

MIKE Hidrolojik Model Programı ile Alanya İlçesi Demirtaş-Sedre Çayı Taşkın Bölgesinin Modellenmesi

Mehmet Dikici^{1,*}, Tasvire Gökce¹

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

Özet

Bu çalışma, küresel iklim değişikliğinin etkileri üzerine odaklanarak, Antalya ilinin Alanya ilçesinde bulunan Demirtaş-Sedre Çayı'nın taşkın risklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Küresel iklim değişikliğinin artan yağışlar ve doğal afetler üzerindeki etkileri, özellikle insan etkisinin ve kaynak kullanımının kontrolsüzlüğünün doğal afetlere zemin hazırlama potansiyelini vurgulamaktadır. Bölgesel hidrolojik modelleme yöntemlerinin kullanılmasıyla, Demirtaş-Sedre Çayı havzasında taşkın risklerinin belirlenmesi ve bu risklerin azaltılması için stratejiler geliştirilmesine katkıda bulunması açısından önem arz etmektedir. Demirtaş-Sedre Çayı havzasında belirlenen tehlikeli taşkın bölgelerinin haritalanması ve bu bölgelerde alınabilecek önlemlerin belirlenmesiyle ilgili önemli bilgiler sunulmaktadır. Bu bağlamda, doğal ve beşerî etkenlerin taşkın riskleri üzerindeki rolü detaylı bir şekilde incelenmiş ve yönetim için stratejiler önerilmiştir. Bu çalışma, bölgesel ölçekte taşkın yönetimi planlaması ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, küresel iklim değişikliğinin yerel düzeydeki etkilerini anlamak ve bu etkilere karşı dirençli topluluklar oluşturmak için yapılan bu tür çalışmaların önemi de vurgulanmaktadır. Bu makale hem akademik çevrelerde hem de yerel yönetimlerde taşkın yönetimi ve risk azaltma stratejileri konusunda ileriye yönelik çalışmalara ilham verici bir katkı sunmaktadır. Taşkın sonucu oluşabilecek can ve mal kayıplarını önlemek ve yağışı kontrol altına alabilmek amaçlı taşkın projelendirme programları ile bölgenin topoğrafik yapısı ve buna bağlı dem haritası, taşkın debisi veya yağış-akış grafipleri ile olası taşkın ihtimallerinin hesaplanması için meteorolojiden ve DSİ (Devlet Su İşleri 13. Bölge Müdürlüğü'nden) alınan veriler istatistiksel, sentetik veya deterministik yöntemlerle hesaplanarak belirlenebilmektedir. Bu doğrultuda tehlikeli taşkın bölgeleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Antalya ilinin Alanya ilçesinde bulunan Demirtaş-Sedre Çayı'nın MIKE hidrolojik model programı ile modellenmesi taşkın debisinin hesaplanması ve olası taşkın risklerinin tahmin edilmesi üzerine çalışma yapılmıştır. Taşkın riski belirlenen yerlerin olası taşkın yükseklikleri ve taşkın yayılım alanlarının mevcut durumda ki kritik bölgelerin hava fotoğrafları İHA (İnsansız Hava Aracı) kullanılarak çekilmiş ve sonuç kısmında analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre taşkın öncesi afet risklerini öngörmek ve yönetebilmek için önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler

Taşkın, Taşkın Debisi, MIKE, Hidrolojik Model, İHA, CBS

Modeling of Alanya District Demirtaş-Sedre Stream Flood Zone with MIKE Hydrological Model Program

Abstract

This study aims to evaluate the flood risks of Demirtaş-Sedre Stream in Alanya district of Antalya province by focusing on the effects of global climate change. The effects of global climate change on increased rainfall and natural disasters highlight the potential for human influence and resource use to pave the way for natural disasters, in particular. By using regional hydrological modeling methods, it is important in terms of determining flood risks in the Demirtaş-Sedre Stream basin and contributing to the development of strategies to reduce these risks. It provides important information about the mapping of the dangerous flood zones determined in the Demirtaş-Sedre Stream basin and the determination of the measures that can be taken in these areas. In this context, the role of natural and human factors on flood risks has been examined in detail and strategies for management have been proposed with the proposed methods. This study can be considered as an important step in terms of flood management planning and sustainability on a regional scale. In addition, the importance of such studies to understand the effects of global climate change at the local level and to build resilient communities against these effects is also emphasized. This article is an inspiring contribution to future studies on flood management and risk reduction strategies in both academic circles and local governments. 13. The data obtained from the Regional Directorate can be determined by calculating by statistical, synthetic or deterministic methods. Accordingly, dangerous flood zones have been identified. In this study, a study was carried out on modeling the Demirtaş-Sedre Stream in Alanya district of Antalya province with the MIKE hydrological model program, calculating the flood flow rate and estimating possible flood risks. Aerial photographs of the possible flood heights of the places where flood risk was determined and the current critical areas of flood spread areas were taken using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and analyzed in the conclusion part. According to the results of the analysis, it is important to predict and manage pre-flood disaster risks.

Keywords

Flood, Flood Flow, MIKE, Hydrological Model, UAV, GIS

1. Giriş

Küresel iklim değişikliğine de sebep olan sera etkisi diye adlandırdığımız bir nevi güneş ışınlarının atmosferden tekrar dünyaya yansması dolayısıyla oluşan yeryüzünün ısınmasına sebep olan etkidir. IPCC raporuna göre bu ısınmada insan faaliyetlerinin payının büyük olduğu söylenmiştir. Küresel boyuttaki sıcaklık artışı sera gazı birikmesi sebebiyle çevrede tahribata yol açmaktadır. Oluşan tahribatla taşkın, kuraklık, heyelan vb. doğal afetlere yol açmaktadır (Demirbaş vd., 2020; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Su insanoğlunun ve evrenin yapı taşı olarak görülmektedir. Temel bir ihtiyaç olan suyun kontrol edilmesi ve yönetilmesi oldukça önemlidir. Nüfusun artması ile birlikte insanların temel ihtiyacı olan suya karşı talebi de artmıştır. Artan nüfus yerleşim sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Düz dere yatakları ıslah edilerek, yeşil alanlar imara açılarak yerleşim yerleri inşa edilmeye başlanmıştır. Doğal yaşamın tahribatı ve ihlali ile küresel ısınmaya katkıda bulunulmuştur. Daha sonrasında değişen iklimler taşkın afetini de beraberinde getirmiştir (Üyüklüoğlu, 2015). Taşkın afeti sadece iklim değişikliğine bağlı olmayıp hidro-meteorolojik olayların sıklığı ve şiddetinden etkilenmektedir. Taşkın afetinin hasarlarının bu kadar büyük ölçüde hissedilmesinin temel sebebi insanoğlunun sebep olduğu beşerî etkenlerdir. İklim değişikliği sebebiyle yağış rejimleri düzensizleşmiştir. Yağış rejimindeki değişiklikler yağışların ani ve sağanak şeklinde gözlemlenmesi, mevsiminde yeterli yağışı almayan bölgenin alması gereken yağışı bir anda alması gibi etkiler sonucunda taşkın riskleri oluşmaktadır. Ekstrem koşulları içeren afetler ile baş edilmesi güçtür. Afetin oluşma riskine karşılık önlemler almak oluşacak zarar ve tehlikeleri önlemektedir (Cebeci vd., 2019). Ülkemizin coğrafi koşulları ve jeolojik yapısı sebebiyle en çok görülen afetlerde birinci sırada deprem yer alırken ikinci sırada seller yer almaktadır (Gülbaz, 2019).

