

Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı Kesimi Taşkın Risk Tayini

¹Fatma Demir *¹Osman Sönmez

*¹Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

Özet

Dünyada birçok yerde taşkın yatakları yerleşim yeri olarak kullanılmaktadır. Kuvvetli ve ani yağışlar, kar erimeleri, bölgenin topoğrafik ve jeolojik durumu, nehir taşkınlarının meydana gelmesinin doğal nedeni olsa da taşkın yataklarındaki kontrolsüz şehirleşme taşkın zararlarının en önemli sebebidir. Türkiye’de bu zararlardan en çok etkilenen yerlerden biri de Aşağı Sakarya Havzasının Adapazarı kesiminin Mollaköy ile Rüstemler kesimleri arasındadır. Bu çalışmada havzanın hidrolojik özellikleri incelenmiş ve çalışma sahasına ait taşkın yayılım haritaları üretilmiştir. Bu amaçla bölgenin Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ArcGIS ortamında sayısallaştırılmış ve oluşturulan veriler MIKE 11 programına aktarılmıştır. Kesit ve kesitlerdeki pürüzlülük değerleri revize edilmiş ve model kalibrasyonu tamamlanmıştır. Hidrolojik veriler kullanılarak 5, 10, 50, 100 ve 200 yıllık tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmıştır. Farklı tekerrürlere ait taşkın debileri için çalışma sahasına ait taşkın yayılım haritaları üretilerek risk altında kalan alanlar belirlenmiştir. Bu çalışma ile bölgede yapılacak olan imar planları ve yönetmelikleri, yapılaşma faaliyetleri ve mevcut yapılaşmalar için risk değerlendirilmesi konusunda faydalı bir veri elde edilmiş olacaktır.

Anahtar kelimeler: Aşağı Sakarya Nehri, Tekerrürlü Taşkın Debisi, Taşkın Risk Haritası, MIKE 11

Abstract

In many regions of the World, floodplains are used as a settlement. Heavily and suddenly rainfall, snow melt, the region of topographical and geological condition caused river floods by natural means but the most common cause of flood damage is uncontrolled urbanization in floodplains. One of the places which is most affected by this damage, is also between Mollaköy and Rüstemler of The Lower Sakarya River Basin part of Adapazarı. In this study, hydrological characteristics of basin have been examined and flood inundation maps have been produced for study area. For that purpose, digital elevation model (DEM) have been digitized using ArcGIS and data which created by ArcGIS is exported to MIKE 11. Roughness coefficient values revised and model calibration completed for cross-sections. 5, 10, 50, 100 and 200-years return period discharges were calculated using hydrological data. The area at risk are determined using created flood inundation maps of the study area for different return period discharges. Useful information for evaluating risk of development plans and regulations, new settlement and existing structures will be obtained.

Key words: Lower Sakarya River, Return-Period Discharges, Flood Inundation Maps, MIKE 11

1. Giriş

Türkiye'nin farklı meteorolojik, jeolojik ve topoğrafik şartları; deprem, taşkın, kuraklık, yangın, heyelan, erozyon gibi çeşitli doğal afetlerle karşı karşıya olmasına neden olmaktadır. Afetleri oluşturan doğa olaylarını önleyebilmek mümkün değildir, ancak afetlerden korunma önlemlerinin alınması, sonrasında oluşacak can ve mal kayıplarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Türkiye'de depremlerden sonra, en fazla can ve mal kaybına sebep olan doğal afet taşkındır.

Özellikle son yıllarda küresel iklim değişikliği beklentisi nedeniyle su kaynaklarının yönetimi daha da önem kazanmaktadır. Akarsularda taşkınlara sebep olan yağışlar, ya hiç yağmamakta ya da birden çok fazla yağmaktadır. Yağışın olmadığı dönemlerde kuru dere gibi gözükken yataklara yerleşim yerleri inşa edilerek yatak genişliği azaltılmaktadır. Böylece yatak kapasitesinin üzerinde ve aniden oluşan debilerin kontrolü çok zorlaşmakta, can ve mal kaybıyla sonuçlanan büyük taşkın afetleri yaşanmaktadır. Bu yüzden, oluşabilecek taşkın debilerinin önceden belirlenmesi ve bu taşkınların oluşturabileceği tehlikenin önüne geçebilecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

