

Türkiye’de Taşkınların FloodDOT Tabanlı İncelenmesi ve Farklı Veri Kaynaklarının Mekânsal Karşılaştırılması

Abdullah AKBAŞ^{1*}

Tolga GÖRÜM²

Hasan ÖZDEMİR³

ÖZ

Taşkınlar, akarsuların yataklarını terk ederek çevresine yayılması ve nispeten çukur alanları doldurmasıyla birlikte hem ölümcül hem maddi sonuçlara yol açmaktadır. Bu açıdan gerek taşkınların oluşum mekanizmalarının gerekse neden olduğu sonuçların anlaşılması için taşkınlara ait çeşitli özelliklerin yer aldığı envanterlerin varlığı oldukça önem taşımaktadır. Küresel envanterlerin Türkiye gibi ülkelerin bölgesel ve ulusal ölçekteki süreçlerin anlaşılmasında gerekli olan veri tabanlarını sağlamadığı, sadece gazete arşivlerine veya resmi kaynaklara dayalı verilerin ise süreçleri açıklamada yetersiz kaldığı görülür. Bu eksikliği gidermek amacıyla Türkiye Taşkın Envanteri (FloodDOT) oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de 1928-2022 yılları arasında farklı veri kaynakları kullanılarak oluşturulan taşkın envanterini tanıtmak, bu envantere dayanarak taşkınların zamansal ve alansal değişimlerini ortaya koymak ve kullanılan veri kaynaklarının mekânsal farklılıklarını karşılaştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda Getis-Ord Gi* istatistik kullanarak farklı kaynaklardan elde edilmiş taşkın envanterlerinin mekânsal değişimleri ve oluşturdukları sıcak-soğuk bölgeler incelenmiştir. Sonuçlara göre, toplamda 3300 ölümcül taşkın tespit edilmiş ve 6799 taşkın olayı sonucunda envantere 9181 taşkın noktası eklenmiştir. Taşkınların zamansal dağılışı, Türkiye’de çeyrek yüzyıllık bir döngüye ve bimodal bir karaktere sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca, 1972 ve 2001 yılları taşkınların zamansal dağılışıyla ayırık yıllar olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan Türkiye’nin her yerinde taşkın olayı görülmekle birlikte, Doğu Karadeniz’in hem taşkın sayısı hem de ölümcül taşkınlar açısından bir sıcak bölge olduğu belirlenmiştir. Doğu Karadeniz havzasından sonra Sakarya ve Fırat-Dicle hem ölümcül taşkın hem de taşkın sayısı bakımından öne çıkmaktadır. Ayrıca, Getis-Ord Gi* istatistiği kullanarak yapılan analiz

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu’na 12 Ocak 2025 günü ulaşmıştır. 13 Haziran 2025 günü yayımlanmak üzere kabul edilmiştir.
- xx xxxxx xxxxxx gününe kadar tartışmaya açıktır.

• <https://doi.org/>

1 Bursa Uludağ Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye
abdullahakbas@uludag.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0003-2024-0565>

2 İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
tgorum@itu.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-9407-7946>

3 Bursa Uludağ Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye
ozdemirh@uludag.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-8885-9298>

* Sorumlu yazar

sonucunda kurumsal olarak elde edilen Devlet Su İşleri taşkın envanteri verisiyle ve çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin mekânsal farklılıklarının karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar Türkiye’de soğuk bölgeye rastlanmadığını ve elde edilen sıcak bölgelerin ise farklı envanter kaynaklarının Türkiye’de taşkınların görüldüğü bölgeler açısından farklı sonuçlar ürettiğini ortaya koyduğu anlaşılmaktadır. Bu durum FloodDOT envanterinin Türkiye’deki taşkın süreçlerini mekânsal olarak iyi yansıttığı ve envanterin bu açıdan küresel envanterlerin yarattığı veri boşluğunu kapattığı görülmektedir. Bu nedenle envanter oluşturma süreçlerinde mevcut olan tüm kaynaklardan toplanan kayıtların kullanılması taşkın tehlike ve duyarlılık analizleri için büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taşkınlar, taşkın envanteri, FloodDOT, Getis-Ord Gi*, Türkiye.

ABSTRACT

FloodDOT-based Analysis of Floods in Turkey and Spatial Comparison of Various Data Sources

Floods occur when rivers overflow their banks and rapidly spread into surrounding areas, filling nearby depressions and causing both fatalities and economic losses. In this context, the existence of inventories that include various characteristics of floods is of great importance for understanding both the flood generating mechanisms and the consequences they produce. Global inventories have been found insufficient in providing the necessary databases to understand regional and national-scale flood processes in countries like Türkiye, while data based solely on newspaper archives or official sources have proven inadequate for explaining such processes. To address this gap, the Flood Inventory Of Türkiye (FloodDOT) was developed. The aim of this study is to introduce the flood inventory created using various data sources for the period between 1928 and 2022 in Türkiye, to reveal the temporal and spatial variations of floods based on this inventory, and to compare the spatial differences among the data sources used. In line with this aim, spatial variations of flood inventories obtained from different sources and the hot and cold spots they form were analysed using the Getis-Ord Gi* statistic. According to the results, a total of 3300 fatal floods were identified, and 9181 flood locations were recorded in the inventory based on 6799 flood events. The temporal distribution of floods in Turkey clearly reveals a quarter-century cycle and a bimodal pattern. Furthermore, the years 1972 and 2001 were identified as outlier years in the temporal distribution of floods. While flood events have been observed across the entire country, the Eastern Black Sea region has been identified as a hot spot in terms of both the number of floods and the frequency of fatal floods. Following the Eastern Black Sea basin, the Sakarya and Euphrates-Tigris basins stand out in terms of both fatal floods and total flood occurrences. Moreover, the comparison of spatial differences between the institutional data from the State Hydraulic Works (DSİ) and other sources, based on analyses using the Getis-Ord Gi** statistic, showed that no cold spots were found in Turkey, and that hot spots varied depending on the data source used. This finding indicates that the FloodDOT inventory provides a reliable spatial representation of flood processes in Türkiye and helps to fill the data gap created by global inventories. Therefore, utilizing records gathered from all available sources during inventory creation processes offers a significant advantage for flood hazard and vulnerability analyses.

Keywords: Floods, flood inventory, FloodDOT, Getis-Ord Gi*, Türkiye.

1. GİRİŞ

Taşkınlar, akarsuyun yatak kapasitesini aşarak çevresini ve çukur alanları geniş su kütleleri şeklinde kaplamasıyla her yıl ciddi maddi ve can kayıplarına neden olan başlıca doğal afetlerden birisidir. Birleşmiş Milletler Afet Risk Azaltma Ofisinin (UNDRR) afet raporunun [1] ve Uluslararası Kızılay-Kızılhaç Teşkilatları Federasyonu (IFRC) raporunun [2] EMDAT gibi veri tabanlarından derlenen kayıtlara göre iklimsel ve hidrolojik kökenli afetlerin başında taşkınlar gelmektedir. Bu veri tabanlarının neredeyse yarısını taşkınlar oluşturmakta ve 1960'dan beri taşkınların frekansında artış görülmektedir. Verimli tarım alanları, suya erişim kolaylığı ve ekonomik faaliyetler nedeniyle nüfus genellikle taşkın ovaları ve akarsu çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, söz konusu bölgelerde insan etkinliğinin zamanla hızla artmasına yol açmaktadır [3]. Hızlı şehirleşme ve ekonomik faaliyetlerin yanı sıra artan nüfusla birlikte bu alanlarda bulunan mevcut akarsuların taşması hem büyük can kayıplarına hem de ciddi ekonomik zararlara neden olmaktadır [4]. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nin taşkın ovalarında 100 yıllık taşkına maruz kalan alanlar ülkenin toplam alanının neredeyse %13'ünü oluşturmaktadır [5,6]. Öte yandan Avrupa ve çevresindeki yüksek çözünürlüklü veri tabanları taşkınlarla maruz kalmada ve ölümcül taşkınların sayısında ve frekansında artış olduğunu göstermektedir [7,8]. Ancak bir taşkını oluşturan farklı mekanizmaların varlığı, flüvyal (akarsu) taşkınların şiddetli yağış gibi her zaman aynı nedene dayanmadığını gösterir ve coğrafi gradyan kavramının hem iklimsel hem de topoğrafik önemini ortaya çıkarır [9,10]. Örneğin, Stein vd. [11] envantere de dayalı olarak taşkın oluşum mekanizmalarını anlamaya yönelik rastgele orman metodu kullanarak yaptıkları sınıflandırma çalışmasında dünyada taşkınları oluşturan iklimsel mekanizmalarını incelemişler ve dünya üzerinde farklı iklimsel koşulların taşkın oluşum süreçleri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ancak yapılan birçok çalışma bu mekanizmaların değişkenliğinde ayrıca bir değişkenlik yani iklim değişikliğinin de zaman içerisinde etkili olduğunu belirtmiştir [12-14]. Sanayi devriminden beri atmosfere salınan sera gazlarının artışıyla atmosferdeki pozitif ışımsal zorlama iklimsel/hidrolojik sistem ve alt sistemlerde değişikliğe neden olarak yağış gibi parametrelerin uç değerlerinde ve dolayısıyla taşkınların frekansında meydana gelecek bir artışla birlikte birçok bölgeyi daha kırılgan bir hale getirecektir [15]. Kıta Avrupası için (Türkiye dahil) yıllık maksimum akım değerleri (pik akımlar) temel alınarak oluşturulan çalışmaya göre, taşkını kontrol eden toprak nemi, kar erimesi ve aşırı yağış gibi etkenler iklim değişikliği nedeniyle alansal ve zamansal olarak değişmekte ve taşkının mevsimselliğinde de bir değişimin meydana göstermektedir [16].

Akarsular, iklime ve iklim değişikliğine en hızlı tepki veren hidrolojik alt sistemlerden biri olmasının yanı sıra, sularını topladığı havzasındaki [17] ekonomik faaliyetler (madencilik, tarım, sanayi, ulaşım, yerleşim, barajlar vb.) nedeniyle ortaya çıkan antropojenik arazi kullanımı değişimlerine de hızlı yanıt vermektedir [18-20]. Dünya üzerinde ekonomik faaliyetlerin ve gelişmenin de etkisiyle arazi kullanımı değişiklikleri son yüzyılda oldukça belirginleşmiş ve özellikle taşkın ovalarını ve akarsuların kenarlarındaki düzlük alanlarda insan faaliyetleri açısından daha da öne çıkmıştır [3, 4, 21]. Bu nedenle, son 30 yılda taşkınlarından kaynaklanan can ve mal kayıpları, özellikle bu alanlarda yoğun olarak görülmüştür [1].

