

Raylı Toplu Taşıma Araçları için
Bir Elektronik Seyir Defteri ve Yolcu
Bilgilendirme Sistemi

Mehmet Baki Gündüz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz 2008

An Electronic Log-Book and
Passenger Information System Design
for Railroad Vehicles

Mehmet Baki Gündüz

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department Of Electrical And Electronics Engineering

July 2008

Raylı Toplu Taşıma Araçları için
Bir Elektronik Seyir Defteri ve Yolcu
Bilgilendirme Sistemi

Mehmet Baki Gündüz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Elektronik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Hasan Hüseyin Erkaya

Temmuz 2008

ONAY

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mehmet Baki GÜNDÜZ' ün YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Raylı Toplu Taşıma Araçları için Bir Elektronik Seyir Defteri ve Yolcu Bilgilendirme Sistemi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Hasan Hüseyin ERKAYA

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Prof. Dr. Hasan Hüseyin ERKAYA

Üye : Prof. Dr. Salih FADIL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Rifat EDİZKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Bünyamin TAMYÜREK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serdar TUNABOYLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nuntarih ve
sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu tez çalışmasında, trenlerin hız ve konumlarının GPS sistemi yardımıyla belirlenerek elektronik ortamda anlık olarak kaydedileceği, hız limitleri ihlallerinin gerçek zamanda belirlenebileceği, hangi istasyona hangi zamanda gelindiği ve o istasyondan hangi zamanda hareket edildiğinin tespit edilebileceği ve bunların yanında yolcuların seyir hakkında bilgilendirileceği bir sistem tasarlanmıştır. Buna ek olarak, tren her istasyonda durduğunda merkez seyir amirliğine cep telefonu şebekesi üzerinden bilgi gönderilmektedir. Tasarlanan sistem, makinistin kendisini bir RFID kart yardımıyla sisteme tanıtmaya ile aktif hale gelmekte ve seyir hakkındaki bilgileri kaydetmektedir. Vagonlara yerleştirilen elektronik yazı panoları ile yolcular her istasyonda seyir hakkında bilgilendirilmekte, zaman hız ve sıcaklık bilgileri ise dönüşümlü olarak ardı ardına sürekli olarak yazı panosunda gösterilmektedir.

Sistemde PIC16F877 mikrodenetleyici, ZX4120 GPS modül, MC35i GSM/GPRS terminal, SD/MMC kart arayüz modülü, RFID okuyucu, MAX6953 dot-matrix led sürücü donanımları kullanılmış, bu donanımlar için gerekli mikrodenetleyici yazılımı geliştirilmiştir. Sistem Afyonkarahisar şehir merkezinde hareketli bir otomobille başarıyla denenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GPS, Mikrodenetleyici, ZX4120, MAX6953, SD/MMC card, RF ID, Tren

SUMMARY

An electronic log-book and a passenger information system for railroad vehicles has been designed and tested. The system determines the position of the vehicle and calculates its velocity using the GPS system. The arrival and departure times of the stations as well as the violation of the velocity limits are recorded. The system also displays information for the passengers about the route, along with time, temperature, and other information. The system can relay the recorded data to a command center via a cellular telephone network. The system employs RFID cards for the identification of the operator, and flash cards for recording data. In the system, a PIC16F877 microcontroller, a ZX4120 GPS module, an MC35i GSM/GPRS terminal, an SD/MMC card interface module, an RFID card reader, and MAX6953 dot-matrix led driver hardware were utilized. The required software microcontroller was developed. The system was tested successfully in Afyonkarahisar city center in a traveling car.

Key words: GPS, Microcontroller, ZX4120, MAX6953, SD/MMC card, RF ID, Train

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında beni büyük bir anlayış ve sabırla destekleyen kıymetli eşim Ayşegül GÜNDÜZ' e, çalışmalarım sırasında gereken fiziki ortamı temin eden değerli babam Necati GÜNDÜZ'e ve malzeme temini konusunda yardımlarını esirgemeyen arkadaşım İbrahim BURHAN' a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 GPS Sistemi, Tanımı ve Kullanım Alanları.....	2
1.1.1 GPS haberleşme protokolleri.....	11
1.1.2 NMEA veri formatı.....	11
1.1.2.1 \$GPGGA mesajı.....	12
1.1.2.2 GPGLL mesajı.....	13
1.1.2.3 \$GPGSA mesajı.....	13
1.1.2.4 \$GPGSV mesajı.....	14
1.1.2.5 \$GPRMC mesajı.....	16
1.2 RFID Sistemi, Tanımı, Çalışma Sistemi, Kullanım Alanları.....	16
1.3 SD(Secure Digital), Kart Sistemleri, Tanımı, Çalışma Sistemi, Kullanım Alanları.....	21
1.3.1 SD hafıza kartları.....	23
1.3.2 SD kartların tarihçesi.....	23
2. TEZ ÇALIŞMASININ BÖLÜMLERİ	24
2.1 Çalışmanın Amacı.....	24
2.2 Tasarlanan Sistemin Genel Yapısı.....	24
2.3 Tasarlanan Sistemin Bölümleri.....	27
2.3.1 Merkezi işlem ünitesi.....	28
2.3.2 GPS arayüz devresi.....	30
2.3.3 RFID arayüz devresi.....	39
2.3.4 SD/MMC depolama arayüz devresi.....	41
2.3.4.1 uMMC serial data modülün haberleşme protokolü.....	44

İÇİNDEKİLER(devam)

Sayfa

2.3.4.2 uMMC serial data modülün maberleşme komutları	45
2.3.4.2.1 CLOSE FILE komutu	45
2.3.4.2.2 FREE HANDLE komutu	45
2.3.4.2.3 OPEN FILE komutu	46
2.3.4.2.4 READ FILE komutu	46
2.3.4.2.5 WRITE FILE komutu	47
2.3.4.2.6 SETTINGS komutu	48
2.3.4.2.7 ERASE FILE komutu	48
2.3.4.2.8 QUERY VOLUME komutu	49
2.3.4.3 Hata mesajları	49
2.4 Yazı Panosu Bölümü	51
2.5 GSM/GPRS Terminal	69
2.5.1 AT+CMGF komutu	73
2.5.2 AT+CMGS komutu	73
2.6 Sıcaklık Algılayıcıları	74
2.6.1 ROM komutları	75
2.6.1.1 READ ROM komutu [33h]	76
2.6.1.2 MATCH ROM komutu [55h]	76
2.6.1.3 SKIP ROM komutu [CCh]	76
2.6.2 Hafıza komutları	77
2.6.2.1 READ SCRATCHPAD komutu [BEh]	77
2.6.2.2 COPY SCRATCHPAD komutu [48h]	77
2.6.2.3 CONVERT komutu [44h]	77
2.6.3 DS1820 den sıcaklık okuma	78
2.7 LCD ekran	79
2.8 Tuş Takımı	79
2.9 Güç Kaynağı	79

İÇİNDEKİLER(devam)

	<u>Sayfa</u>
3. TASARLANAN SİSTEMİN ÇALIŞMASI	81
3.1 Yazılımın Akış Diyagramı.....	82
3.2 Sistemin Çalıştırılması.....	85
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
5. KAYNAKLAR DİZİNİ	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 GPS uydularının konumları.....	3
1.2 GPS uydu kontrol merkezi.....	4
1.3 Ana kontrol merkezi, gözlem istasyonları ve antenler.....	5
1.4 L1 ve L2 sinyalleri.....	6
1.5 X,Y,Z konum ve T zaman bilgilerinin belirlenmesi.....	7
1.6 Tek uydu ile iletişim.....	8
1.7 İki uydu ile iletişim.....	8
1.8 Üç uydu ile iletişim.....	9
1.9 Konumun tam olarak belirlenmesi.....	10
1.10 DGPS ile konum belirlenmesi.....	10
2.1 RFID etiketler.....	17
2.2 Etiketin iç yapısı.....	18
2.3 İçerilerinde RFID etiket bulunan çeşitli objeler.....	18
2.4 Pasif RFID sistemi.....	20
3.1 Üç tip SD falsh kartı.....	21
4.1 Tasarlanan sistemin blok diyagramı.....	25
5.1 Mikrodenetleyicinin uçları.....	28
6.1 ZX4120 GPS Modül.....	30
6.2 Tasarlanan GPS arayüz devresi önden görünüşü.....	34
6.3 Tasarlanan GPS arayüz devresi arkadan görünüşü.....	35
6.4 GPS modül arayüz devre şeması.....	36
7.1 Huayuan firmasının üretmiş olduğu kart okuyucu.....	39
7.2 Sistemde kullanılan 125 KHz de çalışan RFID Etiketler.....	40
8.1 uMMC Serial Data Module.....	42
8.2 uMMC Serial Data Module besleme ve haberleşme uçları.....	43
9.1 Tasarlanan Yazı Panosunun Dıştan görünüşü.....	51
9.2 Tasarlanan Yazı Panosunun içten görünüşü.....	51
9.3 5x7 katod satır dot matrix led gösterge.....	52
9.4 Sürücü devrelerden birinin görünüşü.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ(devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
9.5 Sürücü devrelerin bilgisayar ortamındaki simülasyon devresi.....	53
9.6 Sürücü devrelerin bilgisayar ortamında hazırlanan kart tasarımı.....	53
9.7 MAX6953 entegresinin uçları.....	54
9.8 MAX6953 entegresinde tanımlı 104 adet ASCII karakter tablosu.....	54
9.9 MAX6953 entegresinin iç yapısı.....	55
9.10 MAX6953 entegresinin start ve stop condition durumları.....	56
9.11 Acknowledgment(doğrulama) biti.....	57
9.12 MAX6953 entegresinin haberleşmesi.....	58
9.13 MAX6953 RC Osilatör.....	64
10.1 SIEMENS MC35 i Terminal.....	69
10.2 MC35i terminalin dışarıdan görünen bölümleri.....	71
10.3 Terminalin RS232 uçları.....	71
11.1 DS1820 sıcaklık algılayıcısı.....	74
11.2 DS1820 sıcaklık algılayıcısının tek hat üzerinden haberleşmesi.....	75
12.1 Sistemde kullanılan tuş takımı.....	79
13.1 Tasarlanan sistemin çalıştırılması.....	81
13.2 SD/MMC hafıza kartı içerisindeki klasörler.....	85
13.3 SD/MMC hafıza kartı içerisindeki seferbilgi.....	85
klasörü içerisindeki dökümanlar	
13.4 Picbilgi.txt dosyasındaki bilgiler.....	85
13.5 Picbilgi.txt dosyasındaki bilgilerin LCD ekranda görüntülenmesi.....	86
13.6 Sistemin makinisti tanıma adımlarında LCD ekrandaki görüntüler.....	87
13.7 Yetkili personelin yetkisi doğrulandıktan sonra LCD ekrandaki görüntü.....	87
13.8 SD/MMC hafıza kartına değişik tarihlerde kaydedilmiş.....	88
örnek seyir defteri dökümanları	
13.9 SD/MMC hafıza kartının içerisinde 02.05.2008 tarihinde.....	88
kaydedilen örnek seyir bilgileri	
13.10 Yolcubilgi.txt dosyasındaki bilgiler.....	89
13.11 Yazı panosunda gösterilen örnek yazılar.....	90

ŞEKİLLER DİZİNİ(devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
13.12 LCD ekranda görüntülenen kontrol menüleri.....	90
13.13 Yazı panosunda geline istasyonun adının görüntülenmesi.....	91
13.14 Geline istasyon ile ilgili bilginin seyir amirliğine gönderilmesi.....	91
13.15 İstasyonbilgi.txt dosyasındaki bilgiler.....	92
13.16 İstasyondan hareket için gerekli işlemin LCD ekranda tarif edilmesi.....	92
13.17 Seyir amirliğine seyrin herhangi bir anında.....	93
makine tarafından gönderilen bilgi mesajı	

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 SPS ile PPS arasındaki farklılıklar.....	7
2.1 Farklı Frekanslarda RFID sistemleri.....	20
3.1 Flash memory hafıza kartlarının tarihi gelişimi.....	22
5.1 PIC16F877A mikrodenetleyicisinin genel özellikleri.....	29
6.1 ZX4120 GPS modülün genel özellikleri.....	32
6.2 ZX4120 GPS modülün uçları.....	33
6.3 ZX4120 GPS modülün NMEA data çıkışları.....	34
6.4 ZX4120 GPS modülün \$GPRMC NMEA veri formatı.....	37
6.5 GPS antenin genel özellikleri.....	38
7.1 RFID okuyucu terminale ait genel özellikler.....	41
8.1 uMMC Serial Data Modülün Setting komutu ile ilgili bilgiler.....	48
8.2 SD/MMC arayüz modülünün hata kodları.....	50
9.1 MAX6953 slave adresleri.....	57
9.2 MAX6953'ün yazmaçları.....	59
9.3 MAX6953 konfigürasyon yazmacı yapısı.....	60
9.4 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D0 bit.....	61
9.5 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D2 bit.....	61
9.6 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D3 bit.....	62
9.7 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D4 bit.....	62
9.8 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D5 bit.....	63
9.9 MAX6953 konfigürasyon yazmacı D7 bit.....	63
9.10 Digit 0 ve Digit 2 İçin Parlaklık Yazmacı (Intensity Register) Formatı.....	65
9.11 Digit 1 ve Digit 3 İçin Parlaklık Yazmacı (Intensity Register) Formatı.....	66
9.12 MAX6953 Tarama limiti (scan limit) yazmacı.....	67
9.13 MAX6953 Gösterge test yazmacı (display test register).....	67
10.1 SIEMENS MC35 i Terminal Genel Özellikleri.....	70
10.2 Terminalin RS232 uçları ve fonksiyonları.....	72
11.1 DS1820 9 bitlik sıcaklık verisi.....	78

1. GİRİŞ

Günümüzde demiryolu taşımacılığı en güvenilir, en ekonomik ve aynı zamanda doğal kaynaklara en az zarar veren ulaşım biçimidir. Ülkemizde demiryolu taşımacılığı her ne kadar yatırımsızlık dolayısı ile diğer gelişmiş ülkelere göre geri kalmış durumda ise de, yine de karayollarına göre oldukça güvenilirdir. Tren yollarının ve altyapının yetersizliği yanında sinyalizasyon sistemlerinin de oldukça yetersiz kaldığı bilinmektedir. Birçok tren kazalarının da bu yüzden meydana geldiği her zaman tartışma konusu olmuştur.

Demiryolu sinyalizasyon sistemleri, demiryolu hattı üzerindeki trafiğin emniyetli bir şekilde gerçekleşmesi ve tren yollarının daha verimli bir biçimde kullanılması amacı ile tasarlanan sistemlerdir. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte sinyalizasyon sistemleri de birçok gelişme kaydetmiş, daha güvenli kontrol sistemleri üretilmeye başlanmıştır.

Ülkemizde ise tren yollarındaki kazaların en büyük nedeni alt yapı eksikliği olarak gösterilmektedir. Trenlerin üzerinde yol aldığı rayların eski olması ve yenilenmemesi, rayların altındaki zemin ile ilgili sorunlar, yolun altından ya da kenarından geçen uygunsuz su tahliye arkları gibi birçok neden altyapı eksikliği olarak sıralanmaktadır. Bütün bu altyapı eksikliklerine rağmen, en acı olan şey ise, bugüne kadar ülkemizde meydana gelen tren kazalarının çok büyük bir kısmının sinyalizasyon sistemlerindeki sorunlardan kaynaklandığı bilinmektedir.

Maalesef ülkemizde, demiryollarında kullanılan mevcut sinyalizasyon sistemleri oldukça eskidir ve artık güvenilirliğini yitirmiştir. Tren yollarımızın çoğunda hala mekanik sinyalizasyon sistemleri ve mekanik emniyet tesisatları kullanılmaktadır. Lokomotiflerimizin çoğunda ise, sinyalizasyon ile fren sistemi arasındaki bağı sağlayan ATS(*Automatic Train Stoper*—Otomatik Tren Durdurma Sistemi) bulunmamaktadır.

Mekanik tesisatlar ile yapılan sinyalizasyon sistemlerinin yerini elektronik kontrol sistemleri aldıkça, bakım kolaylığı, daha süratli ve doğru kontrol, güç ve

malzemedeki tasarruf ve yedek parça bulma kolaylığı gibi avantajlar sağlanacaktır. Ayrıca arıza bulma ve bakım işleri azalacağından personel yönünden de büyük tasarruf elde edilebilecektir.

Bu tez çalışması ile, tren seyirlerinin daha güvenli bir şekilde denetlenmesi, yolcuların seyrin her anında bilgilendirilmesi ve daha sonraki yeni çalışmalara temel teşkil edebilecek bir elektronik kontrol sistemin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Tasarlanan sistem ile, trenlerin hız ve konum bilgileri elektronik ortamda anlık olarak kaydedilebilmekte, hız limiti ihlalleri anlık olarak belirlenebilmekte, istasyonlara varış ve istasyonlardan hareket zamanları düzenli bir şekilde kaydedilebilmekte, her istasyona varışta veya seyrin herhangi bir anında seyir amirliğine bilgi gönderilebilmekte ve vagonlara yerleştirilen elektronik yazı panoları ile yolcular seyrin her anında bilgilendirilebilmektedir.

Tez çalışması kapsamında tasarlanan kontrol sisteminde, konum ve hız bilgilerinin elde edilmesi için GPS (*Global Positioning System*—Küresel Konumlandırma Sistemi), yetki kontrolü için RFID kart sistemi, seyir esnasındaki gerçekleştirilecek haberleşme için GSM/GPRS terminal sistemi, kayıtların depolanması için ise SD/MMC flash bellek teknolojilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca yolcuların seyir esnasında seyir ile ilgili bilgileri görmeleri için elektronik yazı panosu tasarlanmıştır. Bütün bu teknolojiler mikrodenetleyici yazılımı ile kontrol edilmiştir.

1.1 GPS Sistemi, Tanımı ve Kullanım Alanları

GPS Küresel Konumlandırma Sistemi, dünya etrafında uzayda konumlandırılmış uydular vasıtası ile kodlanmış konum ve zaman bilgileri yollayan bir ağ sistemidir. Günümüzde hemen her alanda GPS sisteminden faydalanılmaktadır. Ulaştırmadan taşımacılığa, havacılıktan savunmaya, meteorolojiden haritacılığa kadar birçok alanda GPS sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

İlk olarak ABD’de Savunma Bakanlığı tarafından askeri ihtiyaçları karşılamak amacıyla 1960’ların başlarında tasarlanmaya başlanan bir sistem olan GPS, 1980’lerden sonra sivil kullanıma açılmıştır. Yıllarca yaygınlaşması için çalışılan sistem, 1995 nisan ayından sonra tam kapasite ile hizmet vermeye başlamıştır (Bullock et al., 1997)

GPS sisteminin Uzay Bölümü (Space Segment), Kontrol Bölümü (Control Segment) ve Kullanıcı Bölümü (User Segment) olmak üzere üç bölümü bulunmaktadır. 24’ü asıl 3’ü yedek olmak üzere 27 adet uydudan meydana gelen uzay bölümü yeryüzünden yaklaşık olarak 20000 km. uzaklıkta 6 yörüngeden oluşur ve her bir yörüngede 4 adet uydu bulunur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 GPS uydularının konumları (Kannu Infotech LTD)

Uydular saatte 7.000 mil hızla hareket ederler ve dünya etrafında günde 2 kez tur atarlar. Uydular yörüngeye yerleştirilirken ekvator ile 55° açı yapmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede yeryüzünün gökyüzüne açık herhangi bir yerinden en az 6 uyduya bağlanabilmek mümkün olmaktadır (İbrahim, 2004). GPS uyduları güneş enerjisi kullanarak çalışmaktadırlar.

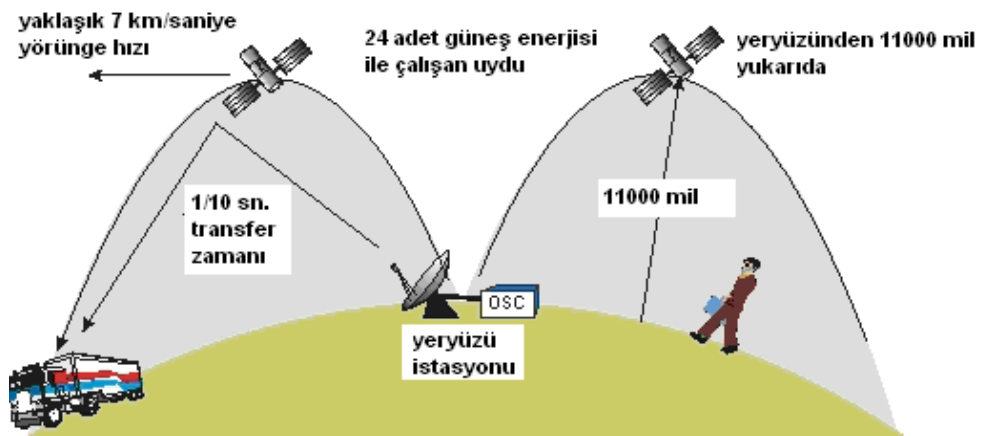
Yeryüzünde herhangi bir noktada üç boyutlu koordinat bilgisi elde edebilmek için en az 4 adet uydudan gelen sinyallerin işlenmesi gerekmektedir. GPS sinyallerini engelleyecek ya da yansıtacak herhangi bir fiziki engel yoksa, normal şartlarda en az 6 adet uyduya bağlanmak mümkün olmaktadır. Ancak, GPS sinyalleri yeryüzündeki

yapılardan yansıyabildiği için açık araziye göre şehir içlerinde hassasiyet azalabilmektedir.

Kontrol bölümü, ana kontrol merkezi, gözlem istasyonları ve antenlerden oluşur (Şekil 1.2). Kontrol merkezinin görevi sistemi her türlü koşulda 24 saat çalışır vaziyette tutmaktır. Bunun için, GPS uydularını sürekli izler ve doğru zaman ve konum bilgilerinin üretilmesini sağlar.

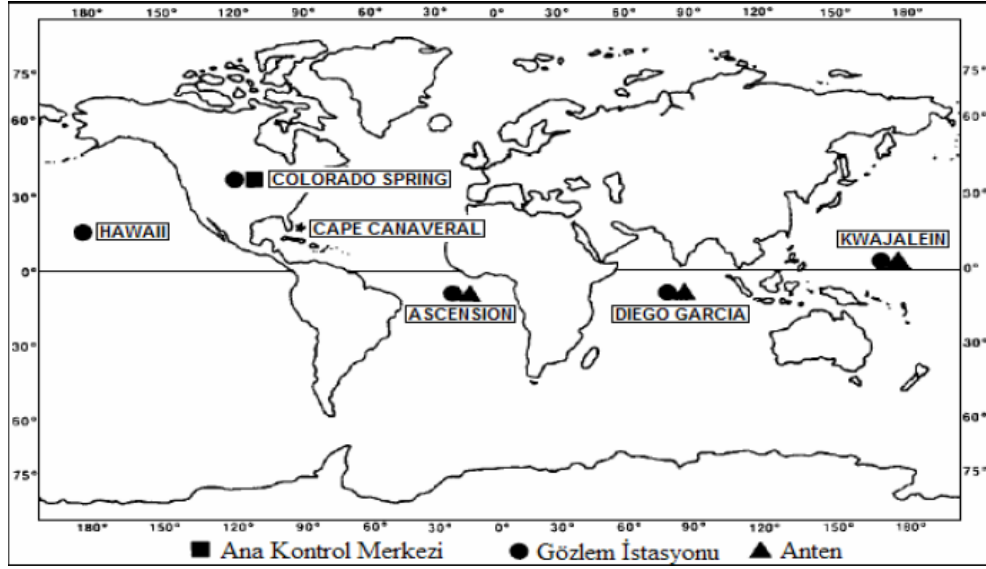
Ana kontrol merkezi; uyduların güncellenmesi, izlenmesi ve uyduların yerleşimini yönetmekten sorumludur. Ana kontrol merkezi gözlem istasyonları ile koordineli olarak faaliyet gösterir ve gözlem istasyonlarından gelen verilere göre uydulara komutları gönderir.

Gözlem istasyonları ise uyduların durumlarını izlemekten sorumludurlar. GPS sisteminde yeryüzünde konumlandırılmış 5 adet gözlem istasyonu bulunmaktadır (Hawai, Kwajalein, Colorado Spring (Aynı zamanda ana kontrol merkezi), Ascension adaları ve Diego Garcia). Bu gözlem istasyonları topladıkları bilgileri ana kontrol merkezine yollarlar. Ana kontrol merkezi ise bu bilgileri kullanarak, antenler yardımıyla uydulara gerekli komutları ve yönlendirmeleri yollar. Uyduların astronomik takvimleri ve saat bilgileri de ana kontrol merkezi tarafından uydulara yüklenir.



Şekil 1.2 GPS uydu kontrol merkezi (Althos Publishing)

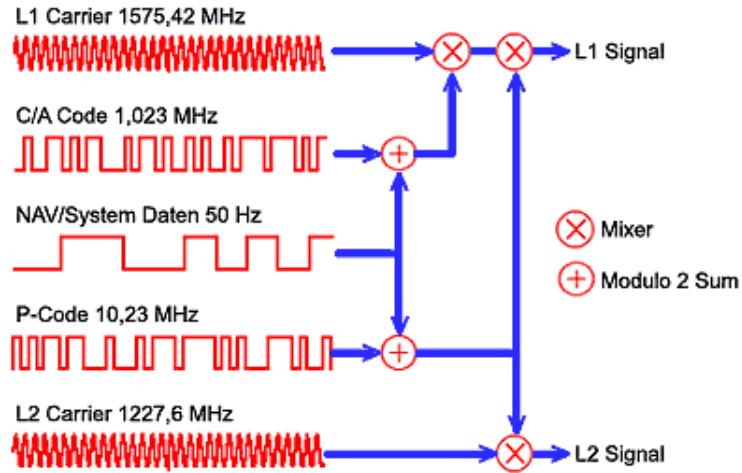
Antenlerin görevi ise ana kontrol merkezi ile uydular arasındaki veri iletişimini sağlamaktır.



Şekil 1.3 Ana kontrol merkezi, gözlem istasyonları ve antenler (U.S. Coast Guard Navigation Center 1996)

Kullanıcı bölümü, yeryüzündeki alıcılardan oluşmaktadır. Yeryüzündeki herhangi bir GPS alıcısı kullanıcı bölümüne dahil olup, GPS sistemi aynı anda sınırsız sayıda kullanıcıya hizmet verebilmektedir. Çünkü GPS alıcıları pasif alıcılardır. GPS alıcıları uydulara herhangi bir bilgi göndermezler. İletişim, uydulardan alıcılara tek yönlü olarak gerçekleştirilir.

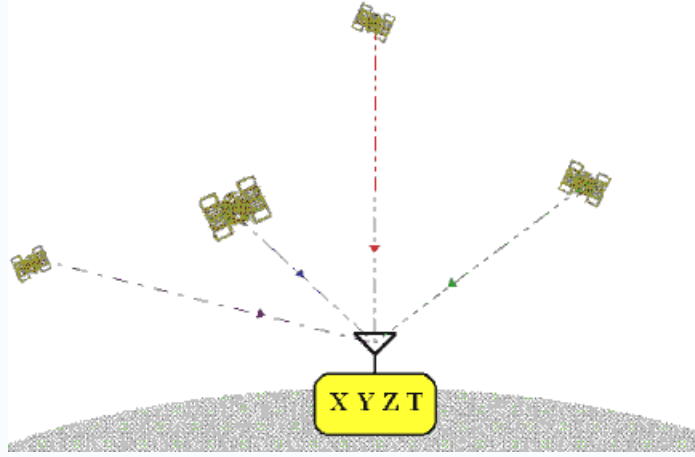
GPS uydularının yayınlarında çok yüksek doğrulukta olan bir atomik saati referans alırlar. Uydular, CDMA (Code Division Multiple Access) tekniğini kullanarak iki değişik frekansta navigasyon ve mesafe kodu bilgilerini yayımlarlar. Bu frekanslardan L1 1575,42 MHz ve L2 1227,6 MHz'dir (Tohum, 1997).



Şekil 1.4 L1 ve L2 sinyalleri

L1 taşıyıcı frekansı üzerine C/A kod ve P kodu bindirilirken, L2 frekansı üzerine yalnızca P kodu bindirilir. C/A (Coarse/Acquisition) kod L1 frekansı üzerinde her milisaniyede bir, P (Precise code) kodu ise L1 ve L2 frekansları üzerinde her yedi günde bir tekrarlanır. Y kodu ise P kodunun özel bir versiyonu olup, hatalı kod yayımlarını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. P kodu çözmek için özel bir donanım kullanılması gerekmektedir. Bu yüzden P koduna Protected (korunmalı) P kod da denilmektedir L2 frekansı yalnızca P kod içerdiğinden gerçekte sivil kullanıma kapalıdır. L1 frekansı ise sivil kullanıma açık olduğundan C/A kod, sivil kod olarak da tanımlanır (Pendleton and Geosystems, 2002).

Uyduların yayınlamış olduğu navigasyon verisi, yeryüzündeki alıcıların uydunun yerini belirlemede kullanılır. Mesafe kodları ise uydunun yaydığı sinyallerin alıcıya geliş süresinin hesaplanmasında kullanılır. Böylece alıcının uyduya olan mesafesi, sinyalin geliş süresi ile sinyalin kabul edilen hızı olan ışık hızının çarpımına eşittir. Yeryüzündeki alıcının yerinin tespiti, ancak birden çok uyduyla alıcı arasındaki mesafenin hesaplanması ile mümkün olabilmektedir. Alıcılarda kullanılan zaman saatleri basit kristal saatler olduğundan, bu saatin de uydudan gelecek saat bilgisiyle güncellenmesi gerekmektedir. Böylece enlem, boylam, derinlik ve zaman bilgileri için toplam dört adet uyduyla aynı anda iletişim kurulması gerekmektedir.



Şekil 1.5 X,Y,Z konum ve T zaman bilgilerinin belirlenmesi

X,Y,Z konum bilgilerinin ve T zaman bilgisinin doğru olarak belirlenebilmesi için en az dört adet uyduya ihtiyaç vardır.

