

PNÖMATİK ROBOT UYGULAMASI

Ahmet BERKAY¹

Murat ŞEKER²

E. Murat ESİN³

^{1,2,3}Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 41400, Çayırova/Gebze, Kocaeli

¹e-posta: aberkay@bilmuh.gyte.edu.tr

²e-posta: mseker@bilmuh.gyte.edu.tr

³e-posta: emesin@bilmuh.gyte.edu.tr

Anahtar sözcükler: Pnömatik Robot, Kontrolör Alan Ağı, Festo, SPC200

ÖZET

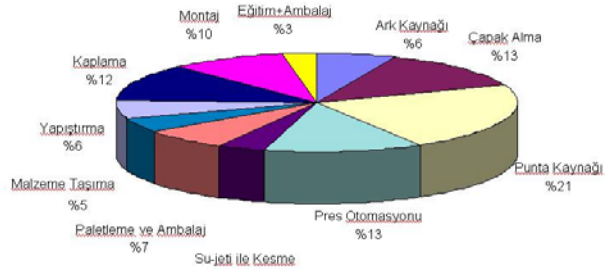
Sunulan bu çalışma içerisinde otomasyon sistemlerinde önemli bir yeri olan pnömatik robotlar ve uygulamalar hakkında bilgi verilecektir. Çalışmanın giriş bölümünde robot kavramı ve endüstriyel uygulamaları üzerinde durulacaktır. İlerleyen bölümlerde ise pnömatik robotlar işlenecek ve Festo tarafından üretilen hassas konumlama kontrolörü SPC200 yardımı ile geliştirilmiş pnömatik tahrikli kartezyen robot uygulaması açıklanacaktır..

1. GİRİŞ

Uluslar Arası Standartlar Enstitüsünün (ISO), TR 8373 numaralı tanımına göre robot: Üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan, otomatik kontrollü, programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareketli (tekerlekli) olan endüstriyel uygulamalarda kullanılan manipülatör'dür. Robotik Endüstrileri Birliği tarafından yapılan endüstriyel robot tanımı ise : Endüstriyel Robot, çeşitli işlerin gerçekleştiril-mesi için malzemelerin, parçaların ve özel aygıtların programlanmış hareketler aracılığıyla taşınması için tasarlanmış, yeniden programlanabilen çok fonksiyonlu bir araçtır.

Endüstriyel Robotlar, bugünün rekabetçi pazar ortamında, üretkenliğin ve üretilen malın kalitesinin etkin bir maliyetle artırılmasında önemli rol oynayan bir faktör olmuştur. Bunun sebebi ise robotların; yüksek güvenilirlik, yüksek verim, düşük işletme maliyeti, geniş uygulama alanı içerisinde kullanılabilir olmasından kaynaklanmaktadır. Robotların kullanım alanlarını temel olarak sanayi ve hizmet alanları olarak ikiye ayrılmaktadır. Sanayide kullanımları ise; otomotiv, mobilya, gıda, optik, kimya, ilaç, makine, seramik, beyaz eşya, döküm, kahverengi eşya, nükleer ve elektrondür. Hizmet sağlamada robotların kullanımı ise; bulaşma riski olan virütik hastalık testleri, bomba imha çalışmaları, uçak dışı temizliği, deniz dibi araştırmaları, maden araştırmaları, LPG tank kontrolü, yüksek bina cephe temizliği, ameliyatlarda cerrahlara destek olma, uzay çalışmaları, elektrik iletim hatları onarımı, fabrika-havaalanı gibi büyük alanların temizliği, otomatik benzin istasyonları ve yapay organlardır.

Dünyada bulunan robot nüfusunun, tüm alanlar dikkate alınırca, yaklaşık olarak 1,200,000 adet olduğu tahmin edilmektedir. Sanayide kullanılan robot nüfusunun 760,000 adet olduğu ve bu nüfusun dağılımının ise; 360,000 adet Japonya, 220,000 adet Avrupa Birliği ülkeleri, 100,000 adet ise Kuzey Amerika'da olduğu hesaplanmaktadır. Dünyada, sanayide kullanılan robotların kullanım alanları ise Şekil 1'de verilmektedir. Türkiye'de ise yaklaşık olarak 400 adet robot uygulaması bulunmaktadır. Bunların %30'u otomotiv sanayinde %15'i ise otomotiv yan sanayinde bulunmaktadır. Türkiye'de kullanılan robotlar genellikle kaynak işleri için kullanılmaktadır.



