

TREN RAYI AÇIKLIĞI ÖLÇÜMÜ

Ahmet GÜRLEK

Dumlupınar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Elektrik-Elektronik Anabilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZMEN

Haziran-2005

KABUL ve ONAY SAYFASI

Ahmet GÜRLEK'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Tren Rayı Açıklığı Ölçümü" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

05/08/2005

(Sınav tarihi)

Üye : Doç.Dr.Rasim İPEK

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ali İhsan ÇANAKOĞLU

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ahmet ÖZMEN (Danışman)

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun 09./08./05. gün ve ..12..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TREN RAYI AÇIKLIĞI ÖLÇÜMÜ

Ahmet GÜRLEK

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2005

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr.Ahmet ÖZMEN

ÖZET

Tren raylarının arıza kontrolünün düzenli ve hatasız yapılması önemlidir. Ancak bu şekilde güvenli bir yolculuk sağlanabilir. Türkiye'nin sahip olduğu demiryolu altyapısının eski olduğu düşünülürse arıza kontrolünün önemi bir kat daha artmaktadır.

Bu tez çalışmasında ray arızalarından bir tanesi olan ray açıklığı tespiti hedef alınmıştır. Bu işlem için raylar üzerinde hareket edebilecek bir mekanizma, mekanizmadan elde edilen hareketleri algılayabilecek optokuplörler, optokuplörlerin çıkışından elde edilen elektriksel sinyalleri yorumlayacak bir elektronik devre ve son olarakta elektronik devrenin çıkışından elde edilen verileri düzenli bir şekilde gösterecek ve saklayacak bir bilgisayar programı kullanılmıştır.

Elektronik devrede mikrokontroler olarak PIC16F877 ve PIC16F84 kullanılmıştır. Verileri düzenlemek ve saklamak için kullanılan yazılım Delphi ile geliştirilmiştir. Verileri saklamak için ise Access veri tabanı kullanılmıştır.

Böylece ray açıklığının belirlenmesi için etkin ve düşük yanılma payına sahip bir test sistemi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ray açıklığı, PIC mikrodenetleyici, Delphi, Access, Veritabanı, optokuplör.

RAILWAYS-DETECTING OF EXPANDING OF RAILWAYS-IS RESEARCHED

Ahmet GÜRLEK

CElektrical and Electronics Engineering MSc.Thesis,2005

Thesis Supervisor:Asist.Prof.Ahmet ÖZMEN

SUMMARY

It is important to detect malfunction of railways regularly and flawlessly. Only by this way a safe journey can be provided. Considering that Turkey's railway infrastructure is old; detection of railway troubles doubles in importance.

In this thesis, one of the troubles of railways- detecting of distance of rails- is researched. For this process, a mechanic structure available to move on the railways, optocouplers able to perceive the movements of these, an electronic circuit for interpreting the electric signals coming from the output of optocouplers, and lastly a computer program that regularly shows and saves the data obtained from the output of electronic circuit are used.

PIC16F877 and PIC16F84 are used as microcontroller in the electronic circuit. Software used for arranging and saving is improved with Delphi. Access Database is used for saving the data.

Thus, a system test is realized which is effective and has low fault ratio for determining the expanding of railways.

Keywords: Railways regularly, PIC Microcontroller, Delphi, Access Database and opto-coupler.

TEŐEKKŪR

Bu alıŐmada bana yardımcı olan baŐta danışman hocam Yrd. Do. Dr.Ahmet ÖZMEN, ŐĐr. GŐr. Ferzende TEKE ve katkılarından dolayı diğer bŐlŐm ŐĐretim elemanlarına ve hibir zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teŐekkŐr ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. TCDD’NİN TARİHÇESİ.....	3
3. TCDD’NİN ŞU ANKI DURUMU	4
4. RAY AÇIKLIĞININ OLUŞMA SEBEPLERİ.....	8
5. RAY AÇIKLIĞI ÖLÇÜM CİHAZI.....	9
5.1. Mekanik kısım.....	9
5.2. Elektronik Kısım.....	10
5.2.1. Dairesel Hareketin Elektriksel Sinyallere Dönüştürülmesi.....	10
5.2.2. Alınan Yolun Ölçülmesi.....	14
6.YAZILIM KISMI.....	17
6.1. Ayarlar Menüsü.....	17
6.2. Ölçüm Menüsü.....	19
6.3. Raporlama Menüsü.....	19
7.RAY AÇIKLIĞININ ÖLÇÜLMESİNDE ALTERNATİF YÖNTEMLER.....	21
7.1. Lineer Potansiyometre Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi.....	21

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
7.2. Lazer Mesafe Ölçüm Sensörü Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi.....	22
7.3. Lazer Sensör Uygulaması.....	24
8.ULTRASONİK MESAFE ÖLÇÜM ÜNİTESİ.....	26
8.1. Verici Devre.....	26
8.2. Ultrasonic Darbe Osilatörü.....	26
8.3.Ultrasonic Osilatör.....	26
8.4. Ultrasonic Sensör Çalışma Devresi.....	27
8.5. Sinyal Yükseltici Devre.....	28
8.6. Algılayıcı Akım.....	28
8.7. Sinyal Dedektörü.....	29
8.8. Zaman Ölçüm Giriş Devresi.....	31
8.9. Puls Ölçüm Osilatörü.....	31
8.10. Süre Boyunca Ölçüm Devresi.....	32
8.11. Güç Devresi.....	33
8.12. Ses Dalgalarının Havadaki Yayılımı.....	33
8.13. Ultrasonic Mesafe Ölçümünün Yapılabileceği Aralık.....	33
8.14. Mesafe Ölçümüne Isı Etkisi.....	34
9.SONUÇ.....	35
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	37

EKLER

EK-1 : Delphi Programı

EK-2 : RS232 protokolü

EK-3 : PIC Mikro Denetleyicisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. TCDD'nin Türkiye'deki demiryolu ağı haritası.....	5
5.1. Ray Açıklığı Ölçüm Sistemi.....	9
5.2.1. Enkoder.....	10
5.2.2. Kullanılan enkoder'ın üzerindeki optokuplör.....	11
5.2.3. Enkoder'ın kare dalga çıkışı (1200 devir/dk).....	12
5.2.4. Enkoder'ın kare dalga çıkışı (1665 devir/dk).....	12
5.2.5. Enkoder'ın kare dalga çıkışı (2500 devir/dk).....	13
5.2.6. Mesafe ölçüm sisteminin vagona monte edilmesi.....	14
5.2.7. Ölçüm devre şeması.....	15
6.1.1. Ayarlar menüsü.....	17
6.2.1. Ölçüm menüsü.....	19
6.3.1. Raporlama Menüsü.....	20
7.1.1. Lineer ve Logaritmik potansiyometrelerin karakteristik eğrileri.....	21
7.1.2. Lineer potansiyometrenin mekanik sisteme bağlanması.....	22
7.2.1. Lazer mesafe ölçüm sensörü.....	23
7.2.2. Lazer mesafe ölçüm sensörünün mekanik yapıya bağlantısı.....	23
7.3.1. Lazer mesafe ölçüm sensörünün test sonuçları grafiği.....	25
8.1.1. Ultrasonik verici devresi.....	26
8.3.1. Ultrasonik osilatör.....	27
8.4.1. Ultrasonik sensörün çalışma devresi.....	28
8.6.1. Shottky bariyer diyodunun karakteristik eğrisi.....	29
8.7.1. Ölçüm ünitesinden dönen ultrasonik sinyaller.....	30
8.8.1. Zaman ölçüm devresi.....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>		<u>Sayfa</u>
3.1.	TCDD'nin tali ve ana hat uzunlukları.....	4
3.2.	TCDD'nin Yıllara göre yaptığı yenilemeler.....	6
8.10.1.	Besleme gerilimine göre frekans değişimi.....	32
8.12.1.	Farklı sıcaklıklardaki sesin hız değişimi.....	33
8.14.1.	Mesafe ölçümüne sıcaklığın etkisi.....	34



1. GİRİŞ

Türkiye deki tren yollarının eski olması ve son zamanlarda tren kazalarının artması sebebi ile tren yollarının durumunun denetimi daha da önem kazanmıştır. Demiryollarında kazalara neden olan faktörler:

- Demiryolu bozuklukları
- Makinist hataları
- Donanım eksikliği şeklinde sıralanabilir.

Bu çalışma insansız akıllı sistemlerle mobil bir platform tarafından demiryollarının denetimini amaçlamaktadır. Tasarlanan sistem;

- Kazalarının azaltılması
- Bakım masraflarının azaltılması amaçlanmaktadır.

Türkiye de demir yollarının eski olması ve denetimin yetersiz ve ilkel yöntemlerle yapılması tren kazalarının artmasına, can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı böyle bir sistemin gerekliliği ve önemi artmaktadır. Özellikle son yıllarda meydana gelen tren kazaları denetimin ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir. TCDD şu anda 1970 yılında alınan ve bir vagon büyüklüğündeki cihazlar ile hata denetimini yapmaktadır. Bu cihazların sayısının yeteri kadar olmaması, kullanım ve bakım maliyetlerinin yüksek olması sebebi ile yeterli olmamaktadır. Sadece belirli güzergahlarda düzenli hata tespiti yapılabilmektedir. Türkiye'deki demir yolu alt yapısının eski olması ve yeterli bakım ve testin yapılamaması kaza riskini arttırmaktadır. Bu sebeple ray açıklığını ölçmede hem daha düşük maliyetli hem de hassasiyeti yüksek cihazlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu noktadan yola çıkarak bu sistem tasarlanmıştır [1].

Temel olarak raylardan ve traverslerden oluşan demiryolları, yoğun kullanım ve hava şartları nedeniyle zamanla formunu kaybeder. Traverslere tespit edilen rayların bağlantı civataları, yüzlerce tonluk ağırlıktaki tren katarlarının geçişi sırasında oluşan sarsıntı ile sıkılığını kaybedebilir veya tamamen sökülebilir. Bu durumda ray traverslere sıkıca bağlı olmayacağından, özellikle dönemeçlerde merkezkaç kuvvet ile yolun formu bozulabilir, hatta tren raylardan çıkabilir.

Bu araştırmada ilk olarak raylar arasındaki açıklığı ses dalgaları ile ölçülmesi düşünüldü. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda sıcaklık değişimlerine bağlı olarak hata

payının ses dalgası kullanıldığında yüksek seviyelerde olduğunu görüldü. Bu sebeple açıklığın ölçümünde mekanik sistemler kullanılmasına karar verildi.

Bu mekanik sistemden elde edilen hareket bir dişliye aktarıldı ve dişlinin hareketi dizayn edilen elektronik devrede yorumlandıktan sonra RS232 portu üzerinden bilgisayara aktarıldı. Delphi de yazılmış bir ara yüz vasıtası ile elde edilen değerler rapor haline getirildi. Elde edilen bu değerler Access database inde saklandı.

Kullanılan elektronik devrede mikroişlemci olarak PIC16F84 ve PIC16F877 kullanılmıştır. PIC16F84 raylar arasındaki mesafeyi ölçmekte kullanılmıştır. PIC16F877 ise kat edilen yolu ölçmek için kullanılmıştır. MAX232 entegresi ise elde edilen bu değerlerin bilgisayara aktarılması amacı ile kullanılmıştır. Devre +5 Volt luk tam regüleli bir güç kaynağı ile beslenmektedir.

Tren raylarının arası ideal 1435mm'dir. Minimum 1430mm maksimum 1460mm genişlik kabul edilebilir. Başlama noktası sıfır kabul edilir ve sistemin o anda bulunduğu ray açıklığı ideal kabul edilir. Sistem hareket halinde iken bizim belirlediğimiz periyotta ölçüm yapmaktadır. Ölçüm sıklığını sistemin hızını göz önünde bulundurularak belirledik. Alınan bu ölçümlerden maksimum ray açıklığı belirlediğimiz değerlerden den sapan olan noktalar süzülür. Süzülen bu değerlerin bulunduğu noktaların kaçınıcı metrede olduğu ve kaç santim ray açıklığı olduğu bir rapor haline getirilir. Bu bilgi Access veritabanına kaydedilir.

Böylece arızaların yeri ve ray açıklığının değeri anlaşılabilir tren yolunun durumu anlaşılacak ve arıza var ise giderilerek raylardan dolayı meydana gelebilecek bir kaza olmadan önlenilecektir.

2. TCDD'NİN TARİHÇESİ

Türkiye'de ilk demiryolu 1856 tarihinde bir İngiliz şirketine verilen imtiyazla, İzmir-Aydın arasında inşa edilmiş, 130 km uzunluğundaki bu hattın yapımı 1866'da tamamlanabilmiştir. İmtiyaz verilen başka bir İngiliz şirketi tarafından yapılan İzmir-Turgutlu-Afyon hattı ile Manisa-Bandırma hattının 98 km'lik kısmı da 1865 yılında tamamlanarak işletmeye açılmış, hattın geri kalan bölümleri ise sonraki yıllarda tamamlanmıştır. 1869 yılında yapım imtiyazı Baron Hirsch'e verilen 2000 km'lik şark demiryollarının milli sınırlar içinde kalan 336 km'lik İstanbul-Edirne ve Kırklareli-Alpullu kesiminin 1888'de bitirilerek işletmeye açılmasıyla İstanbul Avrupa demiryollarına bağlanmıştır. Anadolu'da yapımı tasarlanan demiryollarının devlet eliyle inşası düşünülmüş ve 1871 tarihinde çıkarılan bir irade ile Haydarpaşa-İzmit hattının yapımına başlanılmış ve emaneten üç bölümde yapılan 91 km'lik hat 1873 yılında bitirilmiştir. Ancak bundan sonra mali imkansızlıklar nedeni ile yapımına devam edilemeyen Anadolu Demiryolları ile Bağdat ve Cenup Demiryollarının yapımları Alman sermayesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde Cumhuriyet döneminden önce çeşitli yabancı şirketler tarafından inşa edilerek işletilen demiryollarının 4000 km'lik kısmı Cumhuriyetin ilanı ile çizilen milli sınırlar içerisinde kalmıştır[9].

24. 5. 1924 tarihinde çıkarılan 506 Sayılı Kanun ile bu hatlar millileştirilmiş ve "Anadolu-Bağdat Demiryolları Müdüriyeti Umumiyesi" kurulmuştur. Demiryollarının yapım ve işletmesinin bir arada yürütülmesini ve daha geniş çalışma imkanları verilmesini sağlamak amacıyla çıkarılan 31. 5. 1927 tarih ve 1042 Sayılı Kanun'la "Devlet Demiryolları ve Limanları İdare-i Umumiyesi" adını almıştır. 1953 yılına kadar katma bütçeli bir devlet idaresi şeklinde yönetilen Kuruluş, 29. 7. 1953 tarihinden itibaren 6186 Sayılı Kanun'la "Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD) adı altında Kamu İktisadi Devlet Teşekkülü haline getirilmiştir. Son olarak uygulamaya konulan 233 sayılı KHK ile "Kamu İktisadi Kuruluşu" hüviyetini almıştır.

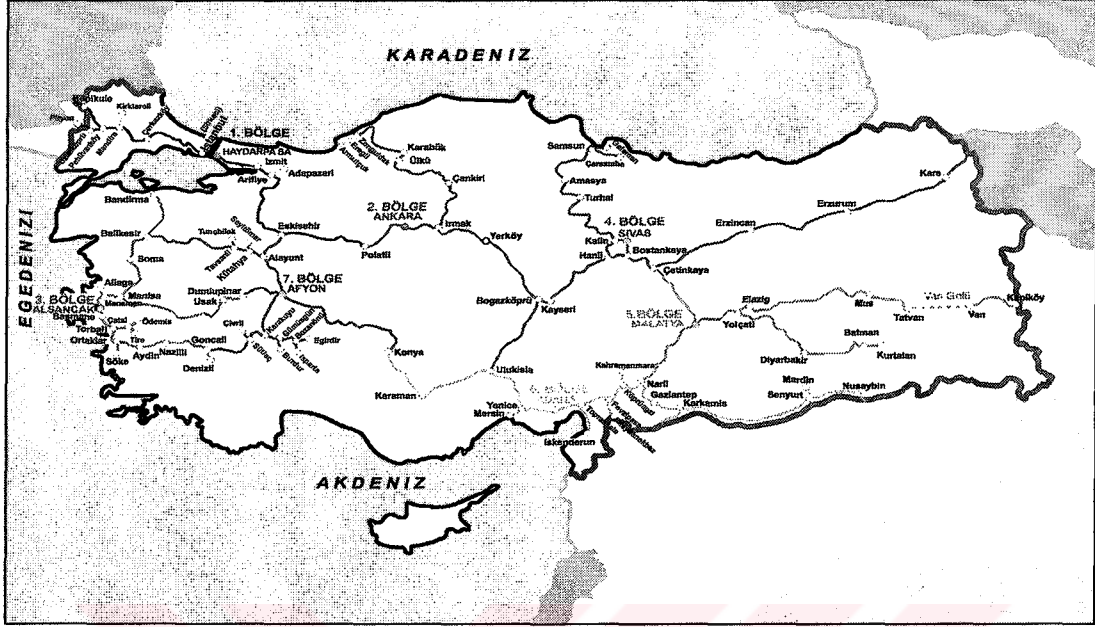
1856 - 1922 yılları arasında Osmanlı Topraklarında toplam 8. 619 km demiryolu inşaa edilmiştir. Cumhuriyetin ilanından 1950 yılına kadar ise 3578 km demiryolu inşa edilmiş ve bunun 3208 km'lik bölümü 1940 yılına kadar tamamlanmıştır. Bu yıldan sonra ikinci dünya savaşı nedeni ile yapım çalışmaları yavaşlamıştır. 1950 yılından sonra ise karayolu ağırlıklı dönemdir. 1950 yılından 1980 yılına kadar sadece 900 km demiryolu inşası tamamlanabilmiştir.

3. TCDD'NİN ŞU ANKI DURUMU

Çizelge 3. 1 TCDD'nin tali hat ve ana hat uzunlukları

TAŞIMA FAALİYETLERİ	1998	1999	2000	2001	2002	2003
YOL DURUMU (KM)						
Ana Hat						
Elektriksiz	6.901	6.919	6.919	6.919	6.919	6.945
Elektrikli	1.706	1.763	1.752	1.752	1.752	1.752
Ana hat Toplam	8.607	8.682	8.671	8.671	8.671	8.697
Diğer Yollar						
Elektriksiz	1.542	1.881	1.881	1.899	1.907	1.917
Elektrikli	359	370	370	370	370	370
Diğer Toplam	1.901	2.251	2.251	2.269	2.277	2.287
GENEL TOPLAM	10.508	10.933	10.922	10.940	10.948	10.984

1998-2003 yıllarındaki gelişim incelenirse demir yollarının mesafe olarak son yıllarda fazla değişmediği gözlenebilir. Zaten 1950 yılından sonra yol yatırımları karayollarına yapıldığı için Türkiye'nin sahip olduğu en yeni demiryolu en az 50 yıllıktır. Sahip olduğumuz demiryolu alt yapısının büyük bir bölümü Osmanlı'nın son dönemlerinde yapıldığı düşünülürse oldukça eski bir demiryolu alt yapısına sahibiz. 2005 yılı itibarı ile sahip olduğumuz demiryolu uzunluğu 11.054 km dir. Türkiye'deki demiryolu ağını aşağıdaki haritada görebiliriz[9].



