# OTOMATİK KONTROL VANALARI KULLANILARAK TESİSATLARIN SU KAÇAKLARININ AZALTILMASI

**Levent KAVURMACIOĞLU**
**Haluk KARADOĞAN**

## ÖZET

Otomatik kontrol vanaları kullanılarak, basıncın ayarlanması yardımıyla her ölçekte tesisatın su kaçaklarının azaltılması olanaklıdır. Bu çalışmada basınç ayar vanaları ve karakteristikleri tanıtılmış, iki farklı marka 3 adet basınç ayar vanası laboratuvarda denenmiş, ayar karakteristikleri çıkartılmıştır. Uygun seçim ve ayarlamanın basınç ayarı için çok önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca su darbesi önlenmesi için kontrol vanalarının kullanılmasında dikkat edilmesi gereken kurallar da anlatılmıştır.

## GİRİŞ

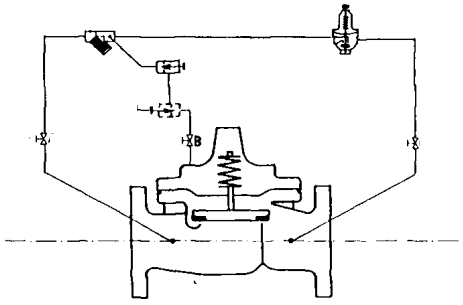
Tesisatlarda basıncın denetimi, ya da sabit veya istenilen sınırlar içerisinde tutulması amacıyla çeşitli kontrol cihazları kullanılabilir. Kendi kendine hareket eden ve çıkış basıncını istenen sınırlar arasında tutan vanalara otomatik basınç kontrol vanaları denilmektedir. Davranışlarını tam olarak bilmeden bu vanaların tesisat mühendisleri tarafından kullanılmalarına olanak yoktur.

Bu çalışmada tesisatlarda su kaçaklarını azaltmak amacıyla kullanılabilecek basınç ayar vanalarının, yalnızca ayar kontrol karakteristikleri üzerine yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sunulmuştur.

### Basınç Ayar (Regülasyon) Vanaları

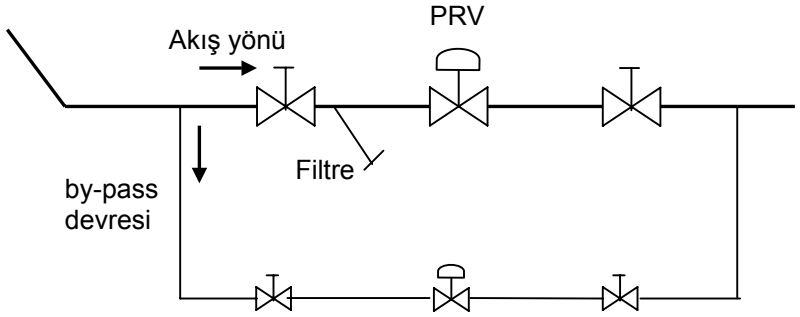
Basıncı düşürerek çalışan regülasyon vanaları değişken yüksek giriş basıncını sabit çıkış basıncına düşürerek çalışırlar. Bu vanaların küçük çaplı olanları, üzerinde pilot devre olmadan doğrudan ayar yapan, yayla yüklemeli, diyaframlı veya metal dışı conta sistemli vanalardır.

Akış sırasında diyaframa uygulanan basınç kuvveti yay kuvveti ile dengelenmektedir. Büyük çaplarda ayar işlemi pilot bir devre yardımı ile yapılmaktadır. Pilot devreli örnek bir ayar vanası (Şekil 1) de, doğrudan ayarlı ise (Şekil 6) da gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Örnek regülasyon vanası

Basınç ayar vanaları çeşitli şekillerde tesisatlara bağlanabileceği gibi, bir by-pass devresi ile ve öncesinde filtre veya pislik tutucu bir eleman ile bağlanması işletme/bakım açısından tercih edilmektedir. (Şekil 2)




