

Çınarcık Barajının Sanal Yıkılma Analizleri

Zafer BOZKUŞ*
Fırat BAĞ**

ÖZ

Bu çalışmada, önceden belirlenmiş bir dizi senaryo çerçevesinde sanal bir baraj yıkılmasının olası etkilerini bir durum çalışması kapsamında görmek amacı ile analizler yapılmıştır. Çalışmanın konusu Türkiye'nin Bursa İli'nde yer alan Çınarcık Barajıdır. Belirli kritik kıstaslar aşıldığında barajın yıkılmasının tetiklendiği varsayılmaktadır. Dolayısıyla analizler, yıkılmanın ardından gerçekleşen olumsuz sonuçlara odaklanmakta ve barajın mansabındaki taşkın düzeyini zamana bağlı olarak öngörmeye çalışmaktadır. Analizler sırasında Çınarcık Barajı'nın mansabında gerçekleşen akış profillerini, su yüzü kotlarını ve deşarj değerlerini, tanımlanan senaryolar çerçevesinde uzamsal ve zamansal olarak tahmin etmek amacıyla, ABD'de "National Weather Service" tarafından geliştirilmiş olan FLDWAV yazılımı kullanılmıştır. Bu analizler esas alınarak, gösterge düzeyinde taşkın haritaları ve bunlara göre risk altında olan yerleşim yerleri tespit edilmiş olup, ayrıca yıkılma öncesinde alınması gerekli bazı önlemler de önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: FLDWAV, Baraj Yıkılması, Gedik, Sayısal Benzeşim, Çınarcık Barajı

ABSTRACT

Virtual Failure Analysis of the Çınarcık Dam

In the present study, analyses of fictitious failure of a dam under a set of pre-defined scenarios, within the extent of a case study, has been performed. The subject of the study is the Çınarcık Dam, located in the Bursa Province of Turkey. The failure of the dam is assumed to be triggered when certain critical criteria are exceeded. Hence, the analyses focus on the aftermath of the failure and strive to anticipate the level of inundation with respect to time, downstream of the dam itself. For the purpose of the analyses, the FLDWAV software developed by the National Weather Service of USA is used to spatially and temporally predict the flow profiles, water surface elevations and discharges occurring downstream of the Çınarcık Dam under the defined set of scenarios. Based on these analyses, indicative inundation maps and settlements under risk were identified, and also some suggested pre-event measures that may be taken will be addressed.

Keywords: FLDWAV, Dam Failures, Breach, Numerical Simulation, Çınarcık Dam

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 26.02.2010 günü ulaşmıştır.
- 31 Aralık 2011 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara - bozkus@metu.edu.tr

** TCDD 2. Bölge Müdürlüğü, Ankara - firat.bag@gmail.com

1. GİRİŞ

Barajların topluma sağladıkları çok büyük faydaların yanısıra, olası baraj yıkılmalarının büyük felaketlere yol açacağı açıktır. Barajların yıkılma nedenleri çok çeşitli olup [1], bunların arasında barajların yer aldığı havzalarda öngörülemez derecede oluşan büyük yağışların tetiklediği yıkılmalar oldukça yer tutar. Baraj gölüne giren feyzan hidrografi çok büyük pik değere sahip olduğunda, barajın depolama kapasitesini aşan su fazlasının baraj mansabına aktarılması gerekir. Eğer bu işlevi görecekt dolusavak yapılarının kapasitesi bu pik değer için tasarılmamışsa fazla su baraj kreti üzerinden akabilir. Bu durum gerçekleştiği takdirde, barajın cinsine bağlı olarak baraj gövdesinde saatler veya dakikalar mertebesindeki bir zaman içerisinde gedik oluşabilir. Zamanla genişleyen bu gedikten barajın arkasındaki gölde bulunan muazzam miktarlardaki su baraj mansabına doğru kontrolsüz bir taşkın dalgası halinde harekete geçer. Baraj yıkılması sonucu oluşan bir taşkın yağmur veya kar erimesi kaynaklı bir taşkına kıyasla çok daha büyük şiddette gerçekleşir. Mansapta dere yatağında büyük hızla yol alan ve önüne çıkan herşeyi muazzam gücü ile yıkmaya potansiyeline sahip taşkın dalgası, yerleşim bölgelerinden geçme durumunda ölümcül sonuçlara yol açabilir.

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun (International Commission on Large Dams, ICOLD) 1973 yılında sunduğu bir rapora göre tüm baraj yıkılmalarının %38'i dolusavak kapasitesi yetersiz olduğu için suyun baraj üzerinden aşması nedeni ile ya da dolusavağın şiddetli yağışlardan gelen aşırı su karşısında yıkılması yüzünden oluşmaktadır. Yıkılan barajların %33'ü ise baraj gövdesinde oluşan borulanma ya da sızma tarafından yıkılmaktadır. Diğer taraftan %23'lük gibi bir kısmının yıkılma nedeni olarak temel problemleri, şev kaymaları, heyelanlar, deprem kaynaklı zemin sıvılaşması ya da rezervuarlarda toprak kaymaları sonucu oluşan büyük dalgalar gösterilmektedir.

