

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PERSONEL YER BELİRLEME SİSTEMİNDE GPS
DESTEĞİNİN KULLANILMASI**

Barkın İŞERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

(ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI)

DİYARBAKIR

TEMMUZ - 2006

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PERSONEL YER BELİRLEME SİSTEMİNDE GPS
DESTEĞİNİN KULLANILMASI**

Barkın İŞERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

(ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI)

DİYARBAKIR

TEMMUZ - 2006

TEŞEKKÜR

T.C

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DIYARBAKIR

Barkın İŞERİ tarafından yapılan " PERSONEL YER BELİRLEME SİSTEMİNDE GPS DESTEĞİNİN KULLANILMASI " konulu bu çalışma , jürimiz tarafından ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı

Adı Soyadı

Başkan: Doç. Dr. Mehmet AKIN

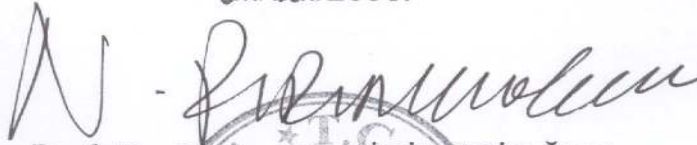
Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. M.Bahattin KURT

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 28/08/2006

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

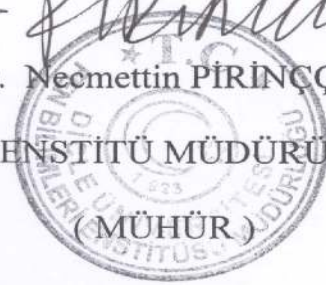
02/10./2006.



Prof. Dr. Necmettin PİRİNÇÇİOĞLU

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)



TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım esnasında yardımlarından dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet AKIN Hocama çok teşekkür ederim. Ayrıca bize her türlü desteği sağlayan Muhittin BAYRAM Hocama da teşekkür ederim. Manevi desteklerini hep hissettiğim sevgili Anneme, Kardeşime ve Abime varlıklarından dolayı teşekkürler. Canım eşim, hayat arkadaşım, ve benim her şeyim olan sevgili TUBA' ma bana hep destek olduğu için sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

AMAÇ

Günümüzde Hava Kuvvetlerinde, uçaktan atlayan bir pilotun bulunmasını sağlamak için Pilot Yer Belirleme Sistemi (PLS) adı verilen analog bir sistem kullanılmaktadır. Bu sistem günümüz ihtiyaçlarına cevap verecek hassasiyete sahip değildir. Coğrafi şartlara bağlı olarak 1000 – 1500 m arasında hata yapabilmektedir.

Bu çalışmada Pilot Yer Belirleme Sisteminin hassasiyetini artırarak hata miktarını minimum düzeye indirmek amaçlanmıştır, bunun için, günümüzde önemi hızla artmakta olan ve konum belirlemede en etkili sistem olan GPS (Global Positioning System) kullanılmıştır. Bu çalışma ile pilotun koordinatları maksimum 25 m hata miktarıyla tespit etmek amaçlanmıştır. Bu sistem tasarlanırken kullanılacak malzemenin maliyetinin düşük ve kolay temin edilebilir olmasına da ayrıca önem verilmiştir.

ÖZET

Tez konusu olarak araştırılan bu proje, bir ihtiyacın giderilmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Hava Kuvvetlerinde kullanılan ve kısaca PLS denilen personel konum belirleme sistemi (Personnel Locator System), herhangi bir kaza sonucu uçaktan atlayan pilotun üzerinde taşıdığı özel bir telsiz sayesinde yerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Mevcut bu sistemler istenilen düzeyde yeterli hassasiyette çalışmamaktadır. Bu sistemle kazaya uğrayan pilotun yeri radyo dalgalarıyla bulunmakta. Bu ise pilotun yerini 1000-1500 metreye kadar hatalı olarak göstermektedir.

Mevcut sistemde, arama yapan helikopterde bulunan bir cihaz, pilotun üzerinde taşıdığı telsizin sinyallerinin yönünü ve uzaklığını göstermektedir. Bu sistem çok güvenilir olmayıp havacılık açısından önemli oranda hata yapmaktadır.

Bu çalışma ile GPS desteğinin de kullanılmasıyla sistemin hassasiyetinin istenen değerlere ulaştırılması amaçlanmıştır. Pilotun üzerinde taşıdığı telsize bir adet GPS alıcısı ilave edilmiş, GPS ten alınan koordinat bilgileri DTMF kodlarıyla radyo dalgaları üzerinden alıcıya gönderilmiştir. Arama yapan helikopterde bulunacak telsiz alıcısına gelen DTMF sinyalleri çözülerek pilotun koordinatları LCD ekranda gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda da mevcut sistemlere göre daha yüksek hassasiyet elde edilmiş ve bu hassas koordinatlar radyo dalgaları vasıtasıyla aktarılabilmiştir. Ayrıca çalışmada Diyarbakır için beş ayrı semt belirlenmiş, alınan koordinatlara göre hangi semtte olduğu LCD ekrana yazdırılmıştır. Öncelikle bu çalışmada kullanılan konular hakkında bilgiler verilmiş daha sonra yapılan uygulama anlatılmıştır. Sırasıyla GPS'in çalışma prensipleri, seri iletişim kuralları, DTMF ton kodları sistemi (kodlayıcı- kod çözücü), CM8870 entegresi, PIC 16F877 mikrokontrolörü, PIC Basic programlama dili başlıkları altında yeterli düzeyde bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler

GPS, NMEA, PLS, DTMF, Microcontroller, Seri Communication, Picbasic, Radyo Dalgalarıyla Digital Haberleşme, Pilot Yerbelirleme Sistemi.

SUMMARY

This thesis subject is investigated as a project that is addressing a specific requirement. The Personnel Locator System (PLS), which is currently being used by Turkish Air Force, helps to locate the global position of a ejected pilot by using a special radio. The position accuracy of this current system does not meet the requirements. Radio signals are used to locate the position of the ejected pilot, which leads to a 1000 to 1500 meters of erroneous measurement.

The current system equipment, which is installed on a helicopter, calculates and shows the direction and range of the signals emitted by the radio that is carried on the pilot harness. This system is not reliable due its unacceptable low accuracy.

The objective of this investigation is to improve the accuracy of the system by using the Global Positioning System (GPS). A GPS receiver is mounted on the pilot carried radio and the GPS signals are transmitted on the radio signals by the DTMF codes.. The DTMF signals are received by the radio that is on the helicopter, decoded and displayed on the LCD.

After this study, the position accuracy is improved comparing to the predecessor and the accurate coordinates are transferred on the radio signals. Additionally, five designated points in Diyarbakır are located using this system and the name of the locations are displayed on the LCD according to calculated coordinates. Firstly, some theoretical information is given and then the application is delineated in this study.. The GPS operating principles, serial communication rules, DTMF tone codes (encoder – decoder), CM8870 integrated circuit, PIC 16F877 microcontroller, PIC Basic programming language are introduced in given sequence.

Keywords

GPS, NMEA, PLS, DTMF, Microcontroller, Serial Communication, Picbasic, Digital Communication by Radio Signals, Pilot Locator System

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
AMAÇ.....	ii
ÖZET.....	iii
SUMMARY.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOT.....	5
3.1. GPS Sistemi.....	5
3.1.1. Kullanım Alanları.....	5
3.1.2. GPS Sistemi.....	5
3.1.2.1.Uzay Bölümü.....	6
3.1.3.Kontrol Bölümü.....	7
3.1.4. Kullanıcı Bölümü.....	7
3.2. GPS' in Çalışma Prensibi.....	7
3.2.1. Uyduların Konumunun Önemi.....	7
3.2.2. Zamanlamanın Önemi.....	8
3.2.3. Geometrik Hesap.....	9
3.2.4. Almanak Bilgisi.....	10
3.3. GPS Alıcı Teknolojisi.....	11
3.3.1. GPS İle Pozisyon Ölçümünde Hata Kaynakları.....	11
3.3.1.1. Uydu Hataları.....	11
3.3.1.2. Atmosfer.....	11
3.3.1.3. Değişken Rota Hatası.....	12
3.3.1.4. Alıcı Hatası	13
3.3.2. Seçici Kullanılabilirlik.....	13
3.4. Hassasiyeti Artırma Yöntemi – DGPS.....	14
3.4.1.DGPS Nedir?.....	14
3.4.2. DGPS Nasıl Çalışır?.....	16
3.4.2.1. Referans Alıcısı Hataları Ölçer.....	16
3.4.2.2. Hata Düzeltmeleri Hareketli Alıcıya Gönderilir.....	17

3.4.2.3. Düzeltme Faktörlerinin Gönderilmesi.....	17
3.5. NMEA Stadarı (National Marine Electronics Association)	18
3.5.1. \$GPALM : Almanak Cevap Mesajı	19
3.5.2. \$GPGGA : GPS Konum Mesajı.....	21
3.5.3. \$GPGLL : GPS Enlem/Boylam Mesajı	24
3.5.4. \$GPGSA : DOP ve Aktif Uydu Mesajı	25
3.5.5. \$GPGSV : Görünür Uydu Mesajı	27
3.5.6. \$GPVTG : Hız/Yol Mesajı	29
3.6. Seri İletişim Standartları Ve Protokolleri	31
3.6.1. Seri İletişim Standartları	31
3.6.2. Senkron Seri İletişim Standartı	31
3.6.3. Asenkron Seri İletişim Standartı	32
3.6.4. Hata Kontrolü (Error Checking)	32
3.6.5. Seri İletişim Protokolleri	34
3.6.5.1. RS-232C Seri İletişim Protokolü.....	34
3.6.5.2. RS-232C El sıkışma	34
3.7. DTMF Tonları.....	35
3.7.1 Bir DTMF Kod Çözücü Sistemi	36
3.8. PIC 16F877' nin Kullanılması.....	37
3.8.1. PIC16F877 Portlarının Fonksiyonları.....	39
3.8.2. Program ve kullanıcı RAM bellek organizasyonu.....	41
3.8.3. Özel Fonksiyonlar.....	42
3.8.3.1. Paralel Slave Port.....	42
3.8.3.2. USART.....	42
3.8.3.3. Master Synchronous Serial Port (MSSP).....	43
3.8.3.4. Analog/Sayısal Çevirici Modülü.....	43
3.8.3.5. Capture/Compare ve PWM Modülü.....	44
3.9. PIC Basic Programlama Dili.....	45
3.9.1. PIC Basic'te Matematik Operatörleri:.....	46
3.9.2. PIC Basic'te Karşılaştırma Operatörleri:.....	48
3.9.3. PIC Basic'te Mantıksal Operatörler:.....	48
3.9.4. PIC Basic'te Komutlar:.....	49

3.9.5. Debug Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:.....	55
3.9.6. Debugin Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:.....	55
3.9.7. Hserin, Hserout Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:.....	55
3.9.8. DTMF ve Freqout Komutlarının Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	56
3.9.9. LCD Komutları İçin Gerekli Tanımlamalar:.....	57
3.9.10. LCD’de Karakter Yazma Dışındaki İşlemler:.....	57
3.9.11. Pauseus Komutuyla Kullanılabilecek Minimum Bekleme Süreleri:...	58
3.9.12. PWM Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	60
3.9.13. Serin Komutunda Mode’a Belirtilebilen Hız Tanımları:.....	60
3.9.14. Serin2 Komutunda Kullanılabilen Hızlar ve Mode’a Yazılan Karşılıkları:.....	60
3.9.15. Shiftin-Shiftout Komutlarında Kullanılabilen Mode’lar:.....	60
3.9.15.1.16F877 İle İlgili Açıklamalar:.....	61
3.9.16. ADCON1 Byte’ı:.....	61
3.9.17. Bit 6-4: Kullanım Dışı Bitler.....	61
3.9.18. ADCON0 Byte’ı:.....	61
3.9.19. PIC Basic’le Uygulama Örnekleri:.....	62
3.9.20. 16F877 İle ADC Kullanımı:.....	66
3.9.21. GOTO ADC_Okuma.....	66
3.9.22. DS1302 RTC Kullanımı:.....	66
3.9.22. Asenkron Seri Haberleşme:.....	72
4. UYGULAMA.....	76
4.1. GPS Destekli Sistemin Ana Hatları.....	79
4.1.1. Verici Modül.....	79
4.1.2. Alıcı Modül.....	79
4.2. Verici Modülün Çalışma Mantığı	79
4.3. Alıcı Devresinin Çalışma Mantığı.....	82
5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	86
6. EKLER	
6.1. EK-1 Verici PICBASIC Programı.....	87
6.2. EK-2Alıcı PICBASIC Programı.....	92
7. KAYNAKLAR.....	98

8. ÇİZELGE LİSTESİ.....	100
9. ŞEKİL LİSTESİ.....	101
10. RESİM LİSTESİ.....	103
11. ÖZGEÇMİŞ.....	104

1.GİRİŞ

1978 Yılında ABD tarafından uzaya ilk uydunun gönderilmesiyle başlayan GPS projesi 1994 yılında son uydunun da uzaya gönderilmesiyle tamamlanmıştır. Önceleri hata miktarının fazla olması sebebiyle sivil kullanım alanları kısıtlı durumdayken Avrupa ve Rusya'nın da benzer projelere başlamasıyla GPS'in kullanımı tüm dünyaya yayılmıştır. ABD hükümeti 2000 yılında aldığı kararla hassasiyeti artırmış ve sivil kullanım olanaklarını artırmıştır [1].

Bu gelişmelerle birlikte GPS'in kullanım alanı son derece artmıştır. Araç takip sistemleri, havacılık ve denizcilik için yön bulma sistemleri, büyük köprülerin rüzgardan ne kadar sarsıldığını gösteren sistemler, yeryüzünün depremlerden ne kadar etkilendiğini gösteren sistemler, hatta körler için yön bulma sistemleri GPS'in kullanım alanlarına birer örnektir.

Askeri alanda da GPS sıklıkla ve etkili bir şekilde kullanılmıştır.Körfez savaşı sırasında ABD tüm askerlerine birer GPS cihazı vererek çöl ortamında yönlerini kolaylıkla bulmalarını sağlamıştır [2].

Bu çalışma, GPS'in askeri alanda kullanımına bir örnektir. Halihazırda Türk Hava Kuvvetlerinde kullanılan PLS (Personnel Locator System) 'e GPS ilave edilerek sistemin etkinliği artırılmaya çalışılmıştır.

PLS sistemi olabilecek bir kaza sonrası pilotun uçaktan paraşütle ayrılmasından sonra pilotun bulunması için kullanılan sistemdir.Bu sistem yurt dışından temin edilmiş ve pahalı bir sistemdir. Aynı zamanda bazı zaafiyetleride mevcuttur.Bu sistem pilotun üzerinde taşıdığı bir cihaz ve arama ve kurtarma uçaklarında bulunan bir yön göstericiden ibarettir.

Kullanılan bu sistemin hassasiyeti yeterince iyi değildir. 1000 metreye kadar hata yapabilmektedir. Pilotun bulunduğu yeri hassas koordinatla göstermek için sisteme GPS ilave edilmiştir. Pilotun, üzerinde taşıyacağı GPS alıcısı ile koordinatı belirlenmiş, bu koordinatlar telsiz vasıtasıyla arama yapan uçak veya helikoptere otomatik olarak kodlu ve kriptolu olarak gönderilmiştir. Arama yapan uçak veya helikopter bu koordinatlarla pilotun yerini hassas bir şekilde 25 metre hata payıyla tespit etmiştir.

Mevcut sistemde pilotun yeri yön ve mesafe olarak bildirilmekte, koordinat sistemi kullanılmamaktadır. GPS desteğiyle birlikte koordinatlar kullanıldığı için sistem çok daha güvenilir ve etkili hale gelmiştir.

Sistemin kullanılabilir olması amacıyla, parçalarının boyutlarının küçük olması, mevcut sisteme entegrasyonunun kolay olması ve maliyetinin az olması amaçlanmış ve çalışmalar bu yönde yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

GPS sisteminin günlük hayata getirdiği neredeyse sonsuz faydalardan dolayı hem teorik hem de pratik anlamda pek çok çalışmaya konu olmuştur.

B.Hofmann-Wellenhof “Theory and Practice of GPS” çalışmasında GPS sisteminin temellerini ve çalışma ilkelerini anlatmışlardır.

Hurn Jeff ”Differential GPS Explained” çalışmasında GPS sisteminde oluşan hatalar ve bu hataları gidermek için bir yöntem olarak DGPS yöntemini anlatmış ve etkili olarak kullanılabileceğini göstermiştir [3].

Doğan İbrahim , Küresel Yerbulum Sistemi’nin (GPS) PIC Mikrokontrolöre Bağlanması çalışmasında GPS sisteminin sinyalleri nasıl gönderdiği ve bir mikrokontrolör ile nasıl iletişim kuracağı konusunu örneklerle anlatmıştır [12].

Ilgıt Beygo –Mehmet Karşıl原因, “GPS’ in Kısa Mesafelerde Hassasiyeti, Hassasiyeti Arttırma Yöntemleri ve Model Araba Navigasyonuna Uygulanabilirliği” Çalışmasında mevcut sivil GPS hassasiyeti ile model arabalar için GPS kullanımının uygun olmadığı sonucuna varmış, hassasiyet artırma teknikleri kullanıldığında model arabalarda kullanılabileceğini tespit etmiştir [17].

Özellikle Jeodezik alanda GPS kullanımı ile ilgili pek çok araştırma yapılmış, yeryüzünde meydana gelen hareketlerin GPS yardımıyla tespit edilmesi yönünde çok olumlu sonuçlar alınmıştır.Toprak kaymaları, depremler volkanik hareketler GPS yardımıyla ölçülmüş ve çok hassas sonuçlar alınmıştır.

Araç takip konusunda pek çok çalışma yapılmış ve halihazırda piyasada bulunabilecek ticari sonuçlar elde edilmiştir.Araç takibinde GPS bilgileri uydu telefonları vasıtasıyla merkeze anlık olarak bildirilmiş ve merkez tarafından tüm araçların aynı anda dünya üzerinde nerede oldukları gözlemlenebilmektedir.Bir diğer çalışmada ise araç üzerinde bulunan GPS gerekli bilgileri bir hafıza kartına depolar daha sonra ilgili kişiler aracın gittiği yönü bu hafıza kartıyla izleyebilmektedir.Şehir içi araç takibinde ise GSM şebekelerinden faydalanılmış, aracın koordinat bilgileri GSM vasıtasıyla merkeze bildirilmiştir.

Mimarlık alanında da GPS kullanılmıştır. Ç. MEKİK, K.S. GÖRMÜŞ, H. KUTOĞLU “Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS İle Köprü Salınım ve Titreşimlerin Belirlenmesi” çalışmasında büyük asma köprülerin salınımlarının GPS vasıtasıyla nasıl ölçülebileceğini anlatmış ve elde edilen sonuçları grafiklerle göstermişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. GPS Sistemi

GPS (Global Positioning System), düzenli olarak kodlanmış bilgi yollayan bir uydu ağıdır ve uydularla aramızdaki mesafeyi ölçerek dünya üzerindeki kesin yerimizi tespit etmeyi mümkün kılar.

Bu sistem, ABD savunma bölümüne ait, yörüngede sürekli olarak dönen 24 uydudan oluşur. Bu uydular çok düşük güçlü radyo sinyalleri yayarlar. Yeryüzündeki GPS alıcısı, bu sinyalleri alır. Böylece konum belirlenmesi mümkün olur.

Bu olağanüstü sistemi kurmak Amerika'ya ucuza mal olmamıştır. Sistemin kurulum değeri yaklaşık olarak 12 milyar ABD Dolarıdır. Devam eden bakım masrafları sistemin değerini arttırmaktadır.

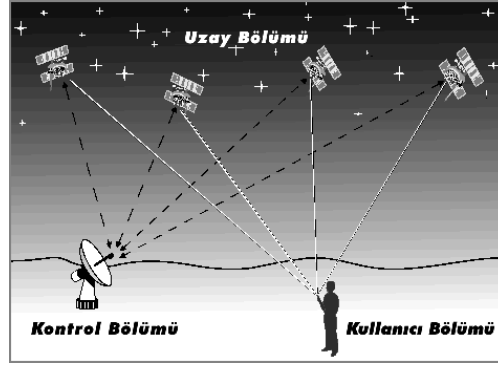
Bu sistemin ilk kuruluş hedefi tamamen askeri amaçlar içindi. GPS alıcıları yön bulmakta, askeri çıkartmalarda ve roket atışlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ancak, 1980'lerde GPS sistemi sivil kullanıma da açılmıştır. Artık bir çok alanda hayati önem taşıyan bir araç olarak kullanıma girmiştir[1].

3.1.1. Kullanım Alanları

GPS' in karada, havada ve denizde bir çok kullanım alanı vardır. Basit bir anlatımla, GPS size bulunduğunuz yerleri işaretleme ve belirlediğiniz noktaya geri dönme imkanı sağlar. GPS, kapalı alanlar ve su altı gibi sinyallerin alınmasının güçleştiği yerler dışında dünya üzerinde her yerde çalışır.

3.1.2. GPS Sistemi

NAVSTAR sistemi, uzay bölümü (uydular), kontrol bölümü (yer istasyonları) ve kullanıcı bölümünden (GPS alıcısı) oluşur.