Şekil 3. 1 TCDD'nin Türkiye'deki demiryolu ağı haritası

Son yıllarda meydana gelen tren kazaları TCDD yapısının ve mevcut demiryolu altyapısının yetersiz olduğu fikrini ortaya çıkarmıştır. 1999 yılından 2003 yılına kadar 5 yıllık dönemde TCDD'nin yaptığı yenilemeler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 3. 2 TCDD'nin yıllara göre yaptığı yenilemeler

	1999	2000	2001	2002	2003
- Yol yenilemeleri (km) Track Renewals	220	220	152	38	55
- Mevcut yolun takviyesi (km) Reinforcement of existing tracks	52	54	5	7	13
- Ray Kaynağı (1.000 Ad.) Rail welding (1.000 piec)	8,4	8,1	0,1	7,8	3,8
- Makas yenilemeleri (ad) Switch Renewals (piec)	80	164	-	38	260
- Dizel Manevra loko (Ad.) Diesel Shunting Loco (Qty.)	5	5	8	5	-
- Yolcu Vagonları (Ad.) Passenger Coaches (Qty.)	20	-	10	24	9
- Yük Vagonları (Ad.) Freight Wagons (Qty.)	810	50	100	2	87

Tablodan da anlaşılacağı gibi bu yenilemelerin mevcut yol uzunluğu da göz önünde bulundurulduğunda oldukça yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Bir başka konu ise mevcut yolların güvenilirliğinin test edilmesi ve test sonuçlarının değerlendirilmesidir. Yol denetimlerini TCDD 91. sube gerçekleştirmektedir. Kütahya ve Eskişehir'deki 91. şubelere yapılan geziler sonucunda oldukça eski teknolojilerin kullanmakta olduğu ve yeterince test yapılmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak tüm bu etkenler bir araya geldiğinde Türkiye'de demiryolu tercih edilmeyen ve güvenli bulunmayan bir ulaşım yöntemi haline gelmiştir. Ülkemiz ulaşım sistemi adeta tek bir sisteme dayandırılmıştır. Ülkemiz yolcu taşıma paylarına bakıldığında, karayolu yolcu taşıma payı % 96, demiryolu yolcu taşıma payı ise yalnızca % 2'dir. [9]

Demiryollarının, mevcut altyapı ve işletme koşullarının iyileştirilmemesi ve yeni koridorlar açılmaması ve teknolojilerinin geri kalması nedeniyle yolcu taşımacılığındaki payı son 50 yılda % 38 oranında gerilemiştir. Ulaştırma sektörleri içindeki yatırım payları ise 1960'li yıllarda karayolu % 50, demiryolu % 30 pay alırken, 1985'den bu yana demiryolunun payı %10'un altında kalmıştır. Bu ise demiryollarının günümüzdeki durumunun en büyük sebebidir.[9]



4. RAY AÇIKLIĞININ OLUŞMA SEBEPLERİ

Tren raylarındaki bozulmalardan bir tanesi de raylarda meydana gelen açıklıktır. İki ray arasındaki mesafe idealde 1435 mm olmalıdır. Ancak çeşitli etkenler sebebi ile bu ideal değerden sapmalar meydana gelmektedir. Bunun sebeplerini sıralarsak;

- Traverslerdeki bozulmalar.
- Rayları traverslere bağlayan vidaların titreşim sebebi ile gevşemesi ve buna bağlı olarak aradaki mesafenin değişmesi.
- Rayların yükten ve titreşimden dolayı fiziksel yapısındaki bozulmalar.



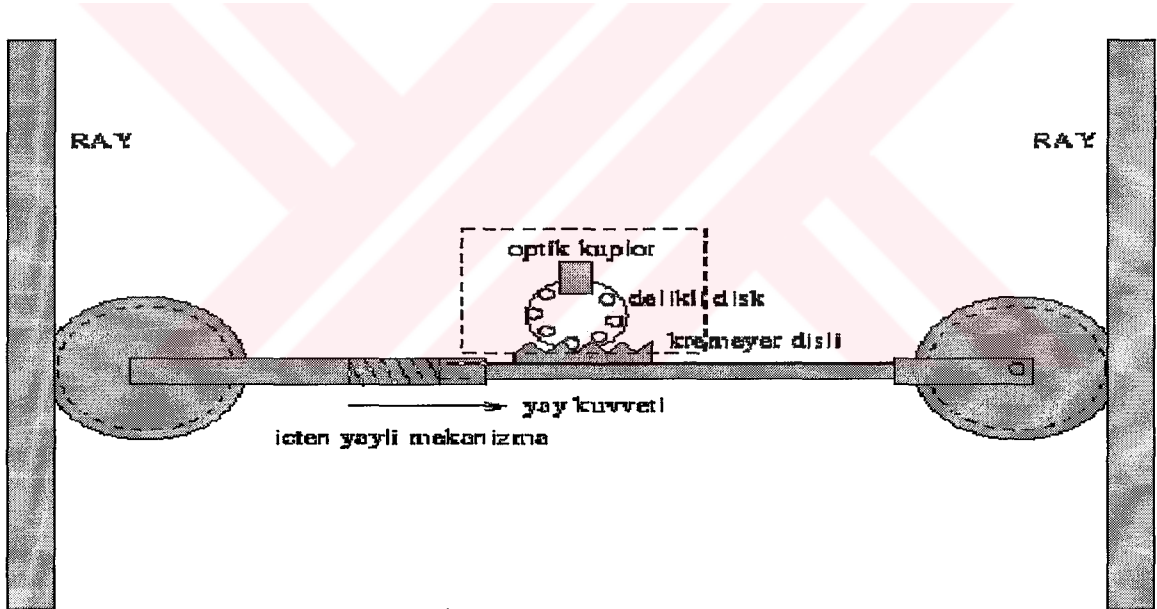
5. RAY AÇIKLIĞI ÖLÇÜM CİHAZI

Ray açıklığını ölçmek için tasarladığımız sistem üç ana bileşenden oluşmaktadır.

- Mekanik Kısım
- Elektronik Kısım
- Bilgisayar Ve Yazılım

5.1 Mekanik Kısım

Bu kısımda temel olarak doğrusal hareket dairesel harekete dönüştürülmektedir. Elde edilen bu dairesel hareket elektronik devrede yorumlanarak hareketin miktarı ölçülmektedir. Mekanik kısmın şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.1 Ray Açıklığı Ölçüm Sistemi

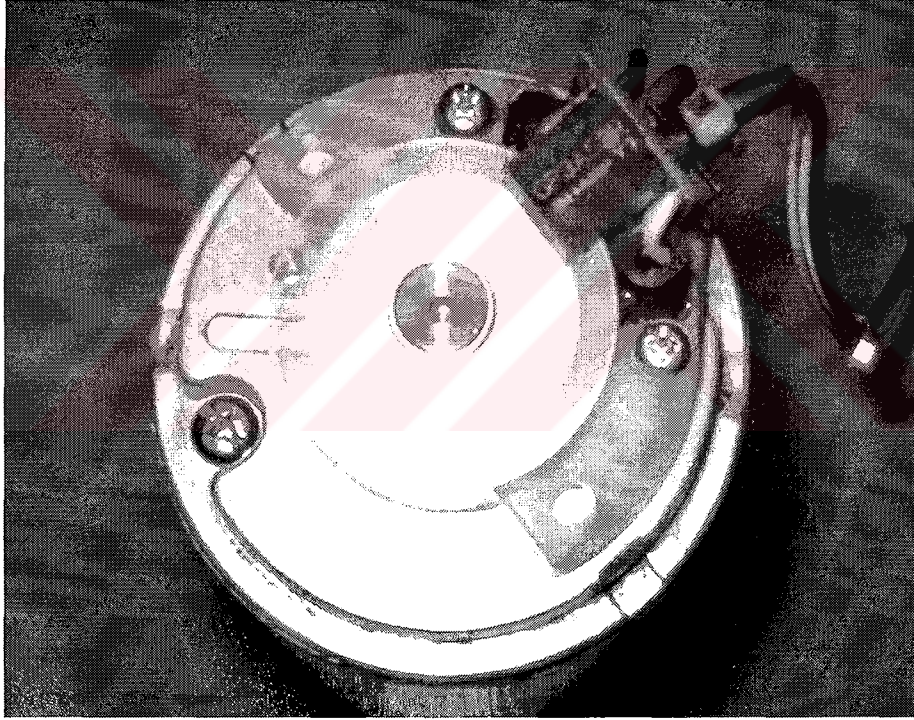
Birbirinin içerisine geçmiş çapları farklı iki adet metal malzeme kullanılmıştır. Çapı geniş olan metal malzemenin içerisine bir yay yerleştirilmiştir. İnce olan parça bu yay üzerine oturtulmuştur. Bu blokların her iki ucuna lastik dolgu tekerlek bağlanmıştır. Metal tekerlek yerine lastik dolgu tekerlek kullanılmasının sebebi sürtünmeyi dolayısıyla ısınma ve aşınmayı engellemektir.

Bu düzeneğin üzerine sabitlenmiş bir kremeyer dişlisi vasıtası ile oluşan doğrusal hareket dairesel harekete dönüştürülür. Bu dişlinin bir ucu ise enkoder'in bağlı bulunduğu motor miline sabitlenmiştir.

5. 2 Elektronik Kısım

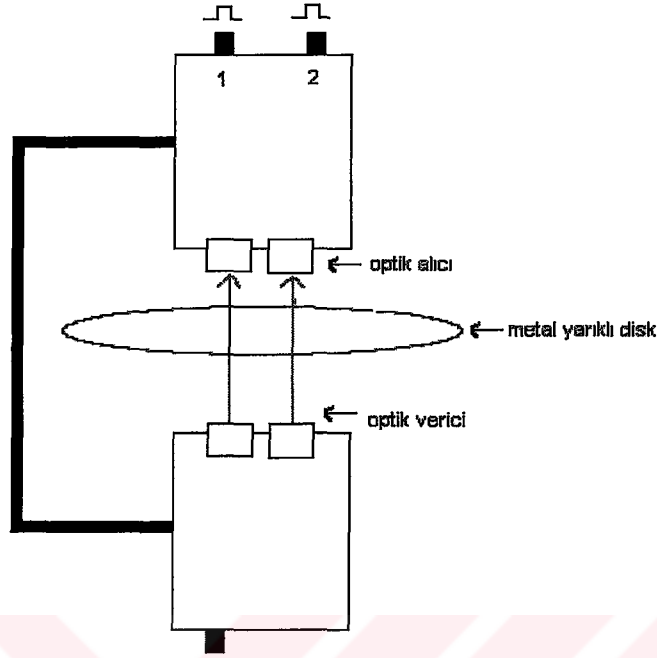
5. 2. 1 Dairesel Hareketin Elektriksel Sinyallere Dönüştürülmesi

Dairesel hareketin miktarını ölçebilmek için enkoder kullanılmıştır. Kullanılan enkoder dairesel hareket eden metal bir blok, bu bloğun ucuna bağlanmış üzerinde yarıklar bulunan bir disk, ve bu diske geçirilmiş bir optokuplordan oluşmaktadır. Ray açıklığını ölçmek için kullandığımız enkoder'in şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.2. 1 Enkoder

Metal diskin dönmesi ile optokuplörün uçlarında iki adet 5 voltluk kare dalga oluşmaktadır. Bu kare dalganın iki adet elde edilmesinin sebebi ise diskin dönüş yönünün tespit edilebilmesidir. Bu sayede yaylı mekanizmamızdaki hareketin içeri yönümü yoksa dışarı yönümü olduğunu anlayabiliriz. Aşağıda optokuplörün şekli ve açıklaması görülmektedir.

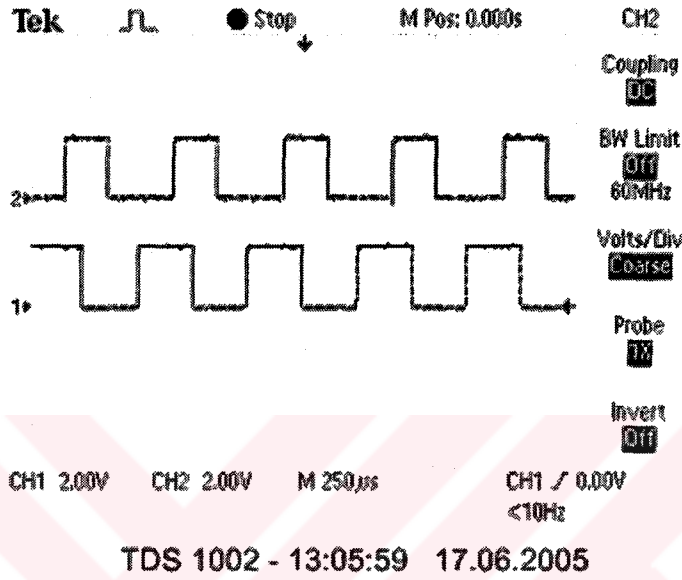


Şekil 5.2. 2 Kullanılan enkoder'ın üzerindeki optokuplor

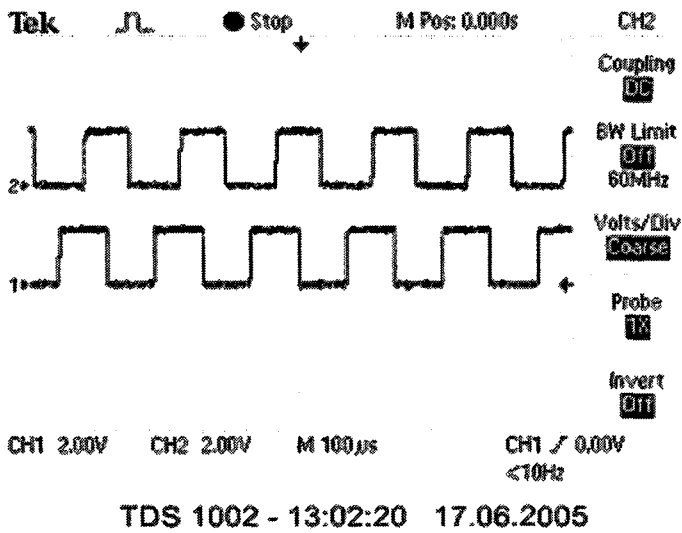
Şekilden de anlaşılacağı gibi iki adet optik verici ve iki adet optik alıcı bulunmaktadır. Üzerinde yarıklar bulunan diskin döndüğünü varsayalım. Bu durumda optik vericiden gönderilen her sinyal optik alıcıya ulaşmayacaktır. Sadece yarıklara denk gelen sinyaller karşıya yani optik alıcıya iletilebilecektir. İki optik vericinin arasında mesafe olmasından dolayı optik alıcının ayaklarında oluşan kare dalgaların arasında faz farkı oluşacaktır. Diskin saat yönünde döndüğü varsayılırsa optokuplörün 2 numaralı ucundaki kare dalga bir numaralı uçtaki kare dalgadan önde olacaktır. Saat yönünün tersi yönde bir hareket varsa bu durumda da 1 numaralı uçta oluşan kare dalga 2 numaradan önde olacaktır. Bu faz farkından faydalanarak diskin dönüş yönü tespit edilmiş olur.

Rayda meydana gelen olası bir daralma yada genişleme uçlarında dolgu tekerlek bulunan yaylı sisteme doğrusal bir hareket yaptıracaktır. Bu hareket doğrusal hareketi dairesel harekete çeviren sisteme iletilecek ve uçlarındaki plastik dişlilerde dairesel hareket elde edilecektir. Bu dişlilere bağlı olan enkoder ın metal ve yarıklı olan diski dönecektir. Bu hareket optokuplor vasıtası kare dalgaya dönüştürülecektir. Elde edilen iki adet kare dalganın faz farkından diskin dönüş yönü ve dolayısı ile yaylı sistemin içeri doğrumu yoksa dışarı doğrumu hareket ettiği anlaşılacaktır. Ayrıca elektronik devrede kullandığımız mikroişlemci tarafından bu kare dalgalar sayılarak hareketin miktarı belirlenecektir.

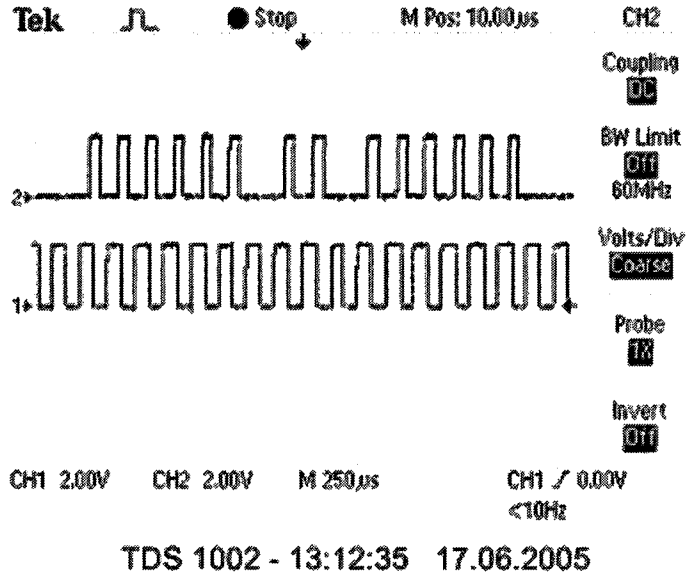
Aşağıda diskin çeşitli tur hızlarına ve dönüş yönlerine göre elde edilen kare dalgaların şekilleri görülmektedir.



Şekil 5.2. 3 Enkoder'ın kare dalga çıkışı(1200 devir/dk)



Şekil 5.2. 4 Enkoder'ın kare dalga çıkışı(1665 devir/dk)



Şekil 5.2. 5 Enkoder'in kare dalga çıkışı(2500 devir/dk)

Şekillerden görüleceği gibi iki numaralı kare dalga bir numaralı kare dalgadan önde gitmektedir. Bu dalga şekilleri enkoderin diskinin saat yönünde döndürülmesi ile elde edilmiştir. Eğer saat yönünün tersi yönde döndürmüş olsaydık bu durumda bir numaralı kare dalga iki numaralıdan önde olacaktı. Aradaki bu faz farkı enkoderin iki vericisinin arasındaki mesafeden kaynaklanmaktadır. Bizde bu faz farkından yararlanarak diskin yönünü saptamış oluyoruz.

