



bu bir MMO
yayımdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Su Şebekelerinde Kullanılan Kontrol Vanaları

Bülent HACIRAIFOĞLU

DOĞUŞ VANA Ltd. Şti.

SU ŞEBEKELERİNDE KULLANILAN KONTROL VANALARI

Bülent HACIRAIFOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada, Su Şebekelerinde ortaya çıkan Su Koçu Darbesi problemlerini ve önleme yollarını inceleyeceğiz.

Su Şebekelerinde Kullanılan Kontrol Vanaları çalışmalarını sağlamak üzere takıldıkları hattın geçen akışı enerji olarak kullanılır ve üzerlerine bir bağlantı devresi ile takılan "Pilot" tabir edilen bir ekipman ile kontrol edilirler. Dışarıdan enerji alarak çalışan kontrol vanaları ise başka bir ekipman veya benzer sinyalden algılama yaptıkları için, hattaki değişimlere ani olarak karşılık veremezler. Oysa, hattın geçen suyun enerjisi ile çalışan kontrol vanaları, değişimlere ani cevap verebilirler. Su Koçu Darbesi Önleme Vanaları ve Pompa Kontrol Vanaları, hidrolik prensiple çalışan kontrol vanalarından birer örnektir.

GİRİŞ

Su şebekelerindeki Koç Darbesi olayı, akış durumundaki ani değişimler sonucu meydana gelmektedir. Bu değişimler, boru hattından negatif ve pozitif basınç dalgalarının hareketine yol açmaktadır. Olayı açıklamak üzere şekil 1' de bir su deposunu dağıtım deposuna bağlayan bir boru hattındaki vanayı ele alalım ve bu vanayı ani olarak kapatalım.

Boru hattında akmakta olan su vana kapandığını bilmemekte ve boru hattındaki akışını sürdürmektedir. Bunun neticesinde, vananın giriş tarafında ise su gelişi olmadığından bir basınç düşmesi yaratacaktır.

Vananın giriş tarafındaki yüksek basınçlı zon, depo yönüne doğru dağılacaktır. Bu dağılma, basınç statik basınçtan yüksek oluncaya kadar devam eder ve bunun sonucunda akış durur.

Bundan sonra su, vana tarafından depoya doğru tekrar akmaya başlar. Vananın çıkış tarafında ise, vanadan boru hattına doğru tekrar bir negatif basınç dalgası yaratıldığından bir düşük basınç zonu oluşur. Bu düşük basınçlı zon, vanaya doğru yeni bir basınç dalgasına yol açacaktır.

Vananın giriş tarafındaki suyun depoya doğru geri akması neticesinde, vana tarafında bir düşük basınç alanı olur ve buradaki basınç statik seviyeden daha aşağıya düşer. Yani bir kolon kesilmesi meydana gelir. Bu, boru hattından depo yönüne doğru negatif basınç dalgası (statik basınçla orantılı) oluşturur.

Düşük basınçlı alana yeni bir dalga etki edecek ve yeniden yüksek basınç yaratacaktır. Böylece vananın yanında sürekli olarak basınç dalgalanmaları meydana gelecektir.

Artı ve eksi yönlerdeki bu basınç dalgaları sistemde şoklara yol açacaktır. Bu basınç dalgalarına koç darbesi adı verilmektedir. Koç darbesi ise sistemde aşırı yorulmalara ve sistemin patlamasına dahi yol açabilmektedir.

