

## BARAJ VE BARAJ KAPAKLARI HİDROLİĞİ

Ahmet DİNÇER

### ÖZET

Ülkemizde elektrik enerjisinin önemli bir kısmı hidroelektrik santrallerden sağlanmaktadır. Barajların su alma, acil kapama, acil boşaltma ve radyal kapaklarının kontrolünde hidrolik enerjinin kullanılması her geçen gün artmakta ve sağladığı avantajlar nedeni ile de tercih edilmektedir. Barajlarda kullanılan hidrolik sistemlerin kullanım sıklığı değişiklik göstermekle birlikte bazen 3-5 yıl gibi uzun sürede bir kez kullanılması da gerekebilmektedir. Özellikle acil durumlarda hidrolik sistemlerin mutlaka çalışır durumda olması can ve mal emniyeti açısından oldukça önemlidir.

Dünyada çeşitli ülkeler, barajlarda kullanılması gereken hidrolik ünitelerde uyulması gereken kuralları yayınlamakta, uygulamaları kontrol etmektedir. Özellikle günümüzde inşa edilen modern barajlarda, hidrolik sistemlerin mekanik sistemlere göre fazlaca avantaj sağlaması sebebi ile hidrolik sistemlerin uygulama örnekleri her geçen gün artmaktadır. Önümüzdeki 10 yılda ise mekanik sistemler yenilenecek yerine hidrolik sistemler kullanılmaktadır. Barajlarda kontrol edilen yükler çok büyük ve silindirik strokları 7-10 m gibi büyük değerlerde olabilmektedir. Hatta Urfa, Mardin, Harran tünellerinde olduğu gibi, sulama kanallarının kontrolünde de hidrolik sistemler kullanılmaktadır.

Halen günümüzde inşa edilen barajların sayısı ve inşa edilmesi planlananların miktarı göz önünde tutulursa, barajlar hidroliğinde uyulması gereken kuralların önemi ortaya çıkar.

### GİRİŞ

Hidrolik tahrikli sistemler, inşaat mühendisliği uygulamalarında gittikçe artan oranlarda, mekanik sistemlerin önüne geçmekte, tercih edilmektedir. Hidrolik ile kumanda edilen baraj kapaklarında amaç, kapının istenilen pozisyonda kolayca tutulabilmesi, kontrolü, açılıp kapatılabilmesi ve kilitli pozisyonda kalabilmesidir.

İnşaat mühendisliğinde kullanılan hidrolik sistemleri sınıflandırmak oldukça zordur, uygulamaya göre değişen projelerdir. Her bir hidrolik sistem, belli türdeki savak veya kapak uygulaması için dizayn edilmiştir. Fakat, barajın kurulduğu yerdeki mevcut hidrolojik, jeolojik ve yerleşim ile ilgili koşullar da uygulamalarda dikkate alınmalıdır. İstenilen şartların değişiklik göstermesinden dolayı birbirinin aynı olan sistem sayısı çok azdır.

Barajlar büyüklüklerine göre dörde ayrılabilir.

1. Nehirler üzerine kurulan barajlar, büyüklükleri 5 ila 20 m arası.
2. Orta büyüklükteki barajlar, büyüklükleri 50 ila 200 m arası.
3. Büyük barajlar, büyüklükleri 1700 m ye kadar olabilir.
4. Özel amaçlı baraj ve rezervuarlar.

Sulama sistemlerinde, göletlerde, su kanallarında, nehir giriş ağzlarını gelgit ve deniz kabarmalarında korumak için yapılan büyük yapıların kontrolünde hidrolik sistemler kullanılmaktadır.

Yeni yapılarda veya eski yapıların modernizasyonunda kullanılan hidrolik sistemler standarttır. Bir kapağın tahrikinde genellikle birkaç alternatif her zaman mümkündür. Kapak sistemlerini ve mevcut ihtiyaçları çok iyi bilmek optimum dizayn için gereklidir. Aşağıda şematik olarak verilen kapı ve savak türleri seçilirken, hidrolik sistemlerin uygulanabileceği ve mekanik uygulamanın hidrolığe dönüştürülebileceği türler seçilmiştir.

Bunu yanı sıra çevre koruma ile ilgili şartların değişmesi, DIN 19704 ve 19705'deki değişiklikler sebebi ile projelerde gerekli değişiklikler yapılmaktadır.