GPS sistemindeki iki adet taşıyıcı frekans L1 ve L2 iki farklı hizmeti verebilmek için kullanılmaktadır. Bunlar SPS ve PPS hizmetleridir. SPS servisi sivil kullanım için tahsis edilmişken, PPS askeri amaçlı olarak kullanılmaktadır. SPS yalnızca L1 frekansını kullanabilmekte iken PPS hem L1 hem de L2 frekanslarını kullanabilmektedir.

PPS, SPS'e göre dört farklı açıdan üstündür: doğruluk, yararlanabilirlik, elverişlilik ve dinamiklik. Son zamanlarda SPS ile PPS'e yakın doğrulukta bilgiler elde edilebilmesine rağmen, SPS de hata miktarı 8-60 metre iken, PPS de 6-20 metre olmaktadır. PPS'e erişim kriptolama teknikleri ile denetlenmektedir. SPS ile PPS arasındaki farklılıklar Tablo 1.1 de gösterilmiştir (Kelly, 2006).

Tablo 1.1 SPS ile PPS arasındaki farklılıklar (Kelly, 2006)

	SPS	PPS
Frekans	Sadece L1	L1 ve L2
Kod Uzunluğu	1023 bit	$\sim 10^{12}$ bit
Tekrarlanma/PRN	1 ms	7 gün
Chip Rate (Bit hızı)	1.023 Mhz	10.23 Mhz
Chip Width (Bit uzunluğu)	300m	30m
Rx gücü, dBw	~ -160	~ -163 L1 / -166 L2 \sim

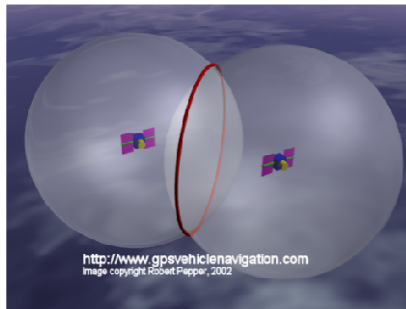
Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi GPS sisteminde konum belirleme işi, alıcı ile kaynaklar arasındaki mesafelerin ölçümü ile mümkün olabilmektedir. Bu iş için alıcı ile kaynak saatlerinin senkron olması gereklidir. Çünkü kaynaktan çıkan sinyal yeryüzündeki alıcıya ulaştığında, kaynaktan gelen sinyaldeki saat bilgisi ile alıcıdaki saat bilgisi arasındaki fark, kaynak ile alıcı arasındaki mesafeyi belirlememize yardımcı olacaktır.

Yerbulum işini daha detaylı anlamak için öncelikle GPS sistemini tek boyutlu olarak düşünelim. Bu durumda alıcı saati ile kaynak saati arasındaki zaman farkı ile ışık hızını çarptığımızda kaynak ile alıcı arasındaki mesafeyi bulmuş oluruz. Bu durumda alıcının çözüm kümesi tek bir noktada değil, bir küre yüzeyi içerisinde yer alır. (Şekil 1.6)



Şekil 1.6 Tek uydu ile iletişim

(<http://www.gpsvehiclenavigation.com/GPS/images.php>)



Şekil 1.7 İki uydu ile iletişim

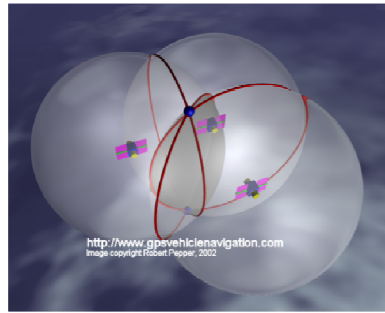
(<http://www.gpsvehiclenavigation.com/GPS/images.php>)

Alıcının iki uydu ile iletişim kurduğu durumda, alıcının yeri bir çemberin üzerindedir. Üçüncü bir uydunun var olduğunu varsayarsak bu durumda alıcının yeri iki nokta üzerinde tespit edilebilmektedir

Yukarıda anlatılan yerbulum yöntemi teorikte doğru sonuç vermesine rağmen, gerçekte sinyal kaynağı uyduların saatleri ile alıcının saatleri senkron değildir ve sinyaller atmosferde yayılırken hızları değişebilmektedir. Bu durumda hız * zaman ilkesine göre hesaplanan mesafe değerleri değişebilmektedir.

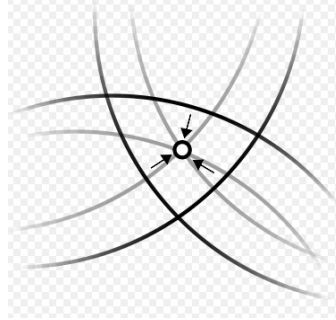
Sonuç olarak, üç uydudan alınan veriler gerçekte bir belirsizlik alanı içerisinde kalmaktadır. İletişim kurulan uydu sayısı arttıkça belirsizlik alanı daralmaktadır (Şekil 1.9)

GPS ile yapılan ölçümlerdeki hata kaynakları sırasıyla; uydu saat hataları, uydu yörünge tayini (Ephemeris) hataları, SA (Selective Availability) hataları, rölativistik etkiler, atmosferik etkiler (İyonosfer ve *Toposfer* etkileri), almaç gürültüsü, yansıma ve gölgelemedir. Bu hata kaynakları SPS GPS de, PPS GPS'e göre daha fazla etkilidir (Tohum, 1997).



Şekil 1.8 Üç uydu ile iletişim

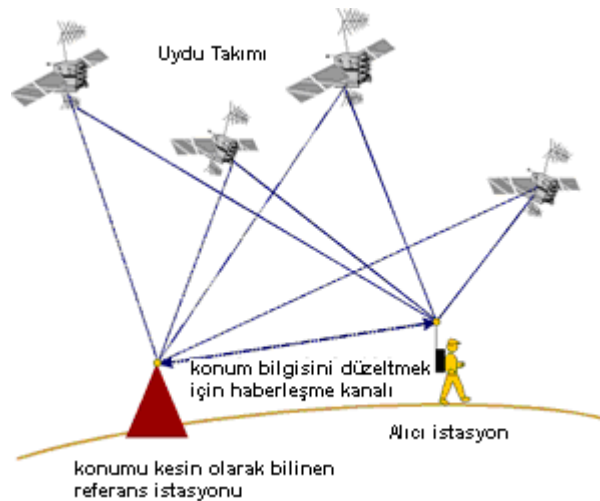
(<http://www.gpsvehiclenavigation.com/GPS/images.php>)



Şekil 1.9 Konumun tam olarak belirlenmesi

(<http://www.gpsvehiclenavigation.com/GPS/images.php>)

GPS ölçümlerinde meydana gelen hataları azaltmak için DGPS (Diferansiyel GPS) adı verilen bir sistem geliştirilmiştir. Bu yöntemde, bir metre hassasiyete kadar doğru konum bilgisi elde edilebilmektedir. Alıcının yeri, yeryüzündeki konumu kesin olarak bilinen bir sabit referans noktasına göre hesaplanmaktadır. Bu yöntemde iki temel hata kaynağı vardır. Bunlardan birincisi GPS uydularının saat senkronizasyon hatasından kaynaklanan faz hatalarıdır. Diğeri ise referans istasyon ile alıcının bulunduğu yerlere gelen sinyallerin farklı iyonosfer ve *toposfer* gecikmelerine uğramasıdır. Tüm bu hatalara rağmen DGPS ölçümleri GPS ölçümlerindeki hataları 10 da birine, yaklaşık bir metre seviyesine indirebilmektedir (Yunck, et al., 1985).



Şekil 1.10 DGPS ile konum belirlenmesi

(http://ffden2.phys.uaf.edu/104_spring2004.web.dir)

GPS sistemi ilk olarak askeri amaçlı olarak tasarlanmasına rağmen günümüzde sivil olarak kullanımı daha yaygındır. Havacılık, denizcilik, madencilik, mühendislik, haritacılık, kadastro, araç takibi gibi birçok alanda GPS sisteminden faydalanılmaktadır.

1.1.1 GPS haberleşme protokolleri

GPS alıcılarında değişik standartlarda haberleşme protokolleri kullanılmaktadır. NMEA, SIRF, RTCM SC-104, NGS-SP3, RINEX gibi protokoller belli başlı haberleşme standartları olarak kabul edilmiştir. NMEA standardı ise National Marine Electronics Association ya da Türkçe anlamıyla A.B.D'nin Milli Denizcilik Elektronik Kurumu tarafından belirlenen haberleşme protokolünü temsil eder. NMEA standardı belirlenirken; paketler halinde gönderilen verilerin, diğer verilerden bağımsız olması ve ayırt edilebilmesi amaçlanmıştır. Örneğin GPS alıcılarında gönderilecek verilerin başına GP kısaltmasının eklenmesi benimsenmiştir. GP den sonra gelecek harfler ise gönderilecek verilerin hangi konuda bilgi içerdiğini ifade etmektedir (Örneğin; GPGSV'nin anlamı GPS Satellites View in yani görünen uydular hakkındaki bilgiler anlamındadır) (DePriest, 2007).

1.1.2 NMEA veri formatı

NMEA standardında, alıcının çözümlediği konum, hız ve zaman bilgileri belli bir formata göre çıkış portuna gönderilmektedir. Gönderilen verilerin tümü ASCII formatındaki karakterlerden oluşur. Her mesaj \$ ifadesiyle başlar, * karakteri ile bittikten sonra satırbaşı ifadesiyle sona erer. Mesaj içinde gönderiler karakterler birbirinden virgül (“,”) işareti ile ayrılmaktadır. NMEA işaretindeki doğruluk, \$ ve * karakterleri hariç aradaki karakterlerin birbirleriyle XOR işlemine tabi tutulması sayesinde belirlenir.

NMEA standardı zaman içerisinde birçok revizyona uğramış olup, günümüzde çoğu GPS alıcısında NMEA 0183 standardı kullanılmaktadır. Bu standartta mesajlar, 4800 baud rate, 8 bit data, parity yok ve 1 stop biti formatında gönderilir (8N1). NMEA

çıkış mesajlarının belli başlıları, \$GPGGA, \$GPGLL, \$GPGSA, \$GPGSA, \$GPGSV, \$GPRMC mesajlarıdır.

1.1.2.1 \$GPGGA mesajı

\$GPGGA sabit GPS mesajı (fixed GPS message) olarak da bilinir ve üç boyutlu konum bilgilerini gönderir. Formatı aşağıdaki gibidir;

\$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47	
GGA	Global Positioning System Fix Data
\$123519	Mesajın alındığı zaman 12:35:19 UTC
\$4807.038,N	Enlem 48 derece 07.038 dakika N (kuzey)
01131.000,E	Boylam 11 derece 31.000 dakika E (doğu)
\$1	Mesaj kalitesi ile ilgili Bilgi: 0 = invalid 1 = GPS fix (SPS) 2 = DGPS fix 3 = PPS fix 4 = Real Time Kinematic 5 = Float RTK 6 = estimated (dead reckoning) 7 = Manual input mode 8 = Simulation mode
08	Kullanılan uydu sayısı
0.9	HDOP (Yatay uydu geometrisi katsayısı)
545.4,M	Deniz seviyesinden yükseklik
46.9,M	Jeoid yükseklik
(boş alan)	Son DGPS güncellemesinden beri geçen zaman(sn)
(boş alan)	DGPS istasyonu ID numarası
*47	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

1.1.2.2 GPGLL mesajı

\$GPGLL mesajı, coğrafi konum mesajı olarak bilinir (GLL, Geographic Latitude-Longitude) Bu mesaj içerisinde enlem, boylam bilgileri ile UTC zaman bilgileri gönderilir. Bu mesajın formatı ise aşağıdaki gibidir;

\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W, 161229.487,A*2C	
GLL	Global Positioning System Lat/Lon data
123519	Mesajın alındığı zaman 12:35:19 UTC
3723.2475,N	Enlem bilgisi N (kuzey)
12158.3416,W	Boylam bilgisi W (batı)
161229.487	UTC zaman bilgisi
A	A=Bilgi geçerli, V=Bilgi geçersiz
*2C	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

1.1.2.3 \$GPGSA mesajı

\$GPGSA mesajı, aktif uydular hakkındaki bilgileri ve DOP (dilution of precision-duyarlık bozunumu) hakkındaki bilgileri gönderir. \$GPGSA mesajı, GPS *fix* mesajı \$GPGGA'nın detayları hakkında bilgiler içerir. DOP uydu geometrisinin GPS verilerinin doğruluğu üzerinde meydana getirdiği etkiyi ifade etmektedir. DOP bire yakın bir sayıdır ve değerinin tam bir olması en ideal durum olarak varsayılır.

\$GPGSA mesajında bağlantı kurulan ve kurulamayan uydular ile ilgili bilgiler verilir. Bağlantı kurulan her uydunun PRN adı verilen bir uydu numarası vardır. Mesaj içerisinde alıcının her bir kanalının hangi uyduya bağlandığını uydu numaralarıyla görebiliriz. Eğer alıcının kanallarından herhangi biri uyduya bağlanamadı ise uydu numarasının yer aldığı veri boşluk olarak gönderilir.

Dört adet uyduya bağlanan bir alıcıdaki örnek mesaj tipi ve \$GPGSA mesajının formatı aşağıda sıralanmıştır;

\$GPGSA,A,3,08,10,,12,,,26,,,,,2.5,1.1,2.0*34	
GSA	Global Positioning System Overall Satellite data
A	A=Otomatik 2D veya 3D seçimi M=Manuel seçim
3	1 = no fix 2= 2D fix 3= 3D fix
08,10,,12,,,26,,,,,	08 (kanal 1), 10(kanal 2), 12 (kanal 5), 26 (kanal 8) bağlantı kurulan 4 adet uyduyu gösteriyor. Diğer kanallar herhangi bir uyduya bağlanmamış durumdadır.
2.5	PDOP Duyarlık bozunumu
1.1	HDOP Horizontal DOP yatay DOP
2.0	VDOP Vertical DOP dikey DOP
*34	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

1.1.2.4 \$GPGSV mesajı

\$GPGSV mesajı alıcı tarafından görünen uydularla ilgili verileri içerir. Bir GSV mesajı aynı anda maksimum dört uyduya ait verileri gönderebilir çünkü NMEA formatında bir mesajın uzunluğu maksimum 80 karakter olabilmektedir. Böylece 12 kanallı bir alıcı için toplam üç adet \$GPGSV mesajına ihtiyaç vardır. Bu yüzden, \$GPGSV mesajlarında alıcının gördüğü tüm uydular hakkındaki verilerin gönderilebilmesi için kaç adet mesaja ihtiyaç duyulduğuna dair bir numara yer alır.

\$GPGSV mesajında SNR (Signal to Noise Ratio) bilgisi, sinyalin gürültüye olan oranını temsil eden bir veridir. NMEA standardında SNR çok önemli bir yere sahiptir. Sinyalin gürültüye karşı direnci temsil eder. SNR verisi ne kadar büyük ise sinyal de o kadar sağlıklı ve gürültülere karşı dirençli demektir.

\$GPGSV mesajında kaç uyduyla iletişim kurulduğu, iletişim kurulan uydularla ilgili bilgiler detaylı olarak sıralanır. Bu mesajın formatı aşağıdaki gibidir.

\$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75	
GSV	Global Positioning System Detailed Satellite data
2	İletişim kurulan tüm uydular hakkındaki verilerin gönderilmesi için 2 adet mesaja ihtiyaç vardır.
1	2 mesajdan ilki anlamında
08	Görülen uydu sayısı
01	Uydu PRN numarası
40	Yükseklik açısı
083	Azimut (bir gökcisminden geçen düşey daire ile gözlemcinin meridyen dairesi arasındaki açı) derecesi
46	SNR verisi (Genelde 0-99 arasında değişir ve ne kadar büyük ise sinyal gürültülere o kadar dirençlidir)
02,17,308,41	2. uydu PRN numarası(02), yükseklik açısı(17), azimut açısı(308), SNR verisi(41)
12,07,344,39	3. uydu PRN numarası(12), yükseklik açısı(07), azimut açısı(344), SNR verisi(39)
14,22,228,45	4. uydu PRN numarası(14), yükseklik açısı(22), azimut açısı(228), SNR verisi(45)
*75	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

1.1.2.5 \$GPRMC mesajı

\$GPRMC mesajı; konum, hız ve zaman verilerini içeren ve RMC (*Recommended Minimum Communication*) yani ihtiyaç duyulan en sade veri anlamına gelen mesaj çeşididir. Bu mesajın formatı aşağıdaki gibidir;

\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A	
RMC	<i>Global Positioning System Recommended Minimum Communication</i>
123519	UTC zaman bilgisi (saat, dakika, saniye)
A	Durum bilgisi A=Aktif, V=Geçersiz
4807.038,N	Konum bilgisi, 48 derece 07.038 dakika kuzey
01131.000,E	Konum bilgisi, 011 derece 31.000 dakika doğu
022.4	knot türünden hız bilgisi (knotun birimi Deniz mili/saat dir) 1 knot = 0.514444444 m/s = 1.852 km/saat dir
084.4	Track açısı
230394	Tarih bilgisi 23.03.1994
003.1,W	Manyetik değişme derecesi 003.1 derece batı
*6A	Daima * ile başlayan hata kontrol verisi
CR LF	Mesaj sonu

1.2 RFID Sistemi, Tanımı, Çalışma Sistemi, Kullanım Alanları

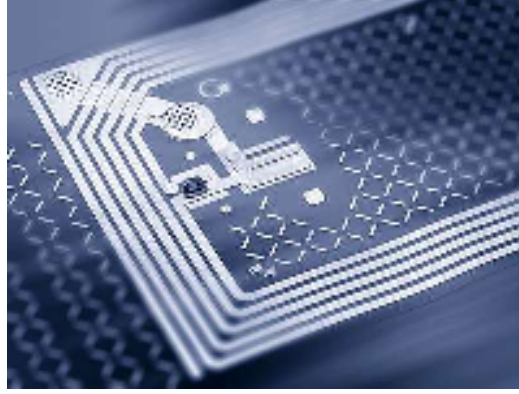
RFID (Radio Frequency Identification), günümüzde üretim, lojistik, perakendecilik, güvenlik, sağlık gibi birçok alanda kullanılan yeni nesil kablosuz haberleşme teknolojisinin adıdır. Bu teknolojiye tag adı verilen etiketler ile alıcı arasındaki iletişim temas olmadan, kablosuz haberleşme ile sağlanmaktadır (Min, et al., 2007).



Şekil 2.1 RFID etiketler (ASE firması)

RFID sistemi her ne kadar barkod sistemine benzer gibi görülse de barkod sistemine göre birçok avantajlar sağlamaktadır. Barkod sisteminde depo edilen veri sınırlı olmasına karşın RFID de daha büyük kapasitelerde veri depolanabilmektedir. RFID sisteminde okuma işlemi hatasız bir şekilde gerçekleşebilirken, barkod sistemlerinde hata olasılığı mevcuttur. Barkod sisteminde veriyi değiştirmek için etiketi yenilemek gerekmektedir, RFID sisteminde hem okuma hem de yazma işlemi gerçekleştirilebilen etiketler bulunmaktadır. Barkod sisteminde okuyucu ile etiket birbirlerini düzgün bir şekilde görmeleri gerekirken RFID sistemde bu gerekli değildir. RF sistemde etiket istenilen objenin içerisine kolayca monte edilebilir ve dışarıdan görünmese de alıcı tarafından algılanabilir. Haberleşme 1-2 cm. den 100 lerce metreye kadar hatasız şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Barkod sisteminde insan gücüne ihtiyaç duyulmakta iken RFID sistemlerde insan olmadan da haberleşme işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

RFID etiket içerisinde, bir mikrochip ve buna eklenmiş bir anten bulunmaktadır. Mikrochip 2KB ve daha fazlası bilgiyi depolayabilmektedir. Örneğin etiket içerisine, herhangi bir ürüne ait üretim tarihi, satış tarihi, gönderilme tarihi ve diğer özellikleri yazılabilir (Collins, 2008).



Şekil 2.2 Etiket'in iç yapısı (Improve-mtc)

RFID içerisinde bulunan bilgiler bir alıcı (okuyucu) yardımı ile okunur. Tipik bir okuyucu, belli bir frekansta manyetik alan yayınlar. Yayımlanan bu manyetik alan etikete ulaşır ve veriler etiketten manyetik alan içerisinde okuyucuya döner. Okuyucu gelen bu verileri lojik verilere dönüştürerek, okuyucuya bağlı diğer cihazlara gönderir.

RFID etiketler çok değişik şekillerde, çok değişik objelerin içerisine yerleştirilebilmektedir. Birkaç milimetre büyüklüğündeki cisimlerde dahi bu sistem kullanılabilir. Hayvanların deri altına yerleştirilebilmekte, bu yolla etiketin üzerinde hayvana ait bilgiler saklanabilmektedir. Çeşitli RFID objeler Şekil 2.3 de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 İçerilerinde RFID etiket bulunan çeşitli objeler (T. Arnal)

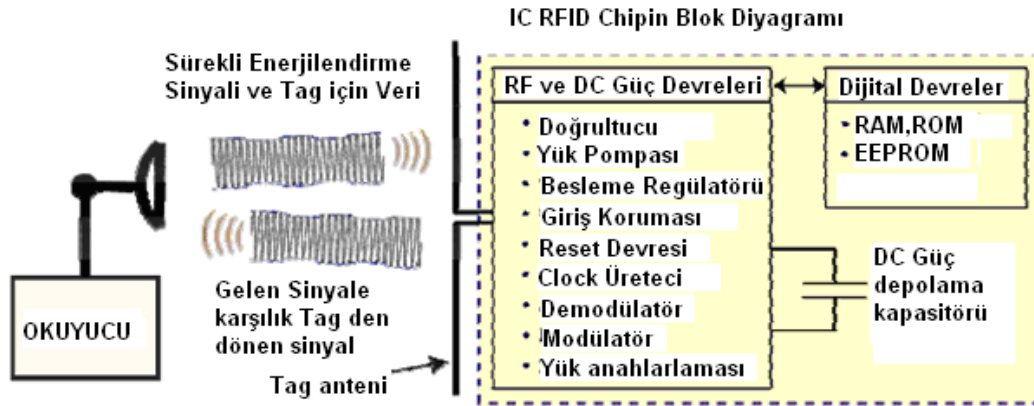
RFID etiketleri çalışma sistemine göre aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif etiketler dışarıdan gelen bir manyetik alan yardımı ile enerjilendirilir ve kendi enerji kaynakları bulunmaz. Aktif etiketlerde ise mikrochipi çalıştıran bir pil bulunur. Aktif etiketler pasif etiketlere göre çok daha fazla uzun mesafelerde haberleşebilmektedir.

Aktif etiketler, kendi güç kaynaklarına sahip olduklarından yüksek frekanslarda haberleşebilmektedirler. Uygulamanın okuma mesafesine göre haberleşme işlemi 455MHz, 2.45 GHz ya da 5.8 GHz gibi frekanslarda gerçekleştirilebilmektedir. Aktif etiketler 20 metreden 100 metreye kadar okuyucu ile haberleşebilirler (Weinstein, 2005).

Pasif etiketler, aktif etiketlere göre oldukça düşük maliyette temin edilebilmekte, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte her geçen gün maliyetleri daha da düşmektedir. Pasif etiketlerin ucuz olması birçok uygulamada bu etiketlerin yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Pasif etiketler 2KB a kadar veri depolayabilmektedir.

Pasif etiket, okuyucunun manyetik alanı içerisine girdiğinde, etiket içerisinde bulunan anten yardımı ile magnetik enerji etiket içerisinde bulunan kapasitör üzerinde yük biriktirir. Bu kapasitör yeterince şarj olduğunda etiket üzerindeki devreyi enerjilendirir ve modüle edilmiş sinyal anten yardımıyla okuyucuya gönderilir.

Okuyucudan module edilmiş manyetik sinyal etikete gönderildiğinde, etiket içerisinde AC bir akım indüklenir. İndüklenen bu AC akım rectifier sayesinde doğrultulur ve besleme (supply) regülatörü yardımı ile regüle edilir. Daha sonra ise demodulatör tarafından taşıyıcı sinyal ile veri birbirinden ayırılır. Etiket içerisinde bulunan RAM, ROM ya da EEPROM içerisinde depo edilen veri, genlik modülasyonu (Amplitude Modulation) tekniği ile ters manyetik alan içerisinde okuyucuya gönderilir (Hartmann and Claiborne, 2007). Etiketinin iç yapısı ve veri alışverişi şekil 2.4 de anlatılmıştır.



Şekil 2.4 Pasif RFID sistemi (Hartmann and Claiborne, 2007)

RFID sisteminde okuyucular üç farklı frekans türünde manyetik alan gönderirler. Frekans yükseldikçe okuma mesafesi de artar. Kullanılan frekans türleri şunlardır:

- 1) Düşük Frekans (LF, 30kHz-300kHz)
 - 2) Yüksek Frekans veya Radyo Frekansı (HF, RF 3MHz-30MHz)
 - 3) Ultra Yüksek Frekans (UHF, 300 MHz-3GHz) veya Mikrodalga (>3GHz)
- (İstanbul Teknik Üniversitesi Research & Test Center, 2008).

Tablo 2.1 Farklı Frekanslarda RFID sistemleri

Frekans Aralığı	Frekans Tipi	Okuma Mesafesi (metre)	Veri Okuma Hızı (etiket/saniye)
125-134 kHz	LF	0,45	1-10
13,56 MHz	HF	<1	10-40
868-870 902-928 MHz	UHF	2-5	10-50

Frekans değerlerinin değişmesi etiketin kullanıldığı ortam içerisindeki haberleşme kalitesini değiştirebilmektedir. Yüksek frekanslı manyetik alanın su

tarafından, düşük frekanslı manyetik alanın ise metal objeler tarafından emildiği bilinmektedir. Objenin bulunduğu ortama göre frekans seçimi doğru olacaktır.

1.3 SD (Secure Digital), Kart Sistemleri, Tanımı, Çalışma Sistemi, Kullanım Alanları

Flash kart teknolojisi, içinde hareketli parçası olmayan, büyük miktara sayısal bilginin saklanıp geri çağrılabilirdiği bir bellek sistemidir. NAND Flash teknolojisine sahip, Secure Digital (SD), Multimedia Card (MMC), Memory Stick (MS), Compact Flash (CF), XD-Picture (XD-P) and Smart Media (SM) gibi hafıza kartları, tekrar tekrar yazılıp silinebilmeleri, güç kesintilerinde dahi içerdikleri bilgileri kaybetmemeleri, yapılarında hareket eden mekanik parçaların bulunmaması ve kapasitelerinin oldukça geniş olması nedeniyle günümüzde teknolojinin vazgeçilmez bir bölümünü oluşturmaktadır.

Flash bellek teknolojisi (NOR ve NAND tiplerin her ikisi de) 1984 yılında Toshiba firmasında çalışan Dr. Fujio Masuoka tarafından keşfedilmiş, daha sonra firmaların kendi standartlarını oluşturması ile zaman içerisinde değişik çeşitlerde hafıza kartları üretilmiştir. Flash memory hafıza kartlarının tarihi gelişimi Tablo 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Üç tip SD flash kartı (wikipedia)

Tablo 3.1 Flash memory hafıza kartlarının tarihi gelişimi
(<http://www.telekom.com.tr/portal/content/view/232/94/>)

Tarih	Kart Tipi	Firma	Açıklama
1994	Compact Flash	Sandisk, Microdia	
1995	Smartmedia	Toshiba	
1997	MMC	Microdia, AG, Siemens, Sandisk	
1998	MS Standart	Sony	
1999	SD	Sandisk, Panasonic, Microdia, Toshiba	
2001	Flash Diskler	Çok fazla üretici mevcut	Kapasiteleri sürekli artıyor
2002	XD	Olympus, fujiilm	512mb ile sınırlı
2003	RS-MMC	Microdia, AG, Siemens, Sandisk	
	MS-Pro	Sony	Hızlı
	SD-MiniSD	Sandisk, Panasonic, Microdia, Toshiba	
2005	MMC Mobile	Microdia, AG, Siemens, Sandisk	Küçük boyut, çift voltaj desteği ve drm opsiyonu
	MMC Plus	Microdia, AG, Siemens, Sandisk	daha hızlı ve drm opsiyonu
	MMC Mikro	Microdia, AG, Siemens, Sandisk	Küçük boyut, çift voltaj desteği ve drm opsiyonu
	Micro SD	Sandisk, Panasonic, Microdia, Toshiba	Çok küçük boyut
	xd type H ve M	Olympus, fujiilm	8 gb a kadar sınırlı
2006	MS-micro	Sony	Çok küçük boyut
	SD-SDHC	Sandisk, Panasonic, Microdia, Toshiba	Aynı boyutlarda 8-32gb kapasite ve daha hızlı

1.3.1 SD hafıza kartları

SD (Secure Digital) kart, SanDisk, Toshiba ve Matsushita(Panasonic) firmaları tarafından ortaklaşa geliştirilen ve günümüzde taşınabilir dijital cihazlarda yaygın olarak kullanılan yeni nesil hafıza kartlarının genel adıdır.

1.3.2 SD kartların tarihçesi

1999 yılının ağustos ayında SanDisk, Toshiba ve Matsushita firmaları SD hafıza kartı ismini verdikleri yeni nesil bir hafıza kartını ortaklaşa geliştirmek için işbirliği içerisinde olduklarını açıkladılar. Amaçlanan şey ise; çok daha büyük bir hafıza kapasitesine sahip, kopyalamaya karşı çok daha güvenilir bir hafıza kartı geliştirmek idi.

2000 yılına gelindiğinde bu üç firmanın önderliğinde SDA (SD Card Association) adında bir organizasyon kuruldu. Sektörün öncü otuza yakın firması bu organizasyona üye edildi. 2000 yılının ilk çeyreğinde ise ilk SD kartlar piyasaya sürülmeye başlandı. İlk SD kartlar 32 ve 64 MB hafıza kapasitelerinde üretilmeye başlandı. 2006 yılında SDA SD kartlarla ilgili detaylı özellikleri, bilgileri ve güvenlikle ilgili olmayan kısımlara ait standartları yayımladı.

