

# MİL-GÖBEK MONTAJ TERTİBATI PNÖMATİK DEVRE TASARIMI ve SİMÜLASYONU

Mahmut Can ŞENEL<sup>1</sup>, Cengiz Görkem DENGİZ<sup>2</sup>, Erdem KOÇ<sup>3</sup>

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 55210, Samsun  
e-posta: <sup>1</sup>mahmutcan.senel@omu.edu.tr; <sup>2</sup>gorkem.dengiz@omu.edu.tr; <sup>3</sup>erdemkoc@omu.edu.tr

## ÖZET

Günümüzde modern fabrika ve tesisler inşa edilirken, elektrik, su, kanalizasyon gibi tesisatlarının yanı sıra, basınçlı hava tesisatlarının da yapımı kaçınılmaz olmaktadır. Orta ve büyük ölçekli işletmelerin tamamında küçük işletmelerin ise bir kısmında pnömatik sistemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, pnömatik devre elemanlarından faydalanılarak mil-göbek montaj tertibatı tasarlanmıştır. Tasarlanan tertibatın pnömatik devresi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarında oluşturulmuştur. Kurulan devrelerin FluidSIM pnömatik paket programıyla da simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla, pim, perno veya kama gibi çeşitli bağlantı elemanlarının pnömatik prensiple montajının sağlanması amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Pnömatik, pnömatik devre, mil-göbek bağlantısı

## ABSTRACT

Electricity, water, sewage systems along with construction of the compressed air systems are also important during modern factories and plants construction. Pneumatic systems can be used in all of medium and large sized companies and a few of small companies. In this study, shaft-hub assembly system was designed by using pneumatic circuit components. Pneumatic circuit of this system was completed in Mechanical Engineering Laboratory of Ondokuz Mayıs University. Designed circuit was also simulated by FluidSIM pneumatic program. With this study, it was aimed to assemble shaft and hub by using connection elements such as pin and wedge.

**Key words:** Pneumatic, pneumatic circuits, shaft-hub connection

## 1.GİRİŞ

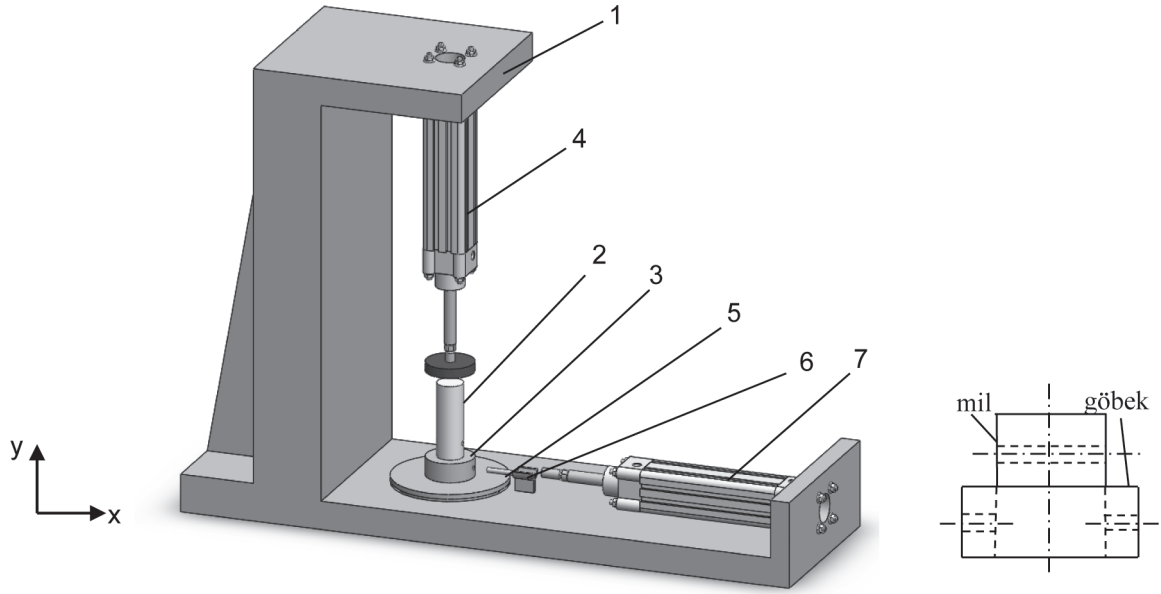
Pnömatik sistemler, ekonomik, temiz, güvenli ve basit yapılı olmaları sebebiyle sıkıştırılmış hava ile güç iletimini cazip hale getirmektedir [1-2]. Pnömatik, çok eskilerden beri bilinmesine rağmen, tam anlamıyla araştırılmasına ancak geçen yüzyılda başlanmıştır. Daha önceleri sadece maden endüstrisinde, demiryollarında (havalı fren) kullanılmaktaydı. Pnömatiğin endüstriye asıl girişi ve yayılması, seri üretimlerde modernleşme ve otomasyona ihtiyaç duyulması ile başladı. Başlangıçta bilgi, teknik eleman yetersizliği nedeni ile pnömatiğin kullanım alanı oldukça az olmasına karşın, bugün çok değişik endüstriyel uygulamalarda tercih edilmektedir [3]. Günümüzde modern fabrika ve tesisler inşa edilirken, elektrik, su, kanalizasyon gibi tesisatların yanı sıra, basınçlı hava tesisatlarının da yapımı kaçınılmaz olmaktadır. Orta ve büyük ölçekli işletmelerin tamamında küçük işletmelerin ise bir kısmında pnömatik sistemler kullanılmaktadır [2-3].

