

ENDÜSTRİYEL HİDROLİKTE BİRİKTİRİCİLER VE KULLANIM DEVRELERİ

Mustafa GÖLCÜ

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Çamlık/Denizli

Geliş Tarihi : 23.11.2001

ÖZET

Endüstriyel hidrolik teknolojisindeki önemli gelişmeler büyük güç iletim sistemlerini de içine alacak şekilde genişlemiştir. Hassas kontrol devrelerini kullanarak verimli ve güçlü sistemler geliştirilmiştir. Öte yandan bu sistemler bazı durumlarda uygun bir şekilde çalışmadığı için bu sistemlerde daha güvenli işletme ortamının sağlanması gerekmektedir. Örneğin, devredeki herhangi bir nedenle sistemin beslenememesi veya akışkan kaybı gibi durumlarda devrede ciddi hasarlar meydana gelebilir. Basınçların çok yüksek seviyelere çıkması durumunda ani şok darbeleri oluşur. Hidrolik biriktiriciler bu tür problemleri önlemek için kullanılır. Bu çalışmada, hidrolik devrelerde kullanılan biriktiricilerin tipleri ile hidrolik biriktirici seçimi için gerekli formüller sunulmuş ve biriktiricilerin çeşitli devrelerde kullanımı şekiller üzerinde gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Biriktiriciler, Hidrolik devreler

INDUSTRIAL HYDRAULIC ACCUMULATORS AND APPLICATION CIRCUITS

ABSTRACT

Important developments in industrial hydraulic technologies extended their application areas including big power transmission systems. Efficient and powerful systems have been developed using sensitive control units. However, it is necessary to provide safe operating working conditions since some systems can not work properly in some situations. For instance, lack of the fluid in the system or leakage of the fluid from the system may cause serious damage in the circuit. When the pressure reaches the high levels, instantaneous shock strokes may also occur. Hydraulic accumulators are used to prevent such kind of problems. In this study, types of accumulators used in hydraulic circuits are introduced and necessary formulas for selection of the accumulators are presented with an example. The usage of accumulators in different circuits is shown with figures.

Key Words : Accumulators, Hydraulic circuits

1. GİRİŞ

Endüstriyel hidrolik, basınçlı akışkanın sahip olduğu hidrolik enerjinin endüstriyel alanda kullanılmasını inceler. Akışkan olarak su ve petrol kökenli yağların kullanıldığı hidrolik sistemler, endüstrinin bütün alanlarında kullanılmakta ve her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Gelişen teknolojiye paralel olarak otomatik kumandalı makinalarda yeni geliştirilen elektro-hidrolik valfler, servo valfler ve uzaktan kumandalı elemanlar artık hidrolik

devrelerin ayrılmaz parçası olmuştur. Hidrolik kumanda sistemleri endüstrinin bütün alanlarında kullanılmakta ve her geçen gün uygulama alanı genişlemektedir.

Hidrolik biriktiriciler genel olarak basınç altındaki akışkanın belirli bir hacimde depolanmasını ve gerektiğinde hidrolik devrenin bu akışkanla beslenmesini sağlayan elemanlardır. Hidrolik devrede çalışma şartları bakımından bazı hallerde daha fazla akışkana ihtiyaç duyulur. Belirli

işlemlerde veya zamanlarda gerekli olacak bu akışkanı temin etmek için büyük kapasiteli bir pompayı kullanmak ekonomik olmayacaktır. Böyle hallerde normal çalışma şartlarına uygun kapasitede bir pompa seçilir, bunun yanında devrenin ihtiyaçlarına uygun bir biriktirici seçilerek sistemin uygun bir devresine yerleştirilir. Böylece gerektiği zaman pompanın debisinin üstündeki akışkanı sisteme basmak mümkün olabilmektedir. Hidrolik biriktiricilerle ilgili çalışmalar çok sınırlı olup bazı kitaplarda bunlarla ilgili ayrıntılı bilgiye rastlanmaktadır. Bu yayınların çoğunda biriktiricilerin çeşitleri ve işlevleri tanıtılmakta (Pippenger and Hicks, 1979; Schmitt, 1981; Özcan, 1982), hesap yöntemleri ile ilgili bilgilere ise temel akışkanlar mekaniği ve termodinamik bağıntılar esas alınarak diğer yayınlarda rastlanmaktadır (Karacan, 1988; Esposito, 1997).

1. 1. Hidrolik Biriktiricilerin Görevleri

Bir hidrolik biriktirici belli hacimdeki basınçlı yağlı biriktirme, tutma ve istendiğinde geri verme görevlerini görür. Hidrolik biriktiriciler devrelerde çok değişik amaçlar için kullanılırlar (Schmitt, 1981; Özcan, 1982; Karacan, 1988; Song et al., 1996; Anon, 1997; Yokota et al., 1996).