Özellikle son yıllarda geniş örneklemli hidroloji bakış açısının hem alansal olarak (ölçek kavramının önemi) hem de tüm süreçleri içerecek şekilde ele alınmasıyla ilgili oldukça teşvik

edici çalışmalarla öne çıkmıştır. Bu durum hidrolojik süreçlerin artık bir nehrin kendisi ve havzasını içermesinden ziyade tüm bölgesel ölçek ve süreçlere bakmasını amaçlamıştır [22-24]. Bölgesel ölçekteki çalışmalarda ise uzun, düzenli ve güvenilir verilerin varlığı oldukça önemlidir. Özellikle de mekânsal olarak doğru üretilmiş taşkın envanterinin varlığı, taşkınları oluşturan mekanizmaların anlaşılmasında ve tehlike/duyarlılık analizlerinde oldukça önem kazanmaktadır. EM-DAT gibi küresel veri tabanları, vaka çalışmaları için yararlı olsa da, ulusal ve bölgesel ölçekteki taşkın duyarlılık/tehlike çalışmaları için genellikle yetersiz kalmaktadır [25]. Her ne kadar Devlet Su İşleri taşkın verisi ve taşkın envanteri oluşturmada mahir olsa da Türkiye’nin kuruluşundan bugüne kadar tüm arşivleri içeren bir veri tabanı niteliği taşımamaktadır. Bu açıdan Türkiye için hem mekânsal doğruluğu yüksek hem de tüm zaman ölçeğini içine alan bir taşkın envanterinin oluşturulması zorunludur. Dolayısıyla, yapılan bu çalışmanın amacı a) Türkiye’ye ait 1928-2022 yılları arasında farklı veri kaynaklarına bağlı olarak oluşturulan taşkın envanterini tanıtmak, b) oluşturulan taşkın envanterine göre taşkınların alansal ve zamansal değişimlerini ortaya koymak ve c) taşkın envanterinin oluşturulmasında kullanılan farklı veri kaynaklarının mekânsal farklılıklarının karşılaştırılmasını yapmaktır.

2. VERİ YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Taşkınların oluşum nedenleri diğer bir deyişle taşkın oluşturma mekanizmaları bölgeden bölgeye değişmektedir. Örneğin, Berghuijs vd. [10] yaptıkları bir çalışmada, Avrupa’da meydana gelen taşkınlar (pik akımların) üzerinde etkili olan mekanizmaları ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında Alpler ile Karpatların olduğu alanlarda aşırı (ekstrem) yağışlar, İskandinavya ile Kuzey Avrupa’da kar erimeleri ve Batı Avrupa’da daha yoğun olmak üzere toprak nemi fazlalığının taşkın üretmede görece potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’de gerçekleşen taşkınlar, Türkiye’nin jeomorfolojisi (havza morfometrisi) ve ikliminin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Buna göre Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle orta enlem iklim özellikleri gösterir. Beck vd. [26] yaptığı çalışmaya göre; Türkiye’nin yaklaşık üçte ikisinde yazları nemli ve kurak olan birçok alt iklimi içeren C makro iklimi, diğer bir deyişle ılıman iklim egemendir. İç Anadolu platosu ve çevresinde ise kurak iklim (B makro iklimi) egemenken, Doğu Anadolu başta olmak üzere yüksek alanlarda karasal (D makro iklimi) görülür. Türkiye’de bu iklimi oluşturan jeomorfolojik ve klimatolojik süreçler farklı taşkın koşullarını ve süreçlerini meydana getirir. Özellikle de İç Anadolu platosu ve onu çevreleyen marjinleri, hava sistemlerinin bu platoya girmesini engeller ve Türkiye’de kıyı ve iç bölgeleri arasında güçlü bir iklimsel gradyan oluşturur. Plato ve marjinler sonucunda oluşan iklimsel gradyan aynı zamanda genel atmosfer süreçleriyle de mevsimlik olarak da değişmektedir [27]. Örneğin, kış mevsiminde polar jetin güneye inmesiyle İzlanda alçak basıncı kaynaklı maritim polar hava kütlesiyle birlikte birçok gezici ve cephesel depresyon Akdeniz havzasına ve dolayısıyla Türkiye üzerine iner ve bazen termodinamik modifikasyonlara uğrayarak Akdeniz depresyonları haline dönüşebilir [28]. Bu depresyonlar Türkiye’deki topografik bariyerin de etkisiyle bazen taşkın oluşturacak miktarlarda ekstrem yağışlar oluşturur [29-30]. Örneğin Akbas [27] yaptığı çalışmada Türkiye’de ekstrem yağış süreçlerinde kış aylarında en yüksek yağışın görüldüğü ve topografik bariyerin iç ve kıyı bölgeleri arasında bir gradyan oluşturduğunu belirtmiştir. Diğer yandan Sibiryâ yüksek

basıncı kaynaklı kontinental polar hava kütlesi Karadeniz üzerinden geçerken sıcak cepheyle karşılaşp yağışlarını bırakır ve Doğu Anadolu üzerinde kar yağışlarını oluşturabilir [31-33]. Polar jetin kuzeye çekilmesi ve Türkiye üzerinde Azorlar yüksek basıncı ile Muson alçak basıncının bir ucunun egemen olmasıyla ekstrem yağışların Karadeniz bölgesinde görülmesi ve sıklıkla taşkın oluşturmaları olasıdır [27, 34]. Öte yandan, yaz mevsiminde konvektif kararsızlıktan dolayı Kuzeydoğu Anadolu platosu ile İç Anadolu platosu gibi plato sahalarında taşkın oluşturabilecek ekstrem yağışlar görülebilmektedir. Türkiye’de iç içe geçmiş karmaşık iklim ve rölyef yapısı, çeşitli taşkın türlerinin farklı iklim ve topografik koşullarda oluşmasına neden olmaktadır.

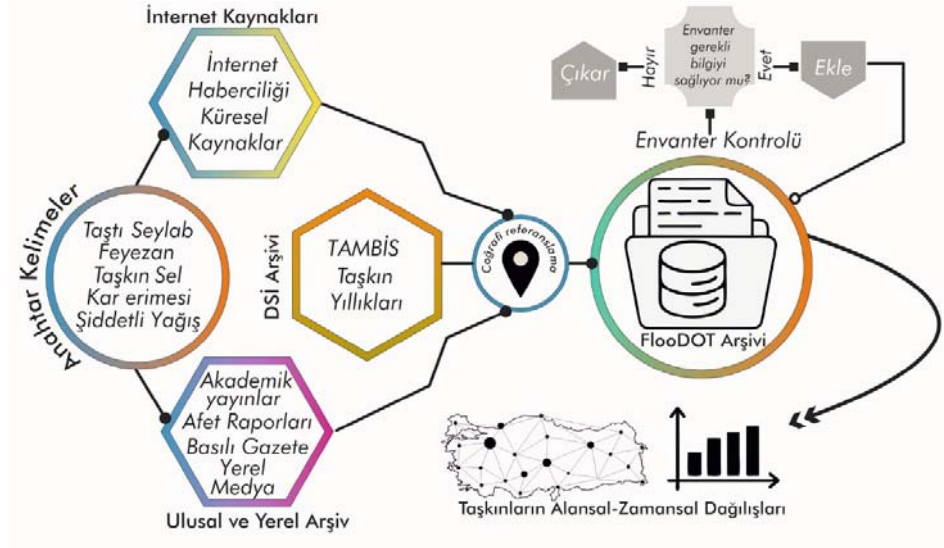
Bu çalışmada verilerin değerlendirilmesinde temel olarak Devlet Su İşleri’nin oluşturmuş olduğu havzalar kullanılmıştır. Bu havzalar sırasıyla Meriç-Ergene, Marmara, Susurluk, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz, Antalya, Burdur Göller, Akarçay, Sakarya, Batı Karadeniz, Yeşilırmak, Kızılırmak, Konya, Doğu Akdeniz, Seyhan, Asi, Ceyhan, Fırat-Dicle, Doğu Karadeniz Çoruh, Aras ve Van Gölü havzalarından oluşmaktadır. Her ne kadar Doğu Karadeniz, Marmara birçok münferit havzalardan oluşsa da DSİ havzalarının taşkın süreçleri açısından ve envanter verilerinin sonuçlarının operasyonel açıdan kullanılmasında daha faydalı olacaktır.

2.2. FloodDOT (Flood inventory Of Türkiye) Envanterinin Oluşturulması

Bu çalışmada Türkiye üzerinde gerçekleşmiş olan tüm tarihsel taşkınların alansal bilgilerinin kayıt altına alınması yanı sıra meydana gelmiş tüm fiziksel etkileri ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda envanter oluşturulurken göz önüne alınan temel amaç, meydana gelen taşkınların etkilediği alanı bir nokta (envanter ismi: FloodDOT) şeklinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamına taşımak ve noktalara taşkınların neden olduğu ölüm, yaralanma, kayıplar vb. öznitelik bilgileri eklemektir. Envanterin bu doğrultuda oluşturulması için kaynaklar sırasıyla a) ulusal ve yerel basılı arşiv b) İnternet kaynakları ve c) Devlet Su İşleri’nin TAMBİS ve Taşkın Yıllıkları şeklide üç temel aşamada sınıflandırılmıştır (Şekil 1).

