

İki Eksenli Robot Kolun Paralelport Üzerinden Kontrolü

Sabir RÜSTEMLİ¹ Murat YILMAZ¹ Nihat İNANÇ¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Van.

Özet: İnsanlar fiziksel yapılarından dolayı bedensel olarak bütün işleri yapma imkânına sahip olmadıkları için, gücünün yetmediği yerlerde kullanılmak üzere değişik makineler geliştirmişler. İlk önceleri insan yardımıyla çalışan bu makineler; zamanla geliştirilerek ve çeşitli çevre birimlerini de beraberinde kullanılarak insana ihtiyaç duymadan otomatik olarak çalışır hale getirilmiştir. Günümüzde robotlar laboratuvar uygulamalarından uzay çalışmalarına, endüstriden hizmet sektörüne kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Endüstri sektöründe kullanılmak için tasarlanmış, kaynak yapma, cisim tutma, döküm, yükleme, kalite kontrol ve boyama işlemlerini yapan birçok robot bulunmaktadır. Yapılan çalışmada; gün geçtikçe kullanım alanı artan robot kollunun, step motorları kullanılarak paralelport üzerinden kontrolü hakkında genel bilgiler verilmiştir. Robot kolun hareketini sağlayan step motorlar için sürücü devreleri yapılmıştır. Bilgisayarda hazırlanan program yardımıyla iki eksenli robot kolun paralelport üzerinden kontrolü sağlanmıştır.

Ahahtar Kelimeler: Mekatronik, Robot kol, Step motor, Paralelport,

Two Axis Robot Arm Control Over Paralelport

Abstract: Since people cannot perform all tasks physically due to their physical structure, they have devised various robots to be used where people are not strong enough. These machines, once running with the help of man, came to be used automatically, without help of man, being developed and used with various environmental units. Today robots are used in many fields from laboratory practices to space studies, from industry to service sector. In industry there are many robots devised to be used in such works as welding, holding items, casting, loading, quality control, and painting. In this study, general information about the control of robotic arm, which came to be used increasingly, over parallelport using stepper motors. Driver cycles have been devised for stepper motors which make robotic arm move. With the help of programs prepared on computers the control of robotic arm over parallelport has been succeeded.

Keywords: Mechatronics, Robotic arm, Stepper motor, Paralelport,

Giriş

Günümüzde robotlar laboratuvar uygulamalarından uzay çalışmalarına, endüstriden hizmet sektörüne kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Endüstri sektöründe kullanılmak için tasarlanmış, kaynak yapma, cisim tutma, döküm, yükleme, kalite kontrol ve boyama işlemlerini yapan birçok robot bulunmaktadır. Robotlar genellikle, üretim maliyetini düşürmek ve daha kaliteli üretim yapmak için kullanılmaktadır. Ayrıca insan sağlığının zarar görme riskinin olduğu işlerde ve insan elinin ulaşamayacağı yerlerde de kullanılmaktadır. Robot, çeşitli işleri yerine getirmek üzere, malzeme, parça veya özel aletleri değişken programlanabilir hareketlerle taşımak üzere tasarlanmış, yeniden programlanabilir, çok fonksiyonlu bir alettir. Robot uygulamaları endüstrinin hemen hemen her alanında görülebilir.

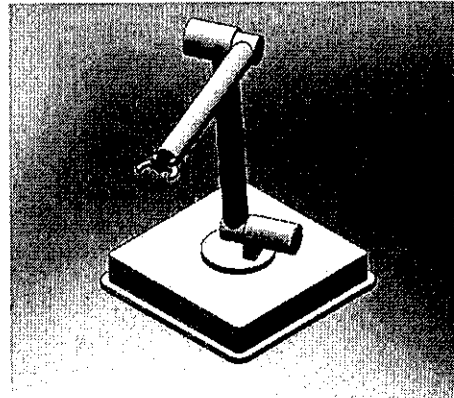
Yeniden programlanabilme yeteneği bir robotun en önemli özelliklerinden biridir. Bundan dolayı belirli bir prosesin gerçekleştirilmesinin ardından bu prosesin çok farklı yeni bir prosesin gerçekleştirilmesi için geçecek hazırlık zamanı ve maliyetler minimuma indirilmiş olur. Bu adaptasyon işlemi, sabit otomasyonda oldukça büyük maliyetler getirebileceği gibi üretimin de önemli ölçüde aksamasına yol açacaktır (Durmuşoğlu ve Köker, 2007).