Amerika Birleşik Devletlerinde 1970'li yıllarda oluşan Buffalo Creek Coal-Waste Barajı, Teton Barajı, Toccoa Barajı ve Laurel Run Barajı yıkılmaları bu ülkede dikkatlerin baraj yıkılma konusuna yönelmesine neden olmuştur. 1975 yılında Amerika'da hazırlanan ve 50 000 kadar küçük ve büyük barajın incelendiği bir baraj envanter çalışmasına göre bu ülkede 20 000 kadar baraj, buldukları konum itibarıyla yıkılma halinde mal ve can kaybına yol açacak durumdadırlar, [2]. Tablo-1 de ABD'deki bazı barajlara ait yıkılma bilgileri durumun ciddiyetini çok net bir şekilde göstermektedir [3].

Ülkemizde de 2002 yılında DSİ benzer bir çalışmanın ilk adımlarını atmış [4] ve 2002 yılının Mart ve Mayıs ayları arasında DSİ kendisine bağlı bölge müdürlüklerinde işletmede olan ve inşaatı düşünülen barajlar için potansiyel risk sınıflandırma çalışmaları yürütmüştür. Bu çalışmada ele alınan barajların yüksekliği ya 15m'den büyük ya da yükseklikleri 5-15m arasında olan fakat rezervuar hacmi 3 hm³'ten büyük olan barajlar olmuştur. Yıkılması halinde mansabında ciddi sorunlar yaratacak olma olasılıklarına da bakılan bu barajlarla ilgili çalışma sonucunda, %42'sinin en yüksek risk derecesinde, %43'ünün de önemli risk derecesine sahip olduğu, bir başka deyişle üzerinde çalışılan barajların %85'inin çok yüksek ve yüksek riskli barajlar sınıfında olduğu saptanmıştır. Daha sonrada 2005 yılında Barajlar ve HES Dairesi bünyesinde Baraj Güvenliği Şube Müdürlüğü kurulmuştur [4].

Ülkemizde bugüne kadar taşkın kontrolü, içmesuyu, sulama ve enerji üretimi amaçlı birçok baraj yapılmış olup, hidrolik potansiyelimiz tamamen kullanıldığında toplam 526

Hidroelektrik santralimiz inşaa edilmiş olacaktır [5]. Bu barajların nerdeyse tamamı büyük barajlar sınıfındadır.

Tablo 1. ABD'de Baraj Yıkılma Verileri [3]

Barajın Adı	Yıkılmanın Tarihi ve Saati	Yükseklik (m)	Serbest Kalan Su Hacmi (m ³)	Ölü sayısı	Maddi Kayıplar (Milyon ABD\$)
Williamsburg	16.05.1874, 7:20	13	378,681	138	Bilinmiyor.
South Fork	31.05.1889, 15:10	22	14,185,124	2,209	Bilinmiyor.
Grove	22.02.1890, 02.00	34	74,000,000	85	Bilinmiyor.
Austin	30.09.1911, 14.00	15	1,050,000	78	14
St. Francis	12.03.1928, Geceyarısı	57	46,873,000	420	14
Castlewood	2.08.1933 Geceyarısı	21	6,167,450	2	2
Baldwin Hills	14.12.1963, 15:38	20	863,442	5	11
Buffalo Creek	26.02.1972, 08.00	14	498,330	125	50
Black Hills	9.06.1972, 23.00	6	863,442	-	160
Teton Dam,	05.06.1976, 11:57	93	308,372,250	11	400
Kelly Barnes	6.11.1977, 01:20	12	770,100	39	3
Lawn Lake	15.07.1982, 05:30	8	831,371	3	31
Timber Lake	22.06.1995, 23.00	10	1,787,325	2	0

Çınarcık Barajının Sanal Yıkılma Analizleri

Diğer taraftan henüz inşaa edilmemiş veya işletmede olan mevcut herhangi bir baraj için bu istenilmeyen durum oluşmadan önce risk değerlendirmesi yapmak ve olası bir yıkılma öncesi tedbirler almak mümkündür. Kaçınılmaz olan yıkılma gerçekleşmeden önce, var olan sınırlı süre içerisinde insan hayatları kurtarılabilir, mal kaybı en aza indirilebilir.

Çalışmanın konusu olan ve Bursa ilimiz sınırları içinde yer alan Çınarcık Barajı bazı senaryolar altında sanal ortamda yıkılmış ve oluşacak potansiyel taşkın dalgasının mansaptaki hidrodinamik hareketi çalışılmış ve risk değerlendirmeleri yapılmıştır [6]. Çınarcık Barajı, Mustafakemalpaşa çayına bağlanan iki çaydan biri olan Orhaneli çayı üzerinde inşaa edilmiştir. Diğer çay Emet çayıdır. Kuş uçuşu ile barajın Mustafakemalpaşa yerleşim bölgesine uzaklığı 30 km civarındadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çınarcık Barajı ve mansabında yer alan yerleşim alanlarının uydu görüntüsü

