Açık Kaynak Kodlu Afet Sonrası Durum Tespit Sistemi Tasarımı ve Geliştirilmesi

(Design and Development of an Open-Source Post-Disaster Damage Assessment System)

Berk ANBAROĞLU[1], İbrahim TOPCU[1]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Çankaya, Ankara

banbar@hacettepe.edu.tr, ibrahimtopcu@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 14.11.2025 Kabul Tarihi (Accepted): 13.04.2026

ÖZ

Afet sonrası müdahale operasyonlarının etkinliği, hızlı ve koordineli coğrafi veri toplama, analiz ve paylaşım kapasitesine doğrudan bağlıdır. Ancak mevcut pratikte, bu süreçler genellikle pahalı lisanslı yazılımlara, sürekli internet bağlantısına bağımlı ve birbiriyle uyumsuz sistemler nedeniyle kurumlar arasında dağınık bir yapıdadır. Bu durum; (1) farklı kurumların kullandığı kapalı ve uyumsuz yazılımlar nedeniyle ortak bir durum resmi oluşturulamamasına ve koordinasyon zafiyetine, (2) lisans maliyetleri ve teknik karmaşıklık nedeniyle özellikle sivil toplumun ve yerel aktörlerin sürece dahil olamamasına ve (3) vatandaşların ihtiyaç duydukları gerçek zamanlı bilgiye (erzak, barınak noktaları vb.) doğrudan erişememesine yol açmaktadır. Dolayısıyla, maliyet etkin, esnek, çevrimdışı çalışabilen ve kapsayıcı bir coğrafi veri yönetim çözümüne duyulan ihtiyaç belirginleşmektedir. Bu makalenin amacı, yukarıda sıralanan sorunlara bütüncül bir çözüm olarak, açık kaynak kodlu coğrafi bilişim teknolojileri kullanılarak, açık lisanslı web-tabanlı, çok kullanıcılı ve çevrimdışı veri toplama imkanı da sağlayan entegre bir Afet Sonrası İzleme Sistemi (ASİS) tasarlamak, geliştirmek ve pilot bir uygulama ile test etmektir. Projenin GitHub reposu: https://github.com/banbar/asis/

Anahtar Kelimeler: *Afet yönetimi, Karar-Destek Sistemi, Açık Kaynak Kod (FOSS4G), Genel Kamu Lisansı (GPL).*

ABSTRACT

The effectiveness of post-disaster response operations is directly dependent on the capacity for rapid and coordinated geographic data collection, analysis, and sharing. However, in current practice, these processes are often fragmented across institutions due to dependence on expensive licensed software, continuous internet connectivity, and incompatible systems. This situation leads to: (1) the inability to form a common operating picture and coordination failures due to the closed and incompatible software used by different institutions; (2) the exclusion of civil society and local actors from the process, particularly due to licensing costs and technical complexity; and (3) the inability of citizens to directly access real-time information they need (such as food distribution points, shelters, etc.). Consequently, the need for a cost-effective, flexible, offline-capable, and inclusive geographic data management solution becomes evident. The purpose of this article is to design, develop, and test via a pilot application an integrated Post-Disaster Monitoring System (ASİS) as a holistic solution to the problems listed above. This system will be web-based, multi-user, feature offline data collection capabilities, and will be built using open-source geospatial technologies.
Project's GitHub repo: https://github.com/banbar/asis/

Keywords: *Disaster management, Decision Support System, Open Source Software (FOSS4G), General Public License (GPL).*

1. GİRİŞ

Afetlerle mücadele günümüzün en önemli konularının başında gelmektedir. Afet yönetimi beş ana aşamadan oluşur: 1) önleme, 2) hazırlık, 3) müdahale, 4) hafifletme ve 5) iyileştirme. Özellikle afet sonrası durum tespit çalışmalarında coğrafi bilişim teknolojileri kritik bir rol üstlenmektedir ve doğrudan *müdahale* ve *iyileştirme* faaliyetlerine katkı sağlamaktadırlar (UNDP, 2017). Bunun için resmi görevli ekiplerin ve/veya gönüllülerin sahadan hızlı ve etkin bir şekilde coğrafi veri toplayıp, bunların internet ortamından paylaşılması önem arz etmektedir (Goodchild ve Glennon, 2010). Böylece, afetten etkilenen bölgeler hızlıca haritalandırılabilir, yıkımın boyutu ve riskli alanlar tespit edilerek müdahale ve iyileştirme süreçleri etkin bir şekilde yürütülebilir. Nitekim, 2000-2024 arasındaki bilimsel yayınlar incelendiğinde, coğrafi bilişim içeren afetlerle mücadele çözümlerinin büyük oranda arttığı gözlemlenmiş olup, sahadan gerçek-zamanlı veri toplamanın, verimliliği arttırdığı vurgulanmıştır (Eminoğlu ve Tarhan, 2025).

Birleşmiş Milletlerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (SDH) kapsamında da sahadan coğrafi veri toplama çalışmaları önem kazanmıştır. Bu kapsamda karışılaştırılan açık kaynak kodlu teknolojilerden, Humanitarian Openstreetmap Team Tasking Manager (*HOT-TM*), *MapSwipe* ve *Ushahidi*'den sadece

Atıf/To cite this article: Anbaroğlu, B. ve Topcu, İ. (2026). Açık Kaynak Kodlu Afet Sonrası Durum Tespit Sistemi Tasarımı ve Geliştirilmesi. *Harita Dergisi, 176*, 1-14.

sonuncusu veri birleştirmesi (conflation) amacıyla kullanılabilmektedir (Nguyen, Brovelli, Albertella, Furuhashi ve Montani, 2025). Ushahidi de temel olarak bir gönüllü coğrafi bilgi projesi olup, tüm vatandaşların veri toplayabilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen verinin doğruluğunun irdelenmesi önem arz etmektedir; zira vatandaşların düzenlediği mesajlar yanıltıcı olabilir (Camponovo ve Freundschuh, 2014). ASİS'in sahadan veri toplamaya dönük diğer projelerle karşılaştırması Tablo 1'de sunulmuştur.

Khajwal ve Noshadravan (2021) tarafından sunulan çalışmada ise kitle kaynaklı afet hasar tespitinde verinin güvenilirliğini artırmak ve belirsizliği nicelleştirmek için olasılıksal bir çerçeve önermektedir. Ancak, geliştirilen bu tür olasılıksal modellere rağmen, kitle kaynak (crowdsourcing) yaklaşımı doğası gereği ciddi güvenilirlik ve kalite sorunlarını barındırmaya devam etmektedir. Katılımcıların eğitim ve uzmanlık eksikliğinin yanı sıra, anonimlikten kaynaklanan ilgisizlik veya kötü niyetli veri girişi yapabilme gibi nedenler yüzünden, geliştirilen uygulamalarda yine kitle kaynağa dayalı geri bildirimler ile raporlanan afet olayının güvenilirlik derecelendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Li ve Ulaganathan, 2017). Dolayısıyla, afet sonrası müdahele ve iyileştirme süreçlerinde kitle kaynak yönteminin kullanılmasının taşıdığı risklerin sağlayacağı fayda ile karşılaştırıldığı daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Birleşmiş Milletler'in Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, yedi küresel hedefle afetlere karşı dirençliliği artırmayı amaçlamaktadır. Bunlar:
i) Afetlerden kaynaklanan ölüm oranını azaltmak,
ii) Afetlerden etkilenen insan sayısını azaltmak,
iii) Afetlerin neden olduğu küresel ekonomik kaybı azaltmak,
iv) Kritik altyapı hasarını ve temel hizmetlerdeki kesintileri azaltmak,
v) Afet risk azaltma stratejilerine sahip ülke ve yerel yönetim sayısını artırmak,
vi) Uluslararası iş birliği yoluyla gelişmekte olan ülkelere yeterli ve sürdürülebilir destek sağlamak,
vii) Erken uyarı sistemleri ile afet risk bilgisi ve değerlendirmelerine erişimi artırmaktır (Aitsi-Selmi, Egawa, Sasaki, Wannous ve Murray, 2015).

Bu hedeflere ulaşmaya yönelik bilimsel çalışmalar incelendiğinde, süreçlerin kritik bir boyutu olan "bilişim" ve teknolojik altyapı konusunun genellikle ihmal edildiği görülmektedir. Bu boşluğun kapatılmasında, açık kaynak kodlu teknolojiler etkin bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu teknolojiler, sınırlar ötesinde iş birliğini mümkün kılarak, gelişmekte olan ülkelere sürdürülebilir destek sağlamanın önünü açmaktadır.