SD kartlar günümüzde dijital kameralar, fotoğraf makineleri, taşınabilir bilgisayarlar, PDA'lar, cep telefonları, oyun makineleri gibi birçok üründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Kapasiteleri ise her geçen gün artmaktadır.

SD kartlar 32 MB dan 16GB'a kadar değişik kapasitelere sahip olup, boyutları ise üç farklı tipte üretilmektedir; normal SD, mini SD, mikro SD (Şekil 3.1). Mini ve mikro SD kartlar dönüştürücüler yardımı ile normal SD kart yuvalarına takılabilmektedirler.

2.TEZ ÇALIŞMASININ BÖLÜMLERİ

2.1 Çalışmanın Amacı

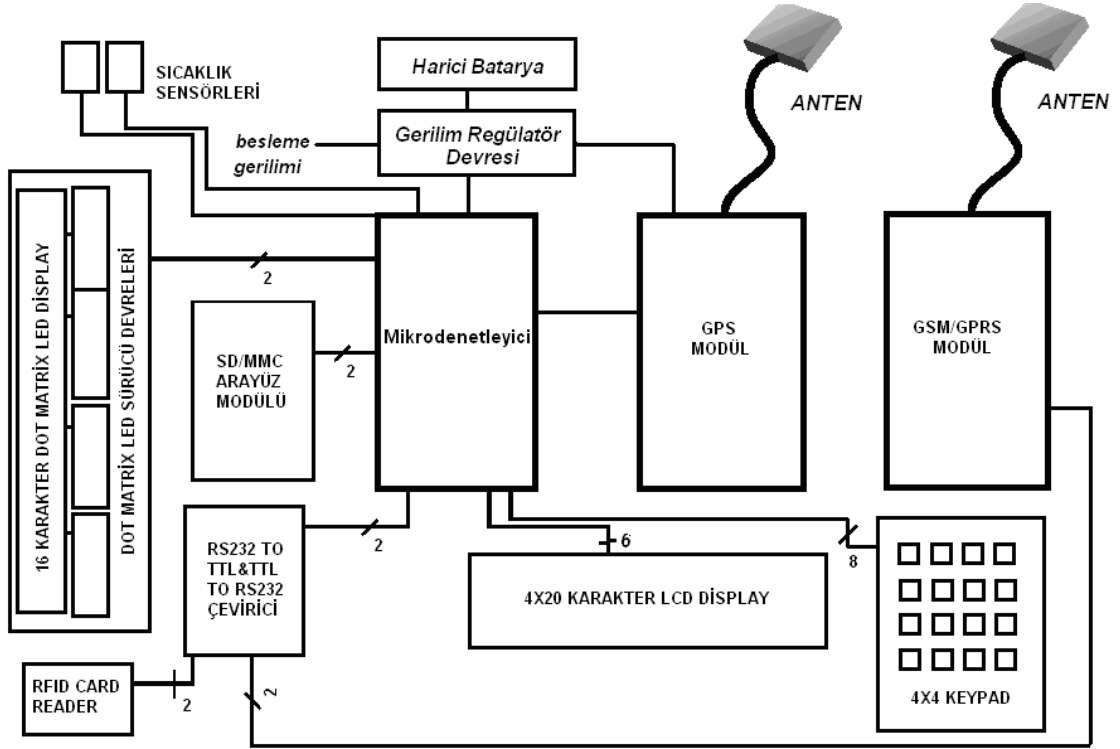
Tez çalışmamda gerçekleştirilen sistem ile aşağıdaki hususlar amaçlanmıştır:

1. Tren seferleri ile ilgili tüm bilgilerin elektronik ortamda saklanabilmesi (anlık konum, anlık hız, makinistin kimliği, sefer numarası, seyir başlangıç zamanı, istasyonlara geliş zamanları, istasyonlardan ayrılış zamanları, seyir toplam süresi, ortalama hız, varsa hız limit ihlalleri vs.),
2. Seyir merkez amirliğinin seyirleri hatasız olarak takip edebilmesi, tren herhangi bir istasyona geldiğinde SMS mesajı ile bilgilendirilebilmesi ve elektronik ortamda kaydedilen bilgilerin seyir amirliği merkez bilgisayarına yüklenerek seyirlerle ilgili bir veri tabanı oluşturulabilmesi,
3. Yolcuların seyir hakkında görsel ve işitsel olarak bilgilendirilebilmesi (trenin anlık hızı, zaman bilgisi, seyir tahmini kalan süresi, tren içerisindeki ve dış ortamdaki sıcaklık bilgileri, istasyonlara gelindiğinde istasyon ile ilgili bilgiler verilmesi vs.),
4. Seyirlerin daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi (örneğin; makinist hız ihlali yaptığında sistem makinisti uarmaktadır ve tüm bilgiler elektronik ortamda kaydedildiği için seferden sonra da merkez amirliğince görülebilecektir),
5. İleride sisteme eklenebilecek küçük bir ilave ile yolcu yakınlarının da internet ortamında yolcuların konumları ve sefer ile ilgili bilgilere ulaşabilmesi
6. Tasarlanan sistemin her türlü raylı taşıma aracına rahatlıkla monte edilebilmesi (TCDD de kullanılan en eskisinden en yeni modeline kadar her türlü trene monte edilebilecek türde olması) .

2.2 Tasarlanan Sistemin Genel Yapısı

Tasarlanan sistem genel olarak; merkezde bir adet PIC16 serisi mikrodenetleyici, bu mikrodenetleyiciye bağlı olarak çalıştırılan GPS modül, SD/MMC depolama ünitesi, RFID ünitesi, yazı panosu, GSM/GPRS Terminal, sıcaklık

algılayıcıları, LCD karakter gösterge, tuş takımı ve sistemi besleyen bir gerilim regülatör devresi, bir batarya ve antenlerden oluşmaktadır.



Şekil 4.1 Tasarlanan sistemin blok diyagramı

Makinist, kendisine ait RFID kartı sisteme tanıtarak seyrin başladığını sisteme bildirir. Sistem makinistin yetkili olup olmadığını kontrol ettikten sonra, makinistten şifresini girmesini ister. Makinist doğru şifreyi girdiğinde sistem seyri başlatır ve seyir bilgilerini depolamaya başlar.

Sistemdeki mikrodenetleyici GPS modülden verileri uygun haberleşme protokollerini kullanarak alır. Aldığı bilgiler arasında zaman, konum ve hız bilgileri bulunur. Zaman, hız ve konum bilgilerini yine uygun haberleşme protokollerini kullanarak depolama ünitesinin haberleşme protokollerini kullanarak SD/MMC hafıza kartı üzerine yazar. Aynı zamanda anlık olarak hız, konum ve zaman bilgilerini 4x20 LCD karakter göstergesinde göstermek için LCD ekrana komutlar gönderir.

Sistemdeki GPS modül, uzaydan gelen konumlandırma sinyallerini bağı anten vasıtasıyla alır. GPS modül çıkışına bu bilgileri anlık olarak gönderir. Gönderdiği veriler belirli bir kod sisteminde ve belirli bir protokole sahiptir.

Tasarımda kullanılan SD/MMC hafıza kartı, mikrodenetleyici vasıtasıyla alınan ve çözümlenen GPS verilerini mikrodenetleyicinin komutları doğrultusunda depolamakla görevlidir. Kullanılan SD/MMC hafıza kartı büyük bir depolama kapasitesine sahip olup, özellikle trenlerin uzak mesafe yolculuklarında sorun çıkarmayacak şekilde büyük bir belleğe sahiptir. SD/MMC hafıza kartını herhangi bir SD/MMC kart okuyucusu bulunan bir bilgisayara takarak trenin hangi zamanda hangi hızda hangi konumda olduğu rahatlıkla izlenebilecek olup, basit bir bilgisayar yazılımı vasıtasıyla bu veriler harita üzerine yerleştirilerek görselleştirilebilecektir.

Yazı panosu bölümü, vagonlara yerleştirilir. Merkezi işlem ünitesinden gelen bilgiler bu pano yardımıyla yolculara seyrettirilir. Yazı panosu 5x7 dot matrix led göstergelerden oluşmaktadır ve toplam 16 karakter uzunluğundadır. Sistemde tasarlanan yazı panosu modüler tipte tasarlanmış, istenildiği takdirde karakter sayısı artırılıp, azaltılabilir.

GSM/GPRS terminal merkezi işlem ünitesinden gelen komutlar doğrultusunda, istenilen verileri istenilen adrese göndermekle görevlendirilmiştir. Üzerine takılan Sim kart yardımıyla GSM şebekesine bağlanmaktadır. Merkezi işlem ünitesi ile, üzerinde bulunan seri port vasıtasıyla haberleşir.

LCD ekran, makinistin sisteme kendisini tanımasına yardımcı olur ve seyir esnasında seyir ile ilgili veriler bu ekran üzerinde görüntülenir. Sistemde 4x20 karakter LCD kullanılmıştır.

Tuş takımı 4x3 matris tuş takımı olarak seçilmiştir. Makinistin şifresini girmesi için ve ileride yazılımda yapılabilecek değişikliklerle sisteme müdahale edebilmesi için gerekli olan bilgileri girebileceği arayüz olarak tasarlanmıştır.

Sistemimde kullanılan güç kaynağı, sistem için gerekli olan gerilimleri temin eder ve kendini besleyen gerilim kaynağındaki dalgalanmalardan etkilenmez. Anahtarlama tipi (Switch Mode'lu) güç kaynağı kullanılmıştır. Regülatör devreleri ise 12V-5V, 5V-3.3V gibi gerilim dönüşümlerini gerçekleştirmektedir. Sistemde, 12V, 5V ve 3.3V gerilim seviyeleri kullanılmıştır.

Sıcaklık algılayıcıları dijital olarak seçilmiştir. Aldıkları bilgileri merkezi işlem ünitesine gönderirler. Trenin dışına ve vagonların içerisine yerleştirilerek ortam sıcaklıklarının alınmasına yardımcı olurlar.

Sistemin enerji kesintilerinden etkilenmemesi ve enerji kesintilerinde dahi bilgileri depolayabilmesi için 12V luk şarjlı bir batarya kullanılmıştır.

Anten bölümünde iki adet anten mevcuttur. Bunlardan ilki GPS modülün uydulardan gelen bilgileri alması için kullanılmaktadır. Tez çalışmasının giriş bölümünde bahsedilen L1 dalgasını süzerek GPS modüle gönderir. İkinci anten ise GSM/GPRS terminaline irtibatlandırılmıştır ve terminalin GSM şebekesine bağlanmasına yardımcı olur.

2.3 Tasarlanan Sistemin Bölümleri

Tasarlamış olduğum sistem toplam on iki bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler birleştirildiğinde tasarlanan sistem ortaya çıkmaktadır. Sistemin bölümleri ile ilgili detaylı bilgilendirmeler bu kısımda verilecektir.

Sistemin bölümleri aşağıda sıralanmıştır.

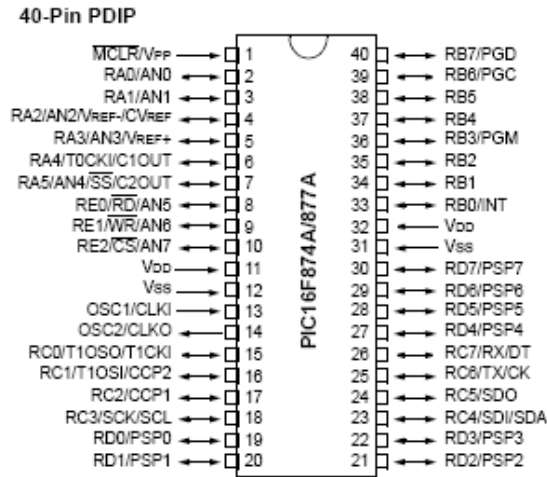
- **Merkezi İşlem Ünitesi**
- **GPS Arayüz Devresi**
- **RFID Arayüz Devresi**
- **SD/MMC Depolama Arayüz Devresi**
- **Yazı Panosu Bölümü**
- **GSM/GPRS Terminal**

- Sıcaklık Algılayıcıları
- LCD ekran
- Tuş takımı
- Güç kaynağı
- Antenler

2.3.1 Merkezi işlem ünitesi

Sistemin merkezinde bir adet PIC16F877A mikrodenetleyici bulunmaktadır. Bu mikrodenetleyici seçilmeden önce, sistem için gerekli I/O(Input-Output) sayısı, program belleği, RAM sayısı gibi parametreler incelenmiş; sistem gereksinimlerine göre bu mikrodenetleyici seçilmiştir.

PIC16F877A 40 uçlu bir mikrodenetleyici olup, 33 adet I/O(Input-Output) ucu bulunmaktadır. Toplam beş adet portu vardır. A portu altı I/O, B portu sekiz I/O, C portu sekiz I/O, D portu sekiz I/O ve E portu üç adet I/O ya sahiptir. I/O uçları, gerekli ayarlamalar yapılmak kaydıyla başka fonksiyonlara da sahiptir.



Şekil 5.1 Mikrodenetleyicinin uçları

(<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>)

PIC16F877A RISC mimarisine sahiptir. İşlemci hızı 20 Mhz. dir. Her bir komutun işletilmesi yaklaşık 200 ns. sürer. Veri yolu sekiz bittir. 8Kx14 bitlik bir

program hafızasına sahiptir ve bir milyon kereden fazla silinip, programlanabilir. 32 adet SFR'a (özel amaçlı yazmaç) sahiptir. 256 byte EEPROM belleği vardır. 368 bayt kullanıcı RAM'i bulunmaktadır. Power-on reset(Enerjilendirildiğinde kendi kendini resetleyebilme özelliği) özelliğine sahiptir. 14 kaynaktan kesme alabilir. 2 uçla programlanabilir. Düşük güç harcar. Geniş sıcaklık aralığında çalışabilir. Enerji tasarrufu yapabilinen sleep(uyku) modu vardır. Watch-dog timer özelliği bulunmaktadır (Microchip Technology Inc., 2003).

Tablo 5.1 PIC16F877A mikrodnetleyicisinin genel özellikleri

PIC16F877A Mikrodnetleyicisinin Genel Özellikleri	
Çalışma Hızı:	20 Mhz.
Program Belleği:	8Kx14 bit word
EEPROM Belleği:	256 bayt
RAM sayısı:	368x8 bit
I/O sayısı:	33
Timer sayısı:	3
A/D çevirici ve çözünürlük:	8 kanal 10 bit çözünürlük
Capture, Compare, PWM çözünürlükleri:	16 bit capture, 16 bit compare, 10 bit PWM
Seri Çevresel Arayüzler:	SPI(master) ve I2C(master-slave)
Paralel Slave Port:	8 bit, harici RD,WR ve CS kontrollü
USART/SCI:	9 bit adresli
Kesme kaynağı sayısı:	14

Tasarlanan sistemde PIC16F877A mikrodnetleyicisi 4Mhz frekanslı bir kristal ile çalıştırılmıştır. Keypad(Tuş takımı) bölümü Mikrodnetleyicinin B portuna irtibatlandırılmıştır. Bunun nedeni mikrodnetleyicinin içerisinde B portuna ait pull-up dirençlerinin bulunuyor olmasıdır. Bu pull-up dirençleri istenildiğinde aktif hale getirilebilmekte ve tuş takımının okunmasında büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

Mikrodenetleyicinin D portuna ait altı adet I/O ucu LCD karakter göstergesinin sürülmesi için kullanılmıştır. Port d.0 ve port d.1 uçları SD/MMC kart arayüz modülünün kontrolü için ayrılmıştır. Yazı panosunun sürülebilmesi için mikrodenetleyicinin port c.1 ve port c.2 uçları kullanılmıştır. Port c.0 ve portc.3 sıcaklık algılayıcıları için tahsis edilmiştir. Port c.5 ucu ise RFID okuyucu için ayrılmıştır. GSM/GPRS terminal mikrodenetleyicinin port e.1 ve port e.2 uçlarına bağlanmıştır. Port e.0 ucuna ise makinistin kontrol butonu irtibatlandırılmıştır. Mikrodenetleyicinin A portu boş bırakılmıştır, istenildiğinde sisteme A portu üzerinden ilaveler yapılabilir.

Gerçekleştirilen sistem geliştirilmeye açıktır. Kullanılan mikrodenetleyicinin yetersiz kalabileceği durumda PIC16F877A'nın uçları ile birebir uyumlu olan PIC18F4515'in kullanılması uygun olacaktır. Bu mikrodenetleyici birçok özellik bakımından PIC16F877A dan daha üstün bir mikrodenetleyicidir.

2.3.2 GPS arayüz devresi

GPS arayüz devresi; ZX4120 GPS modül, 3.3 V gerilim regülatörü, GPS anten ve pasif devre elamanlarından(direnç, kapasitör) oluşmaktadır. Bu devre yardımıyla uydulardan gelen GPS bilgileri çözümlenmekte ve TTL seri haberleşme yöntemi ile mikrodenetleyiciye aktarılmaktadır. GPS arayüz devresinin veri çıkışı mikrodenetleyicinin port e.0 ucuna bağlıdır.



Şekil 6.1 ZX4120 GPS Modül (Nemerix ,WD-G-ZX4120.pdf)

Tasarımda kullanılan ZX4120 GPS modülü, NEMERIX firması tarafından üretilmektedir. Bu modül, tez çalışmasının önceki bölümlerinde anlatılan NMEA0183 protokolünü kullanmaktadır. Boyut olarak oldukça küçük olmasının yanında, güç tüketimi oldukça düşüktür.

ZX4120 GPS modül, 16 kanalıdır. Bunun anlamı aynı anda 16 farklı uydudan gelen bilgileri değerlendirebilmekte, bu sayede daha doğru ölçüm elde edilebilmesini sağlamaktadır. Sivil kullanım için tahsis edilen L1(1575.42 MHz) frekansı üzerinden ölçüm yapmaktadır. Hassasiyeti konum olarak yaklaşık 7 metre, hız olarak 0,1 metre/saniye, zaman olarak ise GPS gerçek zamanı ile 1 mikrosaniye senkronizedir. Kaynak olarak WGS-84 elipsoidini kullanmaktadır.

WGS-84 elipsoidi, A.B.D. Savunma Bakanlığı Harita Dairesi tarafından ulusal datum olarak tanımlanan ve 1979 yılında Uluslar arası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından referans elipsoidi olarak kabul edilen GRS-80 elipsoidini temel alan bir referans elipsoididir. Kullanılan modül standart olarak bu datumu baz alır ancak istenildiği takdirde diğer farklı datumları da baz olarak alabilir.

Tablo 6.1 ZX4120 GPS modülün genel özellikleri

(Nemerix ,WD-G-ZX4120.pdf)

Frekans:	L1, 1575.42 MHz
Kanal Sayısı:	16
Hassasiyet:	Hareket ederken: -152 dBm -139 dBm
Doğruluk:	Konum: 7 metre Hız: 0,1 metre/saniye Zaman: GPS zamanı ile 1 mikrosaniye senkronize
Datum(Referans başlangıç elipsoidi):	WGS-84
Rakım:	18000 metre maksimum
Hız:	515 metre/saniye maksimum
İvme:	4g maksimum
Sarsıntı:	20 metre/saniye maksimum
Giriş voltajı:	3.3 V +- %5 DC
Güç tüketimi:	Sürekli modda 89mW
Besleme Akımı:	27mA
Haberleşme şekli:	Full duplex TTL seri haberleşme
Veri protokolü:	Baud rate'i tanımlanabilen NMEA0183 protokolü
Çalışma sıcaklık aralığı:	-40 C dereceden +80 C derece

Kullanılan modül; araç navigasyon cihazları, el navigasyon cihazları, PDA'lar, cep bilgisayarları gibi her türlü konum temelli uygulama için rahatlıkla tercih edilebilir.

Özellikle hassasiyetin ve doğruluğun önemli olduğu uygulamalar için geliştirilmiştir. ZX4120 GPS modülün genel özellikleri Tablo 6.1 de verilmiştir (Nemerix Inc., 2008).

GPS modülün, on adet ucu bulunmaktadır. Uç çıkışları ile ilgili bilgiler Tablo 6.2 de verilmiştir. Uç 6 aktif düşük reset girişidir(active low reset input). Modülün her çalışmaya başladığında mutlaka resetlenmesi gerekmektedir. Reset girişine uygulanabilecek maksimum gerilim 2V ile sınırlandırılmıştır. Sistemde resetleme işlemi mikrodenetleyici yardımı ile yapılmaktadır. Aynı bir reset devresi tasarlanmamıştır. Uç 1 çıkışı, GPS modüle takılan antenle ilgili durumu gösteren bir çıkıştır. Eğer anten

doğru bir şekilde bağlandı ise bu çıkış lojik olarak 0 seviyesindedir. Anten yoksa ya da kısa devre ise bu çıkış modül tarafından lojik olarak 1 seviyesine çekilir. Uç 10 çıkışı ilk uyuyla bağlantı kurulduğunu gösteren ucudur. İlk uyduya bağlandığında bu uç modül tarafından lojik olarak 0 seviyesine çekilir Reset ucu hariç modüldeki diğer I/O uçlarının voltaj seviyesi 2.7V dur.

Tablo 6.2 ZX4120 GPS modülün uçları
(Nemerix ,WD-G-ZX4120.pdf)

Uç No	Uç Adı	Uç Tipi	Açıklama
1	GPIO[4]	Çıkış	Anten durumunu gösterir
2	Bu uç boş bırakılmıştır	-	Boş
3	NMEA TX(Gönderme)	Çıkış	NMEA seri çıkışı
4	NMEA RX(Alma)	Giriş	NMEA seri girişi
5	WAKE UP(uyanma)	Giriş	Uyanma girişi
6	Reset	Giriş	Reset girişi
7	VBAT	Giriş	Geri besleme pili girişi
8	GND	Besleme	Toprak
9	VDD	Besleme	+3.3 V
10	GPIO[0]	Çıkış	İlk uyduya bağlandığını gösteren uç

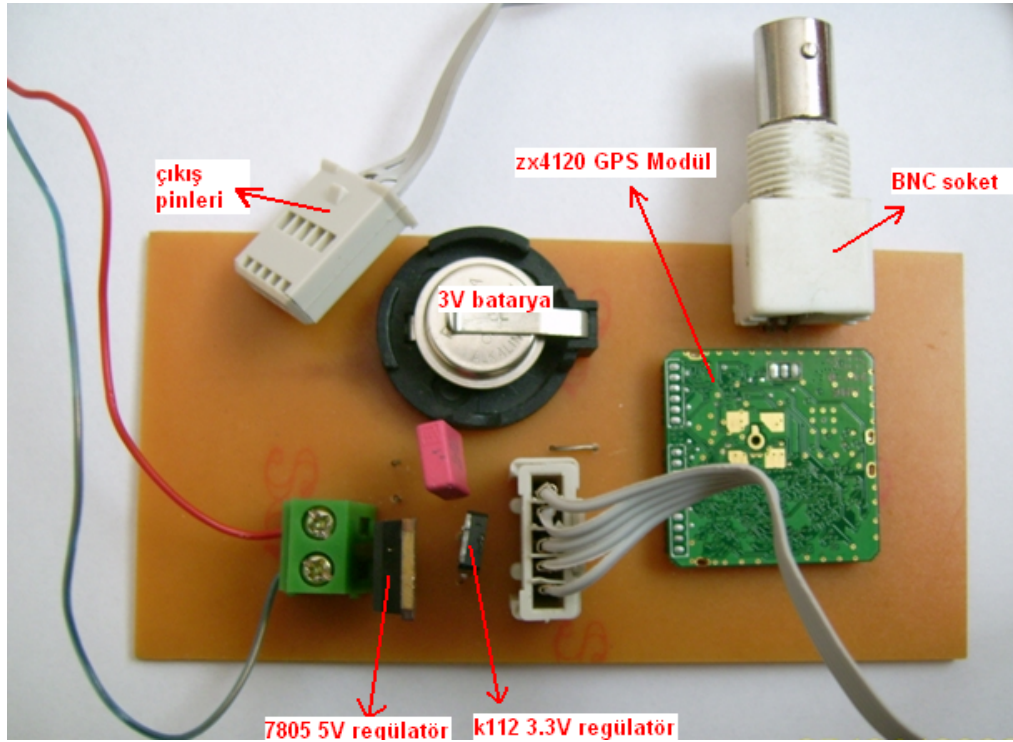
Kullanılan modül Tablo 6.3 de gösterilen NMEA veri formatlarını desteklemektedir. Tasarımda bu NMEA verilerinden \$GPRMC verisi kullanılmıştır. Önceki bölümlerde bu veri formatı ile ilgili bilgiler verilmiş idi.

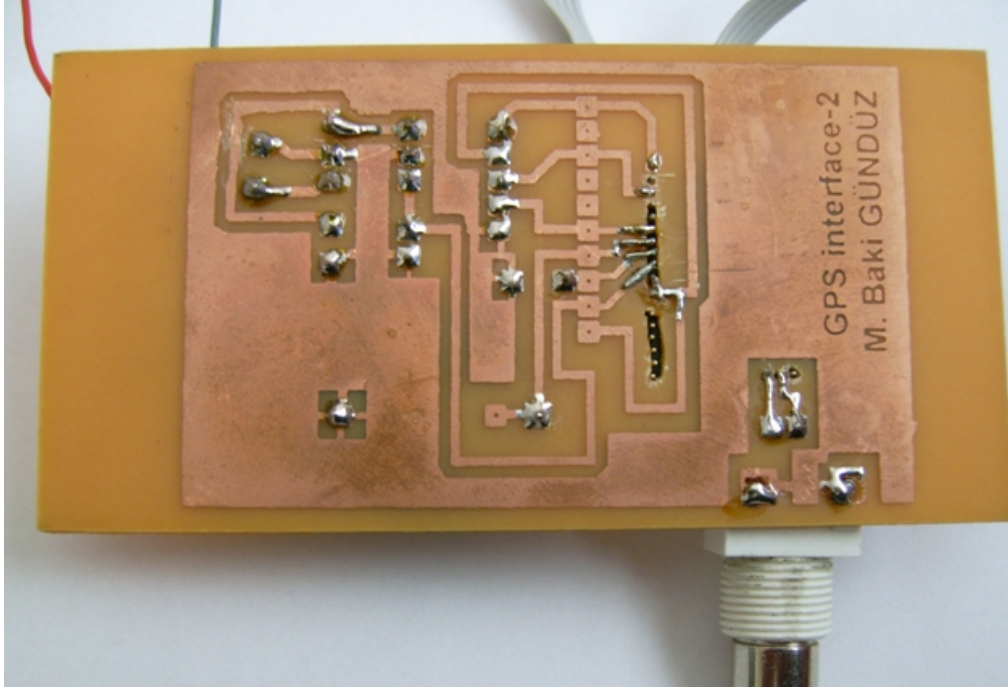
GGA, GSA, GSV, RMC ve VTC bilgileri 9600 baud rate, 8 veri biti, 1 başlangıç biti, 1 sonlandırma biti, parity yok formatında gönderilirken, GSA ve GSV bilgileri opsiyonel olarak 4800,19200 ve 38400 baud akış hızında, 8 veri biti, 1 başlangıç biti, 1 sonlandırma biti, parity yok formatında gönderilebilir.

Tablo 6.3 ZX4120 GPS modülün NMEA data çıkışları

(Nemerix ,WD-G-ZX4120.pdf)

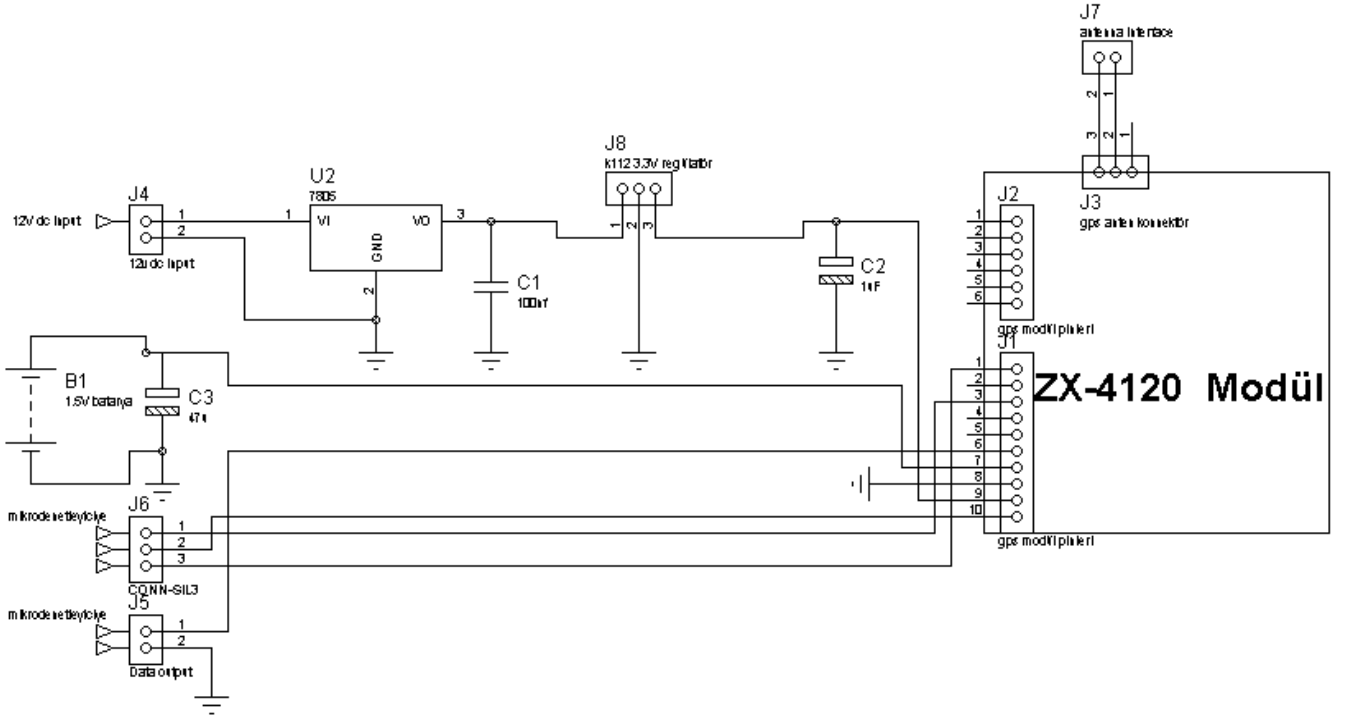
SGPGGA	GPS fix(sabit) veri
SGPGLL	GPS enlem-boylam verisi
SGPGSA	GNSS DOP(dilution of precision-duyarlık bozunumu) ve aktif uydular hakkında bilgiler
SGPGSV	Görülen uydularla ilgili bilgiler
SGPRMC	GPS RMC (Recommended Minimum Centence) ihtiyaç duyulan en sade veriler
SGPVTG	Hız ile ilgili bilgiler.
SGPZDA	Tarih ve Zaman bilgileri

**Şekil 6.2** Tasarlanan GPS arayüz devresi önden görünüşü



Şekil 6.3 Tasarlanan GPS arayüz devresi arkadan görünüşü

GPS arayüz devresi mikrodenetleyicinin bulunduğu ana devreye bağlanmıştır. Bu devrenin şeması Şekil 6.4 de gösterilmiştir. Bu devrede gösterilen 7805 regülatörü, uygulamada kullanılmamış olup, ihtiyaç olan 5V gerilim ayrı bir güç kaynağından sağlanmıştır. Bu devrede yer alan K112 regülatör güç kaynağından gelen 5V gerilimi modülün ihtiyaç duyduğu 3.3 V gerilime dönüştürmek için kullanılmıştır. Modülün gerilim değerlerine karşı hassas olması, oldukça lineer bir gerilim regülatörü seçilmesini gerektirmiştir. K112 gerilim regülatöründen önce LM317, LM3940 gibi regülatörler kullanılmış ancak bu regülatörler istenilen gerilim değerleri arasında kalamadığından (3.0-3.6 V) tercih edilmemiştir.



