

Ağva ilçe merkezine ait taşkın yayılım haritalarının ve mevcut binaların taşkın su seviyelerinin tespiti

Osman Sönmez^{1*}, Fatma Demir²

16.05.2016 Geliş/Received, 26.10.2016 Kabul/Accepted

doi: <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.296826>

ÖZ

Taşkınlar, genel olarak yeryüzünün değişik bölgelerinde yağış dengesinin değişmesi, küresel ısınmanın getirdiği iklim değişikliği ve doğal bitki örtüsündeki değişimler sonucunda ani olarak ve belirli periyotlarda meydana gelen, her yıl milyonlarca insanı etkileyen, çevre tahribinin yanı sıra can ve mal kaybına sebep olan ve ekonomiyi olumsuz yönde etkileyen doğal afetlerdir. Dünyada, taşkınların etkilerinden korunmak ve zararlarını azaltmak amacıyla pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul'un turistik yerleşimi ve iki derenin arasında bulunması sebebiyle de taşkın afeti açısından kritik bir bölgesi olan Ağva için farklı senaryo debileriyle taşkın analizleri yapılmıştır. Taşkın analizleri sonucunda taşkına maruz kalan her bir konut için su seviyeleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: taşkın, risk, konut, Ağva,

Determination of flood inundation maps and water levels of buildings in Agva town centre

ABSTRACT

The floods are generally natural disasters that occur at once or at specific periods due to the change of precipitation balance in various regions of the world, the climate change brought by the global warming and the changes on natural vegetation and that affect millions of people every year and lead to loss of life and property as well as environmental damage and adversely affect the economy. So many studies have been carried out with the aim of being protected from effects of the floods and decreasing their damages. In this paper, different scenarios flood discharges were analyzed for Agva which is the touristic peripheral settlement of Istanbul and a critical area in terms of flood disaster due to its location between two streams. According to the results of flood analyses, water levels were determined for every dwelling under the effect of flood.

Keywords: flood, risk, building, Agva

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya - osonmez@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya - fsagin@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Taşkın felaketi büyüklüğü, sıklığı, oluşumu, can ve mal kaybı ile sosyo-ekonomik aktivitelere verdiği zararlarla en büyük küresel tehlike olarak kabul edilmektedir [1]. Doğal afetler hakkında yapılan trend analizleri, taşkın felaketleri ve kayıplarının son yıllarda büyük oranda arttığını ortaya koymaktadır [2]. Son otuz-kırk yıllık zaman diliminde, taşkın olaylarının sıklığı ve şiddetinin artmasına bağlı olarak, can ve mal kayıpları da büyük oranda artmıştır [3-4]. Sadece geçtiğimiz son on yılda, dünyada yaşanan taşkın felaket zararlarının telafisi için 250 milyar doların üzerinde maddi kaynak harcanmıştır [5].

Küresel ölçekte 2005-2015 yılları ortalamasına göre her yıl 183 milyondan fazla insan (sel, taşkın, deprem vb) doğal afetlerden etkilenmiştir. Yine aynı verilere göre ortalama 83 bin insan hayatını bu afetlerden dolayı kaybetmiştir [6].

Yılda ortalama 250 bin kişi, yeryüzünün değişik bölgelerinde, yağış dengesinin değişmesi, küresel ısınmanın getirdiği iklim değişikliği ve doğal bitki örtüsündeki değişimin lokal iklim üzerinde yaptığı etkiler gibi meteorolojik karakterli doğal afetlerden etkilenmektedir [7]. Taşkınların meydana getirdiği kayıp ise ülke ekonomisinde büyük yaralar açmaktadır. Türkiye’de ise 2002 -2013 yılları arasındaki taşkınlarla yaşanan toplam maddi kayıpların 867 milyon US Dolar olduğu görülmektedir [6]. Geliştirilmiş hidrolik modeller ile elde edilmiş taşkın yayılım haritaları kullanılarak taşkınlar yaşanmadan risk altındaki alanları tespit etmek ve bu doğrultuda çalışmalar yaparak olası zararları azaltıcı tedbirler almak gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımıyla hidrolik modellemelerde taşkın esnasında oluşacak su yüzü profillerinin tespit edilebilmesi için hidrolojik analizleri yapan programlar geliştirilmiştir. Bu programlar CBS programına entegre edilmiş ve bu şekilde birçok çalışma yapılmıştır.

