

BIYOMEDİKAL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ İÇİN BİR 'MİKROİŞLEMCİLİ SİSTEM GELİŞTİRME SETİ'NİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Dr.Ahmet AKBAS

1- GİRİŞ

Ülkelerin teknoloji geliştirme ve üretim potansiyeli ile nitelikli teknik eleman gücü arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu nedendir ki gelişmiş ülkeler, teknoloji eğitimine ağırlıklı bir önem vermektedirler. Bu çerçevede Avrupa ülkelerinde 1983 yılında başlayıp 1990-1995 arasında yoğunlaşan ve daha çok ülkemizdeki meslek yüksekokulları benzeri okulları kapsayan önemli reformlar yapılmıştır. Yine son yıllarda A.B.D.deki üniversitelerde lisans düzeyindeki mühendislik eğitiminin yanı sıra, ön lisans düzeyindeki teknoloji mühendisliği eğitimine de önemli bir yer verildiği dikkat çekmektedir. [1]

Bununla beraber, gelişmekte olan ülkeler için aynı tespiti yapabilmek oldukça zordur. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerin teknolojik açıdan gelişmiş ülkelere bağımlılıklarını arttıran bir etki oluşturmaktadır. Dolayısıyla, bütün gelişmekte olan ülkeler gibi, ülkemizin de teknolojik bağımlılığı azaltacak tedbirleri süratle hayata geçirmesi kaçınılmaz bir önem arz etmektedir. Bu çerçevede bir yandan teknoloji eğitimi ve teknoloji geliştirme çalışmalarına ilişkin planlamalar yapılıyorken, diğer yandan da ithal edilen teknolojik ürünlerin en verimli şekilde kullanılması, kalkınma açısından üzerinde önemle durulması gereken bir husus arz etmektedir. Ülkemizde genel teknolojik ürün spektrumu içerisinde önemli bir yer tutan ve çok pahalı cihazlar olduğu bilinen biyomedikal cihazlar için, bu gerçeğin belki daha da çok dikkate alınması ve biyomedikal cihazların tasarımı kadar, bakım ve onarımı için de nitelikli teknik eleman gücünün artırılmasına gereken önemin verilmesi gereklidir.

Nitekim, Devlet Planlama Teşkilatı'nın 1973 yılında yayınlanan dördüncü kalkınma planı özel ihtisas komisyonu raporlarına göre, ülkemizde sağlık kuruluşlarındaki cihazların %70-80 oranında ya hiç ya da beklenen etkinlikte çalışmadığı tespit edilmiştir. Daha sonraki yıllarda UNIDO ve TÜBİTAK tarafından yapılan araştırmalarda sorunun giderek ağırlaştığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, biyomedikal cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon hizmetlerini yürütecek teknik personelin yetiştirilmesi amacıyla, 1979 yılında TÜBİTAK-UNIDO ortaklaşa projesi EBOEM geliştirilmiştir. Bu kapsamda, Sağlık Bakanlığı ve SSK bünyesindeki mühendis ve teknisyenlere biyomedikal cihazların bakımı ve onarımı konularında eğitim verilmiştir. 1988 yılında Marmara Üniversitesi Meslek Yüksekokulu bünyesinde biyomedikal teknikeri yetiştirmek üzere, ülkemizdeki ilk biyomedikal cihaz teknolojisi eğitim programı başlatılmıştır. DPT'nin altıncı beş yıllık kalkınma planı raporlarına göre 2000 yılına kadar 3100 biyomedikal cihaz teknolojisi teknisyenine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. 2001 yılı itibarıyla, bu ihtiyacı karşılamak için ülkemizde ön lisans seviyesinde teknoloji eğitimi vermek üzere, çeşitli üniversitelere bağlı olarak kurulan biyomedikal cihaz teknolojisi programlarının sayısı 14'e ulaşmıştır. Bu programlar için ayrılan öğrenci kontenjanı ise, üniversite giriş klavuzundaki verilere göre 530'dur. [2]

