



GELİŞTİRİLMİŞ EN HIZLI PNÖMATİK VALFLER

Vahdettin BAYRAK

ÖZET

Konvansiyonel tipteki valfler günümüzde bilindiği üzere genel olarak iki tipte imal edilmektedirler. Birincisi sürgülü valfler ve diğeri ise popet valflerdir. Kullanılan bu valflerde basınçlı havaya yön verilmesi, sürgünün ya da popet pistonun yer değiştirmesi ile olur. Günümüzde konvansiyonel valflerde cevap verme süresinin azaltılması, hareket eden sürgü ya da popetin strok boyunun kısaltılması ile belli seviyelere gelmiştir. Aynı durum frekans seviyeleri ve ömür için de söz konusudur.

Bu bildiride konvansiyonel tipteki valflerden çok farklı bir teknoloji olan "Shutter Tekniği" ile cevap verme süresinin 1ms ve hatta bazı durumlarda daha da altına indirilmesi, frekans seviyesinin 2000 Hz e kadar yükseltilmesi ve valf ömürlerinin 1.5 milyar (cycle) tetikleme sayısına çıkarılması ve uygulama alanları ile ilgili bilgi verilecektir.

ABSTRACT

The traditional pneumatic valves, as is known, are made as two types. First, spool valves and second poppet valves. Control of compressed air in these valves are realised by replacing spool or poppet piston. At the present day, decreasing of the response time in the traditional valves are attained to determinated level by abbreviating stroke of spool and poppet piston. The same situation is valid for frequency and lifetime of valves.

In this study, we will talk about the technology which is called "Shutter Technic". In this technic used technology is very different than traditional valves technology. Through this technic, the response time is around 1ms, moreover under 1ms, frequency level is up to 2000 Hz and valve lifetime can reach up to 1,5 billion cycle.

1. GİRİŞ

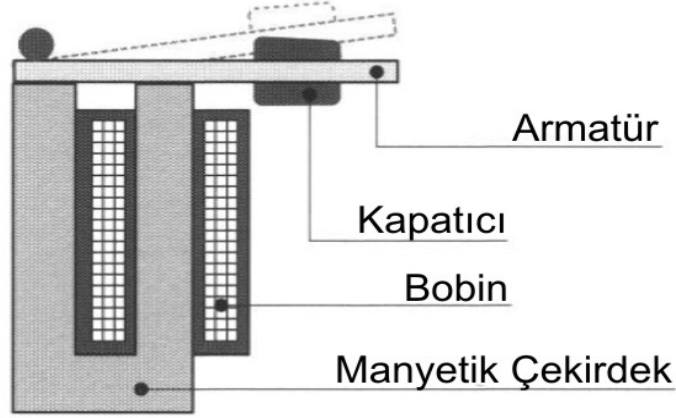
Günümüzde geleneksel pnömatik valfler, ya sürgülü ya da popet tipte üretilmektedirler. Gerçekleşen tüm tasarımlar ve teknolojik ilerlemeler genelde bu iki tipteki valflerin üretimi üzerine yoğunlaşmıştır. Kimi zaman sürgü strokları kısaltılmış, kimi zaman sürgü kademeleri arasındaki sızdırmazlık elemanlarının kimyası üzerinde çalışılarak metal metale sızdırmazlık elemanları kullanılmıştır. Bazen ise sürgüler tamamen plastik maddelerden yapılmış ve aynı şey popet valflerin pistonlarına da uygulanmıştır.

Her iki tipteki valfler için sürtünme kaçınılmaz olmuştur. Sürtünmenin oluşması tabii olarak kayıplara neden olmuş ve performansları ister istemez etkilemiştir. Sürgülü ve popet valflerdeki teknolojik ilerlemeler genelde hep bu sürtünmenin azaltılması yönünde olmuştur. Sürtünmeden doğan kayıplar zaman içerisinde valflerin sızdırmazlık elemanlarının aşınmasına ve tıkanmalara neden olmuştur. Bu bildiride bu iki teknolojidenden farklı olan ve sürtünmeden bağımsız "Sutter Tekniği" nden örneklerle, uygulama alanları ile ve resimlerle bahsedilecektir.



2. SHUTTER TEKNİĞİ (KAPATICI TEKNİĞİ)

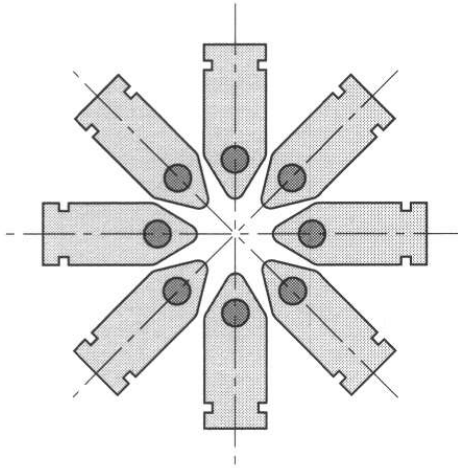
Bu teknik esasen bir deliğin kapatılması esasına dayanır. Temelde serbest hareket eden bir armatürün ucunda bulunan kapatıcı (shutter) vasıtası ile basınçlı havanın geçmesine izin verilir, ya da verilmez. (Şekil-1)



Şekil 1. Armatür ve Kapatıcı (Shutter)

Şekil 1 de görüldüğü gibi armatür kolu sürtünmesiz bir durumda çalışmaktadır. Yukarı ve aşağı hareketi ile ucunda bulunan shutter ile havanın geçip geçmemesine izin vermektedir. Armatür kolunun hareketi ise bobinin oluşturduğu manyetik alanla gerçekleşmektedir.