Oliveri ve Santano Palermo’da iki derenin drenaj kanalları arasında kalan yoğun kentsel yerleşim bölgesinde selin yapısal hasar tespitini sel suyu yüksekliği ve bina tiplerine bağlı olarak hesaplamışlardır [8].

Amini, İran’ın kuzeybatısındaki bir nehir için yaptığı çalışmada taşkın altında kalacak alanları IKONOS uydu görüntülerini ve Sayısal Yükseklik Modelini (SYM) kullanarak belirlemiş ve bu modelin taşkın yönetiminde kullanılabileceğini söylemiştir [9].

Kubal vd. Leipzig kentsel alanında nüfus, farklı arazi yerleşim kullanımları, yeşil alanlar gibi çok ölçütlü yaklaşımla ekonomik sosyal ve ekolojik sel risk ölçütü kullanarak hasar risk haritalarının hazırlanması yöntemi üzerinde çalışmışlardır [10].

Demirkesen, Hatay ili ve bölgesi için farklı kriterleri ele alarak çoklu risk değerlendirmesi yapmıştır. Taşkın riskinin belirlenmesinde DEM verileri ve Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) kullanarak taşkın risk haritalaması yapmıştır [11].

Angelidis ve diğ Arda Nehri Havzasında barajların taşkınları kontrol altına alabilmesi amacıyla farklı taşkın senaryoları geliştirmişlerdir. Mansap bölgesinde taşkın engellenmesini ve enerji kayıplarının da minimuma düşürülmesini hedeflemişlerdir [12].

Taşkınlar meydana gelmeden risk altında kalan alanları ve taşkınların olası zararlarını engellemek için risk haritalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu doğrultuda yapmış olduğumuz çalışmada İstanbul’un kuzeyinde, turistik bir yerleşim alanı olan Ağva ilçe merkezi ele alınmıştır. Bölge için farklı senaryo debilerine ait taşkın yayılımları ve maksimum su seviyeleri, 1D HEC-RAS Hidrolik modeli kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar mevcut yapılaşmayı gösteren sayısal veriler ile karşılaştırılarak her bir binaya ait maksimum taşkın su seviyesi belirlenmiştir.

2. ÇALIŞMA SAHASI (STUDY AREA)

Çalışma sahası olan Ağva, iki dere arasına kurulmuş "Köy" ve "Su" anlamına gelmektedir. Göksu ve Yeşilçay derelerinin ortasında, İstanbul İli’nin Anadolu yakasında yer alan ve Güneybatı Karadeniz’le kıyısı olan bir sahil kasabasıdır. Konumu ve doğası itibarıyla turistik bir bölge olan Ağva’da birçok otel bulunmaktadır. Ağva yerleşimi, deniz seviyesinden 1 m ile 120 m arasında değişen taşkın düzlükleri ile tepelik alanlar arasında konumlanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma sahası (Study area)

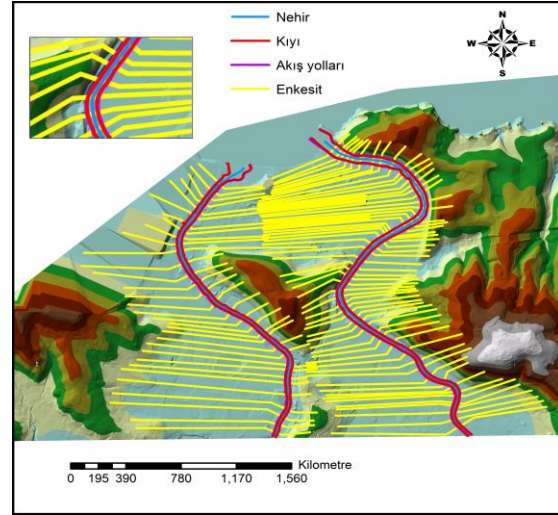
Göksu ve Yeşilçay derelerinin yatak gradyanları oldukça eğimlidir. Derelerin Karadeniz'e döküldüğü kesimde oluşturdukları alüvyal taban düzlüğü üzerinde 3 km uzunluğunda bir alçak kıyı oluşmuştur. Her iki derenin de alüvyal dolgu sahalarının eğimi 1^0 'yi geçmemekte ve derelerin yatak eğimleri Karadeniz'e doğru gittikçe azalmaktadır [13]. Çalışma sahası sık ormanlarla kaplı olup, bitki örtüsü litolojiye bağlı olarak değişmektedir. Bölge en fazla yağışı sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde alır ve yıllık ortalama yağış miktarı 890 mm dir [14]. 28 - 29 Ekim 2010 tarihleri arasında düşen 103.4 mm yağışın sebep olduğu taşkın felaketi sonucunda bölgede birçok ev ve iş yeri kullanılamaz hale gelmiştir.

