



**Uluslararası Katılımlı
III. ULUSAL BARAJ
GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU
10-12 Ekim 2012
ESKİŞEHİR**

**With International Participation
THIRD NATIONAL
SYMPOSIUM
ON DAM SAFETY
October 10-12, 2012
Eskisehir/TURKEY**

Editörler/Edited by

**Dr. Hasan TOSUN
Dr. Murat TÜRKÖZ
Dr. Hasan SAVAŞ**

GÜNCEL BARAJ HASARLARININ ANALİZİ

Kasım YENİGÜN¹, M. Yaşar SEPETÇİOĞLU²

ÖZ

Giderek artan dünya nüfusu ve buna paralel olarak artan enerji ve su ihtiyacı, öncelikle bu ihtiyaçlar için inşa edilen barajları ve bu yapıların daha verimli kullanılmasını önemli kılmıştır. Artan bu öneme ve baraj inşasında geliştirilen yeni yöntem ve tekniklere rağmen; tasarım, inşa ve işletme aşamalarında karşılaşılan sorunlar hala devam etmektedir.

Bu çalışmada barajlarda görülen hasar ve yıkılmaların nedenleri; örnek ülke ve bölgeler bazında, hasar türleri ve büyüklüğüne göre incelenmiştir.

Büyük barajlarda güven düzeyi; planlama, inşa, kontrol ve işletme bakımından küçük barajlara nazaran daha yüksektir. Bu durum yakın geçmişte gözlenen baraj hasarları ile ilgili istatistikî değerlendirmelerle gözlenmiştir. Ülkemizdeki küçük barajlarda görülen baraj hasarları da bu bağlamda değerlendirilmiştir.

Baraj inşa ve işletmesinde özel sektörün payının giderek arttığı da düşünülürse; planlama, inşa ve işletme aşamalarının tümünü içerecek etkin ve yeterli bir kontrol mekanizmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Baraj güvenliği, baraj yıkılmaları, barajlarda hasar tipleri, taşkınlar.

ABSTRACT

The dams and efficiently usage of them are being important as parallel to the growing world population and the need for energy and water. Despite new methods and techniques for construction of dams, the problems in stages of design, construction and operation are still remaining.

In this study, causes of damage and failures of dams are analyzed on the basis of country and regions according to the size and types of failure.

Confidence level in large dams is higher than that of the small dams in terms of the planning, construction, control and management. This situation was observed from statistical evaluations in recent dam damages. Damages of the small dams in our country were evaluated in this context.

When considering the increasing the share of private sector in construction and operation of dams, there must be an adequate and active control mechanism in the planning, construction and operation phases of dams.

Keywords: Dam safety, dam failure, deficiency types, floods.

¹ Doç. Dr., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye,
e-posta: kynigun@hotmail.com

² Yrd. Doç. Dr., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye,
e-posta: sepetcioglu_my@yahoo.com

GİRİŞ

Dünya nüfusu ve buna paralel olarak artan enerji ve su ihtiyacının, bu ihtiyaçları karşılamak için inşa edilen barajları ve bu yapıların daha verimli kullanılmasını önemli kıldığı yadsınamaz bir gerçektir. Ancak bu öneme ve gelişmelere dayalı olarak, baraj inşasında geliştirilen yeni yöntem ve tekniklere rağmen; tasarım, inşa ve işletme aşamalarında hala sorunların devam ettiği de göz ardı edilemeyecek diğer bir gerçektir.

Hidrolik yapıların yıkılmalarını, yapısal yıkılma ve performansa dayalı yıkılma olmak üzere iki tipte sınıflandıran Tung ve Yen (1993)'e göre; yapısal yıkılma, hasarı ya da yapının veya özelliklerinin değişmesini kapsar. Böylece yapı, istenildiği gibi çalışmaz. Ancak performans yıkılmasında, yapının performans sınırları aşılar ve yapıda istenmeyen sonuçlarla karşılaşılır. Genel olarak baraj ve seddeler yapısal yıkılma kavramına dayalı olarak tasarlanırlar.

