



# PNÖMATİK OTOMASYON DEVRELERİNİN TASARIMINDA ÇOK FAZLA BİLİNMEYEN SIRA DIŞI BİR TARZ: SINYAL BOSALTIMLI KONTROL DEVRELERİNİN TASARIMI

M. Fatih KAN

## ÖZET

Ülkemizde pnömatik sistem dizayni ile uğraşan meslektaşlarımızdan hemen hemen tamamına yakın birçoğu, pnömatik devre tasarımları yaparken, alışageldikleri eski yöntemlerin dışına çıkmak istememekte veya çıkamamaktadırlar. Bu nedenle, memleketimizde üretilmiş pnömatik makinaların hemen hemen hepsi eski klasik yöntemlerle, yerine ve çalışma uygulaması tipine göre bazen hatasız çalışabilmekte, bazen de sistem dizaynından kaynaklanan, kimi ufak bazen de büyük hatalar ile çalışmaktadırlar. Bu durumda sinyal bosaltmalı yöntemle çalışan sistemlerden sağlanabilecek avantajlar yakalanamamaktadır.

Bu bildiride, Sinyal Bosaltmalı pnömatik kontrol devrelerinin çalışma prensipleri ve dizayn şekilleri ile, pilot basınç uyarılı sistemler genel çizgileri ile anlatılacak ve aralarındaki farklı noktalara vurgu yapılacaktır.

## GİRİŞ

Bilindiği üzere, pnömatik sistemlerde yeni bir devre dizayn ederken, işin basit veya karmaşık olması dizayn şeklinizi oldukça etkileyecektir. Örneğin, bir tek hava silindirin basit olarak çalıştıracak işe; üzerinde bir giriş, iki çıkış, iki de bosaltma işlevi olan uygun büyüklükte, kumanda şekli de ihtiyaca uygun bir valf kullanmamız işimizi çözmeye yetecektir.

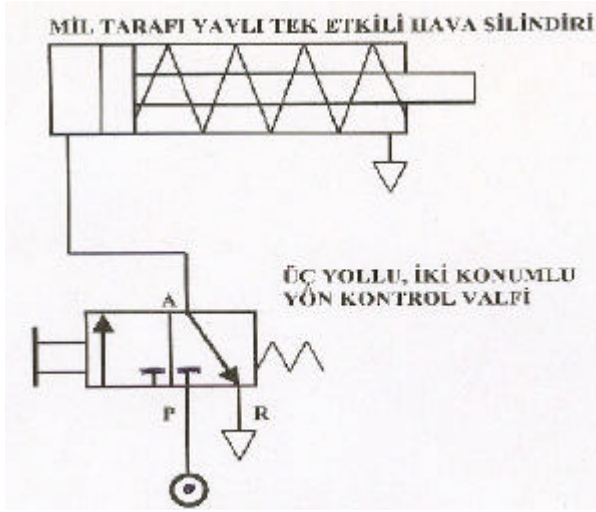
Eğer bu hava silindirinin iş yapmadığı strokta geri dönüşünü bir yay yardımı ile yapabiliyorsak, valfimizin çift çıkışlı olmasına da gerek kalmayacaktır. Bu durumda bir giriş, bir çıkış, bir de bosaltma fonksiyonu olan valf işimiz için yeterli olacaktır. Devre daha basit, ucuz ve sistem hava tüketimi de daha az olacaktır. Tabii bu durum net bir enerji tasarrufu anlamına gelmektedir.

Eğer işi daha sade bitirmek istersek, elektrik kontrol sistemi veya pilot basınç kontrol sistemini kullanmak yerine, doğrudan konum degistiren manuel uyarılı valfleri seçmek gibi bir şansımız her zaman mevcuttur.