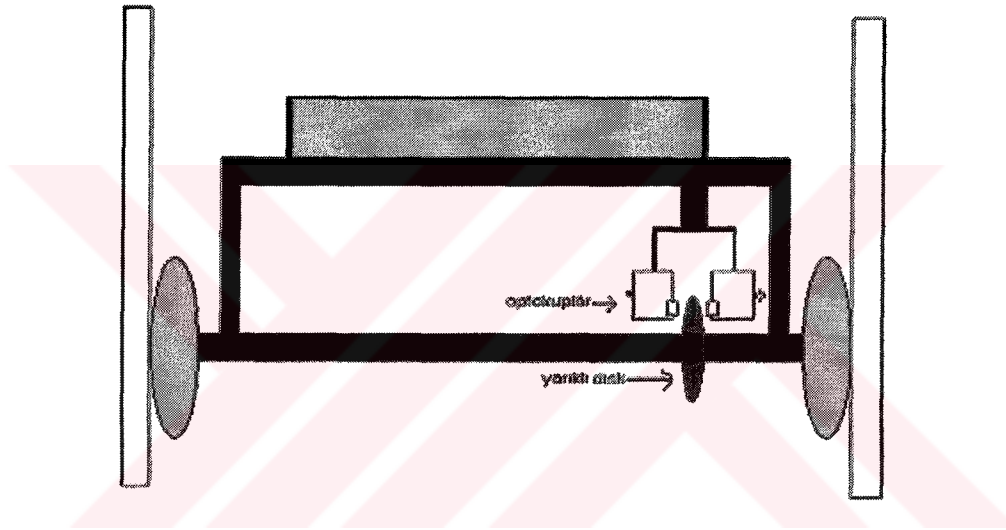
Kullandığımız encoder üzerinde yaptığımız testlerde encoder 2400 devir/dakika hıza kadar hiç adım kaçırmadan kare dalga üretebiliyor. Ancak 2400 devir/dakika hızını aştığımız andan itibaren adımları kaçırmaya başlıyor.

Traverslerin arası yaklaşık 650mm ile 700mm arasındadır. Bu durumda rayda oluşan bir açıklığın normalde en az 650mm boyunca olması düşünülür. Ancak biz açıklığın 500mm boyunca olduğunu düşünelim. Trenin ise saatte 90 km/saat hızla gittiğini kabul edelim. Bu durumda tren 1 sn de 2500 cm yol alacaktır. 500mm lik yolu alması ise 0, 02 sn sürecektir. Kullandığımız enkoder saniyede 200 pulse üretebilmektedir. bu durumda 0, 02 sn de 4 pals üretebilecektir. Bu değer ise bizim ölçüm alabilmemiz için yeterlidir.

5. 2. 2 Alınan Yolun Ölçülmesi

Alınan yolun ölçülmesi ray açıklığının hangi noktada olduğunu belirleyebilmemiz için önemlidir. Bunun için kullandığımız devrede ray açıklığını ölçen PIC16f84 ile mesafeyi ölçen PIC 16f877 nin senkronize çalışması gerekmektedir.

Mesafeyi ölçmek için vagonun tekerine bağlanan dört yarıklı bir disk ve bu diskin dönüşünü izleyen tek verici ve tek alıcıya sahip olan bir optokuplör kullanılmıştır. Diskin tekerleğe bağlantı şekli aşağıdaki gibidir.



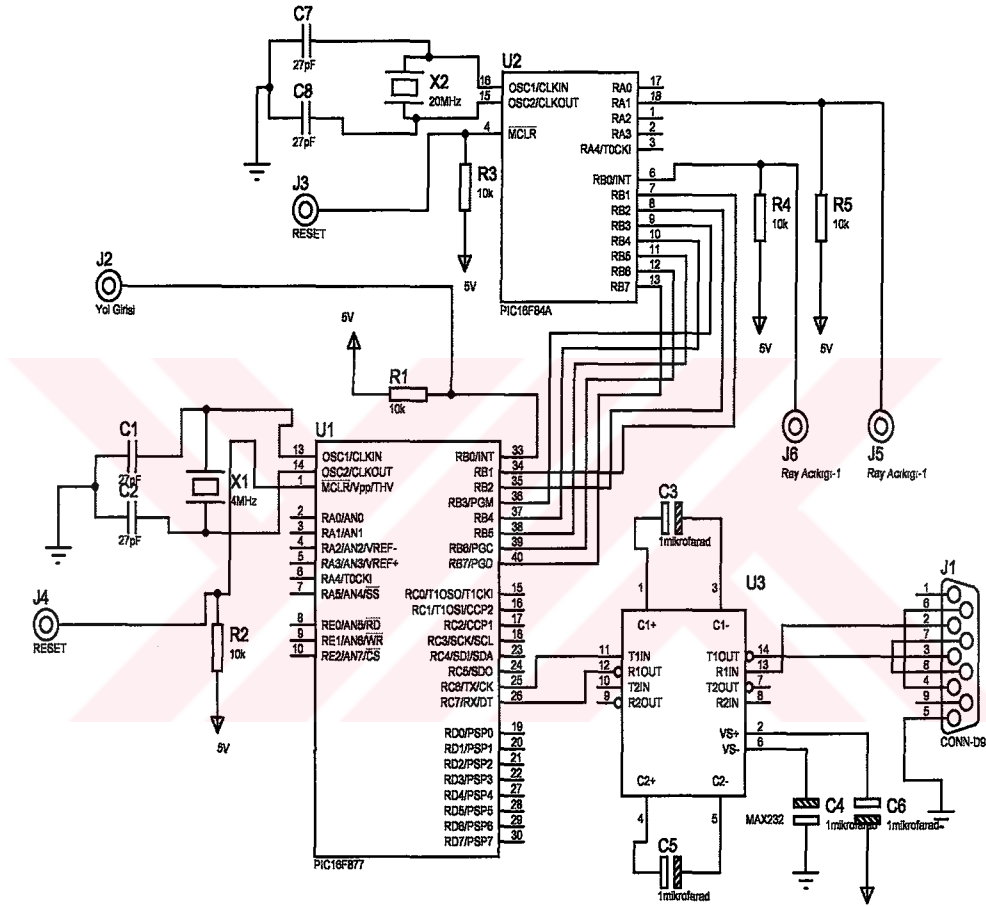
Şekil 5.2. 6 Mesafe ölçüm sisteminin vagona monte edilmesi

Prototipte kullandığımız diskin yarıçapı 5cm dir. Optokuplörün diskin üzerine sinyal gönderdiği nokta ise 4cm ye tekabül etmektedir. Prototip vagon tekerleğinin yarıçapı ise 12 cm dir. Bu durumda vagon tekerleğinin çevresi 75, 36 cm ye tekabül etmektedir. Diskin dört yarıklı olduğunu düşünürsek optokuplörün bir kez sinyal üretmesi için 18, 84 cm yol alınması gerekmektedir.

Optokuplörün ürettiği sinyaller devredeki PIC 16f877 ye gönderilir. Bu sinyaller PIC 16f877 nin RB0 kesme ucuna iletilir. PIC bu gelen kesmeleri sayarak istekte bulunduğu anda bilgisayara max 232 entegresi üzerinden aktarılır. Bilgisayar programımız ise ray açıklığı bilgisi ile birlikte mesafe bilgisini birleştirir. Bu durumda kaçınıcı metrede ne kadar açıklık olduğunu çıktı olarak verebilir.

Mesafe ölçümü için kullanılan PIC16f877 4MHz lik seçilmiştir. Bunun sebebi mesafe bilgisinin ray açıklığı kadar sıklıkla ölçülmemesidir.

Ray açıklığını ölçmek için enkoder den aldığımız sinyalleri işlediğimiz ve işlenen bilgileri bilgisayara aktaran devrenin şeması aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.2. 7 Ölçüm devre şeması

Devre 5 voltluk gerilimle çalışmaktadır. Bir adet 20 MHz lik PIC 16f877, bir adet 4MHz PIC 16f84 ve devrenin bilgisayarla haberleşmesini sağlamak için bir adet max232 entegresi kullanılmaktadır.

Devrede PIC 16F84 ray açıklığını ölçmek amacı ile kullanılır. Bu işlem için kullandığımız enkoder saniyede 200 pals üretmektedir. Bu sebeple PIC 16f84 20Mhz lik seçilmiştir. Bu sayede enkoderdan gelen hiçbir adımı kaçırmadan algılayabilmektedir. 16F84'ün

RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7 uçları devredeki diğer PIC 16F877 ile seri haberleşmesi için kullanılmaktadır. RB0 ve RA1 uçları ray açıklığını ölçmek için kullandığımız enkoder'a bağlıdır. PIC'in ondört ve onbeş numaralı bacakları 20Mhz lik osilatör'e bağlanmıştır. Dört numaralı bacak ise reset ucudur.

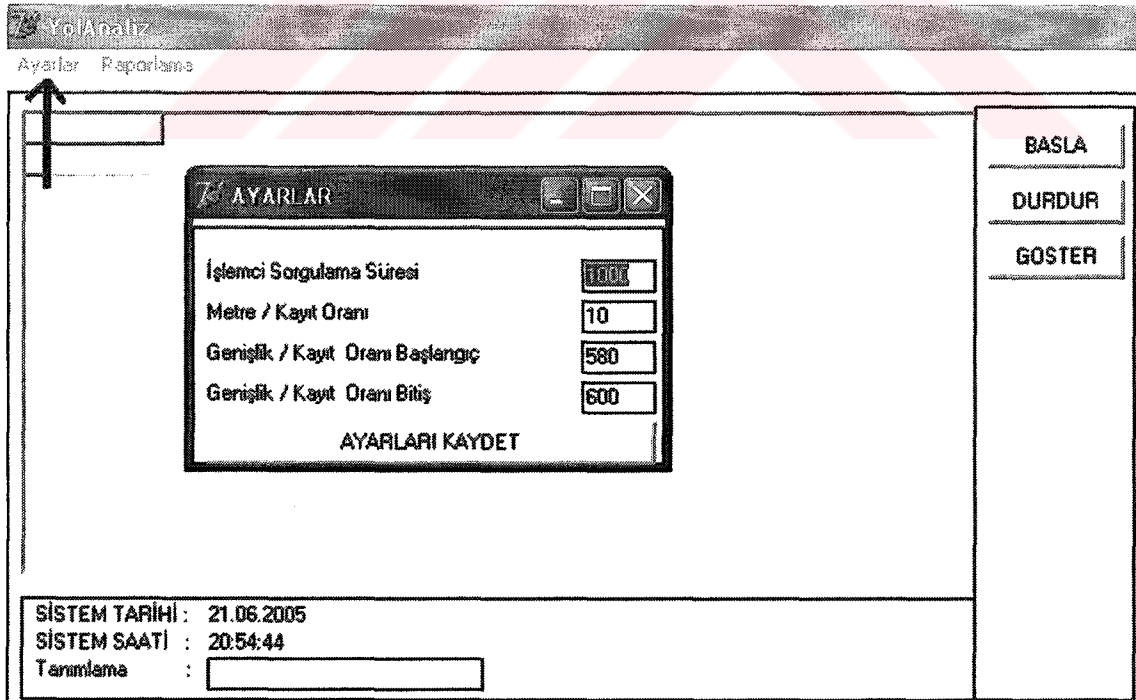
Devrede PIC 16F877 alınan mesafeyi ölçmek ve max232 ile haberleşmek amacı ile kullanılmıştır. Yine bu PIC te RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7 uçları devredeki diğer PIC16F84 ile seri haberleşme amacıyla kullanılmıştır. Mesafe ölçümü için kullanılan optokuplörden gelen sinyal RB0 ucuna bağlıdır. PIC16F84 te ray açıklığı bilgisi için 2 adet giriş kullanılmıştı. Burada ise tek uç yeterli olmaktadır. Çünkü biz vagonun ileri yönünü yoksa geri yönünü hareket ettiği bilgisini kullanmıyoruz. RC6 ve RC7 uçları max 232 entegresine bilgisayarla haberleşme amacı ile bağlanmıştır. Ondört ve onbeş numaralı uçlar 4MHz lik osilatöre bağlıdır. Bir numaralı uç ise reset amaçlı kullanılmıştır.

Max 232 ise devrenin bilgisayar ile haberleşmesi için kullanılıyor. Alınan veriler Access veri tabanına kaydediliyor. Veri tabanındaki bu bilgiler istenildiği zaman delphi programlama dilinde yazılmış olan bir program vasıtası anlamlı hale getirilip ekrana yada yazıcıya gönderiliyor.

6. YAZILIM KISMI

Tasarlanan devreden elde edilen sonuçların kaydedilmesi, kaydedilen verilerin anlamlı hale getirilerek ekrana yada yazıcıya dökülebilmesi amacı ile bilgisayar programına ihtiyaç vardır. Bu sebepten dolayı Delphi yazılım dili kullanılarak bir program geliştirilmiştir. Bu program sayesinde veriler elektronik devreden hangi periyotlarda alınacağına karar verilebilir. Elde edilen değerler etiketlenerek tarih ve saat bilgileri ile birlikte database e kaydedilebilmektedir. İstenildiği zaman bu veriler tarihe göre yada kayıt ismine göre database den çağırılarak ekrana yazdırılabilmektedir. Ayrıca ray açıklığının referans bilgileri belirlenmekte ve belirlediğimiz referans değerleri dışında kalan veriler database kaydedilmektedir. Bu sayede kullanılan database in gereksiz yere doldurulması engellenmiş olur. Database olarak Access veri tabanı kullanılmaktadır. Programın menü yapısı ve fonksiyonları aşağıdaki şekillerde ayrıntılı biçimde anlatılmıştır.

6. 1 Ayarlar Menüsü



Şekil 6.1. 1 Ayarlar menüsü

İlk olarak ray üzerinde yapacağımız test için referans değerlerini ve ölçümün periyodunu belirlemek için ayarlar menüsünü kullanılır.

Burada işlemci sorgulama süresi olarak belirtilen alana değer milisaniye cinsinden girilmelidir. Buraya girdiğimiz değer örneğin 1000ms ise program her 1000ms de bir tasarladığımız elektronik devreye ölçüm sonuçlarını soracaktır.

Metre/kayıp oranı ise kaç metrede bir alınan değerlerin kayıt edileceğini belirler. Ancak bu kayıt bir şarta bağlıdır. Örneğin biz bu alana 10metre değerini girelim. Bu durumda her on metrede bir değer alınacak fakat alınan değerler bizim belirlediğimiz referans değerlerinin arasında ise kayıt edilmeyecektir. Ancak alınan ölçümler referans değerlerinin dışında bir değer ise kayıt edilecektir. Çünkü yoldaki arızalı olmayan noktaların değerlerin kaydetmek bizim işimize yaramayacaktır ve database in gereksiz yere dolmasına sebep olacaktır.

Genişlik / kayıt oranı başlangıç seçeneği rayda müsaade edilebilecek minimum aralığın milimetre cinsinden kaydedildiği alandır.

Genişlik / kayıt oranı bitiş seçeneği ise raylar arasında müsaade edilebilecek maksimum aralığın milimetre cinsinden kaydedildiği alandır.

Bu değerler girildikten sonra ayarları kaydet butonuna basılarak belirlediğimiz değerler kaydedilir.

6.2 Ölçüm Menüsü

YolAnaliz

Ayarlar Raporlama

Tanımlama	Tarih	Saat	Yol	Genislik
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:25	2	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:26	4	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:27	6	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:28	8	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:29	10	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:30	12	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:31	14	600
KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:32	16	600
▶ KÜTAHYA-GAR	21.06.2005	21:15:33	18	600

SİSTEM TARİHİ : 21.06.2005
SİSTEM SAATI : 21:15:38
Tanımlama : KÜTAHYA-GAR

BASLA
DURDUR
GOSTER

Şekil 6.2. 1 Ölçüm menüsü

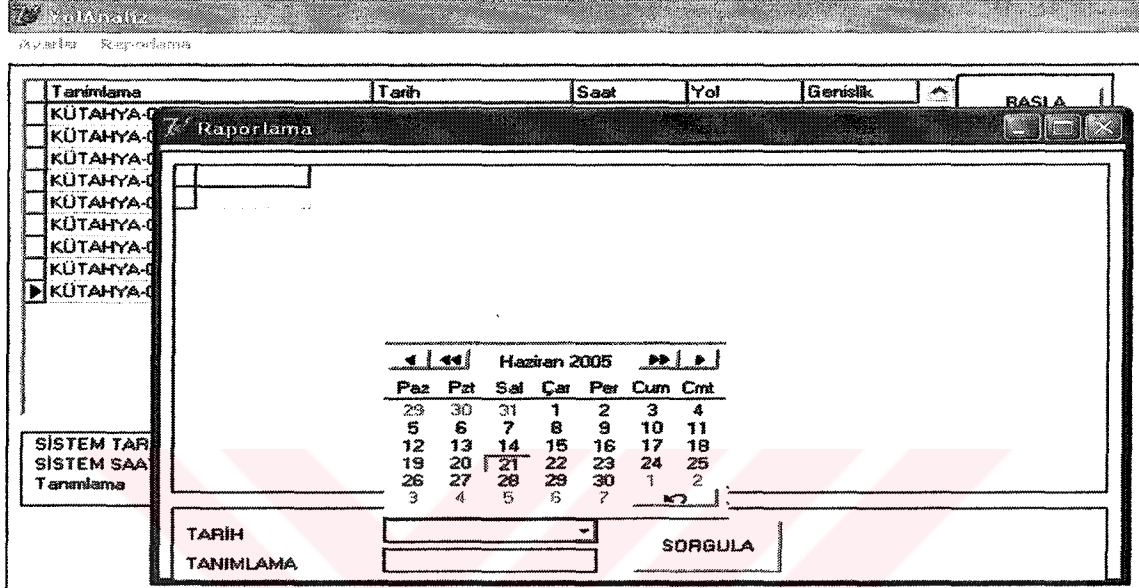
Tanımlama alanında yapılan ölçüme bir etiket verilir. Bu alana veri girildikten sonra sağ üst köşede bulunan başla butonuna basıldığında program elektronik devreyi sorgulamaya başlayacak ve referans değerleri dışında bir veri geldiği anda tarih, saat, arızanın kaçınıcı metrede olduğunun bilgisi ve genişlik bilgisi yazılacaktır. Tes t işlemini sonlandırmak istediğimiz anda ise durdur butonu kullanılır.

Göster butonu ise daha önceden yapılmış bir ölçümü ekrana getirmek amacı ile kullanılır. Tanımlama kısmına daha önceden yapılmış ölçümün tanımlama bilgisi yazılır ve göster butonuna basılırsa o ölçümle ilgili veriler ekrana yazdırılacaktır. Ancak bu işlemi daha ayrıntılı yapabilmek için raporlama menüsü kullanılmaktadır.