Ülkemizde sık görülen taşkın beraberinde heyelan felaketine de yol açmaktadır. 1998 yılında Batı Karadeniz’de gerçekleşen sel afetinden sonra yaklaşık 478 yakın ev sular altında kalmış ve 2 milyondan fazla insan bu felaketten etkilenmiştir (Oğuz vd., 2016). Özellikle Doğu Karadeniz Türkiye’de yağış bakımında yıllık en fazla yağış alan bölgedir. Bölgenin topoğrafik yapısı da oldukça engebeli ve sele elverişlidir. 2009 yılında İstanbul’da Ayamama deresinde gerçekleşen sel felaketinde hem can kaybı hem de konutlarda büyük hasarlara sebep olmuştur (Kömüşçü vd., 2011). Sel felaketinin yaşanmasındaki en büyük etken olarak ani düşen yağışlardır. Çalışma kapsamında Akdeniz Havzası ve Alanya İlçesi olarak içerisinde bulunduğumuz Doğu Akdeniz Havzası IPCC 4. Değerlendirme raporuna göre iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). Alanya’nın konumsal olarak kıyı şeridinde yer alması ve değişen sıcaklık koşulları dolayısıyla yağış rejimi de etkilenmektedir. Taşkınlar planlanan aralıklarla meydana gelmeyeceği için öngörülen veya istatistiksel, sentetik ,deterministik hesap yöntemleriyle taşkın tekrür aralığı hesaplanır. (Dikici vd., 2018). Hesaplanabilen Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, Q100, Q500 ve Q1000 debiler hidrolojik modellerde kullanılır. Gülbaz (2019) Türkköse Deresi üzerinde yaptığı taşkın riski çalışması ile bu çalışmanın ortak bir noktası ise WMS yazılımı ile çalışma alanının yükseklik haritası, eğim, toprak tipi ve dere güzergâhı ile alına yağış verileri akış verilerine çevrilmiş ve farklı tekrür yıllarına ait debiler elde edilmiştir. Demir (2016) ,çalışmasında taşkın modelleme programı olarak HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. Taşkın modelleme programlarının farklı olmasından ziyade ön hazırlık aşamaları aynı şekilde ilerlemektedir. Demir (2016) Samsun Mert deresi hidrolik analiz için HEC-RAS 4.10, haritalama için ArcGIS 10.2, dem (SYM) verisi için 1/1000 ölçekli harita kullanılmıştır. Demir (2016) çalışmasında ise farklı tekrür yıllarına ait debilerin bulunması aşamasında uzaktan algılama ve modifiye Cowan yöntemi kullanılarak Manning pürüzlülük katsayıları kullanılarak su seviye ve hızlarının incelenmesine farklı bir bakış ve derinlik kazandırılmıştır (Üyüklüoğlu, 2015; Dikici vd., 2019; Demir vd., 2016; Demir vd., 2020; Peker vd., 2024).

Hidrolojik modelleme çalışması kapsamında kullanılan ve Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilen MIKE hidrolojik model programına ‘MIKE-21 Flow Model’ iki boyutlu modelleme ara yüzüdür. Hidrolojik modeller için açık kaynak kodlu ve lisanslı olarak yaygın kullanılan programlar MIKE,HEC-RAS ve SMS-TUFLOW’dur. Her programın kendi içerisinde avantajları olduğu gibi kolaylık açısından dezavantajları da olabilmektedir. Bu programları karşılaştırmak ve kendi içerisinde değerlendirmelerde bulunmak için Elmalı Barajı üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında farklı mesh alanları ve pik su yüksekliği değerleri üzerinde durulmuş ve programlar arasında karşılaştırma yapılmıştır (Hacı vd., 2023).

Türkiye bulunduğu konum ve iklim sebebiyle aşırı yağış alan ve sel afetine maruz kalan bir durumdadır. Afetlerden kaçınamayacağımız gibi afete karşı önlem almayı öğrenmemiz gerekmektedir. Alınabilecek başlıca önlemlerden biri ise bitki örtüsünü korumaktır. Aynı zamanda havza içerisinde yüksek eğimli yamaçlarda madde taşınımını minimize etmektir. Bu kapsamda sedimentin engellenmesi için farklı yapılar inşa edilebilir. Dere ve dere yataklarının ıslah edilmemesi ve uygun projelendirmeler kapsamında iletilmesi gerekmektedir. Ülkemizce ve dünyada önem arz eden taşkın risk ve analiz haritaları üzerine çalışmalar yapılmıştır. Uçar (2010) Trabzon ili Değirmendere üzerinde HEC-RAS yazılımı ile 1 boyutlu analiz yapılmış ve taşkına sebebiyet veren sanat yapıları ve taşkın alanı tespit etmiştir. Efe ve Önen (2015), HEC-RAS yazılımı ile bir başka çalışma ise Batman Çayı için yapmıştır. Çakan (2021) tarafından yapılan bizim çalışmamızla benzerlik gösteren taşkın tekrür debileri kullanılmıştır. Bu kapsamda Bozkır-Çarşamba Çayı ıslah çalışmalarının HEC-RAS Programında incelenmesi üzerine yüksek lisans çalışması yapmıştır. Buna benzer birçok taşkın modelleme çalışması yapılmıştır. Özellikle Karadeniz yağış bakımından ve engebeli coğrafyası ile sel afetiyle sürekli olarak karşılaşmaktadır.

Artvin ili Kemalpaşa ilçesindeki birkaç dere üzerinde HEC-RAS ile hidrolik modellemesi yapılmıştır ve ArcGIS üzerinde taşkın yayılım alanları gözlemlenmiştir. Taşkından etkilenen ormanlık alanlar ve yerleşim alanlarının tekrerrür debileri altında yayılımları metrekaresinden istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çanta, 2022; Uçar, 2010; Çakan, 2021; Efe & Önen, 2015).

Taşkın modellemede kullanılan MIKE programı kıyı sorunları, baraj gibi biriktirme yapıları üzerinde farklı modelleme seçenekleri sunmaktadır. Karataş (2019) tarafından Sivas 4 Eylül Barajı'nın yıkılma senaryosu üzerine MIKE11, MIKE21 kullanılmıştır. Yağış ve akış için Devlet Su İşleri (DSİ)'nin sentetik hesap yöntemleri kullanılmıştır. Üç ayrı havza için bu işlem yapılmıştır Aynı zamanda normal, maksimum ve suyun barajı aştığı durumlar için ayrı analizler gerçekleştirilmiştir, MIKE FLOOD ile bütünsel olarak çalışmaya olanak sağlanmıştır (Karataş, 2019). Bu kapsamda Gülcü (2021) tarafından Üsküdar Meydan Havzası'nda yağmur suyunun kentsel alanlarda yönetimi adlı bir Yüksek Lisans Tezi yazmıştır. Kentleşmenin ,yeşil bitki örtüsünde yaptığı tahribat ve yıllık pik debiye sahip yağışlarda drenaj hatlarının yetersiz kalması İstanbul için bir problemdir. Bölgenin Hidrolojik modellemeleri yapıldıktan sonra farklı öneriler sunulmuştur. Beden (2019) tarafından Ordu ilinin Ünye ilçesinde bulunan Cevizdere havzasının MIKE 11 ve MIKE 21 yazılımlarıyla taşkın modellemesi yapılmıştır. Bu çalışmada yağış verilerinin yetersiz olması sebebiyle olasılık hesapları kullanılarak uygun dağılım elde edilmiş ve DSİ sentetik hesaplarıyla hidrograflar elde edilmiştir,1 boyutta enkesitler oluşturulurken 2 boyutta arazi modellenmiştir. Ardından MIKE 21 ile elde edilen sonuçlar ArcGIS PRO görüntülenmiştir. Damçayırı (2018) tarafından çalışılan Kınıklı deresi havzası üzerinde yapılan doktora tezi çalışmasında bizimde kendi çalışmamızda kullanarak yağıştan akışa geçtiğimiz WMS kullanılmıştır. Vilsteren (2010) Vietnam'da bulunan Quang Tri eyaleti için tasarım taşkın tahmini yapılmıştır. Bu süreçte hidrograf için MIKE-NAM kullanılmıştır (Gülcü, 2021; Beden, 2019; Vilsteren, 2010).

Literatürde taşkın modelleme anlamında MIKE'da dahil olmak üzere birçok çalışma yapılmıştır. Her çalışmanın kendi içerisinde metodu ve çalışma aşamaları farklı ilerlemekte olsa da amaç taşkın yayılım risk değerlendirmesi için modellenmesidir. Bu çalışma kapsamında Alanya merkez yağış ölçüm verileri kullanılmıştır. Sedre Çayı Bölgesindeki Keşefli ilçesi yağış ölçüm istasyonunda uzun yıllar boyunca ölçüm verileri olmadığı için tekrerrür analizleri; Antalya ili, Alanya ilçesi Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'ne ait 5 adet yağış gözlem istasyonundan merkez istasyonun yağış verilerine göre hesaplanmıştır. Analiz sonucu Sedre Çayı havzasında olası taşkın riskleri hesaplanmıştır. Gerekli yağış veri ve aralığına ulaşmak mümkün olmasaydı (Demir & Keskin, 2022) Mert ırmağı üzerinde yaptığı çalışma gibi gözlem istasyonlarında kayıtlı yağış verilerine ait uygun istatistiksel dağılımlar belirlenmiştir (Kolmogrov Smirnov testi kullanılmıştır). Böylece Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} yıllık tekrerrürlere sahip yağış değerleri elde edilmiştir. Bu yağış değerleri sentetik birim hidrograf yöntemleri kullanılarak da havzaya uygun taşkın tekrerrür debileri elde edilmiştir. Yapılmış ve gerekli taşkın debisine ulaşılmıştır. Analiz sonucu Sedre Çayı havzasında olası taşkın riskleri hesaplanmıştır (Demir & Keskin, 2022). Literatür taraması sonucunda bu çay üzerinde taşkın riski dair çalışma yapılmamış olup aynı zamanda bölgede daha önce gerçekleşen taşkın sonucu yıkılma tehlikesi bulunan Yenidamlar köprüsü ve mevkii de bulunan yapıların olası taşkın sonucu etkisinin öngörülmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı: Sedre Çayı ve Havzası

