

PLC ile ROBOT KONTROLÜ

Şeref SAĞIROĞLU

Bilal BABAYİĞİT

İrfan ATABAŞ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi
Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri

e-posta: ss@erciyes.edu.tr

e-posta: bilalb@erciyes.edu.tr

Anahtar sözcükler: Otomasyon ve Kontrol, Mekatronik ve Robot Bilimi, Robot Tasarım, Robot Kontrol, PLC

ABSTRACT

Industrial robots are perceptive machines that can be programmed to perform a variety of tasks such as spraying, pick and place, cutting, drilling, inspection, etc. The performance of a robotic system depends on the selection of most appropriate manipulator configuration for the specific task and the definition of its motions. In this study, an industrial robot is designed and implemented for multi functional usage. According to the suitable end-effector selected, the robot can be used for sewing, metal or wood cut operations in furniture industry, for printing names on boards, for painting works in advertisement industry, for moving a part, material or tool from one place to another called pick and place operation. This study also presents PLC control of three DOF robot which was designed and implemented for the purposes in both education and industry. This study has two sections. The first section is the implementation of robot and the second is its control with PLC. PLC provides robot to move materials in pre-defined trajectories. An electromagnet is used as an end-effector. The results obtained show that the PLC can control the robot successfully.

1. GİRİŞ

Robotların çok pahalı olmaları, ve belirli işler için yardımcı donanma ve yazılıma ihtiyaç duymaları, yüksek teknolojiye bağımlılığı artırmaktadır [1-5]. İnkamları kısıtlı bir ortamda, teknoloji bağımlılığundan kurtulmak için mevcut bilgi birikimlerini ve deneyimlerini değerlendirerek, kendi teknolojinizi geliştirmek bir zorunluluktur. Bu amaçla eğitimde ve endüstride kullanılmak üzere robot el dışında üç serbestlik derecesine (bir döner eksen iki düzlemsel eksen), ve tanımlı çalışma alanında herhangi bir noktaya erişebilecek kadar da esnekliğe sahip olan bir robot tasarlanarak gerçekleştirilmiştir [6]. Gerçekleştirilen endüstriyel robot çok fonksiyonlu kullanımlar için tasarlanmıştır. Uygun olarak seçilen

robot ele göre, mobilya sektöründe dikme, metal veya tahta kesimi, reklam sektöründe isim yazma, boya yapma ve parça taşıma işlemlerinde kullanılabilir. Ayrıca eğitim ve araştırma amaçlı kullanılması tasarlanmıştır. Eğitim amaçlı olarak, robotik, kontrol ve PLC ile ilgili derslerin uygulamalarında, araştırma projelerinde, lisans ve yüksek lisans öğrencilerinin bilgi ve deneyim kazanmalarını sağlamak amacıyla da kullanılabilir.

Endüstriyel otomasyon sistemleri, her geçen gün, artan bir hızla gelişmektedir ve üretim sürecindeki işlevleri artmaktadır. Endüstriyel otomasyon sistemleri kumanda, kontrol ve iletişim gibi işlevlerin birlikte gerçekleştirildiği büyük bir alan kapsamaktadır. Her üç alanda da programlanabilir kontrolörler (PLC) kullanılmaktadır.

PLC'ler kontrol ve kumanda edilecek sistem için gerekli yazılım ve donanım özelliklerini taşımaktadır. Sistem için gerekli işaretlerin gönderilmesi için giriş çıkış birimlerini kullanır. Kullanılan giriş çıkış sayısı PLC tipi ve modeline göre değişmektedir. Ayrıca, kontrol edilecek sisteme göre triyak, transistör veya röle çıkışlı PLC'ler kullanılır [7].

Günümüzde PLC'ler yiyecek-içecek, kimya, petrokimya, otomotiv endüstrisinde, cam işlemlerinde, parça taşımada, motor kontrolünde, robotlarda, makinelerin kontrol edilmesinde ve güç sistemleri v.b. birçok alanda kullanılmaktadır [6-10].