İlk robot kullanma fikrinin ortaya atılması işsizlik oluşturacağı endişesine neden olmuştur. Ama robotlar kullanılmaya başlandıktan sonra kaygıların yersiz

olduğu anlaşılmıştır. Robot kullanımı ile birlikte birçok iş kolu türemiş ve işsizlik daha çok azalmıştır (Çengelci ve Çimen,2005).

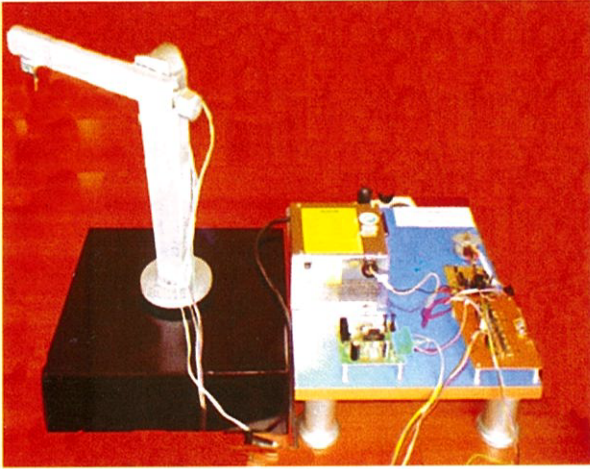
İki Eksenli Robot Kol

Oluşturulan robot kolu iki eklemlili ve iki serbestlik derecesine sahiptir. Robot kol tabanda demirden yapılmış bir dikdörtgen prizma üzerine yerleştirilmiştir. Buradaki amaç tabanın daha ağır olması ve çalışmalarda belli bir sabitlik sağlanmasıdır. Yapılan mekanik kolun genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İki Eksenli robot kolun genel yapısı

Şekil 1'deki düzenekte iki adet step motor kullanılmıştır. Birinci eklemden unipolar tipinde 6V gerilimle çalışan sargı dirençleri 5.6 Ohm olan 1.8° adım açısına ve Hybrid tip özelliklerine sahip step motor vardır. Bu motorun mili yukarı doğru dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Milin ucuna, bağlı bulunacağı kolu eklemek için daire şeklinde kesilmiş bir düzlem yerleştirilmiştir. Düzlemin yapımında ahşap malzemenin seçilmesindeki amaç hafif olması ve motor miline montede kolaylık sağlamasıdır. Bu düzlemin üzerine diğer step motoru barındıran ikinci eksen kolu yerleştirilmiştir. İkinci eksen kolunun hareket etmesi için kullanılan step motor Unipolar tipinde 24 Volt gerilimle çalışan sargı dirençleri 70 ohm olan 1,8° adım açısına ve Hybrid tip özelliklerine sahiptir. Bu motor mili yatay olarak yerleştirilmiştir. İkinci kolun yapımında da hafif olması nedeniyle ahşap malzeme kullanılmıştır. Robot kol ucuna bir tutucu tasarlanmıştı, ancak ilimizdeki torna ve sanayi sektöründe uygun üretim yapılamadığından uç eleman olarak matkap düşünülmüştür. Matkap için bipolar tipinde 12 V gerilimle çalışan sargı dirençleri 50 Ohm olan 1,8° adım açısına ve Hybrid tip özelliklerine sahip olan step motor kullanılmıştır. Tasarlanan iki eksenli robot kol ve kontrol paneli Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İki eksenli bir robot kol ve kontrol paneli

