

BİR BARAJ KAPAĞI KALDIRMA MEKANİZMASINDA HİDROLİK ACİL İNDİRME SİSTEMİ UYGULAMASI

Fuat TİNİŞ

IŞIK Makina İmalat ve Pazarlama A.Ş., ANKARA

ÖZET

Barajların özellikle su alma yapılarında yer alan kapaklar, arkalarında bulunan yapıların bakım-onarım hizmetleri için veya işletme koşullarında su girişini sağlamak veya engellemek amacıyla kullanılmaları yanında, cebri boru problemi, türbün arızası gibi bir tehlike anında tehlike kapağı olarak ta kullanılabilirler. Bu kapakların indirme ve kaldırma işlemleri için kullanılan kapak kaldırma mekanizmalarında, normal işletme için tahrik klasik sistemlerde elektrik motorundan alınmakta iken, tehlike durumunda indirmeyi sağlamak için hidrolik sistem, havalı sistem veya yine bir elektrik motoru kullanılmaktadır.

Burada Derbent Barajı ve Hidroelektrik Santrali su alma kapaklarında uygulanan hidrolik acil indirme sistemi tanıtılmıştır.

1. GİRİŞ

Baraj su alma yapıları, baraj rezervuarından türbünlere su ileten cebri boruların başlangıç noktalarıdır ve su alma yapılarında cebri boru girişini kapatmak üzere su alma kapakları bulunmaktadır.

Sualma kapaklarının asıl görevi işletme sırasında cebri borulara su girişini sağlamak veya engellemektir. Bunun yanında cebri boruların, cebri boru üzerinde yer alan vana, genişleme parçası, denge bacası v.b. gibi yapıların ve/veya türbünün bakım-onarım gibi hizmetlerinin yapılabilmesini de cebri boru girişini kapatmak yoluyla bu kapaklar sağlarlar.

Ayrıca su alma ağız kapakları, arkalarındaki uzun cebri borularda bir sorun olması durumunda veya türbün giriş vanasının olmadığı hidroelektrik santrallarda türbün arızası gibi bir tehlike anında acil olarak kapatılmak üzere bir tehlike kapağı görevi de görebilmektedirler.

Sözedilen bu uygulamalar için, sualma kapaklarının değişik kapanma hızlarına sahip olmaları gerekmektedir. Normal işletmede genellikle indirme ve kaldırma hızları birbirine eşit olmakta, tehlike kapağı olarak kullanılmaları durumunda ise acil indirme hızı, normal kapanma hızının en az on katı kadar hızlı olmaktadır; ve bu özellik bu kapakların tahriğinde kullanılan kapak kaldırma mekanizmaları ile sağlanmaktadır.

2. BARAJ KAPAK KALDIRMA MEKANİZMALARINDA KULLANILAN ACİL İNDİRME SİSTEMLERİ

Sualma kapakları, bir elektrik motoru ile tahrik edilen tambur-halat sistemi ile veya hidrolik silindir kullanılarak indirilip kaldırılabilmektedirler. Hidrolik silindirin kullanıldığı kaldırma mekanizmalarında, acil indirme hızı, yalnızca hidrolik silindir kurs boyunun izin verdiği mesafede hidrolik sistem (devre) ile sağlanabilmektedir. Klasik halat-tambur sistemlerinde ise, acil indirme üç değişik yolla sağlanabilmektedir [1] .

Hidrolik Acil İndirme Sistemi

Tambur-halat sistemine hareket veren dişli kademelerinden uygun birine bağlanan hidrolik pompa veya motor ile buna bağlı hidrolik devre, fren çözülüp te kapak kendi ağırlığıyla aşağı doğru inerken hızın belirlenen değerlerde kalmasını sağlar. Aynı devre kapak alt eşiğe dokunmadan önce, yine dişli kademelerinden birinden alınan bir uyarıyla, kapağın hızını düşürerek eşiğin ve kapağın zarar görmesini önler. Bu sistem frenin çözülmesi ile birlikte tamamen otomatik olarak çalıştığından, uzaktan kumandanın gerekli olduğu durumlar için de uygun bir çözüm olmaktadır. Ayrıca bu sistemde, acil kapanma ve eşiğe dokunma hızları hidrolik akış ayar valfleri ile bir kere ayarlandıktan sonra yükün değişiminden bağımsız olarak sabit kalmaktadır.