Ülkemizde de afet çalışmaları son yıllarda önem kazanmıştır. Bu kapsamda *TR Dizin'de* yer alan *Harita Dergisi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi* ve *Afet ve Risk Dergisi* ülkemizde ve dünyadaki gelişmeleri ve bulguları yayımlamaktadır. Diğer taraftan dergilerde sunulan birçok makalenin vaka analizi kapsamında olduğu müşahade edilmiştir. Nitekim, Yıldız ve Kinay (2026) "afet eğitimi" alanındaki lisansüstü tezler üzerine yaptıkları literatür analizinde, "yazılım" teriminin sadece bir çalışmada yer aldığını tespit etmiştir. ArcGIS gibi lisanslı CBS yazılımlarının uygulama alanı ise son derece çeşitlidir; afet toplanma alanı yeterliliği (Cetin ve diğerleri, 2024) gibi planlama çalışmalarından, ani taşkın modellemesi gibi hidrolojik analizlere (Riaz ve Mohiuddin, 2025) kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Benzer şekilde her ne kadar Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesinin çeşitli hedefleri (ii, iv, vi ve vii) doğrudan veya dolaylı olarak coğrafi bilgi teknolojileri ve yazılımları ile ilişkili olsa da, bu konuda vurgunun özellikle "erken uyarı sistemleri" ile kısıtlı kaldığı gözlemlenmektedir (Chisty, Muhtasim, Biva, Dola, ve Khan, 2022). Diğer taraftan, açık kaynak kodlu yazılımların ve verinin gelişmekte olan ülkelerin afet yönetimlerine katkıları açıktır (Olyazadeh, Aye, Jaboyedoff ve Derron, 2016).

Açık kaynak kodlu teknolojiler kullanılarak geliştirilen ve sahadan toplanan coğrafi verinin internet üzerinden paylaşılmasını hedefleyen bir OSGeo yarışması da gerçekleştirilmiştir (Anbaroğlu, Coşkun, Brovelli, Obukhov ve Coetzee, 2020). *QGIS* ile oluşturulan coğrafi veri modeli temel alınarak geliştirilen çalışmada *QField* uygulaması ile sahadan veri toplanmakta olup, coğrafi verinin saklanması da *PostgreSQL/PostGIS* ortamında olmaktadır. Coğrafi kayıtlarla ilişkilendirilebilecek olan fotoğraflar ise *Syncthing* adlı uygulama ile farklı cihazlarla senkronize edilmiştir.

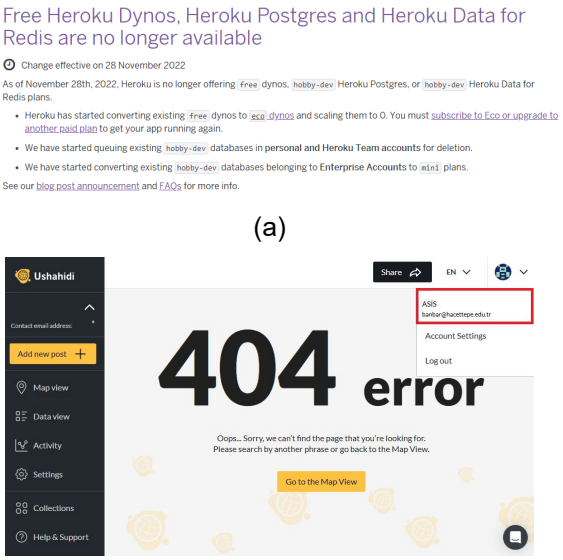
Yukarıdaki çalışmanın kodu her ne kadar açık bir şekilde paylaşılmış olsa da, iki farklı açıdan afet sonrası durum tespit çalışmalarında kullanılmasında zorluk olacaktır. Bunlar, i) *farklı kullanıcı tiplerinin* desteklenmemesi ve ii) *olay türlerinin* değişen ihtiyaçlar neticesinde dinamik bir şekilde güncellenemesidir. Sahadan toplanan verinin niteliğinin projenin tasarımında kurgulanan veri modeliyle kısıtlı kalması, afet sonrasında vatandaşlar veya afet sonrası destek ekiplerinin coğrafi veri ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz

kalabilir. Örnek olarak, bir deprem sonrasında binaların hasarları tespit edilirken tasarımda kullanılan dört sınıflı sınıflandırma "hasarsız, az hasarlı, orta hasarlı ve ağır/yıkık" (Demirbaş, Şahin ve Durucan, 2021) yabancı ülkelerin destek ekipleri tarafından karşılık bulmayabilir. Applied Technology Council (ATC-20) tarafından kabul edilen üç sınıflı (yeşil, sarı, kırmızı) olay türlerinin de diğer toplanan coğrafi veri ile bütünleşik bir şekilde sisteme eklenebilmesi ihtiyacı doğabilir (Goulet, Michel ve Kiureghian, 2015).

Vatandaşlar da afet sonrası durum tespit çalışmalarının önemli bir paydaşıdırlar. Afet sonrasında yardım çalışmalarının etkin yürütülebilmesi, farklı kamu kurumları, Sivil Toplum Kuruluşları veya şirketler gibi diğer paydaşların sunduğu yardım hizmeti noktalarının (ör. erzak dağıtım noktası, sağlık hizmetleri, çocuk bakımı vb.) *tek bir kaynaktan* paylaşılabiliyor olmasını gerektirmektedir. Böylece, i) hem farklı paydaşlar mükerrrer coğrafi veri üretmemiş olacak, ii) hem ekipler arası koordinasyon daha iyi sağlanmış olacak (örnek olarak yeni bir yardım noktasının açılması gereken yerin daha etkin bir şekilde belirlenmesiyle), iii) hem de vatandaşın faydasına olacak hizmetler yine tek bir bağlantı adresinden erişilebiliyor olacaktır. Vatandaşın faydasına olan bu tür hizmetler de, yine yetkili uzman kişilerin onayı ile sisteme eklenebilmelidir (McGowan, 2020; Watkinson, Huck ve Harris, 2023).

Afetlerle mücadelede açık kaynak kodlu yazılımlara vurgu yapan çalışmalar bulunsa da (Leidig ve Teeuw, 2015), burada özellikle web ortamında belirli bir kotaya kadar ücretsiz kullanım hakkı sunan ve limit aşımında ücretlendirme politikası yapan firmalar (Google, Microsoft vb.) ve ürünleri de bulunmaktadır. Diğer bir taraftan şirketler bu politikalarını zaman içinde değiştirip, tamamen ücretli bir hizmet sunar duruma da gelebilir. Zira, Anbaroğlu vd. (2020)'nin geliştirdiği çözümde internet ortamından belirli bir kullanıma/kapasiteye kadar ücretsiz veritabanı ve sunucu hizmeti sağlayan *Heroku* adlı şirket, 2022'de aldığı karar ile bu hizmetini sonlandırmıştır. Bu gözlem, bu tür platformların sunduğu "ücretsiz" çözümlerin ne kadar kırılgan olabileceğini göstermektedir (bu durumu açıklayan ve 26 Eylül 2025 tarihinde alınan ekran görüntüsü Şekil 1(a)'da gösterilmiştir). Açık kaynak kodlu platformlardan Ushadi'de iki farklı kullanım seçeneği sunmaktadır: i) Basic ve ii) Enterprise. Basic ücretsiz olarak belirtildiği halde, 7 Kasım 2025 tarihinde elde edilen hata Şekil 1(b)'de gösterilmiştir. Enterprise ürününün fiyatının ise 10,000 USD'den başladığı görülmektedir.

Diğer taraftan Amazon gibi daha büyük şirketlerde ise, toplanan tüm veri genellikle şirketlerin kendi sunucularında saklanmaktadır (Kim, Kim ve Kim, 2022). Bu durumun ulusal politikalarla uyumu kapsamında risklerin farkında olunmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır (Aksakallı, 2019).



Şekil 1. Heroku'nun "ücretsiz" PostgreSQL veritabanı yönetim sistemi kullanım politika değişikliği (a) ve Ushahidi'nin "ücretsiz" kullanım türünün ürettiği hata (b).

Afet sonrasında durum tespit çalışmalarında hem hasar tespit kapsamında hem de yardım ekiplerinin daha etkin bir şekilde çalışabilmeleri için, sahada görülen ihtiyaçlar üzerine dinamik bir şekilde *yeni olay türleri*nin sisteme eklenebilmesi ve bu kapsamda sahadaki ekiplerin de bu olay türlerine ait noktasal veriyi kolaylıkla toplayabiliyor olmaları gerekmektedir. Elde edilen coğrafi verinin web-üzerinden *tek bir harita* üzerinden vatandaşların bilgisine sunulmuş olması ve yetkilendirilmiş uzman personel tarafından (*süpervizör*) analiz edilebiliyor olması da, afetle etkin mücadelede avantaj sağlayacaktır. Son olarak, internet kesintisi yaşandığında da, sahadan çalışan ekiplerin çalışmalarına devam edebilmelerine olanak sağlanmalıdır. Sonrasında, internet bağlantısı tekrar oluştuğunda bu coğrafi verinin hızlı ve etkin bir şekilde veritabanına entegre edilmesi sağlanmalıdır. Dolayısıyla, bu makalenin araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: *Afet sonrası durum tespiti ve yardım operasyonlarında, açık kaynak kodlu coğrafi bilişim teknolojilerine dayalı, çok kullanıcılı bir web-CBS sistemi kurumlar arası iş birliğini artırarak operasyonel etkinliği nasıl sağlayabilir?*

Tablo 1. ASİS'in sahadan coğrafi veri toplamaya dönük diğer sistemlerle karşılaştırılması.