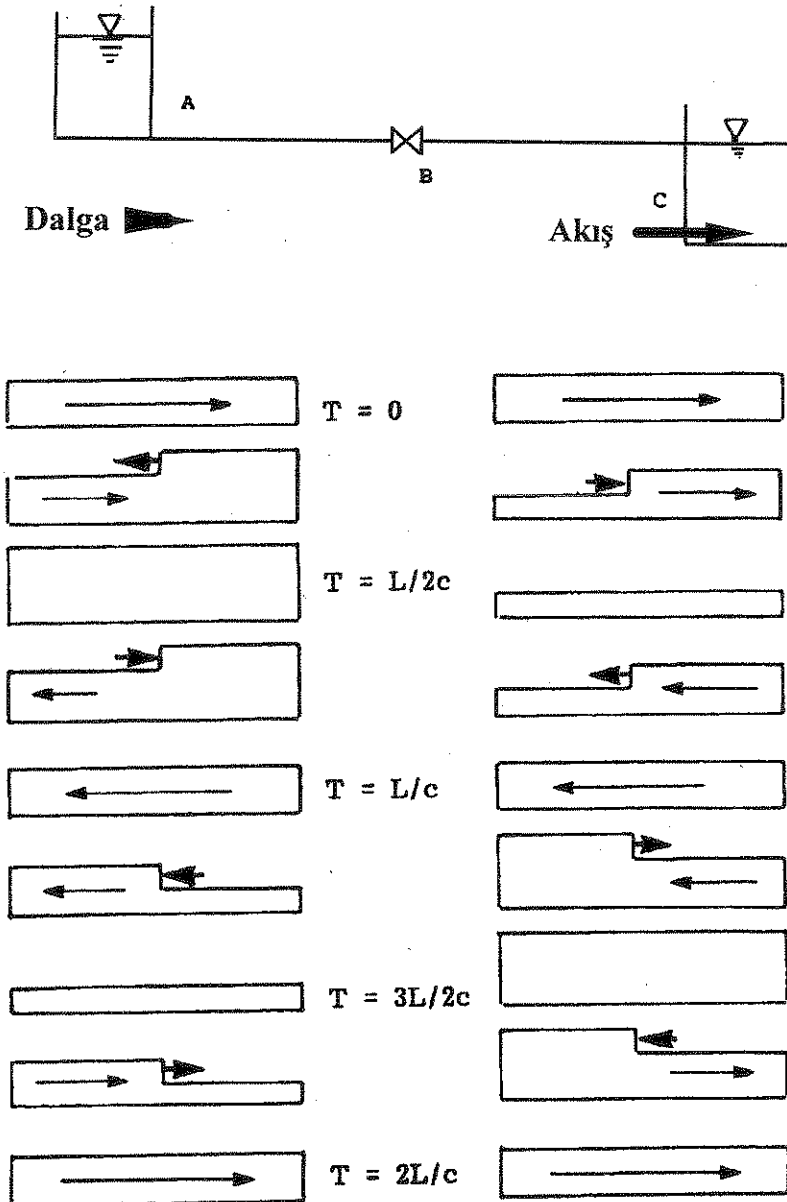
SU KOÇU DARBELERİNİN SEBEPLERİ

Su koçu, su şebekesinde herhangi bir nedente engellemeler ve düzensizlikler sebebiyle akış miktarında bir değişiklik olunca meydana gelmektedir. Akış miktarındaki değişiklik miktar veya hızı ne kadar fazla olursa koç darbesinin etkisi o kadar fazla olmaktadır.

Su sistemlerindeki şu olaylar Su Koçu Darbesine yol açmaktadır :

- Pompanın durdurulması veya çalıştırılması,
- Vanaların açılması veya kapanması,
- Hava tahliye vantuzlarının kapanması,
- Basınç emniyet vanalarının hızlı kapanması,
- Boru hattındaki bir patlama,
- Su deposundaki flatörlü vananın hızlı kapanması (Mekanik flatörlü vanalar).

En çok karşılaşılan Su Koçu Darbesi olayları pompaların çalışmaları ve durmaları esnasında meydana gelenlerdir .



Sekil 1. Su Kocunun Gelişimi

FİZİKSEL ANALİZ

Analiz için üç önemli fiziksel terimin açıklanması gerekmektedir.

A. Selerite : Sıvı içindeki dalganın hızı.

$$C = \left(\frac{K * g}{W * (1 + K * D/Et)} \right)$$

C : Dalganın seleritesi.

K : Suyun sıkıştırılabilime modülü. ($2.08 * 10^4$ Kg/m)

W : Suyun yoğunluğu.

E : Boru malzemesinin elastiklik modülü.

t : Boru et kalınlığı.

D : Boru çapı.

g : Yerçekimi ivmesi.

B. Hareket Süresi : Dalganın akışı kırıldığı noktadan şebekenin sonuna kadar olan hareket süresi.

C. Devir Süresi : Dalganın, başlangıç durumuna dönünceye kadar tamamladığı devir zamanı. (T)
Şu şekilde belirtilir ;

$$T = \frac{2 * L}{C}$$

Burada ;

T : Devir süresi

L : Boru hattının uzunluğu.

Burada devir, boru hattı uzunluğunun iki katı alınmaktadır.

Kütlenin sakinimi kanununun yardımıyla boru hattında hareket eden bir su kütlesini ani olarak durdurmak için gerekli olan kuvveti hesaplamak mümkündür. Matematiksel birkaç hesaplamadan sonra aşağıdaki denklem bulunur ;

$$H = \frac{C * DV}{g}$$

Burada ;

H : İlave basınç.

C : Selerite.

DV : Akış hızındaki değişim.

Bu denklem vasıtasıyla verilmekte olan ilave basınç (H), akış halinin değişmesinden doğan basınçtaki yükselme miktarıdır.

"Joukowski" formülü olarak bilinen bu formül, bir sistemdeki akış hızının süresinin o sistemdeki devir süresinden daha düşük veya eşit olduğu durumlarda uygulanabilmektedir. 1000 m/sn 'lik dalga hızı ve 10 m/sn²'lik bir yerçekimi ivmesi varsayacak olursak, her 1 m/sn'lik dalga hızı değişimi için basınçta 100 mSS'lik bir artış meydana gelecektir.

