Ürkmez Barajı Çarpıtılmış Modelinde Ani Göçme Sonucu Oluşan Taşkın Dalgalarının Deneysel Araştırılması

M. Şükrü GÜNEY [(1)], Eser YAŞİN [(2)]

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, sukru.guney@deu.edu.tr
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi, eseryasin_2009@hotmail.com

Gökmen TAYFUR[(3)], Gülpembe NEYİŞ[(4)]

[3] İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, gokmentayfur@iyte.edu.tr
[4] Dokuz Eylül Üniversitesi, gulpembeneyis@hotmail.com

Öz

Dokuz Eylül Üniversitesi Hidrolik Laboratuarı açık alanında inşa edilmiş olan Ürkmez Barajı ve mansap bölgesinin çarpıtılmış modeli yardımıyla barajın ani göçmesi durumunda oluşan taşkın dalgalarının yayılması deneysel olarak araştırılmıştır. Yatay ölçeği 1/150 ve düşey ölçeği 1/30 olan bu fiziksel model baraj gölünü ve baraj mansabında denize kadar olan yerleşim yerini de içermektedir. Modelin geometrik parametreleri mevcut haritalar ve benzeşim kanunları kullanılarak belirlenmiştir. Bu bağlamda modelde baraj gölü yaklaşık olarak 12 m^3, baraj uzunluğu 2,9 m ve baraj yüksekliği 1,1 m olup Ürkmez beldesinin yaklaşık olarak 200 m^2 lik bölümde yansıtılan kısmı temsil edilmiştir.

Ürkmez Barajı fiziksel model için makul boyutlara sahip olduğu ve yerleşim yerine yakın olduğu için seçilmiştir. Evler ve karayolu gibi hususlar da modelde yerleştirilmiştir. Su derinlikleri e+ WATER L seviye ölçerleri kullanılarak ölçülmüştür. Hızlar Ultrasonic Velocity Profiler (UVP) algılayıcıları ile belirlenmiştir. Taşkın dalgasının yayılması kamera vasıtasıyla kaydedilmiştir.

Elde edilen deneysel bulgular ve bunların prototipte karşılık gelen değerleri yorumlanmıştır.

Anahtar sözcükler: fiziksel model, çarpıtılmış model, benzeşim kanunları, baraj yıkılması, taşkın yayılması

1. Çarpıtılmış Fiziksel Modelin Tasarımı

İncelenen alanın genel görünüşü Şekil 1'de verilmektedir.

Bu fiziksel model TÜBİTAK 110M240 nolu proje kapsamında tasarlanmış ve inşa edilmiştir (Bayram, 2015; Güney vd., 2013; Güney vd., 2014a; Güney vd., 2015).

Fiziksel model yerçekimi kuvveti daha etkin olduğundan Froude benzeşim kanununa göre tasarlanmıştır (Güney, 2013). Yatay ve düşey ölçekler, modelin belirlenen alana uygun olarak inşa edilerek çalıştırılabileceği ve hızların ve derinliklerin yeterli hassasiyetle ölçülebileceği şekilde seçilmiştir. Yatay ölçeğin ℓ_{xr}=1/150 ve düşey ölçeğin ℓ_{xz}= 1/30 olarak seçilmesiyle aşağıdaki ölçekler tanımlanabilmektedir:

Çarpıklık katsayısı:

$$n = \frac{\ell_{zr}}{\ell_{xr}} = 5 \qquad \text{(I)}$$

Eğim ölçeği:

$$S_r = \ell_{zr} / \ell_{xr} = 5 \qquad \text{(II)}$$



Şekil 1. İncelenen alanın genel görünüşü (maps.google.com).

Enkesit alanı ölçeği:

$$A_r = \ell_{xr}\ \ell_{zr} = 1/4500 \qquad \text{(III)}$$

Hacim ölçeği:

$$V_r = \ell_{xr}^{2}\ \ell_{zr} = 1/675000 \qquad \text{(IV)}$$

Ürkmez Barajı (prototip) ve fiziksel modelinin geometrik özellikleri Tablo 1'de verilmektedir:

Tablo 1. Ürkmez Barajı ve modelinin geometrik özellikleri.