Doğu Akdeniz Havzası, iklimi dolayısıyla yağış bakımından önemli bir merkezdir. Küresel iklim değişikliğiyle beraber sıcaklık ve kıyı şeridinin yağış rejiminde önemli ölçüde değişimler gözlenmeye başlanmıştır. Bölgesel olarak nüfusun artışı yerleşim yerlerine duyulan ihtiyaç doğal tahribat ve olası taşkın tehlikesinde can ve mal kaybı riski de artmaktadır. Çalışma kapsamında Antalya ili Alanya ilçesi Demirtaş mevkii Sedre Çayı taşkın modellemesi yapılmıştır. Bölgenin iklimi yazlar sıcak ve kurak geçerken, kış mevsimi ise yağışlı ve ılık geçmektedir. Sedre Çayı özellikle kış aylarında yağın yağmurla beraber yüksek debiye sahip iken yaz aylarında ise kuruma eğilimi göstermektedir.

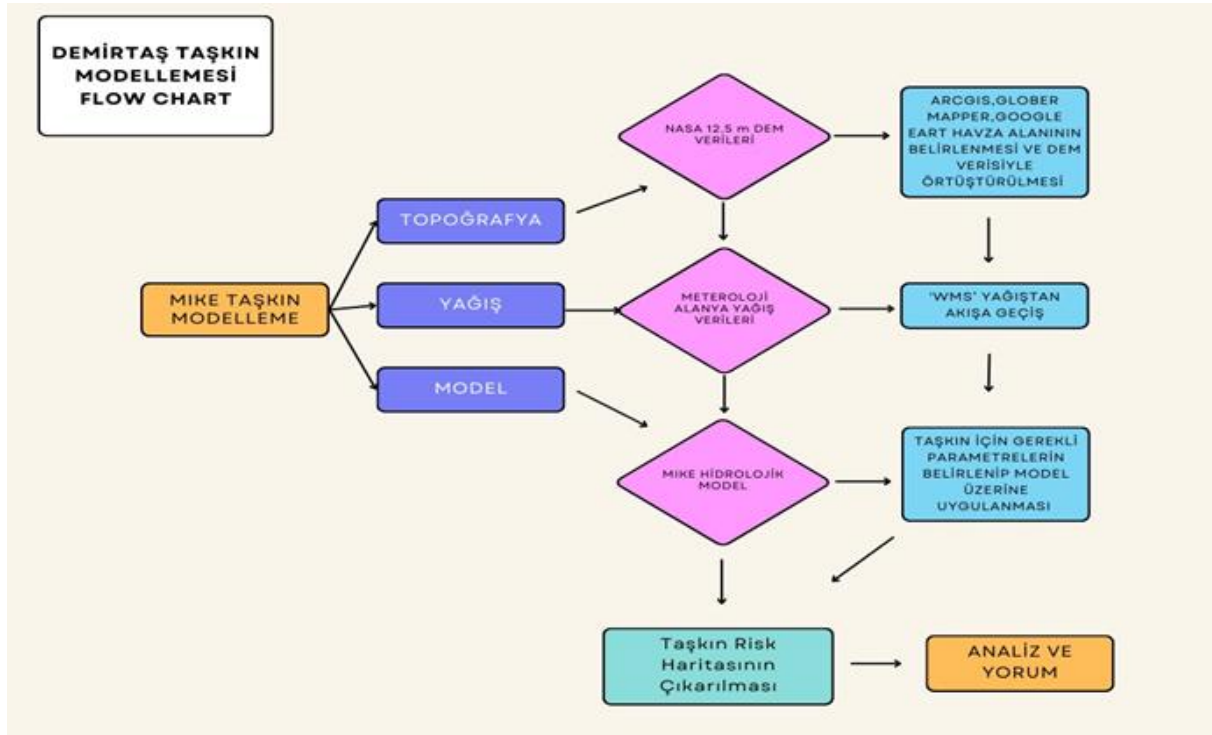


Şekil 1: Çalışma alanı ve Sedre çayı havzası

Zemin olarak incelendiğinde bölge çökel kayadır. Sedre Çayı Havzasının fiziki coğrafyası konum olarak Sapadere Kanyonu'nun bulunduğu havza içerisinde yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi'ne bağlı Antalya ili, Alanya ilçesi Demirtaş Mahallesi'nde bulunan Sedre Çayı üzerinde taşkın analizi yapılmıştır. Sedre Çayı taşkın analizi tek ana kol üzerinde yapılmıştır. Anakolun başlangıcı Sapadere Kanyonu olup bitişi ise Demirtaş Mahallesi mevkiinden Akdeniz'e dökülmektedir. Çalışma alanı Şekil 1'de gösterilmiştir (36°25'7.37"N 32°10'29.64"D).

2.2. Kullanılan Veriler

Orta Akdeniz Havzası içerisinde bulunan Antalya ili, Alanya ilçesi, Demirtaş mahallesindeki Sedre Çayına ait havzanın hidrolojik modellenmesi için akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir. Yağış ve topoğrafik harita verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Topoğrafik harita verileri NASA DEM Elevation Data (1-arc second Resolution SRTM / ASTER DEM)'dan alınmıştır. DEM verilerinin çözünürlüğü 12,5'dir. Bu dem verisinin kullanılmasının sebebi hızlı ve kolay bir şekilde elde edilmesidir. Çalışmadaki taşkın alanlarını daha hassas incelemek istersek Harita Genel Müdürlüğü'nden 5 m çözünürlüklü DEM verisiyle çalışarak karşılaştırma yapabiliriz.



Şekil 2: Akış şeması

DEM (Digital Elevation Model) verileri diğer bir adıyla SYM (sayısal yükseklik modeli), ArcMap ve GLOBE Mapper programları kullanılarak eşyüksekti (izohips) haritaları oluşturulmuştur. Ardından oluşturulan eşyüksekti haritaları Global Mapper programı kullanılarak MIKE programına uygun projeksiyon ve uzantı formatında aktarılmıştır. MIKE üzerinde oluşturulan 2 boyutlu modelde sıgı su denklemi kabulleri yapılmıştır. Memba sınır şartı olarak program içerisinde "specified discharge" olarak tekerrür hidrografları tanımlandı, mansap sınır şartı olarak ise programdaki "free outflow" sınır şartı seçilmiştir. Akdeniz'e dökülen serbest bir akış gözlemlenmektedir. MIKE Manning Pürüzlülük Katsayısı 0,032 alınmış ve (Taşkın kanalı-kısa çim) çalışma alanının her bölgesinde aynı Manning katsayısı kullanılmıştır. 2B modelleme Tam St. Venant (Shallow water equations) Sığ Su Denklemleri kabulleri ile oluşturulmuştur. 2 boyutlu Sığ Akım Denklemleri ile ilgili eşitlikler 1, 2, 3'de verilmiştir. Model hesap adım süresi 1 saniye alınmıştır. Modelin tüm işleyiş aşamalarını anlatan diyagram ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

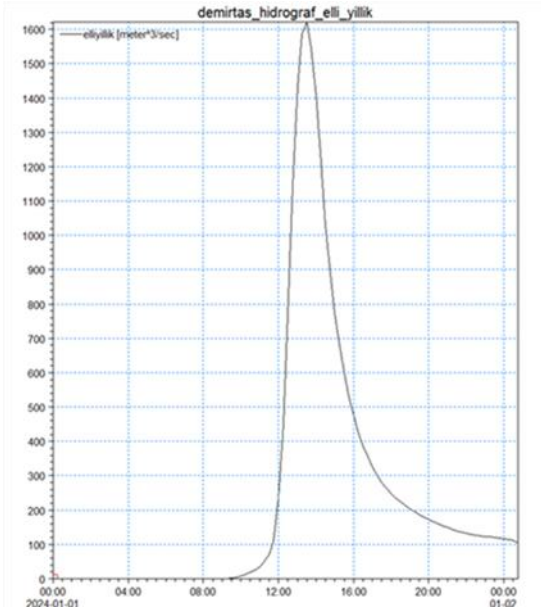
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(u^2h + \frac{1}{2}gh^2)}{\partial x} + \frac{\partial(uvh)}{\partial y} = -gh \left(\frac{\partial b}{\partial x} + S_{fx} \right) \quad (2)$$