Şekil-1 Robotların Kullanım Alanları

Robotik manipülatör; çeşitli bağlantı elemanlarının, eklemler ile birbirine bağlanması ile oluşturulan bir zincirdir. Bağlantı elemanları, sıfırıncı bağlantıyı oluşturan tabandan başlayıp numaralandırılır. Eklemler, hareket tipine bağlı olarak, döner veya prizmatik olabilir. Eklemlerin pozisyonu, zincirin son elemanının çalışma hacmi içerisinde belirli bir noktaya konumlandırılarak, zincirin konfigürasyonunu belirler. Robotik manipülatör konusu içerisinde değinilemesi gereken bir diğer kavram ise serbestlik derecesidir. Belirli bir konum, 3 hareket serbestliğini oluşturan 3 koordinat tarafından tanımlanır. Son elemanın belirli bir yönelmesi de üç bağımsız değişken tarafından tanımlanır. Böylece son elemanın konumu ve yönelmesini tanımlayabilmek için 6 bağımsız değişken gerekli olmaktadır. Bunlar bir manipülatörün 6 serbestlik derecesini tarifler Diğer taraftan, bir cismin 3 boyutlu uzayda belirli noktalar arasında yine belirli bir yönelme ile hareket ettirilmesi için de 3 pozisyon ve 3 yönelme değişkeni gereklidir. Robotlar temel olarak eklemlerinin bağlantı

şekillerine göre isimlendirilmektedirler. Tablo 1 robotların mekanik yapılarını göstermektedir.

Tablo-1 Robotların Mekanik Yapıları

Robot	Eksenler		Örnek Resim
	Kinematik yapı	Çalışma uzayı	
Kartezyen			
Silindirik			
Küresel			
SCARA			
Mafsallı			
Paralel			

Robotlar temel olarak iki ana üiteden oluşurlar. Çalışma ünitesi; robotun işlem girişi ve çıkışı yaptığı birimdir. Merkezi işlem ünitesi ise giriş bilgilerinin değerlendirildiği ve çıkışın sağlandığı bölümdür.

2. PNÖMATİK ROBOTLAR

Robotların kontrolü konusu ele alındığı zaman belirlenmesi gereken en önemli husus robot hareketlerini sağlayacak, tahrik sisteminin seçimidir. Şu anda endüstriyel robotlar için 3 farklı tahrik sistemi kullanılmaktadır. Bunlar elektrik, hidrolik, pnömatik tahrik sistemleridir.

Hidrolik tahrik, genellikle büyük robotlar için kullanılır. Hidrolik sistemin avantajları, robota daha fazla hız ve güç kazandırmasıdır. Bu sistemin dezavantajları ise robotun işgal ettiği hacmi büyütmesi, rahatsızlık verici olabilecek yağ kaçaqlarına sebebiyet vermesi ve kontrol zorluklarıdır. Diğer yandan, ekonomi yönünden, elektrik motorlarının maliyetleri büyüklükleri ile orantılı olmasına rağmen, hidrolik tahrik sistemlerinin maliyetleri boyutlarına pek bağlı değildir.

Robot uygulamalarında en sık kullanılan tahrik sistemi ise elektrik motorlarıdır. Bunun sebebi ise

elektrik motorlarının kontrolündeki kolaylık ve hassasiyettir. Fakat bu tahrik sistemini en büyük dezavantajı ağır yükler ve yüksek tork gerektiren uygulamalarda sistem maliyetinin, hacminin ve kontrolünün giderek güçleşmesidir. Elektrikle tahrik sistemlerinde; Step Motorları, Fırçasız DC Servo Motorlar ve Fırçasız AC Servo Motorlar olmak üzere 3 temel kısım bulunmaktadır.

Pnömatik tahrik sistemleri genellikle serbestlik derecesi düşük olan küçük robotlarda tercih edilir. Bu robotlar, hızlı çevrimlere ihtiyaç duyan sistemler için kullanılır. Bu tip tahrik sistemlerinin sağladığı temel avantaj, pnömatik robotların kontrolünün, elektrikli robotların ve hidrolik sistemle tahrik edilen robotların ki ile kıyaslandığı zaman çok daha kolay olmasıdır. Buna ek olarak genellikle her sanayii kuruluşunda hazır olarak bulunan basınçlı hava sistemi sayesinde ekstra bir yatırım maliyetine ihtiyaç duymamasından dolayı kurulum kolaylığı sağlamaktadır.

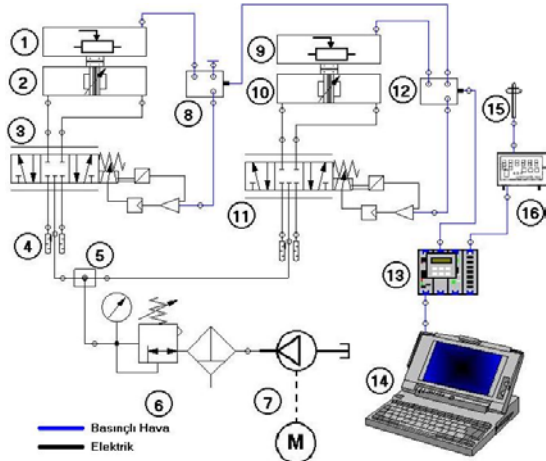
Bu çalışmaya konu olan uygulama ise; sanayinde uygulamasına çok sık karşılaşılan bir montaj uygulamasıdır. Hazırlanan kartezyen robot manipülatör aracılığı ile üretim sırasında kullanılacak olan malzemelerin kesimleri hassas şekilde yapılacaktır.