Taşkınları tanımak, onların davranışlarını ve olasılıklarını tahmin etmek insan yaşamı açısından önemlidir. Taşkın debisi ve analizi ile ilgili dünyanın birçok yerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalardan bazıları şu şekildedir: ABD'nin değişik yerlerinde bulunan kaynaklar ve gözlem süresi 44-97 yıl arasında değişen 10 AGİ'nin taşkın değerleri üzerine araştırma yapılmıştır [1]. ABD'nin 300 AGİ'si üzerinde değişik olasılık dağılımları için 1000 yıllık taşkın debilerini elde edilmiş, LP3 ve LN dağılımları en uygun dağılım olarak kabul edilmiştir [2]. Avusturalya'da gözlem süresi en az 20 yıl olan 61 AGİ'den alınan taşkın debileri için araştırma yapılmış, L-moment diyagramlarını kullanılarak GEV, LN3 ve LP3 dağılımlarının gözlenen sonuçlara uygun oldukları ortaya çıkarılmıştır [3]. Texas'ta Waller Nehir Havzası'nı çalışma alanı olarak seçilip, bu havzanın topoğrafik verilerinden oluşturulan Triangulated Irregular Network (TIN) adı verilen üçgen interpolasyonlardan meydana gelen arazi modeli ve hava fotoğraflarıyla HEC-RAS'a girdi olarak kullanılacak kesitler belirlenmiş ve hidrolik model sonuçları ArcView'e girilerek, iki ve üç boyutlu taşkın risk haritalarını oluşturulmuştur [4]. Kolombiya'da Atrato Nehri'nde meydana gelecek taşkınların etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada taşkın debilerini bulabilmek için çeşitli istatistiksel metotlar kullanılmış, bulunan bu debiler HECRAS hidrolik modeline girilmiş ve çıkan sonuçlar CBS'de gösterilmiştir [5]. İzlanda'da Jökulhlaup adı verilen buzullarda meydana gelen erime sonucu oluşan akımın yerleşim yerlerinde meydana getireceği taşkın riski araştırılmıştır [6]. Başka bir çalışmada Mike 11 yazılımını kullanılarak bulunan su seviyeleri ArcView Programı ile hazırlanan SYM'ye girilmiş ve Bulgaristan Novi Iskar Sahası için taşkın analizi yapılmıştır [7].

Türkiye'de taşkın debisi ve analiziyle ilgili yapılan çalışmalardan bazıları ise şu şekildedir: Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Log Pearson Type III (LP III) dağılım yöntemiyle hesaplanan 50 yıllık tekerrür süresine sahip akımların oluşturacağı potansiyel taşkın alanlarını, CBS teknikleri kullanarak değerlendirilmiş ve sonuç olarak çalışma alanının kuzeybatı kesimlerinin göreceli olarak daha fazla taşkın potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir [8]. İstanbul Kurbağalı

Dere'nin taşkın sahalarını belirlemek için CBS kullanılmıştır. Bu tür çalışmalar yapılırken en önemli parametrenin veriler olduğu dile getirilmiştir [9]. Başka bir çalışmada ise CBS kullanılarak Ulus Havzası'nın hidrolojik taşkın analizi yapılmış ve olası taşkınları tahmin etmek için Mike 11 modelleme sistemi kullanılarak 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmış ve taşkın risk haritası oluşturulmuştur [10]. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi gerçekleştirilmiştir [11].

