



Bu yazı Bilim ve Teknik Dergisi Şubat 2004 sayısında yayımlanmıştır.

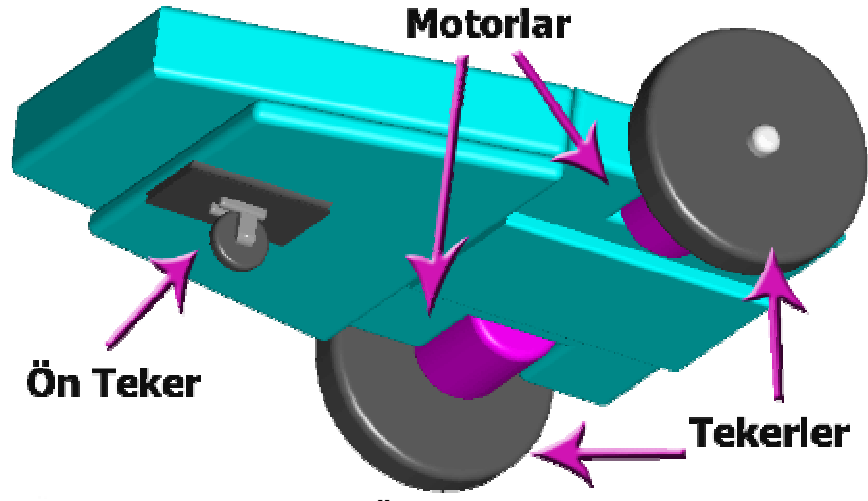
## Çizgi İzleyen Bir Robot Nasıl Yapılır?

Elinizde eski bir oyuncak araba var, ve siz onu bir robota dönüştürmek istiyorsunuz. Siyah zemin üzerine beyaz çizgili bir yolda dış etkilerden bağımsız olarak giden bir tane yapmaya ne dersiniz? Dış etkilerden bağımsız deyişini biraz açarsak günümüzde kabul gören robot kavramına ulaşmış oluruz. Bu kavrama göre üzerinde algılayıcısı (sensörü), mikroişlemcisi ve hareket elemanı bulunan ve tamamen dış etkilerden ve kontrollerden bağımsız olarak, algılayıcılarından aldığı bilgiye göre hareket eden makinelere robot denir. Günümüz teknolojik olanakları çerçevesinde çizgi izleyen ve benzeri robotları artık evinizde uğraş olarak bile yapabilirsiniz.

Bir çizgi izleyen robot yapımı kasa yapımı, motorları ve tekerleri yerleştirme gibi işlerden oluşan mekanik kısım; kontrol kartı, algılayıcıların ve motorların kontrolü gibi işlerden oluşan elektronik kısım ve mikroişlemci programlama olarak üçe ayrılabilir.

### Mekanik Kısım :

Çalışmamızda öncelikle hareket sağlayacak olan elemanları belirleyelim. Çizgi izleyen robotlar genellikle iki motora bağlı iki tekerden ve bir ön tekerden oluşur. Böyle bir araba hem dönmesi gereken yere çabucak dönebilecektir, hem de kolayca kontrol edilebilecektir. Seçilecek motorlar aşağı yukarı bir oyuncak arabanın yükünü taşıyabilecek kadar güçlü, doğru akım ile çalışan motorlar olmalıdır. Bu tip motorlar oyuncaklardan çıkarılabilir. Elinizde bir oyuncak arabanız varsa, yeni bir kasa yapmadan onun üzerinde çeşitli düzenlemeler yapabilirsiniz. Motorun mili tekerlere düzgünce ve sağlam bir şekilde sabitlenmelidir. Seçilen tekerleklerin yarı çapı robotun boyutu ile uyum içerisinde olmalıdır; örneğin çok büyük tekerli bir robot çok hızlı gideceği için kontrolü zor olacaktır. Ön teker ise bir sarhoş teker olmalıdır. Sarhoş teker örnekleri bebek arabalarının, kendi eksenini etrafında dönerek yükselebilen iskemlelerin ya da çöp teneklerinin altında görülebilir. Bu tekerlerin özelliği uygulanan kuvvetin doğrultusu neresi olursa olsun o yöne doğru serbestçe dönüp, çok fazla direnç oluşturmadan hareketi kolaylaştırmaları ve aynı zamanda yükü dengelemeleridir. Bu, çoğu zaman teker kısmı ile bağlantı kısmı arasında serbestçe dönebilen bilyalar ile mümkün olmaktadır. Daha sonra motorlar ve sarhoş teker bir kasaya sabitlenmelidir. Kasa malzemesi olarak pleksiglas, alüminyum, tahta gibi işlenmesi kolay malzemeler seçilebilir. Bu tip malzemelere testere ile kolaylıkla şekil verilebilir. Şekil 1.1'de örnek bir robot kasası çizimi verilmiştir. Kasanın öbür tarafına ise elektronik kontrol elemanları kolaylıkla yerleştirilebilecektir.