2. ÇINARCİK BARAJININ BAZI TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Çınarcık Barajı ayrıca enerji amaçlı olup, 11270 m uzunluğunda bir tünelle Ulubat Hidroelektrik santralının türbinlerini beslemektedir. Santralin kurulu gücü 120 MW dır. Tablo 2’de Barajın önemli teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo 2. Çınarcık Barajının Teknik Özellikleri

1. Baraj Gövdesi	
Tipi	Kaya Dolgu
Talvegten Yükseklik	123.00 m.
Temelden Yükseklik	125.00 m.
Kret Kotu	333.00 m.
Talveg Kotu	210.00 m.
Kret Uzunluğu (Dolusavak uzunluğu hariç)	325.00 m.
Kret Genişliği	12.00 m.
2. Baraj Gölü	
Maksimum Su Kotu	330.00 m.
Maksimum İşletme Kotu	330.00 m.
Minimum İşletme Kotu	304.75 m.
3. Dolusavak	
Tipi	Önden Almalı, Radyal Kapaklı
Kapasite	5191.80 m ³ /s
Kapak Boyutları	10.00 m x 14.00 m (5 adet)
Dolusavak Kret Kotu	316.00 m.
Dolusavak Kret Uzunluğu	60.00 m.
4. Dipsavak	
Amacı	Sulama suyu temini ve acil durumlarda rezervuarın boşaltılması için
Maksimum su kotunda kapasite	71.78 m ³ /s
5. Uluabat HES ve Enerji Tüneli	
Tünel Kapasitesi	48.89 m ³ /s
Türbin Tasarım Debisi	48.90 m ³ /s

3. SANAL BENZEŞİMLERDE KULLANILAN SAYISAL MODEL (FLDWAV)

FLDWAV zamana bağlı akımlarda kullanılan genel bir taşkın öteleme modelidir. Bu modelde kullanılan denklemler, tek boyutlu zamana bağlı Saint-Venant denklemleridir. Bu denklemler hesaplama bölgesi (computation domain) içinde bulunan baraj, köprü ve diğer yapıları da göz önüne alan diğer sınır denklemleri ile birlikte çözülmektedir. Ayrıca menba ve mansap koşulları da dikkate alınmaktadır. Tüm sistemi oluşturan denklemler, doğrusal olmayan, ağırlıklı dört noktalı, implisit sonlu farklar metodu ile ardışık olarak çözülmektedir, [7]. Bu denklemler kanaldaki daralma, genişleme ve kurlardaki kayıpları göz önüne almaktadır. Ayrıca farklı kollardan gelen veya ana koldan çıkan debiler hesaba katılabilmektedir. Saint-Venant Kütle ve Momentumun Korunumu denklemleri sırası ile aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Kütle Korunumu:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial s_{co} (A + A_o)}{\partial t} - q = 0 \quad (3.1)$$

Momentumun Korunumu:

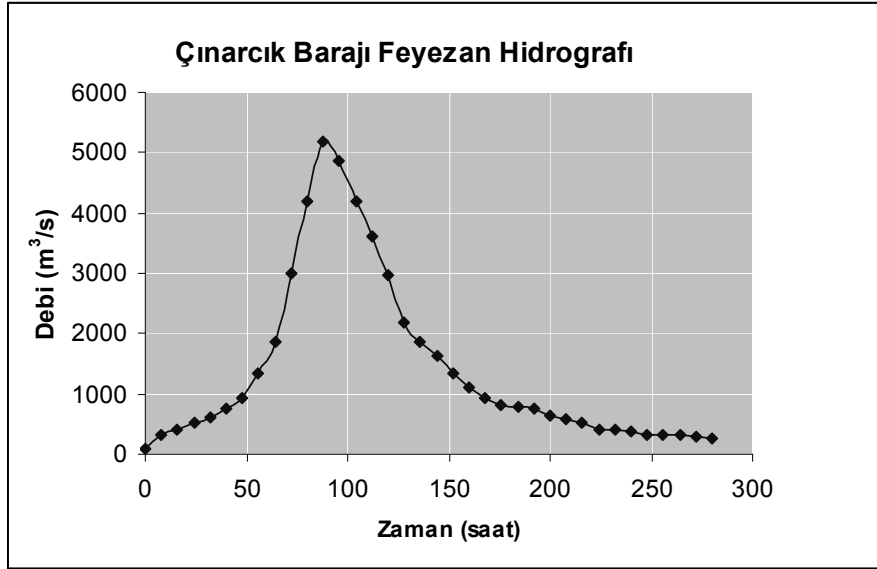
$$\frac{\partial (s_m Q)}{\partial t} + \frac{\partial (\beta Q^2 / A)}{\partial x} + g A \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f + S_e + S_i \right) + L + W_f B = 0 \quad (3.2)$$

Bu denklemlerde; Q = Debi, h=deniz seviyesine göre su yüzeyi kotu, A= Aktif enkesit alanı, A_o = aktif olmayan en kesit alanı, s_{co} ve s_m kanal eğrisellik faktörleri olup, t=zaman, x= akım yönünde mesafe, q= birim uzunlukta yan kollardan giren veya çıkan debi miktarı, β=momentum düzeltme katsayısı, g=yerçekimi ivmesi, S_f = ana yatak ve taşkın yatakları için sürtünme eğimi, S_e = genişleme ve daralma eğimi, S_i = sediment ve çamur gibi Newtonyan olmayan madde akımından kaynaklanan içsel viskoz kayıplar için ek sürtünme eğimi, B=aktif nehir enkesit genişliği, W_f = yüzey akımı üstündeki rüzgar direncinin etkisidir.

