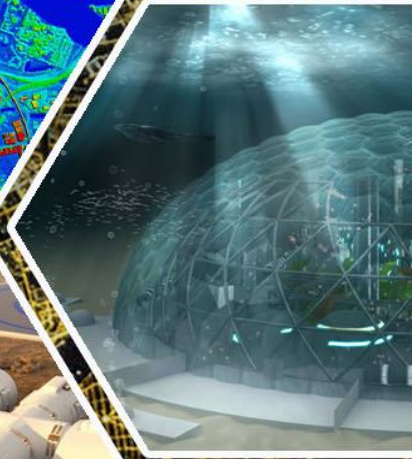
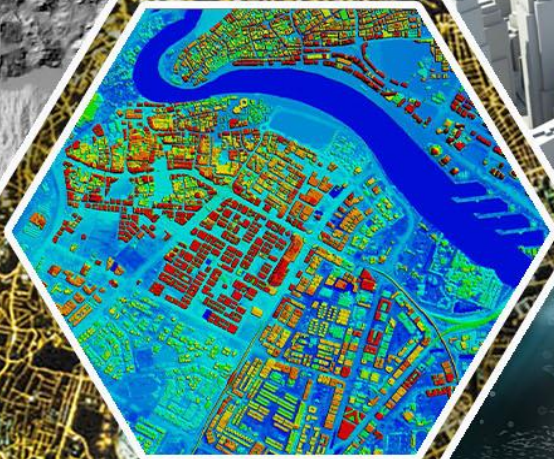
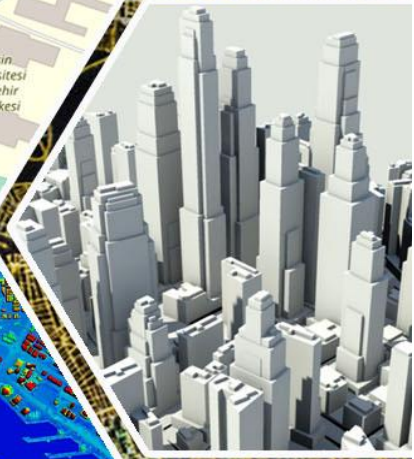
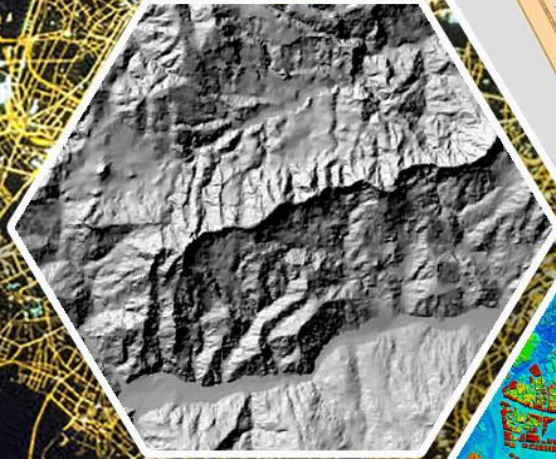
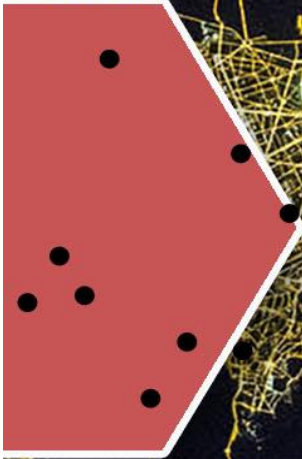
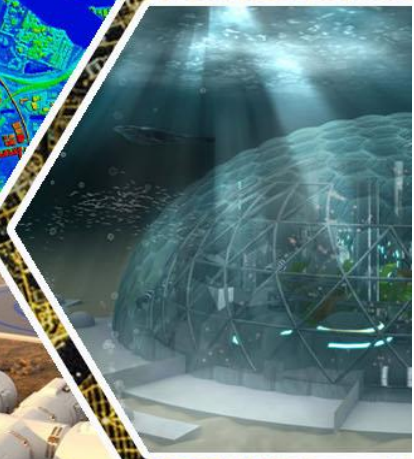
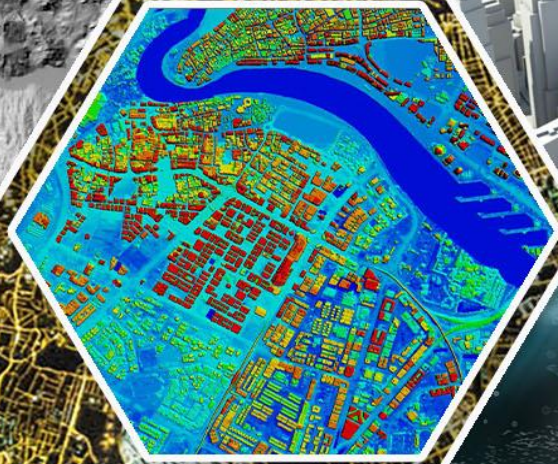
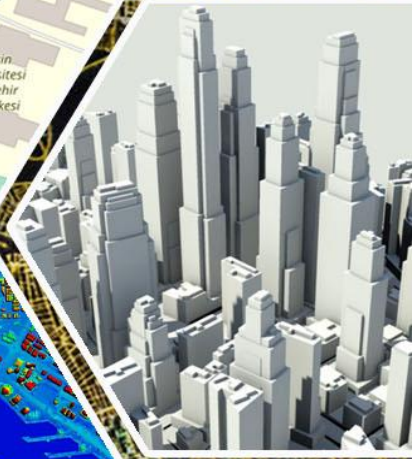
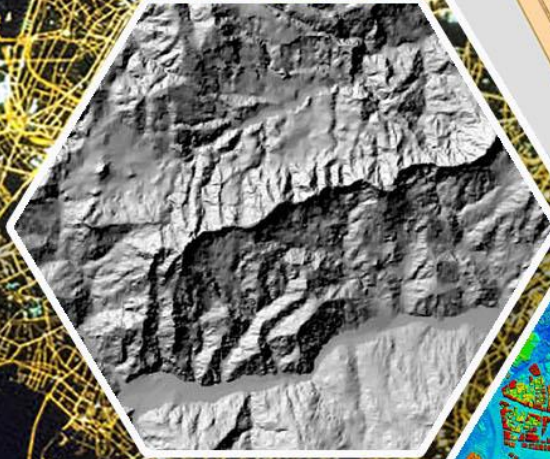


TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ ARALIK 2023
◆ CİLT: 5 ◆ SAYI: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179

TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ DECEMBER 2023
◆ VOLUME: 5 ◆ ISSUE: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

TÜRKİYE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ DERGİSİ

(TURKISH JOURNAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)

e-ISSN: 2687-5179

CİLT 5, SAYI 2
(VOL 5, ISSUE 2)

ARALIK, 2023
(DECEMBER, 2023)



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

DERGİ HAKKINDA

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri alanında yeni gelişmelerle ilgili yapılan çalışmaları yayımlayan bir dergidir.

AMAÇ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) mekânsal verinin ve mekânsal bilginin kayıt altına alınması, işlenmesi, analizi, yönetilmesi ve sunumu için geliştirilen bir sistemdir. Günümüzde CBS tarım, arkeoloji, kutup çalışmaları, havacılık, ulaşım, iklim değişikliği, suç, savunma, afet, ekoloji, eğitim, çevre, orman, jeoloji uygulamalarını da kapsayacak şekilde 1000'den fazla alanda etkin olarak kullanılmaktadır. Modern dünyada pek çok disiplinin parçası haline gelmiş olan CBS ülkemizde de gerek özel gerekse kamu kurumları tarafından yaygın kullanım alanına sahiptir. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi yükselen bir trend olan CBS'nin teknolojiadaki gelişmeleri dikkate alarak gerek akademik gerekse özel sektör arasındaki bilgi paylaşımını desteklemeyi, ayrıca genç araştırmacılara da çalışmalarını sunabilecekleri bir platform oluşturmayı amaçlamaktadır.

KAPSAM

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisinin kapsamı;

- Sorgulama İşlemleri, Optimizasyon
- Kartografya ve Jeodezi
- 3 Boyutlu Modelleme, Simülasyon
- Mekânsal Bilgi
- Veri Paylaşımı, Güvenlik
- Standartlar, İnteroperabilite
- Konumsal Veri Altyapısı
- Topoloji
- Mekânsal Verilerin Saklanması, İndekslenmesi
- Karar Destek Sistemleri
- Web Uygulamaları
- Mobil Servisler
- Mekânsal Veri Tabanı Yönetim Sistemleri
- Mekânsal Veri Kalitesi
- Büyük Veri (Big Data)
- Mekânsal Analiz
- Mekânsal Bilgi Yönetimi
- Ekolojik ve Çevresel Uygulamalar
- Şehir Ve Bölge Planlama Uygulamaları
- Tarım ve Toprak Uygulamaları
- Kent Bilgi Sistemleri
- Enerji Bilgi Sistemleri
- Kıyı Yönetimi
- Doğal Kaynakların Yönetimi
- Endüstriyel Uygulamalar
- Afet Yönetimi
- İklim Çalışmaları
- Lojistik Uygulamaları
- Mekânsal Veri Madenciliği
- Kadastro Uygulamaları.....



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

POLİTİKA

Coğrafi Bilgi Sistemlerine ait kuramsal ve uygulamalı araştırma, tarama-inceleme-derleme, bildiri, vaka çalışması, kısa rapor ve editöre mektup niteliklerinden birine uygun eserler hakem değerlendirmesinden yayınlanabilir olduğuna dair karar verildikten sonra yayımlanır. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan eser, dergi editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi'nde **KÖR HAKEMLİK** uygulaması mevcuttur.

Yayımlanmasına, hakemlerin görüşü doğrultusunda Dergi Danışma ve Editör Kurulu karar verir. Gönderilen makaleler yayımlansın veya yayınlanmasın iade edilmez.

Dergimizde yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu (bilimsel, mesleki, hukuki, etik vb.) yazarlara aittir. Yayınlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir ve referans gösterilmeden aktarılamaz. Araştırmacılar arasındaki bilimsel iletişimi oluşturmak amacıyla aşağıda nitelikleri açıklanan, başka bir yerde yayımlanmamış makaleler Türkçe ve İngilizce olarak kabul edilmektedir. Türkçe yazılan makalelerde özetinin İngilizce de basılması zorunluluğu vardır.

PERİYOT	Yılda 2 sayı(Haziran-Aralık)
E-ISSN	2687-5179
WEB	https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis
İLETİŞİM	lutfiyekusak@mersin.edu.tr



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

ABOUT JOURNAL

Turkish Journal of Geographic Information Systems in the field of Geographic Information Systems in parallel to the developments in science and technology magazine is a magazine published studies on new developments.

AIM

Geographic Information Systems (GIS) is a system developed for the recording, processing, analysis, management and presentation of spatial data and spatial information. Today, GIS is used effectively in more than 1000 areas including agriculture, archeology, polar studies, aviation, transportation, climate change, crime, defense, disaster, ecology, education, environment, forest, geology applications. GIS, which has become a part of many disciplines in the modern world, has widespread use by both private and public institutions in our country. **Turkish Journal of Geographic Information Systems** academic requirements, taking into account developments in technology as well as support the sharing of information between the private sector, also aims to create a platform to present their work to the young researchers.

SCOPE

- Query Operations, Optimization
- Cartography and Geodesy
- 3D Modeling, Simulation
- Spatial Information
- Data Sharing, Security
- Standards, Interoperability
- Spatial Data Infrastructure
- Topology
- Storage and Indexing of Spatial Data
- Decision Support Systems
- Web Applications
- Mobile Services
- Spatial Database Management Systems
- Spatial Data Quality
- Big Data
- Spatial Analysis
- Spatial Information Management
- Ecological and Environmental Applications
- City and Regional Planning Applications
- Agriculture and Soil Applications
- City Information Systems
- Energy Information Systems
- Coastal Management
- Natural Resources Management
- Industrial Applications
- Disaster Management
- Climate Studies
- Logistics Applications
- Spatial Data Mining
- Cadastral Applications ...



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

PUBLICATION FREQUENCY	Biannual (June-December)
E-ISSN	2687-5179
WEB	https://dergipark.org.tr/en/pub/tucbis
CONTACT	lutfiyekusak@mersin.edu.tr

EDİTÖR KURULU

BAŞ EDİTÖR

Prof. Dr. Murat YAKAR

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33 343, Yenişehir/Mersin

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi. Lutfiye KUŞAK

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33 343, Yenişehir/Mersin

EDİTÖR YARDIMCISI

Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

Mimar Sinan Üniversitesi, Enformatik Bölümü, 34 360, Şişli/İstanbul

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BÜNYAN ÜNEL

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 33 343, Yenişehir/Mersin

DANIŞMA KURULU

Murat YAKAR, Mersin Üniversitesi

Hacı Murat YILMAZ, Aksaray Üniversitesi

İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Tahsin YOMRALIOĞLU, Beykent Üniversitesi

Ömer MUTLUOĞLU, Konya Teknik Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Konya

EDİTÖR KURULU

Burak BEYHAN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Cevdet Coşkun AYDIN, Hacettepe Üniversitesi

İsmail Ercüment AYAZLI, Cumhuriyet Üniversitesi

Mehmet ALKAN, Yıldız Teknik Üniversitesi

Muzaffer Can İBAN, Mersin Üniversitesi

Mohamad M. AWAD, Research Director at National Council for Scientific Research (CNRS-L)

Mizanpaj

Arş. Gör. Mehmet Özgür Çelik

mozgurcelik@mersin.edu.tr

Mersin Üniversitesi, Harita Mühendisliği. Bölümü / Mersin



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri (Mw 7.7 ve Mw 7.6) sonrasında Türkiye’de meydana gelen depremlerin (Mw≥4) coğrafi bilgi sistemleri ile mekânsal analizi 60-69

Yasin Demirel & Tarık Türk

CBS kullanılarak savaş alanı arkeolojisi çalışmaları için bir veri tabanı oluşturulması: Malazgirt savaş alanının tespiti, tarihi ve arkeolojik yüzey araştırması projesi örneği 70-76

İskender Dölek & Adnan Çevik

Verifying reports of collapsed buildings from twitter aftermaths of earthquakes: A case study from Turkey 77-84

Abdulkadir Şeker

Earthquake-oriented spatial modeling of relational coded geographical attributes 85-91

Hande Okurlar & Metin Altan

Spatiotemporal analysis of fatal earthquakes between 1800 and 2015 at a global scale 92-100

Kemal Gökkaya

DERLEME MAKALELER

Mekânsal teknoloji aracı olarak “story map” in eğitim ortamlarında kullanımı: alanyazın incelemesi 101-111

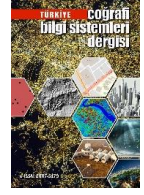
Ebru Gençtürk Güven, Enes Küçük & Fidaye Cincil



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis>

e-ISSN 2687-5179



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri (Mw 7.7 ve Mw 7.6) sonrasında Türkiye’de meydana gelen depremlerin (Mw≥4) coğrafi bilgi sistemleri ile mekânsal analizi

Yasin Demirel¹, Tarık Türk¹

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

ÖZ

İnsanlar çok eski çağlardan beri doğal afetler ile karşılaşmakta ve doğal afetlerin oluşturduğu sorunlara maruz kalmaktadır. Ülkemiz bulunduğu topoğrafik, jeolojik ve iklim koşullarına bağlı olarak doğal afetlerle sürekli olarak karşı karşıya olup ülkemizde en çok can kaybına sebep olan doğal afet türlerinden birisi de depremlerdir. Bu nedenle ülkemizde meydana gelen depremlerin sürekli olarak analiz edilmesi ve bu depremler nedeniyle ortaya çıkan problemlerin çözümü için ileriye yönelik tedbirlerin alınması hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada Türkiye’de 6 Şubat 2023 ile 8 Nisan 2023 tarihleri arasında meydana gelen Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kayıtlarına göre Mw 4’den büyük olan depremlerin meydana geldiği konum dikkate alınarak mekânsal dağılımları ilçe sınırı seviyesinde CBS ortamında analiz edilmiş ve mekânsal istatistiksel testler (Getis-Ord General G, Global Moran’s I, Anselin Local Moran’s I ve Getis-Ord Gi*) kullanılarak kümelenmeleri ortaya konulmuştur. Böylece mevcut depremler hesaba katılarak ileriye yönelik kentsel planlama çalışmaları ve alınması gereken önlemler konularında karar vericilere sağlanacak destek bakımından önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Deprem,
CBS,
Kümelenme,
Mekânsal İstatistik,
Mekânsal Analiz

Spatial analysis of earthquakes (Mw≥4) in Türkiye after 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) with geographical information systems

Keywords

Earthquake,
GIS,
Clustering,
Spatial Statistic,
Spatial Analysis



Araştırma Makalesi

Geliş: 08/06/2023
Revize: 01/08/2023
Kabul: 03/08/2023
Yayınlama: 25/12/2023

ABSTRACT

People have been encountering natural disasters since ancient times and are exposed to the problems caused by natural disasters. Our country is constantly faced with natural disasters depending on the topographic, geological and climatic conditions. One of the natural disasters that cause the most loss of life in our country is earthquakes. For this reason, it is of vital importance to continuously analyze the earthquakes that occur in our country and to take forward-looking measures to solve the problems arising from these earthquakes. In this study, the spatial distributions of earthquakes greater than Mw 4, which occurred between 6 February 2023 and 8 April 2023 in Turkey, according to the records of the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), were analyzed in the GIS environment at the district border level, and spatial statistical analysis was carried out. Clusters were revealed using tests (Getis-Ord General G, Global Moran’s I, Anselin Local Moran’s I and Getis-Ord Gi*). Thus, taking into account the current earthquakes, important results have been obtained in terms of the support to be provided to the decision makers on the issues of prospective urban planning studies and measures to be taken.

*Sorumlu Yazar

(ysndmr158@gmail.com) ORCID 0000-0002-5582-984X
*(tturk@cumhuriyet.edu.tr) ORCID 0000-0002-2671-7590

Kaynak göster

Demirel, Y., & Türk, T. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri (Mw 7.7 ve Mw 7.6) sonrasında Türkiye’de meydana gelen depremlerin (Mw≥4) coğrafi bilgi sistemleri ile mekânsal analizi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(2), 60-69.

1. Giriş

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile birlikte sanayi ve teknolojiye hızlı gelişmeler, yerleşim alanlarının bilinçsiz ve düzensiz gelişmesine dolayısıyla doğal afetlerin verdiği zararların artmasına sebep olmaktadır (Demirel & Türk, 2022; Demir, 2018). Deprem, heyelan, su baskını, kuraklık gibi doğal afetlerin asırlar boyunca insanlığı doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen, başladıktan sonra durdurmanın mümkün olmadığı, insanların kontrolü dışında gerçekleşen maddi ve manevi olumsuz sonuçları vardır (Moğulkoç, 2019; Moğulkoç & Türk, 2018; Yazıcı, 2018; Özey, 2006).

Depremler fay hatlarında yarı düzlemsel deformasyon zonları boyunca oluşan hareketleri sebebiyle yeryüzünün sarsılmasıdır. Katı haldeki yerkabuğu yavaş ve sabit hızla hareket etmektedir. Depremler, oluşan gerilmenin büyüklüğünün yerkabuğunu oluşturan malzemenin dayanımını aştığı zaman, bir fay boyunca enerjinin boşalması şeklinde meydana gelir. Genellikle yerkabuğunun litosfer tabakasının parçalara ayrılmış tektonik plakalarının sınırlarında gerçekleşmekle birlikte birçok farklı konumda meydana gelebilmektedir (Türk, 2009). Dünyada sürekli olarak depremler meydana gelmektedir. Fakat bu depremler genellikle çok küçük olup hasara neden olmamaktadır. Bununla birlikte depremler büyüklük faktörüne bağlı olarak ağır hasarlar ile can ve mal kayıplarına sebep olabilmektedir. Türkiye jeolojik yapısı, tektonik oluşumu, topoğrafik yapısı ve meteorolojik özelliklerinden dolayı her zaman deprem tehlikesi ve riski altındadır (Türk vd., 2012). Ülkemizde meydana gelen depremlerin genellikle, Atlas okyanusu sırtının iki tarafa yayılması ile ilişkili olarak Afrika ve Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğu yönünde hareket etmesiyle bağlantılı olduğu birçok farklı çalışmada belirtilmektedir (Menteşe & Tağıl, 2016; Aksoy vd., 2015; Şahin & Sipahioğlu, 2009). Dolayısıyla depremlerin ana kaynağı, Arabistan levhasının Avrasya levhasına çarpması ve çarpışma sonrasında kuzeye doğru hareketine bağlı olarak gelişen Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları oluşturmaktadır (Menteşe & Tağıl, 2016; Aksoy vd., 2015). Ayrıca meydana gelen depremlerin aktif faylar üzerinde yer aldığı ve mekânsal olarak faylar ile depremler arasında çok yakın bir ilişkinin bulunduğu vurgulanmaktadır (Menteşe & Tağıl, 2016; Şahin & Sipahioğlu, 2009; Sezer, 2006). Bu hususların tümü dikkate alındığında Türkiye’de depremden kaçmanın mümkün olmadığı, sürekli olarak farklı büyüklüklerde depremlerin meydana gelebileceği ve deprem ile birlikte yaşanabilmesi için önlemlerin alınması gerektiği unutulmamalıdır.

Depremlerin mekânsal olarak incelenmesinde CBS, depremi oluşturan faktörler ve çıkış konumu arasındaki ilişkinin ortaya konması açısından oldukça önemlidir. Bununla birlikte depremlerin hangi bölgede kümelendiğinin mekânsal istatistiklerle ve fay gibi coğrafi unsurlarla analiz edilmesi ilgili bölgelerde tedbirlerin artırılmasına yardımcı olabilecek niteliktedir. Böylece ülkemizde hayati tehdit oluşturan depremlerin farklı periyotlardaki depremlere göre kümelenebileceğinin incelenmesi coğrafi faktörlerle benzer özellik taşıyan

diğer bölgelerde tedbir alınması açısından öngörü oluşturmaktadır.

Literatürde, dünyada ve ülkemizdeki birçok depremi ve mekânsal kümelenebilirliği konu alan çalışmalar yapılmıştır. Cao vd. (2021), Çin’in ekonomik düzeyini ve kalkınmasını olduğu kadar insanların yaşamını ve sağlığını da büyük ölçüde etkileyen sayısız depreme maruz kalması, ülkedeki sismik aktivitenin analizinin giderek daha önemli hale geldiğini vurgulamışlardır. Mekânsal otokorelasyon analizi teorisi temelinde, Global Moran’s I, Local Moran’s I ve Local Indicators of Spatial Association teknikleriyle 1970’den 2013’e kadar Çin’de meydana gelen sismik faaliyetlerin mekânsal olarak kümelenebilirliğini incelemişlerdir. Menteşe & Tağıl (2016), 2005 ile 2015 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen Mw 4.0 ve üzeri büyüklükteki depremleri Moran I, General G ve Local G istatistiklerini kullanarak mekânsal otokorelasyonları ve kümelenebilirlikleri tespit etmişlerdir. İncelenen zaman aralığında Türkiye genelinde büyük depremlerin Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı’nın birleştiği alanda yoğunlaştığını ortaya koymuşlardır. Aktepe & Aydın (2013), İzmir çevresinin jeolojisi ve meydana gelen tarihsel depremler dikkate alındığında, İzmir’in deprem riski yüksek bölgelerden biri olduğu ve çevresinin sismoteknik açıdan değerlendirilmesi gerektiği kanaatine varmışlardır. 1999 ve 2012 yılları arasında büyüklüğü 2.9 ile 5.6 arasında olan deprem verilerini kullanarak CBS ve mekânsal istatistik analiz yöntemleri ile depremlerin mekânsal dağılımını, yoğunluğunu ve şehrin depremselliğini inceleyerek risk oluşturabilecek alanları belirlemişlerdir. Perihanoglu vd. (2022), Van ve çevresindeki 1900 ile 2021 yılları arasında meydana gelen Mw 4.0 ve daha büyük depremleri mekânsal otokorelasyon tekniklerinden (Moran I ve Getis Ord Gi) faydalanarak analiz etmişlerdir. Kümelenebilir bölgelerdeki dağılımları mekânsal otokorelasyon teknikleri ile test ederek tehlikeli bölgelerin belirlenmesini hedeflemişlerdir. Tağıl & Alevkayalı (2013), CBS ile Ege Bölgesinde meydana gelen depremlerin mekânsal desenini ortaya koymayı ve kümelenebilirlikleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Analizlerde 1900 ile 2012 yılları arasında Mw ≥ 4 olan deprem verilerini kullanarak mekânsal deseni tespit etmişlerdir. Li vd. (2020), Mekânsal otokorelasyon ile 1973’ten 2017’ye kadar Alpine Himalaya sismik kuşağında meydana gelen sismik aktivitenin mekânsal-zamansal özelliklerini analiz etmişler ve bu yöntemin sismik mekanizmada kullanılabileceğini ve uygulanabilirliğini vurgulamışlardır. Aslam & Naseer (2020), Balochistan bölgesindeki Chaman fayı boyunca 1900’den 2017’ye kadar meydana gelen depremleri Global Moran’s I, Getis-Ord Gi*, quadrant count analysis, Getis-Ord General G, kernel density, average nearest neighbor, Anselin Local Moran’s I yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Djenaliev vd. (2018), Kırgızistan ve çevresinde 1900 ile 2016 yılları arasında meydana gelen depremleri sismik katalog verilerini kullanarak mekânsal istatistiksel yöntemlerle ve CBS ortamında analiz etmişlerdir. Çalışmada, Anselin Local Moran I ve Getis Ord Gi* yöntemleriyle deprem sıcak nokta alanlarını ve depremlerin mekânsal dağılımını inceleyerek depremlerin yoğunluklu olarak

nerede meydana geldiğini belirlemişlerdir. Affan vd. (2016) Aceh’de meydana gelen depremleri Average Nearest Neighbor, Global Moran I, Getis-Ord General G, Anselin Local Moran I, Getis-Ord Gi* ve Kernel Density ile mekânsal dağılımlarını ve kümelenmeleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. García-Ayllon vd. (2019), İspanya'nın Lorca şehrinde 2011 depremi sonrasında gözlemlenen hasar seviyelerinin mekânsal olarak değerlendirilmesi üzerine odaklanmışlar ve deprem sonrasında kentlerde meydana gelen hasarları analiz ederek deprem risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacak CBS ve mekânsal istatistiksel araçları içeren bir geo-istatistiksel bir yöntem önermişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere depremler ve mekânsal istatistikler birçok farklı araştırmaya konu olmuştur. Deprem riskinin yüksek olduğu bir bölgede, deprem olaylarının zamansal ve mekânsal analizlerine hâkim olmak, yerel yönetimlerin afet önleme ve azaltma konularında doğru kararlar almasına yardımcı olabilir. Literatür incelendiğinde, deprem kümelerinin tespit edilmesinin yanı sıra bu kümelerin tektonik ve deprem olaylarına göre coğrafi dağılımlarının incelenmesi konularına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Deprem, sadece birkaç saniyede megatonlarca sismik enerji üretebilen bir süreçtir. Bu süreçte insan yapımı yapıların hasar görmesi sonucunda büyük ölçüde ekonomik ve can kaybı meydana gelebilir (Aslam & Naseer, 2019). Bu nedenle, deprem riski taşıyan bölgelerin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye’de 11 ili etkileyen Kahramanmaraş merkezli 6 Şubat 2023 tarihli (Mw 7.6 ve Mw 7.7) büyük deprem felaketleri sonrasında AFAD kayıtlarına göre Mw 4.0 ve üzeri meydana gelen deprem verileri (6 Şubat 2023 ile 8 Nisan 2023 tarihleri arasında) CBS ortamında Getis-Ord General G ve Moran’s I istatistiksel analiz

yöntemleriyle ilçe bazında analiz edilmiştir. İstatistiksel olarak kümelenmenin anlamlı olduğu anlaşılan verilerin kümelenme analizi (Cluster and Outlier Analysis) ve sıcak nokta (Getis-Ord Gi*) konumsal istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen istatistiksel bulgular doğrultusunda depremlerin kümелendiği alanlar tartışılarak ilgili bölgede gerekli çalışmaların yapılmasının gerekliliğine ışık tutulmuştur. Ayrıca, fay gibi deprenselliğe neden olan unsurların yoğun olduğu diğer bölgeler için tedbir alınması gerekliliği vurgulanmıştır.

2. Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Bu çalışma Türkiye sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Türkiye yeryüzünün en aktif kuşaklarından birisi olan, Akdeniz, Alp ve Himalaya deprem kuşağı içerisinde yer almaktadır. Alp sıra dağları, Avrupa ile Asya kıtalarının birbirine göre göreceli hareketlerinin oluşturduğu sıkıştırıcı kuvvetlerin etkisiyle, Himalayalar ise Asya ile Hindistan kıtalarının birleşmeleri sonucunda meydana gelmişlerdir. Türkiye’de çok sayıda sanayi tesisleri ve barajlar deprem bakımından çok aktif bölgeler içerisinde konumlanmıştır. Türkiye’de meydana gelen doğal afetlerle ilgili istatistiksel verilere bakıldığında, depremlerin en çok tahrip eden felaket olduğu görülmektedir (Türk, 2009). Sonuç olarak Türkiye’de depremden kaçmak mümkün olmadığından dolayı ileriye yönelik kentsel planlama çalışmalarında CBS’den etkin bir şekilde faydalanmak suretiyle tedbirler alınması gerekliliği kaçınılmazdır.