İstanbul Beykoz sınırındaki Yeniçiftlik Nehir Havzası'nda 10, 50 ve 100 yıl tekerrürlü debilerin oluşturacağı taşkın alanları tespit edilmiştir [12]. Amerika Iowa eyaletinde bulunan Cedar Nehrinin tam ortasından geçtiği Waverly şehri çalışma sahası olarak kullanılmıştır. Dört ana amaçlı bir çalışma yapılmıştır. Bunlardan ilki sabit akışlar için taşkın haritalarının yayılımının elde edilmesi ile bu haritalar sayesinde su seviyesi ile taşkın riski arasındaki ilişkinin belirlenmesini sağlamıştır. İkinci amaç ise; farklı çözünürlük değerlerinin taşkın yayılım haritalarının sonuçlarını nasıl etkilediğinin tespit edilmesidir. Üçüncü amaç ise; çalışma sahasına ait taşkın risk zonlarının belirlenmesidir. Çalışmanın dördüncü amacı ise 100 yıl tekerrürlü taşkın gelişimini belirleyerek taşkın risk yönetiminin planlamasıdır. Bu amaçla 1 ve 2 boyutlu modellerin birlikte ele alındığı MikeFlood hidrodinamik programı ve 1 boyutlu Hec-RAS hidrolik modelleme programı kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiş ve olası taşkın durumunda can ve mal kayıplarını en aza indirmeye için taşkın risk planı oluşturulmuştur [13].

Bu çalışmada ise, Sakarya ili merkez sınırını içine alan Sakarya Nehri havzasının taşkın risk tayini çalışmaları, MIKE 11 ve CBS ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle çalışma alanının fiziksel özellikleri üzerinde durulmuş ve hidrolojik ve hidrolik parametreleri belirlenmiştir. Yapılan 1 boyutlu model, çalışma sahası Sakarya Nehrinin Mollaköy ile Rüstemler arasında kalan Adapazarı kesimini kapsayan yaklaşık 20 km'lik alan için oluşturulmuştur (Şekil 1). Bu amaçla nehir yatağı için ölçülmüş enkesit verileri ile nehir sağ ve sol kıyıları için 1:25000 lik haritadan faydalanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Taşkın risk çalışmaları için yapılan hidrolik modellemede Doğançay AGİ 47 yıllık maksimum anlık feyzan akım (MAFA) verileri kullanılmıştır. Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak hesaplanmış 5, 10, 50, 100 ve 200 yıl tekerrürlü taşkın debileri için oluşabilecek taşkın alanları tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Suyollarında ve çevrelerindeki sel yataklarında, su basma alanlarının ve su derinliklerinin bulunması gibi hidrolik analizler için geliştirilen çeşitli hidrolik model tipleri bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı CBS ile entegre edilerek çalışabilecek hale getirilmiş veya yazılan ara yüzlerle bu işlem sağlanmıştır. Bu tip modellerden en çok kullanılanlardan bir tanesi Danimarka Hidrolik Enstitüsü'nün hazırladığı MIKE 11 model serisinin hidrodinamik (HD) modülüdür.

1 boyutlu hidrodinamik modelleri kurmak için 2 temel veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar sınır koşulları ve topoğrafik veriler olarak sınıflandırılabilir. Memba debi değeri ve mansab su yüzü kotu modelin sınır koşullarının oluşturulması için gerekli verilerdir. Akarsu yatağı ve taşkın yatağına ait kesitlerde modelin topoğrafik altyapısını oluşturmaktadır. Model çıktıları ise her kesit için su seviyesi ve debi değerlerini vermektedir.

Fakat sonuçlar sadece kesit bilgisinin olduğu noktalar için elde edilebilmektedir. Bu yüzden model oluşturulurken kesitler sonuç elde edilmek istenen noktaları belirli bir stratejiye göre yerleştirilmelidir.

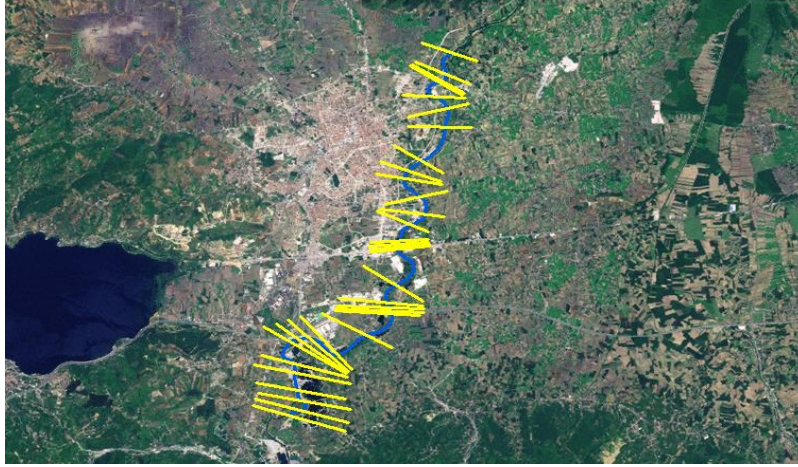
Hidrodinamik modeller nehir ve taşkın yatağı topoğrafyası ve bunlara dahil olan insan yapımı hidrolik yapılar ve taşkın kontrol yapıları da dahil olmak üzere bu veriler doğrultusunda çalışmaktadır [13].