4. SANAL YIKILMA SENARYOLARI

Orhaneli ve Mustafakemalpaşa çayları yakınlarında bulunan yerleşim bölgelerinde Çınarcık Barajının yıkılmasından kaynaklanacak olası bir taşkın oluşurabileceği potansiyel riskleri araştırmak için iki grup baraj yıkılma senaryoları kullanılmıştır. Bunlar barajın kretini aşan suların tetiklediği yıkılmalar ve baraj gövdesinde oluşan borulanmalardan kaynaklanan yıkılmalar. Her grup için çeşitli yıkılma parametrelerini kapsayan alt senaryolar denenmiş olup, bu çalışmada kış koşullarında gerçekleştiği varsayılan W4 senaryosu işlenecektir. Bu senaryo suyun baraj kretini aşarak barajı yıktığı varsayılan 10 senaryodan biridir. Söz konusu senaryoda Çınarcık Barajı'nın baraj rezervuarına gelen (kadastrof) taşkın hidrografi etkisi altında yıkılması incelenmiştir. Bu hidrograf Şekil 2'de gösterilmektedir. Seçilen senaryonun detayları suyun kreti aşarak barajı yıktığı varsayılan

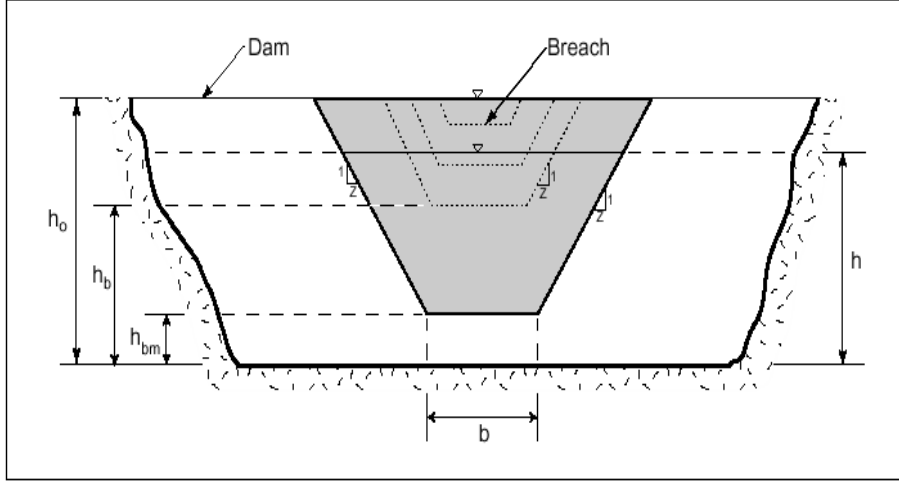
yıkılma durumunda oluşan gediklenme biçiminin açıklandığı bir sonraki bölümde verilecektir.



Şekil 2. Çınarcık Barajı Gölüne Giren Feyezan Hidrografı

4.1 Gedik Parametrelerinin Tanımları ve Önemi

Baraj kretinin aşılması ile tetiklenen yıkılma benzeşimi çalışmalarında gediklenmenin geometrik şekli dikdörtgen, üçgen veya trapez alınabilir. Gediklenmenin zaman içindeki gelişiminin bu geometrik şekillerden biri kullanılarak baraj kretinden başlanıp, baraj topuğuna doğru gerçekleştiği varsayılır ki, bu varsayım yapılan gözlemlerle genelde uyumludur. Herhangi bir anda bu gedikten geçen debi, geniş kretli savaklardan geçen akım formülü ile hesaplanır. Gelişimini tamamlamış bir gedik çeşitli parametrelerle tanımlanır. Örneğin, Şekil 3'te görüldüğü üzere, z parametresi şev eğiminin yataydaki ölçüsünü gösterir. Şevin düşeydeki ölçüsü ise birim yükseklik alınır. Yataydaki şev ölçüsü z için, 0 ile 2 arasında değerler seçilebilir. Bu değerlerin seçiminde, baraj dolgusunun içsel sürtünme açısı, dolguda kullanılan tabakaların sıkışma derecesi gibi faktörler rol oynar. Gediğin ulaştığı son biçimde trapezin taban genişliği b ile gösterilir, b ve z parametrelerinin değişik kombinasyonları ile üçgen, dikdörtgen ve trapez biçimli gediklenmeler elde edilebilir. Örneğin $z=0$ ve $b>0$ dikdörtgen gedik oluştururken, $z>0$ ve $b=0$ üçgen gedik, ya da $z>0$ ve $b>0$ trapez gedik oluşturmaktadır. Şekil 3'te görüldüğü üzere, gedik genişliği baraj kretinde bir noktadan başlamakta ve doğrusal olarak büyüyerek, baraj yıkılma süresi τ içinde gelişimini tamamlayarak son taban genişliği olan b 'ye ulaşmaktadır. Gedik tabanı yüksekliği baraj topuğundan itibaren h_{bm} ile gösterilmiş olup, h_0 baraj yüksekliğini, h_s ise herhangi bir t anındaki gedik tabanının baraj topuğundan olan yüksekliğini ve h ise su yüzünün yüksekliğini göstermektedir.