Özellik	Prototip	Fiziksel model
Kret uzunluğu (m)	426	2.84
Kret genişliği (m)	12	0.08
Barajın temelden yüksekliği(m)	32	1.07
Baraj gölü minimum hacmi (m^3)	375 000	0.556
Baraj gölü maksimum hacmi (m^3)	8 625 000	12.778
Baraj gölü normal seviye hacmi (m^3)	7 950 000	11.778
Baraj gölü aktif hacmi (m^3)	7 575 000	11.222

Hız ve zaman ölçekleri için aşağıdaki ifadeler yazılabilmektedir (Yalın, 1971):

Froude hız ölçeği:

$$\nu_r = \nu_{xr} = \sqrt{\ell_{zr}} = 1/5{,}48 \qquad \text{(V)}$$

Zaman ölçeği:

$$t_r = \frac{\ell_{xr}}{\sqrt{\ell_{zr}}} = \frac{1}{n}\sqrt{\ell_{zr}} = 1/27{,}4 \qquad \text{(VI)}$$

2. Çarpıtılmış Fiziksel Modelin İnşaatı

Fiziksel model için ayrılmış bulunan yaklaşık 300 m^2 lik alanın inşaat öncesi görüntüsü Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Model inşaatı öncesinde tahsis edilen alanın görünüşü.

İlgili haritalardan çıkarılan en kesitler modeldeki boyutları belirlenerek metal levhalarla imal edilmiş ve yerleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3**.** En kesitlerin imal edilmesi ve yerleştirilmesi.

Göl bölgesi etrafı duvarla örüldükten sonra içi dolgu malzemesi ile doldurulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Göl bölgesinin duvarla örülmesi ve dolgu malzemesi ile doldurulması.

Mansap bölgesi de benzer bir şekilde inşa edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5**.** Mansap bölgesinde kesitlerin yerleştirilmesi ve dolgu malzemesiyle doldurulması.

Yerleşim yerindeki bina yükseklikleri göz önüne alınarak binalar ve Seferihisar-Kuşadası karayolu yerleştirilmiştir. Tamamlanmış modelin genel bir görünüşü Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6**.** Fiziksel modelin inşaatı bittiğinde görüntüsü ve ölçüm cihazlarının konumları.

3. Deneysel Bulgular

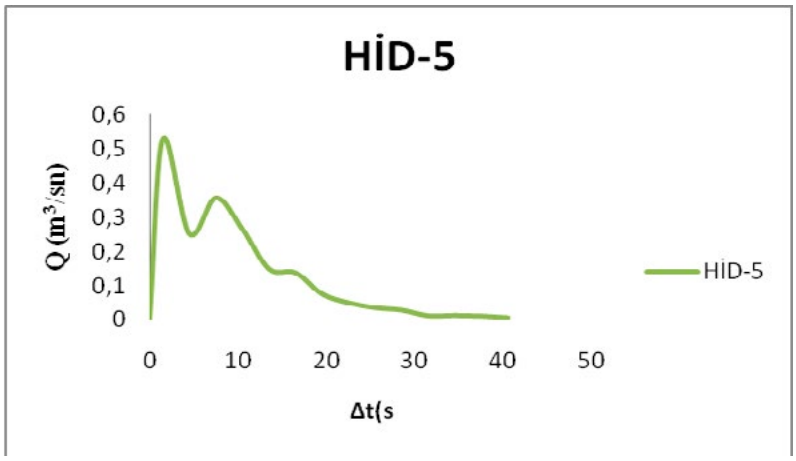
TÜBİTAK 110M240 nolu proje kapsamında hem trapez gedik veya üçgen gedik oluşması şeklindeki kısmi yıkılmalar hem de bu bildiride anlatılan ani yıkılma senaryoları geçekleştirilmiştir (Bayram, 2015; Güney vd., 2013; Güney vd., 2014a; Güney vd., 2015). Ani yıkılma deneyleri Şekil 7'de gösterilen kapağın aniden açılması sağlanarak gerçekleştirilmiştir (Güney vd., 2014b). Seviye ölçer ve hızölçerlerin konumları Şekil 6'da gösterilmektedir. S1 seviye ölçeri baraj gölü içine yerleştirilmiş olup bu cihazdan ölçülen değerler baraj gölü seviyesindeki değişimleri vermektedir. Deneyler öncesinde yapılan kalibrasyon ile modeldeki baraj gölü için su derinliği-hacım eğrisi elde edilmiştir. Baraj gölünde belirli zaman aralıklarında oluşan hacım değişimleri kullanılarak taşkın hidrografları elde edilmiştir.

