaşık 192 field clock ((1/125000)*192=1,536ms) süresince T5557, EEPROM blok 0'daki yapılandırma verisini okur ve voltaj devresini şarz eder. 0 Blok okunmaya başlandığında, yükü azaltan tüm T55570x değişkenleri daima aktiftir. T55571x çeşitleri (azaltma olmadan), daha az aktivasyon alan gücüne dayanarak daha uzun bir okuma derecesine ulaşırlar. Eğer POR gecikme bit sıfırlanırsa, yapılandırma süresinden sonra hiçbir gecikme gözlenmez. Radyo frekansı alanına girdikten yaklaşık 3 ms sonra, normal okuma modundaki tag modülasyonu gözlenecektir. Eğer POR gecikme biti varsa; 8190 field clock (FC) (1/125000*8192=65,536ms) geçene kadar, T5557 bekleme durumunda kalır(Atmet corporation, 2006).

Bu başlangıç beklemesinden sonra T5557, düzenli okuma moduna girer ve yapılandırma kaydında tanımlanan parametreler kullanılarak modülasyon otomatik olarak başlatılır(Atmet corporation, 2006).

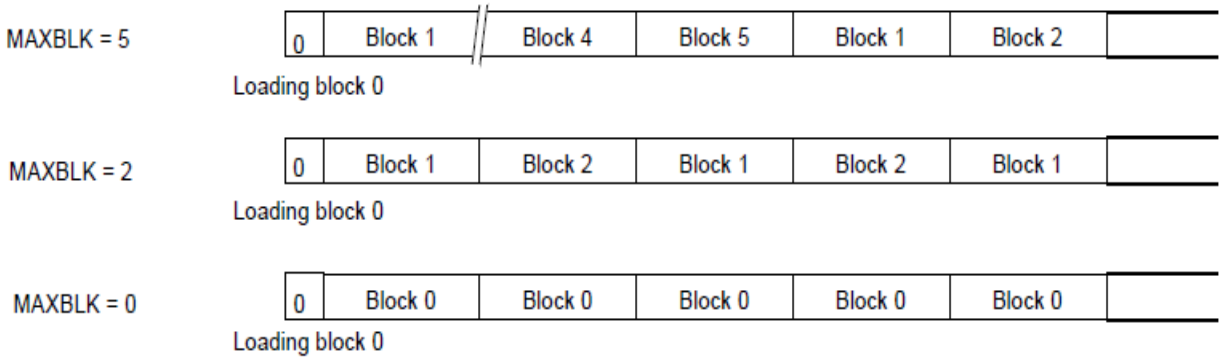
8.8.6. Tag'dan okuyucuya veri Yollama

Normal işlem sırasında, EEPROM'da depolanan veriler devamlı olarak bobin 1 ve bobin 2 uçları arasına yük olarak modüle edilir. Bu resistive yük modülasyonu, okuyucuda data olarak tespit edilebilir.

8.8.6.1. Normal okuma modu

Hafızadan alınan normal okuma mod verisi; blok 1, bit 1den başlayarak son bloğa (Blok 7), bit 32'ye kadar sırayla alınır. Okunacak son blok, EEPROM Blok 0'daki MAXBLK alanı tarafından belirlenir. MAXBLK tarafından yönlendirilen veri bloğu okunduğunda, veri alışverişi blok 1 ve bit 1 ile yeniden başlar. MAXBLK, 0 ile 7 arasında tutularak (her biri 8 bloğu oluşturan) düzenli okuma modunda kullanıcı devresel veri akışını sınırlayabilir. Eğer 7'ye ayarlanırsa, 1'den 7'ye kadar olan

bloklar okunabilir. Eğer 1'e ayarlanırsa, sadece blok 1'in sürekli olarak yayınlanmasına izin verilir. Eğer 0'a ayarlanırsa, normalde iletilmeyen yapılandırma bloğunun içeriği okunabilir. MAXBLK'nın 0 ya da 1 olması durumunda, düzenli okuma modu, blok okuma modundan ayırt edilemez(Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.10 farklı MAXBLK ayarları için örnekler

T5557, düzenli ya da blok okuma moduna her girişinde, iletilen ilk bit mantıksal 0'dır. Veri akışı; blok 1, bit 1 ile başlar. MAXBLK, 32 bit ile devam eder ve eğer düzgün okuma modunda ise sürekli olarak bloklar tekrarlanır.

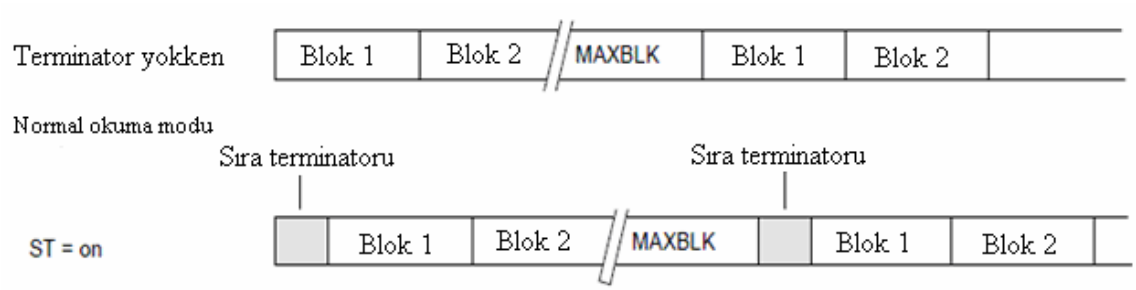
8.8.6.2. Blok okuma modu

Doğrudan erişim emri ile belirlenen blok sürekli olarak yayınlanır. Bu moda blok okuma modu denir. Tag, normal moda ise opcode ('10' ya da '11'), tek bir '0' bit ve istenilen 3 bit blok adresi ile belirlenen bloğa doğrudan erişim sağlanır. Şifre modunda (PWD bit set), sayfaya erişim opcode'dan sonra verilecek 32 bitlik geçerli bir şifre gerektirir. Ama '0' bit ve 3 bit adres bloğu sonradan gelirler. İletilen şifrenin blok 7'nin içeriği ile uyuşmaması durumunda, T5557 normal okuma moduna geri döner(Atmet corporation, 2006).

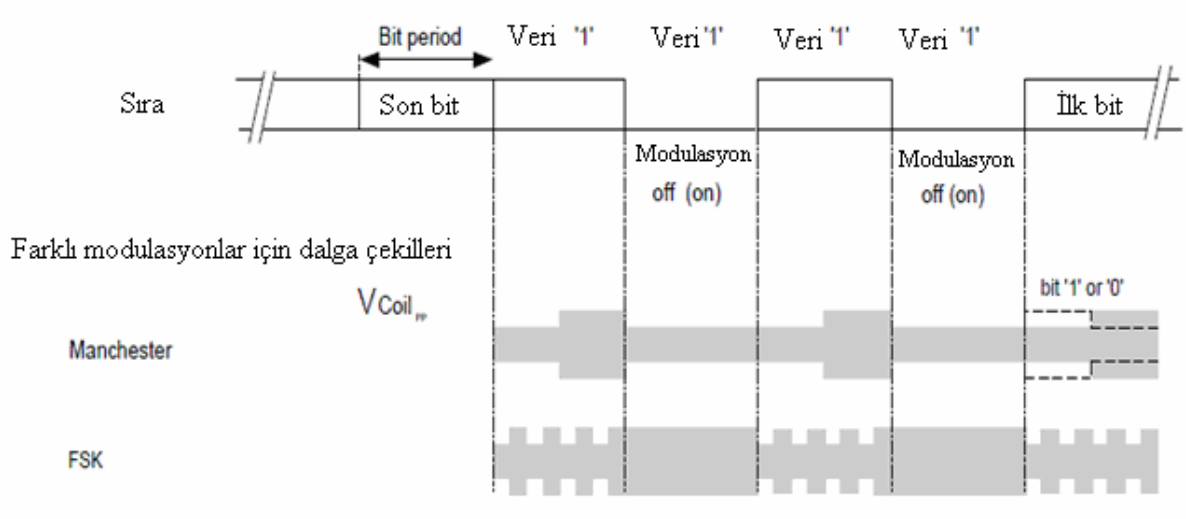
8.8.6.3. T5557 Sıra Sonlandırıcısı (ST)

ST sıra sonlandırıcısı, ilk bloktan önce yerleştirilen özel bir sinyal şeklidir. E5550 ile uyumlu sıra sonlandırıcısı 1'in önemini gösteren 4 bit perioddundan oluşur. 2. Ve 4. bit periyodunda modülasyon kapanır. Manchester ile modüle edilen veri bloklarının okunması sırasında datanın güvenilirlik kazanabilmesi için ST bitleri izlemelidir.