6.3 Raporlama Menüsü

Raporlama bölümünde ise daha önceden yapılmış ölçümler tarihe göre, tanımlama bilgisine göre yada her ikisine göre çağrılabilir. Böylece geçmişte yapılan testlerin verileri etkin bir şekilde tarama imkanı olmaktadır. Program tarih ve saat değerlerini işletim sisteminden almaktadır. Bu sebeple kullanılan işletim sisteminin tarih ve saat değerlerinin doğru olması

alınan verilerin doğruluğu açısından son derece önemlidir. Raporlama sayfasının görünümü aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



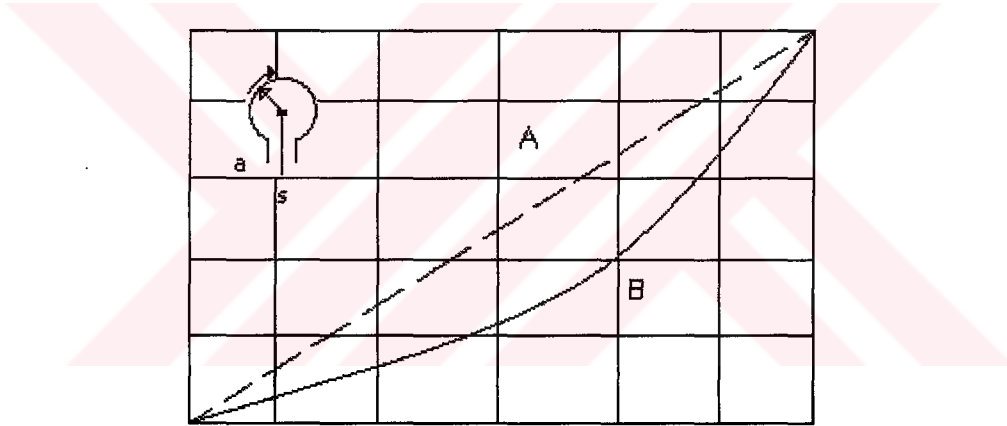
Şekil 6.3. 1 Raporlama Menüsü

7. RAY AÇIKLIĞININ ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALTERNATİF YÖNTEMLER

- Lineer Potansiyometre Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi
- Lazer Mesafe Ölçüm Sensörü Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi
- Ultrasonik Mesafe Ölçüm Ünitesi

7.1 Lineer Potansiyometre Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi

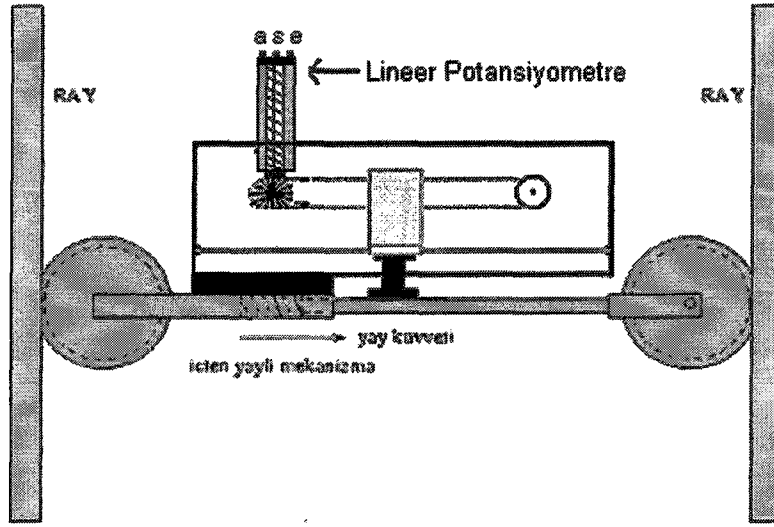
Potansiyometreler lineer ve logaritmik olarak iki tiptir. lineer Ppotansiyometreler de direnç, dönüş miktarı ile doğrusal olarak artar, Logaritmik potansiyometrelerde ise direnç, dönüşle logaritmik oranda artar.



Şekil 7.1.1 Lineer ve Logaritmik potansiyometrelerin karakteristik eğrileri

Yatay koordinat eksenini, potansiyometre fırçasının "a" ucuna göre dönüş açısını, gösteriyor. Dikey koordinat eksenini ise, a-s uçlarından alınan V_{as} geriliminin, a-e uçları arasındaki V_{ae} gerilimine oranını (V_{as}/V_{ae}) göstermektedir. Aynı şeyleri direnç değerleri üzerinde de söylemek mümkündür. Şekilde, noktalı olarak çizilmiş olan A doğrusu lineer potansiyometreye, B eğrisi ise logaritmik potansiyometreye aittir.

Lineer potansiyometrenin direnci üzerine uygulanan dairesel hareket miktarı ile doğrusal değiştiğinden dolayı aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi ray açıklığını ölçmekte kullanılabilir.



Şekil 7.1. 2 Lineer potansiyometrenin mekanik sisteme bağlanması

Rayda meydana gelen olası bir daralma yada genişleme uçlarında dolgu tekerlek bulunan yaylı sisteme doğrusal bir hareket yaptıracaktır. Bu hareket doğrusal hareketi dairesel harekete çeviren sisteme iletilecek ve uçlarındaki plastik dişlilerde dairesel hareket elde edilecektir. Bu plastik dişlilere lineer potansiyometre bağlanır. Raylardaki açılma yada daralmadan dolayı oluşan hareket dişliler vasıtası ile lineer potansiyometreyi döndürecektir. Dolayısı ile lineer potansiyometrenin direnci değişecektir. Bu dirençteki değişim ölçülerek ray arası açıklık hesaplanabilecektir.

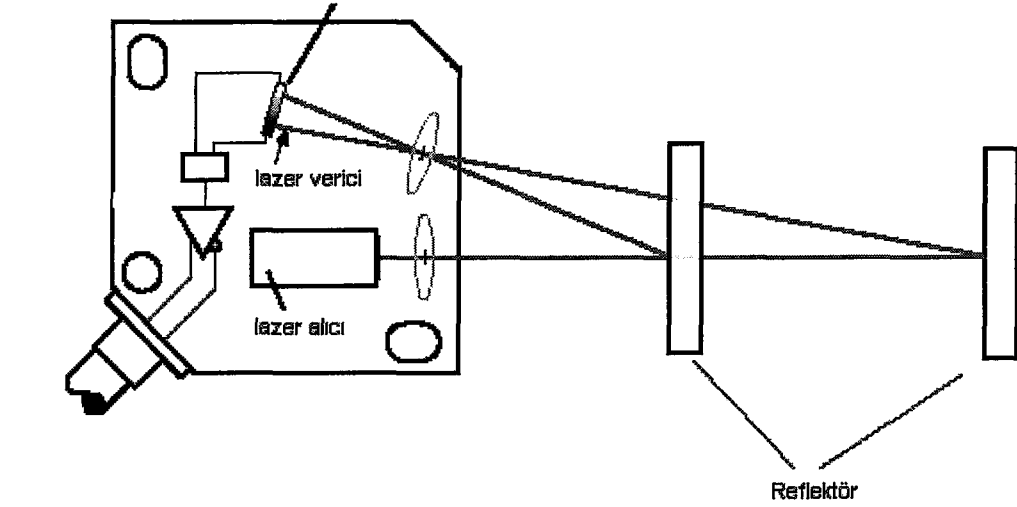
Ancak lineer potansiyometrenin ısı ile direncinin değişmesi ve mekanik yapısının çabuk bozulması sebebi ile bu yöntem kullanılmamıştır.

7. 2 Lazer Mesafe Ölçüm Sensörü Kullanılarak Ray Açıklığının Ölçülmesi

İncelediğimiz lazer mesafe ölçüm sensörleri tiplerine göre 2cm-6cm aralıktan 5cm-60cm arasında ölçüm yapabilecek şekilde değişiklik gösteriyor. BOD-66M serisi lazer mesafe ölçüm sensörü kullanılması düşünüldü. Bu sensörün genel özellikleri ise aşağıdaki gibidir[5].

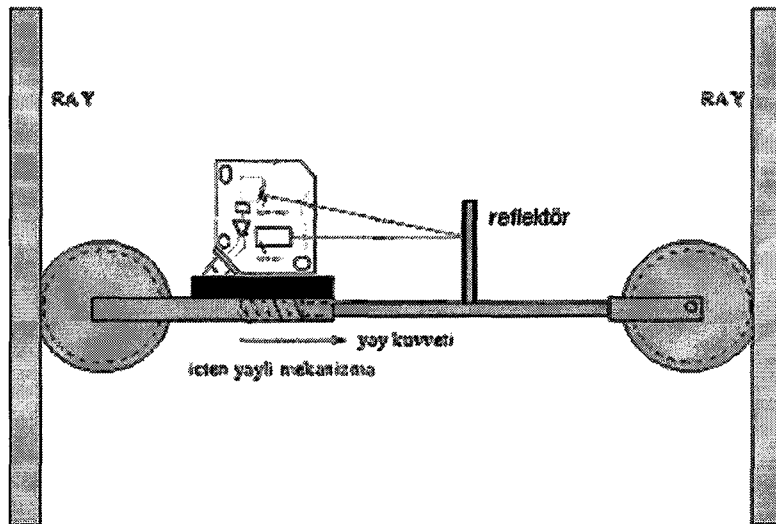
-ölçüm yapabildiği aralık	2cm-20cm
-analog çıkış	1Volt-10Volt
-ON/OFF gecikmesi	100ms
-lineerlikten sapma oranı	%0, 5

Lazer mesafe ölçüm sensörünün çalışması ise aşağıdaki şekilde olmaktadır.



Şekil 7.2. 1 Lazer mesafe ölçüm sensörü

Lazer vericiden gönderilen sinyaller reflektörden yansıyor lazer alıcıya ulaşır. Arada geçen süreden faydalanılarak mesafe ölçümü yapılabilir. Bu işlemi %0,5 lik bir hata oranı ile gerçekleştirebilmektedir. Bu duyarlılık ray açıklığı ölçümü için oldukça iyi bir değerdir. Lazer mesafe ölçüm sensörü mekanik sistemde aşağıdaki şekilde kullanılabilir.



Şekil 7.2. 2 Lazer mesafe ölçüm sensörünün mekanik yapıya bağlantısı

Raylarda meydana gelen daralma yada genişleme reflektörü lazer sensöre yaklaştıracak yada uzaklaştıracaktır. Yaklaşma yada uzaklaşmanın miktarı raydaki açıklıktır. Bu mesafe lazer mesafe ölçüm cihazı ile ölçülerek ray açıklığı tespit edilir.

Sensöre reflektörün yaklaşması yada uzaklaşması üzerine örnek bir uygulama ve sonuçları şu şekildedir.

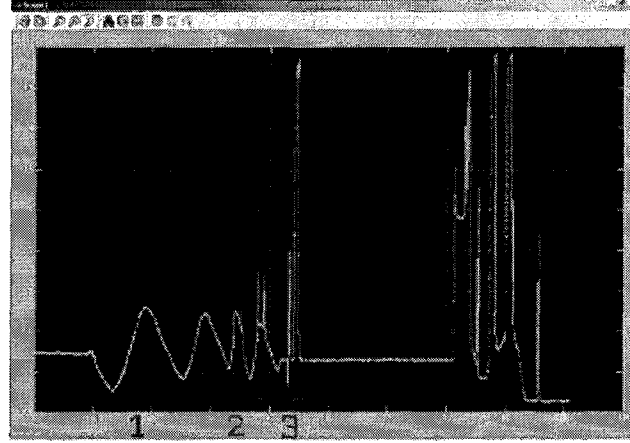
7. 3 Lazer Sensör Uygulaması

Lazer sensör daha önceden ölçeklenmiş bir alan yerleştirildi. Ve daha sonra belirli mesafeden belirli hıza sahip reflektör sensöre yaklaştırılarak mesafe bilgileri ölçüldü. Aşağıdaki şekilde Matlab programı yardımı ile alınmış dalga şekilleri görülmektedir.

1 numara ile işaretlenen kısım içerisinde reflektör sensöre 15 cm/sn'lik bir hızla yaklaştırılıp uzaklaştırılmıştır. Bu işlem sensör tarafından doğru şekilde ölçülmüş ve konumu düzgün olarak belirlenmiştir[5].

2 numara ile işaretlenen kısım içerisinde reflektör sensöre 30 cm/sn'lik bir hızla yaklaştırılıp uzaklaştırılmıştır. Bu işlem sensör tarafından doğru şekilde ölçülmüş ve konumu düzgün olarak belirlenmiştir.

3 numara ile işaretlenen kısım içerisinde düz bir alan sensöre 45 cm/sn'lik bir hızla yaklaştırılıp uzaklaştırılmıştır. Grafikten de görüldüğü gibi bu işlem sensör tarafından doğru şekilde ölçülememiştir. Gereğinden fazla bir gürültü gözlenmiştir.



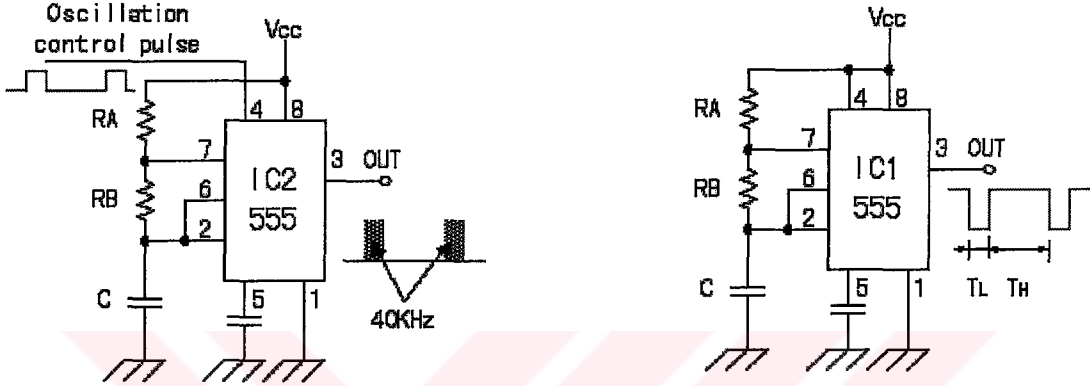
Şekil 7.3. 1 Lazer mesafe ölçüm sensörünün test sonuçları grafiği

Lazer Sensörün Gerçek Zamanda Ölçüm Bilgileri Sonuç olarak lazer sensörlerin diğer mesafe ölçüm sensörlerine nazaran daha etkin bir çözüm olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak bu sensörlerin fiyatlarının çok yüksek olması sebebi ile kullanılmasından vazgeçilmiştir.

8. ULTRASONİK MESAFE ÖLÇÜM ÜNİTESİ

8. 1. Verici Devre

Ultrasonik verici devresi için iki adet 555 zamanlayıcı ICs kullanılmıştır.



Şekil 8.1. 1 Ultrasonik verici devresi

8. 2. Ultrasonic Darbe Osilatörü

IC1 ultrasonik darbe gönderim zamanını kontrol eden osilasyon devresidir. Osilasyon darbe zamanı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\text{şart : } RA = 9.1\text{M-ohm, } RB = 150\text{K-ohm, } C = 0.01\mu\text{F}$$

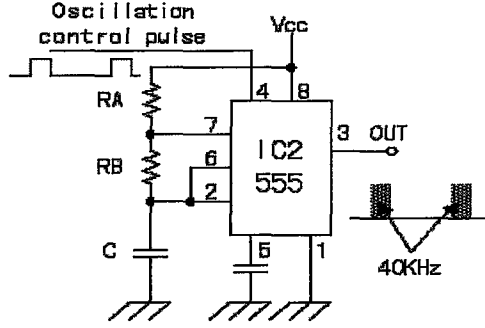
$$T_L = 0.69 \times RB \times C = 0.69 \times 150 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} = 1 \times 10^{-3} \text{ sn}$$

$$T_H = 0.69 \times (RA + RB) \times C = 0.69 \times 9250 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} = 64 \times 10^{-3} \text{ sn}$$

8. 3. Ultrasonic Osilatör

IC2 40KHz ultrasonik frekansta salınım yapan bir devredir. Salınım işlemi IC1 ile aynıdır ve yaklaşık 40 KHz frekansta salınım yapar. % 50 ye yakın osilasyon dalgasının görevini(on/off oranı) yapması için $RB > RA$ dır. Ultrasonik frekans ultrasonik sensörün rezonans frekansına uyumlu hale getirilmelidir. Bunu için RB değişken dirençtir. r(VR1)[6].

IC1 in çıkışı inverter boyunca IC2 nin reset terminaliyle bağlıdır. Reset terminali H seviyesinde olduğunda IC2 osilasyonla çalışır. 1 milisaniyede 40KHz ultrasonik sinyal yollar ve 62 milisaniye kadar durur.



Şekil 8.3 1 ultrasonik osilatör.

Frekans hesaplama örneği aşağıda verilmiştir.

şart $RA = 1.5K\text{-ohm}$, $RB = 15K\text{-ohm}$. $C = 1000\text{pF}$

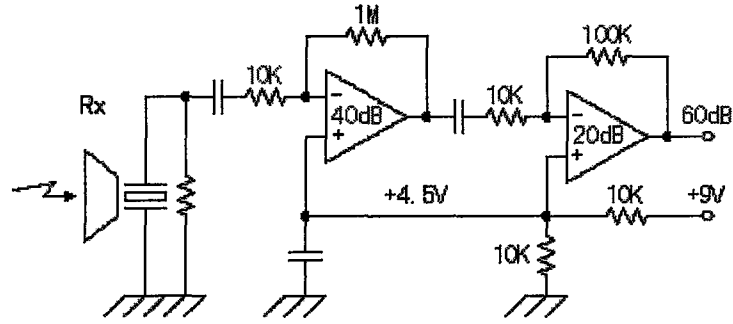
$$T_L = 0.69 \times RB \times C = 0.69 \times 15 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-12} = 10.35 \times 10^{-6} = 10 \mu\text{sn.}$$

$$T_H = 0.69 \times (RA + RB) \times C = 0.69 \times 16.5 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-12} = 11.39 \times 10^{-6} = 11 \mu\text{sec}$$

$$f = 1 / (T_L + T_H) = 1 / ((10.36 + 11.39) \times 10^{-6}) = 46.0 \times 10^3 = 46.0 \text{ KHz}$$

8. 4. Ultrasonic Sensör Çalışma Devresi

Bunun için inverter kullanılır. Aktarımda elektrik gücü arttığı için her iki inverter paralel bağlıdır. Pozitif sensörün pozitif ve negatif uçlarına voltaj uygulama evresi 180 derece değişmiştir. Çünkü kapasitör ile direk akım kesilir ve inverter çıkışından iki kat voltaj sensöre uygulanır.