Boru uzunluğu, devir zamanı ile direkt olarak orantılı olup, boru çapı ise dalga hızına çok az etki etmektedir.

Buna göre, akışkan hızı kontrollü ve tedrici bir şekilde değiştirildiğinde su koçu darbesi şiddeti azaltılmaktadır. Bu da vananın kapanma hızının bu olayda ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

SU KOÇU DARBESİNİ ÖNLEME VE AZALTMA YOLLARI

Basma seviyesinin yüksek olmadığı durumlarda, pompa ile depo arasında Şekil 2'de görüldüğü gibi üstü açık bir tank konularak basınç arttığında fazla suyun absorbe edilmesi, basınç düştüğünde de suyun geri verilmesi sağlanabilir.

Tankın üst seviyesinin , depodaki su seviyesinden daha yüksek olması gerekmektedir. Bu nedenle , bu teknik sadece bir kaç özel durumda uygulanabilmektedir.

Eğer boru hattı bir dağ sırtından geçiyorsa , pompaların çalıştırılması nedeniyle akışta bir engelleme meydana gelebilir. Bu sırta bir basınçlı hava tankı yerleştirilerek kolon kesilmesi olduğu durumlarda sistemin su ile beslenmesi sağlanabilir.

Sistemde bir vakum oluşacak olursa tanktan boru hattına geniş bir boru vasıtasıyla büyük bir su geçişi olacaktır. Boru hattındaki basınç tekrar arttığında ise su ikinci bir dar borudan tanka geri akacaktır ve debiyi sınırlayacaktır.

Bunun amacı koç darbesi şok dalgalarını elimine etmektir. Tankın kendisinde bir vakum yaratmamak için tankın üzerine büyük bir vantuz konulması gerekmektedir. (Şekil 3)

Bu Teknik; Tank hacminin, tanktaki giriş ve çıkış borularının çaplarının çok iyi hesaplanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle dizayn eden kişinin varsayımlarıyla tatbikatta bir takım değişiklikler var ise sistemde her zaman bir risk mevcuttur.

Pompa istasyonuna konulacak bir basınçlı hava tankı ise şu şekilde iki fonksiyonu yerine getirir :

- a) Basınç düşmesi halinde boru hattına su verir.
- b) Hattaki fazla basıncı absorbe eder ve koç darbesini frenler.