Kriter	ASİS	Geopaparazzi	Ushahidi	QFieldCloud	ArcGIS (Field Maps/Online)	Google Maps
Teknoloji	Node.js (JavaScript), Bootstrap, SQL	Java + web bileşenleri (HTML/XML vb.)	Python, PHP	Python (Django)	Ticari ürün + SDK'lar (.NET/JS/Python)	Web/Android/iOS SDK + REST API
Veri tabanı / depolama	PostgreSQL/ PostGIS	SQLite + MBTiles (offline harita)	MySQL	PostgreSQL/ PostGIS	ArcGIS Online	Google Cloud (API üzerinden)
Web arayüzü	✓	✗	✓	✗	✓	✓
Fotoğraf / video ekleme	✓	✓	✓	✓	✓	Kısmen (API ile)
Çevrimdışı çalışma	✓ (QField ile offline + sonradan senk.)	✓	✓ (SMS/e-posta vb. kanallar)	✓	✓ (offline map areas + senk.)	✗ (offline tile caching kısıtlı)
Dil desteği	✓ (TR, EN)	✓ (çoklu dil)	✓ (40+)	✓	✓ (çoklu dil)	✓
Harita altlığı desteği	✓ (QGIS/OSM altlıkları ile)	✓ (MBTiles raster tile)	Kısmen (harita gösterimi)	✓	✓ (güçlü raster desteği)	✓ (tile/imagery servisleri)
Lisans / maliyet modeli	Açık kaynak (GitHub)	GPL-3.0	AGPL/LGPL + ticari Enterprise (10.000$+)	MIT	Ticari lisans / abonelik	Kullanım bazlı ücretlendirme + API anahtarı
GPS / konum takibi	✓ (tarayıcı konumu + saha kayıtları)	✓	✓ (konumlu bildirim)	✓	✓	✓ (konum servisleri)
QGIS entegrasyonu	✓ (QGIS + QFieldSync iş akışı)	✗ (QGIS eklentisi ile mümkün)	✗	✓ (doğrudan)	Kısmen (format dönüşümü ile)	✗
OSGeo projesi	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Kurulum kolaylığı	Kolay	Kolay	Kolay-Orta	Kolay	Orta-Zor	Orta
Mobil uygulama	✓ (web + QField)	✓	✓	✓	✓	✓ (mobil SDK ile)

Bu makalenin amacı, açık kaynak kodlu web teknolojilerinden yararlanarak afet sonrası müdahalenin ve durum tespit çalışmalarının etkin biçimde gerçekleştirilebilmesini sağlayacak bir web-tabanlı uygulama tasarlayıp, geliştirmektir. Afet Sonrası İzleme Sistemi (ASİS) adını verdiğimiz web-tabanlı sistem, özellikle geniş coğrafi alanlara yayılmış deprem ve sel gibi farklı afet türlerine göre hizmet verebilecek niteliktedir. Aynı zamanda, farklı kurumların koordineli bir şekilde çalışmasını sağlayacak yapıdadır ve araştırmacıların tüm kodları çalıştırma, inceleme, değiştirme ve paylaşma özgürlüğü veren, ancak türetilmiş çalışmaların da aynı lisansla dağıtılmasını zorunlu kılan, GNU General Public License v3.0 ile lisanslanmıştır (https://github.com/banbar/asis/). Makalenin ikinci bölümünde, ASİS'in kullanıcıları ve tasarımı tanıtılacaktır. Üçüncü bölümde simüle edilmiş bir veri seti üzerinden, sistemin sunduğu analiz olanakları irdelenecektir ve çevrimdışı çalışma ortamı tanıtılacaktır. Dördüncü bölümde ise performans analizi gerçekleştirilmiştir. Beşinci bölümde tasarlanan ve geliştirilen sistemin olumlu ve geliştirilmeye açık yönleri tartışılacaktır. Sonuç bölümünde ise, afetlerle mücadelede ASİS'in sağlayabileceği faydalar ve bu kapsamda yapılması gereken gelecek çalışmalar sunulacaktır. Bu makaleyi benzer çalışmalardan ayıran dört temel yön şu şekildedir:

- Açık kaynak kodlu teknolojiler kullanarak, *doğrudan mobil uyumlu olacak şekilde internet tarayıcısından çalışabilen* afet sonrası coğrafi veri toplama platformunun tasarlanması ve geliştirilmesi,
- Toplanan coğrafi veriye fotoğraf ve video eklenebilmesi ve verinin açıklama kısmının etkin bir şekilde mikrofondan alınacak sesli ifade ile doldurulabilmesi,
- İnternetin olmadığı durumlarda da sahadan çalışacak uzmanların QField uygulaması ile etkin bir şekilde coğrafi veri toplayabilmelerine ve toplanan bu verinin daha sonradan senkronizasyonunun sağlanması ve,
- Sistem kurulumunun 10 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleştirilebilmesidir.

2. YÖNTEM

Bu bölümde ilk olarak ASİS'in kullanıcıları tanıtılacaktır. İkinci olarak da, sistemin gerçekleştirimi için kullanılan teknolojiler açıklanacaktır.

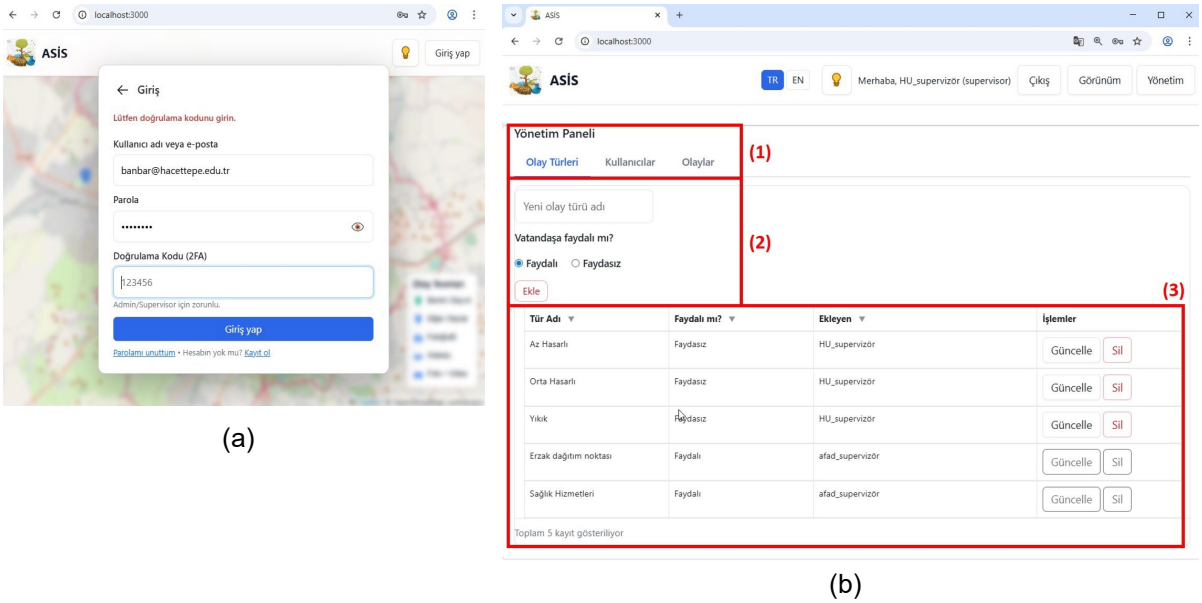
a. Sistem Kullanıcıları

ASİS'in üç temel kullanıcısı bulunmaktadır. İlk olarak afet sonrasında sahadan veri toplamayla görevli, AFAD, HGM, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü veya Üniversiteler gibi kamu kurumlarında görevli *uzman* personeldir. İkinci olarak, uzmanların topladıkları veriyi analiz edebilen, dinamik olarak toplanabilecek veri yapısını *yeni olay türü* ekleyerek belirleyebilen ve eklenen olayları ve uzmanları silebilen yetkili personeldir. Bu yetkili personel, *süpervizör* olarak adlandırılmıştır.

