



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

## **RF Tabanlı Sayısal Veri Haberleşmesi**

### **Hazırlayan**

Hüseyin Küçük  
1316010041

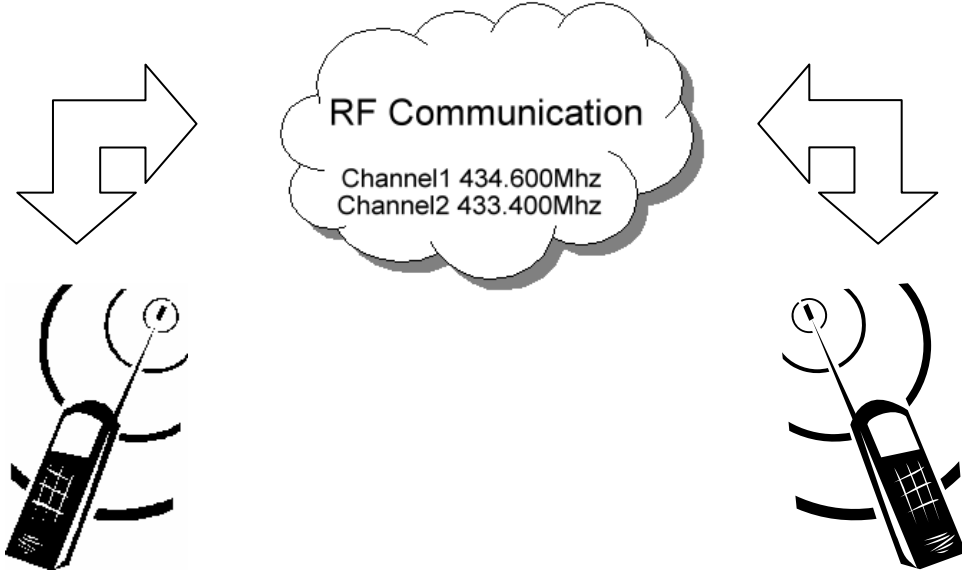
### **Proje Yöneticisi**

Doç. Dr. Aydın Akan

## GENEL YAPISI

Projede tasarlanan cihaz; kablosuz RF bağlantı ile yazılı iletişim kurmak amacıyla tasarlanmıştır. Burada üniteler arada herhangi bir “Erişim Noktası” olmadan “Noktadan-Noktaya” veri gönderebilecek biçimde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede iki ünite birbirlerinin kapsama alanında olmaları, iletişim kurmaları için yeterli olmaktadır.

Üniteler tamamen bir iletişim cihazı olarak tasarlandığından, kullanıcıya kolaylık sağlayan basit bir menüsü bulunmaktadır.



## PROJENİN GERÇEKLEŞTİRME SÜRECİ

Tasarlanan proje; ilk başlarda sadece bir düşünceden ortaya çıkmıştı: “Telsizlerin sesli haberleşmesi gibi ancak bu defa yazılı olmak kaydıyla, iletişim gerçekleştirmek”

Bu düşünceyle başlayarak, öncelikle gerekli olan sistemi oluşturacak parçalara karar verildi. Burada öncelikle; sistemi kontrol edebilecek bir mikrodenetleyici, giriş birimi olabilecek bir klavye ve RF bağlantı kurabilecek bir modül gereksinimi giderilmeliydi.

Projenin beyni görevinde olacak mikrodenetleyici; Mikrochip Firmasının üretimi olan PIC serisi 16F877 seçilmiştir. Pic serisinin seçiminde en önemli etken; bu mikrodenetleyiciler ile iki sene amatör olarak proje gerçekleştirmemdir.

Veri girişi olarak kullanılacak klavye; kolay bulunabilirlik, belli standartlara sahip iletişim protokolünün olması gibi kriterler göz önüne alınmıştır. Böylece günümüzde PC’lerde kullanılan PS/2 standardında klavye seçilmiştir.

Karakter sayısı, okunabilirliğin ve fiyatları dikkate alındığında piyasada standart olarak bulunan Hitachi HD44100 (veya muadili) kontrol işlemcisi içeren 2x16 karakterlik LCD ekran tercih edilmiştir.

Kablosuz iletişimi gerçekleştirecek olan modül olarak; Ankara merkezli UDEA Elektronik’in üretimi olan “UTR-C10 U UHF Data Transceiver” tercih edilmiştir. FSK dijital modülasyon yapan ürün 433Mhz frekansta 2 kanal üzerinden iletişim gerçekleştirebilmektedir.

