



ELEKTRİKLİ SİLİNDİRLER İLE KUVVET VE KONUM KONTROLÜ

Tahsin CÖBEK

ÖZET

Bu bildiride, temel olarak elektrikli silindirin kuvvet, hız ve konum kontrollerini sağlaması ile kullanıcılarına sağladığı avantajlar değerlendirilmiştir. Elektrikli silindir sistemleri, günümüzde hem pnömatik hemde hidrolik silindirler ile yapılan uygulamalara cevap verebilmektedir. Elektrikli silindirler ile kullanılan motor tipine bağlı olarak, uygulanacak olan kuvvet harici bir ekipmana ihtiyaç duyulmadan kontrol edilebilir. Birden fazla pozisyonda hassas konumlama yapılabilir. Hareket esnasında hız ve ivme değerleri değiştirilerek çevrim süresi kontrol edilebilir. Uygulamalara yönelik sağlanan birçok avantaj nedeniyle günümüzde kullanıcılar tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Silindir, Elektromekanik Silindir, Lineer Aktüatör, Kuvvet Kontrolü, Hassas Konumlama, Hız Kontrolü, İvme Kontrolü

ABSTRACT

In this study, the advantages provided to the users were mainly evaluated by providing power, speed and position controls with electric cylinders. Electric cylinder systems are able to respond to today's applications both with pneumatic and hydraulic cylinders. Depending on the type of motor used with electric cylinders, the force to be applied can be controlled without the need for external equipment. Precise positioning can be done in more than one position. It can be used by changing speed and movement value during movement. Many of the benefits provided by the applications are now widely used by the user.

Key words: Electric Cylinder, Electromechanical Cylinder, Linear Actuator, Force Control, Precision Positioning, Speed Control, Acceleration Control

1. GİRİŞ

Elektrikli silindirlerin temel mantığı bir tahrik elemanın dönme (dairese) hareketini, lineer (doğrusal) harekete çevirerek faydalı iş sağlamaktır. Elektrikli silindirlerin modelleri, dönme hareketini sağlayacak olan motor tipine, lineer hareketi sağlayacak olan vidalı mil tipine ve bu iki bileşenin birleştirilmesini sağlayan bağlantı şekillerine göre farklılık göstermektedir.

Elektrikli silindirler uygulama alanları gereği sıklıkla pnömatik silindirler ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma zaman zaman hidrolik silindirlerle de olabilmektedir. Her üç sistemin kendi karakteristiğine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Kullanıcılar uygulamasına yönelik ürün seçimi yaparken bu hususları değerlendirmelidirler.

Elektrikli silindirler; makine imalatı, otomotiv ve otomotiv yan sanayi, gıda, tekstil, ambalaj ve paketleme, sağlık cihazları, test cihazları, robotik ve elektronik uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

2. PNÖMATİK SİLİNDİRLER

Akışkan gücünden yararlanılarak birçok iş elemanın hareketi sağlanmaktadır. Pnömatik silindirler, akışkan olarak havanın gücünü kullanırlar. Pnömatik sistemlerde temel devre elemanlarının doğrusal hareket kısmını oluştururlar.

Pnömatik silindirler günümüzde en yaygın olarak kullanılan silindir tipleridir. Ürün çeşitliliği çok fazladır, ulaşılabilirlik kolaydır. Silindirin başlangıç ve bitiş konumları arasında çalışma durumunda çok iyi sonuç verirler. Çalışma kuvvet aralığı geniştir ve hızlıdır. Temiz sistemlerdir.

Pnömatik silindirler, akışkan olarak havayı kullanmaları nedeniyle bazı dezavantajlara sahiptir. Hava sıkıştırılabilir bir akışkandır. Bu nedenle pnömatik silindirlerin konumlama hassasiyetleri iyi değildir. Hız ve kuvvet kontrolü de sağlıklı yapılamamaktadır. Düşük yatırım maliyetleri olmasına rağmen yüksek işletme giderlerine sahiptirler. [1]



Şekil 1. Pnömatik silindir [2]

3. HİDROLİK SİLİNDİRLER

Akışkan gücünden yararlanan bir başka sistemde hidrolik sistemlerdir. Hidrolik silindirler, akışkan olarak sıvının gücünü kullanırlar. Hidrolik sistemlerde temel devre elemanlarının doğrusal hareket kısmını oluştururlar.

