

# MIKE Hidrolojik Model Programı ile Alanya İlçesi Oba Çayı Taşkın Bölgesinin Modellenmesi

Zübeyde Demirel<sup>1,\*</sup>, Mehmet Dikici<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 74050, Antalya.

## Özet

Günümüzde küresel ısınmanın etkisi ile kuraklık ve taşkınlar ciddi bir sorun haline gelmiştir. İklim değişikliği dünyanın var oluşundan itibaren devam eden bir süreç olmasına rağmen, günümüzde insani faaliyetler nedeniyle oldukça hızlı bir değişime sahiptir. İklim değişikliği ile birlikte sıcak hava dalgaları, seller, tayfunlar gibi birçok meteorolojik olay hayatı olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliği birçok bölgede yağış rejimlerinin değişmesine neden olmuştur. Yağışların büyük bir kısmının sağanak şeklinde yağmaya başladığı görülmektedir. Sağanak yağışlar sonucunda suların dere yataklarının dışına çıkarak taşkınları meydana getirdiği görülmektedir. Bu sebeple, dere yataklarına ait taşkın yayılım alanlarının önceden belirlenmesi taşkına bağlı zararların azaltılması açısından oldukça önemlidir. Önceden belirlenen taşkın yayılım haritalarına göre dere ve nehir yatakları taşkın anındaki debiyi taşıyacak kapasiteye getirilerek can ve mal kayıplarının yaşanmasının önüne geçilebilmektedir. Taşkın olayının matematiksel olarak modellenmesi için HEC-RAS ve MIKE gibi birçok farklı taşkın modelleme yazılımı kullanılmaktadır. Bu programlar, taşkın hadisesinin analizi ve riskinin tespiti konusunda oldukça yarar sağlamaktadırlar. Bu çalışma, Antalya ilinin Alanya ilçesinde bulunan Oba Çayı'nın taşkın risklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. DSİ (Devlet Su İşleri) 13. Bölge Müdürlüğü tarafından elde edilen hidrograf verilerinde bulunan tekerrür sürelerine sahip debiler kullanılarak MIKE programı yardımı ile taşkın risk analizi yapılmış ve taşkın dağılımları incelenmiştir. Bu doğrultuda risk potansiyeli yüksek ve taşkın oluşturabilecek sahalarda tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçları, taşkın öncesi afet risklerini öngörmek ve yönetebilmek için önem arz etmektedir.

## Anahtar Sözcükler

İklim Değişikliği, Taşkın, MIKE Hidrolojik Model Programı, Taşkın Analizi

## Modeling of Alanya District Oba Çayı Flood Zone with MIKE Hydrological Model Program

### Abstract

Today, droughts and floods have become serious problems due to the effects of global warming. Although climate change has been an ongoing process since the beginning of the world, it is currently undergoing rapid change due to human activities. Along with climate change, many meteorological events such as heat waves, floods, and typhoons are negatively affecting life. Climate change has caused changes in rainfall patterns in many regions. It has been observed that a large portion of rainfall now occurs in the form of heavy rainfall. As a result of heavy rainfall, water flows outside riverbeds, causing floods. For this reason, determining flood-prone areas belonging to riverbeds in advance is very important in terms of reducing flood-related damage. By enhancing the capacity of river and stream beds to accommodate flood flows during floods based on pre-determined flood inundation maps, it is possible to prevent loss of life and property. Various flood modeling software programs, such as HEC-RAS and MIKE, are used to mathematically model flood events. These programs provide significant benefits in analyzing flood events and identifying risks. This study aims to assess the flood risks of the Oba Çayı River located in the Alanya district of Antalya province. Flood risk analysis was conducted and flood distributions were examined using the MIKE program with the help of discharge data with recurrence intervals obtained from the hydrograph data obtained by the 13th Regional Directorate of the State Hydraulic Works. In this context, areas with high risk potential and capable of causing floods were identified. The results of the analysis are significant for predicting and managing flood-related disaster risks prior to a flood event.

### Keywords

Climate Change, Flood, MIKE Hydrological Model Program, Flood Analysis

## 1. Giriş

İklim değişikliği, iklimin durumunda uzun yıllar boyunca meydana gelen değişimler olarak tanımlanabilir. İklim değişikliği, doğal süreçler ve dış etmenler ile oluşabilir. İnsan etkileri sonucunda atmosferi oluşturan gazların oranlarında ortaya çıkan önemli değişiklikler sonucunda her yılın bir önceki yıldan daha sıcak olduğu ve sıcaklık rekorlarının kırıldığı görülmektedir (Türkeş, 2012).

Türkiye sahip olduğu coğrafi, atmosferik ve iklim koşulları nedeniyle küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır (Cebeci vd., 2019). Küresel ısınma; şiddetli fırtına, kuvvetli yağış gibi meteorolojik olaylara ve bu olaylara bağlı oluşan seller, taşkınlar gibi hidrolojik olaylara sebep olmaktadır (Türkeş vd., 2000). Ülkemizde en fazla yağış alan yerler arasında Akdeniz bölgesinde Antalya ili yer almaktadır (Er & Şener, 2023; İşler vd., 2016). Aşırı yağmur sebebiyle akarsuların taşması ve taşkına sebebiyet vermesi zaman zaman görülen doğal afetlerdendir. Havzada eğim değerlerinin yüksek olması yağışla düşen suların hızlı akışa geçerek taşkın oluşturma potansiyelini arttırmaktadır. Bu durum taşkın riskini arttırmaktadır (Demir, 2014; İşler vd., 2016).