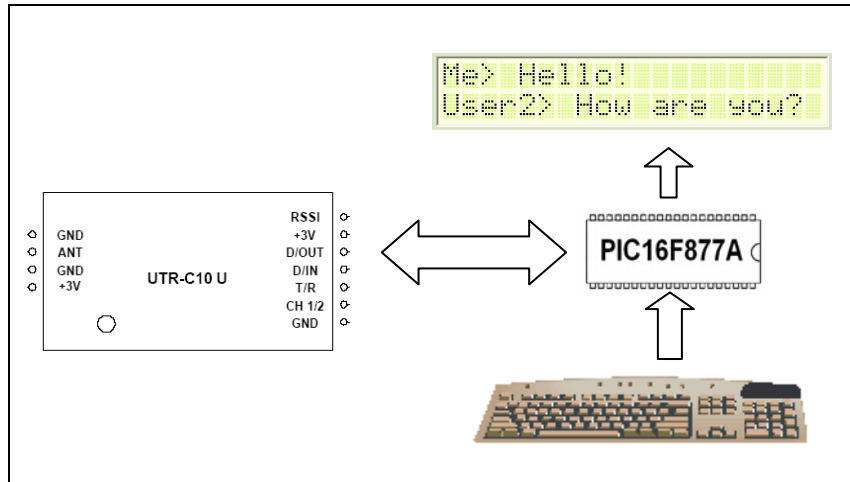
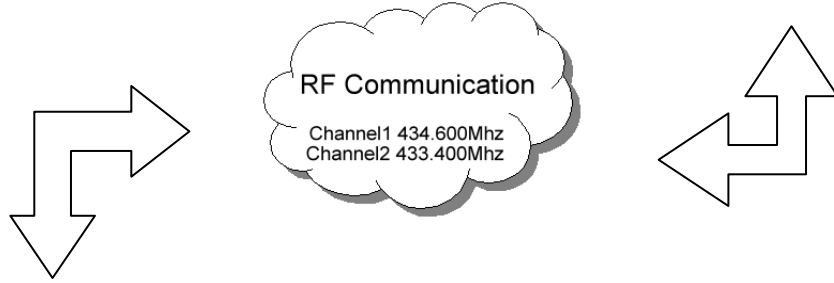
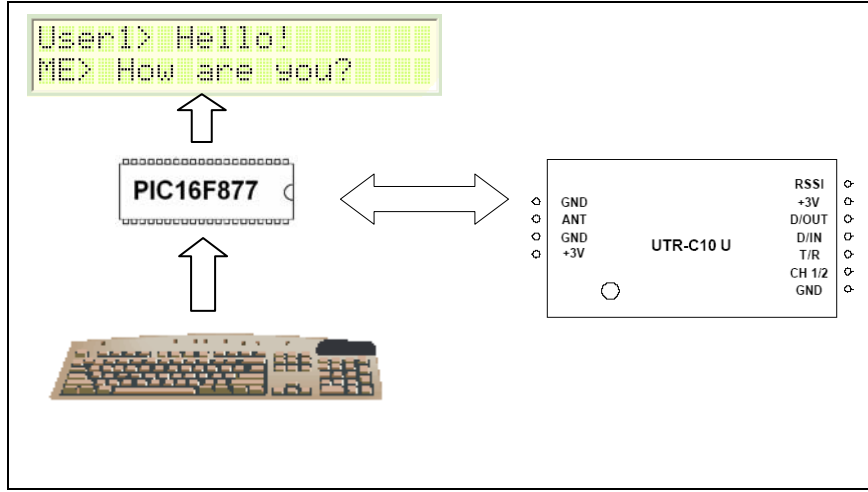
İlk başlarda sadece 2 kullanıcı arasında yapılacak şekilde düşünülmesine rağmen, proje bitiminde her kullanıcıya 7 haneli bir numara verilerek teorik olarak 10.000.000 kullanıcı sistemi kullanabilecek hale gelmiştir. Ayrıca kullanıcılar kendi aralarında bir grup ismi belirlemek şartıyla, o gruba üye her kullanıcıya tek işlemde aynı mesaj gönderilebilmektedir.

Projenin ilerleyen kısımlarında, önceden yapılması düşünülen; Adres Defteri, 2 kanal üzerinden iletişim, mesajın gönderildiğine dair durum bildirim vb... özellikler mikrodenetleyicinin 8k’lık program belleğinin yetersiz gelmesi nedeniyle maalesef yapılamadı.

## TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- Frekans Aralığı: 433 - 434 Mhz
- Çalışma Gerilimi: 8 V<sub>DC</sub> ... 20 V<sub>DC</sub>
- Akım Gereksinimi: min. 30mA (V<sub>in</sub>=12V, bekleme modunda)
- Klavye: MS Windows™ uyumlu PS/2 klavye
- LCD: 2x16 Alphanumeric

## ÇALIŞMA YAPISI



## KULLANILAN MALZEMELER

### MİKRODENETLEYİCİ (PIC16F877)

Mikrochip Firmasının üretimi olan 16F877'nin genel özellikleri;

- Çalışma Hızı: DC – 20 Mhz Clock girişi  
DC – 200 ns Komut işleme süresi
- 8K x 14 word uzunluğunda Flash Program Belleği  
368 x 8 byte uzunluğunda Data Belleği (RAM)  
256 x 8 byte uzunluğunda EEPROM Data Belleği
- 40 pinlik ayak bağlantısı

#### Çevresel Özellikleri:

- Timer0: 8 bitlik prescaler ile 8 bitlik timer/counter
- Timer1: Prescaler ile 16bitlik timer/counter. Sleep modunda harici crystal/clock ile sayımına devam edebilme.
- Timer2: 8bitlik periyot register, prescaler ve postscaler ile 8bitlik timer/counter.
- İki capture, compare, PWM modül
  - Capture; 16bitlik ve max çözünürlük 12.5ns
  - Compare; 16bitlik ve max çözünürlük 200ns
  - PWM; 10bitlik max çözünürlük
- Senkron Seri Port (SSP); SPI™ (Master Mod) ve I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave) destekli
- Universal Senkron Asenkron Receiver Transmitter (USART/SCI); 9 bitlik adresli
- Paralel Slave Port (PSP); 8 bit genişliğinde, harici  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  ve  $\overline{CS}$  kontrollü
- Brown-out Reset (BOR)

#### Analog Özellikleri:

- 10bitlik, 8 kanallık Analog-Dijital Çevirici (A/D)
- Analog Comparator modülü şu özelliklere sahiptir;
  - İki analog comparator
  - Programlanabilir chip üzerinde reference ( $V_{REF}$ ) modül

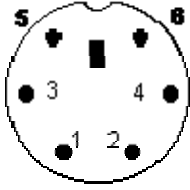
### Özel Mikrodenetleyici Özellikleri;

- 100.000 kez silinebilme/yazabilme özelliğine sahip gelişmiş Flash Program Belleği
- 1.000.000 kez silinebilme/yazabilme özelliğine sahip Veri EEPROM Belleği
- Veri Belleğinde datalar 40 yıldan fazla bozulmadan kalabiliyor.
- Yazılım kontrollü hızlı programlanabilme özelliği
- 2 pin üzerinden seri programlanabilme (ICSP™)
- 5V'luk tek kaynak üzerinden seri programlanabilme
- Programlanabilir veri koruması
- Watchdog Timer (WDT)
- Sleep Modu ile enerji tasarufu
- Seçilebilir osilatör çeşitleri
- 2 pin üzerinden program debug özelliği (ICD)

### CMOS Teknolojisi;

- Düşük güçte, yüksek hızda Flash/EEPROM teknolojisi
- Geniş çalışma voltaj aralığı (2.0V ile 5.5V)
- Düşük güç tüketimi

## KLAVYE



Şekil 1

PS/2 standardında bir klavye soketinin görünümü Şekil 2'deki gibidir. Burada;

- 1 → Ground
- 2 → No connecting
- 3 → Clock
- 4 → Data
- 5 → +5V DC
- 6 → No connecting

Bu bağlantılardan clock ve data pinleri çıkışları +5V'a pull-up yapılması gereklidir. Klavyeden gelen data; bir start biti, 8 bit (1 byte) uzunluğunda data, bir parity biti, bir stop biti olmak üzere 11 bit uzunluğundadır.

