

DENEY 10. STEP (ADIMLI) MOTOR KONTROLU DENEYİ**AMAÇ**

- 1) Adımlı-motorun kontrolünü öğretmek,
- 2) Bir Adımlı-motorun maksimum dönme hızını göstermek.

GEREKLİ MALZEME

- (1) Beti Mikrodenetleyici Eđitim Sistemi,
- (1) Adım motor modülü

Giriş

Bu uygulamada, Adımlı-motorların temel özelliklerini kullanarak, PIC16F877A Mikrodenetleyici'si ile bir Adımlı motorun dönme yönünün ve dönüş hızının nasıl kontrol edilebileceği incelenecektir.

Adımlı-motorun Çalışması:

Senkron motorların tek çalışma modları vardır ki bu da "sürekli dönme"dir. Adımlı-motorlar ise küçük ve hassas bir açı (veya adım) kadar döndürülebilir ve orada durdurulabilir. Her adımı atılabilmek için motor sargılarına sayısal akım darbesi uygulamak gerekir. Böyle (n) darbe peş peşe uygulandığında, motor (n) adım döner ve durur. Adım açısı motor tasarımına bağlı olup, genelde 1,8 ile 30 derece arasında değişmektedir. Bu deneyde önerilen motorların adım açısı 7,5 derecedir ki bu da bize motorun 48 adımda bir tur tamamlayacağını gösterir. Akım darbeleri motor sargılarına kontrol transistörleri ile uygulanır. Darbelerin uygulama sırası, motorun dönme yönünü, uygulama sıklığı ise motorun dönme hızını tayin eder.

Standart adım açıları;

- 1.8° - 200 adımda bir tur,
- 3.75° - 96 adımda bir tur,
- 7.5° - 48 adımda bir tur,
- 15° - 24 adımda bir tur.

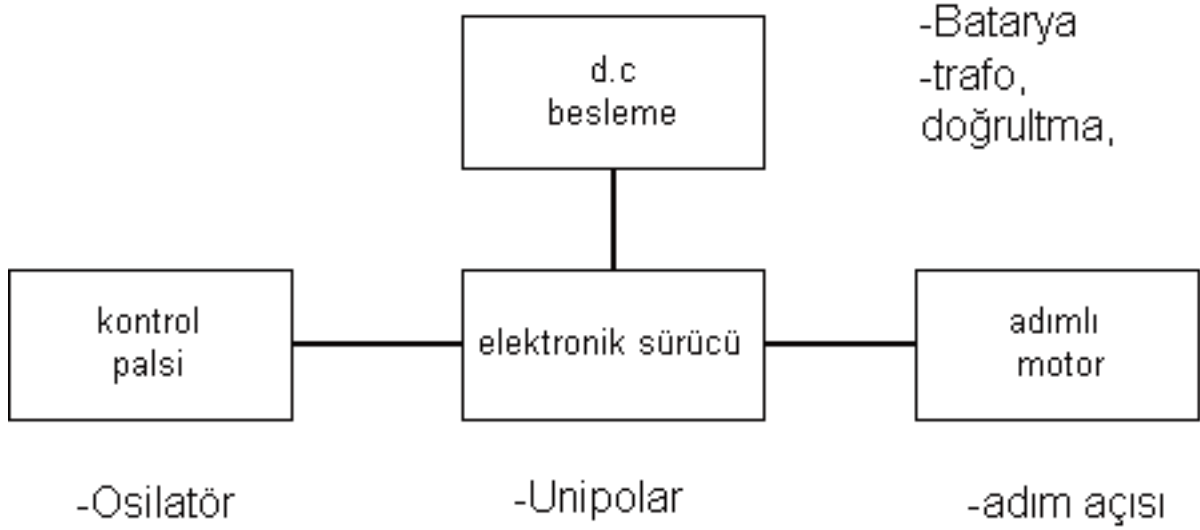
Adım sayısı ile adım açısının çarpımı motor milinin hareket açısını verir. Örneđin 7.5°'lik 6 adım, motora 45°'lik hareket verir.