Bu işlem tekli valfler için yapılabildiği gibi birden fazla gruplanabilen valfler için de yapılabilmektedir.



Şekil 2. Shutter (Kapatıcı) Tekniği- Gruplanabilir Valfler

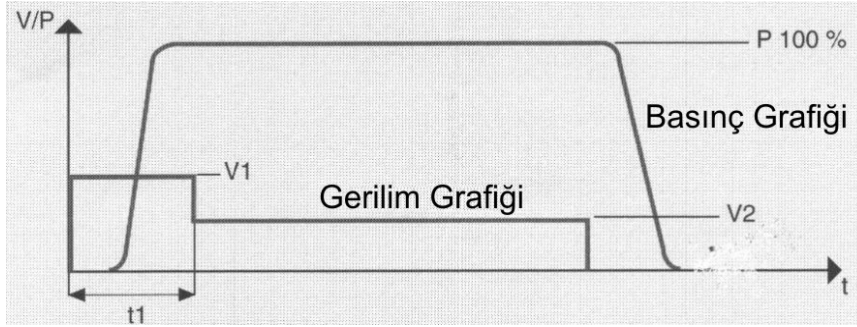
Aslında yapılan işlem kapatıcıyı yani "Shutter" ı kullanarak bir orifis yolunu açmak ya da kapatmaktan ibarettir. Valflerin gruplanmasında ise istenirse aynı çapta birden fazla orifis ya da farklı farklı orifisler kapatılıp açılır. Bu da kullanıcılara geniş bir debi aralığını sunmaktadır.

Sürtünmeden bağımsız olan bu teknoloji sayesinde bir çok avantajı kullanıcılarına sunabilmektedir. Bunlardan bir tanesi de çok hızlı cevap verme süresidir. Cevap verme süresi ve bunun yanında on/off olan standart valflerin oransal valf gibi kullanılması, shutter teknolojisinin farklı elektrik ve elektroniksel kontrol yöntemleri ile sağlanmaktadır. Şimdi bununla ilgili detaylara girelim.

3. ELEKTRİK VE ELEKTRONİKSEL KONTROL TEKNİKLERİ

3.1 Cevap Verme Süresinin Kısaltılması (Speed-up Teknolojisi-Hız Yükseltme Teknolojisi)

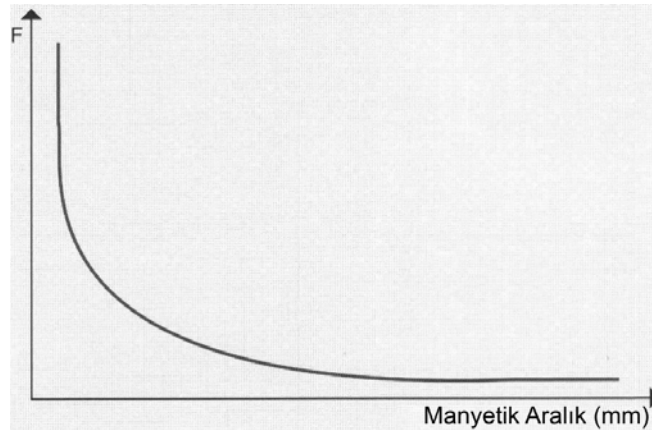
Hız yükseltme teknolojisi temelde iki seviyeli kontrole dayanır. Birincisi akım kontrolü, ikincisi ise voltaj kontrolüdür.(Şekil 3) Çok hızlı cevap verme süresi gereken dinamik performansların olması gerektiği yerlerde çok etkilidir. İki seviyeli kontrolden kasıt ya voltajın ya da akımın kontrol edilmesidir ki bu ikisi de valf üzerine adapte edilmiş aynı kartla yapılabilir.



Şekil 3. Gerilim ile Kontrol

Genelde tercih edilen kontrol türü voltaj olmaktadır. Speed-up teknolojisinde valf bobininin enerjileşerek armatür kolunu ve dolayısıyla kapaticıyı açabilmesi için 24 volt luk bir voltaja ihtiyacı vardır. Valfin açık kalma süresi boyunca 24 voltluk voltajın sürekli verilmesine **gerek yoktur**. Valf açıldıktan sonra, voltaj 5 Volta indirilir ve valf açık kalmaya devam eder.(Şekil3) Asıl hızı artıran nokta ise budur. Yani bobine çok kısa bir süre 24 Volt verilir ve sonrasında hemen 5 Volta indirilir. İşte bu 24 Voltluk sürenin çok kısa olması ve buna karşılık armatür kolunun ve kapaticının zaten sürtünmeden bağımsız olan kombinasyonu cevap verme süresini 1ms ve bazı durumlarda daha da altına indirebilmektedir. Standart valflerde ise açma süresi 5 ms, kapama süresi ise 2 ms civarındadır. Voltajın 24 volttan 5 volta indirilmesi bobin güç tüketimlerini de önemli bir oranda düşürmektedir.