Hidrolik silindirler yüksek güç uygulanması gereken yerlerde tercih edilmektedir. Akışkan sıvı olarak genellikle yağ kullanılır. Bu sistemlerde sıvı akışkan sıkıştırılmaz olduğu için hidrolik silindirlerin konumlama hassasiyetleri pnömatik silindirlere göre daha iyidir. Hız kontrol ve kuvvet kontrol kabiliyetleri de pnömatik silindirlere oranla daha iyidir. Hidrolik sistemler karmaşık yapıdadır, kirli sistemlerdir. Projelendirmesi iyi mühendislik gerektirir. [3]



Şekil 2. Hidrolik silindir [4]

4. ELEKTRİKLİ SİLİNDİRLER

Elektrikli silindirler diğer sistemlerden ayrılarak mekanik yapıya sahiptirler. Bir gövde içeresine yerleştirilmiş vidalı mil ile hareket sağlanır. Vidalı mil motordan aldığı dairesel hareketi doğrusal harekete çevirerek güç aktarımına olanak sağlar.

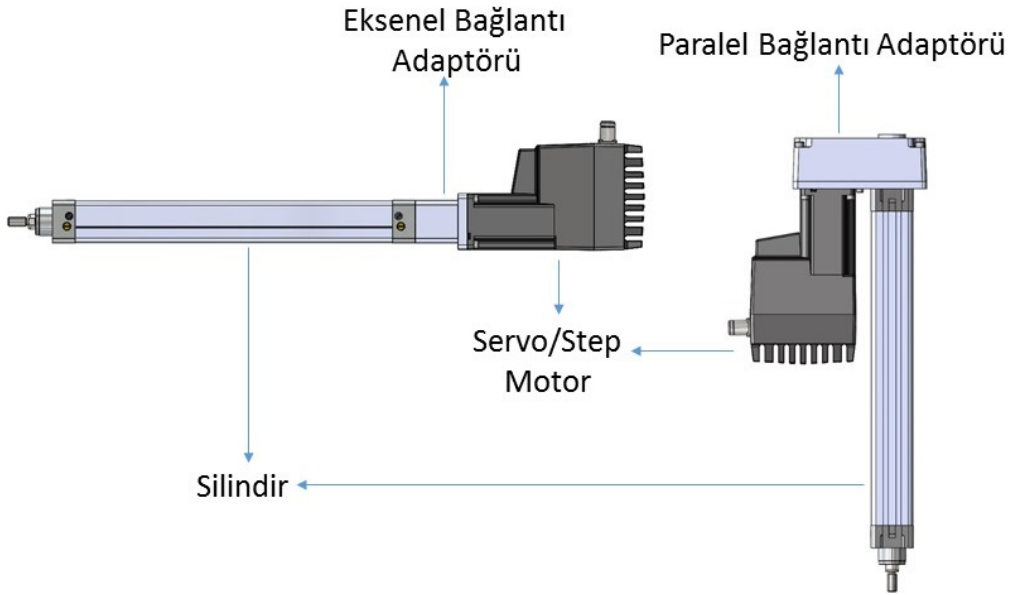
Elektrikli silindirlerde kullanılan mekanik ürünler ve motorun tipine bağlı olarak yüksek konumla hassasiyetleri, hız kontrolü ve kuvvet kontrolü sağlanır.



Şekil 3. Elektrikli silindir [5]

4.1. Elektrikli Silindir Yapısı

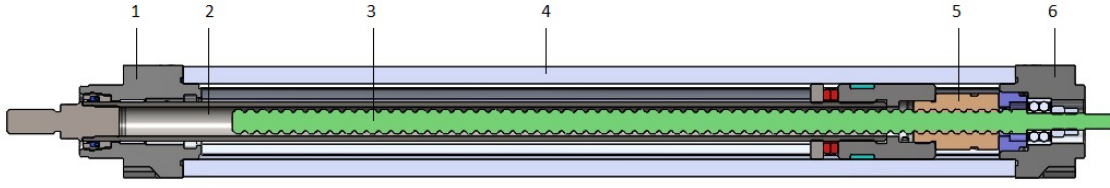
Elektrikli silindir yapısı temel olarak 3 ana elemandan oluşmaktadır. Silindir kısmı ayrıca değerlendirilebileceği gibi genellikle motor entegre şekilde karşılaşılmaktadır.