Günümüzde pnömatik sistemler üzerine literatürde birçok çalışma mevcuttur. Güzelbey ve Saybeç (2005), yürüttükleri çalışmada pnömatik kontrol devrelerinin bilgisayar destekli tasarımını gerçekleştirmek amacıyla sözel olarak anlatılan tasarım sürecini önce bir algoritmaya dönüştürmüş, daha sonra da Borland Delphi 7.0 dilinde yazılmış bir program haline getirmişlerdir [4]. Tekiner ve Korkut (2001), yaptıkları çalışmada bilgisayar yardımıyla pnömatik devre tasarımı için kullanılacak etkileşimli bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Kullanıcının belirleyeceği amaca uygun ana esaslar belirlenerek pnömatik devre elemanlarının seçimini ve tasarımını sağlamışlardır [5]. Güngör ve ark. (2011), çalışmalarında yaylı kanepelerde keçeleme işlemini daha hızlı ve kaliteli yapabilmek amacıyla otomatik kontrollü bir keçeleme makinasının pnömatik devresini oluşturup tasarımını gerçekleştirmişlerdir [6]. Topçu ve Yüksel (2007), yürüttükleri çalışmada pnömatik denetim sistemlerinde kullanılan farklı yapılarındaki standart elektropnömatik ve alternatif valflerin gelişimini ve karakteristiklerini incelemişlerdir. Ayrıca hızlı anahtarlama valflerinin ve diğer alternatif valflerin gelecekteki uygulamalarda önemli bir yer tutacağını öngörmüşlerdir [7].

Bu çalışmada ise pnömatik devre elemanlarından faydalanılarak mil-göbek montaj tertibatı tasarlanmıştır. Tasarlanan tertibatın pnömatik devresi oluşturulup devrenin FluidSIM pnömatik paket programıyla da simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayla, mil ve göbeğin çeşitli bağlantı elemanları (pim, perno veya kama) kullanılarak pnömatik prensiple montajı sağlanabilecektir.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, mil-göbek montaj tertibatı tasarlanarak tertibatın pnömatik devresi oluşturulmuştur. Bu tertibatla öncelikle mil ve göbeğin sıkı geçmeyle montajlanması sonra da enine pim bağlantısıyla bağlantının güçlendirilmesi amaçlanmaktadır (Şekil 1). Mil ve göbeğin sıkı geçmeyle montajlanabilmesi için tertibatta y ekseninde hareket edebilen pnömatik bir silindir (4) kullanılırken; x ekseninde hareket edebilen bir diğer pnömatik silindirle (7) de pimin mil-göbek tertibatına montajı sağlanmaktadır. Mil-göbek montaj tertibatı genel olarak; gövde (1) üzerine yerleştirilen mil (2)-göbek (3) bağlantısını sıkı geçmeyle birleştirmek amacıyla y eksenini doğrultusunda hareket eden bir pnömatik silindir (4), pimin (5) yerleştirildiği pim yuvası (6) ve x eksenini doğrultusunda hareket eden ikinci bir pnömatik silindirden (7) oluşmaktadır.



Şekil 1. Mil-göbek montaj tertibatı ve mil-göbek bağlantısı.