Şekil 6.4 GPS modül arayüz devre şeması

GPS modülden gelen NMEA verilerinden \$GPRMC ile başlayan veri türü kullanılmıştır. Çünkü bu veri türünde tasarımda ihtiyaç duyulan tüm bilgiler bulunmaktadır. Mikrodenetleyiciye yazılan kod yardımıyla \$GPRMC verisi süzülerek gerekli bilgiler mikrodenetleyicinin RAM'inde yer alan yazmaçlara (register) atanmaktadır. Modülün \$GPRMC ile başlayan NMEA verisi ile ilgili detaylar Tablo 6.4 de gösterilmiştir.

Tablo 6.4 ZX4120 GPS modülün \$GPRMC NMEA veri formatı

(Nemerix ,WD-G-ZX4120.pdf)

Mesajın Türü	Formatı	Minimum karakter sayısı	Maksimum karakter sayısı	Açıklama
Mesaj başlangıcı	\$GPRMC	6	6	RMC verisi başlangıç bilgisi
UTC zamanı	sadksn.sss (saat,dakika, saniye, salise)	1,2,2.1	2,2,2.3	1ms hassasiyette gerçek zaman.
Durum bilgisi	“A” ya da “V” karakteri	1	1	A ise alınan bilgiler geçerli, V ise alınan bilgiler geçersiz
Enlem	Float	1,2.1	3,2.4	Derece * 100 + dakika
Kuzey ya da Güney	“N” ya da “S” karakteri	1	1	N=Kuzey ya da S=Güney
Boylam	Float	1,2.1	3,2.4	Derece* 100 + dakika
Doğu ya da Batı	“E” ya da “W” karakteri	1	1	E=Doğu ya da W=Batı
Hız	Float	1,1	5.3	Knot cinsinden hız bilgisi
Açı	Float	1.1	3.2	Azimet ile yapılan açı bilgisi
Zaman	Gün,ay,yıl	2,2,2	2,2,2	Gerçek zaman
Manyetik sapma	Boş	(0)	(0)	Kullanılmıyor
Doğu ya da Batı	Blank	(0)	(0)	Kullanılmıyor
Mod	Karakter	1	1	A Otomatik mod
Doğrulama	*xx	(0) 3	3	2 dijit
Mesaj bitişi	<CR> <LF>	2	2	ASCII 13, ASCII 10

Tablo 6.4 de gösterilen \$GPRMC veri formatında en az 50 karakter, en fazla ise 72 karakter bilgi gönderilmektedir. Mikrodenetleyicinin 61 adet RAM baytı bu bilgilerin depolanması için ayrılmıştır. Çünkü gelen karakterlerin en az 11’i en fazla 12’si “,” ya da “.” karakterleridir. Bu karakterler yardımı ile gelen bilgiler ayırılarak RAM lerde depolanmaktadır.

\$GPRMC veri türünde bulunan durum bilgisi, alınan bilgilerin geçerli olup olmadığını göstermektedir. Açık havada, GPS modül enerjilendirildikten yaklaşık bir dakika sonra durum bilgisi “A” olarak gelmekte yani geçerli hale dönüşmektedir.

\$GPRMC verisi içerisinde gelen bilgilerden azimuttan sapma açısını gösteren “course over ground” bilgisi sistemde kullanılmamıştır. GPS modülden gelen hız bilgileri knot (denizmili/saat) cinsinden gönderilmektedir. 1 knot=1,852 kilometre/saat=0,51444 metre/saniye dir. Knot cinsinden gönderilen hız bilgisi, mikrodenetleyici yardımı ile kilometre/saat birimine dönüştürülmüştür.

Tablo 6.5 GPS antenin genel özellikleri

(<http://www.micrus.ru/pdf/ANT380.pdf>)

Frekans Aralığı	1,575.42±1.023MHz
Kazanç	25±3dBi (25°C±5°C) 25±5dBi (-40°C to 85°C) Kablo kayıpları dahil
Çıkış empedansı	50Ω
Giriş gerilimi	2.5~4.5V
Kablo uzunluğu	2m RG174/U (standart)
Çalışma sıcaklığı	-20°C den 45°C ye kadar
Su geçirmezliği	%100 su geçirmez
Ağırlık	23 gr.

ZX4120 GPS modüle, ANT380 GPS anteni takılmıştır. Antende BNC konektör bulunduğundan GPS modülün bulunduğu arayüz devresinde BNC konektör yuvası monte edilmiştir. Kullanılan antenle ilgili bilgiler Tablo 6.5 de sıralanmıştır.

2.3.3 RFID arayüz devresi

RFID arayüz devresi mikrodenetleyicinin Port c.5 ucuna bağlanmıştır. Bu arayüz devresi, bir adet RFID kart okuyucu terminal, 1 adet max232 RS232-TTL çevirici ve pasif devre elemanlarından oluşmaktadır. Makinist kendisine ait RFID kartı bu okuyucu devreye gösterdiğinde, bu devrenin çıkışından alınan bilgiler mikrodenetleyiciye aktarılır. Mikrodenetleyici aldığı bu bilgileri seyir ile ilgili daha önceden yüklenen bilgiler ile karşılaştırır ve makinistin treni kullanmaya yetkili olup olmadığını denetler. Kullanılan RFD terminal Şekil 7.1 de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Huayuan firmasının üretmiş olduğu kart okuyucu

Kullanılan RFID okuyucu terminal, pasif bir kart okuyucudur. Yani sadece RFID kartlardan gelen bilgileri okuyabilir. RFID kartlara yazma işlemi yapamaz. İstenildiği takdirde tasarıma hem okuma, hem de yazma işlemi yapabilen RFID okuyucular da eklenebilir.

RFID okuyucu terminal LF(Low Frequency) Düşük frekanslı RFID etiketleri okuyacak şekilde seçilmiştir. Huayuan firması tarafından üretilen bu okuyucu RFID kartları yaklaşık olarak 3–10 cm. den algılayabilmektedir. RFID okuyucu terminalin genel özellikleri Tablo 7.1 de verilmiştir. Tasarımda 125 KHz. frekansta çalışan iki farklı tip RFID kart kullanılmıştır. Bu kartlar Şekil 7.2 de gösterilmiştir.

RFID terminalin beş adet bağlantı ucu bulunmaktadır. Bu uçlardan iki adeti haberleşme ucudur. Geri kalan üç uç ise belseme uçlarıdır. RFID kart okunduktan sonra okuyucunun çıkışına bilgi RS232 formatında gönderilmektedir. RS232 formatındaki bilgileri mikrodenetleyici direkt olarak okuyamaz. Çünkü RS232 formatında haberleşme +-12V seviyesinde gerçekleşmektedir. Oysa mikrodenetleyicinin I/O(giriş-çıkış) uçları +2-5V gerilim seviyesinde çalışmaktadır. RS232 formatındaki verileri TTL seviyesine çevirmek için MAX232 entegresi kullanılmıştır. MAX232'nin çıkışı mikrodenetleyicinin giriş ucuna bağlanmıştır. RFID okuyucu verileri 9600 baud hızda 8N1 (8 veri biti, 1 başlangıç biti, 1 sonlandırma biti, parity yok) formatında göndermektedir. RFID okuyucu iki çeşit bilgi gönderebilmektedir. Bunlardan ilkinde çıkışına direkt olarak okuduğu veriler gönderilir. İkincisinde ise RFID okuyucu tarafından okunan veriler lojik olarak XOR işlemine tabi tutularak ortaya çıkan veriler çıkışa gönderilir. Sistemde ikinci veri formatı tercih edilmiştir. Bu sayede 64 bitlik veri 10 karakter uzunluğunda mikrodenetleyiciye ulaştırılmaktadır. RFID kart okuma işlemi için mikrodenetleyicinin 10 adet RAM baytı kullanılmıştır.



Şekil 7.2 Sistemde kullanılan 125 KHz de çalışan RFID Etiketler

Tablo 7.1 RFID okuyucu terminale ait genel özellikler
(http://www.futurlec.com/Datasheet/HYE_Card_Reader.pdf, Shanghai Huayuan Electronic Co.,Ltd)

Uygulama Alanları:	Geçiş kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. RS232 ve RS485 veri formatlarını desteklemektedir.
Çıkış-Giriş uçları:	Kırmızı: 9-12 V
	Siyah: Ground
	Yeşil: RX
	Beyaz: TX
	Sarı: Ground ve Buzzer
Veri Çıkış Formatları:	1-9600 baud 8N1
	2-XOR işlemine tabi tutulan 10 adet karakter
Desteklediği kartlar:	64 bit yalnızca okunabilen veri içeren LF düşük frekans kartları
Okuma sayısı:	300.000 okuma
Algılama Mesafesi:	30-60 mm.
Çalışma sıcaklığı:	-10°C den 70 °C ye kadar

2.3.4 SD/MMC depolama arayüz devresi

SD/MMC depolama arayüz devresi olarak, ROGUE robotics firması tarafından üretilmiş olan uMMC Serial Data Modül kullanılmıştır. Bu modül, FAT16 ya da FAT32 dosya sisteminde biçimlendirilmiş SD ya da MMC hafıza kartlarına istenilen bilgileri yazabilir ve okuyabilir. SD ya da MMC hafıza kartlarının içerisinde istenilen dosyalar oluşturulabilir ve daha sonra hafıza kartları bir kart okuyucu yardımı ile bilgisayara takılarak bu dosyalar okunabilir. (Rogue Robotics Corporation Inc., 2004).



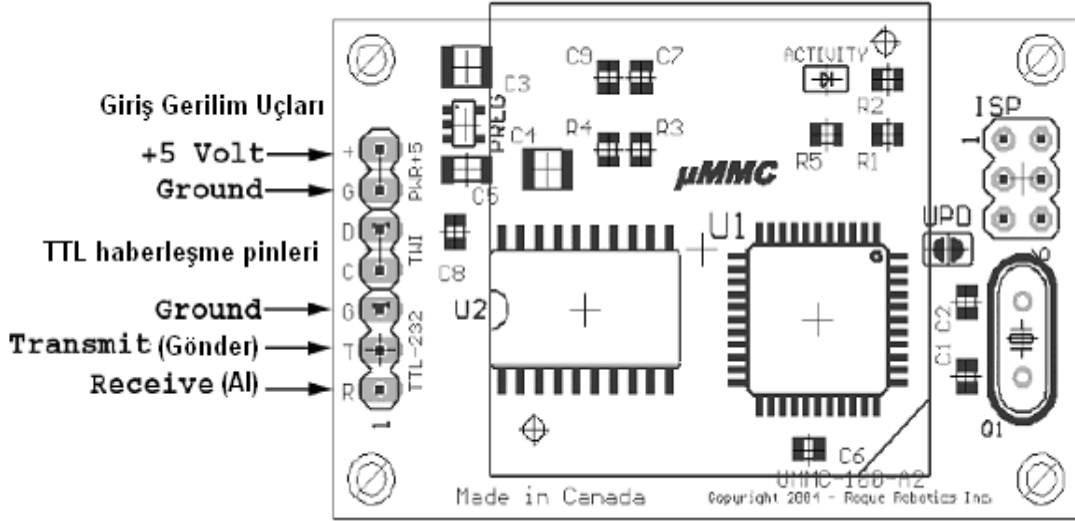
Şekil 8.1 uMMC Serial Data Module

SD/MMC hafıza kartlarına direkt olarak mikrodenetleyici yardımıyla FAT16 ya da FAT32 formatında bilgi yazılabilir. Tasarımın gelişim aşamasında mikrodenetleyici ile bu kartlara direkt olarak bilgi yazmak için çalışılmış ancak, mikrodenetleyicinin program belleği bu iş için yetmemiştir. Bunun üzerine mikrodenetleyici ile direkt olarak haberleşebilen bir arayüz modül arayışına gidilmiştir. ROGUE firmasının geliştirdiği bu modül sayesinde, TTL seviyesinde direkt olarak seri haberleşme yapılmakta ve modüle gönderilen komutlar sayesinde SD/MMC hafıza kartları yönetilebilmektedir.

Kullanılan modülde SD/MMC hafıza kartlarının hafıza boyutlarına herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Yapılacak işe göre istenilen kapasitede hafıza kartı kullanılabilir. Tasarımda 512 MB hafıza kapasitesinde MMC hafıza kartı tercih edilmiştir.

SD/MMC arayüz modülünün besleme gerilimi +5V maksimum 200mA dir. SD/MMC hafıza kartları +3.3V besleme gerilimi ile çalıştığından modül üzerinde 3.3V gerilim regülatörü bulunmaktadır. TTL seviyesindeki haberleşme maksimum +5V

geriliminde gerçekleştirilmektedir. Modülün besleme ve haberleşme uçları Şekil 8.2’de gösterilmiştir.



Şekil 8.2 uMMC Serial Data Module besleme ve haberleşme uçları

Modülün TTL haberleşmesi, standart olarak 9600 baud rate de 8N1(8 veri biti, 1 başlangıç biti, 1 sonlandırma biti, parity yok) formatında gerçekleşmektedir. Ancak istenildiği takdirde, 19200, 38400, 57600 ya da 115200 baud akış hızlarında da haberleşme yapılabilmektedir. Ancak bu hızlarda haberleşme yapmak için modülün bu baud hızlarının ayarlanması gerekmektedir. Bu baud hızlarının nasıl ayarlanacağı ayrıca anlatılacaktır.

uMMC Serial Data Modül, FAT16 ve FAT32 dosya sistemlerinde biçimlendirilmiş SD/MMC hafıza kartlarına yazma ve okuma işlemleri yapabilmektedir. SD hafıza kartlarının yazmaya karşı koruma kilitleri aktif olduğunda modül bunu belirleyebilir. Modül aynı anda SD/MMC hafıza kartları üzerinde en fazla 4 adet dosyayı ele alabilir. Her yazma ve okuma komutunda ise en fazla 512 MB bilgiyi okuyup, yazabilir. Dosya üzerine herhangi bir bilgi yazılırken modül üzerindeki activity led(aktif olduğunu gösteren led) yanar. Bu led sönmeden SD/MMC hafıza kartı modül üzerinden çıkarılmaz. Aksi takdirde veri kayıpları meydana gelebilir.

uMMC Serial Data Modüle yazılım güncellemesi yapılabilmektedir. ROGUE firmasının internet sitesi üzerinden güncel yazılımlara ulaşılabilir. Bu siteden güncel yazılımı bilgisayara indirdikten sonra modül bilgisayarın COM portuna bir TTL-RS232 converter yardımı ile bağlanır. Direkt olarak COM porta bağlanamaz. Çünkü COM portun gerilim seviyeleri($\pm 12V$) modülün çalışma geriliminden(+5V) yüksektir. Daha sonra modül üzerindeki UPD jumperi kısa devre edilir. Daha sonra uMMC modüle enerji verilir activity led söndükten sonra bilgisayardaki yazılım çalıştırılır ve yeni yazılım yüklenir. Tasarım aşamasında bu modülle ilgili herhangi bir yazılım güncellemesi yapılmamıştır.

2.3.4.1 uMMC serial data modülün haberleşme protokolü

uMMC modülün haberleşme protokolü basit ancak güvenli bir asenkron haberleşme protokolüdür. uMMC modülün “>”(ASCII 62 ya da HEX 0x3E; büyüktür işareti) karakterini göndermesi kendisine gönderilecek komutu kabul etmeye hazır olduğu anlamına gelir. Her komut “>” karakterinin gelmesiyle başlar ve “>” karakterinin yeniden gelmesiyle biter.

uMMC modüle SD/MMC hafıza kartı ilk kez takıldığında, sistem bilgisi için modül tarafından tarama yapılır. FAT16 sistemi için bu tarama işlemi on saniye kadar sürerken, FAT32 sistemi için iki saniyeden fazla sürmez. Ancak hafıza kartına yeni format atılmışsa bu süre yirmi saniyeye kadar sürebilir. Bunun için modüle her komut gönderilmeye başlanmadan önce mutlaka “>” karakteri beklenmelidir.

Modüle komutlar, aşağıdaki formatta gönderilir. Her komutun bitişinde mutlaka {cr}(carriage return; ASCII 13) karakteri gönderilmelidir. Bu karakter komut bilgisinin bittiğini artık komutun işlenmesi gerektiğini modüle bildirir.

C{sp}Parameter1{sp}[Parameter2]{sp}...{cr}

Yukarıdaki komut formatında, C komutun hangi komut olduğunu belirten tek bir karakteri, {sp} ler boşluk (space) karakterini(ASCII 32), {cr} paragraf sonu (carriage return) karakterini (enter) belirtmektedir. Parameter1 ve Parameter2 ise komutla ilgili diğer parametreleri temsil eder. Bu örnekte Parameter2 köşeli parantez içerisinde yazıldığı için opsiyoneldir.

2.3.4.2 uMMC serial data modülün haberleşme komutları

Modülün 12 adet temel haberleşme komutu bulunmaktadır. Bu komutların bazılarında komuta ait parametreler bulunurken, bazıları direkt olarak işletilir. Bazı komutları ise ekstra opsiyonel parametreleri bulunmaktadır. Modülün en çok kullanılan komutları aşağıda anlatılmıştır.

2.3.4.2.1 CLOSE FILE komutu

Üzerinde işlem yapılmış olan dosyanın kapatılması için kullanılır. Örnek olarak aşağıdaki gibi işletilir. Buradaki fh rakamsal olarak 1,2,3 ya da 4 olabilir. Yani ele alınan dosyanın numarasını belirtir. Modül aynı anda en fazla 4 dosyaya işlem yapabilir. Close file komutu direkt olarak işletilir.

```
>C fh {cr}
>
```

2.3.4.2.2 FREE HANDLE komutu

Bu komut gönderildiğinde modül daha kaç adet dosyaya işlem yapabileceğinin bilgisini gönderir. Örneğin 3 adet dosya açıksa ve modül bu üç dosyaya işlem yapıyorsa bu komut işletildiğinde modül 1 olarak cevap verecektir. Çünkü modül aynı anda en fazla 4 dosyaya işlem yapabilmektedir. Free Handle komutu direkt olarak işletilir.

```
>F {cr}
1>
```

2.3.4.2.3 OPEN FILE komutu

Open File komutu okuma, yazma ya da ekleme amacıyla bir dosyanın açılması ya da bir dosya oluşturulması için kullanılır. Bu komutun “R”(read-okuma), “W”(write-yazma), “A”(append-ekleme) parametreleri bulunmaktadır. Bu parametreler opsiyonel değildir. Yani bu parametrelerden herhangi birisi Open file komutundan sonra mutlaka gelmelidir. “R” parametresi kullanıldığında okuma amaçlı bir dosya açılacağı anlamına gelir. Bu parametreden sonra mutlaka okunacak dosyanın tam adresi doğru olarak yazılmalıdır. Eğer modül dosyayı belirtilen adreste dosyayı bulamasa hata kodu gönderir. “W” parametresi kullanıldığında yazma amaçlı yeni bir dosya açılacağı anlamına gelir. Bu parametreden sonra yazılacak dosyanın adresi yazılmışsa, yazılan adresteki dosya yazılmak üzere açılır. “A” parametresi kullanıldığında ekleme amaçlı bir dosya açılacağı anlamına gelir. Parametreden sonra açılacak dosyanın adresi yazılır. Eğer yazılan adreste belirtilen dosya yoksa, modül yazılan adrese belirtilen dosyayı oluşturur.

Örnek komutlar:

```
>O 1 W /data/2008/06/mehmet.txt{cr}
```

```
>
```

```
>O 1 R /data/2008/06/baki.txt{cr}
```

```
>
```

```
>O 1 A /data/2008/06/gunduz.txt{cr}
```

```
>
```

2.3.4.2.4 READ FILE komutu

R fh [bytes [adres]]

Read file komutu ile bir kerede en fazla 512 bayt bilgi okunabilir. Open file komutu ile okuma amaçlı bir dosya açıldıktan sonra Read file komutu gönderilir. Buradaki fh dosya numarasıdır(1,2,3 ya da 4). Bytes ve address parametreleri opsiyoneldir. Bytes parametresi kaç bayt bilginin okunacağını ifade eder. Eğer bu

parametre yazılmamışsa 512 bayt bilgi gelene kadar dosyadan okuma işlemi yapılır. Adres parametresi de opsiyoneldir Bu parametre okumaya hangi bayt dan sonra başlanacağını gösterir. Örneğin dosya içerisindeki 20. karakterden sonra okumaya başlanması isteniyorsa adres parametresine 20 yazılır. Eğer okuma komutu başarı ile işletilebilirse modülden ilk olarak boşluk() karakteri gönderilir. Bu karakterden sonra okunan diğer bilgiler gönderilir. Eğer okumada herhangi bir problem çıkarsa ilk karakter boşluk olarak gelmez. Bu durumda ilk karakter “E” olarak gelir ve ileriki bölümlerde anlatılacak hata kodu gönderilir. Eğer bir dosya açıldıktan sonra kapatılmadan tekrar Read file komutu işletilirse modül dosyada okunan en son karakterden sonrasındaki karakterden okumaya başlar.

```
>R 1{cr}
```

Tren otomasyon sistemi hazır

```
>R 1 18 3{cr}
```

n otomasyon sistem>

2.3.4.2.5 WRITE FILE komutu

W fh [bytes]

Write file komutu Open file komutu ile yazma amaçlı bir dosya açıldıktan sonra işletilir. Bytes parametresi opsiyoneldir. Bu parametre dosyaya kaç bayt bilgi yazılacağını gösterir. Eğer bytes parametresi girilmezse modül 512 bayt bilginin gelmesini bekler. Bu komut ile yazılacak bilgiler gönderilirken sonra sonuna “>” karakteri eklenir. Eğer daha önceden zaman aşımı ayarlanmamışsa write file komutu bytes parametresinde belirtilen kadar karakteri alana kadar bekler.

```
>W 1 19{cr}
```

Makinist bekleniyor>

2.3.4.2.6 SETTINGS komutu

S n [newvalue]

Settings komutu, modülle ilgili bazı ayarları yapmak için ya da var olan ayarlarla ilgili bilgi edinmek için kullanılır. Bu komuttaki n(ayar numarası) parametresi mutlaka belirtilmelidir. Bu parametre hangi değer ile ilgili ayar yapılacağı ya da bilgi alınacağını belirtir. Komuttaki newvalue parametresi opsiyoneldir. Eğer bu parametre kullanılmış ise modülün ayar yapılacak bölümüne bu parametrede belirtilen değer yüklenir. Parametre kullanılmamış ise modül önceden ayarlanmış olan mevcut değer hakkında bilgi gönderir. Bu komutla ilgili bilgiler Tablo 8.1 de gösterilmiştir.

Tablo 8.1 uMMC Serial Data Modülün Setting komutu ile ilgili bilgiler

<i>n (Ayar Numarası)</i>	<i>Ayar adı</i>	<i>Değer</i>	<i>Açıklama</i>
0	Seri haberleşme ayarı	0	9600 baud
		1	19200 baud
		2	38400 baud
		3	57600 baud
		4	115200 baud
1	Write-Append(yazma-ekleme) komutları zaman aşım değerleri	0'dan 254'e kadar	10 ms. Aralıklarla Örneğin; 20=200 ms.
2 ve yukarısı	Tanımlı değil	-	-

2.3.4.2.7 ERASE FILE komutu

Bu komut belirtilen adresteki dosyanın silinmesi için kullanılır. Bu komuttan sonra modüle sadece silinmesi istenilen dosyanın adresi gönderilir.

```
>E /baki/tren/kayıtlar/2008/06/deneme.txt
```

```
>
```

2.3.4.2.8 QUERY VOLUME komutu

Tek bir karakter gönderilmesi ile işletilir. Hafıza kartındaki boş alan miktarı hakkında ve hafıza kartının toplam kapasitesi hakkında bilgi almaya yarar. Gelen bilgi; Kullanılan alan/Toplam alan formatındadır. Gelen bilgiler decimal formatında ve kilobayt(KB) cinsindedir. Örneğin hafıza kartı 512MB kapasitede ve kullanılan alan 128MB ise gelen bilgi;

```
>Q  
131072/524288>
```

şeklinde olacaktır.(1MB 1024 KB)

2.3.4.3 Hata mesajları

Eğer, uMMC Serial Data Modüle gönderilen komut doğru bir şekilde işletilemez ise ya da gönderilen komutlar ile ilgili hatalar var ise modül hata mesajları gönderir. Bu hata mesajları Tablo 8.2 de sıralanmıştır.

Örneğin modül belirtilen adreste dosyayı bulamamış ise;

```
>O 1 R /baki/tez/sefer/afyon.txt  
EF2>
```

şeklinde hata kodu gönderilir.

Tablo 8.2 SD/MMC arayüz modülünün hata kodları

(http://www.roguerobotics.com/files/ummc/documentation/ummc-100-a2-102.pdf)

Hata Mesajı	Açıklama
E02	Buffer(Tampon Bellek) Dolu. Komutta çok fazla sayıda bayt gönderildi. Tüm komutlar en fazla 256 bayt uzunluğunda olabilir.
E03	Serbest dosya yok – Free File komutuna cevap olarak gelebilen bir hata kodudur. Eğer bu hata kodu geliyorsa herhangi bir dosya kapatılmadan yeni bir dosya ele alınmaz.(Modül aynı anda en fazla 4 adet dosyaya işlem yapabilir)
E04	Tanımsız komut
E06	Komut işletme hatası – Komut parametreleri eksik ya da hatalı ise bu hata kodu gönderilir
E07	Dosya sonu
E08	Hafıza kartı takılı değil
E09	MMC/SD kart reset hatası
E0A	Kart yazmaya karşı korumalı
EE6	Sadece okunabilen dosya – Sadece okunabilen bir dosya yazma ya da ekleme komutu ile açılmaya çalışılırsa bu hata kodu gönderilir
EE7	Dosya yok, tanımlanan alan geçersiz
EE8	Yazma hatası – Birçok sebebi olabilir (hasar görmüş bir kartsa, yazma işlemi esnasında kart çıkarılmışsa vs.)
EEA	Yeterli alan yok-kart dolu ise bu hata kodu gönderilir
EEB	Dosya açılmadı – Ele alınan dosya Open komutu ile açılmadıysa gönderilir
EEC	Hatalı mod-Bir dosya yazma ya da başka bir komut için açılmışken Read komutu kullanılırsa bu hata kodu gönderilir
EED	Geçersiz Open modu-Dosyalar Open modunda ancak ‘R’, ‘W’, ‘A’ komutları ile işletilir
EF1	Ele alınmak istenilen dosya zaten işlem görmekte
EF2	Dosya bulunmuyor-Tanımlanan alanda istenilen dosya yok
EF4	Dosya zaten var-Oluşturulmak istenilen dosya zaten var ise gönderilir
EF5	Tanımlanan alan geçersiz-Dosyanın yerini tanımlayan alan adı yanlış
EF6	Ele alınan dosya hatalı
EFB	Hatalı FSINFO sektörü (sadece FAT32 formatında)
EFC	Desteklenmeyen FAT türü
EFD	Desteklenmeyen dosya biçimi
EFE	Hatalı dosya biçimi bilgisi
EFF	Bilinmeyen hata

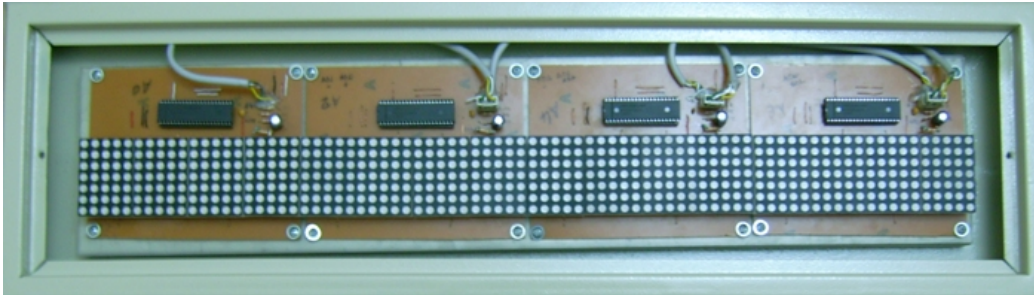
2.4 Yazı Panosu Bölümü

Yazı panosu, seyir esnasında yolcuları seyir ile ilgili bilgilendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Yolcular seyrin her aşamasında bilgilendirilmekte; hangi istasyondan hareket edildiği, hangi istasyona varılacağı, seyir süresi, seyir esnasındaki anlık hız bilgisi, zaman bilgileri, sıcaklık bilgileri vs. gibi bilgiler bu pano yardımıyla yolculara aktarılmaktadır. Aynı zamanda, seyir amirliği tarafından hafıza kartına yüklenecek bilgi mesajlarının da yolculara gösterilmesini sağlamaktadır.