Bu kaynakların haricinde emergency events database (EM-DAT), Dartmouth flood observatory database (DFO), Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS) ve FloodList’e ait birçok veri tabanı majör olayların tutulması ve FloodDOT’a katılması açısından önemlidir. Buradaki majör olaylar bu envanterlerin küresel bir değer taşımasından kaynaklanır. Örneğin, EM-DAT’ın bir taşkın olayını envanterine katması için gereken durumlar en az 10 ölüm durumunun olması, en az yüz kişinin olaydan etkilenmesi, olağanüstü hâl ilan edilmesi ve uluslararası yardım talep edilmesi gibi şartlardan oluşur. Yukarıda sayılan şartlar dışında minör bir olayın envantere girmesi oldukça zordur. Bu bakımdan, Türkiye’de oldukça yüksek çözünürlüklü bir envanterin oluşturulması için temel olarak gazeteler haber kaynağı olmuştur. Bu çalışmanın yöntemlerinden biri, Cumhuriyet ve öncesine gidilebildiği kadar en eski verilere ulaşmak olduğu için basılı olan ve daha sonra sayısallaştırılmış gazetelerden faydalanmaktır. Yukarıda sayılan veri tabanlarında istenilen bilgilerin ortaya konulması için en önemli konulardan birisi anahtar kelimelerdir. Anahtar kelimeler için sırasıyla “Seylap”, “Seylâp”, “Seylab”, “Seylâb”, “Feyezan”, “Feyezân”, “Taşkın”, “Taşma”, “Taşması”, “Taşmış”, “Taştı”, “Su bastı”, “Su baskını”, “Su basması”, “Sel felaketi”, “deresi taşı”, “şiddetli yağış”, “kar erimesi”, “karların erimesi” ve “sel” gibi

kelime ile kelime öbekleri sırasıyla kullanılmıştır. Bunun için ilk olarak Cumhuriyet gazetesinden başlanılmış ve daha sonra Milliyet gazetesiyle devam edilmiştir (Şekil 2). Bu iki gazete hem arşivcilik hem de tarihsel açıdan Türkiye’de yaşanan bütün olaylarının elde edilmesi için mihenk taşı görevi görür.



Şekil 1 - FloodDOT envanterinin oluşumunda ve analizindeki aşamalarının gösterimine ait akış diyagramı



Şekil 2 - Taşkın envanterinin basılı gazetelerden a) Cumhuriyet b) Milliyet için örnek gösterimi. Taşkın olayını bulmak için anahtar kelimelerin girilmesi, ilgili haberin bulunması, taşkın gerçekleşen sayfanın indirimi ve taşkın haberlerinin gösterimi.

Ancak gazete haberlerinde kullanılan taşkınla ilgili anahtar kelimeler zaman içinde değişime uğramıştır. Örneğin, 1920’li yılların başlarında “seylap”, “seyelan” ve “feyezan” gibi kelimeler yaygınken, ilerleyen dönemlerde bu olaylar “sel”, “taşkın” veya “sel felaketi” gibi ifadelerle haberleştirilmiştir. Sayılan bu anahtar kelimeler kullanılarak, gerek yazılı basından gerekse farklı arşiv kaynaklarından elde edilen veriler ayıklanmış ve taşkın envanterine işlenmiştir. Basılı gazetelere ek olarak, internet haberciliğinin 2000’li yıllardan sonra büyümesi ve haberlerin anında servis edilmesi sayesinde internet gazeteciliği envanter için bir diğer kaynak olmuştur. Demirören haber ajansı, Anadolu Haber Ajansı ve İhlas haber ajansları gibi haber sağlayıcılarından ve zaman içerisindeki bireysel haber sitelerinden envanter için veri temini sağlanmıştır (bknz: <https://www.haberturk.com/son-dakika-haberi-giresun-da-can-kaybi-8-e-yukseldi-2781646>). Bir diğer haber kaynağı ise yapılan tezler ve akademik yayınlardır. Örneğin Gönüllü [35] tarafından yapılan “Cumhuriyet Döneminde Meydana Gelen Sel Baskınları (1950-1970)” adlı yüksek lisans tezi içerisindeki geniş arşiv ve verilen arşivin kaynağı bu çalışmada kullanılmak için oldukça faydalı bir kaynak olarak kullanılmıştır. Bu kaynaklara ek olarak, Türkiye Büyük Millet Meclisi arşivlerinde tarama yapılmış ve bu arşivlerdeki tutanakların tamamı yukarıda bahsedilen bütün anahtar kelimeler vasıtasıyla taranmıştır. Meclis tutanaklarında göze çarpan bir özellik ise verilen bilgi kaynağının gerek gazeteler gerekse DSİ verileriyle büyük ölçüde örtüştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum, veri setinin güvenilirliğini ve çapraz doğrulama imkânını önemli ölçüde artırmaktadır.

AFAD kurumu gerek tüm afetlerin gerekse taşkın özelindeki afetlerin varlığını ve kaydını tutmaktadır. AFAD’ın yayımladığı raporlar oldukça faydalı bir veri kaynağı görevi sunmaktadır. Bu raporlar AFAD’ın web sitesindeki ana sayfasında yer alan ve sel/taşkın olaylarından sonra hizmete sunduğu raporlardır. Türkiye’deki afetlere ait bilgiler AFAD’ın TABB (Türkiye Afet Bilgi Bankası) sisteminde tutulmakla birlikte kamuya açık değildir. Öte yandan, AFAD yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda TABB’a eklenen taşkın afetlerine ait bilgilerin DSİ’den elde edildiği belirtilmiştir. Bu durumun nedeni ise kurumların tarihçeleri, kuruluş yılları ve sorumluluklarıyla ilişkilidir. Dolayısıyla da TABB’dan ziyade Taşkın, Arıza ve Müdahale Mekânsal Bilgi Sistemi (TAMBİS) sisteminde kullanılmıştır. DSİ ile yazışmalar yapılarak TAMBİS veri sistemindeki veriler CBS ortamında “shapefile” olarak elde edilmiştir. TAMBİS sistemindeki verilerin 1950-2000 yılları arasındaki verilerin bazı koordinatları hatalar içerdiği için DSİ’den ayrıca bu verilere altlık teşkil eden taşkın yıllıkları ve raporlar tekrardan talep edilmiştir. Bu veri tabanı tüm Türkiye’ye ait 1/25.000 ölçeğindeki topografya haritalarıyla da kontrol edilerek ve tekrardan düzenlenerek mekânsal hassasiyeti yahut belirsizliği ± 500 m içeren veri tabanına dönüştürülmüştür. Bu bakımdan Şekil 1’de bahsedilen veri kaynaklarından çıkabilecek tüm maksimum bilgiler envantere işlenmiştir.

FloodDOT envanteri oluşturulurken bazı hususlara dikkat edilmiştir. Bunlardan en önemlisi envanteri mümkün olduğu kadar detaylandırmaktır. EMDAT ve DFO veri tabanları incelendiğinde, bu veri tabanlarının öz niteliklerine ait bilgiler de bazı geniş kategorilere sahiptir [36]. Bu özniteliklerin ilki; ID, lokasyon ve tarih gibi temel bilgileridir. Diğerleri ise taşkın olayının nedenleri ve meydana getirdikleri şeklinde sınıflandırılabilir. Bu anlamda veriler temel olarak iki kategoriye ayrılabilir. Lokasyon bilgileri incelendiğinde, akarsu gibi fiziksel coğrafi unsurlardan ziyade, idari bölümlerin (il, ilçe vb.) taşkın yerini tanımlamada daha yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmada, FloodDOT envanterine her bir taşkın için sadece idari sınırlara göre değil, aynı zamanda nehir ve havza bilgileriyle

birlikte eklenmesi sağlanmış; böylece taşkınların fiziksel coğrafya bağlamında da anlamlı bir temsili olması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda veri tabanı bu yapıya göre düzenlenmiştir. Öte yandan, küresel veri tabanlarında ölüm bilgileri sadece toplam ölüm üzerinden esas alınmıştır. Burada, özellikle kadın, çocuk ve engelliler gibi savunmasız gruplardaki ölüm bilgileri ne yazık ki yer almamaktadır. Bu bakımdan, oluşturulan FloodDOT veri tabanına ölüm bilgisi ek olarak ölenlerin cinsiyeti (kadın, erkek), yaş grubu (yetişkin veya çocuk olması), yaralanan kişi sayısı ve kayıp birey sayısı gibi birçok özellik eklenmiştir. Bu tarz bir bilgi taşkınların sosyo-ekonomik veri tabanlarıyla ilişkilendirilmesi ve afet politikasının oluşturulması açısından gereklidir [37]. Ayrıca taşkın olayının görüldüğü akarsuyun yukarı havzasında taşkın korumaya ait baraj veya rezervuar yapısının olup olmadığı bilgisi de envantere eklenmiştir. Ayrıca, veri tabanına hasar bilgisinin dahil edilmesi de değerlendirilmiştir. Bunun için öncelikle elde edilen haberlerdeki ve raporlardaki zarar miktarı TL cinsinden envantere eklenmiş ve daha sonra enflasyondan arındırılarak USD birimine çevrilmiştir. Diğer yandan bir taşkın olayının meydana getirdiği ve haberler/raporlar/tezlerden çıkarılabilecek maksimum bilgiler benzer şekilde envantere eklenmiştir. Burada önemli konu ise genellikle bu haberlerde çıkarılabilecek bilginin sınırlı olmasından dolayı hasarların miktarlarının sayı cinsinden envantere en detaylı şekilde eklenmesidir (Tablo 1). Envanter oluşturulurken arama sırasında kullanılan kelime öbeklerinin yanı sıra, ilgili taranan kaynaktaki kelime öbekleri vasıtasıyla haberde geçen taşkın olayının tahrifatı detaylandırılmaya çalışılmıştır. Yaşanan taşkın olayı neticesinde su ile temas etmiş herhangi bir tahrifat sınıfı tahrif olmuş olarak kabul edilmiştir. Kaynaktaki cümleler yorumlanırken, ilgili kaynağın öznesi, kaynaktaki fiil ve meydana gelen olayın konumu ile alakalı olan bilgiler olmak üzere 3 temel kriter göz önüne alınmıştır. Hasar tiplerinin açıklama kısmında ilgili yaşanan olay sonucunda, gerçekleşen tahrifatın tipini belirtmektedir. Burada bulunan “*/*” tanımlaması ile ayrılmamış olan olaylar tek bir tahrifat türünü temsil etmektedir. Bahsi geçen tanımlama, “kbas*/*bbas” kodu olan tahrifat sütunu için ölen hayvan tipinin belli olmamasını kapsarken, diğer tahrifat sütunları için, her iki tahrifat tipinin ilgili olayın bulunduğu kaynaktaki belirsizlikten dolayı (her iki tahrifatında gerçekleştiği ancak hangi tahrifatın ne kadar zarara uğradığı bilinmeyen tahrifat tipi olarak karşımıza çıkması), “*/*” tanımlaması ile ayrılmış olan tahrifat tipine ihtiyaç duyulmuştur. Haber kaynağındaki özneler tahrifatın tipini belirtirken, haber kaynağındaki fiiller kısmında, o öznenin su ile etkileşime girdiğini belirten fiiller bulunmaktadır. Taşkın alanının konumuna göre değerlendirilen kriter ise, konut ile ilgili olan verilerin detayının artırılması amacıyla, konumsal olarak yerleşim tipinin görece en çok farklılaştığı konut tahrifatı kısmında, ilgili yaşanan olayın konumuna göre etkilenen konutun tipi ve bu düşünceden hareketle, yaşanan olay sonucunda konutun maruz kaldığı maddi zararda detaylandırma yapmaktır. Konuma bağlı olarak ilgili taşkın olayının, köy ve şehrsel yerleşim yerlerinin hangisinde gerçekleştiği ayırt edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1 - FloodDOT envanterine ait öznitelik tabloları ve açıklamaları