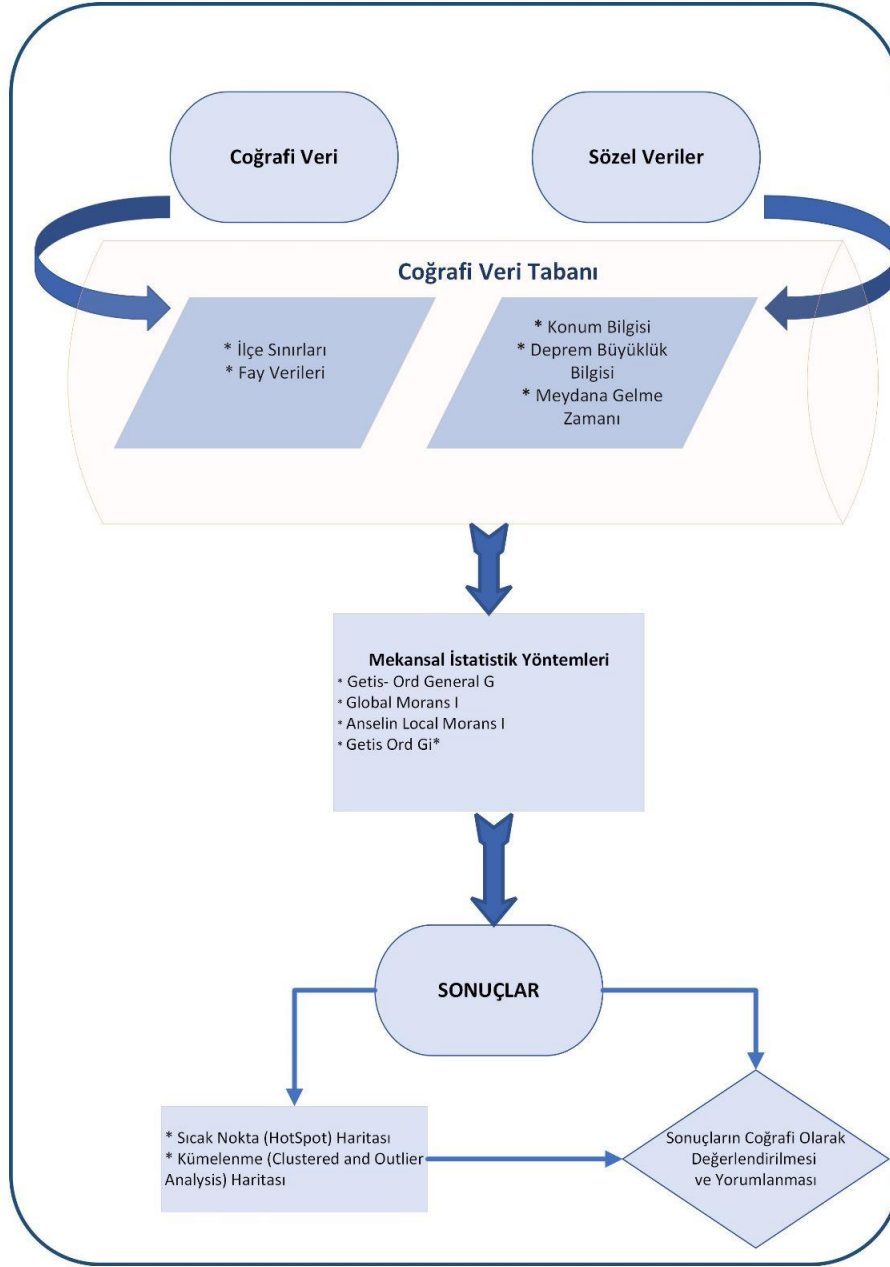


Şekil 1. Çalışma Alanı

2.2. Mekânsal-istatistiksel analiz

Bu çalışmada Türkiye ilçe sınırlarını gösteren veriler ile birlikte AFAD'dan elde edilen 6 Şubat 2023 ile 8 Nisan 2023 tarihleri arasında Türkiye sınırları içerisinde meydana gelen Mw 4.0 ve üzeri büyüklükteki deprem

kayıt verileri kullanılarak ESRI ArcGIS 10.6.1 yazılımı ortamında analiz edilmiştir. Ülkemizde meydana gelen depremlerin hangi bölgelerde kümelenme gösterdiği ve faylarla olan ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada izlenen iş adımları Şekil 2' de verilmektedir.



Şekil 2. Çalışmada izlenen işlem adımları

Değişkenler arası konumsal ilişkileri değerlendirmek için konumsal örüntü kavramını temel almak son derece önemlidir (Kurland & Gorr, 2007). Kümelenmiş alanların analizi ve değerlendirilmesi, depremlerin mekânsal modelini ortaya koyacak bir rehber niteliği taşımaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmada CBS tabanlı mekânsal kümelenme analizi gerçekleştirilmiştir. Depremin genel mekânsal dağılımının kümelenme, saçılma ve rastgelelik analizleri için Global Moran's I ve Getis-Ord General G global istatistikleri kullanılırken, kümelerin hangi coğrafi konuma göre dağıldığını belirlemek için Anselin Local Moran's I yerel istatistik testi, kümelerin güven düzeyini

belirlemek için ise Getis-Ord G* yerel istatistik testi kullanılmıştır.

Mekânsal analiz, verilerdeki mekânsal desenleri ve ilişkileri incelemek ve analiz etmek için kullanılan bir tekniktir. Coğrafya, ekoloji, ekonomi ve epidemiyoloji gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmakta olup çeşitli olguların mekânsal desenlerini ve ilişkilerini analiz etmek ve anlamak için kullanılır. CBS'de nokta verilerinin istatistiksel analizinde ilk adım, tüm verilerin desensiz olduğunu ve rastgele özellikler gösterdiğini varsaymaktır. Bu hipotezi oluşturduktan sonra, ilgi alanı olmayan rastgele veriler ve ilgi alanı olan küme verileri olmak üzere iki kısma ayrılan nokta desen analizi yapılır.

Ayrıca, nokta veri kümelerinin modellerini belirlemek için küresel (Getis Ord General G ve Global Moran's I) ve yerel istatistiksel (Getis Ord Gi* ve Anselin Local Moran's I) yöntemler kullanılır. Bu yöntemler mekânsal otokorelasyonu yaygın özelliklerini taşıyan veriler söz konusu olduğunda geçerlidir.

Global Moran's I, bir mekânsal veri setindeki özelliklerin mekânsal otokorelasyonunu ölçen bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, bir deprem veri setindeki deprem yoğunluğunun mekânsal dağılımını analiz ederek deprem kümelerinin varlığını tespit etmek için kullanılabilir. Ayrıca, deprem kümelerinin yerlerini belirleyerek, bu alanlardaki deprem risklerini daha iyi anlamaya yardımcı olabilir ve acil durum yönetim planlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Örneğin, bir bölgedeki depremlerin kümelendiği yerler, yerel bir fay hattının varlığını gösterebilir. Bu nedenle, deprem risk analizi ve acil durum yönetim planlarının geliştirilmesi için deprem kümelerinin belirlenmesi önemli bir adımdır (Aslam & Nasser, 2019; Djenaliev vd., 2018; Affan vd. 2016).

Getis-Ord General G (GOGG), kümelenmeyi belirlemek için kullanılan diğer bir mekânsal istatistiksel yöntemidir. Bu yöntem deprem örneğinde, bir bölgedeki deprem yoğunluğu verilerini alır ve her bir noktanın etrafındaki diğer noktalara olan coğrafi bağımlılık düzeyini ölçer. Bu ölçüm, bir bölgedeki deprem kümelerinin belirlenmesine yardımcı olur. GOGG yöntemi sadece deprem kümelerinin varlığını değil, aynı zamanda deprem yoğunluğu açısından ne kadar önemli olduklarını da belirleyebilir. Bu nedenle, deprem risk analizi ve acil durum yönetim planlarının geliştirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Örneğin, GOGG yöntemi, bir bölgedeki deprem kümelerinin ne kadar yoğun olduğunu ve bu kümelerin nerede bulunduğunu belirleyebilir. Bu husus, deprem risk analizi yapmak için önemli bilgi olup deprem kümelerinin belirlenmesine ve bu bilgiye dayalı acil durum yönetim planlarının geliştirilmesine yardımcı olabilir (Aslam & Nasser, 2019; Djenaliev vd., 2018; Affan vd. 2016).

Sıcak nokta analizi (Getis Ord Gi*), mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri olup bir bölgedeki olayların (örneğin deprem) belirli bir özelliğinin (örneğin yoğunluk) dağılımındaki anormallikleri belirlemek için kullanılır. Bu yöntem, örneğin deprem riski olan bir bölgede deprem sıklığına ve yoğunluğuna ilişkin olası kümelermeleri belirlemeye yardımcı olabilir. Sıcak nokta analizi yöntemi, verilerin önceden belirlenmiş bir bölgeye nasıl dağıldığını inceleyerek bölgesel bir yoğunluk haritası oluşturur. Bununla birlikte, verilerin özelliklerine göre ayrıntılı bir analiz yapar ve bu verilerin bölgesel yoğunluklarını hesaplar. Daha sonra, bu yoğunluklar öngörülen bir düzeyin üzerinde olan bölgeler için "sıcak nokta" olarak tanımlanır ve bu bölgelerdeki anormallikler ile birlikte muhtemel nedenler belirlenebilir (Djenaliev vd., 2018; Aslam & Nasser, 2019; Affan vd. 2016).

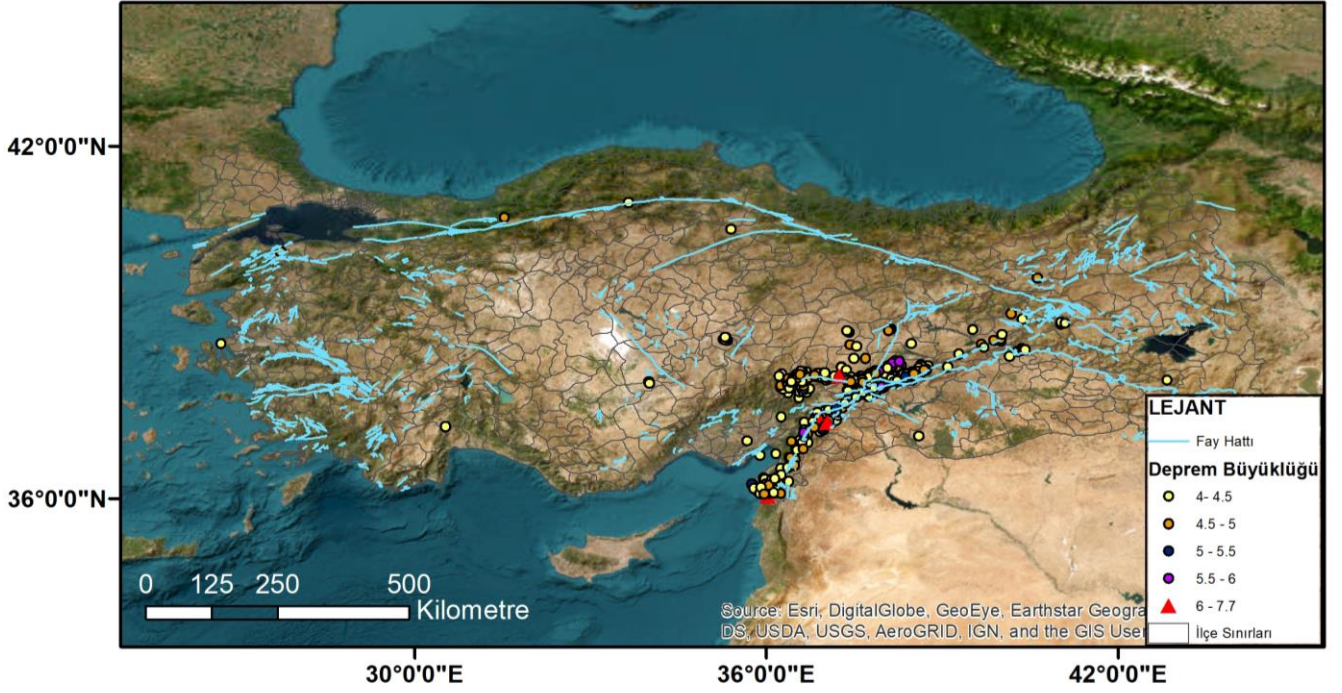
Anselin Local Moran's I ise mekânsal otokorelasyonu ölçen bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, bir veri kümesindeki noktaların mekânsal konumla-

rina dayalı olarak, noktalar arasındaki benzerlik veya farklılıkların varlığını belirlemek için kullanılır. Deprem bağlamında Anselin Local Moran's I, bir bölgedeki deprem sıklığının ve yoğunluğunun mekânsal dağılımını analiz etmek için kullanılabilir. Diğer bir ifadeyle, bir bölgedeki depremlerin yoğunlaşmasını veya seyrelmesini ve bir bölgedeki her bir noktanın kendisiyle aynı özelliğe sahip diğer noktalarla ne kadar benzerlik gösterdiğini belirlemek için kullanılır. Bu benzerlik veya farklılıklar, "cluster" ve "outlier" olarak adlandırılır. Cluster, bir bölgedeki birkaç noktanın birbirine yakın olması durumunu ifade eder. Bu durum, depremlerin belirli bir bölgede yoğunlaşması veya bir fay hattı boyunca birleşmesi anlamına gelebilir. Outlier ise, bir bölgedeki noktaların genel eğilimden uzaklaşmasını ifade eder (Affan vd. 2016; Djenaliev vd., 2018; Aslam & Nasser, 2019). Anselin Local Moran's I, Sıcak nokta analizi yöntemi (Getis Ord Gi*) gibi bir bölgedeki deprem riskini belirlemek ve acil durum yönetim planlarını geliştirmek için kullanılabilir. Ayrıca, deprem risk analizi için önemli bir araç olup deprem sıklığının ve yoğunluğunun mekânsal dağılımını anlamak için gereklidir.

3. Bulgular Ve Tartışma

Literatür detaylı incelendiğinde farklı araştırmacılar tarafından depremlerle ilgili birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Mekânsal istatistiksel yöntemlerle depremlere yönelik ülkemizde farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Perihanoglu vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, 1900 ile 2021 yılları arasında Van ili ve çevresinde meydana gelen Mw 4.0 ve daha büyük depremler mekânsal otokorelasyon (Moran I ve Getis Ord Gi) yöntemleriyle analiz edilmiştir. Böylece, kümelermemiş bölgelerdeki mekânsal dağılımların ve tehlikeli bölgelerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Tağıl & Alevkayalı (2013), Ege Bölgesi'nde Mw 4.0 ve üzeri meydana gelen depremleri mekânsal otokorelasyon (Morans I ve Geary's C) yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Aktepe & Aydın (2013), İzmir ve çevresinde meydana gelen Mw 2.9 ile Mw 5.6 arasındaki depremleri CBS ve mekânsal istatistik yöntemleriyle inceleyerek riskli alanları belirlemiş ve bölgenin depremselliğini ortaya koymuştur. Mentşe & Tağıl (2016), 2005 ile 2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen Mw 4 ve üzeri büyüklükte meydana gelen depremleri CBS ve mekânsal istatistiksel (Moran's I ve General G) yöntemleri kullanarak kümelermeleri tespit etmişlerdir. Sonuç olarak Türkiye genelinde büyük depremlerin yoğunlaştığı bölgelerin Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Doğu Anadolu Fay Zonunun birleştiği alanda olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada Türkiye'de 6 Şubat 2023 ile 8 Nisan 2023 tarihleri arasında meydana gelen AFAD kayıtlarına göre Mw 4.0 ve üzeri büyüklükteki depremler analiz edilmiştir. Türkiye'deki aktif faylar ve bu süreç içerisinde meydana gelen depremler arasındaki ilişki incelenmiş (Şekil 3) ve deprem bakımından riskli olan bölgelerde ileride meydana gelebilecek olası depremlere yönelik alınması gereken önlemler konusunda birtakım önerilerde bulunulmuştur.



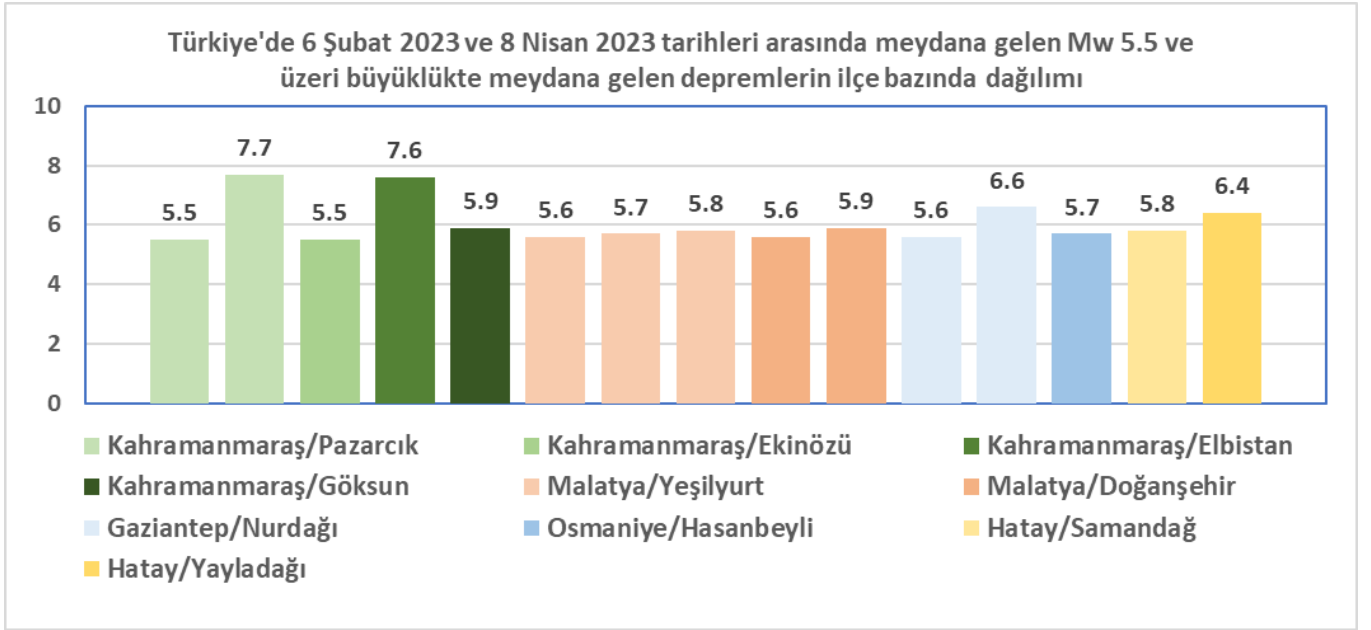
Şekil 3. Türkiye Fay ve Deprem İlişki Haritası (6 Şubat – 8 Nisan 2023)

Türkiye 6 Şubat 2023 günü saat 04:17'de Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesi merkezli Mw 7.7 ve 13:24'te Kahramanmaraş Ekinözü ilçesi merkezli Mw 7.6 büyüklüğünde iki ayrı deprem felaketine maruz kalmıştır. Ayrıca bu depremler sonrasında birçok artçı deprem meydana gelmiştir. Bu çalışmada, AFAD

kayıtlarına göre 6 Şubat 2023 ile 8 Nisan 2023 arasında meydana gelen Mw 4.0 ve üzeri büyüklükteki 604 deprem incelenmiştir (Şekil 4). Bu depremlerden 15 tanesinin Mw 5.5'in üzeri büyüklükte olduğu (Şekil 5) ve çok ciddi oranda can ile birlikte mal kaybına yol açtığı görülmüştür.



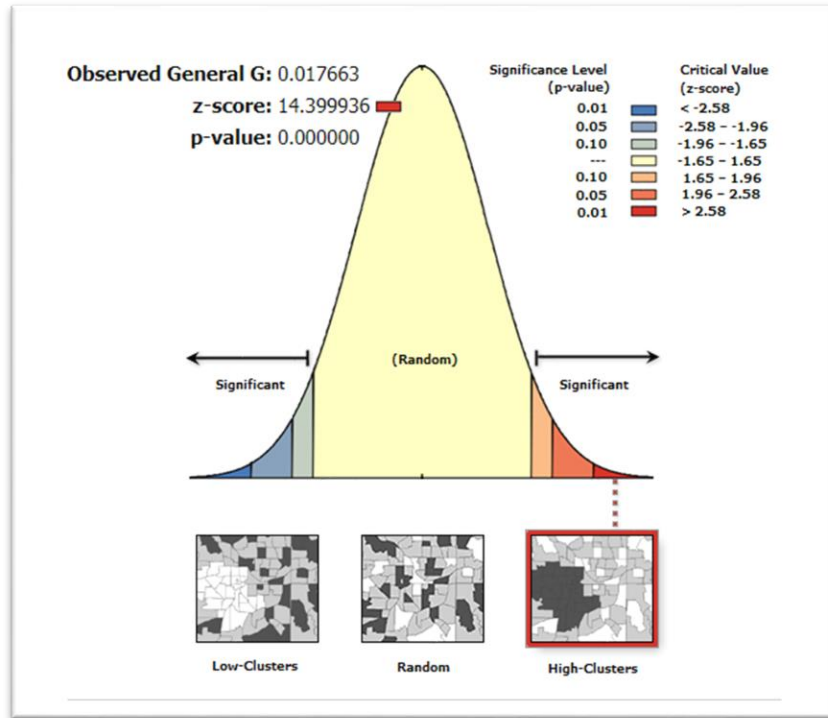
Şekil 4. Türkiye'de 6 Şubat 2023 ve 8 Nisan 2023 tarihleri arasında meydana gelen Mw 4.0 ve üzeri depremlerin illere göre dağılımı



Şekil 5. Türkiye'de 6 Şubat 2023 ve 8 Nisan 2023 tarihleri arasında Mw 5.5 ve üzeri büyüklükte meydana gelen depremler

Depremlerin mekânsal örüntüleri General G ve Moran's I istatistiksel analiz yöntemleriyle incelenerek kümelenmeler belirlenmiştir. General G ve Z değerleri dikkate alınarak kümelenme raporlarının sonuçları

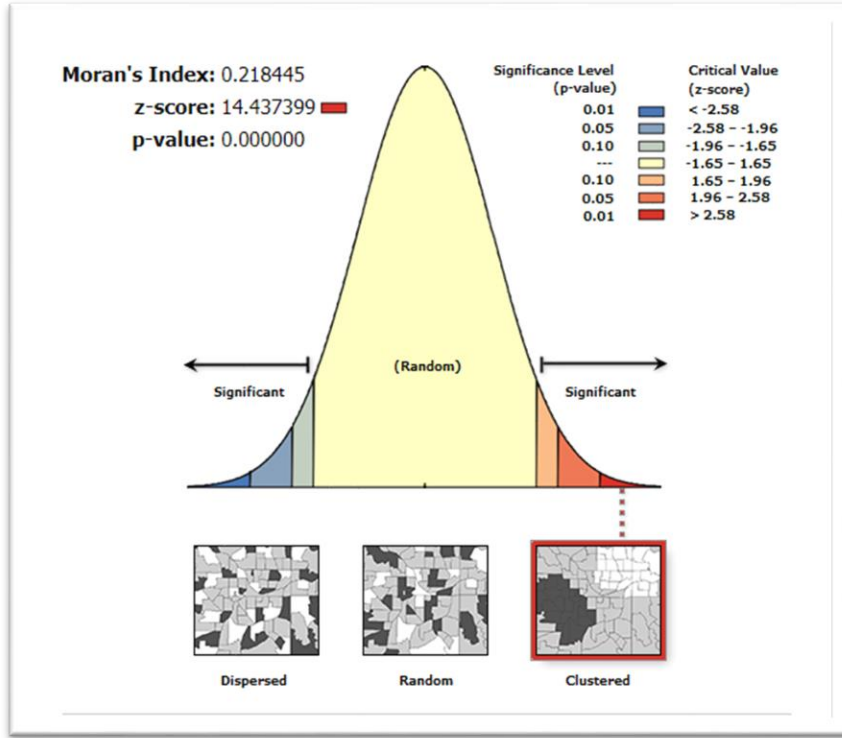
incelendiğinde (Beklenen G= 0,001079; z-skoru > 2,58; p değeri <0,01) %99 güven aralığında anlamlı kümelenmelerin olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. General G testine göre kümelenme analizi

Diğer taraftan, Moran's I değeri -1 ile +1 arasında değerler alır. Bu değerın sifıra yakın olması küme testinin rastgele dağılıma sahip olduğunu, negatif olması aykırı değerler içerdiğini, pozitif olması ise benzer değerlerin konumsal olarak kümelendiğini gösterir. Bu çalışma

kapsamında yapılan analizlerde Moran's I ve Z değerleri dikkate alınarak mekânsal otokorelasyon sonuçları incelendiğinde (Beklenen I = -0,001079; z-skoru > 2,58; p değeri <0,01) %99 güven aralığında yüksek bir mekânsal kümelenmenin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Moran's I testine göre kümelenme analizi

Söz konusu tarihler arasında meydana gelen depremler ESRI ArcGIS 10.6.1 yazılımı ortamında Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) ve Hotspot Analysis (Getis-Ord Gi*) yöntemleri ile analiz edilerek haritaları üretilmiştir (Şekil 8 ve Şekil 9). Elde edilen bulgular Anselin Local Moran's I yöntemi ile

incelendiğinde, tüm Türkiye'de ilgili tarihlerdeki depremler değerlendirilerek Adıyaman, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya illerini kapsayan bölgede oldukça yüksek kümelenmeler meydana geldiği gözlemlenmiştir. (Şekil 8).



Şekil 8. Anselin Local Moran's I analizi sonucu elde edilen kümelenme haritası

Getis-Ord Gi*(HotSpot Analysis) istatistiklerinde ise pozitif Z değerlerinin yoğun bir şekilde kümelenmiş olması elde edilen verilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu istatistik, güven aralığı ile

birlikte yüksek ve düşük değerlerde kümelenmiş alanları ölçer. Bu kapsamda çalışma alanı içerisinde %90, %95 ve %99 güven aralıklarında birçok kümelenmiş yerleşim alanları gözlemlenmiştir (Şekil 9). Yüksek ve düşük

- 5(2), 54-62. <https://doi.org/10.13170/ajst.5.2.4878>
- Aksoy, R., Seymen, İ., & Eren, Y. (2015). Geçmiş deprem kayıtlarına dayalı Türkiye'nin deprem gerçeği ve Burdur'un depremselliği. *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*, Burdur, Türkiye.
- Aktepe, E., & Aydın, C. (2013). İzmir Çevresinde yapılan sismotektonik araştırmaların cbs ve mekansal istatistik yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, Türkiye.
- Aslam, B., & Naseer, F. (2020). A statistical analysis of the spatial existence of earthquakes in Balochistan: clusters of seismicity. *Environmental Earth Sciences*, 79(1), 41. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8790-2>
- Cao, Z., Zhang, H., Liu, Y., Liu, S., Feng, L., Yin, L., & Zheng, W. (2022). Spatial distribution analysis of seismic activity based on GMI, LMI, and LISA in China. *Open Geosciences*, 14(1), 89-97. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0332>
- Demir, G. (2018). Coğrafi bilgi sistemleri ile Suşehri (Sivas) heyelan duyarlılık analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 96-112. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.299987>
- Demirel, Y., & Türk, T. (2022). Optik uydu görüntüleri yardımıyla heyelan alanlarında meydana gelen kütle hareketlerinin incelenmesi: Koyulhisar örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 4(1), 7-16. <https://doi.org/10.53030/tufod.1084630>
- Djenaliev, A., Kada, M., Chymyrov, A., Hellwich, O., & Muraliev, A. (2018). Spatial Statistical Analysis of Earthquakes in Kyrgyzstan. *International Journal of Geoinformatics*, 14(1).
- García-Ayllón, S., Tomás, A., & Ródenas, J. L. (2019). The spatial perspective in post-earthquake evaluation to improve mitigation strategies: Geostatistical analysis of the seismic damage applied to a real case study. *Applied Sciences*, 9(15), 3182. <https://doi.org/10.3390/app9153182>
- Kurland, K. S., & Gorr, W. L., (2007). *GIS tutorial for health*. Erişildi 25 Nisan 2023, <https://www.esri.com/en-us/esri-press/browse/gis-tutorial-for-health-for-arcgis-desktop-10-8>:
- Li, X., Yin, L., Yao, L., Yu, W., She, X., & Wei, W. (2020). Seismic spatiotemporal characteristics in the Alpide Himalayan Seismic Belt. *Earth Science Informatics*, 13, 883-892. <https://doi.org/10.1007/s12145-020-00468-3>
- Menteşe, S., & Tağıl, Ş. (2016). Türkiye'de depremlerin mekânsal dağılımı: Jeo-İstatistiksel & mekânsal istatistiksel bir yaklaşım. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(45), 408-414.
- Moğulkoç, İ. (2019). *Afet sonrası geçici barınma alanlarının coğrafi bilgi sistemleri ile tespit edilmesi: Sivas İli örneği* (Yayın No. 550186) [Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Moğulkoç, İ., & Türk, T. (2018). Determination of post-disaster temporary shelter areas by geographical information systems. Scientific Congress of The Turkish National Union of Geodesy and Geophysics (*Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi –TUJJBK in Turkish*), İzmir, Türkiye, 487-492.
- Özey, R. (2006). *Afetler coğrafyası*. Aktif Yayınevi.
- Perihanoglu, G. M., Bilginer, Ö., & Akyel, E. (2022). Clustering analysis of the seismicity of Van Province and its surroundings via spatial autocorrelation techniques filters. *Advances in Geodesy and Geoinformation*, 71(2), 1-10. <https://doi.org/10.24425/agg.2022.141298>
- Sezer, L. İ. (2006). Kaz Dağı yöresinde deprem aktivitesi ve riski. *Ege Coğrafya Dergisi*, 15(1-2), 17-29.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2009). *Doğal afetler ve Türkiye*. Gündüz Eğitim Ve Yayıncılık.
- Tağıl, Ş., & Alevkayalı, Ç. (2013). Ege bölgesinde depremlerin mekânsal dağılımı: Jeostatistiksel yaklaşım. *Journal Of International Social Research*, 6(28), 369-379.
- Türk, T. (2009). *Sürdürülebilir afet bilgi sistemi altyapısının oluşturulması ve Kuzey Anadolu Fay zoneu (Kafz) üzerinde uygulanması*, (Yayın No. 243580) [Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Türk, T., Gümüşay, M. Ü., & Tatar, O. (2012). Creating infrastructure for seismic microzonation by Geographical Information Systems GIS a case study in the North Anatolian Fault Zone NAFZ. *Computers Geosciences*, 43, 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.10.006>
- Yazıcı, Ö., & Ulu Kalın, Ö. (2018). Doğal afet için kavramsal metaforların karşılaştırmalı analizi. *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 25-40. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.396396>



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis>

e-ISSN 2687-5179



CBS kullanılarak savaş alanı arkeolojisi çalışmaları için bir veri tabanı oluşturulması: Malazgirt savaş alanının tespiti, tarihi ve arkeolojik yüzey araştırması projesi örneği

İskender Dölek*¹, Adnan Çevik²

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Muğla, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

CBS,
Savaş Alanı Arkeolojisi,
Veri Tabanı,
Malazgirt Savaşı

ÖZ

Bu çalışmada, Kültür Bakanlığı tarafından Desteklenen "Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması" adlı "Savaş Alanı Arkeolojisi" temalı proje kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile oluşturulan bir veri tabanı ve bu veri tabanının yapısı tartışılmaktadır. Savaş alanı arkeolojisi çalışmaları birçok farklı bilimsel alandan (tarih, arkeoloji, coğrafya, antropoloji vb.) çok sayıda bilim insanının bir araya geldiği, farklı yöntemlerle birçok verinin toplanması, analiz edilmesini gerektiren bilimsel bir alanlardır. Bu nedenle savaş alanı arkeolojisi alanında yapılan çalışmalarda sistematik ve ilişkili bir veri tabanının oluşturulması oldukça önemlidir. Böyle bir veri tabanı araştırmacıların daha etkin bir şekilde koordine edilmesini, verilerin kolayca değerlendirilip paylaşılmasını sağlayabilir. "Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması" adlı proje kapsamında oluşturulan CBS kullanılarak oluşturulan veri tabanı, savaş alanının, topografik yapısını ve coğrafi konumunu görselleştirmek için kullanılabilir. Sayısal Yüzey Modeli (SYM) gibi verileri içerdiği gibi farklı bilimsel disiplinler tarafından oluşturulan çalışma raporlarını, resim ve belgeleri birbiriyle ilişkilendirilerek bir araya getirmektedir. Bu sayede, tarihî kaynaklardan elde edilen veriler CBS yardımıyla bu veri tabanına entegre edilebilmektedir. Savaşın kronolojisi mekânsal verilerle uyumlu bir şekilde ortaya konulabilmekte, savaşın taraflarının uyguladığı askeri stratejiler anlaşılabilir. Bu çalışmada genel hatları ile tanıtılan veri tabanı benzer çalışmalar içinde kullanılabilir.