**Şekil 2.** Regülasyon vanasının tesisata örnek bağlanması

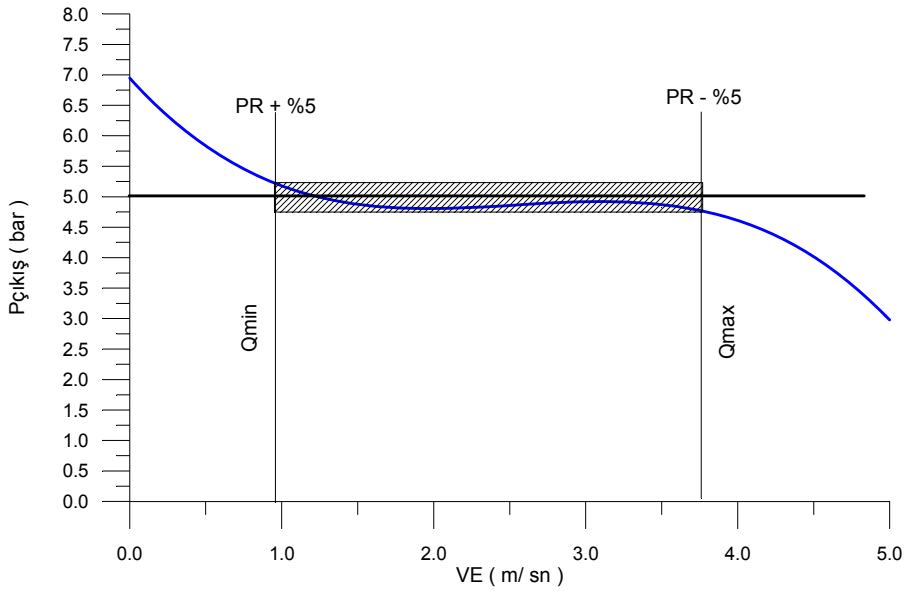
Basınç ayar vanalarının genel olarak en az üç karakteristiğinden söz edilebilir. (Şekil 3) de örnek olarak verilen ayar karakteristiği, vananın ayarlandığı basınçta hangi debi aralığında istenen regülasyonu ± % 5 hata ( bazen ± % 8 olarak verilmektedir) ile yapabildiğini göstermektedir.

Tesisat mühendislerinin bir projede doğru ayar vanası seçebilmesi için piyasadaki ayar vanalarının ayar karakteristiklerine ihtiyacı vardır. Doğru olmayan seçim tesisat projelendirmesinde ek yatırıma rağmen istenen sonucun alınmasını engellemektedir. Montajı tamamlanan ayar vanasının ayar işleminin yanlış yapılması halinde, doğru seçilmiş olan ayar vanası da işlevini yerine getirmeyebilir.

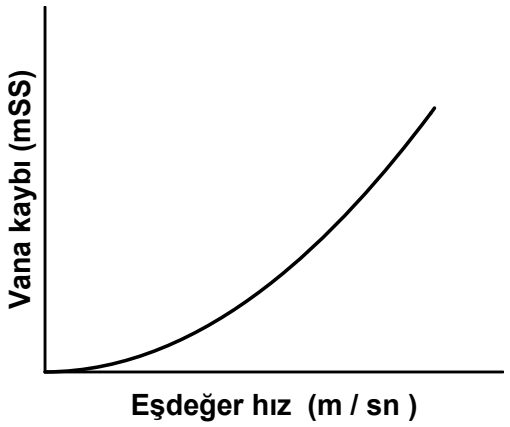
Faturalanmayan su kaçağı büyük şehirler için %10 mertebelerinde iyi sayılmaktadır. Türkiye'de ülke genelinde %45 oranında su kaçağı olduğu tahmin edilmektedir. [1] Araştırmalara göre su kaçakları en çok 150 mm'lik veya daha küçük çaplı borularda görülmektedir. Su kaçaklarını oluşturan çeşitli nedenler içinde en önemlisi ve denetlenebilir olanı gerekenden yüksek su basıncıdır. [1] ve [2]

Yapılan bir çalışmada borudaki su basıncının 1.5 bar değerinden 5 bara değerine çıkması ile kaçak su debisinin en fazla 1.86 oranında artması beklenirken $q_k = \sqrt{\frac{p}{\rho g}}$ kaçak oranının iki yada üç kat arttığı ifade edilmektedir. [1]