Adımlı-motorlar genellikle sayısal kontrol işlemlerinde, elektronik cihazların kesin ve hızlı hareket etmeleri gereken durumlarda kullanılır. Örneđin:

- Manyetik teyp sürücülerini,
- Tele teyp ve şerit yazıcılar,
- Kamera iris kontrolü,
- Plotter'lerin ayarlanmasında, artan grafik kayıtları ve değişken hızlı grafik sürücülerini,
- Medikal aletler; kan örnekleyici, akciđer analizörleri, diyaliz pompaları,
- Sıvı yakıt kontrolü, valf kontrolü,
- Taksimetreler, kart okuyucular, üretim bandı pals sayıcıları, kantarlarda ve etiketleme sistemlerinde,
- Sayısal/Örneksel Çevirici'lerde ve uzaktan kontrollü cihazlarda...

Bu örneklerin hepsinde ortak nokta hareketin kontrolüdür. Hareket ve/veya pozisyon kontrolünün gerekli olduğu her yerde adımlı motor kullanılabilir. Bu, genelde daha avantajlıdır.

Uygulamada kullanılacak Adımlı-motor, sürücü devre ve motor karakteristiklerine göre seçilir. Aşağıdaki şekil Adımlı-motor sisteminin dört önemli ögesini göstermektedir.



Şekil 10.1 Genel olarak Adımlı-motorun sürücü blok şeması

Çalışma voltajı	12 volt
Tipik faz akımı	175 mA
Adım açısı	7.5 derece
Max. hız	40 adım/san.
Tork	20 mNm
Ağırlık	170 gr.

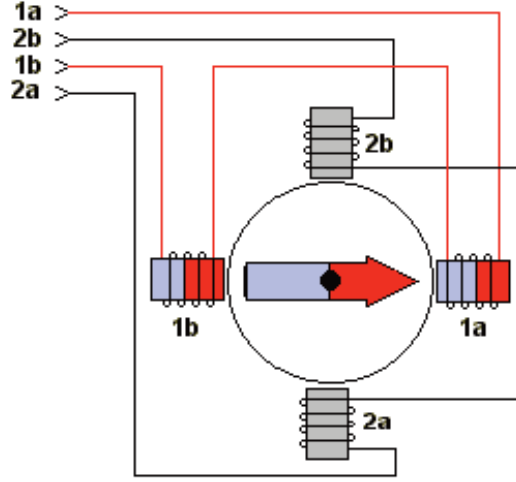
Tablo 10.1 9904 112 31004 seri kodlu Adımlı-motor özellikleri

Adımlı-motorların dönen kısmı (rotor) sabit mıknatıstan yapılmaktadır. Duran kısmında (stator) ise belirli aralıklarla yerleştirilmiş elektromıknatıslar bulunmaktadır. Elektromıknatısın içerisinden geçen akımın yönüne göre N-S kutuplarının yönü de değişir. Bir Adımlı-motorun döndürülmesi için belli bir sırayla bu elektromıknatısların enerjilenmesini sağlayan gerilimler motor uçlarından uygulanır. Böylece sabit mıknatıs, duran kısmın enerjilenen kutupları tarafından yönlendirilir.

	Sargı 1	Sargı 2	Sargı 3	Sargı 4	
Saat yönü ↓	1	1	0	0	Saat Yönünün Tersi ↑
	0	1	1	0	
	0	1	0	1	
	1	0	0	1	

Tablo 10.2 9904 112 31004 seri kodlu Adımlı-motorun adım dizisi

Bu deneyde kullanılan ve Tablo 10.1 ve 10.2’de özellikleri verilen Adımlı-motor “kalıcı mıknatıslı, bipolar Adımlı-motor” tipi olarak bilinir ve yapısı Şekil 10.2’de gösterilmiştir.