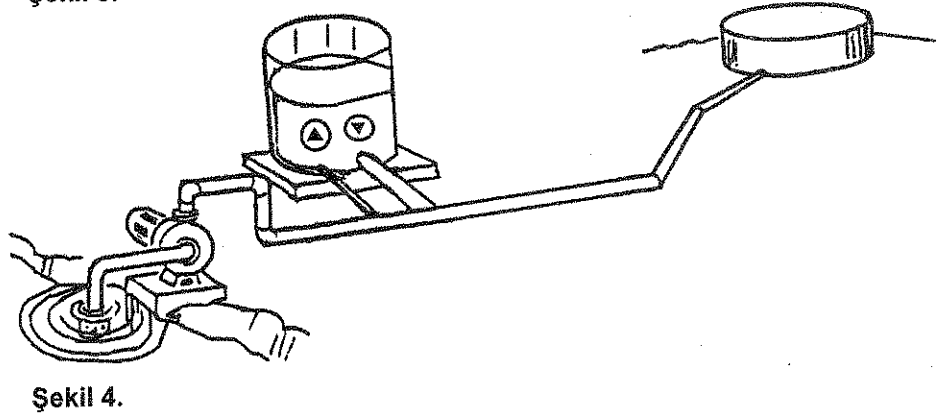
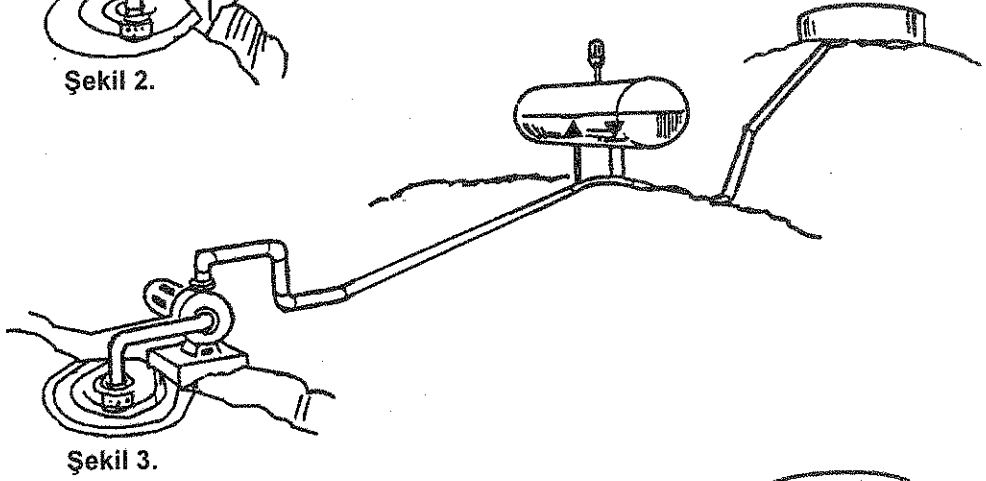
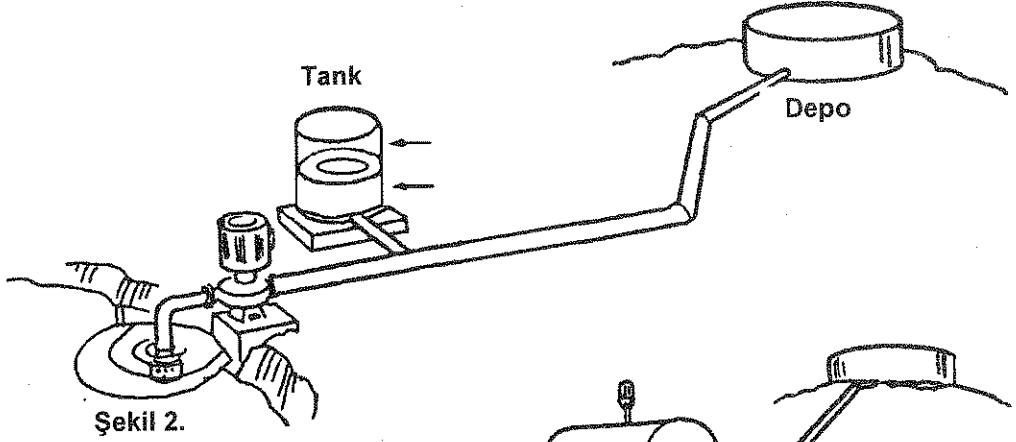
Basınçlı tanktaki bir esnek diyafram vasıtasıyla ayrılmış basınçlı hava dolu bir hazne amortisör görevi görür. Bu durumda bile çıkış borusu çapından daha büyük olması tavsiye edilmektedir. (Şekil 4)
Bu tip uygulamalar, aşağıda detaylı bir şekilde çözüm olarak kullanacağımız Koç Darbesi Önleme Vanalarından çok fazla maliyetlere sahiptir.

Pompa durduğunda boru hattına su vermek için kullanılan hava tankı yerine, sistemde vakum meydana geldiğinde boru hattına havanın girmesini sağlayan bir vantuz da kullanılabilir. Bu çözüm sadece, basıncın düşük olduğu ve hava girişinin, basıncın sadece atmosfer basıncından daha düşük seviyeye geldiğinde istenilirse uygulanabilir.

Değişken hızlı motor kullanılan pompaların uygulanması durumunda yavaş olarak çalıştırılması ve durdurulması mümkün olmaktadır. Bu tip bir ekipman ile su darbesi büyük oranda azaltılabilmekte veya pratik olarak yok edebilmektedir. Ancak bu mukayeseli olarak pahalı bir çözüm olmakta ve elektrik kesintisi sonucu meydana gelebilecek veya başka nedenlerle oluşacak bir su koçu darbesi problemini çözememektedir. Pompaya takılabilecek volan , pompanın atalet momentini arttıracak elektrik kesintisi sonucu pompanın duruş süresini arttırıp daha yavaş bir şekilde durmasını sağlayabilecektir. Bu şekilde boru hattındaki akışın değişmesi daha yavaş olacaktır. Bu ise sadece küçük pompalar için uygun olabilmektedir. Çünkü büyük pompalar için bu işi görebilecek volan çapı çok büyük çıkmakta ve mümkün olamamaktadır. Koç darbesi, boru hattına konulabilecek çekvalfler vasıtasıyla suyun geriye akışını önlemek suretiyle azaltılabilirler. Ancak bu çözüm sınırlı olarak kullanılabilir, çünkü çekvalfler ani olarak kapanmaları nedeniyle kendileri bir koç darbesi kaynağıdır.