Yapılan bu uygulamada kullanılan ürünlerin büyük kısmı Festo firmasından karşılanmıştır. Uygulamanın en önemli kısmı olan pnömatik kolların konum kontrolünü de yine Festo tarafından üretilen ve Kontrolör Alan Ağı (KAA) teknolojisine dayanan, hassas konumlama kontrolörü (SPC200) aracılığı ile sağlanmıştır.

3. KARTEZYEN ROBOT

Bu bölüm içerisinde öncelikle kartezyen robotu oluşturan elemanların teknik detayları verilecek ve robotun genel yapısı tanımlanacaktır. Robotun çalışma ünitesi tanımlandıktan sonra merkezi işlem birimi detaylandırılacak ve bu bölüm içerisinde robot kontrolünü sağlayan kullanıcı arayüzü ve bu arayüz tarafından denetlenen kontrol yapısı açıklanacaktır.

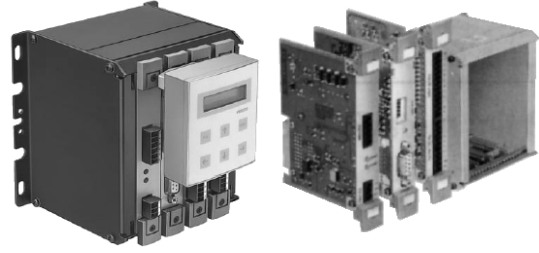
Yazının önceki kısımlarında da belirtildiği gibi tasarlan kartezyen robot pnömatik tahrik sistemine sahiptir. Robot manipülatörü oluşturan parçaların %90'ı Festo firmasından karşılanmıştır. Kurulan sistem için sonrada tasarlanan tek bölüm ise kesme işleminin yapılacağı plazma kaynağının adaptörüdür. Sistemin genel yapısı Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2 Bağlantı Şeması

Şekil-2 içerisinde 1 numara ile gösterilen kısım X ekseninin konumunu elektriksel sinyal haline getirerek SPC200'e taşıyan, 600mm boyundaki analog potansiyometreyi ifade etmektedir. 2 numara ile gösterilen kısım ise kartezyen robotun X eksenini oluşturan, 600mm boyunda çift yönde kontrol edilebilir, pnömomatik tahrikli pistonu açıklamaktadır. X eksenine hareket sağlayan 5/3 yollu, elektrikle kontrol edilen oransal valf Şekil 2'de 3 numara ile gösterilmektedir. Tasarlanan robot içerisinde kullanılan her iki oransal valfin kontrolü sırasında eksoz çıkışlarından atılacak olan havanın, gürültü kirliliğine sebebiyet vermemesi için susturucu kullanılmıştır. Susturucular 4 numara ile gösterilmektedir. 5 numaralı eleman ise sisteme sağlanan havanın her eksen için kullanılabilir olması için sistemdeki hava hattını çoklamaktadır. Kartezyen robotun tahriki için kullanılan basınçlı havanın ayarı ve sistemi besleyen kompresörün ürettiği nemin arıtılma işlemi 6 numaralı eleman aracılığı ile yapılmaktadır. 7 numaralı eleman bir elektrik motoru sayesinde sıkıştırdığı havayı sisteme taşıyan kompresörü göstermektedir. 8 ve 12 numaralı elemanlar oransal valfların kontrol için gerekli olan bilgiyi ve potansiyometrelerin ürettiği konum bilgisini, sistemin veri taşıma şekli olan Kontrolör Alan Ağı (KAA) formatına dönüştüren bağlantı cihazlarını ifade etmektedir. SPC200 modülü 13 numara ile gösterilmiştir. Kartezyen robot kontrolü, 14 numara ile gösterilen PC tarafından yapılmaktadır. 15 numara ile gösterilen kısım, plazma kaynağını parçaya yaklaştıran ve kesim işlemi süresince parça üzerinde tutan, kesim sonrasında ise 10 santimetre havaya kaldıran sistemi ifade etmektedir. Plazma kontrolü ve gerekli olan güç 16 numara ile gösterilen güç kaynağından sağlamaktadır.