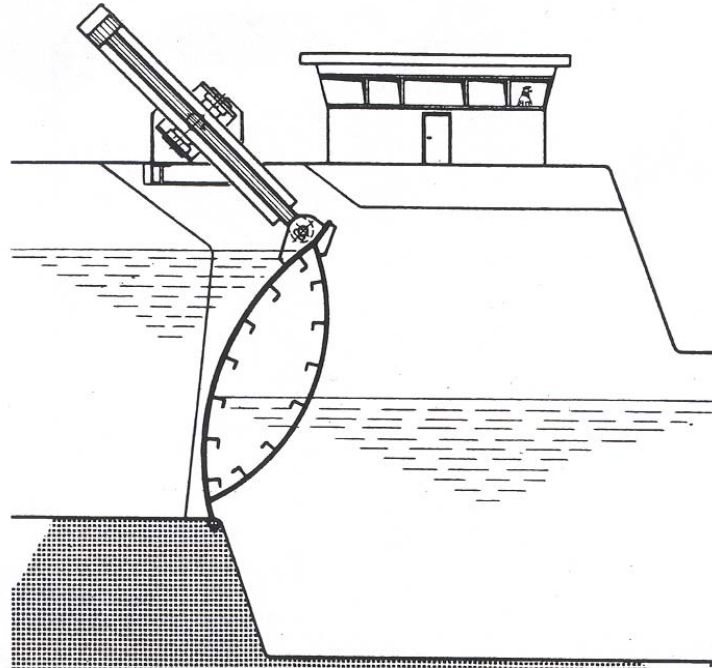
Baraj kapaklarında kullanılan hidrolik ünitelerden aşağıdaki özellikler beklenir.

1. Hidrolik ünite güvenilir ve her türlü hava koşulunda çalışabilir olmalıdır.
2. Hidrolik ünite en az bakım gerektirecek şekilde ve bakımı gerektiğinde kolay olmalıdır.
3. Elektrik kesilmesine karşı yedek güç sistemli ve manuel çalıştırılabilir olmalıdır.
4. Kapakların üzerinde gerektiğinde kullanılmak üzere çeki kancası ve çelik halat ile hareket ettirilebilirliği düşünülmüş olmalıdır.

## KAPAK TÜRLERİ

### Flap Kapak:

Barajlardaki su seviyesinin kontrolü ve su alma kapaklarında kullanılır [1]. Bu kapak türünde, yerleşimin şekline bağlı olarak, çeşitli alternatif dizayn şekilleri mümkündür (Şekil 1).

