

Farklı Gedik Tiplerinden Kaynaklanan Ani Baraj Yıkılması Akışının Bir Binaya Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi

Emrah Sevinç^{1*}

¹İnşaat Bölümü, İnşaat Teknolojisi Programı / Yatağan Meslek Yüksekokulu, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

*(emrahsevinc@mu.edu.tr)

(Received: 16 July 2024, Accepted: 24 July 2024)

(4th International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2024, July 19 - 20, 2024)

ATIF/REFERENCE: Sevinç, E. (2024). Farklı Gedik Tiplerinden Kaynaklanan Ani Baraj Yıkılması Akışının Bir Binaya Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(6), 162-169.

Özet – Baraj gövdesinde oluşan farklı gedik tiplerinden kaynaklanan ani baraj yıkılması akışının, mansap bölgesindeki bir binaya etkisi sayısal olarak araştırılmıştır. Üç farklı gedik tipi (20 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde Gedik 1, 40 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde Gedik 2, 80 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde Gedik 3) oluşturularak baraj yıkılması akışı simüle edilmiştir. FLOW-3D hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen baraj yıkılması simülasyonlarından elde edilen analiz sonuçları değerlendirilip yorumlanmıştır. FLOW-3D yazılımında çalışma alanı $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 2$ cm hücre boyutuna sahip hücrelere bölünmüş ve türbülans modeli olarak k- ϵ türbülans modeli kullanılmıştır. Simülasyonlar, 104 cm genişliğinde ve 1000 cm uzunluğunda dikdörtgen kesitli yatay bir kanal modeli kullanılarak yapılmıştır. Baraj rezervuarındaki başlangıç su derinliği 78 cm olarak alınmıştır. Mansap bölgesine yerleştirilen binanın uzunluğu 60 cm, genişliği 30 cm ve yüksekliği 40 cm'dir. Analiz sonuçları, gedik alanının büyümesinin, baraj yıkılması akışının mansap bölgesindeki yayılma hızını artırdığını göstermiştir. Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait maksimum su derinliklerinin Gedik 1, Gedik 2 ve Gedik 3 durumlarında sırasıyla 33.3 cm, 51.4 cm ve 61.4 cm olduğu tespit edilmiştir. Maksimum basınç değerlerinin; kanal tabanından 1 cm yüksekteki P1 noktasında, Gedik 1 durumunda 4417.3 Pa, Gedik 2 durumunda 5455.8 Pa ve Gedik 3 durumunda 6170.6 Pa olduğu görülmüştür. Kanal tabanından 5 cm yüksekteki P2 noktasında, Gedik 1 durumunda 2573.9 Pa, Gedik 2 durumunda 4069.5 Pa ve Gedik 3 durumunda 5972.2 Pa olduğu gözlenmiştir. Kanal tabanından 9 cm yüksekteki P3 noktasında, Gedik 1 durumunda 1356.4 Pa, Gedik 2 durumunda 3085.7 Pa ve Gedik 3 durumunda 4878.7 Pa olduğu görülmüştür. Gedik alanının büyümesi, binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait maksimum su derinliklerini ve basınç değerlerini de arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler – Baraj Yıkılması, Taşkın Dalgası Yayılması, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, FLOW-3D, k- ϵ Türbülans Modeli

I. GİRİŞ

Barajların yıkılması sık olarak meydana gelmemekle birlikte, barajlar farklı sebeplerden dolayı yıkılma riskiyle karşı karşıya gelebilirler. Şiddetli yağmurlar sebebiyle rezervuara gelen suyun kret kotunu aşması, depremler, baraj gövdesinin zeminde kısmi oturması nedeniyle gövdede oluşabilecek sızıntı ve baraj gövdesi üzerinden suyun aşmasına sebep olabilecek heyelanlar gibi nedenler olası baraj yıkılma