E5550 uyum modunda (X-mode = '0'), 29 (ST = '1') bitleri ayarlanarak sıra sonlandırıcısı tek başına harekete geçirilir. Normal okuma modunda, her bir MAXBLK sınırlı okuma veri akışının başına sıra terminatoru yerleştirilir. Blok okuma modunda, herhangi bir blok yazma ya da doğrudan erişim emrinden sonra ya da MAXBLK, 0'a veya 1'e ayarlandığında; seçili blok transferinden önce sıra terminatoru yerleştirilir. Özellikle, bu hareket, e5550 (T5551, T5554) uyumlu çiplerden farklıdır(Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.11 Sıra terminatoru ile veri okumak



Şekil 8.12 Sıra terminatoru dalga şekilleri

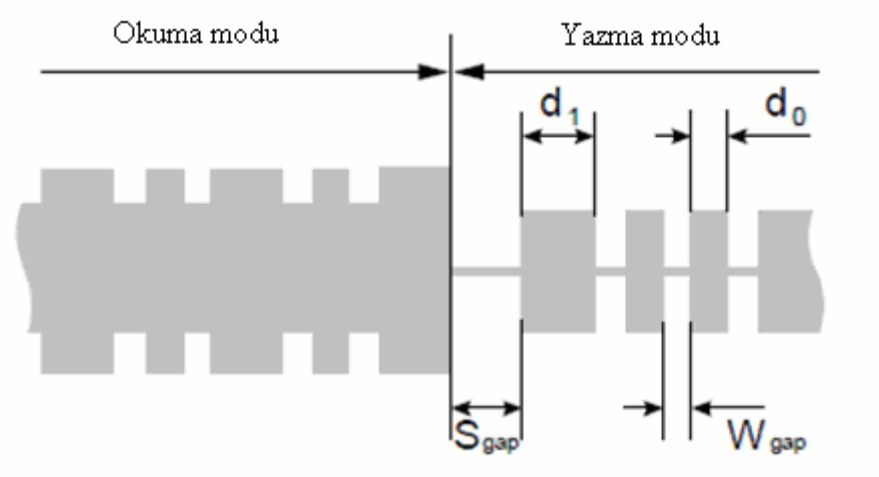
8.8.7. Okuyucudan Tag'a Veri Yollama

E5550 bilgi yazma metoduna uygun olarak, kısa alan boşlukları ile radyo frekans alanını durdurarak veri tag'a yazılır. İki boşluk arasındaki süre iletilecek olan '0/1' bilgisini şifreler. Boşlukların süresi çoğunlukla 50 ile 150 µs arasında değişir. İki boşluk arasındaki süre, '0' için 24 Field Clock; '1' için 54 Field Clock'dır. Bir önceki boşluktan sonra 64 FC'den daha fazla bir boşluk yoksa T5557 yazma modundan çıkar. Eğer bitlerin doğru sayıları alınırsa, tag, verilen emri yerine getirir. Eğer tespit edilen bir hata varsa, T5557 devam etmez ve düzenli okuma moduna girer(Atmet corporation, 2006).

8.8.7.1. Başlama Aralığı (Start Gap)

İlk aralığa, başlangıç aralığı denir. Bu, okuyucu-tag iletişimini başlatır. Bu işlem modu sırasında, aralık saptamasını sağlayabilmek için alıcı azaltımı sürekli olarak sağlanır. Aralıkların doğru olarak tespit edilebilmesi için başlangıç aralığının sonraki aralıklardan daha uzun olması gerekmektedir.

POR Tamamlandıktan sonra herhangi bir zamanda başlangıç aralığı kabul edilir. Tek bir boşluk daha önce seçilen sayfayı değiştirmez (eski opcode ‘10’ ya da ‘11’).



Şekil 8.13 Okuyucu tag aralarında iletişimin başlaması

Tablo 8.1 Veri yazmanın çözüm tablosu

Paremetreler	Açıklama	Simge	Min.	Max.	Unite
Başlat gap		S_{gap}	10	50	FC
Yazma gap	Normal yazma modu	W_{gap}	8	30	FC
Normal modda veri yazma	‘0’ data	d_0	16	31	FC
	‘1’ data	d_1	48	63	FC

8.8.7.2. Veri Yazma Protokolü

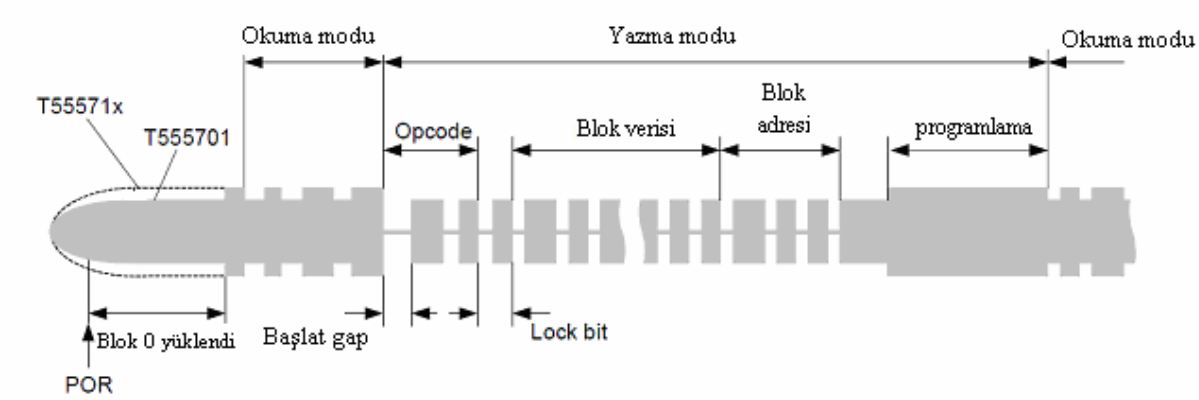
T5557, okuyucu emrini yerine getirebilmek için iki bit olarak belirlenmiş opcode'u almayı bekler. Geçerli üç opcode vardır:

- Sayfa 1 ve 2 için opcode '10' ve '11', tüm blok yazı ve doğrudan erişim işlemlerini gösterir.
- RESET opcode '00' POR devrimini başlatır.
- Opcode '01' tüm test yazılım işlemlerinin başlangıcıdır. Blok 0'daki ana anahtar (bits 1..4) 6'ya ayarlandıktan sonra, herhangi bir test moduna erişim önemsizleşir. Blok 0'ın kilit bitini ya da OTP bitini ayarlayarak ana anahtarın diğer değişiklikleri engellenir.

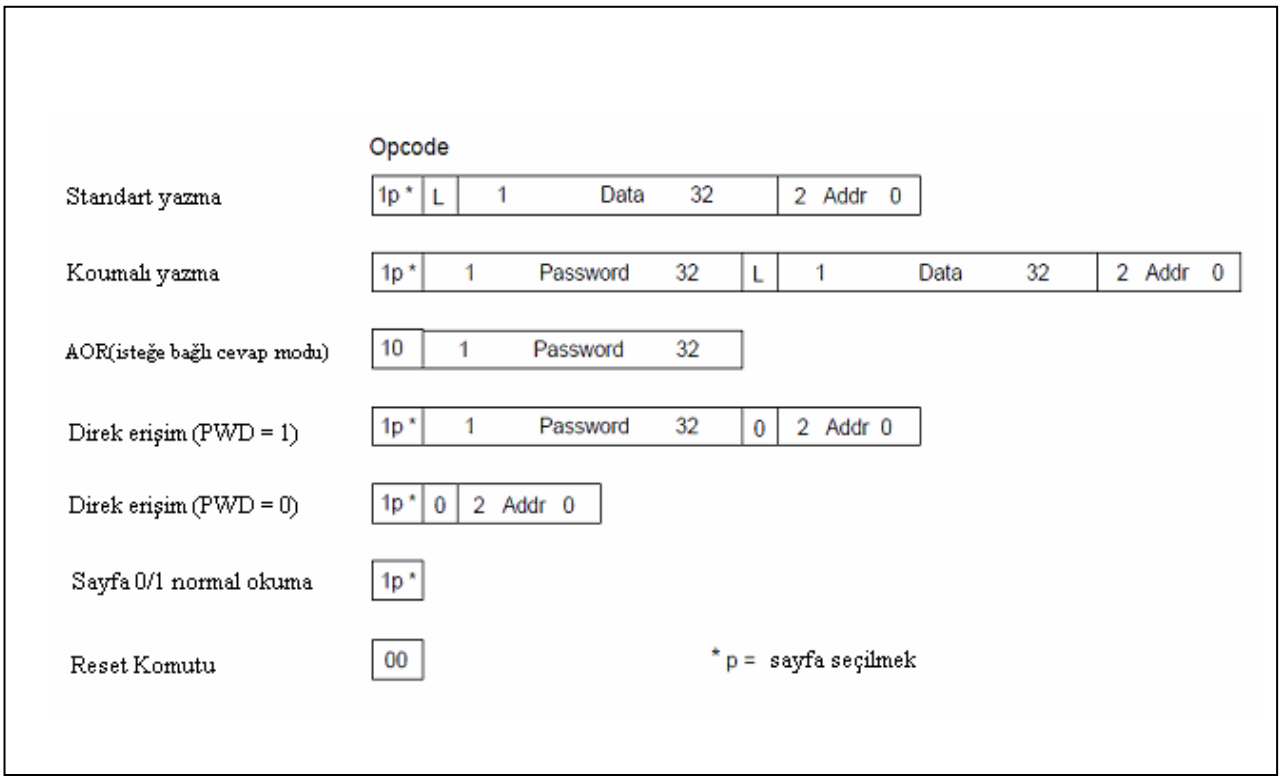
Yazma aşağıdaki kurallar ile gerçekleşir;

- Standart yazma; opcode, kilit biti, 32 veri biti ve 3 bit adres (toplam 38 bit)'den oluşur.
- Korumalı yazma (PWD bit ayarı), opcode, veri ve adres bit arasında geçerli 32 bitlik bir şifre gerekmektedir.
- AOR harekete geçiş emrinde, belli bir tag'i seçmek ve onu aktif hale getirmek için opcod da geçerli bir şifre gereklidir.