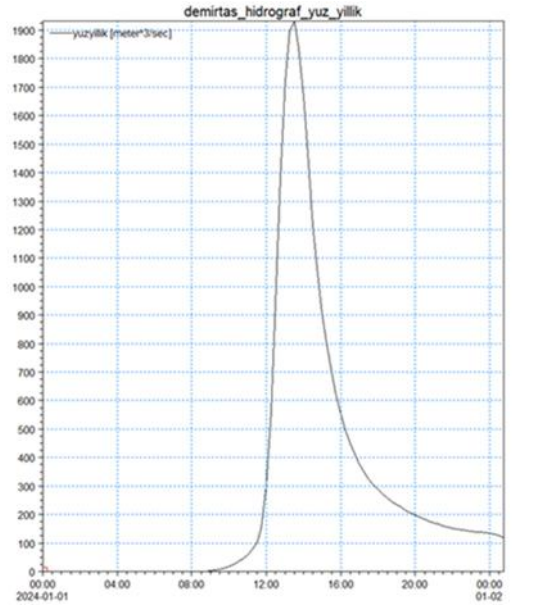
$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(uvh)}{\partial x} + \frac{\partial(v^2h + \frac{1}{2}gh^2)}{\partial y} = -gh \left(\frac{\partial b}{\partial y} + S_{fy} \right) \quad (3)$$

2.3 Hidrolojik Modelleme Yöntemi

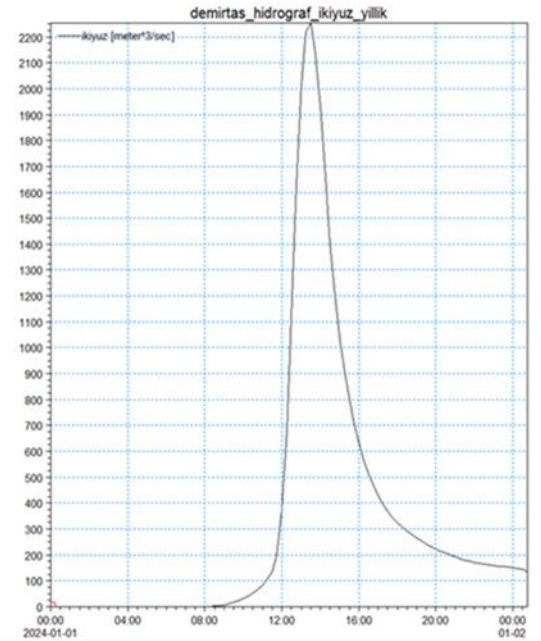
MIKE hidrolojik model programıyla Antalya ili, Alanya ilçesi, Demirtaş mahallesinde bulunan Sedre Çayı'nın, Devlet Su İşleri (DSİ)'nden alınan ve hesaplanan maksimum debi ile olası taşkın riski analizi yapılmıştır. Çalışma alanı için gerekli yağış verileri ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden; Alanya ili Merkez yağış istasyonu verileri kullanılmıştır. Alınan yağış verilerinin Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı yardımıyla tekerrür debileri ve hidrografları oluşturulmuştur. WMS, hidrolik, hidrolojik ve yeraltı suyunun modellenmesi için geliştirilmiş GIS tabanlı bir yazılımdır. Dijital arazi verilerine sahip havzanın geometrik verilerinin girilmesi ve infiltrasyon ve zemin değerlerini girerek alt havzalar oluşturulur. Giriş çıkış sınırları belirlenerek havzaya ait yağış verileri girilir ve sonuç olarak akış hidrograf değerleri elde edilir. Şekil 3, 4, 5, 6'da farklı tekerrür yıllarına ait hidrograflar gösterilmiştir.



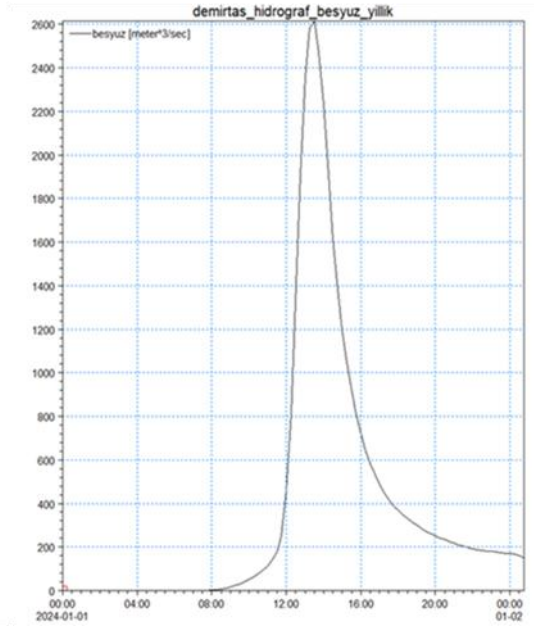
Şekil 3: 50 yıllık tekerrür aralığına sahip hidrograf zaman grafiği