Diğer taraftan, biyomedikal cihaz teknolojisinin ağırlıklı olarak elektronik ve bilgi teknolojilerini ilgilendiren bir teknolojik disiplin olması nedeniyle, bu konulardaki teknoloji eğitiminin çok hızlı gelişen teknolojik alt yapıya uyum sağlayacak dinamizme sahip olması gerekir. Buna karşılık, bu programlarda biyomedikal cihaz teknolojisine ilişkin eğitim çalışmalarının yeterli fiziki alt yapı ve nitelikli eğitici potansiyeline sahip olduğundan bahsetmek oldukça zordur. Bu durumda, bu programlardaki teknoloji eğitimine gereken dinamizmi sağlayacak ve verimliliği arttıracak çalışmaların planlanması ve hayata geçirilmesi zorunluluk arz etmektedir. Bu kapsamda, söz konusu teknoloji eğitimi programlarında gerçekleştirilecek proje çalışmaları ile, eğitim için gerekli fiziki alt yapının ve nitelikli eğitici potansiyelinin gelişmesine önemli katkılar sağlanabilir.

Yukarıda belirtilen gerekçeler ışığında bu çalışma ile, Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu bünyesinde yapılan gurup çalışmalarının bir ürünü olarak böyle bir proje gerçekleştirilmiştir. Bu proje ile, günümüzde çok yaygın bir kullanım alanına kavuşmuş ve bir endüstri standardı haline gelmiş olan 8051 tabanlı 8-bit mikroişlemci ailesinden 80C535 mikrokontrolörü çevresinde, bir 'mikroişlemcili sistem geliştirme seti' geliştirilmiştir. Geliştirilen ilk ürünler Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu'nun Elektronik ve Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programları'ndaki laboratuvar çalışmalarında ve mikroişlemcili sistem geliştirmeyi amaçlayan bir kısım proje çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır.

Mikroişlemcili sistem geliştirme seti, seri haberleşme portu üzerinden bir PC ile haberleşebilmekte ve böylece mikroişlemcili sistem tasarımı ve eğitimine dönük çeşitli uygulamaların yapılabilmesine imkan sağlamaktadır. Sistemde kullanılan analog ve dijital giriş/çıkış modülleri, çeşitli cihazların prototipini gerçekleştirebilmeye imkan sağlamak üzere, modüler bir yaklaşımla konfigüre edilmiştir. Bu modüllerden yararlanarak; EKG, NIBP ve SpO2 gibi bir çok biyomedikal işaretin işlenmesi ve görüntülenmesinden, mekatronik sistemlerin geliştirilmesine kadar, mikroişlemci tabanlı çok sayıda teknolojik eğitim çalışması gerçekleştirilebilir. Geliştirilen sistem ayrıca temel mikroişlemci eğitimi için de bir uygulama aracı olarak kullanılabilir.

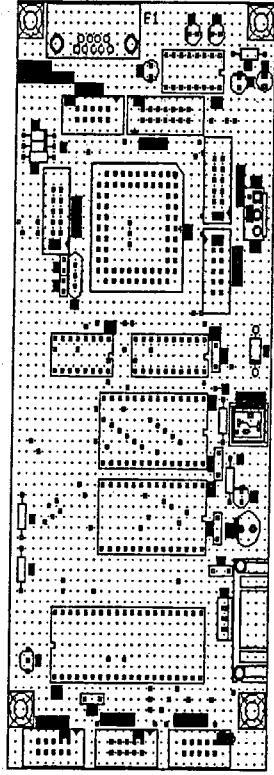
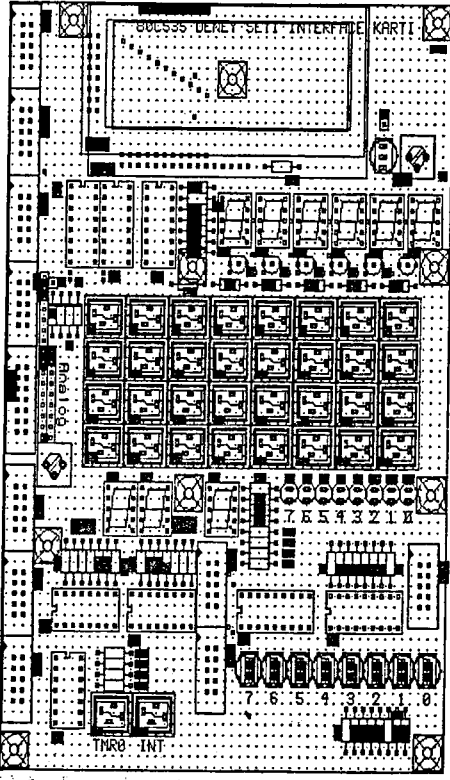
Aşağıda, önce gerçekleştirilen eğitim seti ve daha sonra bu set kullanılarak yapılan bir biyomedikal cihaz geliştirme çalışması genel hatlarıyla tanıtılmıştır.

