

## Determination of Flood Risk in Ağva

<sup>1</sup>Osman Sönmez and \*<sup>1</sup>Fatma Demir

\*<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

### Abstract

Flood which is the result of climate change and human effects, causing loss of life and property each year in different regions of the world. Unplanned urbanization and insufficient precautions have lead to an increase of flood damages. Estimation of potential losses and the effects of floods, play an important role to prevent or decrease of flood losses.

In this paper, Yesilçay stream, paasing through the center of Ağva which is the touristic peripheral settlement of Istanbul are handled. The flood inundation and maximum water levels in the region belonging to 5,10,25,50, 100 and 500 years return period were determined by using 1D HEC-RAS Hydraulic Model. Flood water levels for every building were determined by comparing the obtained results with digital data showing the existing buildings.

**Key words:** Flood, Yesilçay, HEC-RAS, Building

## Ağva'nın Taşkın Riskinin Belirlenmesi

### Özet

Her yıl dünyanın farklı bölgelerinde iklim değişikliğinin yanı sıra insan faaliyetlerinin sonucu olarak meydana gelen taşkınlar birçok insanı etkilemekte, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Plansız yapılaşma ve yetersiz kalan önlemler taşkınların meydana getireceği zararların artmasına neden olmaktadır. Taşkınların, olası zararlarını ve etkilerini tahmin etmek oluşturacağı zararları önlemek veya azaltmada önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmada İstanbul'un kuzeyinde, turistik bir yerleşim alanı olan Ağva ilçe merkezinden geçen Yeşilçay deresi ele alınmıştır. Bölgede olması muhtemel 5,10,25,50, 100 ve 500 yıllık dönüş aralığına 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.

**Anahtar Kelimeler:** Taşkın, Yeşilçay, HEC-RAS, Yapı

### 1. Giriş

Taşkın afeti sadece meteorolojik olaylara bağlı değildir. Akarsu havzalarındaki sanayileşme ve sektör çeşitliliği ve bunun getirdiği yapılaşma yoğunluğu da taşkınları büyük ölçüde artırmaktadır. Havza bütünündeki dengenin bozulmasıyla da can ve mal kaybına yol açan taşkın afetleri yaşanmaktadır [1].

Son yıllarda geliştirilen ve uygulanması tavsiye edilen taşkın modelleme yazılımları ile taşkınlarının etkileri önceden tahmin edilebilmektedir. Tahmin model sonuçları meydana gelebilecek taşkın zararlarını önlemek veya azaltmak için büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple Dünya'da ve Türkiye'de taşkınları önceden tespit etmek için taşkın analiz çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır; Azagra ve ark. Texas'ta Waller Nehir

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: fsagin@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955625

Havzasının topoğrafik verilerini kullanarak arazi modelini ve hava fotoğraflarını kullanarak nehir yatağına ait kesitleri HEC-RAS hidrolik modelinde kullanılmak üzere oluşturmuşlardır. Analiz sonucunda bölgeye ait iki ve üç boyutlu taşkın risk haritalarını elde etmişlerdir[2].

Vojinovic ve Tutulic Hollanda'nın St. Martin kentinde meydana gelen şehir taşkınlarını ele almışlardır. 1D ve 2D birlikte ele alındığı çalışmada, 1 boyutlu model için Mike 11, 2 boyutlu model için Mike 21 yazılımlarını kullanarak 10, 100 ve 200 yıllık taşkın debileri için taşkın yayılım haritaları üretilmiştir [3].

Akar vd. İstanbul Beykoz sınırındaki Yeniçiftlik Nehir Havzası'nda 10, 50 ve 100 yıl tekerrürlü debilerin oluşturacağı taşkın alanlarını tespit etmişlerdir [4].