Şekil 1. GPS Sistemi

3.1.2.1. Uzay Bölümü

Uzay bölümü, en az 24 uydudan (21 aktif uydu ve 3 yedek) oluşur ve sistemin merkezidir. Uydular, “Yüksek Yörünge” adı verilen ve dünya yüzeyinin 20.000 km üzerindeki yörüngede bulunurlar. Bu kadar fazla yükseklikte bulunan uydular oldukça geniş bir görüş alanına sahiptirler ve dünya üzerindeki bir GPS alıcısının her zaman en az 4 adet uyduyu görebileceği şekilde yerleştirilmişlerdir.

Uydular saatte 7.000 mil hızla hareket ederler ve 12 saatte, dünya çevresinde bir tur atarlar. Güneş enerjisi ile çalışırlar ve en az 10 yıl kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Ayrıca güneş enerjisi kesintilerine karşı (güneş tutulması vs.) yedek bataryaları ve yörünge düzeltmeleri için de küçük ateşleyici roketleri vardır.

GPS projesi ilk uydunun 1978’de ateşlenmesiyle başlamıştır. 24 uyduluk ağ 1994’de tamamlanmıştır. Projenin devamlılığı ve geliştirilmesi ile ilgili bütçe ABD Savunma Bölümüne aittir.

Uyduların her biri, iki değişik frekansta ve düşük güçlü radyo sinyalleri yayınlamaktadır. (L1, L2) Sivil GPS alıcıları L1 frekansını (UHF bandında 1575,42 Mhz), ABD Savunma bölümü alıcıları L2 (1227,60 Mhz) frekansını dinlemektedirler. Bu sinyal “Görüş Hattında – Line of Sight” ilerler. Yani bulutlardan, camdan ve plastikten geçebilir ancak duvar ve dağ gibi katı cisimlerden geçemez.

Daha rahat anlaşılması için, bildiğimiz radyo istasyonu sinyalleri ile L1 frekansını kıyaslamak istersek; FM radyo istasyonları 88 ile 108 Mhz arasında yayın yaparlar,

L1 ise 1575,42 Mhz' i kullanır. Ayrıca GPS' in uydu sinyalleri çok düşük güçtedirler. FM radyo sinyalleri 100.000 watt gücünde iken L1 sinyali 20-50 watt arasındadır. İşte bu yüzden GPS uydularından temiz sinyal alabilmek için açık bir görüş alanı gereklidir.

Her uydu yerdeki alıcının sinyalleri tanımlamasını sağlayan iki adet özel “pseudo-random” (şifrelenmiş kod) kodu yayınlar. Bunlar Korumalı (Protected – P code) kod ve Coarse/Acquisition (C/A code) kodudur. P kodu karıştırılarak sivil izinsiz kullanımı engellenir, bu olaya “Anti-Spoofing” adı verilir. P koduna verilen başka bir isimde “P (Y)” yada sadece “Y” kodudur.

Bu sinyallerin ana amacı yerdeki alıcının, sinyalin geliş süresini ölçerek, uyduya olan mesafesini hesaplamayı mümkün kılmasıdır. Uyduya olan mesafe, sinyalin geliş süresi ile hızının çarpımına eşittir. Sinyallerin kabul edilen hızı ışık hızıdır. Gelen bu sinyal, uydunun yörünge bilgileri ve saat bilgisi, genel sistem durum bilgisi ve ionosferik gecikme bilgisini içerir. Uydu sinyalleri çok güvenilir atom saatleri kullanılarak zamanlanır.

3.1.3. Kontrol Bölümü

Adından anlaşılacağı gibi, Kontrol Bölümü, GPS uydularını sürekli izleyerek, doğru yörünge ve zaman bilgilerini sağlar. Dünya üzerinde 5 adet kontrol istasyonu bulunmaktadır. Bunlardan dördü insansız, biri insanlı ana kontrol merkezidir. İnsansız kontrol merkezleri, topladıkları bilgileri ana merkeze yollarlar. Ana merkezde bu bilgiler değerlendirilerek gerekli düzeltmeler uydulara bildirilir.

3.1.4. Kullanıcı Bölümü

Kullanıcı bölümü yerdeki alıcılardır. Daha önce bahsedildiği gibi çeşitli amaçlarla GPS kullanarak yerini belirlemek isteyen herhangi bir kişi, sistemin kullanıcı bölümüne dahil olur.

3.2. GPS' in Çalışma Prensipleri

3.2.1. Uyduların Konumunun Önemi

GPS alıcısı yerini belirlemek için, öncelikle uyduların kesin yerini bilmelidir ve onlara ne kadar uzaklıkta olduğunu bulmalıdır.

Şimdi GPS' in uyduların yerini nasıl öğrendiğini inceleyecek olursak; Alıcı uydudan iki çeşit bilgi alır. Bunlardan birisi, uyduların konumlarını bildiren “almanac data – almanak bilgisi “ dır. Almanak bilgisi sürekli olarak yollanır ve GPS' in hafızasında saklanır. Bu sayede GPS her uydunun yörüngesini bilir ve olması gereken konumu hesaplar. Uydular konum değiştirdikçe almanak bilgisi yenilenir.

Uydu yörüngelerinde ufak sapmalar meydana gelebilir. Bu sapmaların hesaplanması için kontrol bölümü uyduların yörünge bilgilerini sürekli olarak izler. Elde edilen bu hata verileri Ana kontrol merkezine ulaştırılır ve düzeltilerek buradan uydulara geri gönderilir. Bu düzeltilmiş kesin konum bilgilerine Ephemeris Data – Geçici Bilgi adı verilir. Bu bilgiler güncelliğini 4 ila 6 saat arasında korur. Ephemeris bilgisi daha sonra kodlanarak GPS alıcısına gönderilir.

Almanak ve Ephemeris bilgilerini alan GPS alıcısı, uyduların kesin konumlarını sürekli olarak belirler.

3.2.2. Zamanlamanın Önemi

GPS alıcısının uyduların kesin konumlarını bilmesinin yanı sıra uydulara olan uzaklığını da bilmesi gerekir. Bu sayede, dünya üzerindeki yerini hesaplayabilir. Bunun için basit bir formül kullanılır.

Uyduya olana uzaklık; gönderilen sinyalin geliş süresiyle, hızının çarpımına eşittir.

$$(Geliş Süresi \times Hız = Mesafe)$$

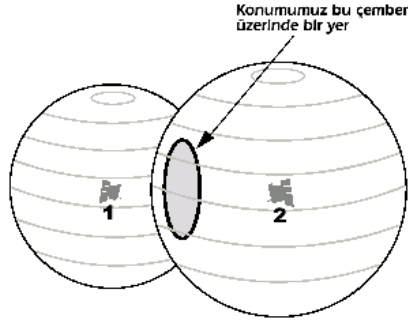
Uzaklığı belirlemek için kullanılan bu formülde, hızı zaten bilmekteyiz. Radyo dalgasının hızı, atmosferdeki ufak etkiler sayılmazsa, Işık Hızına eşittir. ($c = 300.000 \text{ km/sn}$)

Bundan sonra, formülün zaman kısmının hesaplanması gerekir. Çözüm uydulardan gelen kodlanmış sinyallerin içinde saklıdır. Gönderilen koda “Pseudo-Random Kod” adı verilir. Böyle adlandırılmasının sebebi, çok düzensiz bir sinyal olmasıdır. GPS alıcısı da aynı kodu üreterek, uydudan gelen kodla eşleştirmeye çalışır. Bu iki kodu karşılaştırarak aradaki gecikmeyi tespit eder, bu gecikme miktarı ile ışık hızının çarpımı mesafeyi verir.

Yaklaşık olarak bir uydudan sinyalin dünyaya ulaşma süresi 0,06 saniyedir. Saniyenin binde birinde oluşacak bir hata, mesafe ölçümünde 300 km' lik bir

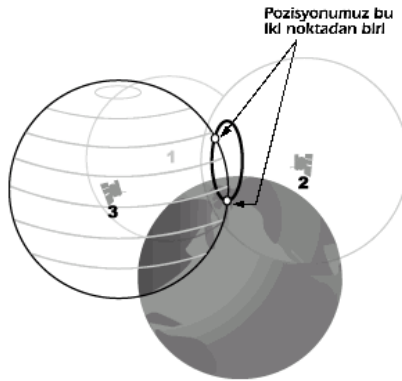
kaymaya sebep olacaktır. GPS alıcısının saati, uydudaki saatler kadar hassas değildir. Alıcıya bir Atom Saati koymak ise çok pahalı ve çok hantal olurdu. Bu yüzden, uyduya olan mesafe ölçümü, “Pseudo Range” olarak adlandırılır. Bu bilgiyi kullanarak pozisyon belirlemek için, 4 uydu kullanılarak saat hatasını minimuma indirinceye kadar ölçüm yapılır.

3.2.3. Geometrik Hesap



Şekil 2. İki uyduya göre konum belirleme

Şimdi uyduların yerlerini ve uydulara olan uzaklıkları biliyoruz. Diyelim ki, birinci uyduya olan uzaklık 20.000 km; bizim yerimiz, merkezi uydu olan ve 20.000 km çapındaki kürenin yüzeyi üzerindeki her hangi bir nokta olabilir. İkinci bir uyduya da 21000 km uzaklıkta olalım. Bu durumda, ikinci küre birinci küre ile kesişerek ara kesitte bir çember oluşturur. Eğer buna 22.000 km uzaklıkta üçüncü bir uydu eklersek, üç kürenin ortak kesim noktası olan 2 nokta elde ederiz.



Şekil 3. Üç uyduyla konum belirleme

$$x^2 + y^2 + z^2 = r_1^2$$

$$x^2 + (y-k)^2 + z^2 = r_2^2$$

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 = r_3^2$$

$$y = \frac{r_2^2 - r_1^2 - k^2}{-2k}$$

$$x = \frac{r_3^2 - r_1^2 - b^2 - a^2 + 2by}{-2a}$$

$$z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2}$$

$$Prs + T + Es = \sqrt{(x - x_s)^2 + (y - y_s)^2 + (z - z_s)^2}$$

Prs:Yaklaşık uyduya mesafe

T:Zaman hatası

Es:Modelleme hatası[18]

İki olası pozisyon belirlenmesine rağmen bu iki nokta arasında büyük koordinat farkları mevcuttur. Bu iki noktadan hangisinin gerçek pozisyon olduğunu bulmak için, GPS alıcısına yaklaşık yükseklik verisinin girilmesi gerekir. Bu şekilde GPS geriye kalan iki-boyut içinde kesin pozisyonu belirleyebilir. Fakat üç-boyutta yer belirlenmesi için GPS dördüncü bir uydü daha kullanır. Diyelim ki dördüncü uyduda bizden 19.000 km uzaklıkta olsun, bu dördüncü küreyi, önceki kürelerle kesiştirirsek, elimizde sadece bir ortak kesim noktası kalır. Bu da üç-boyutta kesin konumu belirtir.

3.2.4. Almanak Bilgisi

GPS sürekli olarak, uyduların konumları ile ilgili bilgileri depolar. Depolanan bu bilgiye Almanak Bilgisi denir. GPS uzun süre çalıştırılmazsa, daha önce toplanmış olan Almanak bilgisi güncelliğini yitirir. Buna GPS' in "soğuması" (cold) adı verilir.

GPS "soğuk" iken çalıştırılırsa uydudan bilgi toplaması uzun sürebilir. Uydulardan alınan bilgiler dört ile altı saat güncelliğini korur, bu süre içinde GPS tekrar açılır ise bu durumda GPS "sıcak" (warm) olarak nitelendirilir ve çalışmaya başlaması çok

daha kısa süre alır. GPS' lerin özellikleri arasında "Sıcak" ve "Soğuk" başlatma süreleri yer alır.

3.3. GPS Alıcı Teknolojisi

Çoğu modern GPS alıcıları paralel, çok kanallı çalışma sistemine sahiptir. Daha önceleri yaygın olan tek kanallı GPS alıcı modelleri çeşitli ortamlarda sürekli olarak uydu takip edemiyorlardı. Paralel alıcılar ise her biri bir uyduyu izlemek üzere, 5 ile 12 alıcı devresine sahiptirler. Bunların içinden en kuvvetli dört sinyal takip edilir. Paralel alıcılar uydulara hızla kilitlenebildikleri gibi, yüksek binalar, sık ormanlar gibi zor ortamlarda da efektif bir şekilde çalışırlar.

3.3.1. GPS İle Pozisyon Ölçümünde Hata Kaynakları

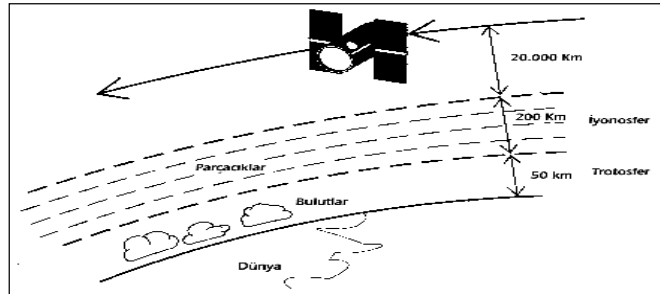
Sivil GPS alıcıları aşağıdaki çeşitli nedenlerden dolayı pozisyon hataları yapmaya meyillidirler.

3.3.1.1. Uydu Hataları

Zamanlama GPS için kritik bir faktör olduğu için GPS uyduları atom saatleri ile donatılmışlardır. Ancak atom saatleri de mükemmel değildir. Zamanlamada oluşan çok ufak hatalar, mesafe ölçümünde küçümsenmeyecek yanılgılara yol açar.

Uyduların uzaydaki pozisyonları ise hesaplamanın başlangıç noktasıdır. GPS uyduları yüksek yörüngelere yerleştirilmişlerdir ve dünyanın üst atmosferinin bozucu etkilerinden etkilenmezler. Buna karşın tahmin edilen yörüngelerinde ufak kaymalar yapabilirler. Bu da pozisyon hatalarına yol açar.

3.3.1.2. Atmosfer



Şekil 4. Atmosferden kaynaklı hatalar

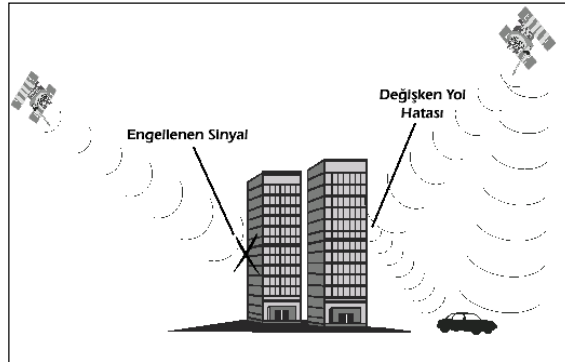
GPS uyduları zamanlama bilgilerini radyo sinyalleri olarak gönderirler ve bu da ayrı bir hata kaynağıdır. Çünkü dünya atmosferinde, radyo sinyalleri her zaman tahmin edildiği gibi hareket etmezler.

Radyo sinyallerinin atmosfer içinde ışık hızında hareket ettiği ve bu hızın sabit olduğu kabul edilse de, ışık hızı sadece vakum ortamında sabittir. Radyo sinyalleri, içinde bulundukları ortama göre yavaşlama gösterirler.

GPS sinyalleri İyonosfer’de yüklü parçacıklar ve Troposferde su buharı tarafından geciktirilir. Tüm hesaplamalarda ışık hızı sabit kabul edildiğinden bu gecikmeler uydunun uzaklığını ölçmede hatalara yol açar.

İyi alıcılar atmosfer içindeki bu tipik yolculukta doğacak hataları düzeltmek için bir düzeltme faktörü kullanırlar. Ancak atmosfer farklı yerlerde ve zamanlarda değişiklik göstereceği için teorik bir hata modeli oluşturulamaz.

3.3.1.3. Değişken Rota Hatası

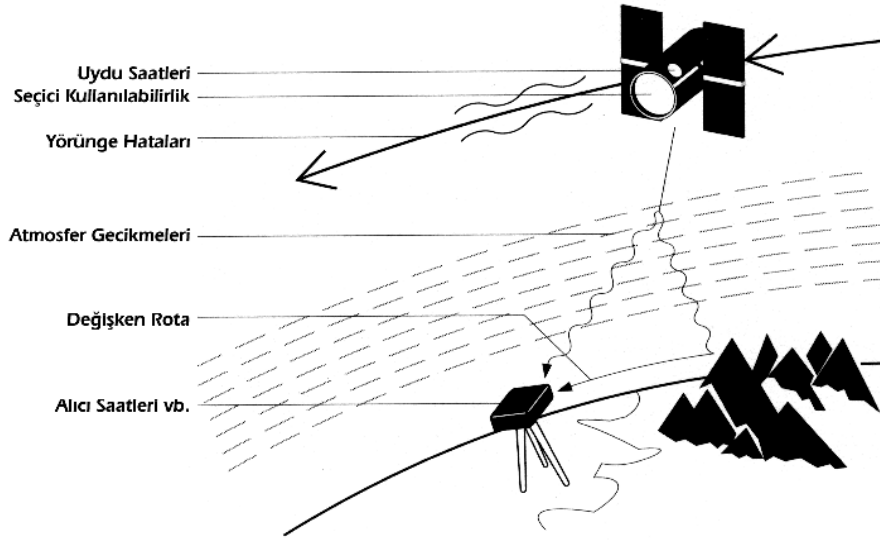


Şekil 5. Değişken Geometri Hataları

Sonunda dünya yüzeyine ulaşan GPS sinyalleri GPS alıcısına ulaşmadan önce katı cisimler tarafından yansıtılır veya engellenir. Bu hata formuna “Değişken Rota” (Multipath) hatası denir. İlk olarak antene gelen sinyal direkt gelirse daha hızlı ulaşır, sonradan yansıtılarak gelen sinyal diğerinden daha geç ulaşır ve bu sinyaller birbirleriyle karışarak gürültülü sonuç yaratırlar.

3.3.1.4. Alıcı Hatası

Yerdeki alıcılar da mükemmel değildir. Kendi saatlerinde oluşan kaymaların yanı sıra iç gürültülerden dolayı da hata yaparlar.



Sekil 6. Seçici kullanılabilirlik

3.3.2. Seçici Kullanılabilirlik (Selective Availability)

Yukarıda anlatılan doğal hatalardan daha kötüsü, ABD Savunma Bölümü tarafından yapılan "Kasti Hatalardır". Bu "*Seçici Kullanılabilirlik*" politikasının altında yatan amaç ise, karşı güçlerin GPS sisteminin ABD ve yandaşlarına karşı kötü niyetli kullanımını önlemektir.

ABD Savunma Bölümü tarafından GPS uydu saatlerinde ve uyduların yörüngelerinde bazı küçük sapmalar yaratılır. Bu etkiler, sistemin sivil kullanımdaki hassasiyetini önemli ölçüde azaltır.

Eğer sabit bir GPS alıcısını hareketinin konum grafiğini, *Seçici Kullanılabilirlik* devrede iken çizmek istersek, pozisyonumuzun 100 m çapındaki bir daire içinde dolaştığını görürüz.

Askeri alıcılarda bulunan kod çözücü anahtarlar, hangi hataların devrede olduğunu ve ne kadar olduğunu söyler; böylece hatalar giderilebilir. Bu yüzden askeri GPS alıcıları, çok daha hassas ölçüm kabiliyetine sahiptir.

3.4. Hassasiyeti Artırma Yöntemi - DGPS

3.4.1.DGPS Nedir?

Eğer dünya bir laboratuvar olsaydı, mükemmel laboratuvar koşullarında GPS sistemi hatasız çalışırdı.

GPS tasarımcıları, bu sistemi potansiyel birçok problemten koruyarak büyük bir iş yapmışlardır. Ancak küçük hatalar birleşerek daha büyük hatalara neden olur. Hassasiyeti arttırmanın en yaygın yöntemi olan “Differential GPS” bu hataların çoğunu yok edebilmektedir.

Tablo 1. Her uydu için hassasiyet

Her Uydu İçin Hassasiyet	<i>Standart GPS</i> (m)	<i>Differential</i> <i>GPS (m)</i>
Uydu Saatleri	1,5	0
Yörünge Hataları	2,5	0
Iyonosfer	5,0	0,4
Troposfer	0,5	0,2
Alıcı Gürültüsü	0,3	0,3
Değişken Rota (Yansımalar)	0,6	0,6
Seçici Kullanılabilirlik (SA)	5,0	0

Tipik Pozisyon Hassasiyeti

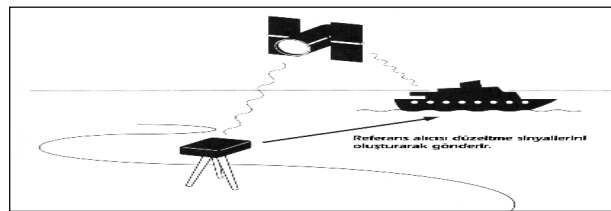
Yatay	5 ²	1,3
Düşey	8	2,0
3-D	12	2,8

Diferansiyel GPS, doğal nedenler ve insan ürünü faktörlerden oluşan hataları azaltır. Bunun arkasındaki sır, iki adet alıcı kullanımındır. Özetle fikri anlatmak istersek;

Yukarıda anlatıldığı gibi, GPS sinyalindeki hatalar birçok nedene dayalı olarak meydana gelir. (uydu saatleri, yörünge hataları, atmosfer hataları gibi) Bu hataların çoğu değişken oldukları için, tahmin edip düzeltilmeleri oldukça zordur. Yapılması gereken hataları oluştukları süre içinde ölçmek olmalıdır.

İşte bu noktada ikinci alıcı devreye girer. Koordinatları tam olarak bilinen bir noktaya GPS alıcısı yerleştirilir. Bu ikinci alıcı uydulardan gelen bilgilerle kendi pozisyonunu hesaplar ve bilinen pozisyonla bu bilgileri kıyaslar. Aradaki fark GPS sinyalindeki hatadır.