Mil-göbek montaj tertibatındaki işlem sırası ise aşağıda kısaca izah edilmiştir (Şekil 1).

- Öncelikle göbek ve mil, mil-göbek yuvasına yerleştirilir.
- Montajı yapılacak pim, pim yuvası üzerine yerleştirilir.
- Hava basıncı, kompresör üzerinden veya bir basınç ayarlayıcısı vasıtasıyla ayarlanır. Hava basıncının 6-10 bar arasında ayarlanması montaj için yeterli bir basınçtır. Basınç ayarlandıktan sonra kompresör çalıştırılarak sisteme basınçlı hava gönderilir.
- Pnömatik silindirin (4)  $-y$  yönünde hareket etmesi sağlanır.
- Diğer pnömatik silindirin (7)  $-x$  yönünde hareket etmesi sağlanır.
- Mil-göbek bağlantısı yapıldıktan sonra önce (7) nolu pnömatik silindir  $+x$  yönünde hareket ettirilerek piston kapalı konuma getirilir.
- Daha sonra (4) nolu pnömatik silindir  $+y$  yönünde hareket ettirilerek piston kapalı konuma getirilir.

Mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresini oluşturmak amacıyla bir takım pnömatik devre elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu elemanlar, toplu halde Tablo 1’de verilmiştir.

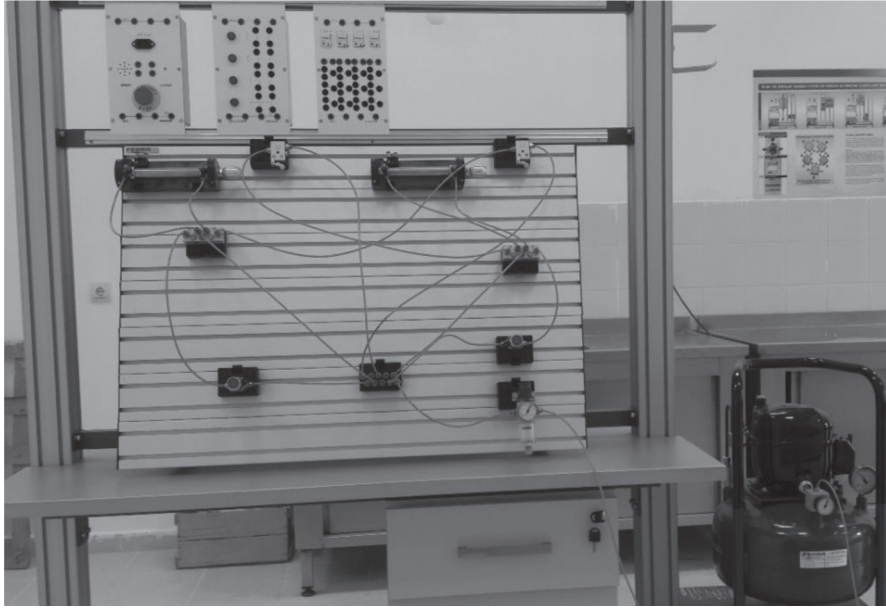
Tablo 1’de bahsedilen pnömatik devre elemanları kullanılarak laboratuvarında oluşturulan mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresi Şekil 2’de verilmiştir. Tasarlanan pnömatik devrenin çalışma prensibi ise bir sonraki bölümde detaylı olarak izah edilmiştir.

#### 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresi laboratuvarında oluşturulup devrenin FluidSIM pnömatik paket programıyla da simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Pnömatik devrede, öncelikle akışkan hava 6