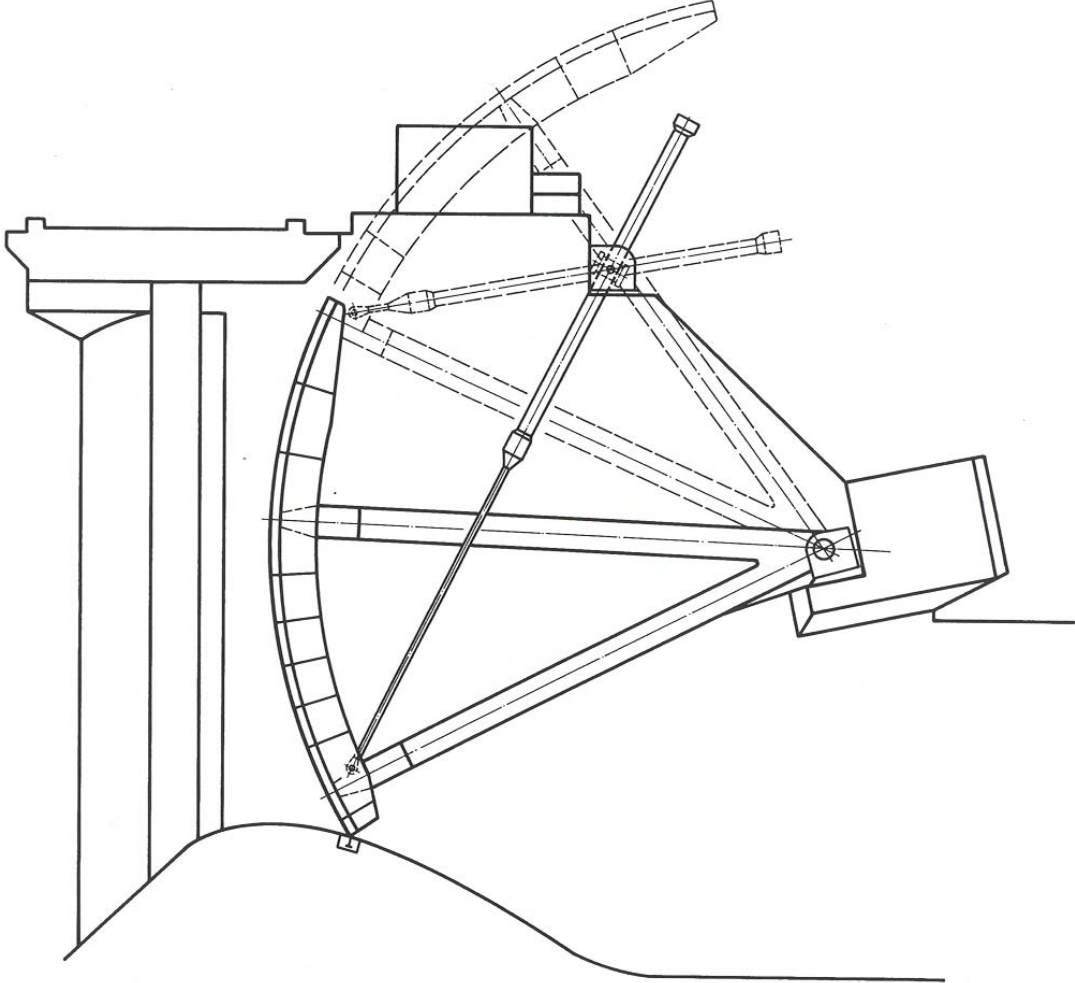


Şekil 1. Flap kapak.

1. Hidrolik silindir suyun akışına göre belli bir açı yapacak şekilde yerleştirilir.
2. Silindirin mafsal tarafı, suyun alçak tarafındaki seviyesinden oldukça yukarıda olmalıdır. Bu durumda silindirin mil ucu mafsalı flapın ortasında yerleştirilmelidir.
3. Flap kapak, çekme yönünde çalışan silindir tarafından çekilir. Silindirin mili bu tip uygulamada özel contalarla korunmuş olmalı, mafsal da yeterli kuvveti iletebilecek yeterli sağlamlıkta olmalıdır.
4. Yatay durumda olan hidrolik silindir, itme veya çekmeye çalışmaktadır. Buradaki zorluk geometrinin karışık ve stroğun oldukça uzun olmasıdır.

### Radyal Kapak:

Barajlardaki su seviyesinin kontrolünde ve su alma kapaklarında kullanılır. Radyal kapak uygulamasında, hidrolik silindirin çeşitli yerleştirme şekilleri ve tahrik sistemleri mümkündür [2]. Radyal kapaklarda çekme ve itme yönündeki kuvvetinin her ikisi de uygulanır (Şekil 2).

