

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEMİRYOLLARINDA ATC VE ATO SİSTEMLER

Yalçın ÇETİN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği

122+VIII sayfa

2008

Danışman: Prof. Dr. Arif MEMMEDOV

Demiryolları, yolcu ve yük taşımacılığında dünyanın pek çok ülkesinde önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda ülkemizde demiryolu taşımacılığına büyük yatırımlar yapılmakta, çağın gerisinde kalan Türkiye demiryolları yeniden yolcu ve yük taşımacılığında önemli bir hale gelmektedir. Ancak yapılan bu yatırımlar sadece teknoloji ithali şeklindedir. Demiryollarında tren trafiği idaresinde kullanılan TMİ, TSİ, Hareketli blok ve tren koruma sistemleri olan ATS, ATP, ATO ve ATC gibi sistemleri ülkemizde üreten ve bu konuda ar-ge yapan hiçbir firma veya kurum mevcut değildir.

Bu tezin amacı, tren trafiği yönetim metotlarından biri olan hareketli blok sisteminin tasarımı ve uygulamasının gerçekleştirilmesidir. Bu kapsamda tren trafiği yönetim metotları ve tren koruma sistemleri ayrıntıları ile incelenip temel mantıkları çıkartılmıştır. Bu temel mantığa göre, tren trafiği yönetim metodu ve tren koruma sistemi olan bir sistem tasarlanmış, bu sisteme “Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi” adı verilmiştir. Bu projenin bir prototipi yapılmış olup Malatya – Dilek istasyonları arasında denenmiş ve başarılı sonuç alınmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: ATS (Otomatik Tren Durdurma), ATP (Otomatik Tren Koruma), ATO (Otomatik Tren İşletme), ATC (Otomatik Tren Kontrolü), TMİ (Trenlerin Merkezden İdaresi), TSİ (Trenlerin Sinyallerle İdaresi), Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi

ABSTRACT

Graduation Thesis

ATC AND ATO SYSTEMS IN RAILWAY

Yalçın ÇETİN

İnönü University
Graduate School of Natural And Applied Sciences
Electrical And Electronics Engineering

122+VIII pages

2008

Supervisor: Prof. Dr. Arif MEMMEDOV

In most of the countries, the railways have an important place in passenger transportation and load carrying. In recent years, big investments have been done for the railways transport in our country and thus the railways of Turkey which have been behind the times have been getting importance in railway passenger transportation and load carrying. But, these investments have been generally done as the technology importation. In Turkey, there are no firm or association which produce systems such as TMI, TSI, Moving Block which are the Train Traffic Management systems and ATS, ATP, ATO and ATC which are the Train Protection Systems and make research studies for improvement of these systems.

The aim of this thesis is to perform the design and the application of the moving block system, which is one of the Train Traffic Management systems. In this scope, Train Traffic Management Method and Train Protection Systems are analysed in details and the basic logic is derived. A system called “Moving Block and Communication Based Train Protection System” is designed as a Train Traffic Management Method and Train Protection System according to this basic logic. A prototype of this project is developed and it is tested between Malatya-Dilek train stations and successful results are obtained.

SWITCH WORD: ATS (Automatic Train Stop), ATP (Automatic Train Protection), ATO (Automatic Train Operation), ATC (Automatic Train Control), TMI (Central Traffic Management), TSI (Traffic Management With Signals), Moving Block and Communication Basely Train Protection System

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐmasının her aŐamasında yardım, tavsiye ve desteğini esirgmeden beni yÖnlendiren; bilgi ve birikimlerini bana aktaran ve değerli zamanını ayıran danışman hocam Sayın Prof. Dr. Arif MEMMEDOV'a ;

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanlığında görev yapan öğretim üyelerine;

Tez çalışmasında tasarlanan sistem için hazırlanan prototipin gerçekleştirilmesi ve denenmesinde yardımlarını esirgemeyen TCDD 5.Bölge Müdürlüğü Elektrikli Sinyal Şefliği alıŐanlarına;

Ayrıca tüm hayatım boyunca ilgi ve desteklerini benden esirgemeyen değerli AİLEM'e, tüm sevdiklerime ve özellikle sevgili eŐim Dilek ÇETİN' e;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. TREN TRAFİĞİ YÖNETİM METOTLARI.....	3
2.1. Giriş.....	3
2.2. Demiryollarındaki Tren Trafİğı Yönetim Metotları.....	3
2.2.1 TMI (Trenlerin merkezden idaresi).....	3
2.2.1.1 Mekanik sinyal.....	5
2.2.2. TSİ (Trenlerin sinyallerle idaresi).....	6
2.2.2.1. Sabit blok.....	7
2.2.3. Hareketli blok.....	8
2.2.3.1. Teori.....	8
2.2.3.2. Hareketli blok ve radyo transmisyonu.....	10
2.2.3.3. Hareketli blok - Bulunulan yerin güncellenmesi.....	11
2.2.3.4. Hareketli blok sistemi - Neden bu sisteme ihtiyacımız var?.....	11
2.3. Tren Trafİğı Yönetim Metotlarında Hat Kapasitelerinin Karşılaştırılması...	13
2.4. Sonuç.....	14
3. TREN KORUMA SİSTEMLERİ.....	15
3.1. Giriş.....	15
3.2. ATS (Otomatik Tren Koruma) Sistemi.....	15
3.2.1. Sistemin yapısı.....	15
3.2.2. Yol boyu cihazları.....	17
3.2.3. Araç üzerindeki ekipmanlar.....	18
3.3. ATP (Otomatik Tren Koruma) Sistemi.....	18
3.3.1. Nasıl çalışır.....	18
3.3.2. Mimarisi.....	19
3.3.3. ATP sürat kodları.....	20
3.3.4. ATP ile çalışma.....	21
3.3.5. Gidilecek mesafe.....	22
3.3.6. Süratin görüntülenmesi.....	23
3.3.7. Gidilecek-mesafe sistemiyle çalışma.....	23
3.3.8. ATP kod transmisyonu (aktarımı).....	24
3.3.9. Beacon transmisyonu.....	25
3.3.10. Beacon'larla çalışma.....	26
3.3.11. Aralıkların güncellenmesi.....	27
3.4. ATO (Otomatik tren işletme) Sistemi.....	28
3.4.1. Metro istasyon durakları.....	29
3.4.2. Çoklu merkez sinyali -platforma yaklaşma.....	30
3.4.3. Çoklu-merkez sinyali - platforma giriş.....	31
3.4.4. ATO / ATP çoklu merkez sinyali.....	32
3.4.5. ATO ile kapıları açmak ve kapatmak.....	32
3.5. ATC (Otomatik Tren Kontrolü).....	33
3.5.1. ATC paketi.....	34
3.6. Sonuç.....	36

4.	HAREKETLİ BLOK VE KOMÜNİKASYON BAZLI TREN KORUMA SİSTEMİ TASARIMI.....	37
4.1.	Giriş.....	37
4.2	Prensip.....	37
4.2.1.	Proje prensip blok şeması açıklaması.....	39
4.3.	Proje Ekipmanları.....	39
4.3.1.	EEM 2007 mikro işlemci tabanlı geliştirme kartı.....	39
4.3.2.	PROTEUS baskı devre çizim programı.....	40
4.3.2.2.	Baskı devrenin manüel olarak çizimi.....	43
4.3.3.	FSK radyo frekans modem.....	47
4.3.3.1.	Genel özellikler.....	47
4.3.3.2.	Genel açıklamalar.....	48
4.3.3.3.	Pin özellikleri.....	49
4.3.3.4.	Kullanım talimatları.....	49
4.3.3.5.	Teknik özellikler.....	50
4.3.3.6.	Besleme voltajı.....	51
4.3.3.7.	Microcontroller bağlantısı.....	51
4.3.3.8.	Veri iletişimi.....	52
4.3.4.	GPS alıcı.....	53
4.3.4.1.	GPS nedir?.....	53
4.3.4.2.	Genel özellikleri.....	55
4.3.5.	PIC 16F877 Mikroişlemci.....	56
4.3.5.1.	PIC16F877 portlarının fonksiyonları.....	57
4.3.5.2.	Özel fonksiyonlar.....	59
4.3.6.	Pic Basic Pro –Pic program ve derleme programı.....	61
4.3.6.1.	Pic Basic Pro ve özellikleri.....	61
4.3.6.2.	Pic Basic Pro temel kavramları.....	62
4.3.6.2.1.	Tanımlayıcılar.....	62
4.3.6.2.2.	Satır etiketi.....	63
4.3.6.2.3.	Değişkenler.....	63
4.3.6.2.4.	Alias'lar (Bir değişkene başka bir isim vermek).....	64
4.3.6.2.5.	Dizi değişkenler (Arrays).....	64
4.3.6.2.6.	Sabitler.....	65
4.3.6.2.7.	Semboller.....	65
4.3.6.2.8.	Sayısal sabitler.....	65
4.3.6.2.9.	String sabitler.....	66
4.3.6.2.10.	Pinler.....	66
4.3.6.2.11.	Açıklama satırı.....	68
4.3.6.2.12.	Bir satıra birden fazla komut yazmak.....	68
4.3.6.2.13.	Satır devam ettirme karakteri.....	68
4.3.6.3.	Pic Basic Pro komut Seti.....	69
4.3.7.	EEM 2007 kontrol kartları yazılımları.....	72
4.3.7.1.	Mikro işlemci yazılımı tanım kümeleri.....	72
4.3.7.2.	Araç-2 (Öndeki araç) kontrol kartı yazılımı.....	82
4.3.7.2.1.	Program akış şeması.....	83
4.3.7.2.2.	Program.....	84
4.3.7.3.	ARAÇ-1 ve merkezi işlemci kontrol kartı yazılımı.....	91
4.3.7.3.1.	Program akış şeması.....	92
4.3.7.3.2.	Program.....	93

4.4.	Sonuç.....	100
5.	SONUÇ VE TARTIŞMA.....	101
6.	KAYNAKLAR.....	104
7.	EKLER.....	106
7.1.	Uygulama Tutanağı.....	106
7.2.	Araç-2 Kontrol Kartı Yazılımının Hex Kodları.....	108
7.3.	Araç-1 ve Merkezi İşlemci Kontrol Kartı Yazılımının Hex Kodları.....	113
7.4.	EEM 2007 Kartının Malzeme Montajı Yapılmış Son Hali	121
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	122

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1.	İki istasyon arasında trenlerin sevk edilmesi..... 4
Şekil 2.2.	İki istasyon arasında trenlerin sevk edilmesi..... 4
Şekil 2.3.	Semafor işaretinin Açık ve Kapalı hali..... 5
Şekil 2.4.	Çeşitli Semafor işaretlerinin Açık ve Kapalı hali..... 6
Şekil 2.5.	Hattın bloklara ayrılması..... 7
Şekil 2.6.	Blok'ta tren yok..... 7
Şekil 2.7.	Blok'ta tren var..... 8
Şekil 2.8.	Trenler için fren eğrilerinin gösterimi..... 9
Şekil 2.9.	Trenler ve bilgisayarlar arasındaki radyo bağlantısının gösterimi..... 10
Şekil 2.10.	İki bölge arasında trenlerin bulunduğu konumların güncellenmesi..... 11
Şekil 2.11.	İki istasyon arasında sevk edilmeyen bekleyen trenler..... 13
Şekil 2.12.	Tren trafiği yönetim metotlarının hat kapasitelerinin karşılaştırılması.. 14
Şekil 3.1.	ATS sisteminin temel yapısı..... 16
Şekil 3.2.	Tren hızının zamana göre azalma eğrisi..... 16
Şekil 3.3.	Bloklara ait elektronik sürat kodları..... 19
Şekil 3.4.	Bloklara ait sürat kodları..... 20
Şekil 3.5.	Blok işaretleyiciler..... 21
Şekil 3.6.	Tren hız azalma eğrisi..... 22
Şekil 3.7.	Tren fren eğrileri..... 23
Şekil 3.8.	ATP kod transmisyonu..... 24
Şekil 3.9.	Beacon transmisyonu..... 25
Şekil 3.10.	Beacon'ların demiryoluna yerleştirilmesi..... 26
Şekil 3.11.	Beacon'ların demiryoluna yerleştirilmesi..... 27
Şekil 3.12.	Bilgi güncellenmesi için ara beacon'un yerleştirilmesi..... 27
Şekil 3.13.	İstasyon durdurma beacon'ları..... 28
Şekil 3.14.	Klasik sinyalli bir istasyon örneği..... 29
Şekil 3.15.	Çoklu merkez sinyalli bir istasyon örneği..... 30
Şekil 3.16.	Çoklu merkez sinyalli bir istasyon örneği..... 31
Şekil 3.17.	Hız azaltmaları ile trenler arasında emniyet mesafesi sağlamak..... 32
Şekil 3.18.	ATO ile kapıları açmak için gerekli ekipmanların gösterimi..... 32
Şekil 3.19.	3 ana parçalı sabit blok ATC'nin basit mimarisi..... 34
Şekil 4.1.	Araçlarda bulunan ekipmanların gösterimi..... 38
Şekil 4.2.	Proje prensip blok şeması..... 38
Şekil 4.3.	EEM 2007 blok diyagramı..... 40
Şekil 4.4.	Proteus-ARES ana arayüzü formu..... 42
Şekil 4.5.	Ares Package kütüphanesi..... 44
Şekil 4.6.	Ares Package kütüphanesi açılımı..... 44
Şekil 4.7.	Elemanların çizim ekranına yerleştirilmesi..... 45
Şekil 4.8.	Elemanlar arasındaki yolların çizimi..... 46
Şekil 4.9.	EEM 2007 kartının Proteus-Ares'de çizilmiş olan baskı devresi..... 46
Şekil 4.10.	FSK radyo frekans modem görüntüsü..... 47
Şekil 4.11.	FSK Modülün Layer Modeli..... 48
Şekil 4.12.	Microcontroller bağlantısı..... 51
Şekil 4.13.	Genel data formatı..... 52
Şekil 4.14.	Input frame yapısı..... 52
Şekil 4.15.	Output frame yapısı..... 53
Şekil 4.16.	GPS alıcı..... 53
Şekil 4.17.	Dünyanın yörüngesindeki uydular..... 54
Şekil 4.18.	PIC 16F877'in pinlerinin gösterimi..... 57

Şekil 4.19.	LCD'nin PIC 16F877'e bağlanması.....	72
Şekil 4.20.	EEPROM'un PIC 16F877'e bağlanması.....	74
Şekil 4.21.	Yön tuşlarının PIC 16F877'e bağlanması.....	75
Şekil 4.22.	Dijital giriş ve çıkışların PIC 16F877'e bağlanması.....	76
Şekil 4.23.	Programın başlatıldığı andaki LCD ekrandaki görüntü.....	90
Şekil 4.24.	Enter tuşu basılı İken LCD ekrandaki görüntü.....	90
Şekil 4.25.	Enter tuşu basılı değilken LCD ekrandaki görüntü.....	90
Şekil 4.26.	Araç-1 ve sahip olduğu ekipmanlar.....	91
Şekil 4.27.	Programın başlatıldığı andaki LCD ekrandaki görüntü.....	99
Şekil 4.28.	Her iki aracın konum bilgileri, araçlar arasındaki mesafe ve hız farkının LCD ekrandaki görüntüsü.....	99
Şekil 5.1.	Blok' da tren yok.....	102
Şekil 5.2.	Blok' da tren var.....	102
Şekil 7.1.	EEM 2007 kartının üstten görünüşü.....	121
Şekil 7.2.	EEM 2007 kartının yandan görünüşü.....	121

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa	
Tablo 4.1.	Araçlar arasındaki mesafeye ve hızlarına göre kabin içi sinyal renk bildirimleri.....	37
Tablo 4.2.	FSK modemin pin özellikleri.....	49
Tablo 4.3.	FSK modemin teknik özellikleri.....	50
Tablo 4.4.	PIC 16F877 ile PIC 16F84'ün karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.5.	Dizi değişkenlerinin maksimum eleman sayıları.....	64
Tablo 4.6.	BASIC stamp derleyicide farklı pin sayılarındaki pinlere verilen sayılar.....	67
Tablo 4.7	Pic Basic Pro komut seti.....	71
Tablo 4.8.	LCD'nin Pic 16F877'ye bağlanması.....	73
Tablo 4.9.	EEM 2007'in çıkış pinleri.....	77
Tablo 4.10.	GPS' den alınan bilgilerin değişkenlerde saklanması.....	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

TMİ	Trenlerin Merkezden İdaresi
TSİ	Trenlerin Sinyallerle İdaresi
ATS	Otomatik Tren Durdurma
ATP	Otomatik Tren Koruma
ATO	Otomatik Tren İşletme
ATC	Otomatik Tren Kontrolü
GPS	Küresel Konum Belirleme Sistemi
LCD	Likit Kristal Ekran
PBP	Pic Basic Pro

1. GİRİŞ

Demiryollarında trafiğin genel işleyişini düzenlemek ve hat kapasitesini arttırmak için günün teknolojisine uygun Tren Trafiği Yönetim Metotları tasarlanmış, geliştirilmiş ve kullanılmıştır.

İlk başlarda iki istasyon arasında tek bir trenin işleyişi ile başlayan bu serüven, hat verimliliğini arttırmak amacıyla iki istasyon arasını belirli mesafelere bölerek bloklar meydana getirmek ve trenleri blok mesafesi ile peşi sıra göndermekle hız kazanmış ve en son olarak da hareketli blok sistemleri ile en ileri seviyeye gelmiştir.

Tren trafiği yönetim metotlarının ana amacı tren trafiğinin bir düzen içerisinde yürütülmesi ve bunu sağlarken maksimum hat verimine ulaşmaktır. Maksimum Hat Verimi ne demek? Bunu kısaca şu şekilde açıklayabiliriz; Demiryolları ana bir hat (yol) ve bunun üzerinde belirli mesafelerdeki istasyonlardan oluşmuştur. Diyelim ki A istasyonunuz da birçok treniniz var ve bunları B istasyonuna arka arkaya göndereceksiniz. En kısa sürede trenlerinizi B istasyonuna peşi sıra gönderebildiğiniz yöntem, Maksimum Hat Verimine ulaştığınız yöntemdir.

Tren trafiği yönetim metotlarında maksimum güvenlik amaçlanmış bu nedenle hayati tip röle ve elektronik kartlar tasarlanmış ve kullanılmıştır. Ancak her ne kadar maksimum güvenli bir yönetim metot'u kullanılsa da insan faktörünün etkisi yüzünden bu trafik yönetim metotlarına Tren koruma sistemleri entegre edilmiş kullanıcı hataları yüzünden meydana gelebilecek kaza ve olayların en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

Hat Verimini arttırırken Tren Güvenliğinden ödün verilemez. Tren güvenliğindeki temel esaslar;

- Birbirini takip eden trenler arasındaki Güvenli Takip Mesafesini korumak
- Demiryollarındaki belirli bölgelerdeki hız kısıtlamalarına Trenlerin uymasını sağlamak.
- Demiryolu Hattındaki meydana gelebilecek olumsuzlukları önceden görebilmek ve buna göre tedbir almaktır.

Ülkemizde yakın tarihte meydana gelen “Pamukova Kazası” Tren koruma sistemlerinin önemini ve gerekliliğini bir kez daha göstermiştir. Hatırlanacak olursa “Pamukova Kazası” makinistin %61 ‘lik hız aşımı yüzünden meydana gelmiştir. Eğer etkili bir Tren Koruma Sistemi kullanılmış olsa idi, hız aşımı mümkün olmayacak maddi ve manevi zararların yaşandığı bu kaza hiç meydana gelmemiş olacaktı.

Bu tez çalışmasında hem maksimum hat verimi hem de maksimum güvenli bir sistem tasarlanmıştır. Öncelikle Tren trafiği yönetim metotları ile Tren koruma sistemleri ayrıntıları incelenmiş temel mantıkları çıkartılmıştır. Bu temel mantık çerçevesinde tasarlanan sisteme “Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi” adı verilmiştir. Bu projenin bir prototipi yapıp, 18.01.2008 tarihinde Malatya – Dilek istasyonları arasında denenmiş ve uygulama sonuçları bir tutanakla imza altına alınmıştır. Bu tutanak Ek’ler bölümünde bulunabilir. Prototipin hazırlanmasındaki adımlar ayrıntıları ile diğer bölümlerde incelenmiştir.

Tasarlanan Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi, Tren güvenliğindeki temel esaslar olan;

- Birbirini takip eden trenler arasındaki Güvenli Takip Mesafesini korumak
- Demiryollarındaki belirli bölgelerdeki hız kısıtlamalarına Trenlerin uymasını sağlamak.

Maddelerini başarıyla sağlamaktadır. Ancak;

- Demiryolu Hattındaki meydana gelebilecek olumsuzlukları önceden görebilmek ve buna göre tedbir almak

Bu maddeyi sağlayamamaktadır. Bunun nedenleri Tartışma ve Sonuç bölümünde ayrıntıları ile incelenecektir. Aynı zamanda bu bölümde tasarlanan sistemin kullanımındaki avantajlar ve tez avantajlar tartışılacak. Maliyet boyutuna da değinilecektir.

2. TREN TRAFİĞİ YÖNETİM METOTLARI

2.1. Giriş

Demiryollarında trafiğin genel işleyişini düzenleştirmek ve hat kapasitesini arttırmak için günün teknolojisine uygun Tren Trafiği Yönetim Metotları tasarlanmış, geliştirilmiş ve kullanılmıştır.

Bu bölümde Türkiye demiryollarında kullanılan iki farklı sistem anlatılacaktır. Bununla beraber dünya demiryollarında yavaş yavaş uygulamalarını görmeye başladığımız Hareketli Blok sistemi de ayrıntıları ile incelenmektedir.

Bu bölümde anlatılacak 3 farklı sistem için hat verimi açısından bir karşılaştırmada yapılacaktır. Sistemlerin maksimum hat kapasiteleri grafiksel olarak karşılaştırılacaktır.

2.2. Demiryollarındaki Tren Trafiği Yönetim Metotları

Dünya Demiryollarındaki seyrüseferin idaresi için o günkü teknolojiye uygun sistemler geliştirilmiştir. Türkiye’de kullanılan 2 tip sistem bulunmaktadır. Bunlar;

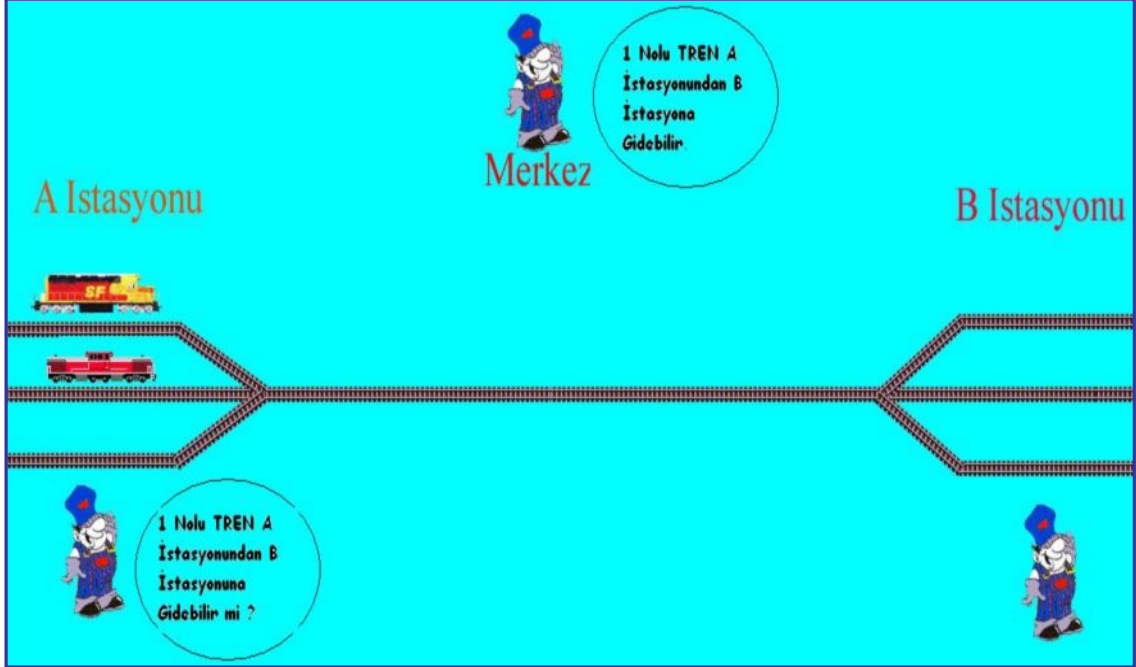
- TMİ (Trenlerin Merkezden İdaresi)
- TSİ (Trenlerin Sinyalle İdaresi)

TMİ Mekanik Sinyal Sistemi ile TSİ ise Elektrikli Sinyal Sistemi ile donatılmıştır.

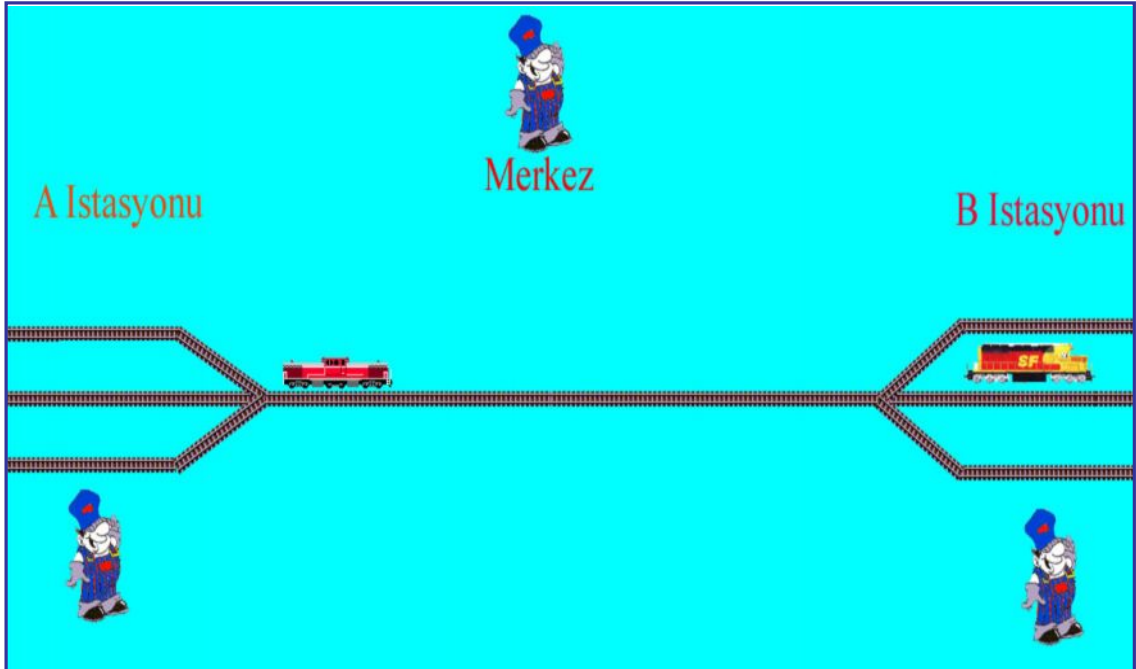
2.2.1. TMİ (Trenlerin Merkezden İdaresi)

TMİ sisteminin uygulandığı hatlarda, trenler birbirini istasyon mesafesinde takip ederler. TMİ trafik kontrolörü(dispeçer) Şekil 2.1’de olduğu gibi istasyonlarda bulunan hareket memurları ile telefonla haberleşerek trafiği yönetirler. Şekil 2.2’de gösterildiği gibi bu sistemde tren bir istasyondan çıkıp bir sonraki istasyona varıp, bu istasyonun hareket memurunun TMİ trafik kontrolörüne teminat verdiğinde peşine bir başka tren daha sevk edilebilir. Yol üzerinde belirli mesafelerde acil durumlarda TMİ trafik kontrolörü ile görüşmek için, telefon prizleri bulunur.

Bu sistemde Trenler birbirini İstasyon mesafesi ile takip ettiği için hat kapasitesi çok düşüktür. TMİ sistemi, trenlerin istasyona güvenli girebilmesi ve istasyondan güvenli sevk edilmeleri için mekanik sinyal sistemi ile donatılmıştır[1].



Şekil 2.1. İki istasyon arasında trenlerin sevk edilmesi



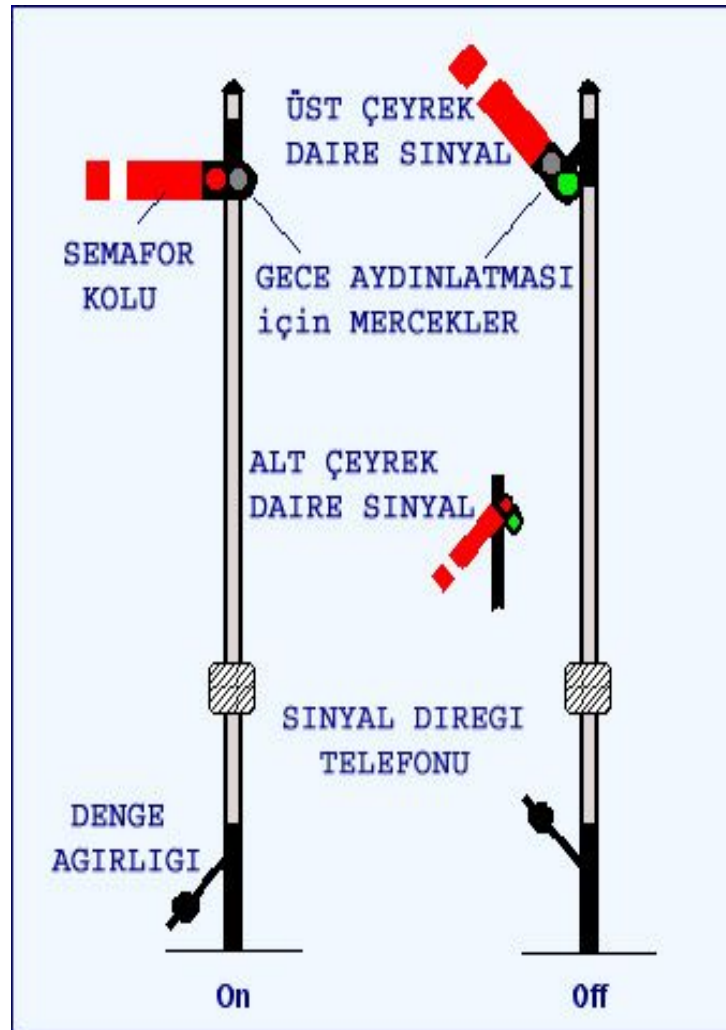
Şekil 2.2. İki istasyon arasında trenlerin sevk edilmesi

2.2.1.1. Mekanik sinyal

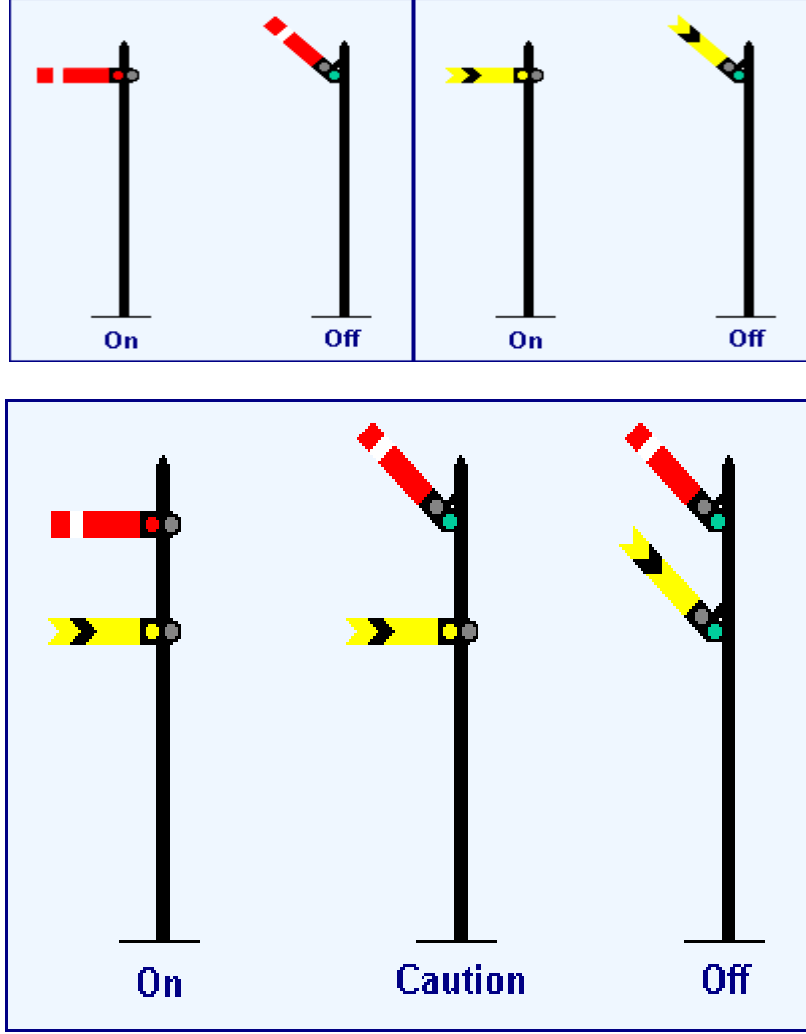
Mekanik sinyal sisteminde 3 ana işaretçik vardır. Bunlar[1,7];

1. İleri Koruma (Semafor Tesisatı olmayan İstasyonlarda)
2. Semafor İhbar İşareti
3. Semaforlar

Semafor sinyaller ilk önce 1840'da Joseph James Stevens tarafından patenti alınmıştır. Şimdilerde sayıları oldukça azalmasına rağmen, kısa süre içerisinde geniş bir alanda kullanıldılar. Semafor iki parçadan oluşur. Farklı açılardaki bir eksen çevresinde hareket eden bir kol veya pervane kanadıdır. Geceleri bildirim için bir lambanın önünde hareket eden renkli bir lens vardır[8,9].



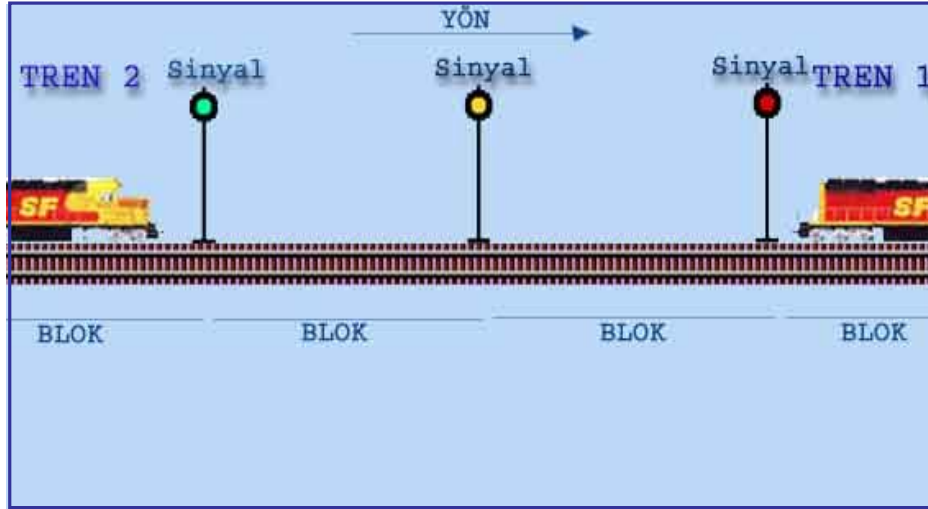
Şekil 2.3. Semafor işaretinin Açık ve Kapalı halı



Şekil 2.4. Çeşitli Semafor işaretlerinin Açık ve Kapalı halı

2.2.2. TSİ (Trenlerin Sinyallerle İdaresi)

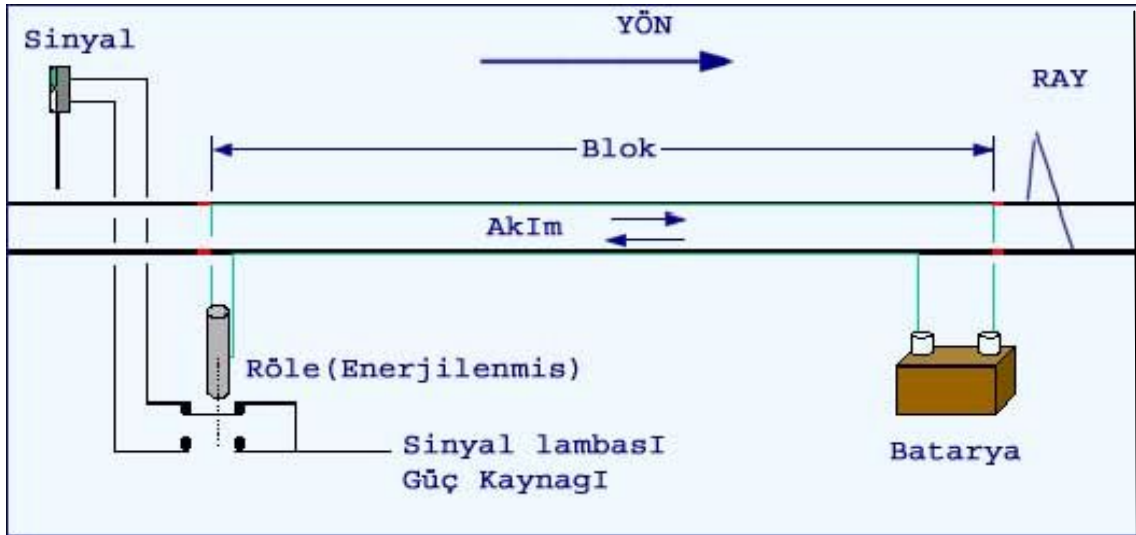
TSİ sisteminin uygulandığı hat kısmında istasyon ve saydinglerin giriş ve çıkışları ile bunların arasında bulunan bloklara konulan otomatik veya kumandalı sinyallerle trenlerin trafiği hızlı ve akıcı olarak sağlanır. Sistemde istasyon ve saydinglerin arasındaki hat kısmı birçok bloklara ayrılarak birbirini takip eden birden fazla trenin aynı anda iki istasyon veya sayding arasında seyir ettirilmesi ve hat kabiliyetinin artması sağlanır[1]. Ancak demiryolu sinyalizasyonundaki temel amaç, demiryolu trafiğinin güvenli bir şekilde kontrol edilmesi ve tren çarpışmalarının önlenmesidir[10].



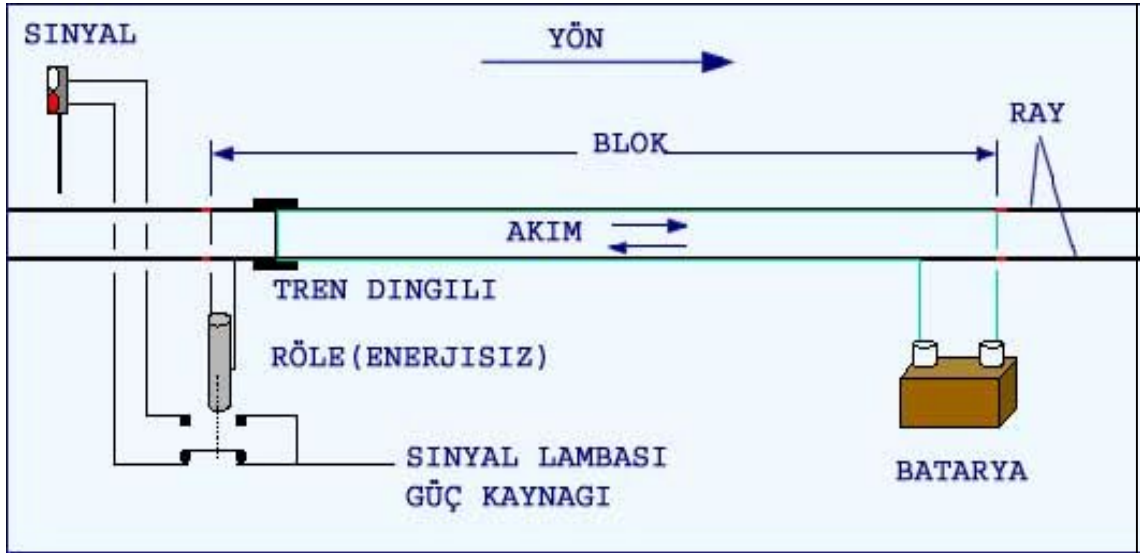
Şekil 2.5. Hattın bloklara ayrılması

2.2.2.1. Sabit blok

Hat, coğrafi konumu ve işletme gerekliliğine bağlı olarak belirli uzunlukta bloklara bölünmüştür. Bloklardaki trenin varlığının algılanması için her blokta ray devreleri oluşturulmuştur. Ray devrelerinin temel mantığı aşağıdaki şekillerdeki gibidir[1,2].