**Tablo 1.** Devre tasarımında kullanılacak pnömatik devre elemanları.

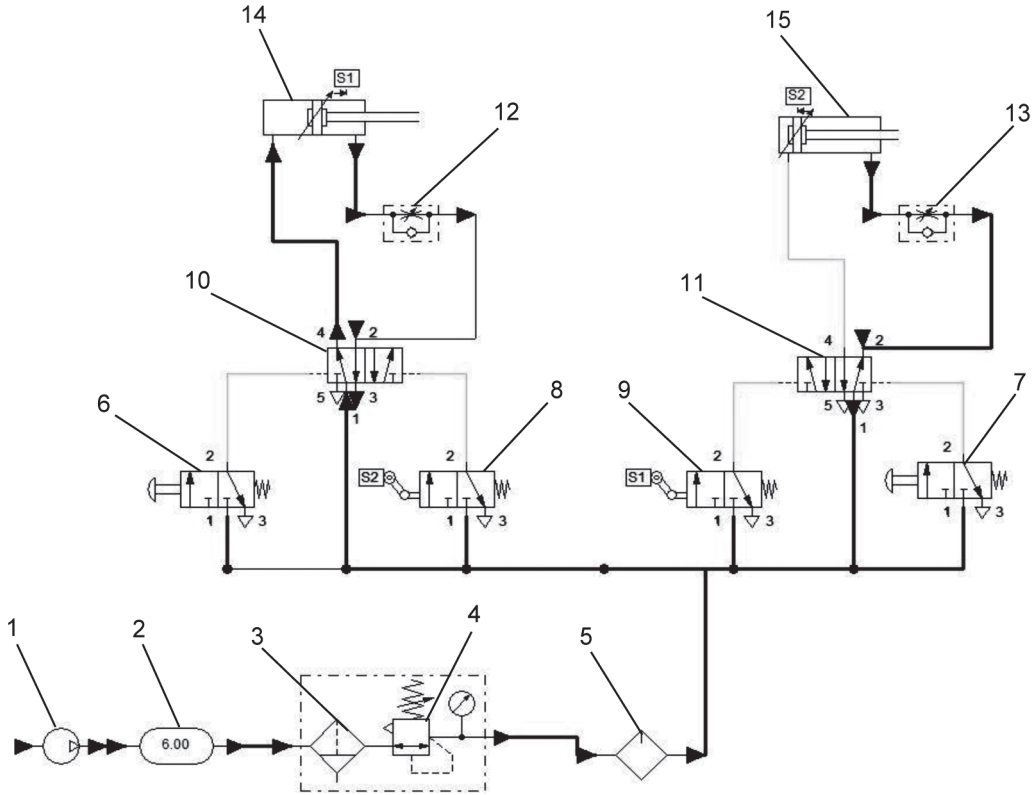
| Pnömatik devre elemanı   | Adet |
|--|------|
| Kompresör  | 1    |
| Hava tankı   | 1    |
| Basınçlı hava filtresi   | 1    |
| Basınç ayarlayıcı  | 1    |
| Yağlayıcı  | 1    |
| 3/2 makaralı yön kontrol valfi (normalde kapalı)                 | 2    |
| 3/2 butonlu yay geri dönüşlü yön kontrol valfi (normalde kapalı) | 2    |
| 5/2 pnömatik uyarılı yön kontrol valfi                           | 2    |
| Çift etkili pnömatik silindir                                    | 2    |
| Çek valfli kısma valfi   | 2    |


**Şekil 2.** Laboratuvarında oluşturulan mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresi.

bar basınçta, kompresör (1) tarafından hava tankına (2) gönderilmektedir. Hava tankında sıkıştırılan akışkan hava, sırasıyla filtre (3), basınç ayarlayıcısı (4) ve yağlayıcı (5) üzerinden pnömatik devreye sevk edilmektedir. Pnömatik devrede akışkan havanın gideceği yön, iki adet 3/2 butonlu (6, 7), iki adet 3/2 makaralı (8, 9), iki adet de 5/2 pnömatik uyarılı yön kontrol valfiyle (10, 11) kontrol edilmektedir. Devrede iki adet çift etkili pnömatik silindir (14, 15) bulunmakta olup pistonların çıkış hızı iki adet çek valfli kısma valfiyle (12, 13) ayarlanabilmektedir.

Mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresi, 4 aşamada tamamlanmaktadır. Birinci aşamada silindir (14) son strokuna kadar hareket ettirilip mil ve göbek sıkı geçme bağlantısıyla birleştirilmektedir. İkinci aşamada diğer silindir (15) son strokuna kadar hareket ettirilip mil ve göbeğin enine pim bağlantısıyla birleştirilmesi sağlanmaktadır. Üçüncü aşamada ilk silindirin (15) geri dönüş hareketi gerçekleşirken; dördüncü aşamada ise diğer silindirin (14) geri dönüş hareketi gerçekleşmektedir.