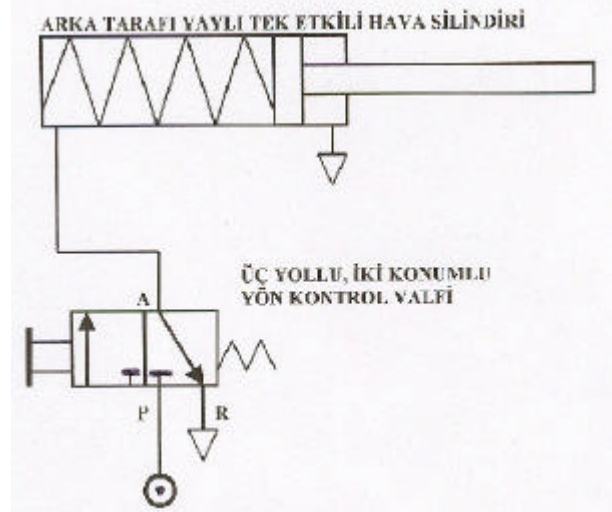
Bu tür klasik sistemlere ait pnömatik devre semalarından örnekler bildirinin devamında izlenebilir.

## HAVA BASINCI VEYA HARICI DİĞER KUVVETLERİ KULLANARAK HAREKETİN YAPILMASI

Eğer sistem kendisinin bir yöndeki hareketini basarabilmek üzere harici bir itme-çekme kuvveti etkisi altında ise, bu durumda sistem tek tesirli pnömatik hava silindiri ile çalışabilmektedir. Itme-çekme etkisi önden veya arkadan bir yay tarafından sağlanabilir.



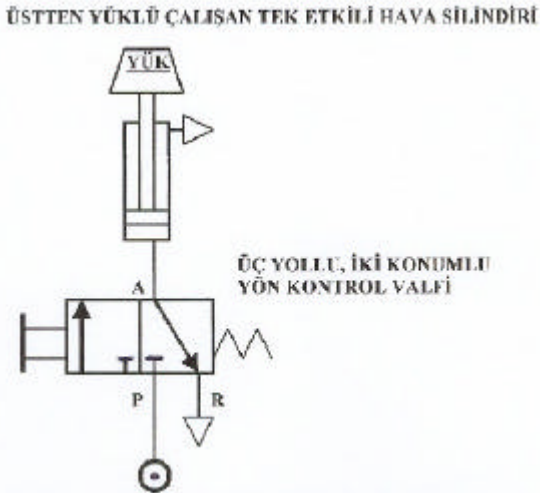
**Sekil 1.** Önden yaylı tek etkili silindirin doğrudan (direkt) uyarı ile çalışması



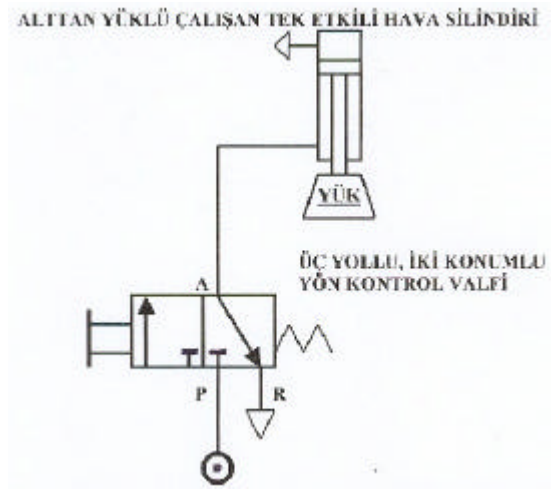
**Sekil 2.** Arkadan yaylı tek etkili silindirin doğrudan (direkt) uyarı ile çalışması

Bazı uygulamalarda, silindir içerisinde yay olmamasına karşın, silindir tarafından taşınan yük, yerçekimi kuvvetinin etkisi ile silindiri bosta geri götürmeye yetmektedir. Bu tür devrelerde de, tipki sistemde yay varmışçasına pnömatik devre dizaynı yapabiliriz.