Ne yazık ki, uydu hatalarını bir kere tespit edip, aynı verileri kullanarak ölçüme devam edemezsiniz. Çünkü uydu hataları sürekli olarak değişmektedir. Bu işi yapmak için iki tane GPS alıcısına ihtiyaç vardır. "Referans" alıcısı sürekli olarak belirlenen noktada durur ve uyduların hatalarını tespit ederek diğer alıcıya yollar (gezinerek pozisyon tespiti yapan bu alıcıdır), bu alıcı, gelen hata verilerini hesaplarına katarak daha hassas sonuçlar elde edebilir.



Şekil 7. DGPS Yöntemi

Bu teknikle DGPS birçok bilimsel araştırma ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. DGPS düzeltme verilerinin gönderilmesi ve alınmasında RTCM SC-104 adı verilen uluslararası bir veri standardı ve IALA' nın kıyı sahil vericilerine uyarlanmak üzere geliştirdiği ayrı bir RTCM SC-104 standardı kullanılmaktadır.

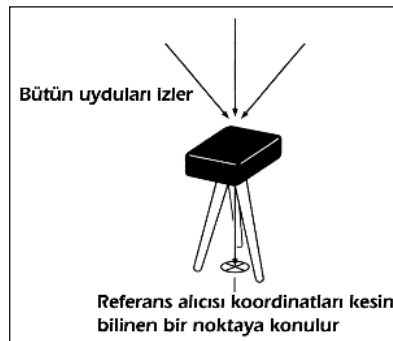
3.4.2. DGPS Nasıl Çalışır?

Basit GPS otonom olarak çalışır. Başka bir deyişle, tek bir alıcı ile dünyanın herhangi bir yerinde iyi sonuçlar alınabilir. Ancak, DGPS iki alıcının birlikte kullanımından oluşur. Biri sabit diğeri hareketli olarak çalışır.

Burada sabit alıcı DGPS sisteminin hassasiyetinin anahtarıdır. Bu sabit istasyon uydulardan alınan ölçüm değerlerini referans değerleri olarak kullanır.

Bizim dünya üzerindeki hareketimiz, uyduların dünyaya olan mesafesinin yanında, ihmal edilecek kadar küçüktür. Eğer iki alıcı birbirine yeterince yakın ise, ki bu mesafe birkaç yüz km olabilir, bu iki alıcıya gelen sinyaller atmosferin aynı diliminden geçer ve aynı hataların etkisinde kalır. Böylece ikisinde de aynı gecikmeler meydana gelir. Bu prensipten yararlanarak düzeltmeler yapılabilir.

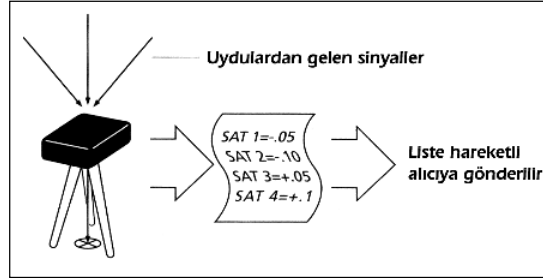
3.4.2.1. Referans Alıcısı Hataları Ölçer



Şekil 8. Referans Alıcısı

Referans Alıcısı, sabit ve koordinatları kesin olarak bilinen bir noktaya yerleştirilir. Bu referans alıcısı, hareketli GPS alıcısı ile aynı sinyalleri alır ancak normal bir GPS' den farklı olarak, hesaplamaları tersten yapar. Zamanlama sinyalleriyle pozisyon hesaplamak yerine, bilinen pozisyondan zamanı hesaplar.

Referans istasyonu, kendi konumunu ve uyduların olması gereken konumu da bildiğinden, bulunduğu noktayla her bir uyduya olan teorik mesafesini hesaplar. Bu mesafeyi ışık hızına bölerek zamanı bulur. Bu süre, uydudan belirtilen noktaya sinyallerin gelmesi gereken süredir. Teorik süre ile eldeki süreyi karşılaştırır. Aradaki fark sinyalin hatası veya gecikmesidir.



Şekil 9. Referans istasyonu

3.4.2.2. Hata Düzeltmeleri Hareketli Alıcıya Gönderilir

Bundan sonraki basamak ise, bu hata düzeltmelerinin hareketli alıcılara gönderilmesidir. Böylece alıcı hesaplarını bu hatalara göre düzeltir. Referans istasyonu, hareketli alıcının hangi uyduların kullanıldığını bilmediğinden, tüm uydulardan gelen sinyallerin hatalarını hesaplar ve hareketli alıcılara gönderir. Bu hata bilgilerinin aktarımında standart bir format kullanılmaktadır.

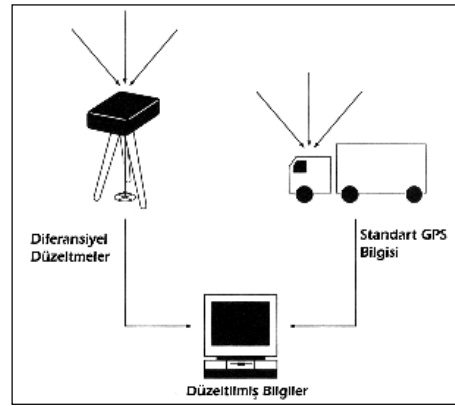
3.4.2.3. Düzeltme Faktörlerinin Gönderilmesi

Bunun için birkaç yöntem mevcuttur ancak kullanılan temel yöntem radyo bağlantısıdır. Buradaki asıl sorun bilgi transferindeki hızdır. Referans istasyonu düzeltme bilgilerini göndermekle zaman kaybetmemelidir. Eğer bilgiler geç gönderilirse, düzeltmeler güncelliğini kaybedebilir çünkü atmosfer ve uydu durumları sürekli olarak değişmektedir.

Buna ilave olarak referans istasyonu hesaplama yaparken de biraz vakit kaybedecektir. Referans istasyonunda yapılan hesaplamalar ve bilginin gönderilmesi sırasında geçen süreye referans istasyonunun gecikme süresi denir.

Bazı DGPS uygulamaları için, radyo bağlantısına gerek olmayabilir. Çünkü bazı projeler “Gerçek Zamanlı” hesaplama gerektirmez. Buna örnek olarak, deniz tabanında bir noktada yapılacak sondaj işleminde gerçek zamanlı konum verisine

ihtiyaç duyulurken, karada yeni yapılmış bir yolun haritasının çıkartılması için gerçek zamanlı hesaplamaya gerek olmayabilir. Bu gibi uygulamalarda, hareketli GPS alıcısı sadece ölçtüğü pozisyonları ve ölçüm zamanlarını kaydeder. Daha sonra, bu değerler referans istasyonu tarafından, aynı zaman aralığında kaydedilmiş düzeltme değerleri ile birleştirilerek hatalar giderilir. Bu sisteme “Post-Processed DGPS” adı verilir.



Şekil 10. Post-Processed DGPS

Bu sistemin bir başka varyasyonu da “Inverted DGPS” dir. Bunu örnekle açıklamak istersek, periyodik olarak yerlerini ana istasyona bildiren bir kamyon filosunu ele alalım. Kamyonların her birine DGPS düzeltmeleri gönderilmesi yerine, gönderilen sinyaller ana istasyonda düzeltilebilir. Kamyonlar yerlerini standart GPS hassasiyetinde bileceklerdir fakat ana istasyon, her bir kamyonun yolun hangi tarafında bulunduğunu dahi izleyebilir [3].

3.5. NMEA Stadartı (National Marine Electronics Association)

NMEA Mesaj formatı , A.B.D. Ulusal Deniz Elektroniği Birliği tarafından deniz araçlarının navigasyonunda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Basit fakat navigasyonda ihtiyaç duyulabilecek tüm verileri içermesi, ‘ascii’ tabanlı bir veri formatı olması nedeniyle yaygınlaşmıştır. NMEA hakkında ayrıntılı bilgi Bennett (2000)’den elde edilebilir NMEA Mesaj içerikleriyle ilgili verilen bilgiler Magellan

Corp. (1998)'den alınarak adapte edilmiştir. Aşağıda bir araç takip sisteminde ihtiyaç duyulacak temel NMEA mesaj türleri ve açıklamaları verilmektedir.

3.5.1. \$GPALM : Almanak Cevap Mesajı

Bu mesaj türü mevcut her bir uydu için almanak bilgilerini elde etmektedir. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 2 ve Tablo 3 te verilmektedir.

\$GPALM,d1,d2,d3,d4,h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9,h10,h11*cc

Tablo 2. Almanak Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
d1	Toplam mesaj sayısı	01-32
d2	Bu mesajın numarası	01-32
D3	Uydu PRN Numarası	01-32
D4	GPS Haftası	4 rakamlı
H1	Uydu durumu (Health,16'lı ASCII)	2 Byte
H2	Yörünge Dış Merkezliliği (16'lı ASCII)	4 Byte
h3	Almanak Referans Zamanı (saniye,16'lı ASCII)	2 Byte
H4	Eğim Açısı (PI radyan,16'lı ASCII)	4 Bytes
H5	Yükseliş Hızı (Ascension rate, PI radyan/saniye 16'lı ASCII)	4 Bytes

H6	Yörünge Büyük yarı Ekseninin Karekökü, 16'lı ASCII	6 Bytes
H7	Perigee Argümanı (PI radyan, 16'lı ASCII)	6 Bytes
H8	Yükseliş Modunun Boylamı (PI radyan, 16'lı ASCII)	6 Bytes
H9	Ortalama Anomali (PI radyan, 16'lı ASCII)	6 Bytes
H10	Saat Parametresi (saniye, 16'lı ASCII)	3 Bytes
H11	Saat Parametresi (saniye/saniye,16'lı ASCII)	3 Bytes
*cc	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPALM,26,01,01,0899,00,1E8C,24,080B,FD49,A10D58,EB4562,BF,EF85,227A5
B,011,000*0B

Tablo 3. Örnek Almanak Mesajı

Parametreler	Tanım
26	Toplam mesaj sayısı
01	Bu mesajın numarası
01	Uydu PRN Numarası
0899	GPS Haftası
00	Uydu durumu
1E8C	Yörünge DışMerkezliliği

24	Almanak Referans Zamanı
080B	Eğim Açısı
FD49	Yükseliş Hızı
A10D58	Yörünge Büyük Yarı Ekseninin Karekökü
EB4562	Perigee Argümanı
BFEF85	Yükseliş Modunun Boylamı
227A5B	Ortalama Anomali
011	Saat Parametresi
000	Saat Parametresi
*0B	Toplam Byte Kontrolü (checksum)

3.5.2. \$GPGGA : GPS Konum Mesajı

Bu mesaj türü alıcıdan anlık konum bilgilerini elde etmek için kullanılmaktadır. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmektedir.

\$GPGGA,m1,m2,c1,m3,c2,d1,d2,f1,f2,M,f3,M,f4,d3*cc

Tablo 4. GPS Konum Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
M1	Anlık konumlamanın yapıldığı, saat dakika ve saniye cinsinden GPS zamanı (ssddss.ss)	00-235959.50
m2	Derece ve ondalık dakika cinsinden enlem	0-90

	(dddd.mmmmmm)	
C1	Enlem Yönü (N : Kuzey, S: Güney)	N yada S
M3	Derece ve ondalık dakika cinsinden boylam (dddd.mmmmmm)	0 – 180
C2	Boylam Yönü (W : Batı, E: Doğu)	W yada E
D1	Konumlama Türü;otomatik Konum RTCM diferansiyel düzeltilmiş konum	1, 2
D2	Konum hesaplamada kullanılan GPS uydu sayısı	0-8
F1	HDOP	0-99,9
F2	Referans elipsoidinden olan yükseklik	- 300000,00 - +30000,00
M	Yükseklik Birimi (M = metre)	M
F3	Geoit Yüksekliği (metre)	- 999,99 - +999,99
M	Geoit Yükseklik Birimi M= metre)	M
D3	Diferansiyel düzeltme zamanı	0-999
D4	Baz istasyonu ID	0-1023
*cc	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPGGA,015454.00,3723.285132,N,12202.238512,W,2,4,03.8,+00012.123,M,-032.121,M,014,0000*0B

Tablo 5. Örnek GPS Konum Mesajı

Parametreler	Tanım
015454.00	UTC Zamanı
3723.285132	Enlem
N	Kuzey Enlemi
12202.238512	Boylam
W	Batı Boylamı
2	RTCM diferansiyel konumlama
4	Konumlamada Kullanılan Uydu Sayısı
3.8	HDOP
+000012.123	Yükseklik
M	Yükseklik Birimi Metre
-32.121	Jeoit Yüksekliği
M	Jeoit Yüksekliği Birimi
14	Düzeltilme Zamanı
0000	Baz İstasyonu Numarası
*75	Toplam Byte Kontrolü (checksum)

3.5.3. \$GPGLL : GPS Enlem/Boylam Mesajı

Bu mesaj türü de tıpkı GPGGA gibi alıcıdan anlık konum bilgilerini elde etmek için kullanılmaktadır. GPGGA mesajından daha kısa olup pratik amaçlar için tercih

edilebilir. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 6 ve Tablo 7 de verilmektedir.

\$GPGLL,m1,c1,m2,c2,m3,c3*cc

Tablo 6. GPS Enlem/Boylam Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
m1	Derece ve ondalık dakika cinsinden enlem (dddd.mmmmmm)	0-90
c1	Enlem Yönü (N : Kuzey, S: Güney)	N yada S
m2	Derece ve ondalık dakika cinsinden boylam (dddd.mmmmmm)	0 – 180
c2	Boylam Yönü (W : Batı, E: Doğu)	W yada E
m3	Anlık konumlanmanın yapıldığı, saat dakika ve saniye cinsinden GPS zamanı (ssddss.ss)	00-235959.50
c3	Durum. A: Geçerli, V: Geçersiz	‘A’/‘V’
*cc	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPGGA,3722.414292,N,12159.852825,W,202556.00,A*12

Tablo 7. Örnek GPS Enlem/Boylam Mesajı

Parametreler	Tanım
3723.285132	Enlem
N	Kuzey Enlemi
12159.852825	Boylam
W	Batı Boylamı
202556.00	UTC Zamanı
A	Durum geçerli
*12	Toplam Byte Kontrolü (checksum)

3.5.4. \$GPGSA : DOP ve Aktif Uydu Mesajı

Bu mesaj türü alıcıdan DOP (dilution of precision) ve konumlamada kullanılan uydularla ilgili bilgilerini elde etmek için kullanılmaktadır. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 8 ve Tablo 9’da verilmektedir.

\$GPGSA,c1,d1,d2,d3,d5,d5,d6,d7,d8,d9,d10,d11,d12,d13,f1,f2,f3*cc

Tablo 8. DOP ve Aktif Uydu Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
c1	Mode: M: Manuel A: Otomatik	‘M’/‘A’
d1	Mode: 1: Konumlama mevcut değil, 2: 2D, 3: 3D	1-3

d2-d13	Konumlamada kullanılan Uydular (Kullanılmayan kanallar için boş (‘, ‘ şeklinde) verilir.	1-32
f1	PDOP	0 - 9.9
f2	HDOP	0 – 9.9
f3	VDOP	0 – 9.9
d14	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPGSA,M,3,,02,,04,27,26,07,,,,,3.2,1.4,2.9*39

Tablo 9. Örnek DOP ve Aktif Uydu Mesajı

Parametreler	Tanım
M	Manuel Mod
3	3D mode
boş	1. kanaldaki uydu
02	2. kanaldaki uydu
boş	3. kanaldaki uydu
04	4. kanaldaki uydu
27	5. kanaldaki uydu
26	6. kanaldaki uydu
07	7. kanaldaki uydu
boş	8. kanaldaki uydu

boş	9. kanaldaki uydu
boş	10. kanaldaki uydu
boş	11. kanaldaki uydu
boş	12. kanaldaki uydu
3.2	PDOP
1.4	HDOP
2.9	VDOP
*39	Toplam Byte Kontrolü (checksum)

3.5.5. \$GPGSV : Görünür Uydu Mesajı

Bu mesaj türü alıcıdan görülebilen uydularla (alıcı konumlamasında kullanılmayanlar dahil) ilgili bilgilerini elde etmek için kullanılmaktadır. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de verilmektedir.

\$GPGSV,d1,d2,d3,n(d5,d5,d6,f1)*cc

Tablo 10. Görünür Uydu Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
d1	Toplam Mesaj Sayısı	1-3
d1	Mesaj Numarası	1-3
d3	Görülebilen toplam uydu sayısı.	1-12
d4	Uydu Numarası (PRN)	1-32

d5	Yükseklik Açısı (derece cinsinden)	0 – 90
d6	Azimet (derece cinsinden)	0 - 359
f1	SNR (DB-Hz cinsinden)	30.0 – 60.0
*cc	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPGSV,2,1,08,16,23,293,50.3,19,63,050,52.1,28,11,038,51.5,29,14,145,50.9*78

Tablo 11. Örnek Görünür Uydu Mesajı

Parametreler	Tanım
2	Toplam mesaj sayısı
1	Bu ilk mesaj olduğunu gösteriyor
8	Toplam görünür uydu sayısı
16	1. Uydunun numarası (PRN)
23	1. Uydunun yükseklik açısı
293	1. Uydunun azimutu
50.3	1. Uydunun SNR değeri
19	2. Uydunun numarası (PRN)
63	2. Uydunun yükseklik açısı
050	2. Uydunun azimutu
52.1	2. Uydunun SNR değeri
28	3. Uydunun numarası (PRN)
11	3. Uydunun yükseklik açısı

038	3. Uydunun azimutu
51.5	3. Uydunun SNR değeri
29	4. Uydunun numarası (PRN)
14	4. Uydunun yükseklik açısı
145	4. Uydunun azimutu
50.9	4. Uydunun SNR değeri
78	Toplam Byte Kontrolü (checksum), onaltılı sistemde

3.5.6. \$GPVTG : Hız/Yol Mesajı

Bu mesaj türü özellikle hareketli platformlarda bir önceki konumlar da kullanılarak üretilen hız ve azimut bilgilerini elde etmek için kullanılmaktadır. Alıcıdan bu mesajın istenmesi farklı marka ve model GPS alıcılarında farklı şekilde olmakla birlikte elde edilen cevap mesajı NMEA standardındadır. Söz konusu alıcı mesajı, mesajın içeriği, örnek bir cevap mesajının açıklanması Tablo 12 ve Tablo 13 te verilmektedir.[4]

\$GPVTG,f1,T,f2,M,f3,N,f4,K*cc

Tablo 12. Hız/Yol Mesajı İçeriği

Parametreler	Tanım	Aralık
f1	COG (Course over ground), gerçek semt	0 – 359.99
T	COG Oryantasyonu (T: gerçek kuzey)	T

f2	COG (Course over ground), manyetik semt	0 – 359.99
M	COG Oryantasyonu (M: Manyetik kuzey)	M
f3	SOG (Speed over ground), Hız	0 – 999.99
N	SOG Birimi (N : Deniz mili)	N
f4	SOG (Speed over ground), Hız	0 – 999.99
K	SOG Birimi (K : Kilometre)	K
*cc	Kontrol Toplamı (checksum)	

\$GPVTG,004.58,T,349.17,M,000.87,N,001.61,K*46

Tablo 13. Örnek Hız/Yol Mesajı

Parametreler	Tanım
004.58	COG (Course over ground), gerçek semt
T	COG Oryantasyonu (T: gerçek kuzey)
349.17	COG (Course over ground), manyetik semt
M	COG Oryantasyonu(M: Manyetik kuzey)
000.87	SOG (Speed over ground), Hız
N	SOG Birimi (N : Deniz mili)
0001.61	SOG (Speed over ground), Hız
K	SOG Birimi (K : Kilometre)
78	Toplam Byte Kontrolü (checksum), onaltılı sistemde

3.6. Seri İletişim Standartları Ve Protokolleri

3.6.1. Seri İletişim Standartları

Mikroişlemci ile çalışan sistemlerde, bilgi seri şekilde gönderilmek istenildiğinde uyulması gereken bazı standartlar vardır. Bunlar senkron seri ve asenkron seri iletişim standartlarıdır. Her iki yöntemde de bilginin seri olarak karşı tarafa ulaşması sağlanır .

3.6.2. Senkron seri iletişim standardı

Senkron seri iletişimde, seri verinin 1 ve 0'larının doğru sıralanıp sıralanmadığını araştırmanın yanı sıra verinin ilk bitini de belirlemeye ihtiyaç vardır. Alıcı ve verici arayüz ünitelerinin başlangıç senkronizasyonu ile bu işlem yapılır. Senkronizasyondan sonra alıcı, n bitlik bir sözcüğü oluşturmak için n tane pals alır. Güvenirliliği devam ettirmek için alıcı ve verici arayüz ünitelerinin, iletim süresi boyunca senkronizasyon içinde olması gerekir. Alıcı clockundaki gürültü ve kaymadan dolayı senkronizasyonun kaybolmasını engellemek için başlangıçtaki senkronizasyon yeterli değildir. Bunun için gönderici ve alıcı aynı clock sinyali ile çalışırlar. Genellikle bu clock sinyali, gönderici uçtaki clock generatöründen alınır. Bu iletişim moduna senkron seri iletişim adı verilir. [5]

Senkron seri iletişimin başlangıcında verici bir seri pals gönderir. Bu gönderilen palslerin ilk birkaç biti önceden belirlenmiş olan formattadır. Bunlara match karakter veya sync pattern adı verilir. Bu match karakter, alıcıda belirli bir registerda depolanır. Alınan diğer sinyaller, match karakterle uyuyorsa alıcı match karakteri kendi alıcı registerine yerleştirir ve devamına n tane bit sayar. Seri veri transferinin senkron modunda peşpeşe iki sözcüğün arasında bekleme yoktur.