Hung vd.. yaptıkları çalışmada Vietnam'ın Mekong havzasında hemen hemen her yıl meydana gelen taşkınların karakteristiklerini, dinamik etkilerini ve taşkın yayılım haritalarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu maksatla bölgeye kurulan radar ve istasyonlardan elde edilen veriler kullanılarak taşkın karakteristiği saptanmaya çalışılmıştır. TerraSAR-X uydu görüntüleri de kullanılarak taşkın alanlarının mevsimsel değişimi incelenmiştir [5].

Doğan vd. Sakarya şehir merkezini de içine alan Aşağı Sakarya Nehir yatağının son 113 km'lik kısmında 100 yıl tekerrürlü taşkın debisini güvenle taşıma durumu araştırılmıştır. Mevcut kapasitenin yetersiz olduğu kesitler tespit edilmiştir. Aynı bölge için baraj yıkılması durumu ve muhtemel taşkın senaryolarına ait taşkın risk analizleri de yapılmıştır. Çalışmada, taşkınlar karşı yapılacak önleme ve zarar azaltma çalışmalarının dikkate alınmasının önemi vurgulanmıştır. Bölgenin zaman zaman taşkın suları altında kalması çalışmada elde edilen bulguları desteklemektedir [6].

Sönmez, Amerika Iowa eyaletinde bulunan Cedar Nehrini çalışma sahası olarak seçmiştir. Su seviyesi ve taşkın riski arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla 1D ve 2D modellerin birlikte ele alındığı MikeFlood hidrodinamik programı ve 1D Hec-RAS hidrolik programı kullanılarak taşkın yayılım haritalarını elde etmiştir. Yapılan çalışmada ayrıca farklı çözünürlüklere sahip sayısal altlıkların taşkın yayılım haritalarının sonuçlarını nasıl etkilediği de araştırılmıştır. Bölge için taşkın risk yönetim planları da oluşturulmuştur [7].

Bu çalışmada ise, İstanbul'un kuzeyinde, turistik bir yerleşim alanı olan Ağva kasabasının merkezinden geçen Yeşilçay deresi ele alınmıştır. Bölgede olması muhtemel 5,10,25,50, 100 ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debileri için oluşabilecek taşkın alanları ve maksimum su seviyeleri 1D HEC-RAS Hidrolik modeli kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz sonucunda her bir binaya ait maksimum taşkın su seviyesi mevcut yapılaşmayı gösteren sayısal veriler ile belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Meydana gelen taşkınları tespit etmek ve etkilerini ortaya koymak için birçok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu programların temel amacı; hidrolojik modeller, hidrolik modeller ve hidrodinamik modeller kullanarak mekânsal taşkın haritalarının üretilmesidir [8].

Coğrafi bilgi sistemleri ile bahsi geçen hidrolojik, hidrolik ve hidrodinamik modelleme yazılımlarının entegrasyonları ile üretilen bir program olan HEC-GoRAS, ArcGIS programı

içerisindeki bir uzantı olup mekânsal verilerin işlenmesi için üretilmiştir. HEC-GoeRAS uzantısı kullanılarak akarsu yataklarına ait geometrik verilerin HEC-RAS hidrolik yazılımı veri tabanında okunması ve taşkın haritalanması yapılabilmektedir. Hidrolik modellemeyi esas alan yazılımlarla yapılan taşkın modellemeleriyle, olası taşkınların yayılım alanları ile bunlara ait derinlik ve hacim hesaplamaları yapılabilmektedir. Yapılacak modellemelerde hidrolik yapıların entegrasyonu, elde edilecek sonuçların doğruluğu açısından büyük önem arz etmektedir. Modellemede yapılacak hatalar taşkın alanlarını gereğinden büyük tahmin edilmesine buda alınacak önleme maliyetlerinde artışlara neden olmakta, taşkın alanlarını gereğinden daha az tahmin edilmesi ise can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Ayrıca tekerrürlü taşkın debileri ise pik debilerin bir çok farklı dağılıma tabi tutulmasıyla elde edilir. Bu debilerden bölgesel olarak en uygun olanının seçilmesiyle modellerde kullanılacak olan debiler belirlenmektedir [9].