Aşağıda bu devrelere ait semalar görülmektedir:



**Sekil 3.** Yukarı doğru yük taşıyan tek etkili silindirin doğrudan (direkt) uyarı ile çalışması

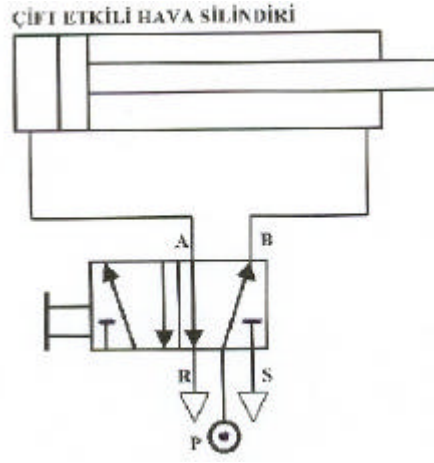


**Sekil 4.** Aşağıdan yüke karşı tek etkili silindirin doğrudan (direkt) uyarı ile çalışması

Eğer sistem kendisinin bir yöndeki hareketini basarabilmek üzere harici bir itme-çekme kuvveti etkisi altında değilse, bu durumda sistem çift tesirli pnömatik hava silindiri ile çalışabilmektedir. İtme-çekme etkisi önden veya arkadan pnömatik hava basıncı tarafından üretilen kuvvet ile sağlanmaktadır.

Eğer pnömatik silindirimiz çift etkili olarak çalışıyorsa, bu takdirde çalışma hatlarımız iki tane olacaktır.

Sekil 5, çift etkili bir silindirin temel çalışmasını sematik olarak anlatmaktadır:



**Sekil 5.** Çift etkili silindirin doğrudan (direct) uyarı ile çalışması

Basit devreleri çalıştırabilmek için doğrudan uyarılı valflerle çalışabiliriz. Ancak, işler karmaşık hale almaya başlayınca, zorunlu olarak pilot uyarılı otomasyon devreleri kurmamız gerekli olmaya başlar. Akıllı pnömatik makineler yapmamız söz konusu olduğunda, sistemdeki belli şartların gerçekleşmesi durumunda, sistem kendiliğinden gerekli sinyalleri üreterek, yapılacak bir sonraki fonksiyonuna otomatik olarak start verir. Bu otomatik adımların peşpeşe yapılması durumunda ise, toplamda bir otomatik çevrimin tamamlanması söz konusudur.

## GENEL OLARAK PNÖMATİK DEVRE TASARIMLARI

Günümüz modern makinelerinin birçoğunda, karmaşık işleri basarmak üzere, tam otomatik hareketleri kendiliğinden üretmek için çalışan akıllı makineler dizayn ederiz. Bu otomatik işlemlerin kullanım yerine göre basit elektrik devreleri, PLC veya bilgisayar kontrolü ile yaptırılması, şüphesiz birçok avantajı bir arada yaşamamızı olanaklı kılar.

Bu konuda eğer kısıtlayıcı bir nedenimiz yok ise, sistemi elektrik veya elektronik kontrollü yapmak elbette ilk tercihimizdir. Elektronik kumanda ve kontrol sistemlerinin etkin şekilde pnömatik sistemlerin kontrolünde kullanımı, pnömatik sistemimizi elbette daha akıllı, atak, etkin ve başarılı kılar.

Ancak bilindiği üzere, böyle uygulama alanları vardır ki, elektrik sistemlerinin kullanılması büyük riskler içerir. Bu nedenle elektrik veya elektronik sistemlerin kullanımına müsaade edilemez.

Ayrıca, mevcut pnömatik sisteme ikinci bir enerji türü olan elektriğin de bulandırılması bazı uygulamalar için tercih konusu olabilir.