Anılan taşkında maddi zararların en fazla olduğu, Ağva yerleşim alanının doğusundaki Yeşilçay deresinin mansaptan membaya doğru 3.8 km'lik kısmı ile batısındaki Göksu deresinin mansaptan membaya doğru 3.0 km lik bir kısmı çalışma sahası olarak belirlenmiştir.

3. MODEL VE UYGULAMA (MODEL and APPLICATION)

Taşkınları anlamak ve etkilerini ortaya koymak için dünyada birçok farklı hidrolik model kullanılmaktadır. Bunlardan 1D hidrolik modeli, çalışma sahasında meydana gelmesi muhtemel taşkınların modellenmesi amacıyla kullanılmıştır. Yeşilçay ve Göksu derelerine ait nehir en kesit, talveg ve kıyı çizgilerinin sayısallaştırılmasında, Devlet Su İşleri'nden temin edilen 1:5000 ölçekli topografik verilerden elde edilmiş sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır (Şekil 2). ArcGIS yazılımı ile sayısallaştırılan hidrolik veriler HEC-

GeoRAS arayüzü kullanılarak HEC-RAS programına aktarılmıştır.



Şekil 2. Geometrik verilerin sayısallaştırılması (Digitalization of geometric data)

HEC-RAS'ta enkesitlerde düzenleme işlemleri yapılmış ve manning pürüzlülük katsayısı Chow'un (1959) esas alınarak, nehir içinde 0.03, nehir kenarında ise 0.075 seçilerek modele girilmiştir.

Taşkın sıklık analizleriyle, tarihsel akım verileri kullanılarak, farklı tekerrürlere ait taşkın debilerinin hesaplanması yapılabilmektedir. Bu analizler için akım kayıtları ne kadar uzun bir periyodu kapsarsa, hesaplanacak olan tekerrürlü taşkın debileri o kadar gerçekçi olacaktır. Tekerrürlü taşkın debisinin doğru bir

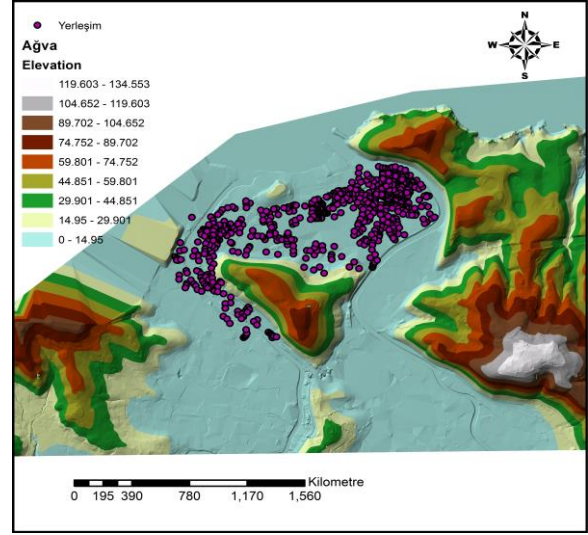
şekilde tespiti de, elde edilecek sonucun doğruluğu açısından büyük önem arz etmektedir [15-34]

Bu çalışmada Marmara havzası Akım Gözlem İstasyonlarına ait verilerin havzayı tam olarak temsil edememesi üzerine hidrolik modellemede senaryo debileri dikkate alınmıştır. Yeşilçay ve Göksu derelerinin taşkın yayılım haritalarının elde edilmesinde senaryo debileriyle oluşturulmuş hidrolik model kullanılmıştır. (Tablo 1).

