

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**MİKRO İŞLEMCİ VE
MİKRODENETLEYİCİLER
523EO0019**

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. MİKRO İŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER.....	3
1.1. Mikro işlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler	3
1.1.1. Kelime Uzunluğu.....	3
1.1.2. Komut İşleme Hızı.....	4
1.1.3. Adresleme Kapasitesi	5
1.1.4. Kaydedici Sayısı	6
1.1.5. Farklı Adresleme Modları.....	6
1.1.6. İlave Edilecek Devrelerle Uyumluluk	7
1.2. Mikro İşlemciyi Oluşturan Birimler ve Görevleri	8
1.2.1. Kaydediciler.....	8
1.2.2. Aritmetik ve Mantık Birimi (ALU)	12
1.2.3. Kontrol Birimi	13
1.3. Merkezi İşlemci Biriminde İletişim Yolları.....	13
1.3.1. Veri Yolu	14
1.3.2. Adres Yolu.....	15
1.3.3. Kontrol Yolu.....	15
1.4. Bellek	16
1.4.1. RAM Bellekler	16
1.4.2. ROM Bellekler	17
1.4.3. Programlanabilir ROM Bellek (PROM).....	17
1.4.4. Silinebilir Programlanabilir ROM Bellek (EPROM)	17
1.4.5. Elektriksel Yolla Değiştirilebilir ROM Bellek (EEPROM)	18
1.5. Mikrodenetleyici Tanımı ve Çeşitleri	18
1.5.1. Mikrodenetleyicinin Tanımı	18
1.5.2. Mikrodenetleyicilerin Sağladığı Üstünlükler.....	18
1.5.3. Mikrodenetleyici Çeşitleri	19
1.5.4. Mikrodenetleyici Dış Görünüşleri	19
1.5.5. Mikro İşlemci ve Mikrodenetleyici Arasındaki Farklar	19
1.6. Mikrodenetleyici Program Aşamaları ve Gerekli Donanımlar	20
1.6.1. Mikrodenetleyicilerde Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler	21
1.6.2. PIC16F84 Özellikleri.....	21
1.6.3. PIC Programlamak İçin Gerekli Donanımlar	22
1.7. Mikrodenetleyicinin İç Yapısı ve Çevre Elemanları.....	22
1.7.1. Mikrodenetleyici Yapısı	22
1.7.2. Giriş/Çıkış Pinleri İle Bağlantısı.....	25
UYGULAMA FAALİYETİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	34
2. MİKRODENETLEYİCİ PROGRAMLAMA KARTI.....	34
2.1. Mikrodenetleyici Programlama ve Deneme Kartı	34
UYGULAMA FAALİYETİ	37
DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ.....	42
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	43

3. MİKRODENETLEYİCİYE PROGRAM YÜKLEME	43
3.1. Giriş.....	43
3.2. Yükleme Programını Kullanma	46
3.2.1. Yükleme Programının Başlatılması	47
3.2.2. Program Menülerinin Açıklanması.....	49
3.2.3. Mikrodenetleyici Seçimi.....	49
3.2.4. Program Dosyasını Açma	49
3.2.5. Mikrodenetleyici Konfigürasyonunu Ayarlama	50
3.2.6. Bilgisayarla Kart Arasındaki Haberleşme Ayarlarını Yapmak	52
3.2.7. Programı Mikrodenetleyiciye Yükleme.....	53
UYGULAMA FAALİYETİ	54
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	57
MODÜL DEĞERLENDİRME	58
CEVAP ANAHTARLARI	60
KAYNAKÇA	62

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0019
ALAN	Elektrik-Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Elektrik-Elektronik Teknolojisi Dal Ortak
MODÜLÜN ADI	Mikro işlemci ve Mikrodenetleyiciler
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül mikrodenetleyicilerin çeşitleri, yapısı, programlanması ve denenmesine yönelik bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	PLC modüllerini tamamlamış olmak
YETERLİK	Yapılacak işe uygun mikrodenetleyiciyi seçerek program yüklemek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında istenen sistem için gerekli mikrodenetleyici ve donanım elemanlarını seçerek mikrodenetleyiciye program yüklemesini eksiksiz yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Mikrodenetleyici ve donanım seçimini yapabileceksiniz. 2. Mikrodenetleyici programlama kartı yapabileceksiniz. 3. Mikrodenetleyiciye program yükleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik-elektronik laboratuvarı, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı vb. Donanım: IBM uyumlu bilgisayar, bir metin editörü (Notpad), assembler programı (MPASM), yükleme programı (IC-Prog), elektrik araçları (yankeski, kargaburun), programlama ve deneme kartı malzemeleri, baskı devre kalemi, havya, lehim, asit banyo malzemeleri, matkap
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Çağımızda bilgi ve teknoloji hızla ilerlemekte, hayatımızın her alanına girmiş bulunmaktadır.

Karmaşık ve uzun zaman alan hesaplamaların çözümlenmesi için bilim dünyası sürekli bir arayış hâlindeydi. Alman bilim adamı Zuse 1936 yılında mekanik anahtarlı Z1 adında ilk bilgisayarı yaptıktan sonra 1939 yılında manyetik röle ile çalışan Z2 bilgisayarı tasarlamıştır. 1942 yılında Iowa State Üniversitesi'nin profesörü John ATANASOFF ile öğrencisi Clifford BERRY ilk elektronik bilgisayar olan vakum tüpleriyle ABC'nin yapımını gerçekleştirdi. 1946 yılında ABD'de askeri amaç için düşünülen bomba izlerinin hesaplanmasında kullanılacak olan ENIAC yapıldı. Bu bilgisayarlar manyetik röle ve vakum tüplü olduklarından, fiziki olarak bir oda büyüklüğünde ve sadece özel amaçlı kullanılıyordu.

1948 yılında yarı iletkenlerin keşfi ve 1950 yılında transistörlerin kullanılmasıyla birlikte bilgisayarlar yeni bir boyuta taşındı. Eskisine göre daha küçük ve az enerji harcayan bilgisayarlar üreilmeye başlandı. 1970 yılında Intel firması bilgisayarın beyni sayılan mikro işlemciyi (CPU) tek bir entegre olarak tasarladı. Gelen istekler doğrultusunda sürekli geliştirilen mikro işlemciler, sadece bilgisayarlarda kullanılmayıp otomobil, telefon sistemleri, beyaz eşya, robotlar, müzik aletleri, güvenlik sistemleri ve endüstride kullanılmaktaydı. Bellek, giriş/çıkış birimleri ve işlemciden meydana gelen basit bir mikro işlemcili sistem daha sonraları günümüzde adı geçen elemanların tek bir entegre hâline getirilmesiyle mikrodenetleyici adını almıştır. Mikro işlemcili sistemi meydana getiren birimlerin kırılmış özellikleri mikrodenetleyici sistemde kullanıldığından, maliyet düşmüş, programlanması kolay olmuş ve dolayısıyla boyutları da küçük olmuştur. Mikrodenetleyiciler sürekli geliştirilmekte, özellikleri ve performansları arttırılmaktadır. Mikrodenetleyiciler bilindik kullanım yerlerinin dışında endüstride ve günlük yaşamımızda kendisine sürekli yeni kullanım alanları açmaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Mikro işlemcileri ve mikrodenetleyicilerin yapı ve çalışmasını öğrenecek, mikro işlemci ve mikrodenetleyicileri özelliklerine göre karşılaştırabilecek, istenilen özellikte mikro işlemci ve mikrodenetleyiciyi seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

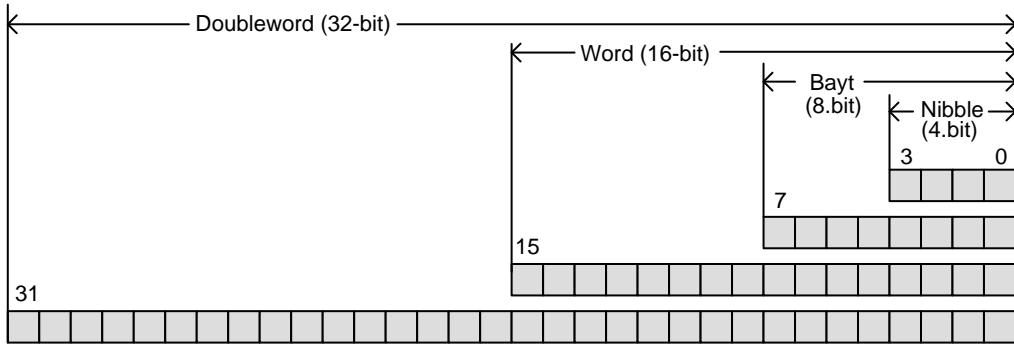
- 8 bitlik mikro işlemci ve mikrodenetleyicilerin özelliklerini rapor hâlinde hazırlayınız.

1. MİKRO İŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER

1.1. Mikro işlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler

1.1.1. Kelime Uzunluğu

Mikro işlemcinin her saat darbesinde işlem yapabileceği bit sayısına kelime uzunluğu denir. İşlemciler bu süre zarfında komutları yorumlar veya bellekteki veriler üzerinde işlem yapar. İşlenen veriler işlemcinin özelliğine göre 4-bit, 8-bit, 16-bit, 32-bit ve 64-bit uzunluğunda olabilir. Kelime uzunluğu veri yolu uzunluğuna eşittir. İşlemci, her saat darbesinde işleyebildiği kelime uzunluğu ile tanımlanır. Intel 8086 işlemcisinin kelime uzunluğu 16-bit olduğu için 16-bitlik mikro işlemci denir. İşlemciler dört, sekiz, on altı, otuz iki ve altmış dört bit olarak sınıflandırılır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Çeşitli kelime uzunlukları

Komutlar veya veriler küçük gruplar hâlinde işlenirse hızda azalma meydana gelir. İşlenen veri sayısının artması aynı sürede yapılan işin miktarını artırmakta ve yapılan işin süresini azaltmaktadır.

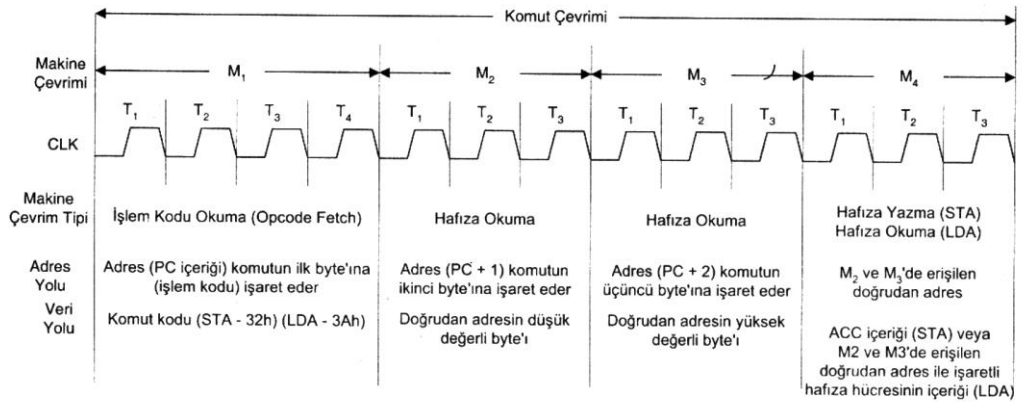
16-bitlik bir işlemci ile 16-bitlik iki sayının toplanması, çarpılması veya karşılaştırılması bir adımda yapılırken 8-bitlik işlemcide bu işlem daha fazla adımda gerçekleştirilmektedir. Tablo 1.1’de mikro işlemciler ve kelime uzunlukları görülmektedir.

Üretici Frma	Üretim Yılı	Mikro işlemci	Veri Yolu genişliği (Kelime Uzunluğu)
Intel	1971	4004	4 bit
Motorola	1974	6800	8 bit
Zilog	1975	Z80	8 bit
MOS Tec	1976	6502	8 bit
Intel	1976	8085	8 bit
Intel	1978	8086	16 bit
Motorola	1979	68000	16 bit
Intel	1982	80286	16 bit
Motorola	1983	68010	16 bit
Intel	1985	80386DX	32 bit
Motorola	1987	68030	32 bit
Intel	1989	80486	32 bit
Intel	1993	Pentium	32 bit

Tablo 1.1: Mikro işlemciler ve kelime uzunlukları

1.1.2. Komut İşleme Hızı

Mikro işlemcilerin çalışması için saat sinyallerine ihtiyaç vardır. İşlemci (CPU) her saat sinyalinde bir sonraki işlem basamağına geçer. İşlemcinin hızını incelerken saat frekansına ve komut çevrim sürelerine bakmak gerekir. Saat frekansı mikro işlemciye dışardan uygulanan ya da işlemcinin içinde bulunan osilatörün frekansıdır. Komut çevrim süresi ise herhangi bir komutun görevini tamamlayabilmesi için geçen süredir. Şekil 1.2’de komut çevrim süresi gösterilmiştir



Şekil 1.2: Komut çevrim süresi

Her işlemcinin komut çevrim süresi farklı sayıda saat çevrimleri ile tanımlanmaktadır. Tablo 1.2’de işlemcinin komut çevrim süreleri birbirine denk olan komutlara bakarak karşılaştırılma yapılmıştır.

Harici Saat Girişi	Mikro İşlemci	Komut	Saat Periyodu	Süre
2 MHz	6502A	ADC	2	1 ms
2 MHz	68B00	ADCA	2	1 ms
5 MHz	8085A	ACI	7	1,4 ms
4 MHz	Z80A	ADC	7	1,75 ms

Tablo 1.2: Karşılaştırmalı hız tablosu

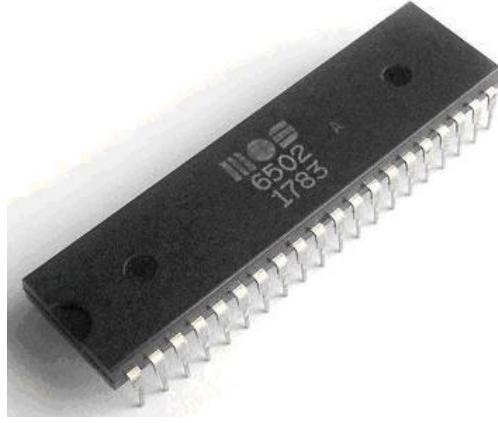
Tabloda görüldüğü gibi sadece saat frekansına bakarak değerlendirme yapmak yanıltıcı olabilmektedir. Saat frekansı her zaman gerçek çalışma frekansını yansıtmasa da bir mikro işlemcinin hızını doğrudan etkilemektedir. Bir mikro işlemcinin hızını artıran temel unsurlar şöyle sıralanabilir:

- CPU tasarım teknolojisi
- Kelime uzunluğu
- İşlemci komut kümesi çeşidi
- Zamanlama ve kontrol düzeni
- Kesme altyordamlarının çeşitleri
- Bilgisayar belleğine ve giriş/çıkış aygıtlarına erişim hızı

1.1.3. Adresleme Kapasitesi

Bir işlemcinin adresleme kapasitesi, adresleyebileceği veya doğrudan erişebileceği bellek alanının büyüklüğüdür. Bu büyüklük işlemcinin adres hattı sayısına bağlıdır. Bu hattın sayısı tasarlanacak sistemde kullanılacak bellek miktarını da belirlemektedir.

Bir firmanın 6800, Zilog Z-80, Intel 8085 ve Mostek 6502 mikro işlemcileri 16 adres hattına sahiptir. 16-bitlik adres hattına sahip bir mikro işlemcinin adres büyüklüğü 216 ile 65536 olacaktır. Bu miktar yaklaşık 64 KB ile ifade edilir.



Şekil 1.3: 64 KB'lık 6502 işlemcisi

Eğer çok büyük bellek gerektiren bir sistem tasarlanacaksa işlemcinin adres hattı büyük seçilmelidir. Bundan sonraki bilgiler daha çok 6502 mikro işlemci ağırlıklı olacaktır.

1.1.4. Kaydedici Sayısı

Bir programcının assembly diliyle program yazımı sırasında en çok ihtiyaç duyduğu geçici bellek hücreleri kaydedicilerdir. Mikro işlemcilerde kaydediciler, genel amaçlı kaydediciler ve özel amaçlı kaydediciler olmak üzere iki grupta toplanır. Tüm mikro işlemcilerde bu gruplara dâhil edebileceğimiz değişik görevlere atanmış, farklı özellikte, sayıda kaydediciler bulunur. Bu kaydediciler 8, 16, 32 ve 64-bitlik olabilir.

Kaydedicilerin sayısının programcının işinin kolaylaştırmasının yanında programın daha sade ve anlaşılır olmasını da sağlar. Her mikro işlemcinin kendine has yapısı ve kaydedici isimleri vardır. Herhangi bir mikro işlemciyi programlamaya başlamadan önce mutlaka bu kaydedicilerin isimlerinin ve ne tür işlevlere sahip olduklarının iyi bilinmesi gerekir. Şekil 1.3'te 6502 mikro işlemcisi görülmektedir.

1.1.5. Farklı Adresleme Modları

Bir komutun işlenmesi için gerekli verilerin bir bellek bölgesinden alınması veya bir bellek bölgesine konulması ya da bellek-kaydedici veya kaydedici-kaydedici arasında değiştirilmesi için farklı erişim yöntemleri kullanılır. Mikro işlemcinin işleyeceği bilgiye farklı erişim şekilleri, 'adresleme yöntemleri' olarak ifade edilir. Kısaca adresi tarif yollarıdır.