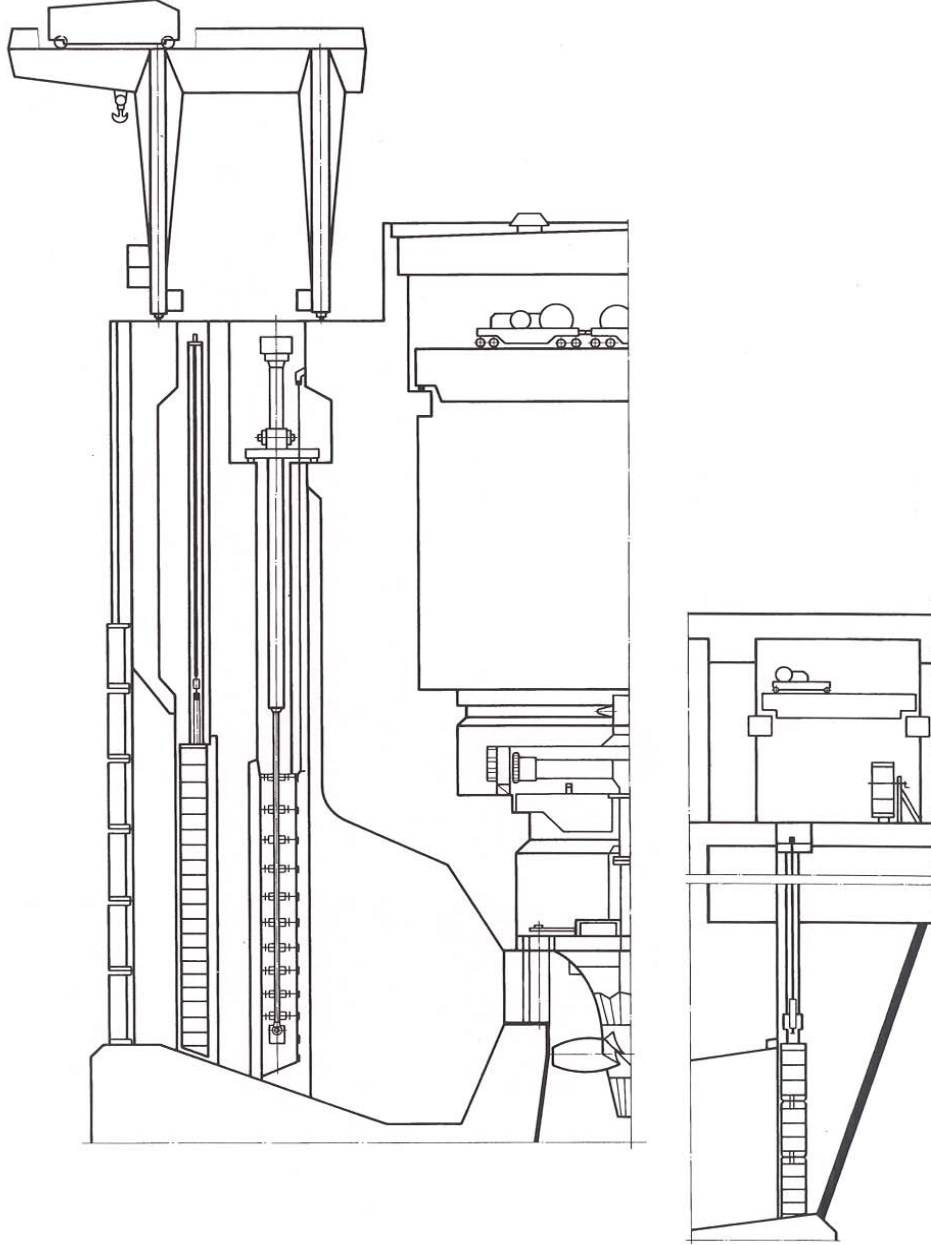


Şekil 2. Radyal Kapak

Hidrolik silindirin mili kapağa direkt olarak bağlandığı gibi, bir kol vasıtasıyla da bağlanabilir. Bütün bunlar dizaynın getirdiği zorluklara bağlı olarak değişmektedir. Diğer bir önemli nokta da baraj kapağının yeterli rijitliğe sahip olmamasıdır. Eğer kapağın yeterli rijitliği yok ise sistemin senkronizasyonu da göz önünde tutulmalıdır. Radyal kapaklarda çoğu zaman senkronizasyon ve pozisyon kontrolü olabildiği kadar basit ve mekanik olarak yapılmalıdır. Yapılan inşaatta istenen emniyet şartlarına, bulunulan yere, şartnamelere bağlı olarak projeler değişikliğe uğramaktadır. Seramik kaplı silindirler ve CIMS pozisyon ölçüm sistemi ile  $\pm 1$  mm toleransla pozisyon kontrolü yapılabilmektedir.

### Sürgülü Kapak:

Barajın çeşitli seviyelerinden su alma amacı ile kullanılır [3]. Silindir milinin uzunluğu genellikle silindir stroğundan uzundur (Şekil 3).