Eğer iletilen emir sırası geçersiz ise daha önce seçilen sayfa (eski opcode '10' ya da '11') ile birlikte T5557 düzenli yazı moduna girer.



Şekil 8.14 komple bir yazma işlemi sıralaması



Şekil 8.15 T5557 komut formatları

8.8.8. Şifre

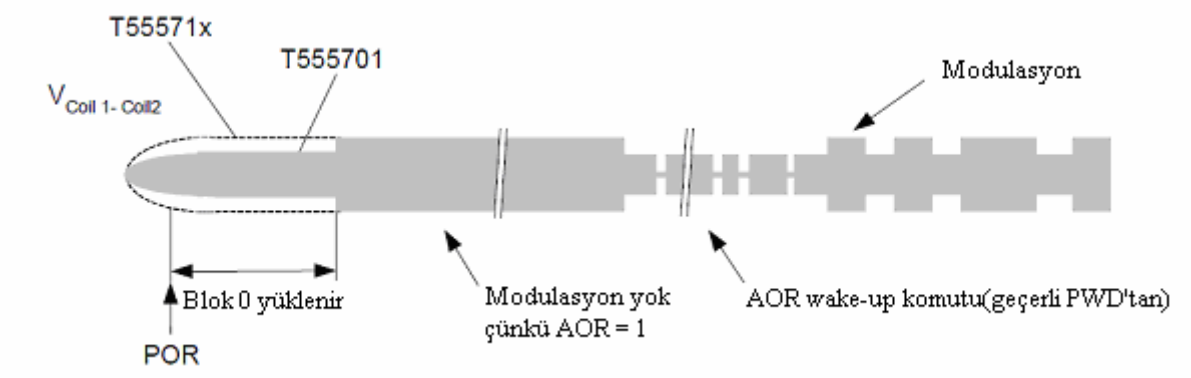
Şifre modu aktif iken (PWD = 1), opcode'dan sonraki ilk 32 bit şifre olarak algılanır. Bit 1'de başlayan Blok 7'nin içeriğindeki bit ile karşılaştırılırlar. Eğer bu karşılaştırma başarısız olursa, T5557 hafızayı programlamaz. İletişim biter bitmez, düzenli okuma modunda yeniden başlar(Atmet corporation, 2006).

Doğrudan iletişim emrinin her bir transferi (2 opcode bit, 32 bit şifre, 0 bit ve 3 adres bit=38 bit) 18 ms gerektirir. Mümkün olan tüm kombinasyonları test etmek (yaklaşık 4.3 milyon) yaklaşık 2 yıl sürer.

8.8.9. İsteğe bağlı cevap modu (AOR)

AOR biti set edildiğinde, blok 0 yapılandırmasını yükledikten sonra T5557 düzenli okuma modunda modulasyonu başlatmaz. Modulasyon gerçekleşmeden önce tag, okuyucudan geçerli AOR veri akışı (harekete geç uyarısı) bekler. Harekete geç

uyarısı, geçerli bir şifre ile gelen opcode (‘10’)’dan oluşmaktadır. Radyo frekans alanı kapatılana kadar ya da radyo frekans alanındaki herhangi bir tag’a yönelebilecek farklı bir şifre ile yeni bir uyarı gelene kadar, seçilen tag aktif kalır(Atmet corporation, 2006).



Şekil 8.16 AOR modu

8.9. EM 4001

8.9.1. Özellikler

1. Lazer ile programlanabilir 64 bit hafıza dizisi
2. Veri oranı ve data kodlamasını seçebilme
3. Çip rezonans kapasitesi
4. Arabellek kapasitesine çip desteği
5. Çip voltaj sınırı
6. Çipteki Tam dalga redresörü
7. Düşük özdirençten dolayı oluşan büyük modülasyon derinliği
8. 100-150 kHz işlem aralığı
9. Takmak için çok küçük çip kolaylığı
10. Az güç tüketimi

8.9.2. Tanımlama

EM4001, sadece radyo frekans ileticisi olarak kullanılan CMOS bir devredir. Bu devreye elektromanyetik bir alanda yerleştirilen dış bir bobin tarafından güç verilir ve bobin terminallerinden biri aracılığıyla aynı alandan kendi ana saatini alır. Modulasyon akımını açarak ya da kapayarak programlanmış hafıza dizisinde bulunan 64 bit bilgiyi geri gönderir. Her bir çipte eşsiz bir veri depolayabilmek için polisilikon bağlantılarını lazer ile birleştirerek çipin programlanması tamamlanır. EM4001'in şifre çeşidi ve veri oranını tanımlamakta kullanılan birkaç çeşidi vardır. 64 bit verinin taşınması için RF/32 ve RF/16 periyodları mevcuttur. Veri; Manchester, Biphase ya da PSK olarak kodlanabilir. Chip az enerji tüketmesinden dolayı hiçbir arabellek kapasitesine ihtiyaç duyulmaz. Çip işlevini sağlayabilmek için sadece dış bobine ihtiyaç duyulur. Bobin 78 pF paralel bir rezonans kapasitesi de birleştirilir (EM Microelectronic., 2000).

8.9.3. Veri modulatoru

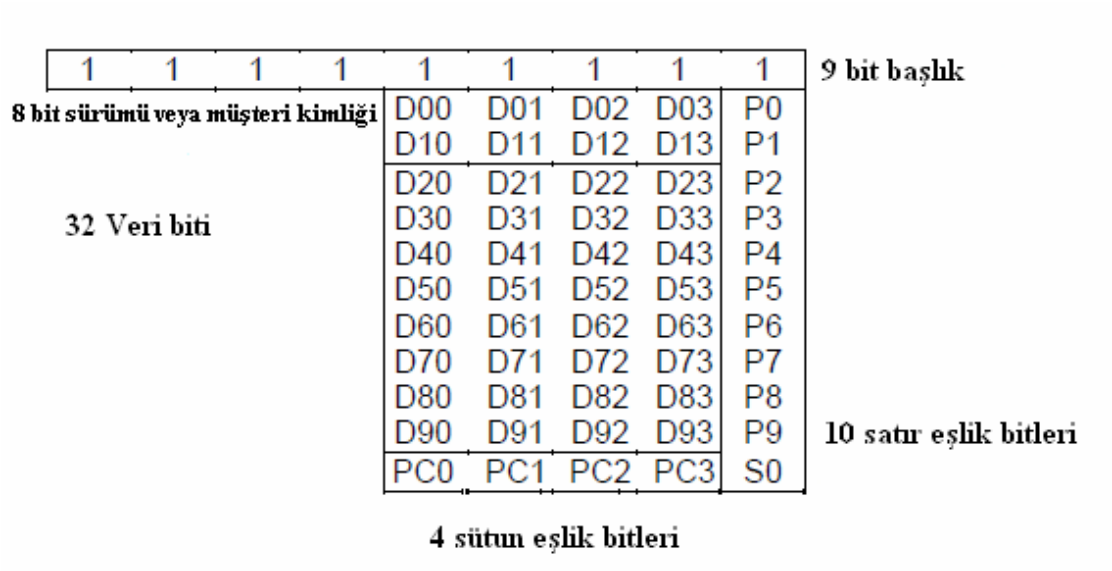
Bobinde yüksek akım oluşturabilmek için işaret, modulasyon kontrol birimi tarafından denetlenir. Bobin 2 transistoru sürer. Bu da hafıza dizisinde toplanan veriye göre manyetik alanı etkiler(EM Microelectronic., 2000).

8.9.4. Manchester & Bi-Phase encoding ICs için hafıza dizisi

EM4001, 5 bilgi grubuna ayrılan 64 bitten oluşur. 9 biti baş taraf için, 10 sıra eşlik biti (P0-P9), 4 sütun eşlik biti (PC0-PC3), 40 veri biti (D00-D93) ve 0 mantığını ayarlamada 1 stop bit kullanılır(EM Microelectronic., 2000).

Ön kısım; hepsi 1'e programlanan 9 ilk bitten oluşmaktadır. Veri ve eşlik organizasyonundan dolayı veri içinde 9 adet 1 tekrar asla oluşmamaktadır. Bu ön kısım, 100 milyon kombinasyon ve 1 sıra eşlik bitine izin veren 4 veri bitlik 10 grup tarafından takip edilir. Daha sonra sıra eşlik biti olmaksızın son grup 4 sıra eşlik bitinden oluşur(EM Microelectronic., 2000).

D00-D03 bitleri ve D10-D13 bitleri, tag'a ait benzersiz datadır. Modulatoru kontrol etmek için bu 64 bit sırayla gönderilir. 64 bitlik veri sonuçlandığında, güç kesilene kadar veri sırası sürekli tekrarlanır(EM Microelectronic., 2000).