3.1. Su Derinlikleri

Şekil 7' de gösterilen baraj kapağının aniden kaldırılmasıyla elde edilen hidrograf Şekil 8 de verilmiştir. Deneyler tekrarlanarak ölçüm hataları en aza indirilmiştir.

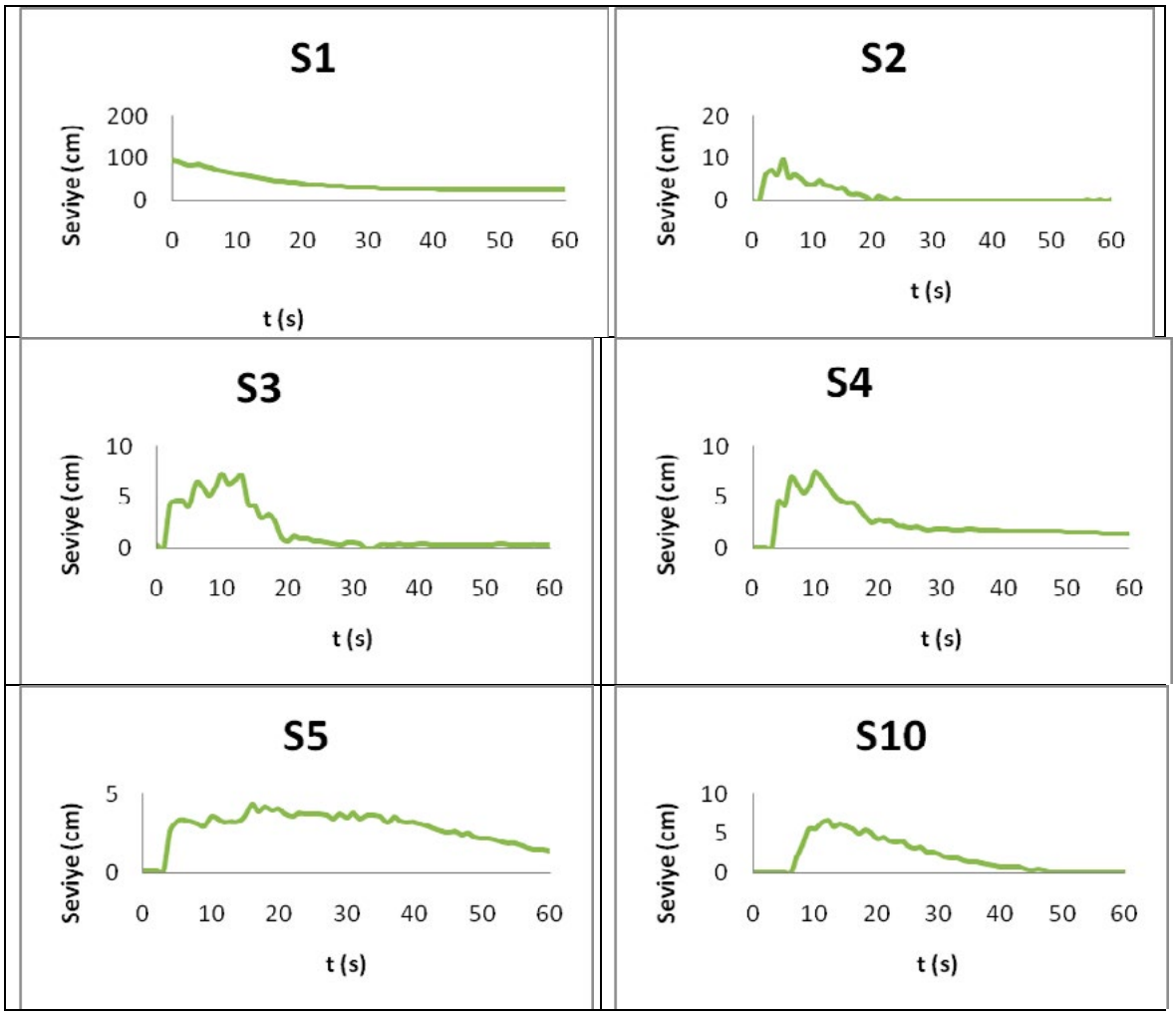


Şekil 7**.** Ani yıkılmayı oluşturmada kullanılan kapak.



Şekil 8 Kapağın aniden kaldırılmasıyla elde edilen hidrograf.