Tablo 1. Senaryo debileri (scenarios discharges)

Senaryolar	Yeşilçay (m ³ /s)	Göksu (m ³ /s)
Senaryo 1	115	295
Senaryo 2	145	385
Senaryo 3	190	520
Senaryo 4	230	640
Senaryo 5	275	760
Senaryo 6	380	1000

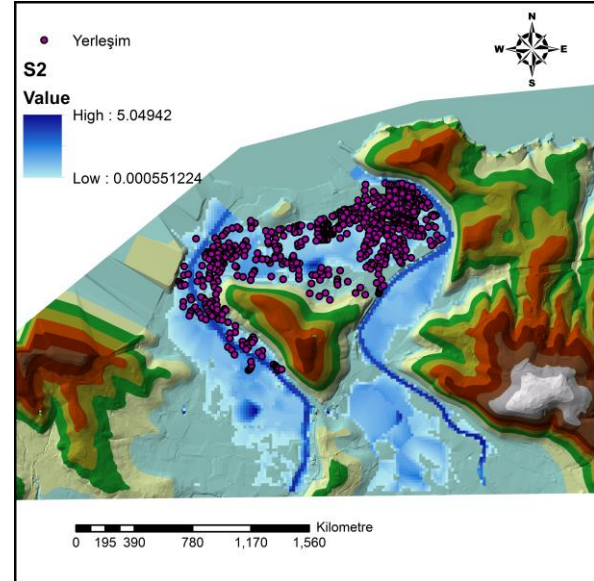
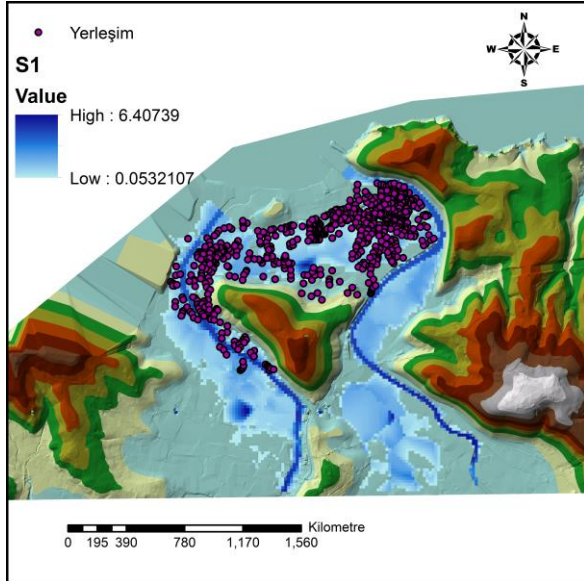
Senaryo debileri ile sayısallaştırılmış geometrik veriler, hidrolik modele aktarılmış ve taşkın analizine tabi tutulmuştur. Hidrolik analiz sonucu senaryo debilerine ait taşkın yayılımları ve maksimum su seviyesini gösteren sayısal haritalar üretilmiştir. Elde edilen sayısal haritalar ArcGIS programında görselleştirilmiştir. Mevcut binalar da sayısallaştırılarak (Şekil 3), taşkın yayılımları ve maksimum su seviyelerini gösteren sayısal haritalar ile karşılaştırılmış ve her bir bina için maksimum su seviyesi elde edilmiştir.