Gelen datada ilk LSB (en değersiz bit) gönderilir. Bu şekilde klavyeden gelen veri Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1

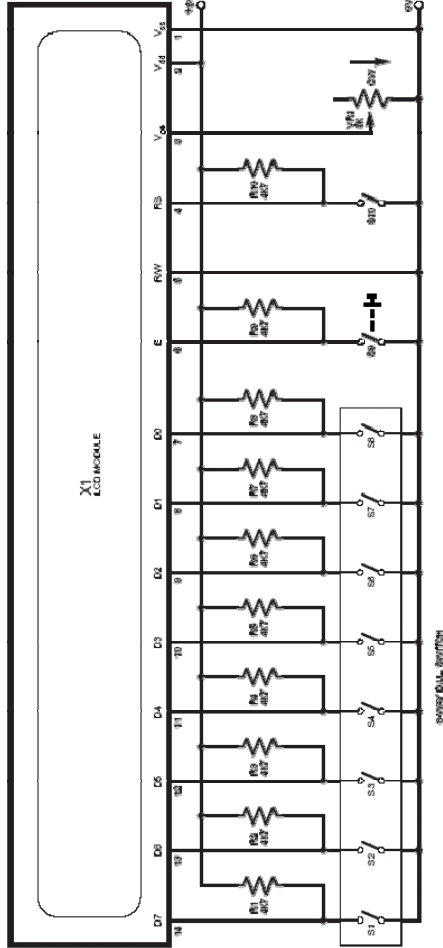
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Start Biti	Data 0. bit	Data 1. bit	Data 2. bit	Data 3. bit	Data 4. bit	Data 5. bit	Data 6. bit	Data 7. bit	Parity Biti	Stop Biti

Ayrıca klavye ilk açıldığı zaman; PC'ye kendini tanıtmaya amacıyla, veriler göndermektedir. Fakat bu ileri düzey kontrol için gerekli olduğundan, projede bu tanıtmaya komutlarını kullanılmadı. Klavye'ye NumLock, ScrollLock, CapsLock uyarı işaretleri de PC'den klavyeye giden veriler ile gerçekleşmektedir. Ancak bu komut serisine de ihtiyaç olmamıştır.

## LCD

2x16 karakterli Hitachi kontrol işlemcili LCD ekranın pin bağlantıları Şekil 3'deki gibidir.

Şekil 2



Pin No.	Name	Function
1	V <sub>SS</sub>	Ground
2	V <sub>DD</sub>	+ve supply
3	V <sub>EE</sub>	Contrast
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7	D0	Data bit 0
8	D1	Data bit 1
9	D2	Data bit 2
10	D3	Data bit 3
11	D4	Data bit 4
12	D5	Data bit 5
13	D6	Data bit 6
14	D7	Data bit 7

LCD Pin bağlantıları

Basic programlama dili sayesinde, LCD ekranın herhangi bir satır ve sütununda herhangi bir ASCII karakter kolaylıkla yazılabilmektedir.

```
<<CODE
LCD_SATIR=1
LCD_SUTUN=1
PRINT AT LCD_SATIR, LCD_SUTUN, "MERHABA"
```



## RF MODÜL

UDEA elektronikten temin edilen “UTR-C10 U UHF DATA TRANSCEIVER” modülün genel özellikleri ise;

- 433-434 MHz. UHF bandında EN 300 220 uyumlu.
- Yüksek Frekans Kararlılığı
- Düşük Akım serfiyatı ile pilli uygulamalar için ideal
- 2 farklı kanal seçme özelliği

### Üreticinin Açıklaması :

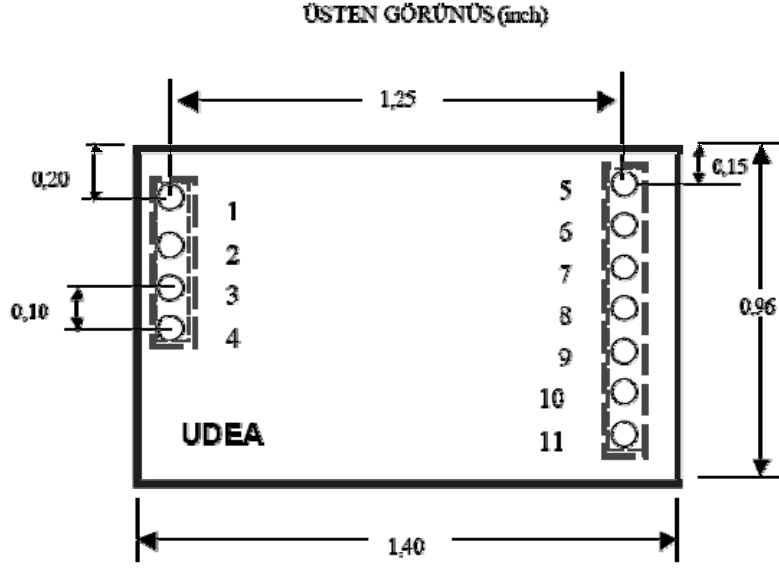
UTR-C10U UHF FSK data transceiver modül, Kısa Mesafe Erişimli Telsiz Cihazlarının Temel Standartları ile Kurma ve Kullanma Esasları Hakkında Yönetmelik (TGM-STK-001) ‘in 433-434MHz. ISM bandı ile ilgili bölümünü kapsayacak şekilde tasarlanmıştır.