Şekil 4: 100 yıllık tekerrür aralığına sahip hidrograf zaman grafiği



Şekil 5: 200 yıllık tekerrür aralığına sahip hidrograf zaman grafiği



Şekil 6: 500 yıllık tekerrür aralığına sahip hidrograf zaman grafiği

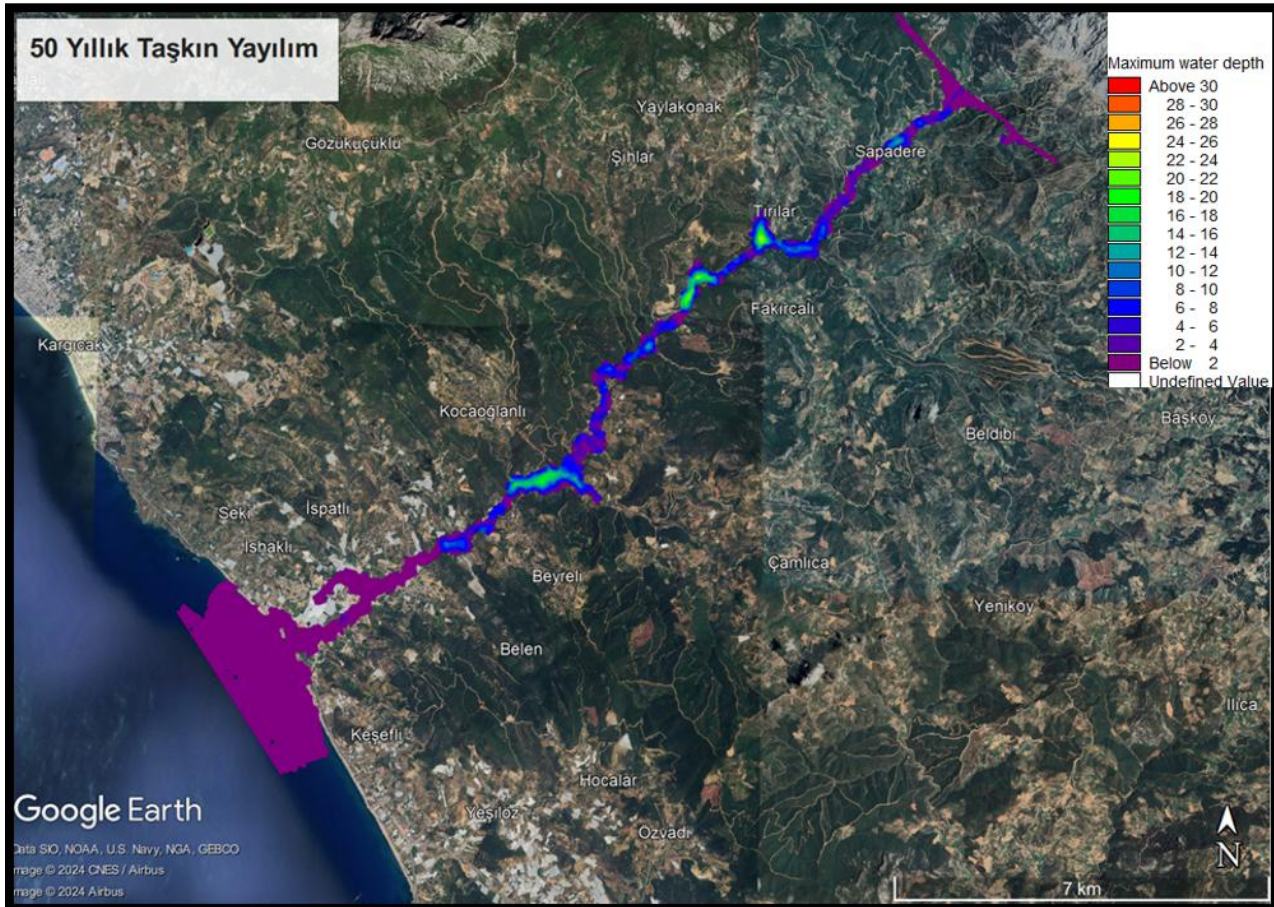
3. Bulgular

3.1. Hidrolojik ve Meteorolojik Verilerin Analizi

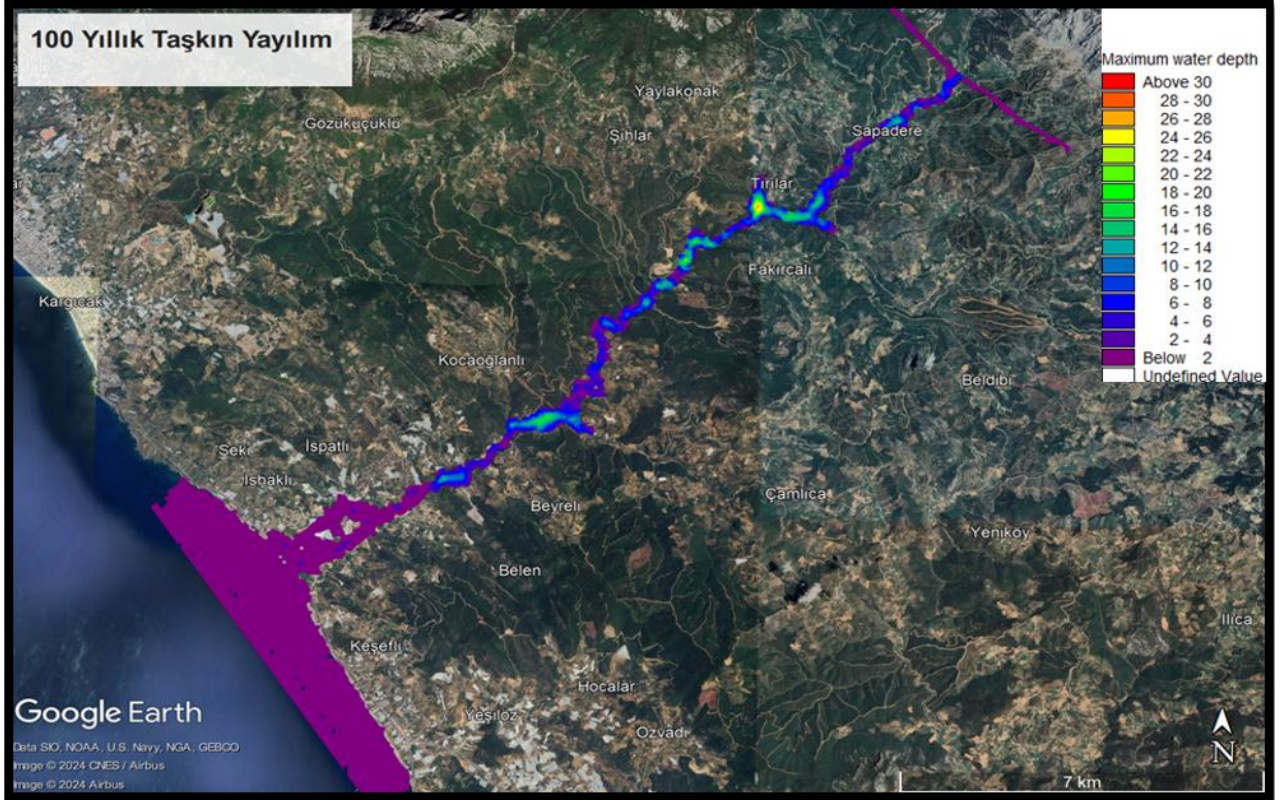
Bu çalışma kapsamında, Akdeniz Bölgesi'ne bağlı Antalya ili, Alanya ilçesi, Demirtaş Mahallesi'nde bulunan Sedre Çayı üzerinde taşkın analizi hidrolojik model programı MIKE ile simüle edilmiştir. Sedre Çayı taşkın analizi tek ana kol üzerinde yapılmıştır. Anakolun başlangıcı Sapadere Kanyonu olup bitişi ise Demirtaş Mahallesi mevkinden Akdeniz'e dökülmektedir.

Çalışma bölgesine ait yüksek çözünürlükteki DEM verileri 'NASA Earthdata ASF' üzerinden alınmıştır. Alınan bu yükseklik verileri 12,5 m hassasiyete sahiptir. Yükseklik verileri Global Mapper ve ArcMap programları kullanılarak eşyükse (izohips) haritası çıkarılmıştır. Sayısal yükseklik modeli topoğrafya üzerindeki yapay ve doğal unsurlarında dahilinde modellenmesidir. DEM haritası aracılığıyla arazinin profili çıkarılmıştır.

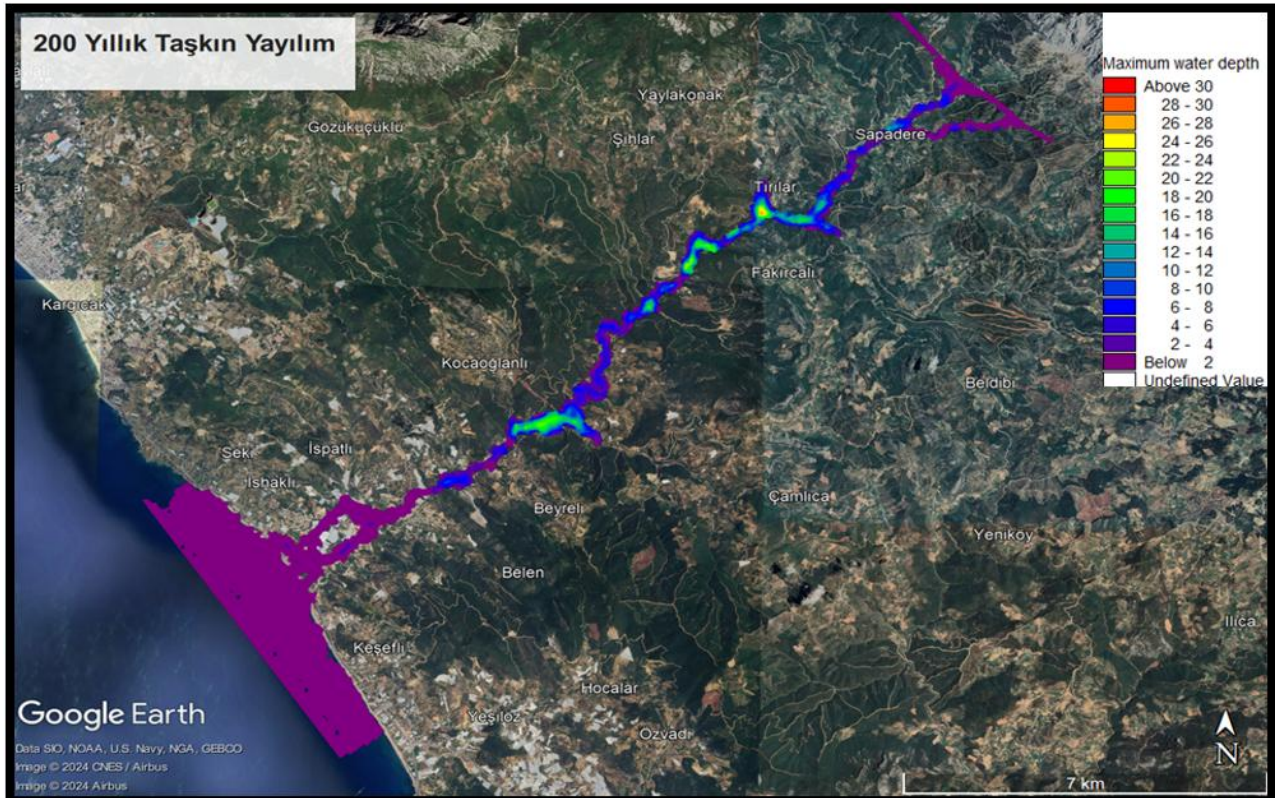
Sayısal yükseklik modeli izohipsleri barındıran bir topoğrafik harita olduğu için oluşturacağımız hidrolojik model için uygun bir altlık konumuna getirilmiştir. Hidrolojik modellemede kullanılacak yağış verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınmıştır. Yağış verileri Alanya Meteoroloji Merkez istasyonuna aittir. Alınan veriler 1964-2020 Standart sürelerle gözlenen en büyük yağışlar mm cinsinden, dakika ve saat aralığında verilmiştir. Tekerrür analizi mm cinsinden alınmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan yağış verilerinin akışa geçirmek ve yıllara göre hidrograf grafiklerinin çıkarmak için Watershed Modeling System (WMS 11.0) programı kullanılmıştır. Programda havzanın topoğrafik ve jeolojik özellikleri girilmiş, ardından hidrograf çıktılarına erişilmiştir. MIKE 21 ile akışkan modeli oluşturulur ve girdiler analiz edilir. Sonuç olarak farklı yıllarda hesaplanan tekerrür debilerinin belirli zaman aralığında oluşturacağı taşkın simülasyonuna çıktı olarak ulaşılır ve sonuçlar Google Earth üzerine aktararak olası taşkın riski bölgeleri ve su yükseklikleri gözlenmektedir. Analiz sonucunda maksimum taşkın yayılım analizleri hesaplanan Q50, Q100, Q200 ve Q500 tekerrür debileri için analiz gerçekleştirilmiştir. Oluşan analiz çıktıları uydu görüntüsü üzerine aktararak olası taşkın riski içeren bölgelerin tespiti yapılmıştır. Şekil 7, 8, 9, 10 'da tekerrür yıllarına göre analiz sonucu taşkın riski taşıyan bölgeler gösterilmiştir.