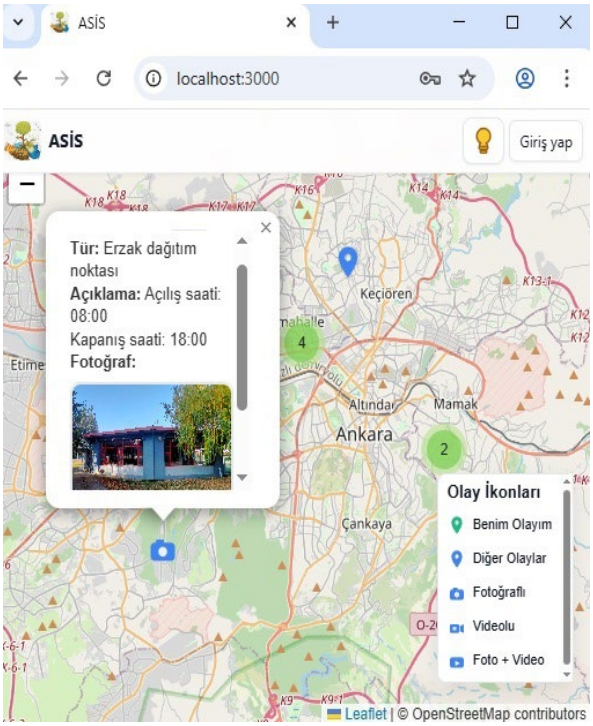
ASİS'in üçüncü temel kullanıcısı ise, afetten etkilenen *vatandaş*lardır. Vatandaşlar ASİS'e *giriş yapmadan*, sadece kendilerine faydalı olay türlerinin (ör. erzak dağıtım noktaları) konumlarını görecek şekilde bir sistem gerçekleştirimi kurgulanabilir. Örnek olarak, ASİS'in simüle edilmiş veri seti üzerinde toplamda 261 nokta olmasına rağmen, vatandaşlara faydalı olan 11 tanesi herkese açık bir şekilde, fotoğrafları ve açıklamalarıyla birlikte Şekil 3'de gösterilmiştir. Böylece, hem vatandaşlar bu tür kendilerine faydalı olabilecek noktalara tek bir kaynaktan erişebilir, hem de yeni açılması planlanan yardım noktalarının ihtiyaca uygun bir şekilde belirlenmesi sağlanabilir.

Sistemin ilk kurulumundan ve süpervizörlerin eklenmesinden sorumlu, doğrudan veritabanına erişebilen bir de sistem yöneticisine ihtiyaç vardır. Ancak, ASİS'in açık kaynak kodlu yapısı ve kolay kurulumu sayesinde bu kullanıcı türüne düşen iş yükünün asgari seviyede olması ön görülmektedir. Üç temel kullanıcı türünün ASİS üzerinde yapabileceği dört temel işlem (veri oluşturma, okuma, güncelleme ve silme) Tablo 2'de gösterilmiştir.

İş yükünün daha etkin bir şekilde yönetilebilmesi için ASİS'e birden çok süpervizör tanımlanabilir. Süpervizörler ASİS'e tanımlandıktan sonra, ek güvenlik önlemi olarak 2FA (Two Factor Authentication) ile cep telefonunda oluşturulan parola ile sisteme erişebilmektedir (Şekil 2a). GitHub, PyPi (Python paket yükleme sistemi) gibi gelişmiş birçok web-tabanlı sistem, tek bir parola yerine kayıt esnasında eşleştirilen cep telefonunda oluşturulan parolanın da kullanılmasını gerektiren 2FA kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Petsas, Tsirantonakis, Athanasopoulos ve Ioannidis, 2015). Şekil 4'de süpervizörlerin diğer iki sekmesinin görünümleri sunulmuştur.



Şekil 2. Süpervizörün sisteme 2FA ile giriş yapabilmesi (a), süpervizör giriş ekranı (b).



Şekil 3. Vatandaşlar sisteme giriş yapmadan, kendilerine faydalı olabilecek noktaların konumlarını ve detaylarını görebilirler.

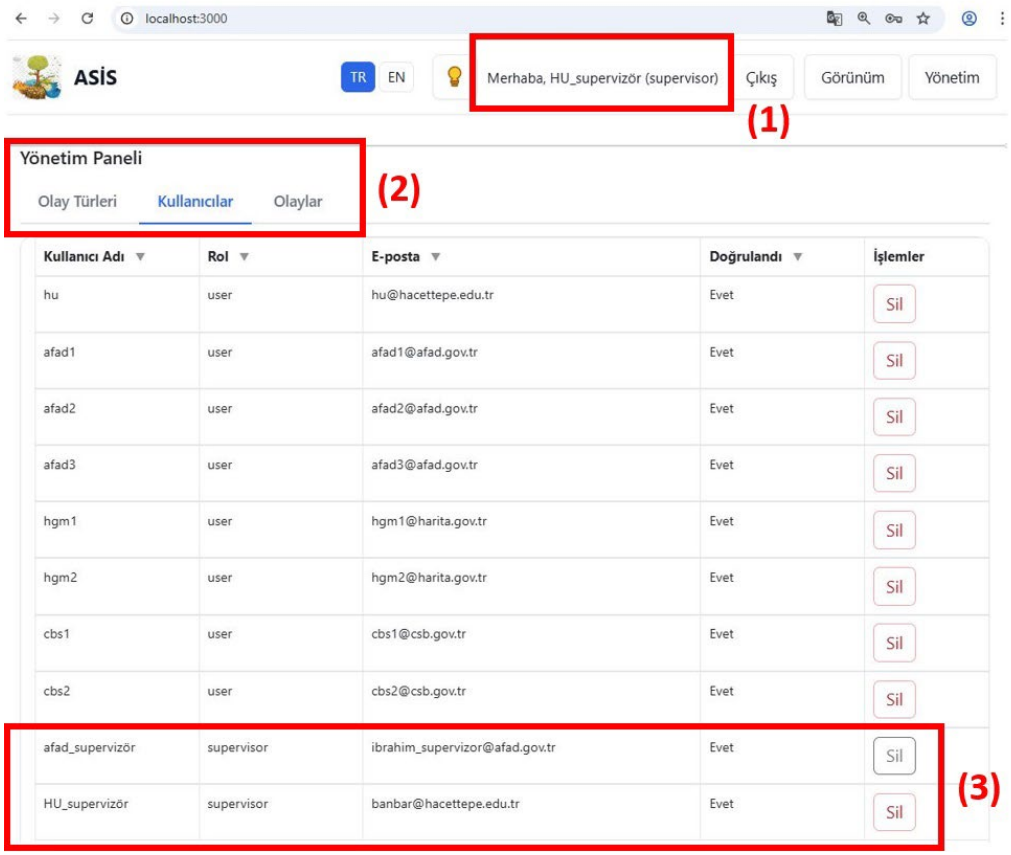
Veri oluşturma süreçlerinde görevlendirilmiş kurum personellerinin görev almasının, verinin doğruluğu ve bütünlüğü açısından daha doğru olacağı değerlendirilmiştir. Süpervizörler, yönetimden sorumlu personel oldukları için, sahadan gelen ihtiyaçlar kapsamında yeni olay türü ( ) ekleyebilmeleri sağlanmıştır. Böylece, değişen ve gelişen ihtiyaçlar kapsamında saha personeli olan uzmanlar ile daha etkin ve hızlı bir yönetişim sağlanabilir. Şekil 2b'de, iki numaralı bileşende görüldüğü üzere, yeni bir olay türü ekleneceği zaman, onun aynı zamanda vatandaşlara afet sonrası hizmet kapsamında faydalı bir olay türü olup olmadığının da belirtilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan süpervizörler sahada çalışmadıklarından, bu olay türleri ile ilgili noktasal veri ( ) toplama yükümlülükleri bulunmamaktadır.

Tablo 2. ASİS'in üç temel kullanıcısının yapabileceği dört temel işlem (oluşturma , okuma , güncelleme ve silme).

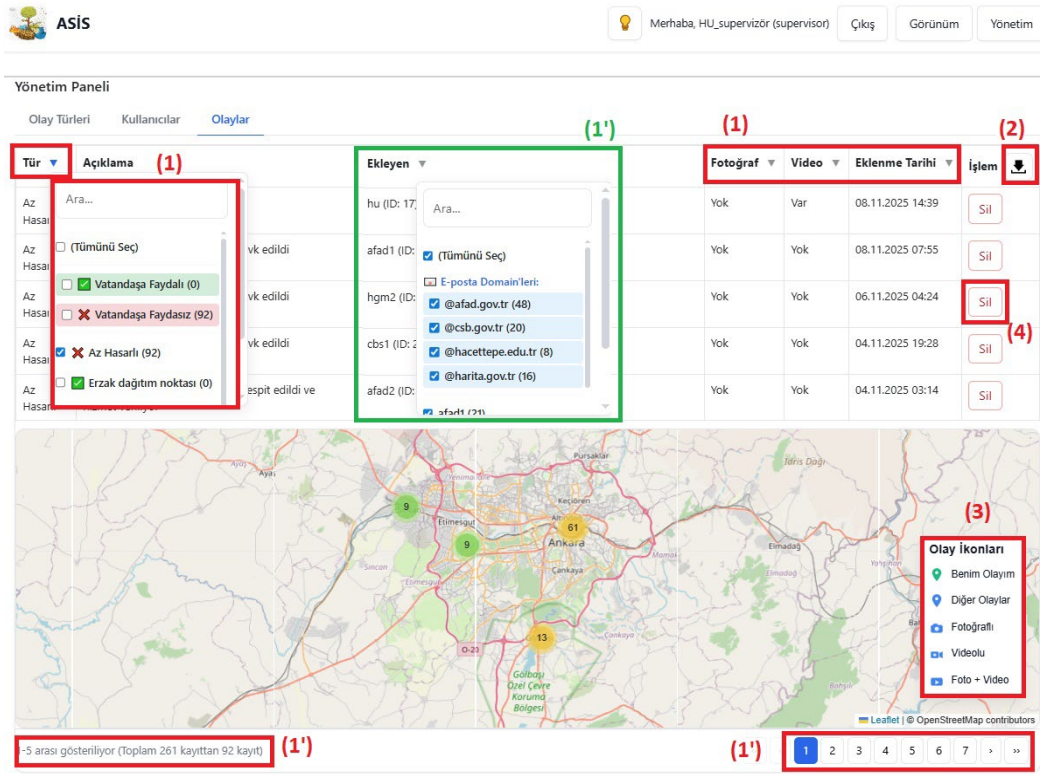
Supervizör	✓	✗	✓*	✓*	✗	✓*	✓	✓
Uzman	✗	✓	✓	✗	✓*	✗	✓*	✗
Vatandaş	✗	✗	✓*	✗	✗	✗	✗	✗