Şekil 3. Sürgülü Kapak

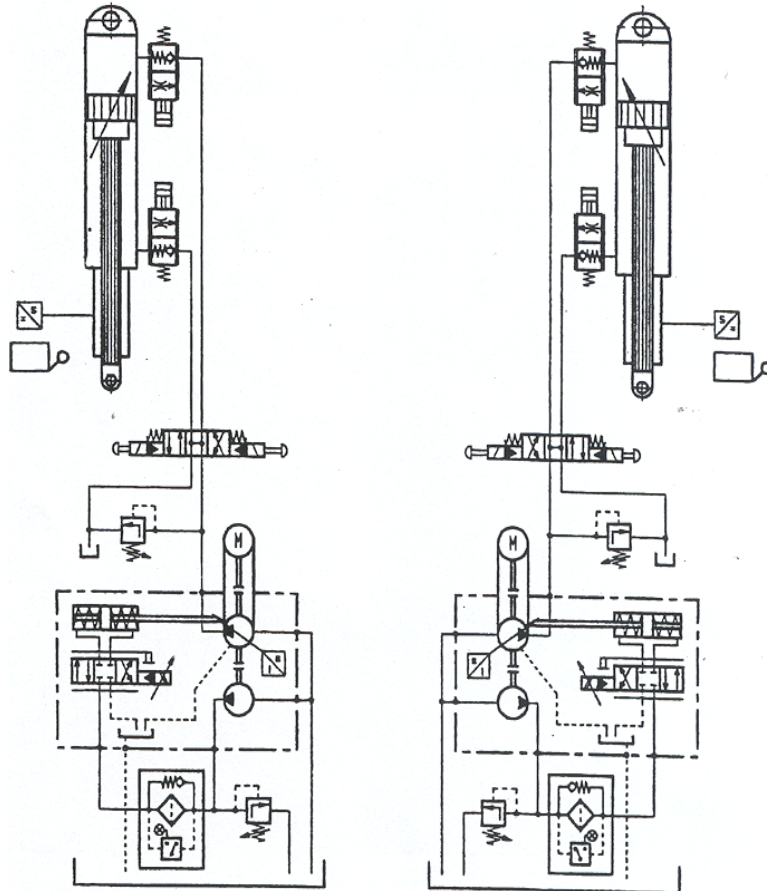
### HİDROLİK VE MEKANİK SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Baraj sistemleri, büyük kütlelerin hareketinin hassas bir mühendislik çalışması ile hareket ettirilmesi gereken sistemlerdir. Hareket ettirilen kütlelerin büyüklüğüne karşılık hızları oldukça düşüktür. Mekanik sistemler oldukça ağır, hareket iletimi düşük verimli ve pahalı sistemlerdir. Hidrolik sistemler, hidrolik motorları veya silindirleri hareket ettirmek için kullanılır.

### Hidrolik Sistemin Üstünlükleri

1. Hidrolik sistemlerin bakımı, yenilenmesi, güç kontrolü kolaydır. Mekanik sistemlerin bakımı, yenilenmesi, güç kontrolü zordur [4].
2. Mekanik sistemlerde hareketin uzun mesafelere iletimi oldukça zor, pahalı ve çok yer kaplar. Hidrolik sistemlerde hareketi yüzlerce metre uzağa iletmek kolaydır ve az yer kaplar.
3. Mekanik sistemlerin bakımı ve devamlı yağlanması gerekir. Hidrolik sistemlerin bakımı basittir. Mekanik sistemlerin %9-12'si kadar bakım gerektirir [5].
4. Mekanik sistemlerin ilk kalkış ve duruş hareketlerinin yumuşak ve aşırı yüklenmeden korunmalarını sağlamak oldukça zordur. Hidrolik sistemlerde ise bu koruma oldukça kolay, güçlerin kontrolü basittir.
5. Uzun ömürlüdür, 25 yıl.
6. Çevrecidir.
7. Ekonomiktir. 3-5 tona kadar olan yüklerin hareketinde, mekanik ve hidrolik sistemlerin maliyeti yaklaşık olarak aynıdır. 100 tona kadar olan yüklerin hareketinde, hidroliğin mekaniğe maliyet oranı yaklaşık 46:100'dir.
8. Su altında çalışan hidrolik sistemler ve valf grupları imal etmek de mümkündür. Bu da hidrolik sistemlerin mekaniğe olan avantajını her geçen gün arttırmaktadır.

Şimdiye kadar projelerde dişli pompalar ve 140 barlık sistemler kullanılmıştır. Fakat gelişmelere paralel olarak 200 barlık sistemler ve pistonlu pompalar kullanılmaktadır. Basıncıdaki bu değişmeye paralel olarak silindir, pompa ve hidrolik elemanlarda da boyut olarak küçülme vardır. Barajlarda kullanılan hidrolik sistemlerde günümüzde 250 barlık sistemlere izin verilmektedir (Şekil 4). Değişken debili pompalar kullanılır ise sistemin üreteceği ısı miktarı azalır ve dolayısıyla soutucuya olan ihtiyaç da azalır.