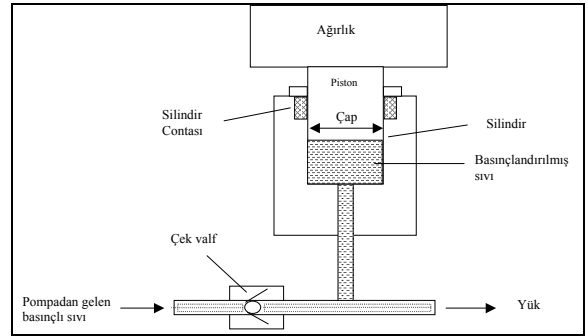
1. Hidrolik sistemde kısa bir süre için büyük miktarlarda akışkana gereksinim duyulduğunda akışkan depolayıcı olarak,
2. Sistemdeki kaçak ve sızıntıların karşılanması, böylece meydana gelebilecek verimdeki düşmeyi ortadan kaldırmak,
3. Çalışma esnasında sistem için gerekli akışkan hacmi, pompanın sağladığı debiden daha düşükse bu durumda biriktirici doldurulur. Ani debi gereksinimlerinde; sistemin talebi ile pompa debisi arasındaki fark biriktirici tarafından karşılanır. Böylece sistemde biriktirici kullanımı ile kısa süreli ani debi gereksinimlerinin karşılanması için yüksek debili ve dolayısıyla büyük güçlü pompaların kullanımına gerek kalmayacaktır.
4. Kapalı devre çalışmalarında sıcaklık değişimlerinden dolayı oluşan hacimsel dengesizliği gidermek,
5. Sistemde durma, tersine dönme gibi çalışma şartlarından doğacak şokları ve dalgalanmaları zararsız hale getirir ve sistemin sabit basınç altında düzenli çalışmasını sağlamak,
6. Pompa veya tahrik sisteminde herhangi bir arızanın olması veya elektrik kesilmesi gibi durumlarda *acil* emniyet ünitesi olarak, yapılmakta olan işin bitirilmesini sağlamak için kullanılır.

2. HİDROLİK BİRİKTİRİCİ ÇEŞİTLERİ

Hidrolik sistemlerde en çok kullanılan biriktiriciler ağırlıklı, yaylı, pnömatik veya gazlı biriktiricilerdir. Pnömatik veya gazlı biriktiriciler de ayırıcı olmayan ve ayırıcı olan tipleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pistonlu, balonlu ve diyaframlı biriktiriciler ayırıcı olan biriktiriciler içerisinde yer almaktadır.

2. 1. Ağırlıklı Biriktiriciler

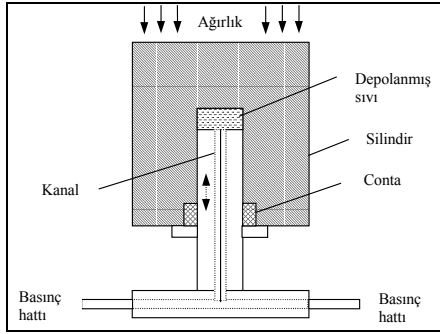
İlk yapılan tipler olup büyük hacim ve sabit basınç gerektiği yerlerde kullanılırlar. Çeşitli değerdeki ağırlıklarla akışkanın basıncı dengelenir. Akışkanın basıncı önceden ayarlanan değerden aşağı düşünce ağırlığın etkisi ile biriktirici sisteme yağ basar. Böyle bir biriktiricinin çalışma prensibi Şekil 1'de gösterilmiştir (Pippenger and Hicks, 1979; Esposito, 1997). Lastik ve plastiklerin kalıplarında olduğu gibi uzun bir durma periyodu gerektiren işlemlerde; bir sıvı sütunu üzerinde ağırlık tarafından sağlanan enerjinin tüm üstünlüklerinden yararlanılabilir. Ağırlıklı tipteki biriktiricilerin diğer bir üstünlüğü de metal levhaların bükülmesi ve kağıt levhaların üretilmesinde kullanılan döner düzenekler üzerine sabit bir basıncı uygulamasıdır.



Şekil 1. Bir ağırlıklı biriktiricide basınç altındaki hidrolik akışkanın depolanması

Bu tür biriktiricilerin dezavantajı; son derece büyük boyutlarda ve ağırlıklarda olması nedeni ile taşınabilir düzenekler için uygun olmamalarıdır. Bazı ağırlıklı biriktiricilerde piston bir temele oturtulur ve silindir hareket eder (Şekil 2). Akışkan piston içindeki bir kanaldan yukarı ve aşağı doğru geçer. Akışkan bu kanalın en üstüne ulaştığında esas kullanma için depo edildiği silindir odasına girer. Şekil 2'den de görüldüğü gibi silindir oldukça kalın cidara sahiptir. Bu ağır cidarlar akışkan üzerinde arzu edilen basıncı oluşturmada gerekli ağırlığı sağlar. Kalın cidarlar aynı zamanda akışkanı muhafaza etme ve aşırı basınç periyotları esnasında parçalanmayı önler (Pippenger and Hicks, 1979). Üst ve alt ölü noktalarda piston hareketini önlemek

için birer sınır anahtarı konur. Bu anahtar, biriktirici tasarım basıncına kadar tam yüklendiğinde ya akışkan pompasını durdurur veya akışkanı devrenin diğer bir kısmına yönlendirir. Biriktirici önceden belirlenen bir basınca kadar boşaldığında, anahtar mekanizması pompayı çalıştırabilir veya basınç altındaki akışkanı tekrar çek-valf kanalı ile biriktiriciye yönlendirir ve böylece biriktirici tekrar doldurulur.



Şekil 2. Ters pistonlu ağırlıklı bir biriktirici

2. 2. Yaylı Biriktiriciler

İçeriye dolan akışkan basıncının etkisi ile yayı yukarı doğru sıkıştırır. İki zıt kuvvet birbirini dengeleyinceye kadar ilerler ve durur. Yay kuvveti, akışkanın basıncında düşme olunca sistemi besler. Yay yüklemeli biriktirici, ağırlıklı tiptekilere benzer olup sadece piston bir yay ile önceden yüklenmiştir. Yay pistonu karşı tesir eden enerji kaynağı olup akışkanı hidrolik sistem içerisine iter. Bu tip biriktirici tarafından oluşturulan basınç yayın büyüklüğüne ve ön yüklemesine bağlıdır. Yay yüklemeli biriktiriciler düşük basınçlarda nispeten küçük hacimlerde yağ sağlarlar. Yüksek basınçlı, büyük hacimli sistemlerde daha ağırdırlar ve büyük yer kaplar. Bu tip biriktiricilerin yayın yorulması ve yay özelliğini kaybetmesi nedeni ile yüksek hızlı uygulamaların gerektiği yerlerde kullanılması sakıncalıdır.