Uzman personeller ise, saha görevlisi olarak kabul süpervizörlerin belirledikleri olay türleri için sahadan veri toplamakla yetkilidirler. Sahadan veri girişini kolaylaştırmak için, ASİS mobil uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 5a'da gösterildiği üzere tarayıcıların konum bulma özelliği (bileşen bir) ve karanlık mod (bileşen iki) gibi olanaklar sunulmuştur. Kullanıcı birinci bileşene veya harita üzerinde veri eklemek istediği noktaya dokunduğunda, olay bildirim formu açılmaktadır. Vatandaşlardan veri oluşturma kapsamında bir katkı beklenmemektedir.

Verinin okunması/gösterimi kapsamında ise süpervizörlere, üç farklı sekmede afet sonrası tüm kurumların topladıkları veriyi analiz etme imkanı sunulmuştur. Bu kapsamlı görünümleri ve analiz imkanları sayesinde, onların veriyi okuma özellikleri ✓* ile gösterilmiştir. Uzmanlar da hem kendilerinin ekledikleri veriyi hem de diğer uzmanların ekledikleri verileri görebilmektedirler (Şekil 5a ve Şekil 5b). Vatandaşlar ise, sistem kurulumu esnasında belirtilen tercihlere göre (sadece vatandaşa faydalı olan olay türlerinin görünmesi veya tüm olay türlerinin görünmesi), *sisteme giriş yapmadan* Şekil 3'de gösterildiği üzere elde edilen coğrafi veriye erişebilmektedir.



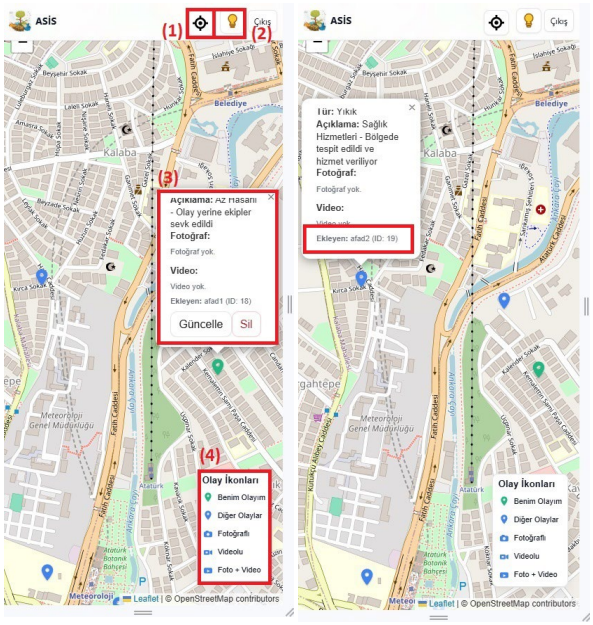
(a)



(b)

Şekil 4. ASİS yönetim paneli. Kullanıcılar sekmesinden süpervizörler uzmanları silebilirler, ancak diğer süpervizörleri silemezler (a). Olaylar panelinde ise kapsamlı bir filtreleme imkanı vardır (b).

Güncelleme işlemleri de yine süpervizörlerin ve uzmanların yapabileceği bir işlemdir. Sahada farklı kurumların farklı ekipleri olabileceğinden, süpervizörler sadece kendi ekledikleri olay türlerini güncelleyebilirler. Örnek olarak, Hacettepe Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde görevli uzman akademik personelin hasar tespit çalışmalarında sisteme veri ekleyebilmesi için üç olay türü (az hasarlı, orta hasarlı ve yıkık) eklemiş bir süpervizör, sadece bu üç olay üzerinde güncelleme yetkisine sahiptir. Şekil 2b'de üç numaralı bileşende görüldüğü üzere, ilgili süpervizörün "erzak dağıtım noktası" ve "sağlık hizmetleri" olay türlerini güncelleme/silme yetkisi yoktur. Benzer şekilde *afad1* uzmanı kendi eklediği veriyi düzenleyebiliyorken (Şekil 5a), diğer bir kullanıcının verisi üzerinde böyle bir yetkisi yoktur (Şekil 5b).



(a) (b)

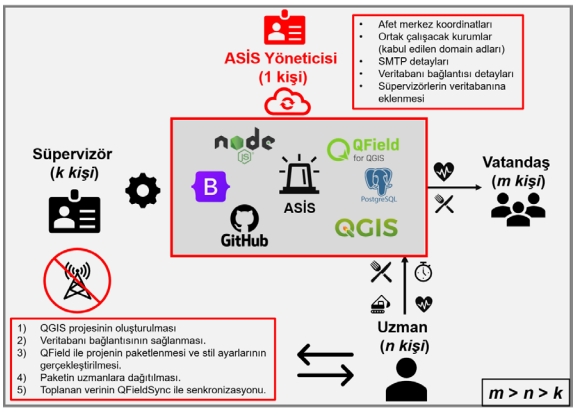
Şekil 5.Uzman arayüzünde konum bulma özelliği, gece görünümü ve eklenen olayın güncellenmesi özellikleri (bileşen 1-3) (a), diğer bir uzmanın eklediği verinin güncellenememesi (b).

Silme işlemlerinde, süpervizörlerin kullanıcı silebilme yetkileri de bulunmaktadır. Bunun sebebi, bir uzmanın sahadan yanlış bir varsayımla veri toplamış olma durumudur. Bir uzmanın yanlış bir varsayımla topladığı verinin sistemde bulunması, karar mercilerinin yanlış çıkarımlar yapmasına yol açabilir. Dolayısıyla, bu uzmanın topladığı tüm veri sistemden kolaylıkla silinebilmelidir. Süpervizörler, kendilerini de silerek sistemden çıkabilirler, ancak diğer süpervizörleri silmelerine izin verilmemektedir.

b. ASİS Kurulum ve İşletim Süreci

ASİS'in kurulum ve işletim süreci Şekil 6'de özetlendiği gibi iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, i) sistem kurulumu ve ii) saha çalışmasıdır. ASİS'in kurulması ve sistemin ayağa kaldırılması kapsamında farklı yazılımlardan faydalanılmıştır. Veritabanı yönetim sistemi olarak *PostgreSQL/PostGIS* kullanılmıştır. Sunucu tarafının çalıştırılması için *NodeJS* kullanılmıştır. Ön yüzde mobil uyumluluğun sağlanabilmesi için *Bootstrap* kullanılmıştır. Projenin mobil cihazlara aktarılabilmesi için, *QField* ve *QGIS* yazılımları kullanılmıştır. Son olarak, proje kodlarının ve diğer kaynaklarının paylaşılması için *GitHub* kullanılmıştır. ASİS'in geliştirilmesi kapsamında ihtiyaç duyulan kimi işlemleri hızlandırmak adına ChatGPT ve DeepSeek gibi yapay zeka platformlarından faydalanılmıştır. ASİS Yöneticisi projenin GitHub sayfasındaki kaynak kodlarını ve işlem adımlarını takip ederek, süpervizörlerin sisteme giriş yapabilmelerini sağlar. Böylece, ASİS ilgili kamu kurumunun sunucusunda çalışır hale getirilir ve sistem kurulumu tamamlanmış olur. Bu aşamadan sonra ASİS Yöneticisine ihtiyaç minimum seviyede olacaktır.

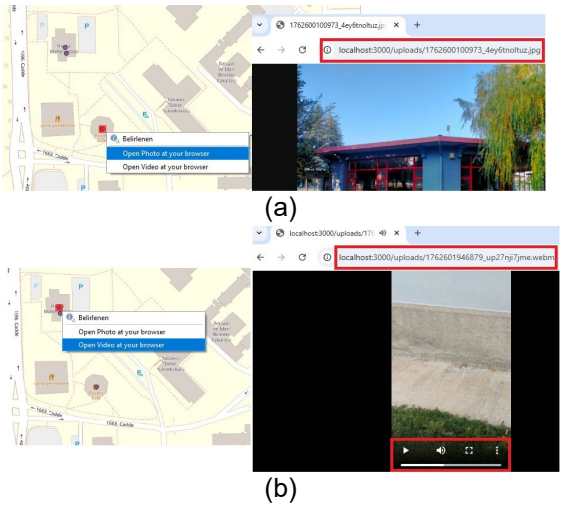
ASİS işletim süreci ile uzmanların sahadan veri toplamaları ve bunların analizi gerçekleştirilir. Süpervizörlerin eklediği olay türleri üzerinden uzmanlar sahadan veri ekleyebilirler. ASİS internet bağlantısı olmadığı zamanlarda da uzmanların coğrafi veri toplayabilmelerine ve bu toplanan verinin daha sonradan QFieldSync ile senkronizasyonuna imkan sağlamaktadır. Vatandaşlar ise, ASİS'e giriş yapmadan sadece kendilerine faydalı hizmet noktalarını (sağlık, yemek dağıtım vb.) görebilirler.