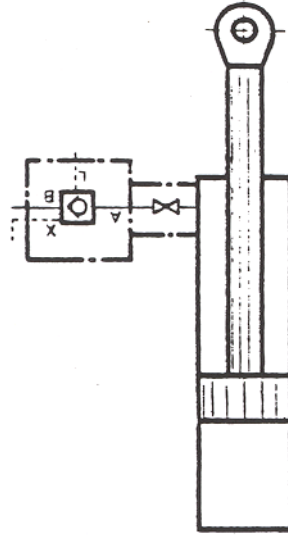


Şekil 4. Değişken debili pompa uygulaması

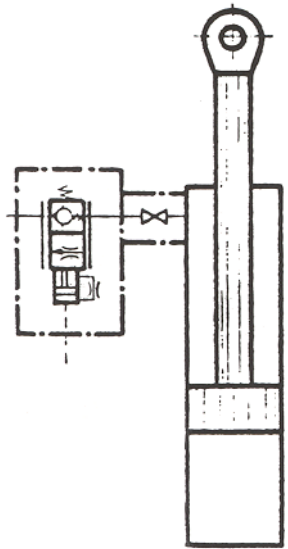
## BARAJ KAPAKLARININ KİLİTLENMESİ

Devamlı yük altında kalan ve basınç altında kesin sızdırmazlığının sağlanması gereken hidrolik sistemlerde, kilitleme blokları, silindire flanşlı bağlantı ile takılmalıdır. Çeşitli bağlantı tipleri aşağıda verilmiştir [6].

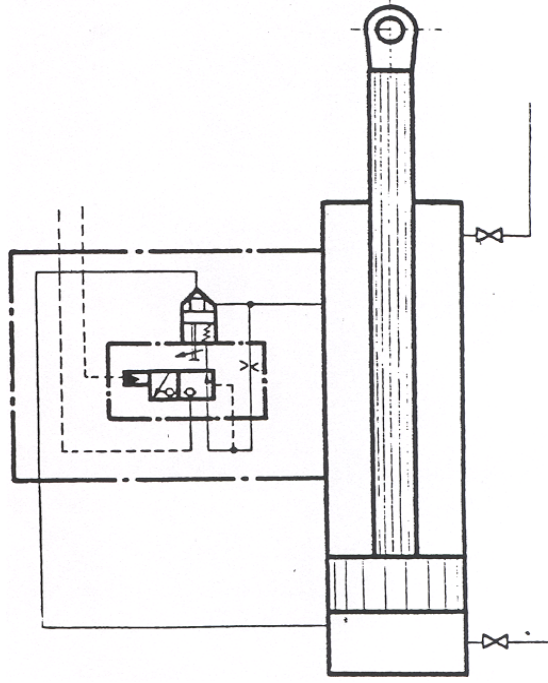
1. Pilot kumandalı çek valf (Şekil 5).
2. Check-Q-meter (Şekil 6).
3. Lojik valf (Şekil 7).
4. Silindir girişine direkt küresel vana takılarak, gerektiğinde sızdırmazlığı sağlayan bloğun da çıkarılması mümkündür (Şekil 8).
5. Silindirin her iki yönde de hareketinin sınırlandırılması istenebilir (Şekil 9).



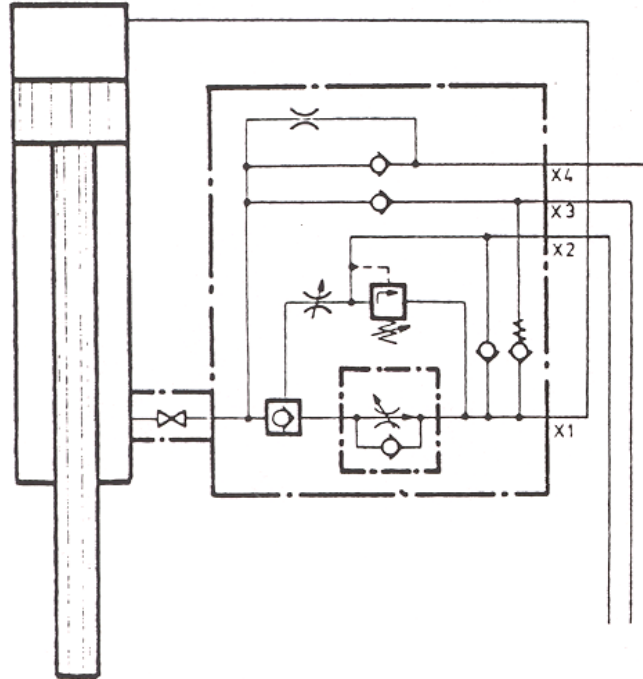
Şekil 5. Pilot kumandalı çek valf.



