13. MİKROİŞLEMCİLİ SİSTEM DONANIMI VE YAZILIMI GELİŞTİRME ARAÇLARI

Mikroişlemcili sistemler geliştirilirken, tasarlanan mikroişlemci temelli sistemin donanımını ve yazılımını gerçekleştirmek, fiziksel dünyaya aktarmak amacıyla tasarlanmış donanım ve yazılımlar kullanılır.

Bu sistemler kullanıcının mikroişlemcili sistemin uygulama amacına yönelik geliştirilmesine olanak sağlayan yine kendisi de mikroişlemci temelli sistemlerdir.

Mikroişlemcili Sistem Geliştirme Sistemleri üç ana grupta toplanabilirler.

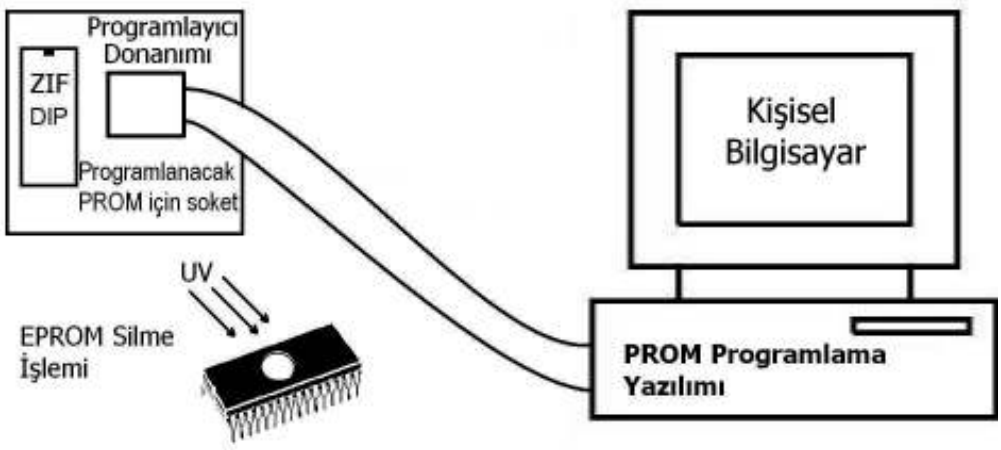
Donanım

Yazılım

Donanım +Yazılım

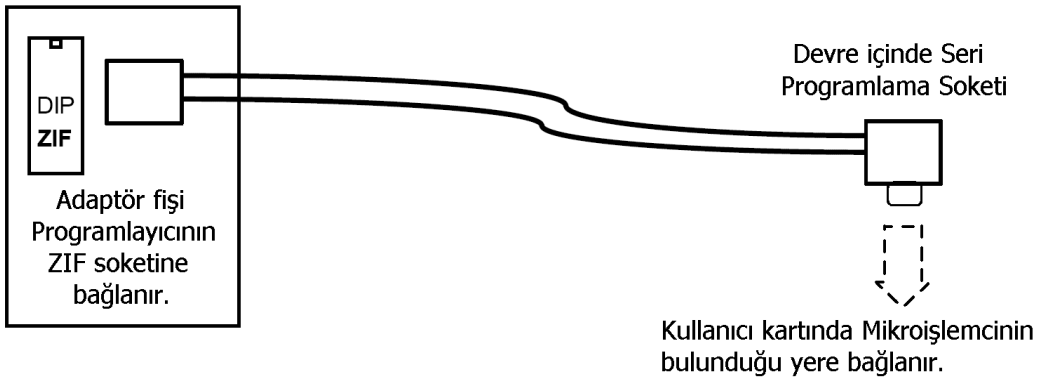
13.1. Mikroişlemcili Sistem Donanımı Geliştirme Araçları

Mikroişlemcili sistem donanımı geliştirilirken genellikle kullanıcı tarafından tasarlanan mikroişlemci temelli sistemin donanımı gerçekleştirilerek geliştirme amaçlı kullanılır.
Tasarlanan programın işlem, işlenen ve diğer kodları, bir kişisel bilgisayarda oluşturulur ve sistemin program belleği (Flaş ROM, EPROM vb.) tümleşik devresine yazılarak programlanır.