Şekil 1.1 : Örnek Robot Kasası

## Elektronik Kısım :

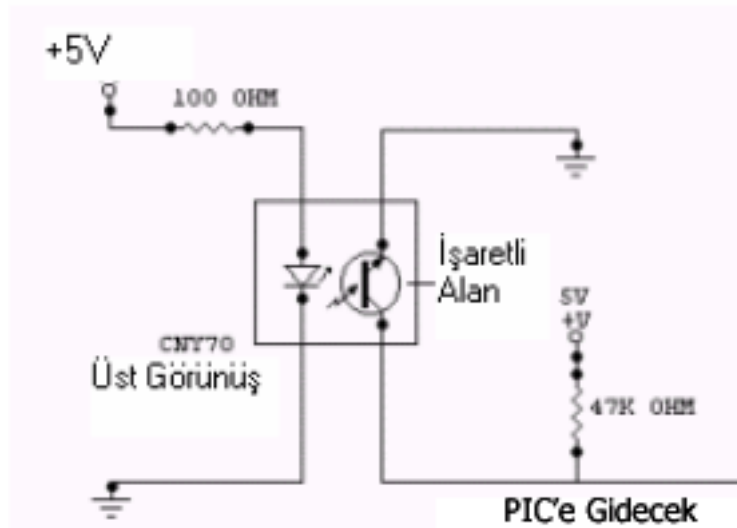
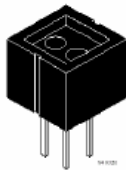
Çizgi izleyen bir robotun algılayıcılarının ve motorlarının kontrol edildiği ve bağlantılarının yapıldığı, mikroişlemcinin olduğu kısma kontrol kartı adı verilir. Piyasada çok çeşitli kontrol kartları mevcuttur ancak evde yapılabilecek bir şema ile kendi kontrol kartınızı da kolaylıkla yapabilirsiniz.

Bir robot, algılayıcı, mikroişlemci ve hareket elemanlarından oluşur demistik. Burada mikroişlemci algılayıcılardan gelen bilgiye göre hareket elemanlarını kontrol eder. Diğer bir deyişle bir mikroişlemciye algılayıcılardan bilgi gelir, mikroişlemci belleğindeki programa göre bu bilgiyi motorlara aktarır. Burada algılayıcı gibi bilgi gönderen elemanlara giriş (input), motor gibi mikroişlemciden gelen komuta göre hareket eden elemanlara çıkış (output) denir. Bir mikroişlemcide, tıpkı diğer entegre devrelerde olduğu gibi belirli sayıda bağlantı yapılabilecek bacaklar (pin) bulunur. Bu bacaklardan giriş ve çıkış yapılabileceklerin sayısı sınırlıdır.