Creating a database for battlefield archaeology studies using GIS: example of the detection, historical, and archaeological surface survey project of the battle of Malazgirt

Keywords:

GIS,
Battlefield Archaeology,
Database,
Battle of Malazgirt



Araştırma Makalesi

Geliş: 09/06/2023

Reviz: 29/08/2023

Kabul: 03/09/2023

Yayınlama: 25/12/2023

ABSTRACT

In this study, a Geographical Information Systems (GIS) based database is being developed within the framework of a project that focuses on the identification, history, and archaeological surface survey of the Malazgirt Battlefield. The structure of the database is being addressed. The field of battlefield archaeology involves the collaboration of numerous individuals from various scientific disciplines and encompasses the challenging processes of collecting, analyzing, and sharing a large amount of data. Therefore, it is important to establish a systematic database in the field of battlefield archaeology. This facilitates more effective coordination among researchers and enables easy sharing of information. GIS-based applications for the Malazgirt Battlefield have been used not only to determine the physical characteristics, topographical structure, and geographic location of the battlefield but also to collect research reports conducted by different scientific disciplines, as well as to compile images and documents. Additionally, the integration and analysis of data obtained from historical sources within the GIS hold great significance in understanding the chronology of the battle and military strategies. The data obtained through the use of GIS in this study will help us better understand the historical and archaeological significance of the battlefield and will provide a foundation for future research in this field.

*Sorumlu Yazar

*(i.dolek@alparslan.edu.tr) ORCID 0000-0002-5922-8515
(cadnan@mu.edu.tr) ORCID 0000-0001-8119-8351

Kaynak göster

Dölek, İ., & Çevik, A. (2023). CBS kullanılarak savaş alanı arkeolojisi çalışmaları için bir veri tabanı oluşturulması: Malazgirt savaş alanının tespiti, tarihi ve arkeolojik yüzey araştırması projesi örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(2), 70-76.

1. Giriş

Savaşlar; insanlık tarihinin en karmaşık ve en etkili olaylarından biridir. Sonuçları itibarıyla ulusların, toplumların ve hatta medeniyetlerin kaderini şekillendirmiş, birçok kültürel dönüşüme de neden olmuş olaylardır. Genel olarak savaşların iki veya daha fazla tarafı vardır. Bu taraflar farklı nedenlerden dolayı (politik, ekonomik, ideolojik) silahlı güç kullanarak organize bir şekilde çatışırlar. Savaşlar sadece silahlı bir çatışmadan ibaret değildir. Strateji, diplomasi, kültürel etkileşimleri ve toplumsal dinamikleri de içerdiği unutulmamalıdır. En önemlisi de çoğu zaman savaşların sonuçları tahmin edilemezdir ve beklenmedik sonuçlar doğura bilirler.

Savaş alanı arkeolojisi, geçmişte yapılmış savaşlar ve askeri stratejiler hakkında önemli bilgiler sunan bir disiplindir (Smith, 2010; Johnson, 2015). Savaş alanı arkeolojisi köken itibarıyla çok eskiye dayanıyor olsa da modern anlamda bir disiplin olarak gelişimi 20. yüzyılın ortalarına rastlar. 1815 yılında gerçekleşen Waterloo savaşının izlerini bulmak için yapılan çalışmaları, Troya Savaşına ait çalışmalar izler (Johnson, 2000).

Gelişen teknolojiye bağlı olarak Savaş Alanı Arkeolojisi uzaktan algılama, jeofizik yöntemler, antik DNA çalışmaları gibi farklı yöntemlerle de desteklenmeye başlanmıştır (Brown, 2000). Savaş alanı arkeolojisi, farklı disiplinlerden gelen verilerin bir araya getirilmesini gerektiren çok yönlü bir alandır. Bu nedenle, bu alanda çalışan araştırmacılar (tarihçiler, arkeologlar, antropologlar, coğrafyacılar, jeofizikçiler) gibi farklı disiplinlerden gelen araştırmacılardan oluşmaktadır. Bu disiplinlerin her biri, savaş alanı arkeolojisinin farklı yönlerine katkıda bulunmaktadır. (Jones, 2012). Bu nedenle savaş alanı arkeolojisi büyük miktarda verinin toplanması, analizi ve paylaşılması gibi oldukça zorlu bir süreci kapsar.

Savaş alanı arkeolojisi çalışmaları, farklı disiplinlerden gelen verileri bir araya getirmeyi gerektirir. Bu nedenle, birbiriyle ilişkili bir veri tabanı, araştırmacıların bu verileri daha verimli bir şekilde analiz etmelerine ve anlamlandırmalarına yardımcı olabilir. Savaş alanı arkeolojisi çalışmaları için bir veri tabanı, araştırmacıların çalışmalarını koordine etmesine, bilgi paylaşmasına, araştırmaların sürekliliğini sağlamaya ve gelecekteki projeler için bir temel oluşturmaya yardımcı olabilir. Bu veri tabanı, arkeolojik verilerin sistematik bir şekilde kaydedilmesi ve erişilebilir hale getirilmesi için belirli bir yapıya uymalıdır. Bu yapı, mekânsal verileri (haritalar, alan sınırları, topografik bilgiler), arkeolojik kalıntıların fotoğraflarını, ölçümleri ve buluntuların ayrıntılı açıklamalarını içerebilir. Araştırmacılar, oluşturulan veri tabanına erişerek daha önce yapılan çalışmalar hakkında bilgi edinebilir ve benzer projelerde tekrarlanan veri toplama sürecini kısaltabilirler. Bu şekilde oluşturulan bir veri tabanı, araştırmacıların çalışmalarını daha verimli ve etkili bir şekilde yürütmelerine yardımcı olur. Bu durum, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve araştırmacıların zamanlarının çoğunu analizlere ve bunların değerlendirilmesine ayırmalarını olanak sağlar. Ayrıca veri tabanı, araştırmaların daha iyi planlanmasına ve sonuçların daha iyi analiz edilmesine

de yardımcı olur. Araştırmacılar, veri tabanı üzerinden farklı parametreleri karşılaştırabilir, buluntuların farklı parametrelerle ilişkilerini belirleyebilir. Askeri stratejilerin değişimini izleyebilirler. Ayrıca, veri tabanı, araştırmacıların çalışmalarını görsel ve mekânsal ilişki kurarak, sonuçların daha etkili bir şekilde paylaşılmasını sağlar (Davis, 2014; Clark, 2019).

Savaş alanı arkeolojisi için bir veri tabanı oluştururken, farklı veri gruplarını içeren ilişkisel bir veri tabanına ihtiyaç vardır. İlişkisel veri tabanları, modern veri yönetim sistemlerinin temel taşlarından biridir. Bu veri tabanları araştırmacılara; verilerin organize edilmesi, depolanması, sorgulanması ve ilişkilendirilmesi için kullanabilecekleri bir yapı sunar. İlişkisel veri tabanları, Edgar F. Codd tarafından 1970'lerde önerilen ilişkisel modeli temel olarak geliştirilmiştir. Bu model, verilerin tablolarda depolanmasını ve bu tablolardaki verilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesini sağlar.

Günümüz dünyasında, veri yönetimi ve analizi, bilgi işlem alanındaki en kritik bileşenlerden biri haline gelmiştir. Özellikle coğrafi bilgi sistemleri (CBS) gibi mekânsal verilerin etkili bir şekilde yönetilmesi ve analiz edilmesi gereken alanlarda, ilişkisel veri tabanları hayati bir rol oynamaktadır. İlişkisel veri tabanları, verilerin düzenli bir şekilde saklanması, sorgulanması, güncellenmesi ve ilişkilendirilmesi için sağlam bir altyapı sunar.

İlişkisel veri tabanlarının temel taşları, tablolardır. Her bir tablo, belirli bir veri türünü veya konuyu temsil eder. Tablo yapısı, satır ve sütunlardan oluşur. Sütunlar, farklı veri türlerini temsil ederken, satırlar tablodaki veri girdilerini içerir. Bu düzenli yapı, verilerin düzenlenmesini ve karmaşık verilerin yönetilmesini sağlar.

Her tabloda en az bir anahtar bulunur. Anahtarlar, verileri benzersiz bir şekilde tanımlayan öğelerdir. Birincil anahtarlar, her satırın eşsizliğini sağlar ve ilişkilerin kurulmasında kullanılır. İkincil anahtarlar ise belirli sütunlarda benzersizliği sağlayarak veriye hızlı erişimi kolaylaştırır.

İlişkisel veri tabanları, farklı tablolar arasında ilişkiler kurma yeteneği ile bilgi entegrasyonunu mümkün kılar. Bu, farklı veri türlerinin ve mekânsal verilerin birleştirilmesini sağlayarak daha kapsamlı analizler yapılmasını mümkün hale getirir. Bu yapı, özellikle coğrafi veri analizlerinde mekânsal verilerin diğer veri türleriyle bütünleştirilerek daha anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlar.

Verilere erişim, sorgulama, güncelleme ve manipülasyon işlemleri için Structured Query Language (SQL) kullanılır. Bu, kullanıcıların karmaşık sorgular oluşturmasını, istenen veri setlerine hızla ulaşmasını ve analizlerini gerçekleştirmesini sağlar. Coğrafi veri analizlerinde de özellikle SQL sorguları ile istenen coğrafi bölgelerin veya mekânsal özelliklerin sorgulanması mümkün hale gelir.

İlişkisel veri tabanları, coğrafi analizlerin temel yapı taşlarından biridir. Mekânsal ilişkilerin yönetimi, coğrafi analizlerdeki önemli bir unsurdur. CBS, bu veri yapısı sayesinde karar destek sistemlerine veri sağlar ve arazi kullanımı planlaması, acil durum yönetimi gibi alanlarda daha bilinçli ve veriye dayalı kararların alınmasını kolaylaştırır.

İlişkisel veri tabanları, coğrafi bilgi sistemleri içinde mekânsal verilerin düzenli depolanması, etkili sorgulanması, analiz edilmesi ve veri entegrasyonunun sağlanması için vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Bu yapı sayesinde, farklı sektörlerdeki veri odaklı kararlar daha sağlam temellere dayandırılarak daha doğru sonuçlara ulaşılabilir.

2. CBS'nin arkeolojide kullanımı

Günümüzde, arkeolojik alanlarda yapılan çalışmaların etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesi, analiz edilmesi ve belgelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, CBS ile ilişkilendirilen veri tabanlarının rolü büyük önem taşımaktadır.

Arkeolojik sahalarda elde edilen veriler, kazı alanlarındaki yapılar, buluntular ve koordinatlar gibi farklı unsurları içerebilir. Bu verilerin düzenli bir şekilde saklanması ve ilişkilendirilmesi, arkeologlara ve tarihçilere sahada yapılan çalışmaları daha iyi anlama ve yorumlama imkânı sunar. İşte bu noktada, ilişkisel veri tabanları devreye girer.

İlişkisel veri tabanları, farklı veri tabloları arasında ilişkiler kurarak verilerin düzenli bir şekilde depolanmasını sağlar. Arkeolojik çalışmalarda, alanlar, yapılar, buluntular ve koordinatlar gibi farklı veri türlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu sayede, belirli bir alanın hangi yapıları içerdiği, bu yapıların hangi buluntularla ilişkilendirildiği ve bu noktaların hangi koordinatlara sahip olduğu gibi bilgiler daha etkili bir şekilde yönetilebilir (Uslu Koçyiğit et al., 2022).

İngiltere'de Stonehenge, Wiltshire'da da CBS, megalitlerin yerini belirlemek ve analiz etmek için kullanılmaktadır (Bowden & Soutar, 2003). Bath'ta ise Roma döneminden kalma kalıntıların yerini belirlemek ve kaydetmek için CBS'nin farklı eklentileri kullanılmaktadır (Watson, 2008).

Silbury Tepesi, Wiltshire'da da (İngiltere) CBS, arkeolojik kalıntıların yerini belirlemek ve korumak için kullanılmaktadır. CBS araçları, arkeologlara kalıntıların yerleşim desenleri, sosyal yapısı ve diğer özellikleri hakkında verilerin toplanması, bunlara yönelik analizlerin yapılmasına katkı sunmaktadır (Gaffney, 2008). Sutton Hoo'da, CBS, Anglo-Sakson mezarları ve kalıntıları araştırmak için kullanılmaktadır. Zira CBS ve eklentileri, arkeologların mezarların yerinin belirlenmesine ve mezarların içinden çıkarılan nesnelerin kaydedilmesine olanak tanır (Richards & Robinson 2004).

Anasazi Bölgesinde, Chaco Kanyon Kazılarında (ABD) CBS eklentileri, arkeologların kalıntıların yerleşim desenleri, sosyal yapısı ve diğer özellikleri hakkında bilgi edinmesine yardımcı olur (Nassaney & Sassaman, 2014).

Fort Vancouver Ulusal Tarihi Alanında, (Washington) CBS, arkeolojik kalıntıların korunması ve yönetimi için kullanılmaktadır (Wandsnider, 1998).

Gize (Mısır) Piramitlerin yerini ve yerleşim desenlerini belirlemek için CBS kullanıldığı gibi piramitlerin yapımında kullanılan kaynakların yerlerinin belirlenmesinde yardımcı olur (Buck & Onasch, 2003).

Teb'deki (Mısır) arkeolojik alanlar, CBS araçları kullanılarak haritalandırılmaktadır (Ikram & Dodson

2006). Bu, arkeologların alanları daha etkili bir şekilde yönetmesine ve korumasına olanak tanır.

Tanis'te, CBS araçları kullanılarak, antik kentteki yapıların yerleri belirlenmekte ve kaydedilmektedir (Lehner, 1997). Bu, arkeologların kentteki yaşam ve sosyal yapı hakkında daha fazla bilgi edinmelerini sağlamaktadır.

Mısırın güneyinde, Nil Deltasında yer alan Fayyum bölgesinde antik dönemlerde tarımın yoğun olarak yapıldığı birçok alan, CBS araçları kullanılarak haritalandırılmakta ve analiz edilmektedir (Rowland, 2000).

Fayyum bölgesine uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları kullanılarak geçmişte kullanılmış tarım alanları belirlenebilmektedir. Daha sonra, belirlenen tarım alanlarındaki verimlilik ve kullanım durumu analiz edilebilmektedir. CBS, bu analizleri yapmak için çeşitli araçları da sunmaktadır. Örneğin, tarım alanlarının sulama durumu, verimlilik seviyeleri ve toprak türleri gibi faktörler, CBS kullanılarak yeniden yapılandırılabilir. Bütün bu çalışmaların sonucunda, Fayyum bölgesindeki antik tarım alanları hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilmekte ve bu alanların korunması ve yönetimi için daha etkili stratejiler geliştirilebilmektedir.

3. CBS'nin savaş arkeolojisinde kullanımı

CBS araçları, savaş arkeolojisi alanında çeşitli şekillerde kullanılabilir. Bu alanda CBS'nin temel amaçlarından biri, savaş alanlarını, yapıları, askeri tesisleri ve silahları haritalandırmaktır. Bu sayede, savaşın gerçekleştiği alanın fiziksel özellikleri hakkında daha kesin bir bilgi edinilebilir ve savaşta yaşanan olaylar daha iyi anlaşılabilir.

CBS araçları, savaş alanlarında bulunan savaş araçları ve silahların konumlarını belirlemek için de kullanılabilir. Örneğin, savaşın gerçekleştiği bir alanın haritası oluşturularak, bulunan mızrak, kılıç, ok ve ok uçları gibi silahların gösterildiği nokta (point) olarak düzenlenmiş veriler bu harita ile çakıştırılarak buluntu haritaları, buluntu yoğunluk haritaları gibi farklı tematik haritalar üretilebilir. Bu sayede, savaşın gerçekleştiği alanın daha iyi anlaşılması ve savaşın gidişatı hakkında daha fazla bilgi edinilmesi mümkün olur.

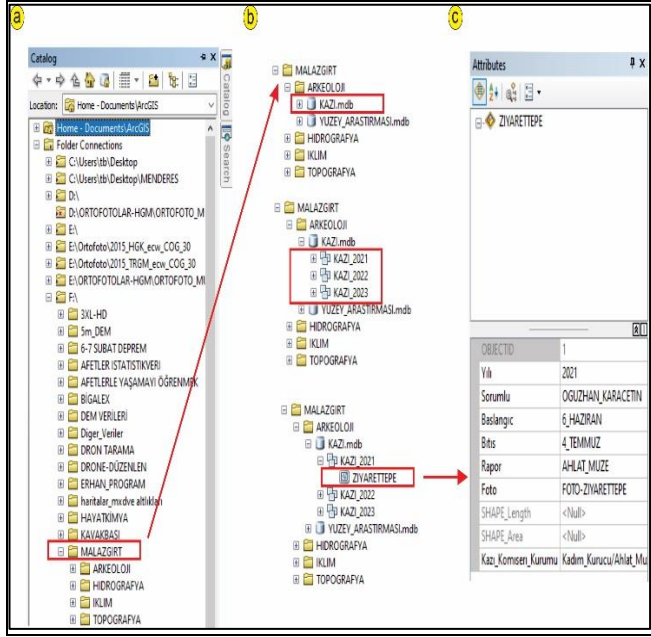
Ayrıca, CBS araçları savaş alanlarında mezarların yerlerinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Savaş alanlarında bulunan mezarlar, savaşın gerçekleştiği tarihi döneme ait önemli bilgiler içerebilir. Bu mezarların konumları haritalandırılarak, tarihsel olarak önemli kişilerin mezarlarının yerleri tespit edilebilir ve araştırmalar bu mezarlar üzerinde yoğunlaştırılabilir.

CBS araçları savaş alanlarının korunmasında da önemli bir rol oynar. Savaş alanlarının korunması, tarihi olayların gelecek nesillere aktarılması ve gelecekteki araştırmalar için önemlidir.

4. CBS kullanılarak Malazgirt savaş alanının tespiti, tarihi ve arkeolojik yüzey araştırması projesi için bir veri tabanı oluşturulması

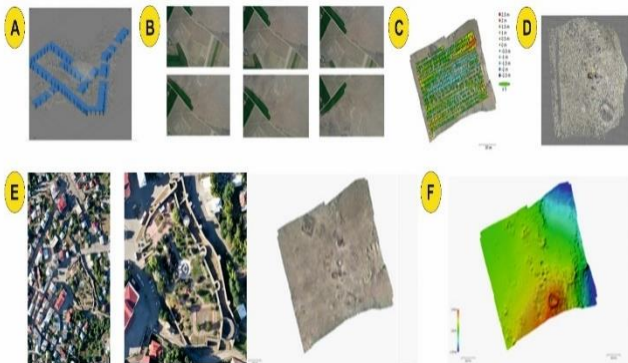
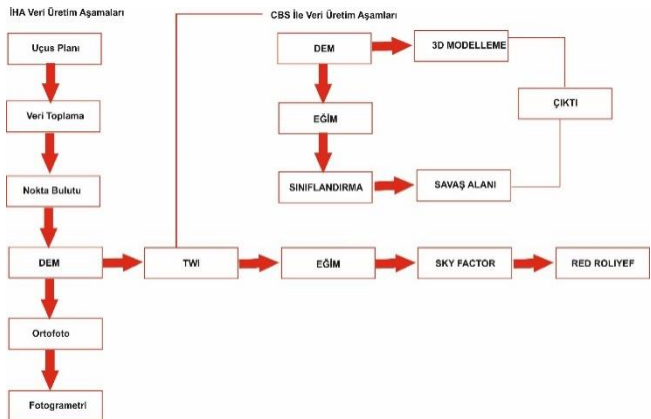
Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması Projesi farklı çalışma

grupların (jeolog, jeomorfoloj, arkeolog, antropolog vb.) bağlı olarak farklı nitelikte değişik türde verilerin üretildiği, depolandığı bir proje yapısına sahiptir (Şekil 1).

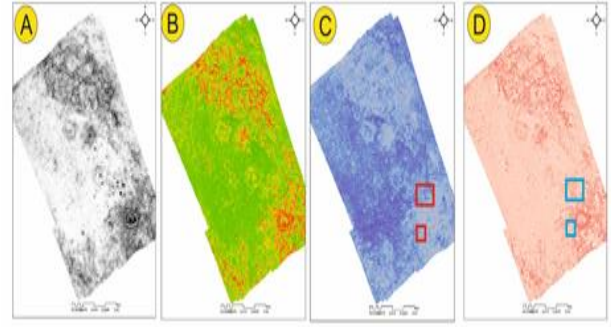


Şekil 1. CBS ile oluşturulan veri tabanının genel yapısı.

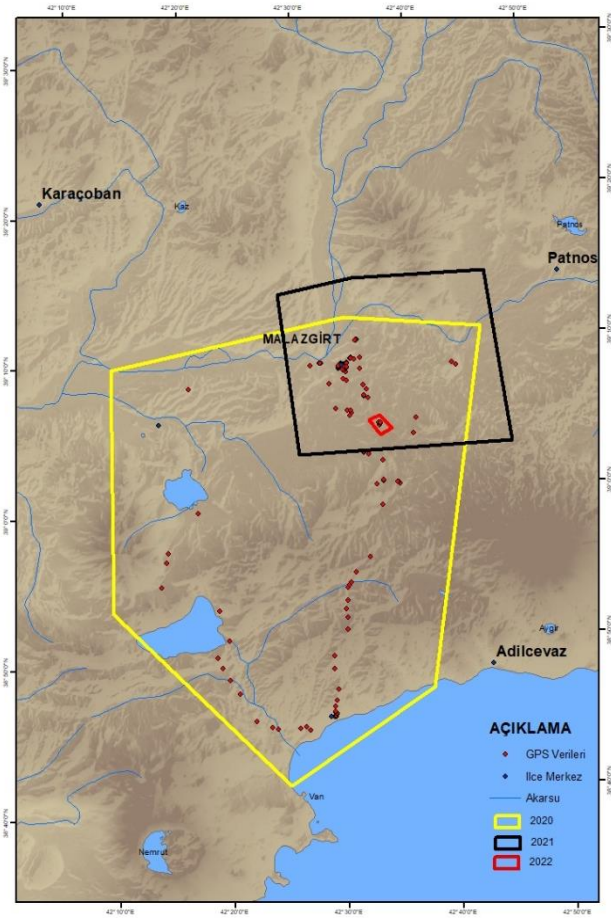
Her çalışma grubu çalışma alanına kendi bilimsel perspektifinden bakmakta ve projenin nihai amacına hizmet edecek verileri üretmektedir. Örneğin kazı yapılacak bir mezar alanında, alanın büyüklüğüne bağlı olarak İnsansız Hava Araçları (İHA) ile ya da ortofotolar, stereografik görüntüler kullanılarak çalışma alanı görselleştirilmekte (Şekil 2) ya da Sayısal Yüzey Modelleri (SYM) oluşturulmakta (Şekil 3), üzerinde amaca uygun analizler ya da çalışma planları yapılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 2. İnsansız hava araçları ve stereografik görüntülerden veri üretim aşamaları

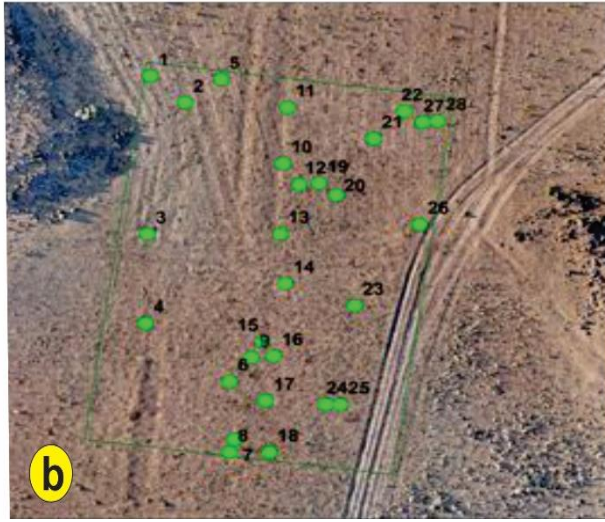
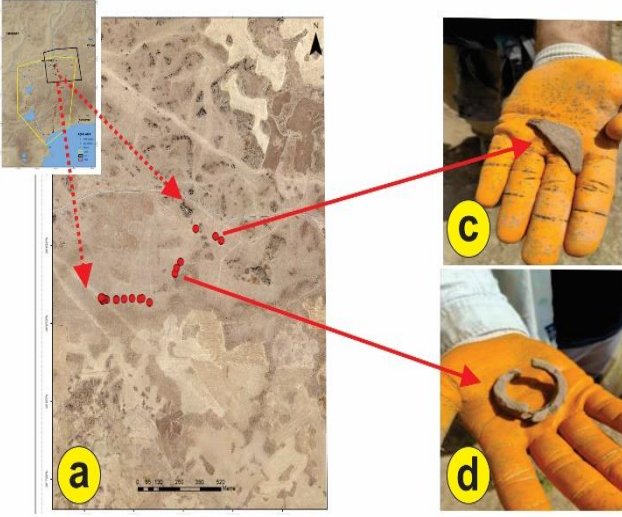


Şekil 3. DSM verilerinden üretilen Tematik haritalar (a) sky faktör, (b) eğim haritası, (c) TWI, (d) kırmızı rölyef



Şekil 4. Proje kapsamında 2020-2022 yılları arasında çalışılan alanlar

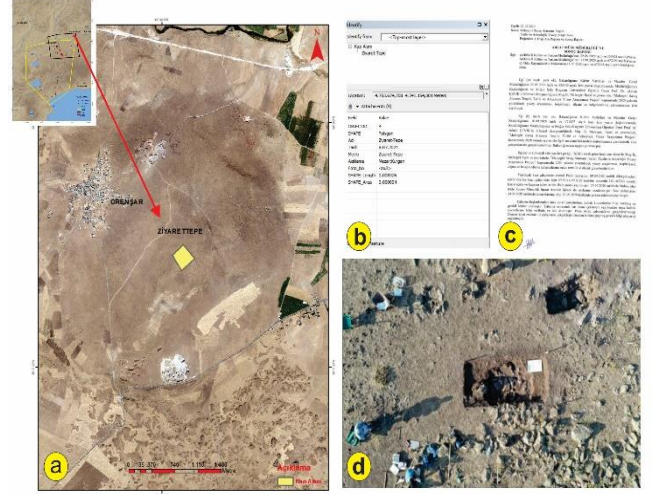
Proje kapsamında çok geniş bir alanda yüzey araştırmaları yapılmakta (Şekil 5a) farklı dönemlere ait değişik objelere ulaşılmaktadır (Şekil 5 c, d). Gerek yüzey araştırmaları kapsamında tespit edilen gerekse kazılarda çıkarılan objelerin dijital olarak kaydedilmesi arkeologların alan notları, fotoğraflar ve diğer verilerin dijital olarak toplanması depolaması ve analiz edilmesi gerekmektedir.



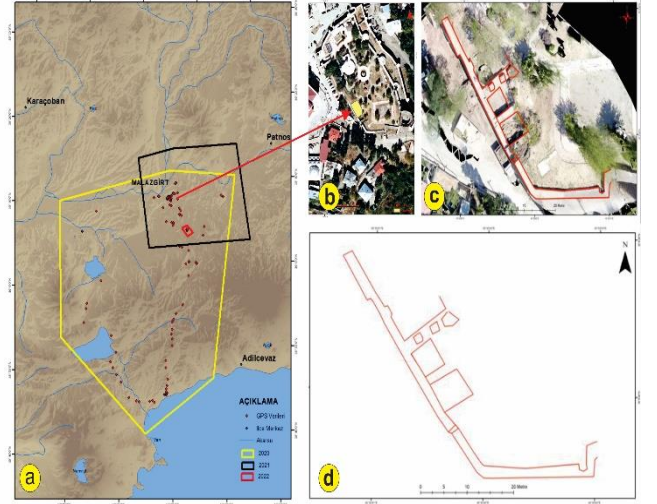
Şekil 5. (a) Gezo düzü mevkiinde yüzey araştırması yapılan sahaya ait ortofoto ve üzerine işlenmiş GPS verileri, (c, d) buluntulara ait koordinat verileri ile eşleştirilmiş dijital fotoğraflar

Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması kapsamında yapılan kazılar ve kazılara ait raporların, kazı alanına ait görsellerle bir arada aynı veri tabanında saklanabilmesi, projenin bütünlüğü ve erişebilirliği açısından önemlidir.