Kategori	Alt Kategori (Ad/Kısa Ad)	Format/Birim	Açıklama
	Kimlik/ID	tamsayı/sayı	Taşkınların etkilediği her yerleşim ve tarım birimini belirtir
	Tüm taşkın kimliği /ALL_ID	tamsayı / sayı	Taşkın etkilediği akarsu kolunun tamamını belirtir
	Havza kimliği /Basin_ID	tamsayı / sayı	Taşkın etkilediği akarsu kolunun tamamını belirtir

	İl/CTY İlçe/CNTY Köy/VLG Mahalle/NHD	metin/- metin /- metin /- metin /-	Taşkın meydana geldiği şehir Taşkın meydana geldiği ilçe Taşkın meydana geldiği köy Taşkın meydana geldiği mahalle
Havza Özellikleri	Nehir Adı/RN Havza Kimliği/CID	metin /- tamsayı/ sayı	Taşkın meydana getiren nehir Taşkın meydana geldiği nehrin DSI ID'si
Tarih	Yıl/YR Ay/MN Gün/DY Tarih/DT	tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı Tarih/ A:G:Y	Taşkın meydana geldiği yıl Taşkın meydana geldiği ay Taşkın meydana geldiği gün Taşkın meydana geldiği tarih
Ölümler ve Zayıflar	Ölüm/DD Ölüm Kadın/DW Ölüm Erkek/DM Ölüm Çocuk/DC Ölüm Engelli/DS Kayıp/LST Kayıp Kadın/LSTW Kayıp Erkek/LSTM Kayıp Çocuk/LSTC Kayıp Engelli/LSTD Yaralı/INJ	tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı	Taşkın olayında ölen toplam kişi sayısı Taşkın olayında ölen kadın sayısı Taşkın olayında ölen erkek sayısı Taşkın olayında ölen çocuk sayısı Taşkın olayında ölen engelli sayısı Taşkın olayında kaybolan toplam kişi sayısı Taşkın olayında kaybolan kadın sayısı Taşkın olayında kaybolan erkek sayısı Taşkın olayında kaybolan çocuk sayısı Taşkın olayında kaybolan engelli sayısı Taşkın olayında yaralanan toplam kişi sayısı
Tahliye	İnsan/DPH Bina/DPB	tamsayı/ sayı tamsayı/ sayı	Taşkın sonrası tahliye edilen insan sayısı Taşkın sonrası tahliye edilen bina sayısı
Önlemler	Barajlar/DAM	tamsayı/ sayı	İkili sayı sistemi kullanılmıştır. Taşkın olayından önce baraj yoksa 0, varsa 1 yazılmıştır
Hasarlar	Yapı-Bina-Araç Hasar Tipleri/RID	metin/sayı (miktar)	<i>Yerleşim</i> avıl/ Taşkın maruz kalan (TKM) kentlerdeki bina sayısı (Evler – Konutlar – Binalar – Yerleşim yeri) acil/ TKM kırsal alanda bina sayısı (Evler – Konutlar – Binalar – Yerleşim yeri- Gecekondu) <i>Ticari</i> c_01/ TKM dükkanlar ve iş yerlerin sayısı <i>Endüstri</i> ind_01/ TKM sanayi dükkanları (Hafif Sanayi) ind_02/ TKM Fabrikalar (Ağır Sanayi – Üretim Yapan Fabrikalar) ind_03/TKM Depo – Lojistik Hizmetleri Sağlayan Firmaların Binaları <i>Yapı</i> inf_05/ Taşkın yıkılan köprülerin sayısı <i>Tarımsal</i> agr_01/TKM Ahır – Ağıl – Samanlık – Köyün Deposu-Kömürlük (Evin eklentileri) agr_02/ TKM Tarım arazileri – Tarım ürünleri – Tarım mahsülleri agr_03/ TKM Seralar <i>Medikal</i> med_01/ TKM Hastane – Sağlık Ocağı <i>Eğitim</i> edu_01/ TKM Okul binaları – Üniversite binaları <i>İbadethane</i> rel_01/ TKM Cami – Kilise – Sinagog <i>Ulaşım</i> tra_01/ TKM Yol – Asfalt – Köy Yolu tra_02/ TKM Tren yolu – Tren - Lokomotif, <i>Yönetimsel Binalar</i> gov_01/ TKM Kamu Binaları <i>Araçlar</i> car_01/ TKM Traktör – Araba – Araç – Kamyonet – Römork- Tır olduğu haberde nitelenmiyorsa

	Evcil Hayvan Tipleri/LVS	metin/sayı (miktar)	Hayvancılık Kbas/ TKM Küçükbaş – Koyun - Keçi Bbas/ TKM İnek – Buzağı - Sığır – Manda – At Khayvan/ TKM Kanatlı hayvan – Tavuk – Horoz
	Belirsizlik içeren kategoriler	metin/sayı (miktar)	acit_01 */* avil_01: Taşkın sahası konumu il ve ilçe merkezinde ve köyde bulunduğu ayrı edilemiyorsa, il ve ilçe merkezi yapı tipi ile gecekondlu karışabilecek durumdaysa her ikisi acit_01 */* c_02: Taşkın sahası köylerde bulunuyorsa veya gecekondlu olduğu haberde niteleniyorsa avil_01 */* c_02: Taşkın sahası köylerde bulunuyorsa veya gecekondlu olduğu haberde niteleniyorsa gov_01 */* rel_01: Kamu binaları ve Camiler şeklinde niteleniyorsa ind_01 */* ind_02: Fabrika (Sanayi tipi belli olmayan) şeklinde niteleniyorsa
Alan	Taşkın Alanı/ARE	km ²	Taşkın yayılım alanı
Zarar	Taşkın hasarın parasal karşılığı/MNY	USD	Meydana gelen hasarın döneminden (eflasyondan arındırılmış)
Neden	Taşkın Nedenleri/FR	metin/-	Heavy Rainfall Snowmelt Levee Failure Anthropogenic
Hidro-meteorolojik koşullar	Yağış-Akış/RF	mm-m ³ /s	Pik yağış Pik akım

Özellikle de Afet Riskini Azaltma için Sendai Çerçevesi (SFDRR) 2015-2030 gereği afet veri tabanının varlığı ve bunun çeşitliliği oldukça önem arz eder [38]. Sendai sözleşmesi sürdürülebilir gelişim amaçlarını dikkate alarak temel olarak 2030’a kadar tüm afetlerin azaltılması ile ekonomik ve insan kaybının azaltılmasını hedeflemektedir. Bu sözleşme afetlerin varlığını azaltmada uzun dönem izleme için gerçekleşen ölümlerin sayısından, taşkınlar sonucu tahliye edilen binalar ve insanlara kadar çok detaylı bir envanter talep eder. Bu bakımdan veri içeriği olarak A, B, C ve D olarak 4 farklı göstergeye ayrılır. A gösterge grubu afet (afet türü fark etmeksizin) sonucu meydana gelen ölümleri (A-2) ve kaybolan kişi (A-3) sayılarına odaklanır. B grubu ise gerek doğrudan gerekse de dolaylı afetlerden yaralanan, hastalanan kişi (B2), hasarlı ve yıkılmış konutlar (B-3/4), ve geçim kaynaklarına etkisini nicelleştirir. Ancak burada bahsedilen gruplarda cinsiyet, yaş grubu, engel durumları ve yoksulluk durumları da göz önüne alınır. C grubunda ise afetlere atfedilen doğrudan ekonomik kayıplar (C-1); doğrudan tarımsal kayıplar (C-2), hasar gören veya tahrip olan diğer tüm üretim varlıkları (C-3), konut sektöründeki kayıplar (C-4), hasar gören veya tahrip olan kritik altyapı (C-5) ve kültürel mirastan (C-6) oluşmaktadır. D grubu ise sağlık ve altyapı gibi kritik veri grubunu kapsar. Yapılan çalışmalar Sendai afet azaltma çerçevesinin güvenilir bir veri tabanı olmadan uygulanabilirliği konusunda büyük şüpheler içermektedir [39-40]. Ancak yapılan bu çalışmayla Sendai çerçevesine uygun ve güvenilir bilgi sağlandığı gibi çerçevede belirtilmeyen ek gruplar da envantere eklenmiştir. Bu bilgiler çeşitli kategorileri ayrılmış olup Tablo 1’de ifade edilmiştir. Temel olarak, FloodDOT envanterinin on bir adet kategoride bulmak mümkündür.