2- MİKROİŞLEMCİLİ SİSTEM GELİŞTİRME SETİ

Mikroişlemcili sistem geliştirme seti CPU kartı ve I/O interface kartından oluşmaktadır. Setin eleman yerleştirme tarafından görünüş resmi Şekil 1'de gösterilmiştir.

(a)

(b)



Şekil 1. Mikroişlemcili sistem geliştirme setinin eleman yerleştirme tarafından görünüşü
(a)- I/O interface kartı, (b)- CPU kartı.

2.1- CPU Kartının Donanım Özellikleri

CPU kartı Siemens'in 80C535 mikrokontrolörü çevresinde oluşturulmuş olup, aşağıda sıralanan donanım elemanlarını kapsamaktadır:

- 80C535 CPU – 8051 tabanlı 8 bit mikrokontrolör;
4 dijital giriş/çıkış portu (4x8 kanal),
1 analog giriş portu (8 bitlik bir A/D çeviricili 8 analog giriş kanalı),
- 2864 – 8 KB(64 Kbit) EEPROM program hafızası birimi,
- 2064 – 8 KB(64 Kbit) RAM veri hafızası birimi,
- 8255 – Programlanabilir dijital giriş/çıkış birimi (ekstra 3 I/O portu sağlar),
- MAX232 – PC ile seri haberleşme için RS232 interface birimi.

CPU, hafıza ve diğer çevre birimlerine ilişkin toplam 64 KB'lık bir adresleme kapasitesine sahip olmakla beraber; ilk uygulamalar için bu kapasitenin yalnızca 1/4 'lük kısmı kullanılmıştır. Kullanılan bu kapasitenin yarısı monitör programının yazıldığı program hafızasına ve diğer yarısı da kullanıcı programlarının yazılması için kullanılan veri hafızasına

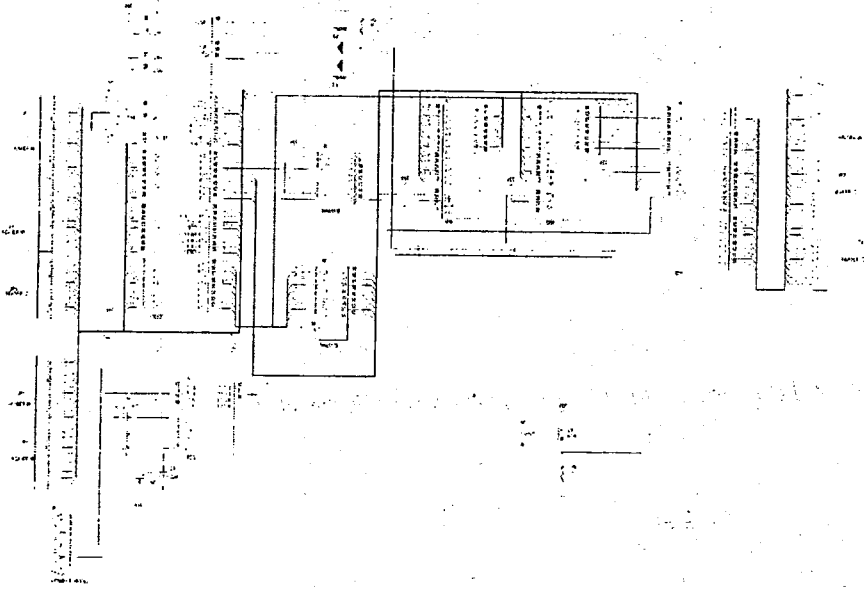
tahsis edilmiştir. Adres haritasında bunlara ilave olarak 8255 programlanabilir I/O biriminin kaydedicileri için de 4 baytlık bir bölge ayrılmıştır. Buna göre sistemin adres haritası

Şekil 2'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

0000	2854 8KB EEPROM MONITOR PROG
1FFF	
2000	2064 8KB RAM
	KULLANICIYA AYIRILAN PROGRAMLAMA ALANI
3FFF	
4000	8255 I/O KONTROLÖRÜ
4004	
	BOŞ
FFFF	

Şekil 2. Geliştirme setinde sistem adres haritası için belirlenen konfigürasyon.