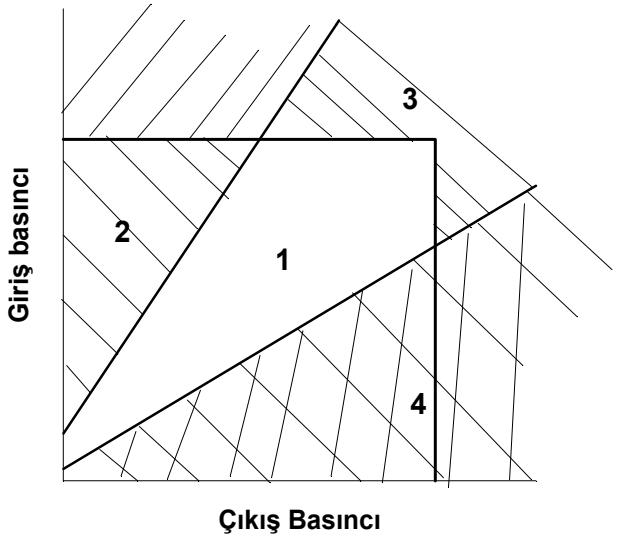
$q_k$ = Kaçak su debisi
p = Boru içerisindeki basınç
$\rho$ = Suyun yoğunluğu
g = yerçekimi ivmesi




**Şekil 3.** Ayar karakteristiği



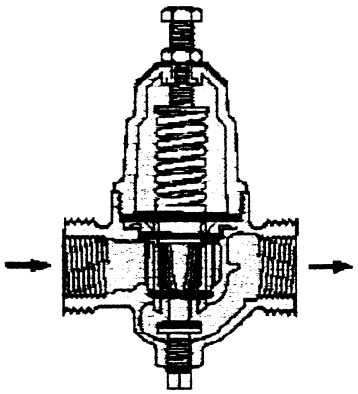

**Şekil 4.** Kayıp karakteristiği




1- Normal bölge
2- Kavitasyon var
3- PRV ayar bölgesi dışı
4- İmkansız bölge $P_G < P_ç$

**Şekil 5.** Kavitasyon karakteristiği

Kaçak azaltmaya yönelik çözümlerden en şiddetle önerileni ise, su basıncının olabildiğince aşağıda tutulması ve ayar/kontrol edilmesidir.[1]