Cevap verme süresinin kısa olması sebebiyle yukarıda da bahsettiğimiz şekilde enerji tasarrufu sağlanmaktadır. On/off şeklinde kontrol edilen valflerde kullanılan bu teknoloji sayesinde Şekil 3 deki grafikte görüldüğü gibi manyetik aralığın artması aslında gerekli açma kuvvetini azaltmaktadır. Bu da valfe sürekli olarak aynı voltajın verilmesinin gerekli olmadığını göstermektedir. Bu durum kapama için de geçerlidir. (yani normalde açık olan bir valfi normalde kapalı konuma getirmek için de aynı teknolojiye dayanılır) Bunun nedeni ise kullanılan entegre kart ve materyallerin teknolojisine dayanır.



Şekil 4. Kuvvet-Manyetik Aralık Grafiği



3.2 Debinin Kontrol Edilmesi- On/Off Valf= Oransal Valf

3.2.1 PWM (Pulse Width Modulation-Darbe Genişlik Modülasyonu) Tekniği ile Debinin Kontrolü

Bu teknolojiyi tam anlamıyla ifade etmek gerekirse sabit frekanslı dalga boyunun oransal ve süreli bir sinyalizasyon sistemiyle doğrultulması diyebiliriz. Sistemin bir çevrimi, oransal sinyal müddeti ile sabit sinyal periyodu arasındaki yüzdesel orana bağlıdır. Bunu bir formül ile ifade edecek olursak;

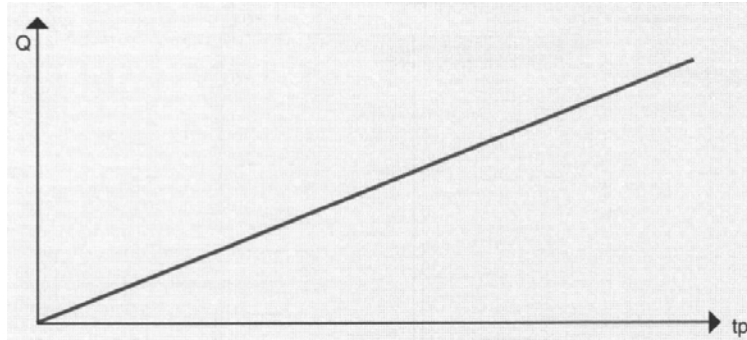
$$DC = \frac{t_p \times 100}{T_0} \text{ dır.}$$

Burada DC bir çevrim

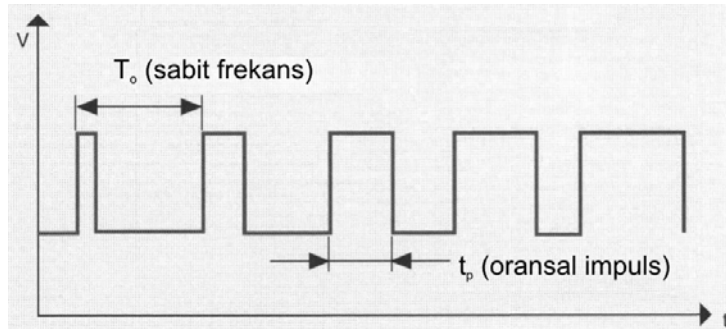
t_p oransal sinyal süresi

T_0 sabit sinyal periyodunu temsil eder.

DC nin lineer olarak artması elektriksel impuls etki süresi ile doğru orantılıdır. Yani debinin artması oransal sinyal süresi ile doğru orantılıdır.(Şekil 5)



Şekil 5. Debinin Lineer Değişimi



Şekil 6. Elektrik İmpulsun Lineer Değişimi

Bir diğer deyişle elektriksel impulsun lineer(doğrusal) değişimi debide lineer değişim olarak görülür.(Şekil 6)

Debisel olarak çevrimi formülize edecek olursak;

$$Q = \frac{t_p \times Q_{nom}}{T_0}$$

Burada Q_{nom} maksimum debi

Q oransal debidir.