Akarsulara ait hidrolik modellemelerin yapılabilmesi için akarsu yataklarına ait geometrik verilere ihtiyaç vardır. Bu veriler genel olarak akarsu sistemlerinin bağlantısını kurulması, yatak enkesitleri, bağlantı noktalarının tanımlanması, hidrolik yapılara ait veriler ve en kesit enterpolasyonlarından meydana gelmektedir. Çalışmada kullanılan geometrik veriler ise akarsular, akarsu kıyısı, akış yolları, en kesitler, köprüler ve arazi kullanımını dadasıdır.

Geometrik verilerin oluşturulmasında altlık veri olarak TIN (düzensiz üçgen ağ) oluşturulmuştur. Yatak içinde ölçülen enkesit verileri yatak dışında ise eşyüksekti eğrilerine ait noktaların kullanılmasıyla üretilen TIN modeli, yatak içinde ölçülmüş kesitler yatak dışında ise 1:25000 ölçeğindedir.

Özellikle CBS teknolojilerindeki ilerleme ve sayısal yükseklik modellerindeki kalite artırımlarıyla birçok hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda uygulamalar artmıştır. HEC-GeoRAS, ArcGIS CBS yazılımı içerisinde bir uzantı olup mekansal verilerin pratik olarak işlenmesi için üretilmiştir [14].

Bu çalışmada ise ArcGIS CBS yazılımı içerisinde bir uzantı olan HEC-GeoRAS programı yardımıyla nehir, sağ ve sol sahil şeritleri ve enkesitler sayısallaştırılarak bir boyutlu analizler için kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Geometrik verilerin oluşturulması

ArcGIS program içerisinde bulunan HEC-GeoRAS modülü yardımıyla oluşturulan geometrik veriler çalışma alanı sınırları ve projeksiyon sistemi tanıtıldıktan sonra MIKE 11 programına aktarılmıştır (Şekil 4). MIKE 11 programı içerisinde modelin analizi için gerekli olan simülasyon dosyası, nehir ağı (river network) dosyası, kesit (Cross-Section) dosyası, sınır koşulları (Boundry Conditions) dosyası ve hidrodinamik (HD) dosyası oluşturulmuştur.

Oluşturulan nehir ağı üzerinde hidrolik yapı elemanları da buldukları koordinatlarda gerçeğe uygun olarak tanımlanmıştır. Çalışma sahası olan Sakarya Nehri Adapazarı kesimi yaklaşık 20 km olup nehir üzerinde 3 adet köprü bulunmaktadır. Köprüler içinde nehir ağı dosyası içerisinde hesaplama yöntemi olarak Enerji Denklemleri seçilerek modele girilmiştir.

Geometrik verilerin aktarılmasından sonra kesit (Cross-Section) dosyası içerisinde nehir yatağı boyunca ölçülmüş kesit verileri sisteme girilmiştir. Ayrıca manning n pürüzlülük değerleride arazi kullanımı ve saha çalışmaları sonucu belirlenerek sisteme girilmiştir.

Hidrolik yapıların tasarlanması, su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve taşkın ötelenmesi gibi mühendislik aktivitelerinde taşkın karakteristiklerinin doğru tahminleri gerekmektedir. Eğer gereğinden büyük tahmin yapılmışsa maliyette önemli artışlar, eksik tahmin yapılmışsa can ve mal kayıpları riski meydana gelebilmektedir. Bu yüzden hidrolojik frekans analizlerinde bir dağılımın verilere uygun olup olmadığı kesin olarak bilinmediği için çeşitli olasılık dağılımları denenerek bunların arasından veriye hem en yakın dağılımı saptamak, hem de yapılan tahminlerin ne denli doğru olduğunun da değerlendirmesinin yapılması çok önemlidir [15].