Conceptual Model of Bipolar Stepper Motor

Şekil 10.2 Kalıcı mıknatıslı, paralel sargılı bipolar Adımlı-motor

Basit yapısı ve düşük fiyat özelliği yüzünden bu tür motorlar endüstriyel olmayan uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır; bilgisayar yazıcıları, disket sürücüler v.b. Bipolar motorların dönüş hızı düşük olmasına karşın tork (güç) parametreleri yüksektir. Piyasadaki 8-uçlu motorlar seri veya paralel bağlantıya imkan verir. Bizim kullandığımız motor, 6-uçlu olup seri bağlantı için düzenlenmiştir. PIC Mikrodenetleyici’nin çıkış uçlarını Adımlı-motorun çıkış kablolarına direk bağlamak doğru değildir. Çünkü PIC16F877A’nın çıkış pinlerinin 20-25 mA sink-source kapasitesi vardır. Adımlı-motorun çekeceği akım ise Tablo 10.1’den görüleceği gibi 175 mA civarındadır. Bundan dolayı PIC16F877A ile Adımlı-motor sürmek istenilirse Şekil 10.3’deki gibi transistörlü sürücü devre kullanılmalı ve akım kazancı sağlanmalıdır.

Aşağıdaki Tablo 10.3’de sadece Adımlı-motorun sargılarına sinyal vererek sabit hızda ve yönde dönmeyi sağlayacak bir program görülmektedir. Bu programda sargılara sırasıyla Tablo 10.2’de verilen ikilik değerler belirli bir gecikme aralığı ile uygulanarak motorun dönmesi sağlanmıştır. Bu gecikme aralığı, bir sargıya verilen sinyal ile diğer sargıya verilen sinyal arasında geçen süre olduğundan, girilen gecikme aralığı aynı zamanda motorun dönüş hızını belirlemiş olacaktır.

Örnek program 1:**program amotor**

```
*****  
'mikrodenetleyici : P16F877A  
'bu uygulama B portundan step motorun sabit bir hızla çalıştırılması için hazırlanmıştır  
*****
```