Hidrolik yapıların güvenilirlikleri üzerine bir analiz yapıldığında, arıza ve hasarların aşağıdaki ana sebepler nedeniyle oluştuğu görülür:

- Tasarım ve analizdeki hatalar,
- Gerçek işletme ile model tasarımı arasındaki uyumsuzluk veya eksiklikler,
- Jeolojik, mühendislik, hidrolojik, iklimik, endüstriyel ve diğer konulardaki eksik bilgiler,
- Tasarım koşullarındaki makul olmayan sapmalar,
- Genellikle acele etmekten kaynaklanan yetersiz inşaat kalitesi,
- Malzeme, ekipman ve uygulamalardaki gerekenden düşük kalitenin kullanımından meydana gelen teknolojik tasarımlardaki karışıklık,
- İnşaat maliyetlerini düşürme tasarımı ile yapılan nedensiz rasyonalizasyon ve değişiklikler,
- İnşaat standartlarını ve yasaları çiğneme,
- Olumsuz şartlarda işletme,
- İşletmede yanlış ve hatalı yükleme,
- Üretim ve servis hataları,
- Servisteki düşük kalite,
- Sebepsiz yere bakım ve koruma işlerinin kaldırılması, yaşlanma ve doğal aşınma, yıpranma (Mirtskhoulava, 1993).

Ağırlioğlu (2011)'nin verdiği bazı önemli büyük baraj yıkılmaları bilgisi incelendiğinde;

- temel bozukluğu nedeniyle; Puentas Barajı [İspanya-1802], Malpasset [Fransa- 1959],
- yapı kusuru nedeniyle Saint Francis [ABD-1929], Vega De Tera [İspanya-1959],
- yapı kusuru ve üstten aşma nedeniyle; Panshet [Hindistan-1961], Nanaksagar [Hindistan-1967],
- yapı kusuru ve borulanma nedeniyle; Teton [ABD-1976],
- borulanma nedeniyle; Gouhou [Çin-1993] ve
- üstten aşma nedeniyle Southfork [ABD-1889], Oros [Brezilya-1960], Bab-ı Yar [Ukrayna-1961], Vajont [İtalya-1963], Machu II [Hindistan-1979], Belci [Romanya-1991], Tirylyan [Rusya-1994] ve
- diğer nedenlerle Hyokiri [Kore-1961], Quebrada la Chapa [Kolombiya-1963], Pado [Arjantin-1970] barajlarının yıkılması sebebiyle 11437 kişi hayatını kaybetmiş ve 1.2 milyon dolarlık hasar oluşmuştur.

Güncel baraj hasar ve yıkılmalarına örnek olarak ta; Ka Loko Barajı [Hawaii-2006], Zipingpu Barajı [Çin-2008], Lake Delhi Barajı [Iowa, ABD-2010] ve Gökdere-Köprü Barajı [Türkiye-2012] verilebilir (Şekil.1).



Ka Loko Barajı, Hawaii, 2006



Zipingpu Barajı, Çin, 2008



Lake Delhi Barajı, ABD, 2010



Gökdere-Köprü Barajı, 2012

Şekil 1. Yakın zamanlı baraj hasar ve yıkılma örnekleri

Bowles vd. (1998)'ne göre mevcut barajların sosyal, ticari, işletme, sağlık ve çevresel etkiler açısından incelenmesinin yanı sıra aşağıdaki mühendislik durumları için de gözden geçirilmesi gerekmektedir:

- Mevcut barajlar(yaşlı), şimdiki taşkın ve deprem yüklemelerini karşılamada başarısız kalmaktadırlar.
- Mevcut barajlar, günümüzün mühendislik uygulamalarını karşılayamayacak şekilde inşa edilmişlerdir.
- Barajlarda yaşlanma ve yıpratıcı işlemler oluşmuştur.
- Standartlara uyma zorunluluğu ciddi maliyetler oluşturmaktadır.

Uzel (1991)'e göre 20. yüzyılda dünyada yaklaşık 200 dikkati çeken rezervuar yetersizliği olmuş ve 8000'den fazla insan hayatını yitirmiştir. 1929'da Berlin'de yapılan Dünya Enerji Konferansı'nda, baraj mühendisliğinin gelişmesi üzerindeki geniş bilgi International Commission of Large Dams-ICOLD'nin (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu) kurulmasına ön ayak olmuştur.

Bu tarihten sonra birçok ülke bu tür uluslararası komisyonların önerileri yanında kurduğu ulusal komisyonlar aracılığıyla da barajlarının performanslarını izlemekte ve güvenlik konularında karar ve uygulama adımlarını atmaktadırlar. Örneğin; Avustralya-ANCOLD, Brezilya-BNCOLD, İspanya-SPANCOLD, İtalya-ITALCOLD, ABD-USCOLD ve Türkiye-TRCOLD bu işlevleri yürüten ulusal komisyonlardır (Ağralıoğlu, 2011).