Bir yayın yük karakteristikleri enerji depolamada olduğu gibi yayı sıkıştırmada gerekli kuvvete bağlıdır. Serbest veya sıkıştırılmamış yayın uzunluğu sıfır enerji depolanmasını gösterir. Yay maksimum donanım uzunluğuna kadar sıkıştırılırsa, piston düzeneğinde akışkanın minimum basınç değeri oluşur. Basınç altındaki akışkan piston silindire girince yayı sıkıştırmaya neden olur. Yayı sıkıştırmak için gerekli yükün artmasından dolayı akışkan üzerindeki basınç artacaktır.

2. 3. Pnömatik veya Gaz Yüklü Biriktiriciler

Ağırlıklı ve yaylı biriktiricilerin endüstriyel uygulamalarda kullanımı çok sınırlıdır. Gazların

sıkıştırılabilme özelliğinden yararlanılarak akışkanın basınç altında depolandığı gaz basınçlı biriktiricilerin endüstride çok geniş kullanım alanı vardır. Gazlı biriktiricilerde gaz olarak sadece "Azot" gazı kullanılır. Gaz yüklü biriktiriciler daha sık hidro-pnömatik biriktiriciler olarak adlandırılırlar. Ağırlık ve yay yüklü tiplerden daha pratiktirler. Bu tipteki biriktiriciler gazların Boyle yasasına göre çalışırlar. Sabit bir sıcaklık işleminde gazın basıncı hacmi ile ters orantılıdır. Örneğin, biriktiricinin gaz hacmi, basınç iki kat artınca yarıya iner. Sistem basıncındaki düşme nedeni ile, bir piston hızlı olarak yüke doğru hareket ederse gaz genişler böylece bu enerji yağı biriktiriciden dışarı doğru iter. Gaz yüklemeli biriktiriciler ayırıcı olmayan ve ayırıcı olmak üzere iki ana sınıfa ayrılırlar.

2. 3. 1. Ayırıcı Olmayan Tip

Ayırıcı olmayan tipteki biriktirici, en altta bir yağ giriş ağızı ihtiva eden tamamen kapalı bir tüpten ibaret olup gaz yükleme vanası en üsttedir. Yoğunluk farkı ile gaz tüpün üst tarafında yağ ise alt tarafında bulunmaktadır. Burada gaz ve yağ arasında herhangi bir fiziksel ayırıcı yoktur ve bundan dolayı gaz, yağı doğrudan doğruya iter. Bu tip biriktiricinin esas üstünlüğü büyük miktarlarda yağı depolayabilme özelliğidir. Esas sakıncası ise bir ayırıcı olmadığından yağ içine gazın soğurulmasıdır. Ayrıca bu tip biriktiricilerde içerdeki gazın tüpün üst tarafında tutulabilmesi için mutlak surette düşey olarak yerleştirilmesi gerekir. Yağ içerisinde hareketli olan gaz pompada kavitezyon ve hasara sebep olacağından yüksek hızlı pompalarla kullanımı tavsiye edilmez. Yağdaki gazın soğurulması aynı zamanda yağı sıkıştırılabilir yapar, bu da hidrolik pistonların esnek çalışmasına sebep olur.

2. 3. 2. Ayırıcı Tip

Gaz yüklemeli biriktiricilerin uygulamada daha çok kullanılan tipi ayırıcı tiptir. Bu tiplerde gaz ve yağ arasında fiziksel bir engel vardır. Bu engel gaz ile yağın karışmasını engeller ve böylece gaz kaybı da önlenmiş olur. Ayırıcı biriktiriciler üç çeşittir.

Bunlar;

1. Pistonlu
2. Balonlu
3. Diyaframli tiplerdir.

2. 3. 2. 1. Pistonlu Biriktiriciler

Bu tip biriktiriciler genellikle geniş hacimler ve büyük boşaltma miktarları için kullanıma

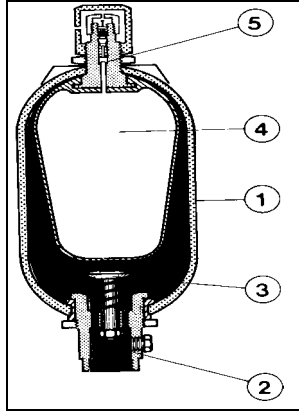
uygundur. Gaz ve akışkan bölümleri serbest hareket edebilen piston ile birbirinden ayrılmıştır. Silindir içinde hareket eden pistonun bölümler arasındaki sızdırmazlığı sızdırmazlık elemanları ile sağlanır. Burada piston, gaz ve yağ arasında engel görevi yapar. Pistonlu biriktiricilerin esas üstünlüğü uygun O ring sızdırmazlık elemanlarının kullanımı ile çok yüksek veya çok düşük sıcaklıktaki sistem akışkanlarını kullanabilme özelliği olmasıdır.