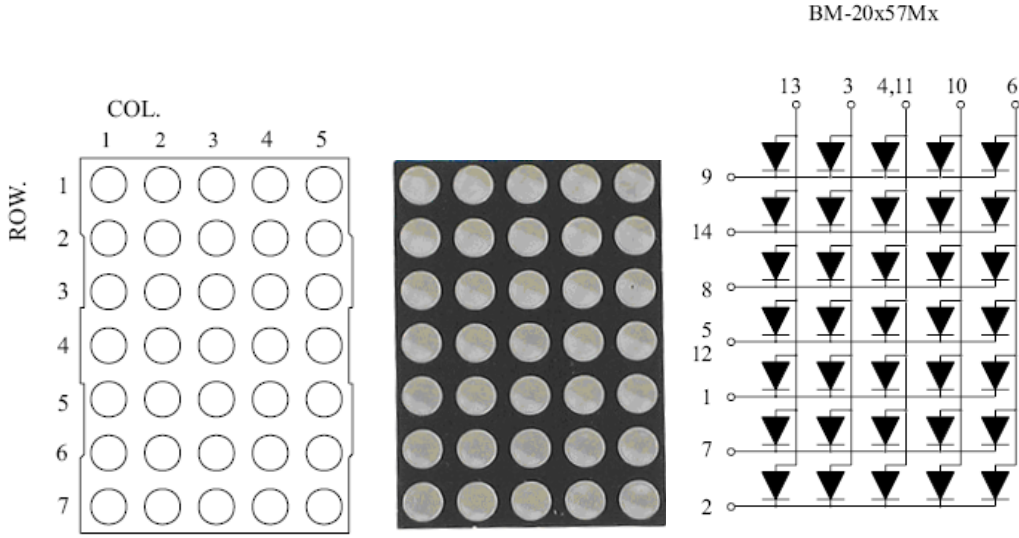


Şekil 9.1 Tasarlanan Yazı Panosunun Dıştan görünüşü

Sistemde tasarlanan yazı panosunu mikrodenetleyici yönetmektedir. Mikrodenetleyicinin panoya belirli haberleşme kuralları doğrultusunda gönderdiği bilgiler, pano üzerindeki sürücü devreler tarafından dot-matrix led göstergelerde gösterilmektedir. Mikrodenetleyici ile sürücü devreler arasındaki haberleşme I2C protokolü yardımı ile gerçekleşmektedir. Bu protokolün detayları hakkında bilgi verilecektir.



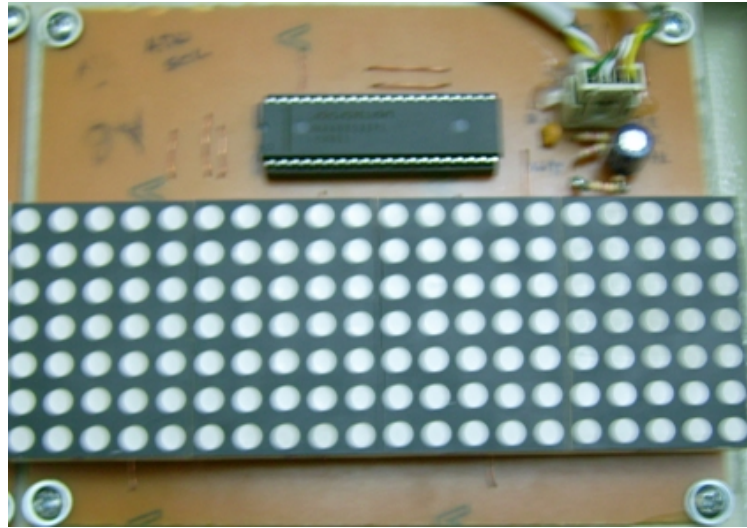
Şekil 9.2 Tasarlanan Yazı Panosunun içten görünüşü



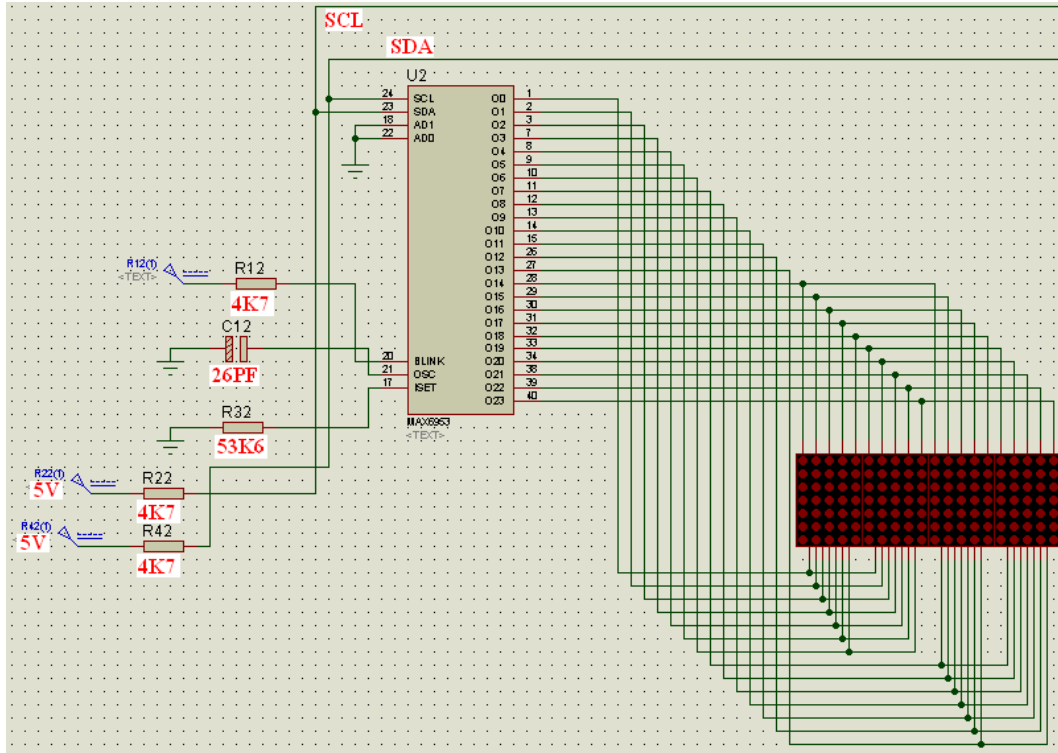
Şekil 9.3 5x7 katod satır dot matrix led gösterge

http://www.kosmodrom.com.ua/data/led/disp_dot_matrix.pdf

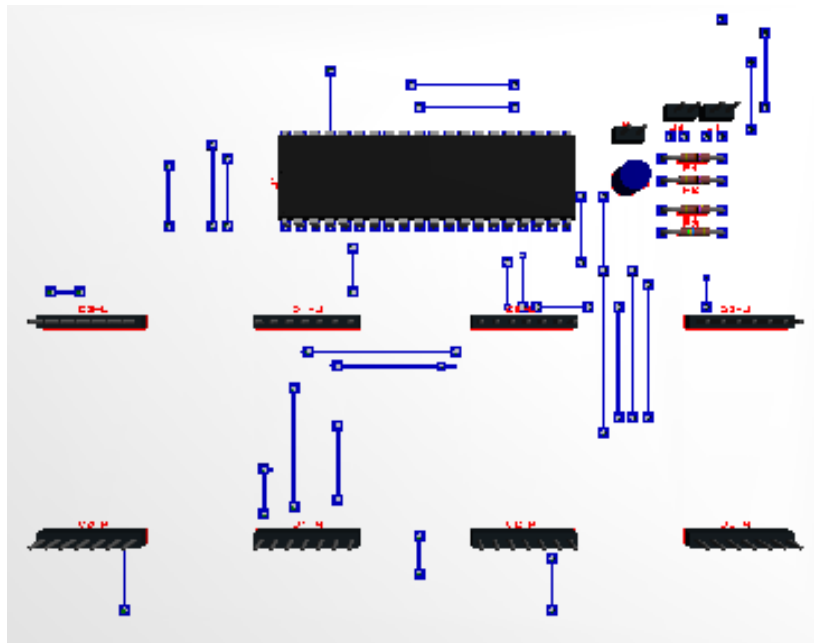
Yazı panosunun elektronik devreleri, her biri 4 adet dot-matrix led göstergeyi sürebilen 4 adet sürücü devreden oluşmaktadır. Sürücü devrelerin her birinin önceden ayarlanmış belli adresleri vardır. Hangi adrese hangi bilginin hangi zamanda gönderileceğini mikrodenetleyiciye yazılmış olan yazılım belirlemektedir. Sistemde 4 adet sürücü devrenin sürdüğü toplam 16 adet dot-matrix led gösterge bulunmaktadır. Tasarlanan panoda, istenildiği takdirde en fazla $2^4=16$ adet sürücü devre yani $16 \times 4=64$ adet led gösterge sürülebilir.



Şekil 9.4 Sürücü devrelerden birinin görünüşü



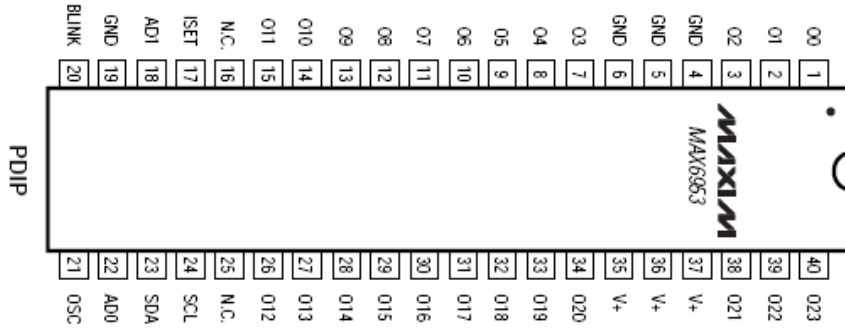
Şekil 9.5 Sürücü devrelerin bilgisayar ortamındaki simülasyon devresi



Şekil 9.6 Sürücü devrelerin bilgisayar ortamında hazırlanan kart tasarımı

Sürücü devrelerin temelini katod satır dot matrix led göstergeleri sürebilen MAX6953 entegresi oluşturmaktadır. Bu entegre I2C protokolü ile dört adet 5x7 dot matrix led göstergeyi yani 140 adet led'i sürebilmektedir.

MAX6953 entegresi, 104 adet sabit ASCII karakter ve 24 adet kullanıcı tarafından tanımlanabilen toplam 128 adet karakter görüntüleyebilir. Kullanıcı kendisine ayrılan 24 adet karakterin tanımlamalarını, MAX6953 enerjilendirdikten sonra entegrenin RAM adreslerine yapabilir. Eğer bu entegre ile grafik uygulaması yapılacaksa 104 adet sabit karakter ihmal edilir, yalnızca kullanıcının tanımlayacağı 24 adet karakter kullanılır (MAXIM Inc., 2002).



Şekil 9.7 MAX6953 entegresinin bağlantı uçları

<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX6953.pdf>

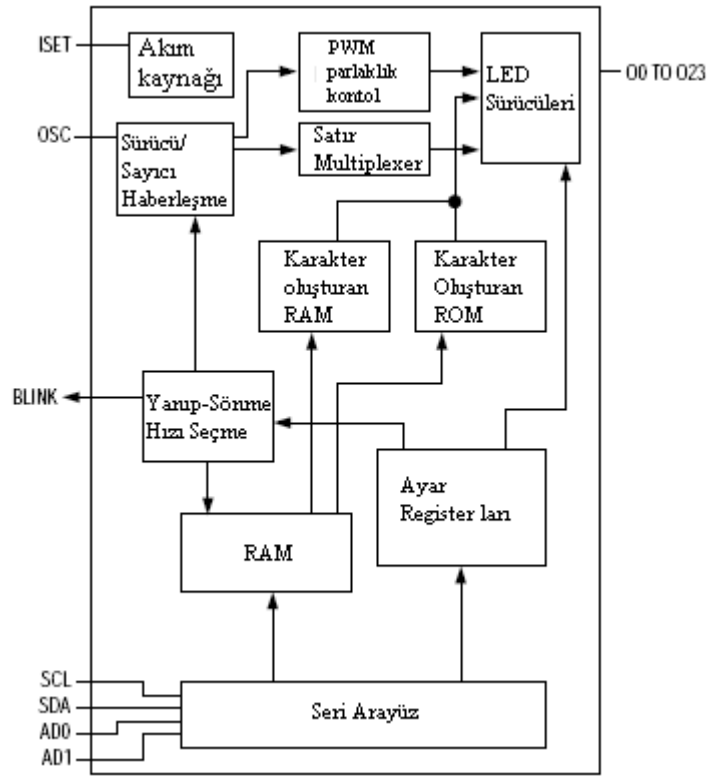
MSB	RAM0	RAM1	RAM2	RAM3	RAM4	RAM5	RAM6	RAM7	RAM8	RAM9	RAM10	RAM11	RAM12	RAM13	RAM14	RAM15
0000	0001	0010	0011	0010	0011	0010	0011	0010	0011	0010	0011	0010	0011	0010	0011	0010
1111	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001	0000	1111
LSB																

Şekil 9.8 MAX6953 entegresinde tanımlı 104 adet ASCII karakter tablosu

<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX6953.pdf>

MAX6953 entegresinin genel özellikleri şunlardır;

- 400 kbps hızında I2C protokolü ile haberleşme
- 2.7V-5V gerilim aralığında çalışabilme
- 4 adet sabit renki ya da 2 adet iki renkli dot matrix led göstergeyi sürebilme
- Her karakter için yanıp sönme fonksiyonu
- 16 ayrı seviyede parlaklık kontrolü
- 104 adet sabit, 24 adet kullanıcı tanımlı toplam 128 karakter gösterebilme

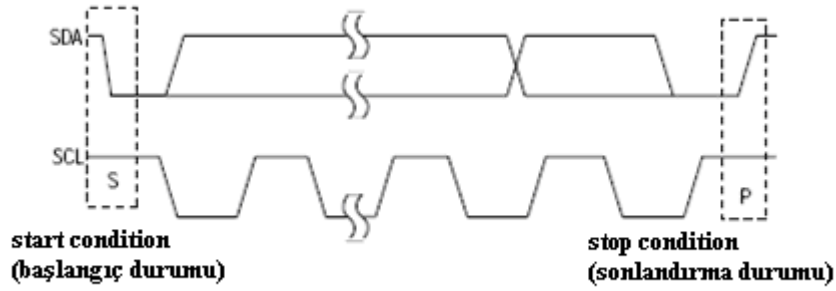


Şekil 9.9 MAX6953 entegresinin iç yapısı

MAX6953 entegresi slave olarak çalışır ve 2 tel üzerinden I2C haberleşme protokolü ile haberleşebilir. MAX6953 slave olarak çalışırken, bu entegreyi süren mikrodenetleyici ise master konumundadır. Aradaki haberleşme SDA(serial data) ve SCL(serial clock) hatları üzerinden gerçekleşir. Mikrodenetleyici, bu entegreden gelen

ve entegreye yollanan bilgileri SCL(serial clock) üreterek senkronize eder. SDA ve SCL hatlarına 4K7 Ω pull-up dirençleri bağlanır.

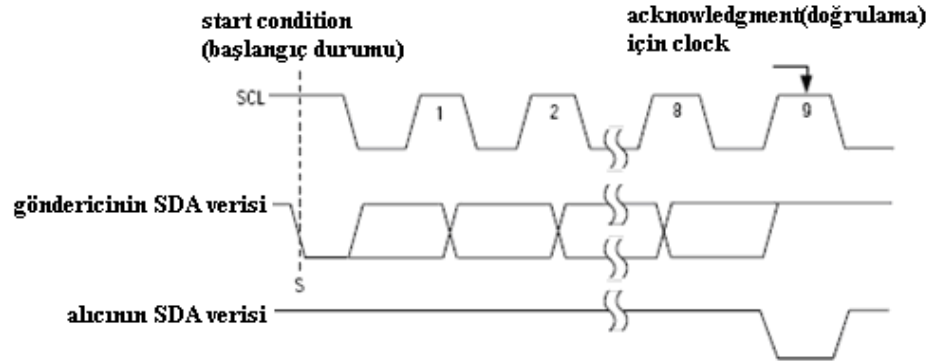
Her haberleşme, master'in göndereceği bir başlangıç durumu(start condition) ile başlar, ardından MAX6953' ün 7 bitlik slave adresi gönderilir. Bunun arkasından R/W biti gönderilir. Daha sonra bir yazmaç adresi yollanır. Ardından bir ya da daha fazla data baytı gönderilir ve stop condition(sonlandırma durumu) ile haberleşme sona erer.



Şekil 9.10 MAX6953 entegresinin start ve stop condition durumları

Master ile slave arasındaki haberleşme yolu boş olduğunda hem SDA hem de SCL uçları lojik olarak 1 seviyesindedir. Master SDA'yı lojik olarak 0 konumuna çektiikten sonra haberleşme başlar. Haberleşme sonlandırılırken ise SCL 1 durumunda iken SDA 1 konumuna çekilir. Bundan sonra aradaki haberleşme yolu bir başka haberleşme için müsait hale dönüşür. Her bit transferi bir clock pulse'i (saat darbesi) içerisinde gerçekleşir. SCL 1 konumundayken SDA üzerindeki veri değiştirilmemelidir.

Master 7 bit slave adresi ve 1 bit R/W bitini gönderdikten sonra 9. clock pulse'i üretir. 9. clock pulse den sonra gelecek bilgi acknowledge(doğrulama) bitidir. Eğer master MAX6953' e bilgi gönderiyorsa, MAX6953 acknowledge(doğrulama) bitini gönderir. Eğer MAX6953 master'a bilgi gönderecekse acknowledge(doğrulama) bitini master gönderir.



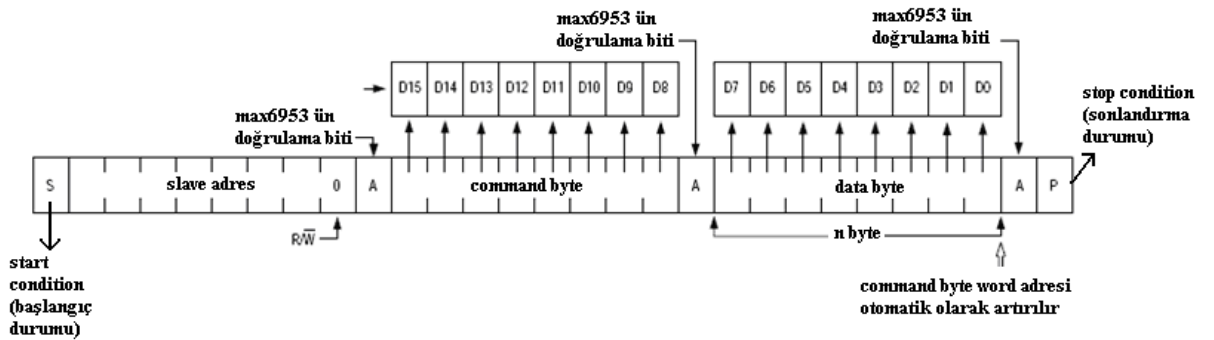
Şekil 9.11 Acknowledgment(doğrulama) biti

Tablo 9.1 MAX6953 slave adresleri

UÇLAR		MAX6953 ADRESLERİ						
AD1	AD0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
GND	GND	1	0	1	0	0	0	0
GND	V+	1	0	1	0	0	0	1
GND	SDA	1	0	1	0	0	1	0
GND	SCL	1	0	1	0	0	1	1
V+	GND	1	0	1	0	1	0	0
V+	V+	1	0	1	0	1	0	1
V+	SDA	1	0	1	0	1	1	0
V+	SCL	1	0	1	0	1	1	1
SDA	GND	1	0	1	1	0	0	0
SDA	V+	1	0	1	1	0	0	1
SDA	SDA	1	0	1	1	0	1	0
SDA	SCL	1	0	1	1	0	1	1
SCL	GND	1	0	1	1	1	0	0
SCL	V+	1	0	1	1	1	0	1
SCL	SDA	1	0	1	1	1	1	0
SCL	SCL	1	0	1	1	1	1	1

MAX6953' ün 7 bit uzunluğunda slave adresi vardır. Bu 7 bitten sonra gelecek bit R/W bitidir. R/W biti lojik olarak 0 ise MAX6953 yazma konumunda 1 ise okuma konumundadır. Slave adresin ilk üç biti sabittir ve her zaman 101 dir. Slave adresin geri kalan 4 biti olan A3,A2,A1 ve A0 adres giriş uçları olan AD0 ve AD1 in konumlarına göre belirlenir. AD0 ve AD1; (-), (+) besleme uçlarına ya da SCL-SDA uçlarına bağlanabilir. MAX6953'e $2^4=16$ adet slave adres atanabilir. Slave adreslerle ilgili bilgi Tablo 9.1 de gösterilmiştir.

MAX6953' e bilgi yazmak için R/W biti lojik olarak 0 olarak gönderilmelidir. R/W bitinden sonra en az bir bayt uzunluğunda bir bilgi gönderilmesi gerekmektedir. İlk gelen bayt command byte(komut byte) olarak bilinir ve MAX6953'ün hangi yazmacına bilgi yazılacağı bilgisini verir. Eğer command byte dan sonra stop condition durumu oluşursa, MAX6953 haberleşmeyi keser. Command byte dan sonra gelen byte lara data byte(veri byte'ı) adı verilir. Command byte tarafından adresi belirtilen yazmaçlara data byte'lar yazılır. Eğer bir command byte dan sonra birden fazla data byte gelirse command byte da belirtilen adres bir artırılır ve bir sonraki yazmaca sıradaki data byte yazılır. Bu haberleşme stop condition durumu oluşuncaya kadar devam eder.



Şekil 9.12 MAX6953 entegresinin haberleşmesi

Sistemin çalışması içerisinde MAX6953'den bilgi okunmadığı için bu entegreden nasıl okuma yapılacağı anlatılmamıştır. Ancak ilgili entegrenin datasheet' i incelenerek buradan bilgi edinilebilir.

Tablo 9.2 MAX6953'ün yazmaçları

<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX6953.pdf>

YAZMAÇLAR	KOMUT(COMMAND) ADRESLERİ								HEX kod
FONKSİYONU YOK	X	0	0	0	0	0	0	0	0x00
INTENSITY10	X	0	0	0	0	0	0	1	0x01
INTENSITY32	X	0	0	0	0	0	1	0	0x02
TARAMA LİMİTİ	X	0	0	0	0	0	1	1	0x03
KONFIGÜRASYON	X	0	0	0	0	1	0	0	0x04
KULLANICI TARAFINDAN TANIMLANAN FONTLAR	X	0	0	0	0	1	0	1	0x05
KULLANILMAZ	X	0	0	0	0	1	1	0	0x06
DISPLAY TEST	X	0	0	0	0	1	1	1	0x07
DİĞİT 0 PLANE 0	X	0	1	0	0	0	0	0	0x20
DİĞİT 1 PLANE 0	X	0	1	0	0	0	0	1	0x21
DİĞİT 2 PLANE 0	X	0	1	0	0	0	1	0	0x22
DİĞİT 3 PLANE 0	X	0	1	0	0	0	1	1	0x23
DİĞİT 0 PLANE 1	X	1	0	0	0	0	0	0	0x40
DİĞİT 1 PLANE 1	X	1	0	0	0	0	0	1	0x41
DİĞİT 2 PLANE 1	X	1	0	0	0	0	1	0	0x42
DİĞİT 3 PLANE 1	X	1	0	0	0	0	1	1	0x43
DİĞİT 0'A P0 VE P1 DEKİ VERİYİ AYNI OLARAK YAZ	X	1	1	0	0	0	0	0	0x60
DİĞİT 1'E P0 VE P1 DEKİ VERİYİ AYNI OLARAK YAZ	X	1	1	0	0	0	0	1	0x61
DİĞİT 2'YE P0 VE P1 DEKİ VERİYİ AYNI OLARAK YAZ	X	1	1	0	0	0	1	0	0x62
DİĞİT 3'E P0 VE P1 DEKİ VERİYİ AYNI OLARAK YAZ	X	1	1	0	0	0	1	1	0x63

MAX6953'ün 4 adet 5x7 dot matrix led göstergelerde gösterilecek karakterler digit register adı verilen yazmaçlar kullanılarak seçilir. Kullanıcı hangi karakterin hangi göstergede gösterileceğini bu yazmaçları kullanarak belirler. Her digit için P0 ve P1 plane adı verilen bölümlerde birer bayt olmak üzere toplam iki bayt digit register bulunmaktadır. 4 digit için toplam sekiz adet digit register vardır. Eğer yanıp-sönme fonksiyonu(blink function) aktif değilse P1 de saklanan digit register verisi kullanılmaz. P0 da saklanan veri kullanılır. Eğer yanıp sönme fonksiyonu aktif ise P0 ve P1 de saklanan digit register verileri yanıp sönme zamanına göre sıra ile gösterilir. Digit registerlara yazılacak verinin ilk 7 biti(D0-D6) görüntülenecek karakteri seçerken, son bit(D7) gösterilecek karakterin direkt olarak karakteri oluşturacak ledleri yakarak mı yoksa karakteri oluşturacak ledler haricindeki ledleri yakarak mı görüntüleneceğini seçmeye yarar. Bu fonksiyon sayesinde iki renkli göstergelerde örneğin mavi bir fon üzerine beyaz bir karakter yazılabilir.

Tablo 9.3 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı (configuration register) yapısı

	Yazmaç Verileri							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Konfigürasyon (Configuration) Yazmacı	P	X	R	T	E	B	X	S

Konfigürasyon yazmacı, shutdown(kapanma) fonksiyonunu, yanıp sönme hızını, yanıp sönme fonksiyonunu, digit verilerinin silinip silinmeyeceğini, yanıp sönme zamanının resetlenip resetlenmeyeceğini belirleyen ayarların yapıldığı bölümdür. Bir bayt uzunluğundadır. Tablo 9.3 de konfigürasyon yazmacının yapısı gösterilmiştir.

Konfigürasyon yazmacındaki S biti(D0) entegrenin normal fonksiyonda mı yoksa kapalı fonksiyonda mı çalışacağını belirlediği bölümdür. Kapalı fonksiyonda sürücü entegrenin gösterge ayarları yapılabilir ancak göstergeler sürülmez. Normal çalışmada S biti lojik olarak 1 olmalıdır (Tablo 9.4).

Tablo 9.4 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D0 bit

	Konfigürasyon Yazmacı D0 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Shutdown modu	P	X	R	T	E	B	X	0
Normal Çalışma	P	X	R	T	E	B	X	1

Göstergede P0 ve P1 yardımıyla belirlenen karakterlerin birbiri arasındaki geçiş zamanlarının ayarlanması konfigürasyon yazmazındaki B biti(D2) ve OSC frekansı yardımı ile yapılır. Tablo 9.5 de B bitinin fonksiyonu gösterilmiştir.

Tablo 9.5 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D2 bit

	Konfigürasyon yazmacı D2 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Yavaş yanıp sönme P0 1 san. P1 1 san.(OSC=4 Mhz. iken)	P	X	R	T	E	0	X	S
Hızlı yanıp sönme P0 0,5 san. P1 0,5 san.(OSC=4 Mhz. iken)	P	X	R	T	E	1	X	S

Konfigürasyon yazmacındaki E biti(D3) MAX6953 entegresinin yanıp-sönme ayarlarının yapılmasını sağlar. Eğer E biti lojik olarak 1 ise P0 ve P1 deki verilerin her ikisi de göstergelyi sürmek için kullanılır. Gösterge üzerinde P0 ve P1 ile belirlenen karakterler sırası ile gösterilir(yanıp-sönme zamanına göre sırasıyla P0 ve P1 ile belirlenen karakterler ardı sıra gösterilir). Eğer E biti lojik olarak 0 ise sadece P0 daki veri kullanılır, P2 deki veri göz ardı edilir (Tablo 9.6).

Tablo 9.6 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D3 bit

	Konfigürasyon Yazmacı D3 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Yanıp sönme fonksiyonu aktif değil	P	X	R	T	0	B	X	S
Yanıp sönme fonksiyonu aktif	P	X	R	T	1	B	X	S

T biti(D4) birden fazla MAX6953 kullanıldığında yanıp sönme zamanının senkronize edilebilmesi için kullanılır (Tablo 9.7). R biti(D5), P0 ve P1 digit verilerinin I2C haberleşmesinin acknowledge(doğrulama) bölümünde silinip silinmeyeceğini belirlemeye yarar (Tablo 9.8).

MAX6953 entegresinin bir bilink(yanma-sönme) çıkışı bulunmaktadır. Bu çıkış P0 bölümündeki veri karakter olarak göstergede gösterileceği zaman lojik olarak 1 konumuna çekilir. P1 bölümündeki veri karakter olarak göstergede gösterileceği zaman ise lojik olarak 0 konumundadır. Bu blink çıkışı, göstergelerde gösterilecek bilgilerin senkronize edilebilmesinde kullanılabileceği gibi, kesme kaynağı olarak da kullanılabilir. Blink çıkışına alternatif olarak, göstergede gösterilen karakterin P0 ile mi yoksa P1 ile mi sürüldüğü, konfigürasyon yazmacındaki P biti(D7) okunarak da anlaşılabilir(Tablo 9.9).