Şekil 6. ASİS kurulum ve işletim süreci.

Saha çalışması, internet erişiminin var olup olmayacağına bağlı olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. İnternetin olduğu senaryoda, sunucunun web-adresi kullanılarak, doğrudan mobil cihazlardan veri toplanabilmektedir. ASİS, mobil uyumlu olarak geliştirildiğinden, internet sayfası açıldığında kolaylıkla veri girişi sağlanabilmektedir. Diğer taraftan, özellikle 6 Şubat depreminden sonra, internet olmadan da afet sonrasında sahadan veri toplayabilmenin önemi ve gerekliliği çok daha net anlaşılmıştır (Tuna, 2024). Dolayısıyla, internetin olmadığı senaryoda, sahadan veri toplanması için QGIS ile doğrudan uyumlu QField adlı mobil uygulama ile QFieldSync eklentisi kullanılması ön görülmüştür. Fotoğraf ve video destekli bir şekilde veri toplanmasını sağlayan QField'ın, afet yönetiminde faydalı olduğu başka araştırmacılarca da teyit edilmiştir (Vavassori, Carrion, Zaragozi ve Migliaccio, 2022).

Beş adımdan oluşan bu süreçte, öncelikle veritabanı bağlantısıyla QGIS projesinin oluşturulması gerekmektedir. İkinci adımda QField eklentisi ile projenin paketlenmesi gerekmektedir. Üçüncü adımda, projenin reposunda bulunan stil dosyası ile olay katmanı ile eşleştirilerek, mobil arayüzün kullanımı kolaylaştırılır. Bu sayede QGIS'de doğrudan bulunmayan bir özellik olarak, tarayıcıdan coğrafi kayıtların fotoğraf ve video görüntülerine de erişilebilmektedir (Şekil 7).

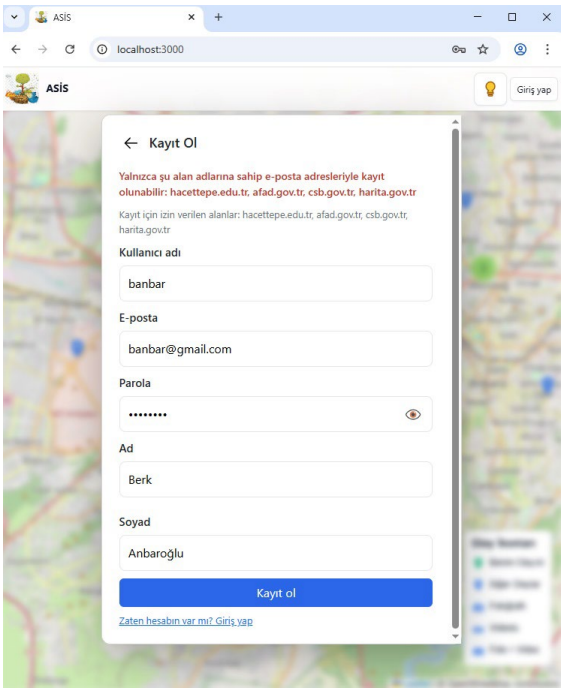


Şekil 7. QGIS stil dosyası ile ilgili coğrafi kayıtların fotoğrafları (a) ve videoları (b) tarayıcıdan görülebilmektedir.

Dördüncü adımda elde edilen QGIS proje dosyası, QField uygulamasına sahip uzmanlara dağıtılır. Sahadan veri toplandıktan sonra, güncellenen proje dosyası süpervizöre teslim edilir. Projenin çevresel değişkenlerindeki ilgili parametre güncellenir. Sunucu tekrar başladığında, ASİS'in veritabanı sahadan internet olmadan toplanan veri eklenmiş bir şekilde güncellenmiş olacaktır.

3. ÖRNEK GERÇEKLEŞTİRİM

Bu bölümde ASİS'in örnek bir gerçekleştirimi ve süpervizörün olay analiz ekranı tanıtılacaktır (Şekil 3). Aynı zamanda, uzmanların sisteme giriş yapabileceği ve kayıt olabileceği alan da *Giriş yap* butonundan sağlanmaktadır. Yeni kayıt oluşturulurken, belirtilen e-posta adresinin uzantısının, projenin çevresel değişkenlerde belirtilen alan adları ile eşleşmesi gerekmektedir. Böylece, kayıt olacak uzmanın bir kamu personeli olduğu teyit edilebilir. Aksi durumda, Şekil 8'de belirtildiği gibi bir hata mesajı alınmaktadır. Bu ek güvenlik önlemi sayesinde, uzmanların hakikaten ilgili kurumlarda görevli personel oldukları teyit edilmektedir.



Şekil 8. Yeni uzman kaydı için çevresel değişkenlerde belirtilen alan adlarına sahip bir e-posta adresi belirtilmelidir.

Belirtilen alan adlarına sahip bir kayıt oluşturulduktan sonra, kullanıcının belirttiği e-posta adresine Şekil 9'daki gibi bir e-posta doğrulaması gelmektedir. Bu doğrulama sağlandıktan *sonra*, kayıt olan uzman ASİS'e veri girişi yapabilmektedir.

ASİS'de, kullanıcı parolaları şifrelendikten sonra veritabanında saklanmaktadır. Böylece, uzmanların ve süpervizörlerin sisteme girişte

kullandıkları parolalar, sistem yöneticisi tarafından görüntülenemeyecektir.

Şekil 9. Uzmanlar gelen doğrulama e-postalarını onayladıktan sonra aktif hale geliyorlar.

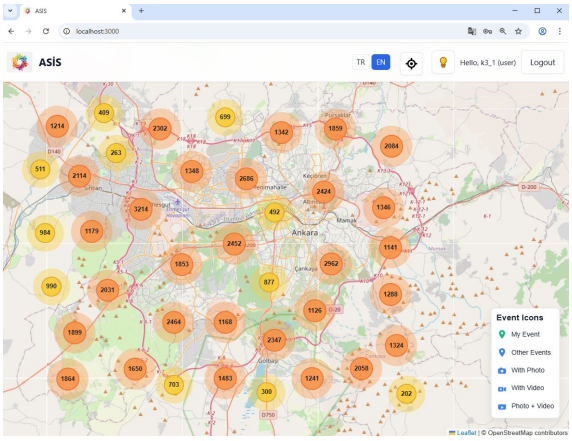
Test amacıyla, dört farklı kurumdan, sekiz uzman ASİS'e tanıtılmıştır. Belirlenen uzmanlar için değişen sayılarda olay eklenmiştir olup, pilot çalışma için toplamda 261 olay eklenmiştir. Bunlardan da sonrasında sadece 11 tanesi vatandaşa faydalı olan olay türleri olacak şekilde manuel bir işlemle güncellenmiştir. Sahadan toplandığı kabul edilen bu olayların analizi ekranına erişebilmek için süpervizörün "Olaylar" sekmesine tıklaması gerekmektedir (Şekil 4b). Böylece, açılan ekranda olayların kapsamlı bir filtreleme imkanı ve filtrelenmiş verinin GeoJSON formatında indirilmesi mümkün olmaktadır. Şekil 4b'nin bir numaralı bileşeninde görüldüğü üzere *olay türleri*, *uzman*, *fotoğraf*, *video* ve *eklenme tarihi* üzerinden filtreleme işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Örnek gerçekleştirim kapsamında üretilmiş 261 kaydın 92'si "Az Hasarlı" olay türüne aittir ve bunlar "Tür" filtresi kullanılarak kolaylıkla elde edilebilir. Bu seçimler değiştikçe, diğer filtreler de otomatik olarak güncellenmektedir. Örnek olarak seçilmiş olan "Az Hasarlı" olay türü, *Ekleyen* filtresi ile incelendiğinde, bu kayıtların 48'ini AFAD uzmanlarının, 20'sini Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı uzmanlarının, 8'ini Hacettepe Üniversitesi uzmanlarının ve 16'sını Harita Genel Müdürlüğü personelinin topladığı anlaşılmaktadır. Filtrelenmiş veri, GeoJSON olarak iki numaralı bileşenden indirilebilmektedir. Tablo 2'de belirtilen süpervizörlerin olay silebilme özelliği de, dördüncü bileşen ile teyit edilmektedir.

4. PERFORMANS ANALİZİ

Tasarlanıp geliştirilen ASİS'in performans analizi ile, sistemin gerçek dünya koşullarında ne kadar ölçeklenebilir, güvenilir ve kullanıcı taleplerine ne ölçüde hızlı yanıt verebildiği anlaşılabilir. Özellikle büyük hacimli mekânsal verilerle çalışan uygulamalarda, veri tabanına eklenen sentetik veriler üzerinden gerçekleştirilen sorgular, sistemin artan veri yükü altında nasıl davrandığını gözlemlemeye imkân tanır.