### Pin Özellikleri:

Tablo 2

Pin No	Pin-İsmi	I/O	Açıklama	
1,3,11	GND	-	Kontrol kartinizin toprak hatına bağlayınız.	
2	ANT	I/O	Anten bağlantı noktası.	
4,6	+3V	-	+3VDC besleme terminali	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır.
5	RSSI	O	RF şiddeti seviye çıkışı	
7	DO	O	Data Output	
8	DI	I	Data Input	
9	T/R	I	Verici / Alıcı seçim pini	
10	CH ½	I	Kanal Seçim pini	

Üstten görünüşü:



Teknik Özellikleri:

Tablo 3

	Min.	Typ.	Max	Unit	Not
Besleme Voltajı	2,85	3	3,15	Vdc	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır.
Akim Sarfıyatı TX mod		25			
Akim Sarfıyatı RX mod		10			
Logic "0" DI volt	0		0.3*Vd	Vdc	
Logic "1" DI volt	0.7*Vcc		Vcc	Vdc	
Logic "0" DO volt	0		0.4	Vdc	Çıkış akımı -2.5mA
Logic "1" DO volt	2.5		Vcc	Vdc	Çıkış akımı 2.5mA
Logic "0" Input akım			-1	uA	
Logic "1" Input akım			1	uA	
Çalışma Sıcaklığı	-20		+55	°C	ETSI 300 220
Ebat	35 X 24 X 8 mm				

Teknik Özellikleri:

	Min.	Typ.	Max	Unit	Not
<b>RX Modu</b>					
Alici duyarlılığı		-100	-105	dBm	2.4 kBaud
Noise Bandwidth		30		kHz	2.4 kBoud
LO kaçak			-57	dBm	
RSSI aralığı	-105		-50	dBm	
RSSI accuracy		±6		dB	
RSSI linearity		±2		dB	
RX on time		25		ms	
<b>TX Modu</b>					
Data Rate	0.6		4.8	Kbit/s	
Çıkış Gücü	8	9	10	mW	
FM deviation		±5		KHz	
TX on Time		25		ms	

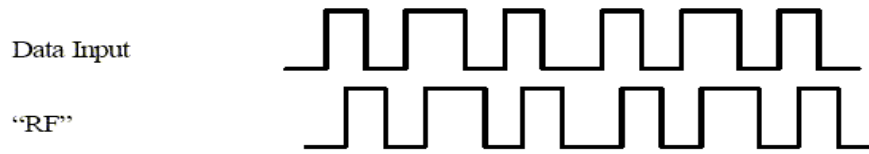
Data Format:

Tablo 4

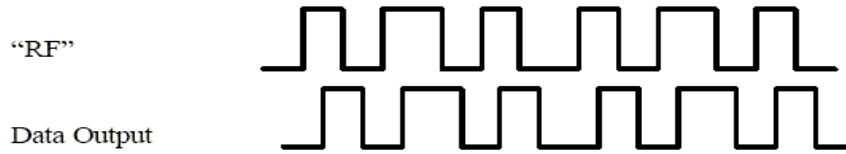
T/R	CH ½	Fonksiyon	Frekans
1	1	TX on	FREKANS-1
1	0	TX on	FREKANS-2
0	1	RX on	FREKANS-1
0	0	RX on	FREKANS-2

**Transparent Asynchronous UART mod Transceiver :**

**Transmitter:**

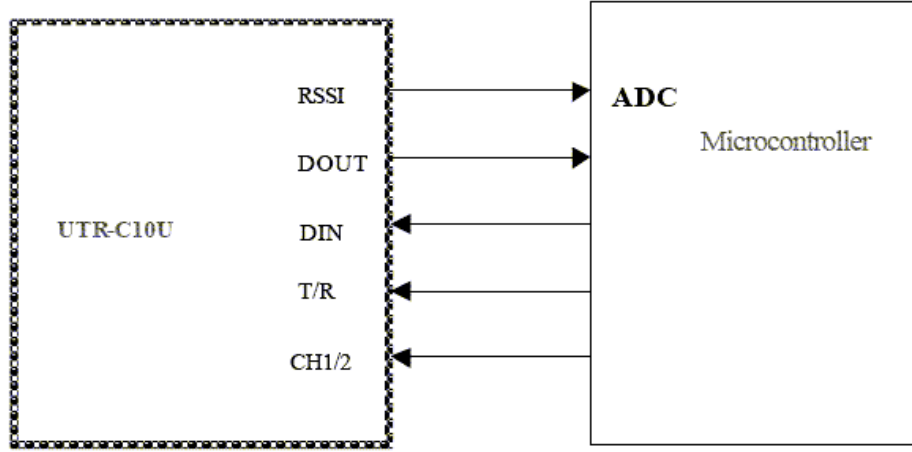


**Receiver :**



Şekil 4

Mikrodenetleyici Bağlantısı: Mikrodenetleyici modül konfigürasyonu için 2 out pini kullanılır. Bir output pini RF olarak gönderilmek istenen Data'nın module verilmesi, bir input pini de RF olarak gelen sinyalin modülden alınması için kullanılır. RSSI pini mikrodenetleyicinin analog giriş pinine bağlanabilir.



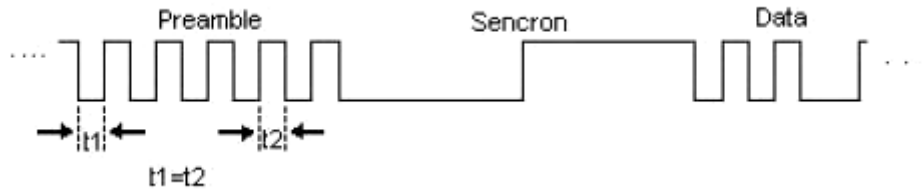
Şekil 5

Modül'de, data almak ve göndermek üzere DIN ve DOUT pin'leri bulunur. DIN pinine, Modül Transmitter moduna alınarak RF olarak gönderilmek istenen data verilir. DOUT pini ise, modül Receiver modunda iken RF ten alınan sinyallerin demodüle edilerek verildiği çıkıştır.