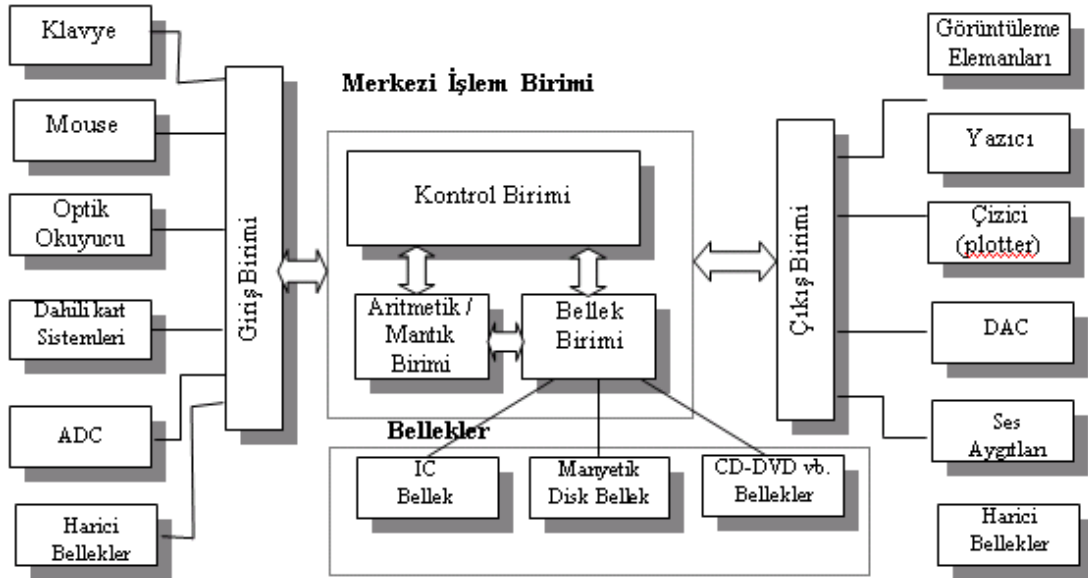
Herhangi bir bellek bölgesindeki veriye çok farklı şekillerde erişilebilmek için farklı yolların olması programcıya esneklik sağlar. Mesela, 6800 ve 8085 işlemcilerde yedişer, Z-80 işlemcisinde 10 ve 6502 mikro işlemcisinde 13 adet adresleme modu vardır. 6502 işlemcisinde temelde 51 komuta vardır. Bu komutlar 13 adresleme yoluyla birlikte 150 civarına ulaşmaktadır. Bu da programcının elinde kullanabileceği çok komut demektir. Tüm bu işlemcilerde esasta aynı olan adresleme modları bazılarında uygulamada değişmektedir.

Adresleme modlarını meydana getiren bazı adresleme türleri aşağıda sıralanmıştır.

- Doğrudan adresleme
- Dolaylı adresleme
- Veri tanımlı adresleme
- Kaydedici adresleme
- Mutlak adresleme
- Göreceli adresleme
- İndisli adresleme
- Akümülatör ve imalı adresleme

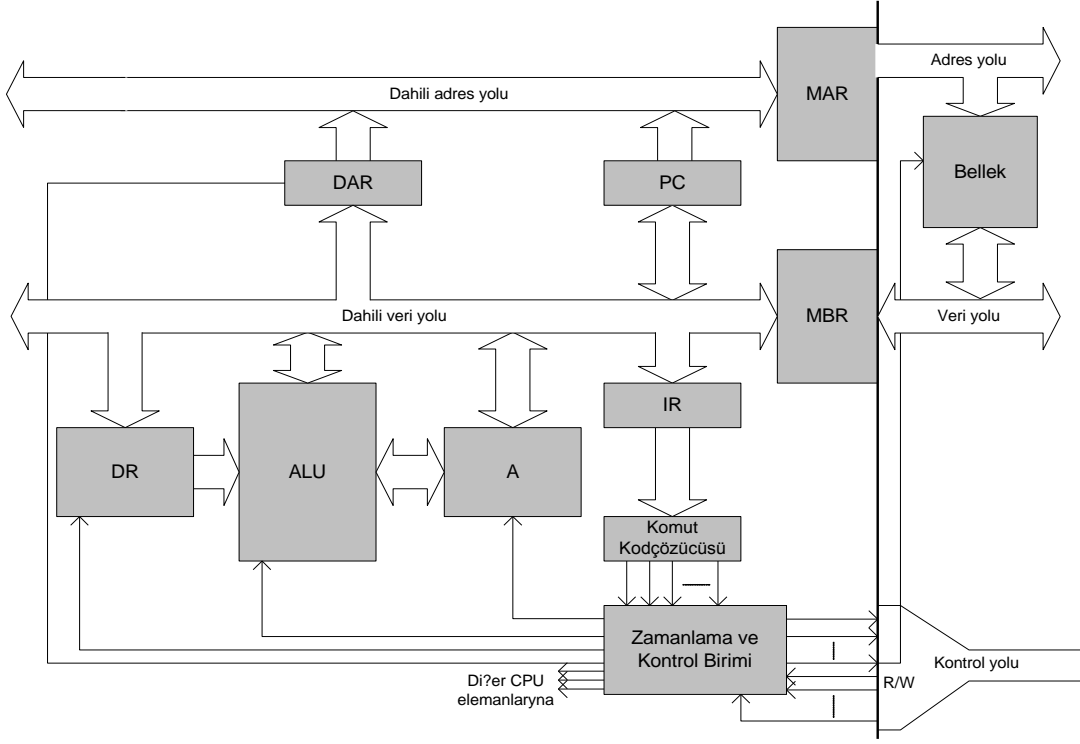
1.1.6. İlave Edilecek Devrelerle Uyumluluk

Mikro işlemcili sisteme eklenecek devrelerin en azından işlemci hızında çalışması gerekir. Sisteme ilave edilecek bellek entegrelerinin hızları işlemci ile aynı hızda olması tercih edilmelidir. Aynı şekilde sisteme takılan giriş çıkış birimlerinin (Şekil 1.4) hızları ve performansları mikro işlemci ile aynı veya çok yakın olmalıdır. Sisteme takılan birimlerin hızları mikro işlemciye göre düşükse mikro işlemcinin hızı diğer elemanlardaki yavaşlıktan dolayı düşer.



Şekil 1.4: CPU'nun giriş çıkış birimleri

1.2. Mikro İşlemciyi Oluşturan Birimler ve Görevleri



Şekil 1.5: 6502 Mikro işlemcisinin genel ve özel amaçlı kaydedicileri

1.2.1. Kaydediciler

Kaydediciler, daha önce de bahsedildiği gibi genel ve özel amaçlı olmak üzere iki gruba ayrılır. Bunlardan başka programcıya gözükmeyen (ilgilendirmeyen) kaydediciler de vardır (IR, DAR, MAR ve MBR gibi). Genel amaçlılara 6502 işlemcisinde akümülatör, X indis ve Y indis kaydedicisi girmektedir. Özel amaçlılar ise PC, SP, bayraklar, DR gibi kaydediciler girmektedir (Şekil 1.5). Aşağıda bunlardan bazıları anlatılacaktır.

1.2.1.1. Akümülatör

Akümlatörler (ACC ya da A olarak da tanımlanabilir), bilgisayarın aritmetik ve mantık işlemleri sırasında depo görevi yapan önemli bir kaydedicidir. Eğer kaydediciler bir sistemde sekreteryaya olarak düşünülürse akümülatör bu sistemde baş sekreter olarak yerini alır.

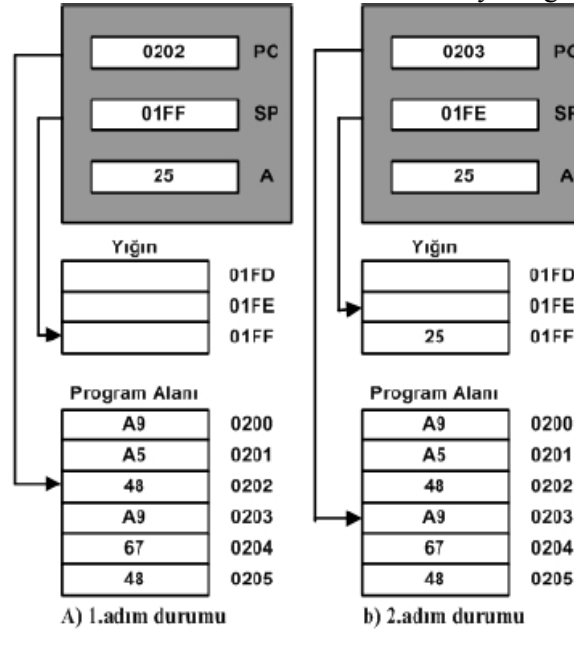
Ara değerlerin üzerinde tutulması, sisteme gelen verinin ilk alındığı yer, belleğe veya dış dünyaya gönderilecek verilerin tutulduğu yer olarak görev yapar. Bu yüzden, işlemcinin A kaydedicisini hedefleyen komutları çoktur. Bazı işlemcilerde B kaydedicisi de yardımcı akümülatör olarak kullanılır.

1.2.1.2. İndis Kaydedicileri

X ve Y olarak tanımlanan indis kaydedicilerinin temelde üç görevi vardır. Hesaplamlarda ara değerlerin geçici tutulmasında, program döngülerinde ve zamanlama uygulamalarında bir sayıcı olarak ve bellekte depolanmış bir dizi verinin üzerinde bir indisçi olarak kullanılmaktadır. Bazı işlemcilerde sadece tek indisçi olabilir.

1.2.1.3. Program Sayıcı (PC)

Mikro işlemcinin yürütmekte olduğu program komutlarının adres bilgisini tuttuğu özel amaçlı bir kaydedicidir. Bilindiği gibi bir programı oluşturan komutlar ve veriler normal bellekte saklıdır. Bilgisayarın çalışması sırasında hangi komutun hangi sırada kullanılacağını bilmesi gerekir. Bu görevi program sayıcı (PC) yerine getirir. Program sayıcının bit genişliği adres yolu genişliği kadardır. Eğer işlemcinin 16-bit adres hattı var ise PC=16 bit, işlemcinin 32-bit adres hattı var ise PC=32 bit büyüklüğünde olur.



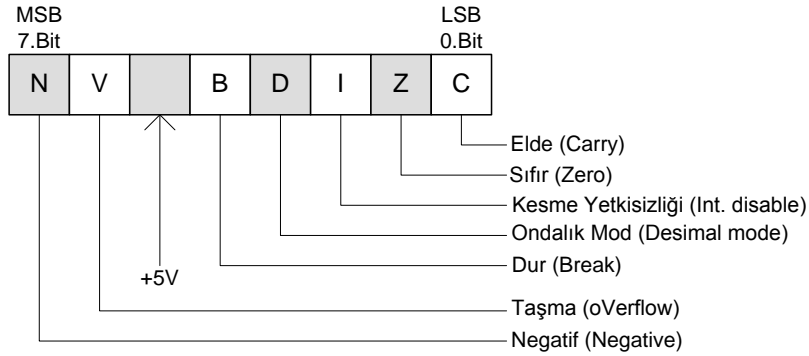
Şekil 1.6: PC'in işleme adımları

Bellekten alınan her komut kodundan sonra alınacak yeni komut kodunun adresi program sayıcıya otomatik olarak işlemci tarafından yüklenir. Komut çevrimi, PC'nin yeni adresi adres yoluna koyması ile başlar. Bunun ardından da ilgili kontrol sinyali gönderilir.

Bellekten gelen her bilgidan sonra PC, kontrol devresinden aldığı işarete uyararak adres satırını 1 artırır. (Şekil 1.6) Böylece bilgilerin bellekten işlemciye düzenli bir şekilde gelmesi sağlanır.

1.2.1.4. Durum Kaydedicisi (Bayraklar)

Durum kaydedicisi 8-bitlik bir kaydedicidir. Bu kaydedicinin her bir biti ayrı ayrı anlam ifade eder. Mikro işlemci içinde veya dışardan yapılan herhangi aritmetiksel, mantıksal veya kesmelerle ilgili işlemlerin sonucuna göre bu bitler değer değiştirir. Bir işlem sonucunda bu bitlerin aldığı değere göre program yön bulur. Programcı bu bitlerde oluşacak değerlere göre programa yön verebilir. Şekil 1.7’te 6502 mikro işlemcisine ait 1-baytlık durum kaydedicisinin bit şekli göstermektedir.



Şekil 1.7: 6502 bayrak kaydedicisi

Kabul edilen terminolojiye uyarak eğer bir bayrağa karşılık olan bit 1 ise söz konusu bayrak kuruldu, eğer bit 0 ise söz konusu bayrak silindi denir.

Carry (elde bayrağı-C): Elde / borç bayrağıdır. 8-bitlik bir işlem sonucunda dokuzuncu bit ortaya çıkıyorsa elde var demektir. Bu durumda C bayrağı mantıksal 1 olur. Bu bayrak biti programcı tarafından kurulur ya da silinebilir (CLC, SEC). Ayrıca bazı komutlar tarafından test edilebilir (BCC, BCS).

Zero (sıfır bayrağı-Z): Sıfır bayrağı, aritmetik ve mantık işlemi sonucunda kaydedici içeriği sıfır ise $Z = 1$ 'e kurulur. Aksi durumda sıfırlanır ($Z = 0$).

Interrupt disable (kesme yetkisizleştirme bayrağı-I): Mikro işlemci normal durumda komutları işlerken bir kesme (IRQ) geldiğinde bu kesme bu bayrak biti ile engellenebilir. Eğer bu bit komutlar (SEI) mantıksal 1 yapılırsa gelen kesmeler göz önüne alınmaz. Ancak bu bayrak mantıksal 0 olduğunda kesme dikkate alınır ve kesme hizmet yordamına d alınır. Yani bu bayrak biti, normal işleyiş sırasında bir kesme geldiğinde kabul edilip edilmeyeceğini belirler. Programcı bunu komutla yapar. NMI kesmesi bu bayrak için kullanılmaz.

Decimal (ondalık bayrağı-D): Bu bayrak 1 olduğunda aritmetik işlemler BCD modunda yapılırken 0 olduğunda ikilik moda yapılır. Bu işlem eğitim ve uygulama açısından programcıya büyük kolaylıklar sağlar.

Overflow (taşma bayrağı-V): Bu bayrak aritmetik işlemlerde, eğer işlem +127 ile -128 aralığını geçiyorsa bir taşma meydana gelir ve V bayrağı 1 olur. Diğer yandan yine benzer işlemlerde eğer pozitif bir sayı ile negatif bir sayı üzerinde işlem yapılıyorsa ve sonuç pozitif çıkması gerekiyorken negatif çıktıysa bu bayrak 1 olur. Taşma bayrağı işaretli sayılarla işlem yapılırken devreye girer.

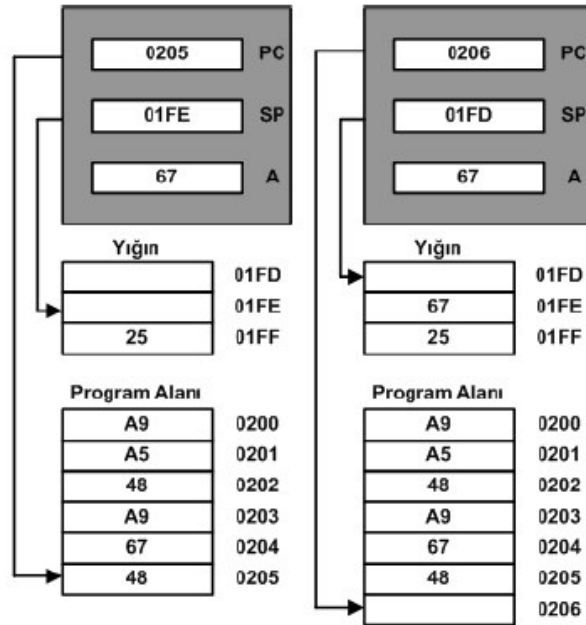
Negative (negatif bayrağı-N): 8-bitlik bir işlemcide 7.bit MSB biti olarak bilinir. Eğer MSB biti bir işlem sonucunda 1 ise N bayrağı 1'e kurulur. Eğer MSB biti 0 ise kaydedicisindeki değer pozitif demektir ki N bayrağı 0 olur.

Bayraklardaki 4. bit B (Break) olarak tanımlanmış olup program durduğunda otomatikman 1 olur. 5. bit ilerde kullanılmak üzere boş (+5V) bırakılmıştır.

Farklı mikro işlemcilerde birbirine benzer bayraklar olmasına rağmen farklı bayraklarda olabilir.

1.2.1.5. Yığın İşaretçisi (SP)

RAM belleğin herhangi bir bölümü yığın olarak kullanılabilir. Yığın mikro işlemcinin kullandığı geçici bellek bölgesi olarak tanımlanır. Yığın işaretçisi, yığının adresini tutan özel amaçlı bir kaydedicidir. SP adres bilgisi göstereceği için 16-bit uzunluğundadır.



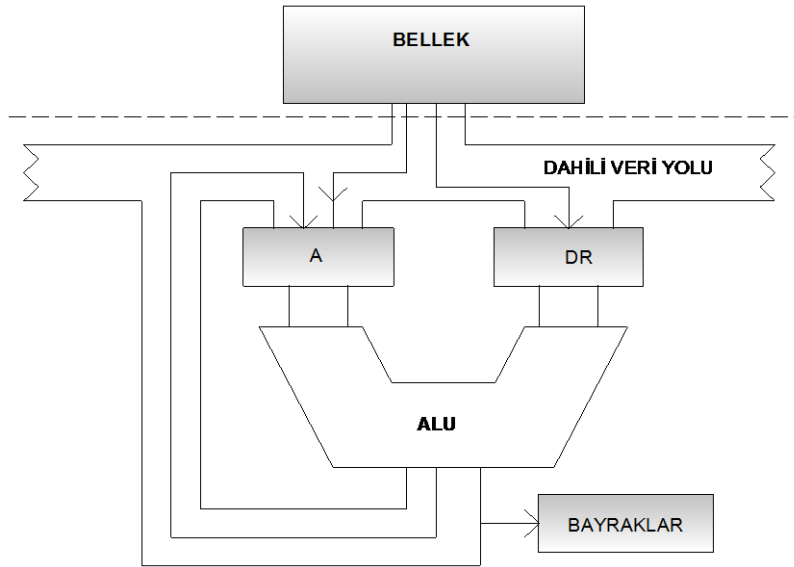
Şekil 1.8: SP'nin işleme adımları

Bu kaydediciye programın başında yığının başlangıç adresi otomatik olarak atanır. İşlemci tarafından yığının başlangıç adresi SP'ye yüklendikten sonra artık belleğin bu bölgesi depo benzeri bir görev yürütür. Yığına veri girişi yapıldıkça yığın göstericisinin değeri de yapısına göre değişir(Şekil 1.8).