2.2. Sıcak Bölge (Getis-Ord Gi*) Analizi

Envanterlerin oluşturulmasından sonra DSİ TAMBİS ve taşkın yıllıklarından elde edilen envanter ve DSİ hariç FloodDOT envanterinin mekânsal karşılaştırmasını yapmak için yüksek

çözünürlüklü (küçük alt havzalar) havzaların oluşturulması için FABDEM verisi kullanılmıştır [41]. FABDEM verisi Copernicus sayısal yükseklik verisinin (SYM) ağaç ve binalardan temizlenmiş halidir ve temelde hidrolojik çalışmalar için üretilmiştir. FABDEM’de hidrolojik olarak koşullandırıldıktan sonra (SYM’deki hatalar düzeldikten sonra) 5000 akış toplanma eşiğine göre alt havzalar oluşturulmuştur. Daha sonra taşkın envanterlerine ait noktalar Getis-Ord G_i^* istatistiğinde kullanılmak üzere havzalara taşınmıştır. Havza biriminin tanımlanmasından sonra havzalardaki taşkınların lokasyonundan faydalanılarak meydana gelen taşkın olayları Getis-Ord G_i^* [42-43] istatistiği (Eşitlik 1) hesaplanarak taşkınlara ait sıcak ve soğuk bölgeler belirlenmiştir. Getis-Ord G_i (sıcak bölge) analizi haricinde Moran I gibi birçok mekândaki rasgeleliği ölçen yöntem olsa da burada sıcak bölge analizi kullanılmaktaki amacımız farklı veri kaynaklarını karşılaştırmaktır. Bu açıdan iki farklı veri kaynağının karşılaştırılması açısından sıcak bölge analizi tercih edilmiştir. Buna göre Getis-Ord G_i^* istatistiği aşağıdaki şekilde açıklanır:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}{n-1}}} \quad (1)$$

Burada n = toplam nokta sayısını, x_j j noktasına ait değişken değeri, $w_{i,j}$ j ise i ve j noktası arasındaki mesafeye göre yakınlık ilişkisini gösteren mekânsal ağırlık değeri gösterir ve d 'ye referansla hesaplanır. Bu nedenle genellikle $w_{i,j}(d)$ olarak yazılır (d değeri i 'nci ve j 'nci konum arasındaki mesafe). $\bar{X}$ aşağıdaki şekilde hesaplanırken:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (2)$$

S ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (3)$$

Burada $\bar{X}$ ve S sırasıyla ortalama ve standart sapmadır. G_i^* istatistiği bir z-skorudur, bu nedenle başka hesaplama gerekmez. İstatistiksel olarak anlamlı pozitif z-skorları için (z-skoru ne kadar büyükse) yüksek değerlerin kümelenmesi (sıcak nokta) o kadar yoğun olur. İstatistiksel olarak anlamlı negatif z-skorları için, z-skoru ne kadar küçükse, düşük değerlerin kümelenmesi (soğuk nokta) o kadar yoğun olur. Sıfıra yakın bir z puanı, belirgin bir mekânsal kümelenme olmadığını gösterir. Z skoru %90 (z değeri ± 1.65), %95 (z değeri ± 1.96) ve %99 (z değeri ± 2.56) güven düzeyini içerir ve bu çalışmada tümü kullanılmıştır.

Bu istatistik havzalar içerisinde bilgisi taşıyan taşkınların kümelenmeye meyilli olup olmadıklarını dolayısıyla da rasgele dağılıp dağılmadıklarını sorgulamaktadır. Bu çalışmada veri kaynaklarının sorgulanması açısından Getis-Ord G_i^* istatistikleri kullanılıp mekânsal dağılımları ve oluşturulmuş ve DSİ ile FLOODOT envanterinden oluşturulan sıcak bölgeler birbirlerinden çıkartılarak farkları incelenmiştir.

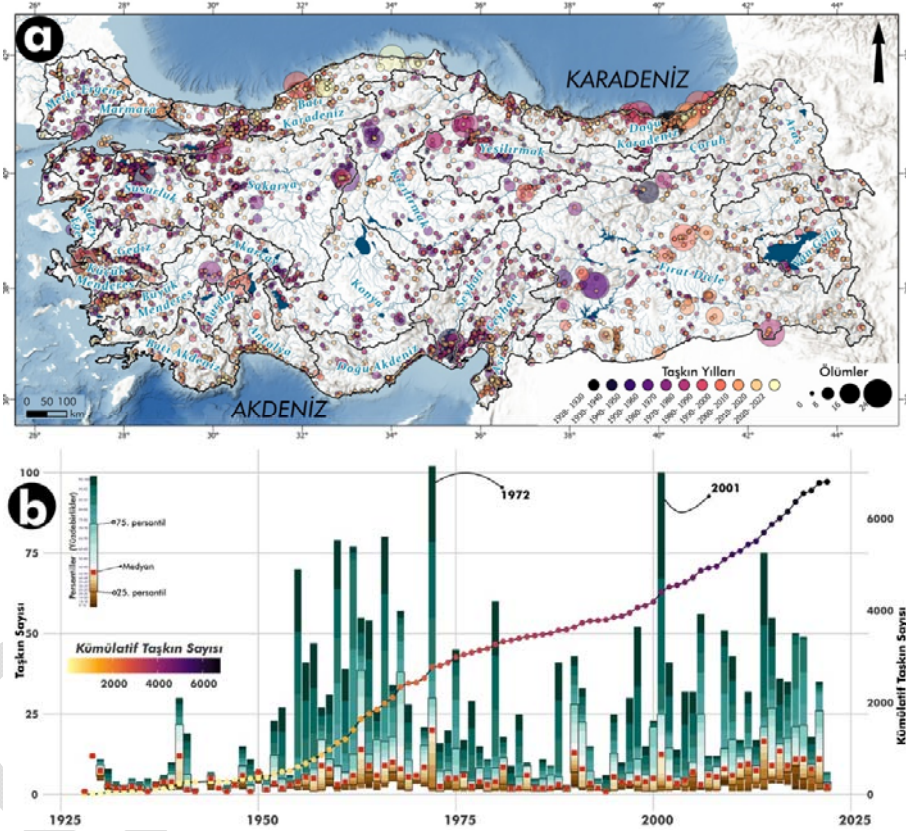
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Türkiye’de Taşkınların DSİ Havzaları Açısından Alansal ve Zamansal Dağılımları

Türkiye taşkın envanterinden (FloodDOT) yola çıkarak elde edilen sonuçlara göre taşkın sayılarının zamansal değişimi ve kümülatif değişimi tüm Türkiye (Şekil 3) için çizilmiştir. Buna göre taşkınların etkilediği alanlar açısından 9181 adet taşkın nokta verisi elde edilmiştir (Şekil 3). Fakat bu veri tabanı bir olayın birden fazla yeri etkilediği bir envanter yani olay envanteridir. Ancak bu tüm taşkın kimliği ALL ID kullanıldığında neredeyse 6799 adet taşkına düşer. Bu durumu açıklamak gerekirse, Biga Çayı ana kolu taşıdığı ve ana kol üzerindeki 5 köyü etkilediğinde aslında beş adet olay noktası ortaya çıkmış anlamına gelmektedir ve bu envantere olay envanteri olarak katılır. Ancak, sadece Biga Çayı’nın taşıdığı düşünülürse bu durum sadece bir adet olmakta, yani durum envanteridir. Bu bakımdan taşkınlar ALL_ID kısmı eklenerek taşkınlar üzerinde istenirse toplulaştırma gerçekleştirilebilir. Dolayısıyla da Türkiye’ye ait en yüksek çözünürlüklü taşkın envanteri oluşturulmuştur. EM-DAT’da 35 adet, Global Disaster Alert And Coordination System (GDACS)’da 75 adet, Dartmouth Flood Observatory (DFO)’da 50 adet taşkın olaya sahip olması Türkiye’ye ait oluşturulan bu envanterle karşılaştırıldığında FloodDOT’ın mekânsal ve zamansal taşkınların temsiliyet gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Mekânsal verilerdeki en önemli konulardan birisi mekânsal yanlılık konusudur. Şekil 4 incelendiğinde meydana gelen taşkınlarda taşkınların dağılımında alansal bir homojenlik olduğu görülmektedir. Bu durum, veriler oluşturulurken haber kaynaklarının tarihsel gelişiminden ve haberin dağılımından kaynaklı mekânsal yanlılığın oluşmadığını göstermektedir.

Şekil 3-a taşkınların yıllar-arası dağılımını ölümcül taşkınlarla birlikte göstermektedir. Taşkınların ölümcül taşkın oluşturmaları ve buna bağlı dağılımları incelendiğinde Türkiye’nin hemen her yerinde bir dağılım ortaya çıkmıştır. Buna göre sırasıyla Akarçay havzasında 18, Antalya havzasında 117, Aras havzasında 33, Asi havzasında 56, Batı Akdeniz havzasında 55, Batı Karadeniz havzasında 237, Burdur havzasında 2, Büyük Menderes havzasında 42, Ceyhan havzasında 42, Çoruh havzasında 29, Doğu Akdeniz havzasında 53, Doğu Karadeniz havzasında 619, Fırat ve Dicle havzasında 506, Gediz havzasında 25, Kızılırmak havzasında 171, Konya havzasında 26, Küçük Menderes havzasında 202, Kuzey Ege havzasında 18, Marmara havzasında 140, Meriç-Ergene havzasında 27, Sakarya havzasında 365, Seyhan havzasında 123, Susurluk havzasında 113, Van Gölü havzasında 49 ve Yeşilırmak havzasında 232 kişinin ölümüyle sonuçlanan taşkın olayları tespit edilmiştir. Bu açıdan Türkiye’de toplamda 3300 kişinin ölümüne neden olan taşkın olayı gerçekleşmiştir. Diğer yandan Doğu Karadeniz ve Fırat-Dicle havzaları Şekil 3-a’da görüldüğü üzere ölümcül taşkınlar açısından ön plana çıkmaktadır. Şekil 3-b ise Türkiye’de meydana gelen yıllık taşkın sayılarının yüzdebirlikler (persantiller) ve kümülatif taşkın sayısı açısından zamansal değişimlerini göstermektedir. Buna göre Türkiye’de gerçekleşen taşkınlarda iki nitelik öne çıkmaktadır. Birincisi, neredeyse yüzyıllık bir envanter olan FloodDOT zamansal açıdan bimodal bir karakteristik gösterir. İkincisi ise, bu değişkenliğin yaklaşık 25 yıllık, yani çeyrek yüzyıllık döngülerle taşkınlar üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Buna göre 1928 ve 1950 yılları arasında Türkiye’de her yıl 25’i geçmeyen taşkın olayı görülmüştür. Ancak 1950’li yıllara gelindiğinde ve 1950-1975 yılları arası incelendiğinde, taşkın sayısında ciddi bir artış olduğu görülmekte olup ve bu artışın içerisinde 1972 yılında neredeyse 100 taşkın olayıyla Türkiye’de geniş bir taşkın olayları yaşanmıştır. Diğer yandan 1975 ve 2000 yılları arasında tekrar taşkın olaylarının sayılarında bir azalma görülmüştür. Bu dönemde bazı yıllarda 50

taşkın olayı görülmekle birlikte taşkınlar çoğunlukla 10'un altında kalmaktadır. 2000-2022 yılları arasında taşkın sayılarında benzer şekilde bir artış görülmekte ve 2001 yılında ekstrem bir değere ulaşmaktadır. Bu bakımdan, bimodal ve çeyrek yüzyıllık döngüsellik gösteren bu durum, taşkınların zamansal dağılımı açısından iyi bir örnektir. Taşkınlardaki bu dağılışın gerek iklimsel anomalileri kontrol eden uzak atmosfer salınım koşullarıyla gerekse de Türkiye'de var olan arazi kullanımı ile yakından ilişkili olması muhtemeldir [27, 29]. Öte yandan, taşkın sayıları ve bu sayıların değişiminde diğer önemli unsur haber kaynaklarının varlığıdır. 1950'li yıllardan önce elde edilen basın ağının yetersiz olması var olan taşkın olaylarının da yansımaması burada önemli bir husustur. Bunun dışında, 1950'lerden sonra DSİ'nin kurulması ve basın ağının gelişmesiyle birlikte, taşkın haberlerinin ve envanter sayısının artması kurumsal gelişimle ilişkili olabilir.