Şekil 8.17 Manchester & Bi-Phase encoding ICs için hafıza dizisi

8.9.5. PSK şifreleme IC'de hafıza dizisi

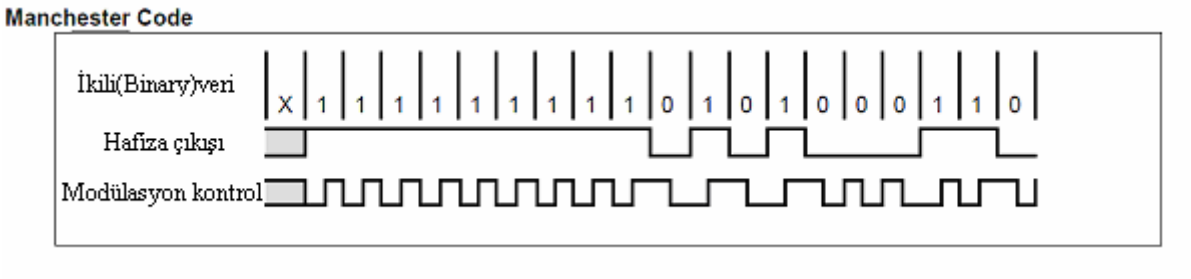
IC'nin veriyi PSK moda göndermesi P0 ve P1 için eşlik (odd parity) ile programlanır ve her zaman sıfırdır. P2'den P9'a kadar olan eşlik is even parity'dir. PC0'dan PC3'e kadar olan sütun eşliği ise versiyon bitleri ve hatta eşlik bitleri dahil olarak hesaplanır(EM Microelectronic., 2000).

8.9.6. Şifre tanımı

8.9.6.1 Manchester

Bit periyodunun ortasında her zaman açamadan kapamaya ya da kapamadan açmaya bir geçiş vardır. 1 mantık bitinden 0'a ya da mantık biti 0'a ya da mantık biti 1'e geçişlerde aşama değişir. Veri akışının yüksek değeri kapama modulatorunun alta

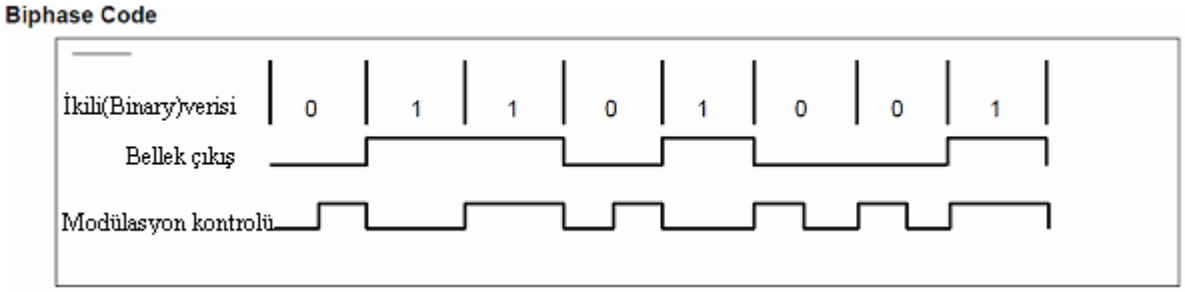
olarak gösterilmiştir. Düşük olanı ise açma olarak gösterilmiştir(EM Microelectronic., 2000).



Şekil 8.18 Manchester şifresi

8.9.6.2 Biphase şifresi

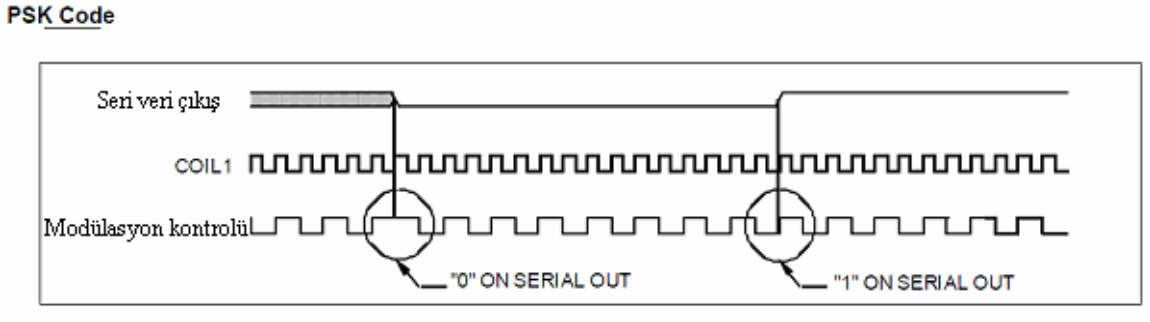
Her bitin başında, bir geçiş oluşur. 1 mantık biti, tüm bit süresi boyunca durumunu korur ve 0 mantık biti, bit zamanının ortasında bir geçiş gösterir(EM Microelectronic., 2000).



Şekil 8.19 Biphase şifresi

8.9.6.3. PSK şifresi

Taşıyıcı frekansının her periyodunda sırayla modulasyon açılır ve de kapanır. Bir aşama değişikliği oluşursa, mantıksal sıfır hafızadan okunur. Veri oran zamanından sonra eğer hiçbir değişiklik aşaması olmazsa mantıksal '1' okunur(EM Microelectronic., 2000).



Şekil 8.20 PSK şifresi

9. UYGULAMA

9.1. Atmega8

Günümüzde microdenetleyicilerin birçok çeşidi bulunmaktadır. Intel, Microchip, Motorola, National, Atmel firmalarının ürettiği microdenetleyiciler bunlar arasında sayılabilir.

Microdenetleyici gerektiren herhangi bir uygulama geliştirirken seçilecek microdenetleyicinin uygulamanın gereklerini karşılayıp karşılamadığı önemlidir. Bunun yanı sıra kullanılacak olan derleyici, programlayıcı, simülatör, elektriksel özellikler, kaynak temini, seçenek çeşitliliği, kolay elde edilebilirlik, fiyat, Komut seti vb. özellikler de microdenetleyici seçiminde önemli etmenlerdir.

Atmel firmasının ürettiği Atmega serisi microcontrollerların yukarıda sayılan birçok özellikte öne çıktığı görülmektedir. Firma 8 bit Intel MCS-51 core'a sahip microdenetleyicilerin yanı sıra 16/32 bit veri yoluna sahip microdenetleyiciler, otomotiv temelli microdenetleyicileri de Intel MCS-51 core ile kullanıma sunmaktadır.

Atmel microdenetleyiciler elektriksel bozukluklardan etkilenmeyi minimize edebilmek için Wath dog timer, Brown-out dedektör vb. özellikler içermesi nedeniyle sanayi uygulamalarında oldukça yoğun kullanılmaktadır.

MCS-51 ailesinden olan microdenetleyici tabanlı kontrol kartına sanayi otomasyonuna yönelik küçük boy bilgisayar özelliği kazandırmaya imkan sağlayan özellikler sadece bir çip içerisinde yer alan aşağıdaki mimari özelliklerdir(Atmega8 data sheet., 2009).

• 8/16/32 bit RISC merkezi işlem birimi (CPU),
• Dahili EEprom
• Dahili Flash Rom
• Harici veya dahili olarak seçilebilen osilatör,
• Bayt veya bit olarak düzenlenebilen, pull-up dirençleri aktif veya pasif yapılabilen Giriş / Çıkış portları,

• Static RAM bellek (İç Ram),
• Dış program/veri belleği (Bazı microdenetleyicilerde),
• 8/16 bit Zamanlayıcı/Sayaç/Pwm,
• İç ve dış kaynaklara hizmet edebilen, farklı vektörlere sahip kesme (Interrupt) sistemi.
• Seri Port,
• ISP Port,
• JTag Port,
• Security bitler aracılığı ile program ve verinin korunabilmesi,
• Watch dog timer, Brown-out dedektör,
• Analog-Digital çevirici (Adc)
• 20 MHZ kadar çalışma frekansı,
• Çalışma frekansına bağımlı (MIPS) çalışma performansı

MCS-51 risc core'a sahip, Atmel firmasının atmega8 microdenetleyicisi yukarıda sözü edilen mimari yapının tümüne sahiptirler. Atmega8 microdenetleyicisinin özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir(Atmega8 data sheet., 2009).

Geliştirilmiş RISC mimari
• 130 adet komut
• 32 genel amaçlı register
• Her clock'ta 1 komut çalıştırma
• 8Kb program tarafından da yazılabilen program belleği
• 512 Byte EEprom
• 1 Kb statik ram
• 2 adet 8 bit timer/counter
• 1 adet 16 bit timer/counter
• 3 adet PWM kanalı
• 6 kanal 10 bit ADC
• Byte temelli çift yönlü seri kanal
• Programlanabilir seri USART
• Master/Slave SPI seri kanal

• Programlanabilir Watchdog timer
• Chip içinde analog comparador
• Power on reset ve programlanabilen Brown-out dedektör
• Internal düzenlenebilir RC oscillator
• İç/Dış kaynaklı Interrupt sistemi
• 5 değişik uyuma modu
• 23 programlanabilir giriş-çıkış ucu
• 0-16 Mhz çalışma frekansı
• 4.5 – 5.5v çalışma voltajı

9.2. EM4095

9.2.1. Tanımlama

EM4095 çipi (daha önce P4095 denilen) aşağıdaki görevleri gerçekleştirmek için bir RFID base station kullanılmak için tasarlanan bütünleştirilmiş bir CMOS alıcı devredir:

Taşıyıcı frekansı olan antenna sürücüsü

Yazılabilir taşıyıcı için alanın AM modulasyonu

Basit bir arayüz ile bir mikro işlemci ile iletişime geçmek için taşıyıcı tarafından oluşturulan antenna gösterge modulasyonu nun AM demodulasyonu(EM Microelectronic ., 2009).