Yapılan çalışmada ise akım verileri; Aşağı Sakarya havzasının akım gözlem istasyonu (AGİ) verilerinden 47 yıllık akım verileri kullanılmıştır ve uygulanan L-moment testi ile Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu seçilmiştir. Böylelikle taşkın risk çalışmaları için yapılan

hidrolik modellemede 47 yıllık maksimum anlık feyezan akımları ile hesaplanan ve Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak 5, 10, 50, 100 ve 200 yıl tekerrürlü taşkın debileri Tablo 1’de görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

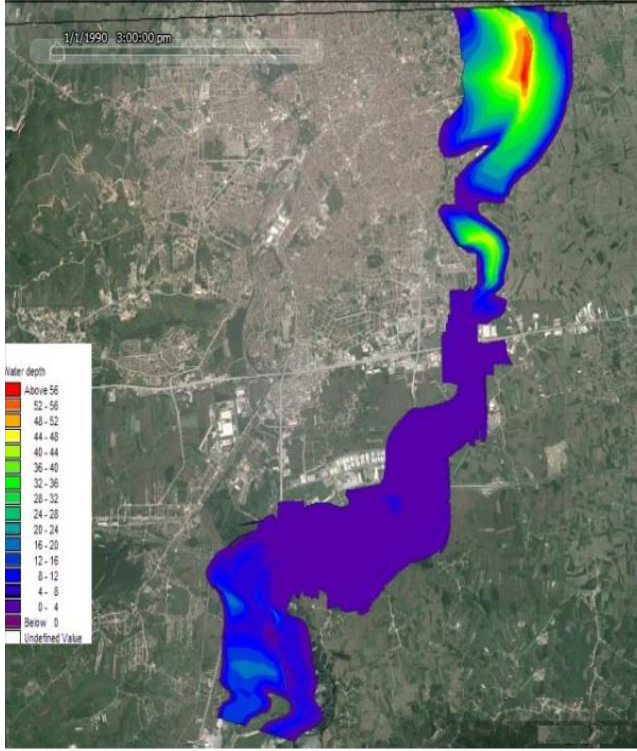
Tablo 1. Hesaplanan Taşkın Debileri

| T(Yıl) | Q(m ³ /s) |
|--------|----------------------|
| 5 | 579.81 |
| 10 | 703.13 |
| 50 | 999.09 |
| 100 | 1135.70 |
| 200 | 1279.40 |

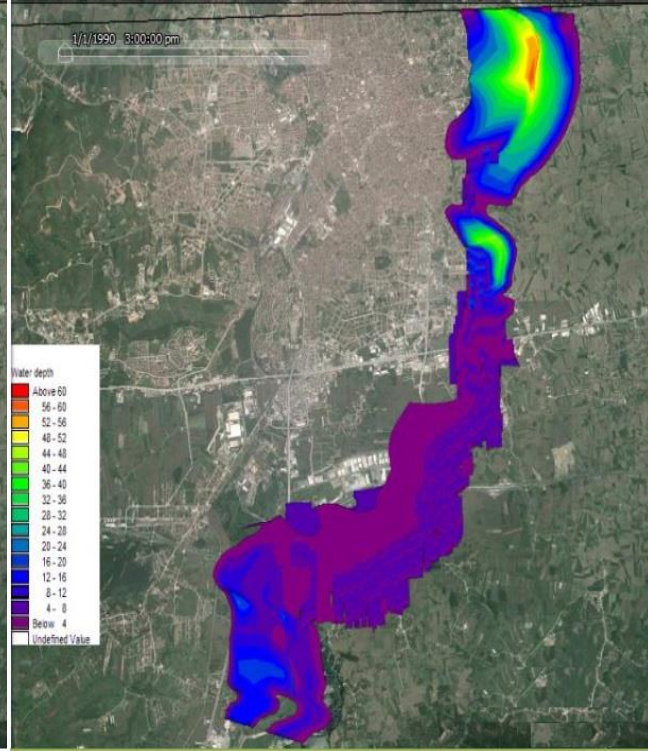
Kesitlerin düzenlenmesinden sonra sınır koşulları Boundry Conditions dosyası içerisinde belirlenmiş ve analiz için daha önceden Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu ile hesaplanmış taşkın debileri (Tablo 1) hidrodinamik dosyası içerisinde çalışma alanı üzerinde bulunan köprü verileri HD parametreleri ile girilmiş ve sistem analiz edilmiştir.