Şekil 4. Elektrikli silindir temel elemanları [5]

4.1.1. Silindir

Silindir motordan aldığı dairesel hareketi doğrusal harekete çevirerek iş yapan elemandır. Silindirin mekanik yapısı Şekil 4'te gösterilmiştir. Kullanılan mekanik ürünlere bağlı olarak silindirin maksimum yük kapasitesi, konumlama hassasiyeti, maksimum hızı, maksimum strok uzunluğu değişkenlik göstermektedir.

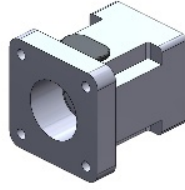


Şekil 5. Elektrikli silindir kesit görünümü [5]

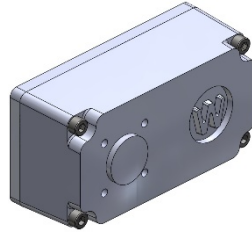
- 1- Ön Kapak
- 2- Piston Mili
- 3- Vidalı Mil
- 4- Piston Gövdesi
- 5- Vidalı Mil Somunu
- 6- Arka Kapak

4.1.2. Motor Bağlantı Adaptörü

Motorun hareketinin silindire iletilmesi sağlayan mekanizmadır. Silindir ve motor arasına bağlanır. Uygulamaya yönelik motorun silindire eksenel veya paralel montajı mümkündür.



Şekil 6. Eksenel bağlantı adaptörü [5]



Şekil 7. Paralel bağlantı adaptörü [5]

4.1.3. Motor

Motor silindirin ana güç kaynağıdır. Silindire hareketini verir. Elektrikli silindirler; Servo Motor, Step Motor, DC Motor, AC Motor entegresi ile kullanılabilirler.

Servo motor entegre edilmiş bir elektrikli silindirin uygulayacağı kuvvet, harici bir ekipmana ihtiyaç duyulmadan kontrol edilebilir. Yine servo motor ile birlikte kullanılan bir elektrikli silindir ile birden fazla konumda yüksek hassasiyette pozisyonlama yapılabilir. Yapılan pozisyonlama ile ilgili geri bildirim alınabilir. Elektrikli silindirin hız ve ivme değerleri işlem esnasında değiştirilebilir. Tüm bu işlemler bir PLC ile kontrol edilebilir.

Diğer hareket sağlayıcı motor türleri için de bu işlemler harici ekipman (sensör, lineer cetvel vb.) ilaveleri ile mümkündür.

4.2. Elektrikli Silindir Özellikleri

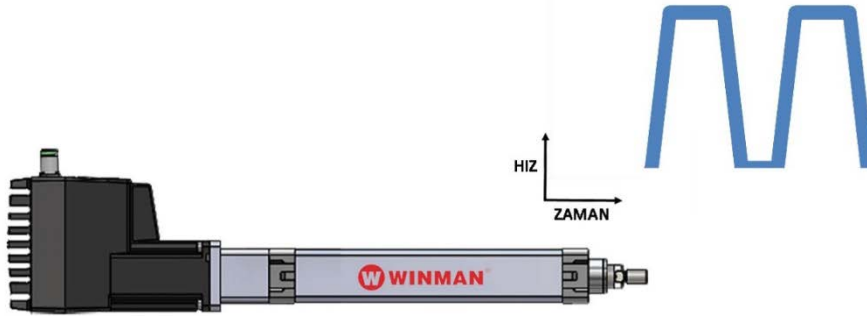
4.2.1. Elektrikli Silindir İle Konum Kontrolü

Elektrikli silindirler ile birden fazla pozisyonda hassas konumlama yapmak mümkündür. Elektrikli silindirin konumlama hassasiyeti, kullanılan vidalı milin ve konum okuyucu elemanın hassasiyetine bağlıdır. Silindir, motorun her bir tur dönüşü için vidalı milin adımı kadar yol alır. Hareket kesildiği anda silindir konumlanmış olur. Vidalı mile verilecek olan hareketin kontrolü ile silindir istenen pozisyonda konumlandırılabilir.

Elektrikli silindirlerde bilyalı vidalı mil kullanılması ile 0,02 mm konumlama hassasiyetlerine ulaşılabilirken trapez mil kullanımı ile bu değer 0,1 mm mertebelerinde kalmaktadır. Konum okuyucu elemanın (enkoder, lineer cetvel vb.) seçimi istenen konumlama hassasiyeti değerlerine uygun olmalıdır.