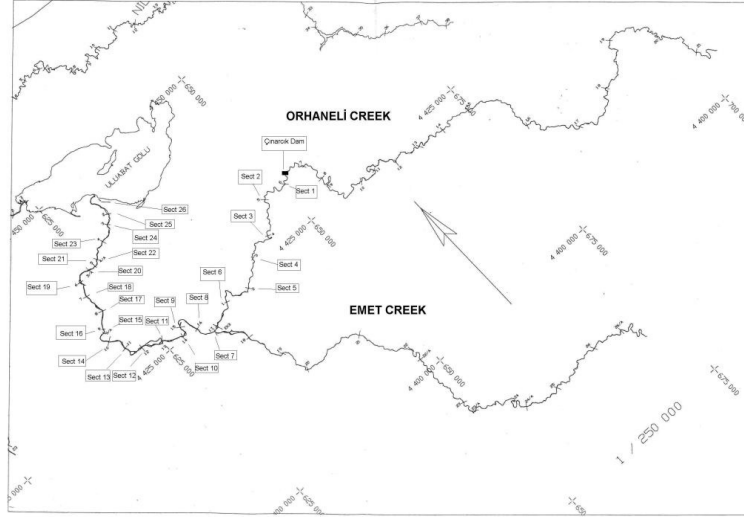
Şekil 3. Gedik (Breach) Parametrelerinin Geometrik Tanımı

Toprak veya kaya dolgu zonlu barajlarda gedik şekli genellikle trapez kesitli kabul edilir. Gedik geometrisi, gedik yüksekliği, ortalama gedik genişliği ve yan kenar eğimleri ile tanımlanır. Daha sonra geniş kretli dolusavak özellikleri kullanılarak gedikten geçen debi hesaplanır. FLDWAV programında kullanıldığı şekliyle yıkılma zamanı (the time of failure) şöyle tanımlanmıştır. Baraj yıkılma zamanı, barajın menba yüzünde gediklenmenin başladığı an ile gedik oluşumunun bittiği an arasında geçen süredir. Barajın kreti üzerinden su aşması durumunda oluşan yıkılmalar söz konusu olduğunda, yıkılma süresi başlangıcı olarak barajın mansap yüzündeki dolgunun akıp gitmesi ve gövde üzerinde oluşan yarılmanın kret genişliği boyunca ilerleyerek barajın menba yüzüne ulaştığı an kabul edilir. Ayrıca insanları uyarma ve bölgeyi boşaltma amaçlı olarak gedik başlama zamanı (breach initiation time) tanımı verilmektedir. Gedik başlama zamanı, insanların uyarılmasını ve bölgenin boşaltılmasını düşündürtecek kadar önemli miktarda suyun barajın üzerinden veya gövdesinden ilk kez akması durumunda başlar ve gedik oluşumu (breach formation) başladığında biter. Gedik başlama zamanının tahmini konusunda bize rehber olacak fazla bilgi yoktur. Bu nedenle gedik başlama zamanı FLDWAV analizlerinde kullanılmamaktadır.

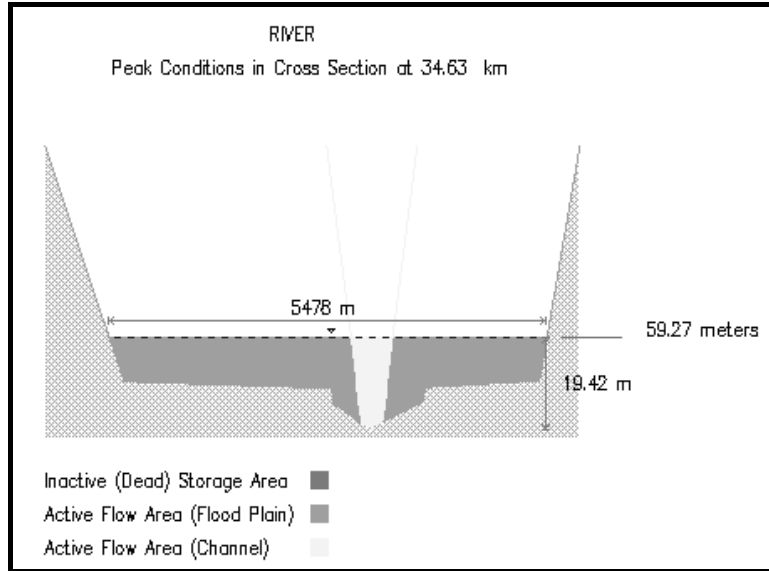
Çınarcık Barajının yıkılma benzeşimlerinde en olumsuz sonuçları veren senaryolardan biri olan W4 senaryosunda kullanılan gedik parametreleri ve diğer büyüklükler şunlardır. Gedik ulaşabileceği son gedik genişliği olarak $b = 70$ m, gedik baraj topuğundan olan nihai yüksekliği $h_{bm} = 113$ m, gedik oluşma süresi 1.3 saat, trapez biçimli gedik şevinin yataydaki ölçüsü $z = 1.27$ seçilmiş ve dolusavak kapak açıklıkları 2.5 m alınmıştır. Baraj kret kotu olan 333.00 m üstünde aşmaya başlayan suyun yüksekliği 16 cm'ye ulaştığında barajın geri dönülemez bir şekilde yıkılmaya başladığı varsayılmıştır. Bir başka deyişle baraj yıkılma kriteri olarak baraj kretini aşan su yüksekliğinin 16 cm'ye ulaştığı an alınmıştır. Ayrıca yan kol olan Emet çayından gelen su miktarının da $Q = 680 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu varsayılmıştır.