9.2.2. Özellikler

• Küçük taslak plastik paketi
• Hiçbir dış kuvarsa gerek duymaz
• 100 ila 150 kHz arasında değişen taşıyıcı frekans türü
• Köprü sürücülerini kullanan doğrudan antenna sürücüsü
• Köprü sürücüsü kullanarak OOK tarafından (100% geniş modülasyon) veri geçişi
• Tek uçlu sürücü kullanarak dıştan ayarlanabilir modulasyon indeksi ile geniş modülasyonun veri akışı

• Çok taşıyıcı protokol uyumu (örneğin: EM4102, EM4200, EM4450 ve EM4205/EM4305)
• Uyku modu 1Ma
• USB uyumlu güç destek türü
• 40 ila +85°C sıcaklık türü
• Kendine bağlı taşıyıcı frekensının antenna rezonant frekansına uyum sağlamasını sağlamak için birleştirilmiş PLL sistemi

9.2.3 İşlevsel tanımlama

9.2.3.1 Genel

EM4095, yardımcı bir antenna devresi ve bir mikro denetleyici ile kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Birkaç dış parçanın DC ve RF süzmesi, akım algılama ve güç desteğini çözmesi gerekmektedir(EM Microelectronic ., 2009).

Sabit bir güç desteği sağlanmalıdır. SHD ve MOD mantık verisi tarafından alet işlemi denetlenir. SHD, yüksek olduğunda, EM4095 uyku modunda iken akım tüketimi en aza iner. Güç alınırken doğru girişimi gerçekleştirebilmek için SHD verisi yüksek olmalıdır. SHD düşük olduğunda RF alanına yaymak üzere devre harekete geçirildiğinde antennada görülen herhangi bir geniş modulasyonunun (AM) ayarını bozmaya başlar. AM ayar bozma bloğundan gelen bu dijital sinyal, şifreleme ve işlemci için mikro denetleyici DEMOD_OUT pin aracılığı ile gerçekleşir. Yüksek seviyedeki mod pin RF taşıyıcı ile eş zamanlı olarak üç durumdaki ana antenna sürücüsünü zorlar. MOD, yüksek iken VCO ve AM ayar değişiklik halkası, MOD yükselmeden önce sabit tutulur. MOD serbest bırakıldıktan sonra çabuk rahatlamayı sağlar bu. MOD'un ucuna düştükten sonra VCO'nun açılması ve AM ayarının bozulması 41 RF saati tarafından geciktirilir. Bu şekilde VCO ve AM modulasyon işlem noktaları, antenna rezonant akımının başlamasıyla bozulur(EM Microelectronic ., 2009).

9.2.3.2 Analog bloklar

Devre, bir RFID baz istasyonunun iki görevini gerçekleştirir: gönderme ve alma. Gönderme; antenna sürücüsü ve RF alanının AM modulasyonu gerektirir. Manyetik alan oluşturabilmek için antenna sürücüleri dış antennaya bir akım gönderir.

Alıcı; taşıyıcı tarafından oluşturulan antenna gösterge modulasyonunun AM demodulasyonu gerektirir. Bu da etiket (taşıyıcı) tarafından uygulanan yutma modulasyonunu algılayarak başarılır.

9.2.3.3 EM4095 avantajları

Dış parçaların düşük maliyeti
Rezonanstaki garantişi işlem
daha büyük güvenilir modulasyon alanı
Sadece iki sistem türü olduğu için daha kolay analiz ve sistem
Doğru örnekleme konumlandırması
Kullanılması kolay
düşük güç tüketimi

9.3. Embeded Uygulama

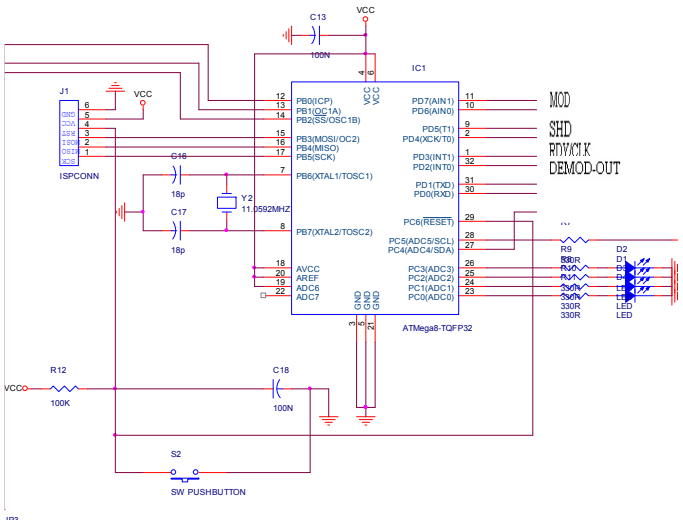
Devre 3 ana bölümden meydana gelmektedir.

1. Microdenetleyici bölümü
2. em4095 rf base station
3. ft232 seri-usb çevirici

9.3.1. Microdenetleyici bölümü

Devrenin microdenetleyicisi olarak atmega8 kullanılmıştır. Atmega8 üzerinde donanımsal olarak bir uart içeriyor olması, 8kb flash belleğinin olması, programlayıcısının ve bir C derleyicisinin elde mevcut olması nedeniyle seçilmiştir. Atmega8 flash, ram, çevrebirim ve hız olarak yaptıgımız uygulama için yeterlidir.

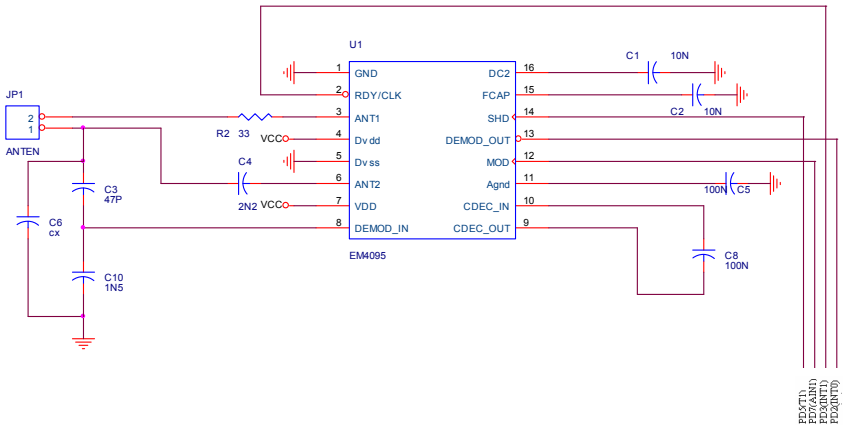
Microdenetleyici bölümü devrenin ana işlevlerini yerine getirmek üzere düzenlenmiştir. RF base station'ın idare edilmesi, seri üzerinden PC ile iletişim kurma ve PC den gelecek emirlere göre RF base stationun yönlendirilmesi veya Base stationdan gelen kodlu rf datanın çözümlenerek PC ye aktarılma işi burada yapılmıştır.