Yapılan çalışmada, Marmara havzasına ait Gerdelli akım gözlem istasyonundan (AGİ) 40 yıllık bir periyoda ait akım verileri temin edilmiştir. Bu veriler ile Yeşilçay deresine ait maksimum 5,10,25,50, 100, ve 500 yıllık dönüş aralığına denk gelen taşkın debileri Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

İstatistiksel bir yöntem olan Log Pearson Tip III dağılım fonksiyonu Yıllık anlık maksimum akım verilerine uygulanan, akarsular üzerinde farklı aralıktaki taşkın sıklıklarını tahmin etmekte kullanılan bir metottür. Bu fonksiyon için kullanılan formül;

$$Z_T = \log x + K \sigma_{\log x} \quad (\text{Denk.1})$$

şeklindedir [10].

Formülde,

$\log_x$  : Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının ortalama değerlerini,

$K$  : Taşkın sıklık faktörü olup çarpıklık (Cskew) ve tekrarlama aralığının (T) bir fonksiyonunu,

$\sigma_{\log x}$ : Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının standart sapma değerini göstermektedir.

**Tablo 1.** Tekerrürlü Taşkın Debisi

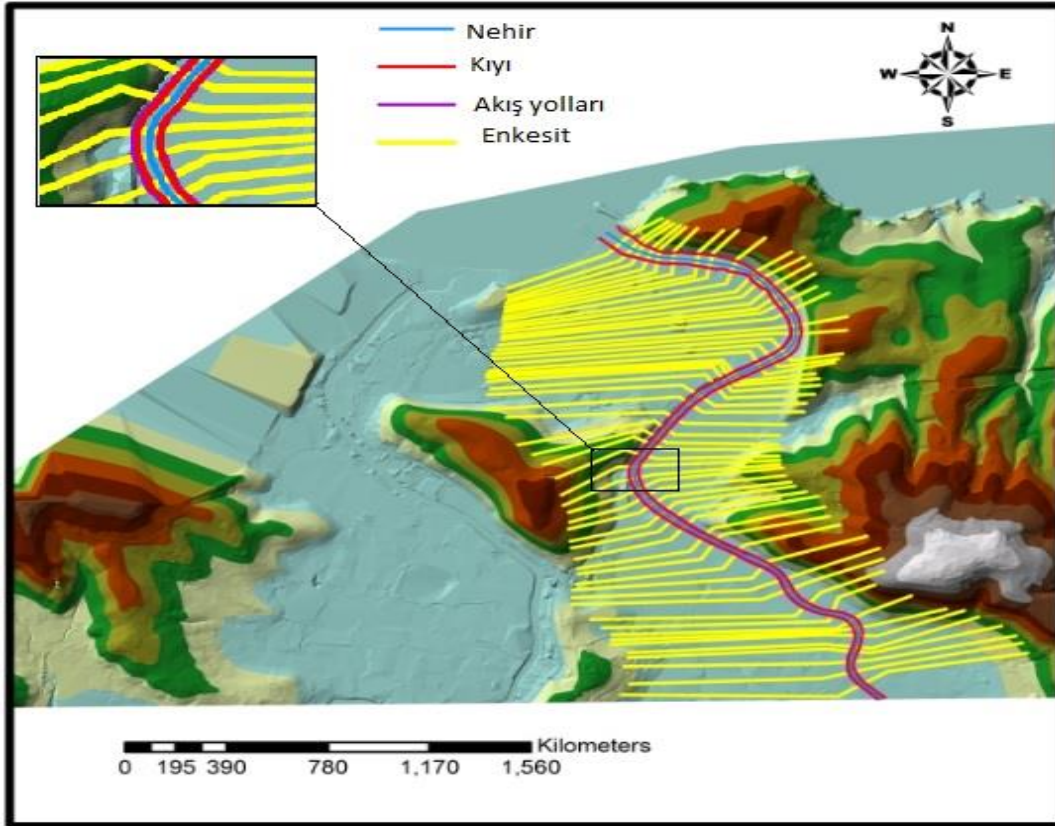
Periyot (Yıl)	Yeşilçay (m <sup>3</sup> /s)
5	116.13
10	146.13
25	191.72
50	231.86
100	277.87
500	381.83