Veri genellikle pals dizisi şeklinde veya sözcük sayısı önceden belirlenmiş pals blokları halinde gönderilir. Verinin iletilmediği zaman aralığı genellikle null veya fill karakterlerle doldurulur. Bu karakterler, herhangi bir bilgiyi içermezler. Fakat alıcının zamanlama palslerinin akışını sağlarlar.

3.6.3. Asenkron seri iletişim standardı

Veri iletiminin bu şeklinde, alıcı ve verici arayüz modülleri için iki ayrı clock sinyali kullanılır. Bu iki clock sinyalinin iletiminin yapıldığı süre boyunca birbiri ile çok iyi senkronizasyon içinde olması gerekir. Bu metod, alıcı modülüne bazı karmaşıklıklar getirmesine rağmen avantajı sadece iki hatta ihtiyaç duymasıdır. Eğer ortak topraklama mümkün ise tek hat yeterlidir. Çok sayıda iletişim hattı olduğunda bu metod uygundur. Örneğin telefon, telex gibi. Asenkron modunda veri formatı aşağıda görüldüğü gibidir. Burada start biti alıcı için başlangıç zamanlama sinyali olarak çalışır. Bu bit yardımı ile alıcı clockunu senkronize eder. Bu senkronizasyon biti alındıktan sonra önceden belirtilmiş iletilmekte olan verinin karakterleri, veri olarak kaydedilir. Eğer alıcı ve verici clock frekansları tam uyumlu değilse alıcı shift registerına son bit yükleninceye kadar geçen zaman içinde senkronizasyonda küçük bir kayıp olabilir. Buna bağlı olarak hata olasılığını yok etmek için her sözcüğün sonunda stop bitleri bulunur. Bu bitler, doğru okumayı sağlayabilecek ölçüde alıcı clockunun bozulup bozulmadığını anlayabilmek için kontrol amacıyla kullanılırlar. Eğer bozulmuşsa çerçeve hata sinyali üretilir [6]

3.6.4. Hata kontrolü (Error Checking)

Dijital devreler, analog devrelere göre daha düşük gürültü bağısıklılığına sahiptir. Bir iletişim hattındaki tek bir bit hatası veya gürültü etkisi veriyi bozabilir. İletişim esnasında her hangi bir hata olduğunu tanımlamak amacıyla gönderilen, alınan verinin aynı olduğundan emin olmak için kullanılan kontrol ve hata kontrol metodları vardır. CPU sistemlerinde, en çok kullanılan hata kontrol metodu parity check'dir. Parity check metodunda, verinin içindeki 1'ler sayılır ve veri sözcüğünün sonunda extra bir bit üretilir. Bu bite, parity biti adı verilir. Parity check'in iki tipi vardır. Bunlar tek parity (Odd) veya çift parity (Even) parity'dir. Tek paritynin üretildiği metodda verinin parity biti de dahil olmak üzere bir bayt içindeki 1'lerin sayısının tek olduğunu göstermek için kullanılır. Çift parity'nin üretildiği metodda, parity biti de dahil olmak üzere verinin içindeki 1'lerin sayısının çift olduğunu belirtmek için kullanılır. Parity biti genellikle tek parity için 0, çift parity için ise 1'dir. Alıcı aldığı verinin parity biti ile kendisinin ürettiği parity bitini karşılaştırır ve ikisi birbirinden farklı ise parity hata sinyali üretir (Sinha 1988). Parity check kodu birbirini yokeden hataları gözleyemez. Örneğin mekanik bir bağlantıdan dolayı veya çevre

gürültüsünden dolayı iki tane bir sözcüğe eklenirse parity check biti değişmez. Fakat gönderilen veri hatalıdır. Parity check devresi genellikle alıcı ve verici arayüz devresi üzerinden kurulur. 8 bitlik bir sistemde, her veri sözcüğüne bir parity check eklendiğinde veri depolama alanında %12.5'luk bir kayıp olur. Diğer hata kontrol metodları daha az kayıplı depolama alanı içerirler. Bunlar yaygın olarak manyetik disk ve bantlarda kullanılırlar. Bu metod fazlalığa göre kontrol (CRC) olarak adlandırılır. Bu metodun temelinde parity checkteki gibi baytlar içindeki hata değil baytlardan oluşmuş veri blokları içindeki hatayı arama vardır. Bu toplam kontrolün bir çok yolu vardır. Bunlardan biri, ayrı ayrı verinin Bit 0, bit 1 ,...,bit 7 pozisyonlarındaki değerlerinin toplanması ve veri blokunun sonuna 8 bayt şeklinde bu toplamın ilave edilmesidir. Diğer bir yol ise veri bloku içindeki her bir baytın toplanması ve gönderilen veri blokunun sonuna 2 bayt şeklinde bu toplamın ilave edilmesidir.

Alınan veride bir hata olduğu belirlendiğinde, alma işleminin sonuna veri transferinin başarısız olduğunu veya hatanın meydana geldiğini bildirmek için geri yönde bir sinyal gönderilir. Böylece hatalı veri blokunun yerine geçerli olan başka bir veri blokunun gönderilmesi gerektiği bildirilir. Hata kontrolünün sonunda hatayı düzeltmek için kullanılan kodlar vardır. Bu kodlar alma işlemi sonunda bir koda göre toplanarak, ardışıl bir tanımlama içinde veri sözcüğündeki parity bitleri şeklinde oluşturulur.

3.6.5. Seri İletişim Protokolleri

3.6.5.1. RS-232C Seri İletişim Protokolü

Çok yaygın olarak kullanılan seri ikili arayüz standartıdır. Gönderme, alma işlemlerinin sonunda el sıkışma protokolleri kadar sinyallerin elektriksel özelliklerini ve voltaj seviyelerini düzenleyen bir protokoldür. Bir RS-232C sistemi, 3 hat kullanarak işlemleri yapabilir. RS-232C sisteminde hattın bir ucu veri terminal tehzatı (DTE) olarak diğer ucu ise veri haberleşme tehzatı (DCE) olarak dizayn edilir. Sinyal ve kontrol hatları da isimlendirilmiştir. Örneğin hat 2, veri gönderici olarak isimlendirilir. Bu hat, bilgisayar tarafından gönderilen verileri taşır. Bir modem-bilgisayar sisteminde, bilgisayar DTE modem ise DCE dir. Mümkün olan en basit arayüz, 3 önemli hat kullanılarak bağlanabilir. Bunlar RS-232C üzerindeki 2, 3,

7 pinleridir. Buradaki hat 2, gönderilen veriyi DTE'den DCE'ye taşır. Hat 3 ise alınan veriyi DCE'den DTE'ye taşır. Hat 7 ise her iki hat için topraktır [7].

3.6.5.2. RS-232C El sıkışma

RS-232C arayüzü daha çok şekil 3.6'da görüldüğü gibi kullanılır. Bu bir bilgisayarı modeme bağlamak için kullanılan tipik bir bağlantıdır. Bu arayüz, temelde 3 hattan (hat 2, hat 3, hat 7) oluşur. Diğer hatlar ise bilgisayar ve modem arasında el sıkışma için kullanılırlar. Bu işlemde, modem hazır oluncaya kadar bilgisayardan karakterler gönderilmez. Örneğin hat 20, veri terminali hazır (DTR) ve hat 6, veri haberleşmeci hazır (DCR) hatlarıdır. El sıkışma işlemi başladığında bilgisayar, modeme sinyali göndermek için DTR hattını "1" (high) yapar. Modem hazır olduğunda cevap olarak DCR hattını "1" (high) yapar. Her iki sinyal de doğru oluncaya kadar bilgisayar veri göndermez. Başka bir el sıkışma tipinde de gönderme isteği hat 4 (RTS) ve gönderme için temizle hat 5 (CTS) kullanılır. El sıkışma periyodu başladığında, bilgisayar gönderme isteği hattını (hat 4) 1 yapar. Eğer modem hazırsa gönderme için temiz (hat 5) hattını 1 yapar ve veri gönderilir. Diğer RS-232C hatlarından birkaçı bazı arayüzlerde kullanılır. Hat 8 taşıyıcı kontrolüdür. Modem, bir telefon hattına bağlı iken telefon hattının aktif hale geçip geçmediğini taşıyıcı sinyalini kontrol ederek algılar. Hat 12, hız göstergesi olarak kullanılır. Yüksek hızlı çalışma modunda, modem bu hattı 1 durumunda tutar. Bazı modemler hat 22'yi telefon bağlantısının tamamlandığını ve hattın diğer ucundaki telefonun çaldırıldığını belirtmek için kullanır.

RS-232C, uzak mesafeler için iletilemeye uygun değildir. Bunun için iki yeni standart geliştirilmiştir. Bunlar RS-422 ve RS-423'dür.

RS-422 ve RS-423 protokolleri arasındaki temel fark RS-423'ün, RS-232C gibi dengesiz bir iletişim hattı kullanması, RS-422'nin ise dengeli iletişim hattı kullanmasıdır [7].

3.7. DTMF Tonları

DTMF Dual Tone Multi Frequency kelimelerinin baş harflerinden oluşur. Kelime anlamı çift tonlu çoklu frekans kodlama sistemidir. DTMF esas olarak Amerikan

ordusu için Bell telefon laboratuvarlarında geliştirilmiş bir kodlama sistemidir. Daha sonra telefon şebekelerinde bilgi yollamanın güvenli yolu olarak tercih edilmiş ve telefon abonesinin santrale aradığı abone ile ilgili bilgileri ilettiği standart yöntem olarak günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

DTMF kodlama sistemi radyo amatörliğünde yerini son yirmi yıl içinde yaygın olarak almıştır. Günümüzde telsiz cihazlarının çoğunda DTMF sinyallerini yollamaya ve almaya yarayan modüller ile tuş takımı bulunmaktadır. Bu imkan sayesinde telsiz yardımıyla DTMF kodlu mesajlar, çağrı kodları yollamak; uzaktan kumanda amaçlı rölelerin kontrolü gibi işler gerçekleştirilebilir.

Örnek olarak ANTRAK rölelerini gösterebiliriz DTMF kodlama sisteminde temel olarak dört adet iki çift ton kullanılır. Bu iki ton kombinasyonu ile 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, #, *, A, B, C, D rakam ve sembolleri ifade edilir.

Tablo 14. Kod kombinasyon tablosu

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Yukarıdaki DTMF Kod kombinasyon tablosundan görüleceği gibi dört adet frekans satır için, dört adet frekansta kolon için tahsis edilmiştir. Tablonun ortasındaki rakam ve semboller karşılarında bulunan satır ve sütundaki frekans çiftiyle ifade edilirler. Bir örnek vermek gerekirse **4** rakamını **770 Hz** ve **1209 Hz** lik ton çiftiyle ifade ederiz. Bu ton çiftleri 16 adet ton kombinasyonuna olanak tanır. Bu tonlardan sıra için adanmış olanlar 1 kHz 'in altında, kolon için tahsis edilmiş

olanlar ise 1 kHz ile 2 kHz arasındadır. Bu frekansların bu sınırlar dahilinde olmasının sebebi telefon ve telsiz sistemlerinde band geçiren filtreler kullanılır ve bu filtreler 300 Hz – 3000 Hz arasındaki konuşma aralığı dediğimiz aralıktaki frekansları geçirirler . DTMF tonlarında bozulma ve kesintilere uğramaması için bu frekans sınırları içinde kalacak şekilde tasarlanmışlardır.

Bu noktaya kadar bir DTMF ton kodunun üretilmesini ele aldık. Bu sinyallerin çözülmesi oldukça kritik ve karmaşık bir DSP – Digital Signal Processing – tekniği gerektirmektedir. Çözümleme için geçerli bir ton çifti ve zamanlama aralığı gereklidir. Bir konuşma esnasında DTMF sinyalinin çözülme gerekliliği işleri daha da karmaşık bir hale sokar [8].

3.7.1 Bir DTMF Kod Çözücü Sistemi

Her ton sinyalinin algılanması Geçerli ton çiftinin belirlenmesi Bir sembolün geçerli zaman dilimindeki varlığının tespiti Bir DTMF alıcısı ton frekanslarını +/- %1.5 hata toleransı ile algılamalı ve vericiden gelen tonlar +/- %3.5 hata toleransı içinde kalmalıdır. DTMF sinyalleri iki ton arasında bir şiddet seviyesi olduğunda dahi algılamada hata yapmamalıdır.

İnsan bu kadar sert şartlarda görev yapan bir sistemin ne kadar karmaşık olduğunu kafasında kolay kolay canlandıramaz, ama bu iş sanıldığı kadar zor değildir. Son yıllarda hızla gelişen DSP- dijital sinyal işleme teknikleri - sayesinde DTMF alıcıları bir entegreye indirilmiş ve 1.5 US\$ gibi fiyatlarla alıcı beklemektedir. Bu alıcılara bir örnek olarak national firmasının (<http://www.nsc.com/>) TP8870 veya SAMSUNG firmasının KT3170'ini söyleyebiliriz [8].

3.8. PIC 16F877' nin Kullanılması

PIC16F877, dünyada kullanıma sunulmasıyla eş zamanlı olarak Türkiye'de de uygulama geliştirenlerin kullanımına sunulmuştur.

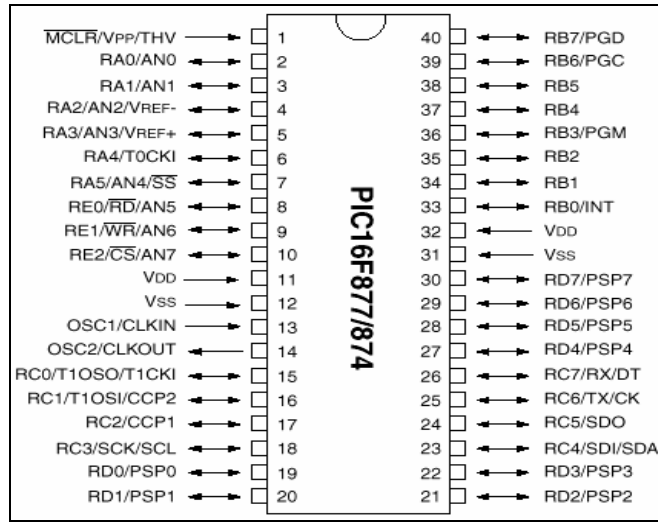
PIC16F877, belki de en popüler PIC işlemcisi olan 16F84'ten sonra kullanıcılara yeni ve gelişmiş olanaklar sunmasıyla hemen göze çarpmaktadır. Program belleği FLASH ROM olan F877'de yüklenen program F84'te olduğu gibi elektriksel olarak silinip yeniden yüklenebilmektedir. Tablo 15'te F877 ve F84 işlemcileri arasında özellik karşılaştırması yer almaktadır.

Tablo 15. F877 ve F84 işlemcileri arasında özellik karşılaştırması

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma hızı	DC - 20MHz	DC - 10 MHz
Program belleği	8Kx14 word Flash ROM	1Kx14 word Flash ROM
EEPROM Veri belleği	256 byte	64 byte
Kullanıcı RAM	368x8 byte	68x8 byte
Giriş/Çıkış port sayısı	33	13
Timer	Timer0,Timer1,Timer 2	Timer0
A/D çevirici	8 kanal 10 bit	YOK
Capture/Comp./PWM	16 bit Capture 16 bit Compare 10 bit PWM çözünürlük	YOK
Seri çevresel arayüz	SPI(Master) ve I2C(Master/Slave) modunda SPI portu (senkron seri port)	YOK
Paralel slave port	8 bit, harici RD,WR ve CS kontrollü	YOK
USART/SCI	9 bit adresli	YOK

Özellikle 16C6x ve 16C7x ailesinin tüm özelliklerini barındırması, 16F877’yi kod geliştirmede de ideal bir çözüm olarak gündeme getirmektedir. Konfigürasyon bitlerine dikkat etmek şartıyla C6x veya C7x ailesinden herhangi bir işlemci için geliştirilen kodu hemen hiç bir değişikliğe tabi tutmadan F877’e yüklenebilir ve

çalışmalar denenebilir. Bunun yanı sıra F877, 16C74 ve 16C77 işlemcileriyle de bire bir bacak uyumludur.



Şekil 11. PIC16F877'nin Bacak Bağlantıları

3.8.1. PIC16F877 Portlarının Fonksiyonları

PORTA: Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir.

6 bit genişliğindedir (F84'de 5 bittir). RA0, RA1, RA2, RA3 ve RA5 bitleri analog/sayısal çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Buna ek olarak RA2 ve RA3 gerilim referansı olarak da konfigüre edilebilmektedir (bu durumda bu bitler aynı anda A/D çevirici olarak kullanılamazlar). İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTA 0x05

TRISA 0x85 ; giriş/çıkış belirleme yazmacı

ADCON1 0x9F ; RA portlarının A/D , referans gerilimi veya sayısal giriş/çıkış olarak seçiminde kullanılır.

İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında RA4 hariç diğer beş PORTA biti A/D çeviricidir. Eğer RA portunun bazı bitlerini sayısal giriş/çıkış olarak kullanmak isterseniz ADCON1 yazmacında değişiklik yapmanız gerekmektedir.

PORTB: Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. B portunun her bacağı dahili bir dirençle VDD'ye bağlıdır (weak pull-up). Bu özellik varsayılan olarak etkin değildir. Ancak OPTION yazmacının 7.bitini 0 yaparak B portunun bu özelliğini etkinleştirebilir.

RB4-RB7 bacakları aynı zamanda bacakların sayısal durumlarında bir değişiklik olduğunda INTCON yazmacının 0. biti olan RBIF bayrağını 1 yaparak kesme oluştururlar. Bu özelliği, işlemci SLEEP konumundayken, devreye bağlı tuş takımının her hangi bir tuşuna basıldığında işlemcinin yeniden etkinleşmesi için kullanabilirsiniz. Bütün bunların yanı sıra RB6 ve RB7 yüksek gerilim programlama, RB3 ise düşük gerilim programlama modlarında da kullanılmaktadır. İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTB 0x06

TRISB 0x86 ; giriş/çıkış belirleme yazmacı

OPTION_REG 0x81 , 0x181

PORTC: Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. SPI, USART, Capture/Compare ve PWM gibi özel fonksiyonlar, ilgili yazmaçların ayarlanmasıyla bu porttan yürütülmektedir. İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTC 0x07

TRISC 0x87 ; giriş/çıkış belirleme yazmacı

PORTD: Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. Bütün port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE yazmacının 4.bitini olan PSPMODE bitini 1 yaparak “parallel slave mode” da kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki her hangi bir mikroişlemci bus'ına bağlayabilirsiniz.

PORTD 0x08

TRISD 0x88 ; giriş/çıkış belirleme yazmacı

TRISE 0x89

PORTE: Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir.

3 bit genişliğindedir. RE0, RE1 ve RE2 bacaklarında Schmitt Trigger giriş tamponları vardır. Her bir bacak analog/sayısal çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Eğer PORTD paralel slave port olarak konfigüre edilirse, RE0, RE1 ve RE2 bacakları PORTD'nin bağlandığı mikroişlemci bus'ında sırasıyla READ, WRITE ve CHIP SELECT kontrol girişleri olarak kullanılır. Bunun için TRISE uygun biçimde ayarlanmalıdır. İlgili yazmaçlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTE 0x09

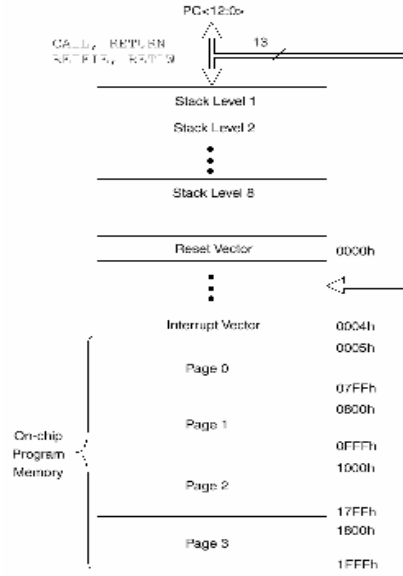
TRISE 0x89 ; giriş/çıkış belirleme yazmacı

ADCON1 0x9F ; RE portlarının A/D veya sayısal giriş/çıkış olarak seçiminde kullanılır.

İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında üç PORTE biti de A/D çeviricidir. Eğer RE portunun bazı bitlerini sayısal giriş/çıkış olarak kullanmak isterseniz ADCON1 yazmacında değişiklik yapmanız gerekmektedir.

3.8.2. Program ve Kullanıcı RAM Bellek Organizasyonu

PIC16F877'de üç bellek bloğu bulunmaktadır. Program ve kullanıcı veri belleği ayrı bus yapısına sahiptir ve aynı anda erişilebilir. F877'de 13 bitlik bir program sayacı vardır ve 8Kx14 word adreslemeye yeterlidir. Reset vektörü 0x00'da kesme vektörüyle 0x04'de yer almaktadır.



Şekil 12. Program bellek haritası

Kullanıcı veri belleği birden fazla yazmaç bankasına bölünmüştür. Bu yazmaç bankalarında hem genel amaçlı yazmaçlar hem de özel fonksiyon yazmaçları (SFR) bulunmaktadır. Yazmaç bankasını seçmek için STATUS yazmacındaki RP1 ve RP0 bitleri kullanılmaktadır. F84’de iki yazmaç bankası olduğunu ve yalnızca RP0 bitini ayarlamak suretiyle ilgili yazmaç bankasının seçilmektedir.

IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C
bit7							bit0

Şekil 13. STATUS yazmacı

<RP1,RP0> bitlerini aşağıdaki gibi ayarlayarak istediğimiz yazmaç bankasına erişebiliriz. Her yazmaç bankası 128 byte genişliğindedir (7Fh).

00 Bank0

01 Bank1

10 Bank2

11 Bank3

3.8.3. Özel fonksiyonlar

3.8.3.1. Parallel Slave Port

TRISE yazmacının PSPMODE bitini 1 yaptığınızda PORTD'yi 8 bit genişliğinde mikroişlemci portu olarak kullanabilirsiniz. Bu arada RE0,RE1 ve RE2'yi TRISE ve ADCON1 yazmaçlarında ilgili ayarları yaparak sayısal giriş olarak da tanımlamanız gerekiyor. Böylece harici bir mikro işlemci, RE0,RE1 ve RE2'yi kontrol olarak kullanarak 8 bitlik veri bus'ına bağlı 16F877'nin PORTD'sine hem veri yazabilir hem de okuyabilir.

3.8.3.2. USART

USART, yani senkron/asenkron alıcı verici F877'deki iki seri giriş/çıkış modülünden biridir. Seri iletişim arayüzü (SCI: serial comm.interface) olarak da bilinen USART, monitör veya PC gibi aygıtlara tam çift yönlü asenkron bağlantıda kullanılmak üzere konfigüre edilebilmektedir. A/D veya D/A arayüzlerine, seri EEPROM'lara yarım çift yönlü senkron bağlantıda kullanılmak üzere de konfigüre edilebilir. USART aşağıdaki gibi konfigüre edilebilmektedir.

- Asenkron : tam çift yönlü (full duplex)
- Senkron: Master , yarım çift yönlü (half duplex)
- Senkron: Slave, yarım çift yönlü

RC6 verici, RC7 ise alıcı port olarak kullanılmaktadır. RCSTA (0x18) ve

TXSTA (0x98) yazmaçları konfigürasyonda kullanılmaktadır.

3.8.3.3. Master Synchronous Serial Port (MSSP)

MSSP modülü, diğer çevre birimleri veya mikro işlemcilerle seri iletişimde kullanılmaktadır. Bu çevre birimleri seri EEPROM, kaydırmalı yazmaçlar (shift register), gösterge sürücüler, A/D çeviriciler vb. olabilir. MSSP modülü aynı anda aşağıdaki iki moddan birine konfigüre edilebilir:

Serial Peripheral Interface (SPI)

RC5: Seri veri çıkışı (SDO: serial data out)

RC4: Seri veri girişi (SDI: serial data in)

RC3: Seri saat (SCK: serial clock)

Inter Integrated Circuit (I²C)

RC4: Seri veri (SDA: serial data)

RC3: Seri saat (SCK: serial clock)

Bu modlardan birine göre konfigüre etmek içinse SSPSTAT (senkron seri port durum yazmacı, 0x94), SSPCON (senkron seri port kontrol yazmacı, 0x14) ve SSPCON2 (senkron seri port kontrol yazmacı 2, 0x91) yazmaçları ayarlanmalıdır.

3.8.3.4. Analog/Sayısal Çevirici Modülü

A/D modülü 16C7x ailesinden farklı olarak 10 bittir. Toplam 8 A/D kanal vardır. F877'nin güzel bir özelliği de işlemci SLEEP modundayken bile A/D çeviricinin geri planda çalışmasıdır. A/D kanalları için RA4 hariç diğeri RA portlarını ve RE portlarını kullanabilirsiniz. Aşağıdaki yazmaçlar konfigürasyon ve sonuçta kullanılmaktadır.

ADRESH 0x1E ; A/D sonuç yazmacı (High register)

ADRESL 0x9E ; A/D sonuç yazmacı (Low register)

ADCON0 0x1F ; A/D kontrol yazmacı0

ADCON1 0x9F ; A/D kontrol yazmacı1

3.8.3.5. Capture/Compare ve PWM Modülü

Her capture/compare ve pwm modülü 16 bitlik yakalama(capture) yazmacı , 16 bitlik karşılaştırma (compare) yazmacı veya 16 bitlik PWM(darbe genişlikli modülasyon) yazmacı olarak kullanılabilir.

Yakalama modunda, TMR1 yazmacının değeri RC2/CCP1 bacağının durumunda bir gelişme olduğunda CCPR1H:CCPR1L yazmaçlarına yazılır ve PIR1 yazmacının 2.biti olan CCP1IF kesme bayrağı 1 olur. RC2 bacağının durumu, her alçalan

kenarda, her yükselen kenarda, her yükselen 4. veya 16.kenarda kontrol edilecek şekilde CCP1CON yazmacı aracılığıyla ayarlanarak konfigüre edilebilir.

Karşılaştırma modundaysa CCPR1 yazmacındaki 16 bitlik değer düzenli olarak TMR1 yazmaç değeriyle karşılaştırılır ve bir eşitlik olduğunda RC2/CCP1 bacağı CCP1CON yazmacında yaptığımız ayara göre 1, 0 olur veya durumunu korur.

PWM modundaysa RC2/CCP1 bacağı 10 bit çözünürlükte darbe genişlik modülasyonlu bir sinyal üretecek şekilde konfigüre edilebilir. PR2 yazmacı darbe genişlik periyodunun tayininde kullanılmaktadır.[9]

CCPR1H 0x16 ; Yakalama/karşılaştırma yazmacı (High register)

CCPR1L 0x15 ; Yakalama/karşılaştırma yazmacı (Low register)

CCP1CON 0x17 ; kontrol yazmacı

PR2 0x92 ; PWM çıkış yazmacı

TMR1L 0x0E ; TMR1 yazmacı (High register)

TMR1H 0x0F ; TMR1 yazmacı (Low register)

3.9.1. PIC Basic'te Matematik Operatörleri:

Operatör	<i>1.1.1.1.1 Açıklaması</i>
+	Toplama
-	Çıkarma
*	1.1.1.1.1.1 Çarpma
**	16 bit çarpma $W0 = 250$ $W1 = W0 ** 1000$ $250000 = \%111101000010010000$ Sonucun üst 16 bitini W1'e atar.
/	Bölme
//	Bölümden kalan $B = 12$ $C=5$ $A = B // C$ B'nin C'ye bölümünden kalan 2'yi A'ya atar.
<<	Sola kaydırma $B0 = B0 << 3$ BO'n içindeki bitler üç kez sola kayd.
>>	Sağa kaydırma
ABS	Mutlak değer $A=5$ $B=2$ $C=(B - A)$ $C=253$ $C = ABS (B - A)$ $C = 3$
COS	Kosinüs 0-360 derece 0-255 binary karşılıklarıyla ifade ediliyor. $B0=63$ $B1=COS B0$ $B1=0$ $B0$ 'daki 63 sayısı 90 derecenin karşılığı.
SIN	Sinüs
DIG	Sayının içinden hane seçme $B0=123$ $B1=B0 DIG1$ $B1=2$

3.9.2. PIC Basic'te Karşılaştırma Operatörleri:

=, ==	Eşit
<>, !=	Eşit değil
<	Küçüktür
>	Büyüktür
<=	Küçük eşit
>=	Büyük eşit

3.9.3. PIC Basic'te Mantıksal Operatörler:

AND, &&	Mantıksal VE
OR,	Mantıksal VEYA
XOR, ^^	Mantıksal ÖZELVEYA
NOT AND	Mantıksal VEDEĞİL
NOT OR	Mantıksal VEYADEĞİL
NOT XOR	Mantıksal ÖZELVEYADEĞİL

3.9.4. PIC Basic'te Komutlar:

@	Tek satırlık assembly komutu kullanmak için.
ADCIN Channel, Var	Channel'daki analog değerin karşılığı olan dijital değeri Var'a atar.
ASM..ENDASM	Assembly komut grubu kullanmak için.
BRANCH Index, [Label...]	Label dizisinde Index sayısını karşılayan seçeneğe yönlendirir.
CALL Label	Assembly'deki CALL komutunun aynısı
CLEAR	Bütün değişkenleri sıfırlar
CLEARWDT	WDT'nin içindeki değeri sıfırlayarak WDT'yi kapatır.
COUNT Pin, Period, Var	Belirli bir periyod içinde gelen puls sayısını Var'a atar
DATA Location, Constant	Pic'e program yüklenirken dahili EEPROM'a Location adresinden başlayarak Constant'ları yükler
DEBUG Var {,Var}	Define komutuyla önceden belirlenmiş bir pin üzerinden önceden belirlenmiş bir hızda (baud rate) seri haberleşme yoluyla Var'daki veriyi yollar.
DEBUGIN {Timeout, Label} [Var]	Define komutuyla önceden belirlenmiş bir pin üzerinden önceden belirlenmiş bir hızda (baud rate) seri haberleşme yoluyla gelen veriyi Var'a atar.
DISABLE	Interrupt girişi ve Debug işlemlerini engeller.
DISABLE DEBUG	Debug işlemini engeller.
DISABLE INTERRUPT	INTCON.GIE'yi sıfırlayarak interrupt girişini kapatır.
DTMFOUT Pin, {Onms, Offms,} [Tone]	Tone tuşunun telefondaki sesini Onms süresi boyunca tuşlar arasında Offms süresi kadar bekleterek çıkarır. Onms ve Offms belirtilmemişse 200ms Onms, 50 ms Offms süresi

	kullanır.
EEPROM Location, Constant	DATA'yla aynı işi yapar
ENABLE	DISABLE komutundan sonra interrupt girişine ve Debug komutuna izin verir.
ENABLE DEBUG	DISABLE komutundan sonra Debug komutuna izin verir.
ENABLE INTERRUPT	DISABLE komutundan sonra interrupt girişine izin verir.
END	Assembly'deki END'in aynısıdır.
FOR i=Start TO End Task NEXT i	Start değerinden End değerine kadar i'yi birer birer arttırarak Task'i uygular.
FREQOUT Pin, Onms, Frequency	Pin bacağında Onms süresi boyunca Frequency frekansında sinüs dalgası üretir.
GOSUB Label	Call komutuyla aynı işi yapar.
GOTO Label	Assembly'deki GOTO işleminin aynısı.
HIGH Pin	Pin bacağına bir yapar.
HPWM Channel, Dutycycle, Frequency	16F877 gibi PWM modülü olan mikrodnetleyicilerde bu modülün Channel numaralı kanalından % (Duty+1)/2.56 duty cycle'da Frequency frekansında PWM çıkışı sağlar
HSERIN {ParityLabel,} {Timeout,Label,} [Var]	16F77 gibi USART özelliği olan mikrodnetleyicilerde donanım asenkron seri haberleşme hattından veri bekler, gelen veriyi Var'a atar, Timeout ms süre boyunca veri gelmezse Label bloğuna gider.

HSEROUT [Var]	16F77 gibi USART özelliği olan mikrodenetleyicilerde Var'daki veriyi donanım asenkron seri haberleşme hattına yollar.
I2C_READ DataPin, ClockPin, Control, Address, Var	Control ve Address verilerini yollar, harici EEPROM'un Address bölgesinden gelen veriyi Var'a atar.
I2C_WRITE DataPin, ClockPin, Control, Address, Var	Control ve Address bilgilerini yollayıp, harici EEPROM'un Address bölgesine Var'daki veriyi atar.
IF..THEN..ELSE..ENDIF	If'ten sonra gelen şart doğruysa Then'den sonraki işlemi, değilse Else'ten sonraki işlemi yapar.
INPUT Pin	Belirtilen Pin'i giriş yapar.
LCDIN Address, Var	LCD'deki RAM'in Address bölgesindeki veriyi Var'a atar.
LCDOUT Item	Item'deki değeri LCD'ye gönderir
{LET} Var = Value	Var'a Value'daki işlem veya değeri atar. Gerekli değil
LOOKDOWN Search, [List], Var	Search'teki veriyi List'in içinde arar, o verinin List'teki 0'dan başlayarak kaçınıcı veri olduğunu Var'a atar.
LOOKDOWN2 Search,Test, [List], Var	LOOKDOWN'dan farkı List'in içinde 16 bit gerektiren (256'dan büyük) değerler kullanılabilmesi ve Test için karşılaştırma operatörü kullanılırsa şartı sağlayan ilk sayıyı seçmesidir.
LOOKUP Index, [List], Var	List'in içinde Index'teki sayıya karşılık gelen veriyi Var'a atar.
LOOKUP2 Index, [List], Var	LOOKUP'tan farkı List'in içinde 256'dan büyük sayı kullanılabilmesidir.

LOW Pin	Belirtilen Pin'i sıfırlar.
NAP Period	$18 \cdot 2^{\text{Period}}$ ms süre için uyku moduna girer.
ON DEBUG GOTO Label	Debug geldiğinde Label'daki işlemleri yapar.
ON INTERRUPT GOTO Label	Interrupt geldiğinde Label'daki işlemleri yapar.
OUTPUT Pin	Pin'i çıkış bacağı yapar.
PAUSE Period	Period'daki sayı kadar milisaniye bekler.
PAUSEUS Period	Period'daki sayı kadar mikrosaniye bekler.
POT Pin, Scale, Var	Pin'deki potansiyometrenin ayarına göre Scale içindeki uygun değeri Var'a atarak
PULSIN Pin, State, Var	Pin'e gelen State (0 veya 1) pulsun süresinin kaç 10us (4MHz; 20MHz'de 2us) olduğunu Var'a atar.
PULSOUT Pin, Period	Pin üzerinden Period'daki sayı kadar 10us(4MHz; 20MHz'de 2us) süresince olan işaretin(0 veya 1) tersi puls verir.
PWM Pin, Duty, Cycle	Pin'den $\% \frac{(\text{Duty}+1)}{2.56}$ duty cycle'da Cycle'daki değer kadar periyod boyunca PWM çıkışı sağlar.
RANDOM Var	0-255 arasında rastgele bir sayı seçip Var'a atar.
RCTIME Pin, State, Var	Pin'in State(0 veya 1) durumunda kalma süresinin kaç 10us (4MHz; 20MHz'de 2us) olduğunu Var'a atar.
READ Address, Var	Dahili EEPROM'un Address bölgesindeki bilgiyi Var'a atar.
READCODE Address, Var	READ komutundan farklı 16 bit verileri kullanması.
RESUME	Interrupt'la devreye giren program bloğunu bitirir, ana programın kaldığı yere geri dönüş sağlar.
RETURN	Call'la çağrılan program bloğunu bitirir, ana programın kaldığı yere geri dönüş sağlar.

REVERSE Pin	Pin girişse çıkış yapar, çıkışsa giriş yapar.
SELECT CASE Var CASE Expr1 Statement CASE Expr2 Statement CASE ELSE Statement END SELECT	Var'ın içindeki değeri Expr'lerin içinde arar, bulduğu seçeneğin altındaki Statement komutunu işler, bulamazsa Case Else'in altındaki Statement komutunu işler.
SERIN Pin, Mode, {Timeout, Label}, [Qual], Var	Pin'e bağlı asenkron seri haberleşme hattından Mode'la belirtilen hızda (baud rate) veri bekler, gelen veriyi Var'a atar, Timeout ms süre boyunca veri gelmezse Label bloğuna gider. [Qual] varsa verinin içinde Qual'dan sonraki ilk veriyi Var'a atar.
SERIN2 Pin, Mode, {Timeout, Label}, [Qual], Var	SERIN'den farkı standart bağlantı hızlarından farklı hızlar (baud rate) kullanılmasına izin vermesidir. Mode'daki sayı $(1000000/\text{hız})-20$ olarak hesaplanır.
SEROUT Pin, Mode, [Var]	Var'ın içindeki verileri Pin üzerinden Mode hızında (baud rate) asenkron seri haberleşme hattına gönderir.
SEROUT2 Pin, Mode, [Var]	SEROUT'tan farkı standart bağlantı hızlarından farklı hızlar (baud rate) kullanılmasına izin vermesidir. Mode'daki sayı $(1000000/\text{hız})-20$ olarak hesaplanır.
SHIFTIN Datapin, Clockpin, Mode, Var	Datapin'e bağlı senkron seri haberleşme hattından Clockpin'e bağlı ortak osilasyonu kullanarak Mode'la belirtilen transfer protokolünü kullanarak veri alır ve Var'a atar.
SHIFTOUT Datapin, Clockpin, Mode, Var	Datapin'e bağlı senkron seri haberleşme hattına Clockpin'e bağlı ortak osilasyonu kullanarak Mode'la belirtilen transfer

	protokolünü kullanarak Var'daki verileri gönderir.
SLEEP Period	Period s süresi için uyku modunda kalır.
SOUND Pin, [Note, Duration, {Note, Duration}]	Pin üstünden Note (1-127) notasını Duration*12ms süreyle üretir.
STOP	Sonsuz nop döngüsü.
SWAP Var1, Var2	Var1 ve Var2'nin içeriklerini takas eder.
TOGGLE Pin	Pin'deki değeri (0 veya 1) tersine çevirir.
WHILE Condition Statement WEND	Condition doğrulandığı sürece Statement komutunu uygular.
WRITE Address, Var	Var'daki veriyi dahili EEPROM'un Address bölgesine atar.
WRITECODE Address,Var	WRITE komutundan farkı 16 bit verileri kullanması.
XIN Datapin, Zeropin, {Timeout, Label}, [Var]	Datapin ve Zeropin'e bağlı X-10 interface entegresinden veri bekler, gelen veriyi Var'a atar, Timeout ms süre boyunca veri gelmezse Label bloğuna gider.
XOUT Datapin, Zeropin, [Housecode\Keycode	Datapin ve Zeropin'e bağlı X-10 interface entegresine Housecode ve Keycode verilerini yollar.

Burada verilen örneklerde görünmese de Pic Basic'te program içinde kullanılan açıklama metinleri önlerine ' işareti eklenerek ayrılırlar.

Zamanlama kullanan bütün fonksiyonlar standart olarak 4 Mhz'lik kristal osilatör kullanılacağı öngörülerek ayarlanmıştır. Örneğin 20 MHz'lik bir osilatör kullanılacaksa programın başında "Define osc 20" komutuyla yeni osilatör programa tanıtılır. Aşağıda görülen tanımlamalar o komutların kullanılacağı programın başında yazılmalıdır.

3.9.5. Debug Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:

DEFINE DEBUG_REG PORTB - Debug verisinin yollanacağı bacağı B0

DEFINE DEBUG_BIT 0 olarak seçti.

DEFINE DEBUG_BAUD 2400-Debug verisinin yollanacağı hızı 2400 olarak belirledi.

DEFINE DEBUG_MODE 1- Debug verisini invert ederek gönderecek, 0 olsaydı olduğu gibi gönderecekti.

3.9.6. Debugin Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:

DEFINE DEBUGIN_REG PORTB - Debug verisinin alacağı bacağı seçti.

DEFINE DEBUGIN_BIT 0

DEFINE DEBUGIN_BAUD 2400 - Debug verisinin alınacağı hızı 2400 olarak belirledi.

DEFINE DEBUGIN_MODE 1 - Debug verisinin invert edilmiş olarak geleceği anlatıldı, 0 olsaydı olduğu gibi geleceği anlaşılacaktı.