5. SONUÇLAR

Kullanılan sayısal model FLDWAV, önceden belirlenmiş olan enkesitlerde maksimum su seviyelerini, debileri ve bunların oluşma zamanlarını hesaplamakta, yine bu enkesitlerde debi hidrograflarını vermektedir. Şekil 4, çalışmada kullanılan enkesitlerin yerlerini göstermektedir.

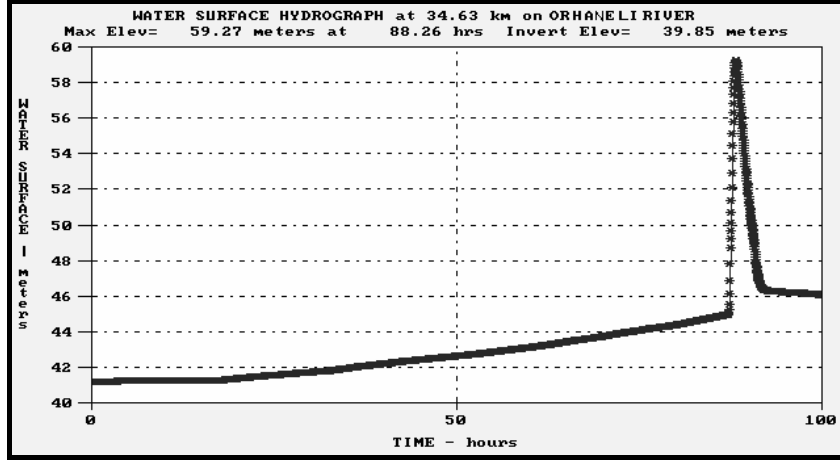


Şekil 4. Çalışmada Kullanılan Enkesitlerin Yerleri



Şekil 5. Enkesitte Maksimum Su Seviyesi Grafiği (Km: 34.63)

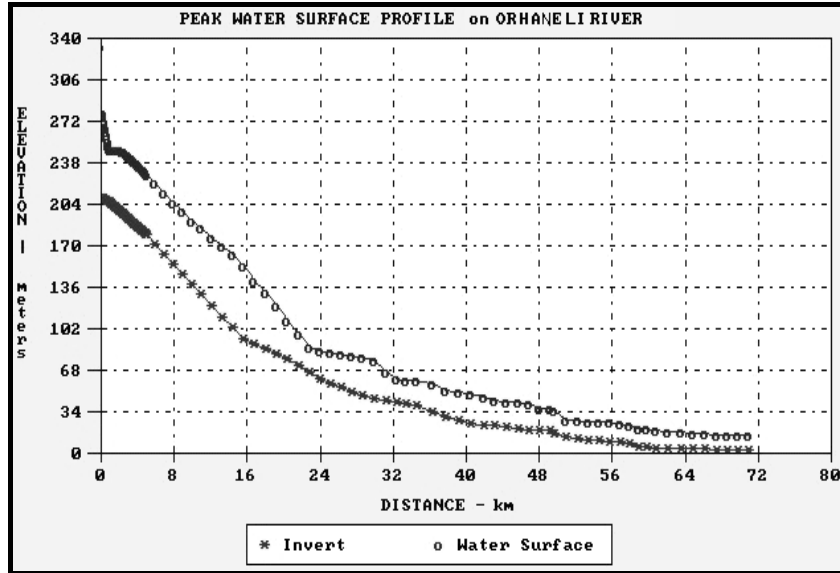
Çınarcık Barajının Sanal Yıkılma Analizleri



Şekil 6. Su Yüzünün Zamanla Değişimi (Km: 34.63)

Ayrıca, enkesitlerde su seviyelerini gösteren grafikler ve baraj mansabında nehir yatağının tümü boyunca maksimum debi için grafikler çıktı olarak alınabilmektedir. Örneğin, Şekil 5 ve 6 sırası ile Km:34.63'teki enkesitte maksimum su seviyesi grafiğini ve su yüzünün zamanla değişimini göstermektedir.

Şekil 7 ise tüm nehir yatağı boyunca pik su yüzü profilinin değişimini göstermektedir.