Modül UART (Transparent Asynchronous) data iletişimine uygun olarak üretilmiştir. Standart data gönderme protokolü şu şekildedir.

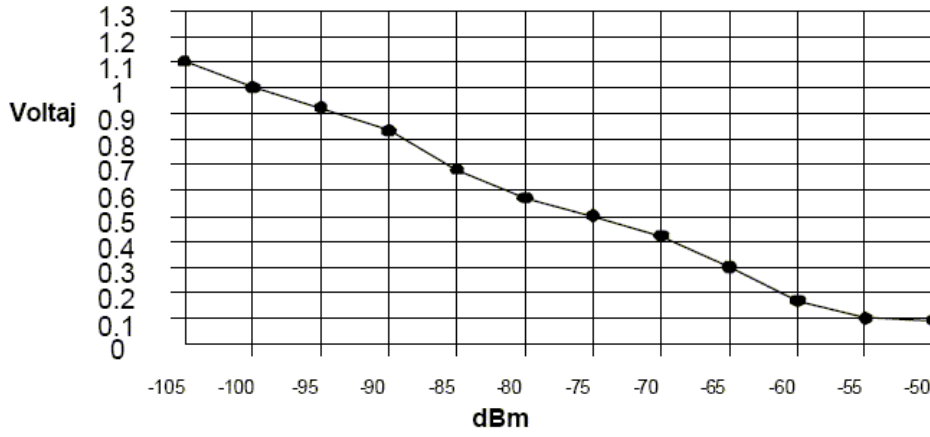
**TX : preamble + sencion + data1+.....+dataX**

Sencion ise yazılımın senkronizasyonuna yardımcı olur. Bit senkronizasyonunun sağlanması ve mesaj başlangıcının doğru tayini için kullanılması gereklidir. Bu bit dizininin boyu uygulama gereksinimleri veya kısıtlamalarına göre değişebilmekle birlikte 5 byte 0x00 + 5 byte 0xFF olabilir. Fakat projenin ilerleyen kısımlarında denemeler sonucunda sencion süresinin 5ms'den uzun olması modülün doğru veri göndermesini engellemektedir. Üreticinin verdiği bu bilgi ise 4kbit/sn hızında 8ms'e denk gelmekteydi.



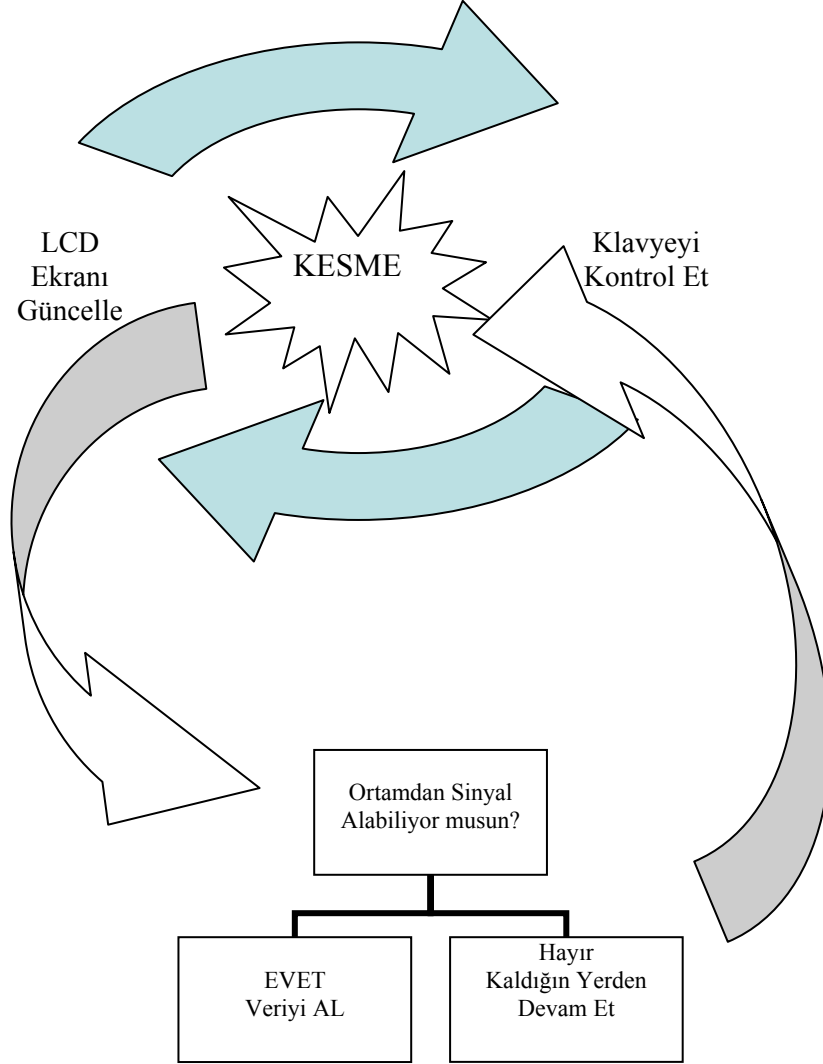
Şekil 6

RSSI: Alma esnasında gelen sinyalin şiddetinin göstergesi olarak kullanılabilir analog bir çıkıştır. Yüksek duyarlılık elde etmek ve gecikmeler olmaması için Receiver modunda modül sürekli uyanık tutulmaktadır. Bu nedenle modülün DO çıkışında “RF” sinyal yokken dahi sürekli bir gürültü görülecektir. RSSI çıkışı kullanılarak sinyalin geldiği an tespit edilebilir ve böylelikle ana sistemin gürültüden kaynaklanan problemleri giderilebilir.