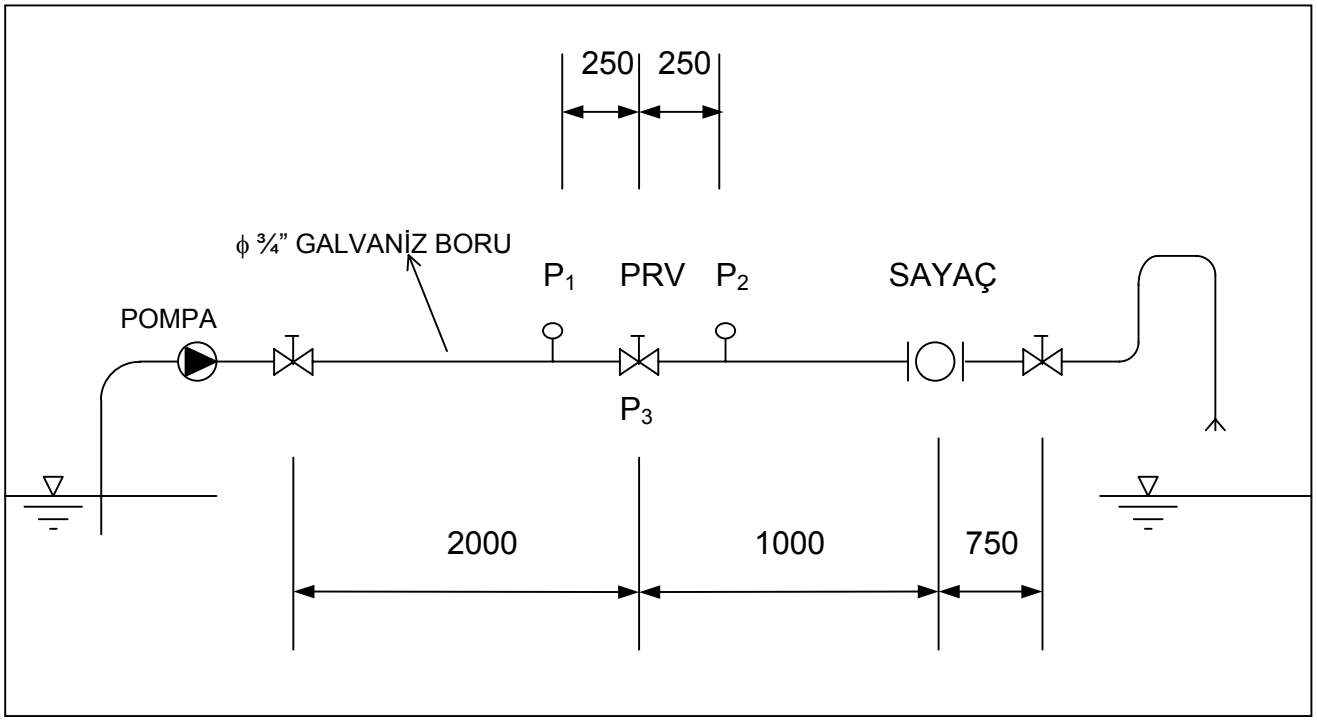


**Şekil 6.** Örnek olarak alınan birinci regülasyon vanası kesidi

**DENEYLER**

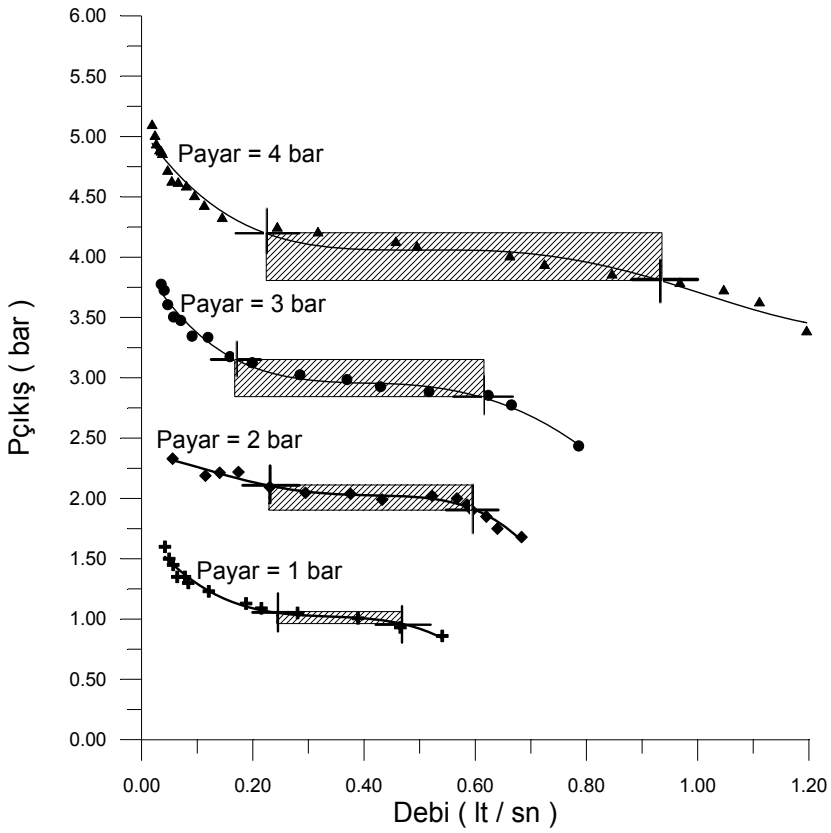
Deneylerde kullanılan vanaların marka ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

Birinci PRV X marka ¾" anma çapı
İkinci PRV X marka ¾" anma çapı su basınç regülatörü (0.5 – 5.5 bara ayarlanabilir)
Üçüncü PRV Y marka $\phi$50 mm anma çapı (2") [4]