Şekil 2.6. Blok'ta tren yok



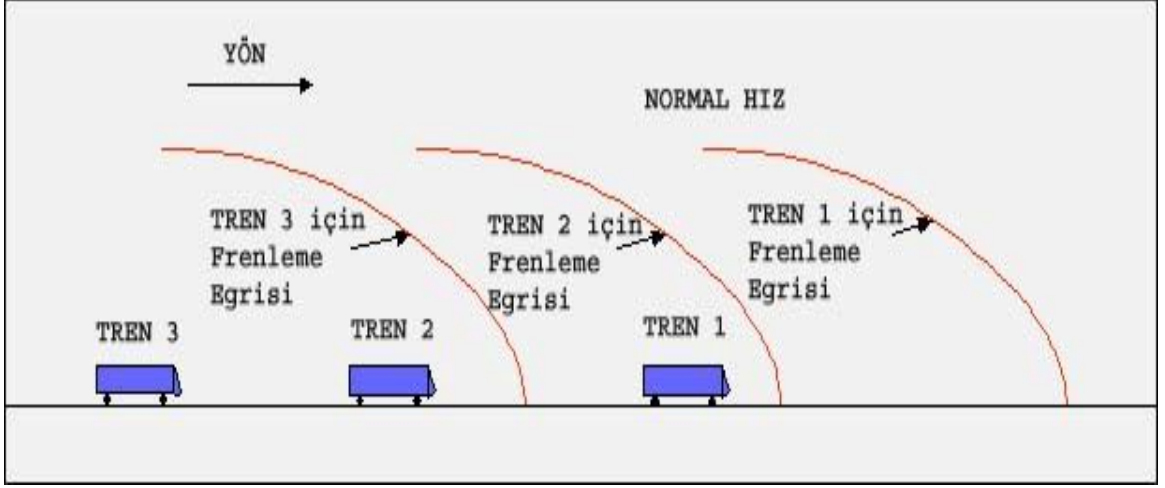
Şekil 2.7. Blok'ta tren var

Bloğun bir başında güç kaynağı, diğer tarafında röle bulunur. Röle ve güç kaynağı her iki raya polariteleri uygun olacak şekilde bağlanır. Blok boş olduğu zaman, elektrik akımı devresini tamamlayarak röleyi enerjilendirir ve yeşil sinyal yanar (Şekil 2.6). Bir tren sinyali geçip bloğa girdiği zaman bloktaki akım kısa devre olur ve rölenin enerjisi kesilir ve kırmızı lamba yanar (Şekil 2.7). Blokların uzunlukları, gerekli sıklıkta tren işletmeciliğine uygun olarak dizayn edilir. Az kullanılan hatlarda, bloklar birkaç kilometre uzunlukta, yoğun kullanılan hatlarda ise birkaç yüz metre uzunlukta olurlar [10,11].

2.2.3. Hareketli Blok

2.2.3.1. Teori

Sinyal verme teknolojisi geliştikçe, blok sisteme birçok ilave özellik de katılmıştır ama son yıllarda sabit bloklardan kurtulma girişimleri artmıştır. Sabit bloklardan kurtulmak, trenler arasındaki tam mesafeyi, trenlerin gerçek hızlarına ve birbirleri ile hız ilişkilerine göre değiştirilebilirlik avantajı verir. Bu, hız ayırımı için serbest yollar uygulamak gibidir - öndeki araçtan ful hız frenleme mesafesinde olmanıza gerek yoktur çünkü o tamamen durmayacaktır. Onunla aynı hızda gidiyorsanız, teoride, onun hemen arkasında gidirsiniz ve o fren yaptığında siz de yaparsınız. Öndeki aracın fren lambalarını fark edebilecek kadar ya da frenlemesindeki hareketlerini görebilecek kadar bir mesafe bırakırsanız aranızda, bir sorun olmayacaktır[2].

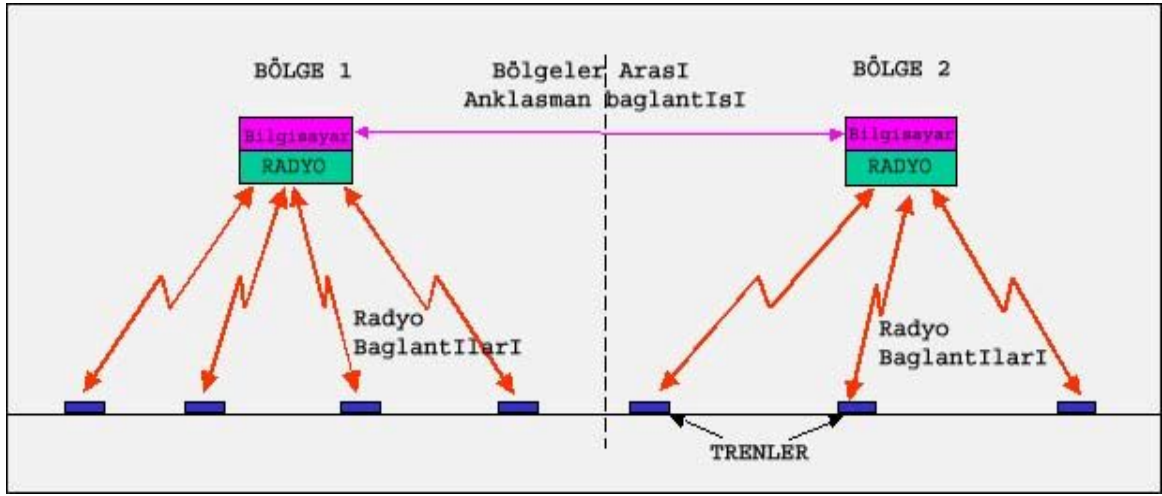


Şekil 2.8. Trenler için fren eğrilerinin gösterimi

Şekil 2.8’de bir tren, öndeki trenle aynı frenleme ve hız kabiliyetlerine sahip olduğu sürece, başka bir treni birkaç metre arkasından takip edebilir. Gerektiğinde durabilecek kadar yeterli reaksiyon süresi olduğu zaman, 50 km/h süratle 50 metre arkadan birbirlerini takip edebilirler. Bu, teoride mümkündür, ancak pratikte sorunlar yaşanabilmektedir. Hareketli blok sisteminin dizaynı üzerinde daha önce bu derece durulmamış, yakın bir zamanda da durulmayacak gibi görülmektedir. Son yıllarda Almanya’da yaşanmış ICE yüksek hız kazası (bu kazada tren raydan çıkmış ve bir köprüye çarparak durmuştur), yukarıda bahsedilen hareketli blok sisteminin teorideki mükemmelliğine gölge düşürmüştür. Bunun anlamı şudur: Trenler arasında her zaman emniyetli bir duruş mesafesi olması zorunludur.

Burada yapılması gereken şey, trenin bulunduğu yer ile hızını, bloğun yeri ve blok uzunluğunu, birbirleri ile tutarlı hale getirmektir. Örneğin, bloklar sabit yerine hareketli yapılabilirler. Bu esneklik, trenlerin yerini, hızını ve yönünü belirlemek ve trenlere müsaade edilen hızlarını bildirmek amacıyla, track devreli transmisyon yerine Komünikasyon Bazlı Tren Kontrolü (CBTC) ya da Transmisyon Bazlı Sinyal Sistemi (TBS) adı verilen radyo transmisyonuna ihtiyaç duyar[2,5].

2.2.3.2. Hareketli blok ve radyo transmisyonu



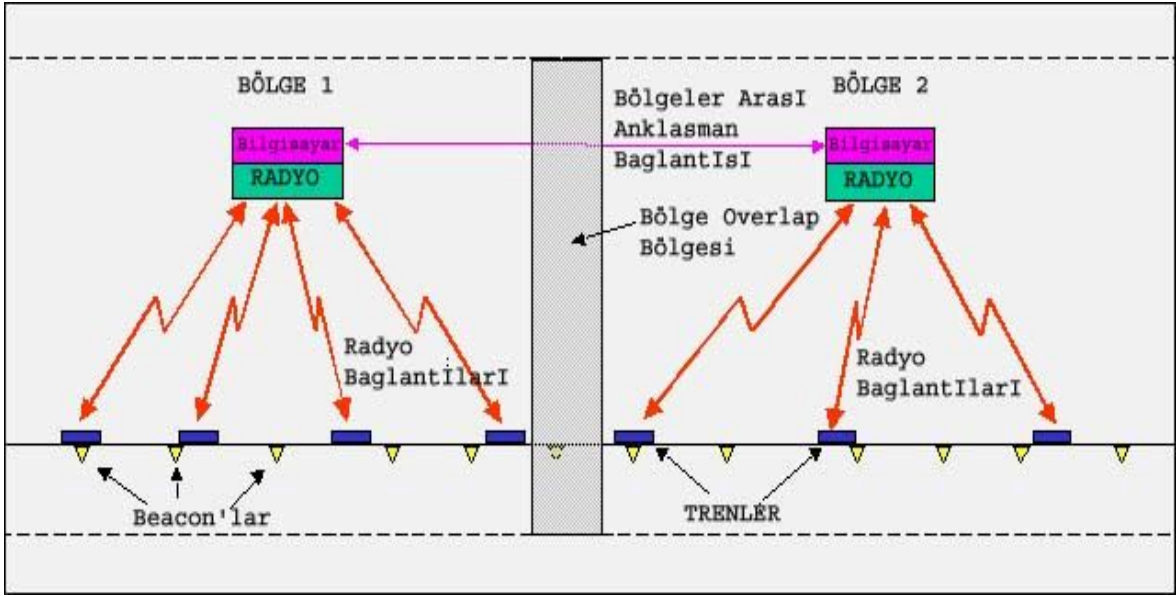
Şekil 2.9. Trenler ve bilgisayarlar arasındaki radyo bağlantısının gösterimi

Hareketli blok sistemi olan bir demiryolunda, hat bölgelere ayrılır. Her bölge bir bilgisayarın kontrolü altındadır ve her biri kendi transmisyon sistemine sahiptir. Her tren, kendi yerini, hızını ve gidiş yönünü bu bilgisayara bildirir. Bilgisayar, gerekli durma mesafesini hesaplar ve arkadan gelen trene bu bilgileri iletir.

Her bir tren ve bölge bilgisayarı arasındaki radyo bağlantısı sürekli olarak yapılır ve bilgisayar bölgedeki trenlerin yerlerini her zaman bilir ve öndeki trenin yerini, trenin durma mesafesini arkadaki trene bildirir. Bu dinamik bir gidilecek-mesafe sistemine benzer. Bu, Komünikasyon Bazlı Tren Kontrolü'dür.

Sabit blok sisteminin bir özelliği, hareketli blok sisteminde de bulunmaktadır: trenler arasındaki tam hız frenleme ihtiyacı. Bu özellik, radyo bağlantısı kesildiğinde, en son bilginin arkadan gelen trene aktarılarak, önde giden trene çarpmasını önler. Aralarında 50 metre mesafe bulunan 50 km/s hızla giden iki tren vizyonu, birçok operatör için gerçeklikten çok uzaktır[2].

2.2.3.3. Hareketli blok - Bulunulan yerin güncellenmesi



Şekil 2.10. İki bölge arasında trenlerin bulunduğu konumların güncellenmesi

Görüldüğü gibi, hareketli blok sisteminde trenler, pozisyonlarını radyo yardımıyla sürekli olarak bilgisayara bildirirler. Yine her bir tren, raylarda aralıklı olarak yerleştirilmiş olan ve hafızasındaki haritayı kullanarak trenin pozisyonunu yeniden belirleyen beacon'lar vasıtasıyla kendi pozisyonunu doğrular.

Treni bir yerden başka bir yere transfer etmek, radyo linkleri vasıtası ile de yapılabilir. Birbirine yakın iki bilgisayar arasındaki link aracılığıyla da yapılabilir. Bu bilgisayar bölgeleri, birbirlerinin kapsama alanı içerisindedir ve tren bu yeni bölgenin sınırına vardığında, birinci bölgenin bilgisayarı ile ikinci bölgenin bilgisayarı arasında bağlantı kurar ve treni, arkadan gelen trenin sinyaline dikkat etmesi konusunda uyarır. Aynı zamanda bilgisayar, trenin radyo kodlarını yeni bölgeye uyarlayacak şekilde değiştirmesini söyler. Yeni bölge trenin kimliğini aldığı anda, önceki bölgeden devralmayı kabul eder ve böylece transfer tamamlanmış olur.

2.2.3.4. Hareketli Blok Sistemi - Neden Bu Sisteme İhtiyacımız Var?

Demiryolu sinyal sistemi, değişken iklim koşullarına, eskimeye, yakıp yıkmaya, hırsızlığa ve yoğun kullanıma maruz kalan tüm rota boyunca yerleştirilmiş çok miktarda pahalı donanım gerektirmektedir. Yoğun şekilde donatıldığı için bakımı pahalıdır ve bakımı pahalıdır ve bu bakım trenlerin çalışmadığı zamanlarda

yapılmalıdır. Hatlardaki arızaların yerinin tespit edilmesi zordur ve arızalı bölgeye ulaşmak güçtür. Metrolarda tünellerin ve yükseltilmiş bölgelerin bulunduğu yerlere ulaşmak, bu zorluğu daha da artırmaktadır.

Bu sebeplerden dolayı demiryolu operatörleri, rayların kenarındaki sinyal sistemi teçhizatını ve aynı zamanda da maliyetini azaltmaya çalışmaktadırlar. Yol kenarındaki teçhizatın azaltılması, aynı zamanda sistemin kurulum maliyetini de azaltmaktadır. Hareketli sistem, sabit sisteme göre daha az teçhizata sahiptir.

Operatörlerin ulaşmak istedikleri başka bir hedef daha vardır: daha fazla kapasite. Birçok metro hattındaki norm, 1 saatte 30 tren ya da 2 dakikalık duruş-kalkış (headway) zamanıdır. Hat kapasitesinde büyük kayıplar olduğundan bu normun sağlanıp sağlanamadığı tartışılır. Saatte 30'dan fazla tren kapasitesini deneyen Hong Kong'da olduğu gibi yoğun şekilde kullanılan metro hatlarında 40-50 saniyede tren değişimi yapılabilmesinin mücadelesi verilmektedir.

Benzer problemler, çapraz geçiş klerans zamanlarının önemli olduğu terminallerde de görülmektedir. Hareketli blok sinyal sistemi çok fazla ilerleme kaydedememiştir. Daha kısa süreli tren geçişleri, trenlerin daha kısa, daha az süratli ve yolcu sayısının daha az olduğu sistemlerde gerçekleştirilebilir. Bazı yerlerde, Paris metrosu'nun belli bölümlerindeki ve Docklands'deki gibi sistemlerde, 95 saniyelik tren geçişi sağlanabilmektedir.

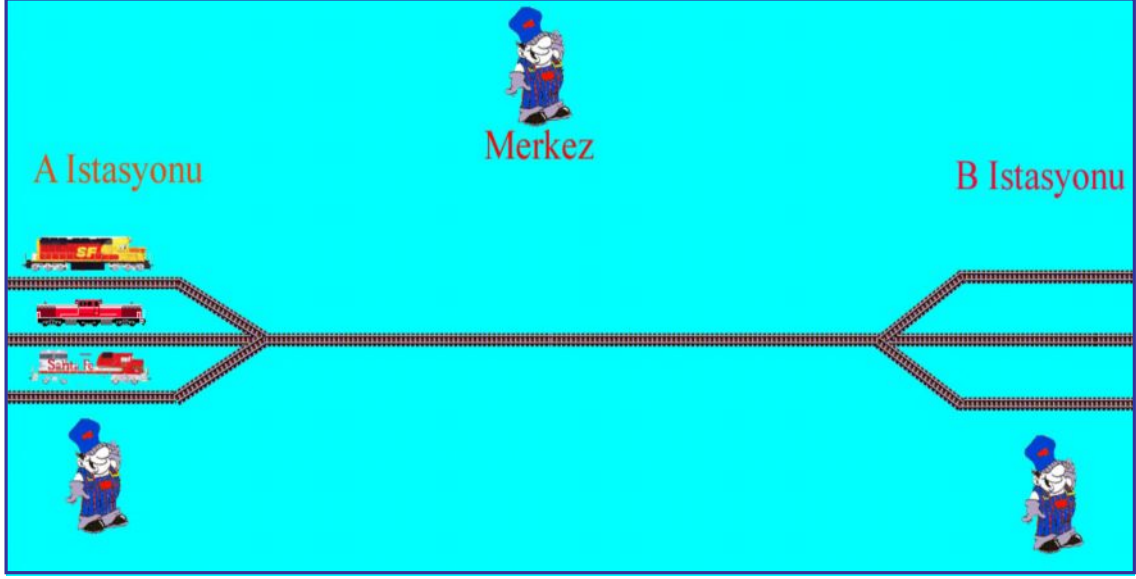
Aynı zamanda yer altı hatlarında, modern ventilasyon ve duman kontrol sistemleri kritik zamanlarda 2-300 m içerisinde hava sirkülasyonuna ihtiyaç duymaktadır. Hareketli blok sinyal sistemi 50 metrelik bir bölgeyi kapsamaktadır. Çok pahalı bazı ilave ventilasyon düzenlemeleri gerekli olmayabilir. Bu, hareketli blok sistemin faydalarını azaltabilir.

Hareketli blok sistemini kullanan bir operatör tarafından kazanılacak gerçek ödül, rayların kenarındaki teçhizatın sayısının ve bakım maliyetinin azalmasıdır.

Hareketli blok sisteminde arızalı bölümün yerinin daha çabuk bulunması ve daha fazla güvenilirlik mümkündür. Hareketli blok sisteminde radyo bazlı transmisyon da var ise, bütünüyle bir gelişme saptanabilir.

Bir diğerk faktör de dikkat çekmektedir. Operatörler kırık rayın tespiti için sabit blok track devrelerini istemektedirler. Track devreleri kavşaklarda hala gereklidir. Eğer her halükarda bu teçhizatı kullanacaksak, neden maliyeti radyo bazlı transmisyon sisteminin masrafıyla artıralım diye bir düşüncede her zaman mevcuttur[2,5,6].

2.3. Tren Trafiği Yönetim Metotlarında Hat Kapasitelerinin Karşılaştırılması

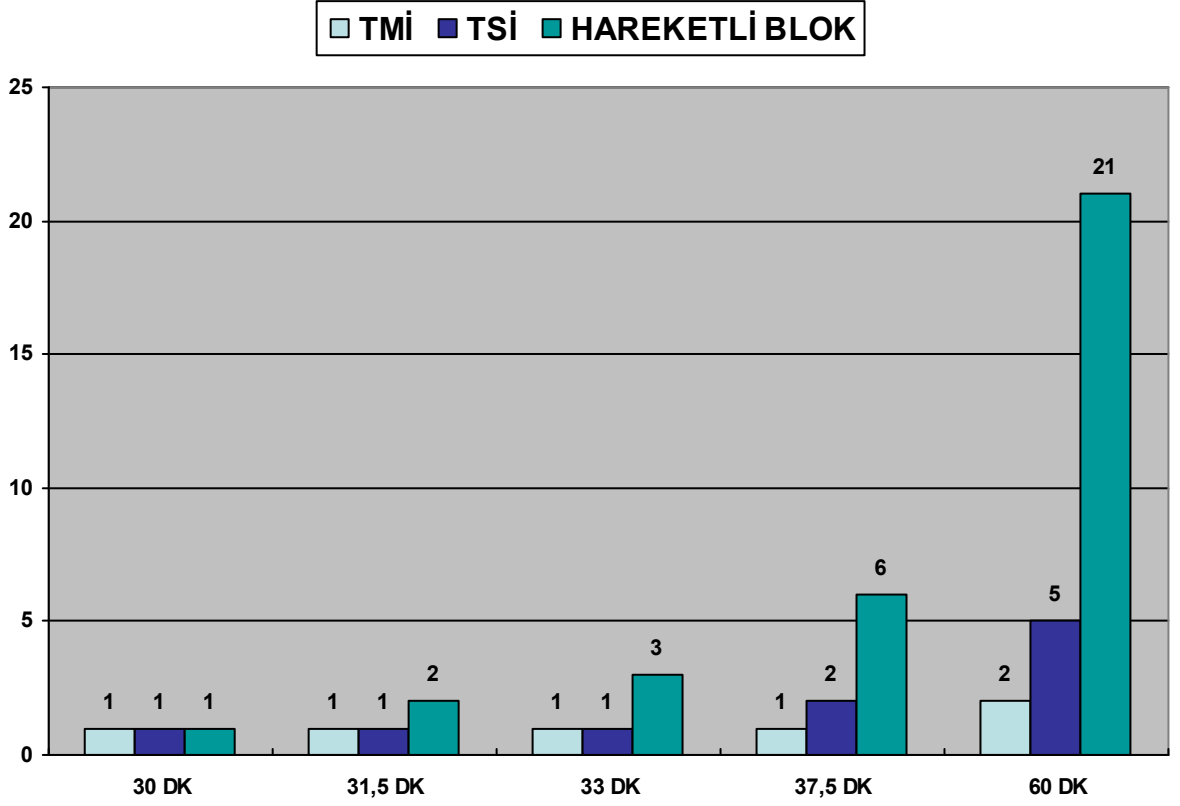


Şekil 2.11. İki istasyon arasında sevk edilmeyen bekleyen trenler

Şekil 2.11.'de A ve B olmak üzere iki istasyon ve A istasyonundan B istasyonuna gitmek üzere bekleyen Trenler görülmektedir. A-B istasyonları arası 20 km ve tren hızları sabit 40 km/h olduğu varsayılırsa;

1. TMİ sisteminde A istasyonundan çıkan bir tren B istasyona varmadan peşine bir tren daha gönderilemeyeceği için; A istasyonundan B istasyonuna maksimum ilk 30 dakikada **1**, ilk 60 dakikada **2** tren varabilir.
2. TSİ sisteminde bloklar mevcuttu. A istasyonu ile B istasyonu arasında 5 km'lik 4 blok olduğunu varsayalım. Bu sistemde trenler **Blok mesafesi** ile peşî sıra gönderilebildiğine göre; A istasyonundan B istasyonuna maksimum ilk 30 dakikada **1**, ilk 37,5 dakikada **2** tren ve ilk 60 dakikada **5** tren varabilir.
3. Hareketli Blok sisteminde trenler **Güvenli takip mesafesi** ile peşî sıra gönderilebildiğine göre; A istasyonundan B istasyonuna maksimum ilk

30 dakikada 1, ilk 37,5 dakikada 6 tren ve ilk 60 dakikada 21 tren varabilir.



Şekil 2.12. Tren trafiği yönetim metotlarının hat kapasitelerinin karşılaştırılması

2.4. Sonuç

Dünya demiryollarında teknolojiye paralel çeşitli tren trafiği yönetim metotları kullanılmıştır. Amaç her zaman hat verimini yükseltmek, bakım ve onarım maliyetlerini düşürmek ve en önemlisi ise maksimum güvenlik' li bir sistem kullanmaktır.

Bu bölümde yukarıda bahsi geçen sistemlerin tümü prensip ve mimari yapıları ile birlikte incelendi. Temel mantıkları oluşturuldu. Sistemlerin **Hat Kapasite** 'leri grafiksel olarak karşılaştırıldı. Ve görüldü ki dünya demiryollarında hat verimini arttırmak, bakım ve onarım maliyetlerini düşürmek için "**Hareketi Blok Sistemi**" geliştirilmeli ve kullanılmalıdır.

3. TREN KORUMA SİSTEMLERİ

3.1. Giriş

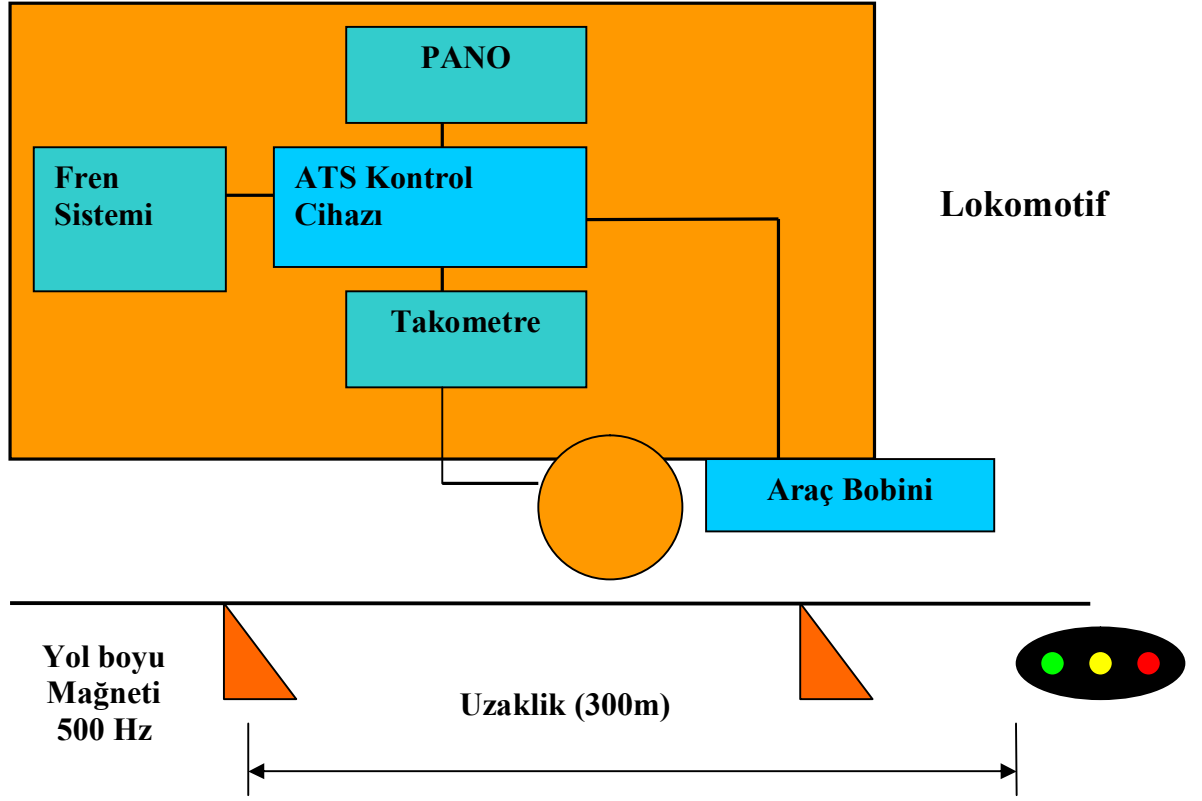
TSİ (Trenlerin Sinyallerle İdaresi), sistem olarak güvenli olmasına rağmen Treni kullanan bir operatör olduğu için, insan kaynaklı hatalardan dolayı pek çok olay meydana gelebilmektedir. Bunun için Tren Koruma Sistemleri geliştirilmiş ve bu sayede pek çok olayın önüne geçmek mümkün olmuştur. Bu bölümde dünyada kullanılan Tren Koruma Sistemleri ayrıntıları incelenecektir. Her sistemin temel prensip ve mantığı çıkartılarak 4. Bölümde tasarlanacak **“Hareketli Blok ve Kominikasyon Bazlı Tren Koruma”** sistemi için temel prensip ve mantık oluşturulacaktır.

3.2. ATS (Otomatik Tren Koruma) Sistemi

Tren koruma sistemlerinin ilk basamağı olarak düşünülebilir. Bir tren kırmızı sinyali geçtiği takdirde, frenleme sağlayan basit otomatik tren durdurma sistemidir. Dolayısıyla bir ek önleme sistemidir. Bu sistem sayesinde yolcu ve yük trenleri daha güvenli olarak demiryolu hatlarındaki çalışmalarını sürdürürler[8,9]. Ağır demiryolu taşımacılığında eskiden geniş bir şekilde kullanılıyordu. Ancak demiryolu ana hattında, bir durdurma sisteminde frenlemeyi başlatmak yüksek hız ve düşük frenleme oranı nedeniyle etkisiz olabilir.

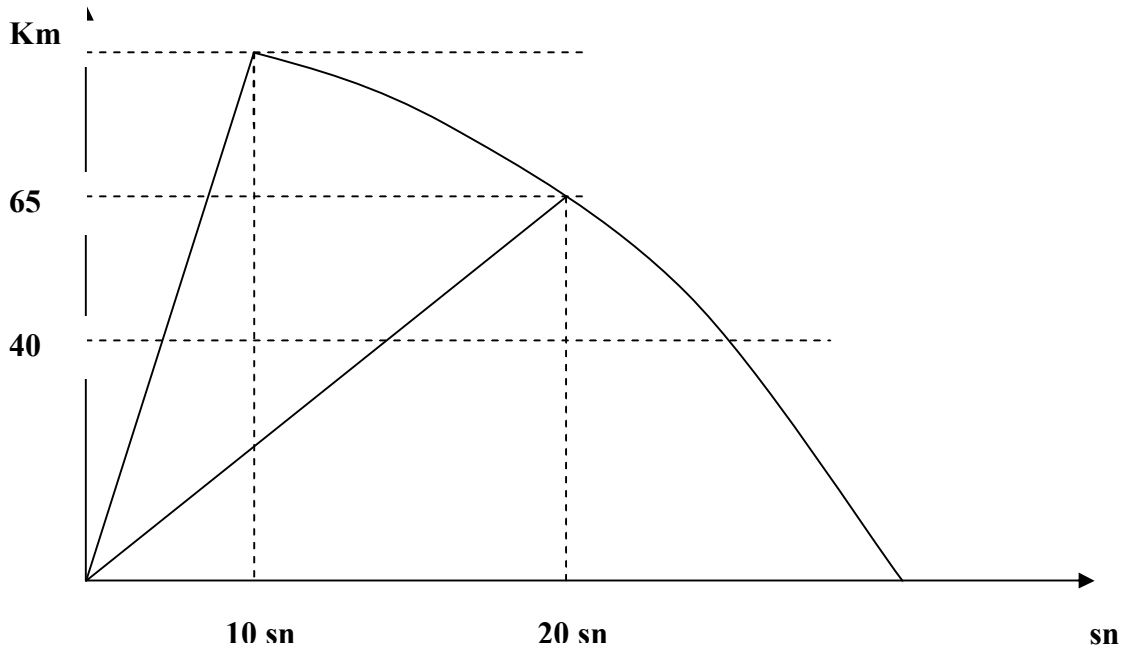
3.2.1. Sistemin yapısı

Sistem yapı olarak, yol boyu ve araç ekipmanlarından oluşmaktadır. Araç ve yol boyundaki sistemler Şekil 3.1. 'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. ATS sisteminin temel yapısı

3.2.2. Sistemin yapısı



Şekil 3.2. Tren hızının zamana göre azalma eğrisi

Şekil 3.2'deki grafikten anlaşılacağı gibi, eğer sinyal sarı ve trenin hızı 65 km/h 'dan yüksek ise 10 sn içinde ikazlı bir şekilde hızını düşürmek zorundadır. Eğer sesli uyarı ikazı dikkate almazsa 20 sn sonra sistem otomatik olarak treni durdurur. Makinist, sesli uyarı ikazları dikkate alırsa tren normal ilerleyişini yaparak duruşunu gerçekleştirir.

Trenin hızları 65 km/h (74.5 Hz) bobini, 40 km/h (81 Hz) bobini kontrol eder. En son durdurmayı 100,5 Hz bobini kontrol eder. Tüm bu trenin hızları araç üzerindeki kontrol panosundaki manyetik sayaça kaydedilir. Burada ki kayıtlara bakıldığında makinistin geçtiği kırmızı ışıklar kayıtlı tespit edilir.

Acil anlarda veya ATS sisteminin arıza yapması halinde (sistem treni sürekli durduracağından) iptal edilebilir özelliktedir.

Bobinler sinyalin 1-2 m önüne monte edilmişlerdir. Direk sinyallerle ilişki içindedir. Sinyallerin renk bildirimlerine uygun olarak magnetler frekans üretirler. Tren bu magnetlerin üzerinden geçerken bu frekansı alır ve araç üzerinde bunların kendi mantık devresinde değerlendirir. Kendi mantık devresinde kaydedilmiş (65 km/h, 40km/h) hız trenin miline bağlı takometrenin ölçtüğü hızları karşılaştırır. Belirlenen frekanstaki hızlar geçildiğinde otomatik uyarı yapar veya frenlemeyi gerçekleştirir.

Frenlemenin yapıldığı frekans ve renk bildirimleri

74.5 khz = 65 km/h, sarı renk – yaklaşma sinyali

81 khz = 40 km/h, sarı renk – giriş sinyali

100.5 khz = hemen frenleme – çıkış sinyali

3.2.3. Yol boyu cihazları

Trenlerin emniyetli bir şekilde durabilmesini sağlayan değişik frekanslarla çalışan pasif (enerji harcamayan) devre elemanlarıdır. Sinyallerin hemen önüne yerleştirilmişlerdir. Rezonans frekansları kutu içerisinde bulunan kondansatörlerin kapasitansları ile belirlenir. Önüne yerleştirildiklerin sinyalin durumuna göre 3 farklı frekans üretirler.

3.2.4. Araç üzerindeki ekipmanlar

ATS sisteminin bir parçası olan araçların bir kısmı da araç üzerinde konumlandırılmıştır. Kontrol işlemi bu bölüm tarafından yapılır.

1. **Araç bobini:** ATS kontrol cihazı osilatörüne ait geri besleme devresini oluşturan bir antendir. Aracın sağ alt veya sol alt kısmına monte edilmiştir.
2. **Araç bobini bağlantı kutusu:** Kontrol cihazı ile araç bobini arasında kolayca bağlantı kurulup kesilmesini sağlar. Gövdenin altına monte edilmiştir.
3. **Kontrol cihazı:** Antenin yol boyu ile etkileşimini algılar ve ayrıştırır. Hızları karşılaştırır. Sürücü tarafından yapılan işlemleri kaydeder.
4. **Takometre:** Trenin miline bağlı ve trenin işletim hızını ölçen cihazdır.
5. **Manyetik valf ve kesici vana:** Treni frenlemeye geçiren sistemin parçalarıdır.

Daha önce bahsedildiği gibi, demiryolu ana hattında, bir durdurma sisteminde frenlemeyi başlatmak yüksek hız ve düşük frenleme oranı nedeniyle etkisiz olabilir. Onun yerine durdurmaya geçmeden önce hız azaltmasını sağlayan bildirimlerin trene iletilmesi gerekir. Bunun için yeni tür ATS'ler geliştirildi. Dur sinyalinden önce hız azaltmalarının sağlanması ve kırmızı sinyalin geçilmesi durumunda tam frenlemeye geçirilmesi için Almanya da "**Point-wise train protection**", İngiltere de ise "**Train protection warning system**" kullanıldı[13-16].

3.3. ATP (Otomatik Tren Koruma) Sistemi

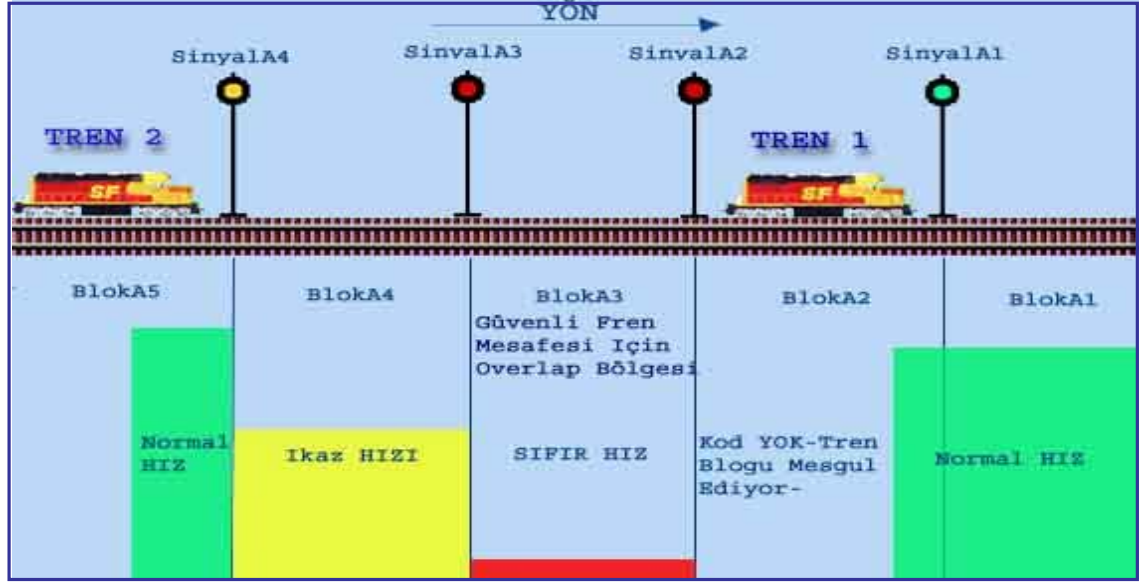
Gelişen teknolojiyle birlikte, sinyal hatalarından dolayı trenlerin çarpışmalarının önlenmesi amacıyla, yüksek teknolojiye dayalı sistemler geliştirildi. Bunlardan biriside ATP'dir[2].

3.3.1. Nasıl çalışır

Bu sistem genel olarak trenin hızını kontrol eder ve trenin gitmesi gereken emniyetli hızla karşılaştırır. Emniyetli hızı oluştururken, kırmızı sinyalden trenin uzaklığı, hattın durumu (eğim,hız sınırı,kurp vb.)gibi değerler hesaplanır. Eğer bu hesaplanan hız

kabinde belirtilmiş hızı geçiyorsa, trenin hızını düşürür veya treni otomatik olarak durdurur.

3.3.2. Mimarisi



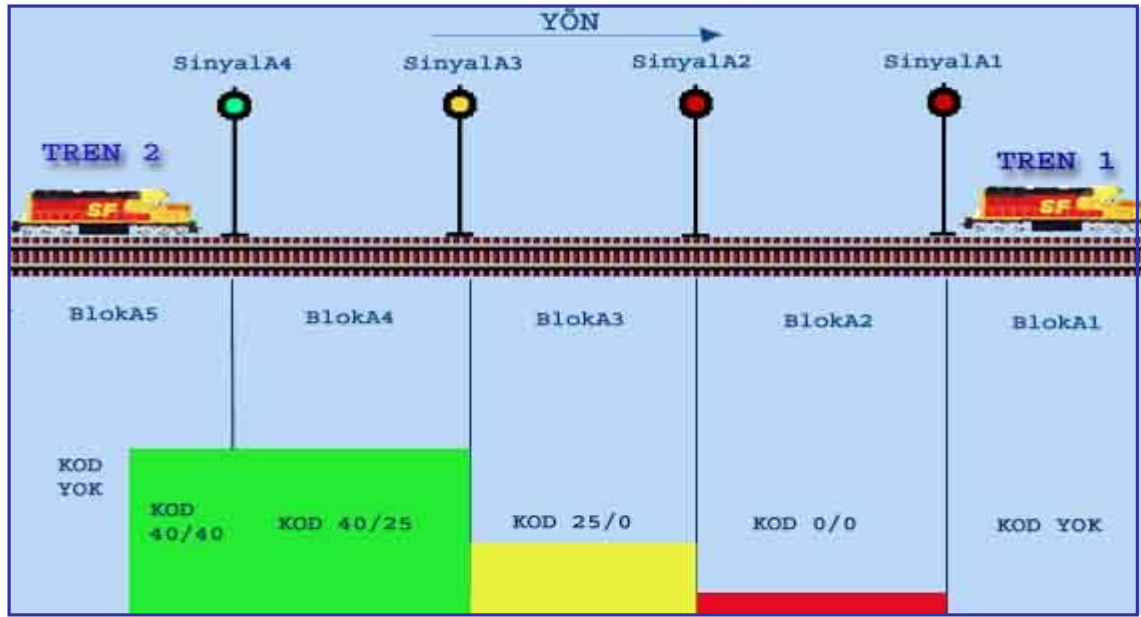
Şekil 3.3. Bloklara ait elektronik sürat kodları

Burada sinyalleri gösterilmiş olmasına rağmen ATP kullanılan birçok sistemde, hat kenarlarında görülebilir sinyaller yoktur. Çünkü sinyaller sürücü kabin konsoluna direkt olarak aktarılırlar. (Kabin Sinyal Sistemi).