CPU kartında Port-2 adres yolu için, Port-0'da adres yolu ve veri yolu için paylaşımlı olarak kullanılmaktadır. Bu portların haricindeki 4 adet dijital giriş/çıkış portuyla, 1 adet analog giriş portu ve 8255 üzerinden temin edilen 3 adet ekstra portun I/O interface kartı ile bağlantısını gerçekleştirmek için, bu portların uçları uygun erkek konnektörlerle sonlandırılmıştır. Bunlara ilave olarak bir DSUB-9 dişi konnektörü üzerinden seri haberleşme için gerekli bağlantılar yapılmıştır. Buna göre CPU kartının prensip şeması Şekil 3'de verildiği gibi tespit edilmiştir.



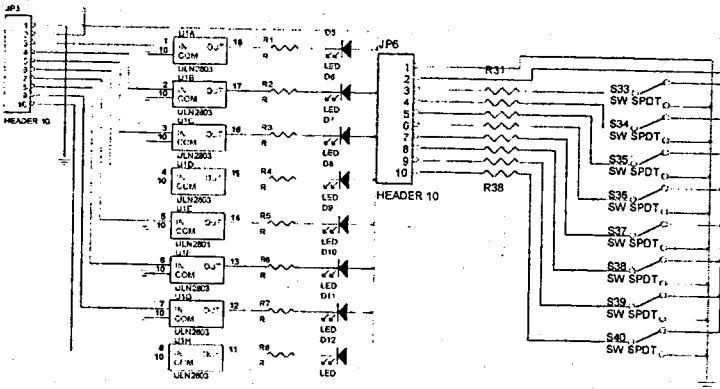
Şekil 3. CPU kartının prensip şeması.

2.2- I/O Interface Kartının Donanım Özellikleri

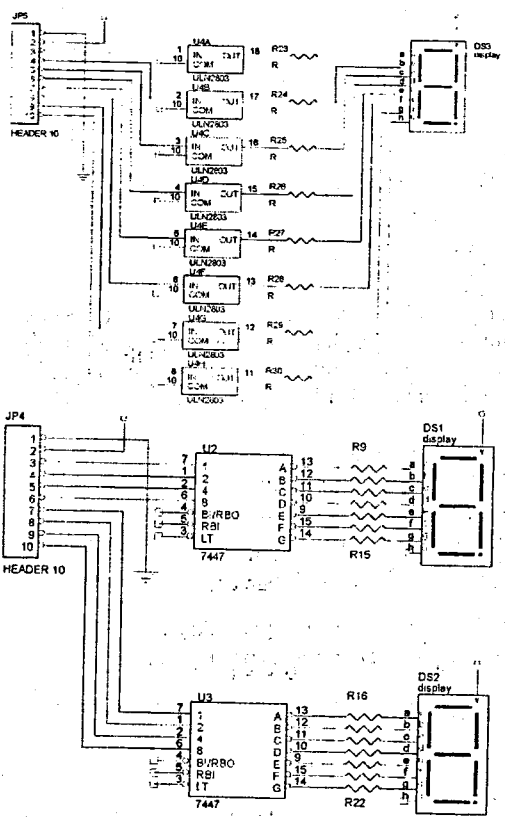
I/O interface kartı, çeşitli tiplerdeki analog ve dijital işaret giriş taleplerine ve özellikle gösterge sistemlerini kapsayan çeşitli dijital çıkış taleplerine cevap verebilecek şekilde oluşturulmuş modüler giriş ve çıkış birimlerinin bir araya toplandığı bir karttır. Buna göre kart üzerindeki giriş ve çıkış birimleri, aşağıda sıralanan modüllerden oluşmaktadır:

- Anahtarlarla oluşturulmuş 8 bitlik dijital giriş modülü,
- Işıklı diyotlarla (LED) oluşturulmuş 8 bitlik dijital çıkış modülü,
- Siteme doğrudan bağlanabilen ledli 7-segment display çıkış modülü,
- Siteme bir sürücü üzerinden bağlanabilen 2 dijital 7-segment display çıkış modülü,
- Siteme bir multiplexer üzerinden bağlanabilen 6 dijital 7-segment display çıkış modülü,
- ASCII sürücülü 2x40 karakter kapasiteli bir karakter LCD display çıkış modülü,
- KS0108 tabanlı 128x64 çözünürlüklü bir grafik LCD display çıkış modülü,
- 2 adet zamanlayıcı ve kesme girişleri,
- A/D konvertör için 8 ayrı analog işaret girişi,
- 4x8'lik bir tuş takımı girişi.

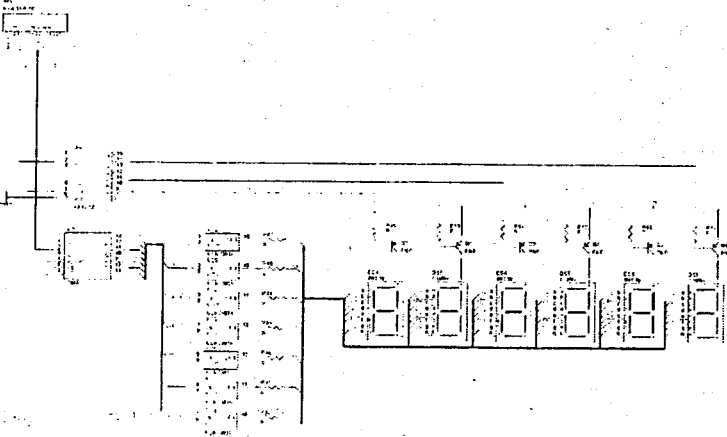
Bu modüllere ilişkin prensip şemalar Şekil 4, 5, 6, 7, 8 ve 9'da gösterilmiştir.



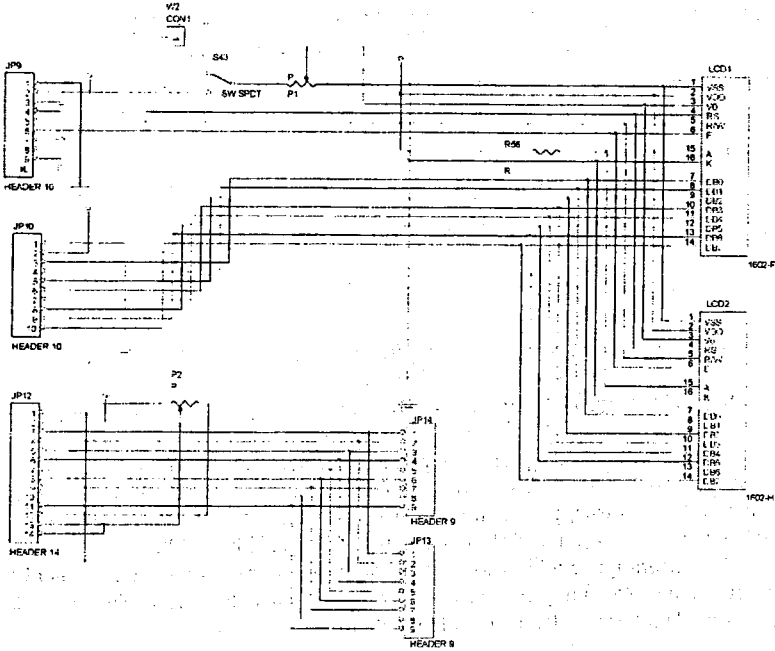
Şekil 4. I/O kartındaki 8-bitlik basit dijital giriş ve çıkış modüllerine ilişkin prensip şemalar.