Boru hatlarına, yay takviyeli relief vanalarda takılabilmektedir. Hattaki basıncın artması sonucu bu vanalar açılarak bu basıncı dışarıya atarlar. Bu relief vanaların, darbeyi hissedip açılma süreleri koç darbesi önlemedeki verimliliklerini belirlemede önemli bir faktör durumundadır. Relief vanalar koç darbesi meydana geldikten sonra harekete geçerler ve basınç dalgalarını azaltabilirler. Bazı durumlarda kendileri yeni bir koç darbesine neden olabilirler. Bu vanalarda sızdırmazlık metal metale sağlandığından sızdırmazlık problemi meydana çıkmakta gerekli olan yay kuvvetinin çok iyi ayarlanması gerekmektedir.

Eğer bir booster pompanın girişi ile çıkışı arasındaki basınç farkı az ise by-pass borusu ve bir çekvalf vasıtasıyla her iki taraf birbirine bağlanabilir . (Şekil 5) Booster pompanın durması sonucu oluşabilecek bir kolon kesilmesi sonucu giriş tarafındaki bir basınca göre daha düşük bir basınç zonu yaratacaktır. Bu şekilde by-pass borusu ve çekvalf vasıtasıyla giriş tarafından çıkış tarafına su çıkışı olacak ve kolon kesilmesi sonucu oluşacak bir negatif basınç dalgası azaltılacaktır.



KONTROL VANALARININ SU KOÇU DARBESİNE KARŞI ÇÖZÜM OLARAK KULLANILMASI

Hidrolik prensiple çalışan kontrol vanaları, pompaların durdurulmaları ve çalıştırılmaları sonucu ortaya çıkabilecek koç darbeleri problemleri için entegre bir çözüm önermektedir. Bu çözüm, hidrolik kumandalı kontrol vanalarının kullanılmasıyla kolay, doğru ve güvenli bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda bu çözümler çoğunlukla yukarıda bahsedilen çözümlerden çok daha ucuz olabilmektedir. Bu çözüm iki hidrolik kumandalı vananın şu şekilde uygulanmasıyla yapılabilmektedir.

A = Ana boruya monte edilen pompa kontrol vanası

B = Pompa kontrol vanasının önüne monte edilen koç darbesi önleme vanası (Şekil 6.)

Pompa kontrol vanası, normal çalışma boyunca pompanın bilerek durdurulması ve çalıştırılması esnasında olabilecek koç darbesi olayını çözümler. Koç darbesi önleme vanası ise, pompanın herhangi bir elektrik kesintisi gibi kontrolsüz olarak durdurulması esnasındaki su darbesi problemlerini önler.

Koç darbesi önleme vanası şu iki fonksiyonu yerine getirmektedir ;

- 1 - Basınç daha önceden ayarlanmış seviyeyi geçtiğinde basınçlı suyun dışarıya atılması.
- 2 - Pompanın kontrolsüz olarak durması sonucu, basınç dalgasının geriye dönmesinden önce açılarak basınç dalgasının dışarıya atılması.

A - Pompa çalıştırıldığında önündeki pompa kontrol vanası kontrollü bir şekilde tam açık konumuna gelinceye kadar yavaş bir şekilde açılır. Pompanın durdurulması ise, önce pompa kontrol vanasının kapanmasına komut verilir. Vana kontrollü olarak yavaşça kapanır ve vana tam kapanmaya yakın pompa durur. Aynı zamanda pompa kontrol vanası bir yaylı çekvalf olarak da görev yapar, bu nedenle ayrıca bir çekvalf kullanmaya gerek yoktur.

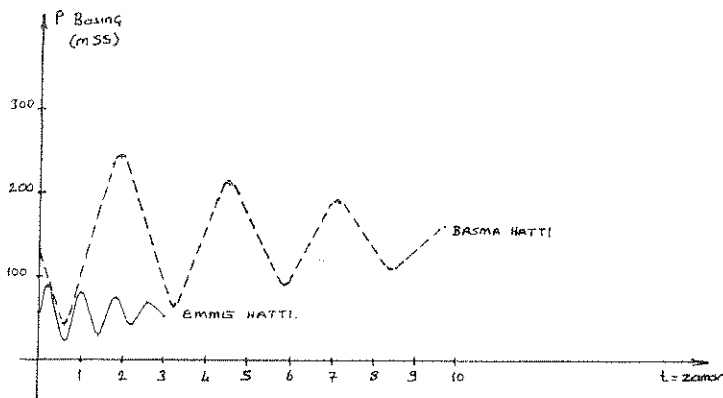
B - Eğer kontrolsüz bir duruş meydana gelirse (yani bir elektrik kesintisi meydana gelmiş ise) pompa devir hızı bir kaç saniyede normal hızın yarısına düşecektir. Bunun sonucunda bazı yerlerde kolon kesilmesi olabilecektir.

Basıncın statik seviyenin altına düşmesi durumunda koç darbesi önleme vanasının üzerindeki düşük basınç pilot' u tarafından hissedilecek ve vana hemen açılacaktır.