Örnek vermek gerekirse, metal saç işlerinin çok olduğu tesislerde, el aletleri, hareketli üretim sistem ve aparatları, vb. İşler, elektrik kablolarının keskin kenarlı metal saçlar tarafından kesilmesi sonucu çalışanların elektrik çarpmalarına karşı korunması amacıyla, çoğunlukla pnömatik sistemlerden oluşmaktadır. Keza bu tür yerlerde, havali sistemlerde elektrige göre daha küçük hacimli elemanlarla daha büyük güçlerin elde edilebilmesi ve yüksek hızlara çıkılabiliyor olması yine pnömatik sistemler lehine bir durum oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı bazen hidro-pnömatik sistemlere de geçilebilir. Tabii bu anlatılanlar konumuzla dolaylı bir ilgiye sahiptir.

Asıl konumuz ile ilgili olan kısım ise, yanma - parlama - patlamaya karşı çok emniyetli ve risksiz olması gereken yerlerde elektrik ve elektronik sistemlere sıcak bakılmamasıdır.

En küçük bir tek kıvılcımın bile çok büyük patlama ve yangına sebep olabildiği petrol rafineri, tüpgaz üretim ve dolun tesisleri, uçaklara yakıt verme tankerleri, vb. Uygulamalarda, elektrik kullanımı tabii son akla gelecek ve ex-proof özellikle uygulamaları da gerekli kilacak sonuçlar doğurmaktadır.

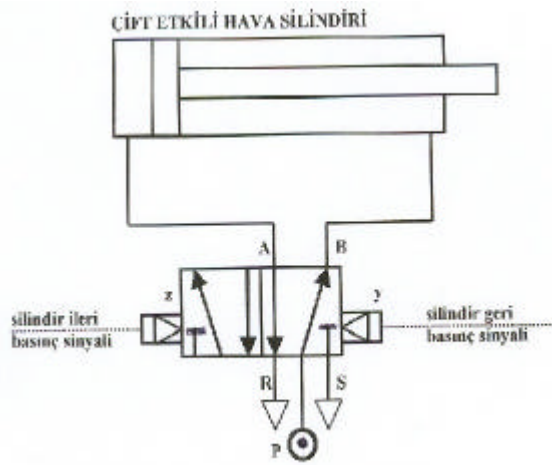
Tüm bu ve benzeri nedenlerden dolayı, karmaşık pnömatik kontrol sistemleri, yerlerini tamamen elektrikli kontrol sistemlerine bırakamamışlardır. Pnömatik karmaşık kontrol sistemlerinin yaygın kullanımı hala sonlandırılmamış görünmektedir.

Pnömatik sistemlerde elektrik-elektronik kontrol sistemleri başka bir konu olduğundan, bu bildiriye, elektronik kontrollü pnömatik sistemler konu kapsamı dışında tutulmuşlardır.

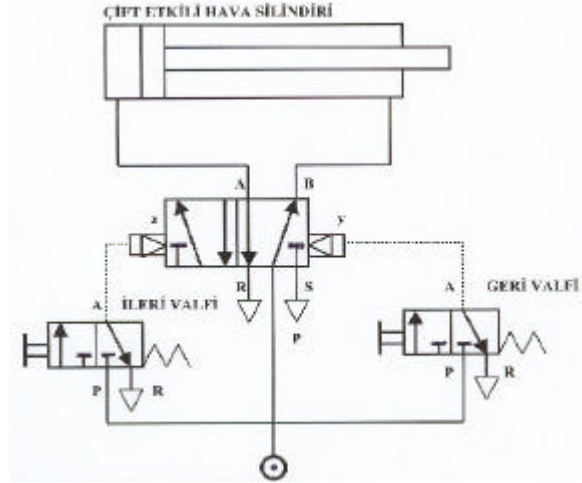
### KARMAŞIK İŞLER YAPAN ELEKTRİK KONTROLSÜZ PNÖMATİK DEVRELERİN TASARIMI

Elektrikli sistem kullanmadan çalışan günümüz bu tür mevcut sistemlerinin tamamına yakın bir bölümü, eski klasik yöntemlerle dizayn edilmektedir. Yani sistem, pilot uyarı basınçlarının ilgili diğer valflere uyarı sinyalleri olarak ulaşması sonucu, sırası gelen bir sonraki işi yapma sinyalini kendiliğinden sırası geldikçe otomatik olarak üretir. Bu sayede bir sonra yapılması gereken fonksiyon başlatılmış olur. Her yerde karşımıza çıkan pnömatik kontrollü sistemler, çok büyük bir olasılıkla sözü edilen bu klasik devre dizaynı ile çalışan makinalardır.