Bu çalışmada PLC ile robot kontrolü yapılmıştır. PLC ile robot kontrolü bütün laboratuvarımızda tasarlayıp gerçekleştirdiğimiz robot üzerinde yapılmıştır. PLC'lerin endüstriyel ortama uygun olması, işletim sistemine sahip olmadığı için kilitlenme probleminin olmaması, ısınma probleminin olmaması, fanı olmadığı için toz tutmaması ve fiyatlarının ucuz olması gibi özelliklerinden dolayı robotun PLC ile kontrolü tercih edilmiştir.

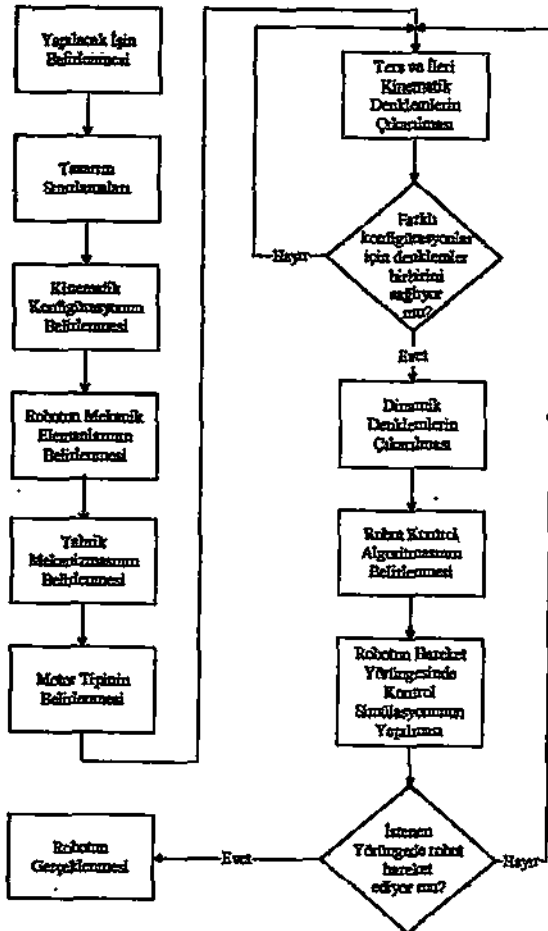
Bu çalışma dört bölüme ayrılmıştır. 2. bölümde gerçekleştirilen robot ile ilgili bilgiler anlatılmış, 3. bölümde PLC'ler ve uygulamaları açıklanmıştır.

4. bölümde PLC ile robot kontrolü verilmiştir. 5. bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar ile ilgili bilgi sunulmuştur.

2. GERÇEKLEŞTİRİLEN ROBOT

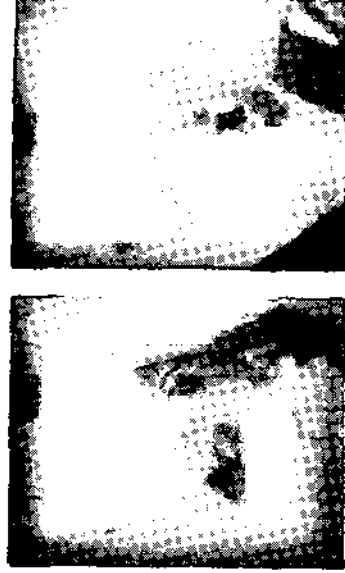
Endüstride çok değişik amaçları gerçekleştiren robotlar kullanılmaktadır [2]. Her birinin uygulama alanı farklı robot konfigürasyonu gerektirmektedir [4]. Uygulamaya göre her biri farklı serbestlik derecesine sahiptir. Tasarlanacak olan robotun istenen görevi yerine getirebilecek serbestlik derecesinde sahip olmasının yanında taşıyacak yükün ağırlığı, işin tekrarlanabilirliği, programlanabilirliği, program hafıza kapasitesi, esnekliği, robotu hareket ettirecek tahrik mekanizması, hızı, çoklu fonksiyonları gerçekleştirebilmesi v.b. gibi birçok parametre robot tasarımında etkili olmaktadır [5]. Robot manipülatörler ve onların tasarlanması ile ilgili olanak çeşitli çalışmalar yapılmıştır [1-5].