## 2.1. Geometrik Verilerin Oluşturulması

Akarsulara ait hidrolik modellemelerin yapılabilmesi için akarsu yataklarına ait geometrik verilere ihtiyaç vardır [11]. Bu veriler genel olarak akarsu sistemlerinin bağlantısının kurulması,

yatak en kesitleri, bağlantı noktalarının tanımlanması, hidrolik yapılara ait veriler ve en kesit enterpolasyonlarından meydana gelmektedir.

Çalışmada kullanılan Yeşilçay deresine ait geometrik veriler ise Nehir talveg, nehir kıyısı, akış yolu ve en kesit çizgilerinden oluşmaktadır. Geometrik verilerin sayısallaştırılmasında 1:5000 ölçekli topografik verilerden elde edilmiş Sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır (Şekil 1). ArcGIS yazılımı kullanılarak sayısallaştırılan hidrolik veriler HEC-GeoRAS arayüzü kullanılarak HEC-RAS programına aktarılmıştır.



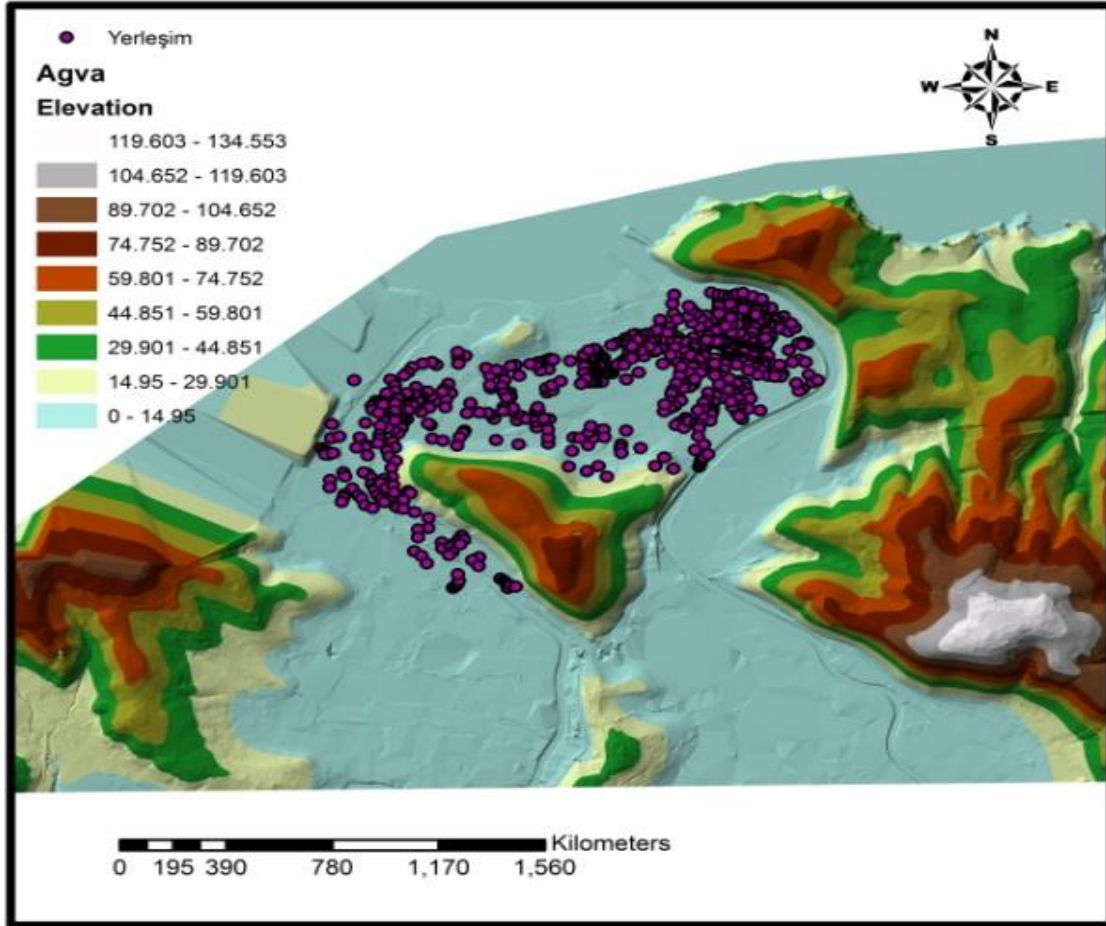
Şekil 1. Geometrik verilerin oluşturulması