3. Sonuç

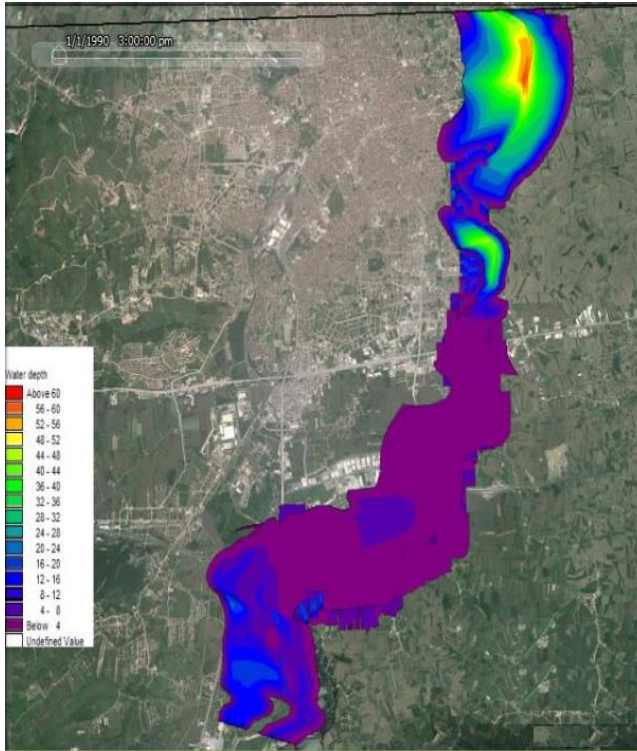
Taşkın risk çalışmaları için yapılan hidrolik modellemede maksimum anlık feyezan akımları ile hesaplanan ve Log Pearson Tip III olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak 5, 10, 50, 100 ve 200 yıl tekerrürlü taşkın debileri için oluşabilecek taşkın alanları tespit edilmiştir (Şekil 3-7).



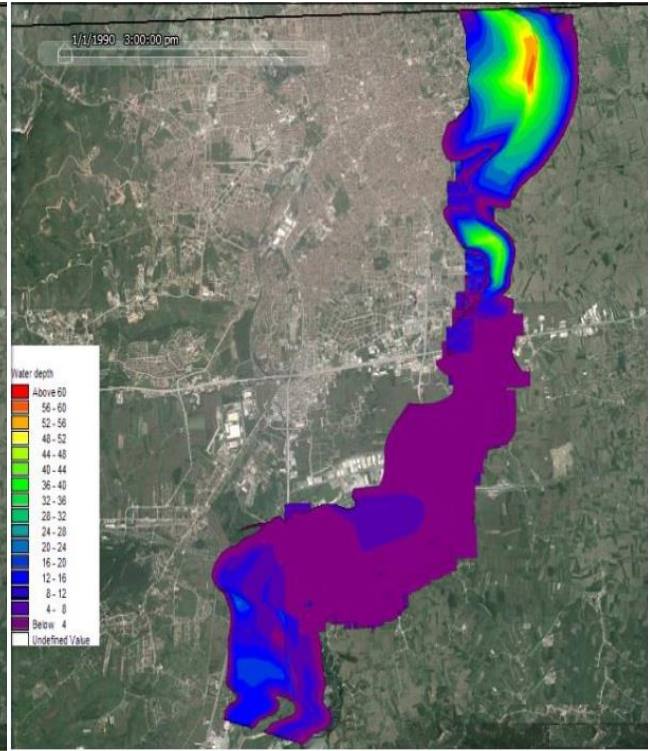
Şekil 3. 5 yıl tekerrürlü debi için yayılım