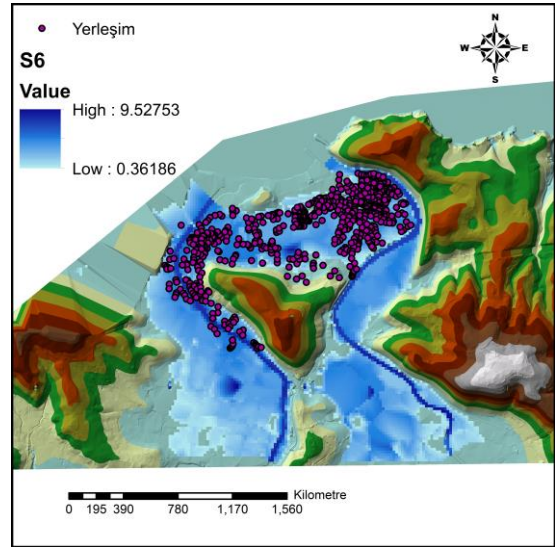
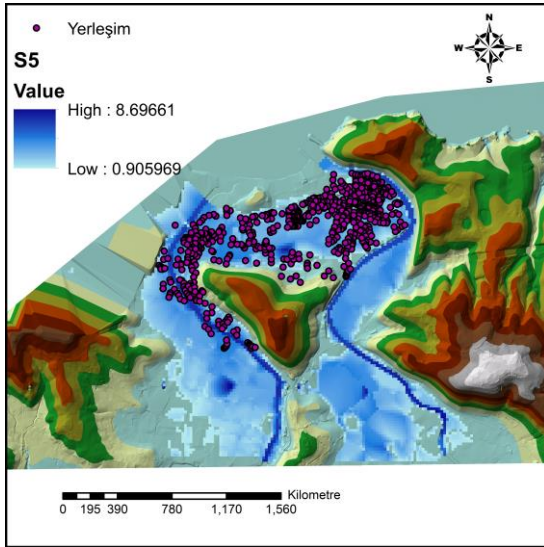
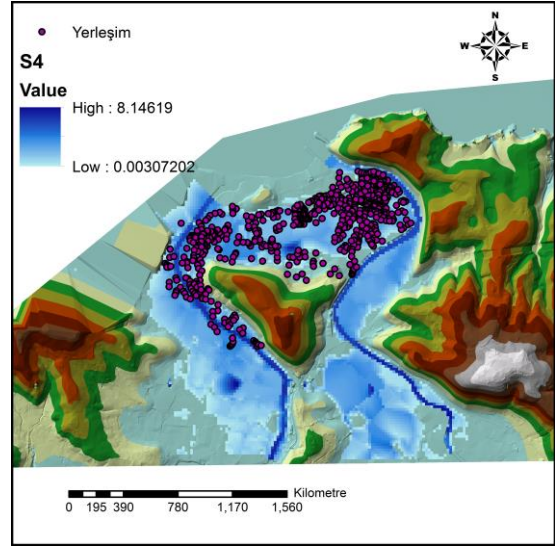
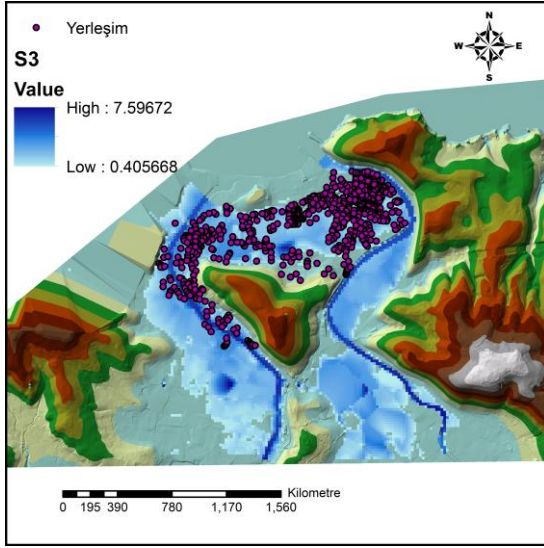
Şekil 3. Ağva şehir merkezinde yer alan mesken amaçlı kullanılan binaların dağılımı (Distribution of dwellings which are located in Ağva centrum)

3.1. Taşkın Derinlikleri ve Taşkın Altında Kalan Binalar (Flood Depth and Under Flood Property)

Hidrolik model analizleri sonucu elde edilen senaryo debilerine ait taşkın yayılım haritaları ile su altında kalan toplam alanlar ve bu alanlardaki taşkın derinliklerinin değişimi tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Senaryo debilerine ait taşkın yayılımları ve derinlik değişimleri (Flood innadations and depths for scenario discharges)



Şekil 4. (Devamı) Senaryo debilerine ait taşkın yayımları ve derinlik değişimleri (Flood innadation and depth for scenario discharges)

Taşkın derinlikleri topografyaya bağlı olarak değişmektedir. Kıyılarda ve yükseltinin az olduğu yerlerde derinlik oldukça fazladır.

Analiz sonucu Yeşilçay ve Göksu derelerinde senaryo 4 debilerine göre sırasıyla 1.29 km² ve 1.34 km² lik alanların sular altında kaldığı ve taşkın derinliğinin 0.003 m ilâ 8.15 m arasında değiştiği; Senaryo 5 için 1.37 km² ve 1.41 km² lik alanların sular altında kaldığı ve taşkın derinliğinin 0.90 m ilâ 8.69 m arasında değiştiği; son olarak, Senaryo 6 için 1.48 km² ve 1.58 km² lik alanların sular altında kaldığı ve taşkın derinliğinin 0.36 m ilâ 9.52 m arasında değiştiği görülmektedir. Buna bağlı olarak Yeşilçay ve Göksu derelerinin Ağva şehir merkezine bakan kıyılarında taşkın derinlikleri maksimum düzeydedir.