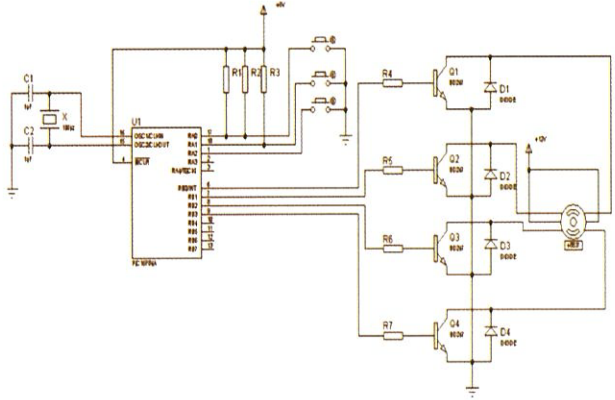
Şekil 2'deki robot kolun hareket mekanizmasında kullanılan step motorun kontrolünde PIC ile kontrol ve PC ile paralelport üzerinden kontrol olmak için kontrol yöntemi kullanılmıştır. Birinci motor için PIC16F84A microdenetleyicisi kullanılarak bir sürücü devresi tasarlanmış ve bilgisayar ortamında MPLAB ve MPASM programları kullanılarak PIC16F84A için PIC ASSEMBLY dilinde programlar hazırlanmıştır. Hazırlanan her program, ICprog yazılımı ile devresi kullanılarak PIC16F84A içerisine yüklenmiştir. Diğer iki motorun; bilgisayarda Visual Basic programlama dili kullanılarak paralelport üzerinden kontrolü sağlanmıştır. Daha sonra yine PC ile iki motorun ardışık çalışmasını sağlayan bir program hazırlanarak uygulanmıştır.

Step motorlar belirli adımlarla hareket ettikleri için bu adımlar, step motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyarımda, motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı, motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 90°, 45°, 18°, 7,5°, 1,8° veya daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir. Step motorlarının dönüş yönü uygulanan sinyallerin

sırası değiştirilerek saat ibresi yönü (CW) veya saat ibresinin tersi yönünde (CCW) olabilir (Bal, 1994).

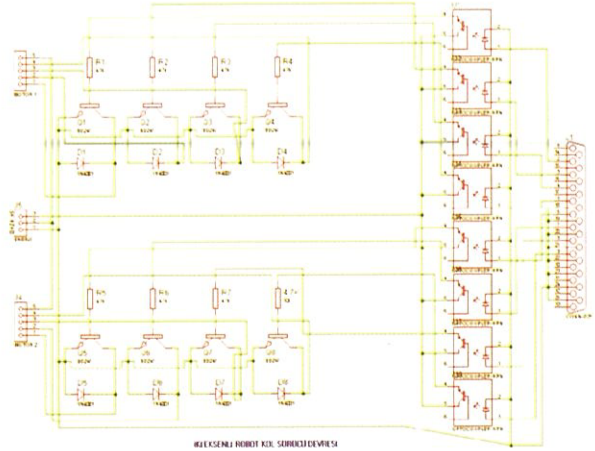
Step Motorların Sürücü Devreleri

Robot kolun kontrolü aslında kullanılan step motorların kontrolü anlamına gelmektedir. Robot kolda kullanılan 3 motor için ayrı ayrı sürücüler hazırlanmıştır. Robot kolun sürülmesi için kurulan düzenekte iki ayrı kontrol denenmiştir. Birinci yöntemde bir joystick ile kontrol kullanılmıştır. İkinci yöntemde ise paralelport üzerinden bilgisayar ile kontrol sağlanmıştır. Her iki yöntemde motorlar için sürücü devreleri oluşturulmuştur. Uç elemanda kullanılan Step motorun sürümü için PIC 16F84 kullanılarak yapılan bir sürücü devresi kullanılmıştır. Söz konusu sürücü devresi şekil 3.'te verilmiştir.