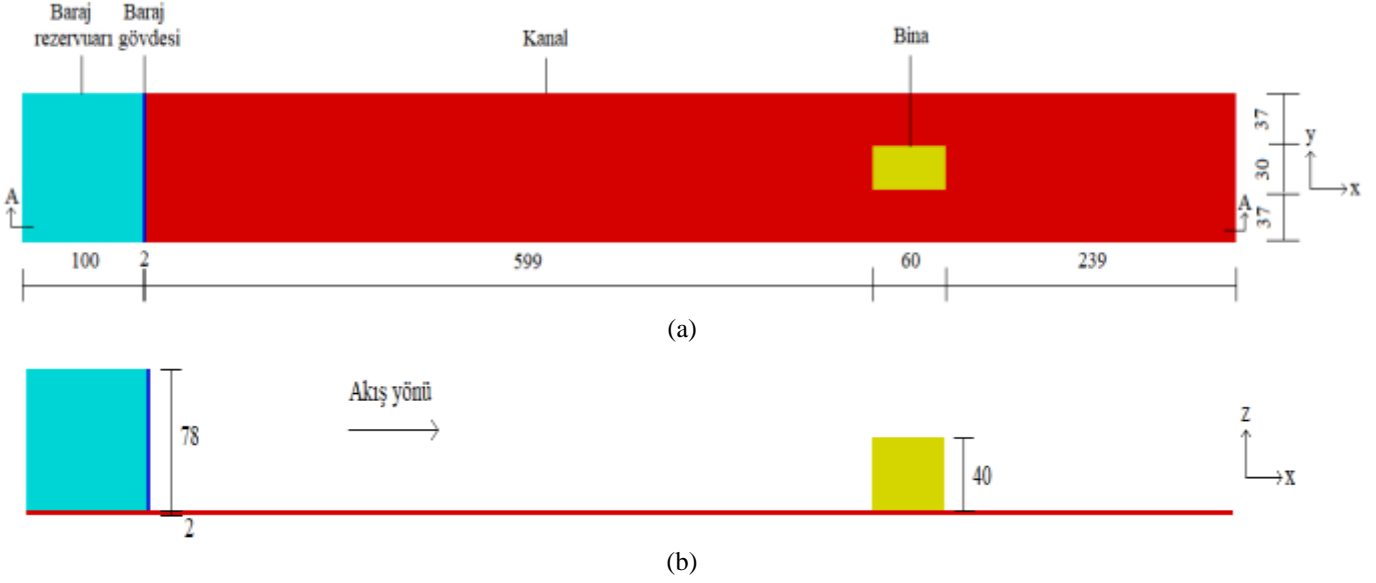
nedenlerindedir [1]. Barajın ani yıkılması, baraj rezervuarında depolanan büyük miktardaki suyun hızla barajın mansap bölgesine doğru yayılmasına sebep olmaktadır. Baraj yıkılması sonucunda meydana gelen bu taşkın dalgası, mansap bölgesinde yaşayan insanların can ve mal kaybına neden olabilmektedir. Baraj yıkılması akışının özelliklerinin incelendiği bilimsel araştırmaların yapılması, baraj yıkılmasının neden olabileceği bu hasarların şiddetinin azaltılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, dikdörtgen kesitli yatay bir kanalda, farklı gedik tiplerinin neden olduğu ani baraj yıkılması akışının bir binaya etkisi sayısal olarak araştırılmıştır. Çalışma bu yönüyle, baraj yıkılması alanında yapılan bilimsel araştırmalara önemli bir katkı sağlayacaktır.

Literatürde, açık kanallar kullanılarak yapılan, baraj yıkılmasına ilişkin birçok sayısal ve deneysel çalışma mevcuttur. Lauber ve Hager [2], 0.5 m genişliğinde ve 14 m uzunluğunda yatay dikdörtgen bir kanalda, baraj yıkılması akışını deneysel ve analitik olarak incelemişlerdir. Nsom vd. [3], 0.3 m genişliğinde ve 5 m uzunluğunda dikdörtgen kesitli bir kanalda, baraj yıkılması akışını deneysel ve sayısal olarak incelemişlerdir. Başlangıçta kanal tabanını yatay olarak almışlardır. Daha sonra, taban eğimini 3'er derece arttırarak 12 dereceye kadar farklı taban eğimine sahip çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Soares Frazao vd. [4], 3.6 m genişliğinde ve 36 m uzunluğunda dikdörtgen bir kanalda, baraj yıkılması akışının bir binaya etkisini araştırmak amacıyla deneyler yapmışlardır. Ozmen-Cagatay ve Kocaman [5], 0.3 m genişliğinde ve 8.9 m uzunluğunda dikdörtgen kesitli yatay bir kanalda, mansap bölgesinde bulunan bir engelin baraj yıkılması akışına etkisini araştırdıkları sayısal ve deneysel çalışmalar yapmışlardır. Sayısal çalışmalarında, FLOW-3D yazılımını kullanmışlardır. Liu vd. [6], 3.5 m genişliğinde ve 40 m uzunluğunda yatay bir kanalda, baraj yıkılması akışının bir ev üzerindeki etkisini deneysel olarak araştırmışlardır. Chumchan ve Rattanadecho [7], 0.484 m genişliğinde ve 0.984 m uzunluğunda yatay bir kanalda, mansap bölgesinde yer alan engelin baraj yıkılması akışına etkisini incelemişlerdir. ANSYS Fluent ve XFlow yazılımlarını kullanarak 3 boyutlu simülasyonlar yapmışlar ve simülasyon sonuçlarını deneylerden elde ettikleri sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Kocaman vd. [8], 0.3 m genişliğinde ve 9 m uzunluğunda yatay bir kanalda, mansap bölgesinde trapez daralma bulunması durumunda, baraj yıkılması akışını deneysel ve sayısal olarak incelemişlerdir. Sayısal çalışmalarında, BASEMENT yazılımını kullanmışlardır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