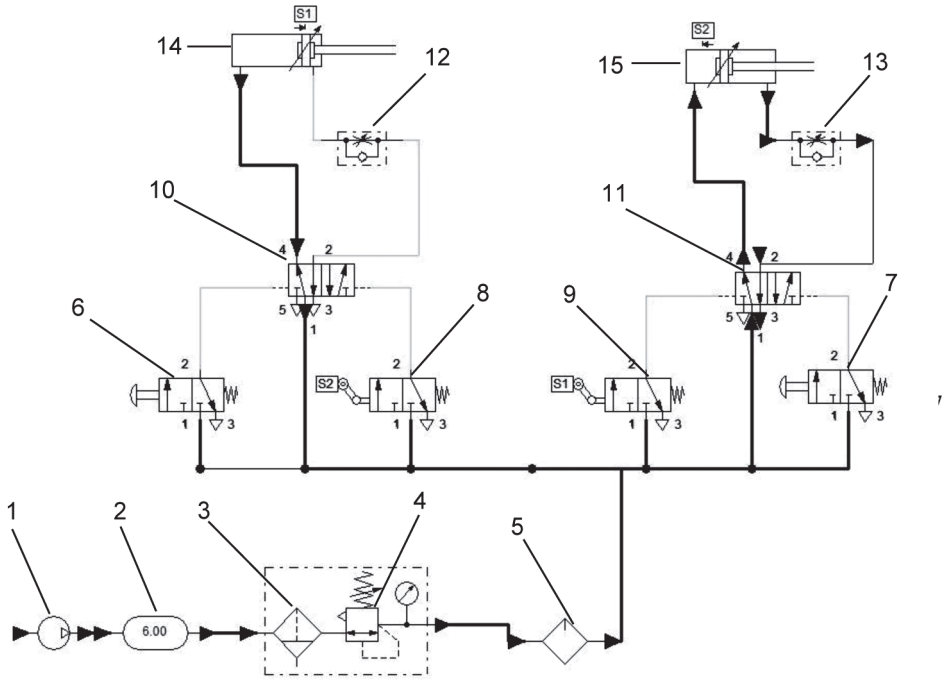
Pnömatik devrenin ilk aşamasında, pnömatik silindir (14) ileri yönde hareket ettirilerek pistonun son strokuna kadar açılması sağlanmaktadır. Bu işlem, butonlu yay geri dönüşlü 3/2 yön kontrol valfinden (6) gönderilen sinyalin 5/2 yön kontrol valfini (10) uyarılmasıyla gerçekleşmektedir. Pistonun ileri çıkış hızı, çek valfli bir kısma valfi (12) yardımıyla ayarlanabilmektedir. Pnömatik silindirin (14) açılması sırasında akışkanın izlediği yol Şekil 3'de verilmiştir.



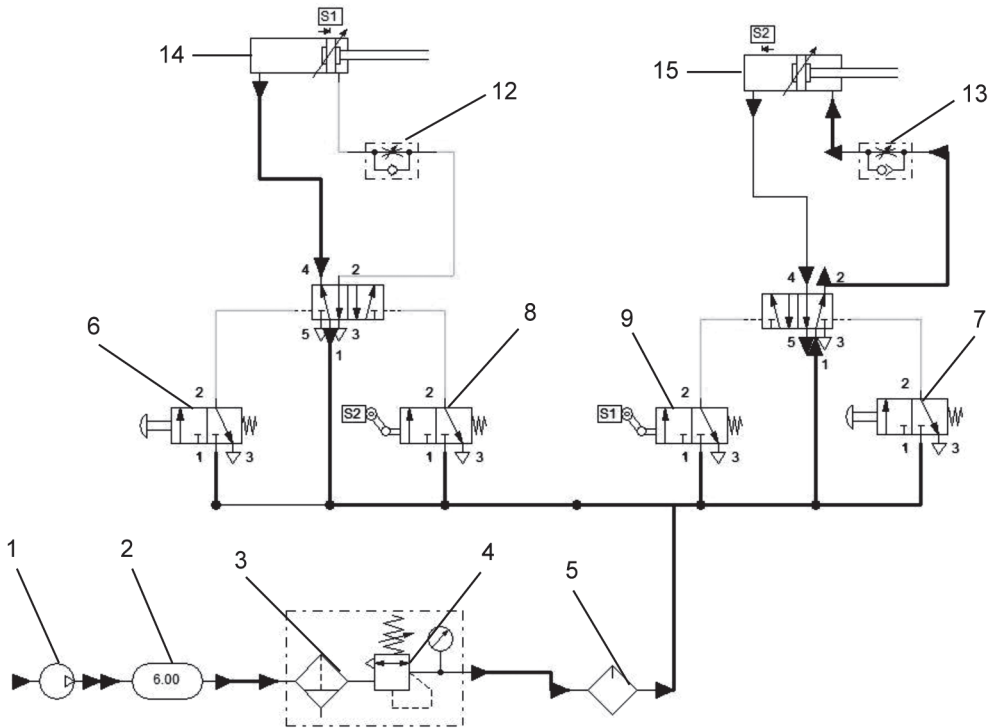
Şekil 3. Pnömatik silindirin (14) ileri çıkış hareketi.