Yığına her veri girişinde yığın göstericisinin değeri bir azalmakta, yığından her veri çekildiğinde ise yığın göstericisinin değeri otomatik olarak bir artmaktadır. Yığına gönderilen veri yığın göstericisinin işaret ettiği adresteki bellek hücreğine yazılır. Yığından veri çekilirse yığın göstericisi bir önceki verinin adresine işaret edecek şekilde bir azalacaktır. Mikro işlemci işlediği ana programdan alt programa dallandığında veya bir kesme sinyali ile kesme hizmet programına dallandığında mevcut kaydedicilerin içeriklerini ve dönüş adresini saklayabilmek için otomatik olarak verileri ve adresleri yığına atar. Alt programdan veya kesme hizmet programından ana programa geri dönülmesi durumunda, ana programda kaldığı yerin adresini ve kaydedicilerdeki verileri kaybetmemiş olur.

1.2.2. Aritmetik ve Mantık Birimi (ALU)

Mikro işlemcinin en önemli kısmını aritmetik ve lojik birimi (ALU) oluşturur (Şekil 2.5). Bu ünite kaydediciler üzerinde toplama, çıkarma, karşılaştırma, kaydırma ve döndürme işlemleri yapar. Yapılan işlemin sonucu kaydediciler üzerinde saklanır. Bazen de yalnızca durum kodu kaydedicisini etkiler. ALU'daki bir işlem sonucunda durum kodu kaydedicisindeki bayrakların birkaçı etkilenebilir veya hiçbiri etkilenebilir. Programcı için çoğu zaman ALU'da yapılan işlemin sonucunda etkilenen bayrakların durumu daha önemlidir. Gelişmiş mikro işlemcilerin içindeki ALU'lar çarpma ve bölme işlemlerini yapabilmektedir. ALU'nun işlem yapabileceği en büyük veri, mikro işlemcideki kaydedicilerin veri büyüklüğü ile sınırlıdır. 8 bitlik mimariye sahip bir mikro işlemcideki ALU en fazla 8 bitlik sayılar üzerinde işlem yapar.



Şekil 1.9: Aritmetik ve mantık birimi

ALU'nun yapabildiği işlemler iki grupta toplanır.

- Aritmetiksel işlemler

ALU'da yapılan aritmetiksel işlemler mikro işlemcinin yapısına göre çeşitlilik gösterebilir. 8-bitlik mimariye sahip bir mikro işlemcide toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri ve ondalıklı sayılarla matematiksel işlemler yapılabilmektedir. Gelişmiş işlemcilerde büyük ondalıklı sayılarla işlem yapmak için ayrıca matematik işlemci mevcuttur.

- Mantıksal işlemler
 - Mantıksal çarpma VE işlemi
 - Mantıksal toplama VEYA işlemi
 - Özel VEYA, XOR işlemi
 - Değil, NOT işlemi
 - Karşılaştırma (=, =<, =>, <> gibi) ve kaydırma gibi işlemler bu ünite de yapılır.
 - Sağa veya sola kaydırma ve döndürme işlemleri
 - İçerik artırma veya azaltma işlemleri

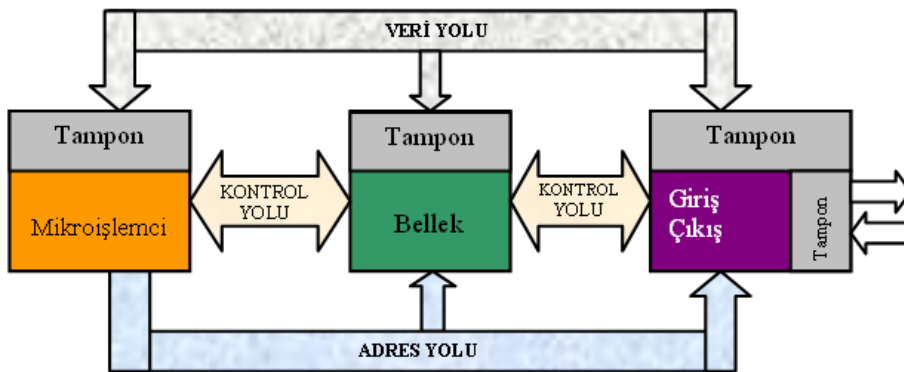
Bütün bu işlemler teknolojik yapısı değişik kapı ve flip-flop'lardan oluşan bir sistem tarafından yürütülmektedir.

1.2.3. Kontrol Birimi

Kontrol birimi, sistemin tüm işleyişinden ve işlemin zamanında yapılmasından sorumludur. Kontrol birimi, bellekte program bölümünde bulunan komut kodunun alınıp getirilmesi, kodunun çözülmesi, ALU tarafından işlenmesi ve sonucun geri belleğe konulması için gerekli olan kontrol sinyalleri üretir.

1.3. Merkezi İşlemci Biriminde İletişim Yolları

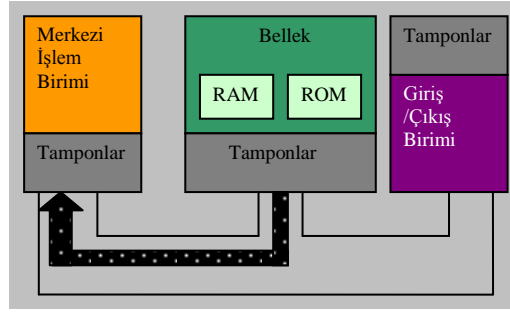
Mikro işlemcide işlenmesi gereken komutları taşıyan hatlar yanında, işlenecek verileri taşıyan hatlar ve kesme işlemlerini kontrol eden sinyalleri taşıyan hatlar bulunur. İşlenecek verileri işlemciye yollamak veya işlenen verileri uygun olan birimlere aktarmak için aynı hatlardan faydalanılır. Tüm bu yollara iletişim yolları adı verilir.



Şekil 1.10: Mikro işlemcili sistemde birimler arasında iletişimi sağlayan yollar

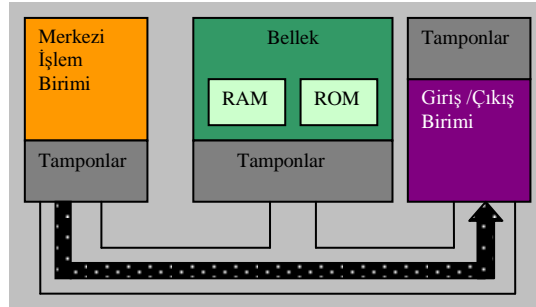
1.3.1. Veri Yolu

Merkezi işlem biriminden bellek ve giriş / çıkış birimlerine veri göndermede ya da bu birimlerden işlemciye veri aktarmada kullanılan hatlar, veri yolu olarak isimlendirilir. Veri yolu genişliği, mikro işlemcinin yapısı, mikro işlemci kaydedici genişliği ve kullanılan kelime uzunluğu ile doğrudan ilişkilidir. 8-bitlik mikro işlemcilerde veri yolu 8 hattı içerirken 16-bitlik işlemcilerde 16 hattı içerir. Mikro işlemciye işlenmek üzere iletilen veriler veri yolu üzerinden iletildiği ya da mikro işlemcide işlenen veriler veri yolu üzerinden ilgili birimlere yollandığı için veri yolunda iki yönlü iletişim mümkün olmaktadır.



Şekil 1.11: Bellek biriminden işlemciye veri yolu kullanarak veri aktarımı

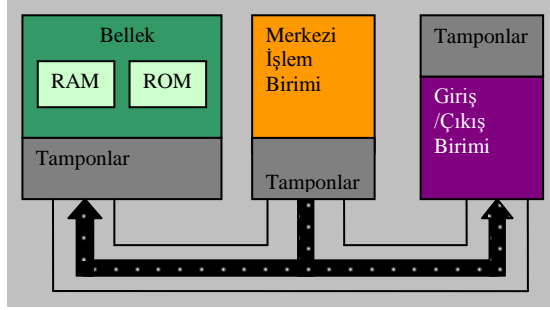
Bellekte bulunan ve CPU tarafından işlenmesi istenilen veriler, veri yolu üzerinden iletilir(Şekil 1.11). Bellekteki verilerin hatlara yerleştirilmesinde veya hatlardan gelen verilerin CPU'ya aktarılmasında verileri kısa süre tutmak amacıyla kullanılan tamponlardan faydalanılır. Tampon olarak kaydediciler kullanılır. CPU'da işlenen verilerin harici elemanlara iletilmesinde veya harici elemanlardan gelen verilerin CPU'ya gönderilmesinde ara birim olarak giriş/çıkış (G/Ç) birimi kullanılır. CPU ile G/Ç birimi arasında veri iletiminde veri yolundan faydalanılır. Veri yolu üzerinden G/Ç birimine gelen veriler, tamponlar kullanılarak veri yolu üzerinden klavye, monitör, yazıcı ve tarayıcı gibi birimlere gönderilir veya bu birimlerden gelen bilgiler CPU'ya aktarılır.



Şekil 1.12: İşlemcide işlenen verilerin, veri yolu kullanılarak G/Ç birimine iletilmesi

1.3.2. Adres Yolu

Verinin alınacağı (okunacağı) veya verinin gönderileceği (yazılacağı) adres bölgesini temsil eden bilgilerin taşınmasında kullanılan hatlar, adres yolu olarak isimlendirilir. Adres yolu, tek yönlüdür ve paralel iletişim sağlayacak yapıdadır.



Şekil 1.13: Verilerin iletileceği bölgenin adres yolu kullanılarak tespiti

CPU'da işlenen verilerin bellekte saklanması veya diğer elemanlara gönderilmesi gerekebilir. Bu durumda, verinin saklanacağı veya gönderileceği yerin adresi, mikro işlemci içerisindeki PC yardımı ile adres yolu üzerine yerleştirilir. Yerleştirilen bilginin temsil ettiği adres bölgesi dâhil bellekte olabileceği gibi harici bellekte de olabilir. Yerleştirilen bilginin kodu çözülerek ilgili adres bölgesi bulunur ve bulunan adres bölgesindeki veri, veri yoluna konur. Yapılan bu işlemlerin düzgün ve kontrollü olarak gerçekleştirilmesinden zamanlama ve kontrol birimleri sorumludur.

Adres yoluna yerleştirilen bilgi, mikro işlemcinin kapasitesine ve adreslenebilecek bölge sayısına bağlı olarak değişir. Bir mikro işlemci tarafından adreslenebilecek maksimum bellek kapasitesi '2n' formülü ile hesaplanabilir. 'n' adres hattı sayısını gösterir.

Bu durumda;

$$2^{16} = 65536 \text{ Bayt} = 64 \text{ KBayt adres bölgesi,}$$

$$2^{20} = 1048576 \text{ Bayt} = 1 \text{ MBayt adres bölgesi ve}$$

$$2^{32} = 4 \text{ GBayt adres bölgesi adreslenebilir.}$$

Mikro işlemci veri yolu ve adres yolu farklı sayıda hattı içerebilir. Veri yolu 8 hattan oluşan bir mikro işlemcili sistemde, adres yolu 16 hattan (16 bit) oluşabilir. Günümüz mikro işlemcilerinde sürekli veri yolları artırılırken adres yolları hattını büyük oranda korumaktadır. Adres yolları hatlarının fazla artmamasının sebebi, şu anda kullanılan adresleme kapasitesinin çok yüksek ve ileriye yönelik olmasındandır.

1.3.3. Kontrol Yolu

Mikro işlemcili sistemde bulunan birimler arasındaki ilişkiyi düzenleyen sinyallerin iletilmesi amacıyla kullanılan hatlar **kontrol yolu** olarak adlandırılır. Her bir mikro işlemciye ait komut kümesi ve belirli amaçlar için kullanılan sinyallerin farklı olması

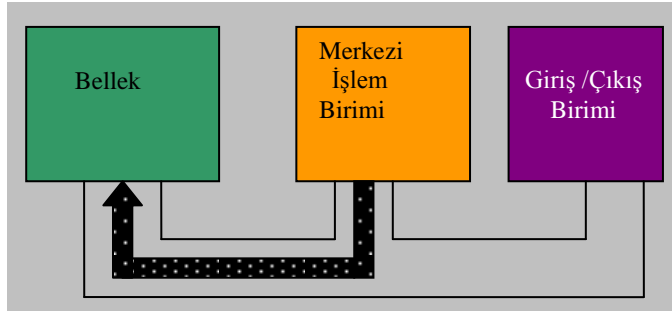
sebebiyle her mikro işlemcide farklı sayıda hattı içeren kontrol yolu bulunabilir. Kontrol yolunda bulunan sinyaller üç farklı işlemi gerçekleştirmek için kullanılır:

Sinyal seçimi: Sistemde kullanılacak sinyallerin ve sinyallerin uygulanacağı yerin belirlenmesi işlemi gerçekleştiren sinyaller

Yön tayini: Sistemdeki verinin ne yöne gideceğini belirleyen sinyaller (okuma veya yazma)

Zamanlama: Yapılacak işlemlerin sırasını ve zamanlamasını belirleyen sinyaller

Kontrol yolunda bulunan hat sayısı, mikro işlemcinin bit sayısına bağımlı değildir. Kontrol yolunu oluşturan hatların mikro işlemci içerisinde ağ şeklinde yayılması sebebiyle kontrol yolu terimi yerine kontrol hatları terimi kullanılabilir. Mikro işlemcili sistemdeki birimlerin çalışması, kontrol hatları üzerinden iletilen tetikleme sinyalleri ile yönlendirilir. Mesela, bir bellekten veri okunacağı zaman, ilgili bellek entegresine aktif olmasını sağlayacak yetkilendirme (CS-Chip select) sinyali ile birlikte, okuma işlemi için gerekli uygun R/W sinyalinin uygulanması gerekir.



Şekil 1.14: Kontrol sinyallerinin kontrol yolu kullanılarak bellek birimine iletimi

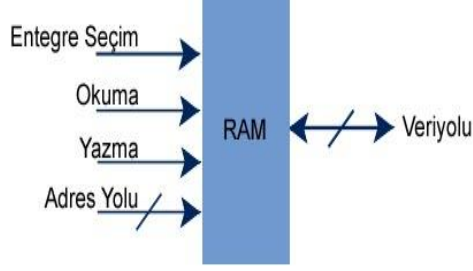
1.4. Bellek

1.4.1. RAM Bellekler

Mikro işlemcinin çalışması esnasında her türlü değişkenin üzerinde yer aldığı ve geçici işlemlerin yapıldığı birimi RAM belleklerdir. Özel bir sıra takip etmeden herhangi bir adrese erişildiği için rastgele erişimli bellek (Random Access Memory)–RAM olarak isimlendirilir. Ayrıca yığın olarak adlandırılan ve mikro işlemci programlarının çalıştırılması esnasında çeşitli alt programlar kullanıldıkça geri dönüş adreslerinin içeriklerinin değişmesinin istenmediği kaydedici içeriklerinin saklandığı bellek bölgesinde yine RAM’da birimlerinde yer alır. RAM tipi entegreler hem yazmada hem okumada kullanıldıklarından CPU, bu entegreleri kontrol ederken okuma R (Okuma) ve W (yazma) sinyalleri göndermesi gerekir (Şekil 1.15). Ayrıca entegrenin istendiği zaman aktif duruma geçmesinin sağlayacak entegre seçimi (CS =Chip Select) pini bulunmaktadır ve active low (aktif düşük, 0 Volt) ile çalışır. Her bir biti bir flip-flop devresi olan bu bellekler, yeni bir tetikleme işareti gelinceye

kadar içindeki bilgiyi (0 veya 1'i) saklayabilme özelliği sebebiyle çok düşük güç tüketimi ile çalışmaktadır.

Dışardan devreye bağlanan bir pil yardımıyla içindeki bilgileri çok uzun süreler boyunca saklayabilme imkânı vardır. Yüksek maliyetli olmaları sebebiyle çok yüksek kapasitelerde üretilmez.



Şekil 1.15: RAM giriş/çıkış sinyalleri

1.4.2. ROM Bellekler

Yalnız okunabilen birimlere ROM (Read Only Memory) bellekler denir. Bu bellek elemanlarının en büyük özelliği enerjisi kesildiğinde içindeki bilgilerin silinmemesidir. ROM belleklere bilgiler üretim aşamasında yüklenir. Kullanıcıların bellek içindeki bilgileri değiştirmesi mümkün değildir.

1.4.3. Programlanabilir ROM Bellek (PROM)

PROM'lar bir kez programlanabilir. Bu bellek elemanı entegre şeklindedir. Kaydedilen bilgiler enerji kesildiğinde silinmez. Üzerine program kodlarını veya verileri yazmak için PROM programlayıcı cihazlara ihtiyaç vardır. Bu bellek elemanının yapısında küçük sigorta telleri bulunur. Bellek hücrelerinde hepsi sağlam durumda bulunan sigortalar "1"i temsil eder. Yazılacak olan bilginin bit düzeninde "0"lara karşılık gelen hücredeki sigorta, küçük bir elektrik akımı ile aktarılır. Bu şekilde PROM programlanır.

1.4.4. Silinebilir Programlanabilir ROM Bellek (EPROM)

"EPROM"lar bellek hücrelerine elektrik sinyali uygulanarak programlama işlemi yapılır. Kaydedilen bilgiler enerji kesildiğinde silinmez. "EPROM" içindeki programın silinmemesi için cam pencere kısmı ışık geçirmeyen bantla örtülmelidir. Eprom belleğe yeniden yazma işlemi yapmak için "EPROM" üzerindeki bant kaldırılıp ultraviyole altında belirli bir süre tutmak gerekir. Bu şekilde içindeki bilgiler silinebilir(Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Bir EPROM Bellek

Böylece tekrar programlanabilir hâle gelen ürün tekrar tekrar farklı programların denenmesi ve cihazın çalıştırılması için kullanılabilir. Silme işlemi esnasında belirli şartlara dikkat edilmemesi (gereğinden fazla süre UV ışığa maruz kalmak, yüksek ışık şiddetine sahip UV ampul kullanmak gibi) hâlinde silinebilme ömrü kısalan entegreler bir süre sonra kullanılamaz (silinemez) hâle gelmektedir.