Tablo 9.7 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D4 bit

	Konfigürasyon Yazmacı D4 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Yanıp sönme sayaçları etkin değil	P	X	R	0	E	B	X	S
Yanıp sönme sayaçları I2C haberleşmesinin acknowledge(doğrulama) bölümünde resetlenir	P	X	R	1	E	B	X	S

Tablo 9.8 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D5 bit

	Konfigürasyon Yazmacı D5 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
P0 ve P1 digit verileri etkili değil	P	X	0	T	E	B	X	S
P0 ve P1 digit verileri I2C haberleşmesinin acknowledge(doğrulama) bölümünde silinir.	P	X	1	T	E	B	X	S

Tablo 9.9 MAX6953 Konfigürasyon yazmacı D7 bit

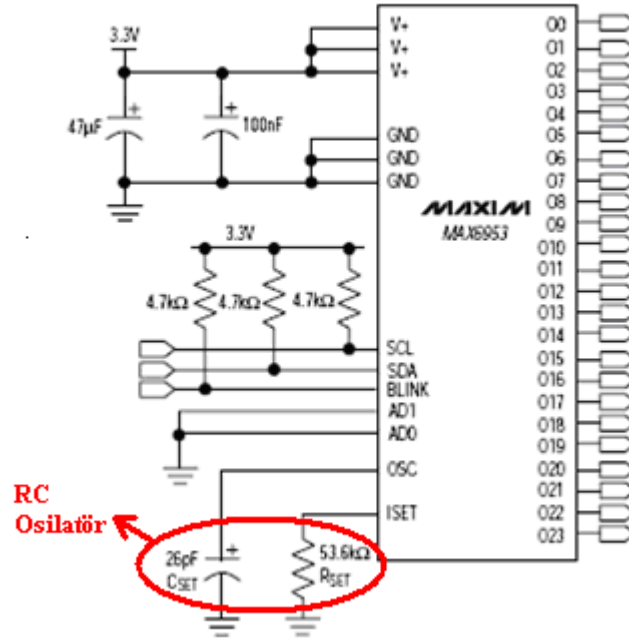
	Konfigürasyon yazmacı D7 bit							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
P1 yanıp-sönme durumu	1	X	R	T	E	B	X	S
P0 yanıp-sönme durumu	0	X	R	T	E	B	X	S

Yanıp sönme hızını MAX6953'e dışarıdan bağlanan RC osilatör devresi ve konfigürasyon yazmacı (configuration register) daki B biti belirler. Osilatör frekansı 1Mhz. den 8Mhz. 'e kadar ayarlanabilir. RC devresi Şekil 9.13 de gösterilmiştir.

Rc devresindeki Rset değeri, aynı zamanda göstergelerin çekeceği akımları da ayarlamayı sağlamaktadır. Çekilecek akımı ve osilatör frekansını hesaplamak için aşağıdaki fomüller kullanılır.

$$I_{gösterge} = KI/R_{set} \text{ mA}$$

$$f_{osc} = Kf / (R_{set} \times (C_{set} + C_{stray})) \text{ Mhz.}$$



Şekil 9.13 MAX6953 RC Osilatör

KI=2144 ve KF=6003 dür. Cstray kapasitörü OSC ucu ile toprak arasındaki kapasitör değeridir ve genelde 1-5 pF arasında bir değerdir. Bu değer tasarlanan devrenin baskı devresine göre değişmektedir ve Cset'e paralel bir kapasitör olarak kendini göstermektedir.

Eğer osilatör frekansı 4Mhz. e ayarlanacak ise Cset=26pF ve Rset=53,6kΩ olmalıdır. Bu durumda I gösterge=40 mA olmaktadır.

Göstergelerin çekeceği akımlar yani parlaklıkları, parlaklık yazmaçlardaki (intensity register) değerler ile belirlenmektedir. Bu yazmaçlar yardımı ile dört adet (her bir gösterge için bir adet) PWM (pulse width modulation-darbe genişliği modülasyon) modülator kontrol edilir. Her digitin parlaklığı, Intensity10 ve Intensity32 adı verilen iki yazmaç yardımı ile ayarlanır. Bu yazmaçlar kullanılarak, göstergeler için 16 farklı akım değeri set edilebilir. Eğer Rset=53,6kΩ ise bu değerler 2,5mA-37,5 mA arasında olacaktır. Digit 0 ve digit 2 için parlaklık durumları ve çekilecek akımlar Tablo 9.10 da gösterilirken, digit 1 ve digit 3 için parlaklık durumları ve çekilecek akımlar Tablo 9.11 de gösterilmiştir.

Tablo 9.10 Digit 0 ve Digit 2 İçin Parlaklık Yazmacı(Intensity Register) Formatı

Parlaklık durumu	Gösterge Akımı mA	Adres Kodu	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX Kodu
1/16 (Min.)	2,5	0x01,0x02	Tablo 9.11 deki değerler				0	0	0	0	0xX0
2/16	5	0x01,0x02					0	0	0	1	0xX1
3/16	7,5	0x01,0x02					0	0	1	0	0xX2
4/16	10	0x01,0x02					0	0	1	1	0xX3
5/16	12,5	0x01,0x02					0	1	0	0	0xX4
6/16	15	0x01,0x02					0	1	0	1	0xX5
7/16	17,5	0x01,0x02					0	1	1	0	0xX6
8/16	20	0x01,0x02					0	1	1	1	0xX7
9/16	22,5	0x01,0x02					1	0	0	0	0xX8
10/16	25	0x01,0x02					1	0	0	1	0xX9
11/16	27,5	0x01,0x02					1	0	1	0	0xXA
12/16	30	0x01,0x02					1	0	1	1	0xXB
13/16	32,5	0x01,0x02					1	1	0	0	0xXC
14/16	35	0x01,0x02					1	1	0	1	0xXD
15/16	37,5	0x01,0x02					1	1	1	0	0xXE
15/16 (maks.)	37,5	0x01,0x02					1	1	1	1	0xFF

Tablo 9.11 Digt 1 ve Digt 3 İçin Parlaklık Yazmacı(Intensity Register) Formatı

Parlaklık durumu	Gösterge Akımı mA	Adres Kodu(hex)	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX Kodu
1/16 (Min.)	2,5	0x01,0x02	0	0	0	0	Tablo 9.10 daki değerler				0x0X
2/16	5	0x01,0x02	0	0	0	1					0x1X
3/16	7,5	0x01,0x02	0	0	1	0					0x2X
4/16	10	0x01,0x02	0	0	1	1					0x3X
5/16	12,5	0x01,0x02	0	1	0	0					0x4X
6/16	15	0x01,0x02	0	1	0	1					0x5X
7/16	17,5	0x01,0x02	0	1	1	0					0x6X
8/16	20	0x01,0x02	0	1	1	1					0x7X
9/16	22,5	0x01,0x02	1	0	0	0					0x8X
10/16	25	0x01,0x02	1	0	0	1					0x9X
11/16	27,5	0x01,0x02	1	0	1	0					0xAx
12/16	30	0x01,0x02	1	0	1	1					0xBx
13/16	32,5	0x01,0x02	1	1	0	0					0xCx
14/16	35	0x01,0x02	1	1	0	1					0xDx
15/16	37,5	0x01,0x02	1	1	1	0					0xEx
15/16 (maks.)	37,5	0x01,0x02	1	1	1	1					0xFx

Tarama limiti (Scan Limit) yazmacı, kaç adet tek renkli göstergelerin sürüleceğini belirlemeye yarayan yazmaçtır. Eğer iki renkli gösterge kullanılacak ise bu gösterge iki adet tek renkli gösterge gibi bağlanmalıdır. Tablo 9.12 de Tarama limiti (Scan Limit) yazmacının fonksiyonu gösterilmiştir.

Tablo 9.12 MAX6953 Tarama limiti (Scan Limit) yazmacı

TARAMA LİMİTİ (SCANLIMIT) YAZMACI	ADRES KODU(HEX)	YAZMAÇ VERİLERİ								HEX KODU	
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Sadece Digit 0 ve Digit 1 gösterilir.	0x03	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0xX0
Digit0, Digit1, Digit2, Digit 3; hepsi gösterilir	0x03	X	X	X	X	X	X	X	X	1	0xX1

Gösterge test (Display test) yazmacı, sürücü entegreyi iki farklı moda çalıştırmaya yarar. Eğer gösterge test yazmacı(display test register) test moduna ayarlanırsa, bütün ledler yakılır. Bu modda displayler 7/16 parlaklık konumunda sürülür. MAX6953'ü normal modda çalıştırmak için bu yazmacı normal mod konumuna getirmek gereklidir (Tablo 9.13).

Tablo 9.13 MAX6953 Gösterge test yazmacı

MOD	ADRES KODU(HEX)	YAZMAÇ VERİLERİ								
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Normal çalışma	0x07	X	X	X	X	X	X	X	X	0
Göstergeleri test etme	0x07	X	X	X	X	X	X	X	X	1

Sistemde, dört adet sürücü devre yardımı ile yazı panosu tasarlanmıştır. Bu devreler, aynı SCL-SDA hatları üzerinden iki tel yardımı ile kontrol edilmektedir. Bu durumda, yazı panosunun iki adet haberleşme teli ve iki adet de besleme teli bulunmaktadır. Besleme gerilimi olarak +5V kullanılmıştır. Yazı panosu mikrodenetleyici tarafından kontrol edilmektedir. Mikrodenetleyici master(yöneten) sürücü devreler ise slave(yönetilen) konumundadır. Mikrodenetleyici tarafından SCL-SDA hatları üzerine gönderilen bilgiler sürücülerin adresleri yardımı ile birbirine

karışmamaktadır. Sistemde ilk sürücünün adres uçları AD0=GND, AD1=GND, ikinci sürücünün adres uçları AD0=V+, AD1=GND, üçüncü sürücünün adres uçları AD0=SDA, AD1=GND ve dördüncü sürücünün adres uçları AD0=SCL, AD1=GND olarak ayarlanmıştır. Bu durumda sırasıyla sürücü adresleri \$A0, \$A2, \$A4, \$A6 olmaktadır(Tablo 9.1).

Tasarlanan yazı panosunda, sürücü devrelerin parlaklık (intensity) ayarları maksimum seviyeye getirilmiştir. Parlaklık yazmaçlarına (Intensity register) \$FF bilgileri yüklenmiştir.

CommandByte = \$01

(buradaki \$01 INTENSITY10 yazmacının command byte adresidir)

DataByte = \$FF (maksimum parlaklık için)

CommandByte = \$02

(buradaki \$02 INTENSITY32 yazmacının command byte adresidir)

DataByte = \$FF (maksimum parlaklık için)

Tarama yazmacı (Scan register), tüm göstergeleri sürecekle şekilde set edilmiştir. Tarama yazmacına \$01 değeri yüklenmiştir.

CommandByte = \$03

(buradaki \$03 Tarama limiti yazmacının command byte adresidir)

DataByte = \$01(tüm göstergeleri sürebilmek için)

Konfigürasyon yazmacı(konfigürasyon register), \$01 değerine ayarlanmıştır. Bu durumda, sürücüler normal modda çalıştırılmaktadır. Bu yazmaç üzerinde başka bir ayar yapılmamıştır.

CommandByte = \$04

(buradaki \$04 Konfigürasyon yazmacının command byte adresidir)

DataByte = \$01(normal modda çalıştırmak için)

Gösterge test yazmacı, \$00 değerine ayarlanmıştır. Bu durumda, test modu aktif değildir ve sürücüler normal modda çalışmaktadır.

CommandByte = \$07

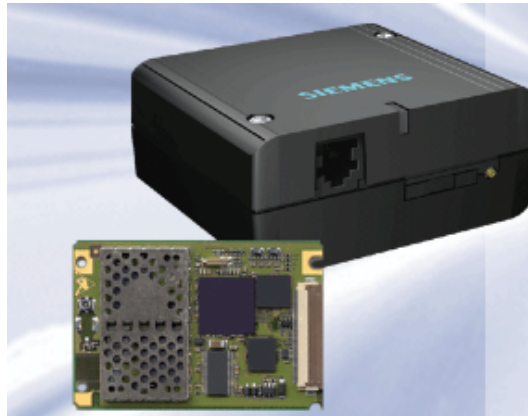
(buradaki \$07 Gösterge test yazmacının command byte adresidir)

DataByte = \$00(normal modda çalıştırmak için)

2.5 GSM/GPRS Terminal

Tasarlanan sistemde, cep telefonu şebekesi üzerinden seyir amirliğine bilgiler gönderilmektedir. Bu bilgileri gönderebilmek için, SIEMENS firmasının üretmiş olduğu MC35i GSM/GPRS terminalinden yararlanılmıştır.

MC35i terminal, kompakt bir GSM modem olup, GSM şebekesi üzerinden veri, ses, SMS ve fax iletimi için tasarlanmıştır (SIEMENS AG Inc., 2005). MC35 i Terminalin genel özellikleri aşağıdaki Tablo 10.1 de sıralanmıştır.

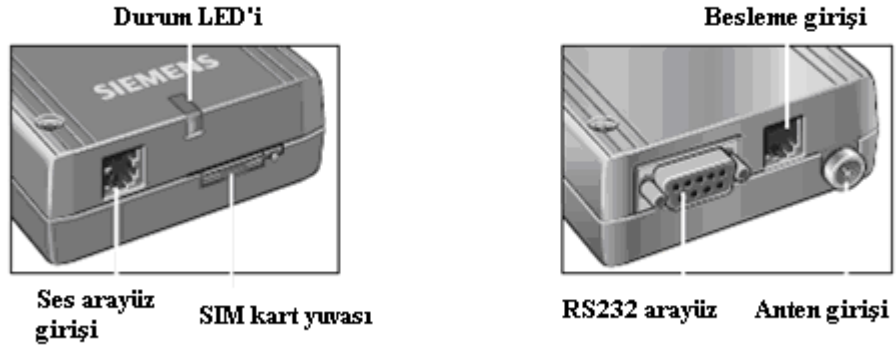


Şekil 10.1 SIEMENS MC35 i Terminal

Tablo 10.1 SIEMENS MC35 i Terminal Genel Özellikleri

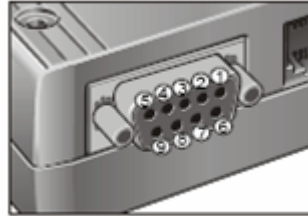
İletilen veri türleri	Ses, data, SMS, fax
Besleme Gerilimi	8-30 V
Frekans Bantları	Dual Band E-GSM 900 ve GSM 1800
İletim gücü	GSM 900 için Class 4(2W) GSM 1800 için Class 1(1W)
GPRS bağlantısı	GPRS multi-slot class 8 GPRS mobil istasyon class B
Sim kart okuyucu	Dahili
Desteklenen SIM kart	3V
Dış anten	FME konektör ile bağlantı
SMS	MT, MO, CB, text ve PDU mod
Data GPRS:	Downlink transfer: max 85,6 kbps Uplink transfer: max 21.4 kbps PAP(Password Authentication Protocol) ve CHAP(Challenge Handshake Authentication Protocol) protokollerini destekler
Seri Arayüz	RS232 arayüz 300-115200 bps hızında 1200-2400-4800-9600-19200-38400-57600-115200 hızlarında lerde otomatik baud rate ayarlama özelliği

MC35i terminalin dışarıdan bakıldığında üzerinde; bir adet seri port, bir adet ses arayüz girişi, bir adet SIM kart yuvası, bir anten girişi, bir adet güç kaynağı bağlantı soketi ve bir adet durum ledi bulunur. Şekil 10.2 de bu bölümler gösterilmiştir.



Şekil 10.2 MC35i terminalin dışarıdan görünen bölümleri

Sistemde kullanılan MC35i terminal üzerinde bulunan RS232 girişi yardımı ile mikrodenetleyiciden bilgileri alır ve mikrodenetleyiciye bilgiler gönderir. Mikrodenetleyici terminali AT (Attention Code) adı verilen komutlar yardımı ile kontrol eder. RS232 girişinin 2-3 ve 5 nolu uçları haberleşme için kullanılmıştır. Terminalin RS232 uçları ve bu uçların özellikleri Tablo 10.2 de sıralanmıştır.



Şekil 10.3 Terminalin RS232 uçları

Tablo 10.2 Terminalin RS232 uçları ve fonksiyonları

Uç Numarası	Kısa adı	I/O(Input-Output)	Fonksiyon
1	/DCD	O	Data Carrier Detected-Data taşıyıcısının algılandığını gösterir
2	/RXD	O	Receive Data-Datayı alır
3	/TXD	I	Transmit Data-Datayı gönderir
4	/DTR	I	Data terminal ready-Data terminali hazır
5	GND	-	Ground-toprak
6	/DSR	O	Data set ready-Data ayarı hazır
7	/RTS	I	Request to send-Göndermek için istek
8	/CTS	O	Clear to send-Göndermek için sil
9	/RI	O	Ring indication-Çalma bildirme

Tasarlanan sistemde, tren her istasyona geldiğinde, makinist herhangi bir anda merkeze bilgi göndermek istediğinde ve seyir sonlandırıldığında, terminal yardımı ile merkez seyir amirliğine SMS(kısa mesaj) yolu ile bilgi gönderilmektedir. İstenildiği takdirde GPRS şebekesi yardımı ile internet ortamında seyir hakkındaki tüm bilgiler anlık olarak bir server üzerine gönderilebilir. Ancak sistemde sadece SMS yolu ile bilgi gönderilecek şekilde bir mikrodenetleyici kodu yazılmıştır.

MC35i terminale herhangi bir komut gönderilmeden önce mutlaka “AT” karakterleri gönderilmelidir. Bu karakterlerden sonra yapılacak işlemle ilgili komutlar gönderilir. Bir komut satırını bitirmek için ise <CR> (carriage return) ya da decimal 13 sayısı gönderilmelidir.

Terminale “AT” karakterleri ve <CR> gönderildiğinde terminal “OK” olarak cevap veriyor ise, terminal çalışıyor ve diğer komutları kabul etmeye hazır anlamına gelir. Sistemde sadece SMS göndermek için AT komutları kullanılmıştır.

MC35i terminal kullanılarak, AT komutları yardımı ile iki farklı modda SMS mesajı gönderilebilir. Bunlar text mode ve PDU(protocol description unit) moddur. PDU mod 7 bitlik formatta ifade edilmiş ASCII karakterlerin belirli kurallar çerçevesinde 8 bit uzunluğa çevirilerek kullanıldığı bir çeşit protokol olarak tanımlanabilir. Text mod ise ASCII karakterlerin herhangi bir dönüşüme uğratılmadan direkt olarak kullanıldığı moddur. Sistemde MC35i terminal text modda çalıştırılmıştır.

Sistemde kullanılan AT komutları ve açıklamaları aşağıda anlatılmıştır;

2.5.1 AT+CMGF komutu

Bu komut gönderilecek mesajın formatını seçmeye yarar. Bu komut kullanılarak, MC35i terminale iki değişik formatta SMS göndertilebilir. AT+CMGF=0 ise terminal PDU modunda çalışırken, AT+CMGF=1 ise terminal text modunda çalışır.

Sistemde AT+CMGF=1 komutu kullanılmıştır. Bu komutun hemen ardından <CR> gönderildiğinde terminal “OK” olarak cevap vermektedir. Bu aşamadan sonra terminale SMS gönderilecek adresin numarası tanımlanır.

2.5.2 AT+CMGS komutu

Bu komut SMS mesajın gönderileceği telefon numarasının tanımlandığı komuttur. Örneğin AT+CMGS=05051234567 olarak girildiğinde, terminal SMS mesajın 05051234567 telefon numaralı adrese gönderileceği anlamına gelir. AT+CMGS= “telefon numarası” yazıldıktan sonra, <CR> gönderildiğinde terminal “>” olarak cevap vermektedir. Bu karakter alındıktan sonra gönderilecek mesaja ait karakterler terminale gönderilir. Mesaj metni terminale gönderildikten sonra ASCII Ctrl+Z ifadesi ya da decimal 26 sayısı gönderildiğinde, terminal yazılan mesajı tanımlanan numaraya gönderir.

Mesaj tanımlanan numaraya gönderildikten sonra terminal +CMG ifadesi ile başlayan bir doğrulama bilgisini çıkış ucuna gönderir. Mikrodenetleyici bu bilgiyi aldığı anda mesajın başarı ile gönderildiğini anlamış olur.

2.6 Sıcaklık Algılayıcıları

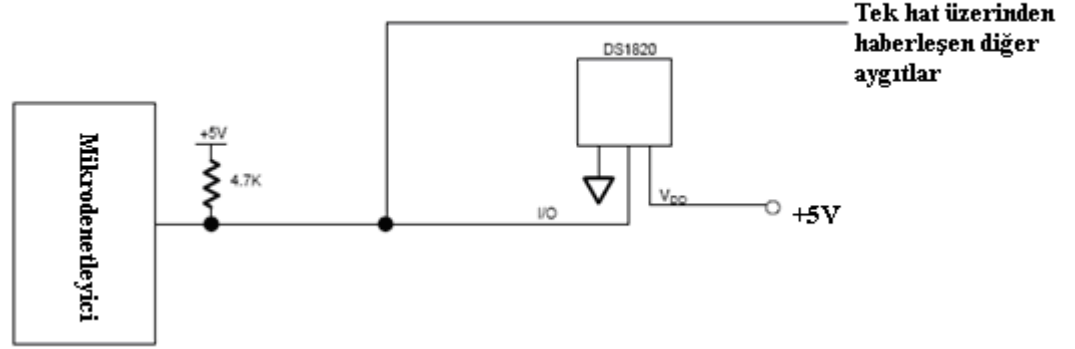
Gerçekleştirilen sistemde, biri dış ortam diğeri ise aracın içi için olmak üzere iki adet sıcaklık algılayıcısı kullanılmıştır. Bu algılayıcılar yardımı ile ortam sıcaklıkları ölçülebilmekte, ölçülen değerler LCD ekranda ve vagonlardaki yazı panolarında gösterilebilmektedir. İstenildiği takdirde algılayıcı sayısı artırılarak vagonların her birinin ayrı ayrı sıcaklık değerleri de ölçülebilir.



Şekil 11.1 DS1820 sıcaklık algılayıcısı

Sistemde MAXIM IC firmasının üretmiş olduğu DS1820 dijital algılayıcılar kullanılmıştır. Tek kablo üzerinden haberleşme kurabilmekte ve oldukça hassas ölçümler yapılabilmektedir. -55° den $+125^{\circ}$ ye kadar $0,5^{\circ}$ adımlarla sıcaklık ölçümlerini gerçekleştirebilmektedir.

DS1820 tek kablo üzerinden haberleşmekte ve bu haberleşmede slave(yönetilen) olarak görev almaktadır. Mikrodenetleyici master(yöneten) konumundadır ve algılayıcılara komutları gönderir. Algılayıcılar ise yine aynı hat üzerinden bilgileri mikrodenetleyiciye gönderirler.



Şekil 11.2 DS1820 sıcaklık algılayıcısının tek hat üzerinden haberleşmesi

Master ile algılayıcı arasındaki tüm haberleşmeler, masterin göndereceği initialization sequence(başlangıç adımları) ile başlar. Bu başlangıç adımlarının ilki, bir direnç yardımı ile pull-up(bir direnç yardımı ile devrenin +5V besleme ucuna bağlanmıştır) yapılmış olan, DS1820 algılayıcısının haberleşme ucu DQ ucunun en az 480 μ s süre ile lojik olarak sıfır konumuna çekilmesi ile başlar. Bu aşamadan sonra master haberleşme hattını serbest bırakır ve gönderme pozisyonundan alma pozisyonuna geçer. DQ ucu pull-up yapıldığından bu hat lojik olarak 1 konumuna gelmiş olur. DS1820 algılayıcısı hattın lojik olarak 1 konumuna geldiğini algıladıktan sonra 15-60 μ s içerisinde haberleşme hattını 60-120 μ s süre ile lojik olarak 0 konumuna çeker ve başlangıç adımları sona erer. Eğer bu süre içerisinde sıfır konumuna çekilmezse haberleşme kurulamamış demektir.

Başlangıç adımlarının ardından master algılayıcıya komut gönderir. DS1820'ye op-codes adı verilen 11 adet değişik komut gönderilebilir. Bu komutlardan bazıları DS1820 nin ROM(Read Only Memory) bölümüyle, diğerleri ise hafıza bölümü ile ilgilidir. Bu komutlardan en sık kullanılanları aşağıda açıklanmıştır.

2.6.1 ROM komutları

DS1820 nin 64 bit uzunluğunda bir ROM hafızası bulunmaktadır. Bu hafızanın ilk 8 biti tek hat üzerinden haberleşen algılayıcının DS1820 olduğunu bildiren özel bir

koddur. DS1820 de bu kod 10h olarak tanımlanmıştır. İlk 8 bitten sonra gelen 48 bit ise her DS1820 de tek olarak bulunan seri numarasıdır. Son 8 bit ise ilk 56 bitin lojik olarak özel bir XOR işlemine tabi tutulması ile elde edilmiş olan CRC kodudur. Bu kod kontrol amaçlı kullanılır.

2.6.1.1 READ ROM komutu [33h]

Bu komut hatta yalnızca bir adet DS1820 var ise kullanılır. Eğer birden fazla DS1820 var ise her bir DS1820 aynı anda hatta farklı bilgiler göndereceğinden haberleşmede karışıklıklar meydana gelir. Bu komut yardımı ile, yukarıda tanımlanan 64 bitlik ROM adresindeki bilgiler okunulabilir.

2.6.1.2 MATCH ROM komutu [55h]

Bu komut master tarafından gönderildikten sonra, master 64 bitlik bir veriyi hatta gönderir. Hat üzerinde birden fazla DS1820 algılayıcı var ise, masterin gönderdiği 64 bitlik veri ile içerisindeki ROM hafızasındaki verinin eşleştiği DS1820 haberleşmeye başlar. Bu DS1820 masterin daha sonra göndereceği hafıza komutlarına cevap verir. Diğer DS1820 ler ise masterdan reset işlemi beklerler.

Bu komut ROM bilgileri bilinen herhangi bir DS1820 nin sıcaklık bilgilerini öğrenebilmek için kullanılmaktadır.

2.6.1.3 SKIP ROM komutu [CCh]

Bu komut kullanıldığında, DS1820 nin ROM adresindeki bilgiler okunmadan direkt olarak hafıza bilgilerine ulaşılır. Eğer hat üzerinde birden fazla DS1820 var ise bu komut kullanılmaz çünkü bu durumda hat üzerindeki tüm DS1820 ler hafızalarındaki bilgileri hatta gönderir ve hatta veri karmaşası oluşur.

2.6.2 Hafıza komutları

DS1820'nin scratchpad RAM adı verilen bir RAM hafızası ile TH ve TL (sıcaklık üst ve sıcaklık alt alarm değerleri) adı verilen iki baytlık EEPROM alarm hafızası bulunmaktadır.

Scratchpad RAM hafızası 9 bayt uzunluğundadır. İlk iki bayt ölçülen sıcaklık değerinin saklandığı hafızadır. Sonraki iki bayt lık hafıza ise, TH(sıcaklık üst değer) ve TL(sıcaklık alt değer) bilgilerinin geçici kopyalarıdır ve sürekli yenilenirler. 4 ve 5. baytlar kullanılmaz. Son iki bayt ise sayma yazmaçlarıdır(counter register). Son bayt ise CRC(Cyclic redundancy check) baytıdır ve ilk sekiz baytın özel bir lojik işleme tabi tutulmasıyla elde edilir.

2.6.2.1 READ SCRATCHPAD komutu [BEh]

DS1820 nin scratchpad hafızasında bulunan 9 baytlık bilgiyi okumaya yarayan konuttur. Bu komut gönderildiğinde, bilgiler bayt 0'dan bayt 8'e kadar sırasıyla gönderilir.

2.6.2.2 COPY SCRATCHPAD komutu [48h]

Bu komut kullanıldığında scratchpad hafızasındaki veriler DS1820 nin E² bölümündeki hafızaya kopyalanır. İşlem başarılı olarak gerçekleştiğinde DS1820 lojik 1 olarak cevap verir.

2.6.2.3 CONVERT komutu [44h]

Bu komut gönderildiğinde DS1820 sıcaklık çevrimine başlar. Sıcaklık çevrimi gerçekleştiğinde DS1820 lojik 1 göndererek cevap verir.

2.6.3 DS1820 den sıcaklık okuma

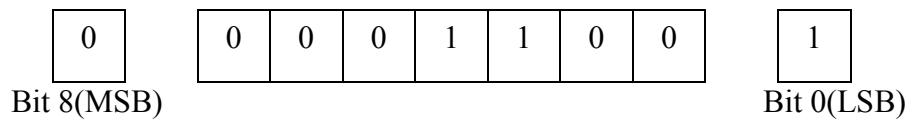
DS1820 den sıcaklık bilgisi okumak için ilk önce başlangıç adımlarını yerine getirmek gerektiğinden bahsetmiştik. Öncelikle bu adımlar gerçekleştirilmiştir.

Sistemde DS1820 den sıcaklık okuma işleminde, ROM adreslerindeki 64 bitlik veriye ihtiyaç duyulmadığı için bu adreslerdeki veriler okunmamıştır. Bu yüzden, ilk olarak, SKIP ROM[CCh] komutu gönderilmiştir. Bu komutun ardından CONVERT[44h] komutu gönderilerek sıcaklık çevriminin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

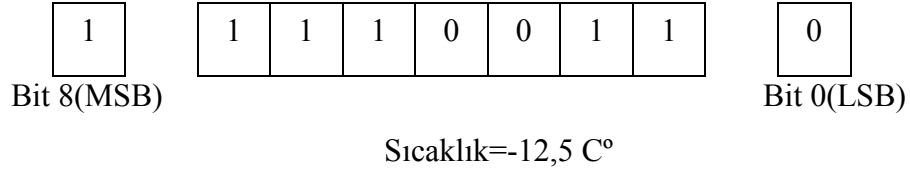
CONVERT komutundan sonra, READ SCRATCHPAD[BEh] komutu gönderilerek scratchpad hafızasındaki veriler okunmuştur. DS1820 den gelen ilk iki bayt lık veri sıcaklık bilgilerini içermektedir. Gerçekte, bu iki bayt yani 16 bitlik bilginin sadece 9 biti sıcaklık okuma için kullanılmaktadır. Diğer 7 biti bilgi içermemektedir.

DS1820 0,5C° adımlarla sıcaklık ölçmektedir. 9 bitlik sıcaklık bilgisinin 0. biti sıcaklık değerinin .5 C° eklenerek mi yoksa direkt okunan değer olarak mı değerlendirileceğini belirler. Eğer 0. bit lojik olarak 1 ise bu durumda okunan sıcaklık değerine 0,5 C° eklenir. Eğer lojik 0 ise herhangi bir değer eklenmez. 1-7 arasındaki bitler, ölçülen sıcaklık değerini gösterir. 8. bit ise, sıcaklık değerinin negatif mi pozitif mi olduğunu belirler ve lojik olarak 1 ise ölçülen sıcaklık negatiftir. Bu durumda 1-7 arasındaki bitler farklı şekilde yorumlanır (1 olanlar 0, 0 olanlar 1 olarak değerlendirilir).