3.9.7. Hserin, Hserout Komutu İçin Gerekli Tanımlamalar:

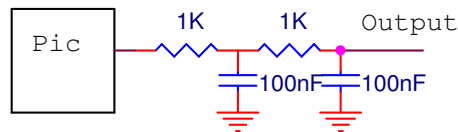
DEFINE HSER_RCSTA 90h

DEFINE HSER_TXSTA 20h

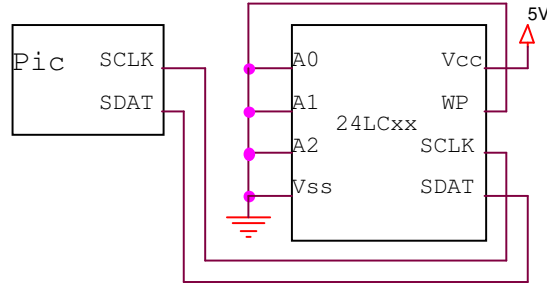
DEFINE HSER_BAUD 2400

DEFINE HSER_SPBRG 25

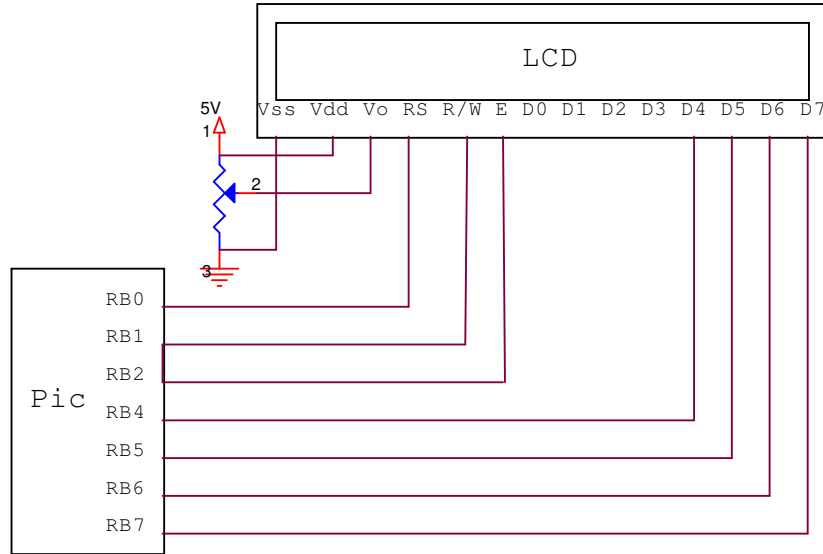
3.9.8. DTMF ve Freqout Komutlarının Kullanımı İçin Gerekli Devre:



Şekil 14. DTMF ve Freqout Komutlarının Kullanımı İçin Bağlantı



Şekil 15. I2C READ, I2C WRITE Komutlarının Kullanımı İçin Gerekli Devre



Şekil 16. PIC LCD bağlantı şeması

3.9.9. LCD Komutları İçin Gerekli Tanımlamalar:

```
DEFINE LCD_DREG PORTB
```

```
DEFINE LCD_DBIT 4
```

```
DEFINE LCD_RSREG PORTB
```

```
DEFINE LCD_REBIT 0
```

```
DEFINE LCD_RWREG PORTB
```

```
DEFINE LCD_RWBIT 1
```

```
DEFINE LCD_EREG PORTB
```

```
DEFINE LCD_EBIT 2
```

```
DEFINE LCD_BITS 4
```

```
DEFINE LCD_LINES 2
```

3.9.10. LCD’de Karakter Yazma Dışındaki İşlemler:

LCDOUT \$FE, 1	Ekranı temizleme
LCDOUT \$FE, 2	Üst satırın ilk harfine gitme
LCDOUT \$FE, \$0C	İmleçi gizler
LCDOUT \$FE, \$0E	Alt çizgiyi açar
LCDOUT \$FE, \$0F	Yanıp sönen imleçi açar
LCDOUT \$FE, \$10	İmleçi bir adım sola alma
LCDOUT \$FE, \$14	İmleçi bir adım sağa alma
LCDOUT \$FE, \$C0	İmleçi ikinci satırın ilk harfine götürme
LCDOUT \$FE, \$94	İmleçi üçüncü satırın ilk harfine götürme
LCDOUT \$FE, \$D4	İmleçi dördüncü satırın ilk harfine götürme

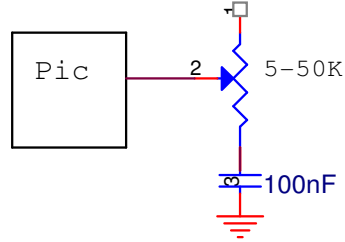
3.9.11. Pauseus Komutuyla Kullanılabilecek Minimum Bekleme Süreleri:

4MHz osilatör 24us

8MHz osilatör 12us

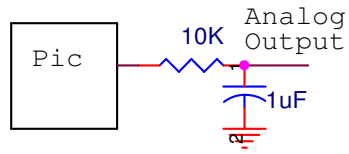
10MHz osilatör 8us

20MHz osilatör 3us



Şekil 17. Pot Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre

3.9.12. PWM Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre:



Şekil 18. PWM Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre

3.9.13. Serin Komutunda Mode'a Belirtilebilen Hız Tanımları:

T sinyalin aynı şekilde, N ise invert edilerek aktarıldığını belirtir. Yandaki sayı saniyede gönderilen veri paketi sayısıdır.

T2400 N2400

T1200 N1200

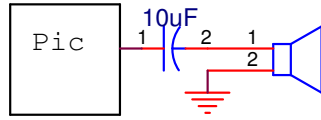
T9600 N9600

T300 N300

3.9.14. Serin2 Komutunda Kullanılabilen Hızlar ve Mode'a Yazılan

Karşılıkları:

300	3313
600	1646
1200	813
2400	396
4800	188
9600	84
19200	32



Şekil 19. Sound Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre

3.9.15. Shiftin-Shiftout Komutlarında Kullanılabilen Mode'lar:

Shiftin modu:	o:	Açıklama:
MSBPRE		Veri en yüksek bitten başlayarak okunuyor, clock gönderilmeden önce veri okunuyor, clock boşken sıfırda.
LSBPRE		Veri en düşük bitten başlayarak okunuyor, clock gönderilmeden önce veri okunuyor, clock boşken

		sıfırda
MSBPOST		Veri en yüksek bitten başlayarak okunuyor, clock gönderildikten sonra veri okunuyor, clock boşken sıfırda.
LSBPOST		Veri en düşük bitten başlayarak okunuyor, clock gönderildikten sonra veri okunuyor, clock boşken sıfırda.
MSBPPE		Veri en yüksek bitten başlayarak okunuyor, clock gönderilmeden önce veri okunuyor, clock boşken set durumunda.
LSBPPE		Veri en düşük bitten başlayarak okunuyor, clock gönderilmeden önce veri okunuyor, clock boşken set durumunda.
MSBPOST		Veri en yüksek bitten başlayarak okunuyor, clock gönderildikten sonra veri okunuyor, clock boşken set durumunda.
LSBPOST		Veri en düşük bitten başlayarak okunuyor, clock gönderildikten sonra veri okunuyor, clock boşken set durumunda.
Shiftout modu:	No:	Açıklama:
LSBFIRST	0	Veri en düşük bitten başlayarak gönderiliyor, clock boşken sıfırda.
MSBFIRST	1	Veri en yüksek bitten başlayarak gönderiliyor, clock boşken sıfırda.
	4	Veri en düşük bitten başlayarak gönderiliyor, clock boşken set durumunda.
	5	Veri en yüksek bitten başlayarak gönderiliyor, clock boşken set durumunda.

3.9.15.1.16F877 İle İlgili Açıklamalar:

16F877 33 I/O bacağı olan bir mikrodenetleyicidir. Genel özellikleri 16F84'e benzer, ancak 8 adet 10 bit analog dijital çevirici, USART desteği ve iki adet PWM modülü içermesi onu üstün kılar.

HPWM komutuyla çalışan PWM modülleri çıkış bacağı olarak RC1ve RC2'yi kullanır.

ADC özelliğinin kullanılması için ADCON0 ve ADCON1 byte'larının istenilen özelliğe göre ayarlanması gerekir.

3.9.16. ADCON1 byte'ı:

Bit 3-0: PCFG3-PCFG0 analog/dijital port seçimi kontrol bitleridir. Tabloda görülen V_{REF-} ve V_{REF+} 10 bit analog dijital çevriminde 0 ve 1024 sayılarının karşılığı olan voltaj değerlerini, A'lar ADC olarak kullanılacak bacakları, D'ler ise dijital I/O bacaklarını ifade ediyor.

3.9.17. Bit 6-4: Kullanım dışı bitler.

Bit 7: 0 olduğunda gelen 10 bitlik değer veri için açılmış olan 2x8 bitlik bölgeye üst 10 biti dolduracak şekilde, 1 olduğunda ise alt 10 biti dolduracak şekilde yüklenir. Analog dijital çevriminin 10 bit olması analog bilginin üst ve alt limitler arasındaki bölgenin 1024'e (0-1023) bölünmesi halinde karşılık geldiği değerin dijital bilgi olarak gönderilmesi demektir. Örneğin 0V V_{REF-} , 5V V_{REF+} yapıldığında analog girişteki 2.5V 511 sayısı olarak işlenir.

3.9.18. ADCON0 byte'ı:

Bit 0: 1 ise ADC kullanılacağı, 0 ise kullanılmayacağı seçilmiş olur.

Bit 1: Kullanım dışı bit.

Bit 2: 1 yapıldığında analog dijital çevrimi başlar, bir çevrim bitince otomatik olarak sıfırlanır.

Bit 5-3: Pic aynı anda sadece bir analog dijital çevrimi yapabilir. Birden çok çevrim kullanıldığında bu çevrimler sırayla yapılır. Bu üç bitin yanyana beraber olarak değeri kaçıncı (0-7) kanalın çevrime gireceğini belirler.

Bit 7-6: Analog dijital çevrimi için osilasyon kaynağını seçmeye yarar. Güvenilir ölçüm için en yavaş olan ve sadece ADC hattı için kullanılan Pic içi RC osilatörü tercih edilmeli.

00 =FOSC/2 İşlemci osilatörünün yarısı hızında

01 =FOSC/8 İşlemci osilatörünün 8’de 1’i hızında

10 =FOSC/32 İşlemci osilatörünün 32’de 1’i hızında

11=FRC RC osilatörü seçeneği

3.9.19. Pic Basic’le Uygulama Örnekleri:

24Cxx Yazma, Okuma ve LCD Kullanımı:

Include “MODEDEFS.BAS” - EEPROM’la seri haberleşme yapıldığı için gerekli

DEFINE LCD_DREG PORTB - LCD’ye gidecek data hattının RB4’ten

DEFINE LCD_DBIT 4 - başlayacağını belirtiyor.

DEFINE LCD_RSREG PORTB- LCD’ye karakter yazımıyla LCD’nin iç işlemlerini

DEFINE LCD_RSBIT 0 - birbirinden ayıran RS bitine ayrılan port

DEFINE LCD_EREG POR- LCD’ye karakter gönderildikten sonra karakterin

DEFINE LCD_EBIT 1 - görünmesi için 1 olacak enable bitine ayrılan port

DEFINE LCD_LINES 2 - LCD ekranın satır sayısı

DEFINE LCD_BITS 4 - LCD’ye kaç bit üzerinden data aktarılacağı

selk var PORTA.0 - EEPROM’a clock sinyalinin verileceği port’a selk denildi

sdat var PORTA.1 - EEPROM’a data’nın verileceği port’a sdat denildi

addr var byte - 24Cxx'e gönderilecek bilgi için birer byte uzunluğunda

veri var byte - adres ve veri değişkenleri tanımlandı.

cont con %10100000 - Seri haberleşmede kullanılan kontrol byte'ı

Main:

addr=\$01 - 24Cxx'e Veri'yi yüklemek için 1 adresi seçildi.

veri=\$23 - Veri değişkenine 23h yüklendi.

LCDOUT \$fe,1 - LCD ekran temizledi.

LCDOUT hex2 veri , "EEPROM'a gidiyor" Veri'deki değerin hexadecimal karşılığı ve tırnak içindeki ifade LCD'de görüldü.

PAUSE 1000 - 1000 milisaniye bekledi.

I2CWRITE sdat, sclk, cont, addr, [veri] - 24Cxx'in 1 adresine Veri'deki değer yüklendi

veri=0 -Veri'deki değer sıfırlandı.

LCDOUT \$fe,1 - LCD ekran temizledi.

LCDOUT hex2 veri -Veri'deki değerin hexadecimal karşılığı LCD'de görüldü

PAUSE 1000 - 1000 milisaniye bekledi.

I2CREAD sdat, sclk, cont, addr, [veri]-24Cxx'in 1 adresindeki değer Veri'ye yüklendi.

LCDOUT \$fe,1 - LCD ekran temizlendi.

LCDOUT hex2 veri - Veri'ye geri yüklenmiş olan 23h sayısı LCD'ye gönderildi.

Done:

@ sleep - Assembly dilindeki sleep komutu çağırıldı.

Bu programın başında, EEPROM’la bilgi aktarımı seri haberleşme yoluyla yapıldığı için MODEDEFS.BAS dosyası eklendi. LCD kullanılacağı için LCD’nin bacaklarının Pic’e bağlanacağı portlar “Define” komutuyla tanıtıldı. Bu LCD tanıma şekli bir kalıptır ve portların seçimi ve LCD’de kullanılacak satır sayısı haricinde standarttır. I2CREAD VE I2CWRITE komutları için gerekli olan parametreler sclk, sdat, addr ve veri birer byte’lık değişkenler (var) olarak, cont ise sabit sayı (con) olarak tanımlandı. Pic Basic’te değişkenler bit, byte ve 16 bitlik word olarak tanımlanabilir. Cont, seri haberleşmede kontrol amacıyla yollanan bir bytelık bir veri olan %10100000’ı ifade ediyor. Scll, EEPROM’a bilgi gönderilirken verilen clock sinyalinin gönderildiği bacağı, sdat ise bilginin gönderildiği bacağı temsil eder. Bu programda da görüldüğü gibi Pic Basic’te bacakların adlandırılmasında da değişken olarak tanımlama geçerli. Değişkenlere değer atanırken, değer hexadecim olarak yazılması için başına \$, binary olarak yazılması için başına % işareti koyulur. Decim olarak yazmak için herhangi bir işaret kullanılmaz. Programda EEPROM’la data alışverişi olduğunu göstermek için Veri’deki değer EEPROM’a yollanmadan önce LCD’ye aktarıldı, Veri sıfırlandıktan sonra Veri’deki değer tekrar LCD’ye aktarıldı ve son olarak I2CREAD komutuyla Veri’ye alınan değer LCD’ye aktarıldı. LCD’ye değerler aktarılırken o değer hexadecim karşılığının yazılması için LCDOUT komutunun ardından Hex; decim karşılığının yazılması için Dec veya #; binary karşılığının yazılması içinse Bin yazılır ve sonuna kaç basamak kullanılacağı yazılır. Her üç işlemin de arasında PAUSE 1000 komutuyla birer saniye beklendi, böylece sonuçları görebilmemiz için bize zaman tanınmış oldu. Son olarak Assembly dilinden @ ile çağırılan sleep komutuyla Pic uyku moduna alınmıştır.

Bu programda Pic’in dahili EEPROM’u kullanılmak istenseydi I2CWRITE ve I2CREAD komutları yerine sadece data ve adresin belirtilmesi gereken WRITE ve READ komutları kullanılacaktı. Bu iki komutun parametre düzenleri:

WRITE addr, veri ve READ addr, veri

3.9.20. 16F877 ile ADC Kullanımı:

DEFINE LCD_DREG PORTB LCD'ye gidecek data hattının RB4'ten
 DEFINE LCD_DBIT 4 başlayacağı belirtiliyor.
 DEFINE LCD_RSREG PORTB LCD'ye karakter yazılacak port
 DEFINE LCD_RSBIT 0 birbirinden ayıran RS bitine ayrılan port
 DEFINE LCD_EREG PORTB LCD'ye karakter gönderildikten sonra
 DEFINE LCD_EBIT 1 görünmesi için 1 olması gereken port
 DEFINE LCD_LINES 2 LCD ekranın satır sayısı
 DEFINE LCD_BITS 4 LCD'ye kaç bit üzerinden data aktarılacağı
 DEFINE ADC_BITS 8 8 bit ADC çözünürlüğü kullanımı seçildi.
 DEFINE ADC_CLOCK 3 ADC için RC (11) osilatörü seçildi.
 DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 Doğru veriler almak için 50ms ADC'yi bekletti.
 ADCON1=0 8 ADC portunun hepsi analog giriş olarak ayarlandı.

ADC_Okuma:

ADCIN 0, adcddata AN 0 girişindeki (RA0) analog verinin karşılığı adcddata'ya atıldı.

adcddata= (adcddata+1)*500/256 adcddata'daki değer AN0'daki analog değere uyduruldu.

A=adcddata DIG 2

B=adcddata DIG 1

C= adcddata DIG 0

LCDOUT \$fe, 1 Ekran temizlendi.

LCDOUT #A, “.”, #B, #C, “ V” adcddata’daki değerin decimal karşılığı ve V yazıldı.PAUSE 100

Done:

3.9.21. GOTO ADC_Okuma

Bu programda RA0’a bağlı olan 0-5V arası bir voltaj kaynağının çıkışı 16F877’deki ADC özelliği kullanılarak ölçülüyor ve LCD’de gösteriliyor. Bu programda kullanılan ADC tanımlamaları yanlarındaki değerler dışında bir kalıptır. Burada 10 bit yerine 8 bit ADC kullanılmış, ancak Pic ADC verilerini hep 10 bit olarak kullanırken, Pic Basic’teki ADCIN komutu 10 biti 8 bite düşürüyor. 0-5V aralığı 256 eşit parçaya bölünmüş olduğu için asıl değeri tekrar elde etmek için $(adcddata+1)*500/256$ işlemi kullanıldı. Pic ondalıklı sayılarda noktadan sonraki bölümü göremediği için sayı 5 yerine 500’le çarpıldı ve LCD’ye veri aktarılırken son sayının önce ilk rakamı, sonra bir nokta ve daha sonra kalan iki rakam aktarıldı.

3.9.22. DS1302 RTC Kullanımı:

INCLUDE “MODEDEFS.BAS”

DEFINE LCD_DREG PORTB - LCD’ye gidecek data hattının RB4’ten

DEFINE LCD_DBIT 4 - başlayacağı belirtiliyor.

DEFINE LCD_RSREG PORTB - LCD’ye karakter yazımıyla LCD’nin iç işlemlerini

DEFINE LCD_RSBIT 0 - birbirinden ayıran RS bitine ayrılan port

DEFINE LCD_EREG PORTB LCD’ye karakter gönderildikten sonra karakterin

DEFINE LCD_EBIT 1-görünmesi için 1 olması gereken port

DEFINE LCD_LINES 2 - LCD ekranın satır sayısı

DEFINE LCD_BITS 4 - LCD’ye kaç bit üzerinden data aktarılacağı

RST var PORTA.0 - RA0’a RST adını verdi.

IO var PORTA.1 RA1’e IO adını verdi.

SCLK var PORTA.2

RA2'ye SCLK adını verdi.

TRISB=0

LCD için B bacakları çıkış yapıldı.

rtcyear var byte

rtcday var byte

rtcmonth var byte

rtcdate var byte

rtchr var byte

rtcmin var byte

rtcsec var byte

rtccontrol var byte

Main:

LOW RST

RST bacağına sıfırladı.

LOW SCLK

SCLK bacağına sıfırladı.

rtcyear=\$02

rtcyear değişkenine 02h sayısını atadı.

rtcday=\$06

rtcmonth=\$04

rtcdate=\$13

rtchr=\$13

rtcmin=\$42

rtcsec=\$00

GOSUB SetTime

SetTime program bloğunu çağırdı.

GOTO Main_Loop Main_Loop program bloğuna gitti.

GOSUB GetTime GetTime program bloğunu çağırdı.

LCDOUT \$fe,1 Ekranı temizledi.

LCDOUT hex2 rtcmonth, “/”, hex2 rtcdate, “/”, hex2 rtcyear
ay/gün/yıl şeklinde tarihi yazdı.

LCDOUT \$fe, \$c0 İkinci satıra geçti

LCDOUT hex2 rtchr, “:”, hex2 rtcmin, “:”, hex2 rtcsec
saat:dakika:saniye şeklinde zamanı yazdı.

Pause 300

GOTO Main_Loop

SetTime:

RST=1 Reseti kaldırarak haberleşme hattını açtı.

SHIFTOUT IO, SCLK, LSBFIRST, [\$8e, 0] DS1302’yi ayarlayama kodunu
yolladı.

RST=0 Resetleme

RST=1 Reseti kaldırarak haberleşme hattını açtı.

SHIFTOUT IO, SCLK, LSBFIRST,
[\$be,rtcsec,rtcmin,rtchr,rtcdate,rtcmonth,rtcday,rtcyear, 0]

DS1302’ye ayarlama yapılacağı bildirilmişti, şimdi de yeni zaman bilgileri yollandı.

RST=0 Resetleme

Return

GetTime:

RST=1 Reseti kaldırarak haberleşme hattını açtı.

SHIFTOUT IO, SCLK; LSBFIRST, [\$bf]

DS1302'den zaman bilgisi alma kodunu yolladı.

SHIFTIN IO,SCLK,LSBPRES, [rtcsec, rtcmin, rtchr, rtcdate, rtcmonth, rtcday, rtcyear, rtccontrol]

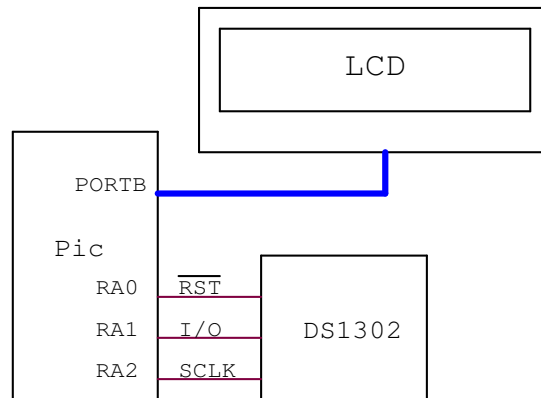
DS1302'den zaman bilgisi alınacağı bildirilmişti, şimdi de zaman bilgileri alındı.

RST=0 Resetleme

RETURN

END

Programın başında seri haberleşme için gerekli Modedefs.bas eklendi ve LCD kullanımı için gerekli tanımlamalar yapıldı. Sonra da DS1302'nin belleğindeki bilgiler için uygun değişkenler tanımlandı. DS1302 bir saat entegresi ve kristal osilatörüyle beraber tam bir saat. Kendi içinde sırasıyla saniye, dakika, saat, gün, ay, haftanın kaçınıcı günü ve yıl bilgilerini içeren bir bellek sistemine sahip ve takılı osilatöre uyarak bu bellek bölümlerindeki sayıları otomatik olarak arttırıyor. Ancak başta bir saat ayarı olmadığı için programın içinde



Şekil 20. DS1302 bir saat entegresi

Pic buna başlangıç değerlerini aktarıyor, sonra saati göstermek için saat entegresinden tekrar tekrar son zaman bilgilerini alıp LCD ekrana aktarıyor. SHIFTOUT ve SHIFTIN komutları senkron seri haberleşmede kullanılan veri gönderme ve alma komutlarıdır. Bu yöntemde veri aktarımı için öncelikle RST 1 yapılarak data aktarımına izin veriliyor, sonra CLK sinyali veri'lerle eşzamanlı olarak gönderilerek veri gönderenle veri alanın aynı anda gerekli işlemleri yapması sağlanıyor. Sırayla gelen iki SHIFTOUT,veya SHIFTIN komutu arasında bile RST'in sıfırlanmasının nedeni seri haberleşmede RST'in yükselen kenarı görüldüğü zaman Pic'e bağlı devrelerin haberleşme yapılacağını anlamasıdır. Senkron seri haberleşmenin önemli olduğu 74HC595 shiftregister (kayan yazı entegresi) sisteminde ilk shiftregister devresine bir veri aktarılırken sırayla bütün shiftregister'lardaki verilerin bir sonrakine aktarılması veri aktarımı sırasında CLK sinyalinin bütün gruba gönderilmesi ve veri aktarımlarının aynı anda olmasıyla veri kaybı olmadan gerçekleşiyor.