Buna paralel olarak barajların karşılaşılabilecekleri bütün risk elemanları tespit edilmeye ve bunlara nasıl hazırlıklı olunabileceğine yönelik çalışmalar, devletlerin ve hatta devletlerarası işbirliği çalışmalarının önemli gündem maddesi haline gelmiştir. ICOLD gibi uluslar arası kuruluşların yanı sıra her ülke DSİ,

National Performance of Dams Program, Interagency Committee on Dam Safety, BC Hydro, UK Health and Safety Executive, USBR gibi program ve kuruluşlarla kendi barajlarının güvenliğini nasıl artırabileceğini ve böylelikle hem çok ciddi maddi kayıplardan, hem taşkınlardan ve hem de en önemlisi can kaybindan nasıl korunacağı yönünde bazı kontrol, koruma ve acil durum programları geliştirmeye çalışmaktadırlar (Yenigün, 2007).

BARAJLARDA GÜNCEL HASAR ve YIKILMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

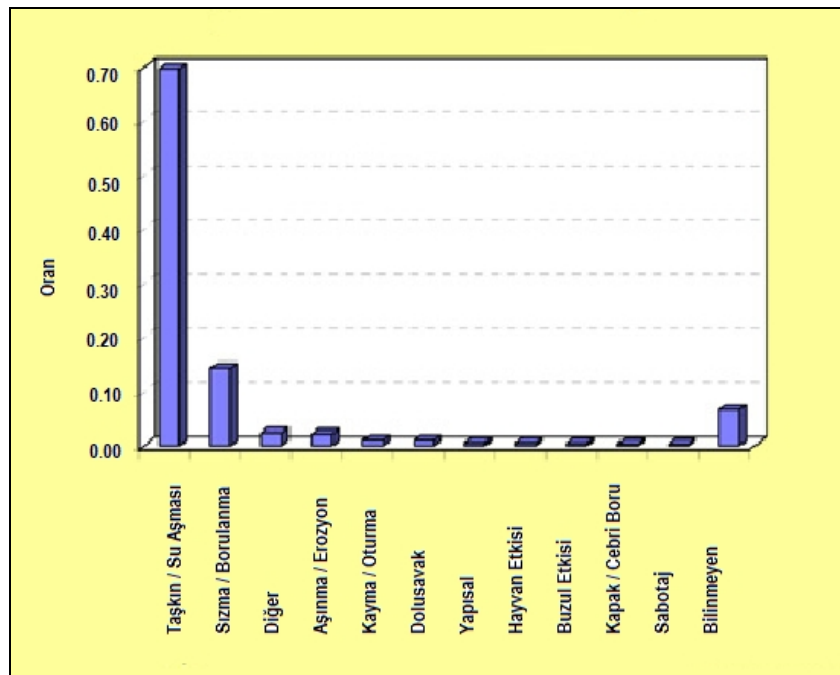
Baraj hasar ve yıkımları ile ilgili olarak yapılan araştırmalar ve bu konudaki güncel veriler değerlendirildiğinde, hasar ve yıkımlarda yaş-tip ve büyüklüğün etkisiyle ilgili olarak aşağıdaki bilgiler verilebilir;

Baraj Yaşı: Hasar ve yıkımların en az % 50'si baraj işletmeye açıldıktan sonraki ilk beş yıl içinde meydana gelmiştir. Dolayısıyla barajların yaşlılığının yıkımda öncelikli faktör olma özelliği ortadan kalkmaktadır. Genel olarak, 1940'tan sonra inşa edilen barajlarda yıkılma olasılığı daha eski barajlara göre azalma göstermiştir. Sadece 1971-1980 yılları arasında yıkılma olasılıklarında bir artış göze çarpmıştır. Bunun nedeni de bu periyotta ABD'de çok sayıda baraj kazası ve yıkılmasının yaşanmasıdır.

Baraj Tipi: Kaya dolgu ve payandalı barajlarda yıkılma ve kaza olasılığı, diğer tiplerden daha fazladır. Öte yandan beton barajlardaki yıkılma olasılığı diğer tip barajların yıkılma olasılığı ile hemen hemen aynıdır.

Baraj Büyüklüğü: 15 m'den alçak barajların yıkılma olasılıkları 50 m'den daha yüksek barajlarınkinden çok daha yüksektir. Bunun sebebi olarak daha büyük barajlarda; tasarım, inşaat, yönetim ve işletme alanlarında daha çok dikkat gösterilmesi söylenebilir. Öte yandan yıkılma ve kaza risklerinin farklı yükseklikteki barajlarda benzer olasılıklar göstermesi, baraj yüksekliğinin yıkılma veya kaza risklerinde pek belirleyici olmadığını göstermektedir (Cheng, 1993).

ABD'de yapılan bir baraj güvenliği araştırmasında 1975-2001 yılları arasında görülen baraj hasarlarının nedenleri aşağıdaki şekildeki gibi değerlendirilmiştir (Şekil.2).