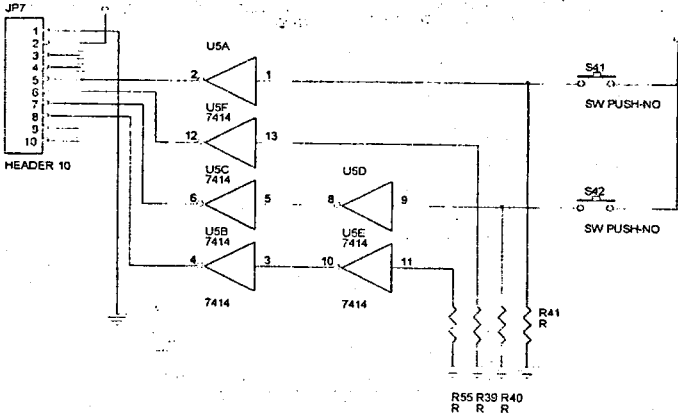
Şekil 5. I/O kartındaki 1 ve 2 dijitalik 7-segment display modüllerine ilişkin prensip şemalar



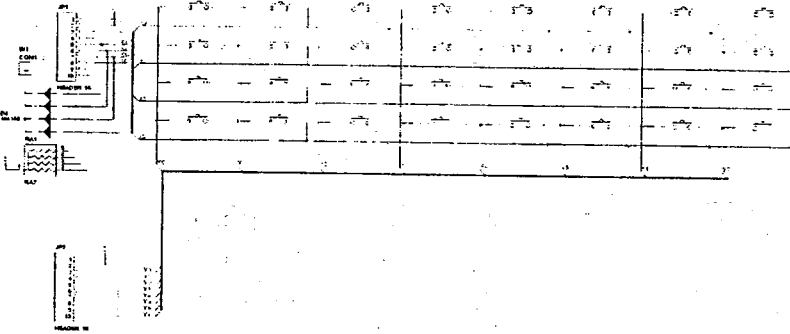
Şekil 6. I/O kartındaki 6 dijitalik 7-segment display modülüne ilişkin prensip şema.



Şekil 7. I/O kartındaki 2x40 karakter kapasiteli bir LCD çıkış modülüne ilişkin prensip şema



Şekil 8. I/O kartındaki 2 adet zamanlayıcı ve kesme girişi modülüne ilişkin prensip şema



Şekil 9. I/O kartındaki 4x8'lik tuş takımı giriş modülüne ilişkin prensip şema

2.3- Geliştirme Seti İçin Program Yazılması ve Derlenmesi

Yazılacak programın kodu, kullanılan assembler derleyicinin yazımına uygun olarak herhangi bir editörle yazılabilir (DOS EDIT, NOTEPAD, WORDPAD vb.). Programın yazımında dikkat edilecek husus, programın 2000h adresinden başlaması ve en fazla 3FFFh adresine kadar uzamasıdır. Bu adres aralığı, setin üzerindeki 8K'lık RAM'e ait olup, bunun altındaki 0000h-1FFFh aralığı içinde işletim (monitör) programının bulunduğu EEPROM'a ayrılmıştır. Assemblerde program yazarken başlangıç adresinin belirtilmesi için, kullanılan derleyiciye göre aşağıdaki terimlerden uygun olanı kullanılır:

.org 2000h,
Org 2000h.

Yazılan programın uzantısı ".asm" olarak kaydedilmesi kolaylık sağlar. Derleme işleminin diğer adımları, AS31 derleyicisinin kullanıldığı varsayılarak aşağıda izah edilmiştir. Buna göre, AS31 derleyicisinin kullandığı sözde-işlem kodları şu şekildedir:

.org : Bu sözde-işlem kodu, programın derlendikten sonra başlayacağı adresi belirtmek için kullanılır. Örnek: .org 2000h

.equ : Bu sözde-işlem kodu, programın içindeki sabit değerleri tanımlamak için kullanılır. Örnek: .equ P4,0E8h

.end : Bu sözde-işlem kodu, derleyiciye derleme işleminin o satırda sona erdiğini gösterir. Dosyanın geri kalan kısmı derlenmez.

.db : Bu sözde-işlem kodu, derleyiciye yazılanın komut değil ham bilgi olduğunu belirtir. Ham bilgi olarak sayı, karakter ve karakter gurupları (string) kullanılabilir.

Ayrıca AS31'de heksadesimal (onaltılık) değerler hem 0E8h görünümünde, hem de 0x00E8 görünümünde; ikili değerler de hem 0b010101010 ve hem de 10101010b görünümünde yazılabilir. Program yazıldıktan sonra derlemek için AS31-32<Dosya ismi> yazmak yeterlidir. Bundan sonra oluşturulan AS31 ".obj" uzantılı çıktı dosyası Intel Hex dosya biçiminde bir programdır ve sete gönderilmeye hazırdır.