## 2.2. Hidrolik Modelleme ve Taşkın Haritalarının elde edilmesi

HEC-RAS, bir boyutlu, düzenli ve düzensiz akımların modellendiği bir programdır [12]. Çalışma sahasına ait geometrik veriler HEC-GeoRAS ile üretilmiş olup hidrolik modellemede bu veriler kullanılmıştır. HEC-RAS ta en kesitler revize edilerek, manning pürüzlülük değerleri girilmiştir. Bu değer arazi çalışmaları ve uydu görüntülerinden yararlanılarak nehir içinde 0.03, nehir dışında ise 0.075 olarak belirlenmiştir [13].

Geometrik veriler ve Log Pearson Tip III dağılım fonksiyonuyla hesaplanan 5, 10, 25, 50,100 ve 500 yıl için taşkın tekrarlam sıklıklarına ait akım verileri sisteme girilmiş ve taşkın analizine tabi tutulmuştur. Hidrolik analiz sonucu elde edilen 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıl dönüş aralığına ait

taşkın yayılım ve maksimum su seviyesini gösteren sayısal haritalar üretilmiştir. Elde edilen sayısal haritalar ArcGIS programında uydu haritaları üzerine işlenmiştir. Mesken amaçlı kullanılan binalar da sayısallaştırılarak (şekil 2), taşkın yayılım ve maksimum su seviyesini gösteren sayısal haritalar ile çakıştırılmış ve her bir bina için maksimum su seviyesi belirlenmiştir.