Bu çalışmada tasarlanan robot, Şekil-1'de gösterilen akış diyagramındaki hususlara dikkat edilerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil-1. Robot Tasarım Kriterleri Akış Diyagramı

Gerçekleştirilen robot, robot el dışında üç serbestlik derecesine sahiptir. Bağlantı uzunlukları 370mm, 255mm ve 190mm'dir. Robotun toplam uzunluğu 815mm, ve ağırlığı da 13kg'dir. Robot tahriki adım motorları ile sağlanmaktadır. Gerçekleştirilen endüstriyel robot Şekil-2'de görülmektedir.



Şekil-2. Gerçekleştirilen Robotun Genel Görünüşleri

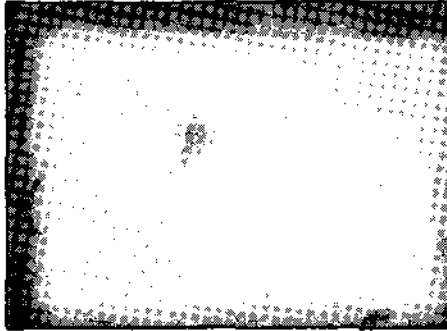
Robot ana gövdesinde ve bağlantılarda polystirene malzeme kullanılmıştır. Robot tasarımında polystirene malzemenin seçilmesinin sebebi ağırlığının hafif, fiyatının ucuz ve istenilen işi yapabilecek kadar dayanıklı olmasıdır. Bunun yanında sağlam olması, kolay imal edilebilir olması, yalıtkan olması gibi özellikleri de göz önünde bulundurularak tercih edilmiştir. Gerçekleştirilen robot ile ilgili bütün detaylar [6] nolu kaynaktan temin edilebilir.

3. PLC'ler ve UYGULAMALARI

PLC'ler desteklenmiş oldukları giriş çıkış (I/O) sayılarına göre sınıflandırılırlar. 128'den küçük ise mikro, 128-512 arasında ise orta, 512'den fazla ise büyük tip PLC olarak isimlendirilirler. Bugün piyasada kullanılan PLC'lerin %77'si mikro PLC'lerdir. Bu yüzde içerisindeki PLC'lerin %81'i makina kontrolde, %67'si süreç kontrolde, %40'ı hareket kontrolünde ve %32'si batch kontrolde kullanılmaktadır [10].

Siemens S7-200 ailesi programlanabilir kontrolörleri, maksimum 64 giriş, 64 çıkış noktası bulunan kontrol devrelerinin gerçekleştirilmesi için geliştirilmiş bir otomasyon aygıtıdır. S7-200 serisinin CPU 210, CPU 212, CPU 214, CPU 215 ve CPU 216 olarak beş ayrı modeli vardır. CPU 212 modelinde ana birim üzerinde 8 giriş (I0.0, I0.1, ..., I0.7) ve 6 çıkış noktası (Q0.0, Q0.1, ..., Q0.5) bulunur. CPU 212 modeli için 512 kelime (1024 byte) program alanı ayrılmıştır [7].

Tasarlanan endüstriyel robotun kontrolünde transistör çıkışlı S7-200 serisi CPU 212 modeli PLC kullanılmıştır. Kullanılan PLC, 24V DC beslemelidir. Robot kontrolünde kullanılan S7-200 modeli PLC [11] Şekil-3'te gösterilmiştir.



Şekil-3. S7-200 CPU 212 Modeli PLC

4. PLC ile ROBOT KONTROLÜ

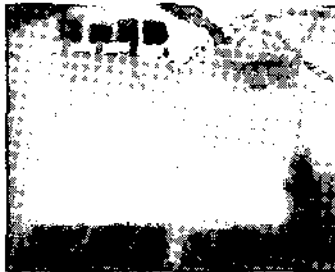
PLC ile robot kontrol blok diyagramı Şekil-4'te verilmiştir. Bilgisayar, yazılan PLC programını PLC'ye yüklemekte (download) kullanılmış, S7-200 CPU 212 PLC ile de sürücü devresine bilgi gönderilmekte ve bu sayede robotun hareket ettirilmesi veya kontrolü gerçekleştirilmiştir.



Şekil-4. PLC ile Robot Kontrol Blok Diyagramı

Gerçekleştirilen PLC programı ile robotun istenen yörengede hareketi ve istenildiğinde el ile (manuel) kontrolü ayrıca gerçekleştirilen başka bir PLC programı ile de robotun parça taşıma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Şekil-5'te robot kontrol için tasarlanmış olan sürücü devresi, Şekil-6'da ise PLC ile sürücü devresi arasındaki bağlantılar gösterilmiştir.