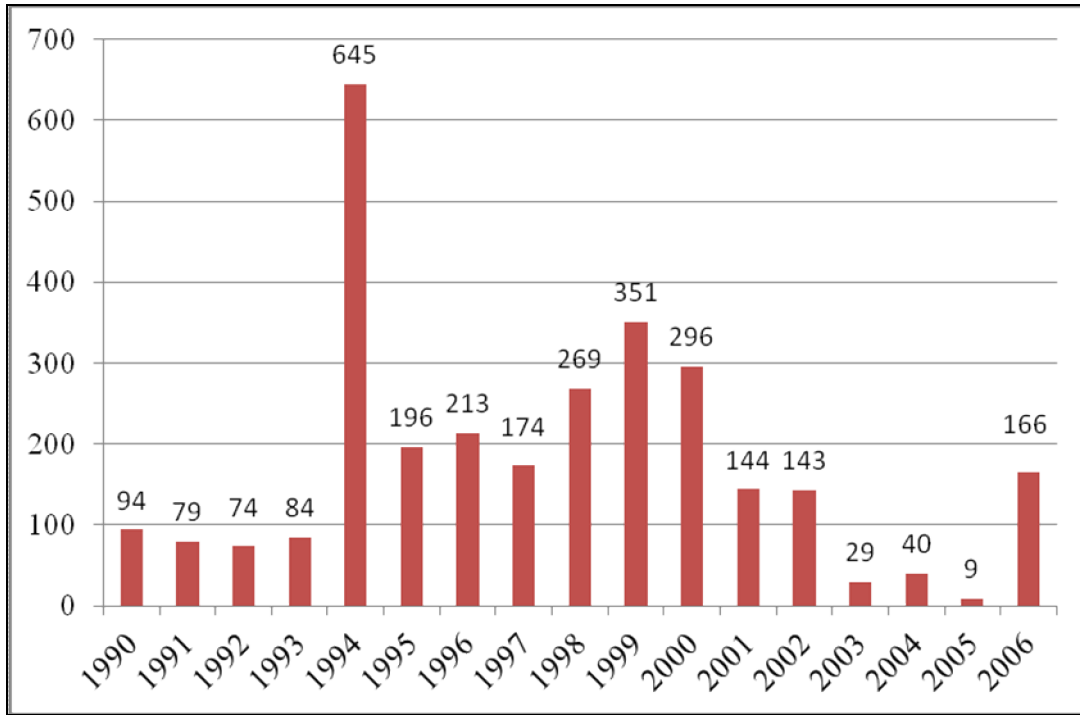


Şekil 2. Baraj Hasarlarının Sebepleri 1975-2001 (ASDSO, 2012)

Bu çalışma kapsamında güncel baraj hasar ve yıkılmalarının analizi kapsamında ABD’de bulunan 52 eyalette rapor edilen çeşitli büyüklüklerdeki barajlarda 1990-2006 yılları arasında kaydedilmiş 3006 olay verisi incelenmiştir (NPDP, 2012).

Oldukça güncel bir dönemi içine alan olayların bu kadar çok olmasının altında yatan en önemli etken, bu olayların tümünün büyük barajlar için söz konusu olmamasındandır. Küçük barajlara ait olay kayıtlarının da özellikle değerlendirmeye alındığı bu çalışmada böylelikle; bu barajlara ait hasar sayısı, boyutu, etkisi ve bunlarla ilgili tasarım-inşa-işletme-güvenlik işlemleri gibi değerlendirmelere dikkat çekme ve yorumlama gereği konusu da hedeflenmiştir.