Taşkın; nehir yatağının normal yapısının korunmasına rağmen normalden daha fazla yağış alarak nehir yatağı dışarısına çıkmasıyla da kaynaklanabilmektedir. Taşkın, barajlardan normalden fazla su bırakılması, nehir yatağının kesitinin daraltılarak yapılaşmaya açılması gibi nedenlerle akarsuyun yatak kesitine sığmayarak çevresine zarar vermesidir (Karataş, 2019; Demir & Keskin, 2022). Taşkınlar oluşum sürelerine göre; yavaş gelişen taşkınlar, hızlı gelişen taşkınlar, ani taşkınlar, oluşum yerlerine göre ise dere ve nehir taşkınları, dağlık alan taşkınları, şehir taşkınları ve kıyı taşkınları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Gülbaz, 2019). Taşkın olayı hem dünyada hem de ülkemizde sıklıkla yaşanan olaylar arasında yer almaktadır. Taşkınlar bir veya bir kaç gün sürebilmekte, taşkına sebep olan suyun çekilmesi belirli bir zaman alabilmektedir. Taşkınlar düzensiz kenteleşme ile birlikte artmaktadır.

Artan nüfusun barınma ihtiyacının karşılanması için hızlı ve kontrolsüz kenteleşme tahribata sebebiyet vererek topoğrafyayı etkilemektedir. Bu sebeple iklim değişikliği ve doğal örtünün bozulmasından kaynaklı yağış ve dere yatakları kapasitesi ters orantılı bir şekilde ilerleyerek sel ve taşkın gibi olaylara zemin hazırlayarak hayatı olumsuz etkilemektedir. Meydana gelecek kayıpların önlenmesi için özellikle kentsel alanlardan geçen derelerin modellenmesi ve taşkın yayılım haritalarının oluşturulması gerekmektedir (Gülcü, 2021).

Taşkın yönetimi, taşkın etkilerinin neler olacağını tespit etmek ve taşkın zararlarını minimuma indirmek için yapılan çalışmaların tamamı şeklinde tanımlanmaktadır (Ertürk & Nihat, 2019; Dikici & Aksel, 2019). Taşkına karşı önlem alınabilmesi için akarsu havzasında oluşabilecek maksimum taşkın debisinin bilinmesi çok önemlidir (Dikici & Aksel, 2019). Taşkın debilerinin ve etki alanlarının belirlenmesinde birçok hidrolojik program kullanılmakta olup HEC-RAS, MIKE bunlardan bazılarıdır (Brunner, 2016). MIKE 21 serbest yüzeysel akışlar için tasarlanmış bir modelleme sistemidir (Kadam & Sen, 2012). Körfezlerde, akarsu ağızlarında, kıyı bölgelerinde ve göllerde meydana gelen hidrolik ve çevresel olayların simülasyonu için kullanılabilir (Gündemir, 2006).

Taşkınla mücadele önlemlerinin başında dere yatağı ıslahı, dere yataklarının düzenlenmesi, dere yatağından kaçınmak, dere yataklarını ve dere kenarlarında kot seviyesi çok düşük arazileri yerleşime açmamak, ulaşım ağlarını bu kesimlerden geçirmemek gibi tedbirler gelmektedir. Bu tedbirleri uygulayabilmek için hidrolojik model programları kullanılmaktadır (Üyüklüoğlu vd., 2015).

Bu çalışma kapsamında MIKE hidrolojik model programı kullanılarak Alanya Oba Çayı hidrolojik modeli oluşturulmuştur. Oba Çayı'nda herhangi bir taşkın anında taşkın oluşma olasılığı ve etkilerinin neler olacağını inceleyerek taşkın yaşanmadan önce alınacak tedbirlerle ilgili öneriler sunmak bu çalışmanın temel amacıdır. MIKE hidrolojik model programı çalışmasında kullanılacak debi değerleri Antalya ili, Alanya ilçesi Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den talep edilmiştir. MGM'den belirli yılları kapsayan yağış verileri temin edilmiş, Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı yardımıyla tekerrür debileri ve hidrograflar oluşturulmuştur. Analiz sonucu 5 adet gözlem istasyonuna ait yağış verilerinden WMS 11.0 programı ile tekerrür analizi yapılarak  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{200}$  ve  $Q_{500}$  senelik tekerrür aralıklarına ait hidrograflar belirlenmiştir (Dikici & Kazezyılmaz-Alhan, 2018). Elde edilen hidrograflar ile bir taşkın modeli kurulup taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekerrür debileri kullanılarak MIKE hidrolojik programı ile Oba Çayı taşkın model haritaları üretilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