Tablo 11.1 DS1820 9 bitlik sıcaklık verisi



Sıcaklık=+12,5 C°

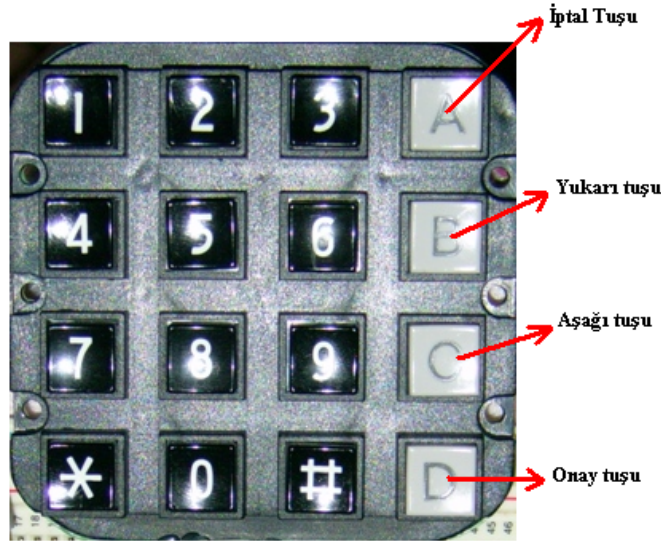


2.7 LCD ekran

Sistemde, 4x20 LCD(Liquid Character Display) karakter gösterge kullanılmıştır. Bu LCD ekran, mikrodenetleyici tarafından sürülmektedir.

2.8 Tuş Takımı

Tasarlanan sistemde, 4x4 matrix tuş takımı kullanılmaktadır. Bu tuş takımındaki 16 adet butonun, 10 adeti rakam, 1 adeti onaylama, 1 adeti iptal ve iki adeti yönlendirme tuşu olarak kullanılmıştır.



Şekil 12.1 Sistemde kullanılan tuş takımı

2.9 Güç Kaynağı

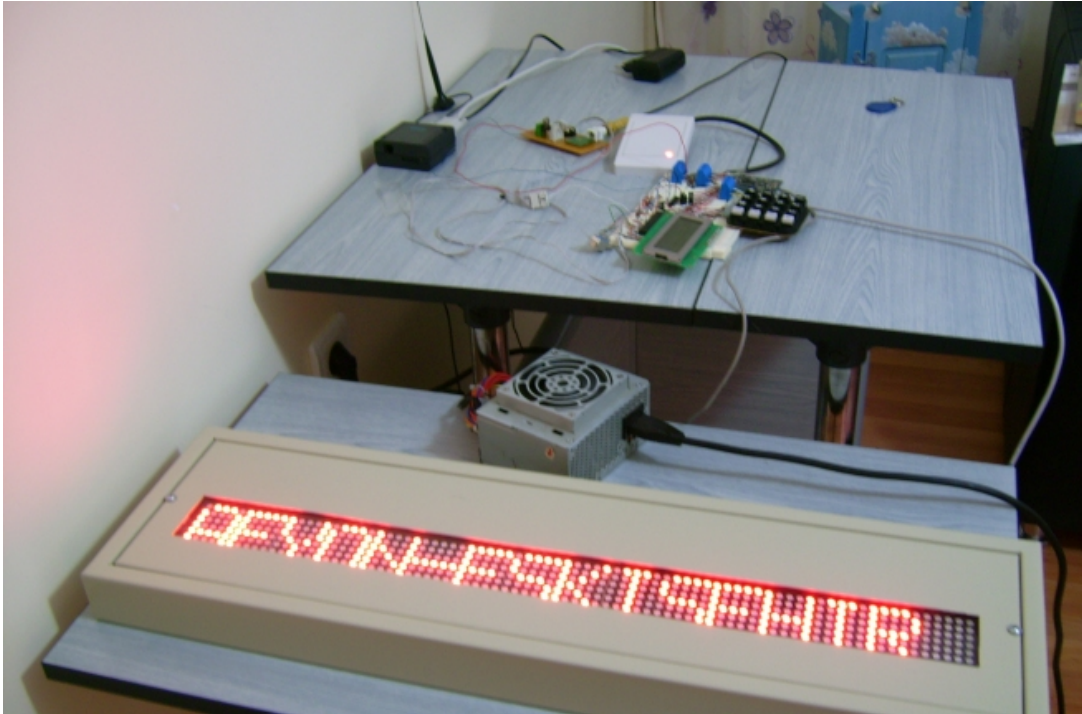
Güç kaynağı olarak gerilim dalgalanmalarından etkilenmeyen, switch mode(anahtarlama modlu) güç kaynağı kullanılmıştır. Kullanılan güç kaynağının kısa devreye karşı çıkışlarında koruma bulunmaktadır. Ayrıca güç kaynağının sistemdeki devre elemanlarını rahatlıkla çalıştırabilecek güçte olmasına dikkat edilmiştir.

Yukarıdaki özellikleri sağlayabilecek iyi bir güç kaynağı olarak masaüstü bilgisayarlarda kullanılan güç kaynağı tercih edilmiştir. Bu güç kaynağından, 12V ve 5V çıkışları besleme olarak kullanılmıştır. Güç kaynağından çıkış alabilmek için bazı çıkış uçları kısa devre edilmiştir

3. TASARLANAN SİSTEMİN ÇALIŞMASI

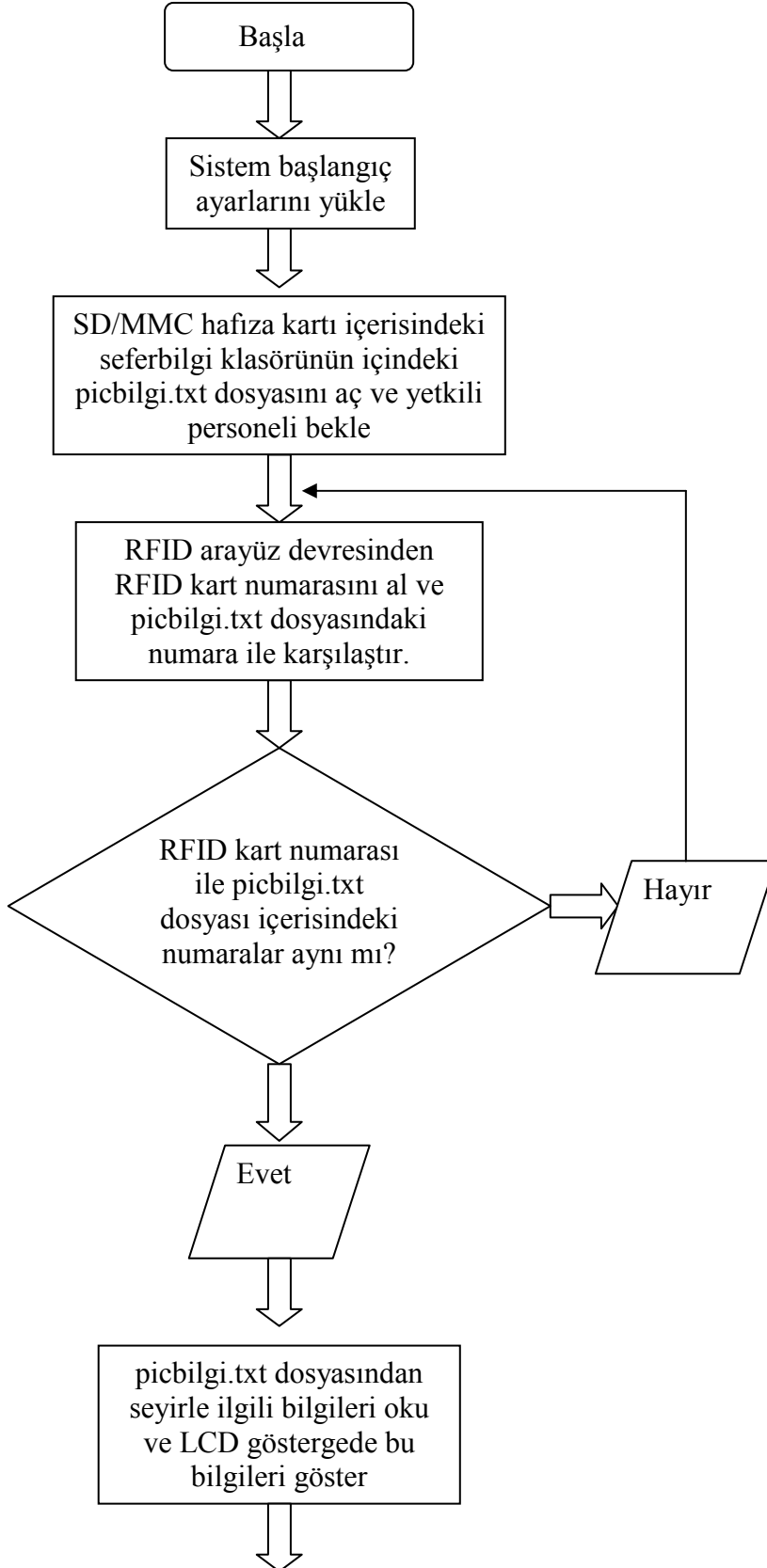
Tasarlanan sistem, raylı toplu taşıma araçları için gerçekleştirilmiş ancak otomobil üzerinde test edilebilmiştir. Tasarım başlangıcından tez yazım aşamasına kadar 23 adet yazılım değişikliği yapılarak sistemdeki hatalar minimuma indirilmeye çalışılmıştır.

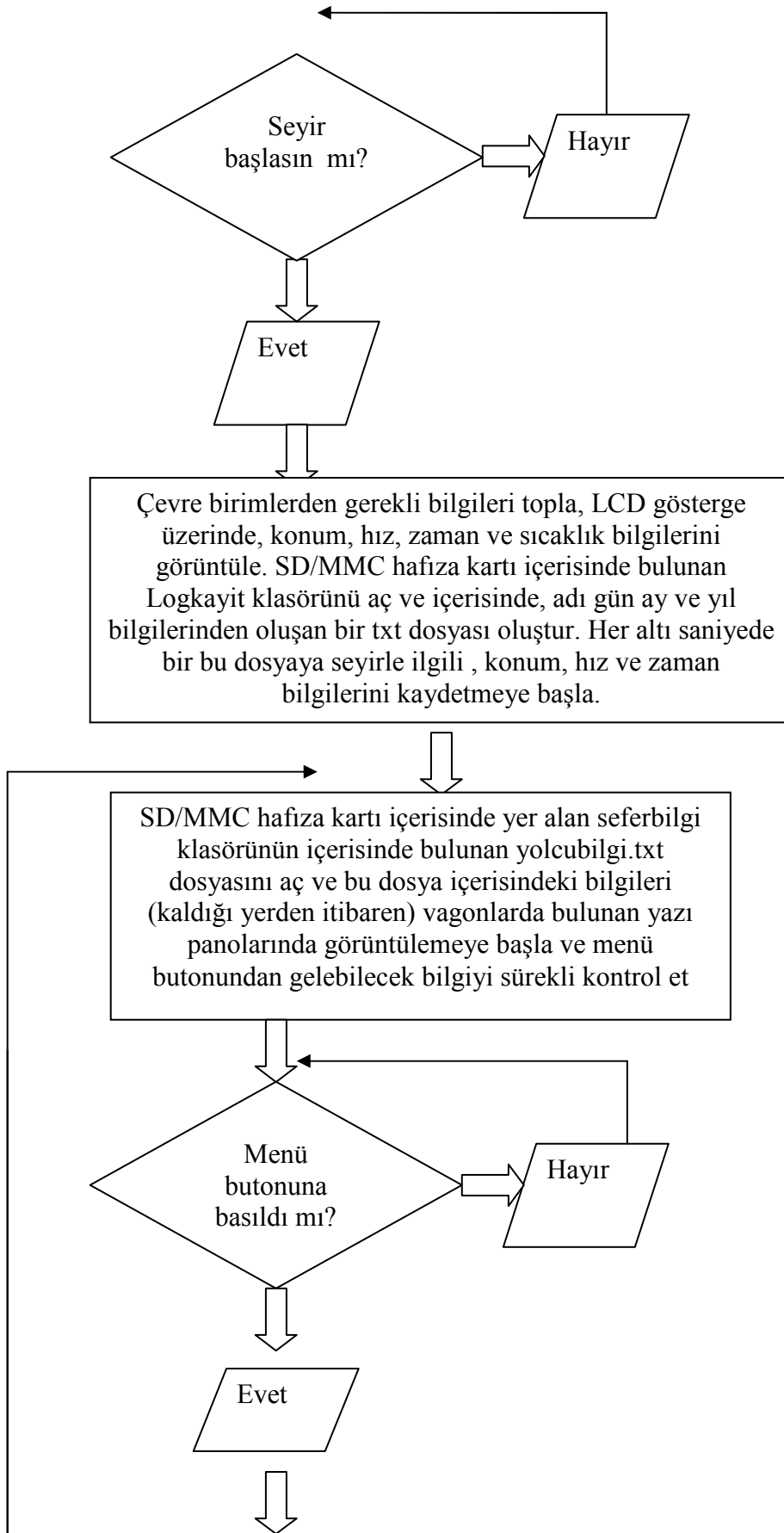
Sistemde mikrodenetleyici yazılımı için Crownhill Associates Ltd şirketinin geliştirmiş olduğu PICBASIC dili kullanılmıştır. PIC16F877 mikrodenetleyicisinin 8K word'lük program belleğinin 7,9 K word'lük bölümüne program yazılmıştır. Yazılımda yeni eklemeler yapılmak istenilirse PIC16F877 ile uçları birebir uyan PIC18F4515 kullanılabilir.

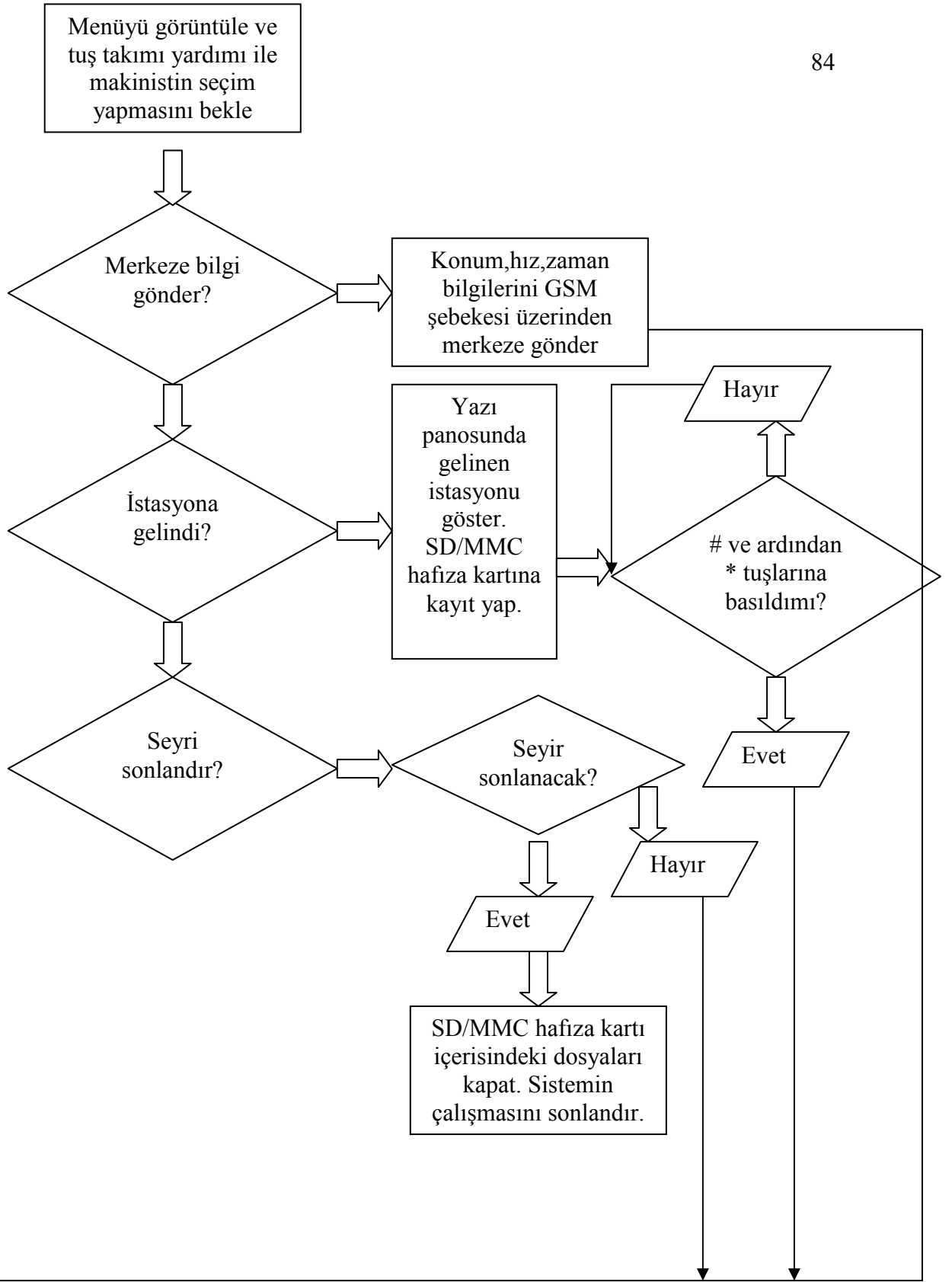


Şekil 13.1 Tasarlanan sistemin çalıştırılması

3.1 Yazılımın Akış Diyagramı







3.2 Sistemin Çalıştırılması

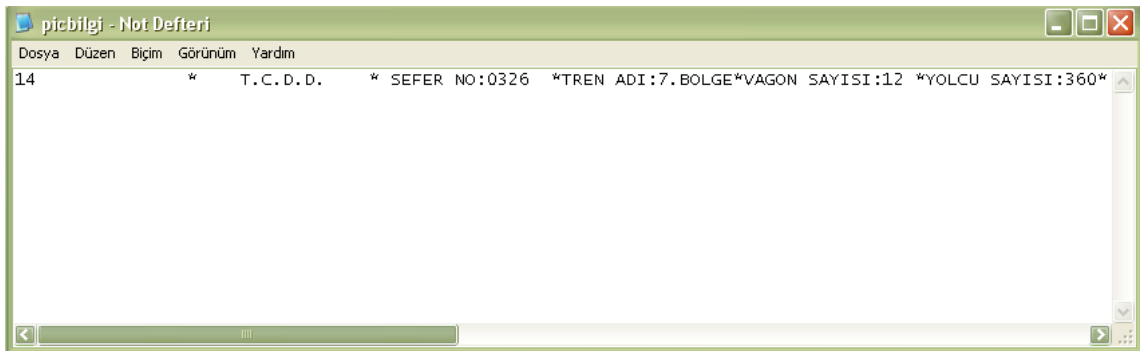
Sisteme enerji verildiğinde, mikrodenetleyici tarafından SD/MMC kart arayüz modül yardımı ile SD/MMC hafıza kartı içerisinde bulunan seferbilgi klasöründeki picbilgi.txt dosyası açılır. Bu dosya içerisindeki bilgiler 16 karakter uzunluğundaki bölümler halinde sıralanmıştır. Her bilginin arasında “*” karakteri kullanılmıştır. Bu dosyadaki ilk bilgi, bu dosyada kaç adet bilginin bulunduğunu gösteren sayıdır. Mikrodenetleyici bu sayı kadar bilgiyi 16 şar karakter halinde okur ve LCD ekran üzerinde sırasıyla gösterir.



Şekil 13.2 SD/MMC hafıza kartı içerisindeki klasörler



Şekil 13.3 SD/MMC hafıza kartı içerisindeki seferbilgi klasörü içerisindeki dökümanlar



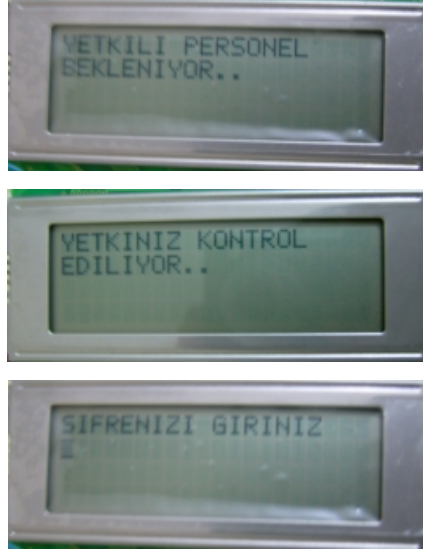
Şekil 13.4 Picbilgi.txt dosyasındaki bilgiler



Şekil 13.5 Picbilgi.txt dosyasındaki bilgilerin LCD ekranda görüntülenmesi

Seyirle ilgili genel bilgilerin LCD ekranda görüntülenmesinin ardından LCD ekranda yetkili personelin beklendiğine dair bir bilgi görüntülenir. Bu bilgi görüntüledikten sonra makinist kendisine ait RFID kartı kart okuyucuya gösterir. Kart okuyucu okuduğu kart bilgilerini mikrodenetleyiciye gönderir. Makinistin yetkili olup olmadığını anlamak için picbilgi.txt dosyasındaki en son bilgi ile RFID kart numarası kıyas edilir. Eğer kart numarası ile dosyadaki numara uyuyor ise sistem makinistten

yetki şifresini girmesi talep eder. Aksi takdirde yetkili personelin RFID kartı doğrulanana kadar sistem aktif hale gelmez. Makinist yetki şifresini doğru girerse sistem aktif hale gelir ve konum, hız, zaman ve sıcaklık bilgileri LCD ekranda görüntülenmeye başlar.



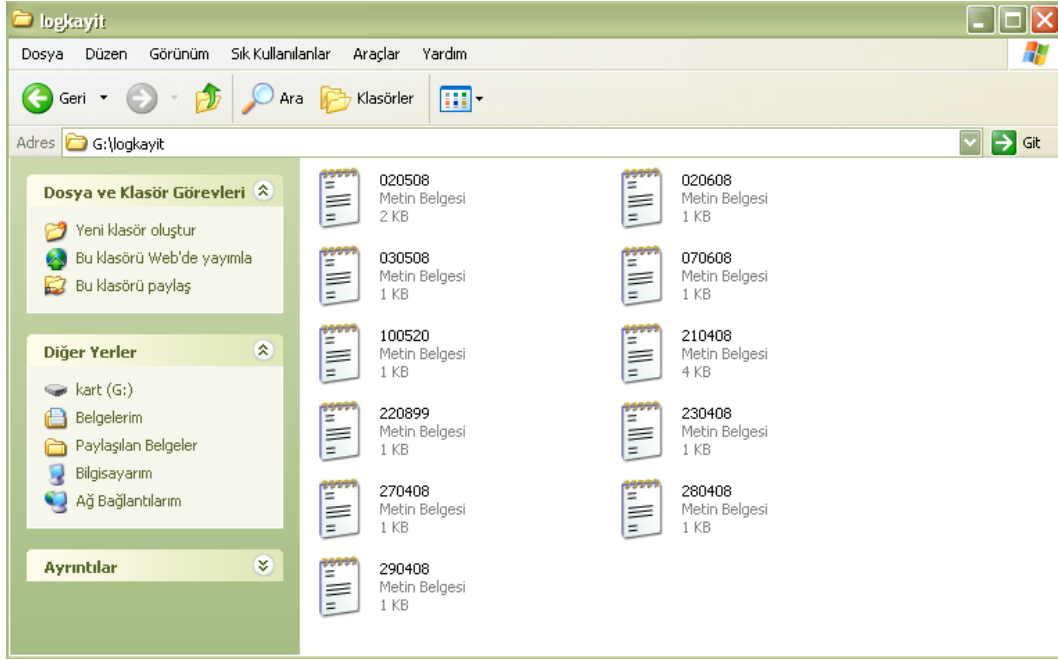
Şekil 13.6 Sistemin makinisti tanıma adımlarında LCD ekrandaki görüntüler



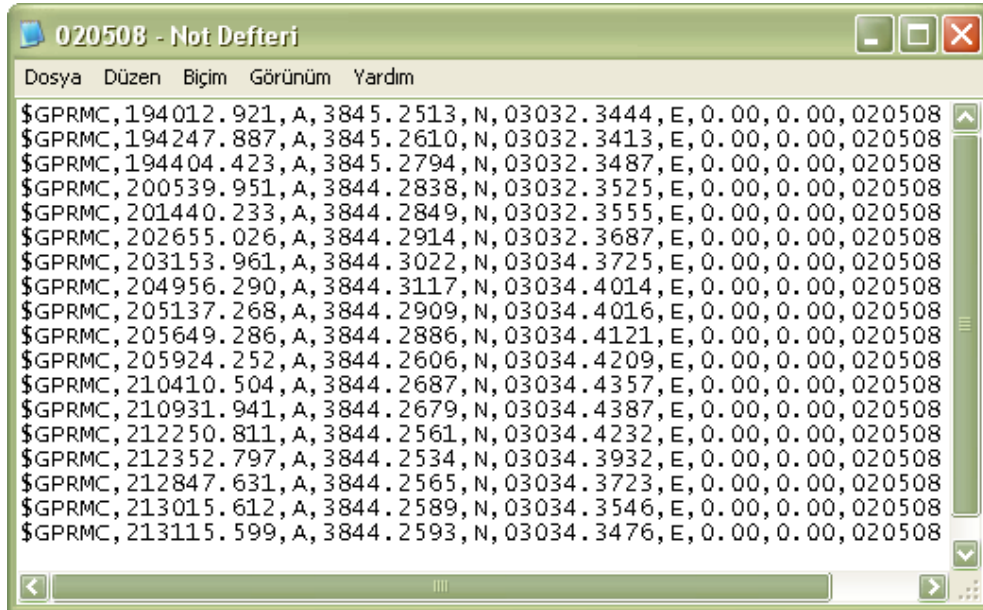
Şekil 13.7 Yetkili personelin yetkisi doğrulandıktan sonra LCD ekrandaki görüntü

Bu aşamadan sonra mikrodenetleyici, SD/MMC hafıza kartının içerisinde bulunan logkayıt klasörünün içerisine bir text dosyası oluşturur. Oluşturulan bu text

dosyasının adı gün, ay ve yıl(son iki hane) bilgilerinin aralarında boşluk bırakılmadan yan yana yazılmasıyla belirlenir. Bu aşamadan sonra mikrodenetleyici her altı saniyede bir konum, hız ve zaman bilgilerini bu dosyaya kaydetmeye başlar.

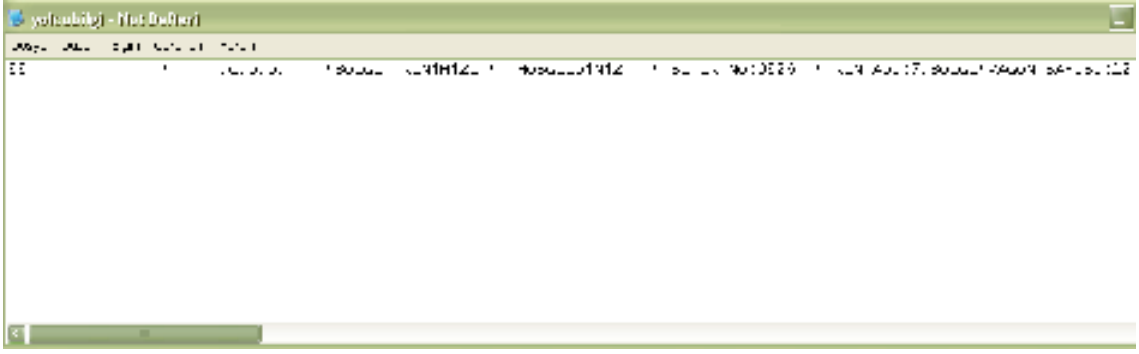


Şekil 13.8 SD/MMC hafıza kartına değişik tarihlerde kaydedilmiş örnek seyir defteri dökümanları



Şekil 13.9 SD/MMC hafıza kartının içerisine 02.05.2008 tarihinde kaydedilen örnek seyir bilgileri

Mikrodenetleyici bir yandan seyirle ilgili bilgileri elektronik ortamda kaydetmeye başlarken diğer yandan da, vagonlardaki yolcuları seyirle ilgili bilgilendirmeye başlar. Bu bilgilendirme işlemi için kaynak olarak SD/MMC hafıza kartı içerisinde bulunan seferbilgi klasörünün içerisinde yer alan yolcubilgi.txt dosyası kullanılır.



Şekil 13.10 Yolcubilgi.txt dosyasındaki bilgiler

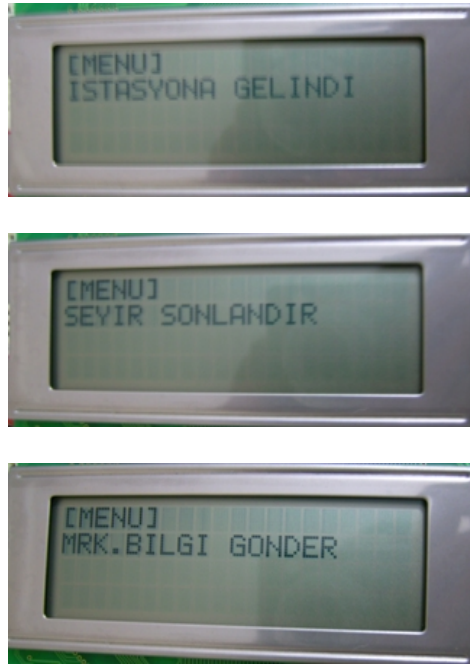
Bu dosyadaki bilgiler 16 şar karakter halinde sıralanmıştır ve aralarında "*" karakteri bulunur. Bu dosyadaki ilk bilgi dosyada kaç adet gösterilecek bilgi bulunduğunu ifade eden bir sayıdır. Mikrodenetleyici bu sayıyı okuduktan sonra, bu sayı kadar bilgiyi vagonlardaki yazı panolarında sırasıyla görüntüler.