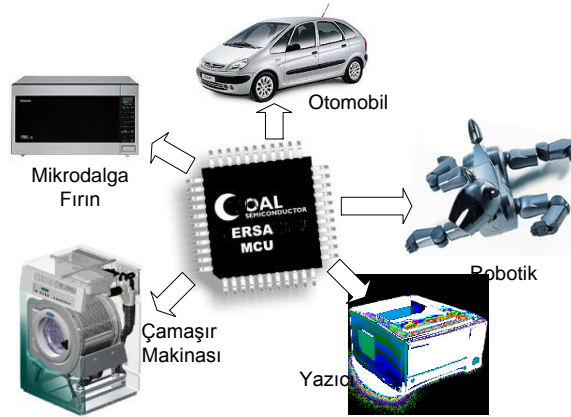
1.4.5. Elektriksel Yolla Değiştirilebilir ROM Bellek (EEPROM)

Üzerindeki bilgiler, elektriksel olarak yazılabilen ve silinebilen bellek elemanlarıdır. “EEPROM”u besleyen enerji kesildiğinde üzerindeki bilgiler kaybolmaz. “EEPROM”daki bilgilerin silinmesi ve yazılması için özel silme ve yazma cihazlarına gerek yoktur. Programlayıcılar üzerinden gönderilen elektriksel sinyalle programlanır. “EEPROM”la aynı özellikleri taşıyan fakat yapısal olarak farklı ve daha hızlı olan, elektriksel olarak değiştirilebilir “ROM”lara flash bellek denir.

1.5. Mikrodenetleyici Tanımı ve Çeşitleri

1.5.1. Mikrodenetleyicinin Tanımı

Bir mikro işlemcili sistemi meydana getiren temel bileşenlerden mikro işlemci, bellek ve G/Ç birimlerinin, bazı özellikleri kırılarak (azaltılarak) tek bir entegre içerisinde üretilmiş biçimine mikrodenetleyici (microcontroller) denir. Denetim teknolojisi gerektiren uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmış olan mikrodenetleyiciler, mikro işlemcilere göre çok daha basit ve ucuzdur. Endüstrinin her kolunda kullanılan mikrodenetleyiciler; otomobillerde, kameralarda, cep telefonlarında, fotokopi ve çamaşır makinelerinde, televizyonlarda, oyuncak vb. cihazlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Şekil 1.16).



Şekil 1.16: Mikrodenetleyicilerin kullanım alanları

1.5.2. Mikrodenetleyicilerin Sağladığı Üstünlükler

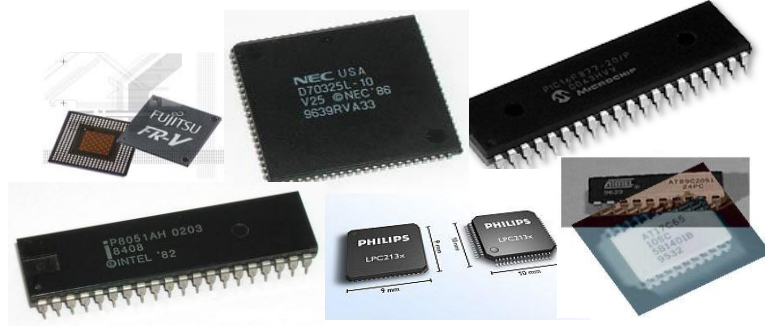
- Mikro işlemcili sistemin tasarımı ve kullanımı mikrodenetleyicili sisteme göre daha karmaşık ve masraflıdır.

- Mikrodenetleyicili bir sistemin çalışması için elemanın kendisi ve bir osilatör kaynağının olması yeterlidir.
- Mikrodenetleyicilerin küçük ve ucuz olması, bunların tüm elektronik kontrol devrelerinde kullanılmasını sağlamaktadır.

1.5.3. Mikrodenetleyici Çeşitleri

Günümüzde mikrodenetleyiciler, basit ve ucuz üretim maliyetleri dolayısıyla birçok firma tarafından üretilmektedir.

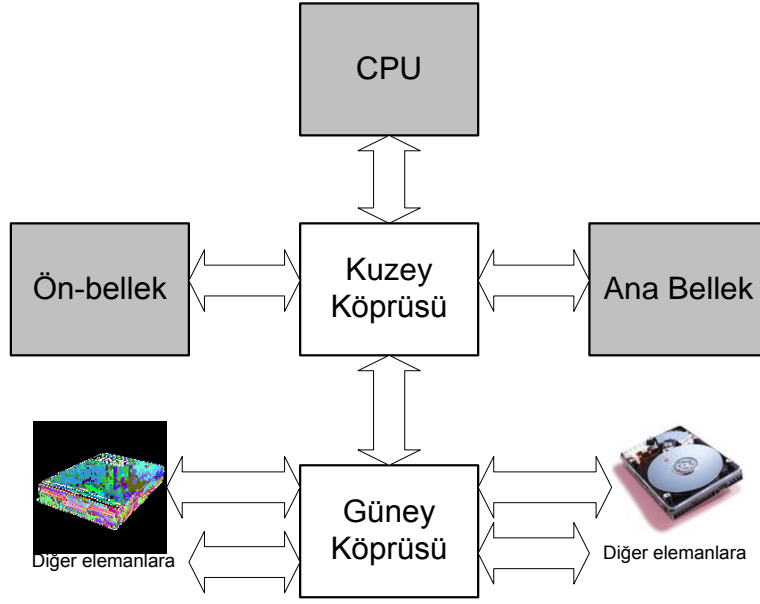
1.5.4. Mikrodenetleyici Dış Görünüşleri



Şekil 1.17: Mikrodenetleyici çeşitleri

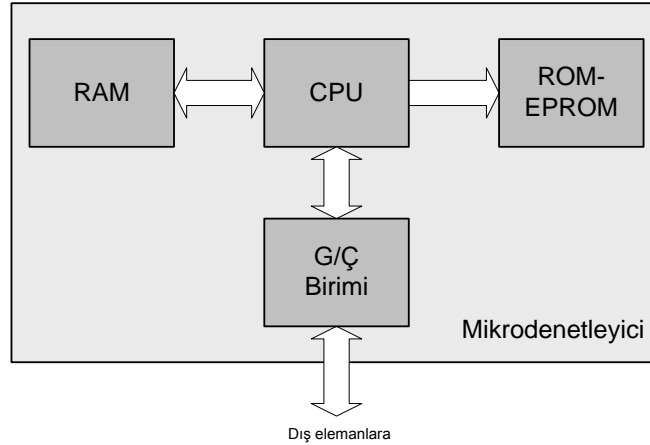
1.5.5. Mikro İşlemci ve Mikrodenetleyici Arasındaki Farklar

Bir mikro işlemci görevini yerine getirebilmesi için mutlaka, verilerin saklanacağı bellek birimine, dış dünyadan veri alışverişinin düzenli yapılmasını sağlayan giriş/çıkış birimine ihtiyaç duyar. Bunlar bir mikro işlemcili sistemde ayrı ayrı birimler (entegreler) şeklinde yerini alır. Bundan dolayı mikro işlemcili sistemlere çok entegreli sistemler denilir. (Şekil 1.18). Bilgisayar gibi mikro işlemcili sistemlere verilen bir örnekte, bir bilgisayarın bir çamaşır makinesinde veya cep telefonunda kullanılması elbette mümkün olmayacaktır. Bilgisayar aynı anda milyonlarca işi yapabildiğinden ve çok yer kapladığından böyle yerlerde kullanılması mantıklı olmaz ve maliyetli olur. Bundan dolayı, sistemi meydana getiren elemanların birçok özelliklerinden feragat edilerek ve bir entegrede birleştirilerek mikro işlemcilerin yeni türevleri oluşturulmuştur.



Şekil 1.18: Mikro işlemcili sisteminin temel bileşenlerinin blok diyagramı

Mikrodenetleyicilerde tüm bu birimler (işlemci, bellek ve G/Ç, bunlara ADC ve DAC gibi sinyal dönüştürücü elemanlarda eklenebilmektedir) bir arada bulunmaktadır. Bundan dolayı mikrodenetleyiciler tek entegreli sistemler olarak anılır (Şekil 1.19).



Şekil 1.19: Mikrodenetleyici sisteminin temel bileşenlerinin blok diyagramı

Mikrodenetleyici tüm birimlerin birarada tek bir entegrede olması işlem hızına ve performansa doğrudan yansımaktadır.

1.6. Mikrodenetleyici Program Aşamaları ve Gerekli Donanımlar

Mikro işlemci firmalarının ürettiği birkaç gözde mikrodenetleyici bulunmaktadır. Her firma ürettiği entegreye, özelliklerini belirlemek için isim ve parça numarası vermektedir.

Bunlar, 16F628A, 8051, 68HC11 gibi kodlamalardır. Bir uygulamaya başlamadan önce hangi firmanın ürünü kullanılacağına, daha sonra da hangi numaralı denetleyicinin kullanılacağına karar vermek gerekir.

1.6.1. Mikrodenetleyicilerde Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler

Mikrodenetleyiciler ile tasarım yapmadan önce tasarlanan sisteme uygun bir denetleyici seçmek için o denetleyicinin taşıdığı özelliklerin bilinmesi gereklidir. Mikrodenetleyicinin hangi özelliklere sahip olduğu kataloglarından anlaşılabilir. Aşağıda sıralanan özellikler bunlardan bazılarıdır.

- Programlanabilir dijital paralel giriş/çıkış
- Programlanabilir analog giriş/çıkış
- Seri giriş/çıkış (senkron, asenkron ve cihaz yönetimi)
- Motor veya servo kontrol için pals sinyali çıkışı
- Harici giriş vasıtasıyla kesme
- Harici bellek arabirimi
- Harici veri yolu arabirimi
- Dahili bellek tipi seçenekleri (ROM, EPROM, PROM, EEPROM)
- Dâhilî RAM seçeneği
- Kayan nokta hesaplaması

1.6.2. PIC16F84 Özellikleri

Bu modülde mikrodenetleyiciler örnek olarak PIC16F84 alınmıştır. Mikro işlemcili sistemlerde kullanılan iki tip temel mimari vardır. Bunlar, Von Neuman mimarisi ve Harvard mimarisidir. Von Neuman mimarisinde, program kodları (komutlar) ve veriler aynı bellek biriminden tek bir yoldan alınıp işlemciye getirilir. Önce komut getirilir daha sonraki adımda veri alınıp getirilerek işlenir. Bu durum bazı gecikmelere sebep olur. Harvard mimarisinde, program kodları ve verilere ayrı veri yollarından ulaşıldığından çalışma daha hızlı olmaktadır. Mikrodenetleyicilerde daha çok Harvard mimarisi kullanılmaktadır. Bu denetleyicinin belli başlı özellikleri şunlardır:

Kelime uzunluğu: 8 bit

Güvenirlilik: PIC komutları bellekte çok az yer kaplar. Dolayısıyla bu komutlar 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığar. Harvard mimarisi kullanılmayan mikrodenetleyicilerde yazılım programının veri kısmına atlama yaparak bu verilerin komut gibi çalışmasını sağlamaktadır. Bu ise büyük hatalara yol açmaktadır. PIC'lerde bu durum engellenmiştir.

Hız: PIC oldukça hızlı bir mikrodenetleyicidir. Her bir komut satırı 1µsn'lik bir zaman diliminde işlenir. Örneğin, 5 milyon komutluk bir programın 20 Mhz' lik bir kristalle işletilmesi yalnız 1sn. sürer. Bu süre kabaca 386 diye tanımladığımız sayısal bilgisayarın hızının yaklaşık iki katıdır. Ayrıca PIC'lerin RISC mimarisine sahip olmasının hıza etkisi oldukça büyüktür.

Komut kümesi: PIC'te bir işlem gerçekleştirmek için kullanılacak komut sayısı oldukça azdır. Örneğin, PIC16F8XX ailesinde 33 komutu kullanarak sınırsız sayıda işlem yapabilmek mümkündür.

Statik işlem: PIC mikrodenetleyici tamamıyla statik bir işlemcidir. Statik işlemciye darbe sağlayan osilasyon kaynağı durdurulsa bile işlenen veriler muhafaza edilmektedir.

Sürme özelliği: PIC'ler yüksek bir sürme kapasitesine sahiptir. Çıkış olarak tanımlanan pinlerin yalnız birinin aktif olması halinde 25 mA çekilebilmektedir.

Güvenlik: PIC üretim özelliği itibarıyla bir koruma bitine sahiptir. Bu bitin programlanması yolu ile PIC içerisine yazılan programın başkaları tarafından okunması ve kopyalanmasına engel olunmuş olur.

Flash olma özelliği: Bu özellik PIC'in yeniden programlanabilir olması durumunu ifade etmektedir. Yani PIC üzerine yazılan program geliştirme amacı ile silinebilir ve yeni bir program yüklenebilir.

1.6.3. PIC Programlamak İçin Gerekli Donanımlar

- PC bilgisayar
- Bir metin editörünün kullanılmasını bilmek
- PIC assembler programı
- PIC programlayıcı donanımı
- PIC programlayıcı yazılımı
- Programlanmış PIC'in çalışmasını görmek için PIC deneme kartı

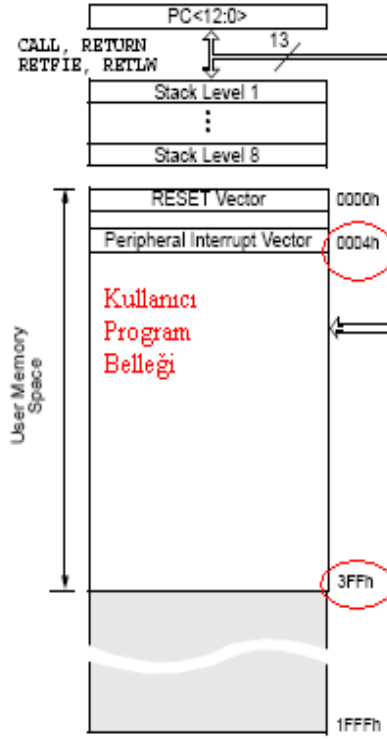
Assembly program kodlarını kolayca yazmak, doğru ve hızlı bir şekilde PIC' in program belleğine göndermek için bilgisayara ihtiyaç vardır. Bir metin editörü kullanarak yazılan program kodları derlendikten sonra PIC'e gönderilmesi gerekir. Program kodlarının PIC'e yazdırma işlemi paralel veya seri porta bağlanan PIC programlama kartı ile yapılır. Bu işleri yapabilmek için gereken donanımlar: Görsel bir işletim sistemi (Windows, Linux), basit bir editör (Edit, Notpad, Word gibi) 1GHz CPU, 256 MB RAM, 40 GB sabit disk ve CD-ROM sürücüsü olmalıdır. Bu donanımlar 2006 yılı şartlarına göre yazılmıştır.

1.7. Mikrodenetleyicinin İç Yapısı ve Çevre Elemanları

1.7.1. Mikrodenetleyici Yapısı

1.7.1.1. I/O Portları

PIC16F84 mikrodenetleyicisinin 13 adet giriş ve çıkış portu vardır. Bunlardan 5 tanesi A portu (RA0-RA4) 8 tanesi B portu (RB0-RB7)'dur. 13 portun her biri giriş veya çıkış olarak kullanılabilir.



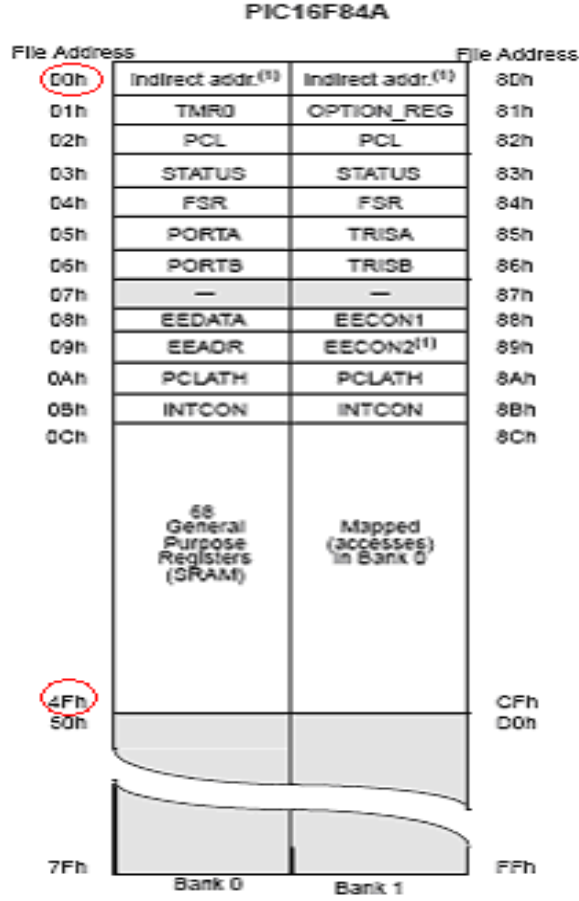
Şekil 1.20: Program belleğinin yapısı

1.7.1.2. Program Belleği

PIC16F84'ün 1 Kbyte'lık program belleği vardır. Her bir bellek hücresi 14 bit uzunluğundadır. Program belleği elektriksel olarak yazılıp silinebilir ama program çalışırken sadece okunabilir. Çalışması istenen program bu bellek içerisine yüklenir. Program belleği 0X000 ile 0x3FF adreslerini kapsar.

1.7.1.3. Ram Belleği

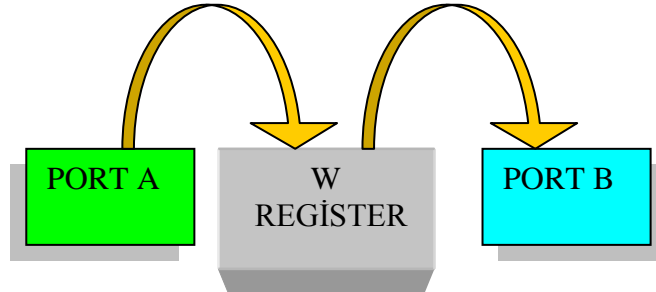
PIC16F84'ün 0x00~0X4F adres aralığında ayrılmış olan RAM belleği vardır. Bu bellek içerisindeki dosya kümesi (file registerler) içerisine yerleştirilen veriler PIC işlemcisinin çalışmasını yönlendirir. File registerlerin bellek uzunluğu 8 bittir. File register adı verilen özel bellek alanlarının dışında kalan diğer bellek alanları program içerisindeki değişkenler için kullanılır.