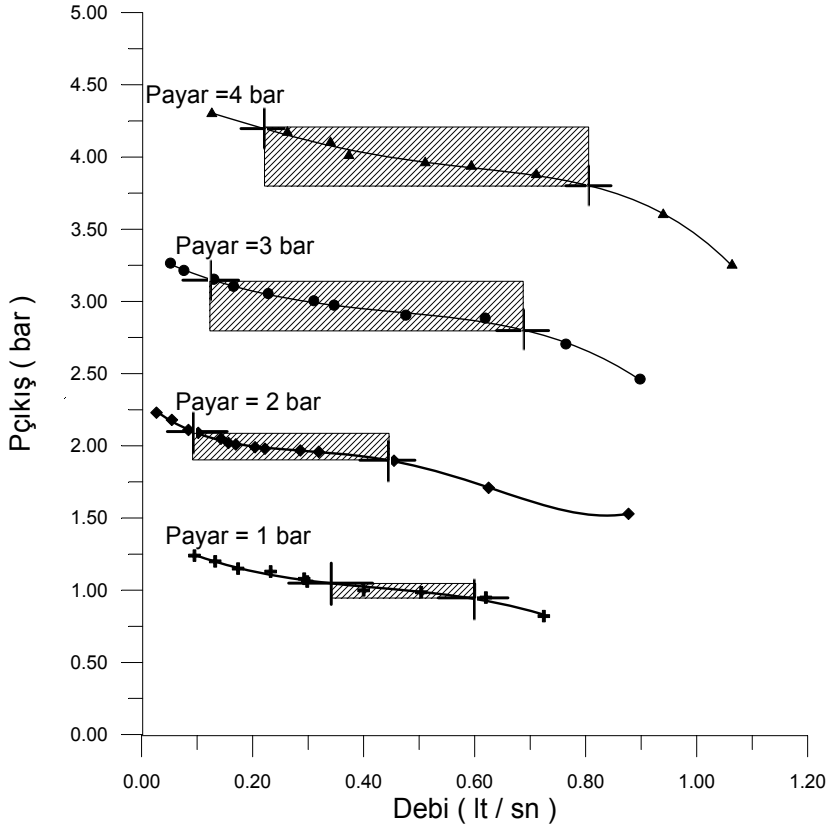



**Şekil 7.** Deney tesisatı

Ölçümlerde, debi için kalibre edilmiş B sınıfı türbin tipi sayaç, basınç için kalibre edilmiş klas 1 metal manometreler kullanılmıştır. Zaman ölçümü elektronik kronometre ile yapılmıştır. Deney tesisatın şematik görünüşü (Şekil 7) de verilmiştir.