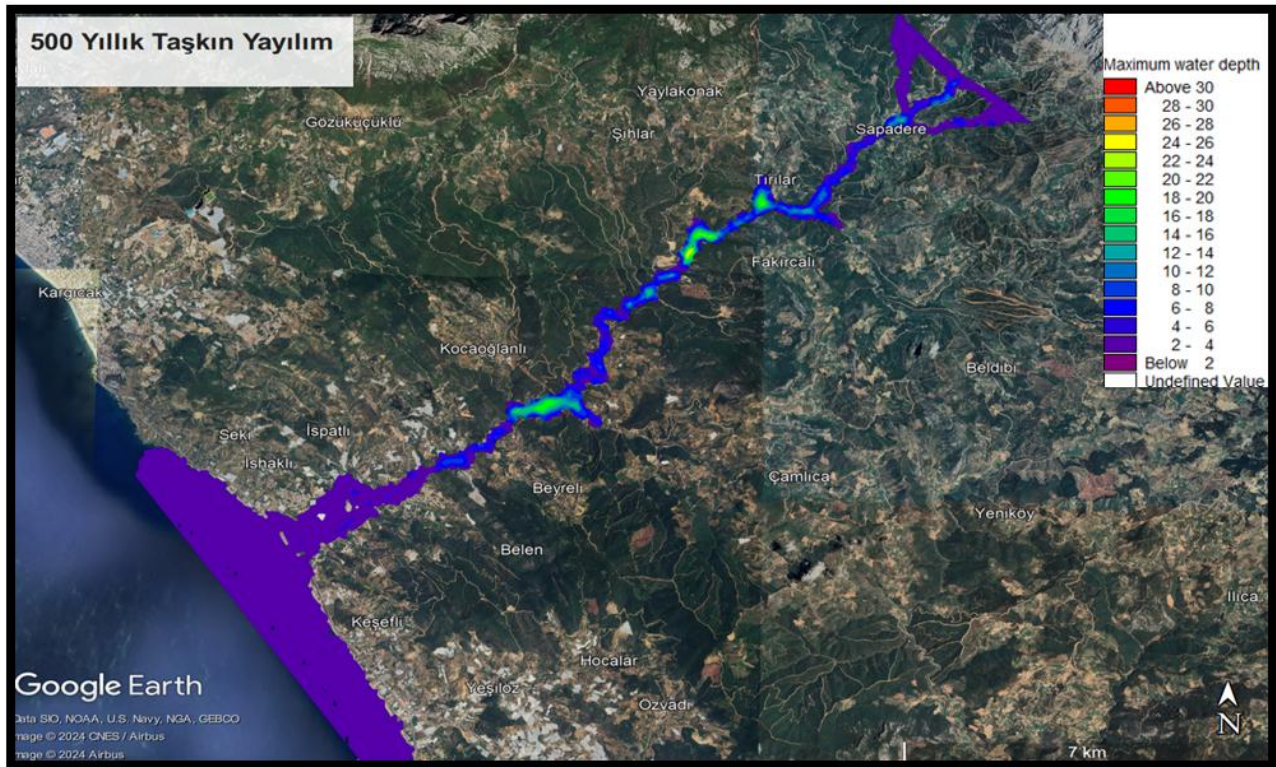
Şekil 7: 50 yıllık tekerrür aralığına sahip taşkın yayılım haritası



Şekil 8: 100 yıllık tekerrür aralığına sahip taşkın yayılım haritası



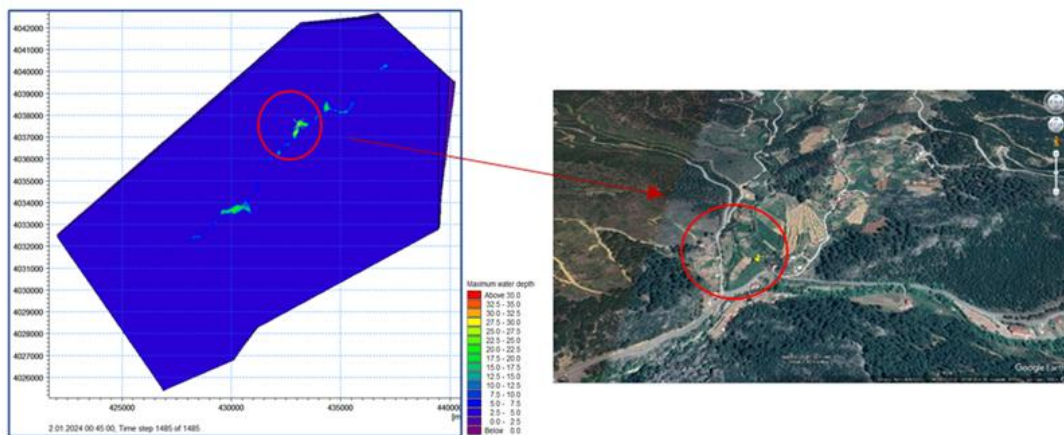
Şekil 9: 200 yıllık tekerrür aralığına sahip taşkın yayılım haritası



Şekil 10: 500 yıllık tekerrür aralığına sahip taşkın yayılım haritası

3.2 Noktasal Konumda Tekerrür Debilerine Bağlı Su Derinliği Analizi

Bu yerleşim yeri özellikle son dönemlerde yapılaşmanın çoğaldığı bir bölgedir. Alanya'nın iklim koşullarının elverişli olması seracılık ve tarım için büyük bir avantajdır. Bölgede seracılık faaliyetleri de oldukça yoğun gözlemlenmektedir. Tarıma ve yerleşime artan rağbet sonrası geniş alanlara yayılan yapılaşma ve sera faaliyetleri artmıştır. Yerleşimin ve tarım arazilerinin akarsu kenarına yapılması olası taşkın risklerini arttırmaktadır. Olası ihtimaller değerlendirilip bu bölgelerde taşkın risk analiz için planlamalar yapılabilir. Şekil 11'da maksimum taşkın yayılım çalışma alanı gösterilmiştir.