Şekil 1.21: Ram bellek yapısı

1.7.1.4. W Kayıtcısı

PIC16F84'ün içerisinde akümülatör veya geçici depolama alanı olarak düşünülebilecek W registeri (mikro işlemcideki A kaydedicisine benzer işleve sahip) vardır. PIC içerisinde gerçekleşen aritmetik işlemler ve atama işlemleri bu kaydedici vasıtasıyla gerçekleştirilir.

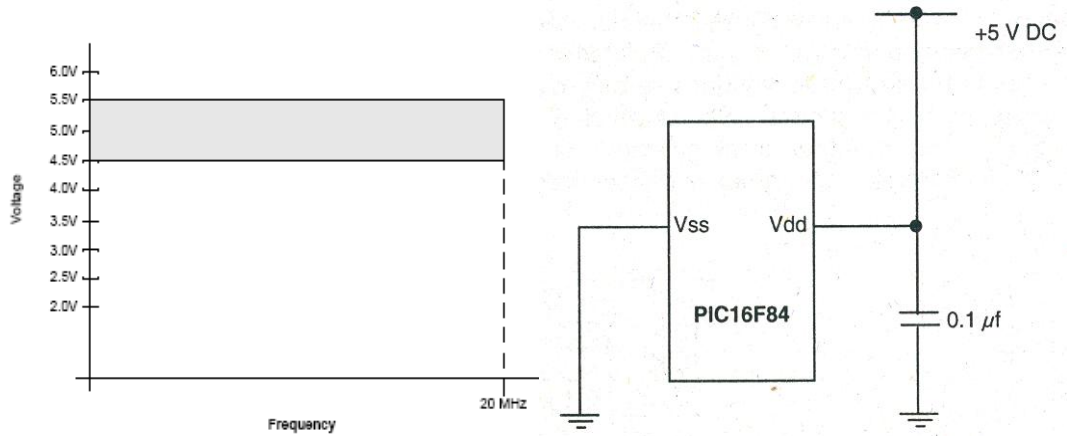


Şekil 1.22: W kaydedicisi

1.7.2. Giriş/Çıkış Pinleri İle Bağlantısı

1.7.2.1. Besleme Gerilimi

PIC'in besleme gerilimleri 5 ve 14 nu.lı pinlerden yapılır. Kullanılan osilatör frekansına göre besleme gerilimi değişebilir. 4 Mhz'lik osilatör kullanılmışsa besleme gerilimi 2V - 5.5 V arasında uygulanabilir. Tüm frekanslar için en uygun besleme gerilim değeri 5 V'tur. 5 nu.lı uç Vdd=+5V'a, Vss ucu da şaseye bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiğinde meydana gelebilecek gerilim dalgalanmalarını önlemek için Vdd ile Vss arasına dekuplaj kondansatörü bağlanmalıdır.



Şekil 1.23: PIC besleme gerilimi

1.7.2.2. Saat Uçları ve Osilatör Çeşitleri

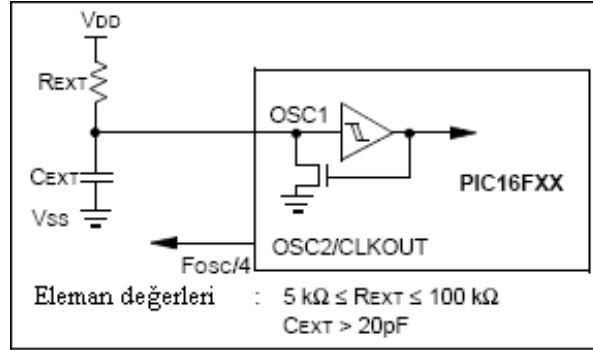
PIC16F84'ün saat (clock) sinyal girişi için kullanılan iki ucu vardır. Bunlar OSC1 (16. Pin) ve OSC2 (15. Pin)'dir. Bu uçlara farklı tipte osilatörlerden elde edilen saat sinyalleri uygulanır.

➤ RC osilatör

PIC'in denetlediği elektronik devredeki zamanlamanın hassas olmadığı durumlarda kullanılır. Belirlenen değerden % 20 sapma görülebilir.

R	C	Fosc
10K	20pf	625 KHz
10K	220pF	80 KHz
10K	0.1µf	85 KHz

Tablo 1.24: R-C değer aralığı



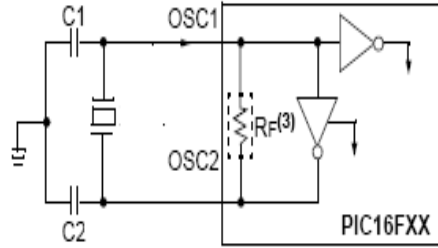
Şekil 1.25: RC bağlantı şeması

➤ **XT osilatör**

Kristal veya seramikle yapılmış genel amaçlı saat osilatörüdür.

Mode	Frekans	OSC1/C1	OSC2/C2
KRİSTAL REZONATÖR			
XT	100 KHz	100-150pF	100150 pF
	2 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	4MHz	15-33 pF	15-33 pF
SERAMİK REZONATÖR			
XT	455 KHz	47-100 pF	47-100 pF
	2 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	4MHz	15-33 pF	15-33 pF

Tablo 1.26: Kristal ve seramik değer aralığı



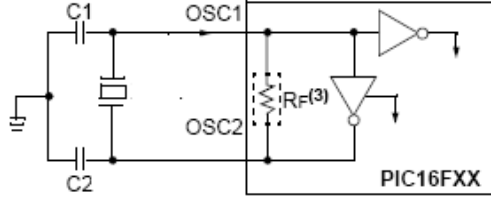
Şekil 1.27: Kristal veya seramik bağlantı şeması

➤ **HS osilatör**

Kristal veya seramikle yapılmış yüksek hızlı saat osilatörüdür.

Mode	Frekans	OSC1/C1	OSC2/C2
KRİSTAL REZONATÖR			
HS	4 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20MHz	15-33 pF	15-33 pF
SERAMİK REZONATÖR			
HS	8 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	10MHz	15-33 pF	15-33 pF

Tablo 1.28: Kristal ve seramik değer aralığı



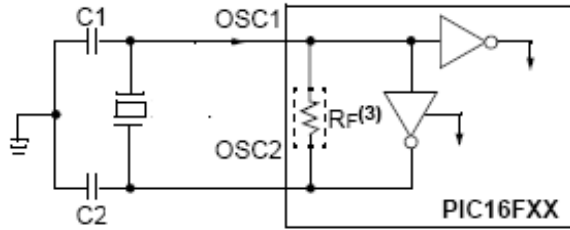
Şekil 1.29: Kristal veya seramik bağlantı şeması

➤ **LP osilatör**

Kristalle yapılmış düşük güçlü saat osilatörüdür.

Mode	Frekans	OSC1/C1	OSC2/C2
KRİSTAL REZONATÖR			
LP	32 KHz 200 KHz	68-100 pF 15-33 pF	68-100 pF 15-33 pF

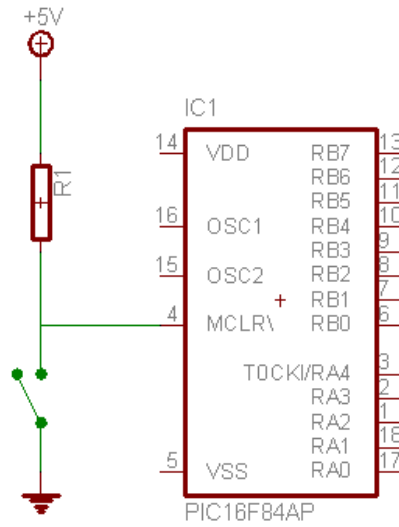
Tablo 1.30: Kristal değer aralığı



Şekil 1.31: Kristal bağlantı şeması

1.7.2.3. Reset Uçları ve Reset Devresi

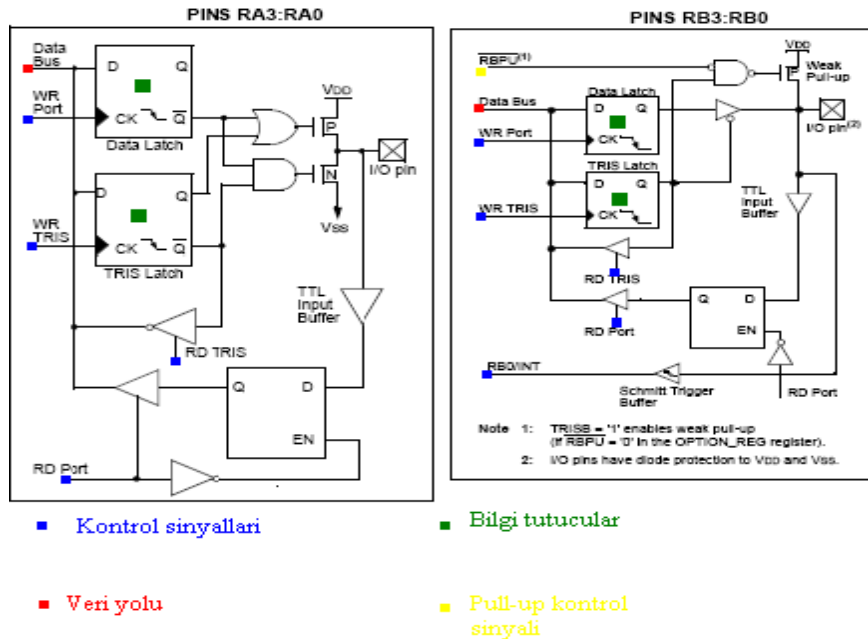
PIC16F84'ün reset ucu 4 nu.lı pinde bulunan MCLR ayağıdır. PIC16F84 besleme uçlarına gerilim uygulandığı anda "EEPROM" belleğindeki programın başlangıç adresinden itibaren çalışmaya başlar. Programın herhangi bir anında 4 nu.lı MCLR ucu 0 V yapılınc program başlangıç adresine geri döner.



Şekil 1.32: 16F84 reset devresi

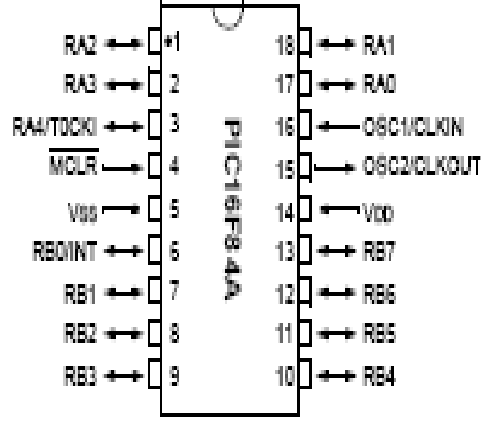
1.7.2.4. I/O Pinleri ve Port Yapısı

PIC16F84’de 1,2,3,17 ve 18 nu.lı pinler giriş 6,7,8,9,10,11,12 ve 13 nu.lı pinler çıkış olarak tanımlanmıştır. Program yazılırken istenilen pin, giriş veya çıkış pini olarak atanabilir. B portunun 8 ucu PIC içerisinde pull-up yapılmış etki gösterir.



Şekil 1.33: 16F84’ün pin uçları

PDIP, SOIC

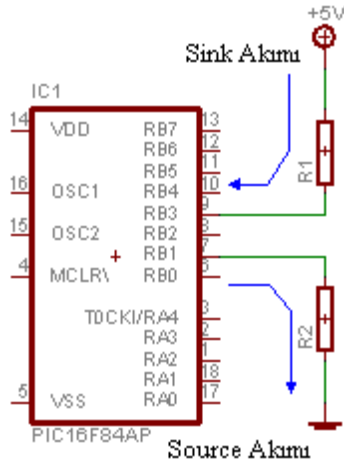


Şekil 1.34: 16F84 giriş ve çıkış port yapısı

Port uçlarından herhangi birisi çıkış olarak yönlendirildiğinde o uçtaki pull-up direnci otomatik olarak iptal olur. A portunun 4. biti TOCKI adı verilen haricî timer/counter giriş ucu ile ortak kullanılır. RA1, RA2, RA3 ve RA4 açık kollektör özelliğinden dolayı haricî olarak pull-up direncine bağlanmalıdır.

➤ I/O pinleri akım sınırları

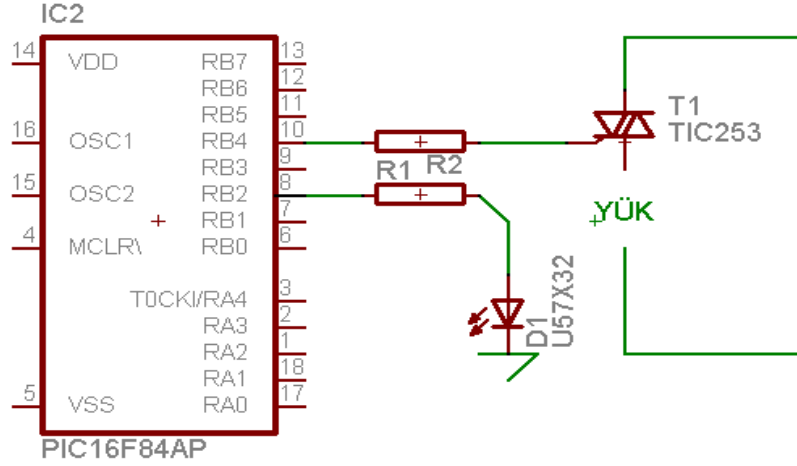
PIC16F84'ün belleğinde bulunan programı çalıştırması sırasında çıkış portlarına 0 veya 1 bilgisi gönderir. Portlara 0 bilgisi gönderildiğinde çıkış portu maks. 25 mA'lık giriş (sink) akımı çeker. Portlara 1 bilgisi gönderildiğinde çıkış portu 25mA'lık çıkış (source) akımı verilebilir.



Şekil 1.35: Sing ve source akım

➤ **I/O port pinlerine kumanda edilecek devre elemanlarının bağlanması**

I/O portlarından geçebilecek 25 mA'lık giriş akımı veya 25 mA'lık çıkış akımı ile led, lcd, transistör, tristör ve triyak'lar doğrudan sürülebilir çıkış akımının yetmediği durumlarda yükselteç devreleri kullanılmalıdır.



Şekil 1.36: I/O port pinlerine kumanda edilecek devre elemanlarının bağlanması

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak mikrodenetleyici ve donanım seçimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çeşitli mikrodenetleyicilere ait veri kitapçıklarını (Data Sheet) internetten temin ederek denetleyici karakteristiklerini besleme gerilimini ve osilatör devrelerini defterinize not alınız.	➤ Veri kitapçıklarını temin ederken www.microchip.com , www.intel.com , www.atmel.com gibi internet bağlantılarından yararlanınız.
➤ Veri kitapçığından denetleyicilerin minimum donanımlarını çiziniz. Denetleyicilerin birbirine göre avantaj ve dezavantajlarını defterinize not ediniz.	➤ Farklı denetleyicilerin maliyet açısından farklılıklarını kıyaslayınız.
➤ Çeşitli mikrodenetleyicileri elinize alarak boyutlarını tespit ediniz.	➤ Mikrodenetleyici kontrollü devrelerin boyutlarını göz önüne alarak devrelerin üretim safhalarını ve süresini sınıfta arkadaşlarınızla birlikte tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kurulacak sistemin özelliklerini tespit edebildiniz mi?		
2. Katalog bilgilerine bakarak hangi denetleyici kullanacağına karar verebildiniz mi?		
3. Mikro denetleyicinin karşılıklarını tespit edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Mikro işlemcinin bir anda işleyebileceği bit sayısına kelime uzunluğu denir.
2. () Saat frekansı işlemcinin hızını belirler.
3. () Adres hattı sayısı işlemcinin adresleyebileceği bellek alanını gösterir.
4. () Her mikro işlemcinin kaydedici sayısı aynıdır.
5. () Mikro işlemcinin hızı sistemin hızını tayin eder.
6. () ALU'nun işleyeceği veriler program sayıcıya yüklenir.
7. () Program sayıcının büyüklüğü 8 bittir.
8. () Bellekten alınan komutlar, komut kaydedicisine yüklenir.
9. () Komut kaydedicisindeki komutu ALU çözer.
10. () ALU'nun yaptığı işlemlerin sonucundan durum kaydedicisi etkilenmez.
11. () Yığın işaretçisi geçici bellek bölgesinin adresini tutar.
12. () Veri aktarmada kullanılan yollara veri yolu denir.
13. () Adres bölgesini temsil eden bilgilerin taşınmasında kullanılan hatlara adres yolu denir.
14. () 20 adres hattı 2 MByte adres bölgesini gösterir.
15. () Mikro işlemcili sistemde bulunan birimler arasındaki ilişkiyi düzenleyen hatlara, kontrol yolu denir.
16. () Geçici işlemlerin yapıldığı bellek birimi "ROM" hafızalardır.
17. () Yalnız okunabilen belleklere "RAM" bellekler denir.
18. () Bir kez programlanabilir belleklere "PROM" bellek denir.
19. () Silmek için ultraviyole ışık altında belirli bir süre tutulan bellekler "SRAM" belleklerdir.

20. () XTAL kristal veya seramikle yapılmış genel amaçlı saat osilatörüdür.
21. () Elektriksel olarak yazılabilen ve silinebilen belleklere "EEPROM" denir.
22. () Mikro işlemci, bellek ve G/Ç birimlerinin tek bir entegre içerisinde üretilmiş biçimine mikrodenetleyici denir.
23. () PIC16F84'ün 5 Kbyte'lık program belleği vardır.
24. () PIC'in besleme gerilimleri 5 ve 14 nu.lı pinlerden yapılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Assembly programlarınızı yükleyip deneyebileceğiniz programlama ve deneme kartı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Programlama kartının görevini sınıf içinde tartışınız.