Servo motor entegre edilmiş bir elektrikli silindir ile harici elemana ihtiyaç duyulmadan konum bilgisi okunabilir. Bu bilgi işlenip değerlendirilebilir. Şekil 8'de elektrikli silindir ile konum kontrolü gösterilmektedir. Silindir ilk pozisyonunda belirli bir süre bekledikten sonra ikinci pozisyonunda konumlanıyor. Pozisyon sayısı iki ile sınırlı değildir, arttırılabilir.

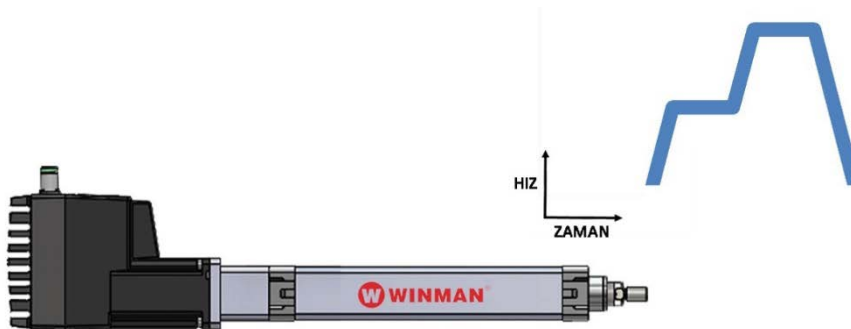
Elektrikli silindirlerin üzerinde dahili konum okuyucu eleman bulunmayan motorlar ile kullanılması durumunda konum kontrolü yapabilmek için harici ekipmanlara ihtiyaç duyulur. Harici ekipmandan alınan konum bilgisi ile silindirin hareketi kontrol edilerek konumlandırma yapılabilir.



Şekil 8. Elektrikli silindir ile konum kontrolü [5]

4.2.2. Elektrikli Silindir İle Hız Kontrolü

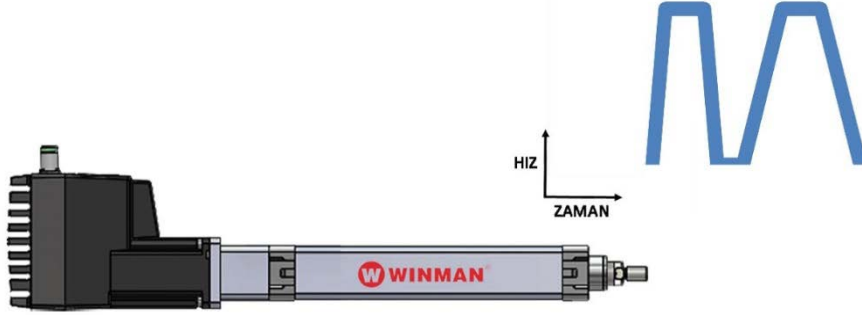
Elektrikli silindirin hızı kullanılan vidalı milin adımına ve motorun devrine bağlıdır. Hız, vidalı milin devir sayısı değiştirilerek kontrol edilebilir. Hareket esnasında motorun devri değiştirilerek hız değiştirilebilir. Uygulamaya bağlı olarak hızlanmalar ayarlanarak zaman kayıpları ortadan kaldırılabilir. Şekil 9'da elektrikli silindir ile hız kontrolü gösterilmektedir. Silindir ilk pozisyonuna ulaşmak için daha düşük hızda ilerlerken belirli süre sonra ikinci pozisyonuna ulaşmak için daha yüksek hızda hareket ediyor.



Şekil 9. Elektrikli silindir ile hız kontrolü [5]

4.2.3. Elektrikli Silindir İle İvme Kontrolü

Elektrikli silindire entegre edilmiş motorun hızlanma ve yavaşlama değerleri değiştirilerek silindirin ivme kontrolü yapılabilir. Bu sayede silindirin ağır yükler altında riskli kalkış ve duruşlar yapması engellenir. Hızlı çevrim süreleri gerektiren uygulamalarda da hızlı kalkış ve duruşların ayarlanması ile istenen çevrim sürelerine ulaşılabilir. Şekil 10'da elektrikli silindir ile ivme kontrolü gösterilmektedir. Silindir belirli bir hıza farklı ivme değerleri ile ulaşılıyor.