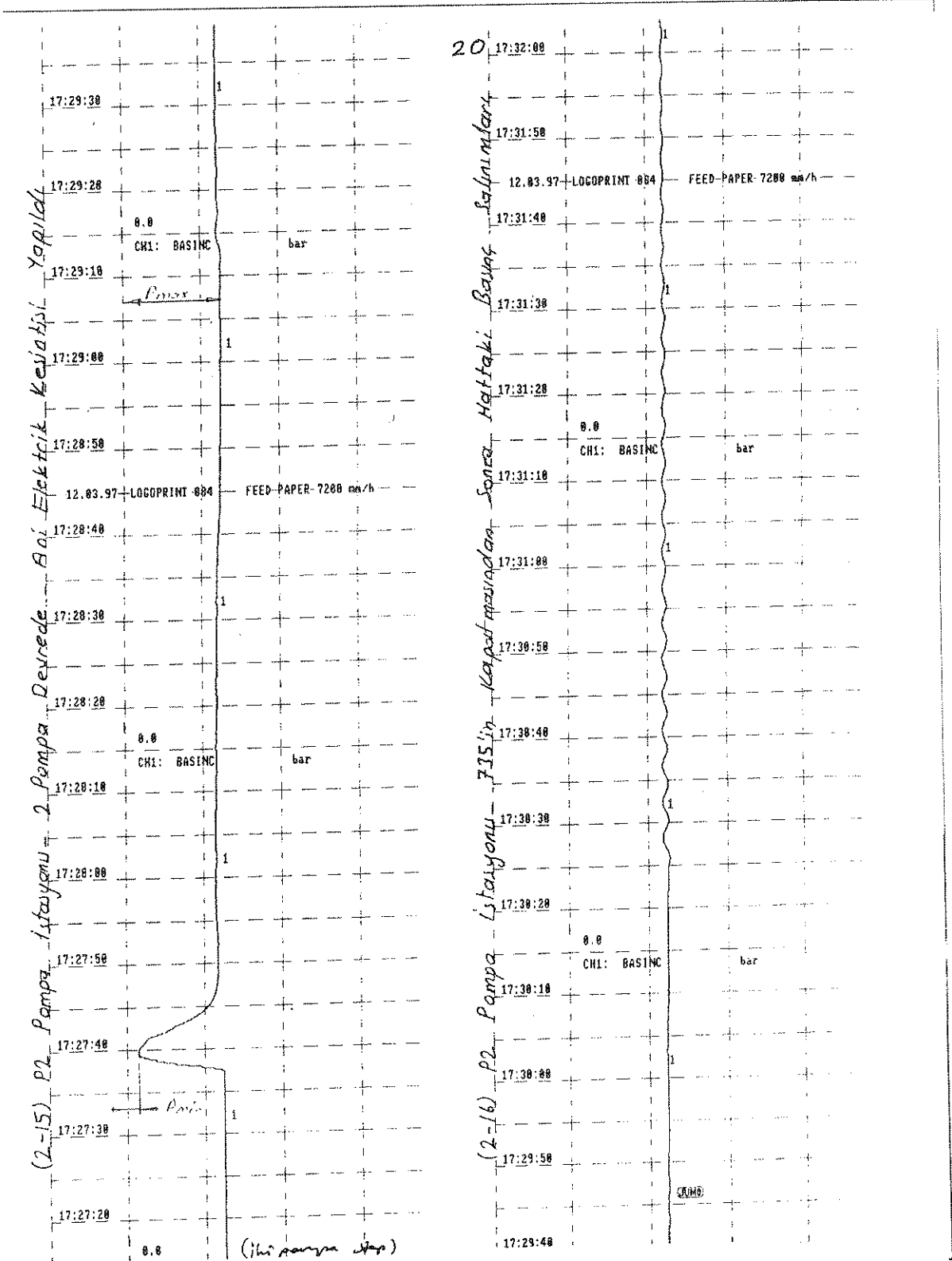
Koç darbesi geriye gelip vanaya ulaştığında karşısında açık bir vana bulacak ve basınç dalgası atılacaktır. Aşırı basınç dışarıya atıldıktan ve sistem dengelendikten sonra vana otomatik olarak yavaşça kapanacaktır. Projeciler bu basıncın emniyetli olarak dışarıya atılabilmesi için kaç adet bu vanadan gerekli olduğunu hesap etmektedir. Bazı durumlarda yüksek bir emniyet kat sayısını tercih edip iki veya daha fazla vana kullanmaktadırlar. Koç darbesi önleme vanasına, aynı zamanda bir hızlı basınç relief fonksiyonuda ilave edilebilir. Bu ikinci özellik ile, boru hattında kolon kesilmesi dahi meydana gelmeden, vananın açık konuma gelmesi sağlanmış olmaktadır. Bu şekilde vana, yüksek basınç darbesi sürdüğü müddetçe, açık konumda kalarak durumunu muhafaza eder.