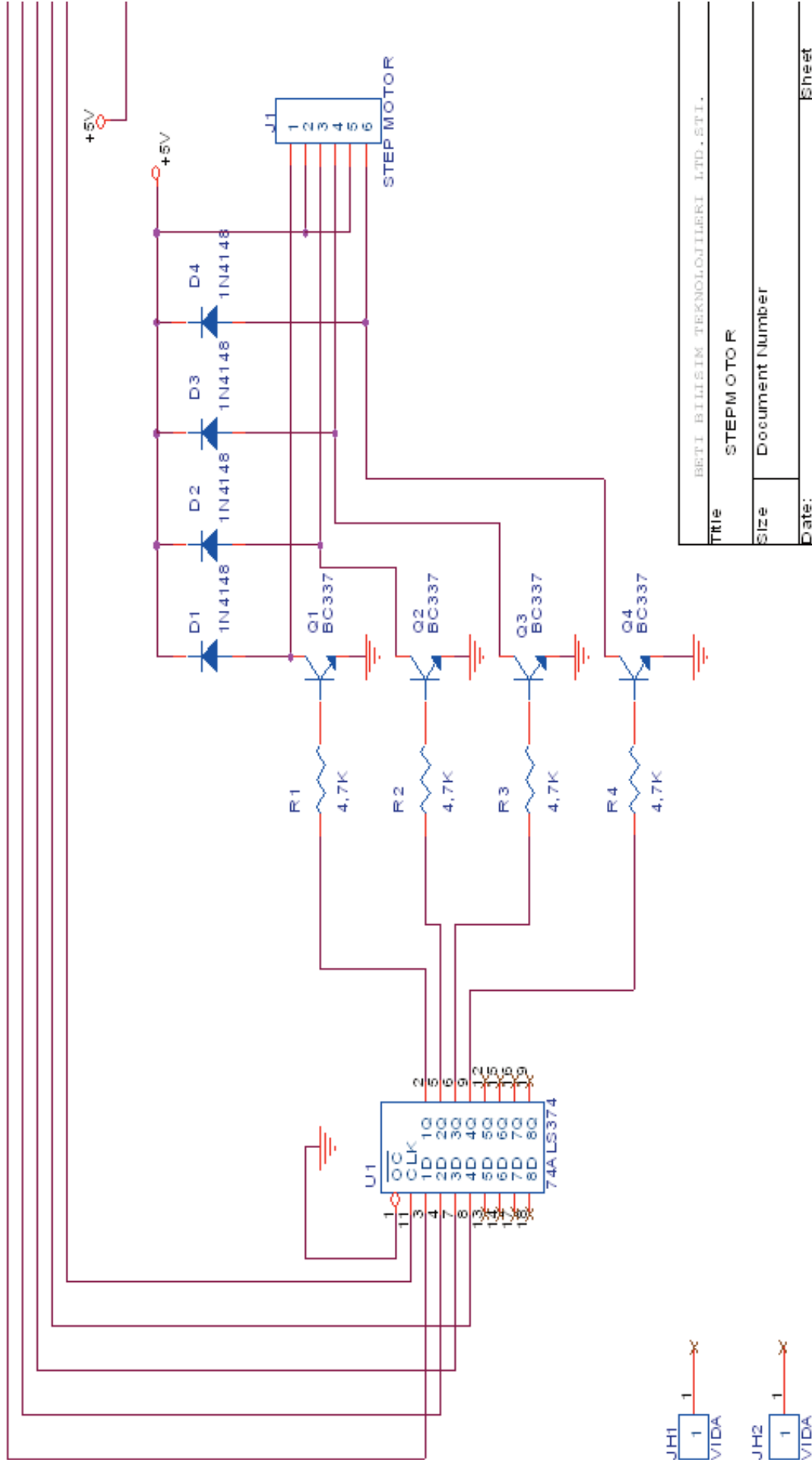
Main:

```
TRISB = 0          ' B portunun tüm pinlerini çıkış yap  
  
while true        ' Döngü başlangıcı  
PORTB = $0A      ' 1. adım için ikilik bilgiyi portB'ye aktar  
SetBit(PORTB,4)  
ClearBit(PORTB,4)  
delay_ms(100)    ' Adımlar arası gecikme (motorun dönme hızı)  
PORTB = $06      ' 2. adım için ikilik bilgiyi portB ye aktar  
SetBit(PORTB,4)  
ClearBit(PORTB,4)  
delay_ms(100)    ' Adımlar arası gecikme (motorun dönme hızı)  
PORTB = $05      ' 3. adım için ikilik bilgiyi portB ye aktar  
SetBit(PORTB,4)  
ClearBit(PORTB,4)  
delay_ms(100)    ' Adımlar arası gecikme (motorun dönme hızı)  
PORTB = $09      ' 4. adım için ikilik bilgiyi portB ye aktar  
SetBit(PORTB,4)  
ClearBit(PORTB,4)  
delay_ms(100)    ' Adımlar arası gecikme (motorun dönme hızı)  
wend            ' Döngüye git  
end.
```

Tablo 10.3 Adımlı-Motoru sabit hız ve tek yönde döndüren program tablosu

Yöntem

1. EasyPIC5 anakartına verilen güç bağlantısını (USB veya AC/DC Adaptör) çıkarınız. Şekil 10.3'de devresi verilen "Adımlı-motor" uygulama kartını, anakartın sağındaki 'B' kapısının IDC konnektörüne dikkatlice takınız. SW6 'da ledlere karşılık gelen anahtarları **on** yapın, diğer anahtarları **off** ve SW9 un tüm anahtarlarını **off** durumuna getirin.
2. EasyPIC5 anakartına USB veya AC/DC Adaptör üzerinden güç veriniz. Sistem CD'nizdeki "Adim_motor" isimli HEX dosyayı PICFLASH programına yükleyiniz.
3. PICFLASH programının WRITE komutunu kullanarak bu dosyayı EasyPIC5 anakartı üzerindeki Mikrodenetleyici'ye transfer ediniz. Transfer ve doğrulama (Verify) işlemi biter bitmez program işlemeye başlayacaktır



BETİ BİLİSİM TEKNOLOJİLERİ LTD. STİ.	
Title STEPMOTOR	
Size	Document Number
Date:	Sheet

Şekil 10.3'te görüldüğü gibi Adımlı-motor, PIC 16F877A Mikrodenetleyici'nin B kapısından sürülmektedir. Program, adım sayısal bilgilerini önce 74LS374'e yüklemekte, bu entegrenin çıkışına bağlanan BC337 transistörleri de sargılara yeterli akımı vermektedir.