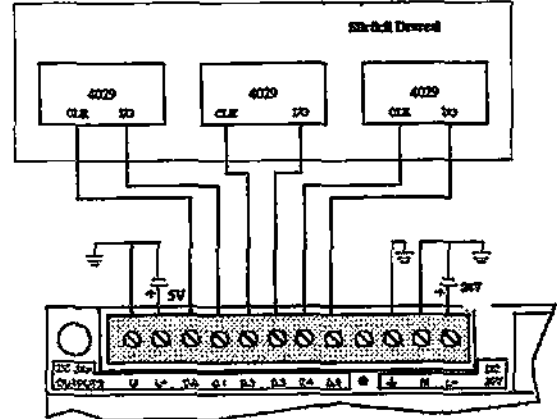


Şekil-5. Robot Sürücü Devresi

Sürücü devresi 5V'ta çalıştığından PLC çıkışları DC 5V ile beslenmektedir. PLC çıkışları ile robota hız ve yön bilgisi gönderilmektedir.

Üç serbestlik dereceli robotu kontrol etmek için her bir eksen için iki tane olmak üzere PLC'nin toplam altı çıkışı kullanılmaktadır. PLC programları, S7-200

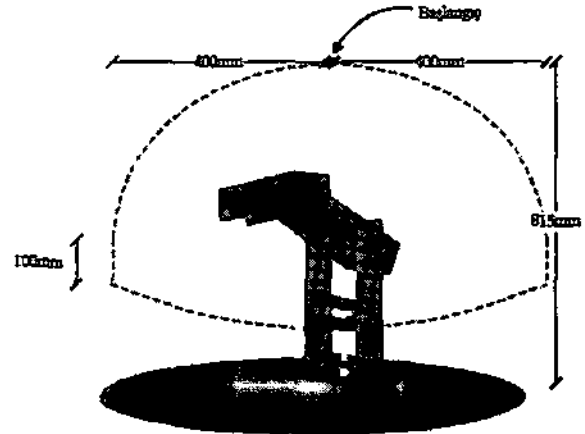
serisi PLC'lerin programlanmasında kullanılan Step 7 - Microwin 16 programında yazılmıştır.



Şekil-6. PLC ile sürücü devresi arasındaki bağlantılar

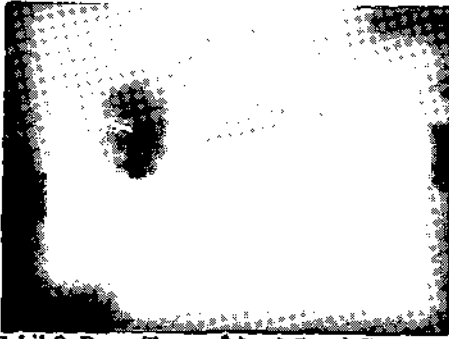
Robot kontrolü için iki ayrı PLC programı yazılmıştır. Bunlardan birincisi ile, istenildiğinde robotun belirlenen yörengede hareketi, istenildiğinde ise el ile (manuel) robot hareketi sağlanabilmektedir. İkincisi ile robot ile parça taşıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Parça taşıma işlemi için robot el olarak elektromagnat kullanılmıştır. Burada parça taşıma işlemi elektromagnat seçiminin dolaylı metal parçaları sınırlanmıştır.

Yazılan birinci PLC programı ile I0.0 girişi yetkilendiğinde robotun Şekil-7'de verilen yörengede hareket etmesi sağlanmakta, I0.7 girişi yetkilenecek hafıza içeriği silinip I0.6 girişi yetkilendiğinde robotun el ile kontrolü sağlanmaktadır. Robotun el ile kontrolünde I0.0-I0.5 girişleri eksenlerin hareketi için kullanılmaktadır.