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

oe var PORTA.0 DS1302'deki RST'in aynısı. OE output enable (çıkış izni) demek

sdat var PORTA.1

sclk var PORTA.2

Start:

PORTA=0

Main:

veri=\$03

SHIFTOUT sdat, sclk, LSBFIRST, [veri] Veri'deki değeri yollamak için komutu verdi.

oe=0

oe=1

Oe'nin yükselen kenarında veri'deki değer

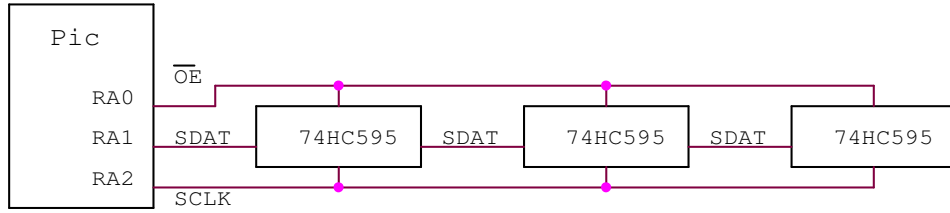
oe=0

74HC595'e gider.

PAUSE 1000

GOTO Main

END



Şekil 21. PIC 74HC595

Bu programda Pic kendisine en yakın 74HC595'ye 03h verisini yolluyor, 1 saniye bekliyor ve ikinci 03h verisini yolluyor. Pic ikinci veriyi yollarken ilk 74HC595'teki veri ikinci 74HC595'teki belleğe yükleniyor. Her bir saniyelik beklemeden sonra bu işlem tekrarlanıyor ve sırayla bütün 74HC595'lerin başta boş olan 8 bitlik belleklerine veri yazılmış oluyor. Bu entegrelere birer LM247'yle displayler takılsaydı sadece 3 sayıları içeren bir kayan yazı elde edilirdi. Şekilde üç tane 74HC595 birbirine bağlanmış ama bu sayıda bir sınırlama yok.

3.9.22. Asenkron Seri Haberleşme:

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

si var portb.0 Seri giriş bacağı tanımlandı.

so var portb.1 Seri çıkış bacağı tanımlandı.

veri var byte

baud con 84 Aktarma hızı (baud rate) 9600 veri paketi/saniye oldu.

Start:

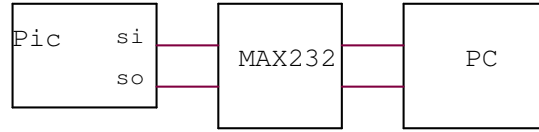
TRISB=1 si'yi giriş yaptı.

PORTB=0

Main:

PAUSE 1000

SEROUT2, so, baud, ["Merhaba"] so çıkışından 9600 hızında "Merhaba" yazısını gönderdi.



Şekil 22. MAX 232

Loop:

SERIN2 si, baud, 100, Loop, [veri] si'den 100 milisaniye boyunca veri gelmezse Loop'a gider, gelirse veri'ye atar.

IF veri="x" then veri'deki bilgi x harfiyse (x'in ASCII kodu)

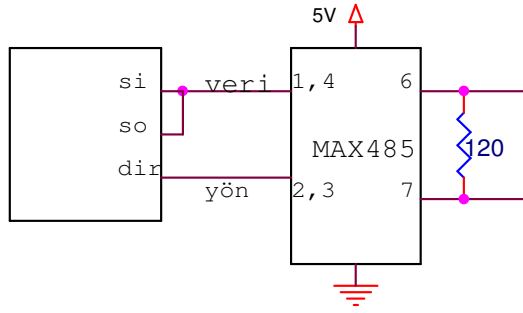
SEROUT2 so, baud, ["X Alindi"] "X Alindi" mesajını so üzerinden 9600 hızında gönderdi.

ELSE veri'deki bilgi x değilse "X Alinmadi" mesajını so

SEROUT2 so, baud, ["X Alinmadi"] üzerinden 9600 hızında gönderdi.

ENDIF

Bu programda RS232 asenkron seri haberleşmesi kullanılarak önce "Merhaba" yazısı gönderildi, sonra hattan "x" verisinin gelip gelmediği kontrol edilip sonuca göre "x Alindi" veya "x Alinmadi" yazıldı. RS232 kısa mesafelerde (2-3 m), RS485 ise uzun mesafelerde (2km) ve elektromanyetik gürültü altında veri aktarımı sağlayabilen bir seri haberleşme şeklidir. Her ikisi için de kablodaki gürültüyle veriyi ayıran interface entegreleri (MAX232 ve MAX485) kullanılır. Yukarıdaki program Pic'e bağlı MAX232'nin seri çıkışının bilgisayarın seri portuna bağlanması yoluyla Hyperterminal programıyla haberleşmesini sağlamaktadır. Bu programda RS232 yerine RS485 haberleşmesi kullanılmak istenseydi MAX485 entegresinin aynı anda tek sinyal geçişine izin vermesi nedeniyle gereken veri akış yönü seçme işlemi için "dir" adında bir bacak tanımlanması ve serout komutundan önce dir'in 1, serin komutundan önce de dir'in 0 yapılması gerekir.



Şekil 23. MAX 485

Interrupt Kullanımı:

Main:

Led var PORTB.1

TRISB=1 RB0'ı giriş yaptı. (Interrupt girişi)

OPTION_REG.7=1 B bacaklarındaki pull-up dirençlerini kapattı.

INTCON=%10010000 RB0 interruptını ve genel interrupt girişini açtı.

Start:

ON INTERRUPT GOTO Wake_Up Interrupt gelirse Wake_Up bloğuna gidecek.

@ Sleep Uyku moduna girdi.

Wake_Up:

DISABLE Wake_Up sırasında başka interrupt gelirse

GOSUB Blink Wake_Up'ın başına dönmek için interrupt girişini kapattı.

INTCON.1=0 Interrupt flag'ini sıfırladı.

ENABLE Interrupt girişlerini tekrar aktifleştirdi.

GOTO Start Tekrar interrupt döngüsüne girecek.

Blink:

Led=1 RB1'e bağlı Led'i yaktı.

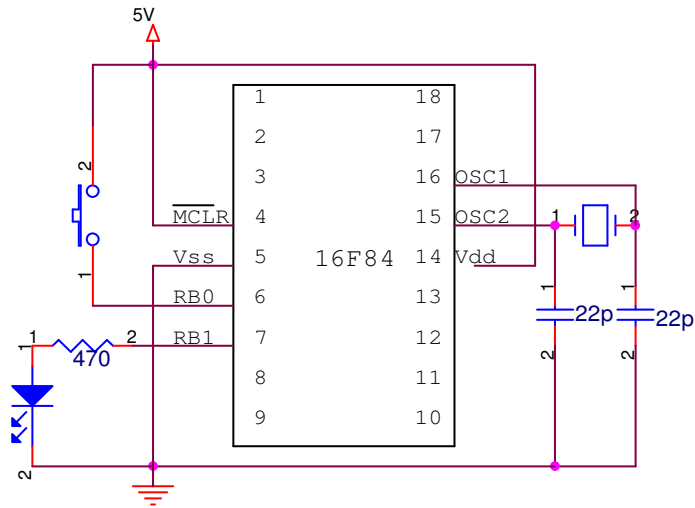
PAUSE 5000 Bir saniye bekledi.

Led=0 Led'i söndürdü.

RETURN

Ana programa geri döndü.

END



Şekil 24. PIC 16F877 Bağlantısı

Bu programda öncelikle RB1 bacağı Led olarak adlandırılıyor, RB0 interrupt'ı kullanılacağı için RB0 giriş olarak ayarlanıyor ve RB0 interrupt'ı için GIE ve INTE set ediliyor. Start bloğunda interrupt geldiğinde Wake_Up bloğuna gitme komutu verildikten sonra Pic uyku moduna alınıyor. Interrupt geldiğinde Pic önce interrupt

girişlerini kapatıyor, Led'i 5 saniye süreyle yakıyor, interrupt flag'ini sıfırlıyor ve interrupt girişlerini tekrar açıp interrupt döngüsünü tekrarlıyor.

Böylece RB0'a bağlı tuşa basıldığı zaman Led 5 saniye yanar ve sonra tekrar basmamıza kadar uyku modunda kalır. Bu programdaki işlemi RB 4-7 interrupt hattıyla kullanmak için INTE ve INTF yerine RBIE ve RBIF kullanmak ve RB 4-7 girişlerini giriş olarak tanımlamak yeterli. TMR0 interrupt'ı kullanmak için ise Option_Reg'in içindeki timer ayarlarını yapmak ve INTE, INTF çiftini kullanmak gerekli.

4. UYGULAMA

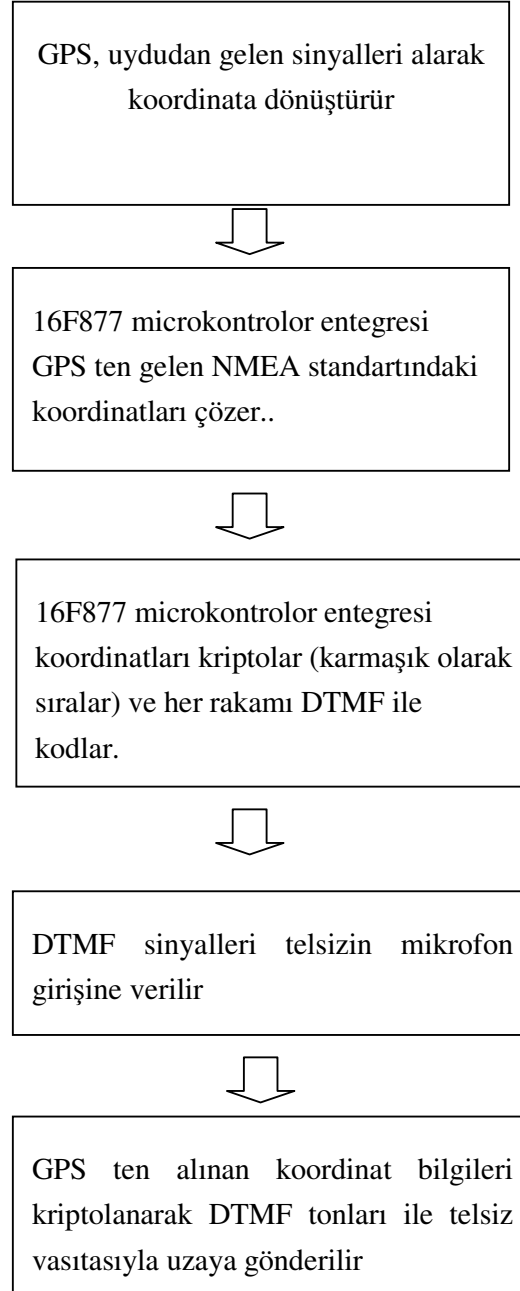
4.1. GPS Destekli Sistemin Ana Hatları

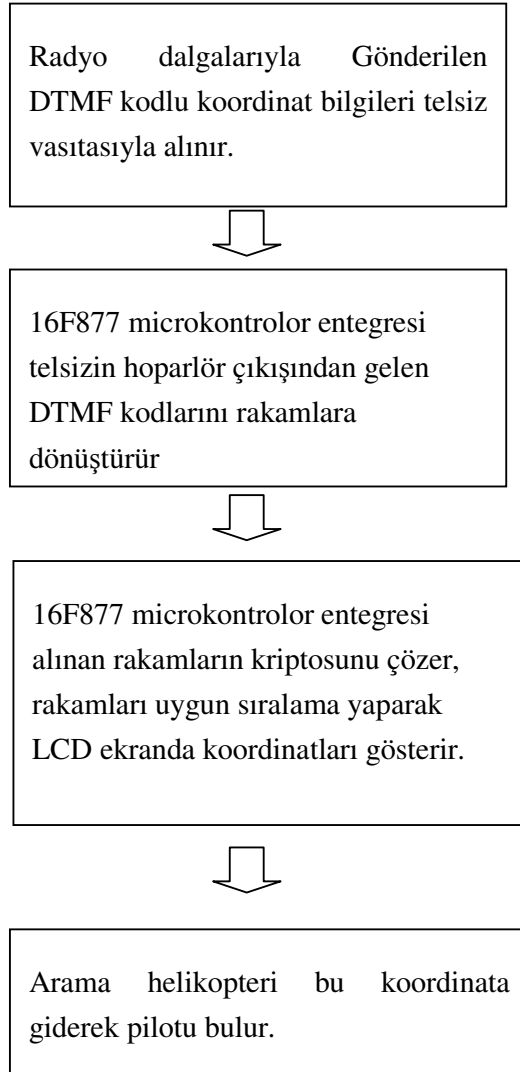
Yukarıda anlatılan sistemin eksiklik ve hatalarını gidermek için yeryüzünde kullanılan en güvenilir konum belirleme sistemi olan GPS'in kullanılması gerekmektedir. Sistem kabaca pilotun üzerinde taşıyacağı telsiz ve bu telsize irtibatlanmış GPS alıcısı, arama yapan uçakta bulunan telsiz alıcısı ve bu telsiz alıcısına irtibatlı kod çözücü ve pilotun koordinatını gösteren bir göstergeden ibarettir.

Pilot, uçuş kıyafeti üzerinde sistemin verici parçasını taşıyacaktır. Sistemin bir parçası olan GPS vasıtasıyla uydulardan sürekli olarak alınan koordinat bilgisi telsiz vericisi vasıtasıyla kodlanarak radyo dalgaları halinde uzaya yayılır. Alıcı pozisyonunda bulunan arama-kurtarma uçağı ise üzerinde taşıdığı alıcı ve kod çözücü vasıtasıyla uzaya yayılan bu kodlu sinyalleri alıp kodları çözerek pilotun koordinatları öğrenilmiş olur.

Sistem yukarıda bahsedildiğı gibi iki ana parçadan oluşur. Birincisi pilotun üzerinde taşıyacağı verici kısmı ikincisi ise arama-kurtarma uçak veya helikopterinde bulunan alıcı kısmıdır.

VERİCİ BLOK DİYAGRAMI



ALICI BLOK DİYAGRAMI

4.1.1. Verici Modül

1 Gps alıcısı

2 GPS kodlarını çözen kod çözücü devre

3 Çözülen GPS kodlarını DTMF kodları ile tekrar kodlayan kodlayıcı devre

4 Kodlanan sinyalleri uzaya radyo dalgaları olarak gönderen telsiz vericisi

olarak dört bölümden oluşur.

GPS alıcısı olarak PS2 konnektörlü GPS MOUSE kullanılmıştır.(Yaklaşık \$60)

GPS bilgilerini alıp kodlayan ve DTMF kodlarına çeviren devrede PIC 16F877 entegresi kullanılmış ve programlanmıştır.

4.1.2. Alıcı Modül

1 Telsiz alıcısı

2 Gelen DTMF sinyallerini çözen kod çözücü devre

3 Çözülen kodları anlamlı rakamlar olarak gösteren LCD modül

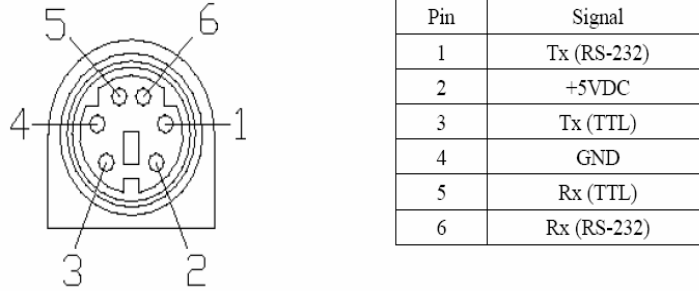
olarak üç bölümden oluşur.

Telsiz alıcı ve vericisi olarak Midland marka 23 km menzile sahip telsizler kullanılmıştır. (Yaklaşık \$55)

DTMF kodlarını çözmek için CM8870 entegresi[11], çözülen kodları LCD ekrana göndermek için PIC 16F877 entegresi kullanılmış ve programlanmıştır. LCD olarak 16x2 karakter büyüklüğünde HD44780 standartında yeşil renk LCD kullanılmıştır.

4.2. Verici Modülün Çalışma Mantığı

GPS alıcısı uydulardan aldığı koordinat bilgilerini NMEA denilen standart bir formatta seri iletişim protokolü ile PS2 konnektörü vasıtasıyla 4800 br'de tek hat üzerinden göndermektedir. 3 nolu bacak bu iş için kullanılmıştır.



Şekil 25. GPS Bağlantı şeması

Bu bacadan gelen bilgiler pic 16f 877 nin portB0 bacağına bağlanmış, pic basic komutlarından SERIN2 komutuyla bu bacağına gönderilen bilgiler ayrıştırılmıştır. Tüm koordinat ve irtifa bilgisi bu şekilde gps alıcısından devreye aktarılmış oldu. Yine picbasic komutlarından DTMFOUT komutuyla bu bilgiler teker teker portB1 bacağından telsizin mikrofona girişine verilmiştir. Koordinat bilgileri DTMF ile gönderilirken bir mantık kullanılmış alıcı devrede aynı mantığın tersi işletilerek bu kodlar çözülmüştür[12].

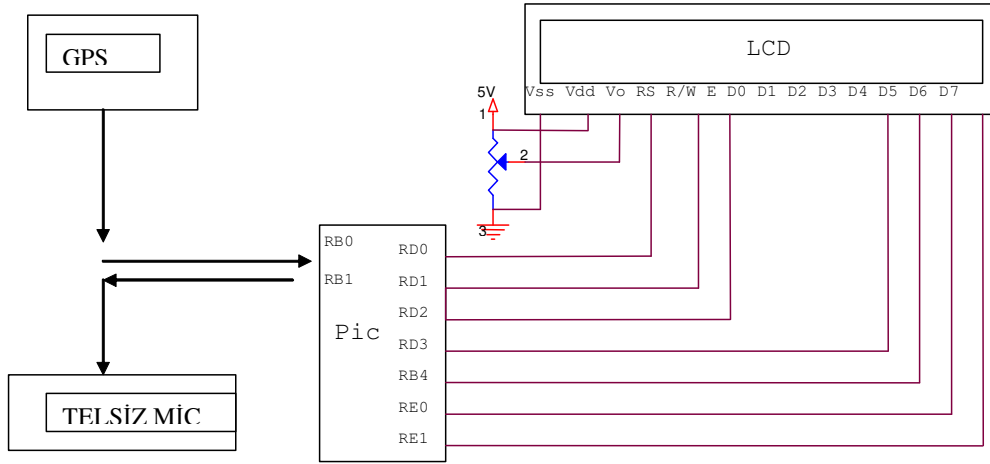
Koordinat ve irtifa bilgileri yan yana toplam 19 rakamdan oluşmaktadır. Bu rakamlar sırasıyla bir mantık ile gönderilecektir. Mantık şöyledir:

Rakamlar bir paket halinde gönderilir. Paketin başlangıcında 14 rakamı konur ki alıcı devrede de 14 rakamı hissedildiğinde paketin başlangıcının gönderildiği anlaşılabilir. 100ms boyunca 14 rakamı 30ms boşluk ve tekrar 100 ms boyunca paketin ilk rakamı , 30 ms boşluk ve 100ms boyunca ikinci rakam, 30ms boşluk.....bu son rakama kadar devam edip yaklaşık olarak bir paketin gitmesi 3-4 saniye sürmektedir. Belirli periyotlarla bu işlem tekrarlanmaktadır.

Telsiz mikrofona gelen bu DTMF kodları telsizin ayarlandığı frekans üzerinden uzaya gönderilmektedir.