Şekil 9.1 Atmega8 mikroçip

9.3.2. EM4095 Rf Base station

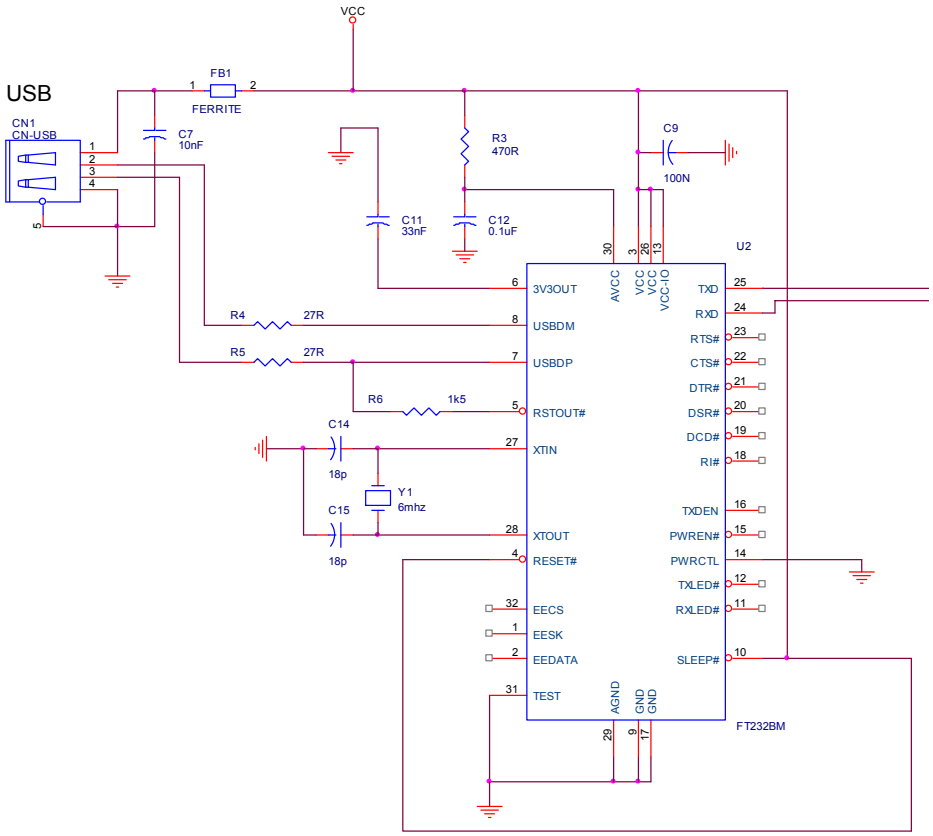
EM4095 RF Base Station, RF antenin kontrol edilmesi, 125 Khz taşıyıcı frekansın oluşturulması ve manyetik ortamda oluşan bozulmaların tesbit edilerek filtrelenip microdenetleyiciye gönderilmesi için düzenlenmiştir. Bu bölüm MOD ve SHD uçları kullanılarak microdenetleyici tarafından kontrol edilir. SHD ucu em4095'i uyuma moduna geçirir. Bu uç aktive olduğunda anten osilasyonu durur ve en az akım çekilecek pozisyona geçilir. MOD ucu ile anten osilasyonunu kontrol edilir. Aktive olduğunda anten osilasyonu başlar pasif oldugunda ise osilasyon durur. EM4095 Anten alanında bir sinyal yakaladığında bu sinyali DEMOD ucu aracılığı ile işlemciye gönderir. RDY/CLK ucu işlemciye kod çözümünde referans olması için standart bir 125Khz kare dalga sinyal üretir.



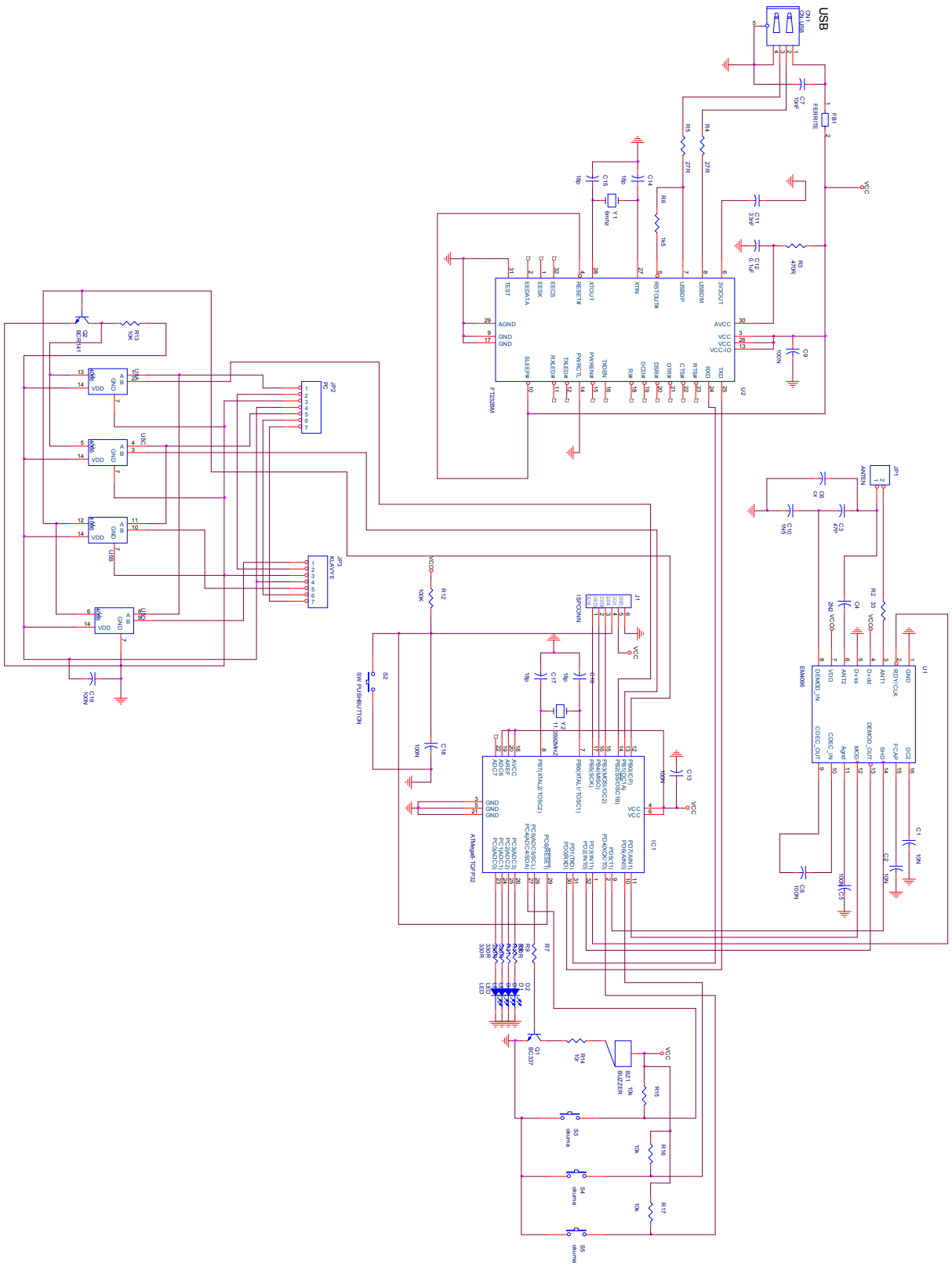
Şekil 9.2 EM4095 RF Base station

9.3.3. FT232 seri-usb çevirici

Atmega8 TTL çıkışlı bir seri haberleşme arabirimine sahiptir. Bu arabirim PC ile haberleşme için uygun değildir. Elektronik olarak bu uyumun sağlanabilmesi için yaygın bir donanım arabirimi olan USB seçilmiştir. PC den gelen USB sinyallerinin çözümlenerek TTL seriye çevrilmesi veya tersi için FT232 uygun bir entegredir. Bu nedenle PC haberleşmesi için FT232 seçilmiştir.



Şekil 9.3 FT232 seri-usb çevirici



Şekil 9.4 Genel şema

9.4. Embeded Programın Genel Çalışma Mantığı

Microdenetleyici göreve başladığında ilk olarak çevre birimlerle uygun biçimde haberleşebilmek için portlarını uygun konuma almak zorundadır. Bu nedenle init modülü yazılmıştır. Bu modül ile

1. Portlar in-out olarak ayarlanmıştır.
2. Interrupt sistemi aktive edilerek her kenar degişiminde dış interrupt tetiklenmek üzere ayarlanmıştır.
3. Gelen sinyallerin sürelerini ölçmek üzere timer kurulmuştur.
4. PC ile haberleşme işleminin yapılabilmesi için donanımsal uart kurulmuştur.
5. Kullanılmayacak olan donanım özellikleri kapatılmıştır.

```
void init(void)
{
// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out
// State7=T State6=T State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0
PORTB  =0b00111111;
DDRB   =0b00111111;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=Out Func4=In Func3=Out Func2=Out Func1=Out Func0=Out
// State6=T State5=0 State4=P State3=0 State2=0 State1=0 State0=0
PORTC=0b10010000;//0x10;
DDRC =0x2F;//0b10101111;//0x2F;

// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=Out
Func0=In
```

```
// State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=P State2=P State1=1 State0=P
PORTD=0b01010011;//0x03;
DDRD =0b10100010;//0xF2;

// Timer/Counter 0 initialization          Timer 0 kurulacak
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x03;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On                    İnterrut 0 açıyoruz
// INT0 Mode: Low level
// INT1: Off
GICR|=0x40;
MCUCR=0x01;
GIFR=0x40;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;                    Timer 0'ı açıp kapatmak için TIMSK kullanıyoruz

// USART initialization        PC'i ile haberleşebilmek için USART kuruyoruz
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 19200
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x98;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x0B;//19200 //0x17;//9600
```

```
// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;


Int0_Disable();

RfInit();                       RF'i initializ ediyoruz
Anten_OFF();                    Anten kapatılıyor
Reader_OFF();                   Okuyucu kapayılıyor

// Global enable interrupts
#asm("sei")
}
```