Aşağıda, eski bilinen tip pilot uyarı basınçları ile çalışan tipik pnömatik devre sema örnekleri verilmiştir:



**Şekil 6.** Çift etkili silindirin detaylı uyarı ile çalışma prensibi



**Şekil 7.** Çift etkili silindirin detaylı uyarı ile çalışmasında 3/2 sinyal valfleri kullanımı

Yukarıda anlatılanlara ilave olarak, bu bildirinin asıl konusu olan sinyal bosaltımlı sistemler aşağıda anlatılacaktır.

Bazı pnömatik malzeme üreticisi firmalarının ürettiği özel valf çeşitlerinde, özel iç dizayn sonucu, valfler her iki tip çalışmaya da kolaylıkla uyum sağlayabilmektedirler. Bu sayede sinyal bosaltımlı pnömatik kontrol devreleri kolaylıkla dizayn edilebilir.

### SINYAL BOSALTIMI PRENSİBİNE GÖRE ÇALISAN PNÖMATİK SİSTEM VE DEVRELER:

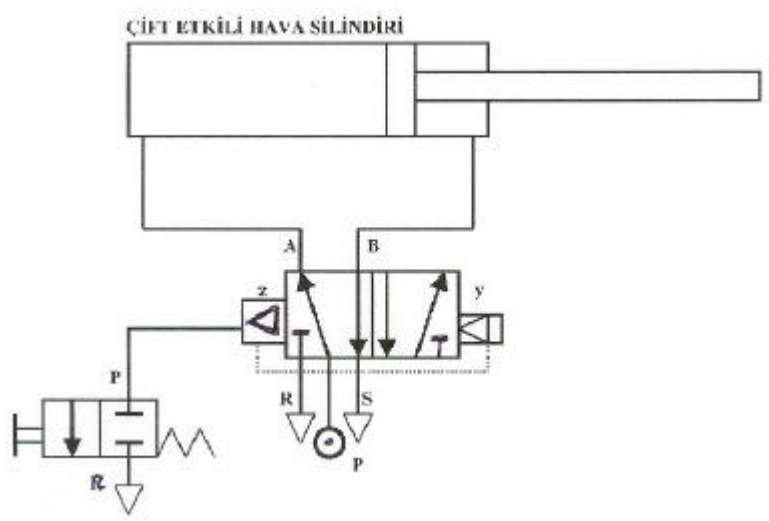
Sinyal bosaltımı prensibine göre sistemin çalışması şu şekildedir:

Valfin pilot hattında, bir iç orifisten geçirildikten sonra pilot odacığına ulaşan sürekli basınç, burada beklemektedir. Bu basınç bir sinyal valfi tarafından boşaltılır boşaltılmaz, valf konum değiştirir. Bu sayede sinyal valflerinin üç yollu olması zorunluluğu ortadan kalkmakta, iki yollu valf isimizi görebilir hale gelmektedir. Sinyal valfinin daha basit hale gelmesi, çok özel kullanım amaçlı, çok minyatür ve çok basit kullanıma uygun valflerin, pratik anlamda çok basit olarak yapılabilmesini mümkün kılmaktadır.

Yine çok güzel bir sonuç da, sinyal valflerine gelen hortumların sayısını iki hortum yerine tek hortuma düşürmek mümkün olabilmektedir. Bazı uygulamalarda, örneğin **pnömatik uzaktan kumanda** işlerinde bu durum çok hayati olmaya başlar.