Şekil 8.4. 1 Ultrasonik sensörün çalışma devresi

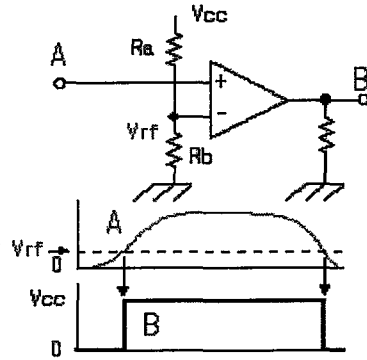
8. 5. Sinyal Yükseltici Devresi

Sensör tarafından alınan ultrasonik sinyallerin amplifikatör tarafından voltajı 1000(60dB) kat artırılır. Bu işlem 2 seviyede yapılır. İlk seviyede 100 kat(40db) artırılır. 2. seviyede ise 10(20db) kat artırılır.

Amplifikatör için genellikle + - güç kaynağı kullanılır. Ancak şekilde ki devre +9 voltluk güç kaynağı ile çalışmaktadır. Amplifikatörün pozitif girişi için enerjinin yarısı çapraz voltajla sağlanır. Daha sonra değişen akım sinyali merkez voltajı olarak 4.5 volta yükseltilebilir. Amplifikatör negatif geri besleme için kullanıldığı zaman pozitif ve negatif giriş terminalleri nerdeyse eşitlenir. Buna sanal topraklama denir. Çapraz voltaj ile değişen pozitif ve negatif akım sinyalleri eşit olarak artırılabilir. Çapraz voltaj kullanılmadığında, bu bozulma değişken akım sinyaline neden olur. Bu teknik genellikle iki tür güç kaynağına ihtiyaç duyan amplifikatörler için kullanılır.

8. 6. Algılayıcı Akım

Algılayıcı akım gelen ultrasonik sinyalleri algılamak için kullanılır. Bu Shottky bariyer diyotları ile yarım dalga doğrultucu akımıdır. Sinyali algılama seviyesine göre, DC voltajı diyotun arkasındaki kondansatörden çıkar. Shottky bariyer diyotlarının yüksek frekans karakteristikleri iyidir.



Şekil 8.6.1 Shottky bariyer diyodunun karakteristik eğrisi

8.7. Sinyal Dedektörü

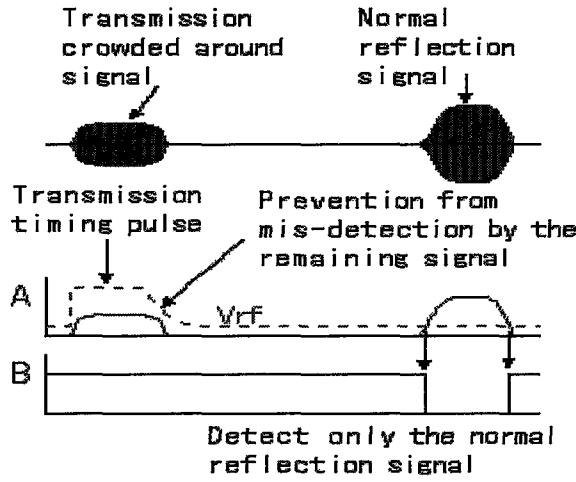
Bu devre ölçüm ünitesinden geri dönen ultrasonik sinyalleri algılar. Dedektör devresinin çıkışı komparatör kullanılarak algılanır. Bu kez komparatör yerine tek güç kaynaklı amplifikatör kullanılmıştır. Amplifikatör akımı artırır ve artı - eksi girişlerin arasındaki farkı bulur.

Amplifikatörün negatif geri beslemesi yok ise voltaj girişiyle çıkış saturasyon(doyma) durumuna neden olur. Genellikle, amplifikatör 10.000 kat mu faktöre sahiptir. Bu nedenle, pozitif giriş negatif girişten küçük bir oranda daha yüksek olursa, farklılık onbinlerce kat artar ve çıkış güç kaynağıyla neredeyse eşitlenir(doyma durumu). Tam tersi durumda, pozitif giriş negatif girişten düşük olursa, fark on binlerce kat artar ancak çıkış neredeyse 0 volt olur(bu OFF durumundadır). Bu işlem komparatör işlemiyle aynıdır. Yine de, komparatörün(karşılaştırıcı) içsel akımı amplifikatörünkünden farklıdır, komparatör amplifikatör olarak kullanılamaz.

Bu kez devrede, detektör akım çıkışı sinyal detektörü ile bağlanır ve pozitif çıkışın voltajı sabitlenir.

$$V_{rf} = (R_b \times V_{cc}) / (R_a + R_b) = (47^{K\text{-ohm}} \times 9^V) / (1^{M\text{-ohm}} + 47^{K\text{-ohm}}) = 0.4V$$

Böylece doğrulanan ultrasonik sinyaller 0.4 voltu geçer, sinyal dedektörünün çıkışı L seviyesine gelir. (yaklaşık 0V).



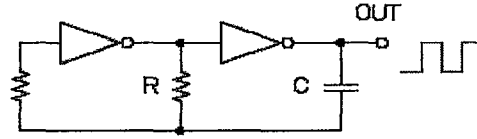
Şekil 8.7. 1 Ölçüm ünitesinden dönen ultrasonik sinyaller

Devrede başka bir araç daha vardır: pozitif girişle bağlanan diyot (D). Vericinin darbe gönderim süre sinyali bu diyota uygulanır.

Ultrasonik sinyali vericiden yollarken ve algı sensörlerinin yanına giderken, puls gönderim zamanı sinyalindeki detektör sinyalinin (+) girişinin voltajını artırırkenki yoğun zamanda aktarım sinyalini algılayamaz. Aktarım zamanlayıcı pulsu durdursa bile, aktarım sinyali mevcut sinyali gösterir. Böylece kapasitör ile(C) aktarım zamanlayıcı pulsun düşmesine neden olur ve mevcut sinyal tarafından yanlış algılamayı önler.

Kapasitörün değeri aletin etkililiğini gösterir. Kapasitörün değeri büyükse ve kısa mesafede ölçüm yapamıyorsa, algılamaya başlama zamanı gecikir. Bu durumda alet yaklaşık 10 m. Uzaklıkta ölçüm yapabilmek için aktarım pulsunu uzatır(yaklaşık 1 milisaniye) ve detektörün kapasitörünü biraz büyütür. Bunun için en kısa ölçüm mesafesi yaklaşık 40 cm olur. IC1 de T_L yi kısaltarak kısa mesafeyi ölçebilmek için sinyal detektörünün kapasitörünün değeri kısaltılmalıdır. ultrasoniğin 20 derecede 30 cm lik mesafede gidip geldiği zamandaki yol 1. 75 milisaniyedir.

8. 8. Zaman Ölçüm Giriş Devresi



Şekil 8.8. 1 Zaman ölçüm devresi

Bu devre ölçüm nesnesiyle yansıtılan amanı ölçmeye yarayan giriş devresidir. SR flipflopunu kullanır. SR-FF detayları için SR-FF, "D tipi flip flop açıklamaları"na bakınız. Vericiyle ultrasonik gönderilmeye başlandığı an alet "set" durumdadır. Aktarım zamanlayıcı pulsu kullanır. alıcı devrenin sinyal detektörüyle sinyal alındığı zaman "reset" durumu söz konusudur. Yani SR-FF (D)nin çıkışı açık(ON)durumdayken ultrasonik gönderilmesinden sonra geri dönmesidir.

8. 9. Puls Ölçüm Osilatörü

Bu devre ultrasoniğin yayılma zamanını ölçen pulsu meydana getiren osilatördür. Bu CMOS inventerini kullanan osilasyon devresidir. Osilasyon frekansı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$f = 1 / (2.2 \times C \times R)$$

Bu kez osilasyon frekansı yaklaşık 17. 2 KHz dir. Bu frekans 20 derecedeki ses dalgasının yayılma hızından(343. 5m/sn) hesaplanır. Ses dalgasının ısıyla değişen yayılımı için "ses dalgasının havadaki yayılma hızı"na bakınız.

Örneğin 1 metre mesafede ses dalgasının bağlı olduğu gidiş geliş süresi $2^m/343. 5^{m/sec} = 5. 82msn$ dir

100 puls oluşturması gereken frekans bu kez ölçüm pulsunun frekansına dönüşür. $f = 100/(5. 82 \times 10^{-3}) = 17. 18 \times 10^3 = 17. 18KHz$ olur kapasitorün 2200 pF, olduğunu varsayarsak direnç değeri (R) aşağıdaki gibidir.

$$R = 1 / (2.2 \times C \times f) = 1 / (2.2 \times 2200 \times 10^{-12} \times 17. 18 \times 10^3) = 1 / (83. 15 \times 10^{-6}) = 12. 03 \times 10^3 = 12K$$

İki değişken direnç kullanarak (20K ve k ohm) osilasyon frekansını ayarladım. 20K ohm direnç ana frekans ve onun baskılı levhaya monte edilmesi içindir. 1K ohm direnci ortaya kurmak bir metre mesafeyi ölçmek ve ekranın 1.00 olmasını sağlamaya yarar. ses yayılma hızı ısıyla değiştiğinden uyum için 1Kohm değişken direnç kullanır. direnç kasada yüklüdür ve uygulaması çok kolaydır. 1K ohm değişken direncin frekansı aşağıdaki gibi değişir.

direnç 11. 5K-ohm olduğundaki frekans

$$f = 1 / (2.2 \times C \times R) = 1 / (2.2 \times 2200 \times 10^{-12} \times 11.5 \times 10^3) = 1 / (55.66 \times 10^{-6}) = 17.97 \times 10^3 = 17.97 \text{KHz}$$

yaklaşık **46.5°C.** de yayılma hızı olur.

direnç 12. 5K-ohm olduğunda frekans

$$f = 1 / (2.2 \times C \times R) = 1 / (2.2 \times 2200 \times 10^{-12} \times 12.5 \times 10^3) = 1 / (60.5 \times 10^{-6}) = 16.53 \times 10^3 = 16.53 \text{KHz}$$

yaklaşık **-1.5°C.** derecede yayılma hızı olur.

8. 10. Süre Boyunca Ölçüm Devresi

Ultrasoniğin yayılma süresini ölçmek için 3-digit BCD counter IC(4553) kullanılmıştır. MR(master reset) H seviyesine geldiğinde counter resetlemesi ve ekran görüntü yüklemesi yapılır. Bu kez devrede MR ye counter clear(sayaç sıfırlama) pulsu uygulanır. ve ölçüm başlaması durumunda sıfırlanır. Ekran değil sadece içerisindeki sayaç sıfırlanır. Ölçüm pulsu saate (CLOCK)uygulanır. pulsun düşmesiyle sayım yapılır. Ölçüm pulsu, yalnızca zaman ölçüm giriş devresinin çıkışı NAND girişinde H seviyesindeyken saat terminaline yerleştirilebilir. BCD sayacının içerdikleri LE L seviyesindeyken alınır. LE H seviyesindeyken alınan veriler saklanır. Yani BCD sayacının içeriği değişse bile LE H seviyesinde olduğu sürece ekran değişmez. Ekran saniyede 16 kez değişir. Frekans aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

Çizelge 8.10 1 Besleme gerilimine göre frekans değişimi

Supply voltage(V _{DD})	Scan frequency(Hz)
5V	0.4 / Ct
10V	1.2 / Ct
15V	1.5 / Ct

Bu kez devre 9V kullanır. Ekran frekansı 1100 Hz, olur. ve bu da Ct yi 1000 pF yapar. Ekran frekansı güç kaynağının voltajıyla değişir. Ama insanlar bu kadar hızlı bir değişimi gözleriyle göremeyeceği için sorun yoktur. Elektrik tüketimi sırayla 1 Digit gösterilirse azaltılabilir. Yüksek parlaklıkta LED kullanıyorsanız ışık problemi olmaz.

8. 11 Güç Devresi

Bu kez devre farklı osilatörler kullanıyor. Osilatörlerin frekansı ölçümün hassasiyetiyle alakalıdır. Bu nedenle güç kaynağının voltajı sabit olmalıdır. Devre CMOS kullandığı için güç kaynağının voltajı +5 V den iyidir. Güç kaynağının iç voltajı 3 terminal düzenleyici(regülatör) ile 9V yapılmıştır. Regülatörün çıkış voltajını sabitlemek için giriş voltajı çıkış voltajından 3V yüksek olmalıdır. Regülatörün maksimum voltajı yaklaşık 30V dir. Bu nedenle 12V tan 30V ye kadar olan kısmı dışarıdan karşılanır. Elektrik akımı tüketimi 70mAdır.

8. 12 Ses Dalgalarının Havadaki Yayılımı

Ses dalgalarının havadaki yayılma hızı ısıya bağlıdır. Bu yüzden uzaklığı daha doğru ölçebilmek için ısıya göre gözden geçirmek gerekmektedir. Sesin havadaki dağılım hızı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$v=331.5+0.6*t$ [m/sec] t:ısı(°C) Sesin değişik ısı değerlerindeki hızı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 8.12 1 Farklı sıcaklıklardaki sesin hız değişimi

Sıcaklık(°C)	Ses hızı (m/san)
-10	325.5
0	331.5
10	337.5
20	343.5
30	349.5
40	355.5
50	361.5

8. 13. Ultrasonik Mesafe Ölçümünün Yapılabildiği Aralık

-En kısa mesafe(29cm) aktarım pulsunun herhangi bir etkisini engellemek için belirlenmiştir. uzun mesafe ölçerken aktarım pulsunun gönderim zamanı genişletilmelidir. Bu durumda engelleme zamanının da genişletilmesi gerekir ve en kısa ölçüm mesafesi uzamış olur.

-En uzun mesafe(3, 6m) aktarım pulsunun uzunluğu için belirlenmiştir. Ultrasonik enerji aktarım zamanı uzadığında büyür ve uzun mesafe ölçümü mümkün olur. Yine de en kısa mesafe açıklandığı için en kısa ölçüm uzaklığı artar.

8. 14. Mesafe Ölçümüne Isı Etkisi

Tabloda 1 metre mesafenin ölçümünün iki farklı sıcaklık değerinde ki sonuçları görülmektedir. Görüldüğü gibi ultrasonik mesafe ölçüm yöntemi sıcaklığa aşırı duyarlıdır. Bu sebeple ray açıklığı ölçümünde kullanılması uygun değildir.[6]

Çizelge 8.14 1 Mesafe ölçümüne sıcaklığın etkisi

Ölçülen Mesafe	SICAKLIK(°C)
0. 98 metre	8. 6 °C
1. 11 metre	83. 0 °C

9. SONUÇ

Türkiye'nin sahip olduğu demiryolu altyapısı oldukça eskidir. Bunun yanında bakım, yenileme çalışmaları ve yolların durum testleri yeterince yapılamamaktadır. TCDD şu anda sadece belirli bölgelerde ilkel yöntemler ile arıza tespit çalışmalarını yürütmektedir. Arıza tespit çalışmalarının ilkel yöntemler ile yapılması ve yetersiz olması yolların güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Son yıllarda meydana gelen tren kazaları da bunun bir göstergesidir.

Tren raylarının arıza tespiti için daha etkin yollar kullanılmalıdır. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda geliştirdiğimiz ray açıklığı ölçüm cihazı ile kısa sürede ve düşük hata oranı ile ray açıklığı ölçülebilmektedir.

Bu sistemin tasarımını yapmadan önce TCDD ve Tülomsaş kurumlarında yapılan incelemeler sonucunda hata parametrelerinin neler olduğu ve hangi yöntemler ile test edildiği saptanmıştır. Bu parametrelerden bir tanesi olan ray açıklığı arıza tespit sistemi bilgisayar destekli olarak tasarlanmıştır.

Bunun için öncelikle raylarda yol alabilecek ve sistemimizi üzerine monte edebileceğimiz minyatür bir lokomotif yapılmıştır. Daha sonra iki ana parçadan oluşan iki ray arasına oturacak, içe ve dışa esneme yapabilen ve uçlarında lastik dolgu tekerlek bulunan mekanik bir yapı gerçekleştirilmiştir. Bu yapı minyatür lokomotifimize monte edilmiştir. Böylece iki ray arasında meydana gelen daralma yada genişleme bu mekanizma üzerinde doğrusal bir hareket olarak elde edilmiştir.

Elde edilen bu doğrusal hareketi dairesel harekete çevirebilmek amacı ile iki ucunda yuvarlak dişli çark ve bu iki çarkı birbirine lastik dişli ile bağlayan bir mekanik yapı gerçekleştirilmiştir. Bu yapı ilk olarak gerçekleştirdiğimiz yaylı sistemin birinci parçasına monte edilmiş ve lastik dişlide ikinci parçaya bağlanmıştır. Böylece ilk sistemdeki doğrusal hareket ikinci sisteme aktarılmış ve dairesel harekete dönüştürülmüştür.

Elde edilen bu dairesel hareket bir enkoder vasıtası ile kare dalgalara çevrilmiş ve elde edilen bu kare dalgalar ana eleman olarak PIC kullanarak tasarladığımız bir devre yardımı ile hareketin miktarı ölçülmüştür. Elektronik devreden bu ölçülen değerler seri port üzerinen bilgisayara aktarılmıştır.

Yoldaki ray açıklığı arızasının tespit edilmesinin yanında arızanın hangi noktada olduğunun da tespit edilmesi önemlidir.Bu sebeple tekerleğin dingiline yarıklı bir disk yerleştirilmiş ve diskin dönme sayısı bir optokuplör yardımı ile yardımcı ile elektronik devreye iletilmiştir.Elektronik devrede optokuplörden gelen sinyaller kullanılarak diskin dönüş sayısı ve buna bağlı olarak alınan yol belirlenmiştir.

Elde edilen ray açıklığı bilgisi ve mesafe bilgisi seri port üzerinden bilgisayara aktarılmış ve aktarılan bu bilgiler delphi ile geliştirilen bir program sayesinde anlaşılabilir değerlere çevrilerek ekrana arızanın kaçınıcı metrede ve ne büyüklükte olduğunun bilgisi aktarılmıştır.Elde edilen bu veriler Access veri tabanına aktarılabilmektedir.Bu sayede daha önceden yapılan testlerin sonuçlarına istenildiği zaman ulaşılacaktır.