İkinci aşamada ise ikinci pnömatik silindir (15) ileri çıkış hareketi gerçekleştirilmektedir (Şekil 4). Pnömatik silindirin (15) ileri çıkış hareketi, ilk pnömatik silindirin (14) son strokuna gelerek 3/2 makaralı yön kontrol valfine (9) temas etmesi (S1) ve 3/2 yön kontrol valfinin (9) 5/2 yön kontrol valfini (11) uyararak akışkanın geçişine izin vermesiyle gerçekleşmektedir. Bu sayede pnömatik silindirin (15) son strokuna kadar açılması sağlanmaktadır. Bu pnömatik silindirde (15) de pistonun ileri çıkış hızı, çek valfli bir debi kontrol valfi (13) yardımıyla ayarlanabilmektedir.

Mil-göbek montaj tertibatı pnömatik devresinde, öncelikle 15 nolu pnömatik silindirin geri dönüşü sağlanmaktadır (Şekil 5). Pnömatik silindirin geri dönüş hareketi, pnömatik silindiri (15) kontrol eden butonlu yay geri dönüşlü 3/2 yön kontrol valfiyle (7) gerçekleşmektedir. Yön kontrol valfinin butonuna (7) basılmasıyla 5/2 yön kontrol valfine (11) uyarı gönderilir. Çek valf açılarak akışkan çek valfli debi kontrol valfi (13) üzerinden pnömatik silindire (15) sevk edilir. Bu sayede piston kapalı konuma getirilir.

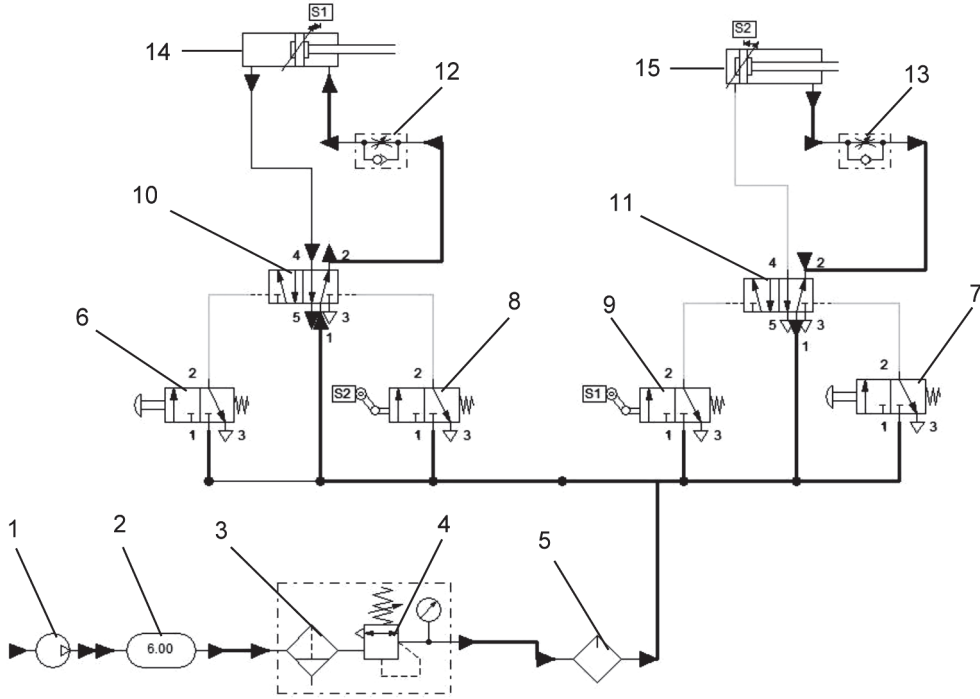


Şekil 4. Pnömatik silindirin (15) ileri çıkış hareketi.