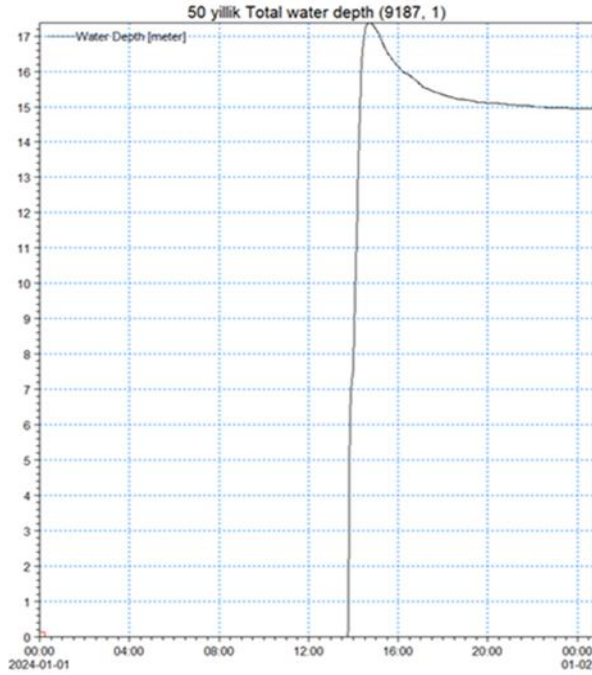


Sekil 11: Zamana göre su derinliği incelenen nokta

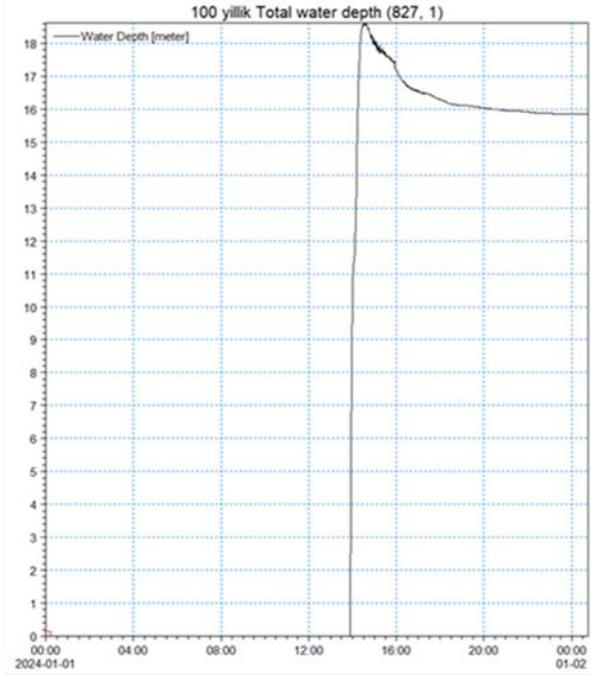
Q₅₀, Q₁₀₀, Q₂₀₀, Q₅₀₀ tekrerrür debilerinin simülasyonu sonucu maksimum taşkın yayılımı sonucu üzerinde su yüksekliği analizi gözlemlenmektedir. Havza çalışma alanı mavi sınırlar içerisinde olup suyun 15-25 m yükselme ihtimali olan noktalar yeşil renkle ifade edilmiştir. Şekil 11’de seçilen noktada su yüksekliğinin oldukça geniş bir alana yayılma ihtimali olduğu görülmektedir. Arazi eğimli bir yapıya sahip olsa dahi bazı bölgelerdeki eğim, yatağının genişliği veya araziye daha sonra yapılan dolgu gibi işlemler sebebiyle taşkın geniş bir bölgeye yayılarak orada bulunan yapılara zarar verebilir. Bu nokta çevresinde de birkaç adet yerleşim veri bulunmaktadır.

Burada simülasyonun başlaması ile Sedre Çayı üzerinde seçilen Şekil 11’de gösterilen ($x=431863.233$, $y=4041970.367$) noktanın zamana göre değişimi ile o noktanın su derinliğini ifade eden grafikler Şekil 12, 13, 14, 15’de verilmiştir.

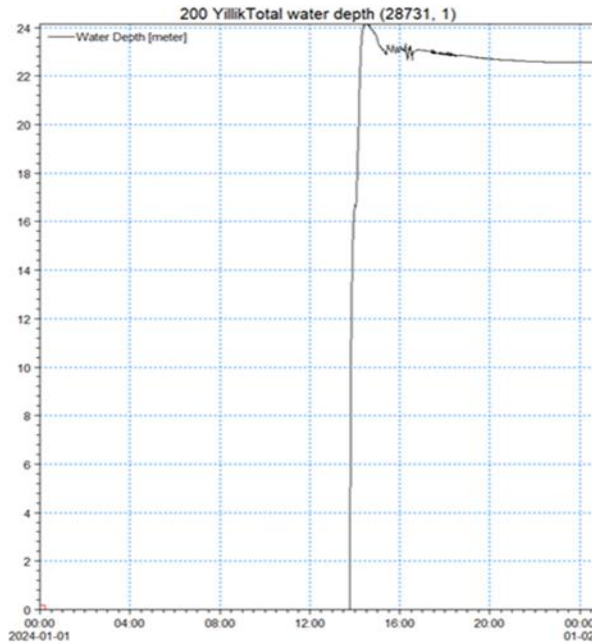
Taşkın yayılım haritasında noktasındaki su derinliklerini farklı tekerrür yıllarında zamana göre değişim grafikleri gösterilmiştir. İncelendiği zaman Q_{500} ’den Q_{50} ’ye doğru inildikçe su yüksekliğinde azalma gözlemlenmektedir aynı zamanda debi yüksek değerde iken aynı seviyeye gelmeleri daha uzun zaman almaktadır. Bu şekilde taşkın yayılımı ve su derinliği gibi grafiklerinden yapılan analizler sonucunda Sedre Çayı’nın topoğrafyanın çukur kesimlerindeki birikmelerden dolayı o bölgede sel riski yüksektir. Maksimum Q_{500} tekerrür debisine bakıldığında çayın 600-700 m dış kısmı tehlike altındadır. Bu durum gözetilip olası taşkın yüksekliğinin 1-2 m ‘ye yükselme ihtimaline karşı yerleşim yerleri buna göre seçilmelidir. Aynı zamanda Şekil 17’de mansap kısmında tarım için kullanılan sera yapıları uygun konumda olmayıp olası taşkında etkilenme ihtimali oldukça yüksektir.



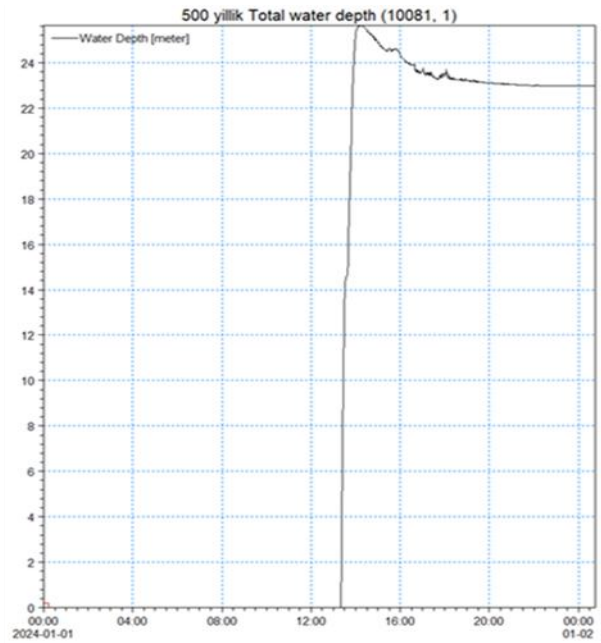
Şekil 12: Belirlenen noktanın 50 yıllık tekerrür aralığındaki hidrograf grafiği



Şekil 13: Belirlenen noktanın 100 yıllık tekerrür aralığındaki hidrograf grafiği



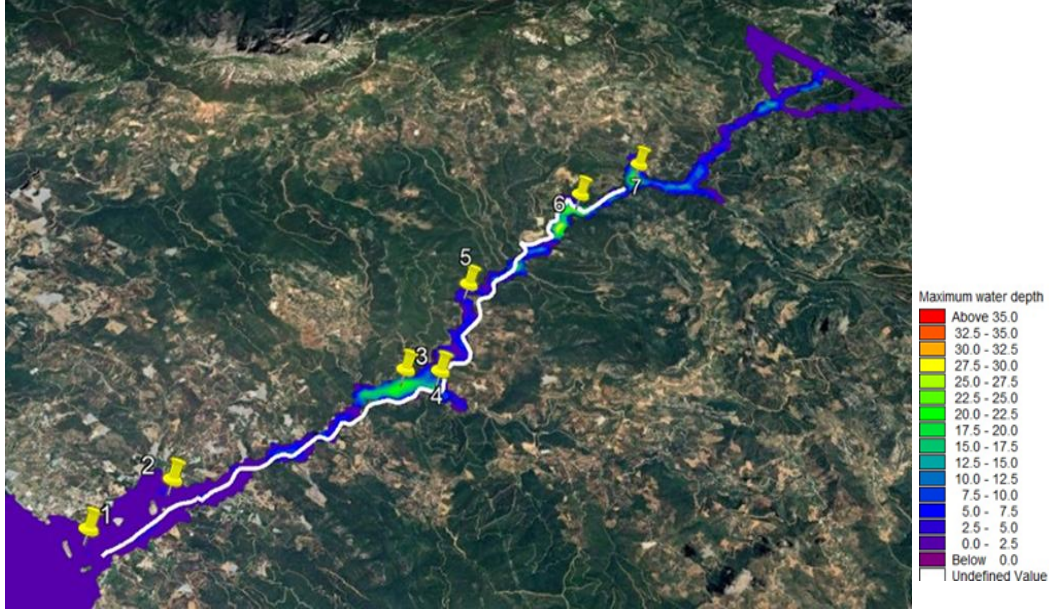
Şekil 14: Belirlenen noktanın 200 yıllık tekerrür aralığındaki hidrograf grafiği



Şekil 15: Belirlenen noktanın 500 yıllık tekerrür aralığındaki hidrograf grafiği

3.3 Kritik Taşkın Noktalarının Güncel Durum Karşılaştırılması

Q_{500} tekerrür debisi sonucu gerçekleştirilen simülasyon sonucunda spesifik noktalar belirlenmiştir. Bu belirlenen noktaların taşkın anında geniş bölgelere yayılması ve su derinliklerinin yüksek veya düşük olması sebebiyle dikkat çekmektedir. Bu noktaların güncel olarak durumları İHA ile fotoğraflanıp olası hasar alanları ve yapılar gözlemlenmiştir. Şekil 16'de bu noktalar işaretlenmiştir.