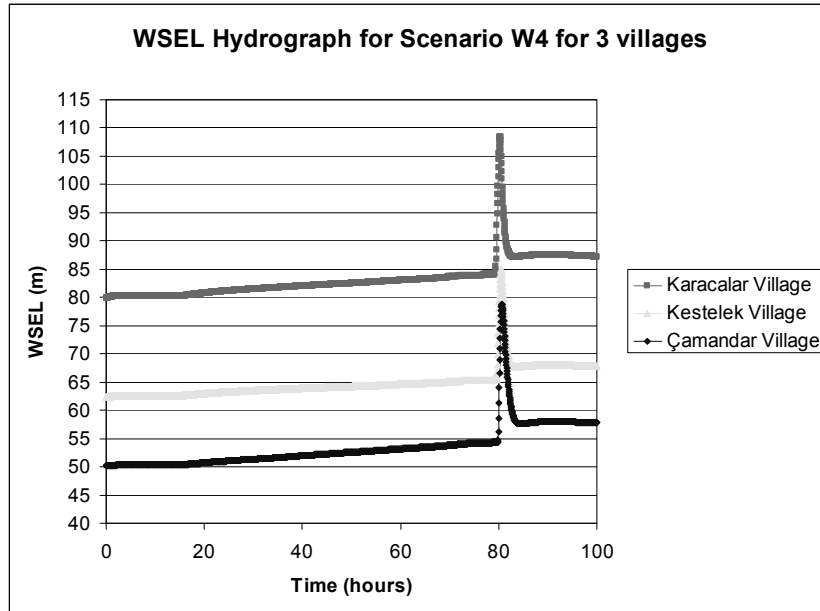


Şekil 7. Nehir Yatağı Boyunca Pik Su Yüzü Profili

W4 senaryosuna göre, Orhaneli çayında Km:34.63'te geçen maksimum debi 77,115 m³/s olup bu debi barajın yıkılmasından 80.8 saat sonra gerçekleşmiştir. Ayrıca deniz seviyesine göre maksimum su kotu 81.09 saat sonra 59.13 m olarak hesaplanmıştır. Benzer hesaplar nehir yatağı boyunca birçok enkesit için yapılmış olup, detaylı sonuçlar [6]'da bulunabilir. Tablo 3 mansapta yer alan 3 önemli yerleşim bölgesi için hesaplanan bazı önemli büyüklükleri göstermektedir.

Tablo 3. Senaryo W4 için Bazı Yerleşim Bölgelerinde Gerçekleşen Önemli Büyüklükler

Yerleşim Bölgesi	Kot (m)	Baraja mesafesi (km)	Peak su seviyesi oluşma zamanı (sa)	Peak su kotu (m)	Pik su derinliği (m)	Pik suyüzü genişliği	Su yüzü kotunun yerleşim bölgesi kotuna çıktığı süre (saat)
Karacalar Köyü	90	20.50	80.35	108.53	30.36	1000 m	79.6
Kestelek Köyü	65	24.13	80.51	84.97	24.41	1829 m	68.6
Çamandar Köyü	55	28.63	97.64	78.82	34.33	1361 m	79.9



Şekil 8. W4 Senaryosunda 3 köye ait suyüzü hidrografi

Şekil 8 ise Tablo 3'te yer alan köylerde su yüzünün zamanla değişimini vermektedir. Hesap sonuçlarına bakıldığında Karacalar köyündeki insanları (111 kişi) güvenli bölgelere gitmelerine yönelik uyarılmak için en az 70 saat, Kestelek (520 kişi) ve Çamandar köyündekiler için (193 kişi) yine benzer şekilde 60 saatten fazla zaman olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer hesaplar mansapta yer alan tüm önemli yerleşim birimleri için yapılmıştır. Belirli risk derecelerine göre tüm köylerde yaşanabilecek kayıplar da hesaplanmış olup, bütün bu sonuçlar yerel idarecilerin taşkın felaketi sırası ve/veya sonrasında kullanabilecekleri önemli olduğu düşünülen verileri oluşturmaktadır.

Bozkuş[1]'da olası bir baraj yıkılmasından kaynaklanan taşkın durumunda halkın güvenliğini sağlamakla yükümlü birimlerdeki görevlilerin uygulaması için aşağıdaki öneriler verilmiştir.