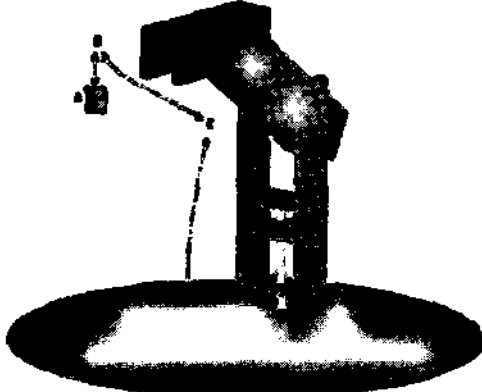
Şekil-7. Birinci PLC Programı için Robotun Hareket Yörengesi

Yazılan ikinci PLC programı ile parça taşıma işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil-8'de gerçekleştirilen parça taşıma işlemi görülmektedir. Bu çalışma için yazılmış olan PLC programları istenildiğinde yazarlardan temin edilebilir.



Şekil-8. Parça Taşıma İşlemi Genel Görünüşü

Şekil-9'da verilen hareket yörüngesinde, endüstriyel robot A noktasından parçayı alarak B noktasına gelip dönerek C noktasına ulaşmakta, D noktasına gelerek parça bırakıp geldiği yörüngede parçayı ilk aldığı noktaya gelip parça alarak işlemine devam etmektedir. A, B, C ve D noktalarının kartezyen (xyz) koordinatlarıdaki konum değerleri sırasıyla 0-42-43, 0-42-45, 42-0-45 ve 20-0-5 şeklindedir. Elektromknatısı PLC'den kontrol edebilmek için, açtıcı motorun ileri geri hareketini sağlayan (Q0.5) PLC çıkışı elektromknatısı için kullanılmıştır.



Şekil-9. Parça Taşıma İşleminin Gerçekleştirildiği Yörünge

5. SONUÇ

Bu çalışmada endüstride ve eğitimde kullanılmak üzere üç serbestlik derecesine sahip robot tasarlanmış ve tasarlanan robotun PLC kullanılarak kontrol edilmesi başarı ile gerçekleştirilmiştir. Belirlenen yörüngelerde robotun parça taşıması ve hareket etmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen bu uygulamayla elde edilen bilgi birikimi ve deneyimin derslerde ve daha sonraki araştırmalarda kullanılacak olması da ayrıca önem taşımaktadır.

İleri aşamalarda, daha çok giriş çıkış sayısına sahip PLC veya ek genişleme modülleri daha yüksek serbestlik derecesine sahip farklı uygulamalar için bu çalışmada kullanılacaktır. Bu sayede seçilebilecek farklı robot el ile de, metal ile sınırlanılan taşıma işlemi farklı cisimleri de kapsayabilecektir. Bunun yanında PLC'nin yapay zeka metodları ile entegrasyonu üzerine çalışılacak ve zeka gerektiren çeşitli robot hareketlerinin kontrolü de PLC ile gerçekleştirilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Frank G., Design and Real-Time Control of A Flexible Arm, MSc. Thesis, Maryland University, Maryland, 1986.
- [2] Ergen, Ö. R., Design, Construction and Implementation of an Industrial Robot, MSc. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, 1995.
- [3] Sagioglu, S., Modelling A Robot Sensor Using Artificial Neural Networks, Ph.D. Thesis, Wales University, Cardiff, 1994.
- [4] Chang, S., Redundant-Drive Backlash-Free Robotic Mechanisms: Mechanism Creation, Analysis, and Control, Ph.D. Thesis, Maryland University, Maryland, 1991.
- [5] Edan Y., Miles G., Systems Engineering of Agricultural Robot Design, IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, Vol. 24, No.8, pp 1259-1265, 1994.
- [6] Babayigit, B., Ar-Ge Robot Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Ağustos 2000.
- [7] Kurtulan S., "Simatic S7-200 ile Endüstriyel Otomasyon" s. 1-9, İTÜ Elek. Elektronik Fak.Ofset Baskı Atölyesi, 1998.
- [8] Bryan L.A and Bryan E.A, Programmable Controllers, Industrial Text Company, Georgia, 1997.
- [9] Michel G., Programmable Logic Controllers and Architecture and Application, John Wiley and Sons, New York, 1990.
- [10] Control Engineering Europe, Fieldbus Special Issue, Cahners Europe, p. 43, July/August 2000.
- [11] Simatic S7-200 Programmable Controller, System Manual, Siemens A.G., Nuernberg, 1998.