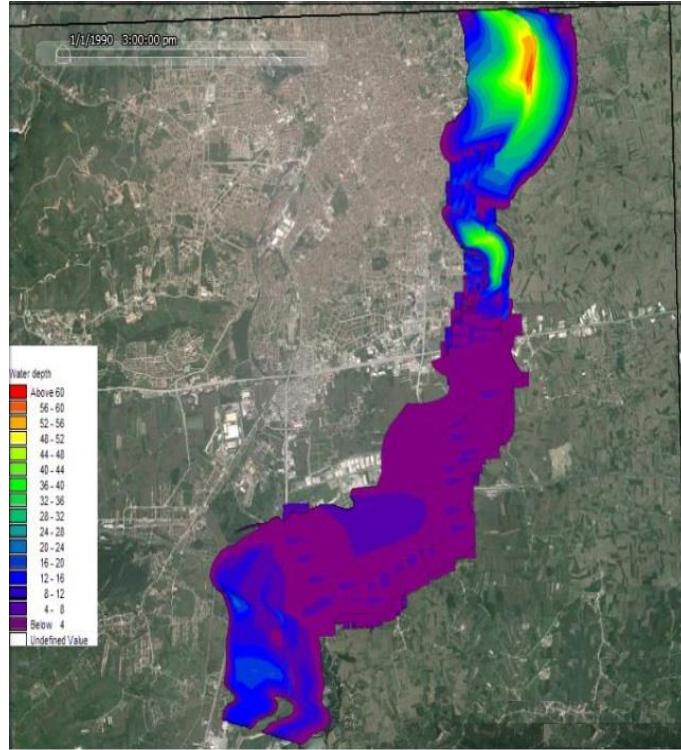
Şekil 4. 10 yıl tekerrürlü debi için yayılım



Şekil 5. 50 yıl tekerrürlü debi için yayılım



Şekil 6. 100 yıl tekerrürlü debi için yayılım



Şekil 7. 200 yıl tekerrürlü debi için yayılım

5 yıl tekerrürlü taşkın $579 \text{ m}^3/\text{s}$ lik debi durumunda nehrin sol kıyısında taşkın iç kesimlere doğru ilerlerken sağ kıyısında bulunan tarım arazilerinde de taşkınlara neden olmaktadır. Yerleşim yerleri, hastane ve tarım arazilerinin taşkın tehlikesiyle karşı karşıya olduğu bulgusu elde edilmiştir.

10 yıl tekerrürlü taşkın $703 \text{ m}^3/\text{s}$ lik debi durumunda nehrin sağ ve sol kıyı çizgisinde taşkınlara neden olmaktadır. Taşkınların nehir kıyısından şehrin iç kesimlerine doğru özellikle Nehirkent ile Güneşler Mahallesi civarında 0.74 km^2 'ye kadar gelişimi ve taşkın su derinliği artışı gözlenmektedir.

50 yıl tekerrürlü taşkın $999 \text{ m}^3/\text{s}$ lik debi durumunda nehrin sağ ve sol kıyı çizgisinde taşkın derinliği $4-5 \text{ m}$ 'ye yaklaşmakta ve taşkın alanı şehrin iç kesimlerine doğru artmaktadır.

100 yıl tekerrürlü taşkın $1135 \text{ m}^3/\text{s}$ lik debi durumunda nehrin sağ ve sol kıyı çizgisinde taşkın derinliği 6 m 'ye yaklaşmakta ve yerleşim bölgelerine yayılmaktadır.

200 yıl tekerrürlü taşkın $1279 \text{ m}^3/\text{s}$ lik debi durumunda nehrin sağ ve sol kıyı taşkınlar meydana gelmekte köprüler ve yollar taşkın suları altında kalmaktadır. Taşkın alanında hacimsel ve alansal artış gözlenmektedir.

Hesaplanan gelmesi muhtemel 5 yıl ve üzeri taşkın debisiyle Adapazarı Toyota Otomobil Fabrikası'nın da aralarında bulunduğu 1'inci Organize Sanayi Bölgesi, Hanlı Beldesi, Adapazarı'nın bir bölümünün de sular altında kalması edinilen bulgular içerisinde yer almıştır.

Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı kesimi taşkın yatağında bulunan yaşam alanları, konutlar, sanayi ve tarım alanları taşkın riski ile karşı karşıyadır.