Bu sayede tüm verilere tek kaynaktan erişilebilmekte, veriler üzerinde değerlendirmeler yapılabilmekte daha tutarlı sonuçlara ulaşılabilir. Bu mümkün olmaktadır (Şekil 6). Yapılan çizimler, hava fotoğrafları ve kazı alanında bulunan objelere ait fotoğrafların aynı veri tabanında bulunması benzer nesnelere karşılaştırma olanağı sunarken; kazı alanıyla ilgili verilerin aynı ya da farklı meslek grupları ile paylaşımını kolaylaştırmaktadır (Şekil 7). Gelecekte yapılacak çalışmalar için de kaynak oluşturmaktadır.



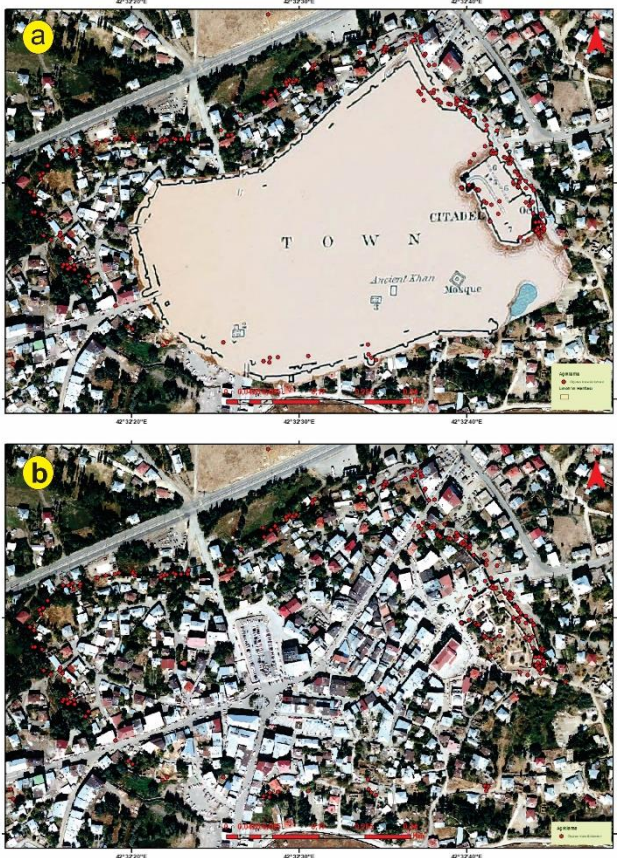
Şekil 6. (a) Ziyaret Tepe kazı alanına ait ortofoto, (b) kazı alanına ait öznelik bilgileri, (c) veri tabanı içerisinde yerleştirilmiş kazı raporları, (d) kazı alanına ait dijital fotoğraf.



Şekil 7. 2022 yılında yapılan iç kale kazısı, (a) kazı alanını genel konumu, (b) ortofoto görüntüsü, (c) ortofoto üzerinden çizilen kazı alanı, (d) veri tabanında yer alan kazı alanına ait çizim.

Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması projesi kapsamında CBS kullanılarak oluşturulan veri tabanı içerisinde proje alanına ait tarihi kayıtlarda yer alan resim, harita gibi belgelerin yeniden koordinatlandırılarak (rektifiye) veri tabanına entegre edilmesi yaşanan değişimlerin izlenmesi, geçmiş ve güncel durum arasındaki farkları gözlemlemek adına önemli veriler sunmaktadır.

Çalışılan alanlara ait eski çizimlerin güncel görüntülerle karşılaştırılması kalıntıların konumunu daha ayrıntılı bir şekilde belirlemeye olanak sağlamaktadır. Geleceğe yönelik yapılacak çalışmalarında daha doğru planlamasını olanaklı kılmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. (a) Linc tarafından çizilen kale çiziminin sayısallaştırılmış şekli, (b) günümüzde tespit edilebilen kale kalıntılarına ait GPS verilerinin güncel uydu görüntüleri ile karşılaştırılması

5. Bulgular

Savaş alanı arkeolojisi çalışmaları, birçok farklı disiplinden (tarih, arkeoloji, antropoloji, jeoloji, jeomorfoloji) çok farklı araştırmacıları bir araya getiren multidisipliner bir alandır.

Savaş alanı arkeolojisi çalışmaları, farklı disiplinlerden gelen verileri bir araya getirmeyi gerektirir. Bu nedenle, birbiriyle ilişkili bir veri tabanı, araştırmacıların bu verileri daha verimli bir şekilde analiz etmelerine ve anlamlandırmalarına yardımcı olabilir.

Bu veri tabanı araştırmaların sürekliliğini ve gelecekteki projelerin temelini oluşturarak, savaş alanı arkeolojisinin gelişimine katkıda bulunur.

Savaş alanı çalışmaları için oluşturulacak veri tabanının sistematik bir yapıya sahip olması, verilerin kaydedilmesi, erişilebilir hale gelmesi ve farklı tekniklerle (web tabanlı uygulamalar) kullanılabilmesi önemlidir. Bu bağlamda, CBS ile ilişkilendirilen veri tabanlarının rolü büyük önem taşımaktadır.

İlişkisel veri tabanları, coğrafi bilgi sistemleri içinde mekânsal verilerin düzenli depolanması, etkili sorgulanması, analiz edilmesi ve veri entegrasyonunun sağlanması için vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Bu yapı sayesinde, farklı sektörlerdeki veri odaklı kararlar daha sağlam temellere dayandırılarak daha isabetli sonuçlara ulaşılabilir.

Oluşturulan bu sistematik veri tabanı mekânsal veriler arkeolojik buluntular, kalıntıların fotoğrafları ölçümleri ve buluntuların ayrıntılı açıklamalarını içeren raporları içerebilmeli ve birlikte sunabilmelidir.

Bu özelliklere sahip bir veri tabanı alanla ilgili çalışmalarda araştırmacıların daha önce yapılan çalışmalara erişmelerini kolaylaştırdığı gibi veri toplama sürecinin kısılmasını sağlar. Bu durum zaten sınırlı kaynaklarla yapılan çalışmaların kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağladığı gibi zamansal anlamda da araştırmacıların analizlere, buluntuların değerlendirilmesine ve çalışmalarla ilgili sonuçlara yoğunlaşmalarına olanak tanır.

Ayrıca, veri tabanı, araştırmacıların çalışmalarını görsel olarak daha etkili bir şekilde sunmalarını ve paylaşmalarını da sağlar (Davis, 2014; Clark, 2019).

Savaş alanı arkeolojisi ile ilgili çalışmalarda oluşturulacak veri tabanının CBS temelli olması Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi çok farklı veri kaynaklarının kullanılmasına da olanak sağlayarak çalışma alanında meydana gelen değişimlerin izlenmesini kolaylaştıracaktır.

SONUÇ

Malazgirt Savaş Alanının Tespiti, Tarihi ve Arkeolojik Yüzey Araştırması projesi kapsamında yürütülen savaş alanı arkeolojisi çalışmaları multidisipliner bir yaklaşım gerektiren karmaşık ve zorlu süreçlerden oluşmaktadır.

Bu çalışmaların başarılı bir şekilde yürütülmesi ve bilimsel anlamda bir ilerlemenin sağlanması için CBS tabanlı bir veri tabanının oluşturmanın önemi büyüktür. Bu veri tabanı, farklı bilimsel disiplinler tarafından üretilen verilerin toplanmasını, bilgisayar ya da web ortamında saklanmasını, analiz edilmelerini ve paylaşmalarını kolaylaştırırken, çalışmalara süreklilik sağlayacağı gibi gelecekteki benzer çalışmalar için de bir temel oluşturur.

Ayrıca, veri tabanının sistematik bir yapıya sahip olması, araştırmacıların daha önce yapılan çalışmalara erişimini kolaylaştırır ve veri toplama sürecini hızlandırır.

Böylelikle, sınırlı kaynaklarla yapılan çalışmaların verimliliği artar ve araştırmacılar analizlere, buluntuların değerlendirilmesine ve sonuçlara daha fazla odaklanabilir. Bunun yanı sıra, veri tabanı görsel ve mekânsal sunumları destekleyerek, savaş alanı arkeolojisi çalışmalarının sonuçlarının daha etkili bir şekilde paylaşılmasını sağlar.

CBS temelli bir veri tabanı kullanmak ise farklı veri kaynaklarının entegrasyonunu sağlar ve savaş alanlarının değişimi ve evrimi hakkında daha fazla bilgi sağlar. Tüm bu unsurlar bir araya geldiğinde, savaş alanı arkeolojisi çalışmalarının CBS temelli veri tabanına dayalı bir yaklaşım, araştırmaların daha verimli, koordineli ve ileri düzeyde olmasını sağlar.

Günümüzde, hem arkeolojik alanlarda yapılan çalışmaların etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesi, analiz edilmesi ve belgelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile ilişkilendirilen veri tabanlarının rolü büyük önem taşımaktadır.

Bilgilendirme / Teşekkür

Bu çalışmaya önerileri ile yön veren Dr. Fatih Adıgüzel'e makalenin yazarları teşekkürü bir borç bilir.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

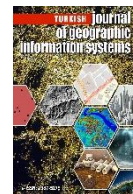
Kaynakça

- Bowden, M., & Soutar, S. (2003). Mapping the past: GIS applications in archaeology. *British Archaeological Reports*.
- Brown, K. B. (2000). *Urban stream restoration practices: an initial assessment*. The Center.
- Buck, D., & Onasch, K. (2003). The Giza mapping project: Methods and initial results. *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo*, 59, 81-100.
- Clark, T. (2019). Advances in archaeological practice: Historical perspectives on the profession of archaeology. *American Antiquity*, 84(3), 505-521.
- Codd, E. F. (1970). A Relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM*, 13(6), 377-387. <https://doi.org/10.1145/357980.358007>
- Davis, N. (2014). Recording Battlefield Archaeology: Challenges and Opportunities. *Proceedings of the 9th Military Archaeology Conference Oxbow Books*, United Kingdom, 109-119.
- Gaffney, C., Fitch, S., & Smith, D. P. (2008). Europe's lost world: The rediscovery of Doggerland. *Council for British Archaeology*.
- Ikram, S., & Dodson, A. (2006). *Beyond the horizon: Studies in Egyptian art, archaeology and history in honour of Barry J. Kemp*. Oxbow Books.
- Johnson, A. (2015). Geçmiş Savaşlar ve Askeri Stratejiler Hakkında Bilgi Sunan Savaş Alanı Arkeolojisi. *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 40(2), 78-94.
- Johnson, T. C. P. F. (2000). A field experiment for analysing organisational communication strategies and outcomes [Doctoral thesis, University of Waterloo]. *Recreation and Leisure Studies*. <https://Uwspace.Uwaterloo.Ca/Bitstream/Handle/10012/560/NQ53499.Pdf?Sequence=1>
- Jones, E. (2012). War neuroses and Arthur Hurst: a pioneering medical film about the treatment of psychiatric battle casualties. *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 67(3), 345-373. <https://doi.org/10.1093/jhmas/jrr015>
- Lehner, M. (1997). *The complete pyramids: solving the ancient mysteries*. Thames & Hudson.
- Nassaney, M. S., & Sassaman, K. E. (Eds2014). *GIS and archaeological site location modeling*. Routledge.
- Richards, J. D., & Robinson, D. E. (2004). Digital imaging and GIS applications in archaeology: A British perspective. *Remote sensing in archaeology*, 123-136.
- Rowland, J. M. (2000). *Hidden treasures of ancient Egypt: Unearthing the masterpieces of the Egyptian Museum in Cairo*. Thames & Hudson.
- Smith, M. E., (2010). The archaeological study of neighborhoods and districts in ancient cities. *Journal of Anthropological Archaeology*, 29(2), 137-154. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2010.01.001>
- Uslu Koçyiğit, F., Durduran, S. S., & Alkan, T. (2022). Creating geographical information system (GIS) database with unmanned aerial vehicles (UAV) In Archaeological Areas; the case of Anemurium ancient city *Journal of Engineering Sciences and Design*, 10(3), 831-843. <https://doi.org/10.21923/jesd.999829>
- Wandsnider, L. (1998). *GIS and archaeological site location modeling*. In *The archaeology of regions: A case for full-coverage survey*. University of California Press, 117-146.
- Watson A. (2008). Stonehenge: the Biography of a Landscape, Time and Mind, 1(3), 373-375. <https://doi.org/10.2752/175169708X329417>



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Verifying reports of collapsed buildings from twitter aftermaths of earthquakes: A case study from Turkey

Abdulkadir Şeker*¹ 

¹Sivas Cumhuriyet University, Engineering Faculty, Department of Computer Engineering, Sivas, Turkey

Keywords

Earthquake,
Twitter,
Collapsed Buildings,
Address Validation,
Search-Rescue



Research Article

Received: 19/06/2023
Revised: 03/09/2023
Accepted: 07/09/2023
Published: 25/12/2023

ABSTRACT

On February 6, 2023, two highly severe earthquakes occurred in a wide region encompassing 11 cities in Turkey, resulting in extensive damage and an official death toll exceeding 50,000. In the aftermath of this catastrophic event that affected multiple cities, identifying the locations of debris with potential survivors became a crucial challenge for search and rescue operations. However, another significant obstacle emerged in obtaining accurate and genuine addresses. Individuals who were either trapped themselves or had relatives under the collapsed buildings attempted to report addresses using conventional communication methods. Communication difficulties on lines prompted disaster victims to resort to internet-based communication methods. Consequently, social media platforms emerged as powerful tools for rapidly disseminating information to millions of people. However, alongside the positive impact of social media, the risk of generating significant panic due to the spread of fake news also surfaced. This study analyzes tweets posted on Twitter within the first 24 hours following the earthquakes. Firstly, tweets containing reports of collapsed structures were identified, and text parsing techniques were employed to extract address information. The veracity of destruction at these addresses was confirmed using imagery captured from Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in the aftermath of the earthquakes. As a result, a 90% accuracy rate was observed in confirming the presence of destruction either at the reported addresses or within a 100-meter proximity, based on the top 100 most widely shared reports on social media. Moreover, the presence of numerous unidentifiable addresses highlights the necessity for continued enhancements to the Address Registration System.

1. Introduction

Earthquakes are natural disasters that result in significant loss of life and property worldwide. In regions with high earthquake risk, such as Turkey, the impacts of earthquakes can be particularly severe (Avdar & Avdar, 2022). On February 6, 2023, two highly severe earthquakes occurred in Turkey, resulting in numerous casualties and extensive damage.

This disaster, which affected 11 cities, led to the collapse of buildings on a large scale, resulting in people being trapped under debris. Immediately following the earthquakes, search and rescue operations were initiated by various institutions and organizations in the affected areas to locate survivors trapped under the debris of collapsed buildings. Identifying the debris sites with potential survivors becomes a critical problem in such large-scale disasters affecting multiple cities. To address this challenge, scans using different technological devices were conducted at the indicated addresses within the debris. However, one of the major

challenges encountered during this process is obtaining accurate address information. Address reports provided by individuals trapped under the debris or their relatives are crucial for effectively guiding the efforts of rescue teams. In this context, the address definition is important. It is provided with AKS (Address Registration System) for the standardization of addresses in our country (Türk, 2008). AKS holds immense importance as it guarantees the continuous maintenance of accurate settlement and address information for citizens residing in Turkey. This is achieved through a centralized electronic framework, effectively resolving the prevalent confusion surrounding addresses (Ulutaş, et al., 2021). The Spatial Address Registration System Project (MAKS) was established in order to combine the textual address information on AKS with geographical coordinates and to integrate the created infrastructure with other systems (Öztürkçü & Suri, 2020). Nevertheless, a study has revealed that the addressing system in Turkey has not been thoroughly understood and effectively implemented (Kılıç & Gülgen, 2019).

*Corresponding Author

^{*}(aseker@cumhuriyet.edu.tr) ORCID 0000-0002-4552-2676

Cite this article

Şeker, A. (2023). Verifying reports of collapsed buildings from twitter aftermaths of earthquakes: A case study from Turkey. *Turkey Geographic Information Systems Journal*, 5(2),77-84

The scans conducted with technological devices have made a significant contribution to detecting survivors in the debris (Yılmaz & Demiröz Yıldırım, 2020). However, alongside the available technological capabilities, obtaining accurate address information is also a critical factor. There is an application named as “AFAD ACİL” developed by the Ministry of Internal Affairs, Disaster and Emergency Management Presidency. Thanks to this app users can view the assembly areas and initiate an emergency call in case of disaster. Although this application proves to be very useful, it has been observed that most of our citizens have not downloaded the application (according to number of downloads in stores). Furthermore, there is also the possibility that phones might not be with individuals during an earthquake. Apart from these issues, significant disruptions have also been experienced in local telephone lines during earthquake. Due to these problems, social media platforms have played a significant role in collecting this information. Social media, with its ability to reach millions of people quickly, has significant impacts in various fields (Kankanamge et al., 2020). Particularly in the aftermath of earthquakes, the contribution of social media in rapidly disseminating reports and supporting emergency management is undeniable (Nekoei-Moghadam & Savabi, 2021).

However, the influence and widespread use of social media have also brought some challenges. Fake reports and news can lead to serious panic and waste valuable time. Therefore, evaluating the accuracy of earthquake reports on social media and associating this information with correct addresses is an important research topic.

This study aims to analyze tweets posted on the Twitter platform during the relevant dates to identify address information contained in reports of collapsed buildings. Subsequently, the status of the buildings at these addresses will be verified to analyze the accuracy of the reports.

Table 1. Samples for collapsed reports tweets

	Username	Tweet	Timestamp	Retweets	Replies
1	@can*****	Hatay belen sarımazı mahallesi tuna sokak no 16 da ... hâlâ enkaz altında. Ekipler çok yetersiz. Şarjımız çok az ve hava çok soğuk. Lütfen yetkililere haber verin. ...	2023-02-06 14:01:00	3987	328
2	@ked*****	22 saattir enkaz altındalar. ... Mehmet Latif Gün Tuğba Pınar Gün 05395558809 Antakya Hatay akademi hastanesi arkası /Odabaşı Mahallesi Akademi Hastanesi sokak Akademi apartmanı	2023-02-07 01:24:00	2231	62
3	@alp*****	... enkaz altında bina çökmüş haber alamıyoruz . Güzelburç mahallesi 600 konutlar sitesi 7 blok kat 3 Hatay Antakya Hakan yavuz Ali yavuz	2023-02-06 13:42:00	1466	46

As a result of the process conducted with these parameters, a total of 46,011 tweets were retrieved. These tweets were posted by 27,260 different accounts. The average number of tweets per user was determined to be 1.6. The users who posted the most tweets (more

2. Method

2.1. Dataset

The majority of rescue operations in earthquake disasters occur within the first 24 hours (MacIntyre et al., 2012). In this context, a dataset was created from tweets posted within a 24-hour timeframe starting from the occurrence of the initial earthquake on February 6, 2023, at 04:17.

The Twitter API was used for data retrieval from the Twitter platform. However, due to recent policy changes, the platform has been shut down for free academic use. As a result, alternative options for data retrieval were explored, and it was determined that the APIFY platform (www.apify.com) is most suitable for this task. The platform utilizes code scripts called "actors" to extract data from websites with various parameters. The "tweet flash" tool (Larson, 2023) was used on this platform for retrieving historical and keyword-based tweets. The parameters of scraping are given below Table 1.

Table 1. Scraping parameters

Parameter	Value
Keywords	“hatay” and “enkaz”
Date interval	06 Şub. 2023 04:17 - 07 Şub. 2023 04:17
Number of tweet per user	5000
Language	Turkish
Other infos that scraped (about tweet)	Number of retweets, Number of replies, Number of likes, URL, timestamp, images.
Other infos that scraped (about user)	Username, fullname, number of followers and followings, total tweet count, total like count, profile picture.

To limit the scope of the analysis, we selected Hatay city, which suffered the most damage in the earthquakes. Some of the sample reports are given below Table 2.

than 20 tweets) are provided in Figure 1. The number of followers for each user is also shown. Further research can be conducted to determine whether the users who posted the tweets are bots or genuine accounts.

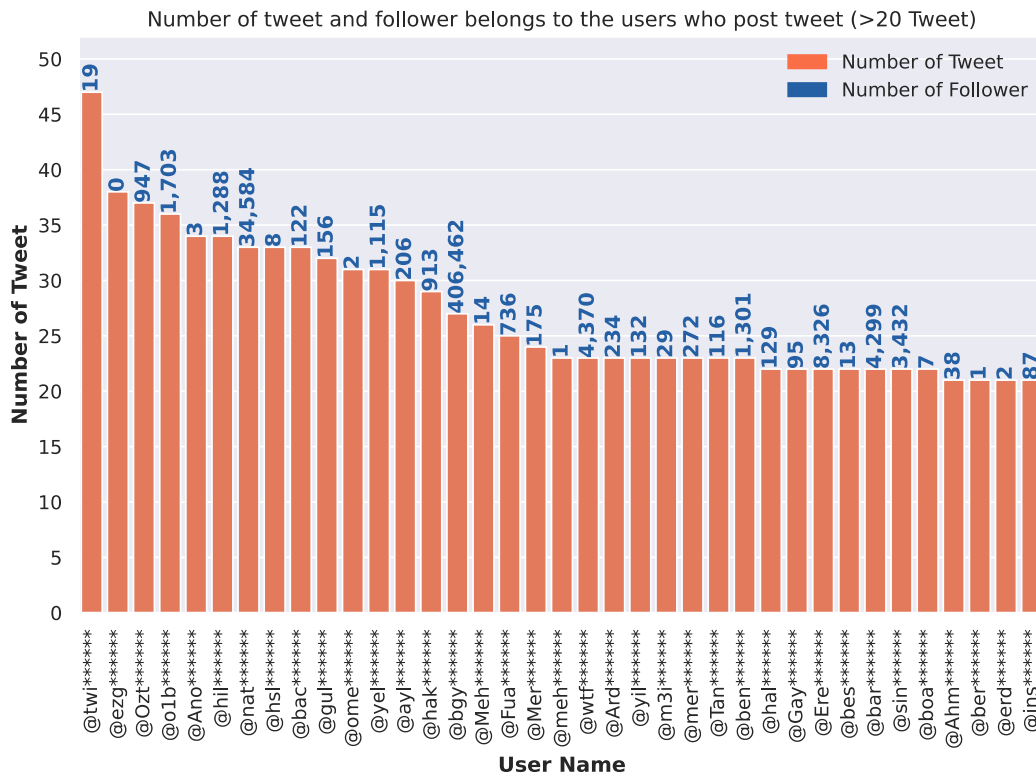


Figure 1. The users who tweeted more than 20

The distribution of tweets over time is depicted in Figure 2, where the tweets are grouped into 2-minute intervals. It is evident that tweeting activity commenced immediately after the onset of the earthquake. On average, 130 tweets were posted, with the highest volume occurring between 17:00 and 23:00. However, certain time intervals exhibited no tweet activity, possibly due to API-related errors. Additionally, the implementation of internet throttling on the specified date in our country could have also contributed to this intermittent tweeting pattern.

2.2. Method

2.2.1. Identification of tweets with reports

Following the acquisition of the dataset, the process of selecting tweets that contain address reports has been initiated. In this regard, the texts of the tweets have undergone standard text preprocessing procedures. Subsequently, the following regular expression (regex) pattern, which represents an address information, has been utilized. The regex statement for address pattern (Equality 1);

```
'\b\d+\s+(?:\w+\.\s?)+,?\s?(?:\w+\s?)+,?\s?(?:\w+\s?)+' (1)
```

After matching this pattern, a total of 20,249 tweets containing address information were obtained. It was observed that some erroneous data was included at this stage. However, due to the challenging nature of Turkish address detection, these errors were disregarded. Subsequently, an attempt was made to find an automated method for extracting addresses from tweets, but no

success was achieved in this regard. Therefore, the decision was made to manually extract the addresses. Instead of performing this process for over 20,000 tweets, the filtered dataset was sorted based on the number of retweets to select the tweets with the widest impact in the region. From this sorted set, the first 100 reports were chosen for visualization purposes.

2.2.2. Analyzing of address text for Turkey

Various issues have emerged in the obtained address information. Examples of these addresses are provided in Table 3.

Table 2. Samples of address text from tweets

Retweet Count	Address Text
4763	Ekinci District İnönü Street B Block 3rd
3224	Floor Hatay/600 Residence Güzelburç
2452	Kurtuluş neighborhood namık kemal street no:18 Hatay/Kırıkhan

As seen in Table 3, the address information is shared in various formats, such as those without building names, those indicating only a region, and those including building numbers. Attempts were made to convert these addresses to latitude-longitude values using different APIs. However, due to the non-standard representations of addresses in Turkey, this process was unsuccessful. For example, with the Nominatim library written in Python, an address in the United States can be easily converted to a geocode value (lat-long).

The sample address from USA and geocode value is given below:

- 175 5th Avenue NYC
- The geocode of this text "40.741059,-73.989641"

No API for Turkish addresses or similar services could be utilized, and the process of obtaining latitude-longitude values from addresses was performed manually.

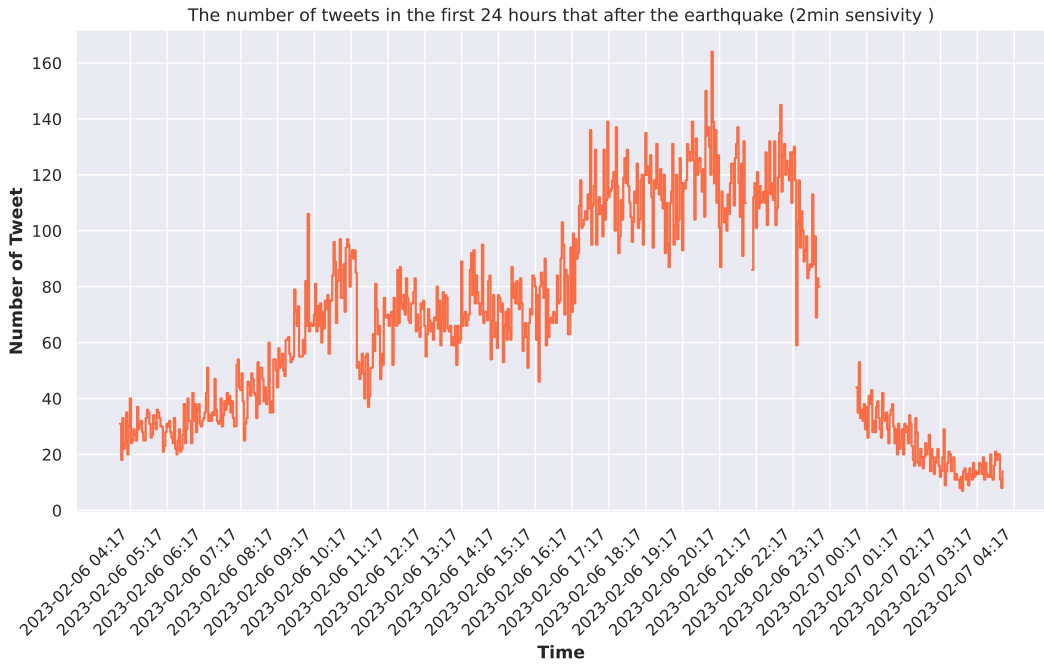


Figure 2. The distribution of tweets over time

2.2.3. Finding the relates addresses

Accordingly, for the first 100 addresses, queries were made directly on Google and Yandex maps using the text within the tweets, and the obtained values were recorded. Considering that search and rescue teams may not be familiar with the specific city/region, it is anticipated that they would rely on the address information obtained directly from these reports. In this context, the information within the tweet text was used without any modifications or additions to the address texts. As a result of these queries, it was observed that some address information was incomplete, and some had no corresponding location on the map.

The address statistics for the first 100 reports of collapsed buildings are presented in Figure 3.

The coordinates in the WGS1984 geographic coordinate system for the address information found in the tweets were used to create a point layer in ArcGIS software. The points were categorized into three groups: "Found," "Not Found," and "Insufficient." For the addresses that could not be found or had insufficient information, a circular area with a radius of 100 meters was used to represent their location.

To create a spatial distribution map, aerial images captured by unmanned aerial vehicles (UAVs) shared by the Ministry of Environment and Urbanization and Climate Change were overlaid on a World Map Service (WMS) imagery display service.

The study utilized the WMS (World Map Service) shared by the respective Ministry to determine the spatial distribution. WMS is a service that allows for the visualization and sharing of geospatial data. Post-earthquake imagery captured by Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) was integrated into the WMS imagery service. By overlaying the UAV imagery onto the WMS service, a visual representation of the spatial distribution of the earthquake-affected areas was obtained. By incorporating the WMS service into a Geographic Information System (GIS) such as ArcGIS, it was possible to map and analyze various geospatial data. The point data obtained from the tweets was then combined with the WMS imagery to generate a spatial distribution map. This map illustrates the distribution of incidents reported in the earthquake-affected regions.

The general workflow followed in the study is illustrated in Figure 4.

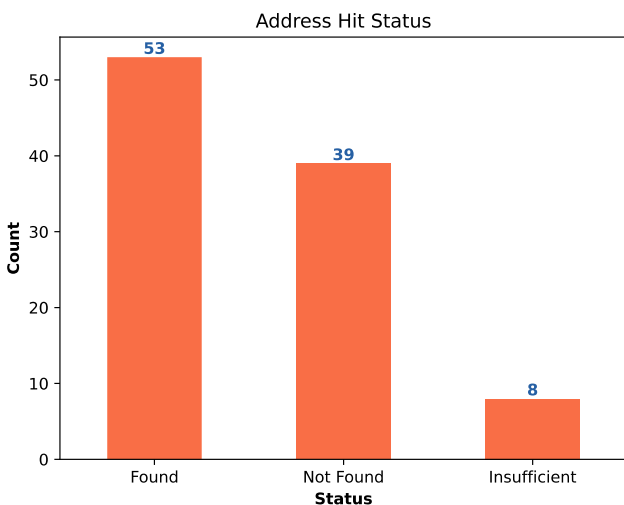


Figure 3. The reported address hit status from related text.