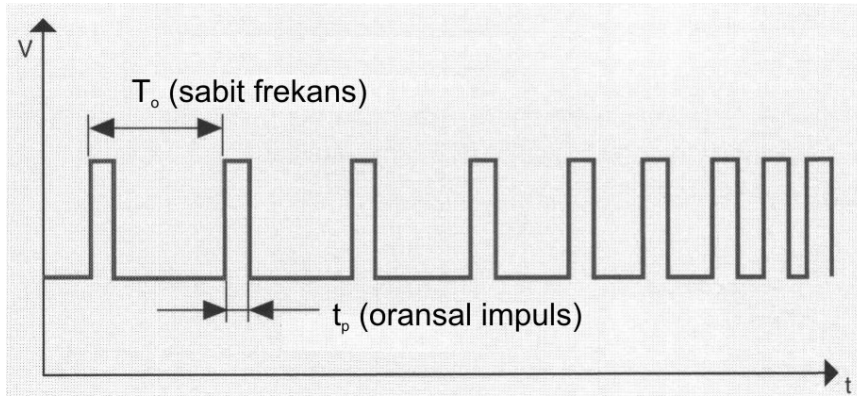
3.2.2 PFM (Pulse Frequency Modulation-Darbe Frekans Modülasyonu) Tekniği ile Debinin Kontrolü

Bu teknikte ise oransal frekans periyodu ve sabit elektriksel impuls süresinin kombinasyonu söz konusudur(Şekil 7). Formülize edecek olursak;

$$Q = \frac{t_p \times Q_{nom}}{T_0}$$

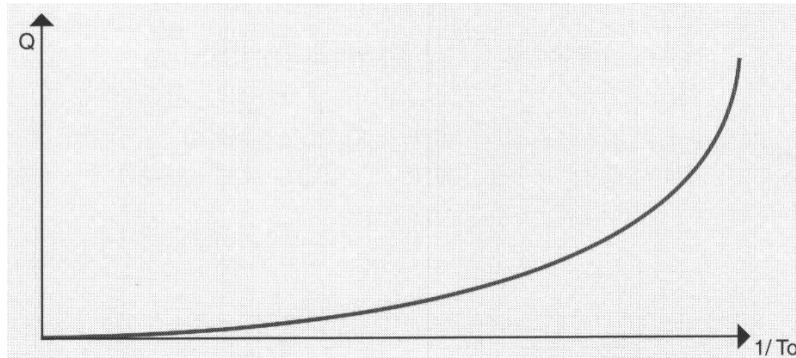
Burada Q_{nom} maksimum debi

Q oransal debidir.



Şekil 7. Frekansın Lineer Değişimi

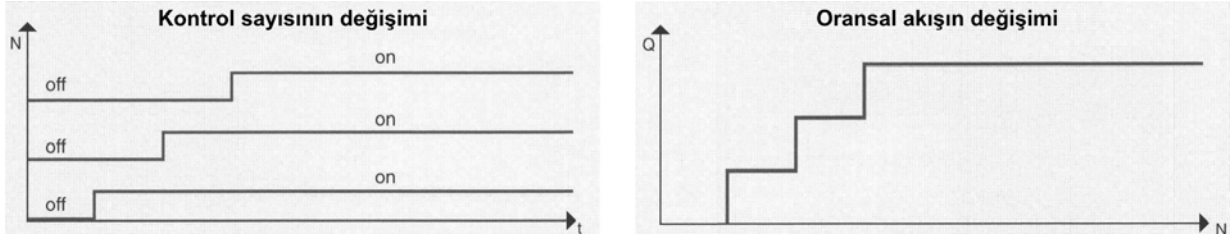
Bu teknikte frekansın lineer değişimi debide hiperbolik olarak değişime neden olur. (Şekil 8)



Şekil 8. Debinin Hiperbolik Değişimi

3.2.3 PNM (Pulse Number Modulation-Darbe Sayı Modülasyonu) Tekniği ile Debinin Kontrolü

Bu teknik birden fazla sayıdaki gruplanmış valfler için yapılır. Burada debiyi belirlemek 0 ile n sayıda, aynı orifise sahip gruplanmış valflerin aynı anda kaç tanesinin açılıp açılmadığı ile ilgilidir. Yani ne kadar fazla sayıda valf açılırsa debi de o oranda artmaktadır ya da kapanmaya göre azalmaktadır. Debinin ve valf sayısının değişimleri ile ilgili grafikler Şekil 9 da görülmektedir.



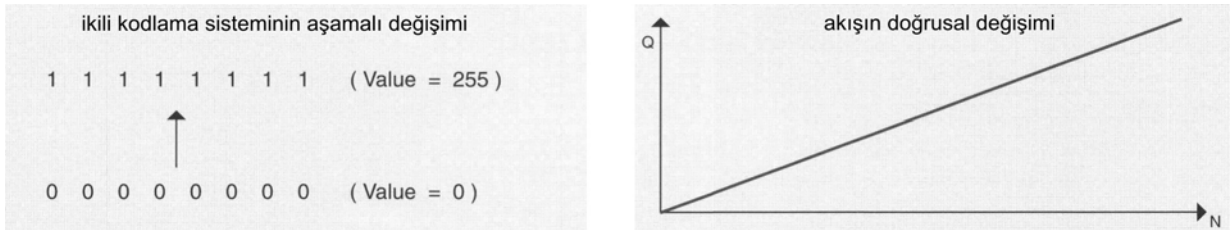
Şekil 9. Valf Sayısı ve Debinin Değişimi

3.2.4 PCM(Pulse Code Modulation-Darbe Kodlama Modülasyonu) Tekniği ile Debinin Kontrolü

Bu teknik de PNM tekniği gibi birden fazla gruplanabilen valfler için söz konusudur. Ancak farkı ise prensip olarak tıpkı bilgisayarlarda olduğu gibi ikili sayı sistemine dayanır. Burada kullanılan valflerin orifisleri farklıdır ve açık durumda olacak olan valflerin sayısı arttıkça debisel çıkış oranı da katlanarak artmaktadır. Örneğin herhangi bir valf açık değilken toplam debi çarpanı SV1=1, bir valf açık iken SV2=2, 3 valf açık ise SV3=4, dört valf açık ise SV4=8.....SV8=128 gibi katlanarak devam eder.