Böylece ray açıklığı arızasının tespiti hızlı ve düşük hata oranı ile gerçekleştirilmiştir.Şu anki ray açıklığı arıza tespit yöntemleri düşünüldüğünde daha hızlı ve daha düşük hata oranı ile ölçüm yapma olanağı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] T.C.D.D 71. Şube Müdürlüğü Kütahya
- [2] Tulomsaş Eskişehir
- [3] www.microchip.com
- [4] Borland Delphi 7 Zeydin Pala (Türkmen Kitap Evi)
- [5] İzmir Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi 2003 Ocak
- [6] <http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/>
- [7] Mikrodenetleyiciler ve Pic programlama Orhan Altınbaşak (Altaş Yayın Evi)
- [8] <http://www.htsoft.com/>
- [9] www.tcdd.gov.tr



EK1: Delphi

Delphi , Borland'ın derleyici teknolojisinin en iyi yanlarını alan, kendine dil olarak Object Pascal'ı seçmiş olan, görsel olarak uygulama geliştirmenin yapabileceği, C++'ın gücüne ve Visual Basic'in kolaylığına sahip, Inprise'in (eski adıyla Borland) Component (Bileşen) teknolojisini kullanan, 32 bit derleyicisi olan, Windows 95, Windows 98 ve Windows NT altında çalışan ve yine bu ortamlarda çalışabilen programlar üretebilen bir uygulama geliştirme aracıdır. Delphi, görsel programcılık konusunda performansı en yüksek olanıdır. Başka bir deyişle Delphi, Borland'ın derleyici ve veri tabanı teknolojilerini güçlü bir araçta bir araya getirmek amacıyla görsel araçlardan yararlanan bir üründür. Delphi'ye ihtiyaç duyulmasının nedenleri

- Güçlü ve uzmanlaşmış bir istemci/sunucu aracına duyulan ihtiyaç,
- Programcıların, karmaşık problemleri kısa zaman dilimi içinde bitirebilmek için görsel araçları kullanmaya gerek duymaları,
- Birçok programcının aynı anda program yazmasının karmaşıklığı, programcıların sağlam ve uzmanlaşmış programları yazabilmeleri için yeniden kullanılabilir, nesneye dayalı program parçalarına erişimlerini gerektirmektedir.

Görsel araçlar kullanılarak program yazmaya, hızlı uygulama geliştirme (RAD-Rapid Application Development) adı verilir. Delphi, bu anlamda tam anlamıyla bir RAD'dır. Görsel programlarla birlikte hız kazanan müzik, resim, film ve multimedya programlarını da Delphi'de hazırlamak mümkündür. Delphi, aynı görselliği veritabanına yönelik işlemlerde de müsaade etmektedir. SQL (Standart Query Language) sorguları dahil, veritabanı dosyaları görsel tablolara (grid) dökülebilmektedir.

Delphi, aynı zamanda iyi bir masa üstü aracıdır. Çünkü, fare yönetimli programlar hazırlamada oldukça başarılıdır. Gerek "nesne-yönelimli" gerekse de "olay-güdümlü" programları hazırlamak oldukça kolaydır.

Delphi programlama dilinin görsel kısmı Delphi'de hazırlanmıştır. Delphi'nin bu noktada üstünlüğünün en önemli kanıtıdır. Zira çoğu program, kendisinde bulunan bir özelliği kullanıcıya vermemiştir. Oysa Delphi'de kendisinde bulunan her şey kullanıcıya da sunulmuştur. Delphi her şeyden önce bir proje hazırlama makinesidir. Hatta bu makine birden fazla kişilerin bir anda projenin çeşitli bölümlerini tamamlamasına müsaade etmektedir.

Delphi, büyük ve karmaşık problemleri bile çözebilen iyi bir istemci/sunucu aracıdır. Çok yetenekli, nesneye dayalı bir dilin gücünden yararlanan gerçek bir derleyicidir. Programcılar, Delphi uygulamalarının, yorumlanan dilleri kullanan istemci/sunucu araçlarıyla yazılan programlara göre birkaç kez daha hızlı çalışmalarını bekleyebilirler. Ayrıca, Delphi veritabanı işlemlerini kısa zamanda yerine getirebilmek için Borland Veritabanı Motorunu kullanır. Bu Delphi'nin istemci/sunucu kısmının oluşturulduğu veri tabanı araçlarının sağlam ve uzmanlaşmış bir teknolojinin parçaları olduğu anlamına gelir.

Veri Tabanı Olarak Delphi

Delphi'nin en güzel yönlerinden biri de, veri tabanına hitap etmesidir. Bu özelliği en az görselliği kadar önemlidir. Delphi'de sadece, bir tür veriyi değil pek çok veri ve veri türü işlenebilir. Bu özelliği onun gücünün ve kullanılabilirliğini arttırmıştır.

Delphi, Borland'ın (Paradox) veri tabanı motorunu birlikte kurduğundan, her türlü veri tabanı dosyalarını bu programda kolayca oluşturmamızı sağlar. Yazdığımız programları ister tek kullanıcı ister çok kullanıcı olarak hazırlayabiliriz. Çok kullanıcı program hazırlamak oldukça kolaydır.

Delphi'nin bize getireceği kolaylıklardan biride ilişkisel veri tabanında sorunsuz programlar yapmamızı sağlar. İsteddiğimiz kadar dosyayı birbirlerine, istediğimiz şekilde bağlayarak kullanabiliriz. Bu ise bize oldukça kolaylık sağlar. Mesela; bir müşterinin hesaplarını tek tek hesapların yazılı olduğu dosyadan seçmemize ve elememize gerek yok, sadece iki dosyayı (müşteri ve hesap dosyalarını) birbirlerine bağlamamız yeter.

EK2:RS-232

RS-232 temel olarak farklı üreticilerin birbirlerinin donanımlarıyla iletişim kurabilecek cihazlar sunabilmesi için üretilmiş ve kullanılmıştır. Bilgisayarlar daha tasarlanmadan önce yapılmıştır. Bir modem satın alındığı zaman bunun bilgisayar ile çalışabileceği düşünülmüştür. Bunun içinde RS-232 kullanılmaktadır. RS-232 bir fiziksel arabirim örneğidir.

Örnek olarak duvar prizini verebiliriz. 120 volt ve 60Hz'lik alternatif akım sağlar. Yalnız unutulmaması gereken bir nokta var oda her ülkede kullanılan elektrik voltajı ve frekansının farklı olması. Yani bir ülkede kullandığınız prizi veya elektronik aleti başka bir ülkede rahat kullanamazsınız veya hiç kullanamazsınız. İşte RS-232 nin yaptığı görevde budur, farklı yapıdaki sistemlerin aynı şekilde veya yolda kullanılabilmesi.

RS-232 arabiriminin iki çeşidi vardır. RS-232 temel olarak, DTE(Data Terminal Equipment, Veri Terminali Ekipmanı) adı verilen bilgi işlem cihazlarının, DCE (Data Circuit Terminating Equipment, Veri Devresi Sonlandırma Ekipmanı) adı verilen iletişim cihazlarıyla konuşmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Dolayısıyla, bir DTE tipi RS-232 arabirimi ve bir de DCE tipi RS-232 arabirimi mevcut. RS-232, DTE'lerin DCE'ye konuşmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır. RS-232 DB25 konnektörleri kullanır. Erkek DB25'ler DTE'lerde, dişi DB25'ler ise DCE'lerde bulunur.

DTE tipi arabirimler en yaygın biçimde PC'ler ve yazıcılarda bulunur. DCE tipi arabirim kullanan cihazlara örnek olarak modemler, fareler ve sayısallaştırma aygıtları verilebilir. RS-232'nin, DTE tipi arabirimlerin sadece DCE tipi arabirimlerle haberleşmesine izin verecek şekilde tanımlandığı unutulmamalıdır.

RS-232 Standardı ilk olarak 1962 yılında çıkmıştır ve onun üçüncü versiyonu 1969 yılında RS-232C olarak adlandırılmıştır. RS-232C standardı ise RS-232 C üzerinde genişletme yapmak için 1987 yılında çıkmıştır. RS232 D standardı aynı zamanda EIA-232-D olarak da bilinir.

RS-232 C Electronic Industries Assosiation (EIA) tarafından daha bilgisayarın başlangıç zamanları sayılan o yıllarda tasarlanmıştır. EIA'da çalışan mühendisler gelecek için nasıl bir şey geliştireceklerinden pek emin değillerdi. Böylece RS-232 C standardının mümkün olduğu kadar esnek olması için çok sayıda farklı sinyal hatları sağlamışlardır. Fakat günümüzde bu sinyal bağlantılarının çoğu kullanılmaktadır.

RS-232 C ile kullanılan en yaygın konnektör tipi DB25'dir. DB-25 25 pinlidir. RS-232 D'de 25 hatlıdır ve DB-25 konnektörünü kullanır. D tipi konnektörlerdir. Bu tip konnektörler D şeklinde olduğu için bu adı almışlardır.

Amerika Birleşik Devletleri dışında bu DB-25 konnektörü kablosu V. 24 ve V. 28 olarak bilinir. V. 24 ve V. 28 standartları , Consultative Committee On International Telegraph and Telephone (CCIT) olarak bilinen Uluslararası standartlar grubu tarafından kabul edilmiştir.

RS-232C 25 pin DB-25 konnektörü kullanması yanında bazı seri arabirimler, daha küçük olan DB-9 konnektörünü de kullanır. Bu konnektör 9 pinlidir. 1984 yılında IBM'in bilgisayarı AT'yi takdim etmesinde 9 pinli D tipi DB-9 konnektörünü kullanmıştır. IBM'in standartları belirlemede bir üstünlüğü olduğundan dolayı o zamanlarda bazı üretici firmalar tarafından 9 pinli konnektörler desteklenmiştir. Böylece DB-25 ve DB-9 olmak üzere iki çeşit konnektör kullanılmaya başlanmıştır. 9 Pinli konnektörün çıkışına sebep olarak 25 pinli konnektörde kullanılan uçların hepsinin kullanılmadığını gösterebiliriz.

IBM tarafından kullanılan DB-9 konnektör çeşiti, RS 449 olarak belirtilen RS-232'den farklı bir standartta belirtilmiştir. RS-449 diye bilinen standart'da ayrıca 37 pinli bir konnektör çeşidi daha belirtilmiştir.

IBM uyumlu bilgisayarda PC'nin arkasına birçok port yerleştirilebilmektedir. Bu portlar farklı boyutlarda olabilmektedir. RS-232 seri portu genellikle COM 1, COM 2, RS-232 veya seri olarak belirlenmiştir. Eğer port isimli olarak belirlenmemişse, bağlantı için kullanılacak olan doğru portun bulunması önem kazanır.

DB-25 konnektörü bilgisayarda yaygın olarak kullanılan bir konnektör çeşididir. D şeklinde sahiptir ve 25 tane hat vardır. Bu 25 hattan hepsi kullanılmadığı için bazı üretici firmalar bazı hatların kullanımından vazgeçmişlerdir.

IBM paralel portlarını DB-25k konnektörünü kullanarak yerine getirmiştir. Fakat bu bir karışıklığa sebebiyet verebilir. Çünkü hangi portun paralel veya seri olduğunu belirlemede kargaşalık doğurabilmektedir. Bunları ayırt etmenin bir yolu vardır. IBM uyumlu bilgisayarların arkasındaki paralel port için DB-25 konnektörü kullanır, kullanılan bir port dişidir. 25 pin yerleştirimi için 25 tane soket bulunur. Kullanılan RS-232 portu DB-25P veya erkek konnektördür.

Diyelim ki, bir seri bağlantı yapacağız. O zaman kullanılacak olan kablonun ucu dişi (female) olsun ki, bilgisayarın arkasındaki erkek konnektörle bağlantı yapabilsin. Bu işlem paralel bir bağlantı için tam tersi olmaktadır.

RS-232 Nasıl Çalışır?

RS-232, 15 metre ve 20, 000 bps'in altında haberleşmek için tasarlanmış sayısal bir arabirimdir (Genelde daha uzun mesafeler için kullanılır ama standart 15m/20, 000 bps'dir.). İletişim, her birinin kendi görevi olan 25 ayrı telle yapılır. RS-232 hem eşzamanlı hem de eşzamansız iletişim için tanımlandığından, eşzamansız haberleşmede bu 25 telin çoğun kullanılmaz. Hatlar ya +3 volt'un üzerindeki değerle "açık", ya -3 voltun altındaki değerle "kapalı" ya da ikisinin arasında "hiçbiri" durumundadır. Akış kontrolü (flow control), RS-232'nin amacında önemli bir yer tutar. Akış kontrolü, alıcı cihazın gönderen cihaza, "DUR!!! Tamponlarım (yazıcının kendisindeki az miktardaki hafıza) taşıyor demesine, tamponundakileri basmasına ve sonra "Tamam! Şimdi hazırım" demesine izin verir. RS-232'de, aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere 10 tane önemli eşzamansız hat mevcuttur. Her bir hat taraflardan biri tarafından kontrol edilmektedir. Mesela, 2. Hat bir tarafta giriş olarak görülürken diğer tarafta çıkış olarak görülür. Eğer ikisi de onu giriş olarak görseydi, ikisi de asla alınmayan bilgileri gönderiyor olurlardı. Dolayısıyla, her hat (sadece elektriksel referans noktaları olan topraklar dışında) bir taraf ya da diğeri tarafından kontrol edilir.

Çizelge 1. RS-232 Bağlantı Telleri

Tanım	PIN#(25 Pinlik)	PIN#(9 Pinlik)	NEREDEN	KISALTMASI
Veri Telleri				
Veri Gönderme	2	3	DTE	TD
Veri Alma	3	2	DCE	RD
Güç Açık Belirtici Teller				
Veri Kümesi Hazır	6	6	DCE	DSR
Veri Terminali Hazır	20	4	DTE	DTR
Harici Bir Olayın Meydana Geldiğini Bildiren Teller				
Veri Taşıyıcının Tespiti	8	1	DCE	CD
Ring Belirtme	22	9	DCE	RI
Gönderme/Almaya Hazır İletişim Telleri				
Gönderme Talebi	4	7	DTE	RTS
Gönderme Onayı	5	8	DCE	CTS
Toprak Teller				
Sinyal Toprağı		7	5	SG
Koruyucu Toprak			1	FG

RS-232 ile İletişim

RS-232 standardı ile iletim seri bir şekilde ve asenkron olarak yapılır. Örnek olarak bir bilgisayarla diğer bir bilgisayarın modemle bağlantısını düşünelim.

Bir RS-232 standardı ile çalışırken ve iletişimi sağlayan birim DCE (Data Terminal Equipment) ve iletişimi sağlayan birim DCE (Data Communication Equipment) ve iletişimi sağlayan birim DCE (Data Communication Equipment) olarak adlandırılır. DCE en genel şekilde modem'dir. Modemler, telefon hatları üzerinden haberleşirler. Normalde bilgisayar içindeki haberleşme paralel bir şekilde yapılmaktadır. Karşımıza şöyle bir sorun çıkmaktadır. Bu da bilgisayarın dışına yapılacak olan veri akışının seri bir şekilde olmasıdır. Dolayısıyla bilgisayardaki detayı dışarıya göndermek için bunu seri bir forma dönüştürmemiz gerekir. Bu işlem VARTS olarak adlandırılan arabirim devreleri (IC) ile yapılmaktadır. Bu devrelerin birçok çeşidi bulunmaktadır. Aynı zamanda bu devreler bilgisayar içinde kullanılan sinyal

seviyeleri olan TTL (+5V ve 0V)'yi RS-232 Sinyal seviyeleri olan +12V, -12V 'a dönüştürürler. Daha sonar gönderilecek veriler, RS-232 portundan dışarıya bir RS-232 tablo ile ulaşılması istenen DCE birimine gönderilir (DCE olarak bir MODEM kullandığımızı düşünüyörüz). Modemler, telefon hatları üzerinden haberleşirler. Fakat telefon sistemi insan seslerini taşıması için dizayn edilmişlerdir. Dijital bilgiyi taşıması için değil. Dolayısıyla bu telefon sisteminin bilgisayarlar tarafından direkt kullanımı uygun değildir. Dolayısıyla dijital sinyallerin analog sinyallere dönüştürülmesine çalışılmıştır. Bunun için MODEM'ler kullanılmıştır. Modem çıkışında, her bir dijital sinyale karşılık ses sinyalleri üretilir. Böylece sinyaller telefon hatları üzerinden taşınabilecek hale dönüştürülmüş olur. Bu telefon hattı üzerinden bu ses sinyalleri karşı tarafta bulunan modeme ulaşır.

Karşı taraftaki modem bu ses sinyallerini alarak karşılığı olan dijital sinyallere tekrar dönüştürerek çıkış olarak verir. Çıkan bu dijital sinyaller bir RS-232 kablo üzerinden bilgisayarın RS-232 portuna iletilir.

Bilgisayara gelen RS-232 sinyalleri burada seri halden tekrar paralel hale dönüştürülmeleri gerekir. Çünkü bilgisayar kendi içinde paralel iletişimi destekler. Bunun için bir arabirim devresi olan VARTS kullanılır. Ayrıca RS-232 sinyal seviyeleri, bilgisayarın kullandığı TTL (+5V ve DV) seviyelerine dönüştürülür. Böylece bilgisayarın kullanabileceği forma dönüştürülmüş olur.

Böylece, uzak mesafelerde bulunan iki bilgisayarı bir MODEM ve dolayısıyla bir telefon hattıyla bağlayabileceğimizi gördük.

Görülebileceği gibi bu standart bir DTE ile bir DCE arasındaki iletişimi sağlar. Yani DTE'nin ve DCE'nin belirlenmesi gerekir. Yukarıdaki örnekte bilgisayar olarak DTE, modem olarak da DCE'yi belirledik.

Sinyal Kodlaması

RS-232 C hatları TTL sinyal seviyelerini (+5V, 0V) taşımaz. Tipik olarak gerilim seviyeleri +12 V ve -12V'dur. Fakat RS-232 hatları, +25VDC'ye kadar yüksek olan sinyal seviyeleri ile -25 V Dc'ye kadar düşük olan sinyalleri taşıyabilir. Bilindiği üzere bilgisayardaki

data iletimi ikilik sistemde olmaktadır. Lojik 1'e +5V karşılık gelirken, lojik 0'a 0V seviyesi denk gelir. Bu tür bir çevrime TTL (Transistor, Transistor Lojik Level) çevrimi denir. Bu, bilgisayar içindeki haberleşme standardı kabul edilir. Bilgisayar içindeki data transferlerinde TTL seviyeli sinyallerin kullanılması birkaç sebepten dolayı avantajlıdır.

Güç Yönünden , Isı dağılımının az olmasından bu tür çalışan aletler için line driver'a ve receiver'a ihtiyaç duyulmadan direkt bağlantı yapılabilir. TTL aletler yüksek hızda çalışabilir. Bu durum bilgisayar içindeki data transferleri için çok uygundur.



EK3: MİKRODENETLEYİCİLER

Mikroişlemci nedir? - Mikrodenetleyici nedir?

Mikroişlemci, plastik, seramik, cam gibi maddelerin karışımından oluşan bir gövde ile gövdenin alt kenarlarına dizili metal bacakları olan kapalı kutulardır. Küçük bir hacimde, onbinlerce elektronik devre elemanının bütünleştirilmesiyle oluşturulmuş devreler bulunduğu için, bunlara yonga (chip) diyoruz. Mikroişlemciler bilgisayarlarda, tüm işlemleri yapan merkezi işlem üniteleri (Central Processing Unit) olarak kullanılır. Tarihsel gelişimine göz atarsak; 1950'lerden sonra büyük ve orta boy bilgisayarlarda, 1980'den sonra da PC'lerde boy gösterdiler. Bugün, yalnız çok yaygınlaşan PC'lerde değil, bilgisayar denetimli tezgahların yapımından, çeşitli ev aletleri, iletişim araçları (telefon, fax, modem, fotokopi makineleri . . . vb.), çeşitli ev aletleri, trafik ışıklarını yöneten sinyalizasyon sistemleri, taşıtların kumandası, oyuncak endüstrisine kadar sayılabilecek her alanda kullanılıyor. Her yeni gün, mikroişlemcileri bize daha çok yakınlştırıyor; hesap makinesi, elektronik adres-görüşme defteri, cep telefonu pek çoğumuzun şimdiden ayrılmaz birer parçası durumunda.