Bu bölümde ASİS'in sorgu performansı; kurum sayısının $k \in [3, 10]$, her bir kurumda görev yapan uzman personel sayısının $u \in \{10, 50, 100, 200\}$ ve her bir uzmanın topladığı nokta sayısının $d \in [10,\ 50]$ aralığında değiştiği bir senaryo üzerinden analiz edilmiştir. Böylece, toplam nokta sayısının en az 300 en fazla 100 bin olabileceği toplam 32 farklı deney kurgulanmış olup, her bir deney için ayrı bir veritabanı oluşturulmuştur. Senaryoda uzmanlar, beşi vatandaşa faydalı, beşi ise faydasız olmak üzere toplam 10 olay türünden her birini eşit olasılıkla seçerek kayıt oluşturmakta; bu kayıtlara %25 olasılıkla fotoğraf ve %25 olasılıkla video eklemektedir. Çalıştırılan örnek senaryoda, en çok nokta bulunan deneyde ($k = 10, u = 200$) bir uzmanın ekranı Şekil 10'daki gibi görünmektedir.

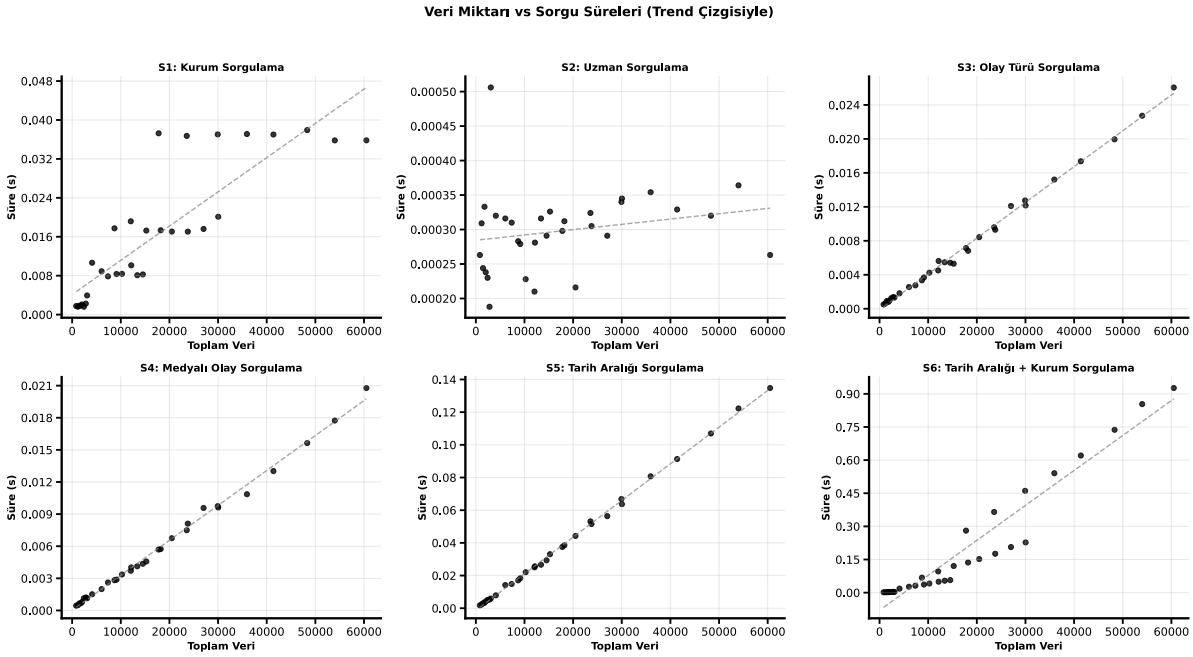


Şekil 10. En çok veri içeren deneydeki uzman ekranı.

Çalışma süreleri analiz edilen sorgular Tablo 3'de belirtilmiştir.

Tablo 3. Sorgu süresi analiz edilen sorgular.

ID	Sorgu
1	X kurumunda çalışan uzmanların topladığı kayıtların elde edilmesi:
2	U uzmanının topladığı kayıtların elde edilmesi.
3	O olay türüne ait toplanan kayıtların elde edilmesi.
4	Fotoğraf veya video içeren kayıtların elde edilmesi.
5	T1-T2 tarih aralığında toplanan kayıtların elde edilmesi.
6	T1-T2 tarih aralığında ve X kurumunda çalışan uzmanların topladığı kayıtların elde edilmesi.



Şekil 11. Farklı deney sonuçlarının sorgu performansları.

Beklendiği üzere deneydeki nokta sayısı arttıkça, sorgunun çalışma süresi de genel olarak artmaktadır. Bu duruma aykırı bir örnek olarak sadece ikinci sorgu belirmektedir. Bunun nedeni de tüm deneylerde uzmanların topladıkları nokta sayısının aynı değer aralığında $d \in [10, 50]$ olmasıdır. Dolayısıyla, irdelenen sorgular içinde en az kayıt döndüreni ve en hızlı çalışanı da ikinci sorgu olmaktadır.

Gerçekleştirilen tüm bu deneylerin temel varsayımı veritabanına doğrudan erişim ve hatalı bir sonuç gelmeyeceğidir. Diğer taraftan, ASİS gibi etkileşimli web uygulamalarında farklı hata kaynakları olabilir (ör. uzman girişinde hatalı veri girişi, sunucu hatası vb.) veya eş zamanlı birden çok uzman aynı anda sisteme erişmek isteyebilir. Bu tür durumlar için Artillery ve JMeter farklı araçlar olup, bunların etkinliğinin analizi güncel araştırma konularındandır (Pinyagin ve Sadovykh, 2026).

5. TARTIŞMA

Afetlerle mücadele ülkelerin önemli kaynaklar ayırdığı, insan hayatının en öncelikli değer olarak kabul edildiği, ancak ekonomik kayıpların da ağır yük oluşturduğu karmaşık bir süreçtir. Afet sonrası hasar tespit çalışmalarının ve iyileştirme faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde bu ihtiyaçlar çoğunlukla lisanslı yazılımlar ile sağlanmaktadır. Örnek olarak, ESRI firmasının sağladığı kapsamlı çözümler (ör. ArcGIS Pro, ArcGIS Dashboards, ArcGIS Survey123, Drone2Map vb.) sundukları gelişmiş araç setleri ve kurumsal destek ile afet sonrası yönetişimde avantaj sağlamaktadır. Diğer taraftan kimi diğer lisanslı yazılımların da (ör. D4H, https://www.d4h.com/) ülkemizde satışının makalenin yazım tarihinde (Ocak 2026) bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu tür durumlar mali kaynaklı olabileceği gibi, yaptırım gibi daha karmaşık politik sebeplere de dayanabilir.

Afet gibi zaman baskısı altında, geniş alanları kapsayan ve çok paydaşlı müdahalelerin söz konusu olduğu durumlarda, i) lisans maliyetleri, ii) lisanslı yazılımların karmaşık yapıları gereği kullanımlarının uzmanlık gerektirmesi, ve iii) kullanıcı, cihaz, kurum veya ülke kısıtları ile lisanslı ve kaynak kodu kapalı yazılımlar önemli sınırlılıklar doğurabilmektedir. Bu engeller, insani müdahalenin temel ilkesi olan '*en kısa sürede en çok kişiye ulaşma*' hedefini örseleyerek, teknolojinin aslında hafifletmeye çalıştığı krizi daha da derinleştirebilir.

Bu makale kapsamında tasarlanan ve geliştirilen ASİS'in iki temel avantajı bulunmaktadır. İlk olarak, afetle mücadelede farklı kurumların ortak çalışmasına imkan sağlamaktadır. Afet sonrası hasar tespit ve iyileşme çalışmalarında ihtiyaç duyulan noktasal coğrafi verinin tek bir kaynakta toplanıp-dağıtılabiliyor olması, kurumlar arası koordinasyonu güçlendirecektir. İkinci olarak, ASİS tamamiyle açık kaynak teknolojiler kullanılarak ve açık kaynak kodlu olarak GNU

Genel Kamu Lisansı v3.0 lisansı ile geliştirildiği için, kurulumu ve işletilmesi kapsamında kurumlarımıza ek bir maliyeti olmayacaktır. Diğer taraftan veritabanı sunucusu da yine ilgili kurumun veritabanı sunucusu olacağı için, bu kapsamda hizmet sunan şirketlerin sunucularına bağlı kalınmayacaktır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Afet sonrası müdahalelerin etkinliği, hızlı ve koordineli coğrafi veri yönetimine bağlıdır; ancak mevcut uygulamalar lisanslı, kapalı ve birbirleriyle uyumsuz yazılımlar ile internet bağımlılığı nedeniyle kurumlar arası koordinasyonu, yerel aktörlerin katılımını ve vatandaşların gerçek zamanlı bilgiye erişimini ciddi biçimde sınırlamaktadır.