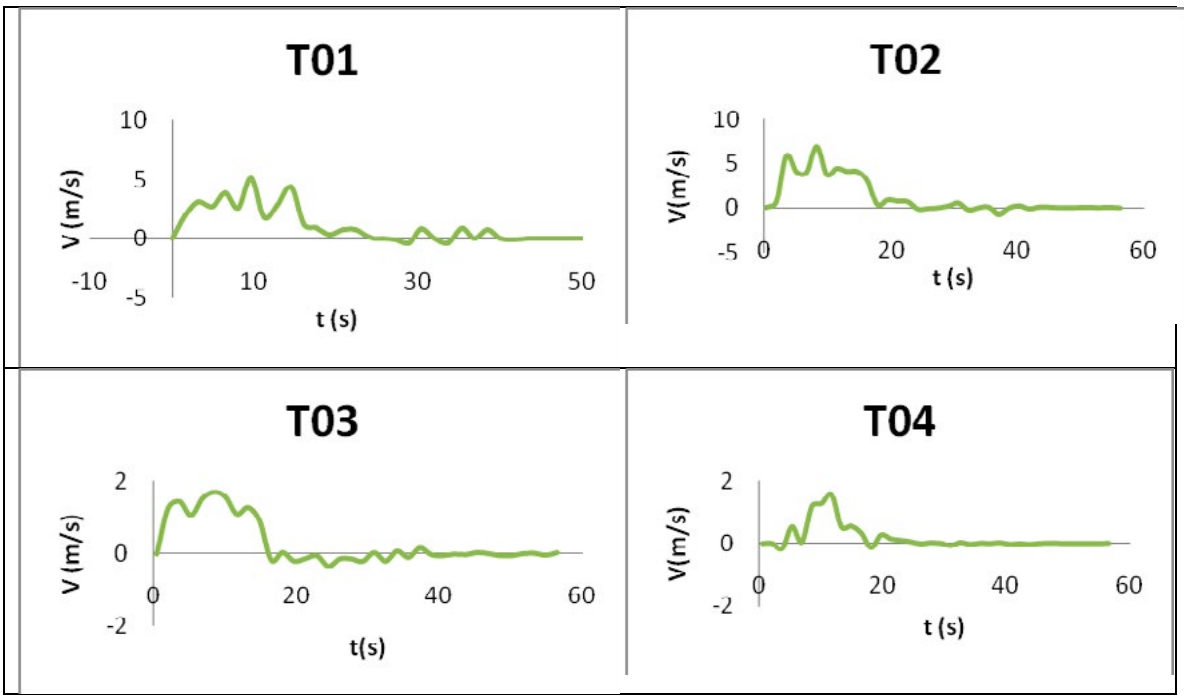
Mansap Bölgesinin değişik noktalarında ölçülen su derinlikleri Şekil 9 da verilmektedir.



Şekil 9. S1, S2, S3,S4, S5 ve S10 seviye çubuklarında ölçülen zamana bağlı su derinlikleri.

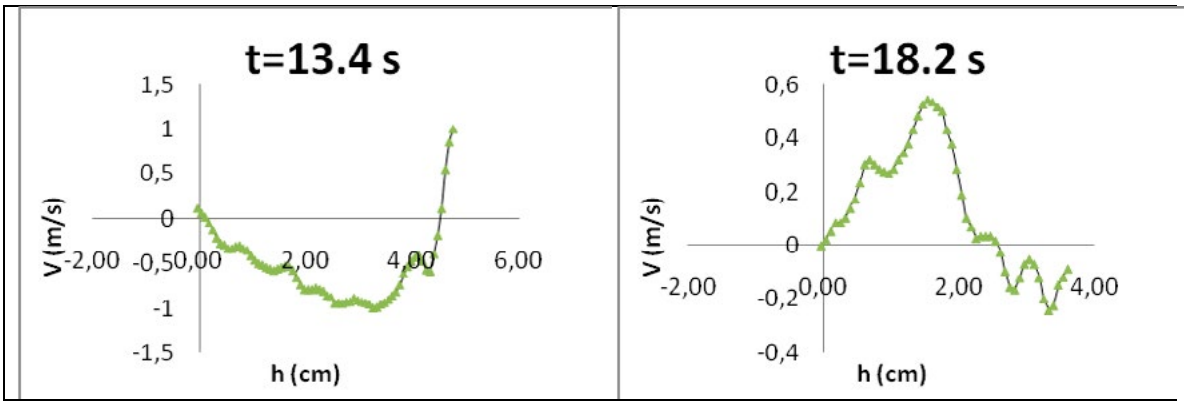
3.2. Hızlar

Seviye ölçerlerin yakınına yerleştirilen hız ölçerlerden T01, T02, T03, ve T04 algılayıcıları ile elde edilen ortalama hız profilleri Şekil 10 da verilmektedir.