Program çalışmaya başladığında init işlemi tamamlandıktan sonra EM4095 in çalışabilmesi için gerekli sinyaller üretilir ve em4095'in çalışmaya başlaması sağlanmıştır.

```
void RfInit(void)
{
 MODDDR   = 1;
 SHDDDR   = 1;
 RDYDDR   = 0;
 DEMODDDR = 0;

 MOD      = 1;
 SHD      = 1;
 RDY      = 0;
 DEMOD    = 0;

 GICR|=0x40;
 MCUCR=0x01;
```

```
 GIFR=0x40;
}

void Int0_Enable(void)
{
 GICR|=0x40;
}

void Int0_Disable(void)
{
 GICR&=0xBF;
}

void Anten_ON(void)
{
  ModLOW                    Anten aşılıyor yayın yapılıyor
}

void Anten_OFF(void)
{
  ModHIGH                   Anten kapatılıyor yayın durdurulıyor
}

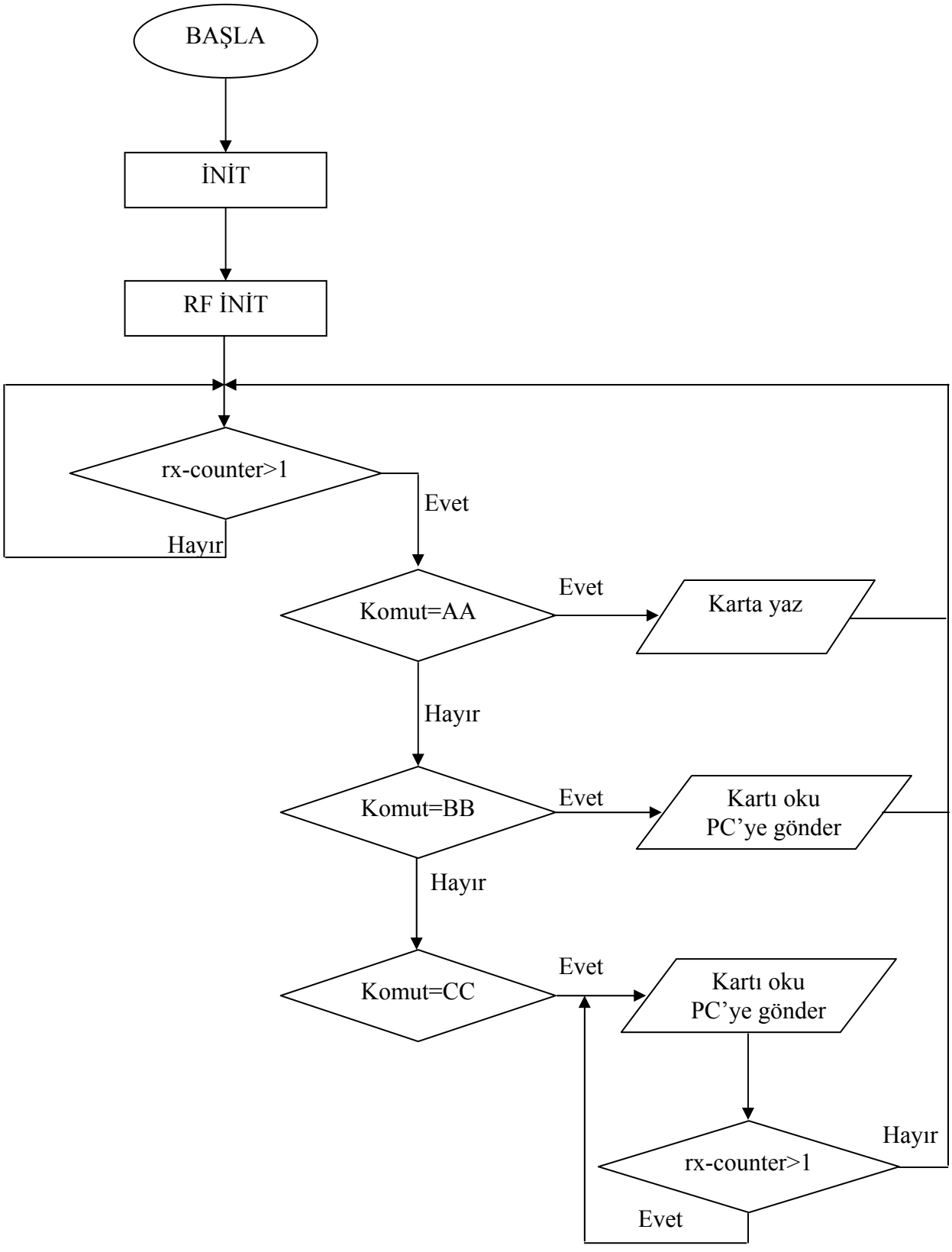
void Reader_OFF(void)
{
 ShdHIGH;                   EM4095 kapanıyor uyuma moduna giriyor
}

void Reader_ON(void)
{
 ShdLOW;                    EM4095 uyuma modundan çıkıyor
}
```

EM4095in çalışabilmesi için gerekli sinyaller üretildikten sonra yani ana program initialize işlemini tamamladıktan sonra rx-counter'i yokluyoruz eger rx-counter 1den büyük ise yani komut gelmiş işe okuyucu işleme başlıyor, komut AA ise yazma işlemidir PC'den gönderilen verileri kartta yazılır.

Komut BB ise okuyucu karttı bir kez okur ve karttaki verileri PC'ye gönderir.

Komut CC geldiğinde okuyucu sürekli okuma moduna girer ve karttı her okuduğunda verilerini PC'ye gönderir.



Şekil 9.5 Ana embeded program akış şeması

```
void main(void)
{
  unsigned int Command;
  init();
  Demo();
  Reader_ON();
  Anten_ON();
 while (1)
    {
     wdr;

     if (rx_counter>1) {
                  //Yazma Yapılacak
                  Get_Command();
                 }

    };
}


int Get_Command(void)
{
 unsigned char Gelen[30],i=0,r=1;
 int Kom;
 for(i=0;i<30;i++) {Gelen[i]=0;Param[i]=0;}
 i=0;ParamCount=0;
 delay_ms(200);
 while(rx_counter>0) Gelen[i++]=getchar();
 if(Gelen[0]=='A' && Gelen[1]=='A') {
                 Param[0]=Gelen[2];
                 Param[1]=Gelen[3];
                 Param[2]=Gelen[4];
```

```
                Param[3]=Gelen[5];
                ParamCount=Gelen[6]-0x30;
                WriteCommand();
                        }
 if(Gelen[0]=='B' && Gelen[1]=='B') {
                Blok_Mode_Tag_Read(1);
                        }
 if(Gelen[0]=='C' && Gelen[1]=='C') {
                 while (r) {
                   Blok_Mode_Tag_Read(1);
                   delay_ms(1000);
                   if (rx_counter>0) r=0;
                       }
                 while(rx_counter>0) getchar();
                        }
 return 0;
}
```

9.5. Interrupt Çalışma Mantığı ve Manchester Decode

Atmega8 dış interrupt sistemi her kenar değişiminde tetiklenmek üzere ayarlanmıştır. Böylece EM4095'in gönderdiği her sinyalin işlemci tarafından izlenmesi mümkün olmuştur. İnterrupt yazılımı sürekli olarak T5557'nin göndereceği ST (Sequence Terminator)'yi arar. ST yakalandığında gelen her sinyalin süresi ölçülerek 2T süresinde sinyallerin gelmesi garanti altına alınır.

2T süresinde gelen sinyallerin düşüş veya yükselişine bakılarak gelen sinyal Manchester'a göre decode edilir. ST den sonra 2T kuralına uymayan sinyal gelecek olursa sistem yeniden ST aramaya başlar. ST den sonra 270 adet bit tamamlandığında kartın okunduğuna karar verilerek KartOkundu biti set yapılır.

```
#define F_CPU _MCU_CLOCK_FREQUENCY_

#define RF_FREQ 125000L
#define FC 32
#define TIM_DIV 64

#define M_LONG ((F_CPU / TIM_DIV) / (RF_FREQ / FC))
#define M_SHORT (M_LONG / 2)
#define ST_SHORT M_LONG      //32
#define ST_LONG M_SHORT+M_LONG //48

interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
 bit Zero=0;
 static unsigned char q=0,m=0,w=0;

 wdr

 LED0=1;
 if (TCNT0<M_SHORT-LNG) {Zero=0;goto CK;}

 if (m>2) {
        LED3=1;
        if(m>3 && TCNT0>M_SHORT-SRT && TCNT0<M_SHORT+SRT)
{Zero=1; goto CK;}
        q++;
        w <<= 1;
        if (PIND.2==0) w |= 1;
        if ((q%8)==0) {Temp[q/8]=w;w=0;}
        if(m++>MAXBIT) {
                flag=1;
```

```
                    m=0;Zero=0;q=0;w=0;
                    goto CK;
                  }
          Zero=0;
          goto CK;
         }

 if (m==0 && TCNT0>ST_LONG-SRT && TCNT0<ST_LONG+SRT)
{m++;Zero=0;goto CK;} // ST uzun
 if (m==1 && TCNT0> M_SHORT-SRT && TCNT0<M_SHORT+SRT)
{m++;Zero=0;goto CK;} else
       if (m==2 && TCNT0>ST_SHORT-SRT) {m++;q=0;w=0;Zero=0;} else
{m=0;Zero=0;}

CK:
 if (Zero==0) TCNT0=0;
 LED0=0;
 LED3=0;
}


unsigned char Hard_Read_Block(unsigned char Adr)
{
 unsigned char rm,timeout=50;
 for(rm=1;rm<29;rm++) Temp[rm]=0;
 Kart_Reset();
 Anten_ON();
 delay_ms(3);
 Start_Gap();
 //Command 10 Reset Command
 Write_One();
 Write_Gap();
```

```
  //Page 0
  Write_Zero();
  Write_Gap();
  //sıfır
  Write_Zero();
  Write_Gap();
  //Adres
  if ((Adr&0x04)==0x04) Write_One(); else Write_Zero();
  Write_Gap();
  if ((Adr&0x02)==0x02) Write_One(); else Write_Zero();
  Write_Gap();
  if ((Adr&0x01)==0x01) Write_One(); else Write_Zero();
  Write_Gap();
  Anten_ON();
  flag=0;
  TCNT0=0;
  MAXBIT=33;
  Int0_Enable();
  do {
    if ((TIFR&0x01)==0x01)
       {
          timeout--;
          TIFR |= 0x01; //Clear Overflow Flag
       }

    } while ((!flag) && (timeout > 0));
  Int0_Disable();
  if (!flag)  return 0;
  return 1;
}
```

```
unsigned char Read_Block(unsigned char Adr)
{ unsigned char mm[7],q,fail=0;
  wdr
  if (Hard_Read_Block(Adr)) {
              wdr
              for (q=1;q<5;q++) mm[q]=Temp[q];
              if(Hard_Read_Block(Adr)) {
                          wdr
                          fail=1;
                          for (q=1;q<5;q++) if(mm[q]!=Temp[q]) fail=0;
                          if (fail) {
                                    unsigned char Q=0;
                                    for(q=1;q<5;q++) {
                                        sprintf(mm,"%02X",Temp[q]);
                                        QTemp[Q++]=mm[0];
                                        QTemp[Q++]=mm[1];
                                              }
                                   }
                         }
                    }
  return fail;
}

void Blok_Mode_Tag_Read(unsigned char QW)
{ unsigned char RR[50],q,p,j,m;

 unsigned char Q=9;

Reader_ON();
 Anten_ON();
 delay_ms(10);
```

```
 q=1;p=0;LED0=1;
 for(j=1;j<8;j++)
  if (p==0) if (Read_Block(j)) {
                wdr
                for(m=0;m<8;m++) RR[Q++]=QTemp[m];
                        } else p=1;
wdr
   if(p==0) {
       putchar(0x02);
       for(q=9;q<Q;q++) putchar(RR[q]);
       putchar(0x03);
       wdr
       Demo();
          }
 LED0=0;
 Reader_OFF();
 Anten_OFF();

}
```