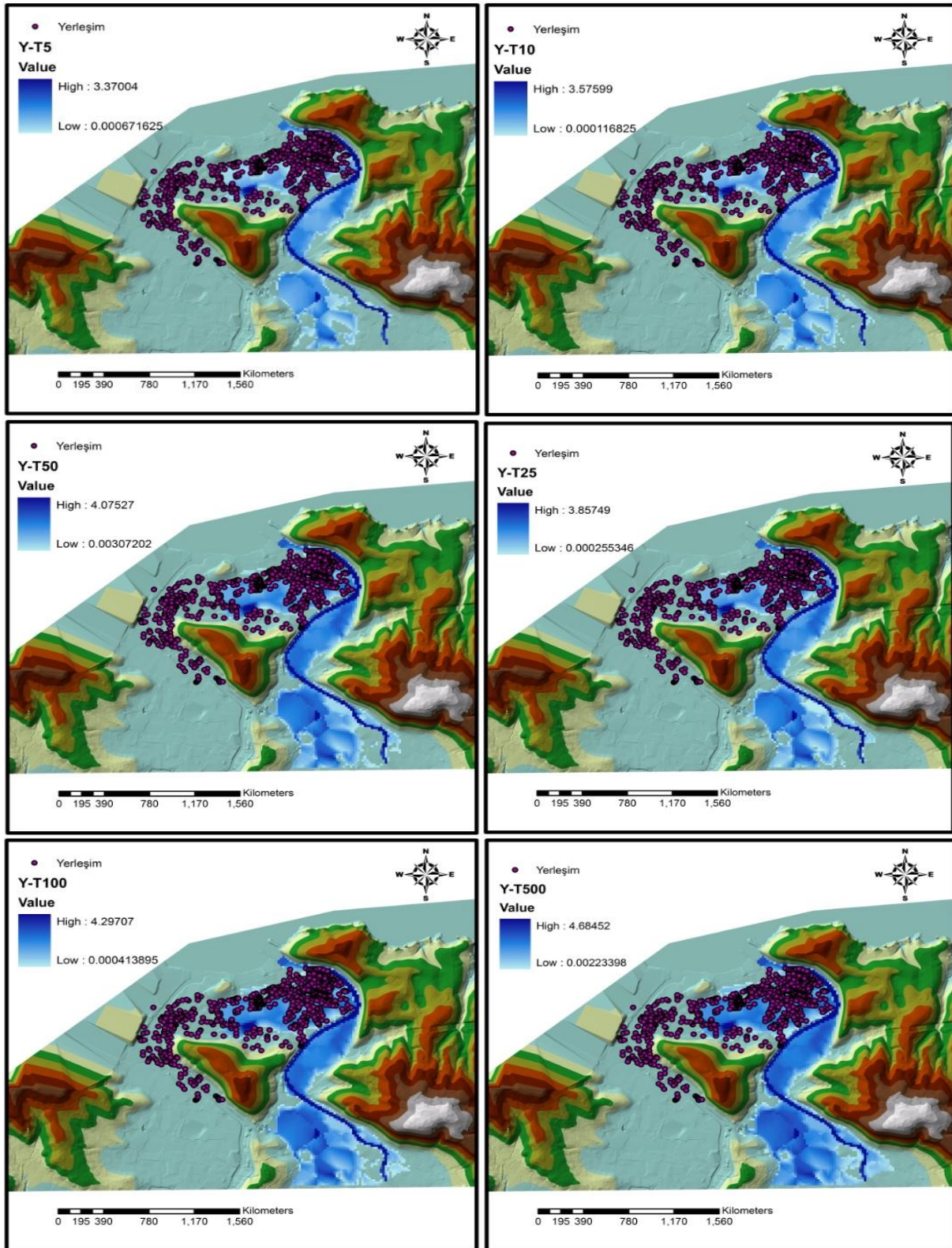


şekil 2. Ağva merkezde bulunan binalar

### 3. Sonuçlar

Hidrolik model kullanılarak üretilen 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın yayılım haritaları kullanılarak nehirde ve kıyılarda meydana gelen taşkın derinlikleri tespit edilmiştir. farklı tekerrürlere ait yayılım ve derinlik haritaları şekil 3 te verilmiştir.