## Girişler

Robota siyahı ve beyazı algılamak için üç tane CNY70 algılayıcısı kullanılabilir. Bu algılayıcıların herbirisi içinde küçük birer kızılötesi LED lamba ve fototransistör bulunmaktadır. LED lambanın yaydığı ışık yüzeye çarpar ve eğer yüzey beyaz ise yansıma yaparak fototransistörün beyz (base) ucunda tetiklenme yaratır. Ve transistörün kollektör ucu ile emiter ucu arasında potansiyel farkı oluşur. Eğer yüzey siyah ise yansıma olmaz ve transistör de tetiklenmez. Ancak siyah yada beyaz yüzeyler dışında aldığımız bilgiler transistörün kollektöründe değişik voltajlara yol açar. Bir mikroişlemci ise dijital bir elemandır ve bazı özel durumlar dışında yalnızca 5V - 0V (Yani dijital 1 ve 0) değerlerini kabul eder. Eğer gelen bilgi arada bir değer ise 2,5 Voltun altını 0, üstünü ise 1 kabul edecektir. Yani gelen analog bilginin değerini bir dijital değere yuvarlayacaktır diyebiliriz. Siyah ile beyaz yüzeylerin yansımaları ise oldukça farklı olduğu için mikroişlemciye kesin 1 ve 0 değerleri gidecektir. Böylece algılama işlemi gerçekleşir.

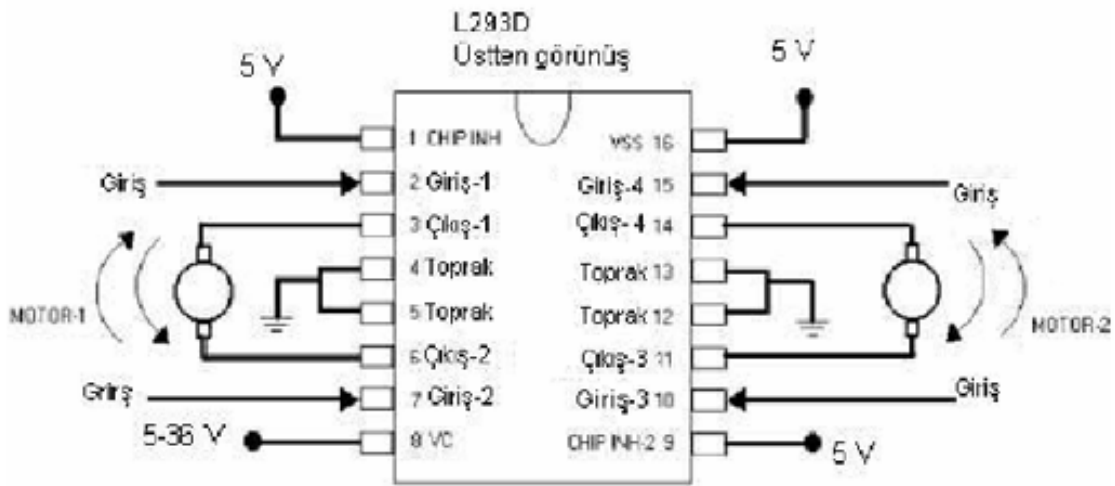
Basit bir çizgi izleyen robot için üç tane CNY70 algılayıcısı yeterlidir. Bunlar tek sıra halinde robotun altında mümkün olan en ön kısma yerleştirilir. Öne yerleştirilmelerinin sebebi robotun tepki süresini mümkün olduğunca kısaltmaktır. Herbir CNY için aşağıdaki gibi bir bağlantı yapılmalıdır.