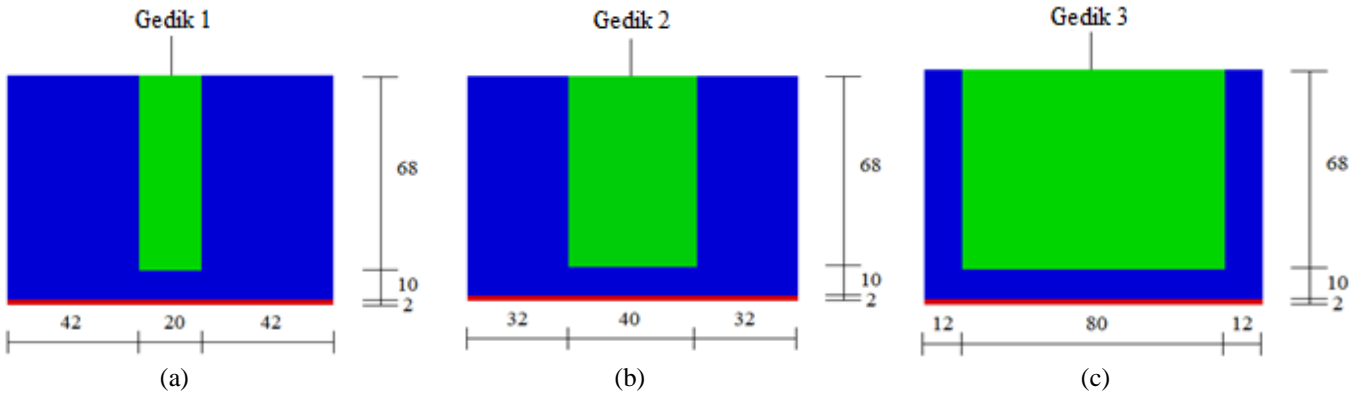
Çalışmada FLOW-3D hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımı ve k-ε türbülans modeli kullanılarak 3 boyutlu ani baraj yıkılması simülasyonları gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar analiz edilip yorumlanmıştır. Analizler, 104 cm genişliğinde ve 1000 cm uzunluğunda dikdörtgen kesitli yatay bir kanalda yapılmıştır. Baraj rezervuarı, barajın mansap bölgesinden 2 cm uzunluğunda bir baraj gövdesi ile ayrılmıştır. Kanal tabanının yüksekliği 2 cm'dir. Rezervuardaki başlangıç su derinliği 78 cm'dir. Rezervuarda depolanan suyun, baraj gövdesinde oluşturulan gedikten mansap bölgesine doğru yayılması sağlanmış ve ani baraj yıkılması akışı simüle edilmiştir. Farklı gedik tiplerinin oluşumu sonucunda meydana gelen ani baraj yıkılması akışının, mansap bölgesine yerleştirilen 60 cm uzunluğunda, 30 cm genişliğinde ve 40 cm yüksekliğindeki bir binaya etkisi araştırılmıştır.

Baraj yıkılması akışını simüle edebilmek için sayısal bir model oluşturulmuştur. Sayısal modele ait kanal planı ve A-A kesiti Şekil 1'de verilmiştir.



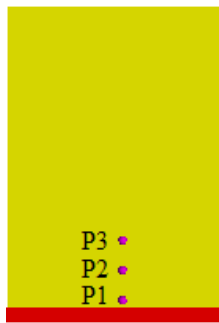
Şekil 1. (a) Kanal planı; (b) A-A Kesiti, ölçüler cm birimindedir

Simülasyonlarda baraj yıkılması akışının meydana getirilmesi için oluşturulan gedik tipleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Gedik tipleri (a) Gedik 1 (20 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde); (b) Gedik 2 (40 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde); (c) Gedik 3 (80 cm genişliğinde ve 68 cm yüksekliğinde), ölçüler cm birimindedir

Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde bulunan, kanal tabanından 1 cm yüksekteki P1, 5 cm yüksekteki P2 ve 9 cm yüksekteki P3 noktalarında (Şekil 3), akışa ait su derinlikleri ve basınç değerleri elde edilmiştir.



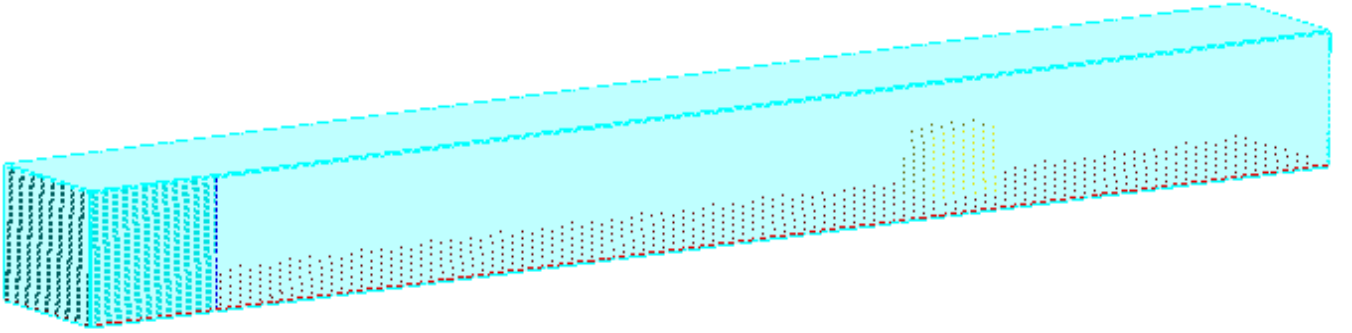
Şekil 3. Akışa ait su derinlikleri ve basınç değerlerinin elde edildiği noktalar