2.4- Paulmon2 Monitör Programının Kullanılması

Mikroişlemcili sistem geliştirme setinde işletim sistemi olarak Paulmon2 monitör programı kullanılmıştır. Setin RS232 portu üzerinden bilgisayarın herhangi bir COM portuna bağlanıp, herhangi bir terminal programı üzerinden COM port ayarları yapılarak PC bağlantısı kurulabilir. Bağlantı sağlandığında monitör programı bir kere 'enter' yapılmasını bekler. Daha sonra Şekil 10'da gösterilen ekran görüntüsü çıkar [3]:

```
Welcome to PAULMON2 v2.1, by Paul Stoffregen
```

```
See PAULMON2.DOC, PAULMON2.EQU and PAULMON2.HDR for more information.
```

Program Name	Location	Type
List	1000	External command
Single-Step	1400	External command
Memory Editor (VT100)	1800	External command

```
PAULMON2 Loc:2000 >
```

Şekil 10. Paulmon2 monitör programının başlangıç ekranı görüntüsü.

Ekranında görünen liste, o sırada hafızaya 'paulmon header' kullanılarak yazılmış programların listesidir. Loc:xxxx bölümünde ise, o sırada hafızanın hangi adresinin aktif olduğu görülebilir.

Paulmon2 monitör programının kabul ettiği komutlar aşağıda sıralanmıştır:

M (Program listesi) : İlk açılış ekranındaki gibi, Paulmon2 başlığı kullanılarak yazılmış programları başlangıç adresleri ile beraber gösterir.

R (Program çalıştırma) : Paulmon2 headeri ile yazılmış bir program ismini seçerek çalıştırır.

D (Program yükleme) : RS232 terminali ile bağlı olduğu bilgisayardan Intel Hex formatında program indirmek için kullanılır.

U (Program alma) : Hafızadaki programı belirli bir başlangıç adresinden bitiş adresine kadar Intel Hex formatında döker.

N (Yeni aktif adres) : Üzerinde çalışılan aktif adresi değiştirir.

J (Adrese atlama) : Herhangibir başlangıç adresinden başlayan programı çalıştırır.

H (Hafıza hex dökümü) : Aktif hafıza adresinden başlayarak hafızanın Hex ve ASCII dökümünü verir.

I (İç hafıza hex dökümü) : İşlemcinin dahili hafızasının Hex dökümünü verir.

C (Hafıza temizleme) : Verilen bir hafıza aralığını '00h' değeriyle temizler.

L (Dissasemly) : Aktif hafıza adresinden itibaren makine dili kodunu sembolik dile çevirir.

S (Adım adım çalıştırma) : Bu modun çalışması için port 3 üzerine I/O kartındaki kesme çıkışının bağlı olması gerekir. Hafızadaki programı adım adım çalıştırarak o sırada her bir kaydedicinin aldığı değeri gösterir.

E (Hafıza editörü) : Bu modül çalıştırıldığında hafızadaki bilgiler ekrana gelir. Hafıza editör modülünün kendine özgü komutları kullanılarak gerekli düzenlemeler yapılabilir ve bu moddan çıkılabilir.

3- BİR BİYOMEDİKAL CİHAZ UYGULAMASI

Gerçekleştirilen mikroişlemcili sistem geliştirme seti ile biyomedikal teknoloji eğitimi için yapılan ilk uygulamalardan birisi, bir hasta başı monitöründe görüntülenmesi gereken vücut parametrelerinden EKG işaretinin ve vücut sıcaklığı, nabız gibi sayısal verilerin bir grafik ekran kullanılarak görüntülenmesine ilişkin proje çalışması olmuştur. Bu amaçla kullanılan dot matrix grafik display için, Powertip firmasının 128*64 çözünürlüklü bir grafik LCD modülü olan PG12864a seçilmiştir. PG12864a 8-bit paralel data ve kontrol bağlantılarına sahiptir. LCD'nin teknik özelliklerine üretici firmanın Internet adresinden ulaşılabilir. [4]