WORKFLOW

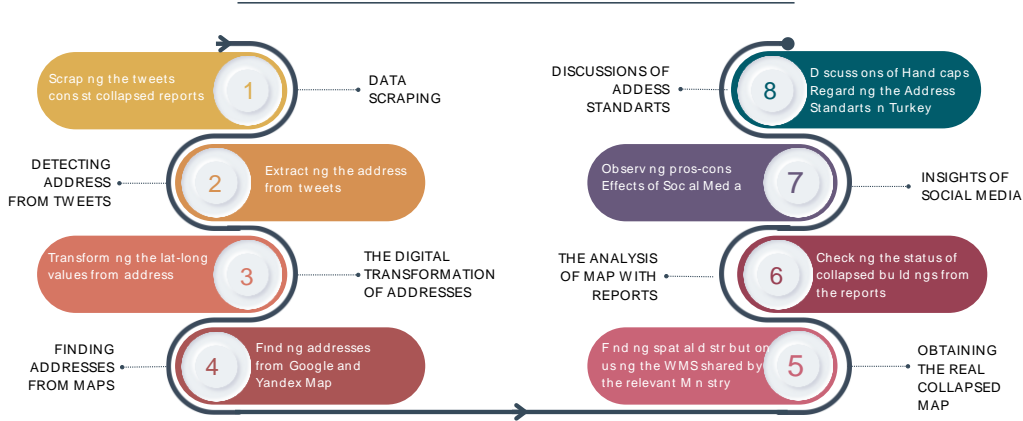


Figure 4. The workflow of the study

3. Results

After the earthquake, the buildings in the addresses accurately identified through maps and the structures surrounding the addresses that could not be found were examined. Based on this, the destruction status is shown in Figure 5 below.

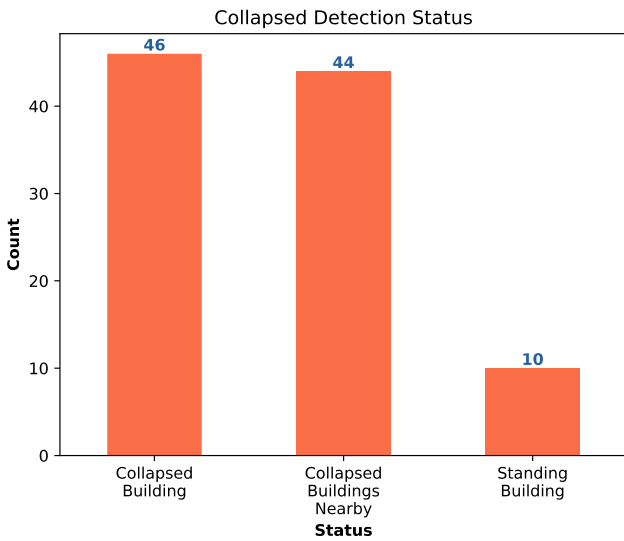


Figure 5. The real status of collapsed buildings that reported via tweets

It was observed that out of the 53 reported addresses with accurately identified locations, 46 buildings were collapsed. According to the examination of post-earthquake maps, it was determined that the structures in 7 addresses remained intact. As for the 54 addresses that could not be precisely located, it was found that 9 of them had debris in their vicinity, while 51 had debris in a 100-meter radius. For 3 of these addresses, no destruction was observed within the scanned area of 100 meters. This indicates that the accuracy rate of the reported addresses is approximately 90%.

The results were obtained by taking zoomed-in visual images for the examined 100 points on the map.

All the images are shared on the GitHub repo named as "kadirseker00/earthquakeTwitter". This study only

showcases certain areas of Hatay/Merkez. The whole city center is given in the Appendix part (Appendix 1).

For example, as seen in Figure 7, it was determined that the structure in the 32nd address had collapsed. In the regions marked as "insufficient" (highlighted in red) in the 34th, 46th, 60th, 61st, 66th, and 70th reported addresses, a significant number of debris can be observed.

Moreover in Figure 7, as seen in the 49th and 34th reported addresses, some reports indicate close or overlapping areas. In this context, common marked areas can be observed in the provided images.

In Figure 8, it can be observed that the buildings in the addresses 14, 38, 77, and 89 have collapsed. The 9th reported address, provided as "kışlasaray 1 hatay," was marked as insufficient, and the corresponding area within a 100-meter radius (highlighted in blue) centered around the general region was shown. Again, destruction can be seen in that area.



Figure 6. The debris of the "rönesans residence "

Indeed, one striking example of reports coming from social media is the numerous reports regarding the "Renaissance Residence" site and the surrounding debris where many people lost their lives. These reports serve as a vivid example of the information obtained through social media channels regarding the extent of the devastation and the need for rescue and recovery efforts.

4. Discussion

In this study, it was observed that most of the accurately located building reports were based on numerical addresses. Addresses that directly mentioned building names were found to be untraceable. Although systems such as AKS and MAKES have been developed, studies demonstrate the problems of a standardized address generation system in our country and highlights the significant impact it has. Additionally, repetitive neighborhood, street, and building names in some addresses also contribute to the confusion. It is therefore considered urgent to discuss this issue and complete the standards with ministries between local governments. Another topic of discussion is the impact of social media

in such disasters. The results of this study show that the majority of reports made through social media were accurate. However, it is important to address the issue of false information or untraceable addresses disseminated by well-intentioned individuals during the chaotic post-disaster environment. The presence of bot accounts in such platforms is also a concern. In this regard, it is necessary to establish domestic and national systems/platforms where these reports are made by real individuals. Lastly, authorities should actively promote the awareness and adoption of essential applications like AFAD ACIL. Additionally, there is a pressing need to design such applications to cater to various earthquake scenarios, ensuring their effectiveness.



Figure 7. The annotated visual of post-earthquake map reports (from Hatay city center)



Figure 8. The annotated visual of post-earthquake map reports - 2 (from Hatay city center)

5. Conclusion

In natural disasters like earthquakes, social media has both positive and negative effects. It has been observed that during critical times when traditional communication methods are disrupted, internet-based communication plays a crucial role. This study was conducted to demonstrate the impact of social media following the earthquakes that occurred in Turkey on February 6, 2023. Numerous reports were made on Twitter after the earthquake, and an investigation was conducted on the first 100 reports that were believed to have been widely circulated (based on retweet count). The findings revealed that 90% of the reports were accurate. It was concluded that social media does not have a significant negative impact as previously assumed.

Another significant outcome of this study is the observation of the flaws in the addressing system in Turkey. The continuous changes and repetitive addresses in text form can lead to serious misconceptions for search and rescue teams during such disasters. Therefore, transitioning to numerical-based unique and concise addressing algorithms is recommended. Furthermore, this study also considers investigating the origin and impact of false reports as a subject of research.

Acknowledgement

This study's abstract was presented at the 2023 TUFUAB XII. Technical Symposium in Sivas. I would like to express my gratitude to Ahmet Faruk Ciğer for his contribution to the mapping of debris.

Author Contributions

A single author carried out the study.

Statement of Research and Publication Ethics

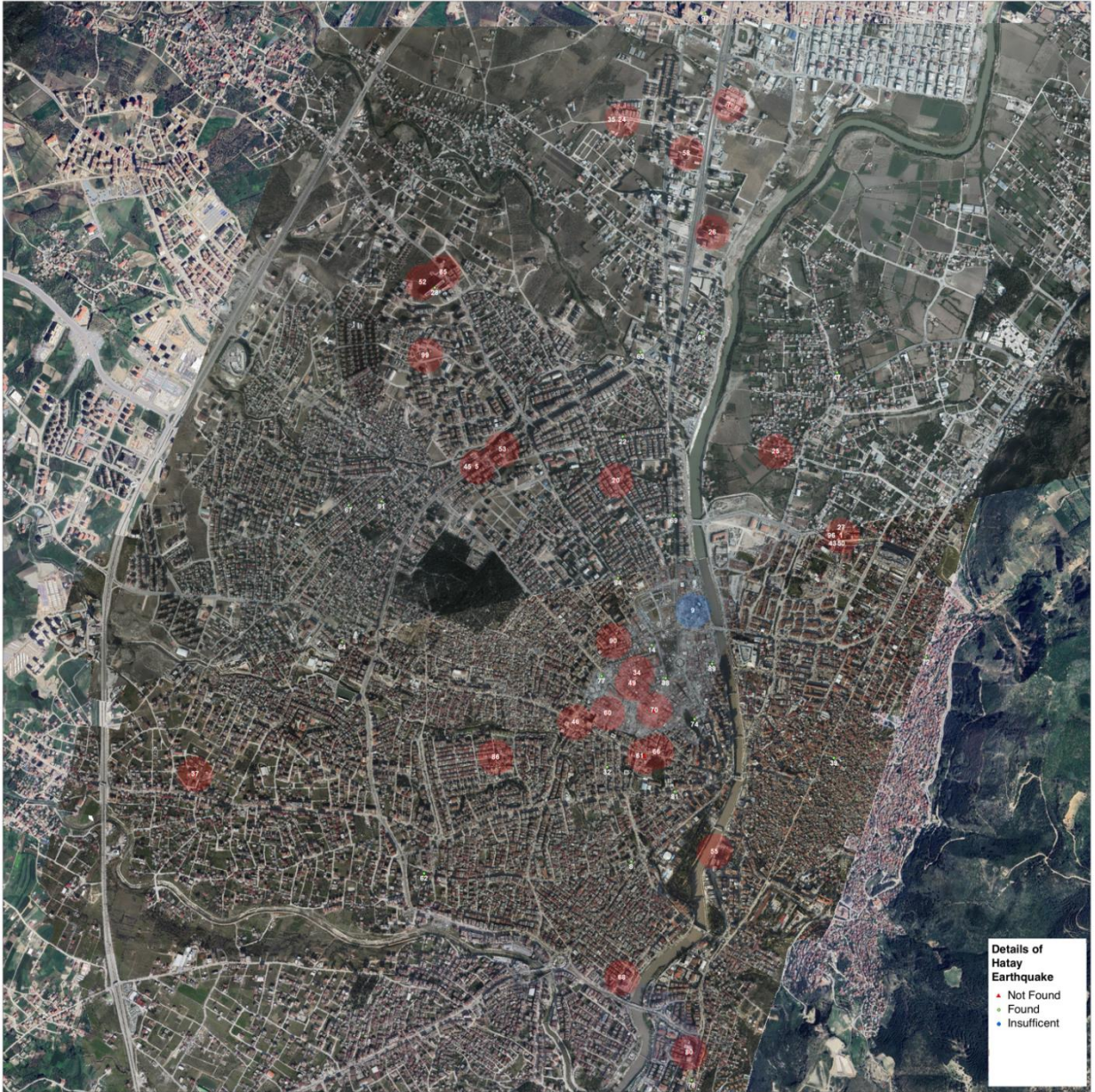
Research and publication ethics were complied with in the study.

References

- Avdar, R., & Avdar, R. (2022). Socio-Economic Effects of Natural Disasters in Turkey. *Journal of Disaster and Risk*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.35341/afet.1032084>
- Kankanamge, N., Yigitcanlar, T., Goonetilleke, A., & Kamruzzaman, M. (2020). Determining disaster severity through social media analysis: Testing the methodology with South East Queensland Flood tweets. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 42, 101360. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101360>
- Kılıç, B., & Gülgen, F. (2019). Determination of Consistency Levels in Postal Address Information Used in Turkey. *Harita Dergisi-in Turkish*, 161, 26–34.

- Larson, J. (2023). *Tweet Flash - Twitter Scraper*. Apify. Retrieved 4 June 2023, from <https://apify.com/shanes/tweet-flash>
- MacIntyre, A. G., Barbera, J. A., & Smith, E. R. (2012). Surviving collapsed structure entrapment after earthquakes: A “Time-to-Rescue” analysis. *Prehospital and Disaster Medicine*, 21(1), 4–17. <https://doi.org/10.1017/S1049023X00003253>
- Nekoei-Moghadam, M., & Savabi, J. (2021). Role of social media in earthquake: A systematic review. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 23(5). <https://doi.org/10.32592/ircmj.2021.23.5.447>
- Öztürkçü, T., & Suri, L. (2020). The Creation of address information systems. *Istanbul Commerce University Journal of Technologies and Applied Sciences*, 2(2), 25–34.
- Türk, T. (2008). Integrating address registration system with urban information systems. *Journal of Geodesy and Geoinformation*, (99), 13–22.
- Ulutaş Karakol, D., Ataman, S., & Cömert, Ç. (2021). An Investigation on spatial address registration system: The case of Ordu province. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 21(1), 179–195. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.804036>
- Yılmaz, G., & Demiröz Yıldırım, S. (2020). Methods Used in Urban Search and Rescue in Disasters and Evaluation of Current Approaches. *Journal of Natural Hazards and Environment* 6(1), 196–208. <https://doi.org/10.21324/dacd.533639>

Appendix

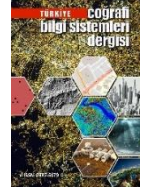


Appendix 1. The whole city center



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Earthquake-oriented spatial modeling of relational coded geographical attributes

Hande Okurlar*¹, Metin Altan²

¹Eskişehir Technical University, Science Faculty, Department of Physics 26470, Eskişehir-Turkey

²Eskişehir Technical University, Astrophysics Education and Research Unit, Eskişehir-Turkey

Keywords

GIS,
Spatial Analysis,
Remote Sensing,
Aviation,
Space



Research Article

Received: 24/07/2023

Revised: 12/09/2023

Accepted: 18/09/2023

Published: 25/12/2023

ABSTRACT

Earthquake is a natural event that threatens living spaces on a global scale, cannot be prevented, but its destructive effect can be reduced by taking precautions. In earthquake-resistant settlement planning, determining the interaction of physical and spatial variables for site components is a primary requirement. The aim of this study is to produce a digital ground quality map that is scaled, rectified, projected and database interactively based on contribution independent of amount through positional recoding and grading methodology. Within the scope of studies towards this goal, ground quality was graded and impact assessment of residential areas in terms of earthquake exposure was carried out. Three-dimensional geographical modeling techniques were used on the digital platform and attribute effects on ground quality were mapped one by one and coded in proportion to their contribution to the result. As a result of field and laboratory studies, the analysis and modeling results on the digital map we produced were compared with the critical settlements and numerical data in the field. The impact risk of the ground was rated and detailed spatially in terms of geographical and geological characteristics. In the final stage, based on the case study, two districts from the Eskişehir-Turkey region were selected and the results of previous projects were detailed to examine the ground quality of the regions. Data of all geographical and geological parameters that contribute to ground quality as field components were graded using GIS modeling techniques and layered on the digital platform again by coding. As a result of this methodological study, a dynamic interactive digital risk map was obtained to check the real condition of buildings in terms of earthquake effects.

1. Introduction

When planning residential areas, detailed analysis of the geographical and geological characteristics of the ground through three-dimensional models created on digital platforms in a laboratory environment is of priority and importance in order to ensure safe settlement and reduce the destructive effect of the earthquake. This stage determines securely that re-structure of workspace design, engineering management and the precaution to be taken before, during and after the construction. At first, in order to detect the seismic condition of the zone, earthquake hazard analysis and engineering geological parameters must be determined (Ayday et al., 2001). The engineering geology applications to be used consist of geology, environment, city and regional planning and architecture. Mapping the data of the ground with different characteristics according to the degree of earthquake danger within these areas is called microzonation. The micro zoning and land use maps of the ground that will be used in

detecting the locality which will be opened for settlement play an important role in predicting the hazards in an earthquake.

For spatial analysis and three-dimensional modeling within the framework of topological rules, the coordinates on the digital map and the geographic coordinates in the field should be associated. With GIS (Geographic Information System) techniques which enable gathering, modeling and analyzing geographical data, three-dimensional assessments can be performed and the data sets can be defined volumetrically by means of coordinating three-dimensionally (Bonham-Carter, 1994).

In this study, by two and three-dimensionally modeling the geological engineering parameters obtained from the field and laboratory surveys, their positional relations are revealed and the ground quality distribution is mapped. In order to explain distribution of ground quality characteristics precisely, a model had been constructed considering all related attributes of geographical parameters by CIAPRG (Contribution

*Corresponding Author

(handeokurlar322@gmail.com) ORCID 0009-0007-0893-6347
(altan@eskisehir.edu.tr) ORCID 0000-0002-5247-887X

Cite this article

Okurlar, H., & Altan, M. (2023). Earthquake-oriented spatial modeling of relational coded geographical attributes. *Turkey Geographic Information Systems Journal*, 5(2), 85-91.

Independent of Amount through Positional Recoding and Grading) Methodology.

2. Geographical and geological peculiarity

Two districts called Kurtuluş and Gökmeşdan (Eskişehir-Turkey) were designated for as the study area. Study area which is included settlement area is length E-W direction is 1,74 km and N-S direction is 0,62 km and is 785 m above sea level located (Figure 1).

Studied area is located between Eskişehir Fault Zone and North Anatolian Fault Zone. In addition, this area is located in the second-degree earthquake zone and contains geological units such as new alluvium, old alluvium and rock unit (Nefeslioğlu et al., 2003).

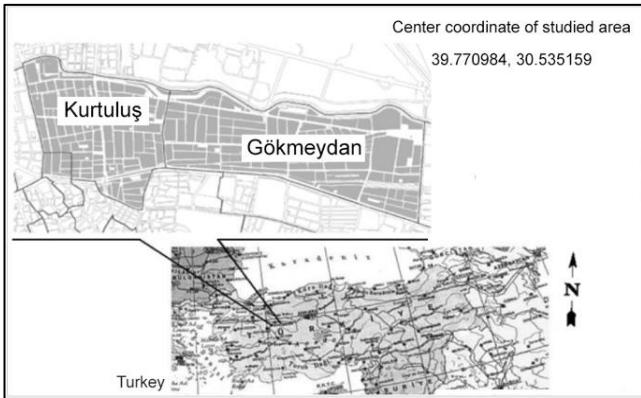


Figure 1. Location map of the study area

In this area, new alluvium ground is at high earthquake risk due to its liquefaction potential. Generally, below this level is silty clay in which silt percentage is higher and thick clay layer. In the lower layers, there is sand level and then below is silty sand. In the lower layers sand percentage increases and gravelly sand starts (Ayday et al., 2001).

3. Methodology and application

3.1. Modeling and mapping methodology

CIAPRG (Contribution Independent of Amount through Positional Recoding and Grading) method stages, in which the analysis and modeling process steps of the interactions of physical and spatial relationships between field components are used, have been effectively applied in our study. The purpose of the CIAPRG Methodology is to define the effect of the relational physical and chemical properties of the components on the 3D digital model and to structure them as map layers in element class format, taking into account the structural relationships between the components. (Altan et al., 2016). In the application phase, the components of the risk distribution to be mapped are first defined. Each of these components contributes to the total risk distribution in different ways in terms of structural, physical and locational aspects. By averaging the contribution of each impact, a distribution of total risk values is created and layered in the digital platform. Each variable that contributes to the risk distribution and each component that constructs that contributor should

be structured at a different layer where the locational relationships will be modeled. Each component which contributes to the risk in the area takes a score as the risk contributor. At this stage, the vector based risk distribution map layer is transformed by the grid based map layer. The extent of contribution to the risk is defined by the relative contributions of other components. The contribution of each component depends on its own characteristics. These individual characteristic scores are written at the grid related coordinate and are correlated with their own characteristic information. Hence, it can be included in the calculations using the grid value. The contribution to the risk of each component in the same coordinate is different to that of the other components. The important point here is that each grid value represents the degree of contribution to the risk in the related coordinate. After this, the noted score at each grid is added to the other grid values at the related coordinate. Therefore, the recorded score at the related coordinate and grid will give a changeable result with the correlation of the extent of contribution to the resulting value which denotes the total result. In the last stage, the amount of contribution to the risk distribution was recoded due to its contribution to the risk and its own characteristic. The resulting map is a grid-based, scaled, coordinated, projection-defined and data base interactive digital map. On that map, for each of the coordinates, a grid based examination is possible. The contribution to risk can be examined for every separate coordinate, and therefore, the contribution of the component itself can be obtained as a ratio or the contribution of all the components can be obtained as a total. In this way, the researcher can interpret the results in terms of the different contributions of the components.

3.2. Mapping of individual layer

3.2.1. SCPT (seismic conic penetration test)

In terms of potential effects on accurately modelling and analyzing, it is very important that digitally define the threat of seismic activities to the ground of the settlement with geographical coordinate sensitivity, Kramer (1996). In addition to these related parameters, liquefaction potential is one of the most important risk factors.

The micro zoning and land use maps of the ground must be used for detecting the locality of settlement before will be built for predict studies the hazards in an earthquake. SCPT, which improved for this purpose, is one of the most important geophysics methods that are commonly used for determining the properties of dynamic ground (Campanella et al., 1986; Luna et al., 2000). On the other hand, empirical relations are the most important parameters in the process steps of the CPT (Conic Penetration Test) method (Suzuki et al., 1995). CPT makes it possible to measure constantly the penetration resistance of the ground and enables determining very thin layers that cannot be determined by using other techniques.

3.2.2. Field studies and modeling

A total of 69 different SCPT drilling data were used in the field research carried out with Anadolu University's SCPT device, and a general distribution was obtained by modeling the necessary data from 279 different layers (Ayday et al., 2001). In the context of this study, in terms of digital map layer formats, firmness values (N60) mapped, recoded and graded according to its contribution to the ground quality by CIAPRG methodology steps.

Vs (Shear Wave Velocity) is one of the parameters that are used especially for determining the effects of the earthquake-borne strong ground movement in alluvial grounds (Bozdağ, 2002). In another phase of this study, seismic ground effect was determined by assessing the Vs profile. Modeling and mapping of Vs distribution results, obtained by using effectively the GIS techniques, played an important role in determining earthquake risk. Vs measurements of alluvial ground were taken by SCPT that obtained in the microzonation stage of ground survey studies carried out in the year 2001 by Anadolu University, and rate of Vs change of the ground was modeled (Ayday et al., 2001). In the context of this study, Vs intermediate values distribution map that were calculated and mapped by using seismic records taken from the area was reexamined and Vs values were recoded and graded according to the contribution level to the ground quality of study area.

We included the NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) ground classification method, which is used to determine the effects of earthquakes according to ground conditions, at this stage of our study. Determination of ground motion growth standards are obtained by using regional conversions of Vs_{avr} (Average Speed Values of Shear Waves) of discrete grounds in upper levels, (Bauer et al., 2001). NEHRP (1997) soil classification are formed according to these standards and ground is divided into 6 different classes (Table 1). In this classification, value of ground motion growth increases from class A to class F (Street et al., 1997).

Table 1. NEHRP ground classification parameters

Soil Type	General Description	Vs (m/s)
A	Hard Rock	Vs >1500
B	Rock	760 <Vs ≤ 1500
C	Hard or stiff soils; most gravels	360 <Vs ≤ 760
D	Sand silts and/or stiff/very stiff clays, some gravels. Having average blow counts of 15 ≤ N ≤ 50 or average shear strength of 50kPa ≤ S ≤ 100kPa	180 <Vs ≤ 360
E	Having thickness lower than 3 meters and Pl > 20, w ≥ 40% and Su < 25kPa soft clay	Vs < 180
F	Needs specific calculations	

Vs_{avr} values were determined for each of SCPT in central Eskişehir and its vicinity by using first and last level reference signals. NEHRP soil classification was

done by using regional conversions of obtained Vs_{avr} values (Ayday et al., 2001). For the purpose of explaining the ground behaviors in earthquake ground motion in detail, D soil class interval 180 <Vs ≤ 360 m/sn was divided into classes in itself. Class D was divided into intervals of D1: 180 <Vs ≤ 240 m/sn, D2: 240 <Vs ≤ 300 m/sn and D3: 300 <Vs ≤ 360 m/sn, Street (1997). Soil classification of central Eskişehir and its vicinity was done and mapped according to this principle (Tün et al., 2004a, b). Regions having condensation risk in previous NEHRP map, recoded and graded in terms of its effect on ground quality in the context of this study.

Earthquake waves, which have different characteristics in terms of the physical and geological characteristics of the ground of residential areas, were also examined in terms of motion characteristics in this study. Soil's water saturation, classification and granulation, the regions where the ground water levels are close to earth surface and the regions where the thickness of alluvium increased includes very important risks in terms of the buildings that is destroyed by impact of earthquake.

Electrical resistivity applications has been applied in 112 locations at city center by Government Water Department with a depth of nearly 60 m. The geophysical measurements obtained revealed that, the thickness of the alluvium in the studied area varied between 10-25 m, and that the northern east part reached a thickness varying between 10-15 and 15-25 m due to the over-storage of materials carried away by the Porsuk river (Azdiken & Çatalyürekli, 2001). The map of alluvium thickness recoded and graded in terms of its effect on ground quality in the context of this study for using CIAPRG methodology. The high level of Sand and silt proportions in the regions where alluvium thickness increases causes ground saturation. Around the river in the studied region, while towards the north direction thickness of alluvium increases, the deepness lays off from topography and the level of ground water closes to the earth surface (Figure 2).

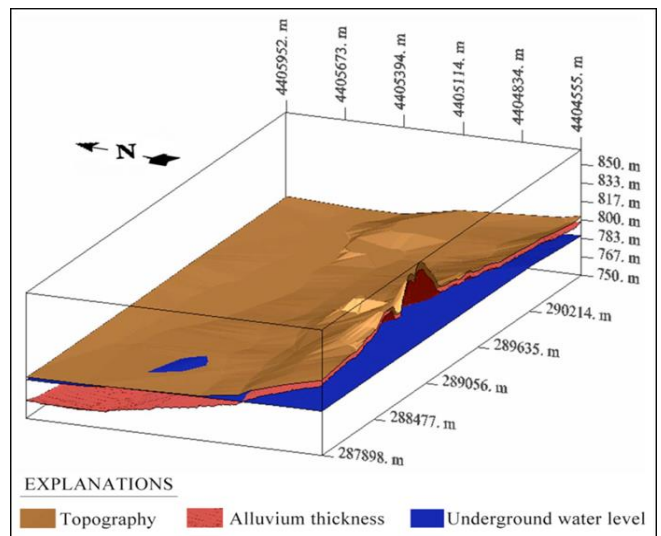


Figure 2. Relationship of topography-thickness of the alluvium-underground water level

According to the closeness of the ground water to the earth of its effect on ground, quality was recoded and graded in this context of the study (Altan et al., 1999).

Ground classification map of studied area was recoded and graded in terms of its effect on ground quality in the context of this study for CIAPRG methodology application. According to model (Tün et al., 2005) which was built by Anadolu University in 2005 and included the whole study area, study area is located where class E is densed and has high growth feature which is lower than 5 m. Volume elements of obtained Vs and saturation potential were modelled in three dimensions for CIAPRG methodology application steps and could be enabled more realistic interpretations compared to two dimensional maps in this context of the study (Figure 3).

In addition to this, in consequence of the analysis on model which was built in context of CIAPRG methodology, volumetric distribution of Vs speed was revealed in the area of 5 m below the surface and the layers where less than 108 m/s values were obtained.

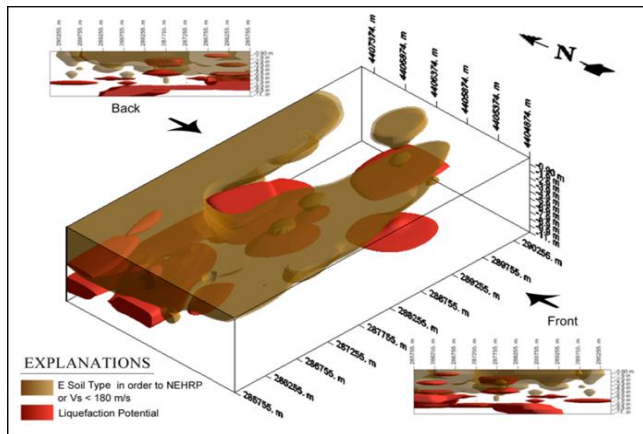


Figure 3. 3D Modeling of Vs-liquefaction potential and liquefactionable ground

According to the model, the layers with high sand and clay percentages are concentrated below 4m depth. For this reason, it is estimated that these overlapping areas will be under the influence of earthquake-borne ground movement double risk factor. The settlements on these areas will be damaged more. The positionally distribution of the liquescent ground could be interpreted based on the three-dimensional volume modeling produced by CIAPRG methodology steps (Figure 3). On these loose grounds, earthquake-borne ground movement magnifying effect and liquefying risk are encountered (Figure 4).

In order to determine the risk of earthquake in settlement areas, all the sources that have seismic activity must be detected and their future potential devastation capabilities must be estimated, Kramer (1996). For this reason, the ground properties must be known and modeled in detail.

The relationship between the resistance of normalized conic end (q_{nl}), friction rate (R_f) and liquefying potential used in CPT studies are important parameters in determining the liquefying potential (Nefeslioğlu et al., 2003).

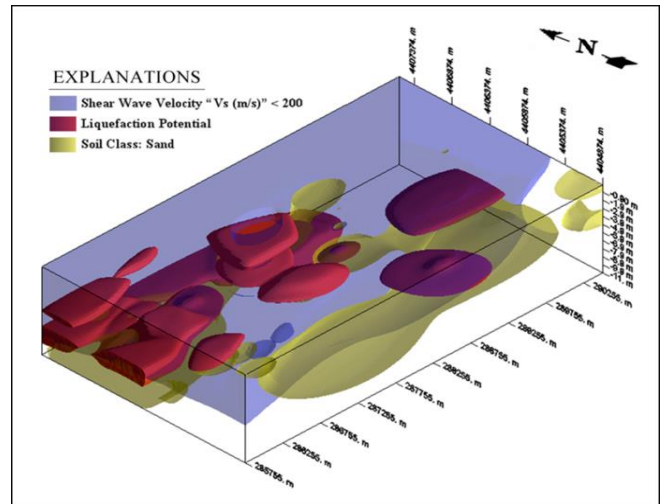


Figure 4. 3D Vs-liquefaction-sand distribution

0.5% R_f equals to approximately 5% fine grain rate and 1% R_f equals to about 10% fine grain rate. Therefore, R_f value can be used for characterization of fine grain rate. The fact that q_{lt} value is less than 15 Mpa and R_f value is less than 1% shows the liquefying potential (Suzuki et al., 1995). The potential of liquefaction was recoded from distribution map for building digital map of layers and graded in accordance with its contribution to the ground quality by CIAPRG methodology steps.