Şekil 1.2 : CNY70 Algılayıcısı ve Örnek Bağlantı Şeması

## Çıkışlar

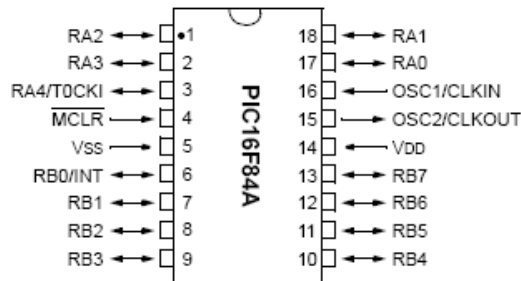
Çıkışlarda ise sağdaki ve soldaki motorlar bulunmaktadır. Bu motorlar doğrudan mikroişlemcinin bacaklarına bağlanamaz. Çünkü hafif bir kasaya sahip bir robotu taşıyacak bir motor bile en az 200 – 300 mA akım çeker. Oysa PIC mikroişlemcilerinin bir bacağından en fazla 25 mA (Örneğin bir 220 ohmluk dirençle bir LED lamba yakabilecek kadar) akım çekilebilir. Dolayısıyla motorları sürmek için akımı arttıracak bir ara elemana ihtiyaç vardır. Bunun için iki tane motor bağlanabilen L293D entegre devresi kullanılabilir. Bu entegre, tıpkı mikroişlemci gibi giriş ve çıkışlara sahiptir. Mikroişlemciden gönderilen bilgi (yine 1 veya 0) alınır (Şekil 1.3'de Giriş 1-2-3-4) ve çıkışlara (Şekil 1.3'de Çıkış 1-2-3-4) uygun bir akım değerinde gönderilir. Sol alt köşedeki 8. bacadan ise motorun besleme voltajı verilir. Gereken diğer bağlantılar da şemadaki gibi yapılırsa bağlanan iki motor kolayca kontrol edilebilir. Örneğin Giriş 1'e 1, Giriş 2'ye 0 bilgisi gönderilirse uçları Çıkış 1 – 2' ye bağlı motor bir yöne, tersi verilirse öbür yöne döner. Bağlantılar yapılmadan önce motorun yönleri ve bağlantıları iyice kesinleştirilmelidir. Yine de karmaşa olursa, yazılan programla giderilebilir.



**Şekil 1.3 : L293D Motor Sürücü Entegre Devresi**

### Mikroişlemci 16F84

Çizgi izleyen bir robotta kullanılacak bir mikroişlemci olan Microchip firmasının ürettiği PIC 16F84A, elektronikmalzeme satan yerlerden temin edilebilir. Bu mikroişlemci 18 bacağına sahiptir. Bu bacaklardan 13 tanesi giriş ve bunlardan Porta.4 bacağı hariç 12'si çıkış olarak kullanılabilir.



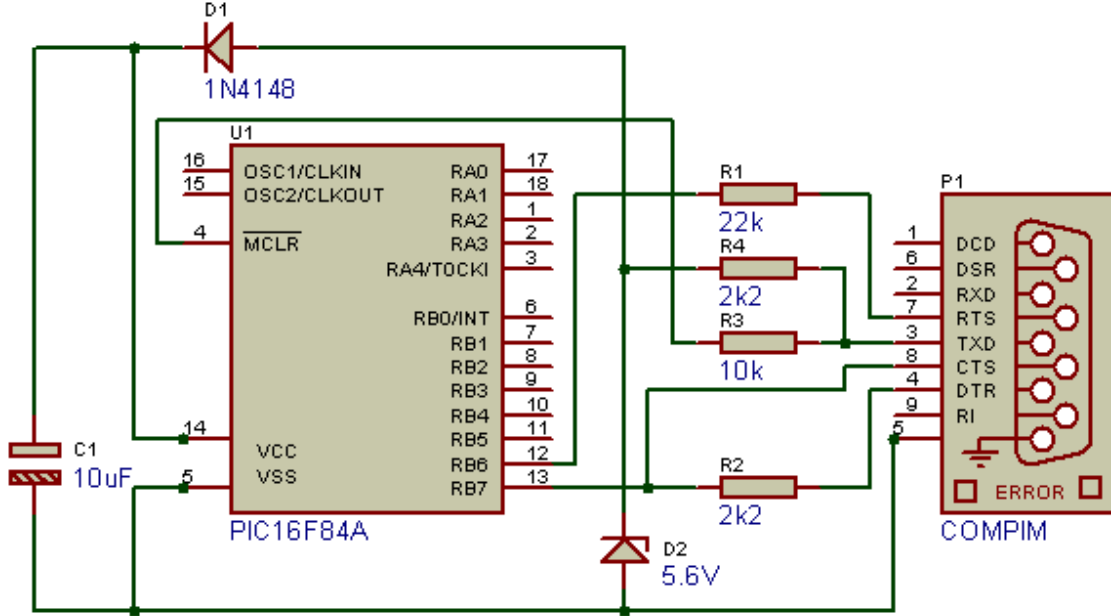
**Şekil 1.4 : PIC 16F84A'nın Bacak Dizilimi**