Havalı (Fan) Acil İndirme Sistemi

Prensip olarak hidrolik acil indirme sistemine benzeyen havalı acil indirme sisteminde, kapak kendi ağırlığıyla aşağıya inerken, gerekli hız yine dişli kademelerinden uygun birine bağlanan bir fan ile sağlanmaktadır. Hız kontrolü fanın çıkışına bağlanan ve hava çıkışını engelleyen bir kapak ile olmaktadır. Hidrolik sisteme göre daha ucuz bir çözüm olmasına ve daha az bakım gerektirmesine rağmen, iniş ve alt eşiğe dokunma hızlarının fan ağızındaki kapağa kumanda eden operatöre bağımlı olması ve uzaktan kumandaya çok uygun olmaması yönünden hidrolik sisteme göre dezavantajları olan bir sistemdir.

Elektrik Motorlu Acil İndirme Sistemi

Elektrik motorlu acil indirme sisteminde, acil indirme de uygun bir dişli kademesine bağlanan ikinci bir elektrik motoru ile sağlanmaktadır. Bu motor kapağın iniş hızını kontrol ederken bir fren gibi görev yapmaktadır. Kullanılan motor bilezikli olabileceği gibi, sincap kafesli bir motor da olabilmektedir.

Kapağın alt eşiğe dokunmadan önce hızının azaltılması, acil indirme motorunun durdurulup normal indirme-kaldırma motorunun devreye sokulmasıyla veya bilezikli motora bağlanan ve kapak alt eşiğe ulaşmadan önce devreye giren fuko akımlı fren ile yapılabilmektedir.

Kapağın iniş sırasında motoru sürükleyerek motor senkron hızının dışına çıkmasını engellemek için ve hızı kontrol etmek için geri beslemeli motor dinamik freni de uygulanabilmektedir.

Motorla acil indirme, hidrolik acil indirmeye fiyat olarak cazip kaldığı güç değerlerinde tercih edilmektedir.

Her üç acil indirme sisteminde de, acil indirme sırasında normal indirme-kaldırma motorunun bağlandığı kademelerin aşırı hızdan etkilenmesini engelleyici bir önlem yer almalıdır.

3. DERBENT BARAJI SUALMA KAPAKLARINDA UYGULANAN ACİL İNDİRME SİSTEMİ

Derbent Barajı ve Hidroelektrik Santralı sualma kapakları, ikisi büyük ve biri küçük üç adet türbünün önünde yer almaktadır ve kapakların sayısı da üç adettir. Türbün büyüklüklerine uygun olarak, kapakların ikisi daha büyük, biri ise küçüktür. (Büyük olanın sızdırmazlık boyutları 7,1 m. x 8,9 m.; küçük kapağın sızdırmazlık boyutları 4,98 m. x 5,7 m.'dir.) Sualma kapaklarının arkasında bulunan kısa cebri borulardan sonra türbünler yer almaktadır ve türbünlerin önünde türbün vanaları bulunmamaktadır. Dolayısıyla sualma kapaklarının önemi, türbün koruma kapakları olarak görev yapıyor olmaları nedeniyle de artmaktadır.

Derbent Barajı ve HES. Teknik Şartnamesi bu kapaklara kumanda edecek olan kapak kaldırma mekanizmalarının, normal hızla indirme-kaldırma yapması yanında (0,3 m/dk), bir cebri boru veya türbün arızası durumunda kapakları acil olarak kapatabilmeyi sağlayacak şekilde (8 m/dk) imal edilmesi gereğini belirtmiştir [2]. Bu şekilde kapak normal kapanma hızına göre yaklaşık 27 kat daha büyük bir hızla kapanacaktır ve türbünün mümkün olan en az hasarla devreden çıkarılması sağlanmış olacaktır (veya cebri borulardaki sorunun büyümesi engellenecektir).