Ayrıca, sinyal valfi ile ana valf arasındaki mesafelerin çok uzun olması durumunda eski sistemlerde sinyalin ana valfe geçmesi problemleri ortadan kaldırılmakta, uyarı basıncı boşaltılan valflerin cevap verme süreleri çok kısaltılabilmektedir. Bu durumda sinyalin seri boşaltılması için valf pilot girişinde çabuk egzost valfi uygulaması yapılmalıdır. Bu sayede sisteme hız kazandırılmakta ve gereksiz beklemler önlenmektedir.

Aşağıda basit sinyal boşaltma uygulama örnekleri, siz değerli izleyenlerin bilgi ve dikkatlerine sunulmaktadır:

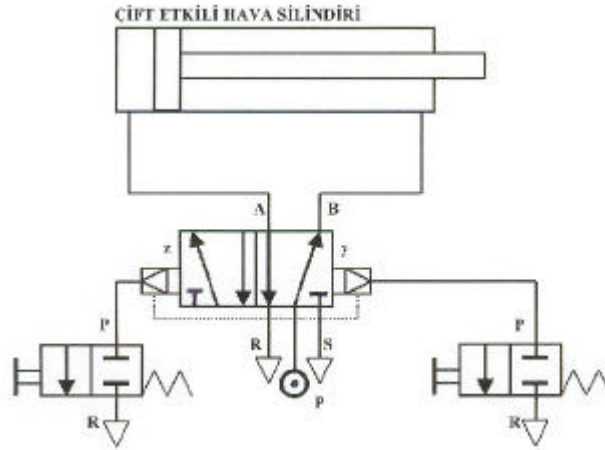


**Sekil 8.** Çift etkili silindirin silindirin sinyal boşaltımı yöntemi ile çalışma prensibi

**Devrenin açıklanması:** Kullanılan yön kontrol valfi, valf içerisinden sinyaller göndererek valf sürgüsünü, devre istirahat halinde iken sürekli sağ konumda tutmaktadır. Pilot pistonlarının yüzey alan farklılığı bu durumu sağlamaktadır. Bazı valflerde, sağ pilot havası yerine, valf içerisinde yay ile çalışmak da olanaklıdır.

Ancak uzun çalışma adetleri sonunda, malzeme yorulmasına bağlı olarak yay kırılması veya deforme olması muhtemel olduğundan, yay yerine hava pilotunu kullanmak kaliteli valflerin özelliklerindedir.

Aşağıda, çift taraflı pilot boşaltımı esasına göre çalışan bir örnek devre uygulaması verilmiştir.



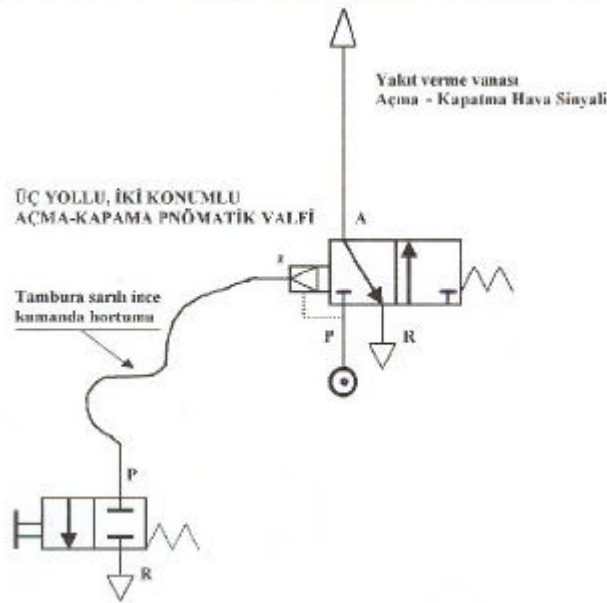
**Sekil 9.** Çift etkili silindirin sinyal bosaltimi yöntemi ile çalıştırılması

Sistemin basit olmasına karşılık, birçok uygulama alanında nasıl harikalar yarattığını somut olarak daha iyi anlatabilmek amacı ile, aşağıda bir endüstriyel uygulama örneği verilmiştir.