9.6. PC Uygulama

Uygulama basit anlamda RF okuyucudan gelen kart bilgisi okunur ve ekranda gösterilir. Kart yazma işlemi için ekrana yazılan 32 bitlik hex code RF okuyucuya yazma emri ile gönderilerek karta yazma işlemi gerçekleştirilir.

Yaptığımız uygulama basit bir arayüzüdür RF okuyucu commandlerini herhangi bir RS232 program ile gönderdiğimizde okuyucu komutu çalıştıracaktır.

10. SONUÇ

RFID hayatımızın önemli bir parçası olmuş durumdadır. RFID'yi mevcut teknelojilerden ayıran en önemli özelliği temassız çalışıyor olmasıdır.

Kontaksız sistemlerde veri iletimi için gerekli güç, aktif teknolojilerde kart (elektronik veri taşıyıcı) üzerindeki pille sağlanırken, pasif sistemlerde okuyucu sisteminden sağlanır. Veri ve güç iletimine sahip bu teknoloji Radyo Frekans Tanımlama (RFID) teknolojisi olarak adlandırılır.

RFID; sürat, daha uzun okuma menzili ve daha güvenilir bir sistem olması ile barkod teknolojisinin önüne çıkmaktadır. Ayrıca RFID uygulamalarda barkod etiketlerine kıyasla üstün özelliklere sahiptir.

Son yıllarda RFID teknolojisi sağladığı kullanım kolaylıkları, ürün takip kesinliği, üretim ve stoklama bantlarında sağladığı kesinlik ve performans sebebiyle diğer kimlik tanıma sistemlerine nazaran daha çok ön plana çıkmıştır.

RFID uygulamaları bir süredir toplu taşıma araçları biletlerinden, bina giriş kartlarına; ve pasaportlardan tedarik zinciri yönetimine, kütüphanelerden akıllı alışveriş kartlarına kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bunun dışında havaalanlarında bagaj takibinde ve hastanelerde-hasta ve ilaçların izlenmesinde yarattığı kolaylıklar dolayısıyla-gittikçe artan oranda kullanıldığı görülmektedir.

Hangi alanda kullanılacak olursa olsun RFID uygulamalarının en önemli bileşenlerinden biri de RF okuyuculardır. Bu nedenle, tezde anlatılan konuların basit bir uygulamasını gerçekleştirebilmek amacıyla T5557 chip'e sahip taglar'ı okuyup yazabilecek bir sistem tasarlanmıştır. RF Okuyucu sistemler okuyacakları tag'ın protokollerini tanımak ve data transferlerinde bu protokolleri kullanmak zorunda olduklarından projeye tag ve buna bağlı frekans seçimi ile başlanmıştır. Tag seçiminde sık kullanılan bir frekans ve kolaylıkla bulunabilen, yazma-okuma yapılabilecek bir tag olan T5557 seçilmiştir. Frekans ve tag seçiminden sonra sistemin merkezini teşkil edecek olan microdenetleyici belirlenmiştir.

Microdenetleyici olarak Atmel firmasının Atmega8 işlemcisi seçilmiştir. Bu seçimde işlemcinin intel core'a sahip olması, c derleyicisinin bulunması, yerleşik usart'ının ve kenar tetiklemeli dış interruptlarının bulunması rol oynamıştır. Anten kontrolünün analog olarak yapılabilmesi amacıyla 100-150 Khz aralığında çalışabilen EM4095 Base station kullanılmıştır. Son olarak pc ile iletişim kurabilmek için TTL seriden USB protokole çevrim yapabilen FT232 entegresi seçilmiştir.

Sonuç olarak proje, yukarıdaki bileşenleri kullanarak T5557 chip'e sahip tagları yazıp okuyabilen basit bir okuyucu ve pc ara yüzüne sahiptir.

KAYNAKLAR

Atila, Ü., Topaloğlu, N., 2008, "RFID teknolojisi kullanılarak kimyasal malzeme stok takibinin internet tabanlı olarak gerçekleştirilmesi", TEKNOLOJİ, 11(3), 153-166, Ankara.

Atmel Corporation., 2006. "Multifunctional 330-bit Read/Write RF-Identification IC", 4517j–RFID–03/06 Data Sheet.

Atmega8 data sheet., 05/2009 "8-bit AVR with 8K Bytes In-System Programmable Flash", 2486V-AVR, USA.

Daniel Hunt, V., Puglia, A., Puglia, M., 2007, "RFID-A Guide to Radio Frequency Identification" ,Wiley, ISBN: 978-0-470-10764-5, United States of America.

Dağoğlu, M., 2006, " Radyo Frekans Tanımlama Sistem Tasarımı ve Üretimi " Y.L.T, Ankara.

EM Microelectronic – Marin SA., 10/2000 Rev C/308, "Read Only Contactless Identification Device", EM 4001, Switzerland.

EM Microelectronic - Marin SA., 2009 "Read/Write analog front end for 125kHz RFID Basestation", EM 4095 data sheet.

Fınkenzeller, K., 2003, "RFID Handbook ", Wiley, ISBN:0-470-84402-7, England.

Kavas, A., nisan 2007, " Radyo Frekans Tanımlama Sistemleri " elektrik mühendisliği, 430. sayı, İstanbul.

Kılınç, T., 2007, "RFID Sistemlerin İncelenmesi ve Sağlık Sektöründe Kullanılması", Y.L.T, İstanbul.

Kış, M., 2006, "RFID ve Scorm Tabanlı, Kullanıcı Uyumlu Mobil Öğrenme Sistemi Gerçekleştirimi", Y.L.T, İzmir.

Kocamaz, A., 2008, "Yatarak Tedevi Gören Şizofreni Hastalarının Negatif Belirtilerinin RFID Teknolojileri İle Ölçülebilirliğinin Değerlendirmesi", Y.L.T, Edirne.

Microchip Technology ., 2004, "microID 125 kHz RFID System Design Guide", U.S.A.

Pala, Z., Şubat 2007 "RFID Teknolojisi İle Otomasyon Bir Uygulama Olarak: Otopark Takibi", Y.L.T, Van.

Sarma, S.E., Weis, S.A., Engels, D.W., 2003, "RFID Systems and Security and Privacy Implications", Auto-ID Center Massachusetts Institute of Technology, LNCS 2523, pp. 454–469, Cambridge.

Tan, O., Korkmaz, İ., Gidiş, O., Uygun, S., 2009, "Hasta Takip Sistemlerinde RFID Uygulaması" , Bilimsel makale, İzmir.

Tuna, H., 2005, "Büyükbaş Hayvanların Zeki RF Kartlarla İnternet Üzerinden Kimliklendirilmesi", Y.L.T, Ekim 2005.

Tuğaç, B., Kavas, A., " Radyo Frekans Kimlik Tanıma Sistemleri ile Elektronik Para Uygulamasının Gerçeklenmesi " İstanbul.

Tugaç, B., 2007, "Radyo frekans ile kimlik tanıma" Y.L.T, İstanbul.

Want, R., 2006, "RFID Explained: A Primer on Radio Frequency Identification Technologies" , Morgan & Claypool , ISBN-10: 1598291084, United States of America.