PC'lerin tipini tanımlarken; Z80' den başlayarak, 80286, 80386, 80486, Pentium II, Pentium III, . . . gibi, saydığımız tipik karakteristik, bilgisayarın mikroişlemcisidir. Bilgisayarın içindeki küçücük bir yonganın, nasıl olup da bilgisayarı tanımlayabildiği sorusunun yanıtı: 'Bu yongaların her biri, bir bilgisayarın beynidir' olacaktır. Mikroişlemciler, I/O, RAM, ile çevre üniteleri (klavye, görüntü birimi, yazıcı, mouse, tarayıcı, modem, . . .) ile bunların iletişimini sağlayan veri yolu (data-bus), program yolu (program-bus), sinyal kaynağı osilatörler ve kablolar gibi elemanlarla birlikte bir mikrobilgisayar sistemi tamamlanır. Mikroişlemci, verilen komutlarla aritmetik ve mantıksal işlemleri (topla, çıkar, AND, OR, uygula, yükle, tersini al gibi işlemleri uygulayan birimdir.

Temel Kavramlar

Mikroişlemciler özelliklerine ve işlevlerine göre farklılıklar gösterir.

- Mikroişlemcilerin komut işleme hızı değişir.
- Bir kerede işleyebildikleri veri boyu değişir (4bit, 8 bit, 12 bit, 14 bit, 16 bit, 32 bit, . . . gibi)

- Adresleyebildikleri bellek kapasitesi değişir (1K, 2K, . . . gibi).
- Yazmaçlarının (register) sayısı ve bunların işlevleri değişir.
- Komut sayısı ve bu komutların kullanım esnekliği değişir.
- Geliştirilecek uygulamalar için, program desteği değişir.
- Kullandıkları adresleme biçimleri değişir; doğrudan, göreceli, dolaylı adresleme gibi.
- Tasarımcıya sağladığı dış donanım kolaylıkları; ADC, PIA, WDT gibi değişir.
- Türlerine göre, piyasada bulunması ve fiyatları da değişmektedir.

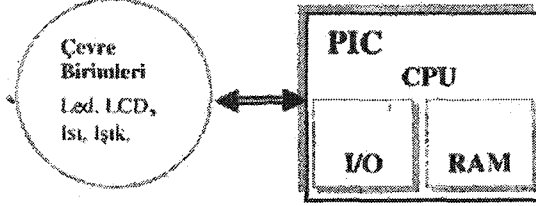
Mikrodenetleyicilerin Mikroişlemcilerden Temel Farkı

CPU, RAM ve I/O ünitelerinin tek bir yonga içinde üretilmesidir. Bu şekilde üretilmiş yongalarda, CPU, RAM ve I/O üniteleri bir araya getirildiği için, bunlar arasında ayrıca veri iletişim hattı (databus) ve adresleme hattı (address bus) kurulması gerekmez. Üç birimin, tek bir yongada toplanması, maliyeti de düşürmüştür. Bu nedenlerle, bilgisayarlarda ve diğer endüstriyel alanlarda mikrodenetleyicilerin kullanımı artmaktadır.

Mikrodenetleyiciler üreticilerine göre kodlandırılırlar. Microchip Firması ürettiği yongaları, PIC (Peripheral Interface Controller) olarak adlandırır. PIC adından da anlaşıldığı gibi çevresel birimleri, (motor, röle, lamba, ışık veya ısı sensörleri, . . . gibi) giriş/çıkış (I/O) elemanlarını hızlı ve kolayca denetleyebilir. Çünkü, Harvard mimarisine göre tasarlanmıştır. Bu mimari, eskiden uygulanan von Neumann mimarisine göre daha hızlıdır. Harvard mimarisinin, von Neumann mimarisinden farkı, program ve veri belleğinin ayrılmasıdır. Program ve veri belleğinin ayrılmasıyla birlikte, adres/program yolu (address-bus/program-bus) ve veri yolu (data-bus) da ayrılmıştır. Bu yapılanma ile, aynı anda veri ve program belleğine erişim olanağı kazanıldığından, iletişimin en az iki kat hızlanacağı açıktır. Ayrıca program ve veri belleği ayrıldığı için adreslemede (erişim sırasında), daha güvenilir kod elde edilmiştir. Bununla birlikte, RISC (Reduced Instruction Set Computer) azaltılmış komut seti uygulanarak, PIC i programlamada kullanılan komutlar, sadeleştirilmiş ve sayıca en aza indirgenmiştir. Örneğin orta düzey (Mid-Range) PIC leri programlamakta sadece 35 komut kullanılır.

Mikrokontrolörler ile ürün geliştirebilmek için, önce uygulamanın türüne en yakın özellikleri taşıyan PIC aranmalıdır. Bunun için mikrodenetleyicilerin aşağıda sayılan özellikleri araştırılmalı ve işe en uygun olan bulunmalıdır.

Mikrodenetleyicinin Temel Yapısı



Bir mikrodenetleyici; mikroişlemci, program belleği, veri belleği ve giriş/çıkış ünitelerini bir araya getirerek oluşur.

Mikroişlemci birimi (CPU)

Mikroişlemci birimi (Microprocessor unit); bilgisayarlarda Merkezi İşlem Birimi-MIB, Central Processor Unit-CPU olarak adlandırılır. Bu birim sistemin merkezidir.

Merkezi işlem birimi, mikrobilgisayarlardaki bütün işlemleri başlatır, kontrol eder ve sonlandırır. Mikrobilgisayarın belleğinden okuduğu bilgileri, geçici olarak depolar. Bunun için kendi iç yazmaçları (register) vardır. Yazmaçlara okuduğu bilgiler; yapacağı işlemleri içeren komutlar veya bu işlemleri gerçekleştirirken kullanacağı veriler olabilir. Mikroişlemciye, işlenecek bilginin bulunduğu yeri gösteren adresler (pointer) de yazmaçlarda tutulur.

Veriler, bitler; yani 0 ya da 1 değeri alabilen, ikili sayı dizileri biçimindedir. Kendi iç yazmaçlarında (register), bir seferde depolanan maksimum bit sayısı, o mikroişlemcinin sözcük (word) uzunluğu olarak isimlendirilir. Bilgisayarın sözcük uzunluğu içindeki mikroişlemciye göre değişir; genelde bir sözcüğü 8, 16, 32, 64 bit gibi 2'nin tam katları olacak şekilde üretilmiştir. Bir sözcüğü 10, 12, 14 bit boyunda olan sistemler de bulunmaktadır. Microchip firmasının ürettiği orta-düzey PIC lerde program belleğine 14-bit, veri belleğine ise 8-bit uzunluğunda sözcüklerle erişilir (Harvard mimarisi). Bunlar genel olarak veri belleğine erişimde kullanılan sözcük boyuyla; 8-bitlik mikrokontrolörler (8

bit- MCU) olarak sınıflanırlar. Aşağıdaki şekilde bir sözcüğün bit dizilimi, 8-bit ve 14-bit için çizilmiştir. Bu şekilden yararlanarak sözcük (word) kavramını inceleyelim.

Sözcük, bilgisayarın mikroişlemcisinin bir kerede okuyabildiği bit sayısıdır. Bellekteki bir birimlik bit grubudur. Sözcüklerin içinde, bilgisayardaki her tür veri, komutu taşıyan ikili sayılar, adresler, sembollerin ASCII kod karşılıklarından biri, karakter ya da sabitler (literal) bulunabilir.

Sözcük Uzunluğu

Bir mikroişlemcinin tipik özelliklerinden biri de, işlediği sözcüğün yada sözcüklerin boyudur. von-Neumann mimarisinde hem veri, hem de program belleği bir aradadır. Bu mimaride belleğe tek bir sözcük boyu ile erişilir. Von-Neumann mimarisinde, eğer mikroişlemci 8 bitlik ise; o mikroişlemcide sayılar, adresler, komutlar, işlenecek veya işlenmiş tüm veriler 8-bitlik ikili sayılarla tanımlanır. PIC lere baz olan Harvard mimarisinde ise veri belleğine bir kerede 8-bitlik sözcükle, program belleğine ise 14-bitlik sözcükle erişilir. Kısaca diyebiliriz ki, komutları oluşturan ikili sayılar 14-bitlik uzun sözcüklerin (long word) içerisinde; yazmaçları, program değişkenlerini, ASCII karakterleri, sabit değerleri oluşturan veriler ise 8-bitlik sözcüklerin içerisinde.

8-Bitlik en küçük sayı $(0000\ 0000)_2$ veya $(00)_{16}$ 'dır. 8-bitlik en büyük sayı ise, $(1111\ 1111)_2$ veya $(FF)_{16}$ 'dır. Dolayısıyla 8-bitlik en büyük ikili sayı, en çok 256 farklı değer alır (2^8). 8-Bitlik sözcük ile çalışmak, yani mikroişlemcinin 8-bitlik olması, bizi 255 sayısıyla sınırlamaz. Büyük sayıları tanımlamak ve yazmak için, mikroişlemcinin iki veya daha çok sözcüğünü kullanırız.

Mikroişlemcinin birimlerine erişebildiği sözcük uzunlukları, mikroişlemcinin içerisindeki birimlerin boyunu da tanımlar. Örneğin PIC16F877' de program belleği boyu $8\ Kword \times 2^{10} \times 14$ -bit büyüklüğünde tanımlanırken, veri belleği boyu (sadece RAM) $368\ Byte = 368 \times 8$ -bit olarak belirtilmiştir. Önemli yazmaçların, komutların boyutları, belleklere yüklenebilecek verilerin genişliği, mikroişlemcinin işleyebildiği sözcük boylarına bağlıdır.

Byte

Bir byte, 8 bitten oluşur (Bayt diye okunur). 8-bitlik bir sözcük, bir byte' dan oluşur. 16 Bitlik bir sözcük, iki byte' dan oluşur. Düşük öncelikli bit (Least Significant

Bit) en sağda ve yüksek öncelikli bit (Most Significant Bit) de en soldadır. 8-Bitlik sözcükte bitler, sağdan sola doğru, 0' dan 7' ye kadar numaralandırılır. Orta düzey PIC lerde, veri belleğine erişimde kullanılan sözcük boyu 8 bit, yani bir byte' dır. Bu nedenle 8-bitlik mikrokontrolörler olarak gruplandırılırlar.

Dijit

Bir bayt, iki dördümlü bit grubuna ayrılabilir. Bunların her birine dijit denir. Sağdaki dijit, düşük öncelikli, soldaki ise yüksek öncelikli olarak sınıflanır. Bir dijit, kendi başına erişim birimi değildir.

8-16 Bit arasındaki sözcüklerde ise sağdaki 8 bite düşük öncelikli byte (low order byte), kalan bitlere de yüksek öncelikli byte (high order byte) denir. Bitler, sağdan sola doğru 0' dan 15' e kadar numaralandırılır. Bir sözcük her zaman tam iki byte' tan oluşmayabilir. İkinci byte bit boyuna göre numaralandırılır ve ikinci byte 8 bite tamamlanmadığı halde, yüksek öncelikli byte olarak adlandırılır.

Mikrodenetleyici, kendisine verilen komutları (program) işler ve bu komutların doğru çalıştırılmasını CPU sağlar. Komutların program belleğinden getirilmesi, deşifre edilmesi (yapılacak işlem türünün anlaşılması), işlem göreceği verinin veya verilerin bellekten alınması, işlemin uygulanması ve üretilen sonuçların veri belleğine yazılması işlerinin hepsinden CPU sorumludur. Her komut sözcüğü, işlem ve işlenen/işlenenleri kapsar. Program komutları, başlıca üç biçime ayrılır. Bunlar; bit kaynaklı, byte kaynaklı, sabit ve kontrol işlemleri ile call-goto işlemini kapsar. PIC Programı yazarken, kullandığımız komutlar, mutlaka bu dört biçimden birisine girer. CPU bunları doğru işlemek ve sonuçlandırmak için; veri iletişim yolu, program/adres iletişim yolu ve yığını kullanabilir.

CPU' nun bütün bu işlerde kullandığı üç ana bölüm vardır. Bunlardan biri çeşitli görevlerle donatılmış yazmaçlar (registers) bölümü, diğeri aritmetik ve mantık birimi (Arithmetic Logic Unit-ALU), üçüncüsü de zamanlama ve denetim bölümüdür.

Yazmaçlar(Registers)

Mikroişlemciye gelen veri yada adres şeklindeki sözcükler, mikroişlemci içerisindeki yazmaçlarda tutulur. Yazmaçların içerisinde ikili sayılarla (binary - 0 ya da 1)

düzenlenmiş veriler bulunur. Yazmaçlar, her gerektiğinde içerisindeki bilgilere erişilebilen elektronik altyapılardır.

Mikroişlemcilerde yazmaçlar, kullanım amaçlarına göre birkaç çeşittir. Bunlardan üçü her PIC te bulunur. İlki çalışma yazmacı olup, VWorking Register / Akümülatör gibi adlar taşır; ACC, A, W olarak kısaltılır. İkincisi, program sayacıdır. Metinlerde, Program Counter adıyla da geçen sayaç, PC olarak kısaltılır. Sonuncusu, işlemci durum yazmacıdır. Genellikle Processor Status Register adıyla anılan sayaç; PS olarak kısaltılır.

Akümiatör/Working Register: Genel amaçlı bir yazmaçtır. ACC / A / W olarak kısaltılır. Tüm aritmetik ve mantık işlemlerinde, işlenenlerin ve bazı mikroişlemcilerde de hem işlenen hem de işlem sonuçlarının tutulduğu bir yazmaçtır. Verilerle ilgili kaydırma, döndürme, eksiltme, artırma, karşılaştırma ve tersini alma işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile bu işlemlerin sonuçlarının tutulmasında kullanılır. Akümülatörün bu özellikleri, mikroişlemciden mikroişlemciye değişebilir. Özellikle mikrodenetleyicilerde akümülatöre (W yazmacına) bazı ek işler yüklenebilir.

Microchip firması, kendi ürünlerinde akümülatör yerine working register (W) ismini kullanmaktadır.

Program Sayacı (Program Counter): Genelde PC olarak isimlendirilir. Mikroişlemci (CPU) tarafından yürütülecek komutun, program belleğindeki adresini tutar. PC yazmacının içinde, bulunulan yeri gösteren adres olduğu için, kendisi bir göstergedir (Pointer). Program sayacında, ilk komut çalıştırıldıktan sonra, ikinci komutun bulunduğu adres oluşur.

Çünkü, bir komut çalıştırıldığında, program sayacındaki onaltılık (hexadecimal) sayıya bir eklenir. Böylece program sayacı, sürekli bir sonra çalıştırılacak komutun adresini gösterir. Eğer komut bir sözcükten daha uzun ise, komutun ikinci ve varsa diğer parçaları da, program sayacına her seferinde bir eklenerek adreslenir.

Mikroişlemciye bir altprogram çağırma komutu verilmişse ve bu komut çalıştırılmışsa, bu durumda program sayacına bir eklenmez. Bunun yerine çağırılacak altprogramın adresi program sayacına yüklenir. İşte tam bu noktada, "Altprogramdaki komut grubu işlendikten sonra, ana kesimdeki çağırıldığı noktaya nasıl geri döner?" sorusu ilk akla gelen sorudur. Çünkü her altprogram çağırma, çağırılan altprogramın kapsamındaki komut grubunun çalıştırılması gerekir. Dolayısıyla bu komut grubuna sapılmıştır (dallanma). PC altprogram bittikten sonra da sıradan artmaya devam

ederse, programda altyordamın çağırıldığı adresi, bir daha bulamayacağı açıktır. Bu sorunun yanıtı, şöyledir; PC, altprogram tamamlandığında, yani altprogramın bütün komutları çalıştırılıp bitince, altprogramın başlatılmasından hemen önceki adrese geri döner. Bunun için, altprogramın çalıştırılmasından bir önceki adres, önce yığın (stack) ismi verilen bir dizinin en üstüne konur (push). Bu işlemden sonra, PC altyordamın içindeki ilk komutun adresini alır ve altyordamın her komutunda, birer birer artmayı sürdürür. Altyordamdan dönüş komutu Return'e geldiğinde, yığının en üstüne konan adres PC ye geri yüklenir. Böylece programda, altyordamın çağırıldığı noktaya geri dönmüş olur. PC bir arttırıldığında, işleyeceği bir sonraki komutun adresini gösterir. Böylece program komutları işlenmeye devam edilebilir.

Bir altprogram içinden, başka bir altprogramı çağırdığımızda da yine aynı işlemler yapılarak, PC ve yığın aracılığıyla çağırıldığı altyordama geri dönebilir (tam çağırıldığı noktaya). Geri dönüşü sağlayan mekanizma, yine yığındır. Bu dizinin elemanlarını, üst üste konmuş bir dizi kitapmış gibi düşünün. Kitap yığınınına, bir kitap daha koymak (her calı işlemindeki gibi) gerekirse, en üste koyarız. Kitabı, doğrudan dizin içindeki diğer kitapların arasında, herhangi bir yere koyamayız, çünkü yığın çöker. Aradaki bir kitabı almak (return işlemindeki gibi) için de, aynı nedenle daima önce yığının en üstündeki kitabı alırız. Sonra, kalan yığın elemanlarından, gene en üsttekini alırız (pop). Bu işlemleri, istediğimiz kitaba erişene kadar sürdürürüz. İsteddiğimiz kitap yığının en altındaki kitap ise, yığına ilk koyduğumuz bu kitabı, en son olarak almış olacağız. Bu örnekte; yığının bir derinliği ve işlem türü olduğunu görüyoruz. Diyebiliriz ki, yığın, FİLO (First in Last Out) olarak kısaltılan, -İlk giren son çıkar- mantığına göre işleyen bir kayıt alanıdır. Yığının derinliği, o mikroişlemcinin iç içe yürütebileceği, çağırabilecek altprogramların sayısını belirler.

Yığına PC den yüklenen adresler de, kitaplar gibi, yığına konma sırasının, tam tersi bir sırayla yığından çıkarılırlar. Yığından atılan eleman, her zaman yığının en üstünde bulunan elemandır. Yığından atma işlemi (pop), bir altprogramın sonlandırıcısı olan return, retfie, retlvv gibi komutlarla gerçekleşir. Bu komut dönüş adresini yığından atma ve atılan adres bilgisini, tekrar gerisin geriye program sayacına koyma işini yapar. Böylece programda, altprogramın çağırıldığı noktaya geri dönülebilir. Yığın veya yığının herhangi bir elemanına, programcı tarafından hiçbir yolla erişilemez, içeriği okunamaz veya üzerine yazılamaz.