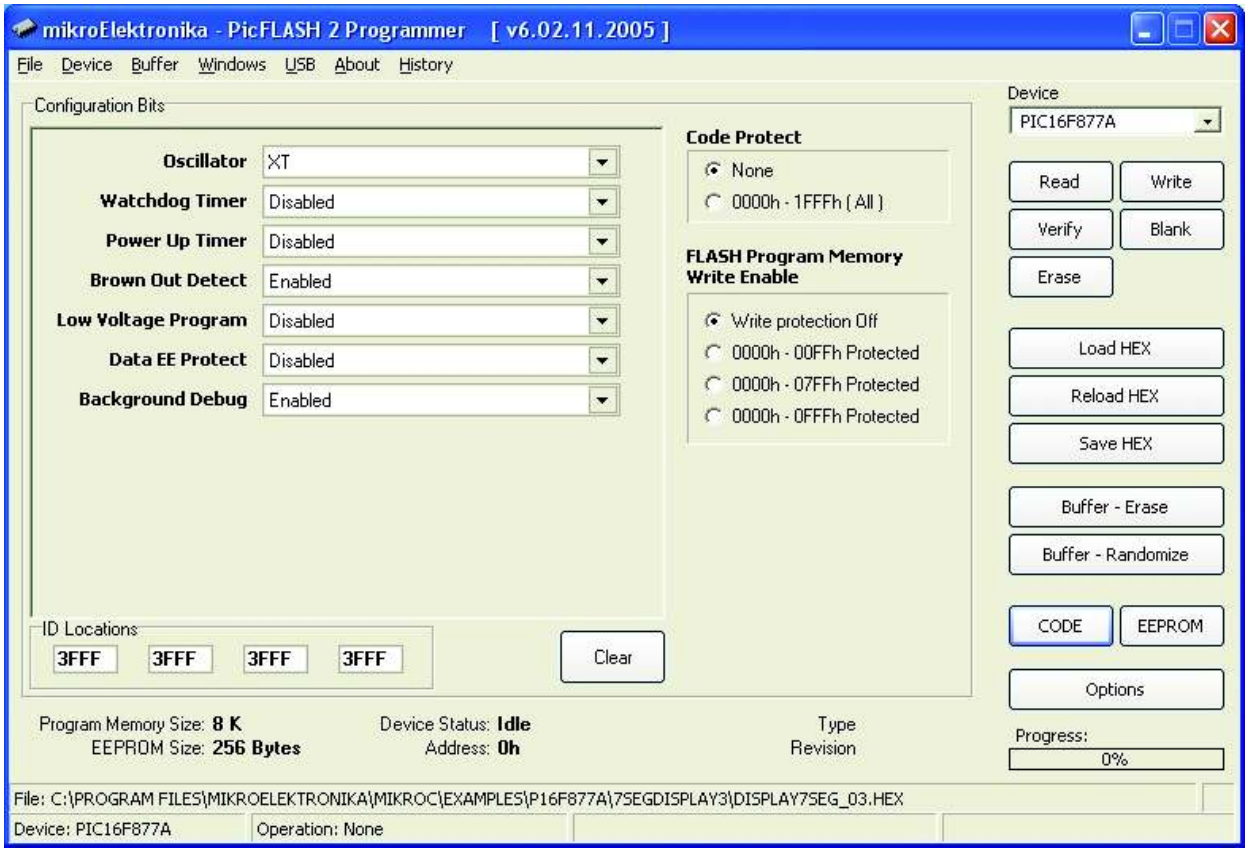


Şekil 13-1 EPROM tümleşik devrelerinin programlanması

Günümüzde yaygın olarak kullanılan mikroişlemcili sistemler, flaş tipinde program belleğini tümleşik olarak içinde bulunduran mikrodenetleyicilerdir. Bu tip bellekler mikrodenetleyici tümleşik devresinin uygulama devresinin içinde programlanmasına olanak verecek şekilde üretilmişlerdir. Veri akışı seri olduğu için bu tip programlama devrelerine “devre içi seri programlayıcı” (In Circuit Serial Programming, ICSP) adı verilir.



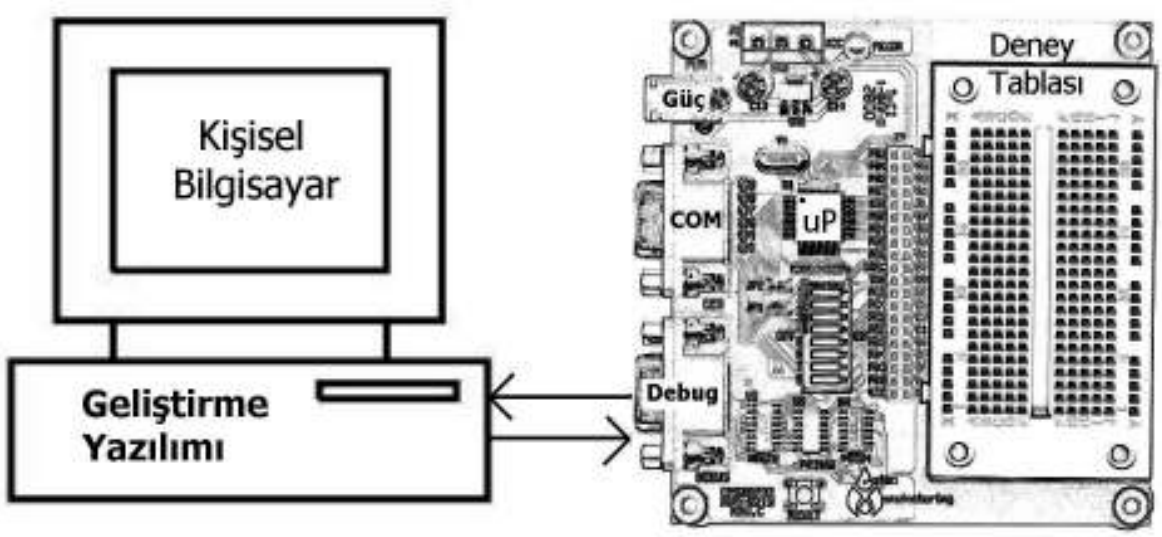
Şekil 13-2 Devre içi seri programlama donanımı