In context of this study, 25 drills and about 80 layers were used for creating a 3D model in terms of CIAPRG methodology applications. The areas where fine grain is lower than 35% and where sand is existent more than 40% yield unfavorable effects in terms of ground quality. It could be defined distribution of the sand (more than 40%) and fine grained (less than 35%) on different volumes of model thanks to CIAPRG methodology steps. Even if couldn't enough drills present on the target part of the study area, as artificially it could be made drills more than available drills on the 3D model at the related coordinates and could be modelling as 3D. While cutting the model volume from any levels horizontally, it could be produced, 2D distribution levels based on GIS applications. In terms of the underground components, thanks to CIAPRG methodology steps, this distributions could re-produced as a 2D map layer. In accordance with the objectives of the study, different 2D layers can be produced and spatial modeling can be made among themselves by based on GIS mentality. (Altan et al., 1999). In context of this study, digital map of the study area has been overlapped to the distribution of risky region layers in the model and these region effects on the ground quality have been recoded and graded by CIAPRG methodology application steps (Figure 5).

Ground types was classified in accordance with Robertson-1986 by modeling the data obtained from scientific research project related the CPT studies carried out by Anadolu University (Ayday et al., 2001). These ground classes have been recoded and graded again in accordance with the level of contribution to the ground quality in the context of this study in terms of CIAPRG methodology steps.

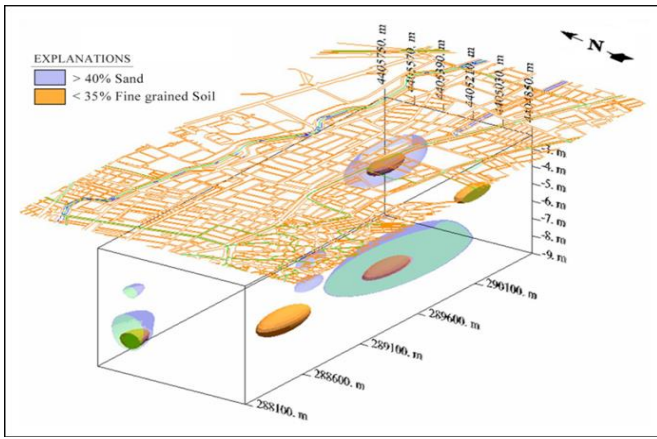


Figure 5. Overlapping 2D and 3D digital maps

The figures, q_{tl} and R_f , obtained from CPT data, exhibits different liquefying characteristics of attribute distributions depending upon the sort of the ground. It has been determined that the workspace includes the 7, 8 and 9 numbered sort of soil. Unified soil classification map have been prepared in accordance with the obtained data and within the scope of this study; the variables in the map graded and recoded in accordance with their effect on the soil quality by CIAPORG methodology.

3.3. Locational analysis and modeling

3.3.1. Spatial analysis with CIAPRG methodology for map layers

In context of this study, digital distribution relationally map layers have been re-produced for each of the contributors exhibited different qualities using analyzed data thanks to CIAPORG methodology steps. Superimposed maps have been used as contributor layers, which were classified and recoded, and the final ground quality distribution map have been generated by using CIAPRG methodology.

The superimpose process in terms of contribution of ground quality as an example for only one grid, located at the same coordinate in each contribution map, is shown in Figure 6. Thanks to the CIAPRG methodology applications, since the reproduced layers with the data obtained from field studies are defined in scaled, coordinated and projected, all areas and volumes examined on the digital map represent the facts in the field. The distribution maps in these layers can be superimposed by coordinated satellite image, and the spatial and volumetric characteristics of the study area can be revealed. This grading of ground quality and the effect assessment of residential areas when exposed to earthquake are exhibited with high resolution in artificial model scaled, rectified and projected.

The virtual model, which was produced from the analysis of the real field data, was re-coded and modeled again in terms of the total ground quality as a percent. These values, which were calculated, recoded and graded for each map, were generated for characterization of ground quality. All layers were overlapped with GIS techniques and effect parameter, re-analyzed, and modelled by CIAPRG methodology steps.

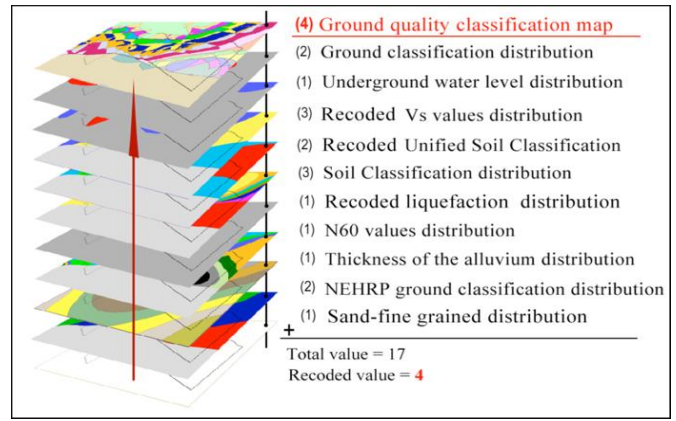


Figure 6. Example showing the superimposed process, in terms of contribution of ground quality, for one grid

Three-dimensional geographical modeling techniques were used in digital platform and the parameters affecting the ground quality are encoded again in the ratio of their contribution to the outcome by mapping one by one (Figure 6).

3.3.2. Determination of the number of storeys of the buildings in the study area

A pilot region consisting of 2 districts was designated for as the study area. The number of the storeys of 2713 buildings in the pilot region, consisting of the districts of Gökmeşdan and Kurtuluş, was determined and was linked to relational database. As a part of this study, all the building in the workspace were examined one by one at the whole region and their physical properties was determined and digitized, and their features data was saved to database in terms of CIAPRG methodology steps.

3.3.3. Constitute of ground quality map.

In this study, effect parameter figures (included the ground firmness degree, velocity of shear wave, ground class, alluvium thickness, the approximation of the underground water to the surface, soil, liquefying point, fine grain and sand percentages) was mapped and modelled in 2D and 3D in terms of their contributions to the ground quality. In the wake of micro zoning studies, workspace is divided into 20 categories and the area each category covers is determined in percentages. The 1st ground category is the hardest and 20th ground category is the weakest one, for each variable reduces the quality of the ground (Figure 7, 8).

4. Conclusion

As a result of our field and laboratory studies, a 3D model-based ground quality classification map containing the contribution levels of all considered parameters was produced. This map, exhibits potential risks in terms of ground stability, should be used effectively in local authority's housing efforts and all the physical properties layer by layer should be considered during construction based on CIAPRG modelling.

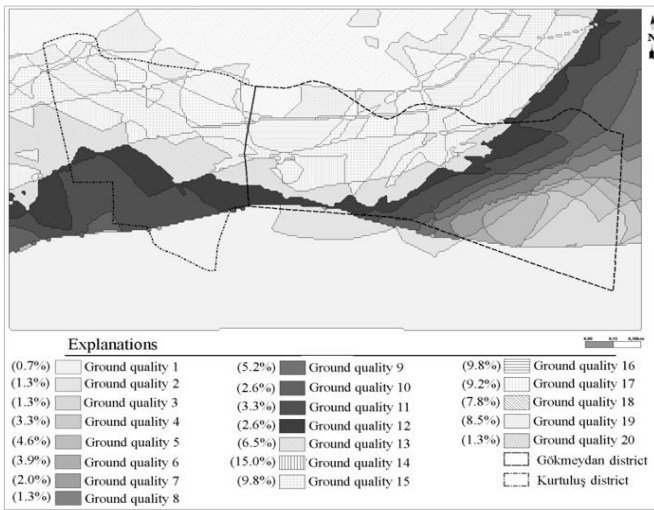


Figure 7. Ground quality classification map

In an attempt to evaluate the present condition of the workspace, in the map, vector polygons for each class was made by using positional modeling techniques and the buildings were determined in accordance with their ground class.

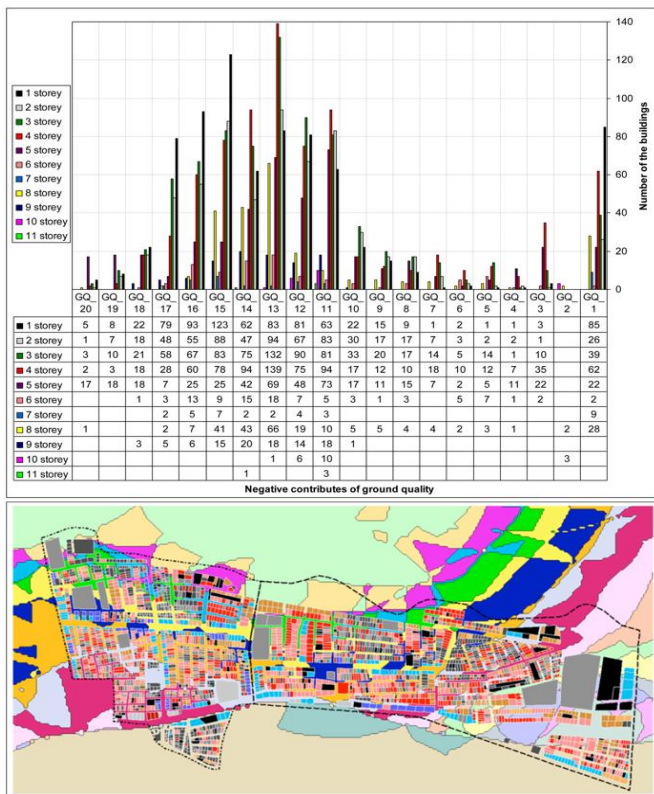


Figure 8. Overlap digital map of the studied area to model as virtually. (Storey-Ground quality classification relationship)

The distribution of ground classes according to the number of buildings and their height were examined statistically. Thanks to the CIAPRG analysis and modeling process steps, buildings with a selected degree of risk hazard could be found interactively on the database and could be mapped as a separate layer. For instance, using this digital map by CIAPRG steps, it could be separately mapped the buildings belongs to top priority risk like eight-storey with 20-point ground quality, eleven-storey

with 14-point ground quality, eleven and ten-storey with 11-point ground quality (Figure 9).

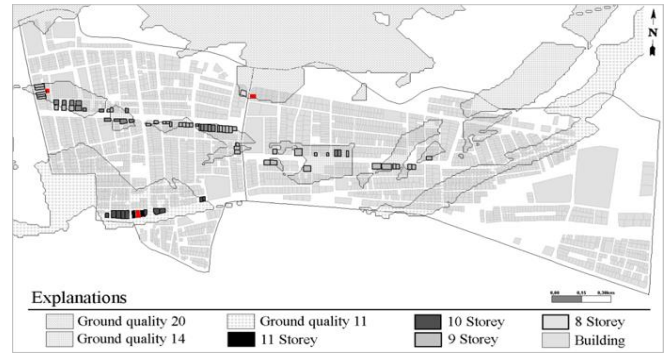


Figure 9. Relationship between risky buildings and ground quality



Figure 10. Relationship between ground quality and storeys

On the same coordinate ground quality and storey height have been gathered together and graded, and a new classification prepared (Figure 10). The map prepared at the end of this classification shows the risk in the settlement in the workspace in a way that involves the contribution of all parameters. Local authorities should be more cautious about buildings at the 8 to 10 graded scores and take necessary precautions in order to reduce risk.

Acknowledgments

This paper was supported by Eskişehir Technical University Scientific Research Projects Commission with project number 1404F204.

Author Contributions

Author1: Conceptualization, methodology, visualization, analysis and modeling. **Author2:** Review, edit, verify.

Statement of Conflicts of Interest

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

Research and publication ethics were complied with in the study.

References

- Altan, M., Ayyıldız, O., Malkoç, S., Yazıcı, B., & Koparal, S. (2016). Mapping of heavy metal contamination characteristics using CIAPRG methodology. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(2), 433–446. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1402_433446
- Altan, M., Öztürk, F., Gençler, G., & Ayday, C. (1999, October 18–22.). *Preparation of earthquake risk map of two districts of Eskişehir by using 3-dimensional geographic information systems techniques* [Symposium presentation]. International Conference on Earthquake Hazard and Risk in the Mediterranean Region, Near East University, Cyprus.
- Ayday, C., Altan, M., Nefeslioğlu, H., Canıgür, A., Yerel, S. & Tün, M. (2001). *Eskişehir Yerleşim yerinin yerleşim amaçlı jeolojik ve jeoteknik etüd raporu*. Anadolu Üniversitesi, Uydü ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü (in Turkish).
- Azdiken, S., & Çatalyürekli, E. (2001). *Eskişehir Odunpazarı Belediyesi Jeofizik rezistivite etüd raporu*. Odunpazarı Belediyesi, Eskişehir (in Turkish).
- Bauer, R. A., Kiefer, J., & Hester, N. (2001). Soil amplification maps for estimating earthquake ground motions in the central US. *Engineering Geology*, 62(1-3), 7-17. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(01\)00045-](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(01)00045-)
- Bonham–Carter, G. F. (1994). *Geographic Information Systems for Geoscientists*. Pergamon Press.
- Bozdağ, E. (2002). *Estimation of earthquake site effects by array processing of microtremors in Yeşilyurt and Avcılar* (Publication No. 126921) [Master's thesis, Istanbul Technical University]. YÖK National Thesis Center.
- Campanella, R. G., Robertson, P. K., & Gillespie, D. (1986). Seismic cone penetration test. *Proceedings of In Situ 86, A Specialty Conference on Use Of In Situ Tests In Geotechnical Engineering*, Blacksburg, Virginia.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall.
- Luna, R., & Jadi, H. (2000). Determination of dynamic soil properties using geophysical and NDT methodologies to transportation facilities and infrastructure. *St. Louis, MO*, 1-15.
- Nefeslioğlu, H., Tün, M., Ayday, C., & Gökten, M. (2003). Change detection of structures in the earthquake hazard zoning map of Eskişehir City, Turkey, by using satellite images. *2nd Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas*, Urban, Berlin, Germany.
- Street, R., Woolery, E., Wang, Z., & Harik, I. E. (1997). Soil classifications for estimating site-dependent response spectra and seismic coefficients for building code provisions in Western Kentucky. *Engineering Geology*, 46(3-4), 331–347. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(97\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(97)00010-0)
- Suzuki, Y., Tokimatsu, K., Koyamada, K., Taya, Y., & Kubota, Y. (1995). Field correlation of soil liquefaction based on CPT data. *Proceedings of the International Symposium on Cone Penetration Testing*, 538-588.
- Tün, M., Avdan, U., Altan, M., & Ayday, C. (2004, July 12–23). *Determination of characteristic site period and preliminary ground response analysis according to response by using GIS*. [Symposium presentation]. XX Congress International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS, İstanbul, Turkey.
- Tün, M., Avdan, U., Altan, M., & Ayday, C. (2005, Mart 23–25.). *SCPT'den elde edilen sıvılaşma potansiyeli ve makaslama dalgası hızı (Vs) haritalarının 3 boyutlu CBS yöntemi kullanılarak karşılaştırılması* [Sempozyum sunumu]. Deprem Sempozyumu Kocaeli, Türkiye (in Turkish).
- Tün, M., Avdan, U., Altan, M., Ayday, C., & Azdiken, S. (2004, Aralık 7–10). *Eskişehir yerleşim yerinde SCPT uygulaması ile NEHPR zemin sınıflaması* [Sempozyum sunumu]. Türkiye 16. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, Ankara, Türkiye (in Turkish).



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Spatiotemporal analysis of fatal earthquakes between 1800 and 2015 at a global scale

Kemal Gökkaya*¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Science Faculty, Department of Biology, Çanakkale, Turkey

Keywords

Spatiotemporal,
Earthquakes,
SaTScan,
Fatality,
Global



Research Article

Received: 06/09/2023

Revised: 27/11/2023

Accepted: 09/12/2023

Published: 25/12/2023

ABSTRACT

Earthquakes are catastrophic natural disasters and along with their aftereffects, they have caused significant fatalities, injuries and economic losses throughout history, and have changed the landscape physically. There is a need to understand the distribution and associated damage patterns of earthquakes to be better prepared and to ensure mitigation of damage in the future. This study analyses the spatial and spatiotemporal trends of earthquake occurrence and associated fatality at a global scale over the 215-year period between 1800 and 2015. Spatial and spatiotemporal analyses revealed that certain countries in Asia including Türkiye, China, India, Pakistan and Indonesia suffered the most both in terms of fatality and earthquake occurrence. There were significant spatiotemporal clusters of earthquake occurrence over this time period on the southern half of Asia, Türkiye and southwest Europe and northern Africa. The findings of the study provide a spatial and spatiotemporal characterization of fatal earthquakes and improve our understanding of these patterns at the global scale. Spatial analyses covering longer time intervals at regional and global scales should be undertaken in future studies to provide a more comprehensive understanding of earthquake occurrence and associated damage patterns.

1. Introduction

Throughout history, earthquakes and their associated aftershocks have resulted in a large number of injuries and deaths, as well as significant economic loss and changes in the physical landscape. Most earthquakes take place on major plate boundaries and in areas that are subject to stress from the movement of the plates (Shedlock & Pakiser, 1998). There is a need to understand the distribution of earthquakes and the associated damage resulting from them to be better prepared and to mitigate any damage in the future.

We have some understanding of spatial distributions and/or fatality associated with earthquakes at the country and regional levels particularly in certain seismically active regions. For example, Al-Ahmadi et al. (2014) analyzed spatial patterns of earthquake occurrence between 1900 and 2009 in the Red Sea to identify seismic clusters. Spatial analysis of earthquake occurrence and fatality in Türkiye for the period 1900 and 2015 was conducted by Gökkaya (2016). Province and region scale geostatistical analyses of earthquake occurrence in Türkiye were carried out by Akyürek & Arslan (2018) for the period 1900 and 2016 and Tağil & Alevkayalı (2013) for the period 1900 and 2012, respectively. Seismic activity around the island of

Cyprus for the period between 1900 and 2021 was spatially analyzed by Alevkayalı & Dindar (2022). Hashemi & Alesheikh (2011) analyzed the spatial and temporal trends of seismic activity since 1900 in Tehran, Iran. Annual mortality risk associated with earthquakes was modelled at the global scale by Li et al. (2015). Spatiotemporal characteristics of earthquakes have been addressed at the national and regional scales in a few studies. For example, Zohar et al. (2017) evaluated the spatial and temporal trends in earthquake occurrence and associated damage in Israel. Zheng-Xiang et al. (2005) analyzed shallow (focal depth ≤ 70 km) and strong ($M_s \geq 6.0$) earthquakes and fatality associated with them between 1901 and 2001 on mainland China. Benito et al. (2004) looked at the temporal and spatial trends of earthquakes in 2001 in El Salvador. Xu & Ouchi (1998) analyzed spatial and temporal characteristics of great earthquakes ($M_s \geq 8.0$) that occurred in Asia between 1934 and 1970. Utsu (1980) characterized the spatial and temporal distribution of earthquakes in Japan. In California, United States, Godano et al. (1999) tested a multifractal declustering method to predict spatiotemporal distribution of earthquakes between 1975 and 1995.

It is obvious from the abovementioned studies that a spatiotemporal analysis of earthquakes, i.e., how they are distributed through time and space, at a global scale

*Corresponding Author

^{*}(gokkayak@gmail.com) ORCID 0000-0001-8980-5072

Cite this article

Gökkaya, K. (2023). Spatiotemporal analysis of fatal earthquakes between 1800 and 2015 at a global scale. *Turkey Geographic Information Systems Journal*, 5(2), 92-100.

is missing. Having information on the spatial and spatiotemporal patterns of earthquake occurrence and associated damage is important and necessary for a) filling the missing knowledge gap in terms of basic science, and b) better preparedness and damage mitigation for future earthquakes in terms of policy and practical aspect. In this study, the earthquakes that took place since 1800 which resulted in fatality at a global scale were examined. Specific objectives are to i) analyze the spatial patterns of earthquake occurrence and associated death at the country level, and ii) investigate the spatiotemporal patterns of earthquake occurrence. Findings are expected to improve our understanding of global trends of earthquake occurrence and associated fatality in a spatiotemporal context.

2. Materials and methods

2.1. Data

The earthquake data were acquired from National Centers for Environmental Information, Significant Earthquakes Database (NOAA, 2021). Only those earthquakes which caused death directly from the earthquake (i.e., excluding the earthquakes with fatality that only was caused by secondary effects like tsunamis and landslides) between 1800 and 2015 were considered. Shapefiles with global administrative units at the country level were downloaded from the Global Administrative Areas website and then converted to Equidistant Azimuthal projection (GADM, 2021). This distance preserving projection allowed accurate spatial statistical calculations. Next, earthquake location point shapefile was joined to the global countries polygon shapefile by summing number of earthquakes and fatality. Finally, histogram of earthquake magnitude was generated to obtain descriptive characteristics.

2.2. Spatial analysis

Average nearest neighbor (ANN) analysis was used to test whether earthquake distribution had a clustered pattern. In this analysis, the distances between each feature centroid and its nearest neighbor's centroid are measured and then all these nearest neighbor distances are averaged. The ANN ratio is calculated by dividing the observed average distance by the expected average distance according to the formulae below:

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E} \quad (1)$$

where \bar{D}_O is the observed mean distance between each feature and its nearest neighbour:

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (2)$$

and \bar{D}_E is the expected mean distance for the features given in a random pattern:

$$\bar{D}_E = \frac{0,5}{\sqrt{n/A}} \quad (3)$$

here d_i represents the distance between feature i and its nearest neighbouring feature,

n corresponds to the total number of features, and A is the area of a minimum enclosing rectangle around all features, or a user-specified area value.

If the average distance is less than the average for a hypothetical random distribution (i.e., when the ANN ratio is less than 1), the distribution pattern is considered clustered. If the average distance is greater than the average for a hypothetical random distribution (i.e., when the ANN ratio is greater than 1), the distribution pattern is considered dispersed (Rogerson, 2015).

Statistically significant clusters and outliers of earthquake occurrence and fatality at the country level were identified using the Anselin Local Moran's I statistic (Anselin, 1995). The Local Moran's I coefficient for the i observation is defined with the formula:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x})}{\sigma^2} \quad (4)$$

where n is the number of spatial objects (the number of points or polygons), x_i are the values of the variable for the compared objects, \bar{x} it is the mean value of the variable for all objects, w_{ij} is the spatial weight between feature i and j , and σ^2 is the variance, which is calculated as follows:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (5)$$

This statistic was preferred over hot spot analysis because it also allows for the identification of outliers. A positive I value indicates that a feature is surrounded by features that have similarly high or low values, i.e., it belongs to a cluster. A negative value for I indicates that a feature is surrounded by features with dissimilar values, i.e., an outlier. Z-scores and p-values were then calculated, which are used to determine significance. A p-value of 0.05 was used as the significance threshold. In addition, a fixed distance band spatial relationship with a Euclidean distance (i.e., straight line distance) and a 4971835 m threshold distance was used in the analysis. The threshold distance (i.e., the distance at which the spatial autocorrelation is maximized) was determined using an incremental spatial autocorrelation function.

2.3. Spatiotemporal analysis

Earthquake occurrence data between 1800 and 2015 were analyzed using space-time scan statistics to understand the spatiotemporal patterns of the data. The open source SaTScan software with the retrospective space-time analysis with a space-time permutation probability model was employed to identify clusters. In this analysis, the space-time permutation only requires case data with spatial location and time information. A cluster in a geographical area is identified if during a specific time period, that area has a higher proportion of its cases in that time period compared to the remaining geographical areas. This is done by comparing the number of observed cases in a cluster to what would have been expected if the spatial and temporal locations of all cases were independent of each other so that there is no space-time interaction. The analysis uses a

cylindrical window, in which the circular or elliptical base corresponds to space and the height represents the time period of potential clusters. Then, the cylindrical window is moved in space and time, ensuring that each possible time period is considered for each possible geographical location and size. As a result, an infinite number of overlapping cylinders of different size and shape (each of which represents a possible cluster), jointly covering the entire study region are obtained. The significance of identified space-time clusters is determined by the p-value, which is calculated with the Monte Carlo replication. SaTScan performs simulations to generate a number of random replications of the dataset. The null hypothesis is that there are no clusters and it's rejected if the maximum likelihood ratio calculated for the most likely cluster in the dataset is greater than the maximum likelihood ratios calculated for the most likely clusters in the random dataset (Kulldorff, 2015).

In the space-time permutation model, the likelihood ratio function approximates a Poisson distribution. The Poisson generalized likelihood ratio (GLR) is used to test the null hypothesis (Kulldorff et al. 2005). The Poisson GLR is obtained by the following formula:

$$\left(\frac{c}{E[c]}\right)^c \left(\frac{C-c}{C-E[c]}\right)^{C-c} I() \quad (6)$$

where C is the total number of cases, c is the observed number of cases within the window, $E[c]$ is the expected number of cases within the window under the null-hypothesis, $C - E[c]$ is the expected number of cases outside the window, and $I()$ is an indicator function set to 1 when SaTScan scans for clusters with either high or low rates.

Among the many windows evaluated, the one with the maximum GLR constitutes the space-time cluster of cases that is the least likely to be a chance occurrence (Kulldorf et al. 2005). A more in-depth statistical discussion of the space-time permutation model can be found in Kulldorf et al. 2005.

One of the outputs of SaTScan analysis is a shapefile showing the identified clusters. The attribute table of this shapefile includes information about the cluster

centroids, cluster radius, start and end date of time interval of the cluster, the number of earthquakes in that cluster and the associated p value. This cluster shapefile was overlaid the countries and earthquake occurrence layers to generate the spatiotemporal cluster map.

3. Results and discussion

3.1. Descriptive statistics

There were 1558 earthquakes resulting in fatality between 1800 and 2015. Magnitude of these earthquakes displayed a normal distribution with an average of 6.4 with 5.8 and 7.1 representing the 25th and 75th percentiles, respectively (Figure 1). The total death toll associated with the earthquakes over this time period was 2731370. Haiti was by far the country that suffered the most in terms of fatality per earthquake with only four earthquakes resulting in approximately 321000 deaths. Turkmenistan and Armenia followed Haiti which had 36803 and 13945 fatalities per earthquake, respectively (Appendix 1).

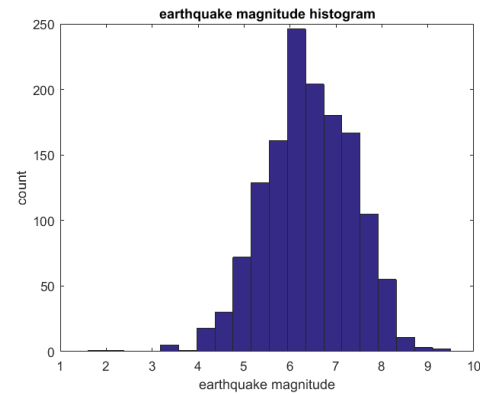


Figure 1. Histogram showing the magnitudes of the earthquakes between 1800 and 2015

3.2. Spatial patterns

Earthquake distribution was very significantly ($p \approx 0$) clustered and concentrated around plate boundary lines in Asia, Europe, Oceania, Africa and North, Central and South America (Figure 2).

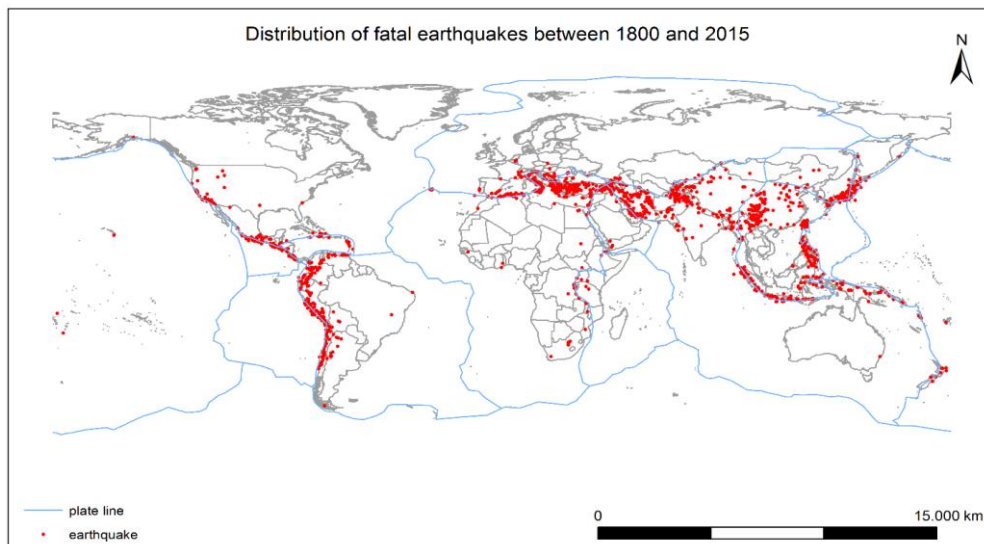


Figure 2. Global distribution of fatal earthquakes that occurred between 1800 and 2015

Only nine countries were significant clusters or outliers of fatality resulting from the earthquakes between 1800 and 2015. In these countries, 2170820 people died, which accounts for 79% of the total death toll over 215 years (Table 1).

Table 1. Countries that are significant clusters of fatality resulting from the earthquakes between 1800 and 2015

Country	Total fatality	p value	Cluster type
China	732126	≈ 0*	HH
Japan	224831	≈ 0*	HH
Pakistan	157996	≈ 0*	HH
Iran	249573	≈ 0*	HH
Haiti	321006	≈ 0*	HL
Turkmenistan	110411	≈ 0*	HH
Italy	149611	4.1x10 ⁻³	HL
India	61470	0,01	HH
Türkiye	163796	0,05	HL

*High-high (HH) clusters refer to those countries with high fatality values which also are surrounded by countries with high fatality values while high-low (HL) outliers refer to those countries with high fatality values which are surrounded by countries with low fatality values. p values smaller than the order of 10⁻³ are expressed as ≈ 0

All the countries were located in Asia with the exception of Italy and Haiti. Japan, China, India, Pakistan, Iran and Turkmenistan were high-high clusters, indicating that the countries around them also had high fatalities. On the other hand, Italy, Türkiye and Haiti were high-low outliers, surrounded by countries with low fatalities (Figure 3). Some of these countries identified in this study as high-high clusters like India, China, Pakistan, Iran, and Turkmenistan also were found to have high annual earthquake mortality risk by Li et al. (2015).