Bir diğer deyişle 2^n şeklindedir. (Şekil 10) Prensibi formülize edecek olursak ;

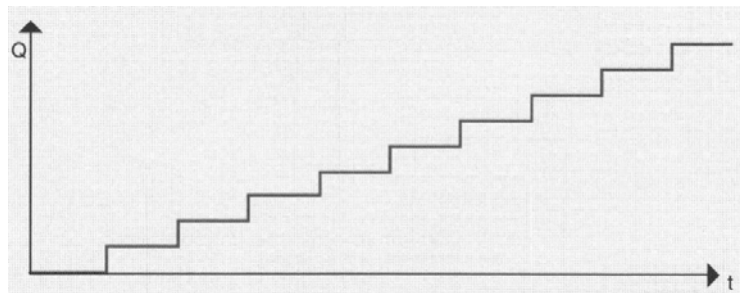
$$Q = \sum_n (Q_n)$$



Şekil 10. PCM Tekniğinde Debinin Kodlara Göre Lineer Değişimi

3.2.5 Kombine Edilmiş Teknik

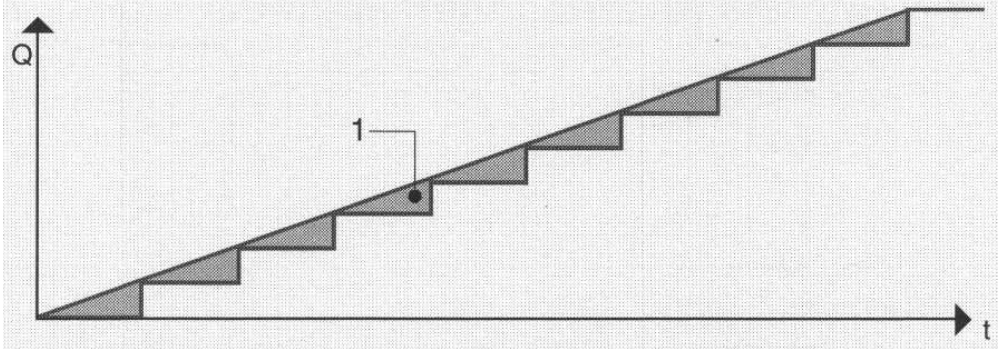
Kombine teknik, önceden yapılmış olan tek bir kontrol tekniğine fayda sağlamak ve daha verimli sonuç almak için uygulanan bir tekniktir ve birden fazla gruplanabilen valfler için uygulanır. Kombine tekniği, debinin kontrolünde büyük oranda doğruluk ve güvenilirlik sağlar. Bir örnek verecek olursak, 9 lu grubu ele alalım. Bu grubun tek çıkışı olsun ve grup 9 adet bağımsız shutterı olan 9 adet valften oluşsun. Bu 9 lu gruptan 8 tanesi PNM tekniği ile, bir tanesi ise PWM tekniği ile kontrol edilsin.



Şekil 11. PNM Tekniği ile Debinin Kontrolü



Şekil 11 de bu gruba ait PNM tekniği ile kontroldeki grafik görülmektedir. Grafikteki her bir adım bir shutter ara birimini ifade etmektedir. Burada debinin oransal değişimi sağlanmıştır. Şekil 12 de ise "1" numara ile gösterilen kısım 9 lu gruptan bir tanesinin PWM tekniği ile PNM tekniğinin kombinasyonu sonucu kontrol edilmesinin daha lineer bir sonucu ifade ettiğini göstermektedir.



Şekil 12. PNM-PWM Kombinasyonu ile Debinin Kontrolü

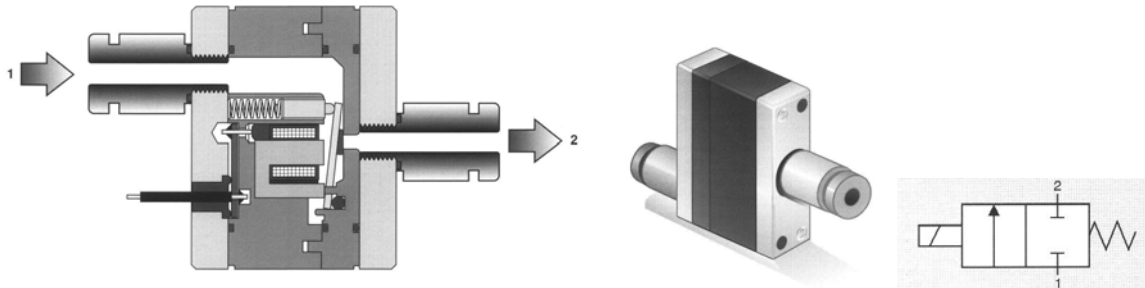
Sonuç itibariyle bahsettiğimiz kontrol yöntemleri debinin kontrolünde hem hızlı ve hem de güvenilir sonuçlar vermektedir ki aynı zamanda bu kontrol yöntemleri havanın basıncını kesinlikle etkilememektedir.