Şekil 10. T01, T02, T03 ve T04, algılayıcılarından elde edilen ortalama hız değerleri.

Hız ölçer algılayıcılarından elde edilen anlık değerler düzensiz noktasal değerler şeklinde olup düzgün bir eğriye dönüştürülebilmeleri için filtrelenmeleri gerekmektedir. Filtreleme işlemi ya Moving Average (Hareketli ortalama) ya da FFT (Fast Fourier Transform: Hızlı Fourier Dönüşümü) yöntemlerinden biri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Neyiş, 2015). S4 seviye ölçeri yakınındaki T04 algılayıcısıyla t=13.4 ve t=18.2 s anlarında farklı düşey konumlar için elde edilmiş olan ve Moving Average (2x2) yöntemiyle filtrelenmiş hız dağılımı Şekil 11'de örnek olarak verilmektedir. Moving Average (2x2) belirli bir düşey konumdaki hız değerinin, ondan önceki iki ve ondan sonraki iki konumdaki hız değerinin ortalaması alınarak belirlendiği anlamına gelmektedir.



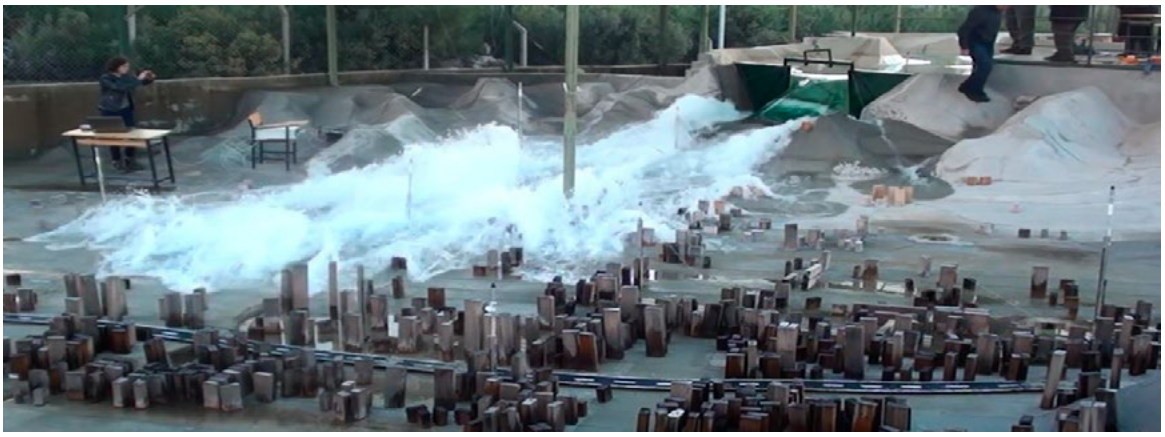
Şekil 11. S4 T04, algılayıcısında t=13.4 ve 18.2 s deki filtrelenmiş hız değerleri.

3.3. Taşkın Dalgasının Yayılması

Yüksek çözünürlüklü kamera kullanılarak elde edilen taşkın dalgası yayılma kayıtları t=1, 3 ve 6 s anları için Şekil 12 a, b ve c de verilmektedir.



Şekil 12 a . Kapak açıldıktan 1 s sonra mansap bölgesindeki durum.



Şekil 12 b . Kapak açıldıktan 3 s sonra mansap bölgesindeki durum.



Şekil 12 c . Kapak açıldıktan 6 s sonra mansap bölgesindeki durum.

4. Sonuç

Baraj gölüne yakın bölgelerde su derinliği 10 cm mertebesinde ölçülmüş olup prototipte (doğada) 3 m lik bir derinliğe karşılık gelmektedir. Bu da o bölgede bulunan evlerin birinci katının su ile dolacağı anlamına gelmektedir. Evlerin yoğun olduğu bölgede 8 cm mertebesinde derinlikler ölçülmüş olup doğada 2.40 m lik derinlik değerine karşılık gelmektedir.