Şekil3.3’de gösterildiği gibi ATP ile donatılmış bir hatta her blok kendi track devrelerinin tepesinde elektronik sürat kodunu taşır. Tren sıfır hızı gerektiren bir bloğa ya da başka bir trenin bulunduğu bloğa girmeye çalışırsa ya da sürat kodu tarafından bildirilmiş müsaade edilen süratin üstünde bir hızda bloğa girerse, elektronik devreler acil fren işlemini gerçekleştirecektir. Bu, ilk tam otomatik insan taşıyan demiryolu olan Londra Underground Victoria hattında 1968’den beri kullanılan sistemdir. O günden bu yana yapılan birçok sistem, bu basit sistem üzerine kurulmuştur ve ilavelerle de geliştirilmiştir[2,16].

3.3.3. ATP sürat kodları

Modern ATP versiyonlu bir hattaki tren, ilerideki hattın durumu hakkında 2 adet bilgiye ihtiyaç duyar: 1. Bu blokta ne kadar süratle gidilebilir ve 2. bir sonraki bloğa girerken ne süratle gidiyor olmalıdır. Süratle ilgili bu bilgi, trendeki anten tarafından alınır. Bu bilgi, track devrelerini kullanan elektronik cihazlar vasıtasıyla ve raylar aracılığıyla (raylardan trene) aktarılır. Bu bilgi kodu iki bölümü içerir: bu bloktaki müsaade edile sürat kodunu ve bir sonraki blok için hedef sürat kodunu.



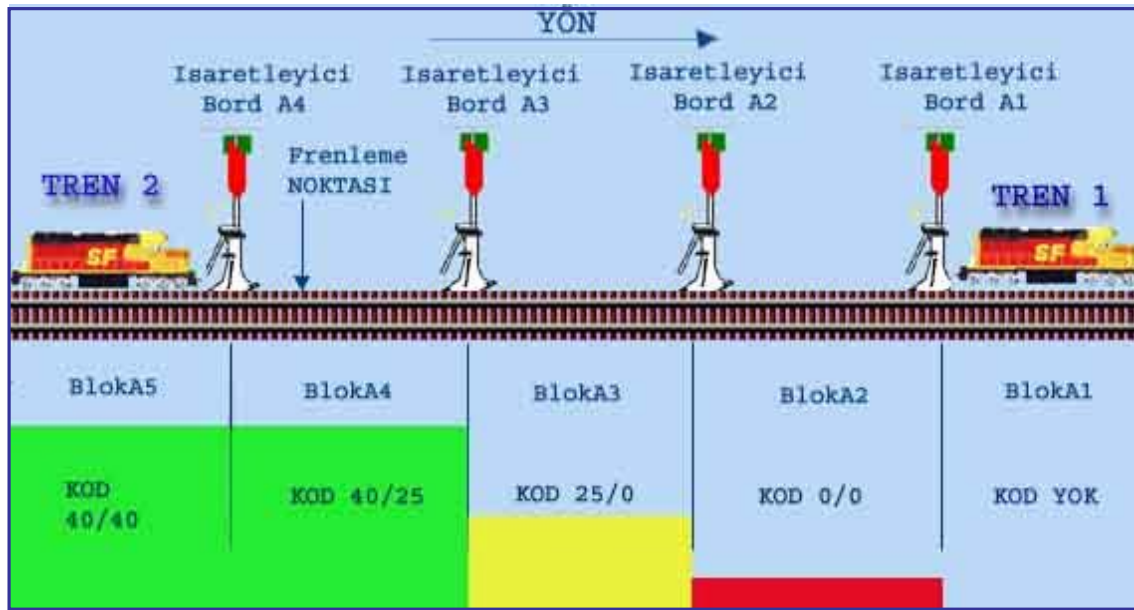
Şekil 3.4. Bloklara ait sürat kodları

Şekil3.4’de Sinyal A4’e yaklaşan Blok A5’teki tren, bu blokta müsaade edilen sürat olan 40 km/s ve bir sonraki bloktaki hedef sürat olan 40 km/s anlamına gelen 40/40 kodunu alacaktır. Bu normal sürat bilgisidir.

Ancak tren, blok A4’e girdiğinde, kod 40/25’e dönüşecektir. Çünkü tren bir sonraki blok olan blok A3’e girdiğinde hedef hızı 25 km/h olmalıdır. Tren, blok A3’e girdiğinde, kod tekrar değişir ve kod 25/0 olur çünkü bir sonraki blok (A2) overloop bloğudur. Ve yasak bölgedir. Dolayısıyla tren, blok A3’ün sonuna varıncaya kadar sürat sıfır olmalıdır. Eğer tren Blok A2’ye girmeye çalışırsa, cihazlar sıfır sürat kodunu(0/0) görecektir ve acil freni gerçekleştirecektir. Yukarıda bahsedildiği gibi, Blok A2,overloop olarak yada Blok A1’de bulunan trenin arkasındaki emniyetli fren yapma mesafesi olarak görev yapmaktadır[2].

3.3.4. ATP ile çalışma

ATP ile donatılmış bir hat üzerinde çalışan trenler, manüel olarak yada otomatik olarak sürdürülebilir. Manüel sürüşe olanak sağlamak amacıyla, ATP kodları sürücü kabininde bulunan panelde görüntülenir. Aşağıdaki örneğimizde, sürücü, fren yapma noktasına yakın bir yerde fren yapmaya başlayacaktır. Çünkü ekranda 40/25 kodunu görecektir ve hat bilgisine dayanarak, nerede durabileceğini kestirebilecektir. Eğer sinyaller yoksa sinyal pozisyonları sürücülere bloklara girişleri göstermek amacıyla rayların kenarındaki blok işaretleyici panolarda, gösterilirler.



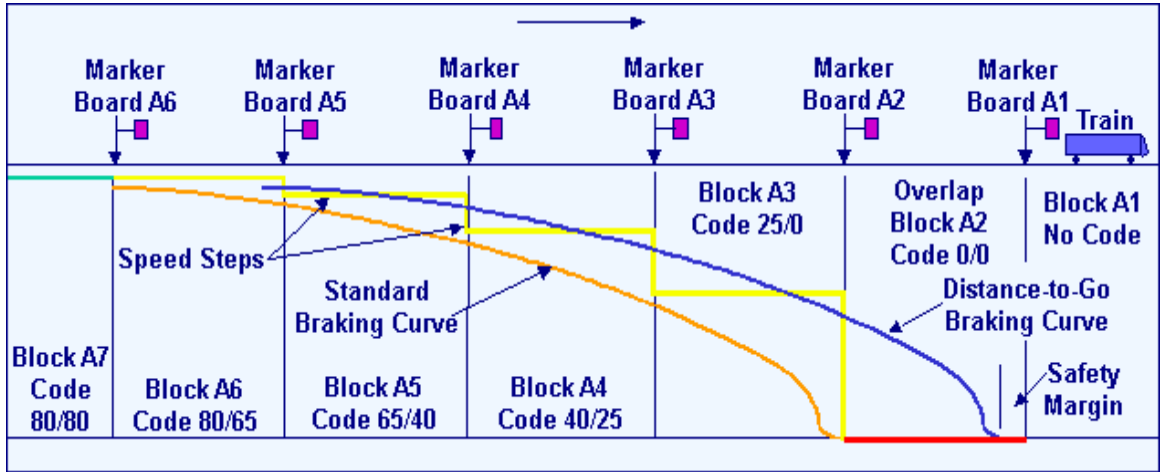
Şekil 3.5. Blok işaretleyiciler

Eğer trenler ATO (otomatik tren çalıştırılması) sistemi ile donatılmış iseler, azaltılmış hız için frenleme işlemi, ya elektronik bir “patch”(yama) monte edilmiş bir “track” tarafından yada frenlemenin başlangıç noktasına yerleştirilmiş “beacon” tarafından basit bir şekilde kodlu track devresindeki değişikliklerle yapılır. Her iki sistem de farklı üretici firmalar tarafından kullanılır. Ama her ikisinin de tren, sinyalli duruşa kadar bir dizi sürat basamaklarından geçer.

İlk tren Blok A1’i boşalttığı anda , Blok A2, A3 ve A4 ‘teki kodlar, ilerideki sürat arttırmalarına dönüşecek ve bunların içinden geçen herhangi bir tren, yani bir müsaade edilen sürat ve bir sonraki blok için bir hedef sürat alacaktır. Bu, değişen koşullara anlık bir reaksiyona olanak sağlar ve trenlerin hareketlerini sürdürmelerine yardımcı olur.

3.3.5. Gidilecek mesafe

ATP sisteminin gelişimindeki bir sonraki aşama her trenin arkasındaki overloop bloğu tarafından yitirilen boşluğun elimine edilmesi girişimidir. Eğer bu kayıp elimine edilebilirse, blok kapasitesi, blok uzunluğuna ve hat hızına bağlı olarak hattın kapasitesi %20'ye kadar arttırılabilir. Şekil 3.6.'da Blok A1'deki tren, arkadan gelen bir tren Blok A6'ya girerse azaltılmış hedef hızına ulaşabilsin diye, trenin arkasında bir dizi hız azaltma aşamasına sebep olur. Sıfır hız bloğu A2'ye doğru gitmeye devam ettikçe, tren Blok A3'ün sonunda duruncaya kadar, her yeni blokta daha fazla hedef hız azaltması yapar. Tren, overloop bloğu olan Blok A2'ye girmeden önce duracaktır. Frenleme mesafesi, burada "standart" mesafesi olarak kahverengi renkte gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Tren hız azalma eğrisi[2]

Overloop bölümünden çıkmak için, frenleme mesafesini 1 blok ileriye kaydırmak basit bir olaydır. Tren şimdi, hedef hız azaltmasını yapmadan önce, dolu olan bloğa 1 blok daha yaklaşmak için (A6 yerine A5) ilerleyebilecektir. Ancak, dolu olan bloğa bu kadar yaklaşmak, trenin frenlemeyi sürekli olarak ve tam doğru olarak kontrol etmelidir.

Bundan dolayı da, bilgisayar, gerekli frenleme mesafesini, durma noktasına olan mesafeyi bilgisayarın hafızasında bulunan bir hat haritasını, kullanarak hesaplar. Yeni mesafe, diyagramda mavi renkte gösterilmiştir. Tren Blok A2 ve Blok A1 arasındaki kritik sınıra varmadan önce, her zaman durabileceği için emniyet mesafesinde 25 metrelik bir hata payı vardır. Yolculara rahat bir duruş sağlayabilmek için frenlemenin yumuşak bir şekilde yapıldığına dikkat edin[4].

3.3.6. Süratin görüntülenmesi

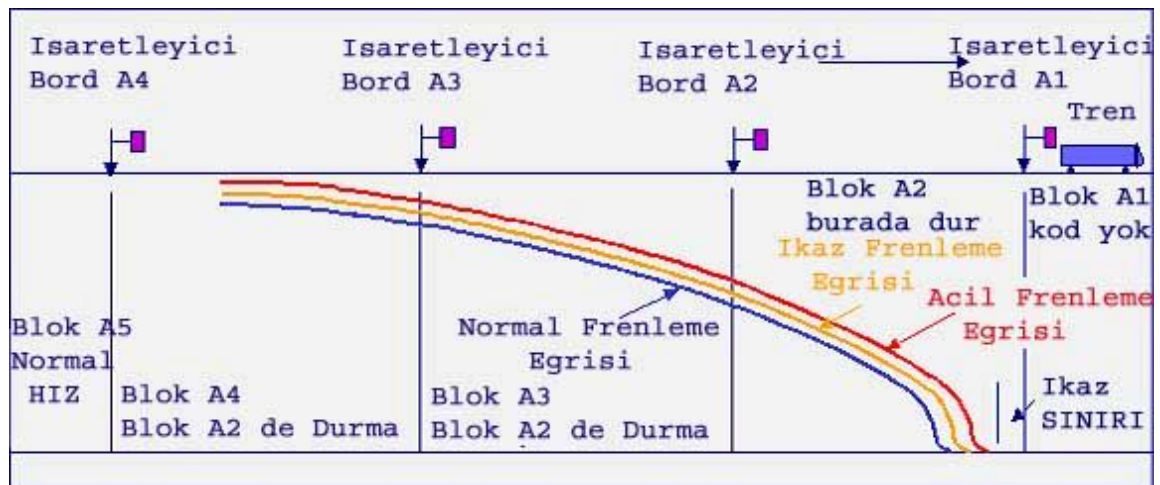
Hem daha önceki hız aşama metodu elektronik ATP, hem de “gidilecek mesafe” sisteminde, bir trenin hızının ölçülmesi(görüntülenmesi) gerekir. Şekil 3.6.’da, hız aşama sisteminin de standart frenleme mesafesinin her zaman aşamaları profiline içinde kaldığını görebiliriz. Tren ATP cihazları, trenin hızını sadece o bloktaki izin verilen hız limitiyle karşılaştırılarak görüntülenir. Eğer tren bu hızın üstünde seyrederse, acil frenleme gerçekleştirilecektir. Tren tarafından yapılan standart frenleme mesafesi görüntülenmez.

Gidilecek-mesafe sisteminde, modern elektronik cihazların gelişimiyle, frenleme mesafesi sürekli olarak görüntülenebilmektedir, böylece sürat aşamaları gereksiz hale gelmiştir. Tren, koddaki bir hız sınırlaması ile bloğa girdiğinde, trene aynı zamanda, ilerideki durma noktasının ne kadar mesafede olduğu bildirilecektir. Bilgisayar, hafızasında bulunan hat haritasını kullanarak trenin şu anda nerede olduğunu ve buna göre, gerekli frenleme mesafesini hesaplar. Tren fren yaparken, bilgisayar trenin mesafesinin dışına çıkıp çıkmadığını kontrol eder ve çıkmamasını sağlar[2,4].

3.3.7. Gidilecek-mesafe sistemiyle çalışma

Gidilecek-Mesafe ATP sistemi, sürat aşama sistemine oranla çok fazla avantaja sahiptir. Görüldüğü üzere, bu sistem hat kapasitesini arttırmaktadır. Ve aynı zamanda frenleme mesafenin ayarlanması amacıyla aşamalarda sık sık değişiklik yapmaya ihtiyaç olmadığından, gerekli “track” devrelerinin sayısını da azaltacaktır.

Bloklar şimdi, trenler tarafından işgal edilecek sadece birer boşluktur ve aynı zamanda birer overloop olarak da kullanılmazlar.



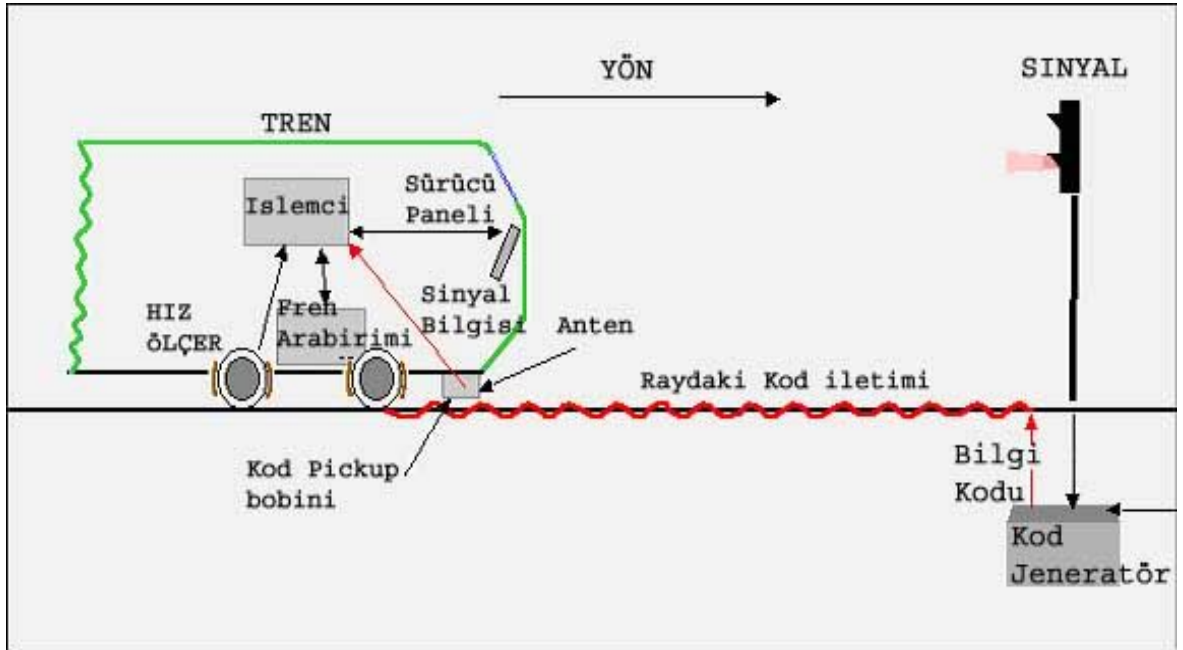
Şekil 3.7. Tren fren eğrileri

Sistemler değişiklik gösterebilir ancak tren frenleme profili için birkaç mesafe sağlamaktadır. Bu örnekte 3 adet görölmektedir. Birincisi trenin fren yapacağı normal mesafe, ikincisi sürücüye uyarı gönderen uyarı mesafesi (sisteme bağlı olarak bir sesli görsel alarm yada servis fren uygulaması) ve üçüncüsü de, eğer sürücü normal mesafede hızını azaltmasa, acil freni devreye sokacak olan acil durum mesafesidir.

Neden herkes gidilecek-mesafe sistemini kullanmaz? Kısmen, birçok operatör tarafından kullanılan sistemler, gidilecek-mesafe sistemi geliştirmeden önce tesis edildiğindendir. Aynı zamanda, bazı sistemler özellikle de Amerika’da ki emniyet marjını gerektirmektedir.

Bir zamanlar San Francisco da olduğu gibi bir trenin “frenleme” yerine “treni yeniden çalıştırmaya karar vermesine yol açan “lunch” faktörü olarak bilinen ekstra bir marjın istemektedir.

3.3.8. ATP kod transmisyonu (aktarımı)



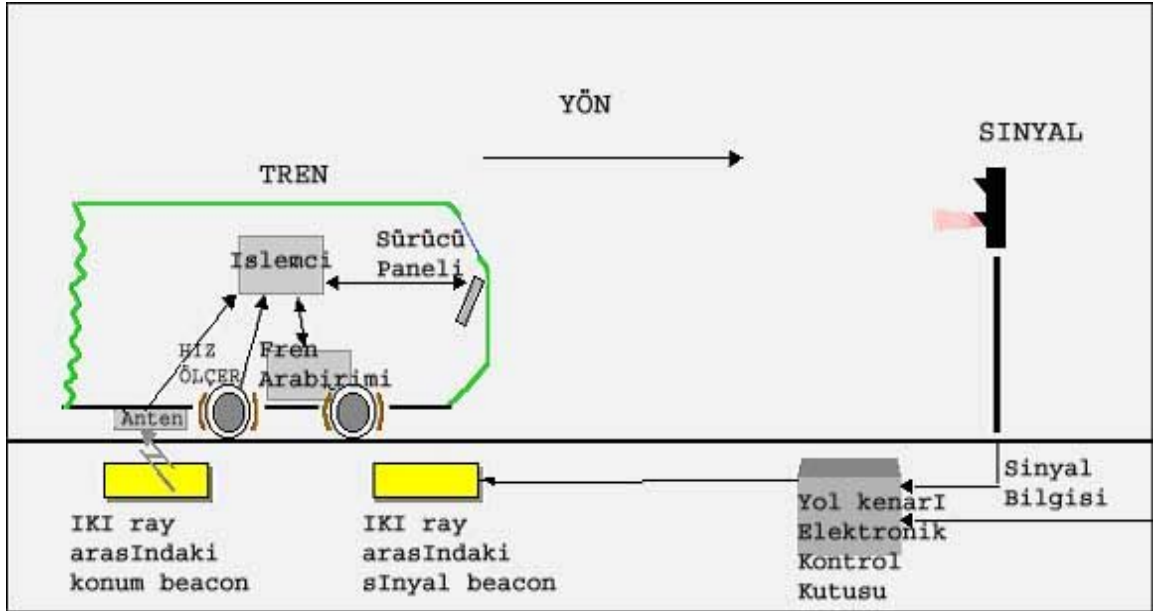
Şekil 3.8. ATP kod transmisyonu

Daha önceki bölümlerde, ray devrelerinde bulunan ATP sinyal kodlarının trene aktarıldığını görmüştük. Bu sinyaller, sürücü kabini altında trenin ön tarafına monte edilmiş antenler (genellikle iki adettir) tarafından alınırlar. Bu bilgi, panoda kod çözme ve emniyet işlemine tabi tutulur. Trenin gerçek hızı, müsaade edilen hızla karşılaştırılır. Eğer trenin hızı müsaade edilen hızı aşmış ise, frenleme işlemi gerçekleştirilir. Daha

modern sistemlerde, trene gidilecek mesafe bilgisi de aktarılır. Bu bilgi aynı zamanda operatör tarafından idare edilen trenlerde treni izin verilen süratte treni seyrüsefer etmesi için sürücü kabinine de gönderilir.

Ray kenarlarında, ilerideki bölümlerin sinyal durumları, görüntülenir ve her blok için kod jeneratöründen geçirilir. Kod jeneratörü, ray devresine uygun kodları gönderir. Bu kod, trendeki anten tarafından alınır ve bilgisayara aktarılır. Görüldüğü üzere, bilgisayar trenin gerçek hızını tespit edip koda bildirilen hızla uyum sağlayıp sağlamadığını kontrol edecek ve eğer trenin hızı fazla ise frenleme işlemini gerçekleştirecektir[2].

3.3.9. Beacon transmisyonu



Şekil 3.9. Beacon transmisyonu

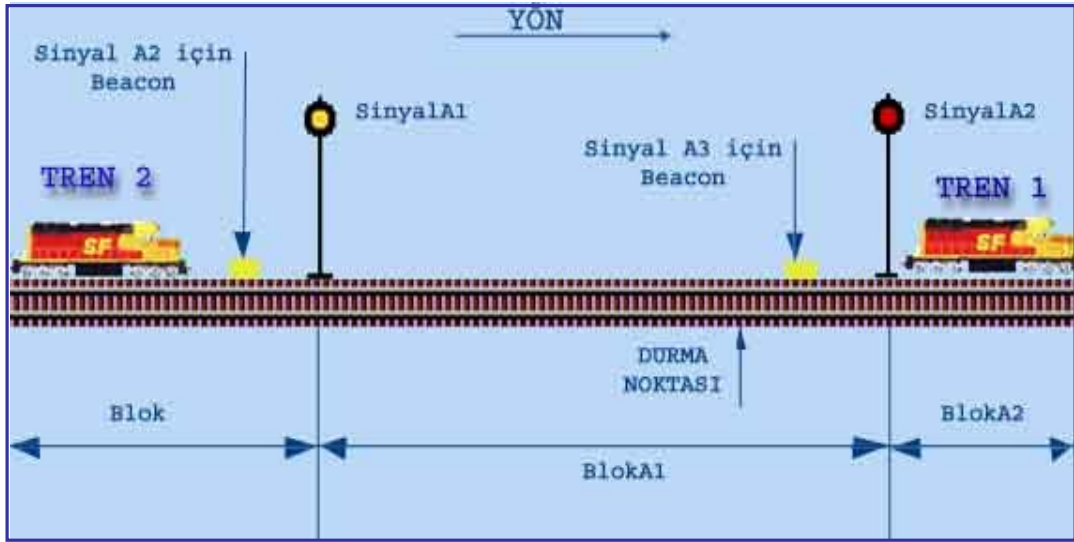
Şu ana kadarki örneklerde, raydan trene geçen ATP bilgisi, raylarda bulunan kodlu ray devreleri kullanılarak aktarılmaktadır. Bu sistem, "sürekli" transmisyon sistemi olarak bilinir, çünkü trene sürekli olarak aktarılmaktadır. Ancak, kendi kısıtlamaları vardır. Bu kısıtlamalar; uzak aralıklı bloklardan kaynaklanan transmisyon kayıplarıdır ve bu da ray devresinin etkin olduğu mesafeyi yaklaşık olarak 350 metreye kadar düşürür. Ayrıca ekipman da pahalıdır ve kötü hava şartlarına, elektronik engellemelere, hasarlanmalara, vandalizme (yakıp yıkmaya) ve hırsızlıklara karşı savunmasızdır. Bu olumsuzlukların

bazıları ile baş etmek için, aralıklı data transmisyonu icat edilmiştir. Bu sistem, ray üzerinde aralıklı olarak yerleştirilmiş elektronik beacon'ları kullanır.

En iyi bilinen, İsveç'te Ericsson tarafından geliştirilen ve sonra Adtranz (şimdi Bombardier) tarafından pazarlanan bu sistemde, trene nerede olduğunu bildiren bir adet yer bulma beacon'u ve ilerideki bölümlerin durumunu bildiren sinyal beacon'u olmak üzere genellikle iki adet beacon vardır.

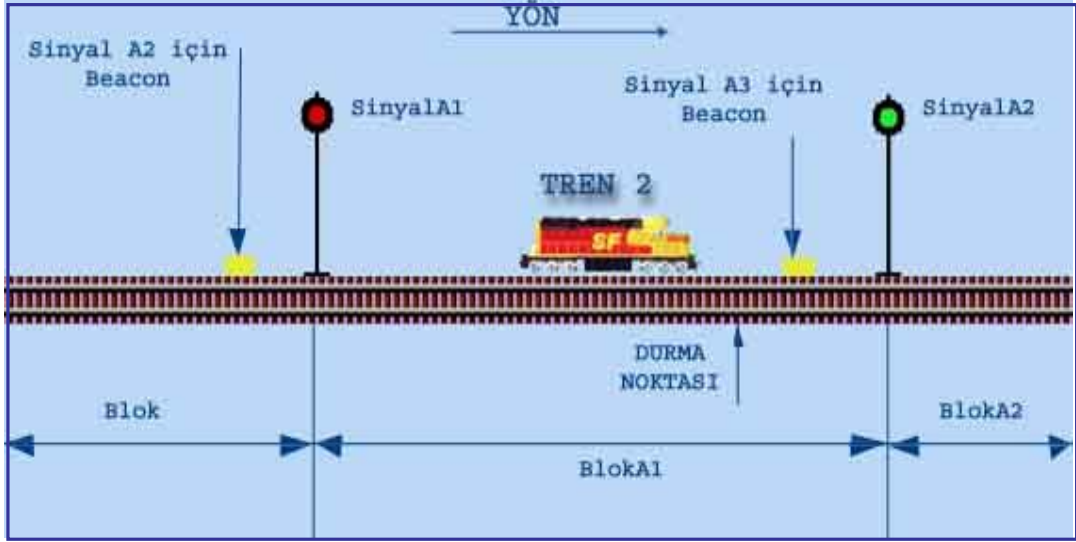
Fransızlardan sonra beacon'lara bazen balises de denir. Bilginin işlenmesi ve sürekli transmisyon sistemine benzer şekildedir.

3.3.10. Beacon'larla çalışma



Şekil 3.10. Beacon'ların demiryoluna yerleştirilmesi

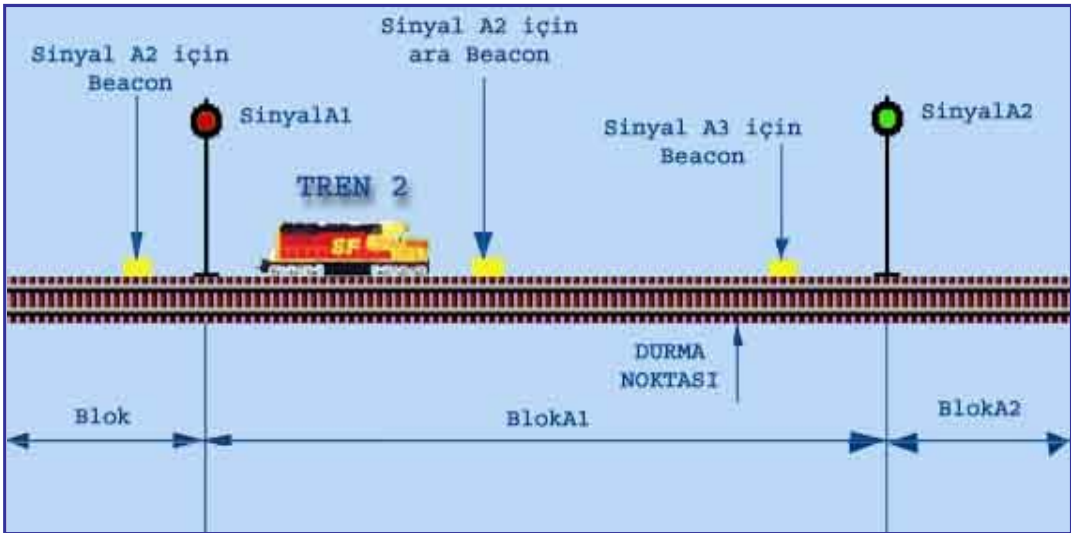
Beacon sistemi Şekil 3.10. ve Şekil 3.11' de gösterildiği gibi çalışır. Şekil 3.110' da kırmızı durumda olan Sinyal A2, yaklaşmakta olan trene (2) durabileceği mesafeyi verebilmek için Sinyal A1 'den önce yerleştirilmiştir. Tren 2 durma komutunu buradan alacaktır ve böylece A3 sinyali için beacon'a varmadan önce duracaktır.



Şekil 3.11. Beacon'ların demiryoluna yerleştirilmesi

Şekil 3.11'de tren A2 sinyalinin önünde durmuştur ve tren 2, blok A2' yi boşaltıncaya ve sinyal yeşile dönünceye kadar bekleyecektir. Gerçekte, sürücünün, trenin yeniden çalışmasını sağlamak amacıyla sistemi resetlemesi gerektiği için hareket etmeyecektir. Bu sebepten dolayı, bu tür ATP, normal olarak manuel olarak sürülen sistemlerde kullanılır[2,3].

3.3.11. Aralıkların güncellenmesi



Şekil 3.12. Bilgi güncellenmesi için ara beacon'un yerleştirilmesi

Beacon sisteminin bir dezavantajı, tren, hız azaltması ya da durması gerektiğini bildiren bir mesaj aldığı anda, duruncaya kadar ya da bir sonraki beacon'a

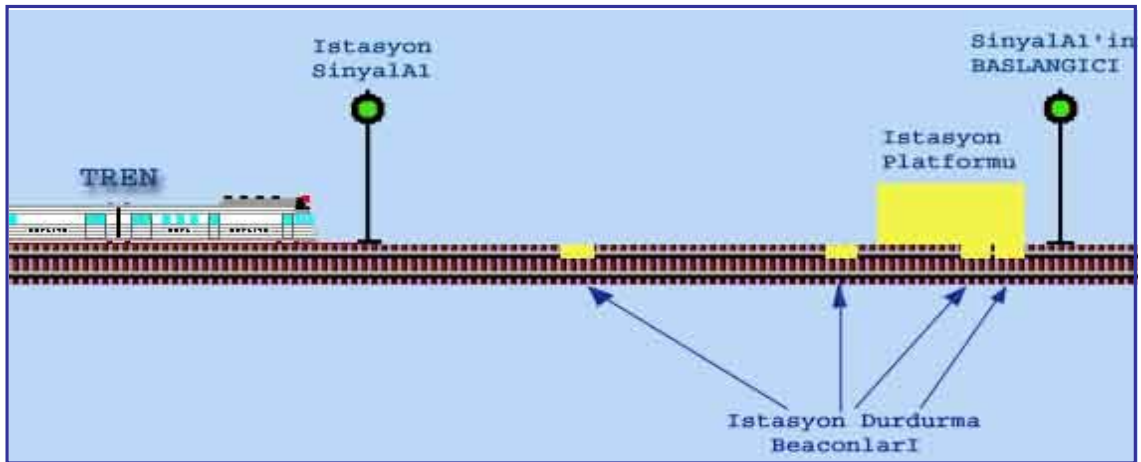
geçinceye kadar bu mesajı tutacaktır. Bunun anlamı, öndeki blok Tren 2'nin durması gereken noktaya gelmeden önce boşaltılırsa ya da yeşil ışık yanarsa, tren hala dur sinyaline sahiptir ve zorunlu olmasa da duracaktır. Sürücü, neden tren durduğunda ve sinyal yeşile döndüğünde, istediği şekilde dur mesajını iptal edemez diye sorabilirsiniz. Tren hareket ederken dur sinyalini iptal edebilse, sistem, iptal düğmesi olan AWS sisteminden daha iyi olamazdı. ATP "çok önemli ve gereklidir" ya da "emniyetsiz olması imkânsızdır". Ve etkinliğinin azaltacak olan insan müdahalesine izin vermemelidir.

Gereksiz olarak durma gibi bir durumdan kaçınmak için, bir ara beacon yerleştirilir. Bu ara beacon, trenin durma noktasına yaklaşırken istasyonun boş olup olmadığı konusundaki bilgisini günceller ve eğer istasyon boş ise durma komutunu iptal eder. Gerekirse birden fazla ara beacon'lar yerleştirilebilir[2].

3.4. ATO (Otomatik tren işletme) Sistemi

Şu ana kadar, ATP sistemlerinin nasıl çalıştığını gördük ATP sistemi, emniyetli bir mesafe uzaklıkta iken durdurmayı garantileyen bir emniyet sistemidir ve diğer trenle çarpışmayı önleyecek yeterli uyarılara sahiptir. ATO (Otomatik Tren İşletme) trenin çalışması ve durması ile ilgili tren çalışmasının emniyetsiz bir parçasıdır.

ATO'nun temel gereği, trene duracağı istasyona yaklaşıyor olduğunu söylemektir ve böylece tren tamamıyla platforma yanaşır. Bunun anlamı, ATP' nin hattın temiz olduğunu onayladığıdır. Sıralama aşağıdaki gibi çalışır:



Şekil 3.13. İstasyon durdurma beacon'ları

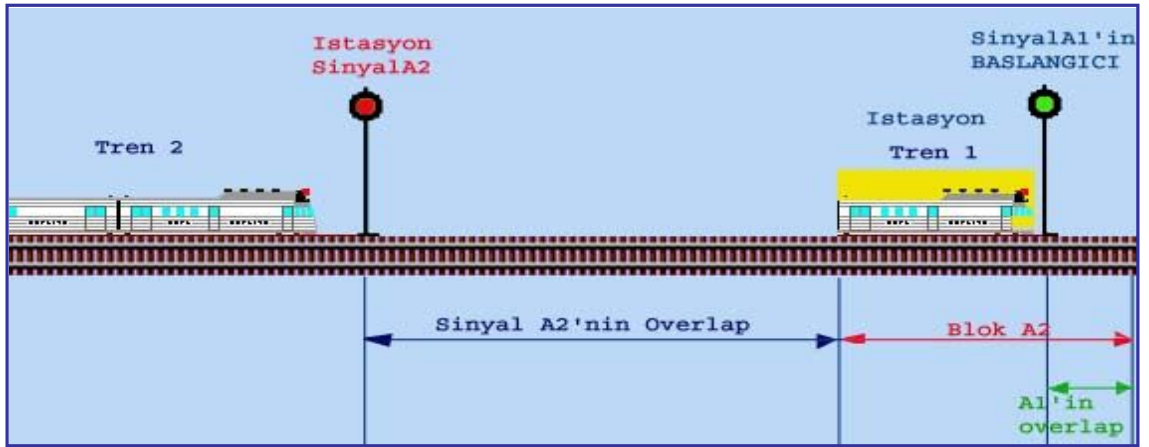
Tren, hat temiz anlamındaki sinyaller vasıtasıyla istasyona yaklaşır ve böylece tren normal bir çalışma yapabilir İlk beacon'a ulaştığında bir istasyon fren sinyali tren tarafından alınır. Panolu bilgisayar, treni doğru noktada durduracak fren mesafesini hesaplar ve tren platforma doğru ilerlerken, doğruluğundan emin olmak için, bu fren mesafesi defalarca yeniden hesaplanır[2].

Şimdi 35 yıllık olan Londra Victoria hattında, istasyona geldiğinde frenleyen trenin süratini kontrol eden 13 adet beacon vardır. Bu sürat kontrollerin sayısının fazla olması gerekir çünkü panolu fren kontrolü sadece 3 adet sürat azaltma oranı verir. O zamanda bile, durma netliği ± 2 metredir Victoria Hattı'nın ATO sisteminin detaylı tarifi burada yer almaktadır Modern sistemler, dinamikten ve daha net bir fren mesafesi hesabı yapabildiklerinden dolayı daha az yol kenarı kontrolü gerektirmektedir. Şimdi modern tesisler $\pm 0,15$ metre (14 kez daha iyi) bir durma mesafesi hesaplamaktadırlar[16].

3.4.1. Metro istasyon durakları

Hat boş olduğunda ve platforma giriş ve çıkışlar öndeki tren tarafından engel teşkil etmediğinde ATO iyi çalışır Ancak ATO, tıkanmış koşullara adapte olmak zorundadır.

Böylece trenler birbirini yakından takip ettikleri zaman istasyonlarda ATP ile birlikte çalışmak zorundadır. İstasyonlardaki metro çalışması her zaman belirli bir zorluğa sahiptir. ATP 1960'larda ortaya çıkmadan çok önceleri, tren bir istasyonda çok uzun zaman kalıp gecikme yaşandığında etkiyi minimuma indirmek için sistemler geliştirildi.



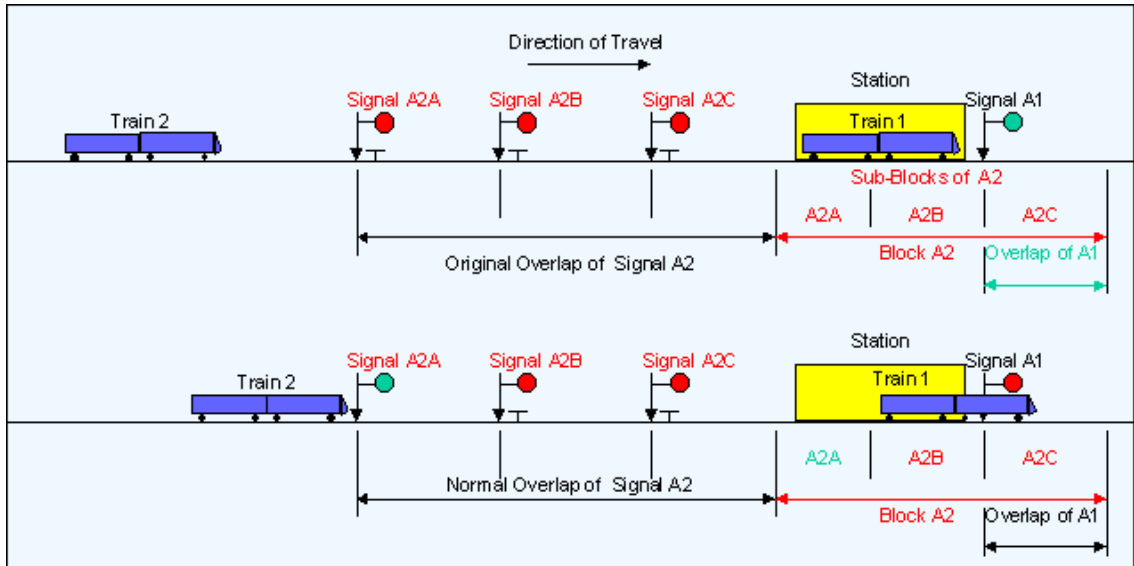
Şekil 3.14. Klasik sinyalli bir istasyon örneği

Metroda sık (yoğun) bir tren servisi sağlayabilmek için, istasyonlardaki tren kalma zamanları minimum düzeyde tutulmalıdır. En iyi personel çalışmalarına rağmen, trenler istasyonlarda kalma sürelerini bazen aşarlar ve böylece arkadan gelen trenlere bu gecikmenin yol açacağı etkiyi azaltmak amacıyla sinyal sistemi geliştirilmiştir. Bunun nasıl çalıştığını görmek için trenin çalışmaya başlama sinyali Sinyal A1 (yeşil), ve istasyondaki bir treni (Tren 1) koruyan bir merkez sinyali Sinyal A2 (kırmızı) sinyali olan klasik sinyalli bir istasyon örneği ile (Şekil 3.15.) başlıyoruz. Mekanik ATP'nin (tren durakları) sağlandığını varsayabiliriz ve böylece Sinyal A2'nin overloop'u, platform öncesinde bir ful sürat frenleme mesafesidir.