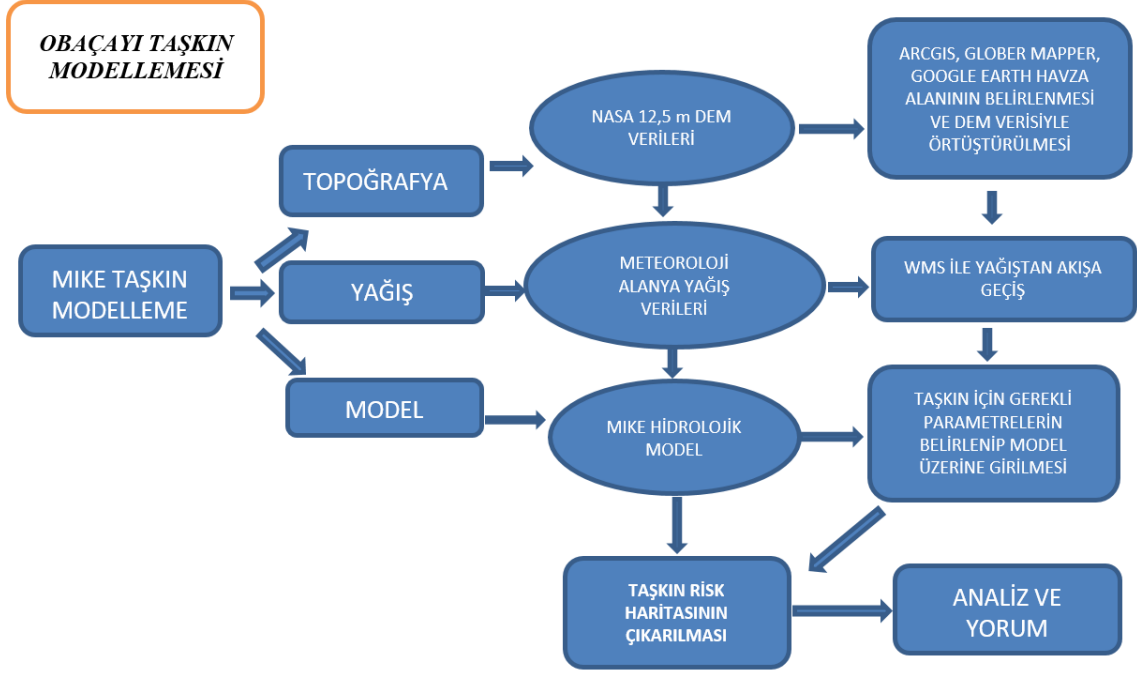
### 2.1. Kullanılan Veriler

Oba çayına ait havzanın hidrolojik modellenmesi için akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir. Alanya ilçesinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'ne ait Oba yağış gözlem istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyona ait 1941-2023 yılları arasındaki günlük toplam yağış miktarları ile 1964-2020 yılları arasında standart sürelerde gözlenen en büyük yağışlar (mm) ve tekerrür analiz değerleri alınmış ve debi hesaplamalarında kullanılmıştır.

Modellemelerde kullanılacak olan SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) verisi ise NASA DEM Elevation Data (1-arc second Resolution SRTM/ASTER DEM)'dan alınmıştır. DEM verilerinin çözünürlüğü 12,5'dir. Hızlı ve kolay bir şekilde elde edildiği için çalışmada NASA DEM verisinin kullanılması tercih edilmiştir. Harita Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan 5 m çözünürlüklü DEM verileri kullanılarak taşkın yayılım alanlarını daha hassas bir şekilde incelenebilmektedir.

ArcMap ve Global Mapper Programları yardımıyla öncelikli olarak kırma işlemi yapılarak çalışma alanına ait DEM .tif formatında kaydedilmiş, sonrasında veriyi .xyz formatına çevirmek için Global Mapper programı kullanılmıştır. MIKE programı .xyz uzantılı DEM verileri üzerinde işlem yaptığı için format dönüşümü (.tif to .xyz) gerçekleştirilmiştir.

Meteorolojik verilerden akış verilerini hesaplamak için Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı kullanılmıştır. Bu program akarsu havzası modellerinin oluşturulması, düzenlenmesi ve analiz edilmesini kolaylaştırmayı amaçlayan birçok hidrolik modelin tek bir arayüzde toplanmış halidir.

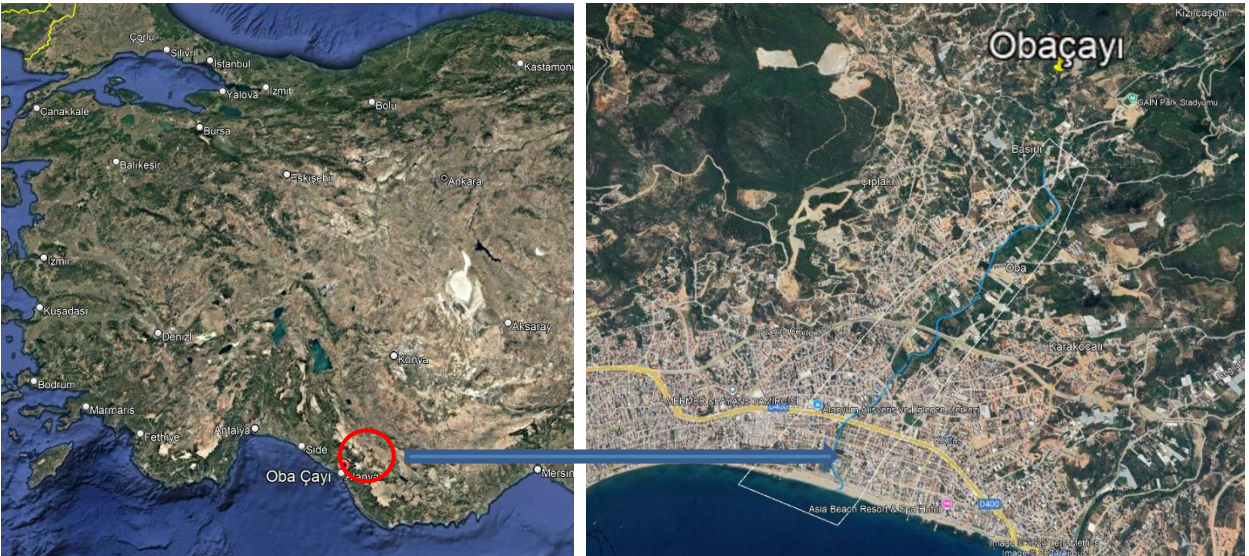


Şekil 1: Akış şeması

## 2.2. Çalışma Alanı: Oba Çayı

Alanya ilçesinde bulunan Oba Çayı ülkemizin 25 nehir havzasından biri olan Antalya havzası içerisinde yer almaktadır. Havza yaklaşık 90 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Küresel iklim değişikliğiyle beraber kıyı şeridinin yağış rejiminde ve sıcaklıkta önemli değişimler gözlenmeye başlanmıştır. Bölgesel olarak nüfusun artışı, yerleşim yerlerine duyulan ihtiyaç nedeniyle yaşanan doğa tahribatı olası taşkın tehlikesinde can ve mal kaybı riskini arttırmaktadır. Bölgede yazlar sıcak ve kurak geçerken, kış mevsimi yağışlı ve ılık geçmektedir. Oba Çayı debisi özellikle kış aylarında yağan yağmurla beraber yüksek debiye ulaşmaktadır.