Elektriksel tipte su koçu darbesi önleme vanası da bu fonksiyonda bir vanadır. Ancak, burada vana elektrik kesintisi olduğu anda elektriksel olarak açık konuma getirilmekte ve bir UPS (Kesintisiz güç kaynağı) vasıtası ile zaman geçikmesi ardından tekrar kapanmaktadır.

Diyagram 1 ve 2'de Gaziantep İçmesuyu Şebekesi Pompa İstasyonlarında uygulanan Su Koçu Darbe Önleme Vanalarına ait basınç değişimleri yer almaktadır. Burada basınç gözlemleri, elektrik kesintisi yapılarak darbe önleme vanaları devre dışı ve devrede iken yapılmıştır.



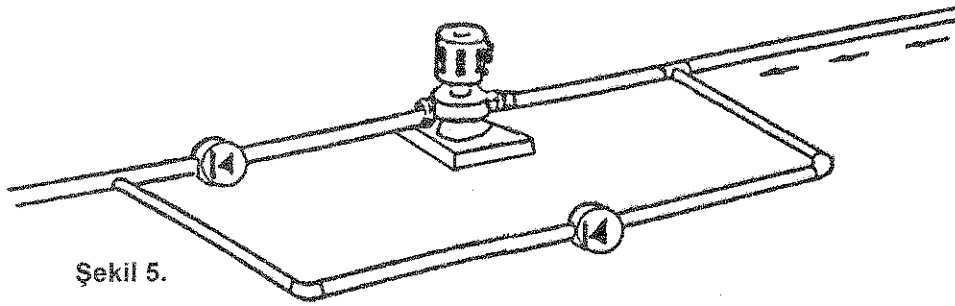
Diyagram 1. Darbe Önleme Vanaları Devre Dışı.



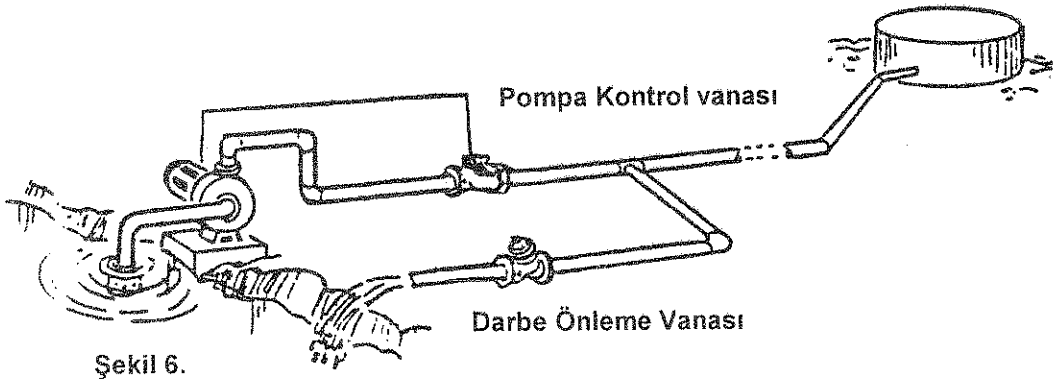
Diyagram 2. Darbe Önleme Vanaları Devrede.

Eğer şebekede bir derin kuyu su pompası kullanılıyorsa, çözüm bir miktar değişiklik arz etmektedir. (Şekil 7' ye bakınız)