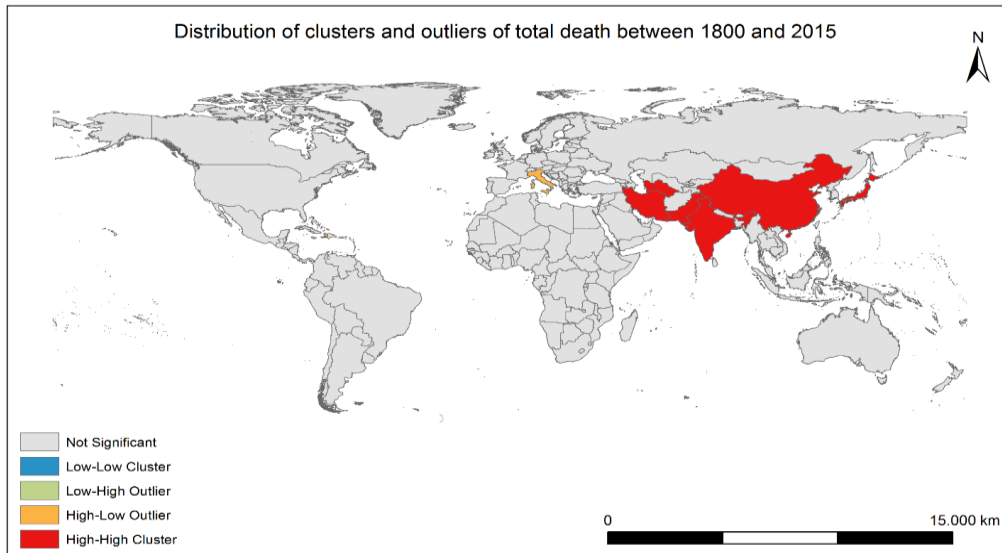


Figure 3. Distribution of countries that are clusters and outliers of total death resulting from the earthquakes between 1800 and 2015

Fourteen countries were significant clusters or outliers of earthquake occurrence over the 215 year period. Total number of earthquakes in these countries, 1056, made up 68% of the total occurrence (Table 2).

Table 2. Countries that are significant clusters of earthquake occurrence between 1800 and 2015

Country	Total fatality	p value	Cluster type
China	174	≈ 0*	HH
Iran	149	≈ 0*	HH
Japan	81	≈ 0*	HH
Türkiye	129	≈ 0*	HL
Taiwan	57	≈ 0*	HH
Italy	69	1.3x10 ⁻³	HL
Pakistan	31	1.8x10 ⁻³	HH
Afghanistan	32	4.5x10 ⁻³	HH
India	31	0,01	HH
Indonesia	101	0,03	HL
Peru	61	0,04	HL
Greece	61	0,04	HL
Mexico	51	0,06	HL
Algeria	29	0,08	HL

*High-high (HH) clusters refer to those countries with high values of earthquake occurrence which also are surrounded by countries with high values of earthquake occurrence while high-low (HL) outliers refer to those countries with high values of earthquake occurrence which are surrounded by countries with low values of earthquake occurrence. p values smaller than the order of 10⁻³ are expressed as ≈ 0

Most of the countries that had high fatality also were clusters or outliers of earthquake occurrence. Additional countries that had significant clusters of earthquakes but not significant clusters of fatality included: Algeria in Africa; Mexico and Peru in the Americas; Taiwan, Indonesia, Afghanistan in Asia; and Greece in Europe. Unlike the fatality patterns, Turkmenistan and Haiti did not show significant clusters of earthquake occurrence. This is reflected in their very high fatality rates (Appendix 1). Indonesia, Türkiye, Greece, Italy, Algeria, Peru and Mexico were significant outliers surrounded by countries that had a small number of earthquakes. Similar to the pattern in fatality, most of the countries identified in Asia were surrounded by countries that also had a high number of earthquake occurrence (Figure 4).

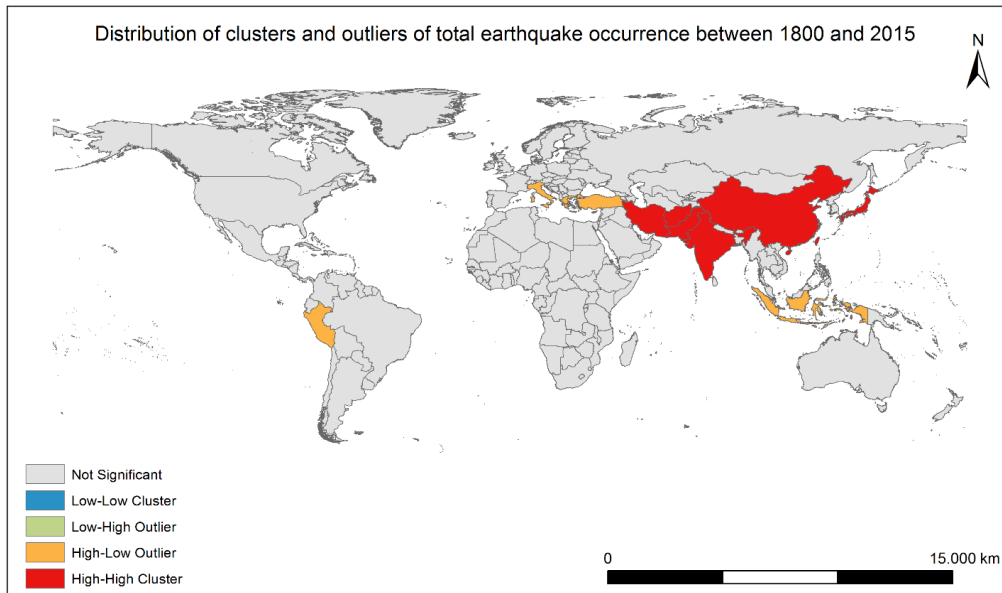


Figure 4. Distribution of countries that are clusters and outliers of total earthquake occurrence between 1800 and 2015

3.3. Spatiotemporal analysis of earthquake occurrence

Spatiotemporal analysis identified 12 clusters, most of which were centered over Asia. Three of them were

over Türkiye and one of them was over Iran. There was one in Central America over Guatemala and El Salvador, and two in South America, one between Argentina and Chile border and the other one at the tip of the continent. However, only four of these 12 clusters were significant. They are indicated in blue circles in Figure 5.

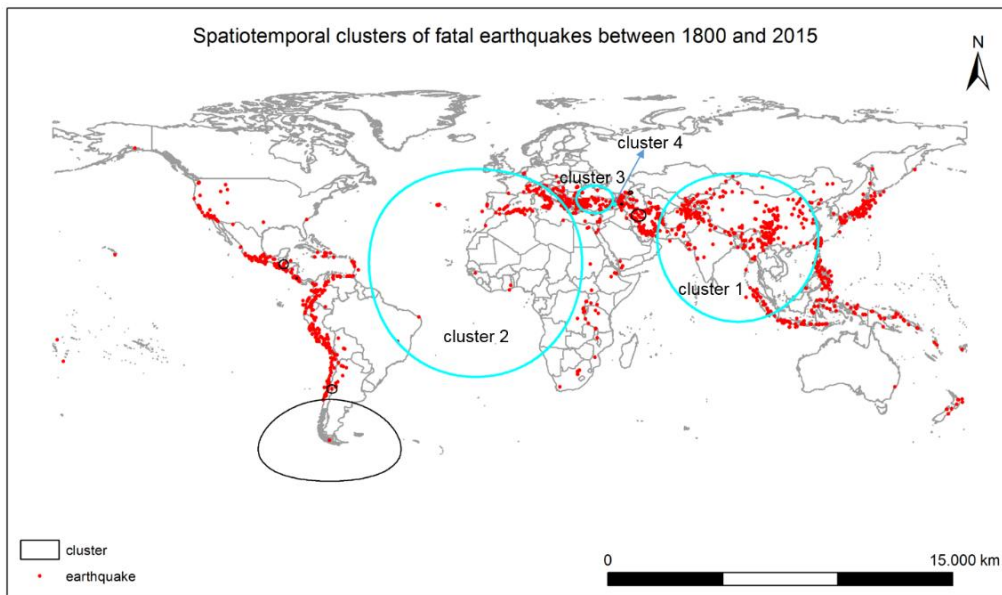


Figure 5. Spatiotemporal clusters of fatal earthquakes between 1800 and 2015. The clusters highlighted in blue are significant spatiotemporal clusters

Cluster 1 centered over the southern half of Asia included 374 earthquakes that occurred between 1996 and 2015 over a 20 year period resulting in 815697 deaths, or 30% of the total death toll over the 215 year period. The locations of the earthquakes were scattered across the countries identified as high clusters of earthquake occurrence and/or fatality such as India, China, Afghanistan, Pakistan, Tajikistan, Nepal and Indonesia. The other significant geographically large cluster, (cluster 2) covered Western Europe, western portion of Africa and eastern section of Brazil and the Azores in the Atlantic. There were 141 earthquakes in this cluster which corresponded to a 75 year period

between 1817 and 1891 resulting in 184295 deaths, i.e., 7% of the total death toll over the 215 year period. Almost all of the earthquakes occurred in the Mediterranean basin including Italy, western Greece, northern Libya and southern Spain. Cluster 3 was mostly over Türkiye and the Black Sea. This cluster corresponded to an eight year period between 1938 and 1945 during which 80 earthquakes occurred, all of which were in Türkiye. The last significant cluster, cluster 4, was located in eastern Türkiye corresponding to a one year period in 1966 during which four earthquakes occurred (Table 3). The high frequency of earthquake occurrence in Türkiye also was observed through

spatiotemporal analysis by Gökaya (2016). Two significant clusters were identified over a 112 year period extending from 1900 to 2012.

It's also interesting that there were no significant spatiotemporal clusters in Central or Southern America despite the large number of earthquakes and clusters being identified there.

Table 3. Characteristics of the clusters identified by the spatiotemporal analysis

Cluster	Start date	End date	Number of earthquakes	p value
1	01.01.1996	31.12.2015	374	≈ 0*
2	01.01.1817	31.12.1891	141	≈ 0*
3	01.01.1938	31.12.1945	80	≈ 0*
4	01.01.1966	31.12.1966	4	0.03
5	01.01.1957	31.12.1963	21	0.34
6	01.01.1985	31.12.1985	8	0.35
7	01.01.1949	31.12.1949	3	0.36
8	01.01.1976	31.12.1977	3	0.44
9	01.01.1873	31.12.1874	13	0.75
10	01.01.1871	31.12.1872	1	0.99
11	01.01.1910	31.12.1910	2	0.99
12	01.01.1830	31.12.1830	2	0.99

*p values smaller than the order of 10⁻³ are expressed as ≈ 0

The earthquake dataset utilized in this study is by no means exhaustive. The current study only considers those earthquakes in which death was attributed to the immediate earthquake in the vicinity of the epicenter. Therefore, some major earthquakes that caused significant fatality due to tsunamis far from the epicenter such as the Papua New Guinea earthquake that took place on July 17, 1998 were not considered. However, this is not likely to change the spatial and spatiotemporal patterns identified in this study because there are only a few earthquakes that were not included in the study. A very significant portion of the earthquakes that caused fatality are aligned on and/or in the vicinity of the major plate boundaries.

There are numerous seismic, geologic and site-specific factors like the earthquake magnitude, seismic wave attenuation, geological structure of the affected area, type and quality of construction, the closeness of the earthquake epicenter location to urbanized and industrialized centers, population density, and time of earthquake occurrence which all impact the damage and fatality caused by an earthquake. These factors were not considered in the current study, which focuses on the spatial and spatiotemporal analysis of global earthquake occurrence and associated fatality.

This study was conducted at the country scale but global geospatial analyses at finer geographic units like states and provinces would provide more detailed information on the occurrence and fatality patterns of earthquakes.

4. Conclusions

The global distribution of fatal earthquakes is significantly clustered around plate boundaries. Asia was impacted the most by earthquakes over the 215 year period between 1800 and 2015. In particular certain

countries in Asia like Türkiye, China, India, Pakistan and Indonesia suffered the most both in terms of fatality and earthquake occurrence as shown by spatial and spatiotemporal analyses. There were significant spatiotemporal clusters of earthquake occurrence over this time period on southern half of Asia, Türkiye and southwest Europe and northern Africa. The findings of the study provide a spatial and spatiotemporal characterization of fatal earthquakes and improve our understanding of these patterns at the global scale. The information gained from the study will be useful to better plan for future earthquakes and mitigate the associated damage. Spatial analyses covering longer time intervals at regional and global scales should be undertaken in future studies to provide a more comprehensive understanding of earthquake occurrence and associated damage patterns as well as examining the relationship between fatality and factors contributing to it.

Author Contributions

A single author carried out the study.

Statement of Conflicts of Interest

The author declares no conflicts of interest.

Statement of Research and Publication Ethics

Research and publication ethics were complied with in the study.

References

- Akyürek, Ö., & Arslan, O. (2018). Spatial statistical analysis of historical earthquakes (1900- 2016) in Kocaeli province and its surroundings. *Journal of Geomatics*, 3(1), 48-62. <https://doi.org/10.29128/geomatik.333104>
- Al-Ahmadi, K., Al-Amri, A., & See, L. (2014). A spatial statistical analysis of the occurrence of earthquakes along the Red Sea floor spreading: clusters of seismicity. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 2893-2904. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0974-6>
- Alevkayalı, Ç., & Dindar, H. (2022) Spatial and temporal distribution of earthquakes in Cyprus and its surroundings: A geostatistical approach. *Bulletin For Earth Sciences*, 43(3), 197-211. <https://doi.org/10.17824/yerbilimleri.1008258>
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27, 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Benito, B., Cepeda, J. M., & Martinez Diaz, J. J. (2004). Analysis of the spatial and temporal distribution of the 2001 earthquakes in El Salvador. *Geological Society of America Special Paper* 375, 1-18.
- GADM. (2021). *Global administrative areas*. Retrieved October 17, 2021, from https://gadm.org/download_country.html
- Godano, C., Tosi, P., Derubeis, V., & Augliera, P. (1999). Scaling properties of the spatio-temporal

- distribution of earthquakes: a multifractal approach applied to a Californian catalogue. *Geophysical Journal International*, 136(1), 99-108. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246X.1999.00697.x>
- Gökkaya, K. (2016). Geographic analysis of earthquake damage in Türkiye between 1900 and 2012. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7 (6), 1948-1961. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1171259>
- Hashemi, M., & Alesheikh, A. (2011). *Spatio-temporal analysis of Tehran's historical earthquakes trends. In advancing geoinformation science for a changing world*. Springer.
- Kulldorff, M., Heffernan, R., Hartman, J., Assunção, R., & Mostashari, F. (2005). A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS Medicine*, 2 (3), e59. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020059>
- Kulldorff, M. (2015). *SaTScanTM user guide for version 9.4*. SaTScan.
- Li, M., Zhenhua, Z., Xu, G., & Shi, P. (2015). *Mapping earthquake risk of the world in world atlas of natural disaster risk*. Springer.
- NOAA. (2021) *National Geophysical Data Center / World Data Service (NGDC/WDS): NCEI/WDS Global Significant Earthquake Database*. Retrieved September 10, 2021, from <https://doi.org/10.7289/V5TD9V7K>
- Rogerson, P. (2015). *Statistical methods for geography: A student's guide. 4th edition*. SAGE Publications.
- Shedlock, K. M., & Pakiser, C. L. (1998). *Earthquakes. USGS report*, p. 2. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Tağlı, Ş., & Alevkayalı, Ç. (2013). Earthquake spatial distribution in the egean region, Turkey: The geostatistical approach. *The Journal of International Social Research*, 6(28), 370-379.
- Utsu, T. (1980). Spatial and temporal distribution of low-frequency earthquakes in Japan. *Journal of Physics of the Earth*, 28, 361-384. <https://doi.org/10.4294/jpe1952.28.361>
- Xu, D. Y., & Ouchi, T. (1998). Spatiotemporal ordering of great earthquakes (M>=8.0) in Asia during 1934-1970 years. *Kobe University Departmental Bulletin Paper*, 2, 159-170.
- Zheng-Xiang, F., Gui-Ping, L., Hui-Cheng, S., & Xiang, D. (2005). An overview on shallow strong earthquake activity and earthquake live losses of Chinese mainland in the centenary from 1901 to 2001. *Acta Seismologica Sinica*, 18, 392-401. <https://doi.org/10.1007/s11589-005-0016->
- Zohar, M., Salamon, A., & Rubin, R. (2017). Earthquake damage history in Israel and its close surrounding-evaluation of spatial and temporal patterns. *Tectonophysics*, 696-697, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.12.015>

Appendix

Appendix 1. The number of earthquakes and associated fatality by country between 1800 and 2015

Country	Continent	Total number of earthquakes	Total fatality	Fatality per earthquake
Afghanistan	Asia	32	12964	405
Armenia	Asia	2	27890	13945
Azerbaijan	Asia	4	218	54
Bangladesh	Asia	4	11	2
Bhutan	Asia	1	11	11
China	Asia	174	732126	4207
Georgia	Asia	6	548	91
India	Asia	31	61470	1982
Indonesia	Asia	101	34788	344
Iran	Asia	149	249573	1674
Iraq	Asia	2	120	60
Israel	Asia	2	8000	4000
Japan	Asia	81	224831	2775
Kazakhstan	Asia	4	463	115
Kyrgyzstan	Asia	5	267	53
Malaysia	Asia	2	19	9
Mongolia	Asia	1	30	30
Myanmar	Asia	12	1181	98
Nepal	Asia	6	20288	3381
Pakistan	Asia	31	157996	5096
Palestine	Asia	2	288	144
Philippines	Asia	41	5397	131
Russia	Asia	9	2470	274
South Korea	Asia	1	9	9
Syria	Asia	1	148	148
Taiwan	Asia	57	14485	254
Tajikistan	Asia	10	4089	408
Türkiye	Asia	129	163796	1269

Continuation of appendix 1

Country	Continent	Total number of earthquakes	Total fatality	Fatality per earthquake
Turkmenistan	Asia	3	110411	36803
Uzbekistan	Asia	4	16894	4223
Yemen	Asia	3	4011	1337
Albania	Europe	16	3432	214
Belgium	Europe	2	3	1
Bosnia and Herzegovina	Europe	5	47	9
Bulgaria	Europe	4	138	34
Croatia	Europe	3	8	2
Cyprus	Europe	2	42	21
Czech Republic	Europe	1	2	2
France	Europe	8	5064	633
Greece	Europe	61	13608	223
Hungary	Europe	1	2	2
Italy	Europe	69	149611	2168
Kosovo	Europe	1	1	1
Macedonia	Europe	3	1100	366
Montenegro	Europe	2	132	66
Portugal	Europe	7	138	19
Romania	Europe	5	2659	531
Serbia	Europe	3	6	2
Slovenia	Europe	3	9	3
Spain	Europe	5	2924	584
Switzerland	Europe	1	1	1
Ukraine	Europe	1	11	11
Algeria	Africa	29	16308	562
Burundi	Africa	1	3	3
Democratic Republic of the Congo	Africa	5	75	15
Djibouti	Africa	1	2	2
Egypt	Africa	5	766	153
Ethiopia	Africa	2	70	35
Ghana	Africa	2	25	12
Guinea	Africa	1	443	443
Kenya	Africa	1	1	1
Libya	Africa	1	300	300
Malawi	Africa	3	13	4
Morocco	Africa	3	13828	4609
Mozambique	Africa	1	4	4
Rwanda	Africa	1	1	1
South Africa	Africa	8	48	6
South Sudan	Africa	1	31	31
Sudan	Africa	1	2	2
Tanzania	Africa	4	11	2
Tunisia	Africa	1	13	13
Uganda	Africa	3	152	50
Barbados	N. America	1	3000	3000
Costa Rica	N. America	14	2653	189
Cuba	N. America	1	8	8
Dominican Republic	N. America	2	8	4
El Salvador	N. America	12	6029	502
Guatemala	N. America	15	28082	1872
Haiti	N. America	4	321006	80251
Honduras	N. America	2	10	5
Jamaica	N. America	1	1000	1000
Martinique	N. America	2	391	195
Mexico	N. America	51	12143	238
Nicaragua	N. America	4	13457	3364

Continuation of appendix 1

Country	Continent	Total number of earthquakes	Total fatality	Fatality per earthquake
Panama	N. America	2	13	6
United States	N. America	38	1362	35
Argentina	S. America	9	22519	2502
Bolivia	S. America	4	115	28
Brazil	S. America	2	2	1
Chile	S. America	45	63246	1405
Colombia	S. America	36	5653	157
Ecuador	S. America	16	82310	5144
Peru	S. America	61	70412	1154
Trinidad and Tobago	S. America	1	1	1
Venezuela	S. America	15	28349	1889
Australia	Australia	1	12	12
Fiji	Australia	1	2	2
New Zealand	Australia	10	465	46
Papua New Guinea	Australia	15	3183	212
Solomon Islands	Australia	3	106	35
Tonga	Australia	1	1	1
Vanuatu	Australia	2	6	3
Total		1558	2731370	

**Only those countries with earthquake occurrence are listed*



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis>

e-ISSN:2687-5179



Mekânsal teknoloji aracı olarak “story map” in eğitim ortamlarında kullanımı: alanyazın incelemesi

Ebru Gençtürk Güven*¹, Enes Küçük², Fidaye Cincil²

¹Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi, Söğütü/Trabzon, Türkiye

²Trabzon Üniversitesi Doktora öğrencisi, Söğütü/Trabzon, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Eğitim Teknolojisi,
Mekânsal Teknolojiler,
ESRI,
Story Map,
Sistematiik İnceleme

ÖZ

Mekânsal teknolojilerin eğitim ortamlarında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada mekânsal teknoloji aracı olarak gösterilen ve ESRI tarafından geliştirilen “story map” uygulamasının eğitim ortamlarında kullanımını konu edinen çalışmalar sistematiik olarak incelenmiştir. Web tabanlı bir uygulama olan story map, verileri görselleştirmeye, mekânsal analiz yapmaya ve araştırılan konuyu hikâyeleştirerek anlatmaya yarayan bir sunu aracıdır. Story map sunduğu zenginleştirilmiş içerik ve uygulama şablonlarıyla öğretmen ve öğrenciler için vazgeçilmez bir teknoloji aracı olarak görülmektedir. Araştırmanın amacına uygun olarak öncelikle Academia, Google Scholar, ERIC, Researchgate, Semantic Scholar, SCI-HUB, ProQuest, Taylor&Francis, Wiley ve YÖK Tez veri tabanlarında “ESRI Story Map” AND “Education”, “ESRI Story Map” AND “Educational technology”, anahtar kelimeleri kullanılarak alanyazın taraması yapılmıştır. Yapılan tarama sonucunda 2014-2023 yılları arasında yayımlanmış 31 çalışmanın tümüne ulaşılmıştır. Ulaşılan çalışmalar araştırma yöntemine, örneklem grubuna, veri toplama araçlarına, çalışma alanına göre betimsel içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın sonucunda mevcut çalışmaların çoğunluğunun nitel (22) ve coğrafya alanında olduğu, bununla birlikte tarih, topoğrafya, sosyal bilgiler alanlarında ve story map aracının eğitim ortamlarında kullanmanın gerekliliğini kuramsal düzeyde ele alan çalışmalara da rastlanmıştır.

Use of the “story map” in educational settings as a spatial technology tool: a review of the literature

Keywords

Education Technologies,
Spatial Technologies,
ESRI,
Story Map,
Systematic Review



Derleme Makale

Geliş: 31/10/2023
Revize: 10/10/2023
Kabul: 07/12/2023
Yayınlama: 25/12/2023

ABSTRACT

The use of spatial technologies is becoming increasingly widespread in educational settings. In the present study, previous studies conducted on the use of the “Story Map” application, which is shown as a spatial technology tool and developed by ESRI, in educational settings were examined systematically. Story Map, which is a web-based application, is a presentation tool that helps visualize data, perform spatial analysis, and tell stories about the topic investigated. Story map is considered an indispensable technology tool for teachers and students with its enriched contents and application templates. In line with the purpose of the study, firstly, a literature review was conducted by using the keywords “ESRI Story Map” AND “Education”, “ESRI Story Map” AND “Educational technology” were searched in Academia, Google Scholar, ERIC, Researchgate, Semantic Scholar, SCI-HUB, ProQuest, and YOK Thesis databases. As a result of the review, a total of 31 studies that were published between 2014 and 2023 were found. These studies were analyzed according to research methods, sample groups, data collection tools, and study fields. As a result of the study, it was found that the majority of the present studies were qualitative (22) and in the field of geography, there were also studies in the fields of history, topography and social studies, and there were some studies addressing the necessity of using Story Maps in educational settings at a theoretical level.

*Sorumlu Yazar

(egencturk@trabzon.edu.tr) ORCID 0000-0002-4606-6449
(kkosmanoglu@outlook.com) ORCID 0000-0002-5197-9998
(fidayecincil@gmail.com) ORCID 0000-0002-6199-370X

Kaynak göster

Güven, E. G., Küçük, E., & Cincil, F. (2023). Mekânsal teknoloji aracı olarak “story map” in eğitim ortamlarında kullanımı: alanyazın incelemesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(2), 101-111.

1. Giriş

İnsanlar, yeryüzünden ihtiyaçları doğrultusunda yararlanmakta, ihtiyaçlarının artışına paralel olarak da mekânı (spatial) yoğun olarak kullanmaktadırlar. Coğrafya, mekânla insan arasındaki bu ilişkilerin karşılıklı etkileşimini inceleyen bilim olarak tanımlanmaktadır (Welton & Mallon, 1999). Bu karşılıklı ilişkiden kaynaklanan problemleri çözmek için ise coğrafi bilgiye ihtiyaç vardır. Bu nedenle coğrafi bilgi günlük hayatta sürekli ihtiyaç duyulan ve kullanılan bilgi türü haline gelmiştir (Parker, 2001). Küreselleşmenin de etkisiyle insanlar doğal problemlerle daha çok karşılaşmaktadırlar. Bir yandan hemen hemen her gün, yeryüzünün farklı bölgelerinde sismik, meteorolojik ve çevresel kaynaklı doğal afetler yaşanmaktadır. Diğer yandan, artan doğum oranları, iç savaşlar, siyasi ve ekonomik problemler nedeniyle yaşanan kitlesel göç hareketleri, yerel olduğu kadar küresel olarak da yaşadığımız dünyayı etkilemektedir. Yaşanan tüm bu problemleri anlamlandırmak, coğrafi bir bakış açısına ve coğrafi bilince sahip olmayı gerektirir (Kerski, 2015). Bu bağlamda mekânı doğru algılayan, mekânsal düşünme becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesinde eğitimin önemi giderek artmaktadır. Dijital çağın öğrenme ve öğretme geleneklerimizi derinden etkilediği ve değişime zorladığı bilinmektedir. Günümüzde öğrencilere bu becerileri kazandırma noktasında mekânsal teknolojiler önemli bir rol oynamaktadır. Mekânsal teknolojiler denilince, GPS (Global Position System), Uzaktan Algılama (Remote Sensing), Google Earth, GIS (Geographic Information System), 3D görselleştirme vb. araçlar akla gelmektedir. Bu araçlar mekânsal veri oluşturma, elde etme, görüntüleme ve bu verileri analiz etme kapasitesine sahiptir (Hammond, 2014; McInerney, 2008).

Mekânsal teknolojiler, adres tespiti ve alışveriş yapma gibi gündelik ihtiyaçların yanı sıra (Bednarz & Kemp, 2011) sınıf ortamında da öğrencilerin harita ve grafiksel araçların (grafik, diyagram, vb.) ötesine geçmelerine imkân vererek, mekânsal düşüncelerini sağlamaktadır. Öğrenciler, mekânsal teknolojiler sayesinde dinamik bir veriyi çeşitli katmanlar ve ölçeklerde farklı formatlar kullanarak (uzaktan algılanmış görseller, hava veya uydu görüntüleri, CBS, Google Earth), inceleyebilmektedir. Mekânsal verileri teknolojiler sayesinde derinlemesine analiz edebilme imkânı bulan öğrencilerin, mekânsal düşünme becerilerinin geliştiği belirtilmektedir (Mohan et al., 2014). Mekânsal düşünme becerileri gelişen öğrenciler mekâna ait; konuları, pozisyonları, uzaklıkları, yönleri, ilişkileri, hareketleri, değişimleri görebilmekte ve onları yorumlayabilmektedir (Sinton et al., 2013). Bir başka ifadeyle mekânsal düşünme becerisi gelişen öğrenciler, bir mekâna ait kavramları bilme, sembolleştirme, sunum araçlarını kullanma veya muhakeme etme gibi bilişsel becerilerine sahip olmaktadır (NRC, 2006). Günümüzün web tabanlı GIS araçları ile öğrenciler, gerçek zamanlı verileri kullanarak dünyadaki olayları 2D ve 3D olarak görselleştirmekte ve analiz edebilmektedirler (Kerski, 2016).

Eğitim ortamlarında öğrencilere mekânsal düşünme becerisini kazandırmak, geliştirmek ve mekâna yönelik analizler yapmalarını sağlamak amacıyla kullanılacak mekânsal teknolojiler arasında; CBS, BigMaps, Global Genine, Google Earth ve Story Map gibi teknoloji araçları yer almaktadır (Bednarz & Kemp, 2011). Bu araçlar içerisinde hiç kuşkusuz “Story Map” önemli bir yer teşkil etmektedir. ESRI firması tarafından geliştirilmiş WEB tabanlı bir uygulama olan Story Map, kullanıcılara verilerini görselleştirme, mekânsal analiz yapma, hikâye anlatım yoluyla harita geliştirme ve kullanma gibi fırsatlar sunmaktadır (Lusardi & Haroldson, 2021).

Story map oluşturma, storyboard geliştirme, veri toplama, bir web haritası oluşturma, kaydetme ve paylaşma gibi aşamalardan oluşmaktadır. Story map aracılığıyla geliştirilen hikâyede yer alacak verilerin, metinlerin, videoların ve ses gibi unsurların olabildiğince açık olmasına dikkat edilmelidir (ESRI, 2016). Kullanıcılar story map sayesinde coğrafi içerikleri kullanarak herhangi bir olayı, etkinliği, güncel bir olguyu, modeli ya da bir yeri anlatırken, zengin içerikli metinler, fotoğraflar, grafikler, videolar ve etkileşimli haritalar gibi çoklu verileri kullanabilmektedir. Bununla birlikte kullanıcı, herhangi bir konuyu olayın gerçekleştiği mekân ile ilişkilendirerek görselleştirebilmekte ve etkili sunumlar yapabilmektedir. Böylece kullanıcının mekânla ilgili bilgiyi ifade etmesi kolaylaşmaktadır (Antoniou et al., 2018; Harder, 2015).