Akışa ait su derinlikleri ve basınç değerlerinin elde edildiği noktaların kartezyen koordinatları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Akışa ait su derinlikleri ve basınç değerlerinin elde edildiği noktaların kartezyen koordinatları

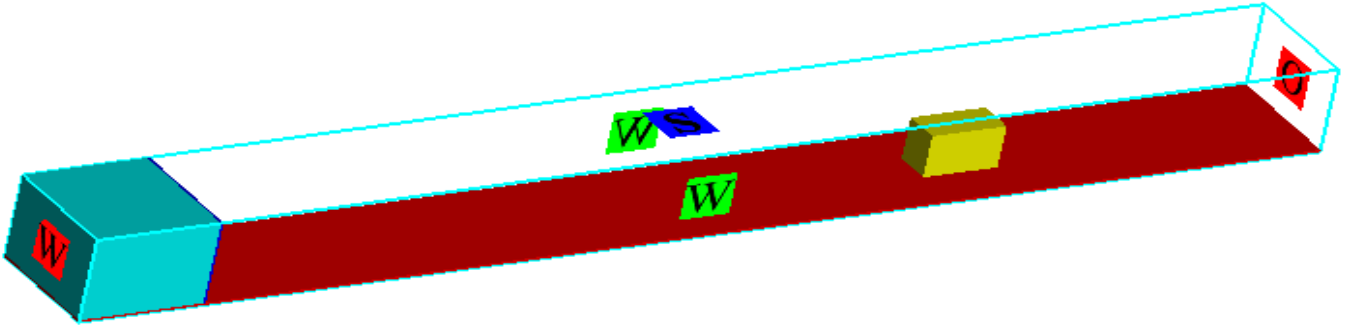
Nokta adı	Kartezyen koordinatlar (cm)		
	x	y	z
P1	701	51	3
P2	701	51	7
P3	701	51	11

Hesaplama alanı, hücre boyutları $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 2$ cm olan hücelere bölünmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Hesaplama alanı

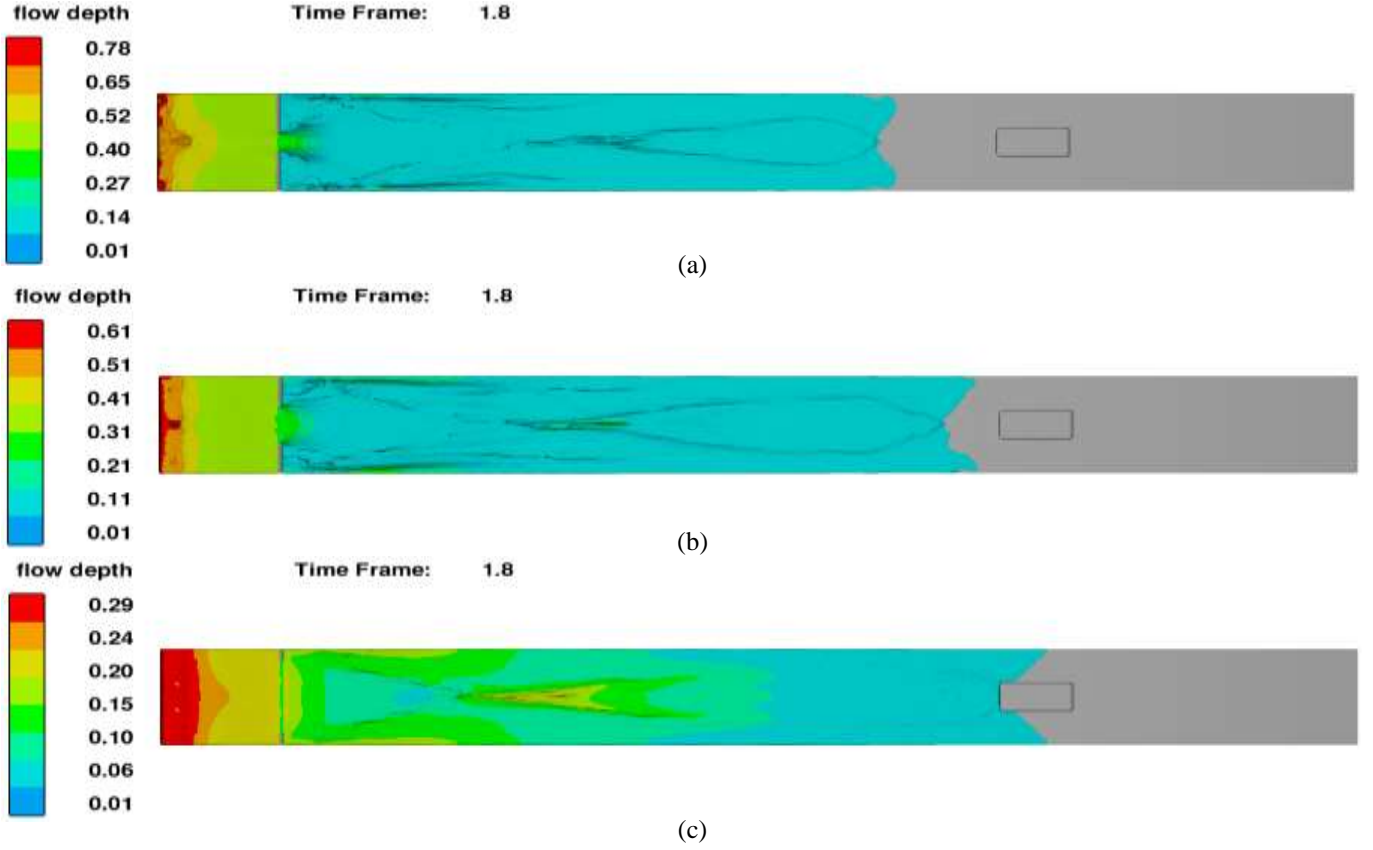
W duvar, S simetri ve O akış çıkışı olmak üzere sayısal modelin sınır koşulları Şekil 5’te verilmiştir.