### Programlayıcı Kart

Mikroişlemcilerin iki durumu vardır. Bunlardan birincisi programlanma, ikincisi çalışma durumudur. Gerekli bağlantılar yapıldığında, herhangi bir anda mikroişlemci

programlanabilir. Mikroişlemcileri programlamak için bilgisayarın seri, paralel veya USB portları kullanılabilir. 16F84A'yı programlamak için 4., 5., 12., 13. ve 14. bacaklar kullanılır. Bunlardan 12. ve 13. bacaklar aynı zamanda giriş ve çıkış için de kullanılabilen bacaklardır.

Piyasada çok çeşitli programlayıcılar mevcuttur. PIC 16F84A'yı programlamak için Şekil 1.5'de şeması verilen devre kullanılabilir. Bu programlayıcı seri porttan çalışmaktadır ve bedava bir program olan PicUp programı ile birlikte kullanılabilir. (Şema da bu programdan alınmıştır.) Bu devre yapılırken PIC'in bacağına doğrudan lehim yapılmamalı, bir dip soket kullanılmalıdır. Programlanan PIC bu soketten çıkarılıp çalışacağı devredeki yani kontrol kartındaki soketine oturtulur.



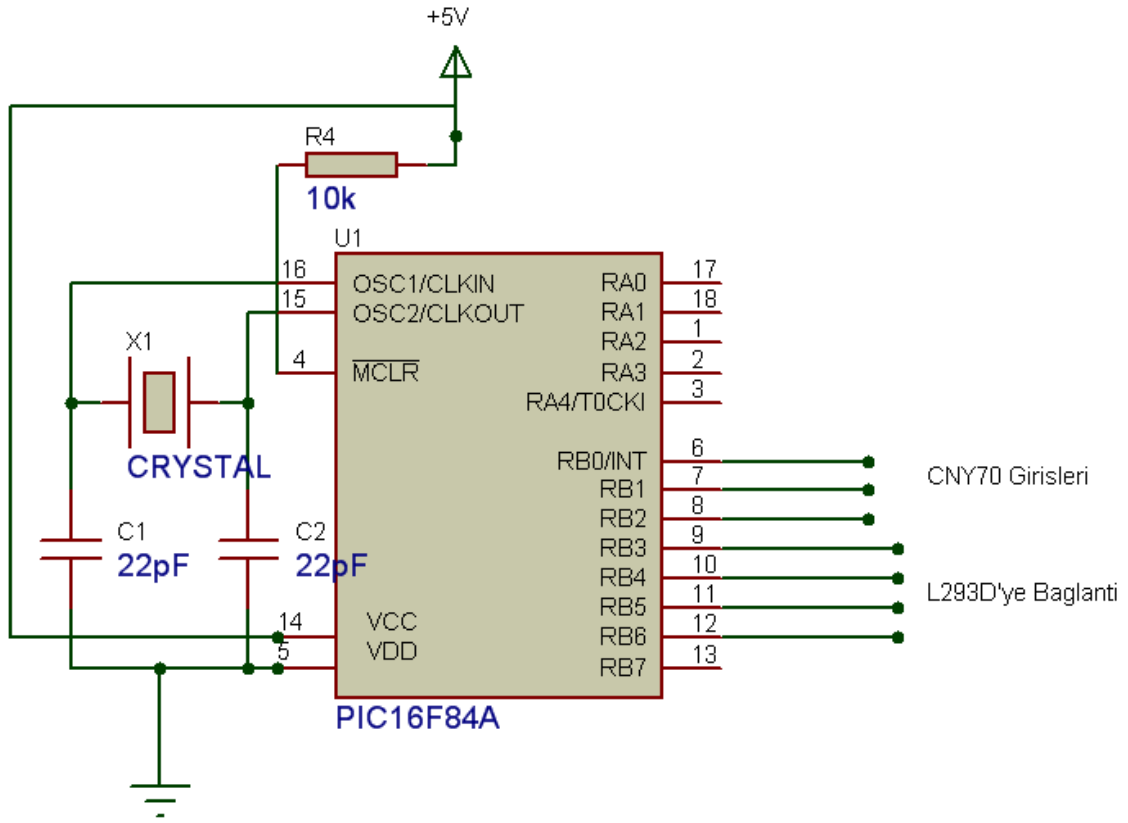
**Şekil 1.5 : Seri Porttan PIC 16F84A Programlayıcı**