Adımlı-motorun dönme hızının ve yönünün kontrol edilmesi

Tablo 10.3'deki program ile adımlı-motorumuzu tek bir yönde ve sabit hızla dönmelerini sağlamıştık. Adımlı-motorla yapılan uygulamalarda hız ve yön kontrolü çok önemlidir. Bu sebeple Tablo 10.4'de verilen programla Adımlı-motorumuz dört adet tuşla kontrol edilmektedir.

Tuşların Görevleri:

EasyPIC5 anakartının üzerindeki C kapısının, RC0, RC1, RC2, RC3 pinlerine bağlı 4 adet TAC tuş'a adımlı motor uygulaması'nın bazı fonksiyonları atanmış ve bunlar Şekil 10.3'de gösterilmiştir. Veya bu işlemi EasyPIC5 kartı üzerindeki PORTC'ye ait RC0, RC1, RC2, RC3 butonlarını kullanarak gerçekleştirebilirsiniz.

RC3	RC2	RC1	RC0
Başlat Durdur	Yön Deđiştir	Hız Arttır	Hız Azalt

Şekil 10.3 Adımlı motor kontrol programının fonksiyon tuşları

Hız Azalt : PORT B'ye bağlı olan Adımlı-motor kartındaki motorun dönüş hızını azaltır. Bu azalan değer D portuna bağlı LED'lerde de ikilik olarak görülür.

Hız Arttır : PORT B'ye bağlı olan Adımlı-motor kartındaki motorun dönüş hızını arttırır. Bu artan değer D portuna bağlı LED 'lerde de ikilik olarak görülür.

Başlat/Durdur : Adımlı-motorun dönmelerini başlatır. Eğer Adımlı-motor dönerken tekrar basılırsa durdurur.

Yön Değiştir : Tuşa her basıldığında adımlı motorun dönme yönünü değiştirir.

Bu işlevleri yaptıran basic program'ı (Örnek Program2) Tablo 10.4'de verilmiştir.

Örnek program 2:**program amotor2**

' Microcontroller: P16F877A

' Proje ismi : Adımlı-Motor Uygulama Deneyi

' Bu program adımlı motorun yönünün ve hızının değiştirildiği programdır.

const stepValue **as byte**[4] = (\$0A, \$06, \$05, \$09)**const** MAX_DELAY = 100**const** MIN_DELAY = 20**const** TIMER0_VALUE = \$01**const** KEY_UP = 1**const** KEY_DOWN = 2**const** KEY_DIR = 3**const** KEY_WORK = 4**const** KEY_NOTHING = 0**const** DIR_CCW = 1**const** DIR_CW = 2**const** RUN_START = 1**const** RUN_STOP = 2**dim** delayCoeff **as byte****dim** prevKey **as byte****dim** keyChecked **as byte****dim** doKey **as byte****dim** stepDir **as byte****dim** isRunning **as byte**

'----- Kesme Servisi

sub procedure Interrupt

ClearBit(INTCON,GIE)

if INTCON.TMR0IF = 1 **then**

ClearBit(INTCON, TMR0IF)

TMR0 = TIMER0_VALUE

if PORTC.0 = 1 **then**

Inc(keyChecked)

prevKey = KEY_UP

end if**if** PORTC.1 = 1 **then**

Inc(keyChecked)

prevKey = KEY_DOWN

end if**if** PORTC.2 = 1 **then**

Inc(keyChecked)

prevKey = KEY_DIR

end if**if** PORTC.3 = 1 **then**

Inc(keyChecked)