2. 3. 2. 2. Balonlu Biriktiriciler

Şekil 3'de yağ ve gaz arasında elastik engel bulunan balonlu tip biriktiricinin çeşitli çalışma konumları görülmektedir. Bu tipteki biriktiricilerin en büyük üstünlüğü gaz ile yağ odaları arasında tam bir sızdırmazlığın sağlanmasıdır. Hidrolik pompa yağı biriktirici içine basar ve balon şekil değiştirir. Basınç arttıkça gazın hacmi azalır ve böylece hidrolik enerji depolanmış olur. Tersi durumda ise hidrolik devrede fazla yağa gereksinim duyulduğunda, miktar ile orantılı olarak basınç düşüktüğü yağ biriktiriciden sisteme geçer.

Balonlu biriktiricinin ana elemanları Şekil 3a'da gösterildiği gibidir. Bu elemanlar sırası ile:

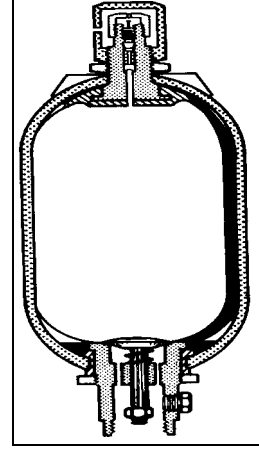
1. Çelik kap
2. Akışkan bağlantısı
3. Plaka ventil
4. Balon
5. Gaz dolum bağlantısıdır.



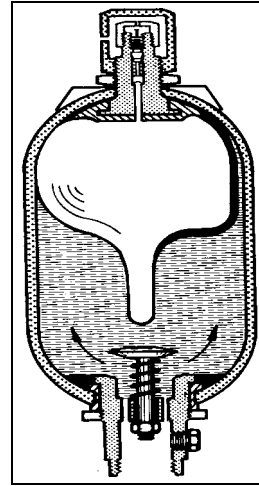
(a)

Başlangıçta biriktirici balonu gaz dolum bağlantısından tüm kabı kaplayacak ve plaka ventili kapatacak şekilde gaz ile doldurulur (Şekil 3b). Balonun sistem ile olan basınç farkından dolayı biriktirici dışına taşmaması ve patlamaması için plaka ventili kullanılır. Sistem basıncı gazın ön dolum basıncına ulaştığında akışkan biriktiriciye plaka ventilinden iletilerek balondaki azot gazı sıkıştırılmaya başlanır (Şekil 3c). Bu durumda

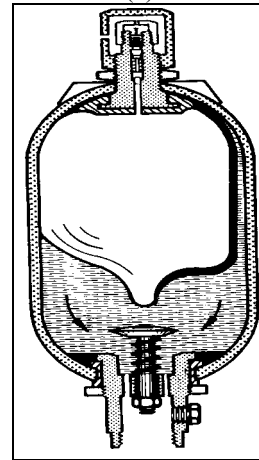
biriktiriciye giren akışkanın hacmi kadar gaz hacminde azalma olur. Akışkanın biriktiriciden alınması durumunda balon hacmi giderek artar (Şekil 3d).



(b)



(c)



(d)

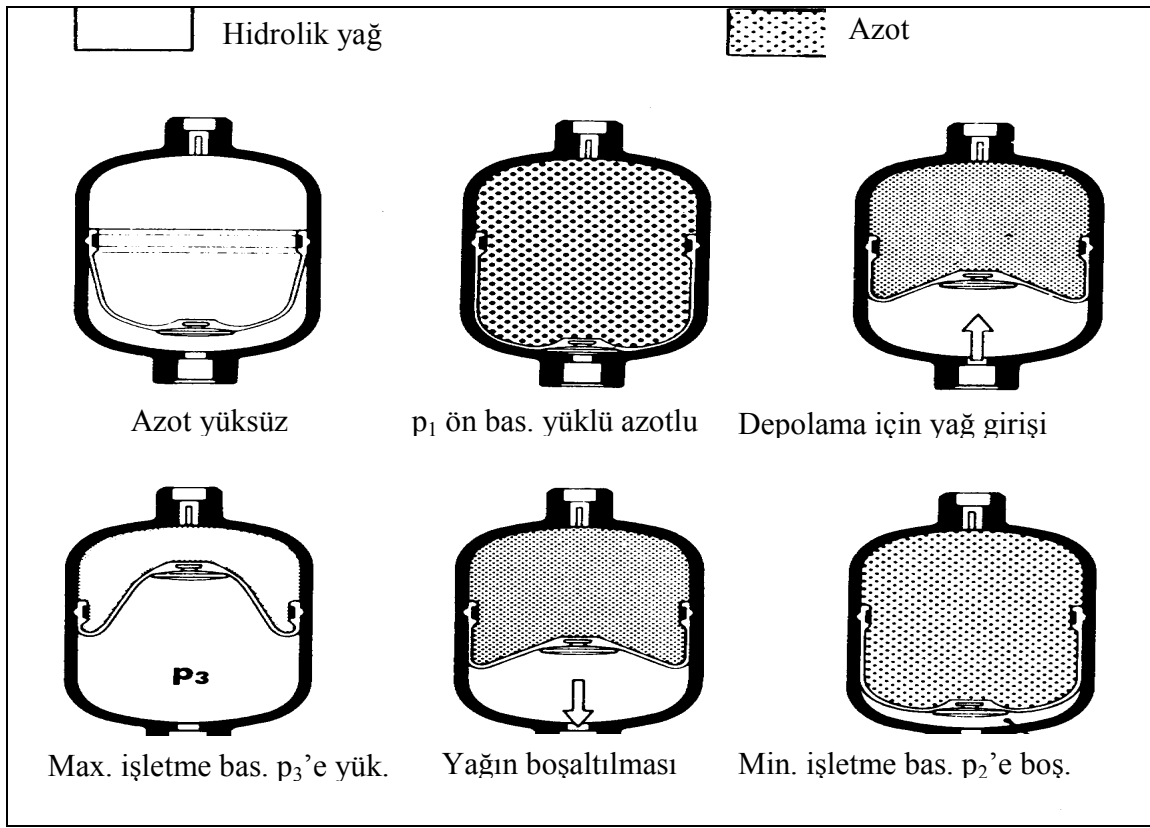
Şekil 3. Balonlu tip biriktiricinin çeşitli çalışma konumları (Schmitt, 1981)