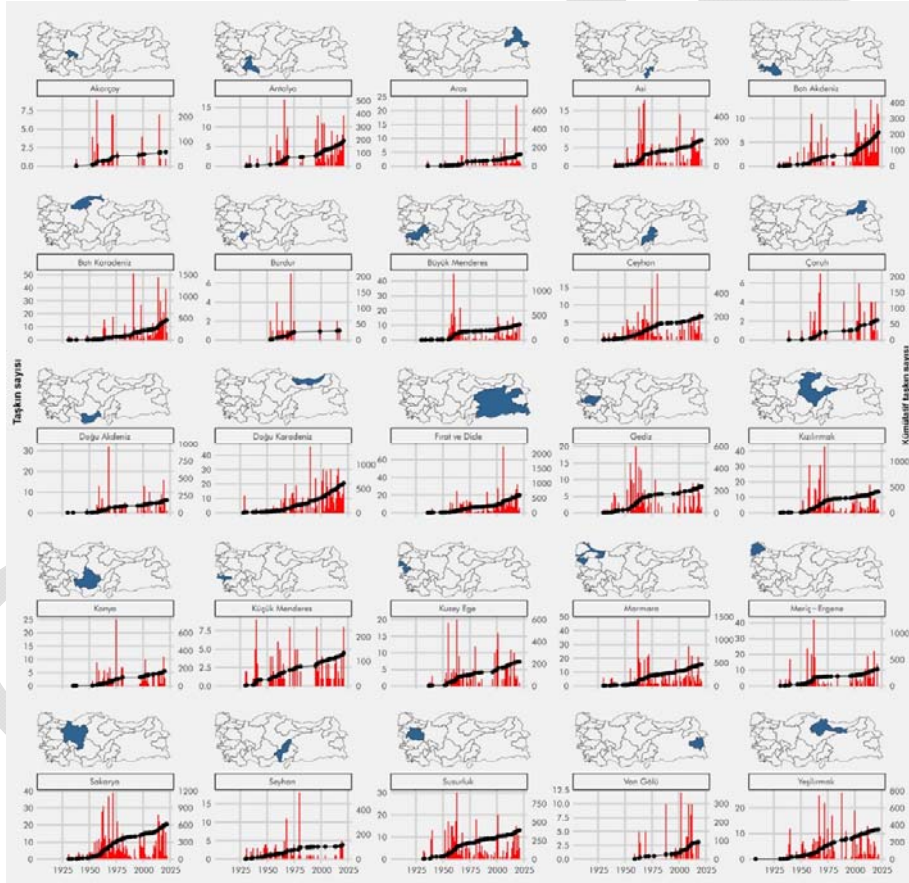


Şekil 3 - Çalışma alanı olarak seçilen Türkiye Taşkın envanteri verilerinin a) Türkiye üzerindeki b) zamansal dağılışının gösterimi

Türkiye'de FloodDOT kataloğuna dayalı oluşturularak elde edilen verilerin alansal dağılışlarındaki farklılıkları incelenmek için Devlet Su İşleri havzalarına göre zamansal dağılışları Şekil 4'te verilmiştir. Her havzada Türkiye'deki dağılışa benzer şekilde bir özellik dikkat çekmiştir. Buna göre, Türkiye'de görülen bimodal dağılım havza bazlı ayrıştırma

yapılmasına rağmen bazı havzalarda birebir görülürken bazı havzalarda ise farklı dağılımlar ortaya çıkmaktadır. Buna göre ALL_ID kullanılarak elde edilen taşkın sayısı bu havzalarda sırasıyla Doğu Karadeniz’de 617, Sakarya’da 614, Fırat-Dicle’de 597, Marmara’da 468, Batı Karadeniz’de 461, Kızılırmak’ta 409, Susurluk’ta 393, Yeşilırmak’ta 349, Meriç-Ergene’de 323, Büyük Menderes’tte 317, Gediz’de 238, Kuzey Ege’de 218, Batı Akdeniz’de 213, Ası’de 210, Ceyhan’da 204, Antalya’da 196, Doğu Akdeniz’de 184, Konya’da 167, Küçük Menderes’tte 134, Aras’ta 127, Seyhan’da 117, Van Gölü’nde 93, Çoruh’ta 63, Akarçay’da 57, Burdur’da 30 taşkın olayı şeklindedir.

Burada Sakarya, Kuzey Ege, Susurluk, Meriç-Ergene, Ceyhan, Gediz, Antalya ve Marmara havzaları, Türkiye’deki dağılışa benzer şekilde bimodal dağılım göstermektedir. Bu durum Türkiye’deki taşkınların atmosferik salınımlarının etkileşimleriyle ilgili olabilir çünkü gerek Atlantik Çoklu Onar Yıllık Salınımı (AMO), Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Atlantik Salınımı (AO) gerekse de Kuzey Denizi – Hazar salınımı (NCP) ve Akdeniz Salınımı gibi



Şekil 4 - Türkiye taşkın envanterine göre Devlet Su İşleri havzalarında taşkın sayılarının zamana göre ve kümülatif değişimi

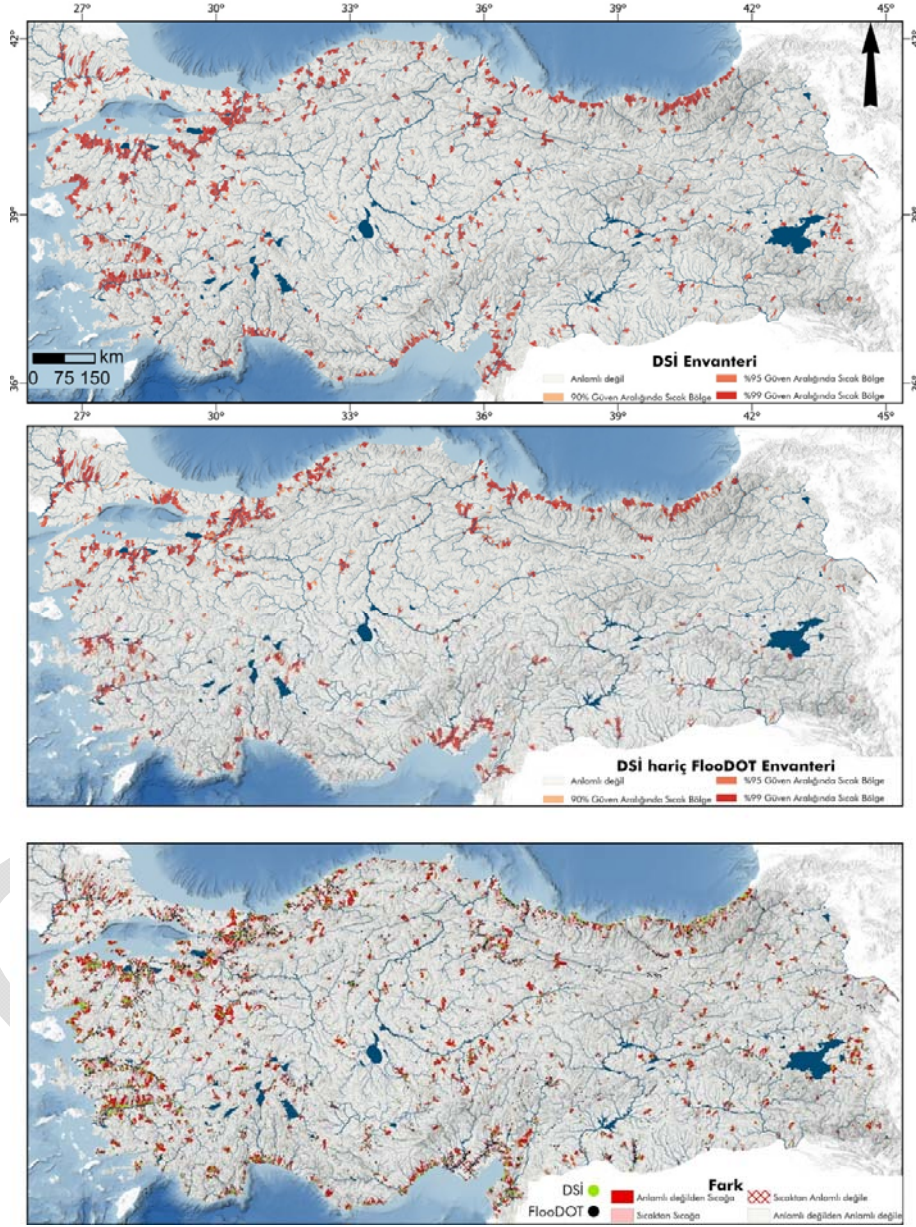
atmosferik salınımlar Türkiye’deki yağış değişkenliğinin kontrol etmede en önemli yönlendirici kuvvettir [29-30, 44-45]. Özellikle de kar erimeleri kaynaklı taşkınların oluşumunda atmosferik nehirlerin taşkın sayısında bir artışa neden olabileceği muhtemeldir ve bu zamansal dağılışıta rol oynayabilir (Şen ve Bozkurt, 2022). Öte yandan, Doğu Karadeniz havzası incelendiğinde ise taşkın olaylarında gerek sayı gerekse de yön açısından ve pozitif ve oldukça kuvvetli bir trend göze çarpmaktadır ki ölümcül taşkınlarla bu havzanın sayısı dikkat çekicidir. Akbas [27] tarafından yapılan çalışmada Doğu Karadeniz’in ekstrem yağışlar açısından bir sıcak bölge oluşturması FlooDOT envanteri sonuçlarını da desteklemektedir. Öte yandan Seyhan havzası gibi bazı havzalarda 1930’lardan beri başlayan taşkınların durumu barajlar ve taşkın koruma setleri gibi çeşitli önemlerden sonra o havzalarda görülen taşkınların frekansında ve trendinde azalma oluşturmuştur. Bu açıdan Şekil 4’te gösterilen alt havzalara ait taşkın trendleri hem hidroklimatolojik süreçlerin hem de arazi kullanımında var olan değişkenliklerin bir sonucu olarak değişebilmektedir.