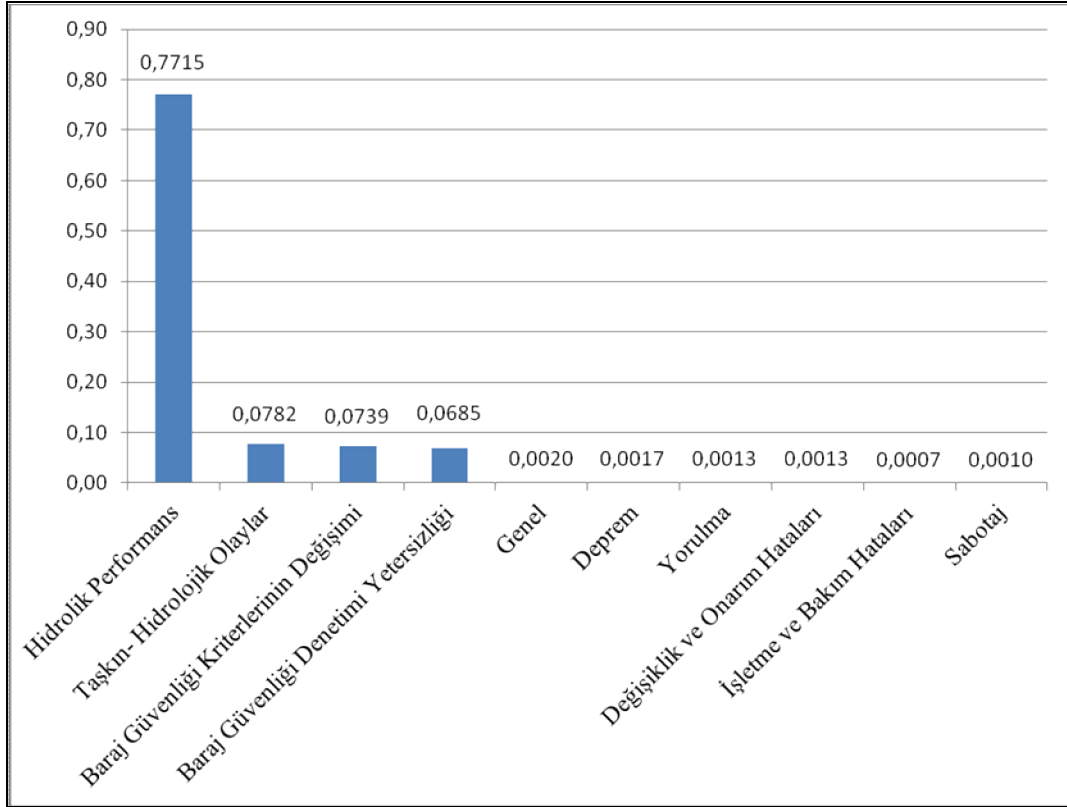
Bu incelemede yıllara göre hasar sayısının değişimi Şekil 2’deki gibi oluşmuştur. Şekil.3’te 1994 yılına ait büyük değer, 1993-94 döneminde gözlenen ciddi yağış-taşkın ve dolayısıyla dolusavak problemleri olarak gözlenmiştir.



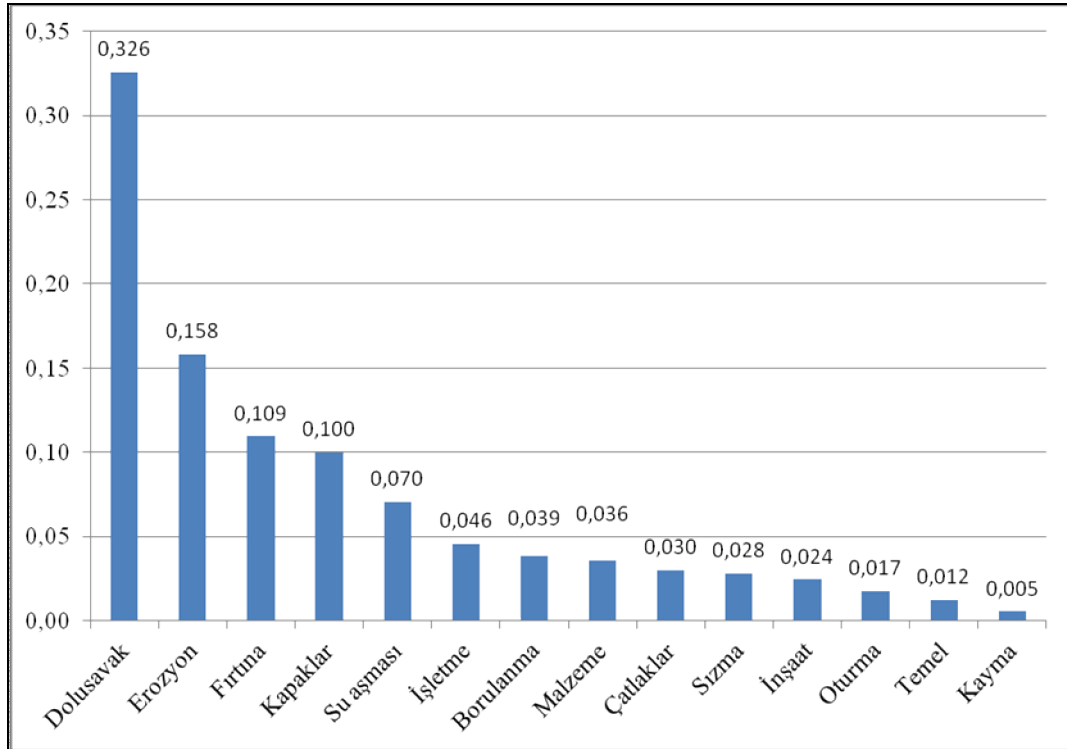
Şekil 3. ABD’de 1990-2006 yılları arasında kaydedilen 3006 baraj hasarının yıllara göre dağılımı

Üzerinde çalışılan 3006 olay, hasar tiplerine göre oranlandığında ise Şekil.4 elde edilmiştir. Bu grafik incelendiğinde, hasar sebepleri içinde en büyük paya sahip hasar sebebi olarak hidrolik performans ve hidrolojik etkiler kaynaklı iki parametre görülmüştür. Ancak baraj güvenliği performans değişimi ve etkileri ile barajın genelinde güvenlik denetimleri sonucu rapor edilen yetersizlikler şeklindeki iki parametre bu tür grafiklerde bundan böyle yer alacak olan yeni değerlendirme kriterleri olarak göze çarpmaktadır.