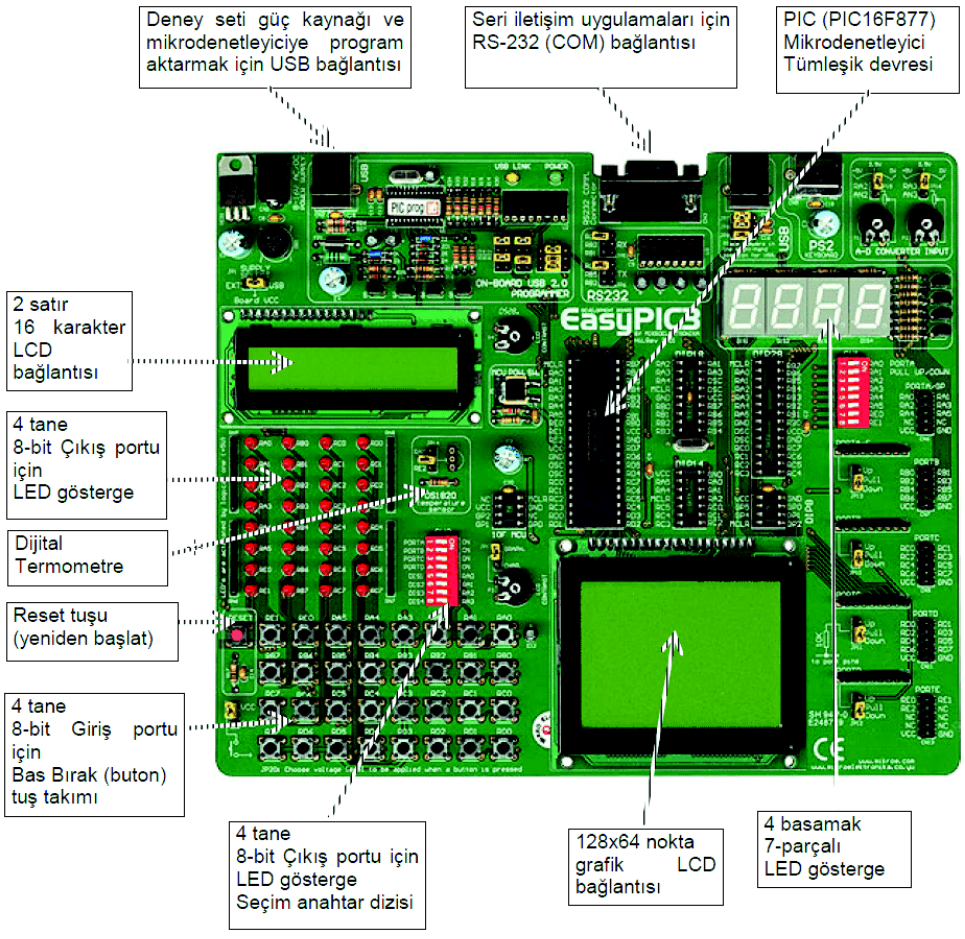
Şekil 13-3 Devre içi seri programlama yazılımı

Eğitim amaçlı veya ekonomik mikroişlemcili veya mikrodenetleyicili ürün geliştirmelerinde ise geliştirmesi yapılacak mikroişlemciye özel genel amaçlı çalışabilen mikroişlemci temelli donanımlar kullanılır.

Genel amaçlı mikroişlemci sistem donanımı geliştirme araçlarına "Mikroişlemci Geliştirme Sistemi", (Microprocessor Development System) adı verilir.

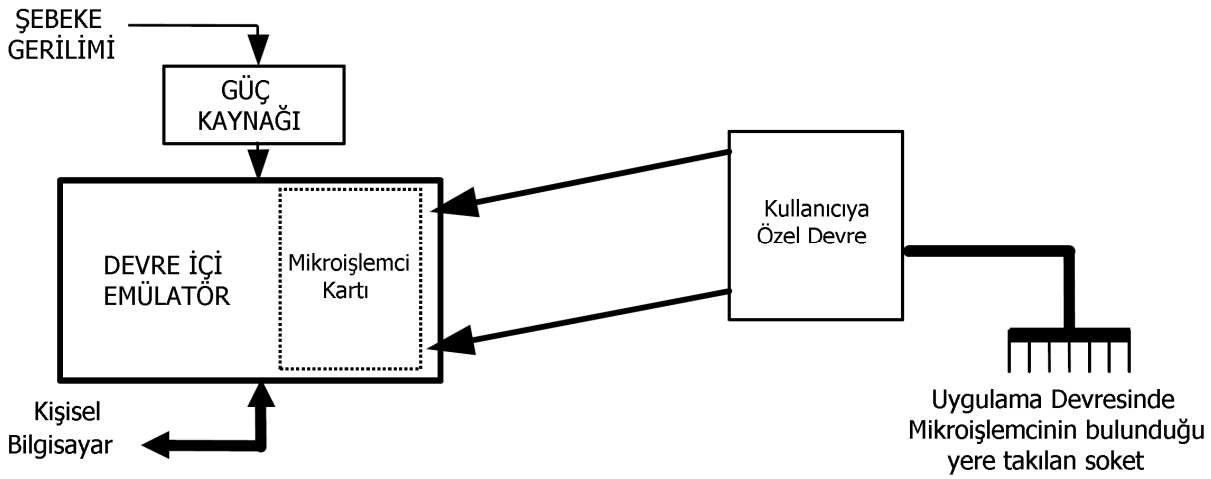


Şekil 13-4 Mikroişlemci Geliştirme Sisteminin Blok Diyagramı



Araştırma, geliştirme gerektiren mikroişlemcili veya mikrodenetleyicili ürün geliştirmelerinde ise geliştirmesi yapılacak mikroişlemciye özel çalışabilen mikroişlemci temelli donanımlar kullanılır.

Bu tür özel amaçlı mikroişlemci sistem donanımı geliştirme araçlarına "Devre İçi Donanım Benzetici, Emülatör", (In Circuit Emulator, ICE) denir.



Şekil 13-5 Devre İçi Donanım Benzetici sisteminin blok diyagramı.