Ancak elde edilen sonuçlar taşkınların havzadan havzaya farklılık göstermesinde hem uzun dönemli hidroklimatolojik süreçlerin hem de havza jeomorfometrisinin karşılıklı etkileşiminin etkili olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Konya Kapalı havzası her ne kadar havza rölyefi düşük ve taşkın oluşumu için müsait olsa da havzadaki su dengesinin ve ariditenin yüksek olması jeomorfometrik koşulların uygun olmasına karşın taşkın sıklığında Doğu Karadeniz veya Marmara Havzası kadar yüksek bir taşkın frekansı oluşturmayacağını göstermektedir. Öte yandan bu durum iklim değişikliğiyle değişmesi muhtemeldir. Blösch vd [16] yaptığı çalışmada iklimsel koşulların değişmesi sonucunda ve taşkın oluşum süreçlerinin hem mekânsal hem de zamansal açısından değişmesi olasıdır.

3.2. FlooDOT Verilerinin Oluşturulmasında Farklı Veri Kaynaklarının Mekânsal Özelliklerinin Karşılaştırılması

FlooDOT envanter verisinin oluşum süreçleri ve ölüme neden olan ve olmayan taşkınların taşkınların dağılışıları DSİ havzalarına göre tartışıldı. Bu çalışmada en önemli konulardan birisi, bu envanterlerin tek bir veri tabanından beslenmesi sonucunda ortaya çıkacak mekânsal dağılışı sorgulanması durumudur. Çünkü tek bir veri tabanına bağlı oluşturulacak taşkın envanteri sonucunda hem taşkınların zaman özellikleri hem de mekânsal duyarlılık ve tehlike çalışmaları ya eksik kalacak ya da taşkın yönetimi açısından yanlış yönlendirecektir. Dolayısıyla, bu kısımda Türkiye’de taşkın çalışmalarında bir mihenk taşı görevi gören Devlet Su İşlerinin TAMBIS ve taşkın yıllıklarına dayalı envanteriyle FlooDOT’ın, DSİ hariç tutulmuş tüm veri tabanları mekânsal olarak rasgele dağılıp dağılmadığı, yani sıcak bölge oluşturup oluşturmadığı, Getis-Ord Gi* istatistik kullanarak sorgulanmıştır. Burada hem DSİ hem de DSİ hariç tutulmuş FlooDOT verilerinden mekânsal sıcak bölgeler oluşturulmuş ve bunların ayrıca farkları da alınarak sıcak bölgeden soğuk bölgeye yahut sıcak bölgeden istatistik olarak anlamlı olmayan bölgeler şeklindeki dağılışıları sorgulanmıştır. Şekil 5a) DSİ envanterine b) DSİ hariç FlooDOT envanterine göre ve c) bunların farkları alınmış sıcak bölgeleri göstermektedir. Şekil 5-a/b incelendiğinde DSİ ve DSİ hariç FlooDOT envanterine göre Türkiye’de soğuk bölgelere rastlanmamış ve anlamlı olmayan ve %90, %95 ve %99 güven düzeylerine sıcak bölgeler elde edilmiştir. Burada önemli olan hususlardan biri bu sıcak bölgelerin mekânsal bütünlük oluşturma durumudur. Diğer bir deyişle geniş bir alan boyunca birbirine temas eden havzalara ait sıcak bölgelerin yan yana bulunması durumudur. DSİ ve FlooDOT envanterine göre oluşturulan sıcak bölgelerde Doğu Karadeniz mekânsal

bütünlük açısından ilk göze çarpan alanlardan birisidir. Burada, DSI envanterine göre sıcak bölgelerin anlamlı olmadığı alanların etrafında FloodDOT envanteri eklendiğinde sıcak bölgeler ortaya çıkmış ve Şekil 5c’ye göre anlamlı olmayan bölgeden sıcak bölgeye şeklinde değişim görülmüştür. Öte yandan, Yeşilırmak ve Kızılırmak havzalarının denizle buluştuğu



Şekil 5 - Türkiye için Getis-Gi Ord istatistiği kullanarak a) DSI b) DSI hariç FloodDOT envanterleri için sıcak bölgeler oluşturulması ve c) farklarının karşılaştırılması.

alanlarda, sıcak bölgeden sıcak bölgeye ve sıcak bölgeden anlamlı olmayan bölgelere şeklinde geçişler gözlenmekte, bu durum her iki envanterinde bazı alanları arşivlemediğini göstermektedir. Diğer yandan benzer durum Batı Karadeniz havzası için de görülmektedir. DSİ noktalarının oluşturduğu sıcak bölgeler daha parçalı bir hal alırken, DSİ hariç FloodDOT envanterinin ise yekpare sıcak bölgeler oluşturduğu görülmektedir. Buna benzer tüm durumlar Türkiye'deki diğer havzalar için de geçerlidir. Ancak önemli olan hususlardan birisi de büyükşehirlerde oluşan sıcak bölgelerdir. Örneğin, DSİ envanterine bağlı olarak İstanbul ve çevresi tarihi yarımada etrafındaki alt havzalarda sıcak bölge oluştururken, bu durum DSİ hariç FloodDOT için daha yaygın şekilde görülür. Bu bakımdan kentsel taşkınlar açısından envanterlerin kapsayıcılığı belirgin olur. Bu nedenle FloodDOT'un oluşturulmasında en önemli amaçlardan birisi olan zamansal ve mekânsal kapsayıcılığın önemi ortaya çıkmaktadır. Örneğin Haltas vd. [46] yaptıkları çalışmada haber kaynaklarından derledikleri veri tabanında mekânsal duyarlılığı (noktaları doğru konumlandırma) oldukça düşük bir envanter oluşturmuşlardır. Bu durum ne yazık ki oluşturulan veri tabanının hem duyarlılık hem de tehlike çalışmalarında kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

Bu açıdan, sadece DSİ envanteri ya da sadece haber verilerine dayalı envanterlerin meydana gelen taşkınların mekânsal ısrarının anlaşılmasında yeterli olmayacağı görülmüştür. Bu durum özellikle de yapılacak tehlike ve duyarlılık çalışmaları için de önemli bir konudur. Çünkü gerek taşkın tehlike ve gerekse taşkın duyarlılık çalışmaları, envanter çalışmaları olmaksızın gerçekleştirilmesi ve doğrulanması mümkün değildir. Bu açıdan FloodDOT gibi kapsayıcılığı yüksek bir envanterle taşkın tehlike ve duyarlılık çalışmaları hem yüksek hassasiyetle hem de mekânsal doğruluk açısından daha anlamlı sonuçlar verecektir.

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma, Türkiye taşkın envanterinin oluşturulması ve oluşturulan envanterin mekânsal-zamansal dağılışı ve envanter kaynaklarının karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Türkiye'ye ait bir taşkın envanterinin varlığı bölgesel olarak gerek taşkın oluşturma süreçlerinin anlaşılması gerekse de taşkın duyarlılık çalışmaları için zorunludur. Özellikle de geçmiş verilerden yola çıkılarak oluşturulan mühendislik yapılarının planlanmasında ve tasarımında envantelerden yararlanması olasıdır. Bu açıdan, FloodDOT ihtiyaç duyulan bir eksikliği gidermiştir.

Her ne kadar Türkiye'nin hemen her havzasında taşkın olayları görülse de taşkınların alansal ve zamansal dağılışı Türkiye'de belirgin alanların ve belirgin yılların altını çizmektedir. Buna göre, Türkiye'de taşkınların zamansal dağılışı bimodal bir dağılışıyla çeyrek yüzyıllık döngüler ortaya koymaktadır. Buna neden olan atmosferik süreçler ve arazi kullanım süreçlerinin rolü ayrıca incelenmelidir. Öte yandan, Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'de hem taşkın hem de ölümcül taşkın oluşturma açısından en önemli sıcak bölgelerden birisidir. Bu havzada kümülatif taşkınlar ve yıllık taşkın sayısında pozitif bir artış göze çarpmaktadır. Ayrıca, burada önemli olan konulardan birisi de DSİ havzalarının bazı havzalar hariç münferit havzaların toplanmış hali olmasıdır. Örneğin Yeşilırmak Havzası'nın mansap kısmı küçük ve bağımsız havzalardan oluşmaktadır. Bundan dolayı, taşkın frekansı açısından bu küçük havzalar ayrıca incelenmelidir.

Bu çalışmanın bir diğer amacı ise yalnızca arşiv (gazete ve internet) veya kurumsal verilere dayalı olarak oluşturulacak bir çalışmaların yetersiz kalacağını ortaya koymaktır. Bu açıdan, elde edilen envanter sadece gazete, internet kaynakları ve benzeri arşivlerden ya da sadece Devlet Su İşlerinden elde edilecek bir envanterle oluşturulması durumunda, hem mekânsal hem de zamansal kapsayıcılık yetersiz kalacaktır. Getis-Ord Gi* istatistiğine dayalı yapılan analizlerin sonucu bu durumu desteklemektedir. Kapsayıcılığı düşük ya da eksik veri içeren söz konusu bir envanterle oluşturulacak taşkın duyarlılık ve tehlike haritaları ve analizlerinin mekânsal kapsam ve hassasiyetleri yetersiz veya düşük olacaktır. Bu yönüyle FlooDOT, mekânsal ve zamansal kapsayıcılığı açısından örnek bir veri tabanı olmuştur. FlooDOT gibi envanterler, kurumsal verilerle ulaşılamayan ölüm, yaralanma ve kayıp gibi geçmişe yönelik bilgileri, çeşitli gazete ve internet arşivleri aracılığıyla tamamlayabilir. Ancak, DSİ gibi kurumların sağladığı birçok bilgi ise (taşkın yıllıklarında ve TAMBİS’teki yağış /akım miktarı tekrerrü, etkilenen alan, etkilenen tarım deseni gibi çok önemli veriler) gazete/internet arşivi ile diğer arşivlerden elde edilebilecek bilgiler değildir. Dolayısıyla da kurumsal arşivler oldukça önemlidir ve FlooDOT gibi envanterlere entegre edilerek her iki verinin güçlü yönlerinin birlikte kullanılması gereklidir. Özellikle Afet Riskini Azaltma için Sendai Çerçevesi (SFDRR) afetlerin azaltılması ve izlenmesi için geniş kapsamlı ve farklı yönlerden güçlü birçok envanterin oluşturulmasını teşvik etmektedir. Hatta, bir sonraki aşamada ise gerekirse Osmanlı arşivi gibi tarihsel arşivlere başvurularak, bu envanterin mümkün olduğu kadar zamansal kapsayıcılığının artırılması gerekmektedir. Bu sayede taşkınlar üzerinde insan-yapı kontrolünün ve hızlı bir değişim gösteren arazi kullanımının etkilerinin daha etkin anlaşılmasını sağlayacaktır.