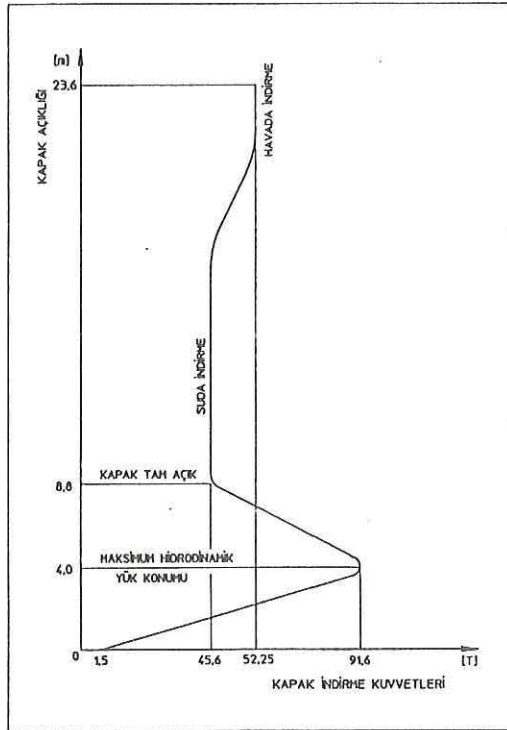
Bu çalışmada kapak ve kaldırma mekanizması yapısı olarak birbirinin benzeri olan iki değişik büyüklükteki sualma yapısından daha büyük olanı açıklanacaktır.

Derbent Barajı Sualma Kapaklarının Yapısı

Derbent Barajı ve HES. sualma kapakları sabit tekerlekli kapaklardır. Üzerlerine etki eden en yüksek su düşüsü 19.5 m.'dir. Bu kapakların kapattığı suyun temiz geçiş açıklığı 7 m., temiz yüksekliği 8.8 m.'dir. Kapak sızdırmazlık contaları ile sağlanan sızdırmazlık açıklığı 7.1 m. ve sızdırmazlık yüksekliği de 8.9 m.'dir.

Kapak, üzerindeki su düşüsü ile sızdırmazlık açıklığı ve sızdırmazlık yüksekliğinin belirlediği statik su yüküne karşı koymaktadır.

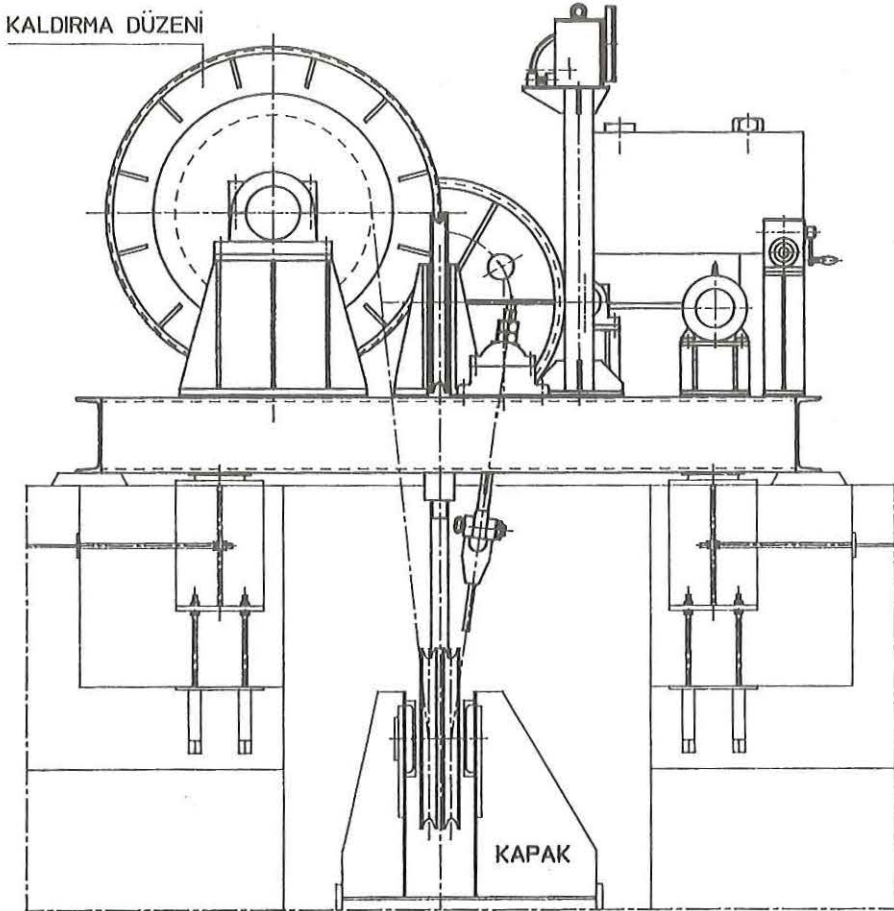
Normal indirme ve kaldırma durumunda kapak dengeli şartlar altındadır (kapağın her iki tarafındaki su basıncı birbirine eşittir). Acil kapatmada ise, kapanma su akımına karşı olduğu için dengeli şartlar söz konusu değildir; ayrıca akıma karşı kapanmadan dolayı kapağı aşağıya doğru çekecek şekilde etki eden hidrodinamik kuvvetler de (hydraulic downpull forces) önem kazanmaktadır. Dolayısıyla normal indirme ve kaldırmada kaldırma kuvvetlerini belirleyen kapak ağırlığı ve sürtünme kuvvetleri iken, acil indirme durumunda hidrodinamik kuvvetler de dikkate alınmalıdır [3]. Şekil 1'de kapağa etki eden toplam kuvvetlerin değişimi kapak açıklığına göre gösterilmiştir.