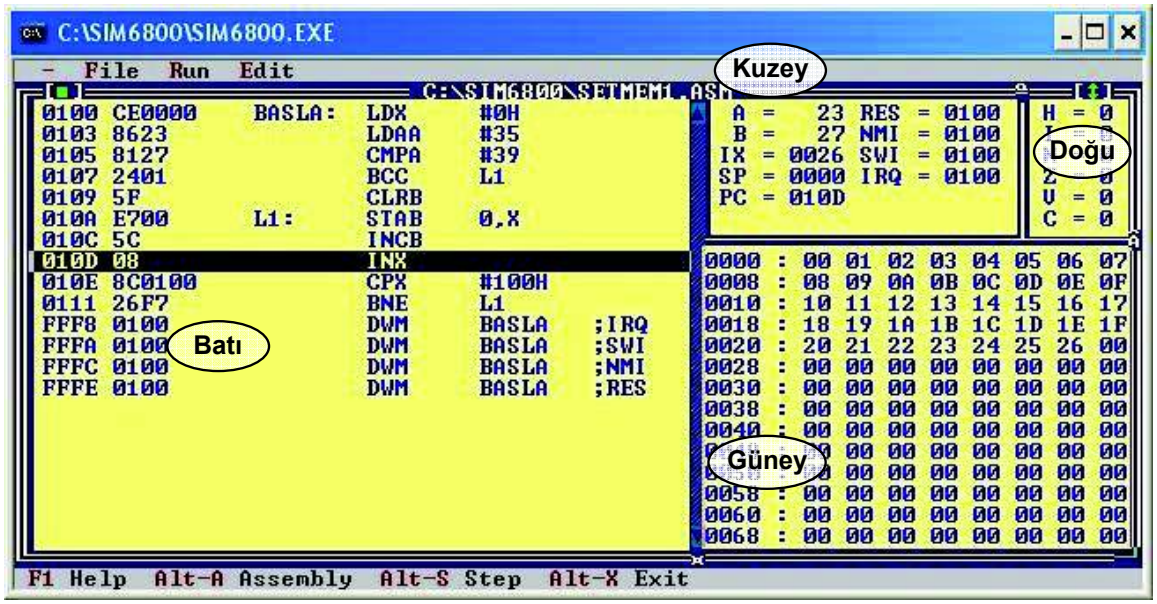
Bu sistemler geliştirilecek mikroişlemcinin uç fonksiyonlarını benzeterek, uygulama devresi içine takılan soketle aktaran, bağımsız veya bir kişisel bilgisayara bağlı olarak çalıştırabilen sistemlerdir.

13.2. Mikroişlemcili Sistem Yazılımı Geliştirme Araçları

Mikroişlemcili sistem yazılımı geliştirilirken kullanıcı tarafından tasarlanan, Mikroişlemci dilinde yazılan çevirici dili programı makine diline çeviren çeviriciler, C ve BASIC gibi yüksek seviyeli dillerden makine diline çeviren derleyiciler (compiler) gibi yazılımlar kullanılır.

Mikroişlemci temelli sistem programının kişisel bilgisayar ortamında çalışmasını sağlayan programlara "Benzetim, Simülatör" (Simulator) programı denir.

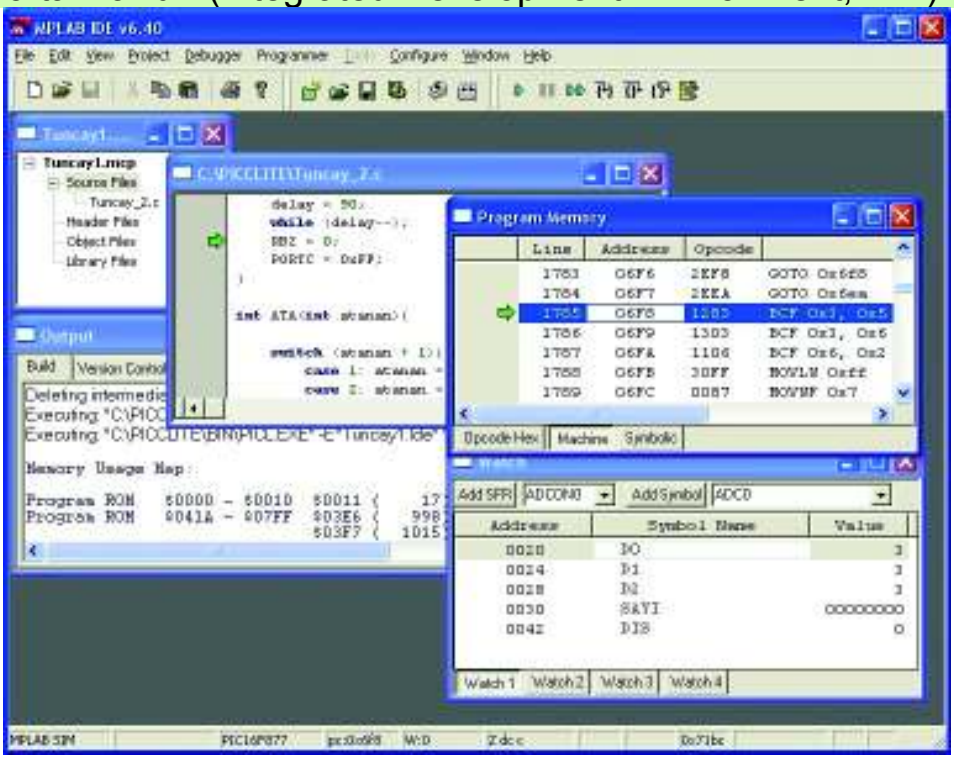
Bu yazılımlar tasarlanan programın bir kişisel bilgisayar ortamında çalışmasını, incelenmesini, hata ayıklanmasını (debug) sağlar.