Şekil 3. PIC16F84A ile yapılan step motor sürücü devresi

Robot kolun paralelport üzerinden kontrolünü sağlamak için her iki motor için ayrı ayrı transistör gruplarından oluşan bir sürücü devresi tasarlanmıştır. Robot kolun paralelport üzerinden kontrolü için tasarlanan sürücü devresi şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Paralelport üzerinden robot kolun kontrolü için tasarlanan sürücü devresi

PIC assembly dili ile program yazmak için microchip firmasının ücretsiz olarak dağıttığı MPLAB programı kullanılmaktadır. MPLAB programı içerisinde, yazılan PIC programının derlenmesi için gerekli olan MPASM programı da birlikte gelmektedir. Ayrıca bir text editöründe de program yazılabilmektedir. Not defteri text editörü ile PIC assembly kodlarının yazılması şekil 5'te verilmiştir.


```

Stepmotor2 - Not Deferi
Dosya Duzen Bgcm Gorunum Yarde

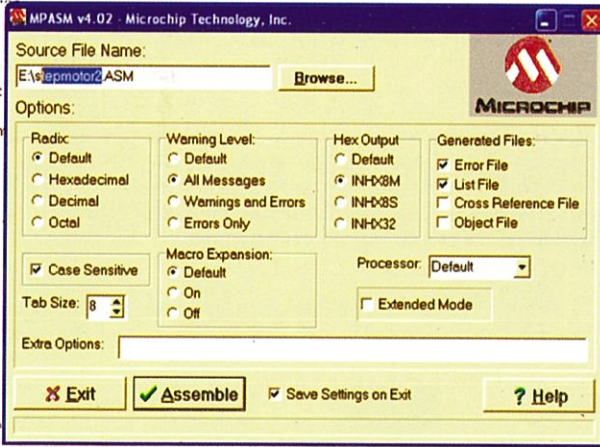
LIST P=16F84
#include "16F84.INC"
__CONFIG _WDT_OFF & _XT_OSC & _PWRTE_ON & _CP_OFF
LSB EQU H'20'
MSB EQU H'01'
-----
ORG 0x00
GOTO BASLA
BEKLE
MOVLW .45
MOVWF LSB
DON1
MOVLW .95
MOVWF MSB
DON2
DECFSZ MSB,F
GOTO DON2
DECFSZ LSB,F
GOTO DON1
RETURN
-----
BASLA
CLRF MSB
CLRF LSB
BSF STATUS,5
MOVLW B'11111111'
MOVWF TRISA
CLRF TRISB
BCF STATUS,5
CLRF PORTB
-----
TEST
BTFS PORTA,0
GOTO SAG
BTFS PORTA,1
GOTO SOL
GOTO TEST
SOL

```

Şekil 5. Not Deferi Text editörü ile PIC assembly kodlarının yazılması

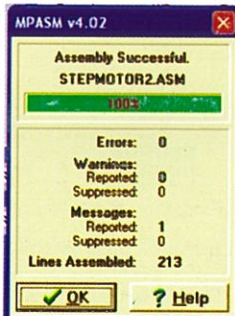
Assembly dilinde yazılan kodlar ASM uzantılı dosya olarak kaydedilir. Bu dosya daha sonra MPASM programı ile derlenir.

Derleyici; PIC için yazılan ASM uzantılı programların PIC içerisine yazılabilecek formata dönüştüren programdır. Microchip firmasının MPASM adını verdiği program bu işi yapmaktadır. MPASM programı, ASM uzantılı PIC programını PIC' in anlayabileceği HEX uzantılı programa çevirmektedir. MPASM programı açılınca karşımıza şekil 6'daki ekran gelecektir.