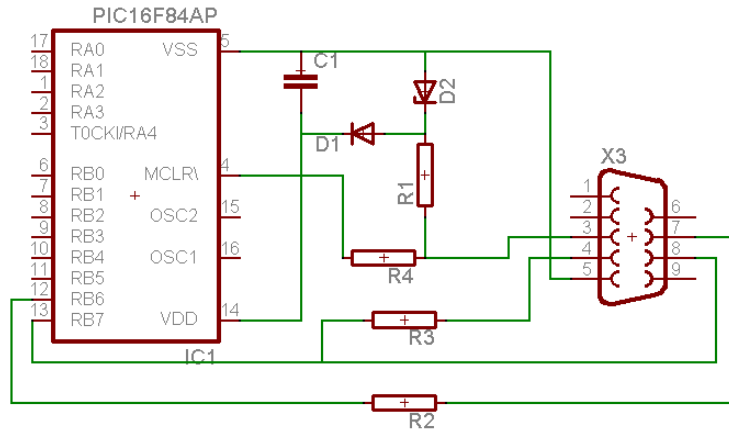
2. MİKRODENETLEYİCİ PROGRAMLAMA KARTI

2.1. Mikrodenetleyici Programlama ve Deneme Kartı



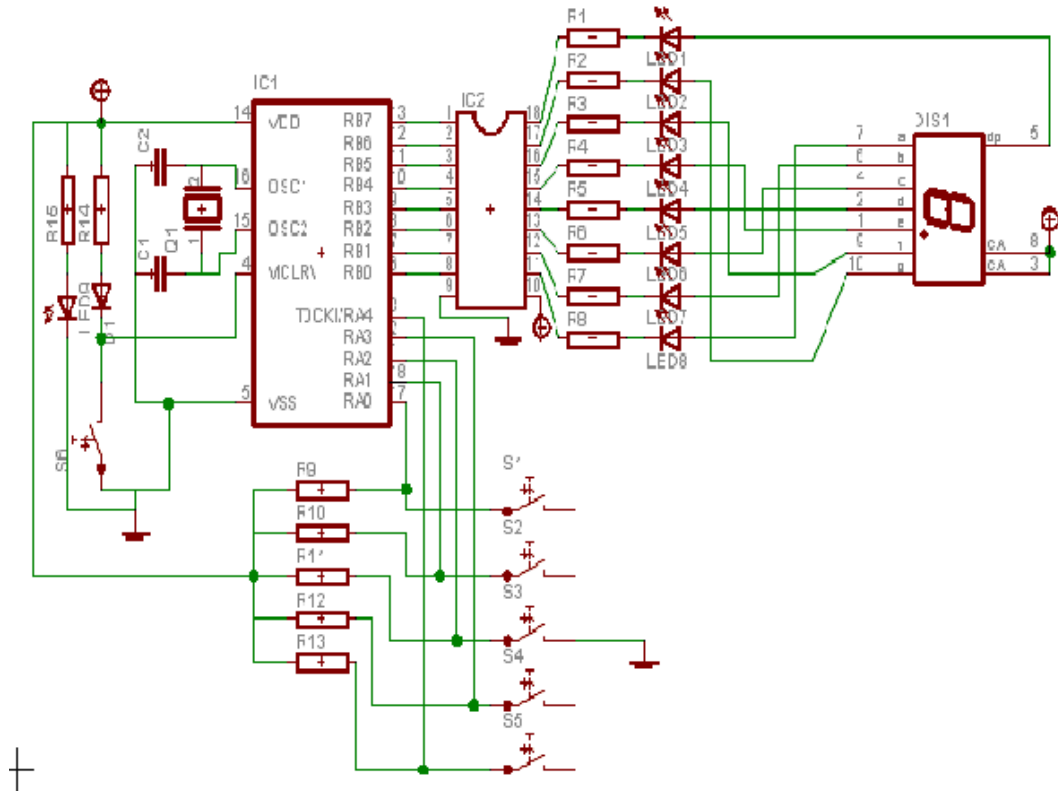
Şekil 2.1: Mikrodenetleyici programlama ve deneme kartı görüntüleri

Mikrodenetleyici programlama kartı, mikrodenetleyicinin istenilen şekilde çalışabilmesi için yazılan programı mikrodenetleyiciye yükleyen karttır. Yapılan kartın özelliğine göre bilgisayarın seri veya paralel portuna bağlanabilir. Kart, seri iletişim yapan mikrodenetleyici programlama kartıdır.



Şekil 2.2: Programlama kartı devre şeması

Mikrodenetleyici deneme kartı, programlanmış mikrodenetleyicinin çalışmasının gözlemlendiği karta deneme kartı denir. Deneme kartlarında giriş olarak push buton ve analog giriş için potansiyometre seçilebilir. Çıkış değerlerini görmek için led, display ve LCD ekran kullanılabilir. Programlanmış mikrodenetleyicinin deneneceği deneme kartının şeması Şekil 2.3'te görülmektedir.



Şekil 2.3: Deneme kartı devre şeması

Mikrodenetleyici programlama kartı D sub 9P (seri dişi port) üzerinden iletişim yapmaktadır. Devre enerjisi seri port üzerinden verilmektedir. Haricî enerji uygulamaya gerek yoktur.



PIC mikrodenetleyiciler 2V-5,5V arasında çalışmaktadır. Mikrodenetleyicinin en uygun çalışma gerilimi 5 V'tur. Deneme kartının + ve – besleme uçlarına gerilim uyguladığında mikrodenetleyici denenebilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Mikrodenetleyici programlama ve deneme yapabilen bir kartı yapınız.
Kart için gerekli malzemeler:

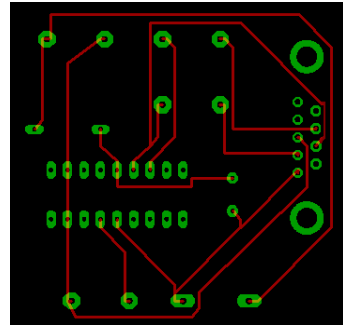
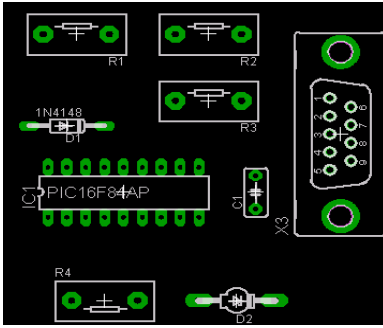
Programlama Kartı	
1	IC1=18 Pin IC soket
2	R1=2,2 K
3	R2=22 K
4	R3=2,2 K
5	R4=10 K
6	D1=1N4148
7	D2(zener)=5,6 V
8	C1=1 μ F
9	X3=DS9P(Seri dişi port)
10	5X6 cm Bakır plaket

Deneme Kartı	
1	IC1=16F84A
2	18 Pin IC soketx2
3	IC2=ULN 2803
4	Ortak anotlu display
5	Push buton (6 adet)
6	Kırmızı Led (9 Adet)
7	R1..R8 , R14=330 Ω x 9
8	R9...R14=10 K Ω x 6
9	D1=1N4148
10	C1,C2=22pF
11	Kristal=4 Mhz
12	10x8 cm Bakır plaket

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Programlayıcı devrenin baskılı devre tasarımını baskı devre transfer kağıdı üzerine lazer yazıcı ile çıkarınız.</p> 	<p>➤ Baskı devreyi çıkarırken kâğıda ters görüntü çıkarmayı ve maksimum alitede baskı yapmayı ihmal etmeyiniz. Böylece toner miktarı azla olacaktır ve hata oranı az olur.</p>
<p>➤ Baskı yapılan transfer kâğıdını bakırlı plaketin bakır yüzeyine yerleştirerek yüksek ısıya ayarlı ütü ile ütöleyiniz. Böylece toner bakıra yapışacaktır.</p> 	<p>➤ Kâğıdın ve plaketin yeterli miktarda sınıp tonerin bakır üzerine yapıştığından emin olunuz.</p>

<p>➤ Tonerin plakete yapıştığından emin olduktan sonra transfer kağıdını dikkatlice ayırınız.</p>	<p>➤ Çizimin eksik olan kısımlarını asetat kalemi ile düzeltiniz.</p>
<p>➤ Hazırladığınız plaketi asit içerisinde atarak (3:1 oranında tuz ruhu ve Perhidrol karışımı) boyanmamış bölümlerin çözülerek kaybolmasını bekleyiniz.</p>	<p>➤ Asitin çözülmesi esnasında açığa çıkan gazı solumayınız ve açık havada işlemi gerçekleştirin. Aksi takdirde sağlık sorunlarına yol açabilir.</p>
<p>➤ Hazırlanan plaketi ince zımpara ile zımparalayarak plaketin temizlenmesini sağlayınız.</p>	<p>➤ Zımparanın mümkün olduğunca ince seçilmesine dikkat ediniz. Aksi takdirde ince çizilen yollar zarar görebilir.</p>
<p>➤ Devrenin gerekli deliklerini bir matkap yardımı ile deliniz.</p>	<p>➤ Delik için 1mm matkap ucu ve basit bir el matkabı kullanın.</p>
<p>➤ Bakır plaket üzerindeki bağlantı yollarını test ediniz.</p>	<p>➤ Bağlantı yollarını şemadan takip ederek en uç noktalarıyla irtibatlı olup</p>

	olmadığına bakabilirsiniz.
➤ Malzemelerinizin sağlamlık kontrolünü yapınız.	➤ Avometre ile sağlamlık kontrolü yapılabilecek elamanları ölçebilirsiniz.
➤ Bağlantı noktalarına göre malzemelerinizin ayak uzunluklarını belirleyiniz.	➤ Elemanların bağlantılarını dik veya yatay yapabilirsiniz.
➤ Malzemelerinizi üst görünüş şemasına göre bakır plaket üzerine lehimleyiniz. Lehimleme işlemini yaparak devreyi hazırlayınız.	➤ Lehimleme yaptıktan sonra kalan lehim atıklarını temizleyiniz. ➤ Entegrelerin sıcaktan etkilenmesini önlemek için yalnız soketleri lehimleyebilirsiniz.



Şekil 2.4: Programlama kartı, baskı devresinin üst ve alt görünüşü

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Programlama kartının şemasına göre baskı devresini tekniğe uygun çıkarttınız mı?		
2. Kart için gerekli malzemeleri doğru ve eksiksiz tespit ettiniz mi?		
3. Devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
4. Kart üzerinde bulunan elemanların yerleşimini ve montajını tekniğine uygun olarak yaptınız mı?		
5. Kart üzerine yerleştirdiğiniz devre elemanlarının lehimlemesini tekniğe uygun olarak yaptınız mı?		
6. Devre elemanlarının montajı tamamlanan kartın denemesini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

- 1.() Mikrodenetleyicinin istenilen şekilde çalışabilmesi için yazılan programı mikrodenetleyiciye yükleyen karta programlama kartı denir.
- 2.() Programlanmış mikrodenetleyicinin çalışmasının gözlemlendiği karta deneme kartı denir.
- 3.() Programlama kartı bilgisayar ile seri iletişim yapar.
- 4.() Programlama kartı bilgisayar ile paralel iletişim yapar.
- 5.() Deneme kartında giriş olarak ledler seçilebilir.
- 6.() Deneme kartında çıkış olarak display seçilebilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Mikrodenetleyiciyi programlayarak kullanılabilir hâle getirmek için gerekli adımları öğreneceksiniz.

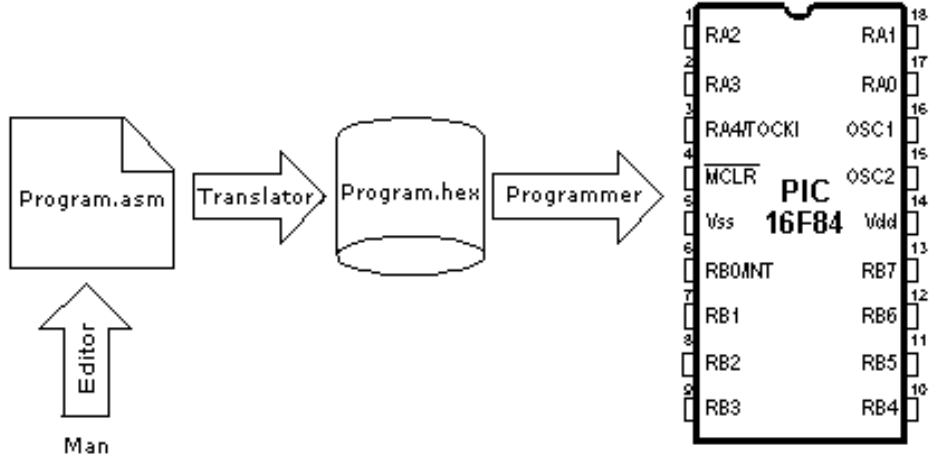
ARAŞTIRMA

- Assembly dilinde yazılmış program kodlarının mikrodenetleyiciye yüklenmesine kadar olan aşamaları sıralayınız ve kullanılan programları inceleyerek sınıf içinde arkadaşlarınızla tartışınız.

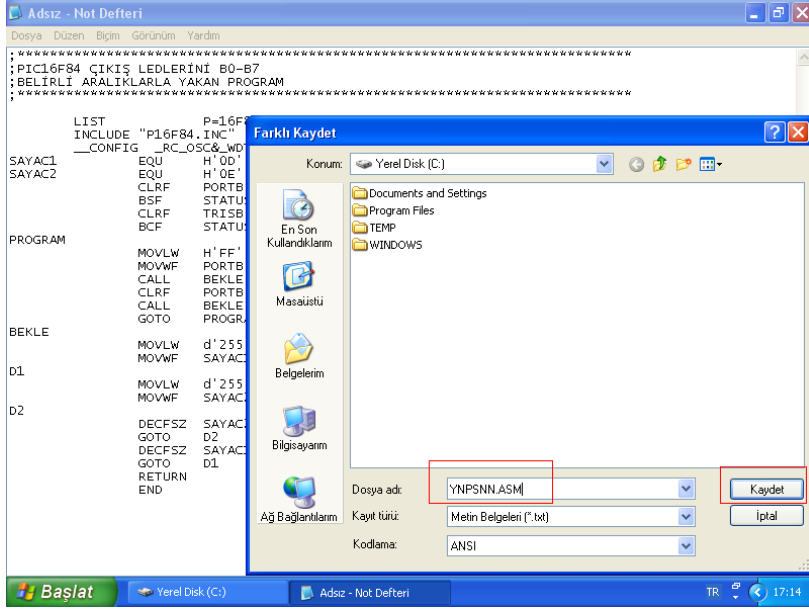
3. MİKRODENETLEYİCİYE PROGRAM YÜKLEME

3.1. Giriş

Mikrodenetleyiciye assembly dilinde yazılmış program kodlarının yüklenmesi için önce program herhangi bir editörde yazılır. Yazılan programın çalışmasından emin olmak için bir simülör benzeri yazılımlarda denir. Sonra, uygun şekilde isim verilerek saklanır. Şekil 3.2’de “Not Defteri”inde yazılan bir programın asm uzantılı olarak saklanması görülmektedir.

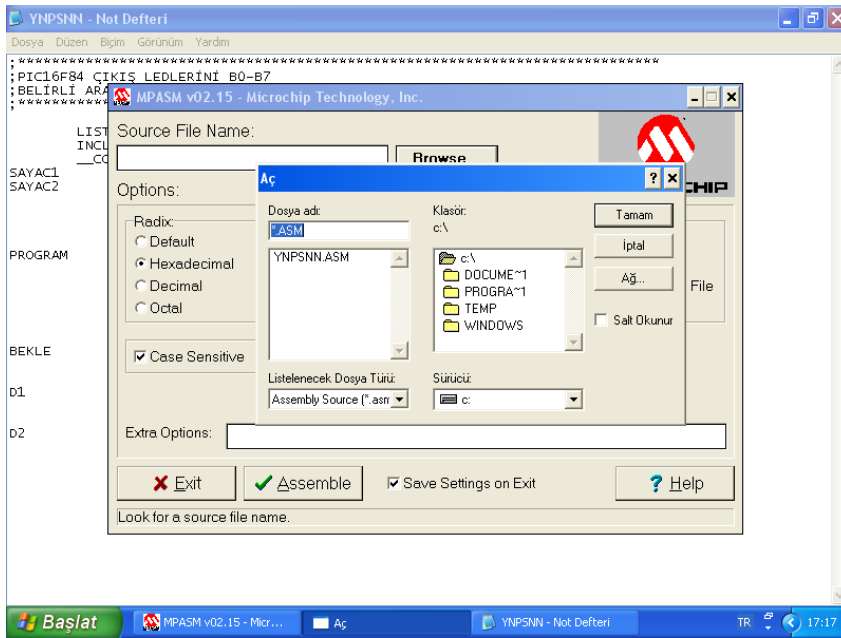


Şekil 3.1: Mikrodenetleyiciye program yüklenmesinin blok diyagramı



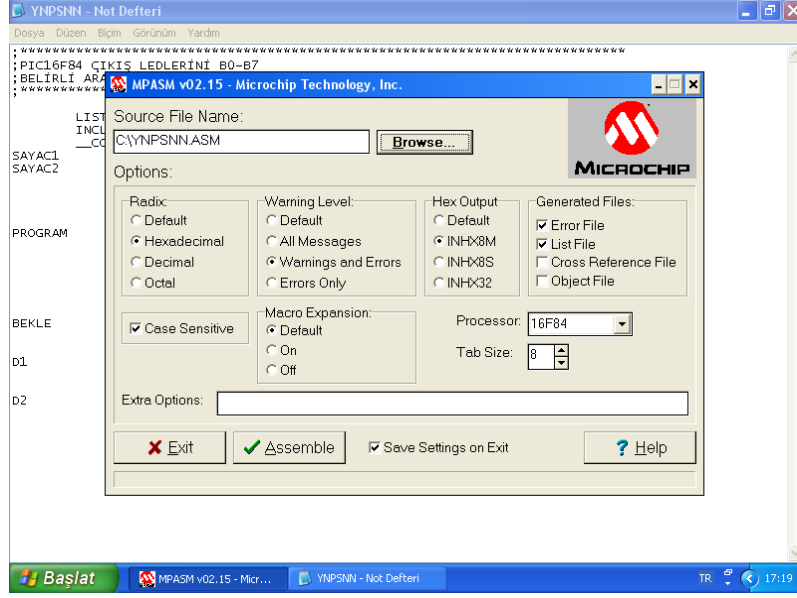
Şekil 3.2: Metin editöründe yazılan programın kaydedilmesi

Yazılan program Kaydet onay kutusu işaretlendiğinde C sabit diskinde YNPSNN.asm dosyası olarak saklanır. Bu program doğrudan mikrodenetleyiciye yüklenemez. Assembler diliyle yazılmış programınızı makine diline (*.hex) çeviren assembler programının kullanılması gerekir. Piyasada çok çeşitli assembler programları mevcuttur. Kullanım kolaylığından dolayı burada MPASM yazılımı tercih edilmiştir.