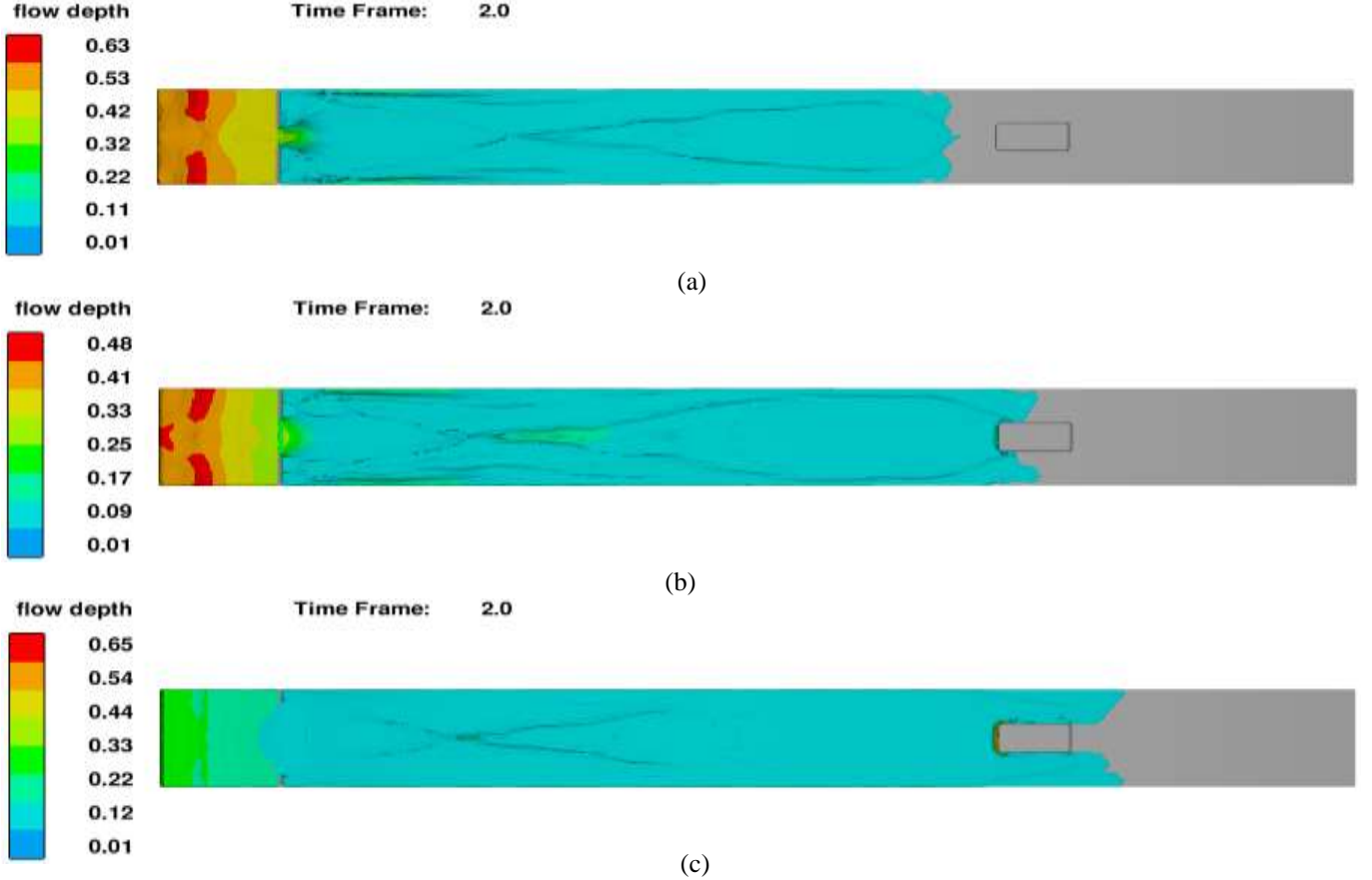
Şekil 5. Sayısal modelin sınır koşulları