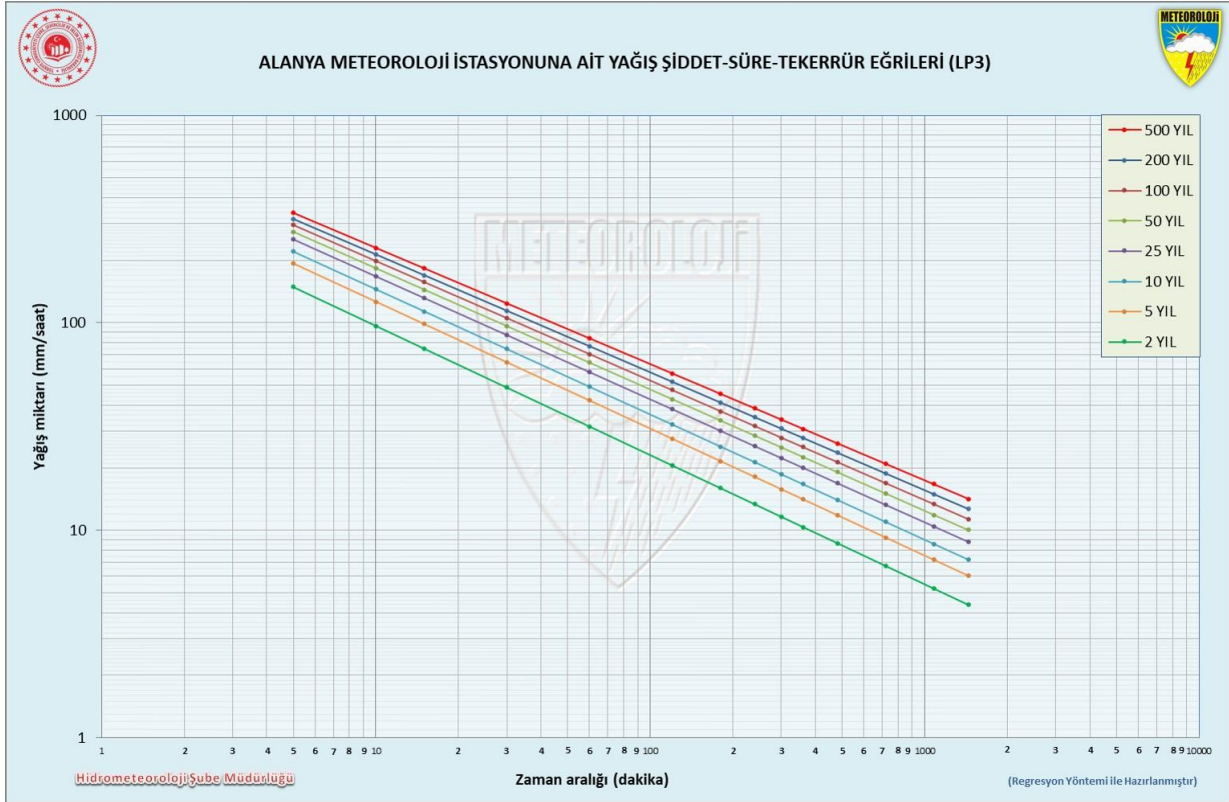
Çalışma alanı olan Oba Çayı Antalya havzası içerisinde yer almakta olup Alanya ilçesinin kuzeydoğusunda Oba Mahallesi sınırlarında yer almaktadır. Şekil 1'de Türkiye'de ki konumu (36°32'30.00"K-32°2'11.63"D), Şekil 2'de çalışma alanı gösterilmiştir.



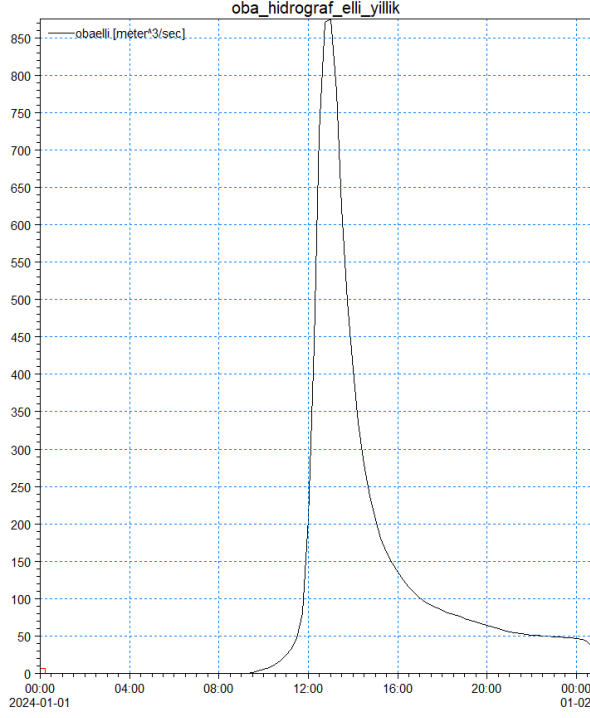
Şekil 2: Çalışma alanı ve Oba Çayı havzası