Şekil 3. Farklı tekerrürlere ait taşkın yayılımları ve derinlikleri

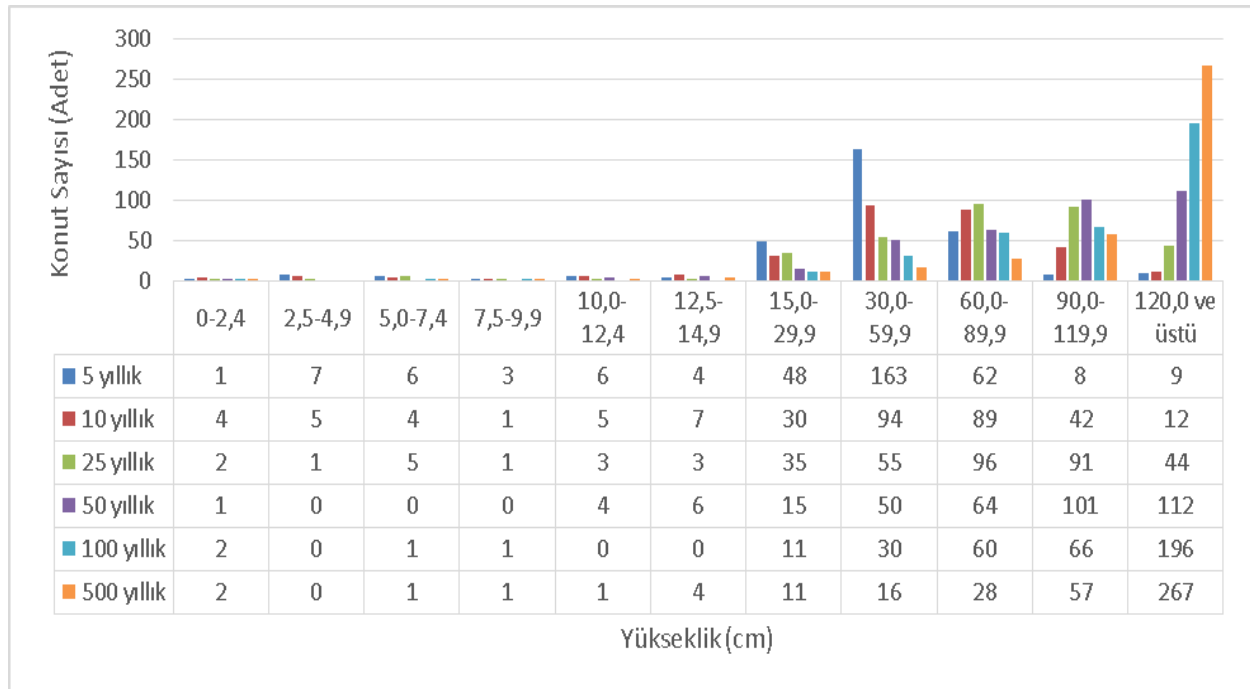
Taşkın derinliğinin topografyaya bağlı olarak değiştiği ve yükseltinin az olduğu yerlerde derinliğin fazla olduğu gözlenmektedir. Analiz sonucu Yeşilçay deresinde olması muhtemel 5 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için taşkın derinliğinin maksimum 3.37 m ye ulaştığı ve yayıldığı 0.998 km<sup>2</sup> lik alanda birçok turistik alanın taşkından etkilendiği tespit edilmiştir. 10 yıllık gelmesi muhtemel taşkın debisi için taşkın derinliği maksimum 3.57 m ye ulaştığı ve 1.09 km<sup>2</sup> lik bir bölgenin taşkından etkilendiği tespit edilmiştir. 25 yıl tekerrürlü taşkın debisinin meydana getirdiği derinliğinin 3.85 m'lere ulaştığı ve 1.213 km<sup>2</sup> lik bir alanın etkilendiği sonucuna varılmıştır. 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıllık gelmesi muhtemel debiler için yapılan analizlerde ise maksimum derinliklerin sırası ile 4.07 m, 4.29 m ve 4.66 m olduğu tespit edilmiştir. taşkına mazur kalan alanlar ise aynı tekerrürler için sırasıyla 1.29 km<sup>2</sup> 1.37 km<sup>2</sup> ve 1.48 km<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir.

Ağva Yeşilçay deresine ait taşkın yayılım haritaları kullanılarak farklı periyotlar için hesaplanan toplam taşkın yayılım alanları, Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Yeşilçay deresine ait farklı tekerrürlerdeki taşkın risk alanları

Periyot (Yıl)	Yeşilçay (km <sup>2</sup> )
5	0.998
10	1.097
25	1.213
50	1.292
100	1.374
500	1.484

Gelmesi muhtemel bu debiler ve hesaplanan alanlar ile Ağva merkezinde yer alan birçok yerleşimin risk altında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen yayılımlarla, çalışma sahasında yer alan CBS de işlenmiş mevcut bina stoku çakıştırarak binaların tekerrüre bağlı olarak taşkından etkilenme düzeyleri (taşkın su seviyeleri) tespit edilmiştir. Şekil 4'te farklı tekerrürlü taşkınlardan etkilenen bina sayılarını ve su seviyelerini gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 4. Farklı tekerrürlü taşkınlardan etkilenen bina sayıları ve su seviyeleri dağılımı

120 cm ve üstü su yüksekliğinden etkilenen bina sayısının, taşkından etkilenen diğer binalara nazaran fazla olmasının temel nedeni, çalışma sahasının turistik bir bölge olması nedeniyle yerleşimin büyük kısmının nehre çok yakın alanlarda, nehir kıyı çizgisi ile hemen hemen eş yükseltiye sahip alüvyal düzlüklerde konumlanmış olmasıdır. Buna göre, 100 ve 500 yıllık dönüş aralığına sahip taşkınların olması durumunda su altında kalan 1.37 km<sup>2</sup> ve 1.48 km<sup>2</sup> lik alanlarda sırasıyla 196 ve 267 adet binanın taşkından farklı derinliklerde etkilendiği tespit edilmiştir.