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

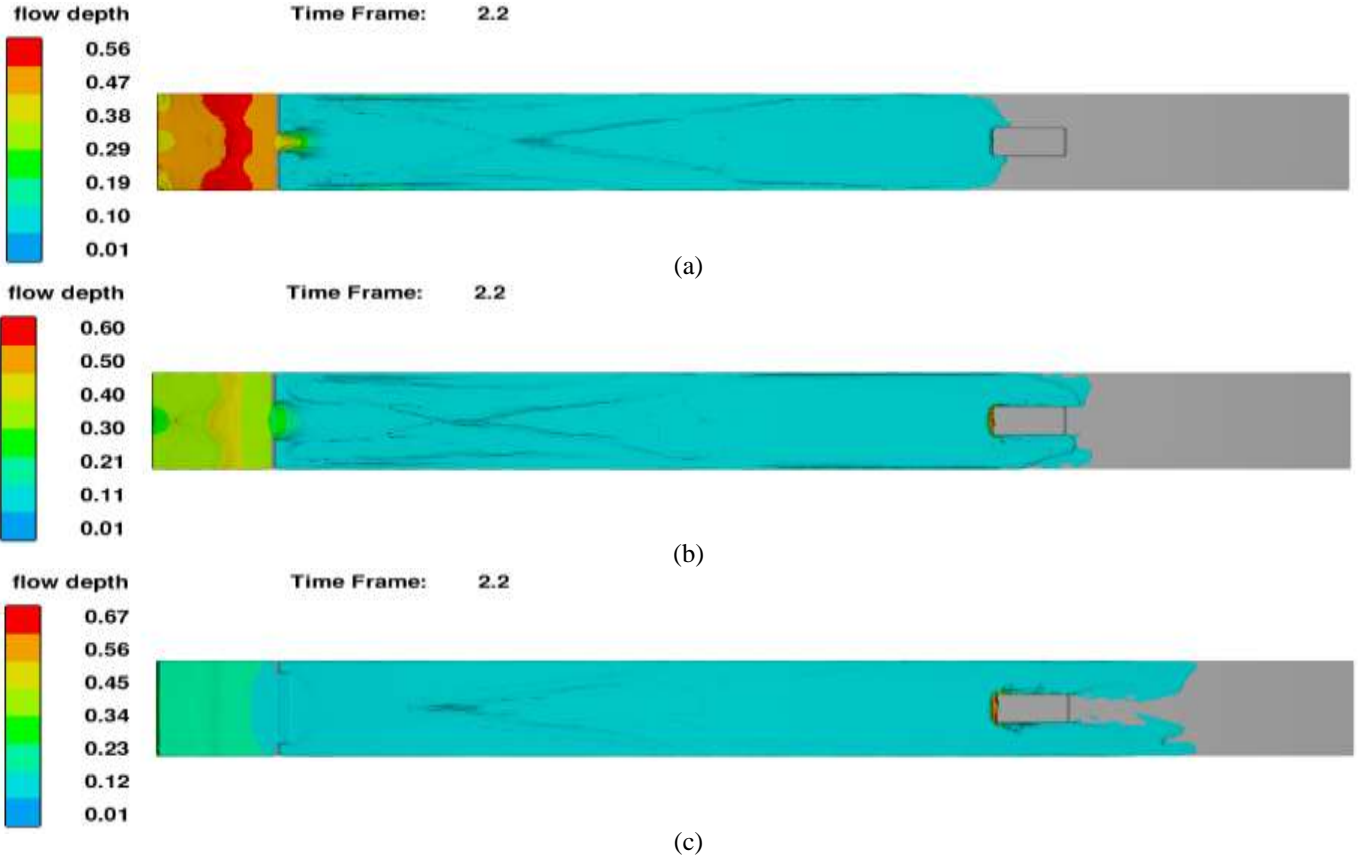
Farklı gedik tiplerinde, zamanın 1.8 s, 2 s ve 2.2 s olduğu anlarda, ani baraj yıkılması akışının mansapta ulaştığı bölgeler Şekil 6, 7 ve 8’de gösterilmiştir.



Şekil 6. Zamanın 1.8 s olduğu anda ani baraj yıkılması akışının mansapta ulaştığı bölgeler (a) Gedik 1; (b) Gedik 2; (c) Gedik 3, ölçüler m birimindedir