Şekil 16: 500 yıllık hidrografta taşkın anındaki kritik noktalar



Şekil 17: Nokta 1 güncel durumu

Bu olası senaryoda suyun yüksekliği incelendiği zaman 0-2,5 m arası öngörülmüştür. Nokta 2 ise su derinliği olarak Nokta 1 ile aynı özellikleri taşıyarak yayılım olarak 600 m bir genişliğe ulaşmaktadır. Nokta 1 ve 2 bakıldığında taşkın bu noktalarda kapladığı alan yaklaşık 1,5 km²'dir. Bu noktanın dikkat çeken tarafı ise etrafında çok geniş kesimlere yayılan seralardır. Aynı zamanda buradaki taşkın mansap kısmındaki 0 m yakın yüksekliklerin görülmesi modelleme kısmında çıkış sınırlarının geniş işaretlenmesi ve analizin bu doğrultuda topoğrafyaya yayılmasıdır. Burada aslında su yüksekliğinin görülmediği deniz seviyesiyle bir olduğu anlamına gelmektedir. 500 yılda bir tekerrür edebilecek bir yağış sonrası Şekil 18'de gösterilen seralar taşkından etkilenme ihtimali taşımaktadır. Aynı zamanda bu noktaya yakın yeni ve eski yerleşim yerleri de bulunmaktadır.



Şekil 18: Nokta 2 güncel durumu

Nokta 4 ve 8'e bakıldığında su yüksekliğinin 15-20 m bulabileceği görülmektedir. Eğimin bu bölgede az olması sebebiyle suyun geniş bir alana yayıldığı görülmektedir. Hacimsel olarak bakıldığında suyun bu yüksekliğe ulaşabileceği alan yaklaşık olarak 0.3 km²'dir. Bu konumda olası taşkın sonrası etkilenebilecek açık tarım arazisi ve yerleşim yerleri de bulunmaktadır.



Şekil 19: Nokta 3 ve Nokta 4 güncel durumu

Nokta 5 tüm taşkın alanı boyunca bakıldığında taşkınının yaklaşık olarak minimum genişliğe ulaştığı konumdur. Yatağının sağ ve sol kesimleri dahil olmak üzere taşkın genişliği 144 m civarında gerçekleşmektedir. Burada yerleşim yerleri etki görmüyor olsa bile açık tarım alanları 0-2,5 m aralığında su yüksekliğinden etkilenebilir durumları vardır.



Şekil 20: Nokta 5 güncel durumu

Nokta 6'da zarar görebilecek herhangi bir yapı bulunmamaktadır. Ormanlık alanda bulunması olası bir taşkın için avantaj olsa da çay yatağının darlığı 20-30 m bulan su yüksekliği olabileceğini göstermektedir. Taşkın sonucu genel anlamda suyun en yüksek kota ulaştığı konumlardan biridir. Bu yükseklik 0.3 km² alana ulaşabilmektedir.



Şekil 21: Nokta 6 güncel durumu

Nokta 7 taşkının yaklaşık 20-30 m'yi bulan su yüksekliğine ulaşabileceği gözlemlenmiştir. Bu yükseklik 0,12 km² alanda gözlemlenmektedir. Bu alan içerisinde yerleşim yerleri bulunmaktadır.



Şekil 22: Nokta 7 güncel durumu

4. Sonuç

Sonuç olarak 500 yıllık taşkın debisine göre olası taşkın yaklaşık 10 km² bir alana yayılacaktır. Bu durum 500 yıllık bir tekrerr aralığındaki yağışa göre hesaplanmış olsa dahi gerçekleşme riski taşımaktadır. Afetlerin olmadan tedbirlerinin alınmasının maliyeti, olduktan sonra harcanacak maliyetin çok altındadır. Analiz değerleri, taşkın risk alanı ve olası derinliklerin simülasyon sonucu görülebilmesi ve buna bağlı olarak yerleşim planlaması yapılması gerekmektedir. Dere kenarlarındaki yerleşimlerin kaldırılması, dere ıslahının yapılması ve taşkın alanlarının yeşillendirilmesi, peyzaj alanlarının oluşturulması hem iklim değişikliğine karşı bir önlem hem de afet zararlarını minimize etmeye karşı bir tedbirdir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) , Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Antalya Su ve Atık Su İdaresi Genel Müdürlüğü (ASAT) Alanya Şube CBS Uzmanı İbrahim AYTEN'e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- Beden, N. (2019). *Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi* [Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Cebeci, İ., Demirkıran, O., Doğan, O., Sezer, K. K., Öztürk, Ö., & Elbaşı, F. (2019). Türkiye'nin iller bazında kuraklık değerlendirmesi. *Toprak Su Dergisi (Özel Sayı)*, 169–176. <https://doi.org/10.21657/topraksu.655613>
- Çakan, S. (2021). *Bozkır-Çarşamba çayı ıslah çalışmalarının HEC-RAS programında incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, KTO Karatay Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Çanta, E. E. (2022). *Kemalpaşa (Artvin) ilçesinde 1 ve 2 boyutlu entegre hidrolik model ile taşkın yayılım haritalarının üretilmesi* [Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Damçayırı, D. (2018). *Kınıklı deresinin taşkın risk haritasının oluşturulması* [Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Demirbaş, M., & Aydın, R. (2020). 21. yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15(4), 163–179.
- Demir, V., & Kisi, O. (2016). Flood hazard mapping by using geographic information system and hydraulic model: Mert River, Samsun, Turkey. *Advances in Meteorology*, 2016, Article 4891015. <https://doi.org/10.1155/2016/4891015>
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2020). Obtaining the Manning roughness with terrestrial-remote sensing technique and flood modeling using FLO-2D: A case study Samsun from Turkey. *Geofizika*, 37(2), 131–156. <https://doi.org/10.15233/gfz.2020.37.9>

- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Flood flow calculation and flood modeling in rivers that do not have enough flow measurement (Samsun, Mert River sample). *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
- Efe, H., & Önen, F. (2015). Batman çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 6(2), 83–92.
- 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>
- 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>
- Hacı, A., Gülbaz, S., & Paşa, Y. (2023). *Taşkın modellemelerinde ve taşkın haritalarının oluşturulmasında kullanılan programların karşılaştırılması* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Karataş, B. (2019). *Sivas 4 eylül barajının yıkılma senaryolarına göre taşkın analizi ve taşkın tehlike raporunun hazırlanması* [Yüksek lisans tezi, Bozok Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Kömüşçü, Ü.A., Çelik, S., & Ceylan, A. (2011). 8–12 Eylül 2009 tarihlerinde marmara bölgesi'nde meydana gelen sel olayının yağış analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(2), 209–220. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000125
- Oğuz, K., Oğuz, E., & Coşkun, M. (2016, 21–24 Kasım). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ile taşkın risk alanlarının belirlenmesi: Artvin ili örneği* [Bildiri Sunumu]. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Rize, Türkiye.
- Peker, İ. B., Gülbaz, S., Demir, V., Orhan, O., & Beden, N. (2024). Integration of HEC-RAS and HEC-HMS with GIS in Flood Modeling and Flood Hazard Mapping. *Sustainability*, 16(3), Article 1226. <https://doi.org/10.3390/su16031226>
- Uçar, İ. (2010). *Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması* [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Üyüklüoğlu, M. (2015). *HEC-RAS ile taşkın bölgelerinin modellenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bozok Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Vilsteren, M. (2010). *Design Flood Estimation For The Quang Tri Province in Vietnam* [Bachelor's Thesis, University Of Twente]. <https://purl.utwente.nl/essays/69461>