Şekil 6. Check-Q-meter

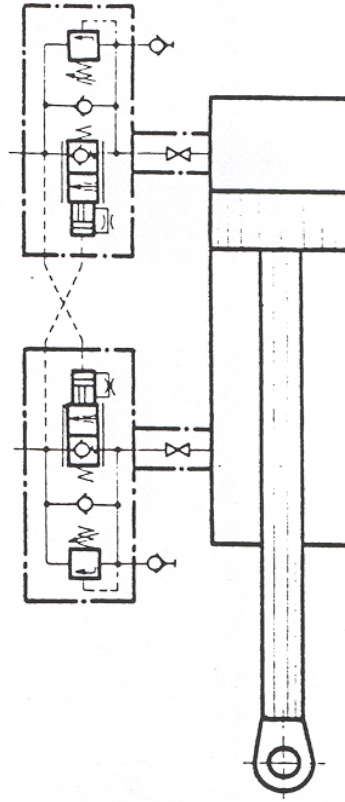


Şekil 7. Lojik valf



Şekil 8. Giriş küresel vana takılabilir.





Şekil 9. Silindir hareketi her iki yönde sınırlandırılabilir.

## BARAJLARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

Baraj sistemlerinde kullanılacak maksimum basınç değeri DIN 19704'de 220 bar ile sınırlandırılmıştır [7]. Uygulamada genellikle karşılaşılan değerler ise 140 ila 180 bar'dır. Yüksek basınç gerektiren uygulamalarda 250 bar, özel durumlarda 300 bar kullanılabilir. Hidrolik motorların kullanım sıklığı, hidrolik silindirlerin %3-5'i kadardır.

### Uyulması Gereken Genel Kurallar

1. Hidrolik silindirin bakımı kolay olmalıdır.
2. Hidrolik silindir malzemesi en az St52 olmalıdır.
3. Hidrolik silindirlerin milleri paslanmaz, malzeme kalitesi 1.4021 veya 1.4057 olmalıdır. Paslanmaz miller 15-30  $\mu$  sert krom kaplı olmalıdır.
4. Silindir mafsallarını, hidrolik silindire bağlayan kısımlar korozyona dayanıklı olmalıdır. Mafsal malzemesi bronz olmalıdır.
5. Silindir contaları stick-slip yapmayacak tipte olmalıdır.
6. Hidrolik silindirlerin bağlantılarında, basınç ölçmek için minimes bağlantıları, hava alma rekorları olmalıdır.
7. Su içinde çalışmayan hidrolik silindirlerin, mafsalları koruyucu contalı olmalıdır. Kontrol blokları, silindir girişine doğrudan ve flanşlı bağlantı ile takılmalıdır.
8. Yük altında kalan silindirlerde, silindir ile blok arasına küresel mafsal koymak gereklidir.
9. Hidrolik sistemde olabildiği kadar az bağlantı elemanı kullanılmalıdır.
10. Boru ve bağlantı elemanları paslanmaz olmalıdır.
11. Hortum bağlantılarının kullanılması gerekiyor ise, krom kaplı hortum başlıkları kullanılmalıdır. Sızıntı hattı hortumları hariç, basınç ve dönüş hortumlarında küresel bağlantılar olmalıdır.
12. Hidrolik ünite çıkışında gerektiğinde servis verebilmek için küresel vanalar bulunmalıdır.