Bu değerlendirmenin ardından, Şekil.4’te oldukça büyük bir orana sahip olduğu gözlenen hidrolik performans maddesi detaylı olarak incelemeye tabi tutulmuş ve ayrıştırılmıştır (Şekil 5). Bu grafik değerlendirildiğinde, dolusavak yetersizliği ve bağlı problemlerin ön plana çıktığı görülmüştür.



Şekil 4. ABD’de 1990-2006 yılları arasında kaydedilen 3006 baraj hasarının sebeplerine göre oranları



Şekil 5. Şekil.3’te verilen hidrolik performans hasarlarının detayları

Burada göze çarpan önemli bir konu şudur: 1600 baraj üzerinde yapılan bir araştırmada yetersiz dolusavak parametresinin % 23'lük bir oran ile baraj yetersizliklerinde 2. sırayı almaktadır. Bundan daha sonra yaklaşık 300 barajda yapılan bir çalışmada yetersiz dolusavak tasarımından kaynaklanan yıkılmaların oranının % 35 olduğundan söz edilmektedir (Kite, 1976).

Yine ICOLD hazırladığı bir raporda, 15 m'den yüksek barajlarda, 1900-1975 yılları arasında oluşan yapısal hasarlarla ilgili olarak,

- beton barajlardaki hasarların; % 29'u baraj üzerinden su aşması, % 53'ü temel problemleri, % 18'i diğer nedenler,
- dolgu barajlardaki hasarların; % 35'i baraj üzerinden su aşması, % 21'i temel problemleri, % 38'i borulanma ve sızıntı, % 6'sı diğer nedenler,
- ve bütün tipteki baraj hasarlarının; % 34'ü baraj üzerinden su aşması, % 30'u temel problemleri, % 28'i borulanma ve sızıntı, % 8'i diğer nedenler ile oluştuğu gözlenmiştir (Anonymous, 1998).

Tüm değerlendirmeler, baraj hasarları ile ilgili olarak aşırı yağış-taşkın-dolusavak problemleri gibi hidrolojik parametrelerin etkisinin arttığını göstermektedir.

Dolusavaklarla ilgili ana problemler; yetersiz kapasite, engeller, erozyon, bozulma, kırılma, dolusavak çıkış yapısının yıkılması veya arızalanmasıdır. Dolusavak yetersizliği; drenaj alanının hizmet şekli, havzadaki yağışların büyüklüğü ve sıklığı, hazne depolama kapasitesi, yağmur sularının akış hızı ve haznenin dolma hızı gibi çeşitli faktörlerle belirlenebilir. Dolu savağı yetersiz bir haznedeki suyun baraj üzerinden aşma olasılığı oldukça yüksektir.

Toprak dolusavak kanallarındaki kırılmalara genellikle fonksiyonel bir problem olarak bakılmaz. Ancak beton kaplamalı dolu savaklardaki kırılmalarla yaygın olarak karşılaşılır. Bu kırılmalar, kararsız temel oturmaları, büzülme, beton tabakanın yer değiştirmesi veya aşırı toprak ya da suyun basıncı sonucu gerçekleşebilir (Anonymous, 1998).

Kapaklı dolusavaklarda yetersiz bakım ve hatalı inşaa koşulları altında bütün kapakların yetersiz çalışması veya hiç çalışmaması riski de göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu durum, geçmişte yıllarda oluşan birçok kazada kendisini göstermiştir. Bu örneklerden birisi de ülkemizde Seyhan Barajı'ndan, 1985 yılında dolusavak radyal kapaklarından birisinin kopması ile yaşanmıştır.

Sadece dolusavak kapaklarının istenilen şekilde işletilememesinden bile yakın geçmişte Euclides Da Cunha Barajı (Brezilya,1977), Machu II Barajı (Hindistan,1979), Hirakud Barajı (Hindistan, 1980), Tous Barajı (İspanya,1982), Noppikoski Barajı (İsveç, 1985), Belci Barajı (Romanya, 1991), Folsom Barajı (ABD, 1995) hasara uğrayan bazı barajlardır.