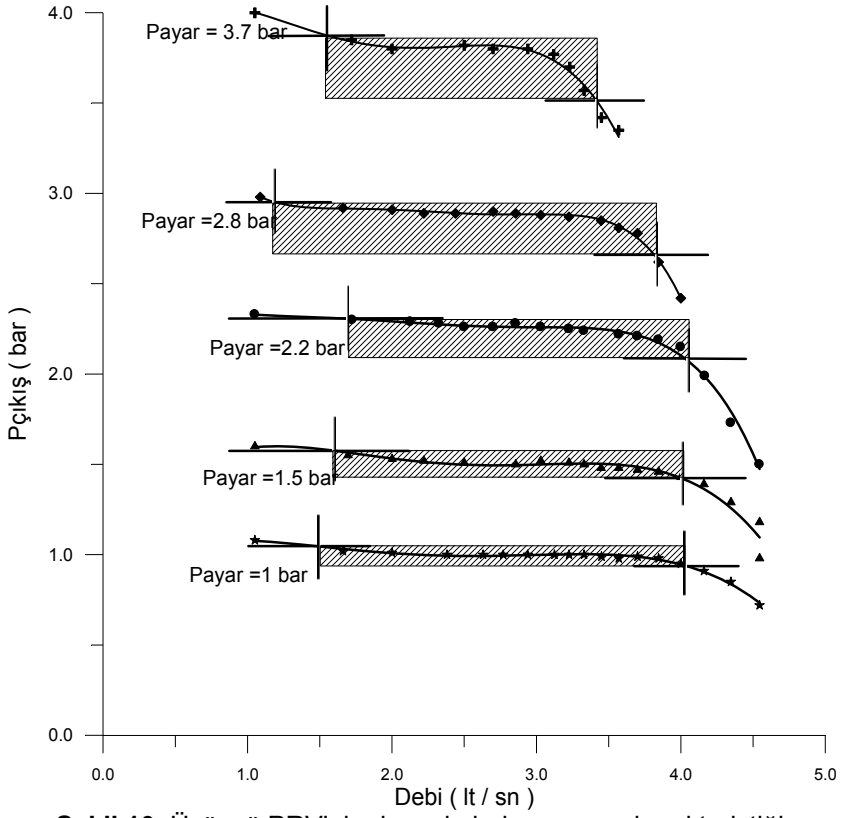



**Şekil 8.** Birinci PRV'nin deneyle bulunan ayar karakteristiği



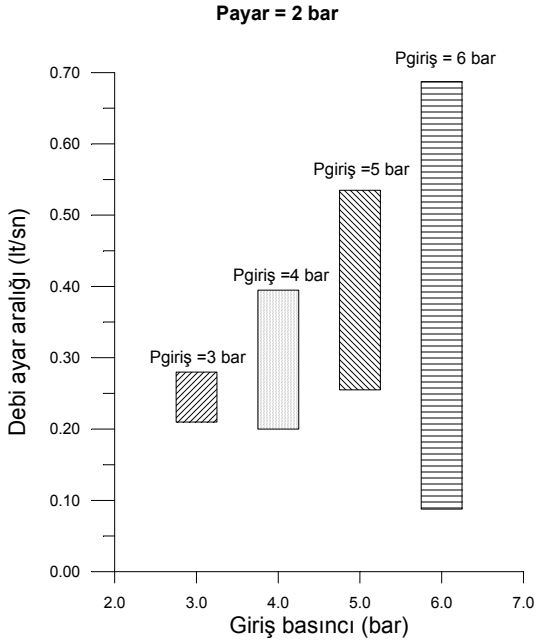

**Şekil 9.** İkinci PRV'nin deneyle bulunan ayar karakteristiği

(Şekil 8) de birinci PRV (Şekil 9) da ise ikinci PRV ile $P_{giriş}$ = 6 bar için yapılan deneylerin sonucunda elde edilen çıkış basıncı – debi eğrileri gösterilmiştir. Burada dikkat edilecek nokta, ayar basıncı giriş basıncından uzaklaştıkça kontrol aralığı küçülmektedir.




**Şekil 10.** Üçüncü PRV'nin deneyle bulunan ayar karakteristiği

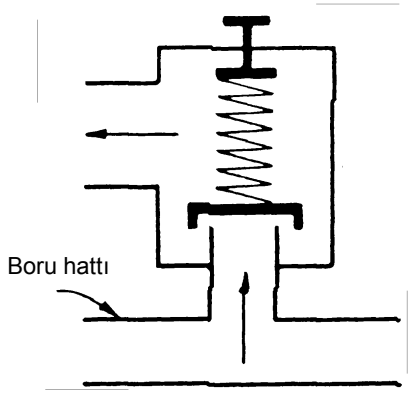
(Şekil 10) da üçüncü PRV'nin çıkış basıncı – debi eğrileri gösterilmiştir. (Şekil 11) de ise regülasyon basıncı 2 bar'a ayarlanmış birinci vananın farklı giriş basınçlarında debi ayar aralığının nasıl değiştiği gösterilmiştir. Daha yüksek giriş basınçlarında debi ayar aralığı da büyümektedir



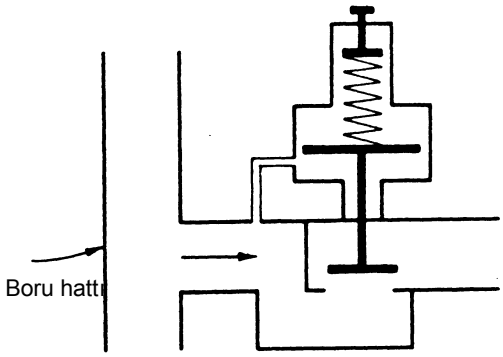

**Şekil 11.** Regülasyon basıncı 2 bar'a ayarlıyken farklı giriş basınçlarında ayar aralığının değişimi

## OTOMATİK KONTROL VANALARI KULLANILARAK SU DARBESİ KONTROLU YAPILABİLİR Mİ?

Boru hatlarında valf kullanarak su darbesini önleme için kullanılan valfler genel olarak şunlardır :
Boru içerisindeki akış hızının kontrolünü sağlamak için açma ya da kapama yapan valfler, (kontrol vanaları)
Boru içerisindeki basınç belirli bir ayar değerini aştığında açılarak akışkanı hızlı bir şekilde dışarı atarak basıncın düşmesini sağlayan valfler, (rahatlama vanaları)
Basıncın buharlaşma basıncının altına düşmesini önlemek için boru içerisine hava almak üzere açılan valfler, (vantuzlar)
Belirli sayıda kullanılan çek valfler.




**Şekil 12.** Su darbesi önlemde kullanılan emniyet valfi

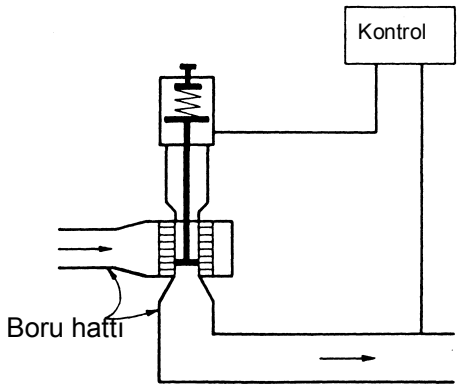



**Şekil 13.** Su darbesi önlemde kullanılan rahatlama vanası

Emniyet valfi (Şekil 12) bir yay ya da karşı ağırlıkla çalışır. Boru içerisindeki basınç daha önceden belirlenmiş bir değeri aştığı zaman açılır. Basınç ayar basıncının altına düştüğünde ise aniden kapanır. Sadece açık ve kapalı konumda çalışır. (Şekil 15)