4. VALF VERSİYONLARI VE İÇ YAPILARI

4.1 Tekli Valfler

4.1.1 2/2 Valfler (2 Yollu- 2 Konumlu Valfler)

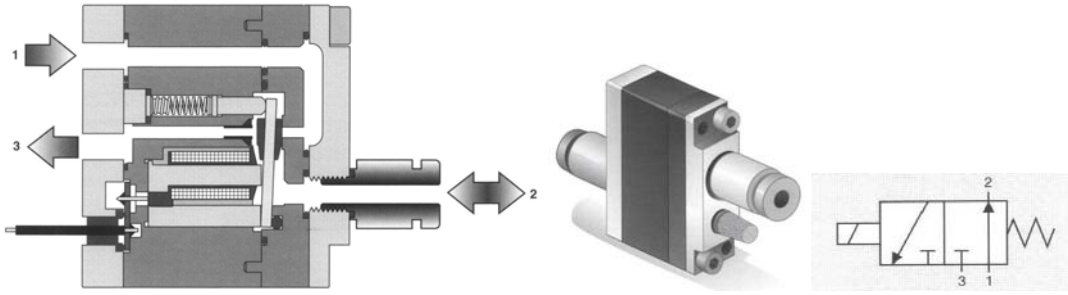
Şekil 13 den görüldüğü gibi bu valflerin bir girişi ve bir çıkışı olmak üzere toplam 2 adet yolu ve normalde kapalı veya normalde açık olmak üzere 2 konumu bulunmaktadır.



Şekil 13. Tekli 2/2 Valf, Sembölü ve İç Yapısı

4.1.2 3/2 Valfler (3 Yollu- 2 Konumlu Valfler)

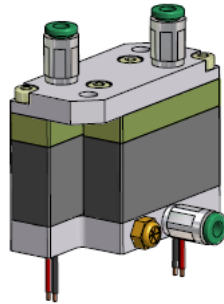
Şekil 14 den görüldüğü gibi bu valflerin bir girişi, bir çıkışı ve bir de egzost çıkışı olmak üzere toplam 3 adet yolu ve normalde kapalı veya normalde açık olmak üzere 2 konumu bulunmaktadır.



Şekil 14. Tekli 3/2 Valf, Sembolü ve İç Yapısı

4.1.3 5/2 Valfler (5 Yollu- 2 Konumlu Valfler

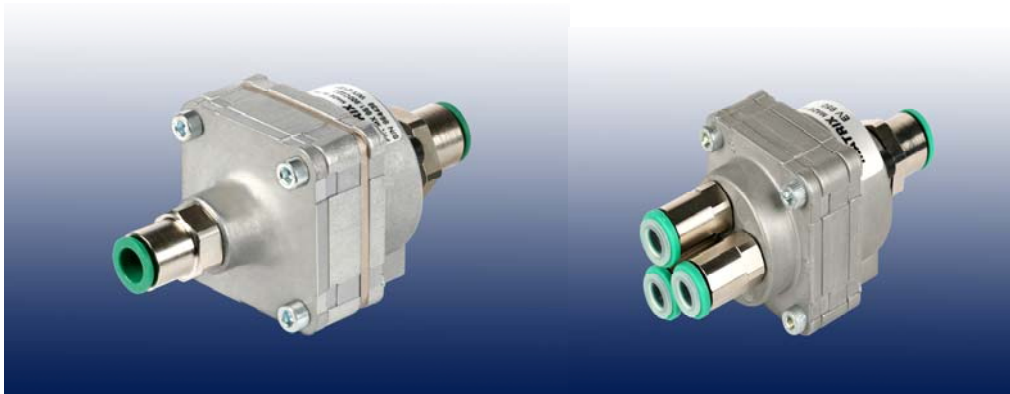
İki adet 3/2 valften oluşmaktadır. Bir tanesi normalde açık diğeri ise normalde kapalıdır.(Şekil 15)