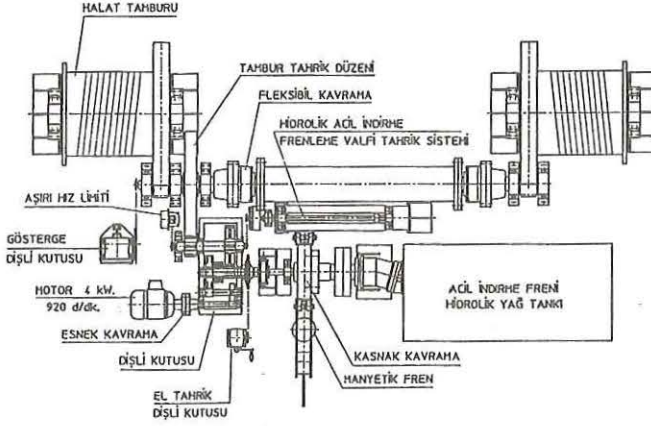
Şekil 1. Derbent Barajı Sualma Kapaklarına Acil İndirme Koşulunda Etki Eden Kuvvetlerin Kapak Açıklığına Göre Değişimi.

Derbent Barajı Sualma Kapakları Kaldırma Mekanizması

Kapak Kaldırma Mekanizmasının Yapısı: Derbent Barajı ve HES. şartnamesi gereği, sualma yapısı kapak kaldırma düzenleri, elektrik motoru ile tahrik edilen halat tamburlu mekanizmalardır (Şekil 2). Kullanılan elektrik motoru normal işletme şartları için seçilmiştir ve 4 kW gücünde 920 d/dk'lık bir motordur. Motora bağlı dişli kutusu ve açık dişli sistemleri, motordan alınan hareketi tamburlara iletmektedir. Kaldırma mekanizmasında, kapağın ara konumlarda durdurulmasını sağlayan bir manyetik fren ile kapağın konumunu gösteren bir seviye göstergesi, elle tahriği de sağlayabilen bir kavrama düzeni ile el tahrik dişli kutusu bulunmaktadır. Acil indirme hidrolik freni dişli kutusu 3. miline bağlanmıştır. Dişli kutusu 4. milinden hidrolik acil indirme freni son frenlemesini sağlayan valf tahrik sistemi ile herhangi bir arıza anında kapak hızının belirlenen değerleri aşması durumunda manyetik frenin otomatik olarak frenlemeye geçmesini sağlayan aşırı hız limit düzeni için de çıkış alınmıştır (Şekil 3).

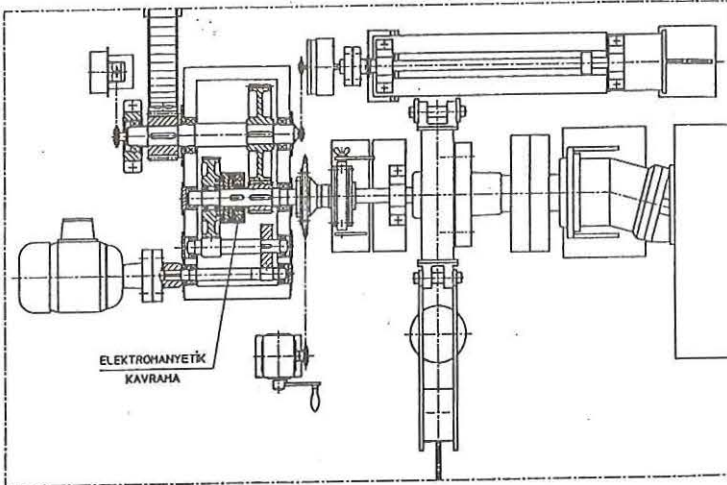


Şekil 2. Derbent Barajı Sualma Kapak ve Kapak Kaldırma Düzeni.