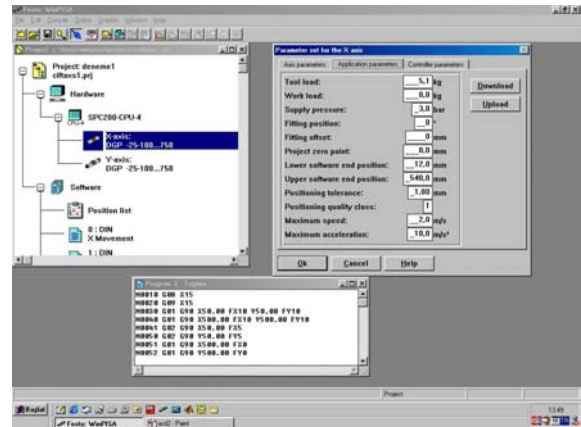
Kartezyen robotun kontrolü Şekil 3'de görülen SPC200 modülü ve bu modülün programlanma-sında kullanılan arayüz olan WinPisa programı tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3 SPC200 Modülü ve Kontrol Kartları

Festo tarafından üretilen SPC200 modülü 4 ayrı karttan oluşmaktadır. Bu birimlerden ilki modüle enerjisini sağlamakta ve PC ile bağlantısını sağlayacak olan RS-232 çıkışı ihtiva etmektedir. Sistem içerisinde oluşan hatalar yine bu kart üzerinde bulunan ledler sayesinde belirtilmektedir. İkinci birim ise 2 eksen kontrolü için ihtiyaç duyulan tüm bağlantıları ve robot kontrolünün elle kumandası için gerekli olan işlemlerin yapılabildiği likit kristal ekranı ihtiva etmektedir. Üçüncü kart ise opsiyonla olarak eklenebilecek 2 yeni eksenin kontrolü için ihtiyaç duyulan bağlantıları içermektedir. Buna ek olarak 16 dijital giriş çıkış birimini bünyesinde barındırmakta olan genel amaçlı kontrol kartı da bu modülün içindedir. SPC200 modülü ile kontrol edilen tüm cihazlar KAA üzerinden bir biri ile bağlanmaktadır.

SPC200 modülü her ne kadar da elle programlanma özelliğine sahip olsa da kullanıcı kolaylığı ve programlama rahatlığı açısından işlemler genellikle Festo tarafından sağlanan WinPisa programı ile yapılmaktadır. WinPisa programı 3 temel işlev sağlamaktadır. SPC200 modülüne bağlanacak olan cihazların ayarları ve testleri WinPisa'nın sağladığı en önemli özelliktir. İkinci görevi ise cihazların kontrolünü sağlayacak olan programların yazılması ve test edilmesidir. Son işlem hazırlanan ve test edilen program ve SPC200 modülüne bağlı olan cihazların ayarları yine WinPisa aracılığı ile modüle aktarılır. Şekil 4'te kartezyen robot için hazırlanmış olan programlar ve SPC200 modülüne bağlı olan cihazların ayarları görülmektedir.



Şekil 4 WinPisa Programı

WinPisa, programlamayı Nümerik Kontrollü (NC) komutlar ile gerçekleştirmektedir. Bu sayede bir çok Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programının ürettiği kodlara da uyumlu hale gelmiştir.

3. SONUÇ

Türkiye de robot teknolojisi ve robotik uygulamalar sanayi ve üniversite çevreleri sayesinde belirli bir ivme ile gelişmektedir. Fakat düşük maliyetli iş gücü sebebi ile maalesef hala daha kullanılmasının gerekli olup olmadığı, özellikle küçük ölçekli sanayi kollarında, tartışılmaktadır.

2002 yılında, United Nations Economic Commission for Europe tarafından hazırlanan Dünya Robot İncelemesi raporuna göre robot nüfusunun 2002-2005 arasında ortalama olarak %7,5 artacağı hesaplanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Berkay, A., Şeker, M., Esin, M., E., “An AGV Application with Controller Area Network”, Proceedings Of The Third International Conference On Mathematical & Computational Application, Selçuk Üniversitesi, Vol 3, Sep 4-6, 2002, pp127.
- [2] Şeker, M., Yıldırım, E., S., Berkay, A., “Use of Error Correction Network in Robot Path Planning”, Proceedings Of The Third International Conference On Mathematical & Computational Application, Selçuk Üniversitesi, Vol 3, Sep 4-6, 2002, pp211.
- [3] United Nations, “*World Robotics 2002*”, Sales and Marketing Section, United Nations, 2002, ISBN No. 92-1-101047-09.
- [4] Wolf H., “CAN System Engineering : From Theory to Practical Applications”, Springer, 1997, ISBN 0-387-94939.
- [5] Breuer, S., “SPC-200 instruction manual”, Festo AG & Co., D-73726, Federal Republic of Germany, 1998, P.BE-SPC-200-GB.
- [6] Asfahl, C., R., “Robots and Manufacturing Automation.” J. Wiley and Sons, 1992..
- [7] Raghavan, N., “Pneumatic control for robotics and industrial automation” Springer, 1999, ISBN 0-345-99839..