Şekil 13-6 6800 Mikroişlemcisi için kullanılan bir simülatör yazılımı

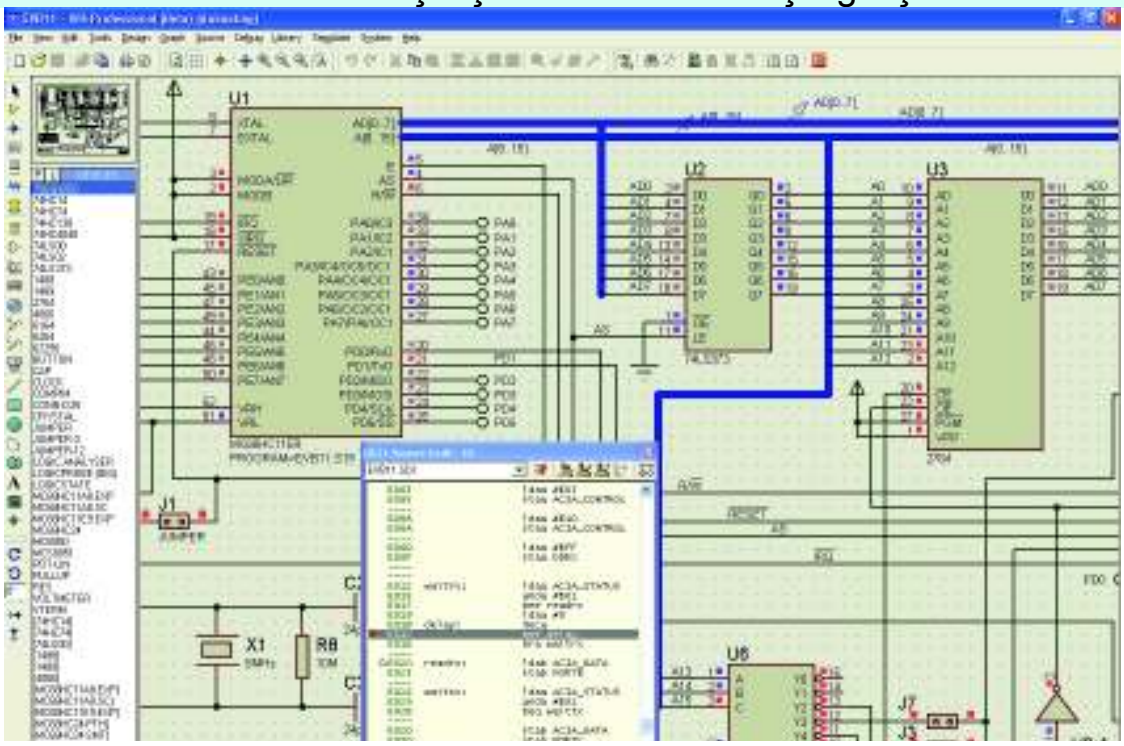
Mikroişlemci komutlarının ve yazılımların çalışmasının daha iyi anlaşılması için bir 6802 mikroişlemci simülatör programı (SIM6802) www.tuncayuzun.com veya www.yildiz.edu.tr/~uzun internet adreslerinden elde edilerek IBM uyumlu kişisel bilgisayarda çalıştırılabilir.

Günümüzde, yaygın olarak kullanılan geliştirme araçları, tümleşik geliştirme ortamlarıdır (Integrated Development Environment, IDE).



Şekil 13-7 Bir mikroişlemci tümleşik geliştirme yazılımının ekran görüntüsü

Mikroişlemcili sistemin donanımı ve yazılımını, fiziksel giriş/çıkış birimleri ile birlikte benzetimli olarak çalıştırılabilecek tümleşik geliştirme ortamı.



Şekil 13-8 Bir mikroişlemci donanımı tümleşik geliştirme yazılımının ekran görüntüsü

13.2.1. Çevirici Dili ve özellikleri

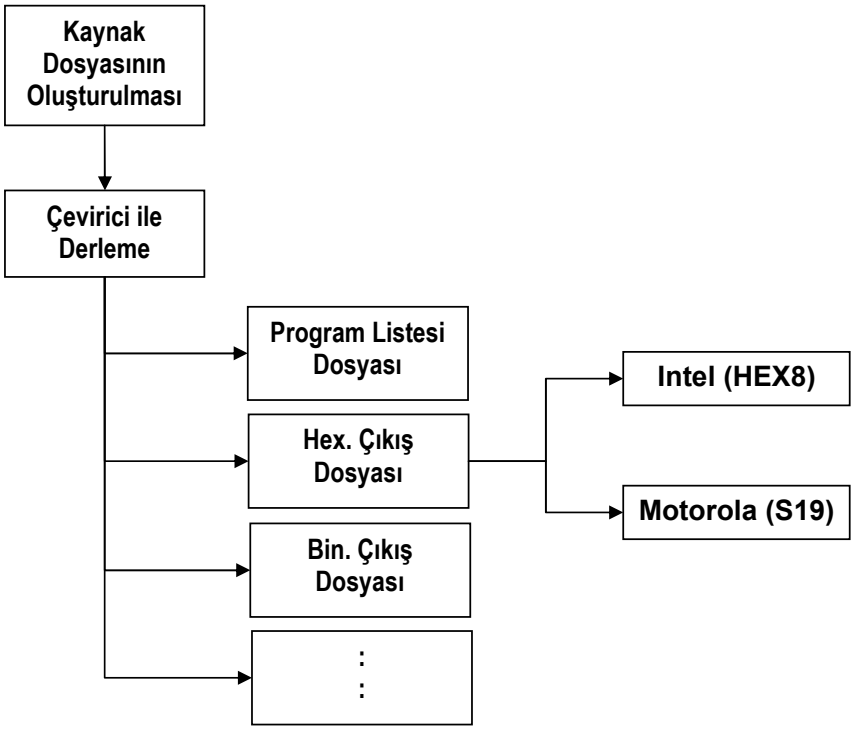
Günümüzde en temel ve yaygın mikroişlemci yazılımı geliştirme aracı olarak çevirici programlar kullanılır.

Kısa komut adları kullanılarak oluşturulmuş mikroişlemci yazılımlarını ilgili mikroişlemciye özel makine diline çeviren programlara çevirici programı (Assembler) denir. Ayrıca, bu yazılımların programlama kolaylığı sağlayan makro ifadeler, çevirici yöneticileri ve çevirici dil komutları vardır.

Değişik mikroişlemciler için ayrı veya bir bütün içinde yönlendirmeyle seçilen mikroişlemci çevirici dilleri (Assembly Language) vardır.

Bunlar temel özellikleri aynı olmak kaydıyla, birbirinde farklı ek özelliklere sahip olabilir. Çevirme şekline göre: tek geçişli, iki geçişli, makro gibi değişik ön adlar alabilirler.

Günümüzde çeviriciler, tek başına çalışan yazılımlar olarak veya tümleşik geliştirme ortamları (Integrated Development Environment, IDE) içinde yer almaktadır.