- **Analog İşaret Modülü:** İnsan vücudundan alınan işaretlerin bir çoğu analog işaretlerdir. Proje çalışmasında kullanılan vücut parametreleri, bir analog işaret simülatörü üzerinden alınmıştır. Görüntüleme için kullanılan simülatör çıkışları sisteme 0-5V standart işaret haline dönüştürülerek aktarılmıştır.
- **Program:** İşaretin alınması ve işlenmesi tamamen 80C535 setinin RAM'ine yüklenen programla yapılmaktadır. Program aslında bir çok modüler fonksiyonun kullanıldığı bir üründür. Projedeki tüm fonksiyonlar daha sonra geliştirilebilir ve başka amaçlar için kullanılabilir bir halde yer almaktadır.

Projenin aşamaları:

- **LCD'nin sisteme bağlanması:** 80C535 deney seti modüler tasarlanmıştır. Girişler ve çıkışlar 10'lu konnektörlerle I/O interface kartına veya sistemde kullanıldığı gibi harici diğer giriş veya çıkış birimlerine bağlanabilmektedir. Deney setinin 2 portu LCD'yi sürmek için kullanılmıştır. Program bilgisayardan setin RAM'ine aktarıldıktan sonra çalıştırılabilir hale gelmektedir.
- **LCD'nin sürülmesi:** Göstergeyi sürmek için iki yol kullanıldı. İlki dijital bir bilginin ekranda grafik olarak gösterilmesi; ikincisi de, dijital bir bilginin ekranda karakter olarak gösterilmesi. Bu işlem, verilerin grafik karşılıklarının bir tabloya atanması suretiyle yapıldı. Kullanılan göstergenin bir karakter tablosu olmadığından 80C535 hafızasına hazırlanan bir karakter tablosu atandı ve karakter çizme işlemleri 80C535 üzerinden fonksiyonlarla gerçekleştirildi.

- Ana Program: Program bir seferde ve tek amaç için yazılmadı. Bunun yerine her adımda gerekli parçalar modüller bir biçimde hazırlandı. Bu amaçla kullanılan fonksiyonlar iki ana başlık altında toplanabilir:
 - 1- Analog bir işaretin alınması
 - 2- LCD prosedürleri:
 - 2a- Adreslenen bölgeye veri yazma,
 - 2b- Tablo karşılıklarının istenen yere yazdırılması.

LCD bir hafıza modülü gibi adreslenmekte ve veri yazılmaktadır. Adresleme ve veri yazma ayrı prosedürlerdir. Sistemde dijitalleştirilmiş analog bilgilerin grafik karşılıkları bir look-up tablosu ile bulunmaktadır. Program bilgiyi grafiğe çevirmek için, önceden hazırlanmış bu tabloya bakmaktadır.

4- SONUÇ

Bu bildiriye tanıtılan ürün ve projeler, Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Yüksekokulunda üç yarıyıl süren grup çalışmalarının sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu süreçte çalışmaya katılan öğrencilerimizin sergilediği performans, bildirinin başında belirtilen gerekçenin haklılığını destekleyen önemli bir gösterge olmuştur. Geliştirilen set mikroişlemci eğitimi için etkili bir eğitim ve proje geliştirme aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır; benzeri eğitim araçlarının eğitim sürecinde gerçekleştirilecek yeni proje çalışmalarlarıyla geliştirilmesi yönündeki istek ve cesareti de arttırmıştır. Bu çalışmanın devamında benzer yeni çalışmalar planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde emeği geçen Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programlarındaki öğrencilerime; özellikle Ahmet KIZILHAN, Cem UZUNOĞLU ve Bozan ÖZKAN'a teşekkürü bir borç bilirim. A.A.

Kaynakça

- 1- Çamurcu, Y., 'Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulları Eğitim Programlarının Karakteristikleri', Meslek Yüksek Okulları Sempozyumu, M.Ü., Ekim 2001, İstanbul
- 2- Çamurcu, Y., Alsan, S., 'Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Teknikeri Eğitimi ve Bir Program Önerisi', Meslek Yüksek Okulları Sempozyumu, M.Ü., Ekim 2001, İstanbul
- 3- Paul's Free 8051 Tools, Code and Projects, www.pjrc.com/tech/8051/index.htm.
- 4- POWER TIP Technology Corporation, www.powertip.com.te