2. 3. 2. 3. Diyaframalı Biriktiriciler

Şok darbelerinin sönümlenmesi, titreşimlerin giderilmesi ve ön uyarı devreleri için küçük hacimli diyaframalı biriktiriciler kullanılır. Genellikle küresel yapıdaki diyafram iki bölümü birbirinden ayırır. Diyaframalı tipli biriktiriciler bir diyaframdan ibaret olup yağ ile gaz arasında elastik engel gibi görev yapar. Diyaframın tabanında emniyete alınmış kapatma düğmesi diyafram tam olarak gerildiğinde hat bağlantısının girişini örter. Bu da ön yükleme periyodu esnasında girişe doğru basınçla diyaframın itilmesine engel olur. Gaz tarafında ise, vidalı kapak yük basıncını kontrol etmeye ve bir yükleme vasıtası

ile biriktiricinin yüklemesini sağlar.

Şekil 4 diyaframalı tip biriktiricinin çalışma konumlarını göstermektedir (Schmitt, 1981). Hidrolik pompa yağı biriktirici içerisine basar ve diyaframın şeklini değiştirir. Basınç arttıkça gazın hacmi azalır ve böylece hidrolik enerji depolanır. Bunun tersine devrede ilave bir yağ istendiğinde, ihtiyaç miktarına bağlı olarak sistemde basınç düşerse bu biriktiriciden sağlanır. Bu tip biriktiricinin esas üstünlüğü hacme göre ağırlık oranının küçük olmasıdır. Bu da havalı uygulamalar için oldukça uygundur.



Şekil 4. Diyaframalı tip biriktiricinin çalışması

3. BİRİKTİRİCİLERİN SEÇİMİ VE HESABI

Hidrolik sistemin çalışma şartlarına uygun ve yeterli kapasitede biriktiricilerin seçilmesi gerekir. Uygun kapasitede seçilecek biriktiriciler sistemin ihtiyaçlarına cevap verecek ve gerekli hacimdeki akışkanı devreye sokabilecektir. Ayrıca doğru seçilen biriktirici akışkanın sistem içindeki basıncının da istenen sınırlar arasında kalmasını

sağlayacaktır. Biriktiricinin seçimine etki eden basınçlar ve hacimler sırası ile aşağıdaki gibidir.

- P_1 : Biriktirici ön yükleme basıncı (bar)
- V_1 : Biriktirici hacmi
- P_2 : Pompa çalıştığında biriktiricide oluşan max. gaz basıncı (bar)
- V_2 : Yüklemeden sonraki gaz hacmi
- P_3 : Yüklemede ihtiyaç duyulan min. gaz basıncı (bar)
- V_3 : Minimum işletme basıncındaki hacim

3. 1. Ön Yükleme

Şekil 5a'da gösterildiği gibi biriktiricinin içine gazın doldurulmasından hemen sonraki durumdur. Burada pistonun tamamen biriktiricinin tabanına eriştiği konumdur.

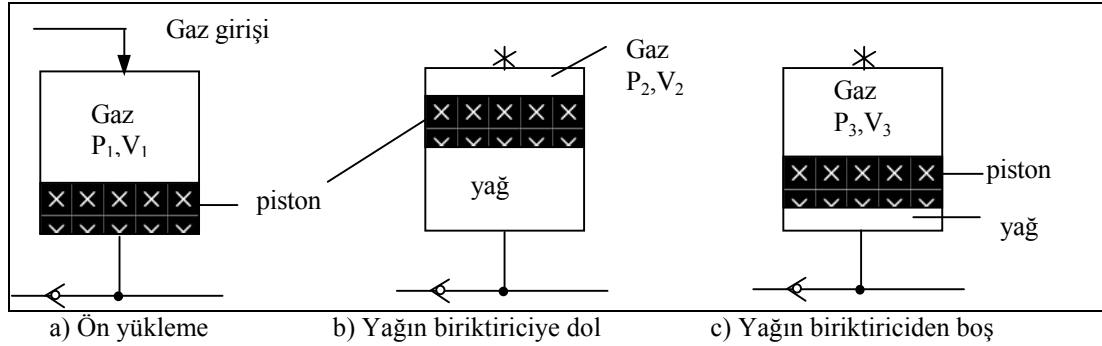
3. 2. Yağın Biriktiriciye Doldurulması (Yükleme)

Pompa çalışmaya başlar ve $p_2 > p_1$ olduğundan hidrolik yağ biriktirici içerisine pompalanır. Bu fazda, 4 yollu vana dönüş konumundadır. Böylece sistem basınç rahatlama vanasının ayarlandığı p_2 basıncına kadar çıkar. Bu durum Şekil 5b'de

gösterilmiştir.

3. 3. Yağın Biriktiriciden Boşaldığı Son Durum

Şekil 5c'de görüldüğü gibi 4 yollu vana silindiri yüke karşı çalıştıracak şekilde konumlandırılır. Sistem basıncı p_2 basıncının altına düştüğünde, biriktiricideki p_2 kadarlık gaz basıncı; silindirin hızlı hareketi esnasında pompaya yardımcı olmak üzere biriktiricideki yağı sisteme basar. Biriktirici gaz basıncı p_3 minimum değerine düşer bu da yük altındaki gerekli minimum basınç olan p_3 basıncıdır. Bu durumda yükü kaldırmada gerekli olan minimum basınç p_3 basıncının altına düşmemelidir.