### 2.3. Hidrolojik Modelleme Yöntemi

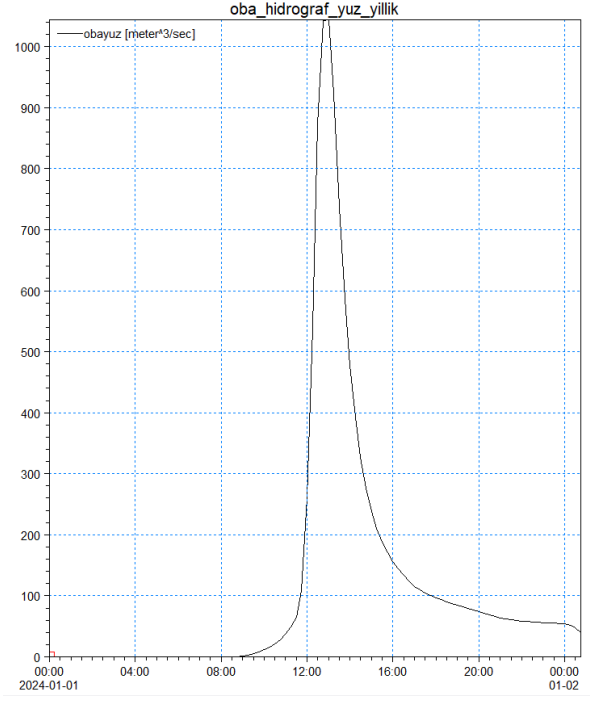
MIKE hidrolojik model programıyla Antalya ili, Alanya ilçesi, Oba mahallesinde bulunan Oba Çayı'nın, Devlet Su İşleri (DSİ)'nden alınan ve hesaplanan maksimum debi ile olası taşkın riski analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı için gerekli yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı yardımıyla tekerrür debileri ve hidrograflar oluşturulmuştur. WMS su havzaları ve su kaynakları yönetimi için geliştirilmiş bir yazılımdır. WMS, su havzaları üzerinde çeşitli hidrolojik modelleri çalıştırmak ve analiz etmek için kullanılmaktadır. Programa havzanın topoğrafik ve jeolojik özellikleri girilmiş, ardından hidrograf çıktılarına erişilmiştir. Havzaya ait yağış verileri girilerek akış hidrografları elde edilmiştir. Şekil 4, 5, 6 ve 7'de farklı tekerrür yıllarına ait hidrograflar gösterilmiştir.



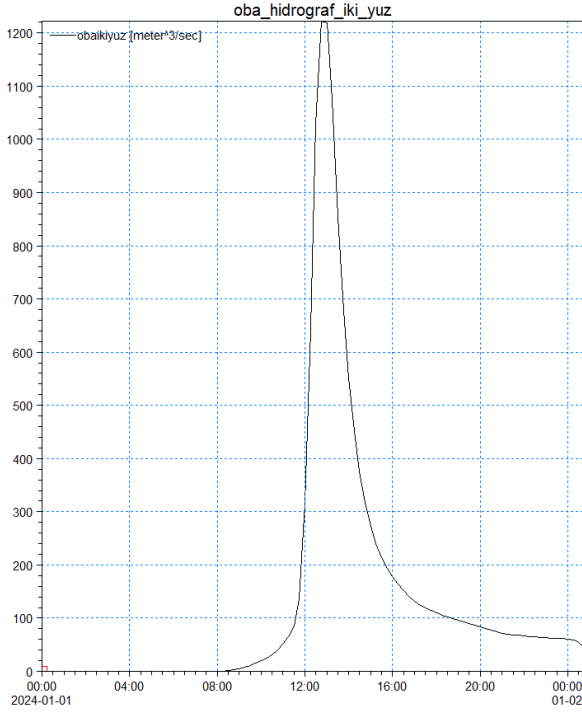
Şekil 3: Alanya meteoroloji istasyonu yağış şiddet-süre-tekerrür eğrileri



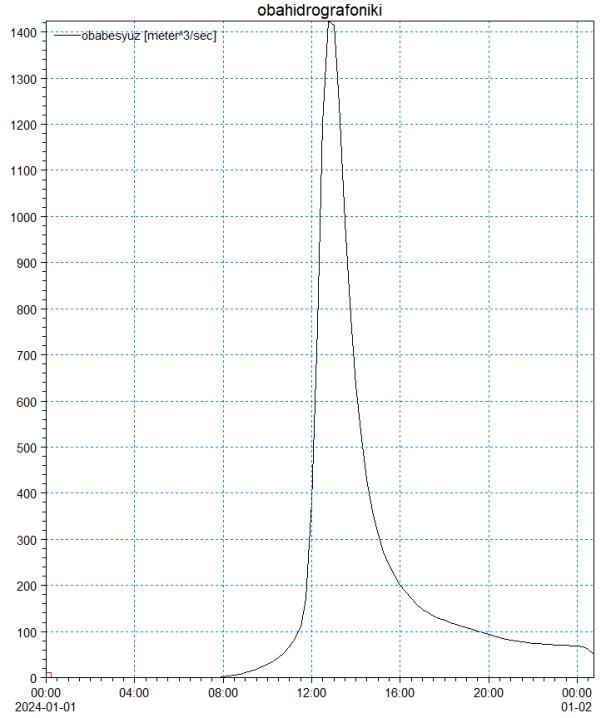
Şekil 4: Oba Çayı 50 yıllık hidrograf grafiği