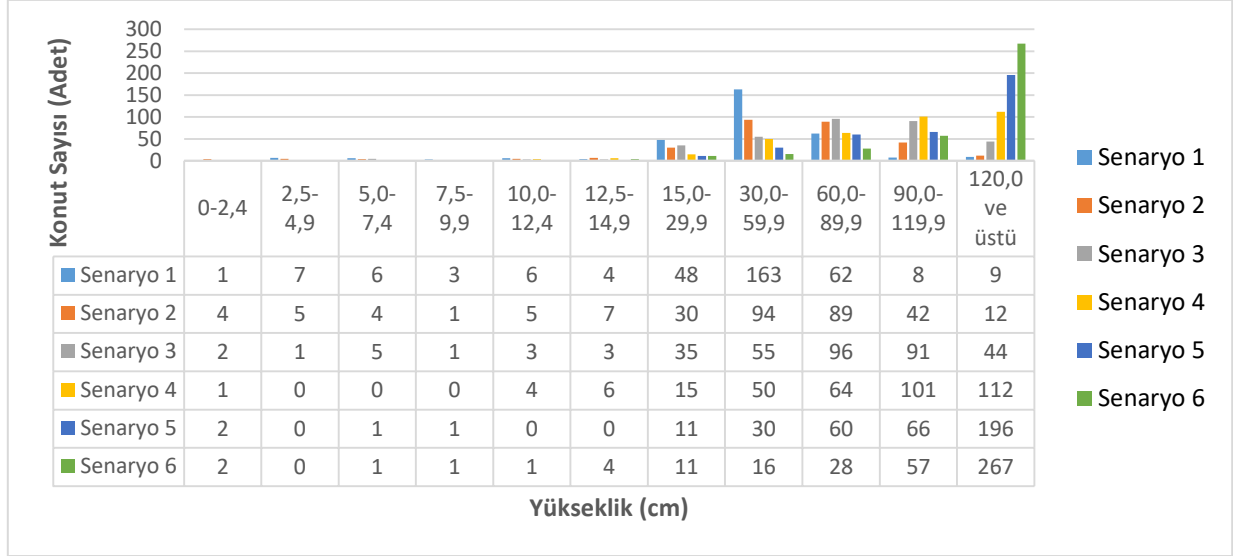
Ağva'nın her iki tarafında bulunan derelere ait taşkın yayılım haritaları kullanılarak farklı senaryolar için hesaplanan risk altındaki toplam alanlar, Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yeşilçay ve Göksu derelerine ait farklı senaryolar için taşkın risk alanları (Flood risk areas of different scenarios for Yesilcay and Goksu streams)

Senaryolar	Yeşilçay (km ²)	Göksu (km ²)
Senaryo 1	0.998	0.952
Senaryo 2	1.097	1.115
Senaryo 3	1.213	1.259
Senaryo 4	1.292	1.341
Senaryo 5	1.374	1.418
Senaryo 6	1.484	1.538

Bu debiler ve hesaplanan alanlar ile Ağva merkezinde yer alan birçok yerleşimin risk altında olduğu bulgusu edinilmiştir. Ayrıca çalışma alanında bulunan, CBS yardımıyla belirlenmiş dairelerin sayısı ve taşkın tekrarrüne bağlı olarak taşkın su seviyeleri tespit

edilmiştir. Şekil 5'te farklı senaryolardaki taşkınlardan etkilenen bina sayılarını ve su seviyelerini gösteren bar grafik verilmiştir.



Şekil 5. Farklı senaryolar için etkilenen bina sayıları ve su seviyeleri (Number of buildings and water levels for different scenarios)

120cm ve üstü su yüksekliğinden etkilenen bina sayısının, taşkınlardan etkilenen diğer binalara nazaran fazla olmasının temel nedeni, çalışma sahasının turistik bir bölge olması ve yerleşimin büyük kısmının nehir kıyı çizgisi ile hemen hemen eş yükseltiliye sahip alüvyal düzlüklerde konumlanmış olmasıdır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (CONCLUSION AND EVALUATION)