Bir dolusavağın projelendirilmesinde bazı kapakların işletme dışı kalması olasılığını değerlendirerek bu durumda taşkın debisinin deşarjı için proje kriterlerini zorlamak uygun bir yaklaşım değildir. Bu konuda, bazı kapakların işletme dışı kaldığı koşullarda, dolu savağın bütün kapaklarının işletme dışı kalma olasılığı az da olsa söz konusu olabilir (Yıldız,1998).

Taşkın kabaca hesaplanmasından kaynaklanan kazalara örnek olarak; Amerika'daki Johnstown - South Fork, Brezilya'daki Oros ve Hindistan'daki Machu II barajlarındaki yetersizlikler gösterilebilir. Bu olaylarda ekstrem taşkınların düşünülmediği ve bunların düşük değerleri göz önünde tutularak tasarım yapıldığı anlaşılmıştır. Bu tür kazalardan ders alınarak taşkınlara ilişkin tahminlerde daha dikkatli davranılmalı ve daha iyi tasarımlar yapılmalıdır (Uzel, 1991).

Büyük barajlarda güven düzeyi; planlama, inşaa, kontrol ve işletme bakımından küçük barajlara nazaran daha yüksektir. Bu durum yakın geçmişte gözlenen baraj hasarları ile ilgili istatistikî değerlendirmelerle

gözenmiştir. Ancak küçük barajlarda görülen baraj hasarları da bu bağlamda değerlendirildiğinde, ortaya çıkan tablo bize bu konuda yeterli önlemlerin alınmadığı, tasarım-kontrol ve işletme aşamalarında özellikle iklim değişikliğine bağlı olarak taşkın değerlerinde büyüme ve zararların artması olarak göze çarpmıştır.

Türkiye akarsu havzalarında yer alan, 1936–1991 yılları arasında işletmeye açılan 141 adet baraj ile 1991 yılı sonu itibarıyla inşa halindeki 59 adet barajın seçilen Olası Maksimum Taşkın (OMT) değerine göre hidrolojik yönden güvenlik kontrolü, tarihi taşkınların genel havza zarfına göre yapılmıştır. Bu kontrolden de, barajın yağış alanına karşılık havza zarfından okunan taşkın, 100 yıl yinelenmeli proje taşkını değerleri kabul edilmiştir. Bu değerlerin iki katından küçük olan OMT değerine sahip barajlar, hidrolojik yönden kritik olarak değerlendirilmiştir. Bu ilk irdeleme sonucunda Türkiye’de işletme ve inşa halindeki toplam 200 adet barajdan 89 adedi kritik bulunmuştur (Kulga, 1997).

Yakın zamanda Türkiye’de enerji üretimini artırmak amacıyla özel sektör yatırımlarına verilen destek ve ruhsatlar, özellikle nehir santralleri olarak yoğun bir karşılık bulmuş, ancak aynı yoğunluk bu barajlarla ilgili tasarım, inşa ve baraj güvenliği değerlendirmeleri konusunda görülmemiştir. Bu konuda gerekli mevzuatın tamamlanmamış olmasının yanı sıra 24 Şubat 2012 tarihinde meydana gelen Adana Göksu Nehri üzerinde yapılmakta olan Gökdere-Köprü Barajı kazası sonrasında ortaya çıkan denetim eksikliği ve yetkisizlik tartışmalarını bir kez daha gündeme getirmiştir.

Öte yandan özellikle Karadeniz Bölgesinde yakın zamanda tasarlanan ve bir kısmı inşa ve/veya işletmeye geçen irili ufaklı barajların, kamuoyu tepkileri izlendiğinde yerel halkın bu konuda gerek bilgilendirme ve gerekse sorumluluk tartışmaları çerçevesinde problemler yaşadığı, bu barajlara ait Çevre Etki Değerlendirmeleri bakımından önemli sonuçlar doğurduğu açıktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Proje mühendisi en kötü şartları göz önüne alarak proje ve planlarını yapar. Bu durum su mühendisleri için daha da önemlidir. Su yapıları projelerinde, diğer birçok hususlar yanında proje taşkın debisinin doğru olarak tespiti yapının emniyeti ve geleceği için büyük önem taşır (Erkek ve Ağralıoğlu, 1998).

Özellikle Baraj güvenliği, tasarımdan yapımına hatta işletme sürecine kadar uzanan bir kavramdır; planlama ile başlar ve işlemsel olarak yakından izlemeyi de içeren bütün fazları kapsar. Bu nedenlerle güvenliğe ilişkin harcamalar, elimine edilebilen ekstra bir masraf değil, proje maliyetinin değişmez bir parçası olarak düşünülmelidir (Yenigün, 2001).