Şekil 13-9 Çeviricilerin çalışma diyagramı

13.2.2. Kaynak Dosyası Özellikleri

Bir kaynak dosyası her bir satırında sadece bir ifade bulunan birçok satırdan meydana gelmiş bir dosyadır.

Word, WordPad, not defteri, vs. gibi kelime işlem yazılımları kullanılarak ASCII tipinde, farklı kaydetme “Düz Metin (*.txt)” seçimi ile oluşturulur.

Bu kaynak dosya içindeki ifadelerin biçimleri izin verilen tanımların dışına çıkamaz ve çıkılması durumunda çıkış dosyalarında belirtilen hatalara neden olunur.

Her satır geriye taşıma (CR) ve/veya satır besleme (LF) ile birbirinden ayrılır. <CR><LF> algılaması sisteme bağlıdır. Sonra satır sayacına bir eklenir. Bir çevirici satırı belirli sayıda karakterden (132, 255 gibi) büyük olamaz.

Çevirici programları kaynak dosyası tip kısmı verilmediği zaman, genellikle ASM (*.ASM) kelimesini tip kodu olarak kabul eder. Kolaylık olması açısından yazılan çevirici kaynak programlarında tip kodu ASM seçilmelidir.

13.2.3. Çevirici Satırları Yazım Biçimi

Farklı firmaların ürettiği çevirici yazılımların kaynak dosya girişleri küçük farklar dışında benzerdir ve üç ana kısımdan meydana gelir.

Satırın ilk kısmı, satırdaki komut adresinin belirlenmesini sağlayan ve program yazımı sırasında çeviricinin daha sonra satır eklenmesi esnekliği getiren satırın devamından ":" özel karakteri ile ayrılan "Etiket" kısmıdır.

İkinci kısımda ise komut kısmı, kısa komut adı ile beraber adresleme şekli belirteci ve işlenenden oluşur.

Üçüncü ve son kısım, ";" özel karakteri ile ayrılan satırın devamı, satırdaki komutun açıklama kısmıdır.

1. Kısım	*2.Kısım*	*3.Kısım*
Etiket [:]	Kısa Komut Adı	[;] Açıklama

13.2.4. Çevirici Yönetim Komutları

Çevirici programı mikroişlemci komutları dışında, programın başlangıç ve bitiş adresinin belirlenmesi, çıkış dosyalarının düzenlenmesi, kullanılan değişkenlerin belirtilmesi gibi işlevlerin yerine getirilmesi için kullandığı komutlara yönetim komutları adı verilir.

Farklı firmaların ürettiği çevirici yazılımların yönetim komutları küçük farklar dışında benzerdir.

ORG (adres)

Mikroişlemci yazılımının makine diline çevrileceği program belleği, veri belleği, vektörlerin bulunduğu bellek bölgesinin başlangıç adresinin belirlenmesi için kullanılır. *Ör:Adresi 100H'den başlatmak için* ORG 100H

END

Mikroişlemci yazılımının makine diline çevriminin bittiği yerin belirlenmesi için kullanılır.

EQU

Değişmez değer tanımlamak için kullanılır.

DFB veya FCB

1 bayt veri tanımlamak için kullanılır.

DWM veya FDB

Motorola biçimli 2 bayt veri tanımlamak için kullanılır.
16-bit değerin yüksek ağırlıklı baytı küçük değerli adreste, düşük ağırlıklı baytı büyük değerli adreste bulunur.

Örnek 13-1

```
SAYI1:  EQU   28H
        ORG   0H
VERI:   DFB   17H,32H,0F6H,SAYI1,0FEH,0DCH
SONUC:  DWM   6278H
        ORG   10
        DFB   15,100110B
```

Bu tanımlamalardan sonra bellek içeriği aşağıda verilen şekilde olur.

Adres	Veri
0000H	17H
0001H	32H
0002H	F6H
0003H	28H
0004H	FEH
0005H	DCH
0006H	62H
0007H	78H
0008H	??
0009H	??
000AH	0FH
000BH	26H

Bellek gözlerinin durumu (*Bütün değerler onaltılık olarak verilmiştir!*):

Adres	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0000	17	32	F6	28	FE	DC	62	78	??	??	0F	26	00	00	00	00
0010	13	14	0A	98	45	23	76	91	A1	87	0B	17	43	B7	55	E8

13.2.5. Kaynak Dosya Örnekleri

Farklı firmaların ürettiği çevirici yazılımların kaynak dosya girişleri küçük farklar dışında benzerdir.

Örnek 13-2

```
; 0000H->00FFH Adresleri Arasındaki
; Bellek Alanının 00H->FFH ile Doldurulması.
        CPU   "6800.TBL"   ; mikroişlemci tipinin tanımlanması
        HOF   "MOT8"       ; on altılık çıkış dosyasının tipi
        ORG   100H         ; programın başlangıç adresi
BASLA:  LDX   #0H          ; X dizin yazmacına başlangıç adresinin yükle
        CLRA               ; A akümülatörüne sıfır ilk değerinin yüklenmesi
L1:     STAA  0,X          ; A akümülatörünü (X+0) bellek adresinde sakla
        INCA               ; A akümülatöründeki değeri bir artır
        INX                ; X dizin yazmacındaki adresi bir artır
        CPX   #100H        ; son adrese gelindi mi?
        BNE   L1           ; gelinmediyse L1 etiketli adrese giderek devam et
        NOP                ; yoksa programı bitir.
; Vektör Adresleri
        ORG   0FFF8H
        DWM   BASLA        ;IRQ Örtülebilir Kesme Servis Program Adresi
        DWM   BASLA        ;SWI Yazılım İle Kesme Servis Program Adresi
        DWM   BASLA        ;NMI Örtülemez Kesme Servis Program Adresi
        DWM   BASLA        ;RES Reset, Mikroişlemciyi Yeniden Başlatma Adresi
        END
```