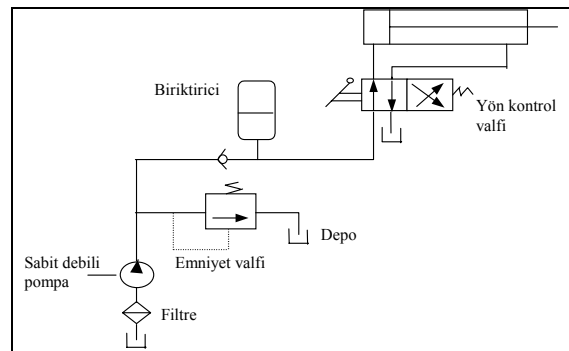
Şekil 5. Biriktiricinin değişik çalışma konumları

Bir hidrolik biriktiricinin bulunduğu hidrolik sisteme ait hidrolik devrenin çalışması Şekil 6'da gösterilmiştir (Song et al., 1996; Anon., 1997; Esposito, 1997). Bu tür sistemler genel olarak sıkıştırma, dövme veya delik delme gibi işlemlerde kullanılır. Bu da işlem strokları arasında belirli bir zaman aralığını gerektirir. Öte yandan iş silindirindeki piston hareketi pompanın sağladığı debiye göre belirli bir zaman periyodunda meydana gelir. Eğer bu hareketin hızlı olarak gerçekleşmesi isteniyorsa debisi daha büyük olan bir pompa kullanılmalı veyahut da bu gereksinimi karşılamak için sistem bir biriktirici ile donatılmalıdır.

Şekil 6'da hidrolik devresi verilen sistemde, büyük bir kütleyi sıkıştırarak küçültme işleminde kullanılan hidrolik makinada, çapı D ve stroku da h olan hidrolik silindir kullanılmıştır. Strok hareketi t sn'lik zamanda meydana gelmektedir. İki sıkıştırma periyodu arasında t_1 kadarlık bir zaman geçmektedir.

Böyle bir sistem için biriktirici büyüklüğünün ve biriktiricili ve biriktiricisiz durumlar için pompanın debisi ve gücünün hesaplanması :

Biriktirici içindeki gaz sıcaklığı değişimi ihmal edilirse Şekil 5'deki her bir durum için Boyle kanununa göre aşağıdaki bağıntı yazılabilir.



Şekil 6. Yedek bir güç kaynağı olarak biriktiricinin kullanılması

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \quad (1)$$

$$V_{\text{hidrolik silindir}} = V_3 - V_2 \quad (2)$$

Öte yandan;

$$V_{\text{hidrolik silindir}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \quad (3)$$

şeklindedir.

(1), (2) ve (3) nolu denklemlerden,

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4 \cdot \left(\frac{p_2}{p_3} - 1 \right)} \quad (4)$$

elde edilir.

(4) nolu denklem (1) nolu denklemde yerine konursa;

$$V_3 = \left(\frac{p_2}{p_3} \right) \cdot V_2 \quad (5)$$

$$V_1 = \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \cdot V_2 \quad (6)$$

şeklinde hesaplanır.

Biriktirici kullanıldığında, pompa biriktiriciyi t_1 (s) zamanda doldurursa, pompanın debisi;

$$Q_{\text{biriktiricili}} = \frac{V_1}{t_1} \text{ m}^3 / \text{s} \quad (7)$$

ve biriktiricide oluşan maksimum basınç p_2 (Pa) olduğuna göre

$$P_{\text{biriktiricili}} = Q_{\text{biriktiricili}} \cdot p_2 \text{ (Watt)} \quad (8)$$

olarak bulunur.

Biriktiricisiz durumda hidrolik silindir t (s) zamanda dolduğuna göre gerekli pompa debisi;

$$Q_{\text{biriktiricisiz}} = \frac{V_{\text{hidrolik sil.}}}{t} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{h}{t} \text{ (m}^3 / \text{s)} \quad (9)$$

Bu durumda minimum işletme basıncı p_3 olduğuna göre pompanın gücü;

$$P_{\text{biriktiricisiz}} = Q_{\text{biriktiricisiz}} \cdot p_3 \quad (10)$$

şeklinde elde edilir.

3. 4. Örnek Çözüm

Hurda malzemelerini taşıma kolaylığı amacı ile sıkıştırma işlemi için tasarlanmış bir hidrolik

makinaya ait hidrolik devre Şekil 6'daki gibidir. Kullanılan hidrolik silindirin çapı 125 mm'dir. Hidrolik silindirin stroku $h = 2$ m'dir. Piston bu stroku 8 sn'lik bir zamanda kat etmektedir. Sıkıştırma strokları arasındaki geçen zaman 3 dakikadır. $P_1 = 50$ bar, $P_2 = 180$ bar, $P_3 = 100$ bar olarak verildiğine göre; biriktiricinin büyüklüğünün ve biriktiricili ve biriktiricisiz durumlar için pompanın debisi ve gücünü hesaplayınız.