Şekil 5. Pnömatik silindirin (15) geri dönüş hareketi.

FluidSIM pnömatik paket programıyla oluşturulan pnömatik devrede, piston kapanırken akışkanın izlediği yol Şekil 6'da verilmiştir. Pnömatik silindirin (14) geri dönüş hareketi, pnömatik silindirin (15) kapalı konuma gelip makaralı yay geri dönüşlü 3/2 yön kontrol valfine (8) temas etmesi (S2) ve bu valfin 5/2 yön kontrol valfini (10) uyarması yoluyla gerçekleşir. Bu sayede çek valfli kısma valfi (12) üzerinden akışkanın geçişine izin verilir ve pnömatik silindir (14) kapalı konuma getirilir.



Şekil 6. Pnömatik silindirin (14) geri dönüş hareketi.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan çalışma neticesinde, mil-göbek montaj tertibatı tasarlanarak tertibatın pnömatik devresi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarında oluşturulmuştur. Tasarlanan pnömatik devrenin simülasyonu FluidSIM pnömatik paket programıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, sıkı geçmeyle mil ve göbeğin montajı gerçekleştirilip enine pim bağlantısıyla da bağlantı güçlendirilmiştir. Bağlantının gerçekleşmesi için devreye 6-10 bar arasında bir hava basıncı sevk edilmiştir. Bu çalışmayla, sanayide rahatlıkla kullanılabilir bir tertibat geliştirilip montaj hızının artması, zamandan tasarruf, işçilik masraflarında düşüş gibi kazanımlar elde edilebilecektir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] ANONİM, "Pnömatik Devreler", Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Makine Teknolojisi, 107 s. Ankara, 2012.



- [2] AKYAZI, Ö., ÇOKRAK, D., “Pnömatik ve Hidrolik Sistem Uygulamaları”, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 2011, 142-147.
- [3] GÜLER, S., BAYSEÇ, S., DOĞANTAN, Z. S., “Pnömatik Devre Tasarımı ve Analiz Programı Geliştirilmesi”, IV. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 2005, 177-189.
- [4] GÜZELBEY, M. S., BAYSEÇ, S., “Pnömatik Kontrol Devrelerinin Bilgisayar Destekli Tasarımı”, IV. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 2005, 193-205.
- [5] TEKNİKER, Z., KORKUT İ., “Bilgisayar Destekli Pnömatik Devre Tasarımı”, Turk Journal Engin Environ Sci., 25, 2001, 31-38.
- [6] GÜNGÖR, G., ÇAKMAK, O., ÇAKAR, O., EROL, Y., “Mekatronik Bir Kanepede Keçeleme ve Zımbalama Makinası”, VI. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 2011, 587-593.
- [7] TOPÇU, E., YÜKSEL, İ., “Elektro pnömatik ve Alternatif Valflerin Gelişimi ve Karakteristiklerinin İncelenmesi”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 12, 2, 2007, 21-33.

## ÖZGEÇMİŞ

### **Erdem KOÇ**

1954 yılı Yozgat doğumludur. 1977 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1983 yılında Birmingham Üniversitesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans ve Doktora Eğitimini tamamlamıştır. 1984 yılında Yardımcı Doçent, 1986 yılında Doçent ve 1992 yılında Profesör ünvanını almıştır. Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde Dekanlık görevi yapmıştır. Şuan OMÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nde Konstrüksiyon-İmalat Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmaktadır. 20 Yüksek Lisans ve 7 Doktora tezi yürütüp yayınladığı 55 yurtdışı, 180 yurtiçi makaleyle bilimsel çalışmalarını sürdürmektedir.

### **Mahmut Can ŞENEL**

1986 yılı Samsun doğumludur. 2009 yılında Gazi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2012 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. Aynı yıl aynı anabilim dalında Doktora programına kabul edilmiştir. 2010 yılından itibaren Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup makina elemanları, kompozit malzemeler ve rüzgar türbinleri konusunda çalışmalarını sürdürmektedir.

### **Cengiz Görkem DENGİZ**

1989 yılı İzmir doğumludur. 2011 yılında Pamukkale Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2012 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makina Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalına Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. Aynı yıl aynı anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Halen Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olup talaşsız imalat yöntemleri, hidrolik-pnömatik sistemler, CAD-CAM ve bilgisayar destekli sonlu elemanlar konularında çalışmalarını sürdürmektedir.