Şekil 6. MPASM derleyicisinin görünümü

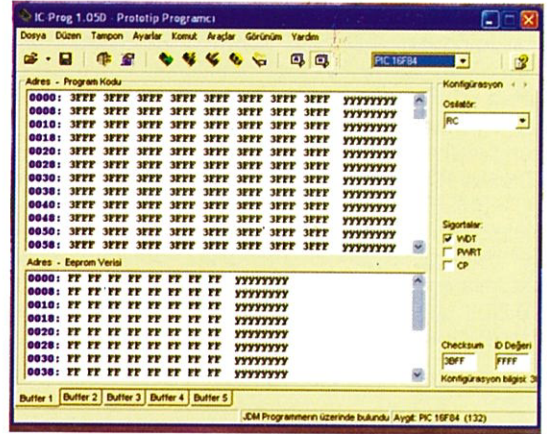
Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra, "Browse" tuşundan daha önceden hazırlanan dosyayı seçip, "Assemble" tuşuna basmak yeterli olmaktadır. Bu işlem şekil 7'deki pencerenin açılmasını sağlar.



Şekil 7. MPASM programının derleme işlemini tamamlaması

Açılan penceredeki "Assembly Successful" mesajı işlemin başarıyla tamamlandığını belirtir ve %100 yazan bölge yeşil renkli görünür. Aksi durumda kırmızı rengi alacak ve pencerede "Errors Found" hata mesajı görünecektir. Bu durumda programdaki hatalar (bugs) incelenmelidir.

Not Deferi Text editörü ile hazırlanarak derlenen STEPMOTOR2.HEX programın bilgisayar ortamından PIC içine aktarılması için donanımlar ve yazılımlar bulunmaktadır. Yapılan çalışmada PIC programlanması için Mazhar Zorlu Endüstri Meslek Lisesinin hazırladığı PIC programlama devresi kullanılmıştır. Yazılım olarak da internetten ücretsiz edinilen IC-Prog programı kullanılmıştır. IC-Prog programının genel görünümü Şekil 8'de verilmiştir.



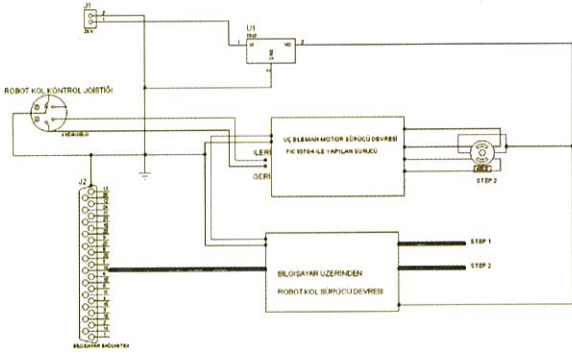
Şekil 8. IC-Prog Programının görünümü

Bu program Windows 98 versiyonunda sorunsuz çalışmakla birlikte Windows XP versiyonunda sistem dosyasına IC-prog.sys dosyasının atılması gerekmektedir. Programın dilinin Türkçe olması için araçlar menüsünden lencege kısmından Türkçe seçeneği seçilmelidir.

Programlayıcının kullanılması esnasında bilgisayar, PIC ve devrenin sağlığı açısından bazı noktalara dikkat etmek gerekmektedir. Bu noktalar şöyle özetlenebilir: (Turgutlu,2002).

- PIC'in devreye doğru takıldığından emin olmak,
- Kırmızı LED yanarken PIC'i söküp takmaya çalışmamak,
- Programlayıcı devrede gerilim varken ve PC açıkken port bağlantısını takip çıkarmamak,
- PIC bacaklarını ve devre elemanlarını kısa devre etmemek

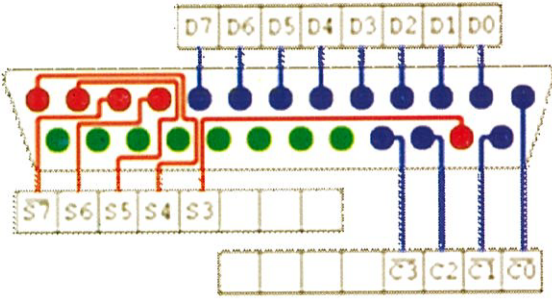
Tasarlanan robot kolun iki kontrol şeklinin gösterilmesi düşünülerek şekil 9'da şeması verilen kontrol paneli tasarlanmıştır.