(4)'nolu denklemden,

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 0.125^2 \cdot 2}{4 \cdot \left(\frac{180}{100} - 1 \right)} = 0.0307 \text{ m}^3$$

(5)'nolu denklemden,

$$V_3 = \left(\frac{180}{100} \right) \cdot 0.0307 = 0.055 \text{ m}^3$$

(6)'nolu denklemden,

$$V_1 = 0.1105 \text{ m}^3$$

(7)'nolu denklemden

$$Q_{\text{biriktiricili}} = \frac{0.1105}{3 \cdot 60} = 0.000614 \text{ m}^3 / \text{s} (= 0.614 \text{ l/s})$$

(8)'nolu denklemden

$$P_{\text{biriktiricili}} = 0.000614 \cdot 180 \cdot 10^5 = 11052 \text{ W} (= 1.052 \text{ kW})$$

şeklinde elde edilir.

(9)'nolu denklemden

$$Q_{\text{biriktiricisiz}} = \frac{\pi \cdot 0.125^2}{4} \cdot \frac{2}{8} = 0.00306 \text{ m}^3 / \text{s} (= 3.061 \text{ l/s})$$

(10)'nolu denklemden ise;

$$P_{\text{biriktiricisiz}} = 0.00306 \cdot 100 \cdot 10^5 = 30680 \text{ W} (= 30.68 \text{ kW})$$

olarak hesaplanır.

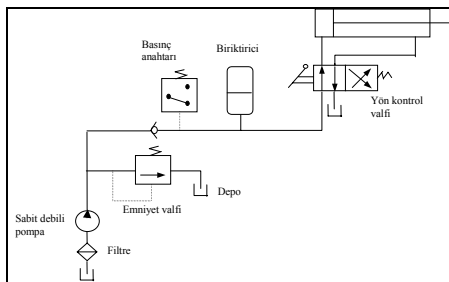
Hesaplardan da görüldüğü gibi biriktirici kullanılmadığı durumda pompanın sağlaması gereken debi biriktiricili duruma nazaran yaklaşık 5 misli artmakta ve sonuç olarak seçilmesi gereken pompanın gücü de 3 misli bir büyüklüğe çıkmaktadır.

4. BİRİKTİRİCİ KULLANIM DEVRELERİ

Şekil 6'da biriktirici ile bağlantılı olarak dört yollu bir vananın kullanıldığı uygulama görülmektedir. Dört yollu vana elle çalıştırıldığında, biriktiriciden gelen yağ silindirin ön yüzüne akar. Bu da pistonun strok sonuna gelinceye kadar hareket etmesini sağlar. Arzu edilen çalıştırma meydana gelirken (silindirin tam dolma konumunda) biriktirici pompa tarafından yüklenir. Dört yollu vana silindiri geriye getirecek konuma getirilir. Yağ pompadan akar ve biriktirici silindiri hızlı olarak geri çeker. Biriktiricinin büyüklüğü geriye gelme stroku esnasında sağlanan yeterli yağ miktarına göre seçilir.

Biriktiriciler için ikinci bir uygulama ise sistemin basınç altında tutulduğu fakat çalışmadığı en uca eriştiği periyot esnasında içten veya dıştan sızıntıları karşılamak içindir. Şekil 7'de görüldüğü gibi, bu uygulama için basınç anahtarı üzerinde maksimum basınç elde edilinceye kadar pompa biriktirici ve sistemi yükler. Biriktirici sonra uzun bir periyot esnasında sistemin sızıntılarını telafi eder. Son olarak sistem basıncı basınç anahtarının en düşük basınç ayarına düştüğünde, sistem tekrar dolduruluncaya kadar pompanın elektrik devresini kapatır. Bir sızdırma dengeleyicisi olarak kullanılan biriktirici elektrik gücünden tasarruf sağlar ve sistemdeki ısıyı düşürür (Esposito, 1997; Song et al., 1996).

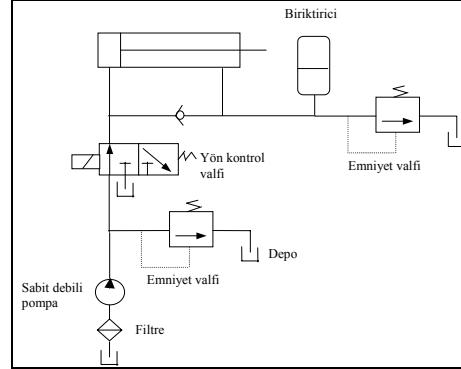
Bazı hidrolik sistemlerde, pompa veya elektrik güç arızaları nedeni ile normal yağ basıncının ortadan kalkması durumunda emniyet açısından silindirin geriye getirilmesi gerekebilir.



Şekil 7. Kaçakları önleyici olarak biriktiricinin kullanılması (Esposito, 1997)

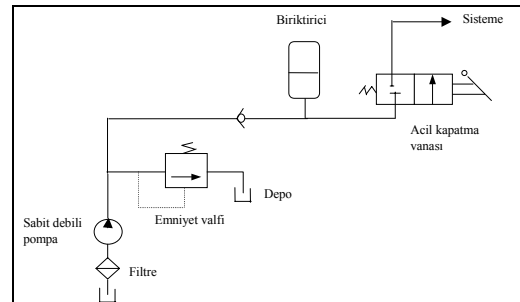
Acil güç kaynağı olarak Şekil 8'de gösterildiği gibi böyle bir uygulamada biriktiricinin kullanılmasına ihtiyaç duyulabilir. Bu devrede selenoid olarak çalışan 3 yollu vana biriktirici ile birlikte kullanılır. 3 yollu vana çalıştırıldığında, yağ silindirin ön yüzüne akar ve aynı zamanda çek valf yolu ile biriktiriciye ve silindirin diğer yüzüne akar. Silindir hareket ettikçe biriktirici yüklenir. Eğer

pompa bir elektrik kesintisi dolayısıyla durursa, selenoid üzerindeki enerji kalkacak vana kendi yay konumu durumunda duracaktır. Sonra basınç altında depolanan yağ biriktiriciden silindirin kollu uç tarafına etki edecektir. Bu da silindiri başlangıç konumuna çeker.