Şekil 15. 5/2 Valf

4.2 Gruplanabilir Valfler

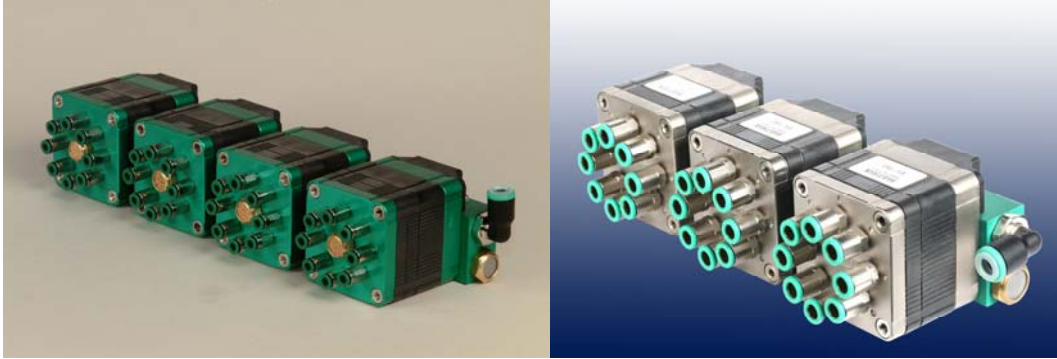
Gruplanabilir valflerde 2/2, 3/2 ve 5/2 versiyonları bulunmaktadır. 2/2 ve 3/2 versiyonlarında bir grupta maksimum 9 adet valf bulunmaktadır. Gruplanabilir valflerde de shutter teknolojisi kullanılmaktadır. Gruplanabilir valflerde mono bloкта bulunan valf sayısı 9 adet olarak sabittir. Eğer, örneğin 3 lü ya da 4 lü ya da 2 li bir valf grubu yapılmak istenirse sadece grubun çıkış sayısı değiştirilerek istenilen valf sayısı kadar gruplama yapılabilir. Mono bloktaki 9 adet valfin her biri 100 lit/dak lık debiden oluşan orifise sahiptir. Örneğin 2 li grup yapılmak istenirse 2 adet çıkıştan oluşan kapak takılarak her biri 450 lit/dak debiye sahip 2 adet valf elde edilir. 3 lü grupta ise 3 adet çıkıştan oluşan kapak kullanılır ve her biri 300 lit/dak lık debiye sahip 3 adet valf elde edilir. (Şekil 16)



Şekil 16. Mono blok Valflerde Tek ve 3 lü Çıkışlı Valfler(aynı gövde)

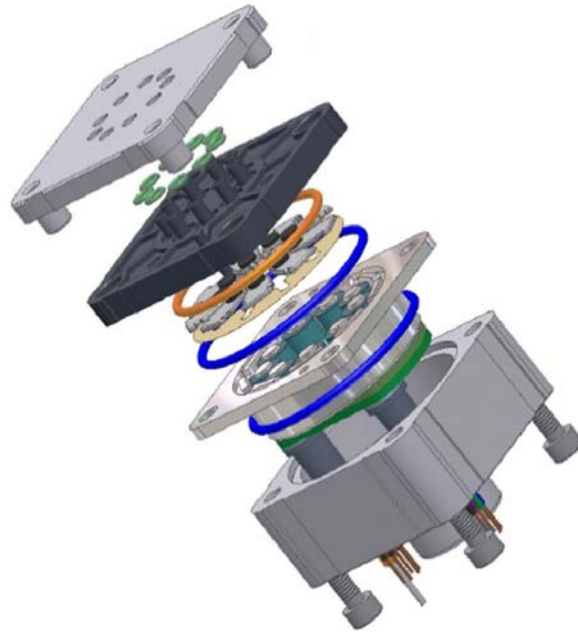


Mono blok valfler de bir manifold üzerine oturtularak kendi içinde gruplanabilir. Bunun en büyük avantajı çok az yer kaplamasıdır.(Şekil 17)



Şekil 17. Gruplanabilir Valflerin Kendi içinde Gruplanması

Gruplanabilir valflerin iç yapısı ise Şekil 18 de görülmektedir.