Teksas Su Komisyonu, Amerika’da 1963–83 yılları arasında gerçekleşen 18 baraj yıkılmasını, insan yaşamı kaybı ve ekonomik kayıp olarak iki aşamalı olarak ele almıştır. Aynı komisyon, ele aldığı dört aşamalı bir plan çerçevesinde, baraj güvenlik programı çalışmalarını; mevcut barajların güvenlik değerlendirmeleri, baraj inşaatı ve büyük onarım işlerinin plan ve şartnamelerinin incelenmesi, mevcut ve yeni barajların inşaat işlerinin periyodik kontrollerinin yapılması, acil eylem planının incelenmesi ve onayı, şeklinde sıralamıştır (Anonymous, 1998).

Dolayısıyla, baraj inşa ve işletmesinde özel sektörün payının da giderek arttığı düşünülürse; hem yeni barajların planlama, inşa ve işletme aşamalarının tümünü içerecek ve hem de mevcut barajların güvenlik yönünden izlenmesinde etkin ve yeterli bir kontrol mekanizmasının gerekliliği önem kazanmaktadır.

Barajların boyutları büyüdükçe, elbette ki mühendislerin sorumluluğu da artmaktadır. Ancak bu durum, daha küçük boyutlu barajlar için gerekli özenin azalması veya bir takım kontrollerin göz ardı edilmesi anlamını taşımamaktadır. Her mühendislik yapısında mutlaka gösterilmesi gereken mühendisçe özen ve önem, küçük baraj ve göletler için aynı seviyede mutlaka devam etmelidir. Üstelik iklim değişikliğine

bağlı taşkın olaylarındaki değişimler ve bu süreçteki ivme, mevcut ve tasarım aşamasındaki tüm boyuttaki barajların güvenlik kontrollerinin kurumsal bazda ve etkili bir izleme-kontrol sürecine tabi tutulmasını gerekli kılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ağırlioğlu, N., 2011. Baraj Güvenliği, Beta Yayınları, 275 sayfa, İstanbul.
- Anonymous, 1998. Guidelines For Operation And Maintenance Of Dams In Texas, Office of Water Resource Management, Water Quantity Division, Flood & Weather Management Section, Dam Safety Team, Texas, USA.
- ASDSO (Association of State Dam Safety Officials), 2012. Web Site = <http://www.damsafety.org/news/?p=412f29c8-3fd8-4529-b5c9-8d47364c1f3e>
- Bowles, S.D., Parsons, A.M., Anderson, L.R., Glover, T.F., 1998. Portfolio Risk Assessment of SA Water's Large Dams, Proceedings of the 1998 Australian Committee on Large Dams ANCOLD Annual Meeting, Sydney, New South Wales, Australia.
- Cheng, S.T., 1993. Statistics of Dam Failures, Reliability And Uncertainty Analyses In Hydraulic Design, p.97, ASCE, New York, USA.
- Erkek, C., Ağırlioğlu, N., 1986. Su Kaynakları Mühendisliği, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul.
- Kite, G.W. 1976. Frequency and Risk Analyses in Hydrology, Inland Waters Directorate, Water Resources Branch, Applied Hydrology Division, Network Planning and Forecasting Section, Ottawa, Canada.
- Kulga, Z., 1997. Türkiye Barajlarının Hidrolojik Yönden Güvenlik Kontrolü, TMMOB İnşaat Müh. Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 392, 21-23, Ankara.
- Mirtskhoulava, D.Ts., 1993. On The Estimation Of Reliability Of Hydraulic Structures, Reliability And Uncertainty Analyses In Hydraulic Design, p.221, ASCE, New York, USA.
- NPDP (National Performans of Dams Program, Stanford University), 2012. Web site: <http://npdp.stanford.edu/DamDirectory/DamIncidentQuery/QuickEventQuery.jsp>
- Tung, Y.K., Yen, B.C., 1993. Some Recent Progress In Uncertainty Analysis For Hydraulic Design, Reliability And Uncertainty Analyses In Hydraulic Design, p.17, ASCE, New York, USA.
- Uzel, T., 1991. Barajların Güvenliği, Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Yenigün, K., 2007. Dolusavaklarda Taşkına Dayalı Güvenilirlik ve Baraj_risk Programıyla Risk Analizi Uygulaması, 1. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu, Mayıs 28-30, Ankara.
- Yenigün,K., 2001. Barajların Güvenliği ve Dolusavak Boyutlarının Risk Düzeyine Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış doktora tezi), İstanbul.
- Yıldız, D., 1998. Baraj Güvenliği Ve Dolusavaklar, TMMOB İnşaat Müh. Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 393, 26-38, Ankara.