Şekil 8. Enerji güç kaynağı olarak biriktiricinin kullanılması (Esposito, 1997)

Biriktiricilerin en önemli endüstriyel uygulamalarından biri yüksek basınçlı dalgalanmaların veya hidrolik şokların ortadan kaldırılması veya azaltılmasıdır. Hidrolik şok (veya su darbesi) bir boru hattında nispeten yüksek hızlarda akan bir hidrolik akışkanın ani durması veya yavaşlaması ile meydana gelir. Bu hızlı kapanan vanaların bulunduğu yerde bir sıkışma dalgası meydana getirir. Bu sıkışma dalgası yukarıdan borunun ucuna doğru ve tekrar geriye doğru hat basıncında bir artış meydana getirecek şekilde ses hızında hareket eder. Bu dalga bütün enerjisi sonunda sürtünme ile ortadan kalkıncaya kadar tüm boru boyunca ileri geri hareket eder. Sonuçta meydana gelen basınç titreşimleri veya yüksek basınç yükleri hidrolik sistem elemanlarında hasara neden olabilir (Yokota et al., 1996; Anon., 1997; Esposito 1997). Şekil 9'da gösterildiği gibi eğer bir biriktirici hızlı kapanan vanaya yakın konursa basınç dalgalanmaları veya yüksek basınç yüklerini bastırılabilir. Bu uygulamada biriktirici basınç azaltma düzeni olarak görev yapar.



Şekil 9. Hidrolik şoku absorblayıcı olarak biriktiricinin kullanılması (Esposito, 1997)

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada hidrolik biriktiricilerin görevleri ve çeşitleri ile bunların üstünlük ve sakıncaları anlatılmış olup seçim ve hesap yöntemleri bir örnekle gösterilmiştir. Biriktiricilerin kullanıldığı devreler;

Yedek bir güç kaynağı,
Kaçakları önleyici,
Enerji güç kaynağı,
Hidrolik şok absorblayıcı olarak tanıtılmıştır.

Burada kullanılan hesap metodu biriktiricideki gazın sıcaklığındaki değişimin ihmal edildiği varsayımı ile yapılmıştır. Biriktiricinin hızlı çalışan devrelerde kullanılması durumunda biriktiricideki gazın sıcaklığının değişmesi kaçınılmazdır ve hesaplamada bu sıcaklığın değişimi göz önüne alınmalıdır. Bu durumda gazın sıcaklık, basınç ve hacim arasındaki değişimi adyabatik bağıntı ile sağlanacaktır.

Öte yandan bir hidrolik devrede; biriktirici kullanıldığında uygun hidrolik elemanların seçilmesi de çok önem taşımaktadır. Örneğin, bir biriktirici ile donatılmış bir hidrolik devrede 4 yollu 3 konumlu bir yön kontrol vanası seçilmişse bunun nötr konumda muhakkak kapalı merkezli olması gerekmektedir. Aksi takdirde biriktiricideki basınçlı yağ depoya boşalacaktır. Örnek çözümden de görüleceği üzere; biriktirici kullanıldığı zamanki pompanın sağlaması gereken debi $Q_{\text{biriktiricili}} = 0.614$ l/s değerini alırken, biriktirici kullanılmadığı durumda pompanın sağlaması gereken debi ise $Q_{\text{biriktiricisiz}} = 3.06$ l/s değerine yükselmekte olup, biriktiricili duruma göre debide yaklaşık 5 katlık bir artış görülmüştür. Dolayısı ile seçilmesi gereken pompanın gücü de % 177.59 artmıştır.

Biriktiricilerin kullanım maksatlarına göre boyutunun seçimi de önemlidir. Yukarıdaki yapılan

örnek hesaplamada çalışma periyoduna yetecek kadar biriktirici hacmi hesaplanmıştır. Eğer hidrolik makine ile çok hassas bir işin yapılması isteniyor ve herhangi bir şekilde arıza veya elektrik kesintisi ile bu iş tamamlanamıyorsa ve kaç periyotluk bir çalışma ile bu iş tamamlanabilecekse, o kadar büyüklükte bir biriktirici hacmi seçilmelidir. Hesaplardan da anlaşılacağı gibi biriktirici kullanımı ile hem daha düşük debili hem de daha az güç harcayan bir pompaya gerek olduğu görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Anonymous, 1997. Accumulators Help to Ease Out the Rough Spots, pp 55-58, Hydraulics and Pneumatics, 50, 8.

Esposito, A. 1997. "Fluid Power with Applications", Prentice-Hall International, Inc.

Karacan, İ. 1988. "Endüstriyel Hidrolik", Gazi Üniv., Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası.

Özcan, F. 1982. "Hidrolik Akışkan Gücü", Mert Teknik Fabrika Malz. Tic. ve San. A.Ş.

Pippenger, J. J. and Hicks, T. G. 1979. "Industrial Hydraulics", McGraw-Hill Book Company.

Schmitt, A. 1981. "Endüstriyel Hidrolik Eğitimi", G. L. Rexroth GmbH, (Çeviren: Aykun, H.)

Song, J., Zhou, S., Liu, L. 1996. Automatic Shut-off Valve for Hydraulic Accumulators, pp 55-57, ASME, Fluid Power and Systems Tech. Division, 3.

Yokota, S., Somoda, H., Yamaguchi, H. 1996. Study on an Active Accumulator, JSME. International of Journal, Series B: Fluids and Thermal Engineering, 39 (1), 119-124.