Bu çalışmada Ağva ilçesinin doğu ve batısında yer alan Yeşilçay ve Göksu derelerine ait taşkın risk analizleri yapılmıştır. Çalışma sahasına ait taşkın su yayılım alanları ve bunun sonucunda meydana gelen zarar analizleri gerçekleştirilmiştir. 1 boyutlu hidrolik model taşkın analizinde kullanılmış, elde edilen sonuçlar kent bilgi sistemi ile karşılaştırılarak her bir bina için taşkın su seviyeleri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, Ağva merkezinde yer alan binaların hem düşük hem de yüksek düzeyde risk altında oldukları tespit edilmiştir. Bunun temel nedeni, iki derenin arasında kalan yerleşim alanı tarafındaki kıyı kotlarının diğer yöndeki kıyılara nazaran düşük olması ve yerleşim alanının geniş bir taşkın düzlüğünde bulunmasıdır. Ayrıca çalışma alanının turistik bir bölge oluşu nedeniyle de binaların büyük bir bölümünün kıyılara yakın bölgelerde konumlanmış olması, taşkınlardan etkilenme düzeylerinin yüksek olmasına

neden olmaktadır. Farklı senaryo debileriyle meydana gelen taşkınlardan etkilenen bina sayısı topografik ve demografik özelliklere bağlı olarak fazla değişmemekle birlikte maksimum su seviyeleri değişim göstermektedir.

Taşkın sonrasında meydana gelecek zararın her bir yapı için ayrı ayrı tespiti gerekli tedbirlerin alınması açısından önem arz etmektedir. Üretilen bölgesel taşkın risk haritaları, kentsel dönüşüm ve imara açılacak alanların tespiti için belirleyici bir veri olacaktır. Aynı zamanda sigortacılık faaliyetlerinde, mesken, ticari ve tarım alanlarında oluşabilecek zararların ön görülerek gerekli risk primlerinin belirlenmesi içinde kullanılabilir. Elde edilen haritaları Seviye-Zarar diyagramları ile birlikte ele alınması ise taşkın meydana getireceği zarar maliyetlerinin de öngörülmesini sağlayacaktır.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] D. N. Jeb, and P. Aggarwal, "Flood Inundation Hazard Modelling of the River Kaduna Using Remote Sensing and Geographic Information Systems", Journal of Applied Sciences Research, Vol. 4, No.12, pp.1822-1833, 2008.
- [2] G. Berz, "Flood Disasters: Lessons from the Past – Worries for The Future", Geosciences Research Group, Munich Reinsurance Company, D-80791, Germany,1999.