- Yetkililer, önemli ve yüksek tehlike arzeden barajlar için Acil Eylem Planları (AEP) geliştirmeli ve uygulamalıdır.
- Her yıl AEP'ler gözden geçirip güncelleştirilmelidir. Bu çalışmalar kesinlikle AEP'lerdeki çok açık bir şekilde tanımlanmış yöntemleri ve ayrıca acil durumlarda iletişim kurulması gerekli kişi ve kuruluşların ad ve telefonlarının, telsiz frekanslarının bulunduğu listeyi de kapsamalıdır.
- AEP'lerde kullanılacak mevcut iletişim araçlarının ve ilgili uyarı yöntemlerinin tam ve açık olarak tanımlanmasını sağlamalıdır.
- AEP'lerin uygulamaya konma koşullarını (hidrolojik veya hidrolojik olmayan olayları kapsayan), ortaya konacak acil tepki seviyelerini (emergency response levels) ve her tepki seviyesi için tehlike cinsine göre (hazard specification) atılması gereken adımları da kapsamalarını sağlamalıdır.
- AEP'lerin, tehlike altında kalması muhtemel taşkın yataklarına ait taşkın haritalarını ve bölgedeki yerel yöneticilerin gereksinim duyacağı taşkın dalgalarının varış zamanlarını ve diğer ilgili bilgileri kapsayacak şekilde hazırlanmış tabloları mümkün olduğunca kapsamalarını sağlamalıdır.
- AEP'lerin bölgedeki önemli endüstrilerin listesini bir öncelik sırasına göre kapsamalarını sağlamalıdır ve bunlardan hangilerinin daha güvenli olan hangi bölgelere taşınmaları konusunda fizibilite çalışmaları yapmalıdırlar.
- Yerel yöneticilerin ve riskli bölgelerde yaşayanların bölgeyi boşaltma konusunda eğitilmelerini testler yaparak sağlamalıdır. Bu tür testler planlardaki aksamaları ya da eksik yönleri ortaya çıkaracağından son derece faydalıdır. Yerel TV ve Radyo yetkilileri ile görüşmeler yaparak tehlike durumlarında nasıl koordinasyon sağlanacağı konusunda ön hazırlık çalışmaları yapmalıdırlar.
- Uzun süreli güç kayıplarının yaşanabileceği göz önüne alınarak acil hizmetlerde kullanılmak üzere dizel jeneratörlerinin yedekte bulundurulmasını sağlamalıdır.
- DSİ Acil Eylem Planları hazırlayabilecek ve Baraj Yıkılma Analizleri yapabilecek elemanlar yetiştirmelidir. Bunlar için yurtiçi ve yurtdışı eğitim kurumları değerlendirilmelidir. Yurtdışı seçenekler arasında ABD'deki Bureau of Reclamation'ın bu konuda "Emergency Management Orientation Seminar", "Training Aids for Dam Safety" ve "Dam Safety Training and Examinations and Public safety Assessments Around Dams" gibi çeşitli programları vardır.

Semboller

A	Aktif enkesit alanı, m ² .
A _o	Aktif olmayan enkesit alanı, m ² .
B	Aktif nehir enkesitinde su seviyesine rast gelen en üst genişlik, m.
b	Gediğin ulaştığı son biçimde gedik taban genişliği, m.
g	Yerçekimi ivmesi, m/s ² .
h	Deniz seviyesine göre su yüzü kotu, m.
h _{bm}	Gediğin ulaştığı son biçimde gedik tabanı yüksekliği, m.
h _o	Baraj yüksekliği, m.
L	Yan koldan gelen akımın momentum etkisi.
Q	Debi, m ³ /s.
q	Yan kollar ile ana yatak arasında birim uzunlukta geçen debi (giren pozitif, çıkan negatif), m ² /s.
S _{co} , S _m	Kanal eğrisellik faktörleri.
S _e	Saint-Venant denklemlerinde genişleme veya daralma eğimi
S _f	Ana yatak ve taşkın yatakları için sürtünme eğimi.
S _i	Sediment ve çamur gibi Newtonyan olmayan madde akımından kaynaklanan içsel viskoz kayıplar için ek sürtünme eğimi.
t	Zaman, saat.
W _f	Yüzey akımı üstündeki rüzgar direncinin etkisi
WSEL	Su yüzü kotu (Water Surface Elevation), m.
x	Akım yönünde mesafe, m.
Z	Şev eğiminin birim düşey mesafeye karşı gelen yataydaki ölçüsü. (Z yatay:1 düşey)
β	Hız dağılımındaki momentum düzeltme katsayısı

Kaynaklar

- [1] Bozkuş, Z., “Afet Yönetimi İçin Baraj Yıkılma Analizleri”, Teknik Dergi, Vol.15, No.4, pp. 3335-3350, 2004.
- [2] USBR Army Corps of Engineers, “National Program of Inspection of Dams”, Vol. I-V, Dept. of the Army, Office of Chief of Engineers, Washington, D.C., 1975.
- [3] Graham, W.J., A Simple Procedure for Estimating Loss of Life From Dam Failure, Proceedings FEMA Workshop, June 26-28, 2001, Oklahoma City, USA.

Çınarcık Barajının Sanal Yıkılma Analizleri

- [4] Dinçergök, T., “The Role of Dam Safety in Dam-Break Induced Flood Management”, Proceedings of International Congress on River Basin Management”, pp: 682-697, March 2007, Antalya-Turkey.
- [5] Altınbilek, D., “ The Role of Dams in Development”, Water Resources Development, Vol.18, No.1, pp. 9-24, 2002.
- [6] Bağ, F. “Numerical Simulation of the Çınarcık Dam Failure on the Orhaneli River”, MSc. Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 2005.
- [7] Fread, D.L. and Lewis, J.M., “National Weather Service(NWS) FLDWAV Model”, Hydrologic Research Laboratory, Office of Hydrology, (NWS), Silver Spring, Maryland, 1998.