Tren 2 yaklaşırken, sürücü Sinyal A2 merkez sinyalini tehlikede olarak gördüğünde tren yavaşlar. Tren 1 çalışmaya başlasa ve istasyonu terk etse dahi;

Sinyal A2, tren 1, sinyal A1 'in overloop'unu temizleyinceye kadar tehlike konumunda kalmaya devam edecektir. Tren 2, A2'de durmak zorunda kalacaktır ama Sinyal A2 temiz olur olmaz hemen yeniden hareket edecektir. Bu Tren 2'nin gecikmesine sebep olacaktır ve treni yeniden çalıştırmak için daha fazla enerjiye gereksinim duyacaktır. İkinci trenin hareketini sürdürmesine olanak sağlayan bir yol bulundu. Buna çoklu-merkez sinyali adı verilir[2,13,15].

3.4.2. Çoklu merkez sinyali -platforma yaklaşma

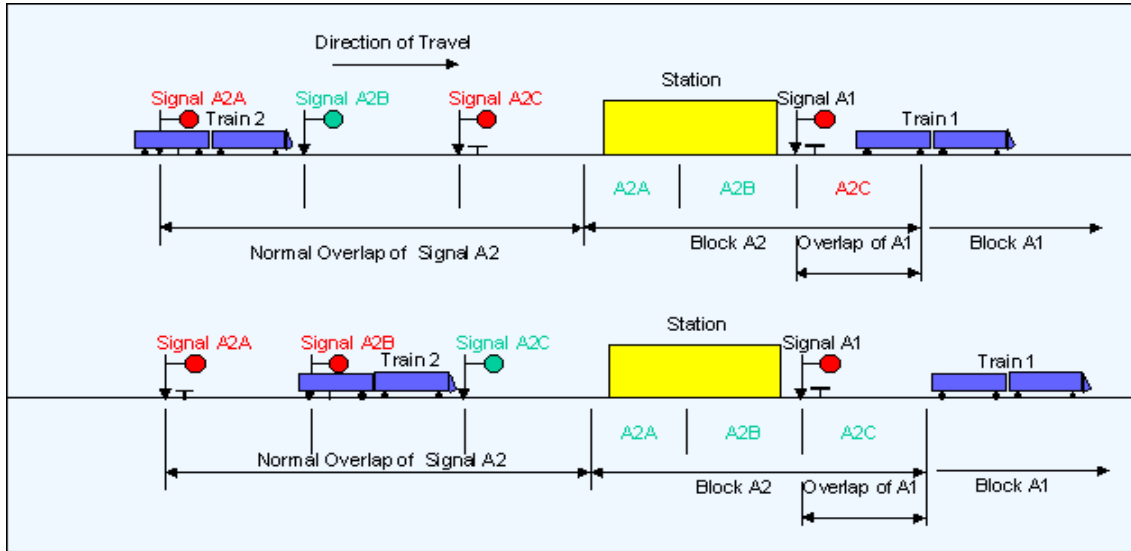


Şekil 3.15. Çoklu merkez sinyalli bir istasyon örneği[2]

Çoklu-merkez sinyali devresinin takılı olduğu istasyonda (Şekil 3.15.), her biri kendi sinyali olan daha fazla ama daha kısa blokların temini ile ilgilidir. Örneğimizde orijinal merkez sinyal, Sinyal A2A oldu ve Tren 1 platformda iken bu sinyal "tehlike" durumunda kalacaktır. Blok A2, her biri kendi sinyaline sahip olan 3 adet alt bloğa bölünmüştür, A2A, A2B, A2C. Tren 1 platformda iken bu 3 sinyalde tehlike konumundadır. Tren 2, Sinyal A2'de durmak için yaklaşır ve fren yapar.

Tren 1 istasyondan ayrılmaya başladığında, ilk olarak alt blok Sinyal A2A'yı temizleyecektir ve Sinyal A2A yeşil olacaktır. Artık Tren 2 yavaş bir hızla da olsa platforma girmeye başlayabilir.

3.4.3. Çoklu-merkez sinyali - platforma giriş

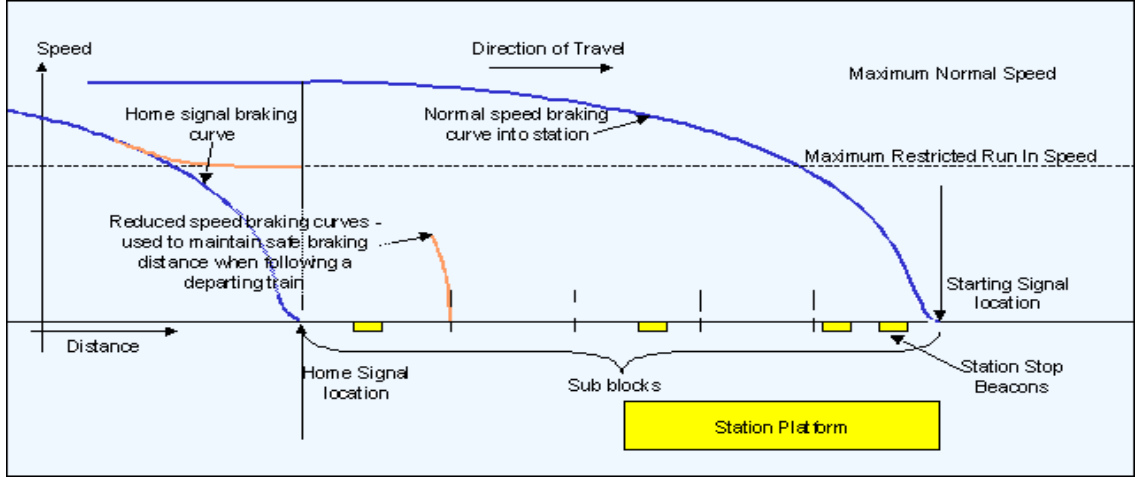


Şekil 3.16. Çoklu merkez sinyalli bir istasyon örneği[2]

Bu aşamada; Tren 1'in, her iki alt blokta (A2A ve A2B) hattı boşalttığını görebiliriz (Şekil 3.16.) ve böylece iki sinyal de temiz durumdadır. Tren bir sonraki A1 bloğuna girerken, başlama sinyalinin bu anda kırmızı olduğuna dikkat edin. Tren 2, azaltılmış bir hızla istasyona doğru yaklaşıyor ve durması gerekmiyor.

Tren 1, A1 sinyalinin kapsama alanını boşaltır, bütün A2 bloğu boştur ve A2C sinyali Tren 2'nin bir engel olmaksızın platforma girmesine izin verir.

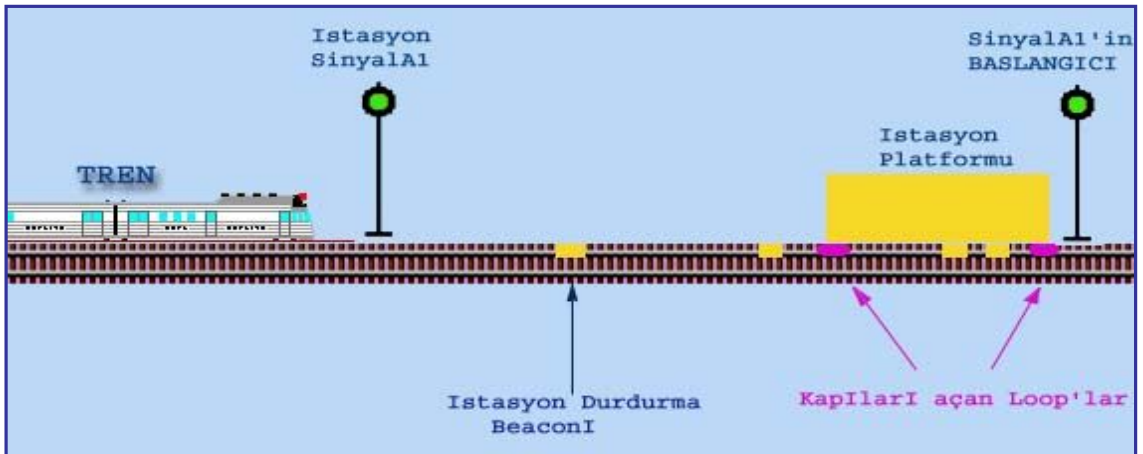
3.4.4. ATO / ATP çoklu merkez sinyali



Şekil 3.17. Hız azaltmaları ile trenler arasında emniyet mesafesi sağlamak[2]

Sabit bloklı metro sistemleri, ATO ve ATP 'li çoklu merkez sinyali kullanır. Platform bölgesine bir dizi alt bloklar yerleştirilmiştir. Bu alt bloklar, gelmekte olan trene fren mesafesi bilgisini verir ve hızlarını azaltmalarını sağlayarak, öndeki tren platformdan ayrılırken, aralarında belirli bir emniyet mesafesi bırakarak, arkadaki trenin platforma girmelerine izin verir. Her mesafe bir alt bloğu temsil eder. Bu işlem, trenin süratini görüntüleyen ATP sistemi tarafından yapılır. İstasyon durdurma beacon'ları istasyonda trenin durabilmesi için gerekli fren mesafesini trene bildirir ama tren, ATP sistemi tarafından ayarlanan düşük sürati telafi etmek maksadıyla, fren mesafesini yeniden hesap eder[2].

3.4.5. ATO ile kapıları açmak ve kapatmak



Şekil 3.18. ATO ile kapıları açmak için gerekli ekipmanların gösterimi

İstasyonda otomatik olarak durdurma işlemine ilave olarak ATO, kapıların açılıp kapanması işlemlerini de yapar. Eğer trenin bir sürücüsü varsa (bugünlerde daha çok operatör denilmektedir), istasyonda kapı açma ve kapılar kapatıldığında trenin yeniden çalıştırılması görevi sürücüye verilebilir. Bazı sistemler, tren doğru yere yanaşmaya kadar kapıların açılmasını engellerler. Hatta bazı sistemler, kapıların açılıp kapatılma işlemini operatörden alarak bu görevi ATO sistemine verirler. Bunun için gerekli ilave ekipman Şekil 3.18. 'de gösterilmiştir.

Tren durduğunda, frenlerin işleyip işlemediğini ve trenin kapı açma için uygun loop' a gelinip gelinmediğini kontrol eder Bu loop 'lar trenin doğru platformda uygun yerde olup olmadığına ve hangi taraftaki kapıların açılması gerektiğine karar verir. Bütün bu işlemler tamamlandığında, ATO kapıları açar. Belirlenen bir süreden sonra, kapıların kapalı olduğundan emin olduktan sonra ATO, gerektiği şekilde treni yeniden çalıştıracaktır. Bazı sistemlerde platform ekran kapıları da vardır. ATO, panolu kontrol işlemini bitirdiğinde bu ekran kapılarına açılma sinyali de sağlar. Burada ATO' nun yaptığı bir işlev olarak verilmiş olmasına rağmen, istasyonda kapı açma kapama işlemi ATP ekipmanının bir parçası olarak çalışır çünkü bu "**oldukça önemli-olmazsa olmaz**" olarak kabul edilir ve ATP ile aynı emniyette geçerlilik işlemi gerektirir.

Kapı açma kapama işlemi tamamlandığında, ATO trenin süratini, seyir hızına artıracak, bir sonraki istasyondaki fren beacon'larına yönlendirecek ve sonra da ATP sisteminin müdahalesi olmadan bir sonraki istasyonda frenleme yapmasını sağlayacaktır[2,4].

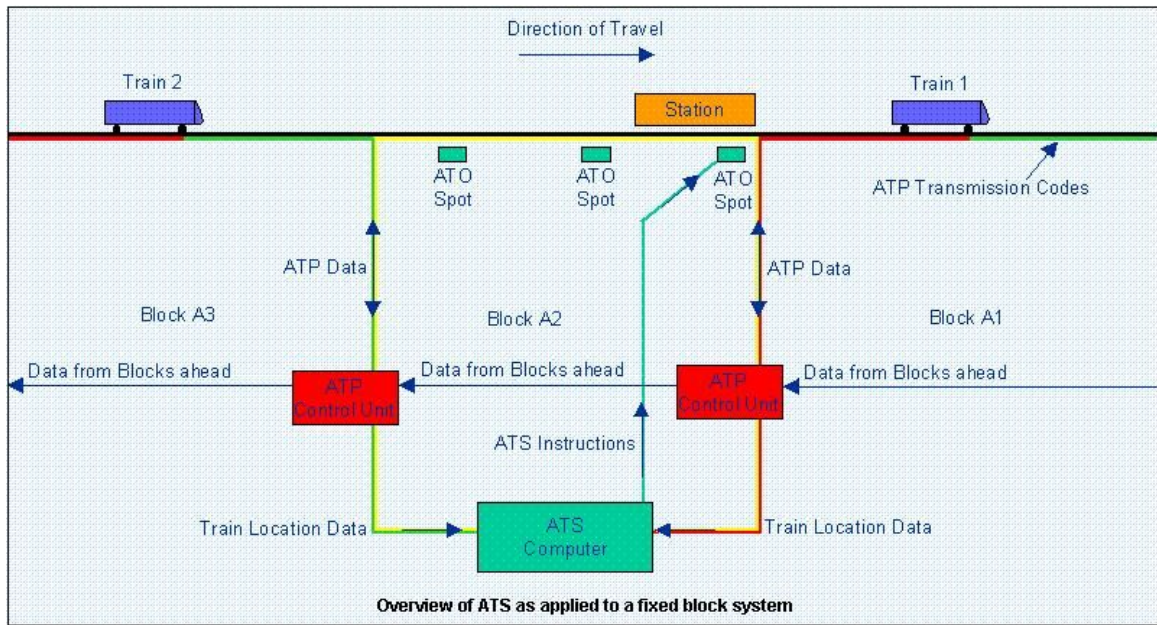
3.5. ATC (Otomatik Tren Kontrolü)

Son yıllarda özellikle yüksek hızlı trenlerin serviste kullanımı artmıştır. Bunun sonucu yol boyundaki sinyal bildiriminden sürücünün sağlıklı bilgi alması imkânsız kılmıştır. Avrupa ve Japonya'da tren hızları 250 – 300 km/h'a çıkmıştır. Bu hızlarda seyrederken, sürücünün yol boyundaki sinyal sistemi sürücünün bulunduğu kabine çekilmiş, yeni güvenli sistemle tren donatılmıştır. Sürücünün dikkatine bırakmadan yeni sistem olan ATC geliştirilmiştir. Tamamen bir önceki ve sonraki trenin konumlarının dikkate alınarak, hızların kontrol edilmesine dayanan ve otomatik olarak bunu yapan bir sistemdir.

Tanım olarak ATC (Otomatik Tren Kontrolü), tüm diğer otomatik işlevleri ve manüel müdahaleyi de kapsayan bütün sistemi kastetmektedir. Bundan dolayı da ATC; ATP, ATO ve ATS sistemlerini içeren bir pakettir[3].

3.5.1. ATC Paketi

ATC paketinin parçalarını irdelemek için birçok yol vardır ama çoğu sistem tarafından kullanılan en yaygın format şu şekildedir.



Şekil 3.19. 3 ana parçalı sabit blok ATC'nin basit mimarisi[2]

Şekil 3.19.'da 3 ana parçalı sabit blok otomatik tren kontrol sisteminin (ATC) basit bir mimarisini göstermektedir. Bu 3 ana parça; ATP (Otomatik Tren Koruması), ATO (Otomatik Tren İşlemesi) ve ATS (Otomatik Tren İdaresi) dir. Trenleri emniyetli bir mesafede tutmak için temel güvenlik gerekleri; her blok için bir kontrol ünitesine sahip ATP tarafından uygulanır. Bu kontrol ünitesi bilgiyi önündeki bloklardan alır, kontrol ettiği blok için bir sürat limitine dönüştürür ve sürat limit bilgisini raya gönderir, tren, ray boyunca aktarılan kodlan kullanarak bilgiyi alır. Aktarma (transmission) sistemi; ray boyunca döşenmiş ray devreleri, loop'lar ya da beacon 'lar olabilir.

ATP kontrol ünitesi tarafından alınan bilgi genel olarak, trenin blokta olduğunu ya da o anda blok üzerindeki sürati gösterir Bu bilgi, trenin programa göre gidip

gitmediğini, erken mi yoksa geç mi olduğunu anlamak amacıyla tren sefer programıyla karşılaştırıldığı ATS bilgisayarına gönderilir. ATS, trenin zamanlamasını ayarlamak amacıyla, ray boyunca yerleştirilmiş ATO noktalarına komutlar gönderir.

Beacons ya da balises denilen kısa aktarma loop 'ları yada küçük kutular olan ATO noktaları, trene bulunması gereken istasyonla ilgili komutları verir. ATO noktaları, genellikle durulacak istasyonlar dizisi içerisinde en son istasyon ile ilgili sabit bilgi içerir ve trenin istasyonda kalması gereken süre ile ilgili data aktarır ve ATP' nin izin verdiği ölçüde bir sonraki istasyona ne kadar hızda gitmesi gerektiğini hesaplar.

Bazı sistemler ATO noktalarından yalnız ayrılırlar - bilgiler her zaman sabittir ama treni çalıştırmayı önlemek yada süratini belirlemek amacıyla ATP sistemini kullanırlar. ATS bilgisayarını, ATP kontrol ünitesine ray üzerinde belirlenen hızı yada 0 (sıfır) sürat bilgisini aktarmasını söyler.

Hem ATP hem de ATO komutları trendeki antenler vasıtasıyla alınırlar ve trenin (motor sürati, frenleme ve seyir vb.) seyrüsefer bilgisine dönüştürülür. Trenin manüel sürüldüğü yerlerde, ATP yine de emniyet gereklerinin yerine getirilip getirilmediğini kontrol eder, ama ATO devre dışı kalmıştır. Sürücü, istasyona geldiğinde treni kontrolörler yardımıyla durdurur.

Dünyada birçok çeşit ATC türü var ancak hepsi ana prensibi içerir. Bu prensip, ATP'nin emniyet sağlaması ve trenin çalışmasını sağlayan temel üzerine kurulu oluşudur. ATS, tren sefer zamanlarını kontrol edip treni bu doğrultuda ayarlarken; ATO sürücünün yerine geçebilecek kontroller sunar[2,13].

3.6. Sonuç

Bu b3l3mde tren koruma sistemleri incelendi. ATS sistemi trenin kırmızı sinyali geçmesinde ve sarı sinyali belirli bir hızın 3zerinde geçmesinde devreye giren kısmi bir g3venlik sağlayan sistemdir. ATP sistemi ise emniyetli bir mesafe uzaklıkta iken durdurmayı garantileyen bir emniyet sistemi olup diğer trenle çarpışmayı 3nleyecek yeterli uyarılara sahiptir. ATO sistemi ise trenin çalışması ve durması ile ilgili tren çalışmasının emniyetsiz bir parçasıdır. ATC sistemi ise, ATS, ATP ve ATO sistemlerini içine alan bir pakettir.

Bir sonraki b3l3mde tasarlanacak **“Hareketli blok ve kom3nikasyon bazlı tren koruma “** sistemi için bu b3l3mde t3m tren koruma sistemlerinin temel mantık ve prensipleri çıkarıldı. İncelenen tren koruma sistemlerinde g3ze çarpan en 3nemli 3zellik, trenleri emniyetli bir mesafede durdurmayı garantilemesi ve diğer trenle çarpışmayı 3nleyecek yeterli uyarılara sahip olmasıdır. O halde bir sonraki b3l3mde tasarlanacak sistemin temel mantığı bu 3zelliğin 3zerine kurulacaktır.

4. HAREKETLİ BLOK VE KOMÜNİKASYON BAZLI TREN KORUMA SİSTEMİ TASARIMI

4.1. Giriş

Bir önceki bölümlerde Tren Trafik Yönetim Metotları ve Tren Koruma Sistemleri incelendi. Bu bölümde diğer bölümlerdeki bilgilerin ışığında “**Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi**” tasarlanacaktır.

Öncelikle iki araç mevcuttur. Her araç, kendi yerini (koordinatlarını) ve hızını Merkez işlemciye bildirecektir. Merkez işlemci, öndeki araç’ dan gelen bilgileri değerlendirip, araçlar arasında “**Güvenli Fren Mesafesi**” ve “**Güvenli Takip Mesafesi**” olmasını sağlayacaktır.

4.2 Prensip

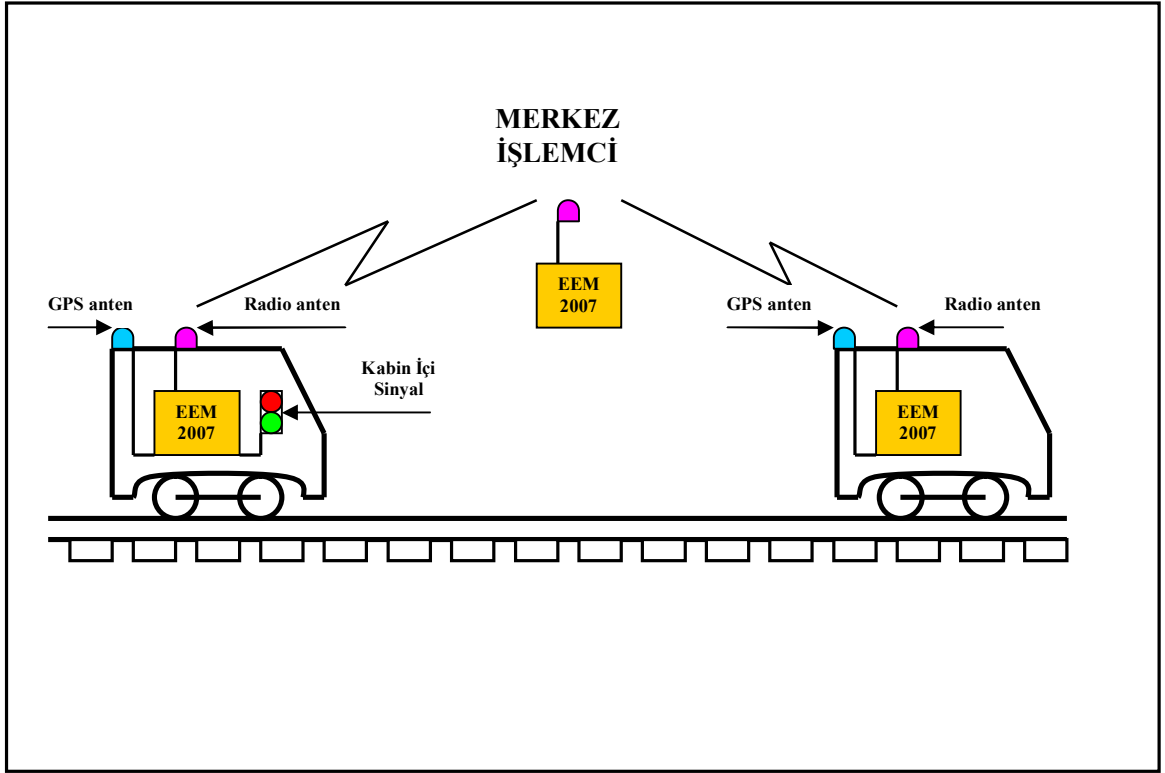
Araçların fren mesafeleri göz önüne alarak Güvenli Fren Mesafesi’ni 200 metre ve Güvenli Takip Mesafesi’ni ise 400 metre olarak belirledik. Bu durumda Kabin içi Sinyalin Renk Bildirimleri:

Mesafe	Arkadaki Araçta Bulunan Kabin İçi Sinyalin Renk Bildirimi	
$x < 200 \text{ m}$	Sabit KIRMIZI Lamba	
$200 \text{ m} < x < 400 \text{ m}$	$H1 \geq H2$	Sabit YEŞİL Lamba
	$H1 < H2$	Sabit YEŞİL Lamba – Sabit KIRMIZI Lamba
$x > 400 \text{ m}$	Sabit YEŞİL Lamba	

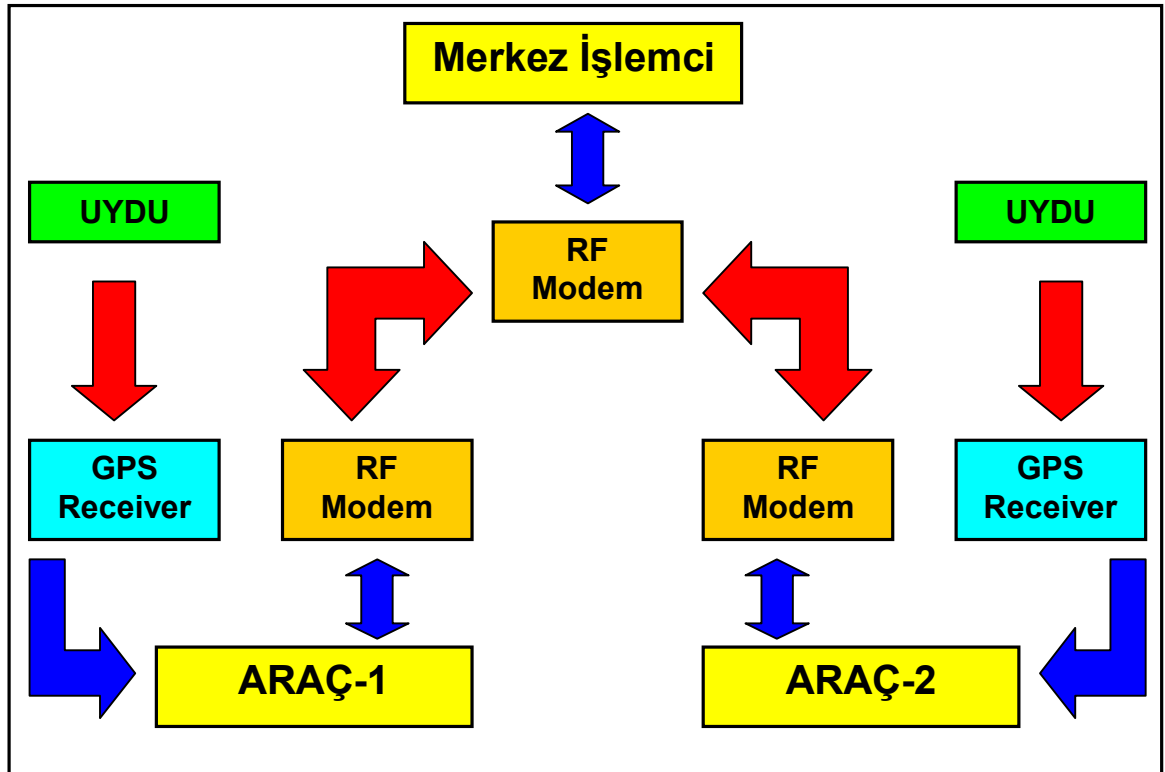
x : İki Araç arasındaki Mesafe, $H1$: Öndeki Aracın Hızı, $H2$: Arkadaki Aracın Hızı

Tablo 4.1. Araçlar arasındaki mesafeye ve hızlarına göre kabin içi sinyal renk bildirimleri

İki araç’ da “**Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi**” için özel tasarlanan EEM 2007 kartı olacaktır. Bu kartlar araçların koordinatlarını ve hızlarını GPS modülden alıp FSK (Radyo Frekans) Modül ile Merkez İşlemciye ileteceklerdir. Şekil 4.1’de araçlarda bulunan ekipmanlar gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Araçlarda bulunan ekipmanların gösterimi



Şekil 4.2. Proje prensip blok şeması

4.2.1. Proje prensip blok şeması açıklaması

Sistemde 2 adet mikroişlemci geliştirme kartına sahip ünite vardır. Bunlar:

- Araç-1 / Merkez İşlemci Ünitesi
- Araç-2 Ünitesi

Gps alıcılar uydu'dan konum, hız ve yön bilgilerini alarak araç ünitelerine bildirirler. Araç üniteleri ise bu bilgileri FSK modem aracılığı ile merkez işlemci ünitesine iletir. Merkez işlemci ünitesi gerekli hesaplamaları yaparak tekrar FSK modem aracılığı ile Araç ünitelerine komutlar verir. Bu komutlar araçlarda bulunan kabin içi sinyallerle operatöre görsel olarak bildirilir. Gps alıcılar ile uydu arasında ve Gps alıcılar ile Araç üniteler arasında tek yönlü bilgi akışı mevcuttur. FSK modemler ise hem alma hem de verme ünitesine sahip oldukları için çift yönlü bir bilgi akışı mevcuttur.

4.3. Proje Ekipmanları

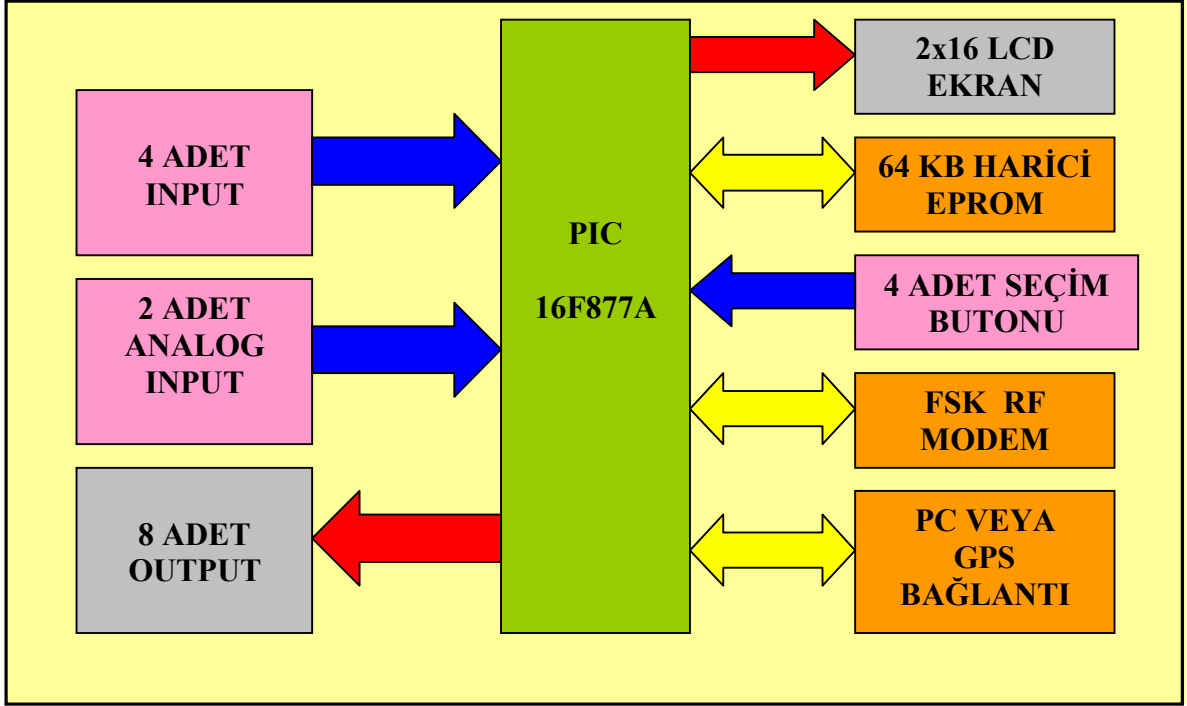
4.3.1. EEM 2007 mikro işlemci tabanlı geliştirme kartı

EEM 2007 Mikro işlemci tabanlı geliştirme kartı Proteus – Ares Programı kullanılarak bilgisayarda çizilmiştir. Genel özellikleri:

- PIC 16F877A Mikro işlemcisi kullanılmıştır.
- 8 adet OUTPUT' u vardır. Output'lar röleleri vasıtasıyla 3A kadar yük sürebilir. Aynı zamanda Output'lara bağlı Led'ler vasıtasıyla çıkışlar Kart üzerinden görülebilir.
- 4 adet Dijital INPUT' u vardır.
- 2 adet ADC (Analog / Dijital) girişi vardır. Direnç değerleri bağlanılacak maksimum voltaja göre seçilerek ölçüm yapılabilir.
- Kart üzerinde 2 satır 16 karakterli LCD ekran bulunmaktadır.
- Kart üzerinde MENU, UP, DOWN ve ENTER seçenekleri için 4 adet buton bulunmaktadır.
- 64 kb' lık Harici Eprom vardır.

- Max 232 entegresi aracılığıyla Bilgisayara veya GPS alıcıya bağlanabilir.
- Üzerinde bulundurduğu FSK modem ile uzak mesafe haberleşebilir.

Karta ait blok diyagramı Şekil.4.3’de gösterilmiş olup malzeme montajı yapılmış son hali ek’ler bölümünde sunulmuştur.



Şekil 4.3. EEM 2007 blok diyagramı

4.3.2. Proteus baskı devre çizim programı

Labcenter Electronics firmasının bir ürünü olan PROTEUS programı ISIS ve ARES olmak üzere iki alt programdan oluşur. ISIS’te elektronik devre çizimi gerçekleştirilirken, bunun yanında devrenin analizi de yapılabilmektedir. ARES’te ise ISIS’te çizilmiş olan devreler ARES ortamına aktarılacak suretiyle baskı devre çizimi gerçekleştirilebildiği gibi manuel olarak da baskı devre çizimi yapılabilmektedir. Bu bölümde EEM 2007 kartının bir kısmının çizimi anlatılacak. Proteus-Ares’in pek çok özelliği vardır. Bu bölümde bu özelliklere ihtiyacımız oranında değinilecektir.

ARES, Proteus sisteminin baskı devre yerleşim plan modülünün bir biçimidir ve kullanıcıya dizaynı yüksek performans sağlayacak şekilde yaptırır.

Son versiyonu; Windows 95/98, Windows NT4, Windows 2000 ve Windows XP ile uyumlu çalışır. Ayrıca otomatik yerleştirme, gelişmiş otomatik yol çizimi, otomatik Gate-Swap ve katlar için destek sunar.

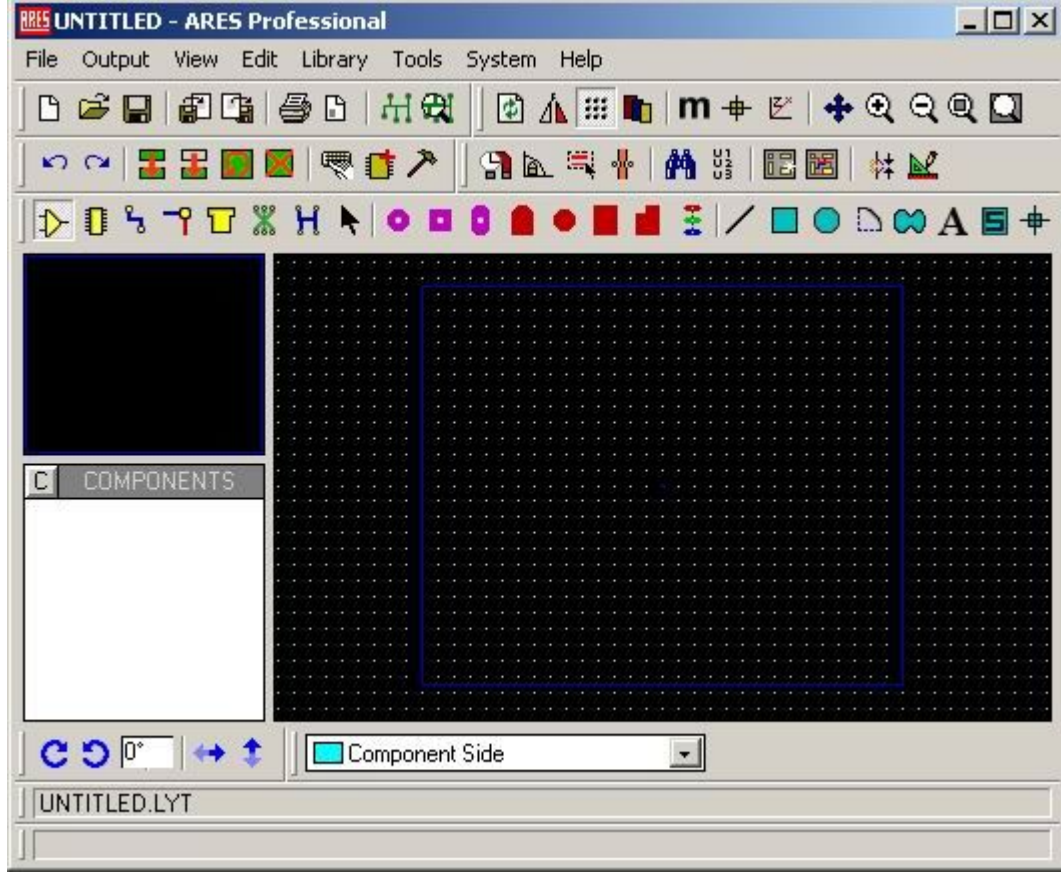
ARES programı;

- Eleman yerleştirimi ve yol çizimi için temel teknikler,
- Otomatik ve manüel yol çizimi içeren hat listesi tabanlı dizayn,
- Yol çizimi ve blok düzenleme gibi daha gelişmiş düzenleme tekniklerini içerir.

ARES'in kapsadığı başlıca özellikler şunlardır.

- 32 bitlik yüksek doğruluklu bilgi kaynağı, 10nm için doğrusal çözünürlük, açısal sınırlama 0,1° ve maksimum bord boyutunun T/ - 10m'si kadardır. ARES; 16 bakır katman, 2 ipek bölme, 4 lehime karşı koyan mekaniksel bölgeyi desteklemesi,
- Eleman ayaklarının numaralandırılmasında otomatik arka plan açıklama, Pin-Swap ve Gate-Swap değişiklikleri,
- Fiziksel ve bağlantısal kural kontrol raporu,
- Sembol kütüphanesi ile 2D çizim,
- Kapsamlı paket kütüphanesi,
- Limitsiz terminal alanı, yol ve VIA stili,
- Metre cinsinden bütün uzunluk ve smt formatını destekler.
- Çıkış yazıcı ve şekil çizicilerde değişiklik göstermektedir. Çıkış genellikle dxf, esp, wmf ve bmp grafik formatındadır.
- Şema üzerinde otomatik yol çizimi özelleştirme yol çizimi yeteneği içeren hat listesi tabanlı ISIS şematik capture birleşmesi,
- Baskı devreyi basmadan önce kesici çıktı dosyalarının kontrol edilmesine imkân verir.

ARES programını başlatmak için Başlat menüsünden Programlar, Proteus 6 Professional ve ardından ARES 6 Professional seçilir. Bu işlemi takiben ARES editörü yüklenecek ve çalışacaktır. ARES çalıştığında Şekil 4.4'deki ekran karşınıza gelir.



Şekil 4.4. Proteus-Ares ana arayüzü formu

Çalıştırılmak istenen menü, farenin sol tuşu ile aktif hale getirilir. Bazı işlemler kısa yol tuşları ile klavye üzerinden de yapılabilir. Bu tuşlar menü seçeneğinin sağ tarafında gösterilmiştir. Seçeneğin sol tarafındaki bir işaret özelliğinin aktif olup olmadığını belirtir. Bu işaret, seçeneğin aktif olduğunu gösterir.

Ekrandaki en geniş bölge çalışma alanı olarak isimlendirilir ve yerleşimin kısmi bir görünüşü olarak rol alır.

Ekranın sağ üstündeki daha küçük olan bölge çalışma alanı kılavuzu olarak isimlendirilir. Burada yerleşim ekranının genel görünümünü görüntülenir. Çalışma alanı kılavuzu üzerinde gitmek istenilen bölge işaret edilip farenin sol tuşuna basılarak çalışma alanı yerleşiminin seçilen kısmına taşınabilir. Yeşil kutu çalışma alanı kılavuzu adını alır ve o an için geçerli olarak görüntülenen bölgeyi gösterir[19].

4.3.2.1. Baskı devrenin manüel olarak çizimi

ARES'te baskı devre çizimi ISIS'ta hazırlanan şemadan otomatik olarak yapılabildiği gibi manüel olarak da gerçekleştirilebilmektedir. Manüel çizimde, kullanılacak olan elemanlara uygun kılıflar, *Package* simgesi seçilerek nesne seçim penceresinin sol üst kısmında bulunan P tuşuna basılıp gelen penceredeki kütüphane bileşenleri seçilerek yada ISIS'ta olduğu gibi klavye üzerindeki P tuşuna basarak aranılan kılıfın ismi girilmek suretiyle nesne seçim penceresine eklenebilir.