prevKey = KEY_WORK

end if

' hızı arttır

' hızı azalt

' yönün değişimi

' başlat/durdur

```

    if keyChecked > $FE then
        doKey = 1
    end if
end if
SetBit(INTCON,GIE)
end sub

'----- Ana Program
sub procedure Init_Main
    TRISB = 0                                ' adımlı motor portları
    PORTB = 0
    TRISC = $FF                              ' komut butonlarının seçimi
    PORTC = 0
    PORTD = 0                                ' hız çıkışlarının görme portu
    TRISD = 0

    OPTION_REG = $C8                        ' kesme bilgileri
    TMR0 = TIMER0_VALUE
    INTCON = $A0
    delayCoeff = MAX_DELAY
    prevKey = 0
    keyChecked = 0
    stepDir = DIR_CW
    isRunning = 1
end sub

'----- Gecikmenin ayarlanması
sub procedure Delay_Step(dim delTime as byte)
dim i as byte
i = 0
while i < delTime
    Delay_500us
    Inc(i)
wend
end sub

'----- clock palslarının latch e gönderilmesi
sub procedure Ping(dim byref port as byte)
    SetBit(port,4)                          ' latch için clock
    ClearBit(port,4)
end sub

'----- bir step döngüsü
sub procedure Do_Step(dim byref port as byte)
dim ii as byte
if isRunning=RUN_START then                ' motor dönüyorsa döndür
    if (stepDir=DIR_CW) then                ' adım motor saat yönü dönmesi
        ii = 0
        while (ii < 4)
            port = stepValue[ii]           ' tek adım
            Ping(port)
            Delay_Step(delayCoeff)        ' gecikme
            Inc(ii)
        wend
    else                                     ' adım-motor saat yönü dönmesi

```



```

ii = 0
while (ii<4)
    port = stepValue[3-ii]
    Ping(port)
    Delay_Step(delayCoeff)
    Inc(ii)
wend
end if
end if
end sub
'-----butonların taranması
sub procedure Do_Key
    if doKey = 1 then
        doKey = 0
        keyChecked = 0
        select case prevKey
            case KEY_DOWN
                if (delayCoeff>MIN_DELAY) then
                    Dec(delayCoeff)
                end if
            case KEY_UP
                if (delayCoeff<MAX_DELAY) then
                    Inc(delayCoeff)
                end if
            case KEY_DIR
                stepDir = 3-stepDir
            case KEY_WORK
                isRunning = 3-isRunning
        end select
        prevKey = KEY_NOTHING
    end if
end sub
'----- porttan girilen bilginin güncellenmesi
sub procedure Update_Display
    PORTD = delayCoeff
end sub

'----- ana prosedür-----
main:
    Init_Main
    while 1=1
        Update_Display
        Do_Key
        Do_Step(PORTB)
    wend
end.

```

Tablo 10.4 Adımlı-Motoru değişken hız ve her iki yönde döndüren program tablosu

Yöntem

1. EasyPIC5 anakartına verilen güç bağlantısını (USB veya AC/DC Adaptör) çıkarınız. Şekil D10.3'de devresi verilen "Adımlı Motor" uygulama kartını anakartın sağındaki 'B' kapısının IDC konnektörüne dikkatlice takınız. SW6 'da ledlere karşılık gelen anahtarları **on** yapın, diğer anahtarları **off** ve SW9 un tüm anahtarlarını **off** durumuna getirin.
2. EasyPIC5 anakartına USB veya AC/DC Adaptör üzerinden güç veriniz. Sistem CD'nizdeki "amotor2" isimli HEX dosyayı PICFLASH programına yükleyiniz.
3. PICFLASH programının WRITE komutunu kullanarak bu dosyayı EasyPIC5 anakartı üzerindeki Mikrodenetleyici'ye transfer ediniz. Transfer ve doğrulama (Verify) işlemi biter bitmez program işleme başlayacaktır.

Tartışma

Bu şekilde gerçekleştirilebilecek bir tasarım ile neler yapılabilir? Örneđin burada kullanılan butonlar yerine foto-transistör kullanılabilir. "Buton basılı mı" yerine, "ışık var mı/yok mu" sorgulaması yapılır. Ona göre; Adımlı-motor çalışır ya da durur. Bu şekilde ışık kontrollü bir Adımlı-motor uygulaması gerçekleştirilir. Daha farklı uygulamaları siz de deneyebilirsiniz.