Şekil 9. Tasarlanan robot kolun kontrol paneli

Paralelport

Paralelportlar bilindiği üzere bilgisayara çevre birimleri bağlamak ve bu çevre birimleri ile veri iletişimini sağlamak için tasarlanmıştır. Paralelport bilgisayarın en kolay programlanabilir portudur. Paralelport yapı itibarıyla 25 tane iletişim pin'i (bacak) içerir. İki sıra halinde dizilen pinler, üstte 13 tane altta 12 tanedir. Bu pinler üzerinde DATA, STATUS ve KONTROL adında 3 tane port vardır. Bu pinlerden her hangi bir tanesinin "1" yani YÜKSEK olması durumu, o pinden okunacak gerilimin +5 Volt olması anlamına gelir. "0" olması ise DÜŞÜK durumunu yani 0 Volt olması anlamına gelir. Paralelportun uçları şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Paralelport uçları

Paralelport üzerinde DATA portuna ait 8 adet (D0-D7) pin vardır. Bu port paralelportunuzun taban adresini kullanır. 8 tane DATA pini olduğundan 8 Bitlik veri çıkışı almak mümkündür. Yani bu 8 tane pinin "1" ya da "0" değerlerini alması ile veri akışı sağlanmış oluyor. DATA portu normalde veri çıkışı için kullanılmaktadır. Fakat bazı özel ayarlar yaparak veri girişi yapmakta mümkün olabilir. DATA portuna hiçbir veri göndermediğimiz zaman ki değeri "00000000" dir. DATA portuna 25 değerini örnek olarak gönderecek olursak, bu durumda ikilik sayı sisteminde 25 değerinin karşılığı "00011001" olacaktır. Bu durumda D4, D3 ve D0 pinlerine karşılık gelen lojik değerler "1" olduğundan o pinler +5 Volt olacaktır. DATA pinine gönderilen bazı değerler ile hangi pinlerin "1" olacağı Çizelge 1'De verilmiştir.

Çizelge.1 Paralelport data pinleri örnek verileri gösterme çizelgesi

VERİ	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0	0	0	0
25	0	0	0	1	1	0	0	1
70	0	1	0	0	0	1	1	0

DATA pinine istediğimiz değerleri Visual Basic ya da QBASIC altındaki OUT komutunu kullanarak göndermemiz mümkündür. Komutun kullanım şekli aşağıdaki gibidir.

"OUT Adres, Veri"

Adres değişkeni DATA portumuzun adresidir. Örneğin (&h0378). Veri değişkeni ise gönderilmesi gereken verinin 10 tabanına göre sayısal değerini içermelidir. Örneğin tüm DATA pinlerini +5 Volt yapmak için porta "11111111" değerine karşılık gelen 128 değerini göndermek yeterli olacaktır. Bu komutu Visual Basic altında kullanabilmek için inpout32.dll dosyasının proje ile aynı klasörde bulunması gerekmektedir. Paralelportun 2 numaralı bacağına yani DATA portunun 0. pininin lojik değerini "1" yapmak için kullanılması gereken OUT komutu aşağıdaki parametreleri içermelidir.

"OUT &h378,1"

STATUS portu sayesinde, 15 - 13 - 12 - 11- 10 numaralı pinlerden, 5 bit sayısal giriş yapılabilir. STATUS portu paralelportun taban adresinin +1 fazlasında bulunmaktadır. Veri paralelportun S7, S6, S5, S4, S3 pinlerinden yapılacaktır. Bu pinlerden herhangi bir müdahale bulunmadan okunacak lojik değer "1" olacaktır. Yani bu pinlere karşılık gelen lojik değerler "1" olduğundan o pinler +5 Volt olacaktır. Bu pinlere bağlanacak butonlar ile pinleri topraklayarak lojik değerlerini "0" yaparak bir nevi veri girişi gerçekleştirmek mümkündür. Fakat bu pinlerden S7, donanım tarafından terslenmiştir. Bunun anlamı o pinin toprağa çektiğimiz zamanki değerinin "1" olacağıdır. STATUS portundaki veriyi okumak için Visual Basic ve QBASIC 'teki INP komutunun kullanım şekli aşağıdaki gibidir.