Öte yandan, Türkiye’yi de içine alan küresel veri tabanlarına (EMDAT, Dartmouth Flood Observatory-DFO ve Global Flood Detection System-GFDS) bakıldığında var olan güncel envanterler, ülkemizde gerçekleşen taşkınların sayısını ve dağılışını iyi bir şekilde yansıtmadığı gibi sadece Türkiye’de büyük can ve mal kaybına neden olan belli taşkın olaylarını ele aldığı görülür. Örneğin, EM-DAT Türkiye’deki taşkınlara ait sadece 50 olay barındırmaktadır. Bu tarz bir envanter ile Türkiye’de meydana gelen taşkınların nedenini anlamak birkaç vaka çalışmasından öteye gidilemeyeceği gibi taşkınları oluşturan mekanizmaların açıklanması, sınıflandırılması ve analiz edilmesi açısından yetersiz kalacaktır. Dolayısıyla, Türkiye’ye özel olarak oluşturulan FlooDOT envanteri; her yıl can kayıplarına ve ciddi ekonomik zararlara yol açan taşkınların azaltılması ve taşkın süreçlerinin anlaşılması açısından büyük katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK (3501 - Kariyer Geliştirme Programı) 121Y578 kodlu ve "Türkiye’de Taşkınları Oluşturan Mekanizmaların ve Taşkın Tehlikenin Alansal ve Zamansal Dinamiklerinin Ortaya Çıkarılması" isimli projeyle desteklemiştir.

Referanslar

- [1] IFCR-International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, (2020), World Disasters Report 2020: Come Heat or High Water - Tackling the Humanitarian Impacts of the Climate Crisis Together, Geneva. Switzerland

- [2] UNDDR-United Nations Office for Disaster Risk Reduction, (2020), Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years 2000-2019, Geneva. Switzerland, DOI: <https://doi.org/10.18356/79b92774-en>
- [3] Liu, X., Huang, Y., Xu, X., Li, X., Li, X., Ciais, P., ... & Zeng, Z. (2020). High-spatiotemporal-resolution mapping of global urban change from 1985 to 2015. *Nature Sustainability*, 1-7.
- [4] Mazzoleni, M., Mård, J., Rusca, M., Odongo, V., Lindersson, S., & Di Baldassarre, G. (2020). Floodplains in the Anthropocene: A global analysis of the interplay between human population, built environment and flood severity. *Water Resources Research*, e2020WR027744.
- [5] Wing, O. E. J., Bates, P. D., Smith, A. M., Sampson, C. C., Johnson, K. A., Fargione, J., & Morefield, P. (2018). Estimates of present and future flood risk in the conterminous United States. *Environmental Research Letters*, 13(3), 034023. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaac65>
- [6] Bates, P. D., Quinn, N., Sampson, C., Smith, A., Wing, O., Sosa, J., ... & Krajewski, W. F. (2021). Combined modeling of US fluvial, pluvial, and coastal flood hazard under current and future climates. *Water Resources Research*, 57(2), e2020WR028673.
- [7] Paprotny, D., Sebastian, A., Morales-Nápoles, O., & Jonkman, S. N. (2018). Trends in flood losses in Europe over the past 150 years. *Nature communications*, 9(1), 1-12.
- [8] Petrucci, O., Aceto, L., Bianchi, C., Bigot, V., Brázdil, R., Pereira, S., ... & Zêzere, J. L. (2019). Flood fatalities in Europe, 1980–2018: Variability, features, and lessons to learn. *Water*, 11(8), 1682.
- [9] Hall, J., & Blöschl, G. (2018). Spatial patterns and characteristics of flood seasonality in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(7), 3883-3901.
- [10] Berghuijs, W. R., Harrigan, S., Molnar, P., Slater, L. J., & Kirchner, J. W. (2019). The relative importance of different flood-generating mechanisms across Europe. *Water Resources Research*, 55(6), 4582-4593.
- [11] Stein, L., Pianosi, F., & Woods, R. (2020). Event-based classification for global study of river flood generating processes. *Hydrological Processes*, 34(7), 1514-1529.
- [12] Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., & Forzieri, G. (2015). Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(5), 2247-2260.
- [13] Alfieri, L., Bisselink, B., Dottori, F., Naumann, G., de Roo, A., Salamon, P., ... & Feyen, L. (2017). Global projections of river flood risk in a warmer world. *Earth's Future*, 5(2), 171-182.
- [14] Cloke, H. L., Wetterhall, F., He, Y., Freer, J. E., & Pappenberger, F. (2013). Modelling climate impact on floods with ensemble climate projections. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 139(671), 282-297.

- [15] Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., ... & Sherstyukov, B. (2014). Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1-28.
- [16] Blöschl, G., Hall, J., Parajka, J., Perdigão, R. A., Merz, B., Arheimer, B., ... & Živković, N. (2017). Changing climate shifts timing of European floods. *Science*, 357(6351), 588-590.
- [17] Chorley, R. J. (2019). The drainage basin as the fundamental geomorphic unit. In *Introduction to physical hydrology* (pp. 37-59). Routledge.
- [18] Akbas, A., Freer, J., Ozdemir, H., Bates, P. D., & Turp, M. T. (2020). What about reservoirs? Questioning anthropogenic and climatic interferences on water availability. *Hydrological Processes*, 34(26), 5441-5455.
- [19] Yang, Y. and Tian, F. (2009). Abrupt change of runoff and its major driving factors in Haihe River Catchment, China. *Journal of Hydrology*, 374(3-4), 373-383.
- [20] Ozdemir, H., & Elbaşı, E. (2015). Benchmarking land use change impacts on direct runoff in ungauged urban watersheds. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 79, 100-107.
- [21] Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., & Herold, M. (2021). Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications*, 12(1), 1-10.
- [22] Gupta, H. V., Perrin, C., Blöschl, G., Montanari, A., Kumar, R., Clark, M., & Andréassian, V. (2014). Large-sample hydrology: a need to balance depth with breadth. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(2), 463-477.
- [23] Addor, N., Nearing, G., Prieto, C., Newman, A. J., Le Vine, N., & Clark, M. P. (2018). A ranking of hydrological signatures based on their predictability in space. *Water Resources Research*, 54(11), 8792-8812.
- [24] Addor, N., Do, H. X., Alvarez-Garretón, C., Coxon, G., Fowler, K., & Mendoza, P. A. (2020). Large-sample hydrology: recent progress, guidelines for new datasets and grand challenges. *Hydrological Sciences Journal*, 65(5), 712-725.
- [25] Koç, G., Natho, S., & Thieken, A. H. (2021). Estimating direct economic impacts of severe flood events in Turkey (2015–2020). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58, 102222.
- [26] Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific data*, 5(1), 1-12.
- [27] Akbas, A. (2023). Seasonality, persistency, regionalization, and control mechanism of extreme rainfall over complex terrain. *Theoretical and Applied Climatology*, 152(3), 981-997.
- [28] Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. Routledge.
- [29] Akbas, A., & Ozdemir, H. (2023). Influence of atmospheric circulation on the variability of hydroclimatic parameters in the Marmara Sea river basins. *Hydrological Sciences Journal*, 68(9), 1229-1240.

- [30] Baltacı, H., Akkoyunlu, B. O., & Tayanc, M. (2018). Relationships between teleconnection patterns and Turkish climatic extremes. *Theoretical and applied climatology*, 134, 1365-1386.
- [31] Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü.
- [32] Karaca, M., Deniz, A., & Tayanç, M. (2000). Cyclone track variability over Turkey in association with regional climate. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 20(10), 1225-1236.
- [33] Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076.
- [34] Tatlı, H., Nüzhet Dalfes, H., & Sibel Menteş, Ş. (2004). A statistical downscaling method for monthly total precipitation over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 24(2), 161-180.
- [35] Gönüllü, A. B. (2018). Cumhuriyet Döneminde meydana gelen sel baskınları (1950-1970) , Master's thesis, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, Marmara Üniversitesi
- [36] Brakenridge, G.R.. Global Active Archive of Large Flood Events. Dartmouth Flood Observatory, University of Colorado, USA. <http://floodobservatory.colorado.edu/Archives/> (Accessed 1 January 2023).
- [37] Chowdhury, J. R., Parida, Y., & Goel, P. A. (2021). Does inequality-adjusted human development reduce the impact of natural disasters? A gendered perspective. *World Development*, 141, 105394.
- [38] UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). 2015. Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030. Geneva: UNISDR.
- [39] Cutter, S. L., & Gall, M. (2015). Sendai targets at risk. *Nature Climate Change*, 5(8), 707-709.
- [40] Goniewicz, K., & Burkle Jr, F. M. (2019). Challenges in implementing Sendai framework for disaster risk reduction in Poland. *International journal of environmental research and public health*, 16(14), 2574.
- [41] Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., & Neal, J. (2022). A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters*, 17(2), 024016.
- [42] Getis, A. and J.K. Ord. 1992. "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics" in *Geographical Analysis* 24(3).
- [43] Ord, J.K. and A. Getis. 1995. "Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application" in *Geographical Analysis* 27(4).
- [44] Sen, O. L., Unal, A., Bozkurt, D., & Kindap, T. (2011). Temporal changes in the Euphrates and Tigris discharges and teleconnections. *Environmental Research Letters*, 6(2), 024012.

- [45] Batibeniz, F., Ashfaq, M., Önel, B., Turuncoglu, U. U., Mehmood, S., & Evans, K. J. (2020). Identification of major moisture sources across the Mediterranean Basin. *Climate Dynamics*, 54, 4109-4127.
- [46] Haltas, I., Yildirim, E., Oztas, F., & Demir, I. (2021). A comprehensive flood event specification and inventory: 1930–2020 Turkey case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 56, 102086.