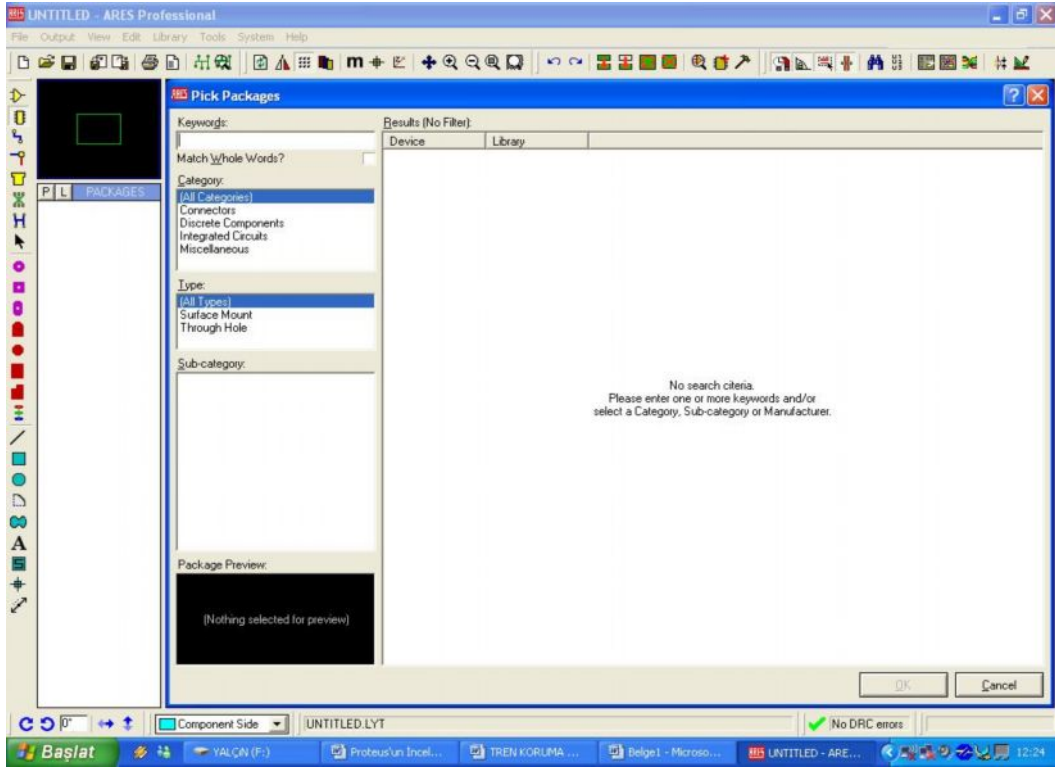
EEM 2007 kartının baskı devresinin çizilmesi için kullanılacak olan malzemelerin bazıları şunlardır.

- PIC 16F877 Mikroişlemci entegresi -40 Pin-
- MAX 232 entegresi – 16 Pin-
- EEPROM entegresi – 8 Pin-
- 9 Pin konnektör
- Kondansatör

Ares programı çalıştırıldıktan sonra **File – New Layout** seçilerek yeni bir çizim ekranı elde edilir.

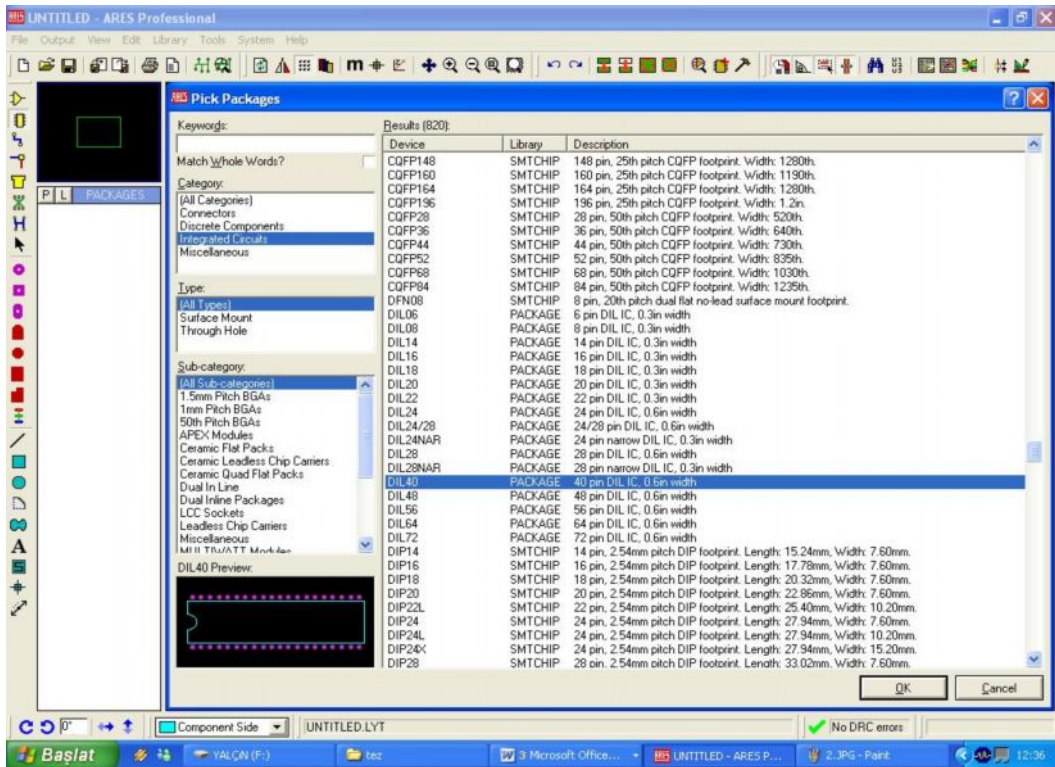


Package placement and editing seçilir ve Şekil 4.5' de gösterildiği gibi P (Package) basılarak Package Kütüphanesi açılır.

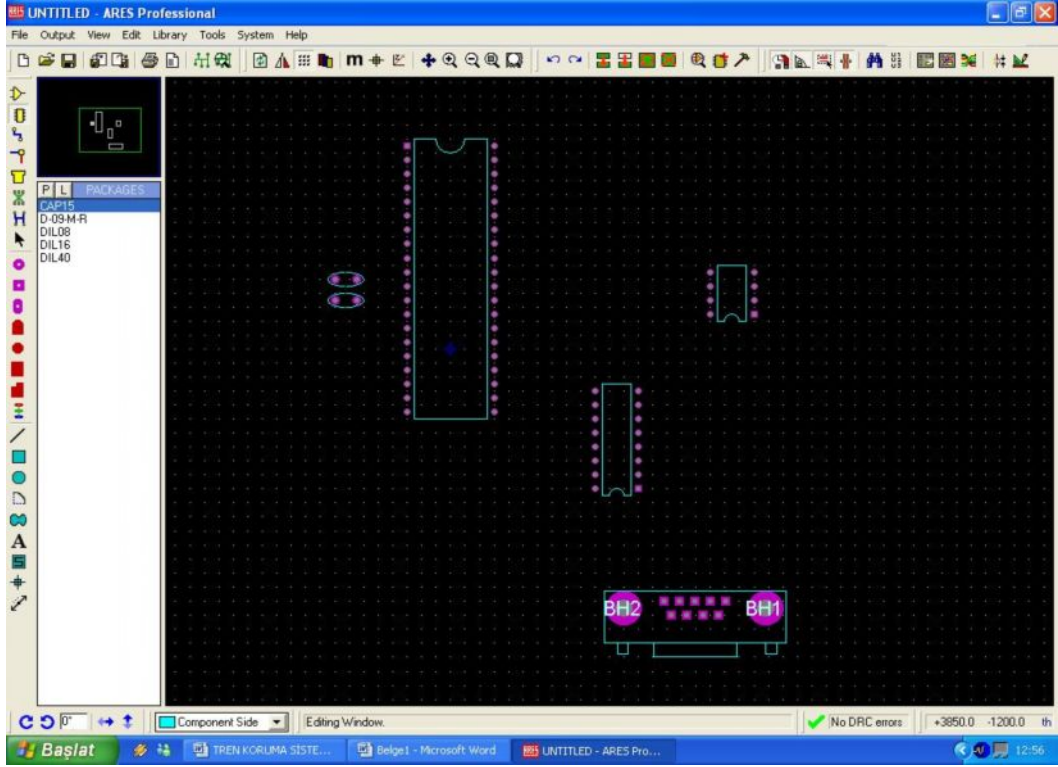


Şekil 4.5. Ares Package kütüphanesi

Package Kütüphanesinden Integrated Circuits kategorisinden PIC 16F877 için DIL 40 Şekil 4.6 'deki gibi seçilir.



Şekil 4.6. Ares Package kütüphanesi açılımı



Şekil 4.7. Elemanların çizim ekranına yerleştirilmesi

Benzer şekilde;

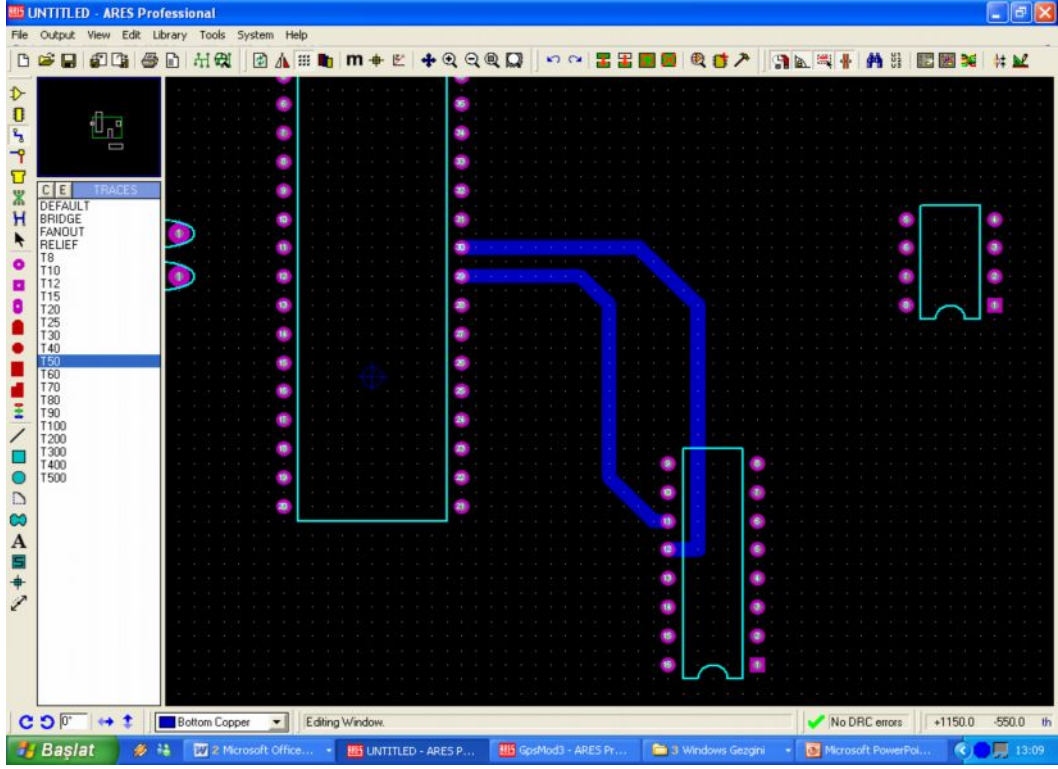
- Max 232 için *Integrated Circuits* kategorisinden **DIL 16**
- EEPROM için *Integrated Circuits* kategorisinden **DIL 8**
- Kondansatörler için *Discrete Components* kategorisinden **CAP 15**
- 9 Pin konnektör için *Connectors* kategorisinden **D-09-M-R** seçilir.

Şekil 4.7’de gösterildiği gibi seçilen elemanlar çizim alanına uygun şekilde yerleştirilir. Elemanların yönleri yönelim araç çubukları kullanılarak istenilen şekilde değiştirilebilir.

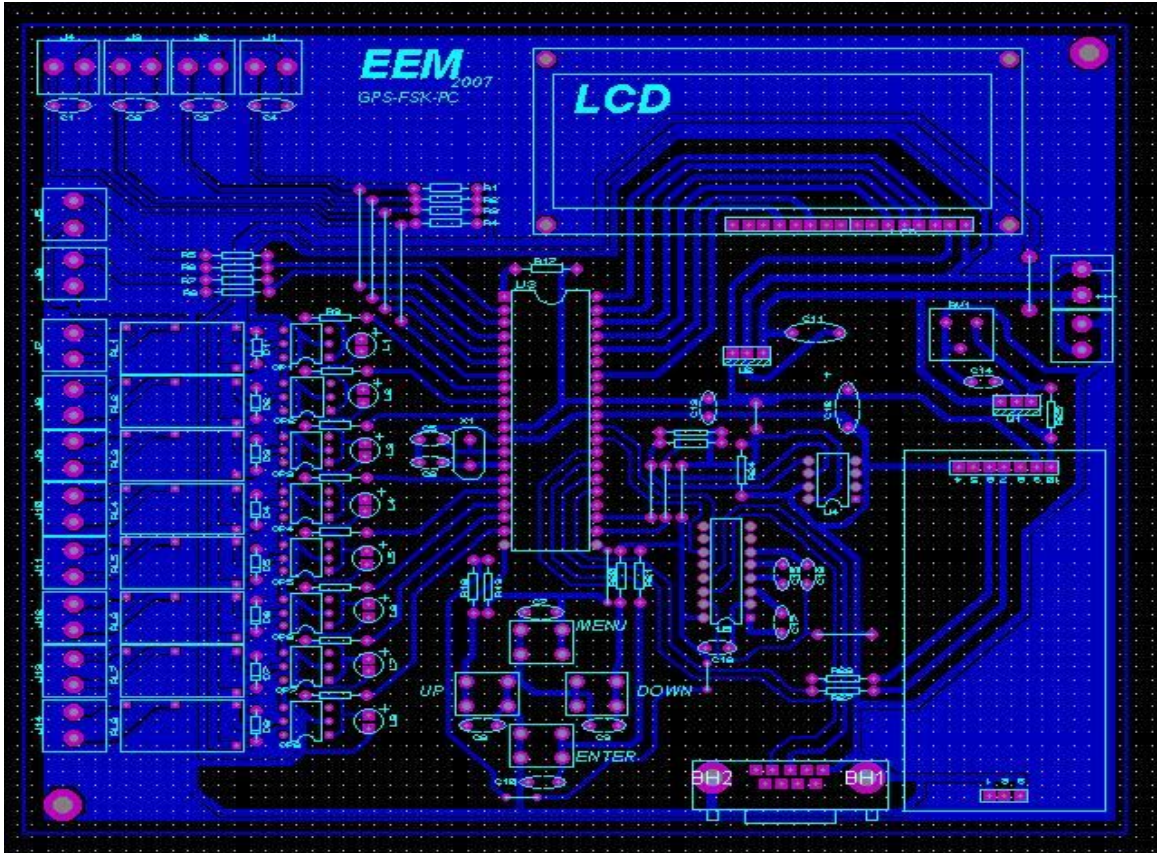
Elemanlarımızı çizim ekranına yerleştirdik Şimdi Elemanlar arasındaki yolların çizimine geldik. Yerleşim araç çubuklarından ;



Track placement and editing seçilir. Çıkan ekrandan **T50** (T 50, yolların ne kadar kalınlıkla çizileceğini belirler, istenirse daha kalın veya daha ince yol çizimi yapılabilir) seçilir ve Şekil 4.8.’de olduğu gibi çizime başlanır. EEM 2007 Kartının bitmiş şekli Şekil 4.9.’de gösterilmiştir.



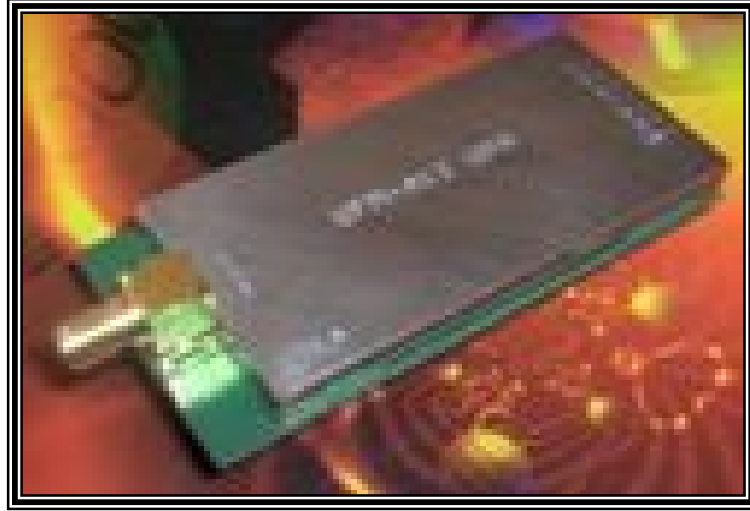
Şekil 4.8. Elemanlar arasındaki yolların çizimi



Şekil 4.9. EEM 2007 kartının Proteus-Ares'de çizilmiş olan baskı devresi

4.3.3. FSK radyo frekans modem

EEM 2007 Geliştirme kartı üzerinde uzak mesafe haberleşme için kullanılan bir malzemedir. Bu ürün Udea firmasından hazır halde alınarak kullanılmaktadır[30,31].



Şekil 4.10. FSK radyo frekans modemin görüntüsü

4.3.3.1. Genel özellikler

Özellikler:

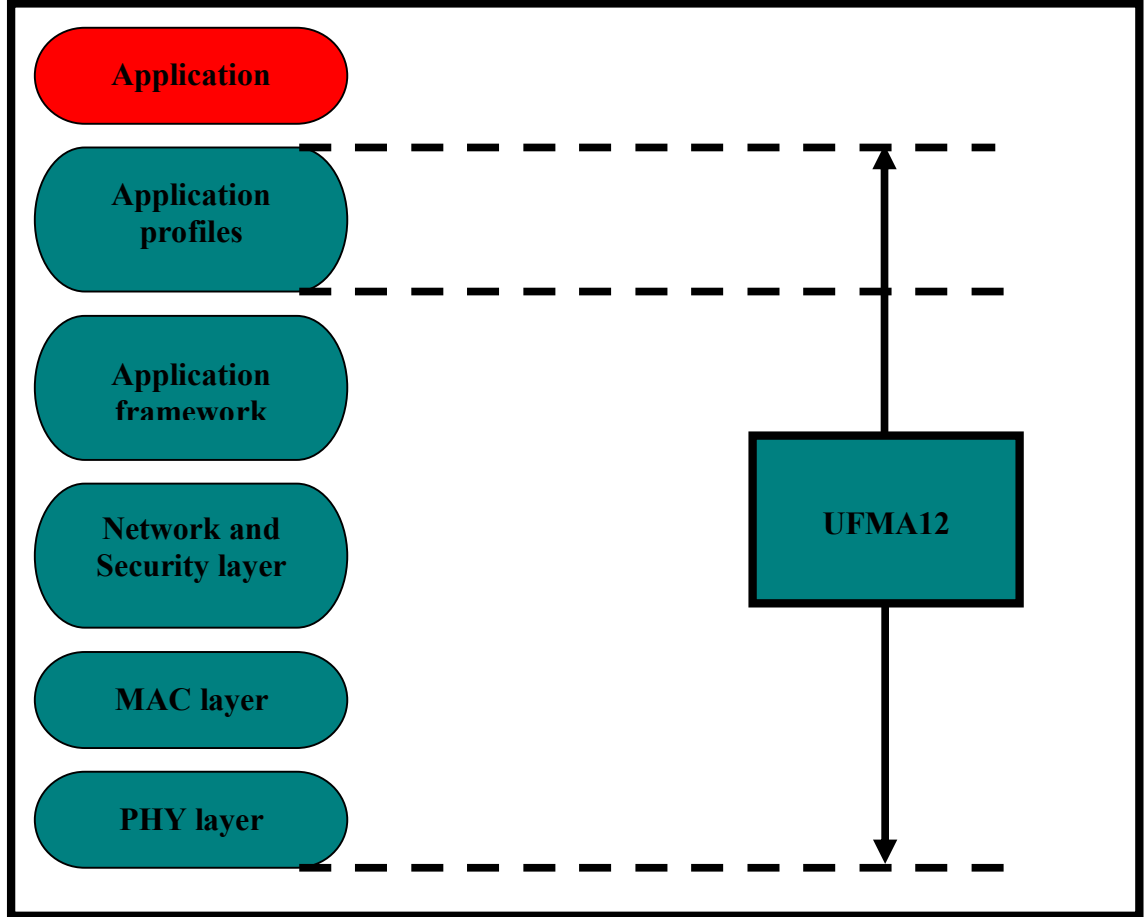
- * 868 MHZ UHF bandında üretilebilir. EN 300 220 uyumlu.
- * Dar band FSK modülasyon ve yüksek frekans kararlılığı.
- * İçerdiği protokol sayesinde kullanım kolaylığı sağlar.

Uygulama alanları:

- * Uzaktan kontrol sistemleri
- * Local Area Network (LAN) uygulamaları
- * Telemetry sistemleri
- * Güvenlik amaçlı alarm sistemleri
- * Pager sistemleri

4.3.3.2. Genel açıklamalar

UFM-A12 WPA UHF FSK data modem modül, ERC Recommendation on Short Range Device (SRD) 'ın 868MHz ISM band standardlarına uygun şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 4.11. FSK Modülün Layer Modeli

4.3.3.3. Pin özellikleri

Pin No	Pin-İsmi	Input/Output	Açıklama	
1,3,4	GND		Kontrol kartınızın toprak hattına bağlayınız.	
2	ANT		Anten bağlantı noktası.	
5	NC		Kullanılmıyor	<i>Boşta bırakınız</i>
6	TX	O	TX - UART	İşlemcinizin RX- UART pinine bağlayınız. (3 VDC TTL)
7	RX	I	RX - UART	İşlemcinizin TX - UART pinine bağlayınız. (3 VDC TTL)
8	NC	-	Kullanılmıyor	Boşta bırakınız
9	Vcc - 1	-	+4 – 5 VDC besleme terminali	Modül Beslemesi(max 40mA)
10	Vcc - 2		+3 VDC besleme terminali	Power Amp. Beslemesi (max 600mA) Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır.

Tablo 4.2. FSK modemin Pin özellikleri

4.3.3.4. Kullanım talimatları

UFM-A12WPA modülü kullanıcının sistemine entegre olabilecek şekilde tasarlanmıştır. Özel uygulamalar için kullanılabilir nihai bir ürün değildir. Elektronik sistemin içinde kullanılabilir özel bir komponent olarak ele alınmalıdır. Kullanıcının temel elektronik bilgisine sahip olması gereklidir. RF teknoloji hakkında bilgi sahibi olunması kullanım açısından oldukça faydalıdır. RF ile ilgili zor kısımların önemli bir bölümü modül içinde çözülmüş durumdadır.

4.3.3.5. Teknik özellikler

	Min.	Typ.	Max	Unit	Not
Besleme Voltajı <i>Vcc - 1</i>	3,3		5	Vdc1	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır. ±100 mV
Besleme Voltajı <i>Vcc - 2</i>		3		Vdc2	Regüle edilmiş voltaj kaynağı kullanılmalıdır. ±100 mV
Akım Sarfiyatı TX mod		TBD		mA	
Akım Sarfiyatı RX mod		TBD		mA	
Logic "0" DI volt	0		0.6	Vdc1	
Logic "1" DI volt	3,5		5	Vdc1	
Logic "0" DO volt	0		0.6	Vdc1	
Logic "1" DO volt	3,5		5	Vdc1	
Çalışma Sıcaklığı	-20		+55	°C	ETSI 300 220
Depolama Sıcaklığı	-50		+150	°C	
Ebat	70 X 33 X 8 mm				
RF Özellikler					
Alıcı duyarlılığı		-120	-123	dBm	2.4 kBaud
Bandwidth		7.5		kHz	2.4 kBaud
Data Rate		4.8		Kbps	Manchester
Çıkış Gücü		23	27	dBm	

Tablo 4.3. FSK modemin teknik özellikleri

4.3.3.6. Besleme voltajı

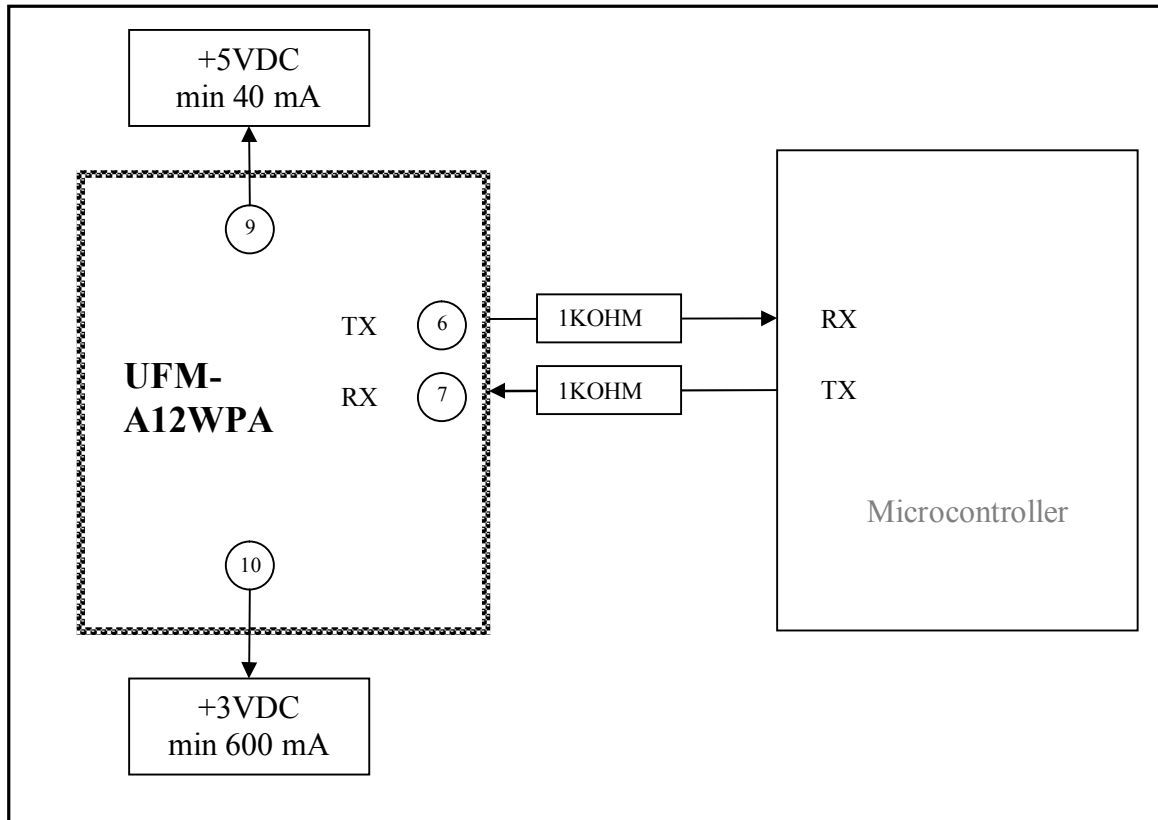
Modül belirtilen değerlerin altında bir besleme yapıldığında kararsız çalışacaktır. Besleme voltajı +3 VDC ve topraklama GND bağlantısı belirtilen değerlerin üzerinde veya ters olursa, modülde kalıcı tahribatlara yol açılabilir. Düşük akım sarfiyatlarının sağlanabilmesi için modül içerisine ters polarizasyondan koruyacak bir devre konulmamıştır.

En yüksek değerdeki besleme voltajı verilebilecek durumdaysa, besleme hattı üzerine ters polarizasyondan korunmak için basit bir diyot eklenebilir.

Besleme voltajında çalışma sürecinde ± 100 mV değişimlerin üzerindeki değişimler modülün kararsız çalışmasına neden olur. Besleme devresinde regülatör IC kullanılması önerilir[31].

4.3.3.7. Microcontroller bağlantısı

Microcontroller USART portu Data'nın modüle verilmesi ve RF olarak gelen sinyalin modülden alınması için kullanılır.



Şekil 4.12. Microcontroller bağlantısı

4.3.3.8. Veri iletişimi

Fiziksel karakteristik;

İletim tipi : Asenkron (UART)
İletişim hızı : 2.4 Kbitps
Link : RS 232 – TTL (0 – 5 VDC) ‘dir

Data formatı;

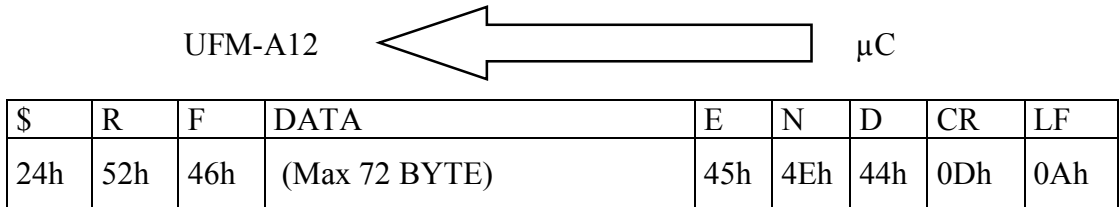
8 data bits, no parity, 1 stop bit (8N1) CTS ve RTS kullanılmıyor.

Genel data formatı;

\$	R	F	DATA	E	N	D	CR	LF
24h	52h	46h	BYTE (Max 72 BYTE)	45h	4Eh	44h	0Dh	0Ah

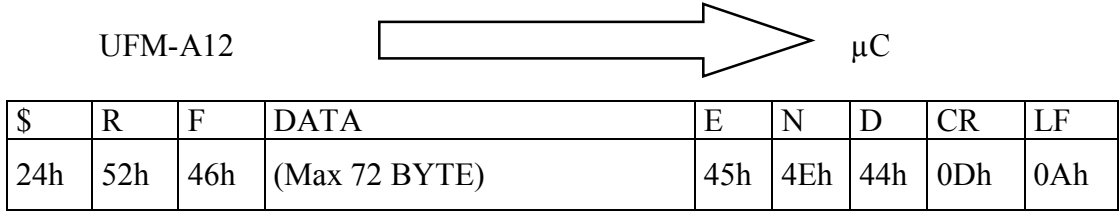
Şekil 4.13. Genel data formatı

Mikroişlemciden module bilgi Şekil 4.21. de gösterildiği gibi verilmelidir. Önce start of frame (3 byte), sonra data (max 72 byte) ve sonunda end of frame (5 byte). Modulun MAC katmanı datanın RF ile iletilmesi için gerekli eklemeleri (preamble, synchronization header, CRC) yaparak RF katmanına verir.



Şekil 4.14. Input frame yapısı

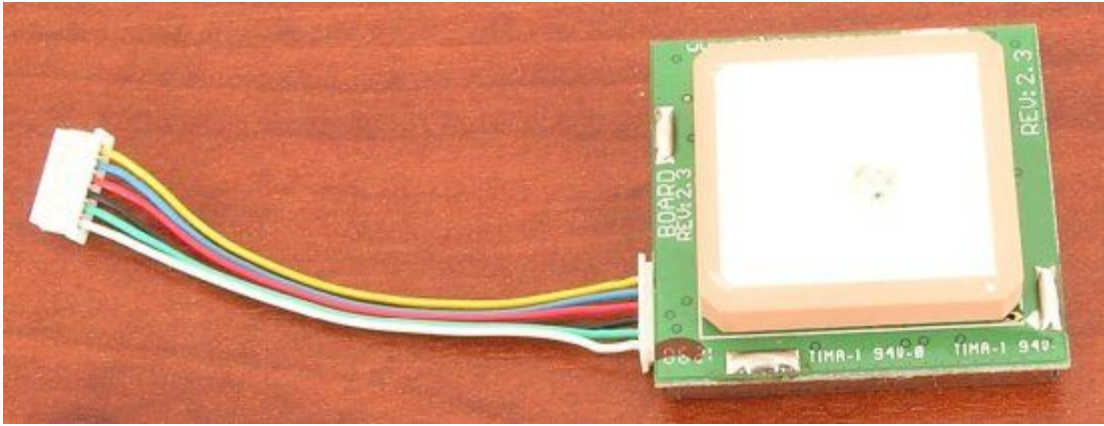
RF ‘ten alınan data Şekil 4.22. de gösterildiği gibi modül çıkışına verilir. Önce start of frame(3 byte), sonra data(max 72 byte) ve sonunda end of frame (5 byte). Modulun MAC katmanı datanın RF ile iletilmesi için gerekli eklemeleri (preamble, synchronization header, CRC) çıkararak modül çıkışına verir[31].



Şekil 4.15. Output frame yapısı

4.3.4. GPS alıcı

EEM 2007 Geliştirme kartı'na RS-232 seri port üzerinden GPS alıcı bağlanılarak Uydu'dan konum, hız ve yön gibi bilgiler alınabilir. Projede kullanılan GPS alıcı deniz elektronik' den temin edilmiştir.



Şekil 4.16. GPS alıcı

4.3.4.1. GPS Nedir ?

GPS; çok hassas yörüngeleri olan, her biri bu yörüngesini günde iki kez turlayan, dünyamızı bir ağ gibi saran 24 adet uydunun yaydığı sinyaller vasıtasıyla bulunulan konumun belirlenmesine yarayan bir sistemdir.

GPS projesi askeri amaçlı olarak başlamış ancak 1980 yılından itibaren sivil kullanıma da açılmıştır. GPS, dünyanın her yerinde, her türlü hava şartında ve 24 saat kesintisiz çalışmaktadır. Kullanımı için herhangi bir ücret gerektirmez.



Şekil 4.17. Dünyanın yörüngesindeki uydular

GPS uyduları çok hassas yörüngelere sahiptirler ve bu yörüngeyi günde iki kez turlamaktadırlar. GPS uyduları bilgileri bu yörüngelerden dünyamıza iletirler. GPS alıcıları bu bilgiler ışığında en az üç uydu sinyalini yakalayarak bir üçgen oluştururlar ve bundan yola çıkarak da dünya üzerinde bulunulan konumu kesin olarak saptarlar. Kesinlik açısından en az 3 uydu sinyalinin yakalanması gerekir. Daha fazla uydu sinyali yakalanırsa (GPS modülü aynı anda 12 uydu sinyali yakalayabilmektedir) deniz seviyesinden yüksekliğiniz de hesaplanabilir.

GPS uyduları L1 ve L2 olarak adlandırılan iki adet düşük güçlü sinyal yayınlırlar. Sivil kullanımda UHF bandı 1575.42 MHz frekansındaki L1 kullanılır. Bu sinyaller bulut, cam ve plastikten geçebilir ancak çok daha yoğun ortamlardan geçemezler.

GPS modülü, uydu sinyallerini yakalayarak (en az 2 veya 3 uydu) bu sinyalleri alarak kendi bulunduğu konumu hesaplamakta ve NMEA 0183 adı verilen protokolda ASCII olarak 4800 baud hızında TTL ve RS232 'den seri olarak vermektedir. Bu protokol yazılımla çözümlenerek;

- Bulduğunuz konum (Enlem/Boylam)
- Bulduğunuz yerin deniz seviyesinden yüksekliği
- Anlık hızınız (hareket ediyorsanız)
- Gerçek saat ve tarih (UTC olarak)

gibi verilere ulaşılır. NMEA 0183 protokol çıktısına örnek verirsek:

\$GPGGA,222300,4000.0000,N,29000.0000,E,1,05,2.4,30.5,M,-33.3,M,,*57
\$GPRMC,222300,A,4000.0000,N,29000.0000,E,10.0,245.0,091106,9.5,W,A*36

Bu kod çözüldüğünde;

- Pozisyon: 40.00.00 Kuzey, 29.00.00 Doğu
- Hız : 10 MPH
- Rakım: 100 Feet
- Yön : 245 Derece
- Saat 22:23:00 UTC (Atom saati)
- Tarih: 09.11.2006

bilgilerini buluruz.

Modülün çalışması için 5V besleme verilmesi yeterlidir. Çıkışı direkt bilgisayara bağlanarak çeşitli yazılımlarla bahsedilen veriler hemen alınabilir[33-35].

4.3.4.2. Genel özellikleri

- Sony GPS Çipi
- 12 uyduya kadar eş zamanlı bağlantı
- Kendi üzerinde anteni vardır
- TTL arabirimi
- RS232 arabirimi
- Haberleşme hızı: 4800 baud
- NMEA 0183 v2.2 desteği
- Saat, tarih ve hafıza yedeklemesi için pil
- Cold/Warm/Hot açılış zamanları : 45 / 35 / 2
- Hassasiyet (Yakalama / Takip) : -139 dBm/ -152 dBm
- Boyut: 32x32x9 mm
- Güç harcaması: 80 mA (5V)

4.3.5. PIC 16F877 Mikroişlemci

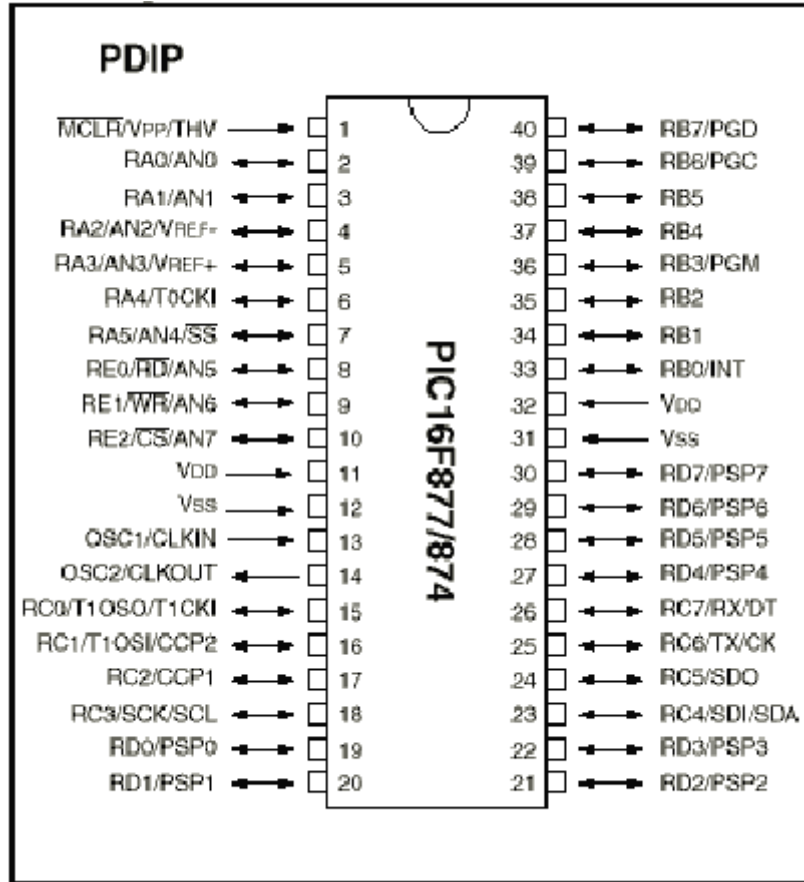
PIC16F877, belki de en popüler PIC işlemcisi olan 16F84'ten sonra kullanıcılara yeni ve gelişmiş olanaklar sunmasıyla hemen göze çarpmaktadır. Kullanıldığı her alana en az ek donanımla adapte olabilecek giriş çıkış portlarına sahip bir "microdenetleyici" ünitesidir. 16F877'nin program belleği FlashRom olup, yüklenen program 16F84'de olduğu gibi elektriksel olarak silinip yeniden yüklenebilmektedir. Çalışma hızı DC-20 Mhz olup, içerisinde üç adet zamanlayıcı ve 10 bitlik bir A/D çevirici bulunmaktadır. Aşağıdaki tablo'da F877 ve F84 işlemcileri arasında özellik karşılaştırması yer almaktadır.

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma hızı	DC-20Mhz	DC-10 Mhz
Program Belleği	8Kx14 word Flash ROM	1Kx14 word Flash ROM
EEPROM Belleği	256 byte	64 byte
Kullanıcı RAM	368 x 8 byte	68 x 8 byte
Giriş / Çıkış port sayısı	33	13
Timer	Timer0, Timer1, Timer2	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 12C (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

Tablo 4.4. PIC 16F877 ile PIC 16F84'ün karşılaştırılması

Özellikle 16C6x ve 16C7x ailesinin tüm özelliklerini barındırması, 16F877'yi kod geliştirmede de ideal bir çözüm olarak gündeme getirmekte. Konfigürasyon bitlerine dikkat etmek şartıyla C6x veya C7x ailesinden herhangi bir işlemci için geliştirdiğiniz kodu hemen hiç bir değişikliğe tabi tutmadan F877'e yükleyebilir ve çalışmanızı deneyebilirsiniz. Bunun yanı sıra F877, 16C74 ve 16C77 işlemcileriyle de bire bir bacak uyumludur[24].

4.3.5.1. PIC16F877 portlarının fonksiyonları



Şekil 4.18. PIC 16F877'in pinlerinin gösterimi

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 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 etkinleştirebilirsiniz. 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 takımınının 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. biti 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.

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 parallel 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.

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 vektörü ise 0x04'de yer almaktadır.

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 seçildiğini hatırlayınız. 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[24-29].