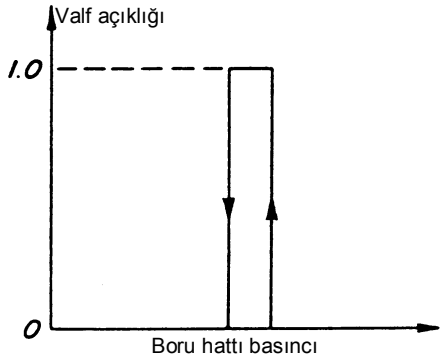
Rahatlama vanası (Şekil 13) emniyet valfi ile aynı prensiple çalışır. Farklı olarak bu tip valflerin açıklığı, boru içerisindeki basınç ile orantılıdır. Basınç düşmeye başlayınca valf de kapanmaya başlar ve ayar basıncının altında tamamen kapanır. Fakat gerçekte bu tip valflerin açılıp kapanmasında (Şekil 16) da görüldüğü gibi bir miktar histerizis vardır.

Birden çok pompanın bulunduğu pompalama sistemlerinde boru hattı üzerinde büyük bir rahatlama valfi yerine her pompa çıkışına daha küçük boyutlarda rahatlama vanaları yerleştirmek tercih edilebilir.

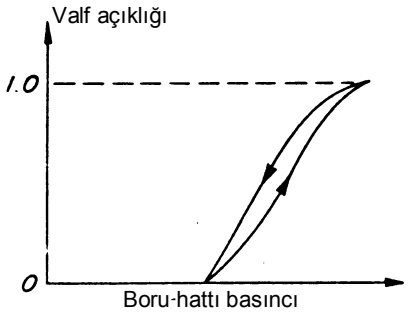



**Şekil 14.** Su darbesi önlemede kullanılan regülasyon vanası

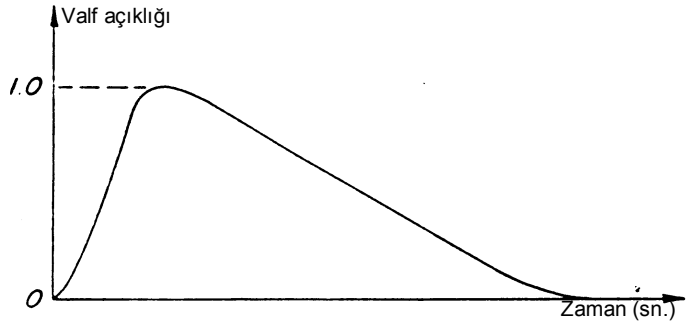
Su darbesi önlemede kullanılan basınç regülasyon vanaları (Şekil 14), açma kapaması bir servomotor tarafından kontrol edilen pilot devreli kısıtlama valfleridir. Bu tip vanaları açma ve kapama zamanları ayar edilebilir. İstenilen bir kapama/açma kanunu ile valfin kapanması/açılması sağlanabilir. (Şekil 17) de böyle bir kapama/açma eğrisi verilmiştir. Pompalama sistemlerinde bir pompanın aniden durması sonucu bu valfler hızlı bir şekilde açılır ve yavaş olarak kapanır.




**Şekil 15.** Emniyet valfi Kapama/açama kanunu




**Şekil 16.** Rahatlama vanası Kapama/açama kanunu




**Şekil 17.** Regülasyon vanası Kapama/açama kanunu

Bu tip vanalar ile sadece aşırı basınçlar kontrol edilebilir. Üretici firmalar bu vanaları su darbesi kontrol vanası adıyla pazarlamaktadır. Halbuki bu vanalar ile boru hatlarında basıncın buharlaşma basıncına düşmesi sonucu oluşan kolon kopması olayının önlenmesi mümkün değildir. Kolon kopması ancak vantuzlar ile boru içerisine hava doldurarak önlenebilir. Ancak vantuzun boru hattı üzerinde doğru yere (yani basıncın buharlaşma basıncı altına düştüğü yer) yerleştirilmiş olması, yeterli kapasitede seçilmesi ve çalışır durumda tutulması gereklidir. Ayrıca boru hattının tekrar doldurulması sırasında içerdeki havanın iyice tahliye edilmesine dikkat edilmelidir. Hava tahliye edilemezse boru içerisinde oluşan hava cepleri çok yüksek basınçlara sebep olabilir.