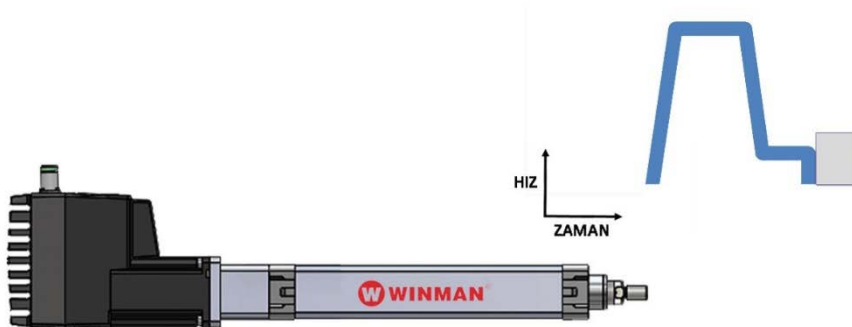
Şekil 10. Elektrikli silindir ile ivme kontrolü [5]

4.2.4. Elektrikli Silindir İle Kuvvet Kontrolü

Elektrikli silindirin uygulayacağı kuvvet, kullanılan motor gücü ve silindirin mekanik yapısına bağlıdır. Motor gücü kontrol edilerek silindirin kuvveti kontrol edilebilir. Günümüzde elektrikli silindirler ile 300 kN kuvvetler elde edilmektedir.

Servo motor entegre edilmiş elektrikli silindirde motorun tork modu kullanılarak kuvvet kontrol edilebilir. Silindir belirli bir kuvvet ile sınırlandırılabilir, belirli bir kuvvet altında sabit kalabilir. Kuvvet ve konum bilgileri okunabilir. Bu bilgiler işlenip değerlendirilebilir. Kuvvet bilgisinde istenen hassasiyete bağlı olarak kuvvet sensörü kullanılması gerekebilir. Elektrikli silindirde tork modu bulunmayan motor kullanımında yine kuvvet sensörü kullanılarak bu bilgi elde edilebilir.

Şekil 11 'de elektrikli silindir ile kuvvet kontrolü gösterilmektedir. Silindir ilk pozisyonuna kadar yüksek hızda ilerliyor, ikinci pozisyonuna yavaş hızda geliyor ve parçaya temas belirli bir kuvvete ulaşıncaya kadar sabit kalıyor.



Şekil 11. Elektrikli silindir ile kuvvet kontrolü [5]



5. SONUÇ

Elektrikli silindirler gelişen yüksek teknolojinin ve 4. Sanayi Devriminin meyvelerinden biridir. Yüksek çevrim sayılarına sahip, aynı makinede farklı özellikte ürünlerin üretilmesine olanak sağlayan, işletme giderleri düşük olan akıllı sistemlerin yaygınlaşması elektrikli silindirlere duyulan ihtiyacı arttırmaktadır. Akışkan gücünden yararlanan silindirlere oranla oldukça fazla avantaj sağlamaları nedeniyle zamanla bu ürünlerin yerini büyük ölçüde alacağı öngörülmektedir.

Elektrikli silindirler kullanıcıya sağladığı yararların yanında çevre dostu ürünlerdir. Günümüzde en büyük sorumluluklarımızdan biri olan enerji verimliliği konusunda elektrikli silindirler diğer sistemlere oranla oldukça duyarlıdır. Aynı koşullarda, yükte ve hızda 2000 saatlik bir testin ardından elektrikli silindirin, pnömatik silindire göre enerji tüketimi bakımından 11 kat daha verimli olduğu test edilmiştir. [6]

KAYNAKLAR

- [1] HID-TEK Eğitim Notları “ WDP130 – Temel Pnömatik – Devre Elemanları”, 2008.
- [2] www.hid-tek.com.tr
- [3] HID-TEK Eğitim Notları “ MWDH120 – Temel Seviye Hidrolik – İş Elemanları”, 2008.
- [4] <http://www.mobilehydraulictips.com>
- [5] Hid-Tek, Arge Merkezi, Otomasyon Bölümü Özel Eğitim Notları.
- [6] ORAL, A. M., “Geleceğin Hareket Kaynağı Pnömatik mi, Elektromekanik mi ?”, Endüstri Otomasyon Dergisi, 2008 .

ÖZGEÇMİŞ

Tahsin CÖBEK

1991 Zonguldak doğumludur. Kdz. Ereğli Anadolu Lisesi mezunu olup, Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü 2013 yılında bölüm 3. olarak bitirmiştir. 2015 yılından bu yana Hid-Tek Ltd. Şti. firmasında Otomasyon Bölümü Proje-Pazarlama Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Bekardır.