4.3.5.2. Özel fonksiyonlar

Parallel Slave Port: TRISE yazmacının PSPMODE bitini 1 yaptığımızda 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.

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.

Master Synchronous Serial Port (MSSP): MSSP modülü, diğer çevre birimleri veya mikroişlemcilerle 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.

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 diğer 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

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 bacağına durumunda bir gelişme olduğunda CCP1H:CCP1L yazmaçlarına yazılır ve PIR1 yazmacının 2.biti olan CCP1IF kesme bayrağı 1 olur. RC2 bacağına durumu, her alçalan kenarda, her yükselen kenarda , her yükselen 4. veya 16.kenarda kontrol edilecek şekilde CCP1CON yazmacı aracılığıyla ayarlanarak konfigüre edilebilir. Karşılaştırma modundaya CCP1 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 modundaya RC2/CCP1 bacağı 10 bit çözünürlükte darbe genişlik modülasyonlu bir sinyal üretecek şekilde konfigüre edilebilir. PR2 yazmacı darbe genişlik periyodunun tayininde kullanılmaktadır.

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)[24-29].

4.3.6. Pic Basic Pro –Pic program ve derleme programı

Projede kullanılan PIC 16F877 mikroişlemcisinin programı PIC BASIC PRO kullanılarak yazılmıştır. Yazılıma geçmeden önce PIC BASIC PRO ‘yu inceleyelim.

4.3.6.1. Pic Basic Pro ve özellikleri

Micro Engineering Labs firması tarafından Picmikro denetleyicileri için geliştirilen PicBasic Pro derleyicisinin kullanımı, DOS ve WINDOWS'la birlikte gelen QBASIC'in kullanımına çok benzemektedir. BASIC programlama dilinin çok kolay öğrenilir olma özelliğinden kaynaklanan ve dünyanın en çok kullanılan dili olma özelliğine sahiptir. PICmikro için geliştirilmiş PicBasic Pro da assembly dışında en çok kullanılan kod geliştirme aracı olma yolundadır.

Eğer programlama yapabilmek için bilinmesi gereken en temel işlemi, yani akış diyagramı çıkarabilmeyi ve QBASIC ile basit programlar yapabilmeyi bilmeniz, PicBasic Pro'yu kullanabilmeniz için yeterlidir. Bu kitabı elinize almadan önce assembly dilini biliyorsanız, PicBasic kullanımının daha basit ve fonksiyonları itibarıyla daha işlevsel olduğunu göreceksiniz. Örneğin, PIC assembly ile sayfalar dolusu yer tutan LCD kontrolü, seri haberleşme veya seri EEPROM veri alışverişi gibi işlemlerin birkaç satırla hallediliyor olması sizi oldukça etkileyecektir. Ancak burada şunu belirtmek gerekir ki; Assembly dilini bilmeden PICmikro'larla yapılabilecek her türlü işlemi gerçekleştirmek mümkün değildir. Assembly dili programlarını PicBasic pro

derleyici program kodlarıyla karışık olarak kullanmak çoğu zaman yararlı olabilir. Birçok işlem PBP komutlarından oluşan programlarla halletmek mümkün olduğu halde birkaç istisnai durumda program içerisinde assembly komutlarını kullanmak zorunda kalınabilir. Bu zorunluluklar şunlar olabilir: Bir işlemi daha hızlı çalıştırmak, program belleğinde daha az yer kaplamak veya PicBasic derleyicinin yapabildiğinden farklı bir işlemi gerçekleştirmek gibi.

PicBasic Pro program diliyle bir programı kolayca ve hızlıca yazmak ve araya da assembly diliyle yazılmış program kodlarını serpiştirmek mümkündür. Bu ilave kodları direkt olarak PBP programı içerisine serpiştirilebileceği gibi istenirse harici bir dosya olarak da PBP içerisine dahil(include) edilebilir.

PBP, aksi belirtilmediği sürece 4 MHz frekanslı PIC16F84-04/P PICmikrosu üzerinde çalışacak program dosyalarını yaratır. Bu PICmikro'yu çalıştırmak için sadece; 4 MHz kristal için 2 adet 22 pF'lık kondansatör, MCLR ucunu pull-up yapmak için 4.7K lık bir direnç ve 5V luk uygun bir güç kaynağı yeterlidir. PicBasic Pro'ya gerekli bildiriler yapılmak suretiyle, 16F84 haricindekileri ve hatta 4 MHz'den farklı osilatör frekansında çalışan PICmikro'lar için de dosyalar üretebilir. PBP'nin PIC16F84'ü default olarak ele almasının nedeni, bu chip'in kullanım kolaylığıdır[22-24].

4.3.6.2. Pic Basic Pro Temel Kavramları

4.3.6.2.1. Tanımlayıcılar

Tanımlayıcılar, değişken adı ve satır etiketlerini tanımlamakta kullanılan, programcının verdiği isimlerdir. Tanımlayıcılar harflerden, rakamlardan ve alt çizgilerden (_) oluşabilir. Ancak bir rakamla başlayamazlar. Bir tanımlayıcıda küçük harf, büyük harf duyarlılığı yoktur. Yani "etiket" adında bir tanımlayıcıyla "ETİKET" tanımlayıcısı arasında PBP açısından herhangi bir fark yoktur. Etiketlerde kullanılan karakter sayısında herhangi bir sınır olmamasına rağmen PBP sadece ilk 32 karakteri algılar[22].

4.3.6.2.2. Satır etiketi

Bazı eski BASIC dillerinde (örneğin GvVBASIC) olduğu gibi her satır için bir satır numarası kullanılmadığından GOTO ve GOSUB komutlarıyla programın dallanması istenen yere gidebilmesi için bir referans satırı gereklidir. Etiketler bu referans satırlarının yerini belirlemek amacıyla kullanılırlar. Aslında her satır için bir satır etiketi bulunmasında herhangi bir sakınca yoktur, PBP bunu da kabul eder ama program içerisinde gereksiz kalabalık oluşturduğundan genellikle tavsiye edilmez. Etiket tanımlayıcılarından sonra muhakkak iki nokta üst üste (:) yazılmalıdır. Aşağıdaki örnekte etiket tanımlayıcısının adı "LCD_gonder"dır[22].

LCD_gonder:

```
Serout 0,N2400, ["Merhaba, Dünya!",13,10]  
Goto      LCD_gonder
```

4.3.6.2.3. Değişkenler

Değişkenler, PicBasic Pro programları içerisinde geçici olarak veri saklamaya yarar. VAR anahtar sözcüğü kullanılarak yaratılırlar. Değişkenler bit, byte veya word tipinde tanımlanabilirler. Tanımlanan tipe göre mikrodenetleyicinin RAM'ı içerisinde yeterli genişlik PBP tarafından otomatik olarak ayarlanır. Bir değişken adı tanımlama formatı aşağıdaki gibidir.

Değişken_adi VAR tip {*.altjeleman*}

Değişken_adi, programcının seçtiği herhangi bir tanımlayıcı olabilir. Ancak anahtar kelime (Örn. VAR, CON gibi...) veya PBP komutlarından birisi olamaz. *Alt_eleman* kullanımını isteğe bağlıdır. *Tip* olarak BİT, BYTE veya VWORD kelimeleri kullanılır. Aşağıda değişken adı oluşturmaya birkaç örnek verilmiştir.

Sayaç VAR byte : geclist VAR bit : W0 VAR word

Bir programda en fazla kaç değişken kullanılabileceği, kullanılan mikrodenetleyicinin RAM miktarına, kullanılan değişkenin RAM'da kapladığı alana (Bit, byte veya word olarak tanımlanmaya göre değişir.) ve dizi değişkeni ise dizinin uzunluğuna göre değişir. PBP yaklaşık 24 RAM hücrelerini kendi özel registerleri için kullanır[22].

4.3.6.2.4. Alias'lar (Bir değişkene başka bir isim vermek)

Bazen bir değişkene başka bir isim vermek gerekebilir. Bu isimlere "alias" adı verilir. Alias kullanmak, bir değişkenin alt_elemanlarını tanımlayarak onlara erişimde büyük kolaylık sağlar[22].

Count VAR sayaç 'count, sayaç değişkenine verilen başka bir addır.

b0 VAR W0.byte0 *b0, W0 kelimesinin (word) ilk byte'ıdır.

b1 VAR W0.byte1 'b1, W0 kelimesinin ikinci byte'ıdır.

ilk VAR sayaç.0 'ilk, sayaç'in 0.bit'idir.

4.3.6.2.5. Dizi değişkenler (Arrays)

Array değişkenler, normal değişkenlerin oluşturulmasına benzer biçimde aşağıdaki formatta oluşturulurlar.

Değişken_adi VAR *tip* [*Eleman_sayısı*]

Değişken_adi, programcının seçtiği ve tanımlayıcı belirleme kurallarına uygun olarak oluşturulmuş bir isimdir. *Tip* olarak BİT, BYTE veya WORD kullanılabilir. *Eleman_sayısı* ile dizi değişkenin kaç elemandan oluşacağı belirlenir. Aşağıda dizi değişken oluşturmaya birkaç örnek görülmektedir:

Oku VAR byte[14]

Sinyalsayisi VAR bit[8]

Dizi değişkenin ilk elemanının indisi 0 (sıfır) dır. Yukarıdaki *oku* dizi değişkeninin elemanları *oku[0]*' dan *oku[13]*' e kadardır ve toplam 14 eleman vardır.

Mikrodenetleyicilerdeki RAM'ın sınırlı oluşu nedeniyle her bir tip için aşağıdaki sınırlamalar vardır[25-29].

TİP	Maksimum Eleman Sayısı
BIT	128
BYTE	64
WORD	32

Tablo 4.5. Dizi değişkenlerinin maksimum eleman sayıları

4.3.6.2.6. Sabitler

Sabit isimleri de değişken isimlerine benzer bir biçimde tanımlanır. Tek farkla, VAR yerine CON anahtar kelimesi kullanılır. Program içerisinde sabit değeri direkt olarak yazmak yerine önceden tanımlı sabit ismini kullanmak iyi programcılık açısından yararlıdır. Program içerisinde birden fazla yerde kullanılan bu sabit sayıyı tek tek değiştirmek yerine, sadece sabit tanımının yapıldığı yerde değişiklik yapmak çok daha kolaydır. Bir sabit ismin içerisinde program içerisinde değer atanamaz. Sabit ismi tanımlama aşığıdaki gibi yapılır[22].

Sabit_ismi cou sabit_sayı Sabit ismi oluşturmaya örnekler:

Adres CON 3

Satir CON adres*100

4.3.6.2.7. Semboller

SYMBOL, değişken veya sabit isimlerine alias adı vermenin başka bir yoludur. SYMBOL ile sabit veya değişken adı yaratılamaz, sadece başka bir isim(alias) vermek için kullanılır.

SYMBOL read=oku 'oku değişkeni daha önceden VAR kullanılarak tanımlanmış olması gerekir.

SYMBOL adres=l 'adres CON 1 tanımının aynısıdır.

4.3.6.2.8. Sayısal sabitler

PBP'de sayısal sabitler üç şekilde tanımlanabilir; ondalık, binary ve heksadesimal. Binary sayılar tanımlanırken önüne "%" işareti, heksadesimal sayıları tanımlarken "\$" işareti konulur. Ondalık sayılar PBP'de kabul edilen (default) sayı biçimidir ve herhangi ön işaret gerekmez.

100 '100 ondalık sayısı

%100 '4 sayısının binary gösterilişı

\$100 "256 sayısının heksadesimal gösterilişı

Çift tırnak içerisinde yazılan bir karakter ASCII kodu karşılığına çevrilir. Tırnak içerisindeki karakter birden fazla olduğunda string sabit olarak ele alınır.

"A" '65 sayısının ASCII değeri

"d" '100 sayısının ASCII değeri

4.3.6.2.9. String sabitler

PBP'nin string sabit işleme yeteneği yoktur. Fakat bazı komutlarda kullanılabilirler. Bir string sabit bir veya daha fazla karakterin çift tırnak içerisinde yazılmış biçimdir.

"Merhaba" `'M","e","r","h","a","b","a"`

karakterlerinin kısaltılmış biçimdir.

PBP'de bir string içerisindeki karakterlerin her biri ayrı birer karakter sabit olarak ele alınır.

4.3.6.2.10. Pinler

Mikro denetleyici pinlerine erişmek ve kullanmak için birkaç farklı yol vardır. Bir programda pin'i tanımlamak için kullanılacak en kolay yöntem, port adını ve bit numarasını birlikte kullanmaktır:

PORTB.1=1 'PORTB'nin 1 nolu ucunu 1 yap

Pin'in ne amaçla kullanıldığını hatırlamayı kolaylaştırmak amacıyla VAR komutuyla bir isim atamak gerekir. Bundan sonra herhangi bir işlemde, bu isim kullanılabilir:

Led VAR PORTA.0 'PORTA'nın 0. pin'ini led olarak

adlandır. **High led** 'led'i(PORTA.0) high(l) yap

Basic Stamp Nedir? Aşağıda PicBasic Pro'da pinlerin nasıl kullanılacağı ile ilgili bilgi verilirken BASIC stamp ile uyumluluğundan bahsedilecektir. Bu nedenle BASIC stamp'ın ne olduğu hakkında bilgi sahibi olmanızda yarar gördüm. Mikrodenetleyici üretici firmalardan biri de PARALLAX ine. adında bir firmadır. Bu firma ürettiği mikrodenetleyicilere BASIC stamp (Kısaltılmış olarak BS1-IC veya BS2-IC adını alırlar.) adı verilmektedir. Bu mikrodenetleyicilerin programlanmasında BASIC benzeri olan PBASIC adı verilen bir dil kullanılmaktadır. Bu dilin yaygın olarak kullanılması nedeniyle komutları çoğu kimse tarafından bilindiği düşünülmüştür. PBASIC bilenlerin PicBasic Pro'yu kullanırken eskiden bildikleri bazı ifadeleri kullanabilmeleri amacıyla PBASIC ile uyumluluk sağlanmaya çalışılmıştır.

BASIC stamp derleyicide pinler adlandırılırken 0-15 arasındaki sayılar kullanılır. Bu sayıların PIC'in pinlerine nasıl dağılacağı PIC'in pin sayısına ve port sayısına göre değişir.

PIC'in pin sayısı	0-7	8-15
18-pin	PORTB	PORTA
24-pin(14C000 hariç)	PORTB	PORTC
28-pin (14C00)	PORTC	PORTD
40-pin	PORTB	PORTC

Tablo 4.6. BASIC stamp derleyicide farklı pin sayılarındaki pinlere verilen sayılar

PORTA gibi bir portta 8 pin olmadığında 8-12 arasındaki sayılar pin adı olarak kullanılırlar, örneğin "0" sayısı kullanılan PIC 'e bağlı olarak PIC üzerindeki gerçek pin numarası olan 6, 21 veya 33'e karşılık gelebilir. Ancak her zaman bu pinler PortB.0'dadırlar.

0-15 arasındaki sayılar kullanılarak bir pine "Pin0" gibi bir isim verilerek kullanılabilir (bsdefs.bas dosyaları include yapılmışsa veya kendiniz tanımlama yapmışsanız). İstenirse bit'in tam olarak tanımı yapılmak suretiyle bir pine isim verilebilir. Örneğin PORTA. 1 gibi.

BASIC Stamp ile uyumlu pin adları kullanmak istendiğinde "bsldefs.bas" veya "bs2defs.bas" adlı dosyaları PicBasic Pro içerisine aşağıdaki gibi dahil edilmelidir:

```
include "bsldefs.bas" veya include "bs2defs.bas"
```

BS1DEFS.BAS; pinleri, B0-B13, W0-W6 ve diğer BS1 pin ve değişken adlarını,

BS2DEFS.BAS; Girişleri, çıkışları, B0-B25, W0-W12 ve diğer BS2 pin ve değişken adlarını tanımlar.

PicBasic Pro kullanırken VAR komutuyla tanımlanan pin adlarını kullanmak, pinlere anlamlı isimler vermek bakımından daha uygun bir yoldur:

```
Led VAR PORTB. 3
```

Bir PICmikroya enerji verildiğinde tüm pinler giriş olarak kurulur. Bir pini veya portu çıkış olarak yönlendirmek için kullanılan TRIS registeri her port için bir tane olmak üzere RAM bellek içerisinde bulunmaktadır. Bu registerin bir bit'ini O(sıfır) yapmak, ait olduğu portun bit'ini çıkış yapmaktır. TRIS registerin bit'leri 1 yapılarak da ait olduğu portun bit'i giriş yapılır. Örneğin:

```
TRISA=%00000000 'veya TRISA=0
```

PORTA'nın tüm pin'lerini çıkış olarak yönlendirir.

TRISB=%11111111 'veya TRISB=255
PORTB'nin tüm pin'lerini giriş olarak yönlendirir.

TRISC=%10101010

TRISC'nin çift pinlerini çıkış, tek pin'lerini giriş olarak yönlendirir. İstenirse sadece tek bir bit de yönlendirilebilir.

TRISA.0=0

PORTA'nın 0.pin'ini çıkış olarak yönlendirir. Diğer pin'ler değişmeden kalır[22].

4.3.6.2.11. Açıklama satırı

REM veya tek tırnak (') ile başlayan tüm PBP satırları açıklama satırı olarak algılanır. REM veya (') takip eden karakterler derlenmezler. Tek başına yazılan REM geçerli değildir.

4.3.6.2.12. Bir satıra birden fazla komut yazmak

Uzun programlarda satır sayısını azaltmak veya birbiri ile ilgili komutları gruplamak amacıyla bir satıra birden fazla komut yazılabilir. Bu durumda komutlar arasına iki nokta üst üste (:) konulmalıdır. Aşağıdaki örnekler birbirinin aynısıdır:

S3 = S3 + 1000

S1 = S1 - 1

İle aşağıdaki satır aynıdır:

S3 = S3 + 1000 : S1 = S1 - 1

İkinci örnekte satır sayısı azalmasına rağmen derleme sonunda üretilen makine dili komut sayısında herhangi bir azalma olmaz[22].

4.3.6.2.13. Satır devam ettirme karakteri

PBP'de bir satıra yazılabilecek en fazla karakter sayısı 256'dır. Daha uzun satırlar alt çizgi () karakteri kullanılarak alt satıra devam etmeyi sağlar.

BRANCH B0, [Etiket0, etiketi, etiket2,etiket3, _ Etiket4, etiket5]

4.3.6.3. Pic Basic Pro komut seti

PicBasic Pro komutları toplu bir başvuru listesi olarak aşağıdaki tablo'da kısa açıklamalar halinde verilmiştir[22].

Komut	Açıklama
@	Bir satırlık assembly komutu PBP içerisinde yazılır.
ASM..ENDASM	Birden fazla assembly satırı PBP içerisinde yazılır
BRANCH	Koşullu GOTO komutu(ON..GOTO komutu benzeri)
BRANCHL	Koşullu GOTO komutu(2K lık bellek dışına çıktığında)
BUTTON	Belirlenen bir pinden bir giriş almak için kullanılır.
CALL	Assembly dili alt programını çağırır
CLEAR	Tüm değişkenlerin içerisini sıfırlar.
COUNT	Bir pinden gelen pals sayısını sayar.
DATA	On-chip EEPROM belleğin içerisine sabit değer yazar.
DEBUG	Sabit bir pin ve baud'da asenkron seri çıkış yapar.
DISABLE	INTERRUPT kesmelerini geçersiz yapar.
DTMFOUT	Bir pinden telefon tuşu ton seslerini üretir
EEPROM	On-chip EEPROM belleğin içerisine veri yazar.
ENABLE	INTERRUPT kesmelerini geçerli yapar.
END	Programı durdurup ve düşük güç moduna geçirir
FOR..NEXT	Komut grubunu istenilen sayıda tekrar eder.
FREOOUT	Bir pinden iki farklı frekans üretir.
GOSUB	Bir PBP alt programını çağırır.
GOTO	Belirlenen bir etikete dallanmayı sağlar.
HIGH	Belirlenen bir pin çıkışını high (1) yapar.
HSERIN	Donanımı seri iletişimi destekleyen cihazlardan (USART) seri olarak veri almak için kullanılır.

HSEROUT	Donanımı seri iletişimi destekleyen cihazlara (USART) seri olarak veri göndermek için.
I2CREAD	Bir seri EEPROM bellekten bir byte'lık veriyi seri olarak okur.
I2CWRITE	Bir seri EEPROM belleğe bir byte'lık veriyi seri olarak yazar.
IF..THEN..ELSE..... ENDIF	Bir koşula bağlı olarak farklı komut veya komut grupları çalıştırmak için kullanılır.
INPUT	Bir pini giriş yönünde yönlendirir.
{LET}	Bir ifadenin sonucunu değişkene atar.(Kullanımı isteğe bağlıdır.)
LCDOUT	Bir LCD'ye 4-bit veya 8-bit ile karakterler gönderir.
LOOKDOWN	Bir değer tablosundan sabit bir değer araştırmak için kullanılır
LOOKDOWN2	Bir değer tablosundan sabit/değişken araştırmak için kullanılır
LOOKUP	Bir değer tablosundan sabit değer almak için kullanılır.
LOOKUP2	Bir değer tablosundan sabit/değişken almak için kullanılır.
LOW	Bir pinin çıkışını Low (0) yapar.
NAP	işlemciyi kısa bir süreyle durdurur
ON INTERRUPT	Bir interrupt (kesme) oluştuğunda interrupt alt programının çağırılmasını sağlar
OUTPUT	Bir pini çıkışa yönlendirir.
PAUSE	İstenilen bir zaman süresinde gecikme yapar.(Zaman birim aralıkları 1 mS dir)
PAUSEUS	istenilen bir zaman süresinde gecikme yapar.(Zaman birim aralıkları 1 ^S dir)
PEEK	Bir registerden 1 byte'lık bir veri okur.
POKE	Bir registere 1 byte'lık bir veri yazar.
POT	Belirlenen bir pindeki potansiyometreyi okur.
PULSIN	Bir pindeki pals genişliğini ölçer.
PULSOUT	Bir pinden istenilen uzunlukta palsler üretir
PWM	Bir pinden PvVM palsleri üretir.
RANDOM	Bir değişken içerisine 1-65535 arasında rastgele sayılar üretir.
RCTIME	Bir pindeki pals genişliğini ölçer.

READ	On-chip EEPROM bellekten 1 byte'lık veri okur.
RESUME	İNTERRUPT alt programı bittikten sonra programı kaldığı yerden devam ettirir.
RETURN	Programı en son kullanılan GOSUB komutundan sonraki komuttan itibaren devam ettirir.
REVERSE	Bir pinin giriş/çıkış yönlendirmesini tersine çevirir. Giriş olan pinler çıkışa yönlendirilir.
SERİN	Asenkron seri giriş komutu (BS1 stilinde)
SERIN2	Asenkron seri giriş komutu (BS2 stilinde)
SEROUT	Asenkron seri çıkış komutu (BS1 stilinde)
SEROUT2	Asenkron seri çıkış komutu (BS2 stilinde)
SHIFTIN	Senkron seri giriş komutu
SHIFTOUT	Senkron seri çıkış komutu.
SLEEP	İşlemciyi belirlenen bir süre ile düşük güç moduna sokar.
SOUND	Belirlenen bir pinden istenilen tonda ses üretir
STOP	Programın çalışmasını durdurur.
SWAP	iki değişken içerisindeki değeri değiştirir.
TOGGLE	Bir pini çıkışa yönlendirir ve toggle pals üretir. Yani pinin konumu "1" ise "0" yapar.
WHILE..WEND	Bir koşul doğru (true) olduğu sürece bir grup komutu tekrarlar.
WRITE	On-chip EEPROM belleğe 1 byte'lık veri yazar.

Tablo 4.7. Pic Basic Pro komut seti

4.3.7. EEM 2007 kontrol kartları yazılımları

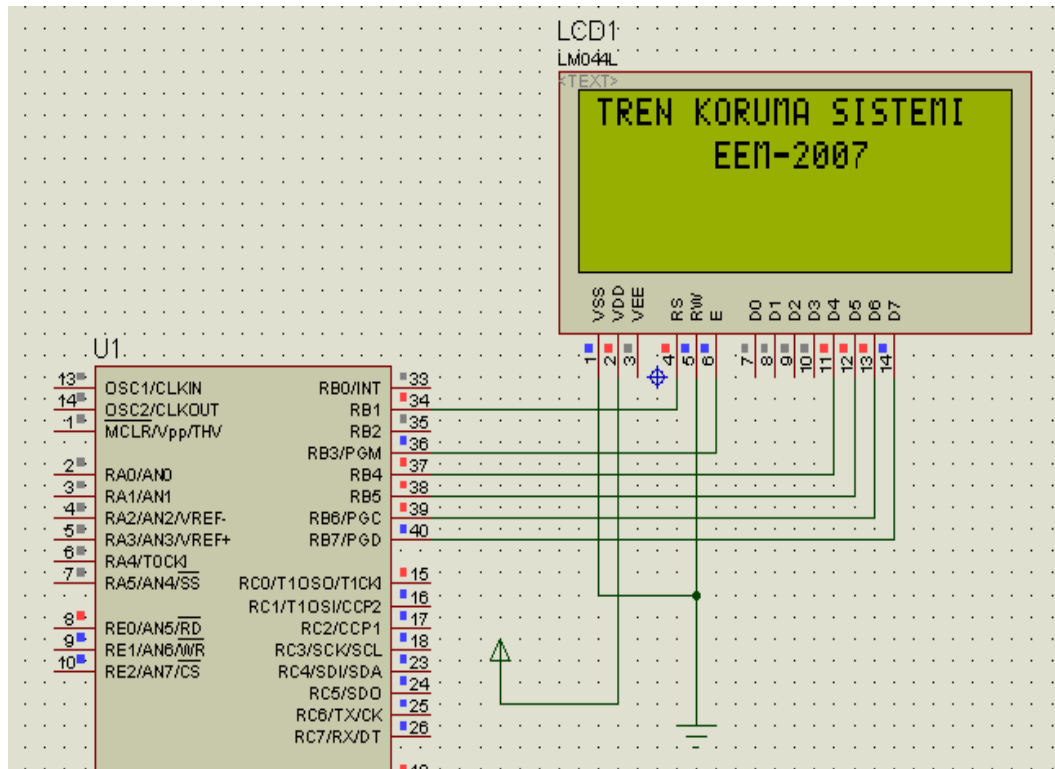
Artan maliyetlerden dolayı merkez işlemci ile Araç-1'deki kontrol kartı birleştirilmiştir. Yani Araç-1'deki kontrol kartı hem merkez işlemci görevini yerine getirecek hem de Araç-1'e ait görevleri yerine getirecektir. Bu durumda iki adet yazılım mevcuttur. Bunlar:

- Araç-2 (öndeki oto) kontrol kartı yazılımı
- Araç-1 (arkadaki oto) ve Merkez işlemci kontrol kartı yazılımı.

Her iki mikroişlemci yazılımı içinde programın başında bir tanım kümesi bulunur. Bu her iki mikroişlemci yazılımı içinde aynıdır. Şimdi bunu inceleyelim.

4.3.7.1. Mikroişlemci yazılımı tanım kümeleri

LCD Tanımı;



Şekil 4.19. LCD'nin PIC 16F877'e bağlanması

PIC 16F877 Mikroişlemcisinin 4x20 LCD' ye bağlantı şeması Şekil 4.24.' deki gibidir. Tablo halinde:

PIC 16F877	4x20 LCD	Enerji
PORTB.1	RS	-
PORTB.3	E	-
PORTB.4	D4	-
PORTB.5	D5	-
PORTB.6	D6	-
PORTB.7	D7	-
-	Vss	Ground
-	Vdd	Power
-	RW	Ground

Tablo 4.8. LCD'nin PIC 16F877 bağlanması

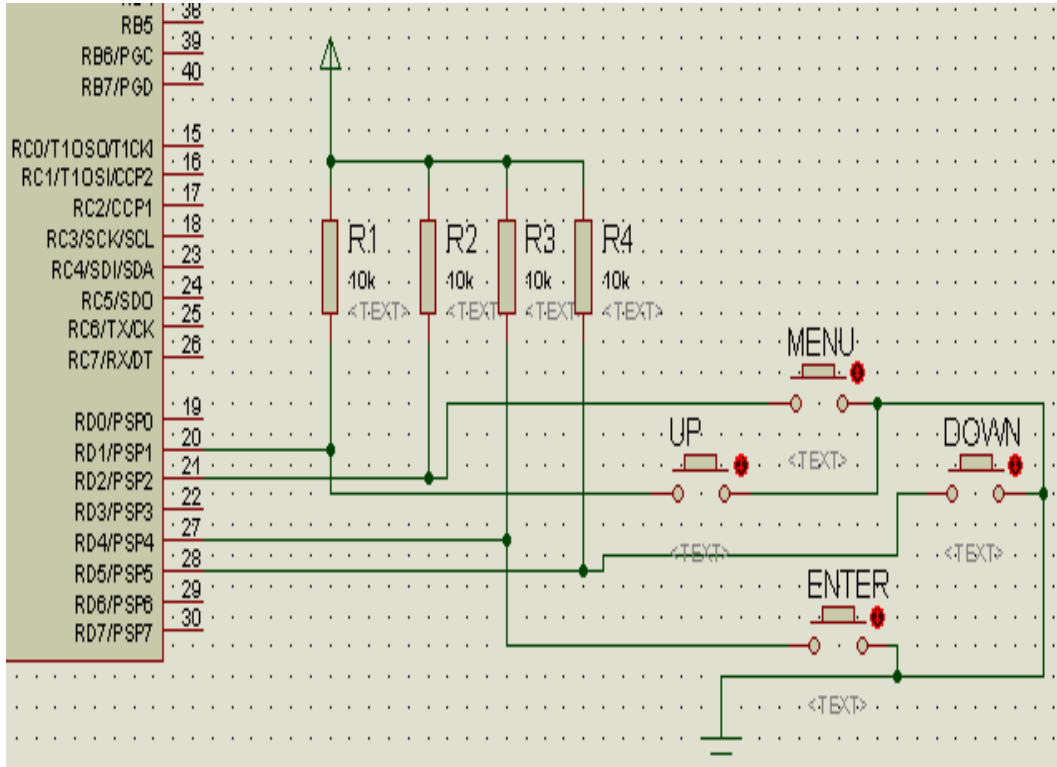
Tanım kümesi:

Define LCD_DREG **PORTB** ' LCD data portunu belirler.
Define LCD_DBIT **4** ' 4 bit'lik veri yolu kullanıldığında data bit'lerin başlangıcını (0 veya 4) belirler.
Define LCD_RSREG **PORTB** ' LCD register seçme portunu belirler.
Define LCD_RSBIT **1** ' LCD register seçme bit'ini belirler.
Define LCD_EREGB **PORTB** ' LCD enable portunu belirler.
Define LCD_EBIT **3** ' LCD enable bitini belirler.

Komut Dizilimi:

LCDOut \$FE, 1, "TREN KORUMA SISTEMI" '1. satıra yazma
LCDOut \$FE, \$c0," EEM-2007" '2. satıra yazma

Yön Tuşları Tanımı;



Şekil 4.21. Yön tuşlarının PIC 16F877'e bağlanması

Tanım Kümesi:

menu var PORTD.2

'Menu tuşu PortD 'nin 2 nolu pinine bağlandı.

up var PORTD.1

'Up tuşu PortD 'nin 1 nolu pinine bağlandı.

down var PORTD.5

'Down tuşu PortD 'nin 5 nolu pinine bağlandı.

enter var PORTD.4

'Enter tuşu PortD 'nin 4 nolu pinine bağlandı.

Komut Dizilimi:

if menu = 0 then

..... *'İşlem görececek komutlar*

.....

endif

PİNLER	KONNEKTÖR
PORTE.0	J7
PORTE.1	J8
PORTE.2	J9
PORTC.0	J10
PORTC.1	J11
PORTC.2	J12
PORTC.3	J13
PORTD.0	J14

Tablo 4.9. EEM 2007'in çıkış pinleri

Tanım kümesi:

TRISA = %11111111 *'A PORTU GİRİŞ*

TRISC = %00000000 *'C PORTU ÇIKIŞ*

TRISD = %00110110 *'D PORTUNUN 1-2-4-5 PİNLERİ ÇIKIŞ 0-3-6-7 PİNLERİ GİRİŞ*

TRISE = %00000000 *'E PORTU ÇIKIŞ*

J1 var PORTA.2 *'GİRİŞ PİNİ*

J2 var PORTA.3 *'GİRİŞ PİNİ*

J3 var PORTA.4 *'GİRİŞ PİNİ*

J4 var PORTA.5 *'GİRİŞ PİNİ*

J7 var PORTE.0 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J8 var PORTE.1 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J9 var PORTE.2 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J10 var PORTC.0 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J11 var PORTC.1 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J12 var PORTC.2 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J13 var PORTC.3 *'ÇIKIŞ PİNİ*

J14 var PORTD.0 *'ÇIKIŞ PİNİ*

Usart (RC6/Tx-RC7/Rx) tanımı;

```
DEFINE HSER_RCSTA 90h    'Receive (alıcı) registeri enable (geçerli) yap  
DEFINE HSER_TXSTA 20h   'Transmit (gönderme) registeri enable (geçerli) yap  
DEFINE HSER_BAUD 2400   'Seri iletişimin baud rate hızını 2400'e kur.  
DEFINE HSER_SPBRG 25
```

Komut Dizilimi:

Alma:

```
HSERIN {Parity_Etiket,}{Zaman_aşımı,Etiket,}[Veri{,....}]
```

Gönderme:

```
HSEROUT [Veri{,Veri...}]
```

Analog/Digital çevirici (ADC);

```
DEFINE ADC_BITS 10      'A/D çevirim sonucu kaç bit olacak  
DEFINE ADC_CLOCK 3     'Clock kaynağı (3=rc)  
DEFINE ADC_SAMPLEUS 100 'Örnekleme zamanı mikro saniye cinsinden.
```

Komut Dizilimi:

```
ADCON1=%10001110      '7. bit 1 yapıldı 10 bit sonuç almak için.  
DATA var word        'ADC den okunan ham Digital değer.  
ADCIN 0,DATA         '0 nolu kanaldan Analog değeri oku ve DATA değişkenine  
aktar.
```

Programlarımız da Analog giriş kullanılmadığı için yani bu pinlere Dijital Pin olarak ihtiyacımız olduğu için aşağıdaki kod ile Analog girişleri iptal ettik.

```
ADCON1 = 7
```

Seri iletişim;

GPSTX VAR PORTD.7 ‘ Alma PortD’nin 7 nolu pinine kuruluyor.
GPSTX VAR PORTD.6 ‘ Gönderme PortD’nin 6 nolu pinine kuruluyor.
baudGPS CON 188 ‘ Baud Rate hızı 4800 olarak belirleniyor.

Komut Dizilimi:

Alma:

SERIN2 DataPin {FlowPin}, Mod, {EşlikEtiketi},{Zamanaşımı,Etiket}[Veri...]

Bu komut sayesinde GPS Modülden konum ve hız bilgilerini alıyoruz. O halde öncelikle GPS’ den alınan bilgiyi inceleyelim.

\$GPRMC,130133,A,3530.1400,N,03023.6300,E,013.4,254.9,251106,000.0,E*72"

130133	Saat (Zaman) 13:01:33 UTC
A	Bilgi alınabiliyorsa A = OK, V = warning
3530.1400,N	Pozisyon 35 deg. 30.1400 min Kuzey
03023.6300,E	Pozisyon 030 deg. 23.6300 min Doğu
013.4	Hız 013.4 Mph
254.9	Yön 254.9 derece
251106	Tarih 25 November 2006
000.0,E	Magnetic variation 20.3 deg East
*72	mandatory checksum

Bilgi	Değişken	Bilgi	Değişken	Bilgi	Değişken
\$GPRMC		0	M8	,	
,		3	M9	2	Tarih
1	Saat	0	M10	5	Tarih1
3	Saat1	2	M11	1	Tarih2
0	Saat2	3	M12	1	Tarih3
1	Saat3	.		0	Tarih4
3	Saat4	6	M13	6	Tarih5
3	Saat5	3	M14	,	
,		0	M15	0	
A		0	M16	0	
,		,		0	
3	M0	E		.	
5	M1	,		0	
3	M2	0	M17	,	
0	M3	1	M18	E	
.		3	M19	*	
1	M4	.		7	
4	M5	4	M20	2	
0	M6	,			
0	M7	2			
,		5			
N		4			
,		.			
		9			

Tablo 4.10. GPS' den alınan bilgilerin değişkenlerde saklanması

Programda saat ve tarih bilgilerini almak için kullanılan komut:

SerIn2 GPSin,	<i>'GPSin Pinini kullan</i>
baudGPS,	<i>'Baud hızını baudGPS'e göre kur</i>
[WAIT("\$GPRMC"),	<i>'\$GPRMC gelinceye kadar bekle</i>
SKIP 1,	<i>'1 Karakter atla</i>
DEC1 saat,	<i>'Karakteri saat değişkenine yerleştir</i>
DEC1 saat1,	<i>'Bir sonraki Karakteri saat1 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 saat2,	<i>'Bir sonraki Karakteri saat2 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 saat3,	<i>'Bir sonraki Karakteri saat3 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 saat4,	<i>'Bir sonraki Karakteri saat4 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 saat5,	<i>'Bir sonraki Karakteri saat5 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 40,	<i>'40 Karakter atla</i>
DEC1 tarih,	<i>'Karakteri tarih değişkenine yerleştir</i>

DEC1 tarih1,	<i>'Bir sonraki Karakteri tarih1 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 tarih2,	<i>'Bir sonraki Karakteri tarih2 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 tarih3,	<i>'Bir sonraki Karakteri tarih3 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 tarih4,	<i>'Bir sonraki Karakteri tarih4 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 tarih5]	<i>'Bir sonraki Karakteri tarih5 değişkenine yerleştir</i>

Değişkenlerin önlerine yazılan DEC, ASCII kod karşılığın desimal değerinin değişken içerisine atanacağı anlamına gelir. Örneğın DEC B0 yazıldıysa ve "123" alındıysa, B0 içerisindeki sayı "123" olacaktır. Daha özetlersek:

Programda konum ve hız bilgilerini almak için kullanılan komut:

SerIn2 GPSin,	<i>'GPSin Pinini kullan</i>
baudGPS,	<i>'Baud hızını baudGPS'e göre kur</i>
[WAIT("\$GPRMC"),	<i>'\$GPRMC gelinceye kadar bekle</i>
SKIP 10,	<i>'10 Karakter atla</i>
DEC1 M0,	<i>'Karakter M0 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M1,	<i>'Bir sonraki Karakter M1 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M2,	<i>'Bir sonraki Karakter M2 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M3,	<i>'Bir sonraki Karakter M3 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 1,	<i>'1 Karakter atla</i>
DEC1 M4,	<i>'Karakter M4 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M5,	<i>'Bir sonraki Karakter M5 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M6,	<i>'Bir sonraki Karakter M6 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M7,	<i>'Bir sonraki Karakter M7 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 5,	<i>'5 Karakter atla</i>
DEC1 M8,	<i>'Karakter M8 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M9,	<i>'Bir sonraki Karakter M9 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M10,	<i>'Bir sonraki Karakter M10 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M11,	<i>'Bir sonraki Karakter M11 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M12,	<i>'Bir sonraki Karakter M12 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 1,	<i>'1 Karakter atla</i>
DEC1 M13,	<i>'Karakter M13 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M14,	<i>'Bir sonraki Karakter M14 değişkenine yerleştir</i>

DEC1 M15,	<i>'Bir sonraki Karakteri M15 değişkenine yerleştir</i>
DEC1 M16,	<i>'Bir sonraki Karakteri M16 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 5,	<i>'5 Karakter atla</i>
DEC M17,	<i>'Karakter i M17 değişkenine yerleştir</i>
DEC M18,	<i>'Bir sonraki Karakteri M18 değişkenine yerleştir</i>
DEC M19,	<i>'Bir sonraki Karakteri M19 değişkenine yerleştir</i>
SKIP 1,	<i>'1 Karakter atla</i>
DEC1 M20]	<i>'Bir sonraki Karakteri M20 değişkenine yerleştir</i>

Gönderme:

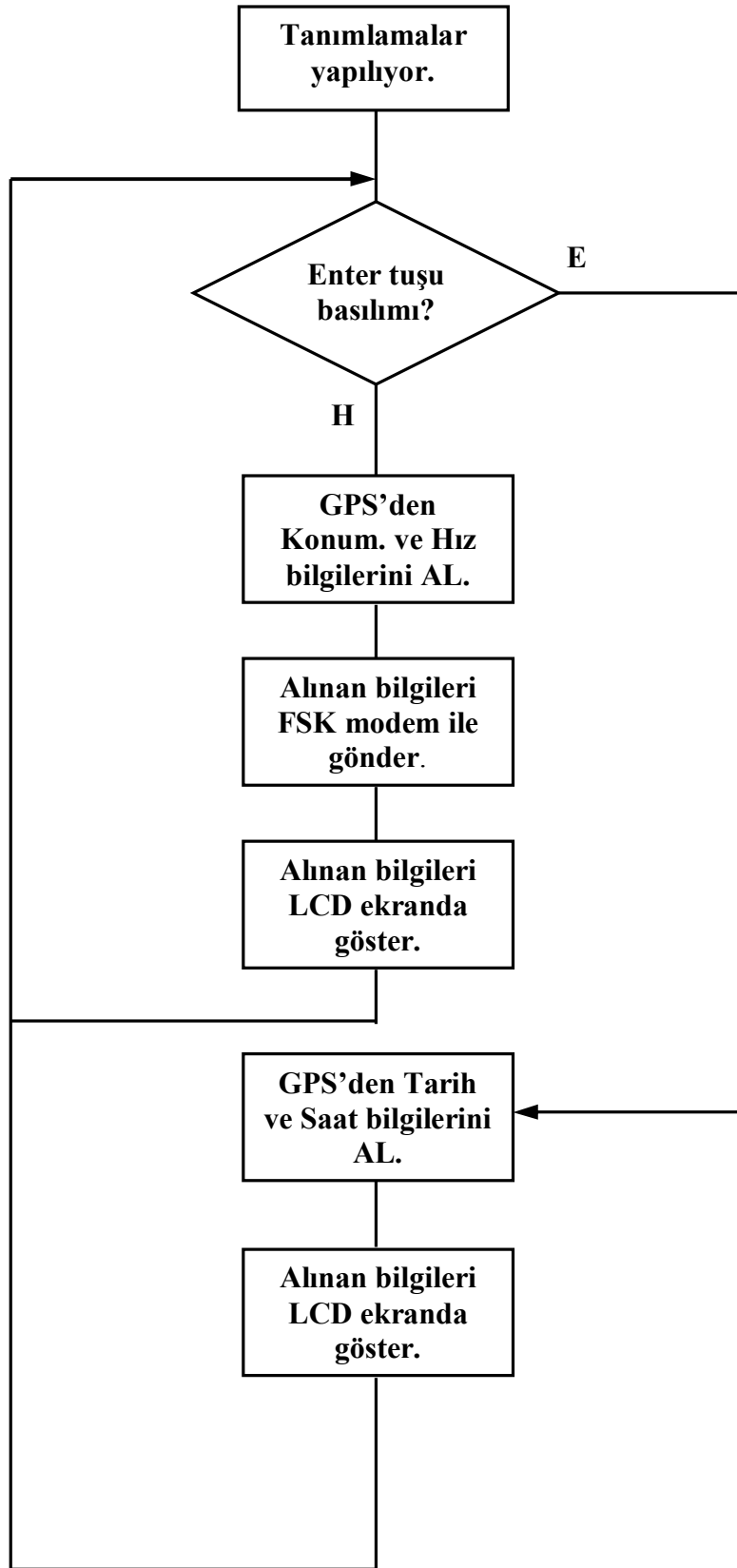
SEROUT Pin, Mod, [Veri{, Veri...}]

4.3.7.2. Araç-2 (Öndeki araç) kontrol kartı yazılımı

Araç-2 'de bulunan kontrol kartının gerçekleştireceği görevler aşağıdadır.