Taşkın dalgası hızının baraj çıkışında 10 s de pik değere ulaştığı gözlenmiştir. Baraj çıkışında modelde ölçülen 6.00 m/s lik hız değerleri doğada 32,88 m/s lik bir hıza karşı gelmekte olup önemli hasarlar yaratabilecek mertebededir. Yoğun yerleşimin olduğu bölgelerde ölçülen 1-1,5 m/s lik hızlar ise doğada 5,48 m/s ve 8,22 m/s lik değerlere karşılık gelmekte olup yapılar üzerinde önemli bir dinamik etki oluşturacaktır.

Taşkın dalgası 3 s içinde baraja yakın bölgeyi tamamen etkilemekte olup doğada yaklaşık 82.5 s lik bir süreye denk gelmektedir. Modelde 5 s sonra, prototipte ise 137 s sonrasında taşkın dalgasının denize ulaştığı gözlemlenmiştir. Taşkın dalgasının modelde 13 s sonrasında, doğada ise 356 s sonrasında oldukça sönümlendiği gözlemlenmiştir. 21. s de modeldeki (yaklaşık 10 dk sonra prototipteki) göl suyunun çok önemli bir kısmının boşaldığı ve taşkın dalgasının da çok daha fazla sönümlendiği gözlemlenmiştir. Kapak açıldıktan 30 s sonra, prototipte yaklaşık 14 dk sonrasında ise taşkın dalgasının tamamen şiddetini yitirdiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bu deneysel bulguların FLOW 3D yazılımı kullanılarak elde edilecek sayısal sonuçlarla karşılaştırılması doktora çalışmaları kapsamında devam etmektedir (Arkış, T.; Sevinç, E.).

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 110M240 nolu proje kapsamında TÜBİTAK tarafından maddi olarak desteklenmiş olup gerekli verileri temin ettiğimiz DSİ İzmir Bölge Müdürlüğü ve İZSU Genel Müdürlüğüne ve tavsiyeleri nedeniyle Emekli Prof. Dr. Turhan ACATAY'a müteşekkiriz.

Kaynaklar

Arkış, T., Baraj Yıkılması Sonucu Oluşan Taşkın Dalgalarının Deneysel Ve Nümerik Metodlar İle Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (devam ediyor, Yöneten: Prof. Dr. M. Şükrü GÜNEY)

Bayram, D., O., (2015), Çarpıtılmış Fiziksel Model Yardımıyla Baraj Yıkılması Sonucu Oluşan Taşkının Deneysel Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yöneten: Prof. Dr. M. Şükrü GÜNEY)

Güney, M., Ş., (2013), Laboratuvar Uygulamalı Hidrolik,Genişletilmiş 3. Baskı, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir

Güney, M., Ş., Tayfur, G., Bombar, G., ve Bayram, D., O., (2013), Experimental investigation of flood propagation due to trapezoidal breach in the distorted physical

model of Ürkmez dam. VI. International Perspectives on Water Resources & the Environment Conference (IPWE 2013), İzmir

Güney M.Ş., Tayfur G., Bombar G., Elçi Ş.(2014a), A distorted physical model to study sudden partial dam break flows in an urban area, Journal of Hydraulic Engineering, DOI:10.1061//(ASCE)HY.19437 900.0000926

Güney, M., Ş., Tayfur G., Yaşin, E., Neyiş, G. ve Arkış, T. (2014b), Barajın ani yıkılması durumunda oluşan taşkın dalgalarının çarpıtılmış fiziksel model ile deneysel olarak araştırılması. IV Uluslararası Katılımlı Baraj Güvenliği Sempozyumu, Elazığ

Güney M.Ş., Tayfur G., Arkış T., Bombar G.(2015), Experimental and numerical investigation of flood propagation due to trapezoidal breach in the distorted physical model of Ürkmez dam, Dam Engineering, Vol XXV,issue 4, p 171- 187

Neyiş, G. (2015), Bitki örtüsünün Taşkın Dalgası Yayılmasına Etkisi, UVP ile Ölçülen Hızların Filtrelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Lisans Bitirme Projesi (Yöneten: Prof. Dr. M. Şükrü GÜNEY)

Sevinç, E., Taşkın Dalgalarının Üç Boyutlu Yayılmasında Bitki Yapısı Etkisinin Deneysel ve Teorik Olarak Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (devam ediyor, Yöneten: Prof. Dr. M. Şükrü GÜNEY)

Yalın, M.S. (1971), Theory of Hydraulic Models, The Macmillan Press Ltd, London

http://maps.google.com