**Şekil 1.6 : Yapılmış Bir Programlayıcı**

### Kontrol Kartı

Çizgi izleyen bir robot için gerekli kontrol kartı şekil 1.7'deki gibidir. Yine burada PIC'in bacaklarına doğrudan lehim yapılmaz, 18'lik bir sokete lehim yapılır. PIC'in çalışması için gereken bağlantılar aşağıda verilmiştir.



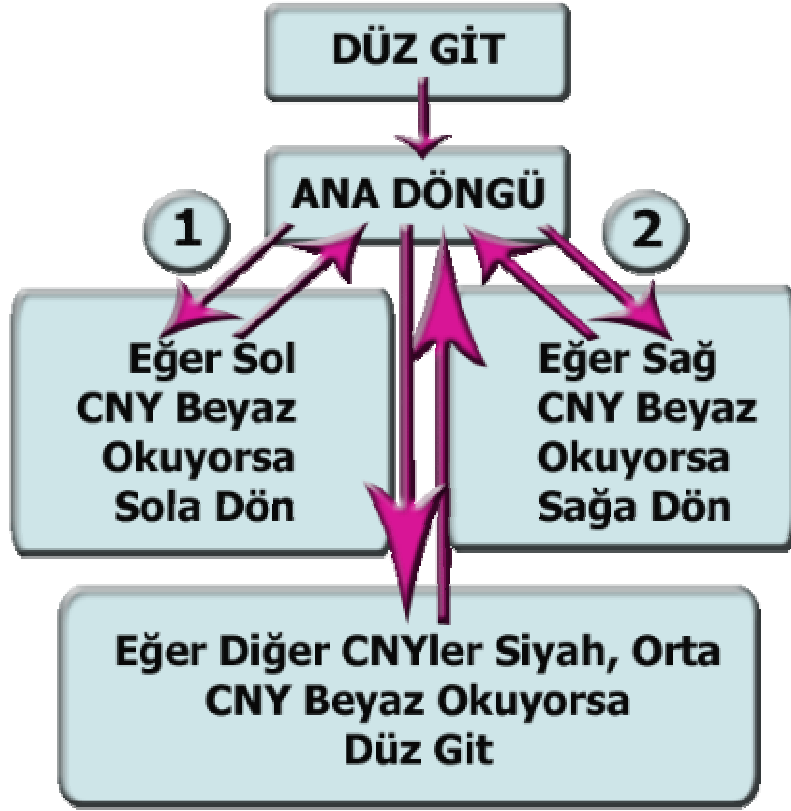
**Şekil 1.7 : Kontrol Kartı**

### **Mikroişlemci Programlama Kısmı :**

Gerekli elektronik bağlantıları yaptıktan sonra program yazma kısmına geçilebilir. Bunun için PIC Basic Pro programlama dili ve derleyicisi kullanılabilir.