Şekil 5: Oba Çayı 100 yıllık hidrograf grafiği

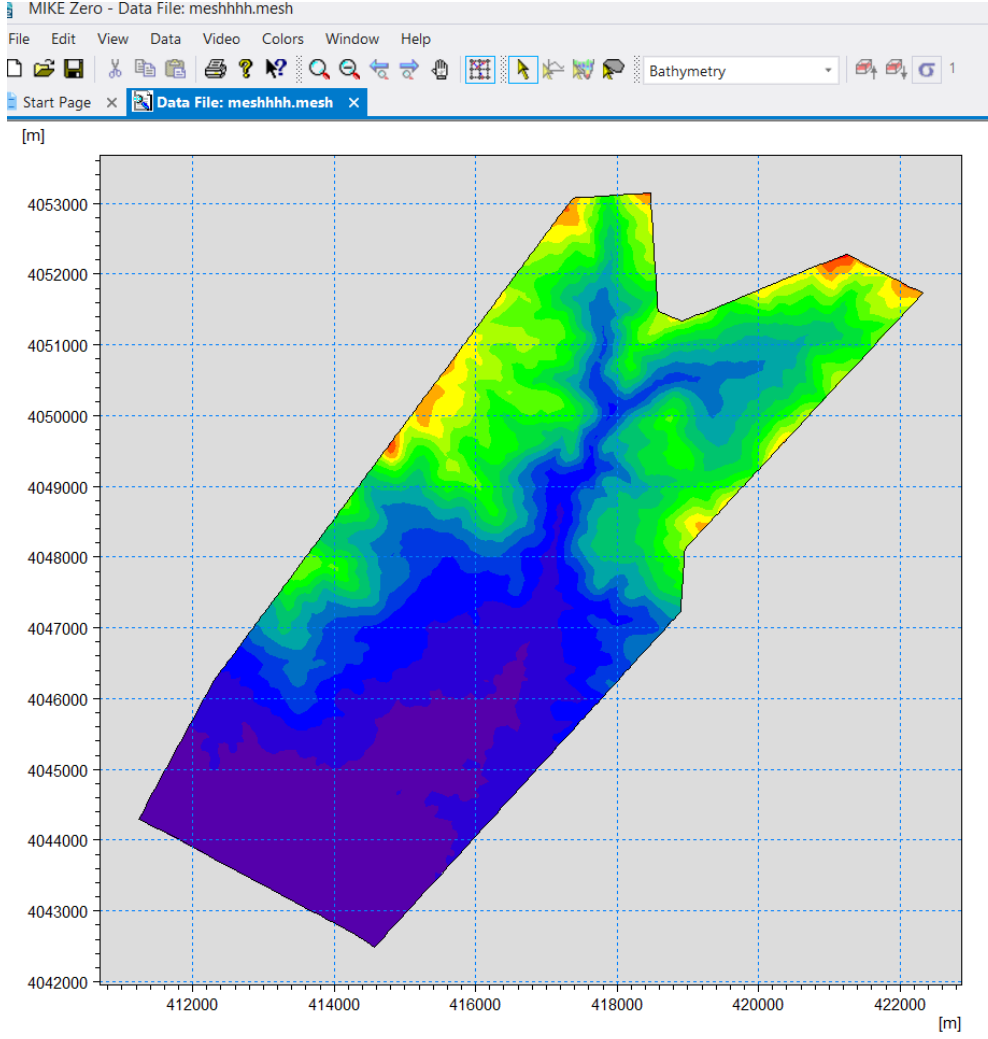


Şekil 6: Oba Çayı 200 yıllık hidrograf grafiği



Şekil 7: Oba Çayı 500 yıllık hidrograf grafiği

ArcMap ve Global Mapper Programları yardımıyla MIKE hidrolojik model programlarına uygun formata getirilen DEM verisi kullanılarak MIKE üzerinde oluşturulan 2 boyutlu modelde sıfır su denklemi kabulleri yapılmıştır. Memba sınır şartı olarak programa tekerrür hidrografları tanımlanarak, mansap sınır şartı olarak ise programda ki serbest akış sınır şartı seçilmiştir. Akdeniz'e dökülen serbest bir akış gözlemlenmektedir. MIKE manning pürüzlülük katsayısı 0,032 alınmış ve çalışma alanının her bölgesinde aynı manning katsayısı kullanılmıştır. Model hesap adım süresi 1 saniye alınmıştır. Şekil 8'de görüldüğü gibi MIKE 21 ile akışkan modeli oluşturulmuş ve girdiler analiz edilmiştir. Sonuç olarak, farklı yıllarda hesaplanan tekerrür debilerinin belirli zaman aralığında oluşturacağı taşkın simülasyonuna ulaşılmıştır.