## YAZILIM

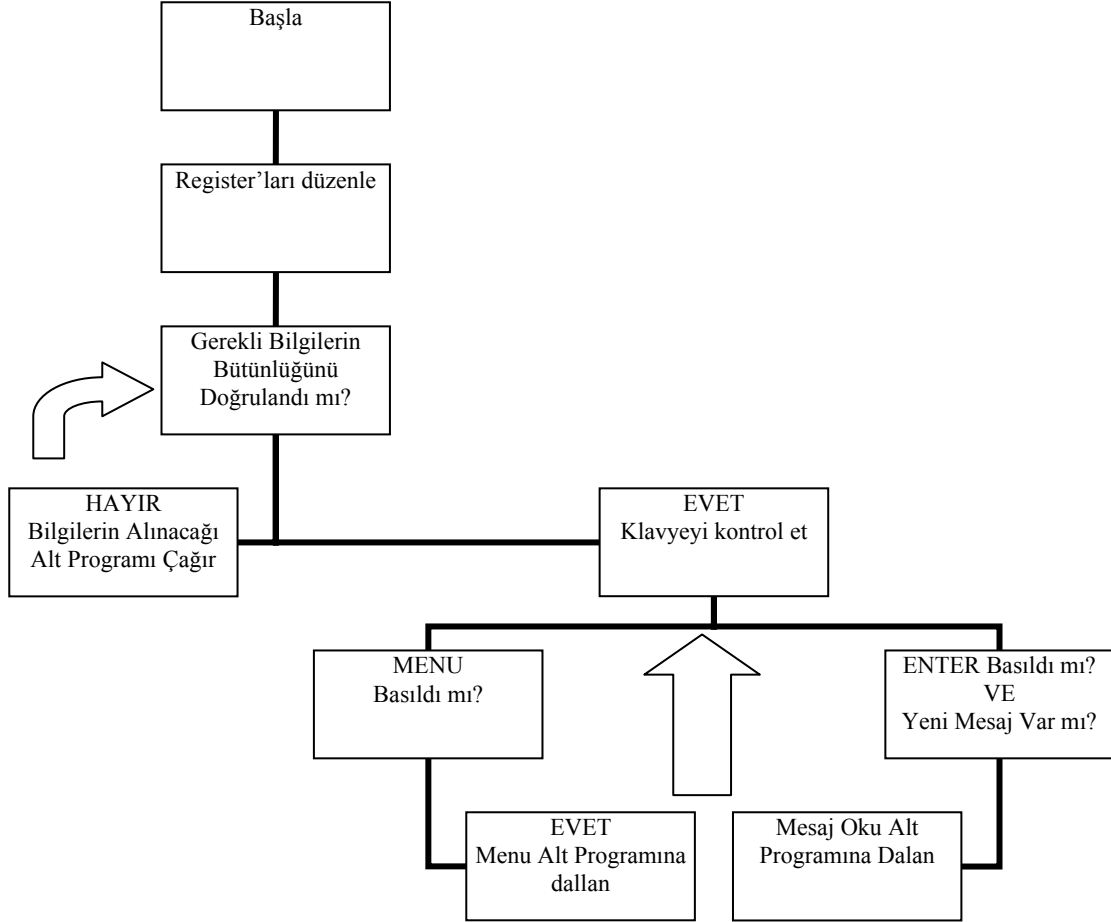
Yazılım kısır bir döngüdeymiş gibi klavye kontrolü ve LCD ekranın güncelleştirilmesinden oluşur. Gelen mesajları yakalayabilmesi için belirli zaman aralıklarında kesme oluşturularak, RF sinyalin varlığı kontrol edilir.





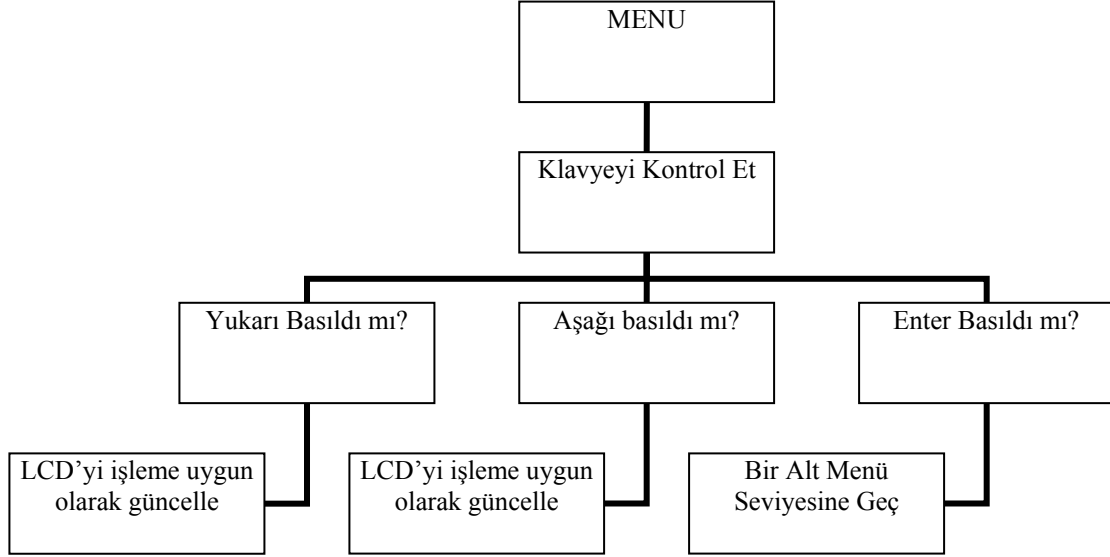
## ANA ALGORİTMA

Ana programda; klavyenin clock sinyali kontrol edilir ve çıktı olarak LCD ekran yeniden düzenlenir. RF üzerinden gelecek veriler için mikrodenetleyici belirli sürelerde aktif edilen kesme isteği ile uyanık tutulur.