#### 4. Değerlendirme

Bu çalışmada Ağva ilçesi Yeşilçay deresine ait taşkın risk analizi yapılarak muhtemel taşkınlarda meydana gelecek zararın analizleri yapılmıştır. Taşkın analizinde 1 boyutlu hidrolik model kullanılmış, elde edilen sonuçlar mevcut bina stoku ile karşılaştırılarak her bir bina için taşkın su seviyeleri belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında Ağva ilçe merkezinde bulunan binaların farklı tekerrürlü taşkın debisine bağlı olarak hem düşük hem de yüksek risk potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bölgenin turistik bir bölge olması nedeniyle kıyılarda yerleşimin fazla olması yüksek derinliklerde suya maruz kalan binaların fazla olmasına neden olmaktadır. Taşkın derinliğinin bu bölgelerde yüksek olması yerleşime bağlı olarak taşkın meydana getirebileceği zararı da artırmaktadır. Farklı tekerrürlerde meydana gelen taşkınlardan etkilenen bina sayısı fazla değişmemekle birlikte maksimum su seviyeleri değişim göstermektedir.



Taşkınların meydana getirebileceği zararların belirlenebilmesi için ekonomik parametreler göz önüne alınarak taşkın analizleri bu kıstaslara göre yorumlanmalıdır. Bölge için üretilecek seviye zarar eğrileri ile, oluşabilecek zararlar öngörülmesi, taşkın risk haritaları da üretilerek gerekli tedbir alınmalıdır.

## Kaynakça

- [1] Özbal R., Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı,Afyon, 2010.
- [2] Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D., “Floodplain Visualization Using TINs”, CWR Online Report 99-5, The University of Texas, 1999, 7-14, 23-53.
- [3] Vojinovic Z., Tutulic D., On the use of 1D and coupled 1D-2D modelling approaches for assessment of flood damage in urban areas, Urban Water Journal, 2009, 6, 183-199.
- [4] Akar, I., Maktav, D., Kalkan, K., Özdemir, Y., “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, 2009., 23-26
- [5] Hung,N. N., Delgado, J. M., Tri, V. K., Hung, L. M., Merz, B., B’ardossy, A.and Apel, H., Floodplain hydrology of the Mekong Delta, Vietnam, Hydrological Processes, 2012,6, 674-686.
- [6] Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S., Çitgez, T., 2013. Aşağı Sakarya Nehrinde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi, SAÜ. Fen Bil. Der. , 2013, 17. Cilt, 3. Sayı, s. 363-369.
- [7] Sönmez O., “Nehirlerde 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi ve Taşkın Haritalarının Oluşturulması”, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [8] Snead, D.B, “Development and Application of Unsteady Flow Models sing Geographic Information Systems, Departmental Report”, Master of Science in Engineering, The University of Texas t Austin, USA. , 2000.
- [9] Anlı, A.. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(1), 99-106.
- [10] USACE., “Engineering and Design Hydrologic Frequency Analysis”, Department of Army, EM-1110-2-1415, USA,1993.
- [11] ÖZDEMİR H., “Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS Ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın Ve Heyelan Risk Analizi”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İSTANBUL, 2007.
- [12] USACE (US Army Corps Engineers), HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS Using ArcGIS,User’s Manuel, Davis, USA, 2005.
- [13] Chow, V.T., “Open Channel Hydraulics”, McGraw-Hill, New York, 1959.