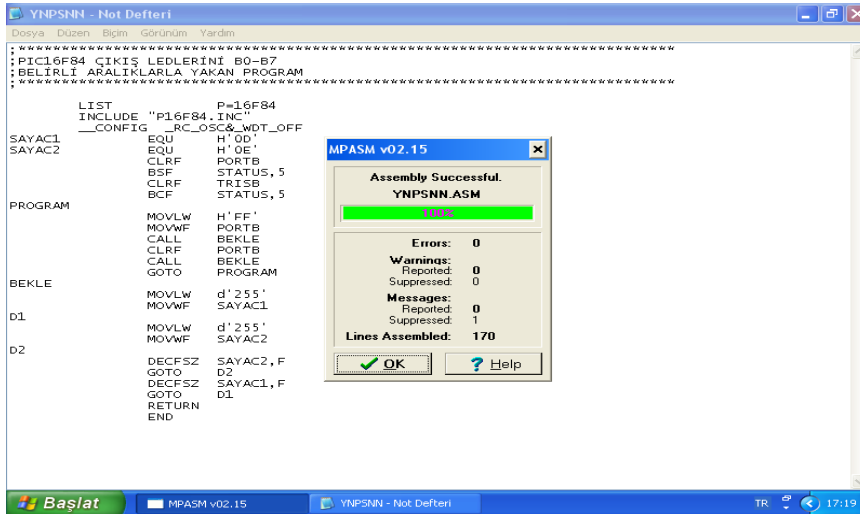
Şekil 3.3: Assembler programında çevrilecek programın bulunması

Makine diline çevrilecek YNPSNN.asm programı Browse düğmesinden dizin ve dosya adı belirtilerek Source File Name kutucuğuna yazdırılır (Şekil3.3).



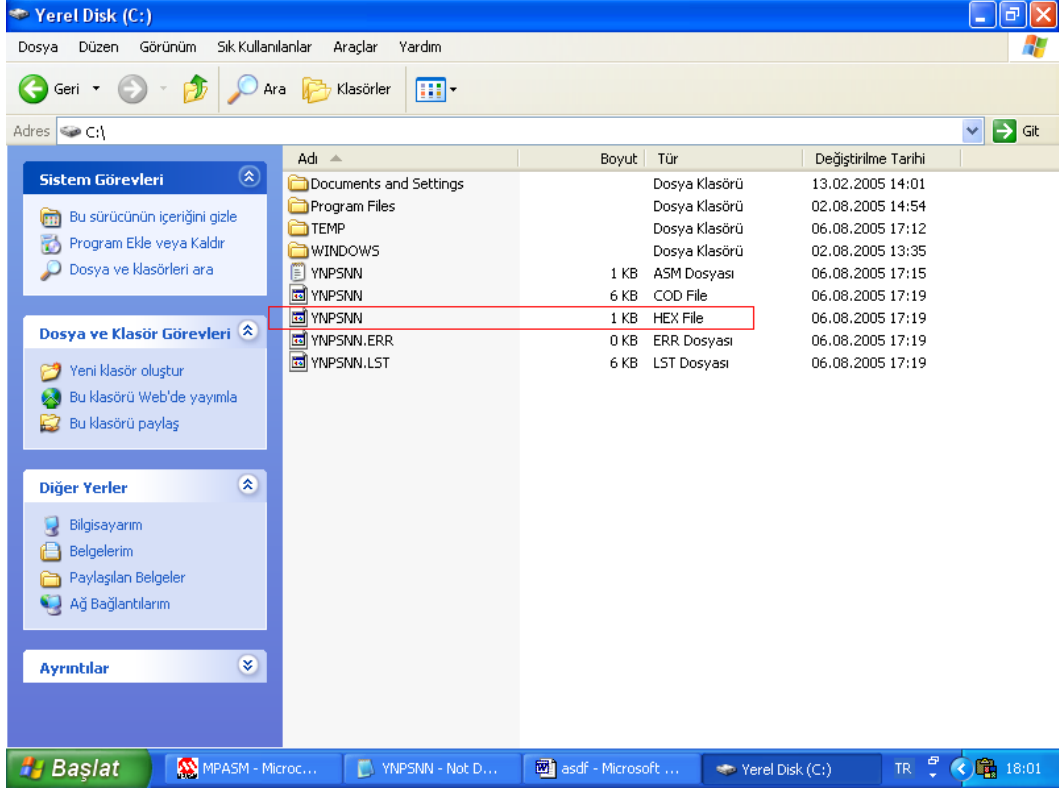
Şekil 3.4: Assembler programının options ayarları

MPASM programının options ayarları Şekil 3.4’te görüldüğü gibi seçildikten sonra Assemble (yeşil çizgili) onay butonuna basılır. Eğer yazılmış programda herhangi bir hata yoksa ekranda yeşil bantlı rapor penceresi çıkar (Şekil 3.5). Eğer kırmızı bantlı rapor penceresi çıkmış ise programda hata veya hatalar var demektir. Bu durumda tekrar “Not Defteri”ne dönüp YNPSNN.asm programını yeniden açarak yazım hatalarının düzeltilmesi gerekmektedir.



Şekil 3.5: Assembler rapor penceresi

OK onay düğmesi işaretlendiğinde MPASM assembleri, metin editöründe yazılmış YNPSNN.asm dosyasını makine diline çevirerek YNPSNN.hex dosyası ve çeşitli rapor dosyaları oluşturur(Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Assembler programının oluşturduğu dosyalar

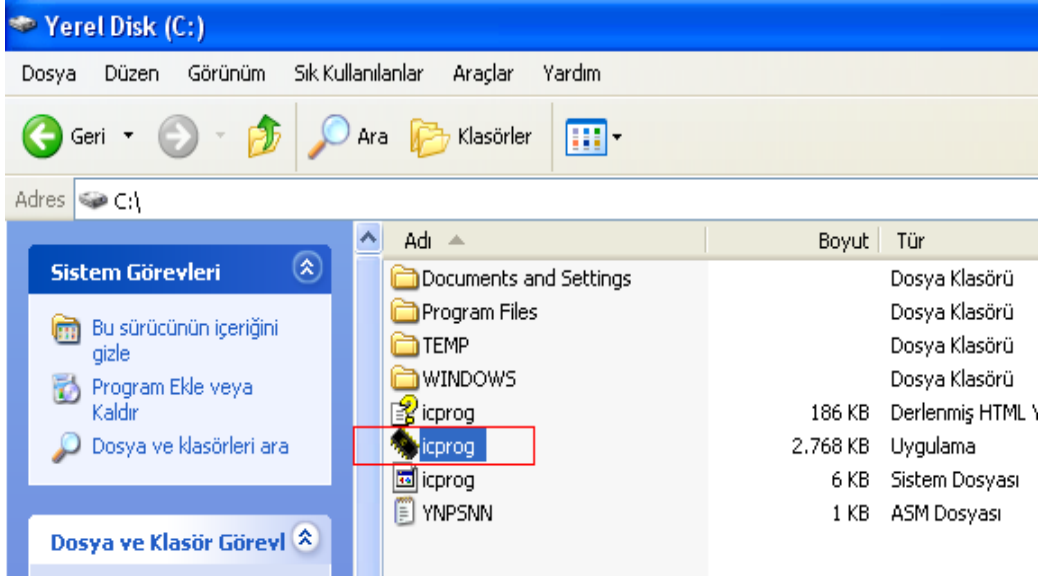
Diğer rapor dosyalarından LST, program kodlarının bellekte yerleştikleri adresleri, komutların hex kodlarını ve satır numaralarını ve assembly dilinde yazılan programı listeler.

ERR rapor dosyası adından da anlaşılacağı gibi hataların rapor edilmesinde kullanılır. Hatalı satır numarası ve yapılan hatanın karşılığı bu raporsa sıralanır.

3.2. Yükleme Programını Kullanma

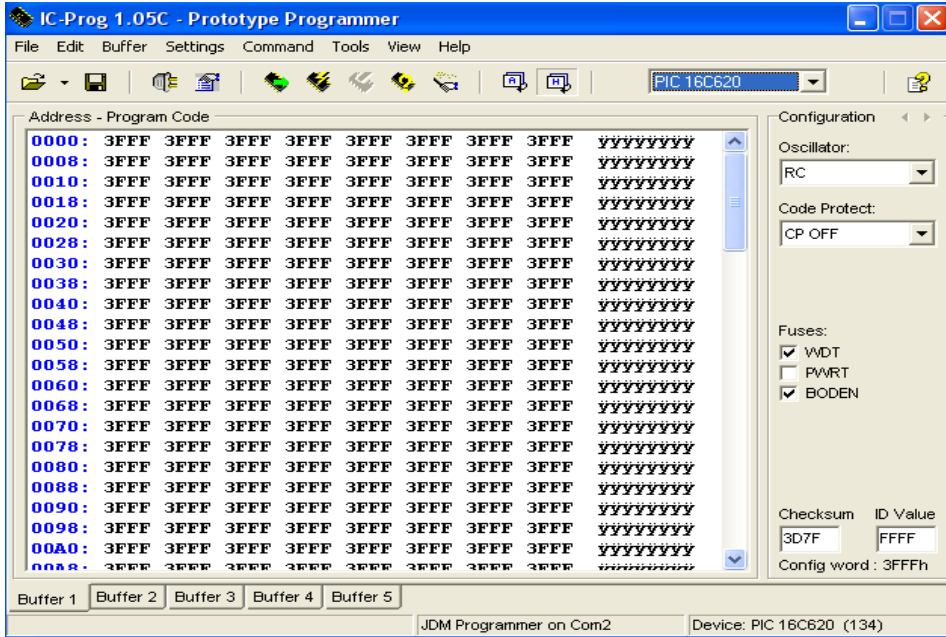
Mikrodenetleyiciye (16F84) derlenmiş yani makine diline çevrilmiş program kodlarının yüklemek için aracı program kullanmak gerekir. Bu konuda firmaların ürettiği Micropro, MPLab, PicEQ, Propic, ICProg....gibi birçok program mevcuttur. Bunlardan biri tercih edilerek kodlar mikrodenetleyiciye yüklenebilir.

3.2.1. Yükleme Programının Başlatılması



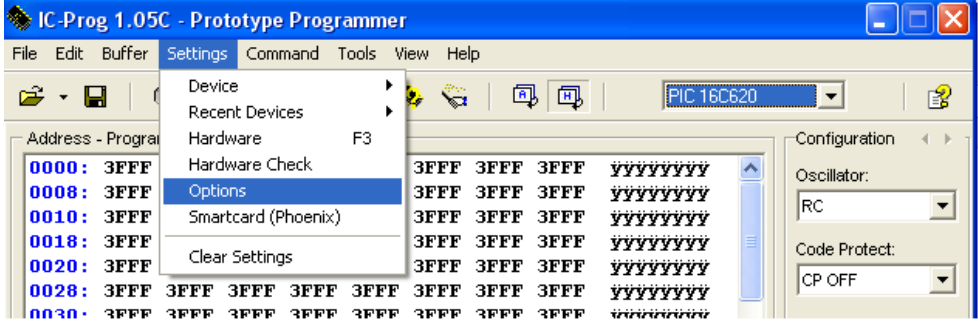
Şekil 3.9: ICProg yükleme programının çalıştırılması

ICProg programını bilgisayara yüklediğinizde entegre sembolü uygulama dosyası oluşturulur. Üzerine tıkladığında ICProg çalışır.

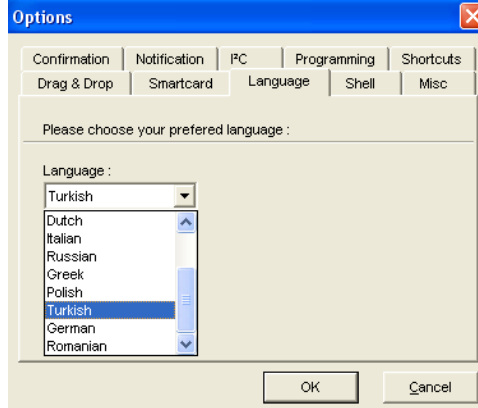


Şekil 3.8: ICProg programının görünüşü

ICProg programını Türkçeleştirerek işlemler kolaylaştırılır. Bunun için Setting menüsünden options seçilir. Language menüsünden yön çubuğuyla Turkish seçeneği bulunarak onay düğmesine tıklanır (Şekil 3.9 ve 3.10).

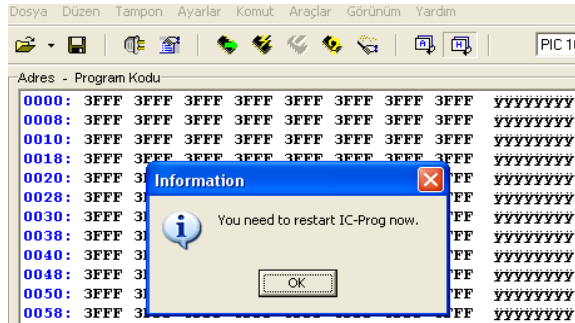


Şekil 3.9: Programın Türkçeleştirilmesi için seçilen menü



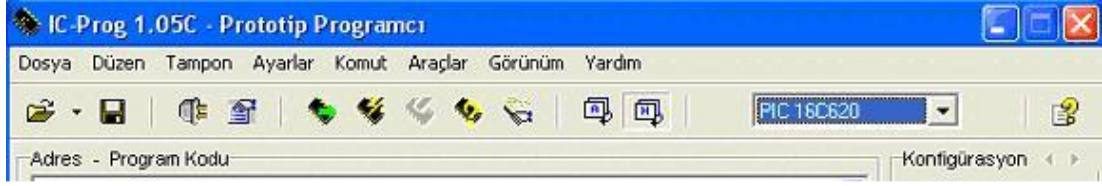
Şekil 3.10: Options menüsü

Ekrana programı yeniden başlatma bilgisi gelir. OK onay kutusu tıklanır. Program kapatılıp açıldığında Icprog programı Türkçeleştirmiş hâlde ekrana gelecektir.



Şekil 3.11: Programı yeniden başlatma bilgisi

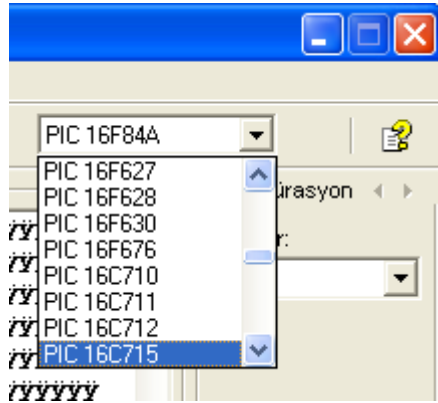
3.2.2. Program Menülerinin Açıklanması



- **Aç:** Yüklenilmesi istenen dosyayı seçmemizi sağlar.
- **Yeni Adla Kaydet:** Seçilmiş programı yeni adla kaydetmemizi sağlar.
- **Donanım:** Donanım ayarları yapılır.
- **Seçenekler:** Program ayarları yapılır.
- **Tümünü Oku:** Mikrodenetleyici içindeki programı ekranda gösterir.
- **Tümünü Programla:** Seçilmiş olan *.hex uzantılı dosyaları mikrodenetleyiciye yükler.
- **Tümünü Sil:** Mikrodenetleyici içinde yüklü olan programı siler.
- **Doğrula:** Mikrodenetleyiciye yüklenen programla kaynak programı karşılaştırır.
- **Assembler Görünüm:** Seçilmiş programın ekranda assembler modunda görünmesini sağlar.
- **Hex Görünüm:** Seçilmiş programın ekranda hex modunda görünmesini sağlar.

3.2.3. Mikrodenetleyici Seçimi

Hangi mikrodenetleyici ile çalışılıyorsa seçenek kutusundan o mikrodenetleyicinin seçilmesi gerekir. Mikrodenetleyici devrede PIC16F84A kullanıldığı için bu mikrodenetleyici seçilmelidir.

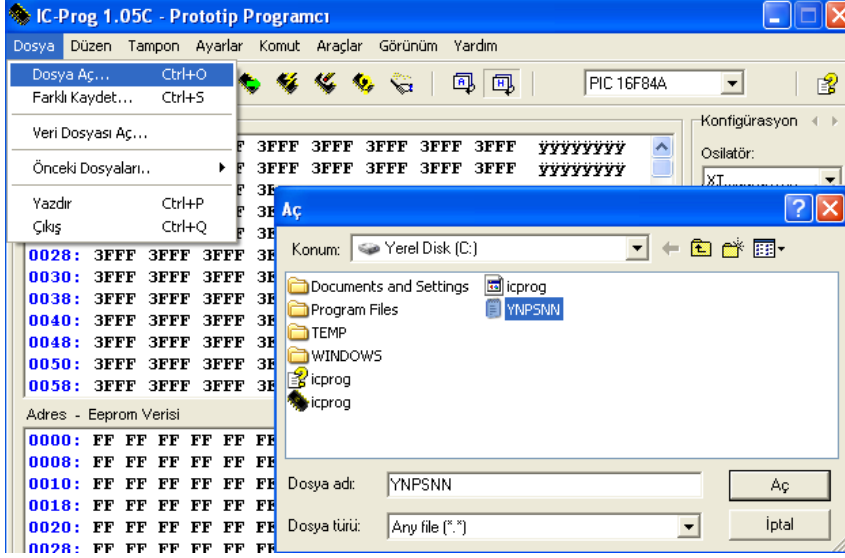


Şekil 3.12: Mikrodenetleyici seçenek kutusu

3.2.4. Program Dosyasını Açma

IC_Prog programında mikrodenetleyiciye yüklemek istediğimiz *.hex (YNPSNN.hex) dosyasını Dosya menüsü işaretlenerek dosya aç komutu aktifleştirilir. Karşımıza çıkan

ekranda *.hex uzantılı dosyanın dizini ve dosyası bulunarak dosya seçilip Aç onay kutusu işaretlenir(Şekil 3.13).