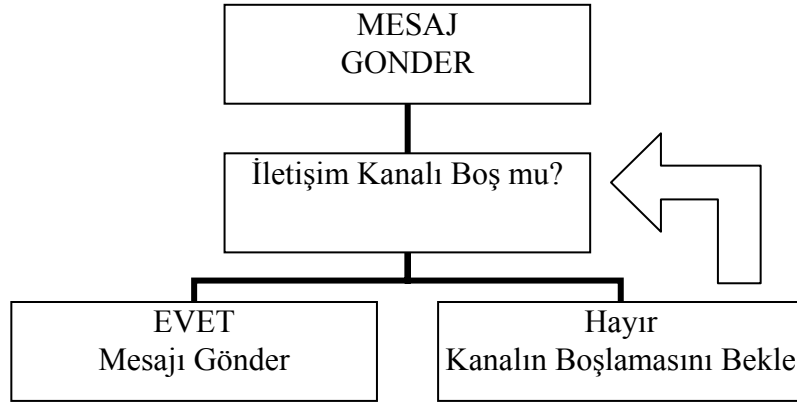
## MENÜ

Menü yapısını sağlayan alt program da benzer şekilde, “Yukarı”, “Aşağı” ve “Enter” tuşlarını kontrol eder, çıktı olarak LCD ekranı yeniden günceller.



## MESAJ GÖNDERME

Mesaj göndermeden önce ortamda o an yapılan iletişim olup olmadığı, yani iletişim kanalının dolu olup olmadığı kontrol edilir. Böylece girişim engellenerek iletişim karışıklığı önlenir. Aynı frekansta farklı cihazların olabileceği için, bu yeniden gönderme sayısı belirlidir. Belli bir zaman içinde kanal halen boşlamadıysa kullanıcıya durum bildirilir.

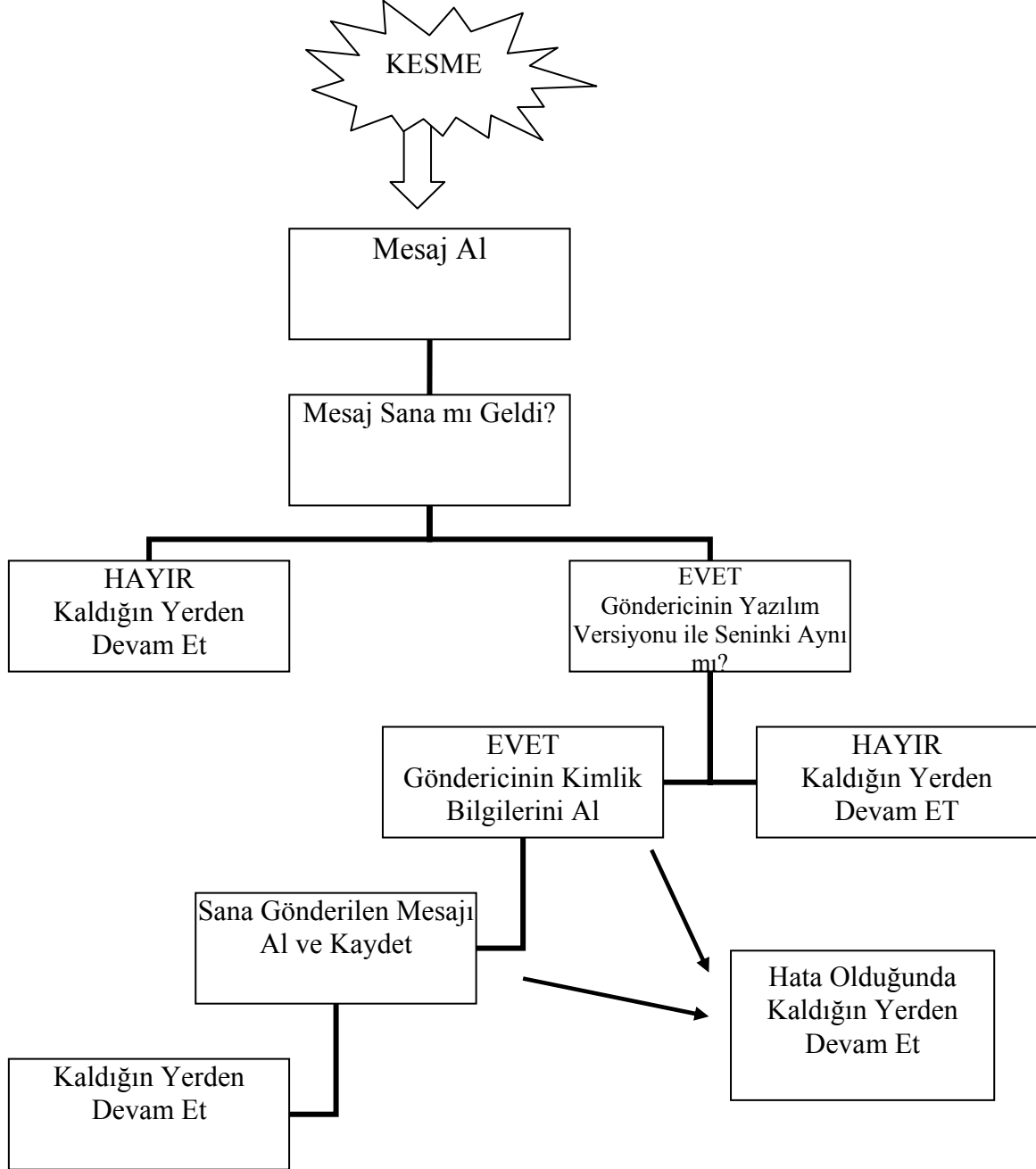


Ardından sırasıyla gerekli bilgi akışı sağlanır.