13. Sistemin emniyete alınması istenen her yere emniyet valfleri koyulmalıdır.
14. Selonoid valflerde acil el ile kumanda butonları olmalıdır.
15. Acil durumlar için el pompası koyulsa bile tecrübelerle göre, sisteme dizel motorla tahrik edilebilen pompa grubu koyulması tavsiye edilmektedir.
16. Yağ seviye şalteri olmalıdır.
17. Sistemde kullanılan filtre adedi kadar yedek filtre olmalıdır.
18. Filtrelerde kirlilik göstergesi olmalıdır.
19. Yağ dolmuş filtresi olmalıdır.
20. İlk yağ doluşu mutlaka 10 µ filtre ile yapılmalıdır.
21. Pompa ve elektrik motorunun maksimum devri gürültü seviyesini azaltmak amacıyla 1000 dev/dak olarak sınırlandırılmıştır.
22. Pompa ve elektrik motoru birbirine elastik kaplin ile bağlanmalıdır.
23. Pompa ve elektrik motoru değişiminde diğer elemanlar yerlerinden sökülmemelidir.
24. Elektrik bağlantıları soketli tip olmalıdır.
25. Yön denetim valfleri, oransal valfler hariç, ışıklı tip olmalıdır.
26. Elektrikli yön denetim valflerinde, el ile kumanda imkanı olmalıdır.
27. Valfler gruplar halinde ve bloklarda toplanmış olmalıdır.
28. Basınç siviçleri  $\pm\%1$  hassasiyette olmalıdır.
29. Basınç valfleri ve basınç siviçleri, ayarlandıkları değerde mühürlenmelidir.
30. Manometreler gliserinli, koruma valfli ve  $\phi 100$  çapında olmalıdır.
31. Manometre ve basınç siviçlerinin bağlantıları minimes ile yapılmalıdır.
32. Hidrolik yağ tankı, en az pompa debisinin dört katı büyüklükte; sistemdeki en büyük silindirdeki yağın tamamını alabilecek kapasitede olmalıdır. Tanktaki yağ seviyesi göz ile kontrol edilebilmelidir.
33. Yağ tankı: Yerden en az 10 cm yukarıda, tankın tabanı eğimli, boşaltma tapalı, büyük temizleme kapaklı olmalıdır.
34. Hidrolik yağ  $-20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$  arasında çalışabilmelidir.
35. Yağın basınç hatlarındaki hızı 3.0 m/s, dönüş hatlarındaki hızı 0.6 m/s'yi geçmemelidir.
36. Tankın hava atması çek valf üzerinden olmalıdır.
37. Tankın içinde bağlantı elemanı olmamalıdır.
38. Tankın hava alması mutlaka silikajel kabı üzerinden olmalıdır ve büyüklüğü en az 3 lt olmalıdır.

## SONUÇ

Barajlarda kapak hareketlerinin sağlanmasında hidrolik sistemler her geçen gün artan oranda mekanik sistemler yerine tercih edilmektedir. Hidrolik sistem kullanmanın avantajı çok fazladır. Hatta son zamanlarda geliştirilen ve korozyona karşı son derece dayanıklı seramik kaplı özel hidrolik silindirler imal etmek mümkündür. Sadece hidrolik devre şemalarını ve doğru malzemeyi seçerek proje yapmak yeterli değildir. Yapılmış olan projelerden elde edilen tecrübeler, kullanıcılardan elde edilen bilgiler doğrultusunda projeleri düzeltmek, ekler yapmak, en az doğru proje yapmak kadar önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Bülten, Mannesmann Rexroth, 1996.
- [2] Hydraulics in Civil Engineering, Mannesmann Rexroth, 1990.
- [3] Symposium Civil and Water Engineering, Mannesmann Rexroth, 1993.
- [4] Rexroth Information Quarterly, Mannesmann Rexroth, 2/1993.
- [5] Rexroth Information Quarterly, Mannesmann Rexroth, 4/1993.
- [6] Hydraulics in Civil Engineering, Mannesmann Rexroth, 1987.
- [7] Civil Engineering Symposium, Mannesmann Rexroth, 1997.

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Çorlu'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini İstanbul Küçükçekmece Lisesi'nde tamamlayarak 1983 yılında İ.T.Ü Makina Fakültesi'ne girdi. 1987 yılında lisans eğitimini tamamladı. 1989 yılında "Yatay Borularda Doğal Taşınım" adlı tezini vererek Enerji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Diplomasını aldı. 1989-1990 yıllarında Atçm. Olarak askerlik görevini yaptı. 1990-1992 yılları arasında Hidropres A.Ş.'de Hidrolik ve Pnömatik sistemler üzerine Proje Mühendisi olarak çalıştı. 1991 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesi'nde doktora çalışmalarına başladı. 1992 yılında Mannesmann Rexroth A.Ş.'ye girdi. 1997 yılında "Sürgülü Yön Denetim Valflerinde Yük Kaybının Yarattığı Isı Miktarının Bulunması" konulu tezini vererek Doktor ünvanını aldı.