Şekil 13.11 Yazı panosunda gösterilen örnek yazılar

Tasarlanan devreye, bir adet menü butonu konulmuştur. Makinist, bu menü butonunu kullanarak, kontrol menüsünü çağırır. Bu menü LCD ekran üzerinde görüntülendiğinde makiniste üç adet seçenek sunulur. Bu seçenekler, *istasyona gelindi*, *merkeze bilgi gönder* ve *seyri sonlandır* seçenekleridir.



Şekil 13.12 LCD ekranda görüntülenen kontrol menüleri

Makinist her istasyona geldiğinde menü butonunu kullanarak kontrol menüsünden, *istasyona gelindi* seçeneğini seçer. Daha sonra, sistem istasyona geldiğini makiniste doğrular. Bu aşamadan sonra, merkez seyir amirliğine GSM şebekesi üzerinden bilgilendirme mesajı gönderilir ve vagonlardaki yazı panosunda gelen istasyonun adı görüntülenir.



Şekil 13.13 Yazı panosunda gelen istasyonun adının görüntülenmesi



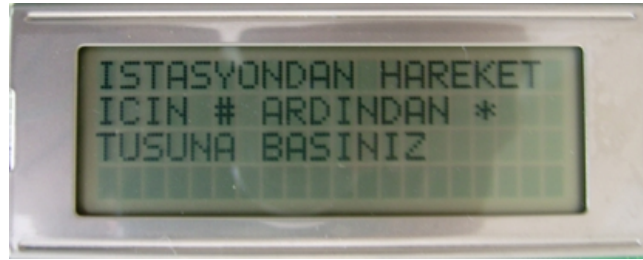
Şekil 13.14 Gelen istasyon ile ilgili bilginin seyir amirliğine gönderilmesi

Gelen istasyon ile ilgili bilgi SD/MMC hafıza kartı içerisinde bulunan seferbilgi klasörünün içerisinde bulunan istasyonbilgi.txt dosyasıdır. Bu dosya içerisinde seyir esnasında ulaşılabacak istasyonlar, 16 şar karakterlik uzunluklarda ve aralarında “*” karakteri bulunacak şekilde sıralanmıştır. Her istasyona gelindiğinde ilgili istasyonun adı bu dosyadan okunur ve yazı panosunda görüntülenir. Ayrıca seyir amirliğine gönderilecek bilgi mesajı için de bu dosyadan okunan istasyona adı kullanılır.



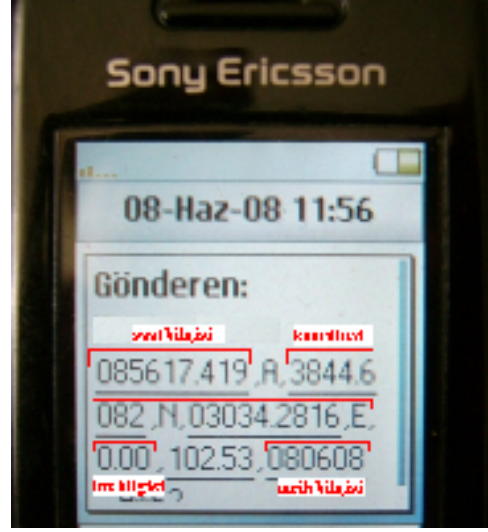
Şekil 13.15 İstasyonbilgi.txt dosyasındaki bilgiler

İstasyondan hareket etmek için “#” ardından “*” tuşlarına basılması gerekmektedir. Makinist bu tuşlara ard ardına bastığında LCD ekranda “seyir devam ediyor” bilgisi görüntülenir ve seyir kalınan yerden devam edilir.



Şekil 13.16 İstasyondan hareket için gerekli işlemin LCD ekranda tarif edilmesi

Yolculuğun herhangi bir anında makinist seyir amirliğine bilgi gönderebilir. Bu işlem için kontrol menüsünden *merkeze bilgi gönder* seçeneğinin seçilmesi gerekir. Bu durumda, sistem konum, zaman ve hız bilgilerini seyir amirliğine gönderir.



Şekil 13.17 Seyir amirliğine seyirin herhangi bir anında makinist tarafından gönderilen bilgi mesajı

Kontrol menüsünden *seyir sonlandır* seçeneği seçildiğinde ise, makiniste seyri sonlandıracağına dair bir doğrulama sorusu sorulur. Makinist onay tuşuna bastığında seyir sonlandırılır ve SD/MMC hafıza kartında bilgi kaydedilen dosya ve kaynak olarak kullanılan diğer dosyalar kapatılır. Seyir sona erdiğinde, seyir ile ilgili tüm bilgiler (her altı saniyede bir güncellenmiş olarak) hafıza kartı içerisinde kaydedilmiş durumdadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması ile, raylı toplu taşıma araçlarının seyirlerinin daha güvenli bir şekilde denetlenmesi edilmesi, yolcuların seyrin her anında bilgilendirilmesi ve daha sonraki yeni çalışmalara temel teşkil edebilecek bir sistemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Tez kapsamında, raylı toplu taşıma araçları için bir elektronik seyir defteri ve yolcu bilgilendirme sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemde, GPS modül, GPRS terminal, RFID okuyucu, SD/MMC arayüz modül gibi mevcut sistemler mikrodenetleyici yardımı ile kontrol edilmiştir. Bu iş için kullanılacak mikrodenetleyicinin I/O sayısının fazla olmasına dikkat edilmiştir.

Sistemde PIC16F877 mikrodenetleyici, ZX4120 GPS modül, MC35i GSM/GPRS terminal, SD/MMC kart arayüz modülü, RFID okuyucu, MAX6953 dot-matrix led sürücü donanımları kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen sistem 02.05.2008 tarihinde Afyonkarahisar şehir merkezinde hareketli bir otomobille başarı ile denenmiştir. Bu deneme sırasında herhangi bir sorun yaşanmamış, beklenen performans elde edilmiştir.

Tasarlanan sistem birçok yönden geliştirilmeye açık bir sistemdir. Program belleği daha geniş bir mikrodenetleyici ile çok daha gelişmiş bir sistem tasarlanabilir. Örneğin; seyir ile ilgili bilgiler GPRS şebekesi üzerinden internet ortamına anlık olarak gönderilebilir ve yolcu yakınları yolcuların nerede olduklarını internet ortamında anında görebilirler.

5. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Bullock, J.B. King, T.M. Kennedy, H.L. Berry, E.D. Zanfino, G. , 1997, “Test Results and Analysis of a Low Cost Core GPS Receiver for Time Transfer Applications”, IEEE International Frequency Control Symposium, 314-322 pages.
- DePriest, D., 2007, “NMEA data”, <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm> (Erişim tarihi: 04.02.2008)
- Hartmann, C.S. Claiborne, L.T. RF SAW Inc., Richardson, Texas 75081,2007, “Fundamental Limitations On Reading Range Of Passive IC-Based RFID and SAW-Based RFID”, IEEE International Conference on RFID,pages: 41-48.
- İbrahim, D., 2004, “Küresel Yerbulum Sistemi’nin (GPS) PIC Mikrokontrolöre Bağlanması”, *Otomasyon Dergisi*, Sayı 142.
- İstanbul Teknik Üniversitesi Research & Test Center, “RFID Nedir?”, 2008, <http://www.rfid.itu.edu.tr/rfid.html>. (Erişim tarihi: 04.04.2008).
- Jonathan,C.,2008,“What is RFID?”,<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129/> (Erişim tarihi: 02.04.2008).
- Kelly, J.T., 2006 , “PPS versus SPS”, GPS World Magazine.
- MAXIM Inc., 2002, Software Control of the MAX6952 and MAX6953 LED Drivers in Graphic Applications, Application Note 1034.
- Microchip Technology Inc., 2003, PIC16F87XA Datasheet
- Nemerix Inc., 2008, GPS Engine Board (WD-G-ZX4120)

Pendleton, G. and Geosystems,L., 2002, “The Fundamentals of GPS”, Directions Magazine.

SIEMENS AG Inc., 2005 , MC35i Terminal Hardware Interface Description, Version 2.0.

Tohum, E., 2007, “Küresel Yerbulum Sistemi (GPS)”, ASELSAN

uMMC Serial Data Module Data Sheet, 2004, Rogue Robotics Corporation Inc.

Weinstein,R., 2005 ,“RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise”, IEEE Computer Society IT Pro,Volume 7, Issue:3, pages: 2-3.

Yunck, T.P. Melbourne, W.G. Thoenton, C.L., 1985, “GPS based Satellite Tracking System for Precise Positioning”, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. Ge-23, No. 4.

Zhang Min, Li Wenfeng, Wang Zhongyun, LI Bin, Ran Xia, 2007, “A RFID Based Material Tracking Information System”, IEEE International Conference on Automation Logistics, 2922-2926 pages

EKLER

Program kodu

Sistemde kullanılan PIC16F877 mikrodenetleyicisinin hafızasına picbasic dili yardımı ile yazılan kod aşağıda verilmiştir.

```
Include "Modedefs.Bas"
Define      OSC  4
DEFINE LCD_DREG PORTD
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_BITS 4
DEFINE LCD_RSREG PORTD
DEFINE LCD_RSBIT 2
DEFINE LCD_EREG PORTD
DEFINE LCD_EBIT 3
DEFINE LCD_LINES 2
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000
DEFINE LCD_DATAUS 40
ADCON1 = 7
g var byte
t1 var byte
t2 var byte
t3 var byte
t4 var word
T1=0
T2=0
T3=0
T4=0
OPTION_REG.7=0
k var byte
k=0
```

col var byte
row var byte
key var byte
DQ var PORTC.0
DQ_DIR var TRISC.0
TRISA = %11111111
porta=0
trisb=1
trisd=%00000011
trisc.6=1
trisc.5=1
portb=0
portd=0
command var byte
temp3 var word
i var byte
r var byte
l var byte
IDX VAR BYTE
PASS VAR byte[6]
PASS1 VAR byte[6]
temp VAR WORD
samples var word
sample var byte
SCL VAR PORTC.1
SDA VAR PORTC.2
trisc.5=1
ii var byte
kk var byte
CommandByte VAR BYTE
SlaveAddress var BYTE
DataByte VAR BYTE

ReadData VAR BYTE
ll var byte
trise.0=1
porte.0=0
tel var byte[15]
GPSin VAR PORTe.0
sa VAR BYTE[2]
dk VAR BYTE[2]
dak var byte[2]
saat var byte[2]
gecenda var byte[2]
gecensa var byte[2]
gecerlilik var byte
latdeg VAR word
latmin VAR word
NS VAR BYTE
londeg VAR word
lonmin VAR word
EO VAR BYTE
speed var word
speedmin var word
course VAR BYTE
dd VAR BYTE[2]
mm VAR BYTE[2]
yy VAR BYTE[2]
m var byte
dummy var word
KPH var word
durak var byte
durak=0
durak1 var byte
durak1=0

```
duraksur var byte
DURAKSUR=0
gpsdat Var byte[64]
sabit var word
hiz var word
sabit=0
hiz=0
temp=0
m=0
r=0
main:
PAUSE 500
LCDOUT $FE,1,"TREN TAKIP",$FE,$C0,"OTOMASYON SIS."
PAUSE 1000
LCDOUT $FE,1,"YUKLENIYOR..."
pause 500
lcdout $fe,2,"SISTEM HAZIR"
pause 200
serout porta.5,84,["a"]
pause 500
SDsay var byte
SDsay2 var byte
SD var byte[18]
sd1 var byte[18]
kod var byte[11]
for i=0 to 17
kod[i]=0
SD[i]=0
next i
SDinit:
SEROUT2 PORTd.1,84,["O 1 R /seferbilgi/picbilgi.txt", 13]
SERIN2 PORTd.0,84,5000,SDpicoku,[k]
```

```

gosub SDpicoku
SDsay=SD[1]-$30
SD[2]=SD[2]-$30
SDsay=SDsay*10+SD[2]
sisinit:
for k=1 to SDsay
gosub SDpicoku
if k=SDsay then kontrol
LCDOUT $FE,1
for i=1 to 16
lcdout SD[i]
next i
pause 1000
next k
goto kontrol
SDpicoku:
SEROUT2 PORTd.1,84,["R 1 17",13]
SERIN2
PORTd.0,84,5000,SDpicoku,[SD[0],SD[1],SD[2],SD[3],SD[4],SD[5],SD[6],SD[7],SD[
8],SD[9],SD[10],SD[11],SD[12],SD[13],SD[14],SD[15],SD[16],SD[17]]
return
kontrol:
lcdout $fe,1,"YETKILI PERSONEL",$FE,$C0,"BEKLENIYOR.."
kodoku:
serin2
portc.5,84,[kod[0],kod[1],kod[2],kod[3],kod[4],kod[5],kod[6],kod[7],kod[8],kod[9],kod
[10]]
lcdout $fe,1,"YETKINIZ KONTROL",$FE,$C0,"EDILİYOR.."
PAUSE 1000
k=2
FOR i=1 to 9
k=k+1

```

```

if SD[k]<>kod[i] then kontrol
next i
i=0
sifre2:
key=0
pass[1]=SD[1]-$30
pass[2]=SD[2]-$30
pass[3]=SD[13]-$30
pass[4]=SD[14]-$30
pass[5]=SD[15]-$30
START:
  LCDOUT $FE,1,"SIFRENIZI GIRINIZ",$FE,$C0,$FE,$0F
  pause 1000
  i=0
START2:
  i=i+1
  GOSUB keypad
  if i=6 then START3
  IF key>=10 THEN
  LCDOUT $FE,1,"HATALI VERI"
  LCDOUT $FE,$0c
  PAUSE 1000
  GOTO START
  ENDIF
  LCDOUT "*"
  pass1[i]=key
  GOTO START2
START3:
  for i=1 to 5
  IF pass[i]<>pass1[i] THEN yanlissif
  next i
  LCDOUT $FE,1,"SIFRE DOGRU"

```

```

LCDOUT $FE,$0C
pause 1000
i=0
k=0
goto ONMENU
yanlissif:
LCDOUT $FE,1,"SIFRE YANLIS!!"
LCDOUT $FE,$0C
PAUSE 1000
GOTO sifre2
ONMENU:
LCDOUT $FE,1,"SEYIR BASLAT?"
GOSUB keypad
if key=15 then
gosub tempr
gosub gps
saat[0]=sa[0]
saat[1]=sa[1]
dak[0]=dk[0]
dak[1]=dk[1]
gosub SDistasyonoku
goto MENU
endif
GOTO ONMENU
kkk:
goto sifre2
MENU:
LCDOUT $FE,1,"[MENU]"
IF r=0 THEN LCDOUT $FE,$C0,"ISTASYONA GELINDI"
if r=1 then lcdout $FE,$C0,"MRK.BILGI GONDER"
if r=2 then lcdout $FE,$C0,"SEYIR SONLANDIR"
GOSUB keypad

```

```
IF r<2 AND KEY=12 THEN r=r+1
IF r>0 AND KEY=14 THEN r=r-1
if key=13 then GOTO maincontrol
if key=15 then asa
goto MENU
asa:
if r=0 then istmenu
if r=1 then mrkbil
if r=2 then finish
mrkbil:
gosub gps
g=1
gosub gsmbol
goto menu
maincontrol:
if porta.0=0 then menu
gosub gps
if porta.0=0 then menu
gosub sdyaz
if porta.0=0 then menu
dd[0]=dd[0]+$30
dd[1]=dd[1]+$30
mm[0]=mm[0]+$30
mm[1]=mm[1]+$30
yy[0]=yy[0]+$30
yy[1]=yy[1]+$30
sa[0]=sa[0]+$30
sa[1]=sa[1]+$30
dk[0]=dk[0]+$30
dk[1]=dk[1]+$30
gosub bilgilen
if porta.0=0 then menu
```

```

GOSUB tarihgoster
if porta.0=0 then menu
gosub saatgoster
if porta.0=0 then menu
gosub tempr
gosub sicakgoster
if porta.0=0 then menu
gosub sonrakiistasyon
gosub sonrakiistgoster
gecensa[0]=sa[0]-saat[0]
gecensa[1]=sa[1]-saat[1]
gecenda[0]=dk[0]-dak[0]
gecenda[1]=dk[1]-dak[1]
GOSUB gecensurgoster1
GOSUB gecensurgoster
goto maincontrol
istmenu:
lcdout $fe,1,"ISTASYONA GELINDI?"
GOSUB KEYPAD
IF key=15 then
SEROUT2 PORTd.1,84,[">C 2",13]
gosub sonrakiistgoster
goto uust
endif
g=0
if key=13 then maincontrol
goto maincontrol
uust:
LCDOUT
$FE,1,SD1[0],SD1[1],SD1[2],SD1[3],SD1[4],SD1[5],SD1[6],SD1[7],SD1[8],SD1[9],S
D1[10],SD1[11],SD1[12],SD1[13],SD1[14],SD1[15],SD1[16],SD1[17]
gosub gsmbol

```

```
lcdout $fe,1,"ISTASYONDAN HAREKET"
LCDOUT $FE,$c0,"ICIN # ARDINDAN *"
LCDOUT $FE,$94,"TUSUNA BASINIZ"
ust:
GOSUB KEYPAD
if key<>11 then ust
gosub keypad
if key<>10 then ust
lcdout $fe,1,"SEYIR DEVAM EDIYOR"
gosub SDistasyonoku
PAUSE 1000
goto maincontrol
gsmbol:
SMS:
SEROUT2 PORTE.1,84,["AT",13]
LCDOUT "AT"
SERIN2 PORTE.2,84,5000,SMS,[WAIT ("OK")]
LCDOUT $FE,1,"OK"
SEROUT2 PORTE.1,84,["AT+CMGF=1"]
SEROUT2 PORTE.1,84,[CR]
SERIN2 PORTE.2,84,2000,SMS,[WAIT("OK")]
LCDOUT $FE,1,"OK2"
SEROUT2 PORTE.1,84,["AT+CMGS=05053460673"]
SEROUT2 PORTE.1,84,[CR]
SERIN2 PORTE.2,84,2000,SMS,[WAIT(">")]
LCDOUT $FE,1,">"
if g=1 then mrkgel
SEROUT2
PORTE.1,84,[SD1[0],SD1[1],SD1[2],SD1[3],SD1[4],SD1[5],SD1[6],SD1[7],SD1[8],S
D1[9],SD1[10],SD1[11],SD1[12],SD1[13],SD1[14],SD1[15],SD1[16],SD1[17]]
```

```
SEROUT2 PORTE.1,84,["ISTASYONUNA GELINDI"]
goto mrkalt
mrkgel:
SEROUT2 PORTE.1,84,[str gpsdat\64]
mrkalt:
SEROUT2 PORTE.1,84,[26] 'ASCII for Ctrl+Z

SERIN2 PORTE.2,84,20000,SMS,[WAIT("+CMG")]
LCDOUT $FE,1,"+CMG"
PAUSE 1000
RETURN
finish:
lcdout $fe,1,"SEYIR SONLANDIRILDI"
PAUSE 1000
END
bilgilen:
kayyazinit2:
slaveaddress=$A0
for ii=0 to 3
gosub init
slaveaddress=slaveaddress + 2
next ii
yolSDinit:
SEROUT2 PORTd.1,84,["O 2 R /seferbilgi/yolcubilgi.txt", 13]
SERIN2 PORTd.0,84,5000,SDyoloku,[k]
gosub SDyoloku
SDsay=SD[1]-$30
SD[2]=SD[2]-$30
SDsay=SDsay*10+SD[2]
durak=SD[3]-$30
SD[4]=SD[4]-$30
durak=durak*10+SD[2]
```

```

yolsisinit:
for k=1 to SDsay
gosub gps
gosub tempr
gosub SDyoloku
gosub bilgilendir
next k
SEROUT2 PORTd.1,84,[">C 2",13]
return
SDyoloku:
SEROUT2 PORTd.1,84,["R 2 17",13]
SERIN2
PORTd.0,84,5000,SDyoloku,[SD[0],SD[1],SD[2],SD[3],SD[4],SD[5],SD[6],SD[7],SD[
8],SD[9],SD[10],SD[11],SD[12],SD[13],SD[14],SD[15],SD[16],SD[17]]
return
bilgilendir:
kk=1
bil2:
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
databyte=SD[kk]
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
if porta.0=0 then menu
pause 3000

```

return

GPS:

SerIn2 GPSin,188,3000,gps,[wait("\$GPRMC,"),STR gpsdat\64]

if gpsdat[6]="." then

sa[0]=gpsdat[0]-\$30

sa[1]=gpsdat[1]-\$30

dk[0]=gpsdat[2]-\$30

dk[1]=gpsdat[3]-\$30

i=6

endif

if gpsdat[5]="." then

sa[0]=gpsdat[0]-\$30

sa[1]=0

dk[0]=gpsdat[1]-\$30

dk[1]=gpsdat[2]-\$30

i=5

endif

for k=0 to 3

i=i+1

if gpsdat[i]="," then latoku

next k

latoku:

i=i+1

gecerlilik=gpsdat[i]

i=i+2

latdeg=gpsdat[i]-\$30

i=i+1

for k=0 to 3

if gpsdat[i]="." then latminoku

latdeg=(latdeg*10)+(gpsdat[i]-\$30)

i=i+1

next k

```

latminoku:
i=i+1
latmin=gpsdat[i]-$30
i=i+1
for k=0 to 3
if gpsdat[i]="," then logoku
latmin=(latmin*10)+(gpsdat[i]-$30)
i=i+1
next k
logoku:
i=i+1
NS=gpsdat[i]
i=i+2
londeg=gpsdat[i]-$30
i=i+1
for k=0 to 3
if gpsdat[i]="." then lonminoku
londeg=(londeg*10)+(gpsdat[i]-$30)
i=i+1
next k
lonminoku:
i=i+1
lonmin=gpsdat[i]-$30
i=i+1
for k=0 to 3
if gpsdat[i]="," then speoku
lonmin=(lonmin*10)+(gpsdat[i]-$30)
i=i+1
next k
speoku:
i=i+1
EO=gpsdat[i]

```

```
i=i+2
speed=gpsdat[i]-$30
i=i+1
for k=0 to 3
if gpsdat[i]="." then speminoku
speed=(speed*10)+(gpsdat[i]-$30)
i=i+1
next k
speminoku:
i=i+1
speedmin=gpsdat[i]-$30
i=i+1
for k=0 to 3
if gpsdat[i]="," then tahoku
speedmin=(speedmin*10)+(gpsdat[i]-$30)
i=i+1
next k
tahoku:
for k=0 to 6
i=i+1
if gpsdat[i]="," then taroku
next k
taroku:
i=i+1
dd[0]=gpsdat[i]-$30
dd[1]=gpsdat[i+1]-$30
i=i+2
mm[0]=gpsdat[i]-$30
mm[1]=gpsdat[i+1]-$30
i=i+2
yy[0]=gpsdat[i]-$30
yy[1]=gpsdat[i+1]-$30
```

```

dummy = speed * 18532
KPH = DIV32 10000
lcdout          $fe,1,#dd[0],#dd[1],"-",#mm[0],#mm[1],"-",#yy[0],#yy[1],"
",#sa[0],#sa[1],":",#dk[0],#dk[1]
lcdout $fe,$c0,"KONUM:",#latdeg,#latmin,gecerlilik,NS
'if gecerlilik="V" then lcdout $fe,$c0,"GPS BiLGiLERi HATALI"
lcdout $fe,$94,#londeg," ",#lonmin,Eo
'if gecerlilik="V" then lcdout $fe,$94," "
lcdout $fe,$D4,"HIZ:",#kph,".",#speedmin,"km/sa","T:",t1,t2,$2E,t3,$1B,"C"
if porta.0=0 then menu
pause 3000
return
sdyaz:
SEROUT2 PORTd.1,84,["O 3 A /logkayit/",dec dd[0],dec dd[1],dec mm[0],dec
mm[1],dec yy[0],dec yy[1],".txt", 13]
          ' If its ok, the it will send a response back : "OK"

SERIN2 PORTd.0,84,5000,sdyaz,[k]
SEROUT2 PORTd.1,84,["W 3 70",13]
SEROUT2 PORTd.1,84,["$GPRMC,",str gpsdat\64,">C 3",13]
return
tarihgoster:
kk=0
gpsgos2:
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub tarihyaz
gosub yazdir
kk=kk+1

```

```
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
sicakgoster:
kayyazinit:
slaveaddress=$A0
for ii=0 to 3
gosub init
slaveaddress=slaveaddress + 2
next ii
kk=0
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub sicaklikyaz
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
saatgoster:
kk=0
Slaveaddress=$A0
```

```
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub zaman
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
hizgoster:
kk=0
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub zaman
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
sonrakiistasyon:
kk=0
Slaveaddress=$A0
```

```
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub sonrakiist
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
sonrakiistgoster:
kk=1
istbil2:
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
databyte=SD1[kk]
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
SDistasyonoku:
```

```
SEROUT2 PORTd.1,84,["O 4 R /seferbilgi/istasyonbilgi.txt", 13]
SERIN2 PORTd.0,84,5000,SDistasyonoku,[k]
SEROUT2 PORTd.1,84,["R 4 17",13]
SERIN2
PORTd.0,84,5000,SDistasyonoku,[SD1[0],SD1[1],SD1[2],SD1[3],SD1[4],SD1[5],SD1
[6],SD1[7],SD1[8],SD1[9],SD1[10],SD1[11],SD1[12],SD1[13],SD1[14],SD1[15],SD1[
16],SD1[17]]
return
gecensurgoster:
kk=0
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub seyirgecen
gosub yazdir
kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
gecensurgoster1:
kk=0
Slaveaddress=$A0
Commandbyte=$60
for ll=0 to 3
for ii=0 to 3
gosub seyirgecen1
gosub yazdir
```

```

kk=kk+1
Commandbyte=Commandbyte+1
next ii
slaveaddress=slaveaddress + 2
CommandByte=$60
next ll
pause 3000
return
yazdir:
I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte] 'Write the data to the
I2C-device
I2CREAD SDA, SCL, SlaveAddress, [ReadData]
return
pause 3000
sicaklikyaz:
LOOKUP2 kk,
[$20,$53,$49,$43,$41,$4B,$4C,$49,$4B,$3A,t1,t2,$2E,t3,$1B,$43],DataByte
RETURN
tarihyaz:
Lookup2 kk,
[$54,$41,$52,$69,$48,":",dd[0],dd[1],$2E,mm[0],mm[1],$2E,yy[0],yy[1],$20,$20],Dat
aByte
return
hizyaz:
lookup2 kk,
[$20,$20,$48,$49,$5A,$3A,$20,$20,$4B,$4D,$2E,$53,$41,$20,$20,$20],DataByte
Return

sonrakiist:
lookup kk,
[$53,$4F,$4E,$52,$41,$4B,$69,$20,$69,$53,$54,$41,$53,$59,$4F,$4E],DataByte
return

```

seyirgecen1:

lookup kk,
[\$53,\$45,\$59,\$69,\$52,\$20,\$47,\$45,\$43,\$45,\$4E,\$20,\$53,\$55,\$52,\$45],DataByte
return

seyirgecen:

lookup2 kk,
[\$20,\$20,\$20,\$20,gecensa[0],gecensa[1],"s","a",gecenda[0],gecenda[1],"d","k",\$20,\$20
,\$20,\$20],DataByte
return

zaman:

lookup2 kk,
[\$20,\$20,\$20,\$53,\$41,\$41,\$54,\$3A,sa[0],sa[1],\$2E,dk[0],dk[1],\$20,\$20,\$20],DataByte
return

tempr:

Gosub init1820

command = \$cc

Gosub write1820

command = \$44

Gosub write1820

Pause 500

Gosub init1820

command = \$cc

Gosub write1820

command = \$be

Gosub write1820

Gosub read1820

```

t1=temp>>1
t2=t1 Dig 0
t2=t2+$30
t1=t1 dig 1
t1=t1+$30
t3=temp.0*5
t3=t3+$30
    return
init1820:
    Low DQ
    Pauseus 500
    DQ_DIR = 1

    Pauseus 100
    If DQ = 1 Then
        Goto tempr
    Endif
    Pauseus 400
    Return
write1820:
    For i = 1 to 8
        If command.0 = 0 Then
            Gosub write0
        Else
            Gosub write1
        Endif
        command = command >> 1
    Next i
    Return
write0:
    Low DQ
    Pauseus 60

```

```

    DQ_DIR = 1
    Return
write1:
    Low DQ
    @    nop
    DQ_DIR = 1
    Pauseus 60
    Return
read1820:
    For i = 1 to 16
        temp = temp >> 1
        Gosub readbit
    Next i
    Return
readbit:
    temp.15 = 1
    Low DQ
    @    nop
    DQ_DIR = 1
    If DQ = 0 Then
        temp.15 = 0
    Endif
    Pauseus 60
    Return
init:
    CommandByte = $04
    DataByte = $01
    I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte]
    I2CREAD SDA, SCL, $A0, [ReadData]
    pause 500
    CommandByte = $07
    DataByte = $00

```

```
I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte]
I2CREAD SDA, SCL, SlaveAddress, [ReadData]
pause 500
CommandByte = $01
DataByte = $FF
I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte]
I2CREAD SDA, SCL, SlaveAddress, [ReadData]
pause 500
CommandByte = $02
DataByte = $FF
I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte]
I2CREAD SDA, SCL, SlaveAddress, [ReadData]
pause 500
CommandByte = $03
DataByte = $01
I2CWRITE SDA, SCL, SlaveAddress, CommandByte, [DataByte]
I2CREAD SDA, SCL, SlaveAddress, [ReadData]
return
keypad:
keypad3:
PAUSE 5
gosub getkey
return
getkey:
pause 5
getkeyu:
portb=0
trisb=$f0
if ((portb>>4)!=$f) then getkeyu
pause 5
getkeyp:
for col=0 to 3
```

```
portb=0
trisb=(dcd col)^^$ff
row=portb>>4
if row !=$f then gotkey
next col
goto getkeyp
gotkey:
key=(col*4)+(ncd(row^^$f))
gosub table
return
table:
lookup key,[0,1,2,3,13,4,5,6,12,7,8,9,14,10,0,11,15],key
return
end
```