- Başlangıç Verisi: 1 byte
- Mesaj Tipi: 1 byte
- Alıcının Numarası: 7 byte
- Yazılım Versiyonu: 1 byte
- Göndericinin Numarası: 7 byte
- Göndericinin Adı: 10 byte
- Mesaj: 40 byte
- Bitiş Verisi: 1 byte

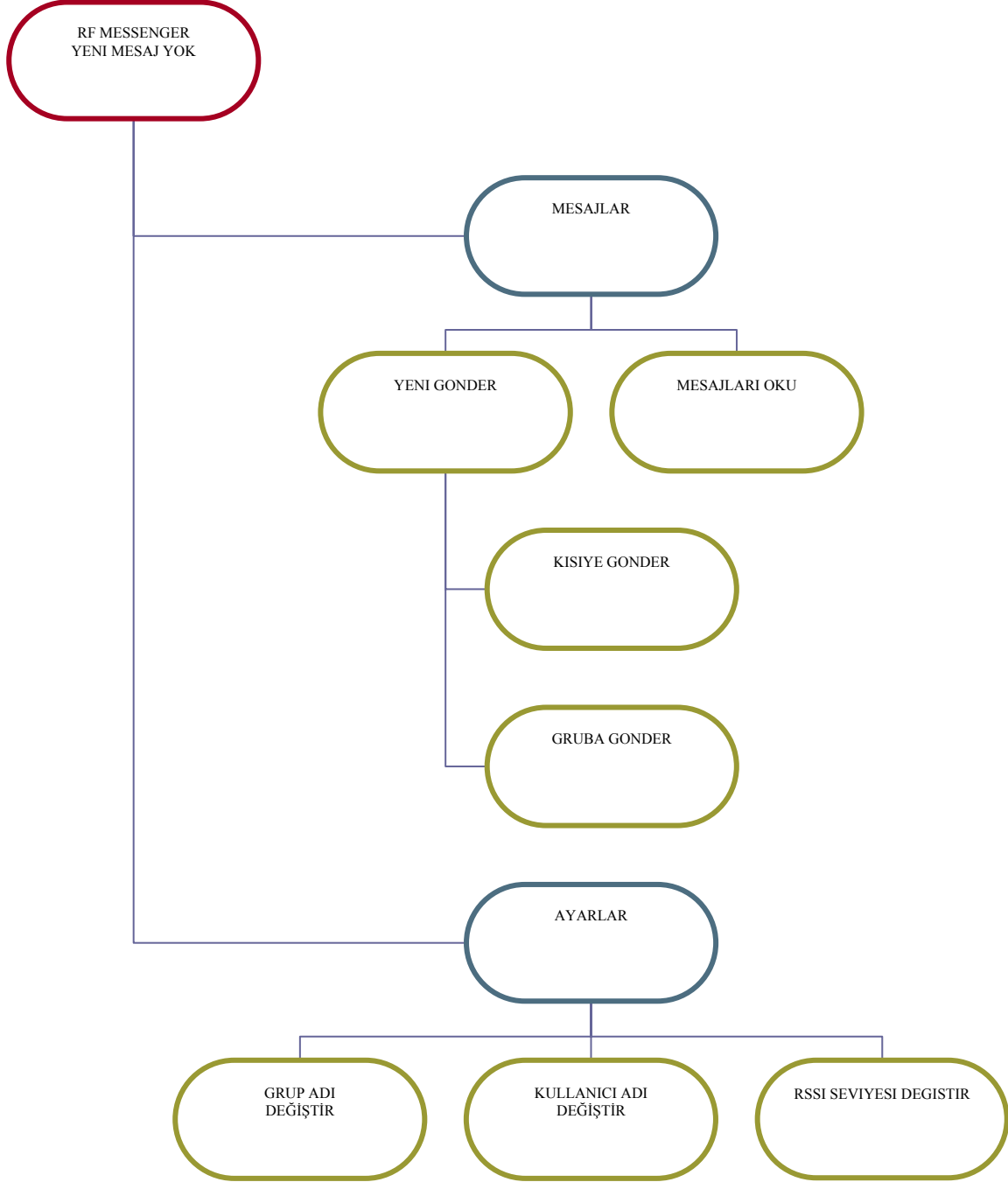
## MESAJ ALMA

Program içinde kesme ile RF sinyalin gücü kontrol ediliyordu. Eğer yeterli güçte sinyal alınabiliyorsa sinyalden iletilen veri değerlendirilir. Bu şekilde gürültüden dolayı sistemin yavaşlaması minimize edilir.



## MENÜ YAPISI

Kullanıcıya kolaylık sağlaması açısından tasarlanan menü yapısı şu şekildedir.



## İLETİŞİM PROTOKOLÜ

Sistemin haberleşmesinde kullandığı veri iletişim düzeni sırasıyla Tablo 5'deki gibidir.

**Tablo 5**

Başlangıç Byte'ı 1 byte	Mesaj Tipi 1 byte	Alıcı Numarası 7 byte	Versiyon 1 byte	Gönderici Numarası 7 byte	Gönderici Adı 10 byte	Mesaj 40 byte	Bitiş Byte'ı 1 byte
-------------------------------	-------------------------	-----------------------------	--------------------	---------------------------------	-----------------------------	------------------	---------------------------

Mesaj iletim süresi yaklaşık olarak 2 saniye sürmektedir. Bu zamanın önemli bir kısmı, verici modülün senkronizasyonu için yapılan preamble sürecinden kaynaklanmaktadır.

## SONUÇLAR

Şu an için yapılan prototipler deneme amaçlı olup delikli pertinaks üzerine monte edilmiştir. Her bir cihazın maliyeti ise yaklaşık 40\$'a gelmektedir.

Tasarlanan cihaz sayesinde; RF modülün gücü kadar bir mesafede güvenli bir iletişim gerçekleştirilebilir. İletişimin sayısal olması nedeniyle kolayca şifreleme yapılabilir. Sistemin erişim noktasına ihtiyaç duymaması ve noktadan noktaya çalışabilmesi cihazların kullanılabilirlik açısından esneklik sağlamaktadır.

Bu projenin bana en büyük faydası ise; ilk başlarda sadece bir hayal ürünü olan bir projenin yapılabileceği, gerçekleştirmek için yalnızca düşünmenin yeterli olduğunu ispatlayabilmemdir.

Ayrıca bu projemi Bitirme Projesi olarak kabul edip; projenin geliştirilmesinde ve profesyonel bir yapıya kavuşmasında bana yardımları olan Doç. Dr. Aydın Akan Bey'e teşekkürlerimi sunarım.