4. Değerlendirme

Plansız yerleşimler ve yetersiz altyapı nedeniyle taşkın afetleri can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle taşkın yatağı içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler taşkın riski düşünülerek planlanmalıdır. Elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların yoğun bir şekilde kullanılması, akarsu ve derelerin yatakları içinde veya etrafında taşkın riski taşıyan alanların iskâna açılmasının engellenmesi, daha önce inşa edilmiş taşkın tesislerinin üzerilerinin kapatılması, açık mecraların kapalı mecralara dönüştürülmesi ile taşkın zararlarına engel olunmalıdır. Taşkın yataklarındaki yerleşimler imkanlar ölçüsünde daha uygun yerlere taşınarak imar planları yenilenmeli veya taşkın yatağı içinde bulunan yerleşim yerleri için taşkın zararlarından koruyacak istinad duvarı gibi yapılar inşaa edilmelidir.

Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı kesimine ait elde edilecek daha kapsamlı haritalar ile yapılacak 2 boyutlu bir çalışmanın taşkından etkilenen binaların tespiti ve önem derecesine yönelik tedbirler alınması konusunda faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Bölgenin meteoroloji, hidroloji, topoğrafya, morfoloji, bitki örtüsü vb. gibi faktörleri de hesaba alınarak, değişik sürelerde ortaya çıkabilecek yağış şiddetlerinden yararlanılarak gelecekteki taşkınlardan, taşkın yataklarında ortaya çıkabilecek yüzeysel su derinliklerinin önceden belirlenip bildirilmesi, izlenmesi ve gerekli uyarıların yapılabilmesi için meteorolojik tahmin ve erken uyarı sistemleri geliştirilmelidir. Taşkın anı ve sonrasında panik durumunun ortadan kaldırılması taşkın zararının en aza indirgenmesi için veri toplama ve veriye erişimin sağlanacağı alternatif teknoloji ile oluşturulacak taşkın risk haritaları daha doğru sonuçlar verecektir.

References

- [1] Benson, M.A. Uniform Flood-Frequency Estimating Methods For Federal Agencies. Water Resour. Res. Cilt 4(5), 1968, Syf. 212-230.
- [2] Beard, L.R. Flood flow frequency techniques. Center for res.in water resour, Univ. of Texas. Austin, Tex., 1974.
- [3] Vogel, R.W. Ve McMahon, T.A., CHIEW, F.H.S. Flood flow frequency model selection in Australia, J. Hydrol. Cilt 146. 1993. Syf. 421-449.
- [4] Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D., "Floodplain Visualization Using TINs", CWR Online Report 99-5, The University of Texas, 1999, 7-14, 23-53.
- [5] Machado, M.S., AHMAD, S., "Flood Hazard Assessment of Atrato River in Colombia", Water Resources Management, 21 (3) 2006: 591-609.
- [6] Alho, P., Roberts, M.J., Kayhko, J., "Estimating the Inundation Area of a Massive, Hypothetical Jokulhlaup From Northwest Vatnajokull, Iceland", Natural Hazards, 41 (1)2007: 21-42.
- [7] Balabanova, S., Koshinchanov, G., Dimitrov, D., "GIS Tools and Hydraulic Modeling Usage in Flood Simulation Via DHI Mike 11 Platform (On the Example of Novi Iskar Area)", Edirne Taşkın Konferansı,2008, 143.
- [8] Temiz, N., Aksoy, H., Ercanoğlu, M., Batı Karadeniz Bölgesi'nde Potansiyel Taşkın Alanlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 47, Sayı 2, Beytepe/ANKARA, 2004
- [9] Kılınç, İ., Şahin, V., "İstanbul'daki Kurbağalı Dere'nin Taşkın Sahasını Belirlemede HEC-RAS Kullanılması", I. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Ankara, 2005, 317-325.
- [10] Usul, N. Ve Turan, B., Flood Forecasting and Analysis within the Ulus Basin, Turkey, Using Geographic Information Systems, Natural Hazards, 2006, 39, 213-229.
- [11] Özdemir, H., "Havran Çayı Havzası'nın (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2007, 3-8.
- [12] 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
- [13] Sönmez O., "Nehirlerde 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi ve Taşkın Haritalarının Oluşturulması", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013
- [14] Özcan, O., "Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama Ve Cbs İle Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [15] Anlı, A.. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006, 19(1), 99-106.