Bu makale kapsamında Afet Sonrası İzleme Sistemi (ASİS) tasarlanıp, geliştirilmiştir. Üç farklı kullanıcı türüne (süpervizör, uzman ve vatandaş) hizmet verebilen ve farklı kurumların iş birliğine imkan sağlayan ASİS, açık kaynak kodlu coğrafi bilişim yazılımları ile geliştirilmiş olup, yine projenin GitHub reposundan kodları açık olarak paylaşılmıştır. Böylece, afet sonrası hasar tespit ile yardım/hizmet dağıtım çalışmaları tek bir kaynaktan ve lisanslı bir yazılım gerektirmeden yürütülebiliyor olacaktır. ASİS, çevrimdışı çalışmaya uygun bir şekilde tasarlanmış olup, QField adlı mobil uygulama sayesinde uzmanlar internet olmadan da noktasal veri toplayabilmektedirler.

Geliştirilen sistem şu anda sadece pilot olarak test edilmiş olup, afetle ilgilenen kurumların bilgisine sunulmamıştır. Dolayısıyla, makalenin ilk gelecek çalışma önerisi çalışmanın tanıtılması ve uzman görüşlerinin alınmasıdır. Her ne kadar performans testi farklı sayıda nokta içeren 32 farklı veritabanında test edilmiş olsa da, bu analizler sadece yerel sunucu üzerinde gerçekleştirilmiştir. İnternetten servis veren bir sunucu üzerinde Artillery veya JMeter gibi yük testi gerçekleştiren kapsamlı yazılımlar ile test edilmesi projenin sahadaki etkinliğini çok daha doğru bir şekilde yansıtacaktır. İkinci olarak ise, sistemin kolaylıkla PDF formatında harita çıktısı üretebiliyor olmasıdır. Bunun otomatik bir yapıda ve diğer önemli noktalar ile çizgisel yapıların (okullar, caddeler vb.) OpenStreetMap'ten sağlanmasıyla, kağıt çıktı olarak elde edilen harita çıktısının geniş kitlelerce kullanılmasını kolaylaşacaktır. Son olarak, ASİS'in GeoServer ile entegre edilmesiyle, süpervizörlerin veri indirme sorumluluğu ve bu şekilde paylaşılan verinin güncel olmayabileceği sorunları aşılmış olacaktır.

TEŞEKKÜR

Web-tabanlı sistemlerin geliştirilmesindeki katkılarından ötürü Gökdemir ÇARDAK'a, afet sonrası sahadaki durum ve ihtiyaçlar kapsamında değerli paylaşımları için de AFAD gönüllüsü Büşranur AKSU'ya teşekkür ederiz.

ORCID

Berk ANBAROĞLU
https://orcid.org/0000-0003-2331-6190

İbrahim TOPCU
https://orcid.org/0009-0003-9293-5769

KAYNAKLAR

Aitsi-Selmi, A., Egawa, S., Sasaki, H., Wannous, C. ve Murray, V. (2015). The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Renewing the Global Commitment to People's Resilience, Health, and Well-being. *International Journal of Disaster Risk Science, 6*(2), 164-176. https://doi.org/10.1007/s13753-015-0050-9

Aksakallı, İ. K. (2019). Bulut Bilişimde Güvenlik Zafiyetleri, Tehditleri ve bu Tehditlere Yönelik Güvenlik Önerileri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, 5*(1), 8-34. https://doi.org/10.18640/ubgmd.544054

Anbaroğlu, B., Coşkun, İ. B., Brovelli, M. A., Obukhov, T. ve Coetzee, S. (2020). Educational Material Development on Mobile Spatial Data Collection Using Open Source Geospatial Technologies. *ISPRS Archives*, XLIII-B4-2020, 221-227.

Camponovo, M. E. ve Freundschuh, S. M. (2014). Assessing uncertainty in VGI for emergency response. *Cartography and Geographic Information Science, 41*(5), 440-455. https://doi.org/10.1080/15230406.2014.950332

Cetin, M., Kaya, A. Y., Elmastas, N., Adiguzel, F., Siyavus, A. E. ve Kocan, N. (2024). Assessment of emergency gathering points and temporary shelter areas for disaster resilience in Elazıg, Turkey. *Natural Hazards, 120*(2), 1925-1949. https://doi.org/10.1007/s11069-023-06271-9

Chisty, M. A., Muhtasim, M., Biva, F. J., Dola, S. E. A. ve Khan, N. A. (2022). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR) and disaster management policies in Bangladesh: How far we have come to make communities resilient? *International Journal of Disaster Risk Reduction, 76*, 103039.

Demirbaş, N., Şahin, H. ve Durucan, C. (2021). Betonarme Yapılarda Deprem Sonrası Yapısal Hasarların Tahmini İçin Kullanılan Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 33*(2), 125-134.

Eminoğlu, Y. ve Tarhan, Ç. (2025). Decadal evolution of GIS in disaster management and risk assessment. *International Journal of Engineering and Geosciences, 10*(2), 173-196. https://doi.org/10.26833/ijeg.1544048

Goodchild, M. F. ve Glennon, J. A. (2010). Crowdsourcing geographic information for disaster response: A research frontier. I*nternational Journal of Digital Earth, 3*(3), 231-241. https://doi.org/10.1080/17538941003759255

Goulet, J. A., Michel, C. ve Kiureghian, A. D. (2015). Data-driven post-earthquake rapid structural safety assessment. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 44*(4), 549-562. https://doi.org/10.1002/eqe.2541

Khajwal, A. B. ve Noshadravan, A. (2021). An uncertainty-aware framework for reliable disaster damage assessment via crowdsourcing. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *55*, 102110. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102110

Kim, D., Kim, J. ve Kim, H. (2022). Automatic Disaster Warning System Using Amazon Web Service (AWS): Focusing on Flood in East Asia. *IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 4335-4338.

Leidig, M. ve Teeuw, R. (2015). Free software: A review, in the context of disaster management. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 42*, 49-56. https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.05.012

Li, L. ve Ulaganathan, M. N. (2017). Design and development of a crowdsourcing mobile app for disaster response. *2017 25th International Conference on Geoinformatics*, 1-4. https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2017.8090943

McGowan, B. S. (2020). Measuring Student Motivation for Participation in GIS Data Activities. *portal: Libraries and the Academy, 20*(3), 475-494.

Nguyen, Q. H., Brovelli, M. A., Albertella, A., Furuhashi, T. ve Montani, M. (2025). Bridging Humanitarian Mapping and the Sustainable Development Goals. *ISPRS International Journal of Geo-Information, 14*(8), 307. https://doi.org/10.3390/ijgi14080307

Olyazadeh, R., Aye, Z. C., Jaboyedoff, M. ve Derron, M.-H. (2016). Prototype of an open-source web-GIS platform for rapid disaster impact assessment. *Spatial Information Research, 24*(3), 203-210. https://doi.org/10.1007/s41324-016-0017-y

Petsas, T., Tsirantonakis, G., Athanasopoulos, E. ve Ioannidis, S. (2015). Two-factor authentication: İs the world ready? quantifying 2FA adoption. *Proceedings of the Eighth European Workshop on System Security*, 1-7. New York, NY, USA: ACM. https://doi.org/10.1145/2751323.2751327

Pinyagin, M. ve Sadovykh, A. (2026). Automating Performance Testing in CI/CD - Tools Evaluation. Içinde S. Bonfanti & G. A. Papadopoulos (Ed.), *Testing Software and Systems* (ss. 195-209). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-05188-2_13

Riaz, R. ve Mohiuddin, Md. (2025). Application of GIS-based multi-criteria decision analysis of hydro-geomorphological factors for flash flood susceptibility mapping in Bangladesh. *Water Cycle, 6*, 13-27. https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2024.09.003

Tuna, M. (2024). Deprem Zamanındaki GSM Operatörlerine İlişkin Tüketici Algılarının Sosyal Medya Paylaşımlarında Araştırılması. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 15*(1). https://doi.org/10.54688/ayd.1372546

UNDP. (2017, Mayıs 30). *A guidance note: National post-disaster recovery planning and coordination - World | ReliefWeb*. Erişim adresi (27 Ocak 2026): https://reliefweb.int/report/world/guidance-note-national-post-disaster-recovery-planning-and-coordination

Vavassori, A., Carrion, D., Zaragozi, B. ve Migliaccio, F. (2022). VGI and Satellite Imagery Integration for Crisis Mapping of Flood Events. *ISPRS International Journal of Geo-Information, 11*(12), 611. https://doi.org/10.3390/ijgi11120611

Watkinson, K., Huck, J. ve Harris, A. (2023). Maximizing the value of a volunteer: A novel method for prioritizing humanitarian VGI activities. *Journal of Spatial Information Science,* (27), 27-49. (Global). https://doi.org/10.5311/JOSIS.2023.27.246

Yıldız, D. ve Kinay, İ. (2026). Türkiye'de Afet Eğitimi ile İlgili Yapılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 12*(1), 33-49. https://doi.org/10.21324/dacd.1674718