- GPS 'den konum ve hız bilgilerini almak.
- GPS 'den tarih ve saat bilgilerini almak.
- Enter tuşu basılı ise LCD ekranda tarih ve saat bilgilerini göstermek
- Enter tuşu basılı değilse LCD ekranda konum ve hız bilgilerini göstermek
- Alınan konum ve hız bilgilerini Araç-1/Merkez işlemci kontrol kartına FSK modem kullanarak göndermek.

4.3.7.2.1. Program akış şeması



4.3.7.2.2. Program

;MODEDEFS.BAS dosyası programa ilave ediliyor.

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

;-----

;Portların giriş ve çıkış tanımlamaları yapılıyor.

TRISA = %11111111

TRISC = %10000000

TRISD = %00110110

TRISE = %00000000

;-----

;Analog portlar dijital olarak tanımlanıyor.

ADCON1 = 7

pause 500

;-----

;Usart (RC6/Tx-RC7/Rx) tanımı yapılıyor.

;DEFINE HSER_RCSTA 90h

;DEFINE HSER_TXSTA 20h

;DEFINE HSER_BAUD 2400

;DEFINE HSER_SPBRG 25

;Bu programda Usart kullanılmayacak. Bu yüzden bu tanımlamalar iptal edildi.

;-----

;LCD için tanımlamalar yapılıyor.

Define LCD_DREG PORTB

Define LCD_DBIT 4

Define LCD_RSREG PORTB
Define LCD_RSBIT 1
Define LCD_EREG PORTB
Define LCD_EBIT 3

;ADC için tanımlamalar yapılıyor.

Define ADC_BITS 10
Define ADC_CLOCK 3
Define ADC_SAMPLEUS 50

;Seri iletişim için gerekli tanımlamalar yapılıyor.

GPSin VAR PORTD.7
GPSout VAR PORTD.6
baudGPS CON 188
GPSin1 VAR PORTC.7
GPSout1 VAR PORTC.6
baudGPS1 CON 396

;Giriş Pinleri tanımlanıyor.

J1 var PORTA.2
J2 var PORTA.3
J3 var PORTA.4
J4 var PORTA.5

; Çıkış Pinleri tanımlanıyor.

J7 var PORTE.0

J8 var PORTE.1

J9 var PORTE.2

J10 var PORTC.0

J11 var PORTC.1

J12 var PORTC.2

J13 var PORTC.3

J14 var PORTD.0

;-----

;Yön tuşları tanımlanıyor.

menu var PORTD.2

up var PORTD.1

down var PORTD.5

enter var PORTD.4

;-----

;EEPROM için gerekli tanımlamalar yapılıyor.

SCL var PORTD.3

SDA var PORTC.4

;-----

;Değişkenler tanımlanıyor.

saat var byte : saat1 var byte : saat2 var byte

saat3 var byte : saat4 var byte : saat5 var byte

tarih var byte : tarih1 var byte : tarih2 var byte

tarih3 var byte : tarih4 var byte : tarih5 var byte

M0 var word : M1 var word : M2 var word
M3 var word : M4 var word : M5 var word
M6 var word : M7 var word : M8 var word
M9 var word : M10 VAR word : M11 VAR word
M12 VAR word : M13 VAR word : M14 VAR word
M15 VAR word : M16 VAR word : M17 VAR word
M18 VAR word : M19 VAR word : M20 VAR word

B1 VAR WORD : B2 VAR WORD : B3 VAR WORD
E1 VAR WORD : E2 VAR WORD : E3 VAR WORD
E4 VAR WORD : E5 VAR WORD

;-----

;Değişkenlere değerler atanıyor.

B1 = \$24 : B2 = \$52 : B3 = \$46

E1 = \$45 : E2 = \$4E : E3 = \$44

E4 = \$0D : E5 = \$0A

;-----

LCDOut \$FE,1,"TREN KORUMA SISTEMI" *'1. satıra yazdırma komutu*

LCDOut \$FE,\$C0," MALATYA 2007 " *'2. satıra yazdırma komutu*

PAUSE 300 *' 300 ms'lik gecikme*

GPS: *' GPS etiketi*

IF enter = 0 THEN *' enter tuşunun basılı olup olmadığını kontrol ediliyor.*

' Eğer tuş basılı ise LCD ekranda uydudan alınan saat

' ve tarih bilgileri gösterilecek.

'SERIN2 komutu ile uydudan alınan saat ve tarih bilgileri değişkenlerde saklanıyor. Bu komut ile konum, tarih, saat ve hız bilgilerinin nasıl alındığı önceki bölümlerde daha ayrıntılı incelenmişti.

SERIN2 GPSin,baudGPS,[wait("\$GPRMC"),SKIP 1,DEC1 saat,DEC1 saat1,DEC1 saat2,DEC1 saat3,DEC1 saat4,DEC1 saat5,SKIP 40,DEC1 tarih,DEC1 tarih1,DEC1 tarih2,DEC1 tarih3,DEC1 tarih4,DEC1 tarih5]

PAUSE 100 *' 100 ms'lik gecikme*

'LCDOut komutu ile uydudan alınıp değişkenlerde saklanan saat ve tarih bilgileri LCD ekranda gösteriliyor.

LCDOut \$FE, 1, "SAAT:",DEC1 saat,DEC1 saat1,":",DEC1 saat2,dec1 saat3,":",DEC1 saat4,dec1 saat5

LCDOut \$FE, \$C0, "TARİH:",DEC1 tarih,DEC1 tarih1,":",DEC1 tarih2,dec1 tarih3,":",DEC1 tarih4,dec1 tarih5

ELSE *'enter tuşu basılı değilse*

'SERIN2 komutu ile uydudan konum ve hız bilgileri alınıp, değişkenlerde saklanıyor.

SerIn2 GPSin,baudGPS,[wait("\$GPRMC"),skip 10,DEC1 M0,DEC1 M1,DEC1 M2,DEC1 M3,SKIP 1,DEC1 M4, DEC1 M5, DEC1 M6, DEC1 M7,SKIP 3,DEC1 M8, DEC1 M9, DEC1 M10, DEC1 M11, DEC1 M12,SKIP 1, DEC1 M13, DEC1 M14, DEC1 M15, DEC1 M16,SKIP 3, DEC1 M17, DEC1 M18, DEC1 M19,SKIP 1, DEC1 M20]

PAUSE 700 *' 700 ms'lik gecikme*

'SEROUT2 komutu ile uydudan alınıp değişkenlerde saklanan konum ve hız bilgileri Tx (gönderme) pininden arkadaki oto'da bulunan EEM-2007 Kartına gönderiliyor.

SEROUT2

GPSout1,baudGPS1,[$\$24,\$52,\$46,M0,M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7,M17,M18,M19,M20,\$45,\$4E,\$44,\$0D,\$0A$]

PAUSE 100

'100 ms'lik gecikme

'LCDOut komutu ile uydudan alınıp değişkenlerde saklanan ve Tx (gönderme) pininden diğer EEM-2007 kartına gönderilen konum ve hız bilgileri bilgileri LCD ekranda gösteriliyor.

LCDOut \$FE, 1, "LAT:",#M0,#M1,".",#M2,#M3,".",#M4,#M5, #M6,#M7,"N"

LCDOut \$FE, \$c0, "HIZINIZ:",#M17,#M18,#M19,".",#M20,"MPH"

PAUSE 100

'100 ms'lik gecikme

ENDIF

'Enter tuşunun kontrol komutunun sonu.

GOTO GPS

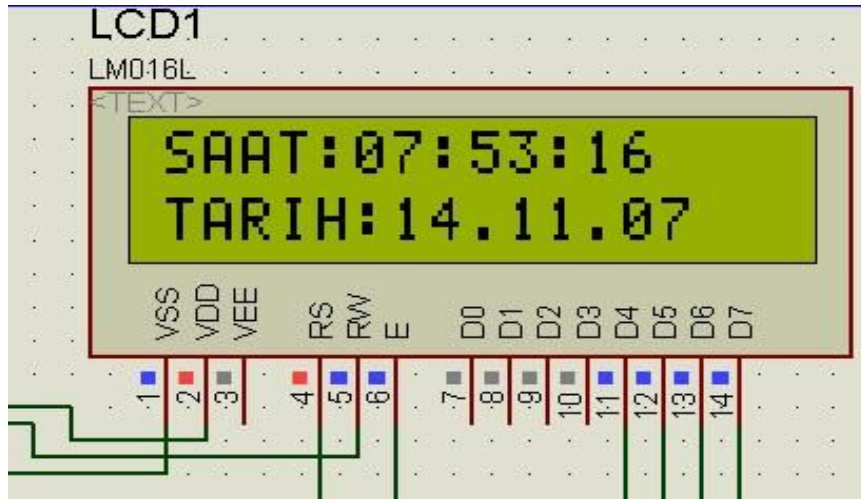
'GPS etiketine dallan.

END

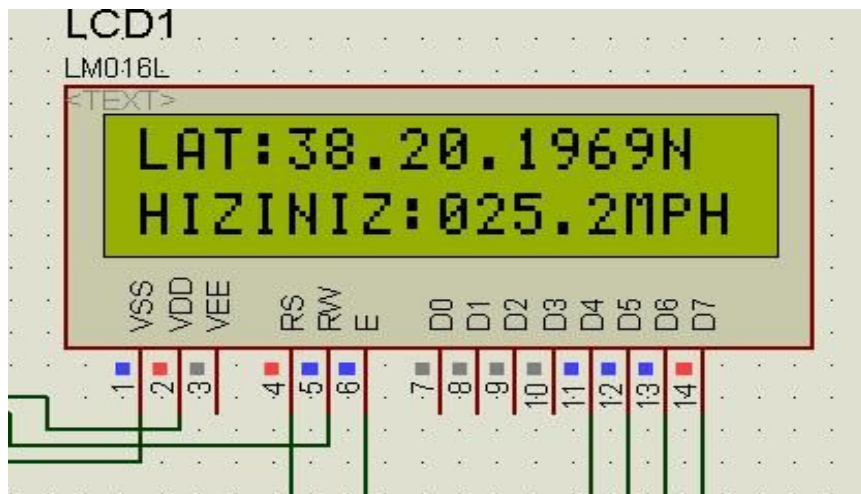
'Programı sonlandır.



Şekil 4.23. Programın başlatıldığı andaki LCD ekrandaki görüntü



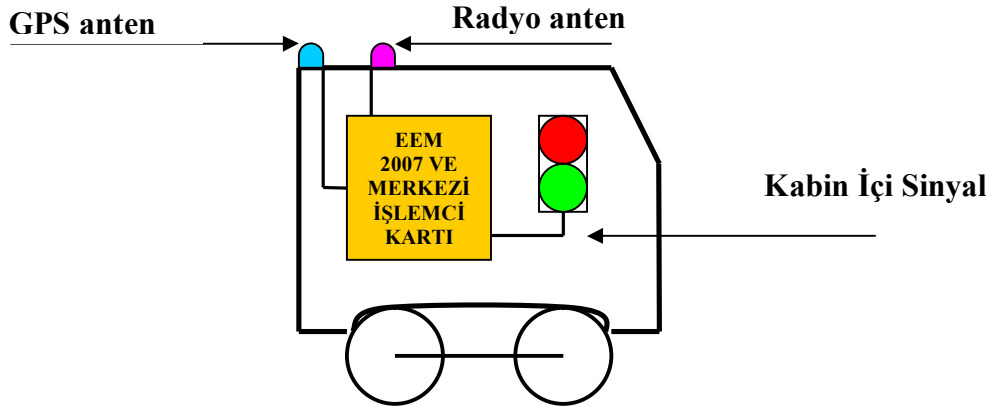
Şekil 4.24. Enter tuşu basılı İken LCD ekrandaki görüntü



Şekil 4.25. Enter tuşu basılı değilken LCD ekrandaki görüntü

4.3.7.3. Araç-1 ve merkezi işlemci kontrol kartı yazılımı

Araç-1 ve Merkezi işlemci, aynı kart' da görevlerini yerine getireceğinden Araç-1 Kontrol kartı yazılımına ilaveten merkezi işlemci kontrol kartı yazılımı da eklenmiştir.

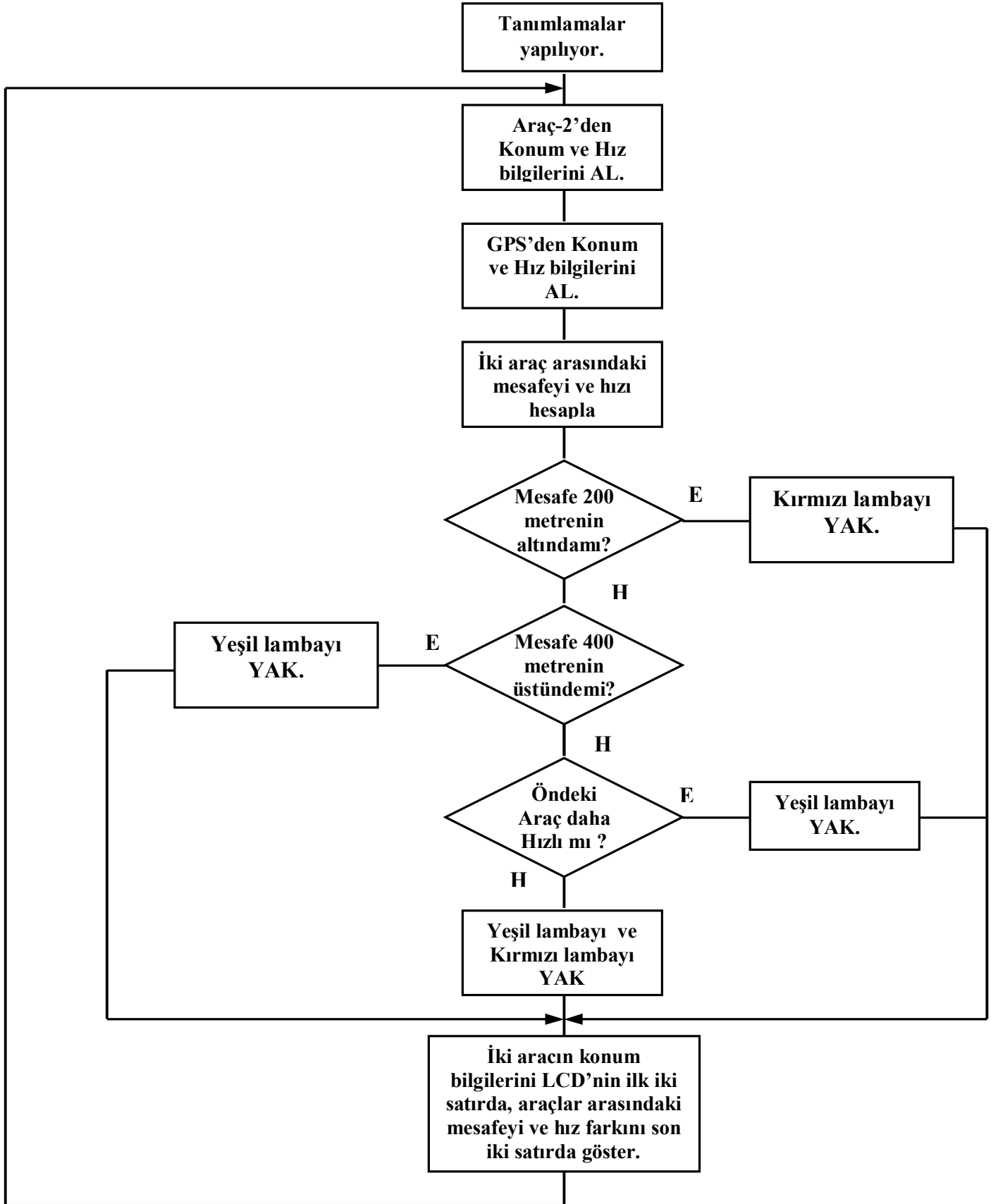


Şekil 4.26. Araç-1 ve sahip olduğu ekipmanlar

Araç-1 'de bulunan kontrol kartının gerçekleştireceği görevler aşağıdadır.

- GPS 'den konum ve hız bilgilerini almak.
- Araç-2'den (öndeki oto) konum ve hız bilgilerini almak.
- İki araç arasındaki mesafe 200 metre'nin altında ise kırmızı lambayı yakmak.
- İki araç arasındaki mesafe 200 ila 400 metre arasında ve araç-1'in (arkadaki oto) hızı araç-2'in (öndeki oto) hızından az ise yeşil lambayı yakmak.
- İki araç arasındaki mesafe 200 ila 400 metre arasında ve araç-1'in (arkadaki oto) hızı araç-2'in (öndeki oto) hızından fazla ise yeşil lambayı ve kırmızı lambayı yakmak.
- İki araç arasındaki mesafe 400 metrenin üzerinde ise yeşil lambayı yakmak.
- Araç-1 ve Araç-2 'nin konum bilgilerini LCD'nin ilk iki satırında göstermek.
- LCD'nin 3. satırında iki araç arasındaki mesafeyi dakika, saniye ve metre olarak göstermek.
- LCD'nin 4. satırında iki araç arasındaki hız farkını mph olarak göstermek.

4.3.7.3.1. Program akış şeması



4.3.7.3.2. Program

;MODEDEFS.BAS dosyası programa ilave ediliyor.

INCLUDE "MODEDEFS.BAS"

;-----
;Portların giriş ve çıkış tanımlamaları yapılıyor.

TRISA = %11111111
TRISC = %10000000
TRISD = %00110110
TRISE = %00000000

;-----
;Analog portlar dijital olarak tanımlanıyor.

ADCON1 = 7
pause 500

;-----
;Usart (RC6/Tx-RC7/Rx) tanımı yapılıyor.

;**DEFINE HSER_RCSTA 90h**
;**DEFINE HSER_TXSTA 20h**
;**DEFINE HSER_BAUD 2400**
;**DEFINE HSER_SPBRG 25**

;Bu programda Usart kullanılmayacak. Bu yüzden bu tanımlamalar iptal edildi.

;-----
;LCD için tanımlamalar yapılıyor.

Define LCD_DREG PORTB
Define LCD_DBIT 4
Define LCD_RSREG PORTB
Define LCD_RSBIT 1
Define LCD_EREG PORTB
Define LCD_EBIT 3

;-----
;ADC için tanımlamalar yapılıyor.

Define ADC_BITS 10
Define ADC_CLOCK 3
Define ADC_SAMPLEUS 50

;-

;Seri iletişim için gerekli tanımlamalar yapılıyor.

GPSin VAR PORTD.7
GPSout VAR PORTD.6
baudGPS CON 188
GPSin1 VAR PORTC.7
GPSout1 VAR PORTC.6
baudGPS1 CON 396

;-

;Giriş Pinleri tanımlanıyor.

J1 var PORTA.2
J2 var PORTA.3
J3 var PORTA.4
J4 var PORTA.5

;-

; Çıkış Pinleri tanımlanıyor.

RED VAR PORTE.0
GRN VAR PORTE.1
BUZ VAR PORTE.2
J10 var PORTC.0
J11 var PORTC.1
J12 var PORTC.2
J13 var PORTC.3
J14 var PORTD.0

;-

;Yön tuşları tanımlanıyor.

menu var PORTD.2
up var PORTD.1
down var PORTD.5
enter var PORTD.4

;-

;EEPROM için gerekli tanımlamalar yapılıyor

.

SCL var PORTD.3
SDA var PORTC.4

;-

;Değişkenler tanımlanıyor.

**saat var byte : saat1 var byte : saat2 var byte
saat3 var byte : saat4 var byte : saat5 var byte
tarih var byte : tarih1 var byte : tarih2 var byte
tarih3 var byte : tarih4 var byte : tarih5 var byte**

**M0 var word : M1 var word : M2 var word
M3 var word : M4 var word : M5 var word
M6 var word : M7 var word : M8 var word
M9 var word : M10 VAR word : M11 VAR word
M12 VAR word : M13 VAR word : M14 VAR word
M15 VAR word : M16 VAR word : M17 VAR word
M18 VAR word : M19 VAR word : M20 VAR word**

**M0A var word : M1A var word : M2A var word
M3A var word : M4A var word : M5A var word
M6A var word : M7A var word
M17A VAR word : M18A VAR word
M19A VAR word : M20A var word**

**D1 var BYTE : D2 var BYTE : D3 var BYTE
D4 var BYTE : D5 var BYTE : D6 var BYTE
D7 var BYTE : D8 var BYTE**

**B1 VAR WORD : B2 VAR WORD : B3 VAR WORD
E1 VAR WORD : E2 VAR WORD : E3 VAR WORD
E4 VAR WORD : E5 VAR WORD
FT VAR BYTE : KLT VAR BYTE
S1 VAR WORD : S2 VAR WORD
S3 VAR WORD : S4 VAR WORD
RC1 VAR WORD : RC2 VAR WORD**

**MFR1 VAR WORD : MFR2 VAR WORD
FRK1 VAR WORD : FRK2 VAR WORD
DFR1 VAR WORD : DFR2 VAR WORD**

;Değişkenlere değerler atanıyor.

**B1 = \$24 : B2 = \$52 : B3 = \$46
E1 = \$45 : E2 = \$4E : E = \$44
E4 = \$0D : E5 = \$0A**

LCDOut \$FE, 1 *'Ekranın temizlemesi için komut.*
LCDOut \$FE,\$80,"TREN KORUMA SISTEMI" *'1. satıra yazdırma komutu*
LCDOut \$FE,\$C0," MALATYA 2007 " *'2. satıra yazdırma komutu*
LCDOut \$FE,\$94," YALCIN CETIN" *'3. satıra yazdırma komutu*
LCDOut \$FE,\$D4,"PROGRAM BASLATILIYOR" *'4. satıra yazdırma komutu*

RED = 1 : GRN = 1 : BUZ = 1 *'Kırmızı ve Yeşil lambalar yakılarak kontrol ediliyor.*

PAUSE 1000 *' 1000 ms'lik gecikme*

RED = 0 : GRN = 0 : BUZ = 0 *'Kırmızı ve Yeşil lambalar söndürülüyor.*

GPS: *'GPS Etiketi*

'SERIN2 komutu ile Araç-2 'den (öndeki oto) gelen konum ve hız bilgileri değişkenlerde saklanıyor. Komutta ki Wait("\$RF"), "\$RF" karakteri alıncaya kadar bekle sonraki gelen karakterleri sırasıyla değişkenlerde sakla, anlamındadır.

SerIn2

GPSin1,baudGPS1,[wait("\$RF"),M0A,M1A,M2A,M3A,M4A,M5A,M6A,M7A,M17A,M18A,M19A,M20A,D13,D14,D15,D16,D17]

PAUSE 50 *' 100 ms'lik gecikme*

'SERIN2 komutu ile uydudan konum ve hız bilgileri alınıp, değişkenlerde saklanıyor. Bu komut ile konum ve hız bilgilerinin nasıl alındığı daha ayrıntılı incelenmişti..

SerIn2 GPSin,baudGPS,[wait("\$GPRMC"),SKIP 10,DEC1 M0,DEC1 M1,DEC1 M2, DEC1 M3,SKIP 1, DEC1 M4, DEC1 M5, DEC1 M6, DEC1 M7,SKIP 3, DEC1 M8, DEC1 M9,DEC1 M10, DEC1 M11, DEC1 M12,SKIP 1, DEC1 M13, DEC1 M14, DEC1 M15, DEC1 M16,SKIP 3, DEC1 M17, DEC1 M18, DEC1 M19,SKIP 1, DEC1 M20]

PAUSE 50 *' 50 ms'lik gecikme*

'İki araç arasındaki mesafe hesaplanıyor. Dakika ve saniye olarak FRK1 ve FRK2 değişkenlerinde metre olarak DFR1 değişkeninde saklanıyor.

S1 = (M2A * 10) + M3A : S2 = (M2 * 10) + M3
S3 = (M4A * 100) + (M5A * 10) + M6A : S4 = (M4 * 100) + (M5 * 10) + M6

IF S4 > S3 THEN

S3 = S3 + 1000 : S1 = S1 - 1 : FRK1 = S3 - S4

ELSE

FRK1 = S3 - S4

ENDIF

FRK2 = S1 - S2 : DFR1 = (FRK2 * 2000) + (FRK1 * 2)

;

İki araç arasındaki hız farkı hesaplanıyor. Öndeki aracın hızı daha büyükse FT değişkeni “-“, aksi durumda “+” değer alıyor. Hız farkı mph olarak MFR1 ve MFR2 değişkenlerinde saklanıyor.

RC1 = (M18A *10) + M19A : RC2 = (M18*10) + M19

IF RC1 = RC2 THEN

MFR1 = 0

IF M20A > M20 THEN

MFR2 = M20A - M20 : FT = "-"

ELSE

MFR2 = M20 - M20A : FT = "+"

ENDIF

GOTO OK

ENDIF

IF RC1 > RC2 THEN

IF M20A >= M20 THEN

MFR2 = M20A - M20

ELSE

M20A = M20 + 10

MFR2 = M20A - M20

RC1 = RC1 - 1

ENDIF

FT = "- " : MFR1 = RC1 - RC2

GOTO OK

ENDIF

IF RC2 > RC1 THEN

IF M20 >= M20A THEN

MFR2 = M20 - M20A

ELSE

M20 = M20 + 10

MFR2 = M20 - M20A

RC2 = RC2 - 1

ENDIF

FT = "+"

MFR1 = RC2 - RC1

GOTO OK

ENDIF

;

'İki araç arasındaki mesafeye ve hız farkına göre kabin içi sinyaller yakılıyor.

OK: *'OK Etiketi*

IF DFR1 < 200 THEN *'Eğer mesafe 200 metreden az ise*
RED = 1 : BUZ = 1 : GRN = 0 : GOTO OK2 *'Kırmızı lambayı sabit yak alarmı çalıştır OK2 etiketine dallan*

ENDIF

IF DFR1 > 400 THEN *'Eğer mesafe 400 metreden fazla ise*
GRN = 1 : RED = 0 : BUZ = 0 : GOTO OK2 *'Yeşil lambayı sabit yak, kırmızı lambayı söndür alarmı sustur.*

ENDIF

IF 200 < DFR1 < 400 THEN *'Eğer mesafe 200 metre ile 400 metre arasında ise*

IF FT = "+" THEN *'Öndeki araç daha yavaş ise*
RED = 1 : BUZ = 1 : GRN = 1 : GOTO OK2 *'Kırmızı ve yeşil lambayı yak alarmı çalıştır. OK2 etiketine dallan*

ELSE *'Öndeki araç daha hızlıysa*
RED = 0 : BUZ = 0 : GRN = 1 : GOTO OK2 *'Yeşil lambayı yak, kırmızı lambayı söndür alarmı çalıştır. OK2 etiketine dallan*

ENDIF

ENDIF

OK2: *'OK2 Etiketi*

PAUSE 100 *' 100 ms'lik gecikme*

LCDOut \$FE, 1 *'Ekranın temizlemesi için komut.*

'LCDOut komutu ile 1. satırda öndeki aracın konum bilgileri, 2. satırda arkadaki otunun konum bilgileri, 3. satırda dakika, saniye ve metre olarak mesafe bilgisi ve 4. satırda araçlar arasındaki hız farkı LCD ekranda gösteriliyor.

LCDOut

\$FE,\$80,"OTO1:","#M0A,#M1A,"." ,#M2A,#M3A,"." ,#M4A,#M5A,#M6A,#M7A,"N"

LCDOut \$FE,\$C0,"OTO2:","#M0,#M1,"." ,#M2,#M3,"." ,#M4,#M5,#M6,#M7,"N"

LCDOut \$FE,\$94,"MESAFE:","#FRK2,"." ,#FRK1," " ,#DFR1,"m"

LCDOut \$FE,\$D4,"HIZ:",FT,#MFR1,".",#MFR2

PAUSE 500

'500 ms'lik gecikme

tlabel:

'tlabel etiketi

GOTO GPS

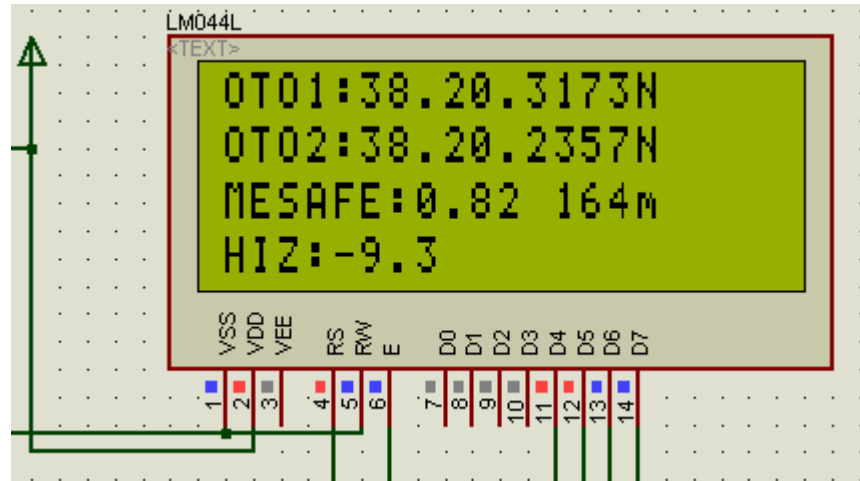
'GPS etiketine Dallon

END

'Programı sonlandır.



Şekil 4.27. Programın başlatıldığı andaki LCD ekrandaki görüntü



Şekil 4.28. Her iki aracın konum bilgileri, araçlar arasındaki mesafe ve hız farkının LCD ekrandaki görüntüsü

4.4. Sonuç

Bu bölümde “**Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi**” tasarlandı. Tasarımın her adımı ayrıntıları ile incelendi. Kullanılacak elektronik kart’ın nasıl tasarlandığı baskı devresinin nasıl çizildiğinden başlayarak anlatıldı. Elektronik kart’a harici veya dahili olarak takılan modüllerin özellikleri ve verileri firmadan alınan bilgilerle bu bölümde sunuldu. Mikroişlemciler PicBasic Pro programlama dili ile programlandı. Bu programlama diline ait değişkenler, tanımlayıcılar ve komutlar ayrıntıları ile verildi.

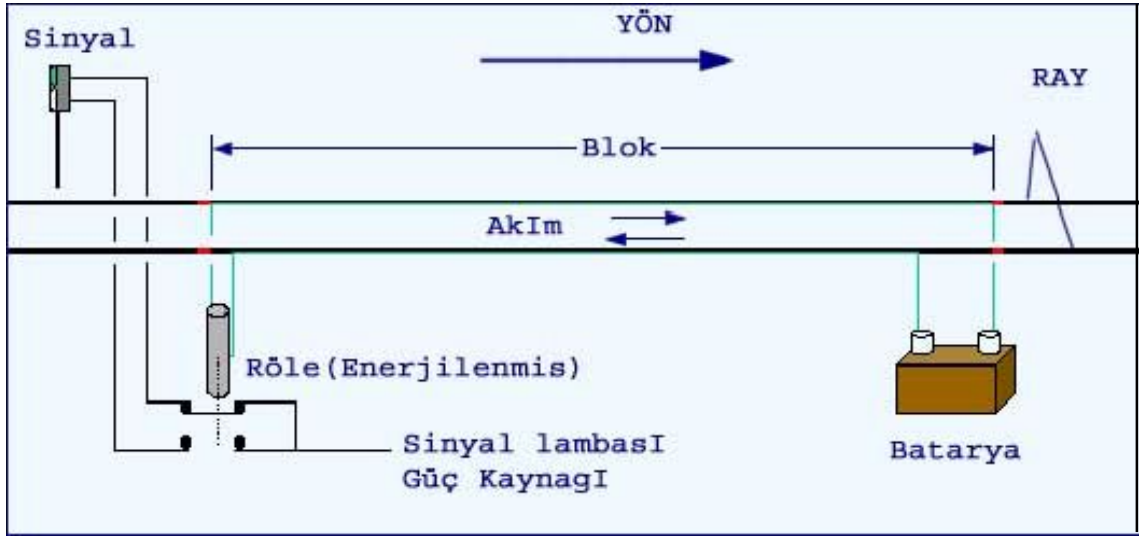
Bölümün son kısmında iki araç da bulunacak iki kart için program yazıldı. Öndeki araç da bulunacak kartın görevi, GPS uydularından aldığı konum ve hız bilgisini, arkadaki araca göndermek. Arkadaki araç da ki kartın görevi ise, öndeki araç dan gelen konum ve hız bilgileri almak ve kendi konum ve hız bilgileriyle karşılaştırıp uygun ikazı operatöre vermek. Bu kartlar ve yazılımlar ile bir prototip yapılmış ve 18.01.2008 tarihinde Malatya – Dilek istasyonları arasında denenmiş ve uygulama sonuçları bir tutanakla imza altına alınmıştır. Bu tutanak Ek’ler bölümünde bulunabilir. Bu prototipin başarıyla gerçekleşmesi bize, Tren işletme sistemleri ve Tren koruma sistemlerinin yerli bir tasarımla başarıyla gerçekleştirilebileceğini gösterdi.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

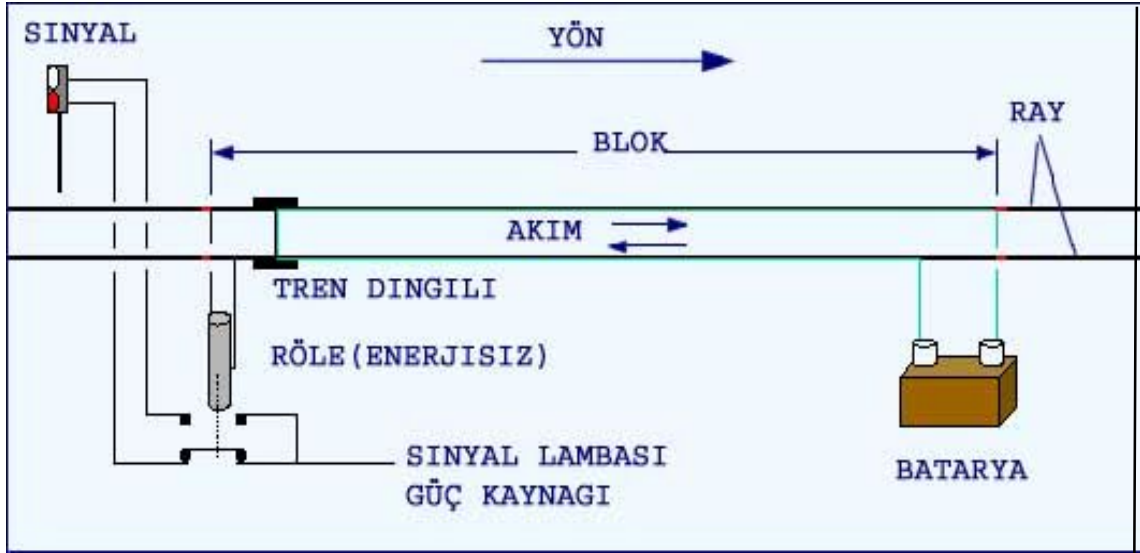
Bu tez çalışması ikinci bölümünde tren trafiği yönetim metotları, üçüncü bölümünde tren koruma sistemleri anlatıldı. Tren trafiği yönetim metotları, demiryollarında trafiğin genel işleyişini düzenleştirmek ve hat kapasitesini arttırmak için tasarlanır ve kullanılır. Tren koruma sistemleri ise, tren trafiği yönetim metotlarının güvenliğini arttırıcı ekstra bir güvenlik yamasıdır. Gerçek de tren trafiği yönetim metotları sistem olarak ilk etap da güvenliği amaçlasa da, treni kullanan bir operatör ve trenlerin trafiğini merkezden yürüten bir trafik kontrolörü olmasından dolayı, insan kaynaklı hatalar ortaya çıkabilmekte ve maddi, manevi zararlarla karşı karşıya gelinebilmektedir. O halde trenin idaresi ile kararları tamamen operatöre bırakmamak şarttır. İşte tren koruma sistemleri trenin idaresi ile kararları operatör ile paylaşan insan odaklı hataları engelleyen bir sistemdir.

Tren trafiği yönetim metotlarında son yıllarda sabit blok ve hareketli blok sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler arasındaki farklılıkları bakalım. Sabit bloklu sistemlerin ekipmanları pahalıdır, hasarlanmalara, vandalizme (yakıp yıkmaya) ve hırsızlıklara karşı savunmasızdır. Yol boyunca yerleştirilen ekipmanların hırsızlıklara karşı savunmasız olduğu bir gerçektir. Sabit bloklu bir sistem için hat boyunca kablo kanalları içinden çekilen kilometrelerce uzunluktaki kablolar içerdikleri bakır yüzünden hırsızların ana hedefi olmuştur. Demiryollarının Malatya bölgesinde yaşanan kablo hırsızlıkları bu düşüncüyü doğrulamaktadır. O halde yol boyu ekipmanlarının çok az olduğu ve bilgi alışverişinin kablo yerine radyo frekansı ile yapıldığı Hareketli Blok sistemi, hasarlanmalara, vandalizme (yakıp yıkmaya) ve hırsızlıklara karşı en güvenli sistemdir. Buna ek olarak hareketli blok sisteminin, sabit bloklu sistemlerin çok üzerinde hat verimini sağlaması ve yol boyu ekipmanlarının oldukça az olması sayesinde maliyetlerinin oldukça düşük olması, hareketli blok sistemini yıldızlaştırmaktadır.