"inp(taban_adres+1)"

KONTROL portunu hem giriş hem de çıkış için kullanmak mümkündür. Paralelport üzerinde KONTROL portuna ait 4 tane pin vardır. Bu pinlerden C0,C1,C3 pinleri terslenmiştir. Yani terslenmiş olan bu pinlere veri gönderilmediği zaman durumu "1" dir. Bu pinlerden bir tanesine veri gönderildiğinde o pinin değeri "0" olacaktır. DATA ve STATUS pinlerinin yetmediği zamanda KONTROL portları ile çıkış yada giriş almak mümkündür. Programlama şekli STATUS ve DATA portları ile aynıdır.

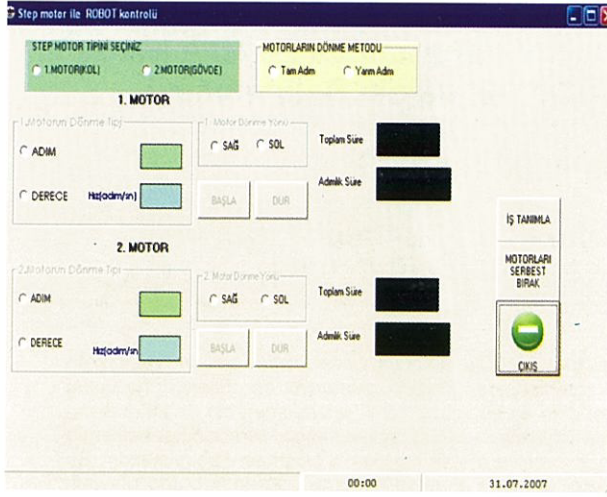
Yazılım

Yapılan robot kolun bilgisayardan kontrolü için Visual Basic dilinde oluşturulan programın akış diyagramı şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Programın akış diyagramı

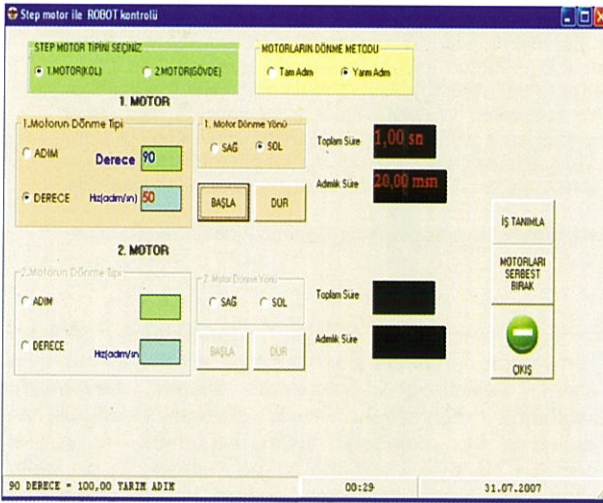
Hazırlanan program iki ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım; motorların bağımsız ve tüm hareketlerinde kullanıcı onayı ile hareketlerin başladığı kısımdır. İkinci kısım ise iş tanımlama olarak belirtilen kısımdır. Programın genel görünüşü şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Programın genel görünüşü

Programın giriş kısmında robot kolun her iki eksenini ayrı ayrı çalıştırılabilir. 1 step motor kol için 2 step motor ise gövde için hareket sağlamaktadır. Her motor için sürüş yöntemini, hızını, yönünü ve dönüş miktarını belirtmek gerekmektedir. Programda dönüş miktarı derece veya adım olarak verilebilmektedir.