Örnek 13-3

```
;           0000H->00FFH ADRESLERİ ARASINDAKİ
;           BELLEK ALANININ 00H->FFH iLE DOLDURULMASI.
            ORG   100H          ; programın başlangıç adresi
BASLA:      LDX   #0H           ; X dizin yazmacına başlangıç adresini yükle
            CLRA                ; A akümülatörüne sıfır ilk değerini yükle
L1:         STAA  0,X           ; A akümülatörünü (X+0) bellek adresinde sakla
            INCA                ; A akümülatöründeki değeri bir artır.
            INX                 ; X dizin yazmacındaki adresi bir artır.
            CPX   #100H         ; son adrese gelindi mi?
            BNE   L1            ; gelinmediyse L1 etiketli adrese giderek devam et
            NOP                 ; yoksa programı bitir.
;           VEKTÖR ADRESLERİ
            ORG   0FFFEH
            FDB   BASLA         ; yeniden başlatma vektör adresi
            END
```

13.2.6. Program Listesi Dosyası Örnekleri

Kullanıcı tarafından doğrudan görülebilen program listesi çıkış dosyası da kaynak dosyası gibi ASCII yapıda dosyadır.

Program listesi dosyası kaynak dosyasında yazılan satırların çevirici yanıtlarını verir.

Ayrıca varsa yazım hatalarını da belirtir

ve genellikle LST (*.LST) kelimesini tip kodu olarak kabul eder.

Örnek 13-4

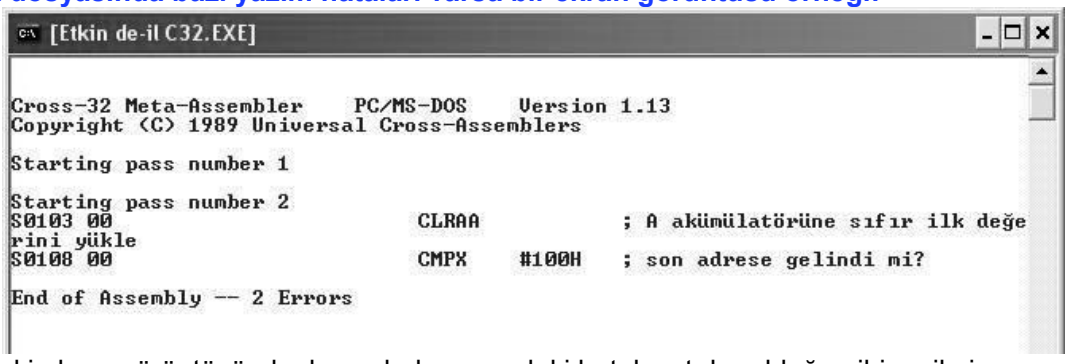
```
                ; 0000H->00FFH Adresleri Arasındaki
                ; Bellek Alanının 00H->FFH ile Doldurulması.
0000                    CPU     "6800.TBL"  ; mikroişlemci tipinin tanımlanması
0000                    HOF     "MOT8"      ; on altılık çıkış dosyasının tipi
0100                    ORG     100H        ; programın başlangıç adresi
0100 CE0000     BASLA:  LDX     #0H         ; X dizin yazmacına başlangıç adresinin yükle
0103 4F                 CLRA                ; A akümülatörüne sıfır ilk değerinin yüklenmesi
0104 A700       L1:     STAA    0,X         ; A akümülatörünü (X+0) bellek adresinde sakla
0106 4C                 INCA                ; A akümülatöründeki değeri bir artır
0107 08                 INX                 ; X dizin yazmacındaki adresi bir artır
0108 8C0100             CPX     #100H       ; son adrese gelindi mi?
010B 26F7               BNE     L1          ; gelinmediyse L1 etiketli adrese giderek devam et
010D 01                 NOP                 ; yoksa programı bitir.
                ; Vektör Adresleri
FFF8                    ORG     0FFF8H
FFF8 0100               DWM     BASLA       ;IRQ Örtülebilir Kesme Servis Program Adresi
FFFA 0100               DWM     BASLA       ;SWI Yazılım İle Kesme Servis Program Adresi
FFFC 0100               DWM     BASLA       ;NMI Örtülemez Kesme Servis Program Adresi
FFFE 0100               DWM     BASLA       ;RES Reset, Mikroişlemciyi Yeniden Başlatma Adresi
0000                    END
0100  BASLA       0104  L1
```

Örnek 13-5

```
00001                           ;       0000H->00FFH ADRESLERİ ARASINDAKİ
00002                           ;       BELLEK ALANININ 00H->FFH iLE DOLDURULMASI.
00003                                   ORG     $D000  ; programın başlangıç adresi
00004   [3]  D000 CE 00 00      BASLA:  LDX     #0H    ; X dizin yazmacına başlangıç adresinin yükl
00005   [2]  D003 4F                    CLRA           ; A akümülatörüne sıfır ilk değerinin yüklenm
00006   [4]  D004 A7 00         L1:     STAA    0,X    ; A akümülatörünü (X+0) bellek adresinde sa
00007   [2]  D006 4C                    INCA           ; A akümülatöründeki değeri bir artır
00008   [3]  D007 08                    INX            ; X dizin yazmacındaki adresi bir artır
00009   [4]  D008 8C 01 00              CPX    #100H   ; son adrese gelindi mi?
00010   [3]  D00B 26 F7                 BNE    L1      ; gelinmediyse L1 etiketli adrese giderek dev
00011   [2]  D00D 01                    NOP            ; yoksa programı bitir.
00012                           ;       VEKTÖR ADRESLERİ
00013                                   ORG    0FFFEH
00014        FFFE D0 00                 FDB    BASLA   ; yeniden başlatma vektör adresi
00015                                   END

-------- SYMBOL Table --------
L1          A $D004    BASLA        A $D000
```


Kaynak dosyasında bazı yazım hataları varsa bir ekran görüntüsü örneği:



Yukarıdaki ekran görüntüsünde, kaynak dosyasındaki hatalı satırlar olduğu gibi verilmiş ve son olarak da çevirinin bittiği ve kaç tane hata olduğu gösterilmiştir. Burada hatalı satırların başındaki “S” karakteri ile hatanın “Syntax error” yazım hatası olduğu belirtilmiştir.