## BASINÇ AYAR VANASI SEÇİMİ

Bir basınç ayar vanasının, herhangi bir tesisatta kullanılması için yapılacak seçimde

- giriş basıncının
- (istenen) çıkış basıncının
- maksimum debinin
- ortalama debinin
- minimum debinin

bilinmesine (tahmin edilmesine) gereksinim bulunmaktadır. Bu verilenlerle çıkış basıncında ± %5 lik pay bırakılarak ayar bandı çizilir, vana üreticilerinin verecekleri ayar karakteristikleri kullanılarak bunlardan hangisinin çizilen ayar bandına yakın olduğuna göre ayar vanası seçilir. Seçilen vana için yük kaybı ve kavitasyon konuları ayrıca kontrol edilmelidir.

## SONUÇLAR

1. Tesisatlarda basınç ayarlanması su kaçaklarını azaltmada en kolay uygulanabilecek yöntemdir.
2. Basınç ayar vanaları tesisat mühendislerine teknik özellikleri ile tanıtılmalıdır.
3. Basınç ayar vanası seçimi, ayar karakteristiklerinin farklı olmalarından ötürü, herhangi bir sistem için çok önemlidir.
4. Bu vanaların seçimi kadar, montajdan sonra yapılacak ayarı da işlevi açısından önemlidir.
5. Su darbesi açısından bu vanaların kullanımı çok dikkatli olarak yapılmak zorundadır.

## KAYNAKLAR

[1] ŞENDİL, U., "İçme Suyu Şebekesindeki Su Kayıpları " , 2000'li yılların Şehircilik Standartlarında Su ve Kanalizasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı , ASKİ – Ankara (1999)
[2] YAKUT, A.Ç., "Su Dağıtım Şebekelerinde Kaçak arama Yöntemleri" Bitirme Ödevi , İTÜ Makina Fakültesi (1991)
[3] VAIRAVAMOORTHY, K. ; LUMBERS, J. , " Leakage Reduction in Water Distribution Systems : Optimum Valve Control" J. of Hydraulic Engineering, Nov. (1998)
[4] AYTÜRK, A. , "Akış Kontrol Vanalarının Su Dağıtım Sistemlerinde Kullanılması" Bitirme Ödevi, İTÜ Makina Fakültesi (1993)
[5] İNCE, Ö.Ş., " Su Basınç Regülasyon Vanaları" Bitirme Çalışması, İTÜ Makina Fakültesi (1999)

## ÖZGEÇMİŞ

### Levent KAVURMACIOĞLU

1963 yılında Ankara'da doğdu. 1980 yılında Bursa Erkek Lisesi'nden mezun oldu. 1981 yılında İTÜ Makina Fakültesine girerek Genel Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1985 yılında mezun oldu. 1985 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Ana Bilim Dalı Enerji programına başladığı öğrenimini tamamlayarak 1988 yılında Yüksek Lisans derecesi aldı 1995 yılında aynı programda doktorasını tamamladı.
1986 yılında Makina Fakültesi Hidromekanik ve Hidrolik Makinalar Ana Bilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görevine başladı, 1996 yılında Yrd.Doç ünvanını aldı. Halen aynı kurumda çalışmalarını sürdürmektedir.

### Haluk KARADOĞAN

1949 yılında Mersin'de doğdu. 1966'da Mersin T.S.Gür Lisesi'nden , 1971 de İTÜ Makina Fakültesi'nden mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Makina Fakültesi Su Makinaları Kürsüsü'nde asistan olarak çalışmaya başladı. 1974 –75 yıllarında Taşkızak Tersanesi'nde mühendis olarak askerlik görevini tamamladı. 1978'de İTÜ Makina Fakültesi'nden Doktor Mühendis ünvanını aldı. 1979 – 1982 yılları arası Amerika'da Leigh Üniversitesi'nde araştırıcı olarak çalıştı ve ders verdi. İTÜ Makina Fakültesi'nde Yardımcı Doçent , Doçent ve Profesör oldu. 1994 yılından beri aynı fakültenin Hidromekanik ve Hidrolik Makinalar Anabilim Dalı Başkanlığı görevinin yürütmektedir.