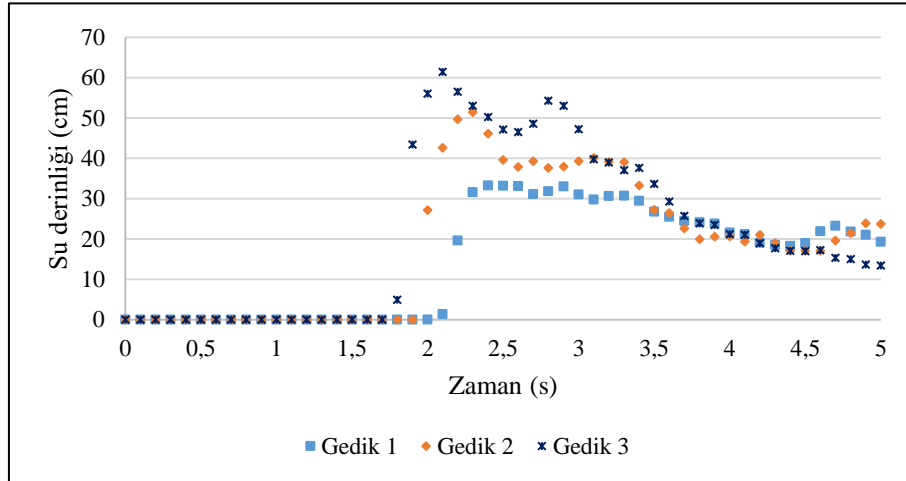
Şekil 7. Zamanın 2 s olduğu anda ani baraj yıkılması akışının mansapta ulaştığı bölgeler (a) Gedik 1; (b) Gedik 2; (c) Gedik 3, ölçüler m birimindedir



Şekil 8. Zamanın 2.2 s olduğu anda ani baraj yıkılması akışının mansapta ulaştığı bölgeler (a) Gedik 1; (b) Gedik 2; (c) Gedik 3, ölçüler m birimindedir

Farklı gedik tiplerinde meydana gelen ani baraj yıkılması akışının mansapta ulaştığı bölgeler incelendiğinde, Gedik 1 durumunda akışın yayılma hızının en düşük olduğu, Gedik 3 durumunda ise en yüksek olduğu görülmüştür. Gedik alanı büyüdükçe akışın yayılma hızının da arttığı söylenebilir.

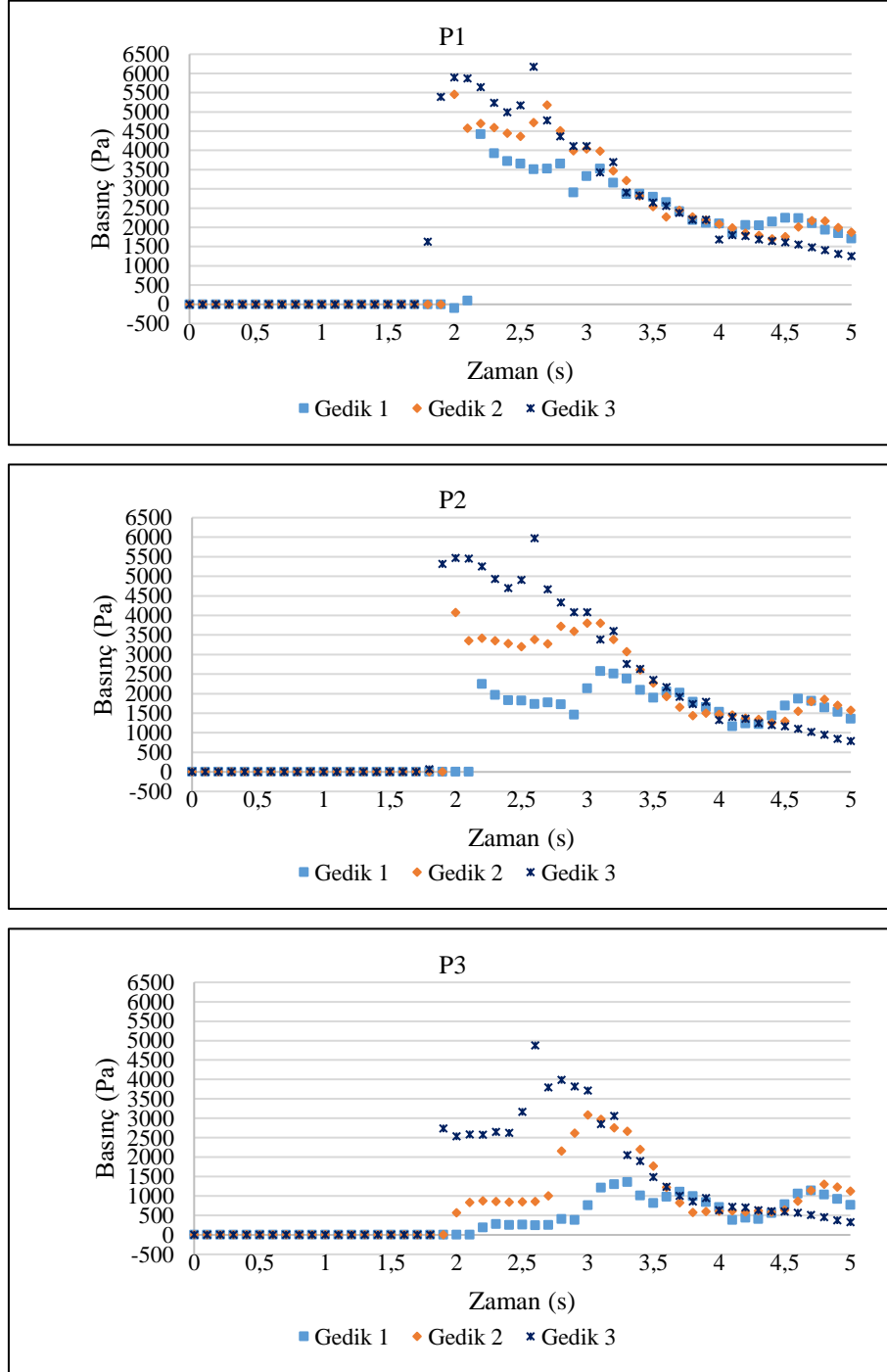
Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait su derinliklerinin zamana göre değişimi farklı gedik tipleri için Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Binaın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait su derinliklerinin zamana göre değişimi