Şekil 8: MIKE taşkın modelleme yazılımında çalışma alanı

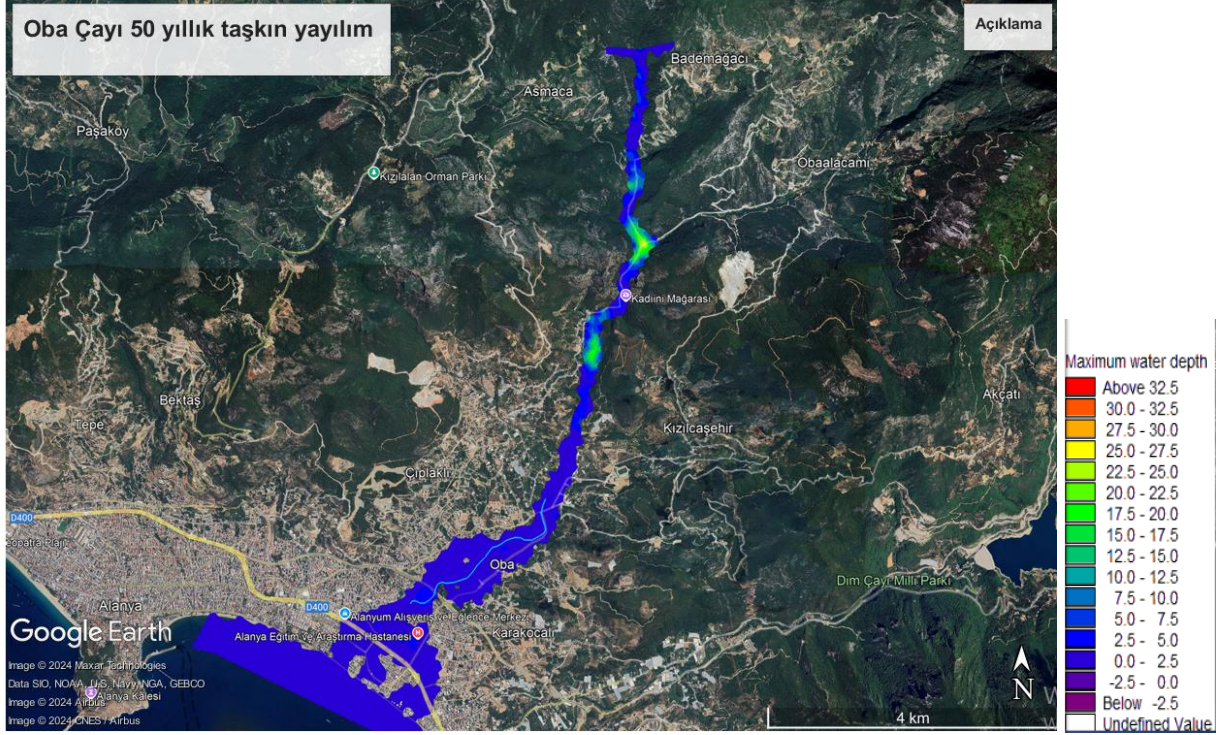
### 3. Bulgular ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında, Akdeniz Bölgesi'ne bağlı Antalya ili, Alanya ilçesi, Oba Mahallesi'nde bulunan Oba Çayı üzerinde taşkın analizi hidrolojik model programı MIKE ile simüle edilmiştir. Bu çalışma için NASA Earth Data'dan temin edilen DEM verileri, Global Mapper ve ArcMap programları ile MIKE programında kullanılacak eşyüksekti verisi haline getirilmiştir. NASA Earth Data'dan alınan 12,5 m'lik DEM verileri daha kolay ulaşılabilir olduğu için hesaplamalarda kullanılmış olup yapılan çalışma basit bir modele indirgenerek köprü ve zanaat yapıları göz ardı edilmiştir.

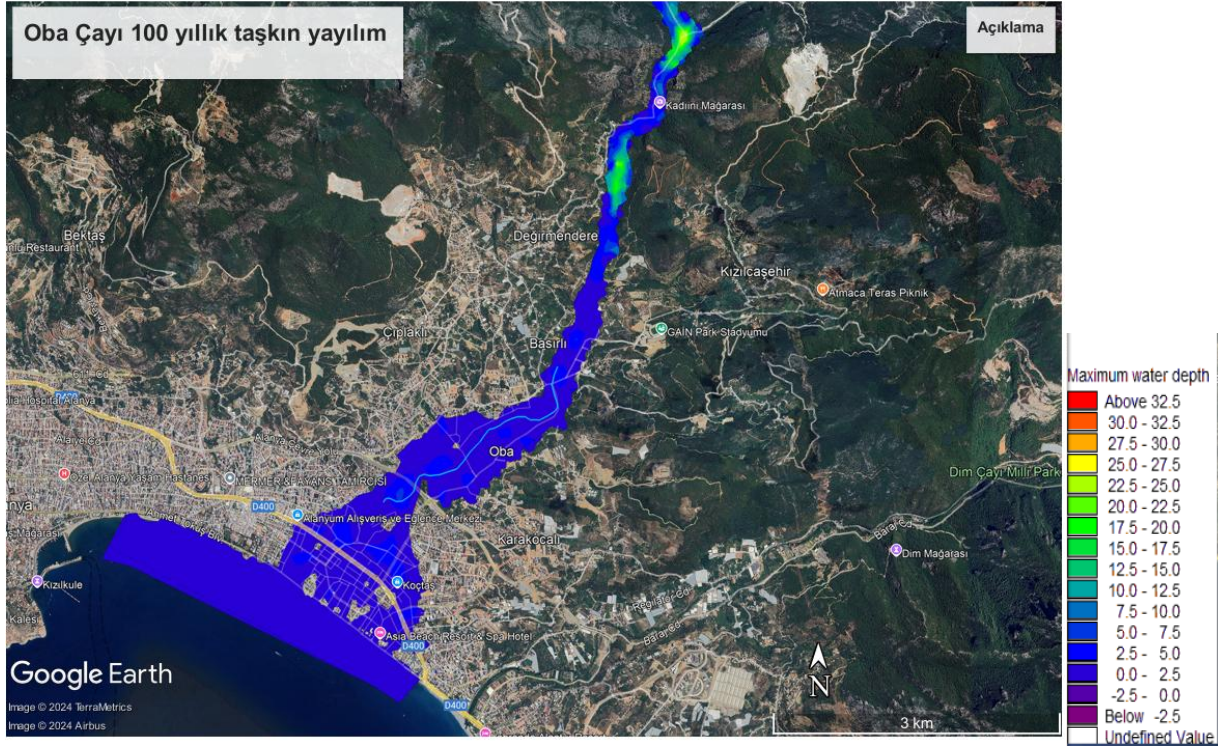
DEM verisi topografyanın doğal ve yapay unsurlarını da barındıran ve genellikle .tif uzantılı harita altlığıdır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan yağış verilerini akışa geçirmek ve yıllara göre hidrograf grafiklerini üretmek için Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı kullanılmıştır. Son olarak elde edilen hidrolik hesaplar MIKE programına aktarılmış ve taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Oluşturulan haritalar uydu görüntüsü üzerinde gösterilerek hangi bölgelerin taşkın riski taşıdığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mevcut ve gelecekteki koşulları analiz ederek bu bölge için taşkın yönetimi planlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilecek taşkın tehlike haritası elde edilmiştir. Taşkın modelleme alanı belirlenirken havza sınırlarının tamamı modellemeye dahil edilip bölgenin jeolojik yapısı ve yükseklik verileri bu havzaya entegre edilerek hesaplamalar tek bir ana kol üzerinden yapılmıştır. Mansap kısmında haritada gösterilen deniz kıyısından denize doğru devam eden taşkının altında bir su yüksekliğine sahip olmamakla birlikte deniz kotunu simgelediği lejantta da görülmektedir.