### **Çizgi İzleme Algoritması ve Programı**

Çizgi izleme karışık bir iş olarak gözükebilir ancak iki motorunuz ve üç tane CNY70 algılayıcınız olduğu sürece oldukça basittir. Düz bir çizgi üzerinde robotun ön tarafında bulunan CNY'lerden siyah zemin görüyorlarsa 0, beyaz zemin görüyorlarsa 1 bilgisi gelir. Örneğin, CNY'ler 3 – 4 cm aralıklı konulduğunda ve çizgi kalınlığı 2 cm olduğunda düz gitme şartı sağ ve sol CNY'den 0, orta CNY'den 1 bilgisi geldiğinde sağlanmalıdır. Eğer sol taraftaki CNY'den beyaz okunuyorsa robot çizginin sağ tarafında kalmış demektir ve sola dönmelidir. Eğer sağ taraftaki CNY'den beyaz okunuyor ise de robot çizginin sol tarafında kalmış demektir ve sağa dönmelidir. Şekil 1.8'de akış şeması görülebilir. Verilen program değiştirilip geliştirilerek ve daha çok sayıda CNY70 eklenerek daha verimli bir çizgi izleme sağlanabilir.



Şekil 1.8 : Program Akış Şeması

### PIC Basic Dilinde Program

```

;***GIRISLERI TANIMLADIK*****
INPUT PORTB.0 ;SOLDAKI CNY70
INPUT PORTB.1 ;ORTADAKI CNY70
INPUT PORTB.2 ;SAGDAKI CNY70

;***ÇIKISLARI TANIMLADIK*****
OUTPUT PORTB.3 ;SOL MOTOR ILERI
OUTPUT PORTB.4 ;SOL MOTOR GERI
OUTPUT PORTB.5 ;SAG MOTOR ILERI
OUTPUT PORTB.6 ;SAG MOTOR GERI

;***ISLEM KOLAYLIGI ICIN PORT ISIMLERINI SEMBOLLERE DONUSTURDUK*****
SYMBOL SOLCNY =PORTB.0
SYMBOL ORTACNY =PORTB.1
SYMBOL SAGCNY =PORTB.2
SYMBOL SOLILERI=PORTB.3
SYMBOL SOLGERI =PORTB.4
SYMBOL SAGILERI=PORTB.5
SYMBOL SAGGERI =PORTB.6

;***ILK HAREKET*****
BASLANGIC:
GOTO DUZGIT

;***ANA DONGU*****

```

ANA:

```
IF SOLCNY=1 THEN SOLA_DON ;EGER SAĞ DISARI ÇIKTIYSA SOLA DÖN
IF SAGCNY=1 THEN SAGA_DON ;EGER SOL DISARI ÇIKTIYSA SAĞA DÖN
IF ORTACNY=1 THEN DUZGIT ;EGER ORTA BEYAZI GORUYORSA DÜZ GİT
```

```
GOTO ANA
```

```
;***ALT RUTINLER*****
```

SOLA\_DON:

```
HIGH SAGILERI ;YALNIZ SAG MOTORU ÇALISTITIRSA SOLA DONER
LOW SAGGERI
LOW SOLILERI
LOW SOLGERI
```

```
GOTO ANA ;ANA PROGRAM BLOGUNA GERI DONER
```

SAGA\_DON:

```
HIGH SOLILERI ;YALNIZ SOL MOTORU ÇALISTITIRSA SAGA DONER
LOW SOLGERI
LOW SAGILERI
LOW SAGGERI
```

```
GOTO ANA ;ANA PROGRAM BLOGUNA GERI DONER
```

DUZGIT:

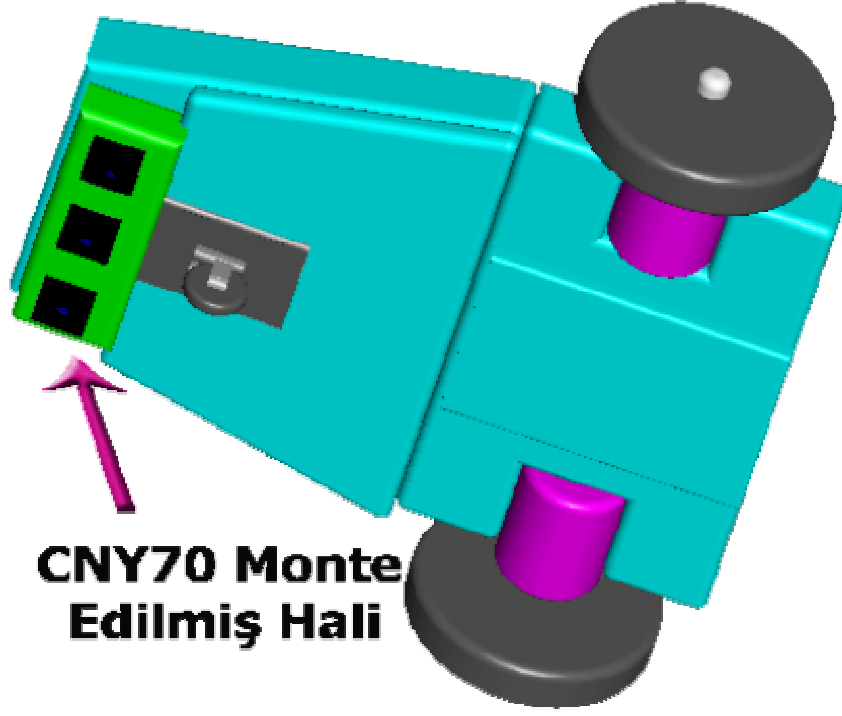
```
HIGH SOLILERI ;HER IKI MOTORU DA ÇALISTITIRSA DUZ DER
HIGH SAGILERI
LOW SOLGERI
LOW SAGGERI
```

```
GOTO ANA ;ANA PROGRAM BLOGUNA GERI DONER
```

```
END
```

Program Micro Code Studio'da yazılıp derlendiğinde bir makine dilinde bir HEX dosyası oluşturulur. PicUp programı seri porttan bu HEX dosyasını gönderir. Programınızı hangi isimle kaydettiyseniz, aynı isimle ve HEX uzantısıyla oluşmuş olan dosyayı PicUp'ta açınız. Sol tarafta Basic dilinde yazdığınız kodun en alt seviye dil olan makine dilinde onaltılık kodlar şeklinde göreceksiniz. Program Chip tuşuna basınca ise, devrenizde bir sorun yoksa PIC'iniz programlanabilecektir. PicUp ile 16F84A programlama hakkında detaylı bilgi için ODTÜ Robot Topluluğu'nun sitesine göz atabilirsiniz.





**Şekil 1.9 : CNY70'leri Monte Edilmiş Bir Robot**

Devrenizde bir sorun olmadığını gördükten sonra elektronik kısımları da robotunuza monte ediniz ve robotunuzun çalışıp çalışmadığını test ediniz. Daha sonra programı dilediğiniz gibi değiştirip daha verimli hale getirebilirsiniz.

## **ODTÜ Robot Topluluğu**

Hazırlayan : Mine Cüneyitoğlu

**Kaynaklar :** ODTÜ Robot Topluluğu Sitesi : [www.robot.metu.edu.tr](http://www.robot.metu.edu.tr),  
PicUp Programı : <http://www.admittansen.studorg.liu.se>  
İndirmek için : <http://robot.metu.edu.tr/dosya/picup.exe>  
Microchip Resmi Sitesi : [www.microchip.com](http://www.microchip.com),  
CNY70 Datasheeti için : <http://www.vishay.com>  
L293D datasheeti için : <http://www.alltronics.com>,  
Micro Code Studio Programı için : <http://www.mecanique.co.uk/code-studio/>