Verici modülde tüm işi PIC 16F877 entegresi yapmaktadır. Devreye regüleli 5v luk 7805 entegresi bağlanmıştır. Güç kaynağı olarak telsizin pilleri kullanılmış aynı pillerle hem gps hem devre hemde telsizin çalışması sağlanmıştır. 16F877 nin çalışma frekansı 10mhz dir. Bunun için 10 mhz lik kristal ve iki tane 22pf lık kondansatör kullanılmıştır. GPS in aldığı bilgileri görmek amacıyla birde ilave olarak lcd gösterge modülü ilave edilmiştir. Sistem koordinatları hem göstermekte hemde

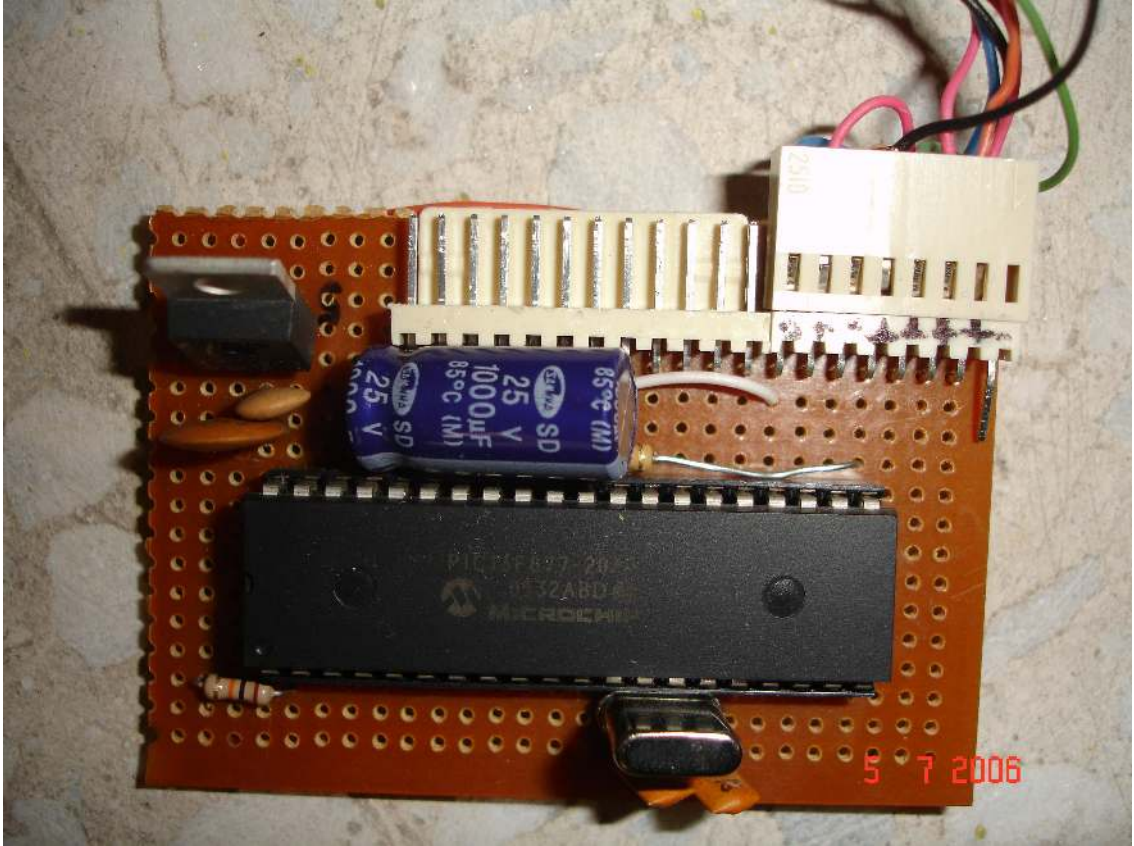
telsizden göndermektedir. 16F877 de kullanılan program ek te verilmiştir. Ayrıca yukarıda kısaca bahsedilen konular önceki bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmıştır[13] .



Şekil 26. Verici Modül Şeması



Resim 1. Verici modül



Resim 2. Verici devresi

4.3. Alıcı Devresinin Çalışma Mantığı

Alıcı devre telsiz ile başlar. Telsizin hoparlör çıkışı CM8870 entegresinin girişine verilir. Bu entegre hoparlör çıkışından gelen DTMF sinyallerini dört bit olarak binary formatta 16F877 portB üzerinden entegresine gönderir. PORTB nin kalan 4 biti toprağa bağlanmıştır[14].

16F877 entegresi sürekli olarak portB yi kontrol eder ve 14 rakamının gelip gelmediğini kontrol eder. 14 rakamı geldiğinde içindeki zamanlama döngüsü



Resim 3. Alıcı modülü



Resim 3. Alıcı devresi

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

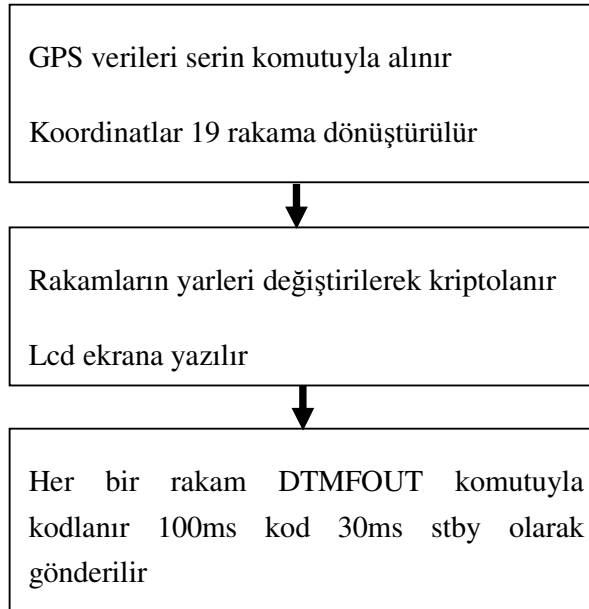
Yapılan çalışmalar neticesinde GPS ten koordinat ve irtifa bilgileri alınmış bu bilgiler kodlanarak DTMF kodlarıyla telsiz vericisi üzerinden radyo dalgaları vasıtasıyla uzaya gönderilmiş, alıcı modülünde ise telsiz alıcısı hoparlör çıkışından alınan DTMF kodları çözülmüş ve LCD ekrana gönderilmiştir. Sistemin ana unsurunu PIC 16F877 mikrokontroler entegresi oluşturmuştur. Bu entegreye yüklenen programın algoritmasında yapılacak her türlü değişikliklerle sistem istenen şekilde düzenlenebilmektedir. Sistem bu haliyle kullanılabilir haldedir. Aynı zamanda gelişmeye de açıktır. Yani sisteme birçok ilave unsurlar eklenebilir. Sistem bu haliyle en basit mantıkla kriptolanmış durumdadır. Kripto mantığı geliştirilerek çözülmesi çok zor hale getirilebilir. Mesafesi çok daha fazla mesafeli telsizler kullanılarak etkinlik artırılabilir. Alıcı modüle küçük ilaveler yapılarak seri port üzerinden bir bilgisayara koordinat bilgileri aktarılıp harita üzerinde vericinin yeri görsel olarak gösterilebilir. Ayrıca alıcı ve vericinin birbirleriyle kodlu haberleşme yapıp alıcı modülden sorgulama yapıldığında vericiden bilgi göndermesi istenebilir.

Yapılacak küçük düzeltmeler ve uygun bir üretim tekniği ile sistem ucuz maliyeti ve kendi tasarımı olması dolayısı ile ilgili kişilerce değerlendirilip aktif olarak kullanılabilir.

6. EKLER

6.1. EK-1. VERİCİ PICBASIC PROGRAMI

AKIŞ DİYAGRAMI



----- TANIMLAMALAR-----

Define

Define LCD_DREG PORTD ' Define LCD connections

Define LCD_DBIT 4

Define LCD_RSREG PORTE

Define LCD_RSBIT 0

Define LCD_EREG PORTE

Define LCD_EBIT 1

DEFINE ADC_BITS 10 ' Set number of bits in result

DEFINE ADC_CLOCK 3 ' Set clock source (3=rc)

```
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 ' Set sampling time in uS
```

```
DEFINE OSC 10
```

```
-----PIC16F877 KONFIGURASYONU-----
```

```
input portc.4
```

```
input portc.5
```

```
TRISD=%00111111
```

```
TRISB=%10101001
```

```
TRISA = %11111111
```

```
' Set PORTA to all input
```

```
ADCON1 = %10000010
```

```
' Set PORTA analog
```

```
Low PORTE.2 ' LCD R/W low = write
```

```
Pause 500 ' Wait for LCD to startup
```

```
----- TANIMLAMALAR-----
```

```
aa var byte
```

```
a var byte
```

```
b var byte
```

```
c var byte
```

```
d var byte
```

```
e var byte
```

```
f var byte
```

g var byte

h var byte

i var byte

j var byte

k var byte

l var byte

 a1 var byte

b1 var byte

c1 var byte

 d1 var byte

e1 var byte

f1 var byte

g1 var byte

h1 var byte

i1 var byte

j1 var byte

k1 var byte

l1 var byte

 hz1 var byte

 hz var byte

aa=14

sifre var byte[20]

Pause 700

----- GPSTEN BİLGİLERİ ALMA DONGUSU-----

mainloop:

SERIN2 PORTB.0,188,100,git,[wait ("GPGGA,"), dec2 a,dec2 b, dec2 c,dec2
d,dec2 e, dec2 f,dec2 g,dec2 h, dec2 i,dec2 j,dec2 k,dec1 l, dec2 a1,dec2 b1, dec2
c1,dec2 d1,dec2 e1, dec2 f1,dec2 g1,dec1 h1, dec2 i1,dec2 j1,dec2 k1,dec2 l1]

SERIN2 PORTB.0,188,100,git,[wait ("GPVTG,"),wait("N"),dec3 hz1,dec2 hz]

----- LCD YE YAZMA-----

Lcdout \$fe, 1 ' Clear LCD screen

pause 20

lcdout dec2 c,"N",dec2 f,dec2 g,".",dec2 h,dec1 i,"H", dec3 hz1,dec2 hz

pause 10

lcdout \$fe,\$C0

pause 20

lcdout "E",dec2 j, dec2 k,dec1 l,".",dec2 a1, dec b1 dig 1,"/",dec2 g1,dec1
h1,".", dec1 i1'dec2 a1,dec2 b1,dec2 c1,dec2 d1,dec2 e1,dec2 f1,dec2 g1,dec2 h1,
dec2 i1,dec2 j1,dec2 k1,dec2 l1 ' Clear LCD screen

Pause 50

----- DTMF KODLAMA-----

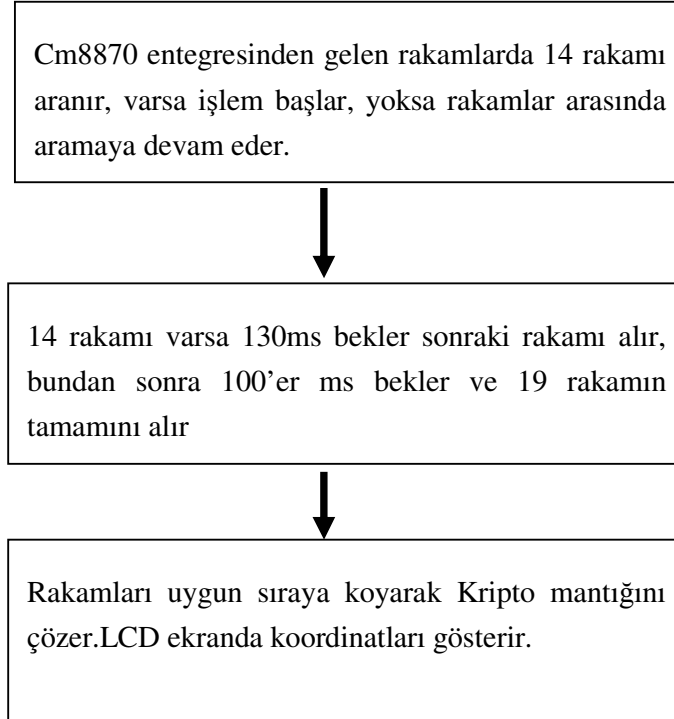
```
dtmfout PORTB.1,100,30,[aa ,c dig 0,f dig 1,f dig 0,g dig 1, g dig 0,h dig 1,h  
dig 0,i dig 0, j dig 1,j dig 0,k dig 1, k dig 0,l dig 0,a1 dig 1, a1 dig 0,b1 dig 1,g1 dig  
1, g1 dig 0,h1 dig 0, i1 dig 0]
```

```
Goto mainloop ' Do it forever
```

```
End
```

6.2. EK-2 .ALICI PICBASIC PROGRAMI

AKIŞ DİYAGRAMI



----- TANIMLAMALAR-----

' Define LCD registers and bits

Define LCD_DREG PORTD

Define LCD_DBIT 4

Define LCD_RSREG PORTE

Define LCD_RSBIT 0

Define LCD_EREG PORTE

```
Define LCD_EBIT    1
```

```
define osc 10
```

```
-----PIC16F877 KONFIGURASYONU-----
```

```
TRISD=%00111111
```

```
    TRISB=%11111111
```

```
    TRISA = %10111101
```

```
' Set PORTA to all input
```

```
ADCON1 = %10000110
```

```
-----  TANIMLAMALAR-----
```

```
z var byte
```

```
z1  var  byte
```

```
z2 var  byte
```

```
z3 var  byte
```

```
z4 var  byte
```

```
z=14
```

```
z1=4
```

```
z2=6
```

```
z3=3
```

```
z4=0
```

```
aa var  byte
```

```
a  var  byte
```

b var byte

c var byte

d var byte

e var byte

f var byte

g var byte

h var byte

i var byte

j var byte

k var byte

l var byte

a1 var byte

b1 var byte

c1 var byte

d1 var byte

e1 var byte

f1 var byte

g1 var byte

h1 var byte

i1 var byte

j1 var byte

```
k1 var byte
```

```
l1 var byte
```

```
Pause 700 ' Wait for LCD to start up
```

```
Lcdout $fe, 1 ' Clear screen
```

```
Pause 50 ' Wait .5 second
```

```
Lcdout "BARKIN" Display
```

```
pause 700
```

```
Goto loop
```

```
----- PORTB DEN DTMF KODLARINI ALMA DONGUSU-----
```

```
loop:
```

```
if portB=14 then
```

```
    pause 150
```

```
    a=portb
```

```
    pause 130
```

```
    b=portb
```

```
    pause 130
```

```
    c=portb
```

```
    pause 130
```

```
    d=portb
```

```
    pause 130
```

```
    e=portb
```

pause 130

f=portb

pause 130

g=portb

pause 130

h=portb

pause 130

i=portb

pause 130

j=portb

pause 130

a1=portb

pause 130

b1=portb

pause 130

c1=portb

pause 130

d1=portb

pause 130

e1=portb

pause 130

```
f1=portb
```

```
pause 130
```

```
g1=portb
```

```
pause 130
```

```
h1=portb
```

```
pause 130
```

```
i1=portb
```

```
pause 130
```

```
j1=portb
```

```
Lcdout $fe, 1 ' Clear screen
```

```
Pause 50 ' Wait .5 second
```

```
----- LCD YE YAZDIRMA-----
```

```
Lcdout dec a dig 0,"N",dec b dig 0,dec c dig 0,dec d dig 0,dec e dig 0,".",dec  
f dig 0,dec g dig 0,dec h dig 0 ' Display "Hello"
```

```
Pause 50 ' Wait .5 second
```

```
Lcdout $fe, $c0
```

```
pause 20
```

```
Lcdout "E",dec i dig 0,dec j dig 0,dec a1 dig 0,dec b1 dig 0,dec c1 dig  
0,".",dec d1 dig 0,dec e1 dig 0,dec f1 dig 0,"/",dec g1 dig 0,dec h1 dig 0,dec i1 dig  
0,".",dec j1 dig 0 ' Move to line 2 and display "World"
```

```
Pause 200 ' Wait .5 second
```

```
endif Goto loop ' Do it forever
```

```
End
```

7. KAYNAKLAR

- [1] B.Hofmann-Wellenhof,H. Lichtenegger, and J. Collins ” Theory and Practice of GPS ”, 4. Baskı, Springer Wien NewYork, 1992
- [2] Trimble Series 4000 SE DGPS Reference Station Users Guide
- [3] Hurn Jeff ” Differential GPS Explained ” Trimble Navigation, 1993
- [4] Trimble Corporation Internet Sitesi www.trimble.com
- [5] SELEK Murat , Seri İletişim Temelleri, Yüksek Lisans Tezi, S. Ü. 2004
- [6] Tugay Güçlü , Elektronik Hobi Dergisi, Sayfa 14-25 Kasım 2001
- [7] John G. Stephenson Bob, Cahill Microcomputer Troubleshooting and Repair H.W. Sams ,1991
- [8] Aşuroğlu Barbaros, Antrak dergisi, PIC 16F84 UYGULAMALARI, Sayı 7 Sayfa 23-44, 2003
- [9] Altınbaşak Orhan, PIC Mikrokontrolör Uygulama Devreleri, INFO GATE. Era Bilgi Sistemleri ve Yayıncılık Ltd., 2004
- [10] Doğan İbrahim, PIC BASICProgramlama ve ProjelerBileşim Yayınları 33 Teknik, 2000
- [11] CALIFORNIA MICRO DEVICES CM8870/70C Data sheet, 215 Topaz Street, Milpitas, California 95035,2001
- [12] Doğan İbrahim , Küresel Yerbulum Sistemi’nin (GPS) PIC Mikrokontrolöre Bağlanması, Otomasyon Sayı 142, Mart 2004
- [13] İbrahim, Doğan, PIC C ile Ses Projeleri , Bileşim Yayıncılık ve Fuarcılık A.Ş., 2003
- [14] İbrahim, Doğan, PIC C ile Işık Projeleri, Bileşim Yayıncılık ve Fuarcılık A.Ş., 2003.
- [15] İbrahim, Doğan, PIC C ile Sıcaklık Projeleri, Bileşim Yayıncılık ve Fuarcılık A.Ş., 2003

- [16] Usenet newsgroup (news.ttnet.net.tr) "sci.geo.satellite-nav" tartışma gurubu
- [17] Ilgıt Beygo –Mehmet Karşıl原因, Araştırma Konusu GPS' in kısa mesafelerde hassasiyeti, hassasiyeti arttırma yöntemleri ve model araba navigasyonuna uygulanabilirliği, 1997
- [18] David Royster, GPS and Mathematics Director Center for Mathematics, Science, and Technology Education UNC Charlotte
- [19] İnternet sayfası atlas.cc.itu.edu.tr/~celikn/sevda/gps/gps.htm
- [20] T. Logsdon, The Navstar Global Positioning System, Van Nostrand, 1992.
- [21] A. Leick, GPS Satellite Surveying, Second edition, Wiley, 1995.
- [22] T. A. Herring, "The Global Positioning System," Scientific American, pp. 44-50, February 1996.
- [23] N. J. Hotchkiss, A Comprehensive Guide to Land Navigation with GPS, Alexis, 1994.
- [24] Special Edition on the Global Positioning System, Satellite Times, March/April 1996.
- [25] D. Sobel, Longitude, Walker, 1995
- [26] GPS Program Office: <http://www.laafb.af.mil/SMC/CZ/homepage/>
- [27] US Coast Guard Navaigation Center <http://www.navcen.uscg.mil/default.htm>
- [28] GPS Precise Orbits <http://www.ngs.noaa.gov/GPS/GPS.html>
- [29] GPS World Magazine <http://www.gpsworld.com/>
- [30] Çınar Tolga ,Global Navigation Satellite Systems, Yüksek Lisans Tezi
- Hava Harp Okulu Komutanlığı HUTEN Uzay Politikaları UZAY BÖLÜMÜ,2004

8. ÇİZELGE LİSTESİ

Tablo1. Her uydu için hassasiyet.....	14
Tablo 2. Almanak Mesajı İçeriği.....	19
Tablo 3. Örnek Almanak Mesajı.....	20
Tablo 4. GPS Konum Mesajı İçeriği.....	21
Tablo 5. Örnek GPS Konum Mesajı.....	23
Tablo 6. GPS Enlem/Boylam Mesajı İçeriği.....	24
Tablo 7. Örnek GPS Enlem/Boylam Mesajı	25
Tablo 8. DOP ve Aktif Uydu Mesajı İçeriği.....	26
Tablo 9. Örnek DOP ve Aktif Uydu Mesajı	26
Tablo 10. Görünür Uydu Mesajı İçeriği.....	28
Tablo 11. Örnek Görünür Uydu Mesajı	28
Tablo 12. Hız/Yol Mesajı İçeriği.....	30
Tablo 13. Örnek Hız/Yol Mesajı	30
Tablo14. Kod kombinasyon tablosu.....	36
Tablo15. F877 ve F84 işlemcileri arasında özellik karşılaştırması.....	37

9. ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.GPS Sistemi.....	6
Şekil 2. İki Uyduyla Konum Belirleme	9
Şekil 3. Üç Uyduyla Konum Belirleme	9
Şekil 4. Atmosferden Kaynaklı Hatalar.....	11
Şekil 5. Değişken Geometri Hataları.....	12
Sekil 6. Seçici Kullanılabilirlik.....	13
Sekil 7. DGPS Yöntemi.....	15
Şekil 8. Referans Alıcısı.....	16
Şekil 9. Referans İstasyonu.....	17
Şekil 10. Post-Processed DGPS.....	18
Şekil 11. PIC16F877'nin Bacak Bağlantıları.....	39
Şekil 12. Program Bellek Haritası.....	42
Şekil 13. STATUS Yazmacı.....	42
Şekil 14. Kullanıcı RAM Bellek Haritası.....	46
Şekil 15. I2C READ, I2C WRITE Komutlarının Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	57
Şekil 16. PIC LCD Bağlantı Şeması.....	57
Şekil 17. Pot Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	59
Şekil 18. PWM Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	59
Şekil 19. Sound Komutunun Kullanımı İçin Gerekli Devre.....	60
Şekil 20. DS1302 Bir Saat Entegresi.....	71

Şekil 21. PIC 74HC595.....	72
Şekil 22. MAX 232.....	73
Şekil 23. MAX 485.....	74
Şekil 24. PIC 16F877 Bağlantısı.....	75
Şekil 25 . GPS Bağlantı şeması.....	81
Şekil 26. Verici Modül Şeması.....	82
Şekil 27. Alıcı Modül Şeması.....	83

10. RESİM LİSTESİ

Resim 1.Verici modülü	81
Resim 2.Verici devresi.....	82
Resim 3.Alıcı modülü.....	84
Resim 4.Alıcı devresi.....	85

11. ÖZGEÇMİŞ

1976 Yılında Tokat'ın Zile ilçesinde doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 1993 yılında Hava Harp Okuluna girdi. 1997yılında Elektronik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. İzmir Uçuş Okulunu bitirerek Pilot Subay olarak, Konya, Ankara ve Diyarbakır'da görevlerde bulundu.