Örneğin, uçağa yakıt veren akıllı tankerde, pek çok karmaşık uygulamanın yanı sıra, basite indirgenmiş hali ile, tanker yakıt hortumunu uçağın kanadına emniyetli olarak bağladıktan sonra, yaylı tambura sarılı çapı 4mm olan bir tek hortum 10 – 15 mt bazen de 20 – 30 mt çekilerek, hortum ucunda bulunan basit mandalli 2 yol, 2 konum valfinin tetiğine basılı tutulmak sureti ile, uçağa yakıt verme işi pnömatik olarak başlatılır, zamani geldiğinde de manuel veya otomatik olarak durdurulur.

Dikkate değer en önemli nokta; bu kontrolde sadece bir tek hortumun **pnömatik uzaktan kumanda** için yeterli olmasıdır. Tabii burada çok basite indirgenerek anlatılan tanker üzeri **egzost bosaltimli pnömatik kontrol sistemi**, bu fonksiyonun daha karmaşık olan 20-25 çeşidini kapsayacak şekilde aynı araç üzerinde gerçekleştirilmektedir.

**ENDÜSTRİYEL UYGULAMA ÖRNEĞİ : UÇAĞA YAKIT VERME TANKERİ  
YAKIT VERME VANASI AÇMA - KAPATMA SİNYALİNİN VERİLMESİ :**



**Sekil 10.** Uçağa yakıt verme tankeri yakıt verme vanası açma-kapatma sinyalinin verilmesi



## SONUÇ

Görüldüğü üzere, sistemin çalışması oldukça basit ve mantıklı adım ve temellere dayanmaktadır. Birçok uygulamada rahatlıkla kullanılabilir bu yapı, bazı kısıtlama ve dezavantajları da içermektedir.

Burada bizi kısıtlayan en önemli unsur, sinyal valflerinin çok uzun süreli uyarı altında kaldığı uygulamalarda, sistem “hava sızıntılı” olduğundan, az da olsa hava kayıplarımızın bulunmasıdır.

Bu da çok kıymetli olan hava enerjisinin az da olsa, çok ince orifislerden geçirildikten sonra da olsa, sinyal valfinin uyarımlı olduğu süreler içinde gereksiz yere havanın dışarı bırakılmasından kaynaklanmaktadır. Ancak diğer avantajlarının ağır bastığı uygulama alanlarında bu sızıntı problemi, diğer faydalara ağır basacağından, geçekten kullanılması gereken sistemlerdir.

Pnömatik kontrol devrelerinin pilot basıncı uygulaması tipinde veya pilot basıncının boşaltılması tipinde dizayn edilmesi konuları, devreyi oluşturan teknik kişinin konu ile ilgili bilgi, tecrübe, beceri ve tercihinin kalmıştır.

İstenildiği takdirde bir pnömatik kontrol sisteminde her iki yöntem de gereken yerlerde avantajları yakalayabilmek için bir arada kullanılmalıdır.

## ÖZGEÇMİŞ

### M. Fatih KAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü 1980 yılı mezunudur. Basınçlı Hava, Pnömatik, Elektro Pnömatik, Hidrolik, Mobil Hidrolik ve Elektro Hidrolik konularında TC. Sanayi Bakanlığı, SEGEM Sinai Eğitim Projesi çerçevesinde Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Almanya’da uzun süreli eğitimler almıştır. SEGEM Sinai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğünde Teknik Eğitim Uzmanı ve Bölüm Başkan Vekili olarak görev yapmıştır. Daha sonra Avusturya, Fransa ve İtalya’da Hidrolik ve Pnömatik konularında eğitim programlarına katılmıştır. Halen HIDREL AS. Ankara Bölge Müdürü olarak görev yapmaktadır.