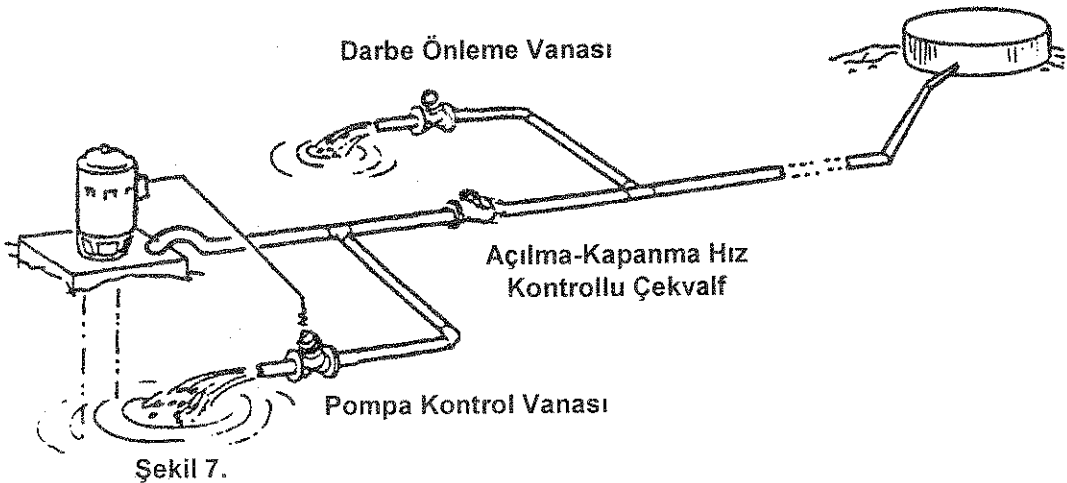
Bir derin kuyu su pompasının kapalı vana olarak çalıştırılması kolon milinde istenmeyen uzamalara neden olmaktadır. Böyle durumlar için , derin kuyu pompa kontrol vanası kullanılmaktadır. Pompa çalıştırıldığında derin kuyu pompa kontrol vanası atmosfere açıktır. Pompa normal çalışma devrine ve basıncına erişinceye kadar vana kontrollü olarak açık konumda bekler. Bundan sonra vana yavaş yavaş kapanır ve rutin çalışma boyunca kapalı kalır. Pompanın durdurulma işlemi ise derin kuyu pompa kontrol vanasının yavaş yavaş açılmasıyla başlar. Tam açık konuma geldiğinde, üzerindeki limit switch vasıtasıyla pompa devreden çıkarılır. Su koçu darbesi önleme vanası daha önce açıklandığı biçimde hareket ederek elektrik kesintisi nedeniyle oluşabilecek darbeleri yok eder. Bu çözümler çoğu zaman diğer çözümlere göre hem daha düşük maliyetli hemde güvenli ve verimli çözümlerdir.



Şekil 5.



Şekil 6.



Şekil 7.

SONUÇ

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, su şebekelerinde ortaya çıkan Su Koçu Darbelerini ve bu problemleri ortadan kaldırabilmek için hidrolik prensiple çalışan kontrol vanalarından sadece birkaçını inceleyebildik.

Kontrol vanası üzerine takılan kontrol devreleri değiştirilmek kaydıyla bu vanaların kategorileri daha da artırılabilmektedir. Bu vanaların görüldüğü gibi en büyük özelliği harici bir güç kaynağı kullanmamalarıdır. Hidrolik prensiple çalışan kontrol vanaları boru hattındaki basınçtan hareket alırlar ve değişen sistem şartlarına daha hızlı reaksiyon göstermektedirler.

ÖZGEÇMİŞ

1954 Ödemiş'te doğdu. 1971 yılında lise öğrenimini İzmir Özel Türk lisesinde tamamlayarak mezun oldu. Daha sonra, ODTÜ Metalurji Mühendisliği Bölümünde yüksek tahsilini yaptı. 1977 yılında master derecesini tamamladıktan sonra, bir yıl süre ile Ege Üniversitesi Maden Fakültesinde doktora çalışmalarına başladı ve asistanlık yaptı. 1978 yılında özel çalışma hayatına atılarak kurulmuş olan Dikkan Metalurji Sanayi ve Tic. A.Ş. 'nin yönetim kurulu üyeliğini ve firmanın teknik müdürlüğünü yürüttü. 1988 yılında şu anda genel müdürlüğünü ve yönetim kurulu başkanlığını yapmakta olduğu Doğu Vana Ltd. Şti. 'ni kurdu. Halen, Doğu Vana Ltd. Şti. , Valf Metalurji San. ve Tic. A.Ş şirketlerinin yönetim kurulu başkanlıklarını yürütmektedir.

KAYNAK

Y.DVIR - Flow Control Devices. Control Appliances Books. Lehatov Habashan 12125, ISRAEL.

ÖZGEÇMİŞ

1954 Ödemiş'te doğdu. 1971 yılında lise öğrenimini İzmir Özel Türk Lisesinde tamamlayarak mezun oldu. Daha sonra, ODTÜ Metalurji Mühendisliği Bölümünde yüksek tahsilini yaptı. 1977 yılında master derecesini tamamladıktan sonra, bir yıl süre ile Ege Üniversitesi Maden Fakültesinde doktora çalışmalarına başladı ve asistanlık yaptı. 1978 yılında özel çalışma hayatına atılarak kurulmuş olan Dikkan Metalurji Sanayi ve Tic. A.Ş.'nin yönetim kurulu üyeliğini ve firmanın teknik müdürlüğünü yürüttü. 1988 yılında şu anda genel müdürlüğünü ve yönetim kurulu başkanlığını yapmakta olduğu Doğu Vana Ltd. Şti.'ni kurdu. Halen Doğu Vana Ltd. Şti., Valf Metalurji San. Ve Tic. A.Ş. şirketlerinin yönetim kurulu başkanlıklarını yürütmektedir.