50, 100, 200 ve 500 yıllık hidrograf verileri kullanılarak maksimum debide meydana gelebilecek taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Şekil 9, 10, 11 ve 12'de tekerrür yıllarına göre analiz sonucu taşkın riski taşıyan bölgeler gösterilmiştir. Bu olası senaryo incelendiğinde taşkın ana kol üzerinden hesaplanmıştır. Yan kollar hesaplamalara dahil edilmemekle birlikte olası senaryoya yaklaşık değerler öngörülmüştür. Bölgenin karstik ve engebeli yapısı dolayısıyla çukur ve vadi kesimlerde su birikintilerinin yüksek seviyelere ulaşabileceği analiz sonucu görülmüş olup daha detaylı bir inceleme ile yan kollar ilave edilerek çalışma yapılırsa debinin artması durumunda taşkın yayılım alanları ve

yüksekliklerinde değişiklikler görülebilir. 50 yıllık taşkın yayılım haritasında su yaklaşık 5,87 km<sup>2</sup> lik alana yayılmıştır. Su yüksekliğinin yaklaşık 0-2,5 m aralığında olduğu bölgenin topoğrafyasından kaynaklı çukur bölgelerde 15 metreyi bulan su derinliğinin olduğu görülmektedir. 100 yıllık taşkın yayılım haritası incelendiğinde ise taşkın 6,3 km<sup>2</sup> lik alana etki ettiği görülmüştür. 200 yıllık taşkın yayılımında 6,5 km<sup>2</sup>, 500 yıllık taşkın yayılımında 6,8 km<sup>2</sup> lik alana etki ettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 9: 50 yıllık tekerrür debisine göre taşkın yayılım haritası



Şekil 10: 100 yıllık tekerrür debisine göre taşkın yayılım haritası



Taşkın zararlarının azaltılması için Oba Çayı kenarına yapılan konutların kaldırılması, su akış alanının genişletilmesi, dere ıslah ve genişletme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca, havza alanında yaşayan insanların taşkın konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Alanya ilçesine ait 1941-2023 yılları arasındaki günlük toplam yağış miktarları ile 1964-2020 yılları arasında standart sürelerde gözlenen en büyük yağışlar (mm) ve tekerrür analiz değerlerinin elde edilmesinde katkı sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Alanya Şubesi ekiplerine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers–Hydrologic Engineering Center. <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS%205.0%20Reference%20Manual.pdf>
- Cebeci, İ., Demirkıran, O., Doğan, O., Sezer, K. K., Öztürk, Ö., & Elbaşı, F. (2019). Türkiye'nin iller bazında kuraklık değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi (Özel Sayı)*, 169–176. <https://doi.org/10.21657/topraksu.655613>
- Demir, F. (2014). *Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı Kesimi Taşkın Risk Tayini* [Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149–162. <https://doi.org/10.29128/geomatik.918502>
- Dikici, M., & Aksel, M. (2019). Havza büyüklüğüne göre en uygun taşkın debisi hesap yönteminin bulunması–Doğu Akdeniz Havzası örneği. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 120–131. <https://doi.org/10.46740/alku.582794>
- Dikici, M., & Kazezyılmaz-Alhan, C. M. (2018). Alibeyköy havzası için farklı hidrolojik modelleme yöntemleri ile taşkın debilerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(2), 919–928.
- Er, A., & Şener, Ş. (2023). Alanya (Antalya) alt havzası yeraltı sularının hidro-kimyası ve kullanım özelliklerinin incelenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 11(4), 1607–1623. <https://doi.org/10.21923/jesd.1397513>
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149–162. <https://doi.org/10.29128/geomatik.918502>
- Dikici, M., & Aksel, M. (2019). Havza büyüklüğüne göre en uygun taşkın debisi hesap yönteminin bulunması–Doğu Akdeniz Havzası örneği. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 120–131. <https://doi.org/10.46740/alku.582794>
- Ertürk, E., & Kaya, N. (2019). Taşkın tehlike alanlarının oluşturulması: Trabzon ili Vakfıkebir ilçesi Kirazlı Deresi örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 31(2), 337–344. <https://doi.org/10.35341/afet.897364>
- Gülbaz, S. (2019). Sayısal modeller ile taşkın yayılım haritasının oluşturulması ve risk altında olan alanların belirlenmesi: Türkköse Deresi örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 335–349. <https://doi.org/10.21324/dacd.491529>
- Gülcü, G. (2021). *Kentsel alanlarda yağmur suyu yönetiminin mekânsal bileşenlerinin Üsküdar Meydanı Havzası üzerinden değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Gündemir, S. (2006). *İki boyutlu kıyı alanı hidrodinamik model kalibrasyonu MIKE 21 HD örneği* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- İşler, S., Oğuz, E., & Durmuş, O. (2016, 21–24 Kasım). *Antalya Kemer ilçesi için sentetik yöntemlerle taşkın analizi* [Bildiri sunumu]. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Rize, Türkiye.
- Kadam, P., & Sen, D. (2012). Flood inundation simulation in Ajoy River using MIKE-FLOOD. *ISH Journal Of Hydraulic Engineering*, 18(2), 129–141. <https://doi.org/10.1080/09715010.2012.695449>
- Karataş, B. (2019). *Sivas 4 Eylül Barajının Yıkılma Senaryolarına Göre Taşkın Tehlike Raporunun Hazırlanması* [Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32. [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000063](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000063)
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). *Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*. Turkish State Meteorological Service.
- Üyükülüoğlu, M., Ünal, B., & Turan, B. (2015, 19–21 Kasım). *HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi*. 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya, Türkiye.