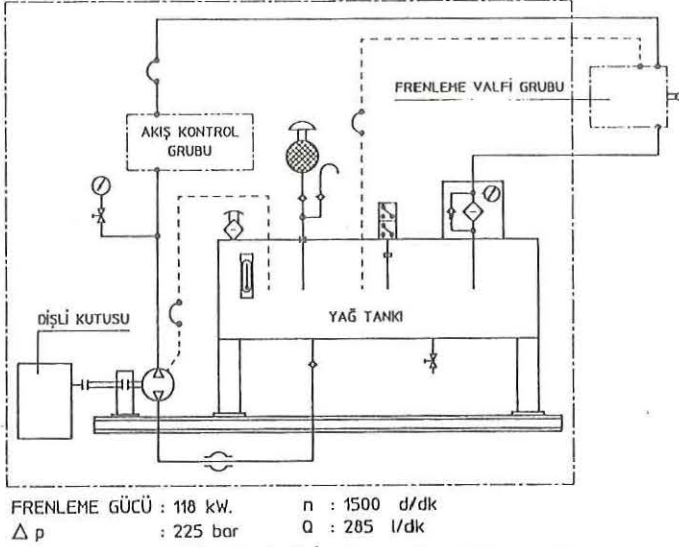
Şekil 3. Kapak Kaldırma Düzeni Üst Görünüşü.

Acil indirme sırasında kaldırma mekanizması, giriş kademeleri sistemden ayrılmaz ise, bu kademelerdeki hızlar çok yüksek değerlere ulaşacaktır. Örneğin, giriş mili hızı $(920 \cdot 8 / 0,3 =) 24533 \text{ d/dk}$ gibi ne motor ne de standart rulmanlara uygun olmayan değerlere ulaşacaktır. Bu durumun önlenmesi için dişli kutusu 2. kademe dişlisi bir elektromanyetik kavrama ile dişli kutusu 3. miline hareket iletebilir hale gelmektedir. Elektrik motoru ile tahriğin yapıldığı normal indirme kaldırma durumunda elektromanyetik kavrama da devreye girip motor tahriğini iletmekte, acil indirme durumunda ise elektromanyetik kavrama enerjisiz bırakılarak dişli kutusu 1. ve 2. kademeleri sistemden ayrılarak aşırı hızlardan da korunmaktadır (Şekil 4). Dişli kutusunun acil indirme frenine bağlandığı 3. milindeki hız, acil indirme anında 1500 d/dk 'dır.



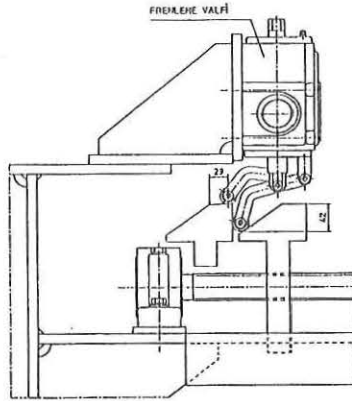
Şekil 4. Dişli Kutusu-Hidrolik Acil İndirme Freni Bağlantısı.

Hidrolik Acil İndirme Freni: Derbent Barajı su alma kapaklarında kullanılan hidrolik acil indirme freni Mannesmann-Rexroth tarafından tasarlanmıştır (Şekil 5). Sistem basit olarak dişli kutusundan tek yönlü bir kavrama ile yalnızca indirme yönünde hareket alan hidrolik pompa ve bu pompa tarafından pompalanan yağın akışını dolayısıyla pompa hızını kontrol eden akış kontrol grubu ile kapağın en alt konuma yaklaştıktan sonra eşiğe düşük hızla dokunmasını sağlayan frenleme valfi grubundan oluşmuştur. Sistemin debisi (kapağın hızı) Şekil 1'deki kuvvet değişim aralığında, kuvvetten etkilenmeyecek şekilde sabittir.



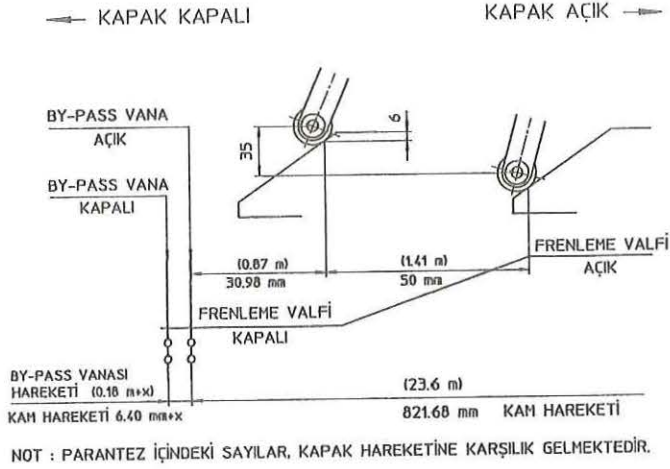
Şekil 5. Derbent Barajı Hidrolik Acil İndirme Freni Devre Şeması.