Sabit bloklu sistemlerin temel mantığını hatırlayalım. Şekil 5.1. 'de görüldüğü gibi hat bloklara bölünmüştür, her bloğun başlangıcına bir enerji kaynağı bitimine ise bir röle konmuştur. Şekil 5.1. 'de görüldüğü gibi eğer blok boş ise enerji röleyi ulaşıp röleyi enerjilendirir. Şekil 5.2. 'de olduğu gibi eğer blok' da bir tren varsa, enerji röleyi ulaşamadığından röle çekemez. Bu temel mantık aslında hayati bir güvenliği de beraberinde getirir. Şöyle ki;



Şekil 5.1. Blok' da tren yok



Şekil 5.2. Blok' da tren var

Sabit blok sisteminde, bloklardaki röle ve enerji kaynağından oluşan ray devresi trenin varlığını algılamının yanında, rayda meydana gelebilecek olumsuzlukları da algılar ve gerekli uyarıyı merkezde verir. Örneğin rayda bir kırılma nedeniyle enerji röleye ulaşamaz ve röle düşer, bu durum trenlerin takip edildiği merkezde tren harici meydana gelen bir meşguliyet olarak gösterilir. Bu bildirimde göre de gerekli tedbirler alınır. Son aylarda Kütahya da meydana gelen tren kazası rayda meydana gelen bir kırılma nedeniyle meydana gelmiş ve birçok kişinin ölümüne neden olmuştur. Halbuki sabit bloklu bir sistem mevcut olsaydı, ray kırılması önceden tespit edilip gerekli

tedbirler alınmış olurdu. Sadece ray kırılması değil, terör amaçlı rayların sökülmesi gibi durumlar için de oldukça önemli bir uyarı sistemidir.

Hareketli blok sisteminde trenler buldukları konumları yol boyunda bulunan beacon veya benzeri cihazlarla öğrenir ve radyo frekansı ile merkeze bildirir. Bu tez çalışmasının dördüncü bölümünde tasarlanan Hareketli Blok sisteminde trenlerin konum bilgileri GPS sistemi sayesinde tespit ediliyordu. Ancak GPS sisteminin USA tarafından askeri amaçlarla başlayan ve kullanılan bir sistem olması ve istenildiği zaman bu ülke tarafından engellenebilir veya yanlış bilgilendirme olasılığı nedeniyle güvenilirliğine gölge düşmektedir. Onun yerine Aselsan'ın ülkemizin tankları için geliştirdiği konum belirleme sistemi gibi bir sistemin kullanılması belki de daha yerinde olacaktır.

Yukarıda bahsedildiği gibi, hareketli blok sistemlerinde yolda ray devresi tesis edilmemiştir. Bu yüzden rayda meydana gelebilecek ray kırılmaları veya rayların sökülmesi gibi olumsuzluklar merkezde görülemez ve gerekli önlemler alınamaz. İşte bu nedenden dolayı, hareketli blok sisteminin güvenilirliğine gölge düşmektedir. Halbuki hareketli blok sistemi sayesinde, hat verimini maksimuma çıkartabiliyor, trenlerin hız limitlerini aşmasını engelleyebiliyor ve trenler arasındaki güvenli takip mesafesini koruyarak olası kazaların önüne geçebiliyorduk. O halde hareketli blok sistemi için daha kat edilecek epey bir mesafe mevcut. Bu tez çalışması gösterdi ki bu sistemler profesyonel bir çalışma ile hayata geçirilebilir ve bu konuda ülkemiz geç kalınmış olsa da dünyada söz sahibi olabilir. Belki bu sistemleri ilk icat eden bizler değil ama daha ileri düzeyde sistemler yapıp neden gelişen dünya demiryollarında yerimizi almayalım.

6. KAYNAKLAR

1. TCDD, “Trenlerin hazırlanmasına ve trafiğine ait yönetmelik”(1982),düzenleme 2003
2. Signalling And Control Pages
<http://www.railway-technical.com>
3. Automatic Train Control (ATC)
http://www.sztaki.hu/providers/metro4/megval/tanulmany/study_3-5.htm
4. (WO/2000/009380) System For Distributed Automatic Train Supervision And Control
<http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?wo=2000009380&IA=WO2000009380&DISPLAY=DESC>
5. Moving Block
<http://www.railway-energy.org/tfee/index.php?ID=220&TECHNOLOGYID=81&SEL=210&EXPANDALL=3>
6. Railway Signalling
http://en.wikipedia.org/wiki/Railway_signalling
7. Mekanik Emniyet Tesisatı
<http://e40003.me.metu.edu.tr/MekanikSemafor/>
8. Kichenside, G. and Williams, A., (1998), Two Centuries of Railway Signalling, Oxford Publishing Co
9. Vanns, M.A., (1995), Signalling in the Age of Steam, Ian Allan,
10. Brian,F. W.,(May 1,2006),”[Railroad's traffic control systems](#)”
retrieved August 16, 2006
11. [General Code of Operating Rules, Fifth Edition](#). Copyright 2005 General Code of Operating Rules Committee (modified by BNSF Railway Company)
12. Elements of Railway Signaling, General Railway Signal (June 1979)
13. Automatic Train Control in Rail Rapid Transit, United States Congress Office of Technology Assessment, May 1976 NTIS order #PB-254738
<http://www.princeton.edu/~ota/disk3/1976/7614/7614.PDF>
14. Automatic Train Control in Rail Rapid Transit, United States Congress Office of Technology Assessment, May 1976 NTIS order #PB-254738
<http://www.princeton.edu/~ota/disk3/1976/7614/7614.PDF>
15. Subway Signals: A Complete Guide, <http://www.nycsubway.org/tech/signals/>
16. Railway Signalling -- A guide to modern signalling technology, Institution of Railway Signal Engineers. Published 1980.

17. Tubeprune: Automatic Train Operation on the Victoria Line,
<http://www.trainweb.org/tubeprune/Victoria%20Line%20ATO.htm>
18. United States Federal Railroad Administration (2004-12-15). [Positive Train Control Overview](#). Retrieved on 2007-01-10.
19. Özkan, S.,Dinar, E.,Eğridereli, A.,(2005),“Proteus’un İncelenmesi”,Bitirme Tezi, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
20. PROTEUS yardım dosyaları
21. <http://web.sakarya.edu.tr/~aozcerit/elo114dersNotları.zip>
22. Altınbaşak, O.,(2002), ”PicBasic Pro ile PIC Programlama”, Altaş yayıncılık, İstanbul
23. Altınbaşak, O.,(2000), ”Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama”, Altaş yayıncılık, İstanbul
24. İbrahim, D. ve Mustafa, H.İ.,(2004), “PIC Programlama ve İleri PIC Projeleri”, Bileşim yayıncılık, İstanbul
25. Butterworth-Heinemann,(2001),” “PIC BASIC: PROGRAMMING AND PROJECTS”, International Publishers, London
26. PicBasic Pro User Guide(1999), Micro Engineering Labs Inc.
27. John lovine(2000).PIC Microcontroller Project Book.McGraw-Hill
29. <http://www.melabs.com>
30. <http://www.microchip.com>
31. <http://www.udea.com.tr/>
32. <http://www.udea.com.tr/1/UFM-A12WPA%20KILAVUZ.pdf>
33. <http://www.denizelektronik.com/>
34. http://www.denizelektronik.com/gps_board.htm
35. http://www.denizelektronik.com/pdf/dELAb_GPS_Module.pdf
36. <http://aprs.gids.nl/nmea/>
37. <http://www.antrak.org.tr/gazete/122002/barbar.htm>
38. <http://www.antrak.org.tr/gazete/122002/barbar.htm>

7. EKLER

7.1. Uygulama Tutanağı

TUTANAKTIR

18.01.2008 Cuma günü, Yalçın ÇETİN' in "Demiryollarında ATC ve ATO Sistemler" adlı tez çalışması için hazırladığı "Hareketli Blok ve Komünikasyon Bazlı Tren Koruma Sistemi" prototipini denemek için TCDD 5.Bölge Müdürlüğü Tesisler binasında toplandık. Prototip iki parça olup, demiryollarında sinyalizasyon arızalarının giderilmesi için kullanılan iki adet iş otosuna(araç) montajı yapıldı. Her bir oto'da EEM 2007 kartı ve bu karta bağlı olan GPS alıcı ve radyo frekans modem bulunmaktadır. Arkadaki oto'da bu cihazlara ek olarak kabin içi sinyal bulunmaktadır. Kabin içi sinyal, kırmızı ve yeşil renk olmak üzere iki renk bildiriye ve bir adet de sesli bildiri veren buzzere sahiptir.

18.01.2008 tarihinde saat 10:00 'da iki iş otosu olarak peşi sıra Malatya'dan Dilek cihetine doğru yola çıkıldı. Biz dört kişi arkadaki otda bulunduk. İki oto arasındaki haberleşme telsiz aracılığı ile yapıldı. Denemeler aşağıdaki şekilde yapıldı.

- Öndeki oto ile aramızda 3 metre olacak şekilde durduk. LCD ekranda aramızdaki mesafeyi gördük ve bu mesafe 200 metrenin altında olduğu için kabin içi sinyalimizin kırmızı olup, sesli uyarı aldık. Öndeki oto hareketine başladı ve aradaki mesafenin arttığını LCD ekranda takip ettik. Aradaki mesafe 200 metrenin üzerine çıktığında kabin içi sinyalimiz yeşil oldu ve sesli uyarı kesildi.
- Öndeki oto ile aramızdaki mesafe 400 metrenin üzerindedir. Bu sefer öndeki oto'nun durmasını ve bizi beklemesini söyledik. Bu esnada kabin içi sinyalimiz yeşil ve sesli uyarı yoktu. Öndeki otoyoya yaklaşmaya başladık. Mesafe 400 metrenin altında düştüğünde ve hız olarak bizim hızımız yüksek olduğundan (öndeki oto sabit duruyordu) kabin içi sinyalimiz hem kırmızı hem yeşil oldu ve sesli uyarı başladı. Aradaki mesafe 200 metrenin altına düştüğünde ise sesli uyarıyı ve yalnız kırmızı bildiriye gördük.
- Öndeki oto ile aramızdaki mesafe 200 metrenin altındayken her iki oto ile harekete başladık. Öndeki otoyoya hızını arttırmasını söyledik. Aradaki mesafe 200 ila 400 metre arasındayken, öndeki otonun hızı bizim hızımızdan yüksek olmasından dolayı yalnız yeşil bildiriye gördük. Bu sefer öndeki otoyoya hızını

düşürmesini söyledik. Aradaki mesafe 200 ila 400 metre arasındayken, bizim hızımız öndeki otonun hızından yüksek olmasından dolayı kabin içi sinyali kırmızı ve yeşil olup, sesli uyarı başladı.

EEM 2007 kartının üzerinde bulunan LCD ekranda iki oto arasındaki mesafe anlık bildiriliyordu. Arazideki katener direklerinin üzerinde buldukları kilometre yazılıydı. Bu katener direklerinden yararlanarak EEM 2007 kartının bildirdiği mesafenin %10'luk bir hata payı ile doğru olduğuna kanaat getirdik.

İş bu tutanak tarafımızdan hazırlanarak imza altına alınmıştır.

Mustafa COŞKUN
Elektrikli Sinyal
Şefi

Ali Seydi FELEK
Elektrik-Elektronik
Mühendisi

Yalçın ÇETİN
Elektrik-Elektronik
Mühendisi

Prof.Dr. Arif MEMMEDOV

7.2. Araç-2 Kontrol Kartı Yazılımının Hex Kodları

:10000000B2018D29A400B3172730A30010301420AB
:100010000330A300E8301420A30164301420A301AE
:100020000A30142024081F28A2002508A100240853
:10003000A00067212008031DB313B31B0800303E46
:1000400022280408A70086118610861083168611C0
:10005000861086100F30860583122708B2184E28A6
:100060003A30A10098304B213330A6006220133083
:10007000A10088304B21622064304A216220643024
:100080004A212230A600622028304D200C304D201D
:1000900006304D20B21427084E283214A600321C18
:1000A0005C288610033C031C612861200730A100F6
:1000B000D0304B21031408003214FE3C0319882968
:1000C0008614321C321086150F3086052608F0394A
:1000D00086048611A60E3218622832304A21031493
:1000E00008006400872003187128FF20A801083049
:1000F000A300002187200318A80AAB1EA801A20CA8
:10010000A30B7928AB1AA213002122080800360895
:100110008400340884178004841300052B1B3406E4
:10012000FF3E08002908031988298321A903922882
:10013000A401A501B3128321D33E0319B3162D3EAA
:10014000C63E03189B280A3E031C9B28A2000310EE
:10015000240DA000250DA100200DA10DA40703185A
:10016000A10A2108A507A40DA50D2208A4070318BC
:10017000A50AA9030319C3288321C63E0318C3286F
:100180000A3E0318A628B31ECA28A409A509A40A72
:100190000319A50A24088829A6003608840080309F
:1001A000B3050830A70003100318B30AE520A60C16
:1001B000A70BD4280000AB1A330CE5208B210314C5
:1001C000E5202F08A3002E083E298413AB1FF42836
:1001D000000834042B1F3406800084170008340400
:1001E000031C34068000002900083404031C340674
:1001F0002B1B34068000841734098005002933172F

:100200002B081F39FF3EA1002A08F53E0318A10A5A
:10021000331F4B293313A000023062214B29B31343
:1002200029080319B3170530A8002730A3001030A0
:1002300025210330A300E8302521A30164302521C6
:10024000A3010A30252124082C29A2002508A10099
:100250002408A00067212008A000A8030319B313F5
:100260002908031936292802031808002008031D4D
:10027000B313B31B0800303E8329A301A200FF3053
:10028000A207031CA307031C88290330A100DF3049
:100290004B213F29A101E83EA000A109FC30031C2D
:1002A0005429A00703185129A0076400A10F512960
:1002B00020185A29A01C5E2900005E29080003109E
:1002C000A10CA00CFF3E03185F2920088829A50176
:1002D000A4011030A600210DA40DA50D2208A40232
:1002E0002308031C230FA50203187D292208A40755
:1002F00023080318230FA5070310A00DA10DA60BBB
:100300006B2920088829840031088A00300882007F
:10031000831303138312640008008316FF308500E3
:100320008030870036308800890107309F008312B3
:100330000130A300F4308A013E212430B800B90115
:100340005230BA00BB014630BC00BD014530BE0092
:10035000BF014E30C000C1014430C200C3010D30A6
:10036000C400C5010A30C600C701FE308A01222040
:1003700001308A01222047308A01222050308A0130
:10038000222053308A01222020308A01222064302A
:100390008A01222065308A0122206E308A012220C3
:1003A00065308A0122206D308A01222065308A0161
:1003B00022203A308A012220FE308A012220C030D9
:1003C0008A01222047308A01222050308A012220CF
:1003D00053308A01222020308A01222064308A0191
:1003E000222065308A0122206E308A012220653069
:1003F0008A0122206D308A01222065308A01222064
:100400003A308A01222064308A013D2164008A1139
:100410000A12081A612B0830B6008030B400BC30D4

:10042000AA00AB018A017120243C8A110A12031D23
:10043000122A8A017120473C8A110A12031D122ACE
:100440008A017120503C8A110A12031D122A8A0166
:100450007120523C8A110A12031D122A8A0171204E
:100460004D3C8A110A12031D122A8A017120433C55
:100470008A110A12031D122A0130A9007130B0003E
:10048000B1018A0192200130A9007130B000B101A0
:100490008A019820F2000130A9007130B000B1014A
:1004A0008A019820F3000130A9007130B000B10139
:1004B0008A019820F4000130A9007130B000B10128
:1004C0008A019820F5000130A9007130B000B10117
:1004D0008A019820F6000130A9007130B000B10106
:1004E0008A019820F7002830A9007130B000B101CE
:1004F0008A0192200130A9007130B000B1018A0157
:100500009820F8000130A9007130B000B1018A01D3
:100510009820F9000130A9007130B000B1018A01C2
:100520009820FA000130A9007130B000B1018A01B1
:100530009820FB000130A9007130B000B1018A01A0
:100540009820FC000130A9007130B000B1018A018F
:100550009820FD0064308A013D21FE308A0122206E
:1005600001308A01222053308A01222041308A0141
:10057000222041308A01222054308A0122203A3040
:100580008A0122200130A9007208A400A5012130AF
:10059000B000B1018A010F210130A9007308A40045
:1005A000A5012130B000B1018A010F213A308A0142
:1005B00022200130A9007408A400A5012130B00058
:1005C000B1018A010F210130A9007508A400A5011D
:1005D0002130B000B1018A010F213A308A01222076
:1005E0000130A9007608A400A5012130B000B101B6
:1005F0008A010F210130A9007708A400A50121304C
:10060000B000B1018A010F21FE308A012220C030E2
:100610008A01222054308A01222041308A0122207E
:1006200052308A01222049308A01222048308A0132
:1006300022203A308A0122200130A9007808A40043

:10064000A5012130B000B1018A010F210130A900BC
:100650007908A400A5012130B000B1018A010F2161
:100660002E308A0122200130A9007A08A400A501B9
:100670002130B000B1018A010F210130A9007B08AF
:10068000A400A5012130B000B1018A010F212E3054
:100690008A0122200130A9007C08A400A501213094
:1006A000B000B1018A010F210130A9007D08A4002A
:1006B000A5012130B000B1018A010F218A110A126F
:1006C000562D0830B6008030B400BC30AA00AB0113
:1006D0008A017120243C8A110A12031D682B8A01A9
:1006E0007120473C8A110A12031D682B8A01712070
:1006F000503C8A110A12031D682B8A017120523C5A
:100700008A110A12031D682B8A0171204D3C8A113F
:100710000A12031D682B8A017120433C8A110A12B8
:10072000031D682B0A30A9007130B000B1018A01A5
:1007300092200130A9007130B000B1018A019820E7
:10074000C8002508C9000130A9007130B000B1010E
:100750008A019820CA002508CB000130A900713019
:10076000B000B1018A019820E0002508E1000130C5
:10077000A9007130B000B1018A019820E400250879
:10078000E5000130A9007130B000B1018A0192206A
:100790000130A9007130B000B1018A019820E60053
:1007A0002508E7000130A9007130B000B1018A01CD
:1007B0009820E8002508E9000130A9007130B00058
:1007C000B1018A019820EA002508EB000130A90058
:1007D0007130B000B1018A019820EC002508ED00CD
:1007E0000330A9007130B000B1018A0192200130BC
:1007F000A9007130B000B1018A019820EE002508EF
:10080000EF000130A9007130B000B1018A019820D9
:10081000F0002508F1000130A9007130B000B101ED
:100820008A019820CC002508CD000130A900713044
:10083000B000B1018A019820CE002508CF00013018
:10084000A9007130B000B1018A019820D0002508BC
:10085000D1000130A9007130B000B1018A019220AD

:100860000130A9007130B000B1018A019820D20096
:100870002508D3000130A9007130B000B1018A0110
:100880009820D4002508D5000130A9007130B000AF
:10089000B1018A019820D6002508D7000130A900AF
:1008A0007130B000B1018A019820D8002508D90024
:1008B0000330A9007130B000B1018A0192200130EB
:1008C000A9007130B000B1018A019820DA00250832
:1008D000DB000130A9007130B000B1018A0198201D
:1008E000DC002508DD000130A9007130B000B10145
:1008F0008A019820DE002508DF000130A900713050
:10090000B000B1018A0192200130A9007130B0001D
:10091000B1018A019820E2002508E3000230A3001B
:10092000BC308A013E210730B6004030B4008C3024
:10093000AA000130AB00AE01AF0124308A01CC2007
:1009400052308A01CC2046308A01CC2048088A01E6
:10095000CC204A088A01CC2060088A01CC20640897
:100960008A01CC2066088A01CC2068088A01CC2044
:100970006A088A01CC206C088A01CC205A088A01B6
:10098000CC205C088A01CC205E088A01CC20620859
:100990008A01CC2045308A01CC204E308A01CC20FF
:1009A00044308A01CC200D308A01CC200A308A01E3
:1009B000CC2064308A013D21FE308A0122200130A2
:1009C0008A0122204C308A01222041308A012220D3
:1009D00054308A0122203A308A0122204908A50099
:1009E00048088A0102204B08A5004A088A01022013
:1009F0002E308A0122206108A50060088A010220A9
:100A00006508A50064088A0102202E308A01222090
:100A10006708A50066088A0102206908A500680821
:100A20008A0102204E308A012220FE308A012220D3
:100A3000C0308A01222048308A01222049308A01B0
:100A400022205A308A01222049308A0122204E3049
:100A50008A01222049308A0122205A308A0122202C
:100A60003A308A0122205B08A5005A088A01022038
:100A70005D08A5005C088A0102205F08A5005E08E9

:100A80008A0102202E308A0122206308A500620814
:100A90008A0102204D308A01222050308A01222012
:100AA00048308A01222064308A013D218A01062AC9
:060AB00063008A01582DCD
:02400E00753FFC
:00000001FF

7.3. Araç-1 ve Merkezi İşlemci Kontrol Kartı Yazılımının Hex Kodları

:10000000B6015C29A501A400B7172730A300103062
:1000100015200330A300E8301520A301643015201B
:10002000A3010A30152024082028A2002508A100D9
:100030002408A00020212008031DB713B71B0800C7
:10004000303EA70086118610861083168611861012
:1000500086100F30860583122708B6184D283A30CF
:10006000A1009830E9203330A60061201330A100B0
:100070008830E92061206430E82061206430E82085
:100080002230A600612028304C200C304C20063055
:100090004C20B61427084D283614A600361C5B28C1
:1000A0008610033C031C602860200730A100D0307C
:1000B000E920031408003614FE3C0319572986145E
:1000C000361C361086150F3086052608F039860452
:1000D0008611A60E361861283230E8200314080075
:1000E0006400862003187028CB20A8010830A300E4
:1000F000CC2086200318A80AAB1EA801A20CA30BD3
:100100007828AB1AA213CC20220808003A088400F1
:10011000380884178004841300052B1B3806FF3E23
:1001200008002908031957295221A9039128A4017D
:10013000A501B7125221D33E0319B7162D3EC63E74
:1001400003189A280A3E031C9A28A2000310240DC3
:10015000A000250DA100200DA10DA4070318A10AE0
:100160002108A507A40DA50D2208A4070318A50AB8
:10017000A9030319C2285221C63E0318C2280A3E09
:100180000318A528B71EC928A409A509A40A03199C

:10019000A50A2408572937172B081F39FF3EA1004D
:1001A0002A08F53E0318A10A371FE9283713A000D3
:1001B00002300021E928A301A200FF30A207031C9E
:1001C000A307031C57290330A100DF30E920DD28F5
:1001D000A101E83EA000A109FC30031CF228A00701
:1001E0000318EF28A0076400A10FEF282018F828B3
:1001F000A01CFC280000FC2808000310A10CA00C87
:10020000FF3E0318FD2820085729A20003301029BB
:10021000A20006301029A20004301029A2000530E7
:10022000A80023082102031D1729220820020430F8
:1002300003180130031902302805031DFF30572928
:10024000A501A4011030A600210DA40DA50D2208C2
:10025000A4022308031C230FA50203183629220831
:10026000A40723080318230FA5070310A00DA10D51
:10027000A60B2429200857291030A800A101A001AD
:10028000A70CA60C031C4A292208A0072308031860
:10029000230FA107A10CA00CA50CA40CA80B4029AE
:1002A00024085729840031088A003008820083130B
:1002B00003138312640008008316FF30850080302A
:1002C000870036308800890107309F008312013093
:1002D000A300F4308A01DC202430BC00BD01523080
:1002E000BE00BF014630C000C1014530C600C70195
:1002F0004E30C800C9014430CA00CB010D30CC00DB
:10030000CD010A30CE00CF01FE308A01212001301C
:100310008A012120FE308A01212080308A0121209B
:1003200054308A01212052308A01212045308A012F
:1003300021204E308A01212020308A0121204B309B
:100340008A0121204F308A01212052308A01212048
:1003500055308A0121204D308A01212041308A0107
:10036000212020308A01212053308A012120493068
:100370008A01212053308A01212054308A01212012
:1003800045308A0121204D308A01212049308A01DF
:100390002120FE308A012120C0308A012120203016
:1003A0008A01212020308A01212020308A01212049

:1003B00020308A0121204D308A01212041308A01DC
:1003C00021204C308A01212041308A0121205430E3
:1003D0008A01212059308A01212041308A012120BF
:1003E00020308A01212032308A01212030308A01D8
:1003F000212030308A01212037308A01212020300D
:100400008A01212020308A01212020308A012120E8
:1004100020308A012120FE308A01212094308A0177
:10042000212020308A01212020308A012120203003
:100430008A01212020308A01212059308A0121207F
:1004400041308A0121204C308A01212043308A0129
:10045000212049308A0121204E308A01212020307C
:100460008A01212043308A01212045308A01212040
:1004700054308A01212049308A0121204E308A01DE
:100480002120FE308A012120D4308A0121205030E1
:100490008A01212052308A0121204F308A012120F7
:1004A00047308A01212052308A01212041308A01BF
:1004B00021204D308A01212020308A012120423024
:1004C0008A01212041308A01212053308A012120D4
:1004D0004C308A01212041308A01212054308A0188
:1004E000212049308A0121204C308A0121204930C5
:1004F0008A01212059308A0121204F308A01212090
:1005000052308A0121200914891409150330A300EF
:10051000E8308A01DC200910891009118316CF0107
:1005200083120730BA008030B8008C30AA00013046
:10053000AB008A017020243C8A110A12031D992AFB
:100540008A017020523C8A110A12031D992A8A01DD
:100550007020463C8A110A12031D992A8A017020D4
:100560008316D10083128A0170208316D200831271
:100570008A0170208316D30083128A0170208316AB
:10058000D40083128A017020FC00FD018A017020D2
:100590008316A000A10183128A0170208316A40093
:1005A000A50183128A0170208316A800A901831275
:1005B0008A017020E800E9018A017020EC00ED0159
:1005C0008A017020F000F1018A017020F600F70125

:1005D0008A0170208316C10083128A01702083165D
:1005E000C20083128A0170208316C30083128A011D
:1005F00070208316C40083128A0170208316C50000
:10060000323083128A01DB200830BA008030B80013
:10061000BC30AA00AB018A017020243C8A110A1266
:10062000031D0B2B8A017020473C8A110A12031DF
:100630000B2B8A017020503C8A110A12031D0B2BD0
:100640008A017020523C8A110A12031D0B2B8A0169
:1006500070204D3C8A110A12031D0B2B8A01702059
:10066000433C8A110A12031D0B2B0A30A90070307B
:10067000B000B1018A0191200130A9007030B000B2
:10068000B1018A019720D4002508D5000130A900C6
:100690007030B000B1018A019720D6002508D7003C
:1006A0000130A9007030B000B1018A019720F2003A
:1006B0002508F3000130A9007030B000B1018A01B3
:1006C0009720F8002508F9000130A9007030B0002B
:1006D000B1018A0191200130A9007030B000B10150
:1006E0008A019720FA002508FB000130A90070302C
:1006F000B000B1018A019720FE002508FF000130FB
:10070000A9007030B000B1018A0197208316A200C1
:10071000831225088316A30083120130A9007030CC
:10072000B000B1018A0197208316A6008312250824
:100730008316A70083120330A9007030B000B10106
:100740008A0191200130A9007030B000B1018A0106
:1007500097208316AA00831225088316AB00831204
:100760000130A9007030B000B1018A0197208316D2
:10077000AC00831225088316AD0083120130A90056
:100780007030B000B1018A019720D8002508D90047
:100790000130A9007030B000B1018A019720DA0061
:1007A0002508DB000130A9007030B000B1018A01DA
:1007B0009720DC002508DD000130A9007030B00072
:1007C000B1018A0191200130A9007030B000B1015F
:1007D0008A019720DE002508DF000130A900703073
:1007E000B000B1018A019720E0002508E100013046

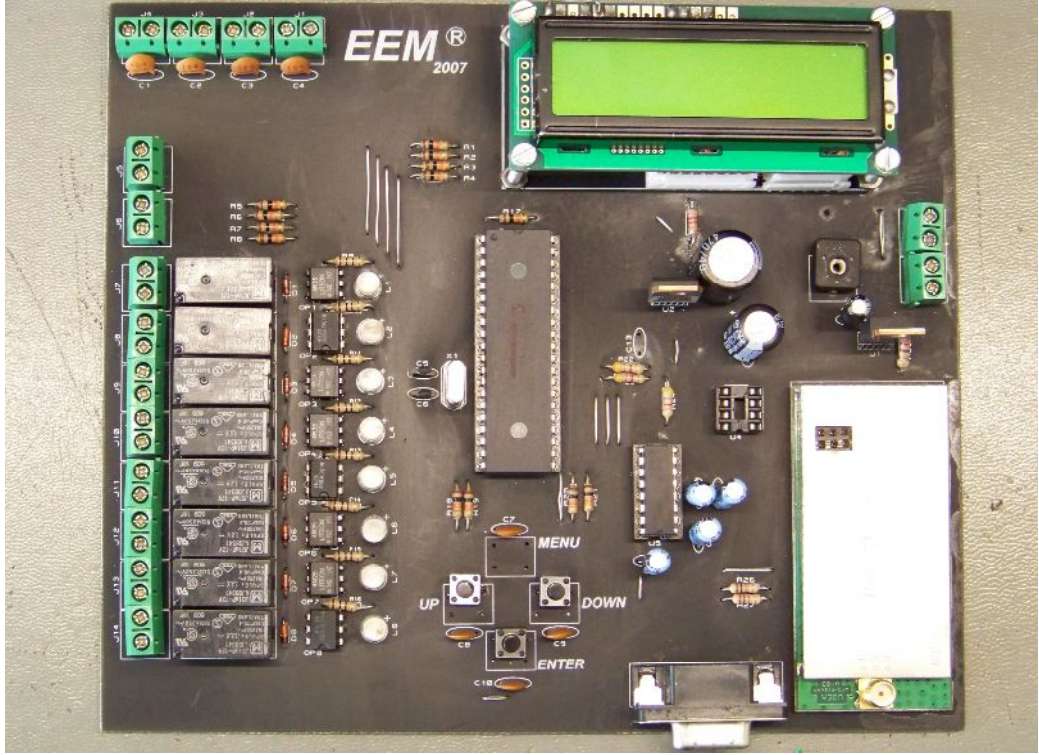
:1007F000A9007030B000B1018A019720E2002508FD
:10080000E3000130A9007030B000B1018A019720E7
:10081000E4002508E5000330A9007030B000B10104
:100820008A0191200130A9007030B000B1018A0125
:100830009720E6002508E7000130A9007030B000DD
:10084000B1018A019720EA002508EB000130A900D8
:100850007030B000B1018A019720EE002508EF004A
:100860000130A9007030B000B1018A01912001303F
:10087000A9007030B000B1018A019720F40025086A
:10088000F50032308A01DB20831653088312A6005C
:10089000A7010A30A200A3018A013C21B200250869
:1008A000B30083165408831232078316B6008312EE
:1008B00033080318013E8316B70083127208A6009E
:1008C0007308A7000A30A200A3018A013C21B200EC
:1008D0002508B300320878078316B800831233085E
:1008E0000318013E79078316B90083127C08A6001D
:1008F0007D08A7006430A200A3018A013C21B20058
:100900002508B300831620088312A6008316210849
:100910008312A7000A30A200A3018A013C21B4007F
:100920002508B5003208B40733080318013EB5079F
:10093000340883162407BA00831235080318013ED1
:1009400083162507BB0083127A08A6007B08A70040
:100950006430A200A3018A013C21B2002508B30043
:100960007E08A6007F08A7000A30A200A3018A0122
:100970003C21B4002508B5003208B4073308031839
:10098000013EB507340883162207BC0083123508E0
:100990000318013E83162307BD003C088312A00004
:1009A00083163D088312A10083163B088312A3001F
:1009B00083163A0883128A0108218A110A12031D3C
:1009C000FC2CE8308316BA0703300318013EBB073E
:1009D0000130B6020030031C013EB7023C083A0267
:1009E0008312D00083163D08031C013E3B02831294
:1009F000D1008A110A12082D83163C083A0283128C
:100A0000D00083163D08031C013E3B028312D10037

:100A10008316380836028312D20083163908031C65
:100A2000013E37028312D3005208A6005308A700E4
:100A3000D030A2000730A3008A013C21B200250873
:100A4000B3005008A6005108A7000230A200A3017D
:100A50008A013C21B4002508B50032083407C200E1
:100A600033080318013E3507C3006C08A6006D0863
:100A7000A7000A30A200A3018A013C21B200250888
:100A8000B300320870078316B200831233080318CC
:100A9000013E71078316B30083126A08A6006B0833
:100AA000A7000A30A200A3018A013C21B200250858
:100AB000B30032086E078316B4008312330803189C
:100AC000013E6F078316B50032088312A00083161B
:100AD00033088312A100831635088312A3008316FE
:100AE000340883128A010E218A110A12031DAB2DCC
:100AF0008316AE01AF0183127608A0007708A1002B
:100B00007508A30074088A0108218A110A12031DBE
:100B10009A2D740876028316B00083127508031CA0
:100B2000013E77028316B1002D30CE0083128A1168
:100B30000A12A82D760874028316B0008312770873
:100B4000031C013E75028316B1002B30CE008312C8
:100B50008A110A125A2E831632088312A0008316B5
:100B600033088312A100831635088312A30083166D
:100B7000340883128A0108218A110A12031D042EE7
:100B80007608A0007708A1007508A30074088A0100
:100B90000B218A110A12031DDC2D740876028316BC
:100BA000B00083127508031C013E77028316B10062
:100BB00083128A110A12F52D0A307407F60075089F
:100BC0000318013EF700740876028316B000831202
:100BD0007508031C013E77028316B1000130B20292
:100BE0000030031C013EB302831283162D30CE0069
:100BF00034083202AE003508031C013E3302AF0058
:100C000083128A110A125A2E831634088312A00006
:100C1000831635088312A100831633088312A300BC
:100C20008316320883128A0108218A110A12031DD1

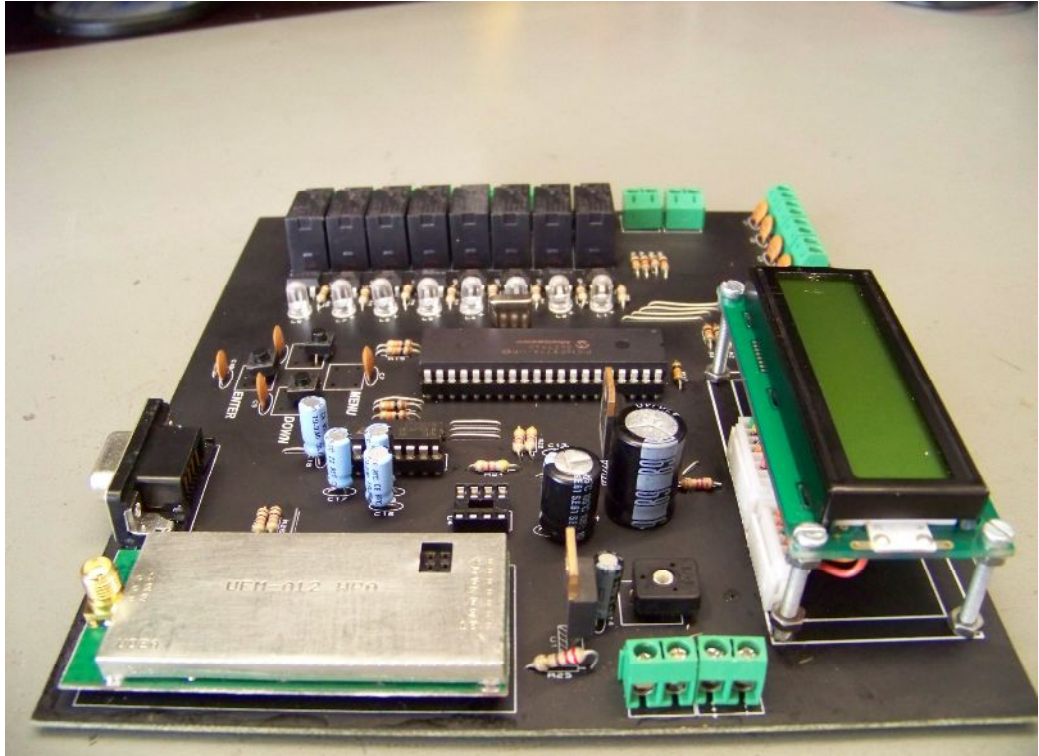
:100C30005A2E7408A0007508A1007708A300760852
:100C40008A010B218A110A12031D352E76087402BF
:100C50008316B00083127708031C013E75028316C9
:100C6000B10083128A110A124B2E0A30F4070318BE
:100C7000F50A760874028316B00083127708031C05
:100C8000013E75028316B1000130B4020030031C2E
:100C9000013EB502831283162B30CE003208340297
:100CA000AE003308031C013E3502AF0083128A11E7
:100CB0000A125A2E4208A0004308A100A301C8301E
:100CC0008A0105218A110A12031D6C2E09140915C7
:100CD00089108A110A12A02E4208A0004308A10020
:100CE0000130A30090308A0108218A110A12031DE5
:100CF0007F2E8914091009118A110A12A02EC830FA
:100D0000A000A1014308A30042088A010B21B20000
:100D1000640083164E082B3C8A110A128312031DAD
:100D20009A2E0914091589148A110A12A02E8A1103
:100D30000A12A02E0910091189148A110A12A02E74
:100D400064308A01DB20FE308A01212001308A01D3
:100D50002120FE308A01212080308A0121204F305D
:100D60008A01212054308A0121204F308A0121201C
:100D700031308A0121203A308A012120831651081E
:100D800083128A0102208316520883128A010220EC
:100D90002E308A0121208316530883128A010220F3
:100DA0008316540883128A0102202E308A012120E2
:100DB0007D08A5007C088A01032083162108831280
:100DC000A5008316200883128A01032083162508B4
:100DD0008312A5008316240883128A010320831638
:100DE00029088312A5008316280883128A0103208C
:100DF0004E308A012120FE308A012120C0308A0134
:100E000021204F308A01212054308A0121204F3087
:100E10008A01212032308A0121203A308A012120A2
:100E20005508A50054088A0103205708A500560854
:100E30008A0103202E308A0121207308A500720840
:100E40008A0103207908A50078088A0103202E3042

:100E50008A0121207B08A5007A088A0103207F08E7
:100E6000A5007E088A010320831623088312A500AB
:100E70008316220883128A0103208316270883120F
:100E8000A5008316260883128A0103204E308A01AA
:100E90002120FE308A01212094308A0121204D300A
:100EA0008A01212045308A01212053308A012120E6
:100EB00041308A01212046308A01212045308A01B3
:100EC00021203A308A0121205308A50052088A01C6
:100ED00003202E308A0121205108A50050088A01E4
:100EE000032020308A0121204308A50042088A01FE
:100EF00003206D308A012120FE308A012120D43068
:100F00008A01212048308A01212049308A0121208C
:100F10005A308A0121203A308A01212083164E0856
:100F200083128A01212083162F088312A5008316BD
:100F30002E0883128A0103202E308A012120831675
:100F400031088312A5008316300883128A0103201A
:100F50000130A300F4308A01DC208A01912A630069
:040F60008A01AF2F24
:02400E00753FFC
:00000001FF

7.4. EEM 2007 Kartının Malzeme Montajı Yapılmış Son Hali



Şekil 7.1. EEM 2007 kartının üstten görünüşü



Şekil 7.2. EEM 2007 kartının yandan görünüşü

8. ÖZGEÇMİŞ

18.08.1978 yılında Eskişehir’de doğdum. İlk ve orta öğrenimini Eskişehir’de bitirdim. Lise öğrenimimi yine Eskişehir’de Demiryolu Meslek Lisesi Tesisler bölümünde bitirdim. Müteakiben 1996 yılında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik bölümünde öğrenime başlayıp 2001 yılında bitirdim. 2005 yılında İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik bölümünde yüksek lisans eğitimine başladım.

1996 yılında TCDD 5. Bölge Tesisler Müdürlüğü Elektrikli Sinyal Şefliğinde Sürveyan Unvanı ile işe başladım. Halen TCDD 5.Bölge Tesisler Müdürlüğünde Mühendis Unvanı ile çalışmaktayım. Aynı zamanda TCDD 5.Bölge Müdürlüğü Kaza komisyon üyeliği yapmaktayım.