Gedik 1 durumunda maksimum su derinliğinin 33.3 cm, Gedik 2 durumunda 51.4 cm olduğu ve Gedik 3 durumunda 61.4 cm olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, gedik alanının büyümesinin, binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait maksimum su derinliklerinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir.

Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde bulunan P1, P2 ve P3 noktalarında, akışa ait basınç değerlerinin zamana göre değişimi farklı gedik tipleri için Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde bulunan P1, P2 ve P3 noktalarında, akışa ait basınç değerlerinin zamana göre değişimi

P1 noktasında; Gedik 1 durumunda maksimum basınç değerinin 4417.3 Pa, Gedik 2 durumunda 5455.8 Pa ve Gedik 3 durumunda 6170.6 Pa olduğu görülmüştür. P2 noktasında; Gedik 1 durumunda maksimum basınç değerinin 2573.9 Pa, Gedik 2 durumunda 4069.5 Pa ve Gedik 3 durumunda 5972.2 Pa olduğu tespit edilmiştir. P3 noktasında; Gedik 1 durumunda maksimum basınç değerinin 1356.4 Pa, Gedik 2 durumunda 3085.7 Pa ve Gedik 3 durumunda 4878.7 Pa olduğu gözlenmiştir. Gedik alanının büyümesinin, binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde bulunan P1, P2 ve P3 noktalarında, akışa ait maksimum basınç değerlerinin artmasına neden olduğu söylenebilir.

IV. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında FLOW-3D yazılımı kullanılarak yapılan simülasyonlardan elde edilen sonuçlar, baraj gövdesinde Gedik 1'in oluşması sonucunda meydana gelen ani baraj yıkılması akışının mansap bölgesindeki yayılma hızının en düşük olduğunu, Gedik 3'ün oluşması sonucunda meydana gelen akışın yayılma hızının ise en yüksek olduğunu göstermiştir.

Mansap bölgesindeki binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait su derinlikleri incelendiğinde, Gedik 1 durumunda maksimum su derinliğinin en düşük değere sahip olduğu, Gedik 3 durumunda ise en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde farklı noktalarda, akışa ait basınç değerleri incelendiğinde ise, Gedik 1 durumunda maksimum basınç değerlerinin en düşük değerlere sahip olduğu, Gedik 3 durumunda ise en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; gedik alanının büyümesinin, ani baraj yıkılması akışının mansap bölgesindeki yayılma hızını, binanın akışın geliş yönündeki yüzeyinde, akışa ait maksimum su derinliklerini ve basınç değerlerini arttırdığı, dolayısıyla akışın binaya verebileceği hasarın şiddetini de arttıracakı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Z. Bozkuş, "Afet yönetimi için baraj yıkılma analizleri," *İMO Teknik Dergi*, 15(4), 3335–3350, 2004.
- [2] G. Lauber, and W. H. Hager, "Experiments to dambreak wave: Horizontal channel," *Journal of Hydraulic Research*, 36(3), 291–307, 1998.
- [3] B. Nsom, K. Debiante, and M. J. Piau, "Bed slope effect on dam break problem," *Journal of Hydraulic Research*, 38(6), 459–464, 2000.
- [4] S. Soares Frazao, N. Le Grelle, and Y. Zech, "Dam-break flow experiments in idealised representation of complex topography and urban area," *1st Project Workshop*, 2002, 1–8.
- [5] H. Ozmen-Cagatay, and S. Kocaman, "Dam-break flow in presence of obstacle: Experiment and CFD simulation," *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 5(4), 541–552, 2011.
- [6] L. Liu, J. Sun, B. Lin, and L. Lu, "Building performance in dam-break flow - an experimental study," *Urban Water Journal*, 15(3), 251–258, 2018.
- [7] C. Chumchan, and P. Rattanadecho, "Experimental and numerical investigation of dam break flow propagation passed through complex obstacles using LES model based on FVM and LBM," *Songklanakarın J. Sci. Technol.*, 42(3), 564–572, 2020.
- [8] S. Kocaman, K. Dal, and A. Yılmaz, "Mansapta trapez daralma olması durumunda baraj yıkılması taşkın dalgası yayılımının sığ su denklemleri ile modellenmesi," *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 695–703, 2021.