Yığın derinliği, mikrokontrolörden mikrokontrolöre değişir. Örneğin, PIC16C5X ailesinde yığın derinliği ikidir. Yığın genişliği ise 16C54' de 9 bit, 16C56' da 10 bit, 16C57 ve 58' de 11-bit boyundadır. Bu PIC lerde, iç içe en fazla iki altprogram kullanılabilir. İki'den fazla alt program kullanıldığında ise, mikrodenetleyici "yığın taşması" (stack overflow) hatasına düşecektir.

PIC16F8X ve 16F87X ailelerinde ise yığın derinliği sekizdir. Bunlarda, iç içe en fazla sekiz altprogram kullanılabilir. Yığında kesme (interrupt) işlemleri de, altprogramlar gibi bir yer tutar. Programda yığın taşması hatasına düşmemek için, iç içe çağırılan altprogram ve kesme altprogramlarının sayısını, programcının denetlemesi gerekir. Yığının her elemanı 13 bit uzunluğundadır.

PIC16F8X, 16F87X ailelerinde yazmaçlara yada veri, program belleğine, doğrudan veya dolaylı erişilebilir.

İşlemci Durum Yazmacı (Processor Status Register): Kısa adı PS veya STATUS olan bu yazmaç, sekiz bitlidir. İçinde çeşitli durumları bildiren uyarı bitleri bulunduğu için, bayrak (flag) yazmacı da denir. Mikroişlemcinin o andaki durumunu bildirir. Bu yazmaca bakılarak, yapılan işlemin sonucu hakkında bilgi alınabilir. Aritmetik işlemlerde; elde olup olmadığı, sonucun sıfır olup olmadığı, status yazmacının ilgili bitlerine bakılarak öğrenilir. Status yazmacında, dolaylı adresleme ve doğrudan adresleme bilgileri de bulunur. Program, status yazmacından öğrenilen bilgilere göre yönlendirilir. Üreticiler kendi mikroişlemcilerindeki status yazmaçlarında, başka özel durumlar için de bitler ayırmışlardır.

PIC lerde bunların dışında dolaylı erişim için INDF ve FSR; kesmeler için INTCON; zamanlama için TMRO, TMR1-2 ve girdi ile çıktılar için TRISA, TRISB, . . . , TRISE ile PORTA, PORTB, . . . PORTE gibi sayılabilecek pek çok yazmaç vardır.

Aritmetik Mantık Birimi (ALU): Mikroişlemcinin diğer önemli birimi ALU (Aritmetik Logic Unit), adından da anlaşıldığı gibi komut sözcüğüne (Instruction Word) göre aritmetik ve mantık işlemlerini yapar. Komut sözcüğünün başlıca dört biçimi olduğu belirtilmişti. Komut sözcüğünü bu biçimlere göre ayrıştırıp, uygularken W yazmacını ve gerekiyorsa diğer yazmaçları da kullanır. ALU içerisinde toplama (ADD), çıkartma (SUB), bir yazmacın sağ ve sol dijitlerinin yerini değiştirme (SVVAP), kaydırma (SHIFT) ve döndürme (ROTATE), . . . gibi işlemleri yapan birimler vardır. Ayrıca AND, OR, XOR mantıksal işlemlerini gerçekleştiren birimler de vardır. ALU, veri iletişim hattı (databus) aracılığıyla verileri alır, komuta göre işler ve ilgili birimleri uyararak

sonucu, W veya komutta belirtilen hedef yazmaca yükler. Bu durum yine, mikroişlemciden mikroişlemciye farklılıklar gösterir. Çünkü, bazı mikroişlemciler sonucu yalnız W, yani akümülatöre yazarken, bazıları hem akümülatöre hem de yazmaca yazabilir. Örnek olarak, PIC16F87X ailesinin, toplama, çıkarma ve benzeri işlemlerin sonucunu istenirse W (working register)^v de, istenirse yazmaçta tutma esnekliği vardır.

Zamanlama ve Denetim Bölümü: Mikroişlemcinin kendisine verilen komutları işleyebilmesi için, saat (clock) denilen, kare dalga sinyali gerekir. Bu sinyali, mikroişlemci içerisinde bulunan bir osilatör devresine, dışarıdan bağlanan bir kristal üretir. Üretilen sinyal, komutların işlenmesinde zamanlamayı sağlar. Kısaca bu ana bölüm, çalışma ritmini -bir yüreğin atışı gibi-sağlar ve yonganın kalbidir diyebiliriz.

PIC in sinyal girişi için iki ucu vardır. Bu uçlara, farklı osilatörler de üretilen zamanlama sinyali uygulanabilir.

Bunları -RC (Direnç-kondansatör), -XT (Kristal veya Seramik resonator-XTAL), -HS (Yüksek hızlı kristal ve seramik rezonatör-High speed) ile -LP (Düşük frekanslı kristal - Low power) olarak sayabiliriz. Osilatör tipi PIC le yapılacak uygulamanın donanım (test kartı) özelliklerine göre seçilmelidir.

Sinyal, PIC komutlarının çalıştırılma ritmiyle doğrudan ilgilidir. Yonganın hızının bir nedeni de, her bir saat (clock) çevriminde (periyod), bir komut işleyebilmesinden kaynaklanmaktadır. Bir komut çevriminde tamamlamadığı çok az sayıda komut bulunmaktadır.

Program Belleği

Önce bellek kullanımında sıkça başvuracağımız bazı terimleri tanımlayalım.

Bunlar:

- Bellek büyüklüğü (Memory size): Bellekte tutulabilen veri miktarıdır. Birimi genellikle byte veya sözcük' dür. 1 Kword $2^{10} = 1024$ x sözcük' ten oluşur.
- Erişim süresi/Okuma çevrim süresi (Acces time): Bellekten okuma işleminin başlangıcından, gerekli bilginin alınışına kadar geçen süredir.
- Erişim çevrim süresi (Acces cycle time): Bellekten ard arda iki okuma arasındaki süredir.

- Yazma çevrim süresi (Write cycle time): Belleğe ard arda iki yazma arasındaki süredir.

Program belleği, mikrobilgisayarın uygulaması için verilen komutlardan oluşan programın, yerleştiği alandır. Mikroişlemci, uygulayacağı bütün işlemleri ve bu işlemlerin sırasını program belleğinin, ilgili adreslerine bakarak öğrenir. İlgili adresler ise program sayacında tutulur. P16F87X ailesinde üç bellek bloğu bulunur. Bunlar program belleği, veri belleği (RAM) ve EEPROM veri belleğidir. Program ve veri belleğinin erişim yolları ayrıdır. EEPROM veri belleği, okunabilir ve yazılabilir bellektir. Genellikle kalibrasyon bilgileri, seri numaraları, . . . gibi özel bilgiler için programlanır.

Program belleği de kendi içinde sayfalara ayrılır. Program belleği 16F84' te 1 Kword, 16F877' de 8 Kword' dür (16F873 ve 16F874' te 4 Kword, 16F876 ve 16F877' de 8 Kword). 16F87X ailesinde her bir sayfa iki Kword büyüklüğündedir. 16F84' te program belleği toplam 1 Kword' dür. Bellek sayfa sayısı arttığında, adresleme için, yalnız PIC yazmacının kullanılması yetmez, buna ek olarak, bellek sayfalarına erişim sayısının da tutulması gerekir. 16F87X ailesinde, PCLATH yazmacı, doğru sayfadaki adrese erişmek için PC ile birlikte kullanılır.

Program belleği olarak ROM (Read Only Memory - Sadece okunabilir bellek) diye adlandırılan devre elemanları kullanılır. PROM, EPROM, EEPROM' da, ROM olarak çalışabilir. ROM' lar üretim aşamasında bir kez kullanılması için programlanmış belleklerdir. Bu nedenle ROM içerisindeki veriler, sonradan değiştirilemez veya silinemez.

PIC yazılımcıları proje geliştirirken kendi hazırladıkları programı kullanacakları için ROM kullanmazlar. PROM, programlanabilir ROM olarak çalışır, ancak PROM bir kez programlanabilir. Bir kez programlandıktan sonra, PROM değil ROM gibi olur. Yani içerisindeki program artık herhangi bir yolla değiştirilemez veya silinemez. Yalnızca çalıştırılabilir. Bundan dolayı yanlış veya eksik hazırlanmış bir program yüklenmiş PROM için, artık hiçbir şey yapılamaz.

EPROM silinebilir ve programlanabilir. Devrede ROM olarak da görev yapar. PROM' dan farklı yanı, tekrar programlanabilmesidir. Programlandıktan sonra, bir ROM gibi çalışır. Eğer içindeki program silinmek veya değiştirilmek istenirse, önce özel bir ortamda (ultraviyole ışık altında 15 -20 dakika arasında üretici firma tam süreyi vermektedir.) tutularak, silinmelidir. Silme işleminden sonra, istenilen program yeniden

yüklenebilir. Böylece, hatalı veya eksik programların yüklendiği EPROM' lar bu işlemlerden geçirilerek onlarca kez tekrar kullanılabilir.

EEPROM ise elektrikle silinebilir, programlanabilir bellek elemanıdır. Devrede ROM gibi çalışır. EPROM' dan tek farkı, içindeki programın silinmesi için elektrik sinyali yeterlidir. Özel bir ortama gerek yoktur. 16F87X ve 16F84' de flash program belleği vardır. Bir milyon kez programlanıp, silinebilir.

Veri Belleği

Programın çalışması için, veri belleğindeki yazmaçlar kullanılır. Dosya yazmaçlarının uzunluğu sekiz bittir. Yalnız, PCLATH yazmacı beş bit uzunluğundadır. Dosya yazmaçları özel veri bellek alanındadır. Yani bunların adresleri önceden belirlenmiştir. Bunların dışındaki veri alanları program içinde kullanmak istediğiniz, geçici değişkenler için atanabilir.

16F84' ün veri alanları ikiye ayrılır. Bunların her birine bank denir ve 0' dan başlanarak numaralanır. Bazı özel amaçlı yazmaçlar her iki bankta da vardır. Bunlara ulaşmak ve kullanmak daha kolaydır. Bazı yazmaçlar iki bankta da bulunur, çok kullanılan bir kısım yazmaç ise bütün banklarda yer alır. Bunları kullanmak veya herhangi bir amaçla erişmek için bank değiştirmeye gerek yoktur.

16F877' nin bank 0' dan başlayarak bank 3' e kadar ulaşan veri belleği vardır. Her EEPROM veri belleği bloğu, h'000' dan h'7FH' adresine kadardır (128 Byte). 16F84' te ise toplamı 80 byte olan, veri yazılabilecek yer vardır. Bu kısımdaki tabloda 16F877' nin veri belleği haritası gösterilmiştir.

Veri belleği olarak genelde RAM (Random Access Memory) kullanılır. RAM' lar, program içerisinde iken, içerisine verinin yazılabildiği (vwrite) ve değiştirilebildiği (modify) devre elemanlarıdır. Ancak, devreyi besleyen enerji kesildiğinde, bu bellek elemanında bulunan veriler kaybolur. Yani, RAM' da saklanan veriler uçabilir, bozulabilir. RAM bellekler, ancak enerji kesildiğinde devreye giren ikinci bir güç kaynağı yardımıyla bozulmaz. Bu durumda çalıştırılan RAM' lar, istenirse program belleği olarak da kullanılabilir.

EEPROM da veri belleği olarak kullanılır. EEPROM 'a kayıt işlemi, RAM belleğe yazma işlemi kadar hızlı değildir. Bu nedenle EEPROM' lar veri belleği olarak; kod, şifre

tutma gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Veri kayıt hızının önemsenmediği durumlarda EEPROM' lardan, RAM gibi veri belleği olarak yararlanılır.



Çizelge 2. PIC16F877/876 Yazmaç Dosyası Haritası

1. Bank		2. Bank		3. Bank		4. Bank	
Yaz		Yazm		Y		Yaz	
Dol.		Dol.		D		Dol.	
TM		OPTI		T		OPT	
PC		PCL		P		PCL	
STA		STAT		S		STA	
FSR		FSR		F		FSR	
PO		TRIS				-	
PO		TRIS		P		TRI	
PO		TRIS		-		-	
POR		TRISD		-		-	
POR		TRISE		-		-	
PCL		PCLA		P		PCL	
İNT		İNTC		IN		İNT	
PIR		PIE1		E		EEC	
PIR		PIE2		E		EEC	
TM		PCON		E		Ayrı	
TM		-		E		Ayrı	
TIC		-					
TM		SSPC					
T2C		PR2					
SSP		SSPA					
SSP		SSPS					
CCP							
CCP				Ge		Gen	
CCP				A		Ama	
RCS		TXST		Y		Yaz	
TXS		SPBR					
RC		-		16		16	
CCP		-					
CCP							
CCP		-					
AD		ADRE					
AD		ADCO					
Genel		Genel		G		Gen	
Amaçlı	0h	Amaçlı	0h	enel	20h	el Amaçlı	A0h
Yazmaçlar		Yazmaçlar	80	Amaçlı		Yazmaçlar	1EFh
96 Byte		70h-		16		1F0	
	Fh	7Fh arası	0h-	Fh-17Fh	6Fh	h-1FFh	F0h-

Giriş/Çıkış Birimi

Giriş birimi mikroişlemci dışındaki devreler ve sistemlerden gelen işaretleri (sinyalleri), mikroişlemciye aktaran bir tümleşik devre (Integrated Circuit - IC)' dir. Benzer şekilde, çıkış birimi de yonganın çıkış sinyallerini, mikroişlemci dışındaki devrelere aktaran bir tümleşik devredir. Uygulamada iki IC, aynı yonga içinde üretilir. Bu nedenle; iki IC nin de denetlenmesi amacıyla, bir de kontrol devresi eklenmiştir.

Mikrokontrolcünün, dış dünyayla iletişimi, giriş/çıkış (I/O) portları ile kurulur. Portların iletişim özellikleri, seçilen PIC e göre farklılıklar gösterir. PIC16F877' de Giriş/Çıkış portları A' dan E' ye kadar harflerle belirtilir. Bunlara bağlı toplam 33 bacak (pin) yoluyla dışındaki ortam ile bilgi alışverişinde bulunur. 16F84' te ise toplam 18 bacak vardır. Bunlar A ve B portlarında bulunur. Bu bacaklar yoluyla, uygulama için geliştirilen elektronik kartlara bağlı olarak; potansiyometre, röle, sensör, klavye, yazıcı, LCD, 7SD, . . . gibi bir çok birimi bağlayarak, PIC e girdi verilebilir veya PIC ten çıktı alınabilir. Bu elemanlar kullanılarak haberleşirken PIC in A/D çevirici, Paralel Slave Port, USART, MSSP, Capture/Compare/PWM, . . . gibi modülleri kullanılabilir.

Sonuç

Mikrodenetleyiciler, bir bilgisayar gibi, bir ya da daha fazla mikroişlemci (CPU), bilgi saklama üniteleri, giriş/çıkış birimleri, arabirim uyarlayıcısı ve sistemin ana zamanlayıcısı olarak kullanılan osilatör devrelerinden oluşur.

Mikrodenetleyicilerin çalışması için mutlaka saat (clock) sinyali gereklidir. Bu sinyal olmadan, çalışamazlar. Sinyal bir osilatörün ürettiği, kare dalgadır. Çalışma ritmini sağlar. 16F84' ün bir, 16F877' ün ise, üç zamanlayıcısı (timer) bulunmaktadır. Osilatör, kullanılan donanıma bağlı olarak seçilmelidir.

Harvard mimarisinin uygulanması, mikrodenetleyicilerin daha hızlı çalışmasını ve kod güvenilirliğini sağlamıştır. Bilgi (program veya veri) yolu mikroişlemci ile veri alışverişinde bulunacak birimi belirler. Adresi verilen birim, bilgi yolu aracılığı ile mikroişlemciye bağlanarak, onunla bilgi alışverişinde bulunur. Veri aktarımı (data transfer) adı da verilen bu işlem, çalıştırılan programa uygun olarak devam eder. Veri ve program adres yollarının ayrılması yürütülen işlemleri hızlandırmıştır. Program ve veri belleğinin ayrılmasıyla daha güvenli çalışma sağlanmıştır.

Mikrodenetleyicinin, dış dünyadan aldığı bilgiye, girdi (input data) denir. Dış dünyaya verdiği bilgiye ise çıktı (output data) denir. Mikrodenetleyicilerin dış dünya ile bağlantısı giriş/çıkış birimi aracılığı ile yapılır. Veriler çevre aygıtlarının cinsine ve standartlara uygunluğuna göre, giriş/çıkış biriminden portlar yoluyla (portlara bağlı bacaklardan) aktarılabilir. Çevre aygıtları; led, buton, klavye, yazıcı, göstergeler (7SD veya LCD), sensörler, ... gibi sayabileceğimiz birçok sürücü/alıcı devreleri olabilir.

Mikrodenetleyici çok çeşitli işlemleri yapabilir. Sayıları toplayabilir, çıkarabilir, kıyaslayabilir, mantıksal olarak işleyebilir (AND, OR, XOR, ... gibi). PIC lerde çalışan komutlar, dört biçimde toplanmıştır. Bunlardan ilk ikisi bit ve byte kaynaklı komut biçimleridir. Diğerleri ise sabit ve kontrol kaynaklı komutlarla, calf-goto işlem biçimidir. PIC'te çalışan komutlar, mutlaka bu dört biçimden biri ile tanımlanır. Program belleğindeki, komutların doğru çalıştırılmasını CPU sağlar.

Bütün bu sayılanlara karşın; mikrodenetleyicinin iş yapma kapasitesi vardır ama, kendi başına iş yapma kapasitesi yoktur. Kendi başına, statik (durağan) bir yapıdadır. Yalnız kendisine tanımlanan işlemler dizisini; yani komutlardan oluşan programı uygulayabilir. Bilgisayarın yapması gereken işlemler ve bu işlemlerin hangi sıra ile yapılması gerektiği, programcı tarafından adım adım anlatılmalıdır. Çalıştırılabilir bir donanım sağlandıktan sonra, yazılım; yani programları içeren kısım, işlerin düzenlenen akış içinde yürümesini sağlar.

Genellikle programın uzunluğu, bilgisayarın yapması gereken işin karmaşıklığı ile doğru orantılıdır. Bir led'i yakıp-söndürmek, belirli sayıları toplamak-çıkarmak gibi işleri yaptıran programlar, az sayıda komutla sağlanırken; bir bilgisayar işletimini sağlayan sistemin programı ise, yüz binlerce komuttan oluşmaktadır.