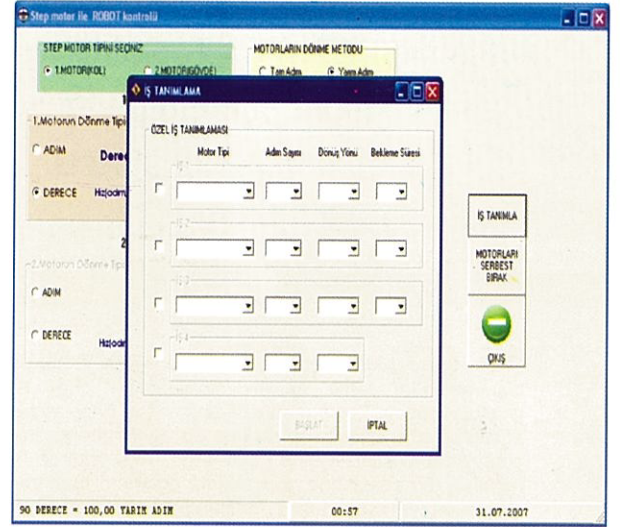
Örneğin 1. motorun yani kolun 90 derece sağa doğru yarım adım metodu ile saniyede 50 adım hızla dönmesini istediğimizde, programda şekil 13'te görüldüğü gibi gerekli seçimler yapılarak başla düğmesine basılır.



Şekil 13. Programın kullanım şekli

1. motorun yanındaki kutucuklarda; verilen komutun toplam tamamlanma süresi ve bir adım için geçen süre gösterilmiştir. Ayrıca program penceresinin alt kısmındaki durum çubuğunun solunda derece olarak verilen hareket miktarının adım karşılığı yazılmaktadır.

Programın iş tanımlama kısmında her iki eksenin ard arda bir iş yapması için hareketlerin programlanması düşünülmüştür. Bunun için programın ana ekranındaki İŞ TANIMLA düğmesine tıkladığında karşımıza şekil 14'te görülen iş tanımlama penceresi çıkar.



Şekil 14. Programda iş tanımlama kısmı

İş tanımlama penceresinde İŞ-1, İŞ-2 olarak tanımlanan sekmelerin önündeki kutucuk işaretlenir ve her iş için motor tipi, dönme miktarı, dönüş yönü ve işler arası bekleme süresi için değerler girilerek başlat düğmesine basılır. Böylece sistem kodlanan işleri ard arda yapar.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada gün geçtikçe kullanım alanı artan robot kolun step motorlar kullanılarak paralelport üzerinden kontrolü hakkında genel bilgiler verilmiştir. İki eksenli robot kolun hareketini sağlayan step motorlar için sürücü devreleri yapılmıştır. Bilgisayarda hazırlanan program yardımıyla iki eksenli robot kolun paralelport üzerinden kontrolü sağlanmıştır. Çalışma bölgesine uygun momentlerde çalışılmaması durumunda adım atlama yani pozisyon hatası yapabilirler. Ancak çalışma bölgesine uygun yüklerde geri beslemeye ihtiyaç olmadan hassas pozisyon kontrolü yapılabilir. Robot kollarında kolun en az 3 eksenli olması daha iyi bir çalışma alanına sahip olmasını sağlayacaktır. Ayrıca elde edilen bilgilerin sanayide uygulama alanlarında kullanılarak çalışmaların gelişmesi ve yaygınlaştırılması planlanmaktadır. Özellikle bilgisayarda yapılan çizimlerin katı modellere aktarılması işleminde yapılan prototipin çok verimli olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Bal, G., 2004. Özel Elektrik Makineleri. Aydın Kitapevi, Ankara,
- Çengelci, B., Çimen, H., 2005. Endüstriyel Robotlar. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2) 69-78
- Durmuşoğlu, S., Köker, M.S., 2007. "Türkiye'de Endüstriyel Robot Kullanımı", http://www.bilimbilmek.com/sayfa/Semra_Durmusoglu_Turkiyede_Endustriyel_Robot_Kullanimi.html
- Turgutlu, H.F., 2002. Pıç Mikrodenetleyicisi Kullanarak Deneysel Bir Endüstriyel Sistemin Kontrol Edilmesi (Yüksek Lisans tezi). Niğde Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.