Şekil 18. Gruplanabilir Valflerin İç Yapısı

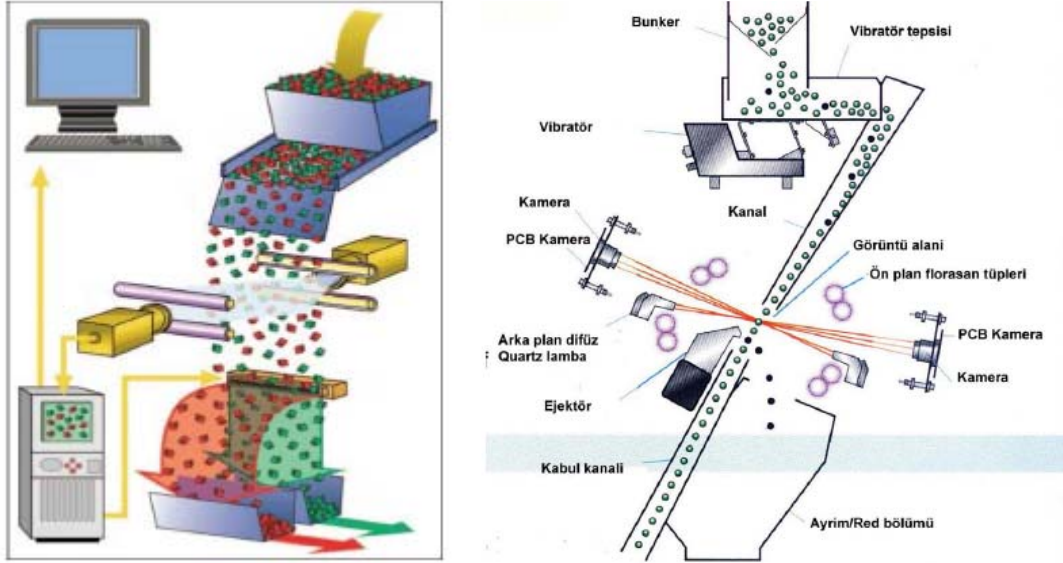
5. EN BELİRGİN UYGULAMA ALANLARI

5.1 Sorting(Ayıklama) Endüstrisi

Shutter tekniği ile üretilen bu valflerin en belirgin ve mükemmel performans gösterdiği uygulama alanlarının en başında Sorting sektörü gelmektedir. Sistem temel olarak mikroprosesör kontrol ekipmanlarının yardımı ile yüksek hızda geçen maddeleri renklerine göre ayırmaktadır. Sorting sisteminde bir bant üzerinden serbest düşen gıda maddelerinin-ki bu kuruyemiş(fındık, fıstık v.s), kuru bakliyat(pirinç, fasulye, nohut v.s) ve sebze meyve olabilir-bir kamera vasıtası ile görüntülenerek üzerinde herhangi bir leke olup olmasına ya da büyüklüğüne göre ayırma işlemidir.(Şekil 19) yani



rengi göre ayıklama işlemidir. Bu işlemde bir manifold vardır ve bu manifold üzerinde kanal sayısına bağlı olarak 100 ila 300 adet üfleme deliği bulunur. Bu üfleme deliklerini ise işte bu shutter tekniği ile üretilen valfler besler. Serbest düşen gıda tanelerinin üzerinde herhangi bir leke var ise ya da tanımlanan kıstasların dışında ise o gıda tanesinin diğerlerinden ayrılması gerekir. Bu ayırma işlemi ise kameranın bu istenmeyen gıda tanesini görmesi durumunda sinyal vererek valfin enerjileşip o istenmeyen gıda tanesini üfleyerek ayırmasıdır. Burada valfin cevap verme süresi çok hızlı olmalıdır ki istenmeyen gıda tanesi ayrılırken diğerlerinin de yani düzgün olanların da beraber ayrılmaması gerekir. Şekil 20 de ayrılmış olan bulgur tanelerini görmekteyiz.



Şekil 19. Sorting (Ayırma) İşlemi



Şekil 20. Ayrılmış Bulgur Taneleri

5.2 Markalama ve Delgileme Endüstrisi

Bu endüstride çok hızlı çalışması gereken delici ve markalayıcı uçların hareketlerinin kontrolünde cevap verme süreleri açısından tercih edilmektedir. (Şekil 21)



Şekil 21. Markalama Cihazları

5.3 Medikal ve Bio-Tek Endüstrisi

Bu endüstride de en yaygın olarak anestezi cihazlarında kullanılmaktadır. Nedeni ise çok güvenilir oranlarda karışım sağlamaktadır. Ürünlerin hysteresi güvenilir aralıklarda olduğu için anestezi aletlerinde karışımın güvenilir biçimde sağlanmasında kullanılır. Bir diğer neden ise oransal olarak kontrol edildiklerinde valflerin toleranslarının çok küçük olmasıdır.



Şekil 22. Medikal Cihazlar



5.4 Dolum ve Test Makineleri Endüstrisi

Bu valflerin on/off ve aynı zamanda oransal kontrol edilebiliyor olmaları dolum ve test makineleri endüstrisinde tercih edilmelerinin sebeplerindedir. (Şekil 23)



Şekil 23. Dolum ve Test Makinaları

6.SONUÇ

Sonuç itibariyle “Shutter Tekniği” ile üretilmiş olan pnömatik valfler kullanılan program ve sürücü kartlarına göre 100Hz ile 2000 Hz aralığında çalışabilmekte, bunun yanında 500 milyon ile 1.5 milyar cycle(çevrim) ömre sahip olan valflerdir. Sürtünmesiz bir teknolojiye sahip olması mükemmel dayanım ve hız kazandırmaktadır. İleri teknoloji elektrisel kontrol yöntemleri çok düşük güç tüketimleri sağlamaktadır. Teknolojik olarak getirdikleri bunca yararlar ve yenilikçi sürme teknikleri sayesinde endüstrinin farklı uygulama noktalarında kullanıcılarına kolaylık ve fayda sağlayacağı aşikardır.

KAYNAKLAR

- [1] Matrix General Catalogue, 2007
- [2] Bee, S. (2002). Sorting it out. World Grain, April, 64-69.

ÖZGEÇMİŞ

Vahdettin BAYRAK

1979 İzmir-Urla doğumludur. 2000 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2002 yılında kısa bir süre Semakmatik Ltd Şti’nde çalıştıktan sonra 2004 yılına kadar Hidroser A.Ş de çalışmıştır. 2004-2007 arasında Atlas Copco ‘da Trakya Bölge Sorumlusu olarak çalıştıktan sonra 2008 yılı başından beri Delta Proje Hidrolik-Pnömatik firmasında çalışma hayatına devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.