Frenleme valfine uyarı, kapağın hareketini simüle eden ve dişli kutusundan tahrik alan bir trapez vida üzerinde hareket eden bir kam ile verilmektedir (Şekil 6).

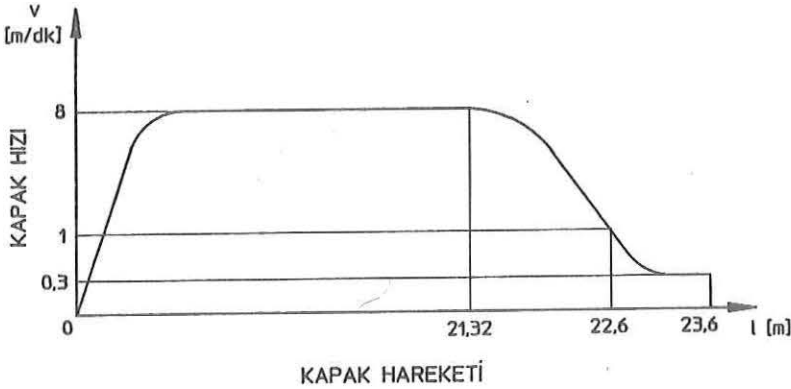


Şekil 6. Frenleme Kamı ve Frenleme Valfi.

Kapağın 23,6 m.'lik düşey hareketinde, kam 821,68 mm. hareket etmektedir. Kapak eşiğe dokunmadan 2,28 m. önce kam, hidrolik frenleme valfini uyardırmaya başlamakta ve valfin ve kam profilinin özelliğine uygun olarak kapağın eşiğe dokunmadan yaklaşık 1 m. önceki hızı, 8 m/dk'dan 1 m/dk'ya düşmektedir (Şekil 7). Kam frenleme valfini tam olarak (35 mm.) bastırdıktan sonraki durumda ise, kapak hızı 0,3 m/dk'ya düşmekte ve kapak ta bu sabit hızla eşiğe dokunmaktadır (Şekil 8).



Şekil 7. Kam Hareketi-Kapak Hareketi ilişkisi.



Şekil 8. Acil İndirmede Kapak Hızının Kapak Konumuna Göre Değişimi.

Kapak eşiğe dokunduktan sonra, kapağın üzerinde var olan 180 mm. kurslu by-pass vanası halatların bir miktar daha boşalması ile kapanıp kapaktan beklenen sızdırmazlık sağlanmaktadır.

4. SONUÇ

Yukarıda tanıtılan hidrolik acil indirme freni sistemi, Derbent Barajı sualma kapak ve kapak kaldırma mekanizmalarının yerlerine monte edilmesinden sonra kuru olarak (baraj gölünde kapaklar seviyesinde su yok iken) test edildi.

Bütün kapaklar önce hidrolik frenleme sistemindeki valflerin ilk ayarları ile indirildi. Göstergeden kapağın konumu izlenerek kronometre ile tutulan zaman ile gerçekleşen hız belirlendi. Gereken hız ile belirlenen hız arasındaki farklar, akış ayar valflerinin son ayarları ile düzeltilerek sistemin istenen hızda acil indirme yaptığı bir kez daha test edilerek gözlemlendi.

Hidrolik acil indirme fren sisteminin benzer uygulamalar için güvenle kullanılabileceği bu testler sonucunda belirlenmiştir.

5. KAYNAKÇA

1. Hydraulic Gate and Penstock Association, "Technical Standards For Gates And Penstocks", Japonya, 1986.
2. Republic of Turkey, Ministry of Energy and Natural Resources, General Directorate of State Hydraulic Works, "Derbent Dam and Power Plant Technical Specifications, Lot 2", Ankara, Kasım 1979.
3. Naudascher, E., "Hydrodynamische u. Hydroelastische Beanspruchung von Tiefschützen", Der Stahlbau, Temmuz 1964.