- [3] H. Shamaoma, "Extraction of Flood Risk-related Base-Data from Multi-Source Remote Sensing Imagery", Master's Thesis, Internatinnal Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Hollanda, 2005.
- [4] T. Katayama, "International Decade for Natural Disaster Reduction: Working Against Time", UNU University Lectures (Tokyo: The United Nations University), 1994
- [5] M. Pelling, , et al., "Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development", United Nations Development Programme, New York, USA, 2004.
- [6] International Disaster Database (EM-DAT), 2016. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). <http://www.emdat.be/database>, (Last accessed 10/04/2016).
- [7] I. Akar, , D. Maktav, , K. Kalkan, , Y. Ozdemir, "Determination of Land Use Effects on Flood Risk by Using Integration of GIS and Remote Sensing",: Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances In Space Technologies, pp.23-26, RAST 2009.
- [8] E. Oliveri, and M. Santoro "Estimation of Urban Structural Flood Damages: The Case Study of Palermo", Urban Water, 2, pp.223-234. , 2000.
- [9] J. Amini, "A Method for Generating Floodplain Maps Using IKONOS Images and DEMs" International Journal Remote Sensing, 31(9), pp. 2441-2456. 2010.
- [10] C. Kubal, , D. Haase, V. Meyer and S. Scheuer "Integrated urban flood risk assessment-transplanting a multicriteria approach developed for a river basin to a city", Nat Hazards Earth Syst Sci 9: pp.1881-1895. 2009.
- [11] A. C. Demirkesen, "Multi-risk interpretation of natural hazards for settlements of the Hatay province in the East Mediterranean region, Turkey using SRTM DEM", Environmental Earth Sciences, 65, pp.1895-1907. 2012
- [12] P. Angelidis, M. Kotsikas, N. Kotsovinos, "Management of Upstream Dams and Flood Protection of the Transboundary River Evros/Maritza,"Water Resources Management, 24, pp.2467-2484. 2010.
- [13] Ç. Coşkun "Ağva Plajı'nın Kıyı Süreçleri Açısından Jeolojik Evrimi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi. , 2006.
- [14] F. Ketenci, "Zeolitization of Volcanics in The Northeastern Istanbul (Sile-Agva Region)", Master's Thesis, Istanbul Technical University, Turkey. 2007.
- [15] J. Zhu, C. Tang, "Urban Flood Damage Estimation Using GIS and Remote Sensing, A Case Study in the Wenshan City China", 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). 2010.
- [16] C. A. Doswell, H. E. Brooks, R. A. Maddox, "Flash Flood Forecasting: An Ingredients-Based Methodology", Weather and Forecasting, 11, pp.560-581, 1996.
- [17] B. Hankin, S. Waller, G. Astle, R. Kellagher, "Mapping Space For Water: Screening For Urban Flash Flooding", J. Flood Risk Manage., 1, pp.13-22, 2008.
- [18] J. T. Moore, , S.M. Nolan, F.H. Glass, D.L. Ferry and S.M. Rochette, "Flash Flood-Producing High-Precipitation Supercells in Missouri". Preprints, 14th Conf. Wea. Analysis and Forecasting Amer. Meteor. Soc., (J4)7-12, 1995.
- [19] S. G. Mclin, , E. P. Springer, L. J. Lane, "Predicting Floodplain Boundary Changes Following the Cerro Grande Wildfire", Hydrological Processes, Vol.15, pp. 2967-2980, 2001.
- [20] E. C. Tate, D. R. Maidment, F. Olivera, D. J. Anderson, "Creating a Terrain Model for Floodplain Mapping", Journal of Hydrologic Engineering, Vol.7, pp.100-108, 2002.
- [21] G.R. Aggett, , Wilson, J.P., Creating and Coupling a High-Resolution DTM with a 1-D Hydraulic Model in a GIS for Scenario-Based Assessment of Avulsion Hazard in a Gravel-Bed River, Geomorphology, 113: 21-34, 2009.
- [22] Baga, İ., Usul, N., Sorman, Ü., Application of MIKE 11 Model on Çayboğazı Basin in Turkey, DHI Third User Conference, Denmark, 1999.
- [23] N. Usul ve B. Turan, "Flood Forecasting and Analysis within the Ulus Basin, Turkey, Using Geographic Information Systems", Natural Hazards, Vol.39, pp.213-229, 2006.
- [24] I. Akar, D. Maktav, K. Kalkan, Y. Ozdemir, "Determination of Land Use Effects on Flood Risk by Using Integration of GIS and Remote Sensing", RAST 2009: Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances In Space Technologies, pp.23-26, 2009.
- [25] K. Solamani, "Flood Forecasting Based on Geographical Information System", African Journal of Agricultural Research, Vol.4 No.10, pp. 950-956, 2009.
- [26] P.D. Bates, , A. P. J. De Roo., "A Simple Raster-Based Model For Flood Inundation Simulation", Journal of Hydrology, Vol. 236 No. 1-2, pp. 54-77, 2000.
- [27] J. A. Cunge, , F. M. Holly, A. Verwey, "Practical Aspects of Computational River Hydraulics", London: Pitman Publishing Limited, 1980.

- [28] D. L. Fread, "Numerical properties of implicit fourpoint finite difference equations of unsteady flow: Silver Spring, MD, National Weather Service", NOAA Technical Memorandum NWS HYDRO18, 38, 1974.
- [29] N. M. Hunter, P. D. Bates, M. S. Horritt, M. D. Wilson, "Simple spatially-distributed models for predicting flood inundation: A review", *Geomorphology*, Vol.90 No.3-4, pp.208-225, 2007.
- [30] A. Cook, V. Merwade, "Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping", *Journal of Hydrology*, Vol. 377, pp.131-142, 2009.
- [31] W. J. Syme, , M. G. Pinnell, J. M. Wicks, "Modelling Flood Inundation of Urban Area in the UK Using 2D / 1D Hydraulic Models", *Proceedings of the 8th National Conference on Hydraulics in Water Engineering*, The Institution of Engineers, Australia, 2004.
- [32] M. S. Horritt, , P. D. Bates, "Effects of Spatial Resolution on A Raster Based Model of Flood Flow", *Journal of Hydrology*, Vol.253 No.1-4, pp.239-249, 2001.
- [33] E. A. Frank, , A. Ostan, , M. Coccato, G. S. Stelling, "Use Of An Integrated One-Dimensional/ Two-Dimensional Hydraulic Modeling Approach For Flood Hazard and Risk Mapping. In River Basin Management", *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol.50, pp.99-108, 2001.
- [34] S. Patro, , C. Chatterjee, , S. Mohanty, , R. Singh, , N. S. Raghuvanshi, "Flood inundation modeling using MIKE FLOOD and remote sensing data", *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Volume 37, Issue 1, pp.107-118, 2009.