Örnek 13-2’deki kaynak dosyasında bazı yazım hataları varsa bir çıkış dosyası örneği:

```
                ;       0000H->00FFH ADRESLERİ ARASINDAKİ
                ;       BELLEK ALANININ 00H->FFH iLE DOLDURULMASI.
 0000                   CPU     "6800.TBL"  ; mikroişlemci tipinin tanımlanması
 0000                   HOF     "MOT8"      ; on altılık çıkış dosyasının tipi
 0100                   ORG     100H        ; programın başlangıç adresi
 0100 CE0000  BASLA:    LDX     #0H         ; X dizin yazmacına başlangıç adresinin yükle
S0103 00                CLRX                ; A akümülatörüne sıfır ilk değerinin yüklenmesi
 0104 A700      L1:     STAA    0,X         ; A akümülatörünü (X+0) bellek adresinde sakla
 0106 4C                INCA                ; A akümülatöründeki değeri bir artır
 0107 08                INX                 ; X dizin yazmacındaki adresi bir artır
S0108 00                CMPX    #100H       ; son adrese gelindi mi?
 0109 26F7              BNE     L1          ; gelinmediyse L1 etiketli adrese giderek devam et
 010B 01                NOP                 ; yoksa programı bitir.
```

13.2.7. Onaltılık Çıkış Dosyaları

Onaltılık çıkış dosyası program listesi dosyasında bulunan verileri ve makine dilindeki değerleri saklar.
Programlayıcı cihazı, tümleşik geliştirme ortamı, simülatör programı vs. tarafından program belleğinin programlanması için kullanılır
ve genellikle HEX (*.HEX) kelimesini tip kodu olarak kabul eder.

Bu dosya mikroişlemci temelli sistemler arasında veri aktarımını hata kontrolü yaparak sağladığı için yaygın olarak kullanılır.
Kişisel bilgisayarda oluşturulan mikroişlemci yazılımı, programlayıcı modülüne, donanım veya yazılım geliştirme sistemlerine bu biçimdeki dosya şeklinde aktarılır.

Motorola 8-bit biçiminde onaltılık (Hex) çıkış dosyası

Dosya, başlık, veri ve dosya sonu olmak üzere üç ana kısımdan oluşur.
Başlık kısmı birden fazla dosya olduğu zaman kullanılır, ilk satırdır ve "S0" ile başlayan sabit biçimli satırdır.
Veri kısmında satırlar vardır ve satırlar "S1" ile başlar.
Dosya sonu satırı ise son satırdır ve "S9" ile başlayan sabit biçimli satırdır.
Her satırın sonunda hata kontrolü için bir kontrol toplamı bulunur.

Motorola tipindeki 8-bit onaltılık çıkış dosyasındaki her satırın sonunda yer alan kontrol toplamı (**checksum**) aşağıda verilen şekilde hesaplanır.

(Veri Bayt değerleri + Adres bayt değerleri + Uzunluk değeri) = Sonucun 1'e tümleyeni

Örnek 13-6 Motorola 8-bit biçiminde bir onaltılık çıkış dosyasının analizi:
S00600004844521B
S111D000CE00004FA7004C088C010026F7015B
S105FFFED0002D
S9030000FC

S00600004844521B

		Adres	"H" "D" "R"	Kontrol Toplamı (checksum)
S0	06	00 00	48 44 52	1B=FF-(06+00+00+48+44+52)
	Uzunluk →	1 2	3 4 5	6

S1 11 D000 CE 00 00 4F A7 00 4C 08 8C 01 00 26 F7 01 5B

		Adres	Veriler	Kontrol Toplamı
S1	11	D0 00	CE00004FA7004C088C010026F701	5B=FF-(A4)
	Uzunluk →	1 2	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	17

S1 05 FFFE D0 00 2D

		Adres	Veriler	Kontrol Toplamı
S1	05	FF FE	D0 00	2D=FF-(05+FF+FE+D0+00)=FF – (2D2)
	Uzunluk →	1 2	3 4	5

S9 03 0000 FC

		Adres	Kontrol Toplamı
S9	03	00 00	FC=FF-(03+00+00)
	Uzunluk →	1 2	3

Intel 8-bit biçiminde onaltılık (Hex) çıkış dosyası

Intel biçimli onaltılık dosya, veri ve dosya sonu olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Bu kısımlar, küçük farklar dışında Motorola tipindeki onaltılık çıkış dosyasına benzerdir.

Intel tipindeki 8-bit onaltılık çıkış dosyasındaki her satırın sonunda yer alan kontrol toplamı (checksum) aşağıda verilen şekilde hesaplanır.

(Veri Bayt değerleri + Adres bayt değerleri + Tip ve Uzunluk değerleri) = Sonucun 2'ye tümleyeni

Örnek 13-7 Intel 8-bit biçiminde bir onaltılık çıkış dosyasının analizi:
:0ED00000CE00004FA7004C088C010026F7015F
:02FFFE00D00031
:00000001FF

:0E D000 00 CE 00 00 4F A7 00 4C 08 8C 01 00 26 F7 01 5F

		Adres	Tip	Değerler	Kontrol Toplamı
:	0E	D0 00	00	CE00004FA7004C088C010026F701	5F= 00 – 4A1
	Uzunluk →			1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	

:02 FFFE 00 D0 00 31

		Adres	Tip	Veriler	Kontrol Toplamı
:	02	FF FE	00	D0 00	31=– (02+FF+FE+00+D0+00)= 00 – 2CF
	Uzunluk →			1 2	

:00 0000 01 FF

		Adres	Tip	Kontrol Toplamı
:	00	00 00	01	FF=– (00+01+00+00)= 00 –1
	Uzunluk →			