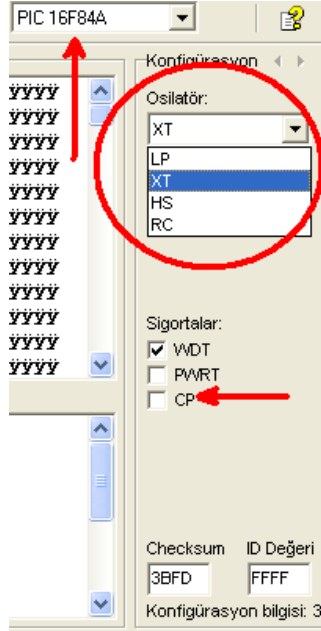
Şekil 3.13: Program dosyasını açma

3.2.5. Mikrodenetleyici Konfigürasyonunu Ayarlama

IC-Prog programında PIC seçimi ile beraber konfigürasyon ayarlarının da yapılması gerekmektedir. Osilatör seçeneklerinden kullanılan osilatör seçimi yapılır. Devrede XT osilatör kullanıldığı için bu seçenek işaretlenir.

CP, (Code Protect) seçeneği işaretlendiğinde mikro işlemcinin üzerindeki programa bir şey eklenemez ve program kopyalanamaz. Yapılan programın başkaları tarafından okunmasının ve kopyalanmasının istenmediği durumlarda bu seçenek işaretlenir(Şekil 3.14).

Sadece “Erase” (sil) komutu verildiğinde mikro işlemci üzerindeki program silinir. Fakat program okunamadığı için kopyalanamaz.

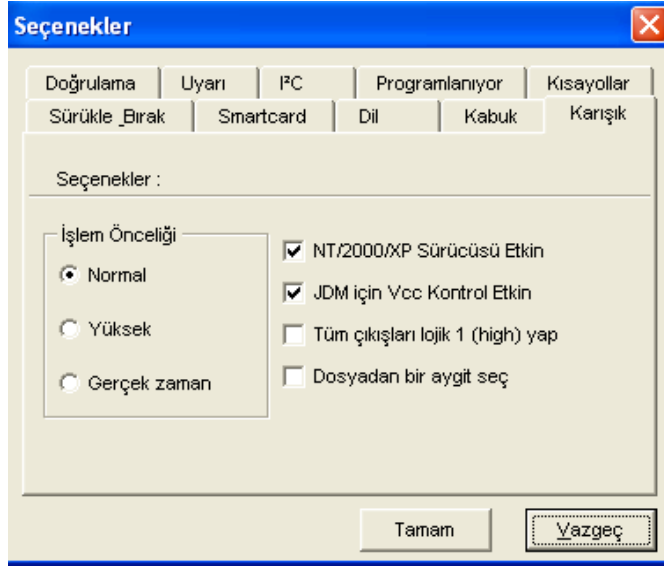


Şekil 3.14: Mikrodenetleyici konfigürasyonunu ayarlama

Bütün bunları yaptıktan sonra yine “Ayarlar” menüsünden “Seçenekler” alt menüsü seçilir. Karşımıza çıkan ekrandan “Karışık” menüsüne girilir. Buradan,

1. İşlem önceliği “Normal” seçilir.
2. Yan taraftan ise JDM için Vcc “Kontrol Etkin” seçilmelidir.
3. Windows XP kullanıyorsanız program açılırken

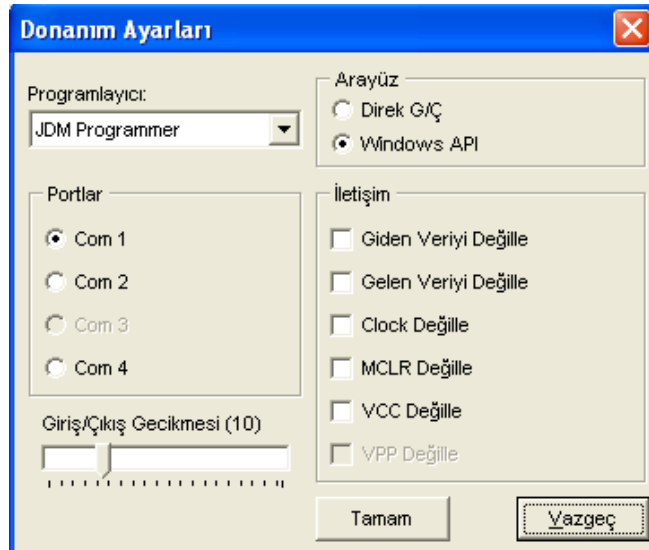
Pr”ivileged Instruction şeklinde hata mesajı görülebilir. Bunu engellemek için de yine buradan NT/XP Sürücüsü Etkin” seçeneği işaretlenmelidir. Diğer menülerden de çalışma ayarları yapılabilir.



Şekil 3.15: Seçenekler menüsü

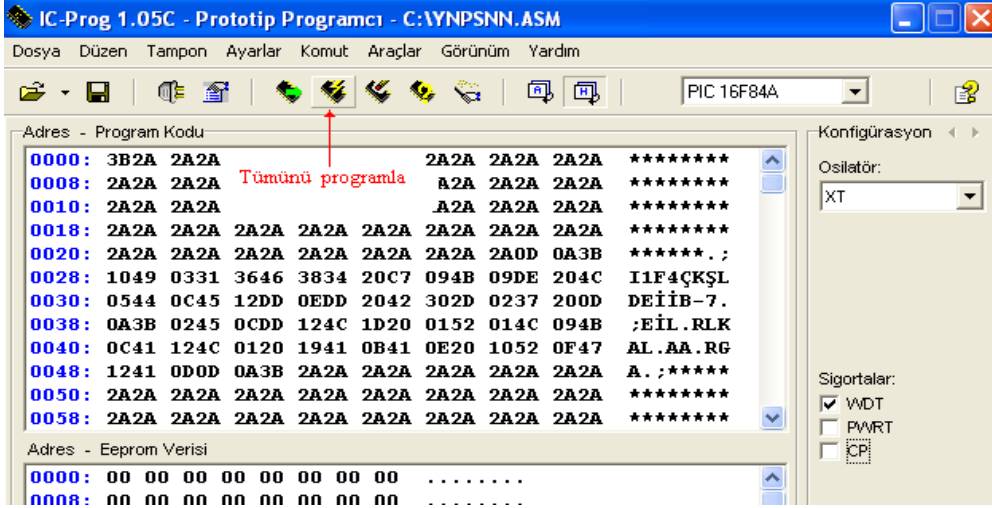
3.2.6. Bilgisayarla Kart Arasındaki Haberleşme Ayarlarını Yapmak

Şekil 3.15’te görülen menüden programlayıcı yazan liste kutusundan “JDM Programmer” seçeneği işaretlenir. Kart hangi COM portuna bağlıysa “Portlar” bölümünde o bağlantı noktası işaretlenir. Arayüz bölümünde Windows 2000, NT veya XP kullanılıyorsa Windows API, Windows 98, 95 ve ME için Direct I/O seçenekleri işaretlenir. “Girişi/Çıkış” gecikmesi ve iletişim bölümlerinde değişiklik yapmanıza gerek yoktur. Donanım ayarlarını yaptıktan sonra “Tamam” onay kutusu tıklanır.



Şekil 3.16: Bilgisayar ile kart arasındaki haberleşme ayarları

3.2.7. Programı Mikrodenetleyiciye Yükleme



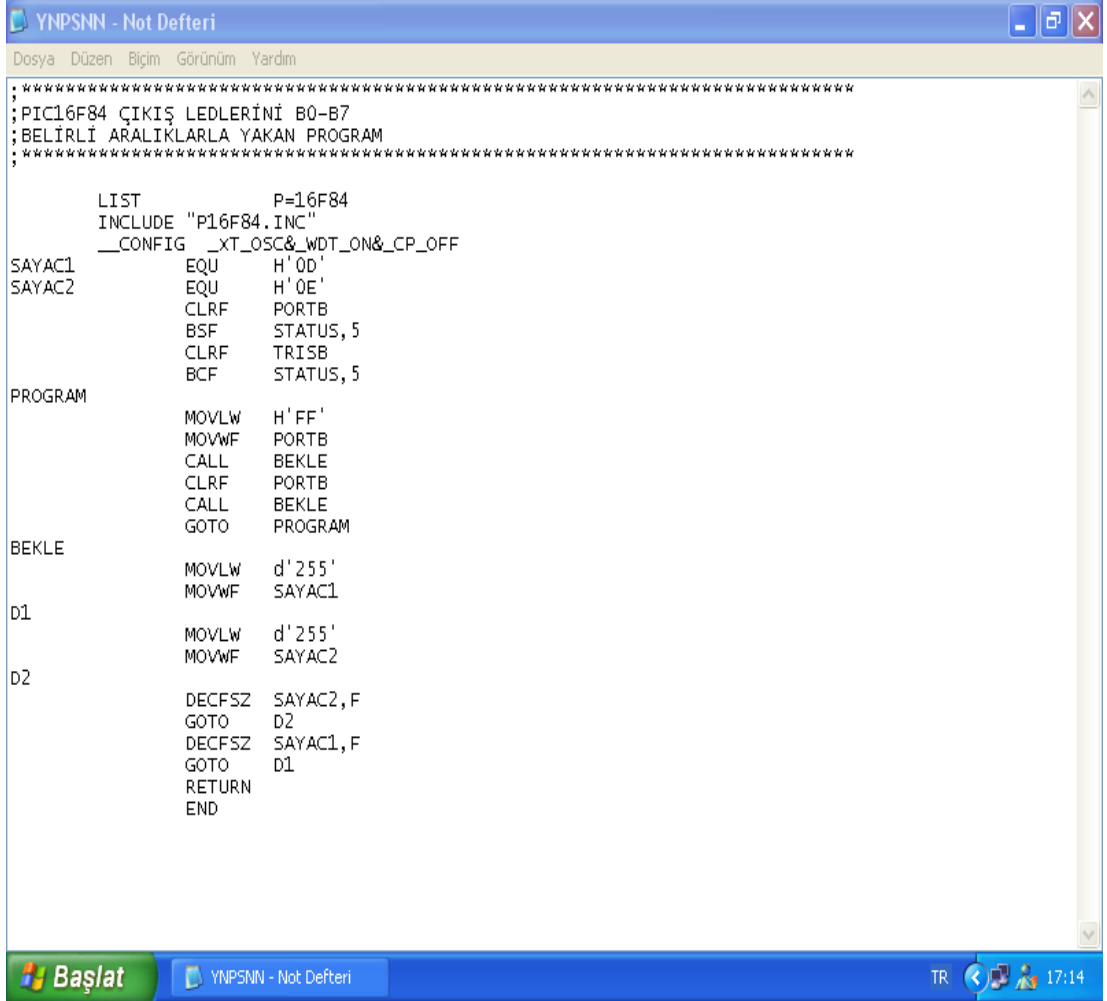
Şekil 3.17: Programı mikrodenetleyiciye yükleme

IC-prog'da program dosyası açıldıktan sonra tümünü programla araç çubuğu işaretlenir. Program dosyası bu şekilde mikrodenetleyiciye yüklenmiş olur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Deneme kart ile yüklenen programı denemesini yapınız.

Şekil 3.18’de mikrodenetleyicinin B Portuna bağlı olan LED’leri belirli aralıklarla yakıp söndüren assembly programı verilmiştir.



```
YNPSNN - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
*****
;PIC16F84 ÇIKIŞ LEDLERİNİ B0-B7
;BELİRLİ ARALIKLARLA YAKAN PROGRAM
*****
LIST          P=16F84
INCLUDE "P16F84.INC"
__CONFIG    _XT_OSC&_WDT_ON&_CP_OFF
SAYAC1      EQU    H'0D'
SAYAC2      EQU    H'0E'
            CLRF   PORTB
            BSF   STATUS,5
            CLRF  TRISB
            BCF   STATUS,5
PROGRAM
            MOVLW H'FF'
            MOVWF PORTB
            CALL  BEKLE
            CLRF  PORTB
            CALL  BEKLE
            GOTO  PROGRAM
BEKLE
            MOVLW d'255'
            MOVWF SAYAC1
D1
            MOVLW d'255'
            MOVWF SAYAC2
D2
            DECFSZ SAYAC2,F
            GOTO  D2
            DECFSZ SAYAC1,F
            GOTO  D1
            RETURN
            END
```

Şekil 3.18: Mikrodenetleyicinin çıkışları yakıp söndüren assembly programı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 3.18' deki programı metin editörüne yazınız.	➤ Yazıların hizalı olmasına dikkat etmelisiniz. Türkçe karakter kullanmaktan kaçınmalısınız.
➤ Metin editörünüzde yazmış olduğunuz programı *.asm olarak kaydediniz.	➤ *.asm dosyasının kolay bulunabilmesi için masa üstüne kaydedebilirsiniz; yazılmasını unutmamalısınız.
➤ MPASM programını aktifleştirip options ayarlarını yaparak *.asm dosyasını *.hex dosyasına dönüştürünüz.	➤ Options ayarlarını konu anlatımına bakarak yapabilirsiniz.
➤ IC-prog programını aktifleştirip donanım, seçenek ve konfigirasyon ayarlarını yaparak makine diline çevrilmiş (*.hex) programınızı mikrodenetleyiciye yükleyiniz.	➤ Donanım, seçenek ve konfigirasyon ayarlarını konu anlatımına bakarak yapabilirsiniz.
➤ Mikrodenetleyicinizi programlama kartından çıkarıp deneme kartına takınız.	➤ Programlama kartına mikrodenetleyiciyi takarken ve çıkarırken bilgisayarın kapalı olması muhtemel kısa devreleri önler.
➤ Deneme kartına enerji vererek mikrodenetleyicinizin çalışmasını gözlemleyiniz.	➤ Mikrodenetleyicinizi deneme kartına taktıktan sonra enerji vermeniz muhtemel kısa devreyi önler.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yükleme programı mönüleri ve kullanımını kavrayabildiniz mi?		
2. Yükleme kartı ile bilgisayar arasındaki haberleşmeyi gerçekleştirebildiniz mi?		
3. Bilgisayardan mikrodenetleyiciye hatasız olarak programı yükleyebildiniz mi?		
4. Program yüklenmiş microdenetleyiciyi deneme kartı ile deneme şeklini kavrayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

- 1.() Assembly programı doğrudan mikrodenetleyiciye yüklenebilir.
- 2.() Assembler; metin editöründe yazılmış *.asm uzantılı dosyayı makine diline çevirerek *.hex dosyası oluşturur.
- 3.() *.LST dosyası bellek kullanım haritasını gösterir.
- 4.() Micropro, MPLab, PicEQ, Propic, ICProg assembler programıdır.
- 5.() CP komutu aktifleştirildiğinde mikrodenetleyici üzerindeki programa bir şey eklenemez ve program okunamaz.
- 6.() Doğrula komutu mikrodenetleyici içindeki programı ekranda gösterir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

- 1.() Mikro işlemcinin bir anda işleyebileceği bit sayısına kelime uzunluğu denir.
- 2.() Adres hattı sayısı işlemcinin adresleyebileceği bellek alanını gösterir.
- 3.() Mikro işlemcinin hızı sistemin hızını tayin eder.
- 4.() Program sayıcının büyüklüğü 8 bittir.
- 5.() Komut kaydedicisindeki komutu “ALU“ çözer.
- 6.() Yığın işaretçisi geçici bellek bölgesinin adresini tutar.
- 7.() Mikro işlemcili sistemde bulunan birimler arasındaki ilişkiyi düzenleyen hatlara, kontrol yolu denir.
- 8.() Yalnız okunabilen belleklere “RAM“ bellekler denir.
- 9.() Adres bölgesini temsil eden bilgilerin taşınmasında kullanılan hatlara adres yolu denir.
- 10.() Silmek için ultraviyole ışık altında belirli bir süre tutulan bellekler “SRAM“ belleklerdir.
- 11.() Elektriksel olarak yazılabilen ve silinebilen belleklere “EEPROM“ denir.
- 12.() PIC16F84’ün 5 Kbyte’lık program belleği vardır.
- 13.() Mikrodenetleyicinin istenilen şekilde çalışabilmesi için yazılan programı mikrodenetleyiciye yükleyen karta programlama kartı denir.
- 14.() Programlama kartı bilgisayar ile seri iletişim yapar.
- 15.() Deneme kartında giriş olarak ledler seçilebilir.
- 16.() Assembly programı doğrudan mikrodenetleyiciye yüklenebilir.
- 17.() *.LST dosyası bellek kullanım haritasını gösterir.
- 18.() CP komutu aktifleştirildiğinde mikrodenetleyici üzerindeki programa bir şey eklenemez ve program okunamaz.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyetlere geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	Y
8	D
9	Y
10	Y
11	D
12	D
13	D
14	Y
15	D
16	Y
17	Y
18	D
19	Y
20	D
21	D
22	D
23	Y
24	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	Y

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D
8	D
9	Y
10	Y
11	D
12	Y
13	D
14	Y
15	Y
16	Y
17	D
18	D

KAYNAKÇA

- ADALI Eşref, **Mikro işlemciler Mikrobilbisayarlar**, 1998.
- ALTINBAŞAK Orhan, **PIC Programlama**, 2000.
- GÜMÜŞKAYA Haluk, **Mikro işlemciler ve 8051 Ailesi**, 1998.
- HOŞGÖREN Mehmet, **Mikro işlemciler**, Ankara, 2003.
- KARAAĞAÇ Adil, **A.T.L Temel Seviye PIC16F84 Mikrodenetleyici Kurs Kitabı**, 2005.
- TOPALOĞLU Nurettin, **Mikro işlemciler ve Assembly Dili**, Ankara, 2003.