Story map eğitim amaçlı kullanıldığında, yenilikçi bir yapıda ders ortamı yaratmaya ve öğrencileri pasif olmaktan çıkararak aktif olmalarına katkı sağlamaktadır (Keskin, 2019). Öğrenciler story map aracılığıyla çevrimiçi ortamda etkili bir şekilde öğrenmelerinin yanında kendi öykü haritalarını hazırlayarak olayların nedenleri hakkında derin bir anlayış kazanmakta, olayların karşılıklı ilişkilerini ve etkilerini anlayabilmekte, sınıf arkadaşlarını bilgilendirme ve onlara ilham verme olanağına sahip olmaktadır (Marta & Osso, 2015). Story map öğretmenlere de esnek çalışma ve ücretsiz bir hesap üzerinden kendi koleksiyonunu oluşturma, öğrencilerin beceri ve bilgilerinin gelişimini desteklemek için zengin içerikli etkinlikler hazırlama imkânı sağlamaktadır (Lusardi & Haroldson, 2021). Öğretmenler story map sayesinde hazır hikâye haritalarına erişebileceği gibi çeşitli mekânsal verileri kullanarak kendi haritalarını da oluşturabilir ve görüntüleyebilir (Walshe, 2016).

Story map uygulamalarının öğretmen ve öğrencilere sağladığı fırsatlar, onu günümüzde eğitim ortamları için önemli bir teknoloji aracı hâline getirmektedir. Bu çerçevede story map aracının eğitim ortamlarında kullanımını konu edinen çalışmaların sunduğu fırsatların analizinin, ileride yapılacak araştırmalar için de rehber olacağı düşünülmektedir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların öğretmenlerin ESRI öykü haritalarına ilişkin algılarını (Strachan & Mitchell, 2014; Lee, 2019), öğrencilerin story map aracına yönelik algılarını (Egiebor & Foster, 2018; Groshans et al., 2019; Mukherjee, 2019), eğitimde story map kullanımını (Marta & Osso, 2015; Walshe, 2016; Edmondson, 2018) öğrencilerin nasıl story map geliştireceğini (Gleeson & D'Souza, 2015; Cope et al., 2018; Berendsen et al., 2018),

story map aracının öğrencilerin harita becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkisini (Keskin, 2019), story map uygulamasının öğrencilerin nitel araştırma yapma deneyimleri üzerindeki etkisini (Dickinson & Telford, 2020), story map aracının yükseköğretimde Coğrafya öğretme ve öğrenme etkinliklerindeki yararlılığını (Ryan & Aasetreb, 2021; Vojteková et al., 2021; Cyvin et al., 2022; Purwanto et al., 2022), Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) teknolojilerinin tarım ve çevre bilimlerinde öğrenme fırsatlarını geliştirme ve sunmadaki etkisini (Estwick et al., 2016), öğrencilerin iklim değişikliğini analiz etmelerindeki etkisini (Schnitzler, 2020), eğitim ortamlarında öğretmen ve öğrencilere sunduğu fırsatları (Lusardi & Haroldson, 2021), ESRI hikâye haritalarının tasarımı ve kullanımı, bir topluluk içinde sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetlere katılımı artırmaya nasıl yardımcı olduğunu (Austin, 2018), story map yoluyla ergenlerin yiyecek ortamı algıları ve yiyeceklerle ilgili davranışlarını (Riggsbee et al., 2018), story map kullanılarak tasarlanmış e-öğrenme ortamlarında katılımcıların iklim değişikliğinin bölgesel ve yerel etkilerini (Thürkow et al., 2019), öğrencilerinin “Göçler” konusunu öğrenmelerinde story map uygulamalarının akademik başarılarına etkisini (Biçki, 2020), CBS Hikâye Haritası Uygulamasının “hots for history” konusunu güçlendirmedeki potansiyelini (Malek et al., 2020), bu aracın eğitim ortamındaki işlevselliğinin ne durumda olduğunu (Misajet, 2020), bu aracı kullanılarak tasarlanan “Atlas Turları”nın öğrencilerin grafik okuryazarlığı becerilerine etkisini (Treves et al., 2020), öğrencilere kültürel mirası tanıtmada coğrafyanın rolünü (Mauro et al., 2021), bu araç aracılığıyla öğrencilerin geçmiş kişilerin, yerlerin ve olayların dijital coğrafi bilgi sistemleri (GIS) haritalarını oluşturmalarını (Saladin & Crosson, 2021), öğrencilerin gerçek dünya sorunlarını araştırarak, bu araç ile web haritalamanın teknik becerilerine odaklandığı (Tian et al., 2021), dijital hikâye haritaları oluşturma süreci aracılığıyla gençlerin ortak bilgi üretimini (Blerk et al., 2022) ortaya koydukları görülmektedir. Bu çalışmalarda genel olarak araştırmacılar kullanıcıların story map aracına yönelik algılarını, eğitim ortamlarında nasıl geliştirileceği ve kullanılacağını, öğrencilerin harita becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. ESRI tarafından geliştirilen story map aracının eğitim ortamlarında kullanımını konu edinen çalışmaları ortaya koymak ve bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara ilgili alanyazını sunmak önem arz etmektedir. Mekânsal teknolojilerin eğitim ortamlarında kullanımının gittikçe önem kazandığı göz önünde bulundurulursa bu araştırmanın yapılacak bilimsel çalışmalara rehber olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada mekânsal teknoloji aracı olan story map kullanılarak hangi bağlamda çalışmaların yapıldığını, yapılan bu çalışmaların eğitim için ne tür fırsatlar sunduğunu belirlemek ve gelecekteki araştırmalar için öneriler sunmak amaçlanmıştır. Bu amaçla aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır;

1. Eğitimde story map kullanımıyla ilgili yapılan çalışmaların genel özellikleri (yıl, ülke, yazar, yayın adı, yayın türü) nasıldır?

2. Eğitimde story map kullanımıyla ilgili yapılan çalışmaların araştırma yöntemi, örneklem grubu ve veri toplama araçlarına göre dağılımı nasıldır?

3. Eğitimde story map kullanımıyla ilgili çalışmaların, çalışma alanına göre dağılımı nasıldır? Mevcut çalışmalarda hangi sonuçlar ön plana çıkmıştır?

2. Yöntem

Eğitimde story map kullanımını konu edinen çalışmaların ortaya konulmasını amaçlayan bu çalışmada yöntem olarak sistematik inceleme kullanılmıştır. Sistematik incelemenin amacı, dâhil edilecek veya hariç tutulacak çalışmaları açık, sistematik ve tekrarlanabilir bir arama stratejisine dayalı olarak belirli sorularla ortaya koymaktır (Minner et al., 2010; Gough et al., 2017). Çalışma, Higgins & Green'in (2011) belirlediği iş tanımı, bilgi arama, kanıtların kalitesini değerlendirme ve analiz etme, kanıtları sunma ve özetleme, kanıtları tartışma, sistematik derlemeyi sunma, dış gözden geçirenler ve yayınlama aşamaları dikkate alınarak yapılandırılmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında Academia, Google Scholar, ERIC, Researchgate, Semantic Scholar, SCI-HUB, ProQuest, Taylor&Francis, Wiley ve YÖK Tez veri tabanlarında “ESRI Story Map” AND “Education”, “ESRI Story Map” AND “Educational technology”, anahtar kelimeleri kullanılarak alanyazın taraması yapılmıştır. Yapılan bu tarama neticesinde dâhil edilme kriterlerini taşıyan 2014 ve 2023 yılları arasında yayımlanmış 31 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmaların dâhil edilme kriterleri olarak “tüm eğitim kademelerinde yürütülmüş olması”, “tüm disiplinlerde yürütülmüş olması” ve “eğitim ortamlarında story map kullanımını konu edinme” olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterleri sağlayan tüm araştırmalara ulaşılmış ve analize dâhil edilmiştir. Veri tabanlarındaki tekrarlayan ve tam metin erişimi olmayan yayınlar analize dâhil edilmemiştir.

Verilerin analizinde belirlenen kriterler doğrultusunda makaleler araştırmacılar tarafından tek tek incelenerek betimsel içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu bağlamda çalışmaların genel özellikleri (yıl, ülke, yazar, yayın adı, yayın türü), araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, çalışılan disipline göre dağılımı ve öne çıkan sonuçlar kategorileri altında özetlenmiştir. Her bir çalışma bu kategorilere göre analiz edilmiş ve makaleler arasında çapraz karşılaştırma yapılarak, benzerlik ve farklılıkları irdelenmiştir. Analiz sonucunda çalışmalar Ç1, Ç2, Ç3, şeklinde kodlanarak sunulmuştur (Tablo 1).

3. Bulgular

Bu bölümde sistematik alanyazın inceleme sonucu elde edilen bulgular alt problemler doğrultusunda sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların özellikleri

Kod	Yıl	Ülke	Yazar	Makale	Yayın Türü	
					Tez	Ders tasarımı
Ç1	2014	ABD	Strachan & Mitchell (2014)	✓		
Ç2	2015	İtalya	Marta & Ossoa (2015)	✓		
Ç3	2015	ABD	Gleeson & D'Souza (2015)	✓		
Ç4	2016	ABD	Estwick et al. (2016)	✓		
Ç5	2016	ABD	Walshe (2016)	✓		
Ç6	2018	ABD	Austin (2018)		✓	
Ç7	2018	ABD	Berendsen et al. (2018)	✓		
Ç8	2018	ABD	Cope et al. (2018)	✓		
Ç9	2018	ABD	Edmondson (2018)			✓
Ç10	2018	ABD	Riggsbee et al. (2018)	✓		
Ç11	2018	ABD	Egiebor & Foster (2018)	✓		
Ç12	2019	ABD	Groshans et al. (2019)	✓		
Ç13	2019	Türkiye	Keskin (2019)		✓	
Ç14	2019	G. Kore	Lee (2019)	✓		
Ç15	2019	ABD	Mukherjee (2019)	✓		
Ç16	2019	Almanya	Thürkow et al. (2019)	✓		
Ç17	2020	Türkiye	Biçki (2020)		✓	
Ç18	2020	İngiltere	Dickinson & Telford (2020)	✓		
Ç19	2020	Malezya	Malek et al. (2020)	✓		
Ç20	2020	ABD	Misajet (2020)		✓	
Ç21	2020	İngiltere	Treves et al. (2020)	✓		
Ç22	2020	ABD	Schnitzler (2020)			✓
Ç23	2021	ABD	Lusardi & Haroldson (2021)	✓		
Ç24	2021	İtalya	Mauro et al. (2021)	✓		
Ç25	2021	Norveç	Ryan & Aasetreb (2021)	✓		
Ç26	2021	Latin Amerika	Saladin & Crosson (2021)	✓		
Ç27	2021	Çin -Yeni Zelanda	Tian et al. (2021)	✓		
Ç28	2021	Slovakya	Vojteková et al. (2021)	✓		
Ç29	2022	Norveç	Cyvin et al. (2022)	✓		
Ç30	2022	Endonezya -Mısır	Purwanto et al. (2022)	✓		
Ç31	2022	İngiltere	Blerk et al. (2022)	✓		
Toplam				25	4	2

Tablo 1'e göre 2014 ve 2022 yılları arasında ulusal ve uluslararası literatürde eğitim ortamlarında story map kullanımını konu edinen toplamda 31 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmaların 25'inin makale çalışması, 4'ünün yüksek lisans tezi, 2'sinin de ders tasarımı olduğu görülmektedir. Çalışmaların yıllara göre dağılımına baktığımızda konuyla ilgili ilk makalenin 2014 yılına ait olduğu ve özellikle 2018 yılı ve sonrasında yapılan çalışmaların sayısında artış olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların ülkelere göre dağılımına bakıldığında ise ABD menşeli 15 çalışmaya ulaşılırken, İngiltere menşeli 3 çalışmaya ulaşılmıştır. İtalya, Türkiye ve Norveç menşeli ikiye çalışmaya, G. Kore, Almanya, Malezya, Latin Amerika, Çin-Yeni Zelanda, Slovakya, Endonezya-Mısır menşeli birer çalışmaya ulaşılmıştır.

Tablo 2'ye göre çalışmalar araştırma modeline göre incelendiğinde Nitel (22), Nicel (3), Karma (4) ve ders tasarımına (2) ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalar araştırma

deseni bağlamında incelendiğinde nitel araştırmalarda fenomoloji (Ç1, Ç11, Ç14), eylem araştırması (Ç30), saha çalışması (Ç29), ampirik çalışma (Ç25), vaka çalışması (Ç19) desenleri ile proje çalışmalarına (Ç16, Ç18, Ç20, Ç24, Ç31) ulaşılmıştır. Nitel araştırma kapsamına giren Ç7, Ç8, Ç26, Ç27 ve Ç28 kodlu çalışmalarda araştırma deseni belirtilmezken, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5 ve Ç23 kodlu çalışmaların ise kuramsal düzeyde eğitim ortamlarında story map kullanımını ele aldığı görülmektedir. Nicel çalışmalarda tarama araştırması (Ç6) ve deneysel desen (Ç12, Ç17) kullanılmıştır. Karma araştırmalarda ise araştırma deseni olarak odak grup görüşmesi-çevrimiçi anket (Ç10), odak grup görüşmesi-anket (Ç21), gözlem-alan gezisi-anket (Ç15) ve ölçek-öğrenci günlüğü (Ç13) kullanılmıştır. Story map aracının ders içi kullanımına kılavuzluk etmek amacıyla iki adet ders tasarımına (Ç9, Ç22) rastlanmıştır

Tablo 2. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların araştırma yöntemi, örneklem grubu ve veri toplama araçlarına göre analizi

Araştırma Modeli	Araştırma Deseni	Çalışma Grubu	Veri toplama araçları	Çalışma	f	
Nitel	Fenomenoloji	K-12 öğretmeni (27)	Anket + Çalıştay	Ç1	22	
		8. sınıf öğrencisi (14)	Gözlem + mülakat	Ç11		
		Coğrafya öğretmeni adayı (30)	Katılımcı günlüğü	Ç14		
	Eylem araştırması	Coğrafya öğretmeni (67)	Ön test-son test	Ç30		
		Saha çalışması	Öğrenci (74)	Yansıma notları		Ç29
		Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi (27)	Görüşme +Açık uçlu anket		Ç27
	Ampirik	Vaka çalışması	Lisans öğrencisi (41)	Gözlem + Açık uçlu anket		Ç25
		Belirtilmemiş	Öğrenci (30)	Gözlem		Ç19
		Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi (150)	Gözlem +Görüşme +Notlar		Ç26
	Belirtilmemiş	Öğrenci (14)	Anket	Ç7		
		Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi (58)	Anket		Ç8
		Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi (58)	Anket		Ç8
	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi (22)	Anket		Ç28
		Belirtilmemiş	Lisans öğrencisi -	Sınav (Test)		Ç16
Belirtilmemiş		Lisans öğrencisi (4)	Esri storymap	Ç18		
Proje	Öğrenci (9)	Anket	Ç20			
	Yüksek Lisans öğrencisi (3)	Esri storymap	Ç24			
	14-24 yaş arası gençler -	Esri storymap	Ç31			
Nicel	Story map Kullanımı (Teorik çerçeve)	-	-	Ç2-Ç3-Ç4-Ç5-Ç9-Ç-22-Ç23	3	
	Tarama araştırma	Çeşitli düzeyde katılımcı (104)	Dijital anket	Ç6		
	Deneysel Desen	Lisans öğrencisi (90)	Ön test- son test + Anket	Ç12		
		Lise öğrencisi (40)	Ön test- son test + Anket	Ç17		
Karma	Nicel+Nitel	Lise öğrencisi (565)	Odak grup görüşmesi + Çevrimiçi anket	Ç10	4	
		Lisans öğrencisi (109)	Odak grup görüşmesi+ Anket	Ç21		
		Lisans öğrencisi (15)	Gözlem + Alan gezisi + Anket	Ç15		
Ders Tasarımı	-	Lise öğrencisi (20)	Ölçek +Öğrenci günlüğü	Ç13	2	
-	-	-	Ç9, Ç22			

Araştırmalar örneklem grubu bağlamında incelendiğinde nitel araştırmalarda öğretmenler ve çeşitli kademelerdeki öğrencilerin katılımcı olarak araştırmaya dâhil edildiği görülmektedir. Öğrencilerin katılımcı olarak belirlendiği çalışmaların ağırlıkta olduğu ve (Ç11, Ç14, Ç29, Ç27, Ç25, Ç19, Ç26, Ç7, Ç8, Ç28, Ç16, Ç18, Ç20, Ç24, Ç31, Ç6, Ç12, Ç17, Ç10, Ç21, Ç15, Ç13) çeşitli kademelerdeki öğrencilerin katılımcı olarak belirlendiği görülmüştür. Ç11 kodlu çalışmada 14 8. sınıf öğrencisi araştırmaya dâhil edilirken, Ç29 (74), Ç19 (30), Ç7 (14) ve Ç20 (9) kodlu çalışmalarda seviye belirtilmemiş, sadece öğrenci diye ifade edilmiştir. Ç31 kodlu çalışmada ise 14-24 yaş arası gençlerin araştırmaya dâhil edildiği belirtilmiştir. Nicel araştırmalarda örneklem grubu olarak çeşitli düzeyde 104 katılımcı (Ç6), 90 lisans öğrencisi (Ç12) ve 40 Lise öğrencisi (Ç17) araştırmaya dâhil edilmiştir. Karma araştırmalarda da lisans ve lise öğrencileri katılımcı olarak belirlenmiştir. Ç17, kodlu çalışmada 40 lise öğrencisi, Ç13 kodlu çalışmada 20 Lise öğrencisi, Ç21 kodlu çalışmada 109 lisans öğrencisi, Ç15 kodlu çalışmada 15 lisans öğrencisi katılımcı olarak belirlenmiştir. Ç6 kodlu çalışmada çeşitli düzeyde 104 katılımcının araştırmaya dâhil edildiği belirtilmiştir. Coğrafya öğretmenlerinin araştırmaya dâhil edildiği iki çalışmaya (Ç1, Ç30) ulaşılmıştır. Ç30 kodlu çalışmada 67 coğrafya öğretmeni katılımcı olarak belirlenirken, Ç1 kodlu çalışmada da 27 K-12 öğretmeni katılımcı olarak belirlenmiştir.

Çalışmalar veri toplama aracı bağlamında incelendiğinde nitel araştırmaların dördünde anket yolu ile veri toplandığı (Ç7, Ç8, Ç28, Ç20), üçünde ESRI story map uygulamasının kullanıldığı (Ç18, Ç24, Ç3), ikisinde görüşme ve açık uçlu anketin kullanıldığı görülmüştür (Ç27, Ç25). Bununla birlikte, diğer çalışmalarda anket ve çalıştay (Ç1), gözlem ve mülakat (Ç11), katılımcı günlüğü (Ç14), ön-son test (Ç30), yansıma notları (Ç29), gözlem (Ç19), gözlem, görüşme ve notlar (Ç26) ve test (Ç16) kullanıldığı görülmüştür. Nicel araştırmalarda dijital anket (Ç6), ön -son test + anket (Ç12, Ç17) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Karma araştırmalarda ise odak grup görüşmesi ve çevrimiçi anket (Ç10, Ç21), gözlem, alan gezisi ve anket (Ç15), ölçek ve öğrenci günlüğü (Ç13) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Story map kullanımını konu edinen 7 çalışmaya (Ç2, Ç3, Ç4, Ç5, Ç9, Ç22, Ç23) ulaşılmış olup, Ç2 kodlu çalışmada araştırmacılar İtalya'da ESRI hikâye haritası oluşturmanın fırsatlarını, Ç3 kodlu çalışmada yerel ve küresel konuları öğretmede story map aracının rolünü, Ç4 kodlu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) teknolojilerinin tarım ve çevre bilimlerinde öğrenme fırsatlarını geliştirme ve sunmadaki etkisi, Ç5 kodlu çalışmada öğretmen ve öğrenciler tarafından coğrafya sınıfında story map aracının nasıl kullanılacağı, bir ders etkinliği olarak tasarlanan Ç9 kodlu çalışmada web tabanlı bir uygulama yoluyla bölge kavramının keşfi, Ç22 kodlu çalışmada öğrencilerin iklim değişikliğinin etkilerini anlamada story map aracının rolü ve Ç23 kodlu çalışmada eğitim ortamlarında story map uygulamasının

öğretmen ve öğrencilere sunduğu fırsatlar üzerine odaklanılmıştır. Araştırmada iki adet ders tasarımına

(Ç9, Ç22) ulaşılmış ve bu çalışmalar story map aracının sınıf içi etkinliklerde nasıl kullanılacağı tanıtılmıştır.

Tablo 3. Araştırmaların çalışma alanları ve story map aracının sağladığı avantajlar

Katılımcılar	Çalışma alanı	Çalışma	Avantajlar	f	
Öğretmen	Storymap kullanımı	Ç3	Yerel ve küresel bağlantılar kurmayı sağlama	8	
		Ç5	Derin öğrenmeyi sağlama		
		Ç4	Zengin tartışmaları teşvik etme		
		Ç2	Motive etme ve öğrenme sürecine karşı olumlu tutum geliştirme		
		Ç9	Bölgeselleştirme ve bölge türleri tanıma		
		Ç18	Bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma		
Öğrenci	Tarih	Ç22	Çoklu multimedya araçlarını kullanma	2	
		Ç23	Küresel sorunlar ve gerçek dünya ile bağlantı kurma		
		Ç19	Bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama		
	Topoğrafya	Ç26	Üst düzey düşünme becerilerini güçlendirme		1
		Ç8	Birincil kaynakları analiz etme ve tarihsel bilgileri iletme		
		Ç26	Bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma		
Öğretmen	Sosyal Bilgiler	Ç8	Çoklu multimedya araçlarını birleştirmeyi sağlama	14	
		Ç11	Kullanım kolaylığı ve etkileşimli olma		
		Ç1	Dersin ve konunun ilgi çekici olmasını sağlama		
		Ç30	Etkileşimli, ilgi çekici ve eğlenceli		
		Ç16	Coğrafya farkındalığını artırma		
		Ç6	Küresel sorunlarla ilgilenme		
		Ç7	Bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama		
		Ç10	Sürdürülebilirlikle ilgili eğitime katılımı artırma		
		Ç12	Dersin ilgi çekici olmasını sağlama		
		Ç13	Haritalama ve konumlandırmayı geliştirme		
		Ç15, Ç24	Aşinalık, algı ve güven kazandırma		
		Ç21	Derse yönelik olumlu tutum geliştirme		
		Ç25	Kullanım kolaylığı sağlama ve etkileşimli olma		
		Ç29	Motive etme, eğlenceli ve faydalı olma		
Ç31	Derin öğrenmeyi sağlama				
Öğrenci	Coğrafya	Ç25	Mekânsal düşünme becerisini sağlama	14	
		Ç29	Çoklu bilgiye erişme sağlama		
		Ç31	Bilgiyi somut hale getirme		
		Ç21	Veri toplamayı kolaylaştırma		
		Ç25	Hikâyeleri paylaşmaktan zevk alma		
		Ç31	Hikâyeleri paylaşmaktan zevk alma		

Tablo 3'e göre araştırma kapsamına dâhil edilen çalışmalar çalışma alanı bağlamında incelendiğinde Coğrafya alanında 14 çalışmaya (Ç1, Ç30, Ç16, Ç6, Ç7, Ç10, Ç12, Ç13, Ç15, Ç21, Ç24, Ç25, Ç29, Ç31), Tarih alanında iki çalışmaya (Ç19, Ç26), Topoğrafya (Ç8) ve Sosyal Bilgiler alanlarında (Ç11) birer çalışmaya ulaşılırken, story map aracının kullanımına yönelik olarak 8 çalışmaya (Ç2, Ç3, Ç5, Ç4, Ç9, Ç18, Ç22, Ç23) ulaşılmıştır.

Coğrafya temelli çalışmalarda story map aracının etkileşimli olması, ilgi çekici ve eğlenceli (Ç1), coğrafya farkındalığını artırması (30), küresel sorunlarla ilgilenme, bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama (Ç16), sürdürülebilirlikle ilgili eğitime katılımı artırmada yararlı olma (Ç6), dersin ilgi çekici olmasını sağlama (Ç7), haritalama ve konumlandırmayı geliştirme (Ç10), aşinalık, algı ve güven kazandırma (Ç12), derse yönelik olumlu tutum geliştirme ve ilgi artırma (Ç13), kullanım kolaylığı ve etkileşimli olma (Ç15), motive etme, eğlenceli ve faydalı olma, kullanım kolaylığı ve etkileşimli olma (Ç21, Ç24), derin öğrenmeyi sağlama, mekânsal düşünme becerisini geliştirme (Ç25), çoklu bilgiye erişim sağlama, bilgiyi somut hale getirme (Ç29), veri toplamayı kolaylaştırma, hikâyeleri paylaşmaktan zevk alma (Ç31) vb avantajlar sağladığı belirlenmiştir.

İlgi çekici ve eğlenceli olma, Ç1 kodlu çalışmada vurgulanmıştır. Çalışmada öğretmenlerin etkili öğretim araçları olarak ESRI öykü haritalarına ilişkin algılarını ve bir K-12 sınıfında öykü haritası oluşturmanın zorluklarını ortaya çıkarmak amacıyla 4 çalıştay

düzenlenmiş, öğretmenlerden İngilizce çevre bilimi ve dünya coğrafyası hakkında dersler vermeleri istenmiştir. Ardından öğretmenlere üç farklı bölümden oluşan 5'li likert tipindeki bir anket uygulanmıştır. Çalıştay sonucunda öğretmenler bu aracı etkileşimli, ilgi çekici ve eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir.

Coğrafya farkındalığını artırdığı, Ç30 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Coğrafya öğretmenleri arasında sürdürülebilir Coğrafya farkındalığını arttırmada hikâye haritalarının kullanımının incelendiği bu çalışmada öğretmenlerin coğrafya farkındalığı, proje geliştirmeden önce ve sonra uygulanan bir test kullanılarak ölçülmüştür. Araştırmacılar araştırma sonucunda öğretmenlerin coğrafya farkındalıklarında artış gözlendiğini belirtmişlerdir.

Küresel sorunlarla ilgilenme ve bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama Ç16 kodlu çalışmada belirtilmiştir. Çalışmada amaç, geleneksel sınıf öğreniminin olanaklarını web tabanlı öğrenim araçlarıyla birleştirmektir. Araştırmacılar öykü haritalarının, sürdürülebilir kalkınma eğitimi için öğrencileri ve öğretmenleri iklim değişikliğinin bölgesel ve yerel etkilerine ve bunun sonucunda ortaya çıkan iklim etkilerine karşı duyarlı hale getirme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Sürdürülebilirlikle ilgili eğitime katılımı artırma, Ç6 kodlu çalışmada vurgulanmıştır. ESRI hikâye haritalarının tasarımı ve kullanımının sürdürülebilirlik varlıklarını görselleştirmeye ve katılımı artırmaya yardımcı olup olmadığının incelendiği çalışmada,

araştırmacılar katılımcılara uygulanan dijital anketin sonucunda hikâye haritalarının sürdürülebilirlikle ilgili eğitime katılımı ve eğitimi artırmada yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Dersin ilgi çekici olmasını sağlamaya katkısı, Ç7 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Öğrencilerin hikâye haritalarıyla nasıl etkileşime girdiğinin gözlemlendiği araştırmada, katılımcı öğrencilere anket uygulanmıştır. Araştırmacılar ankettten elde ettikleri verilere göre story map aracının, öğrencilerin ders içi katılımını desteklediği ve hikâye haritalarıyla etkileşimin öğrencilerin derse karşı ilgisini artırdığını belirtmişlerdir.

Haritalama ve konumlandırma becerisine etkisi, Ç10 kodlu çalışmada ele alınmıştır. 13-16 yaş arasındaki lise öğrencilerinin görselleştirme ve hikâye haritaları kullanılarak yiyecek ortamı algılarını ve davranışlarını belirlemenin amaçlandığı bu çalışmada, araştırmacılar hikâye haritalama ve nitel coğrafi bilgi sistemlerinin (GIS) kullanımının, ergenlerin yemek ortamlarını ve yiyecek davranışlarını analiz etmede faydalı olduğu tespit edilmiştir.

Aşinalık, ilgi ve güven kazandırma özelliği Ç12 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada birden çok disiplini kullanarak bir hikâye haritası geliştirmek amaçlanmış, etkili öykü anlatımının 5 temel ilkesi kullanılarak ESRI öykü haritasının kalite değerlendirmesi, doğrudan öğrenme ölçümleri ve katılımcı anketleri kullanılarak çoklu analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda öğrencilerin ESRI öykü haritalarının öykü anlatma etkinliğini mükemmel olarak değerlendirdikleri ve dijital hikâye haritalarına karşı aşinalık, ilgi ve güven kazandıkları vurgulanmıştır.

Derse yönelik olumlu tutum geliştirmeye katkısı, Ç13 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada 9.sınıf “Coğrafya dersi harita bilgisi” konusunun öğretiminde öğrencilerin harita becerilerinin geliştirilmesinde hikâye haritalarının kullanımının etkisi nasıldır? sorusuna cevap aranmıştır. Araştırma sürecinde araştırmacılar öğrencilerin hikâye haritası temelli etkinliklerle işlenen coğrafya dersinde daha istekli olduklarını ve CBS temelli hikâye haritaları ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin coğrafya dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde arttırdığı belirlenmiştir.

Kullanım kolaylığı sağlama ve etkileşimli olma yönü, Ç15 ve Ç24 kodlu çalışmalarda ortaya konulmuştur. Ç15 kodlu çalışmada “Delta Blue” nun kültürünü anlamak için yer temelli bir yaklaşım kullanan kültürel coğrafya kursunda, öykü haritalarının kullanımı incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, öğrencilerin çoğunun, hikâye haritasını çok kullanıcı dostu ve etkileşimli bulduklarını ve hikâye haritalarının etkileşimli doğası ve kullanım kolaylığı sağladığına vurgu yaptıklarını belirlemişlerdir. Ç24 kodlu çalışma ise Trieste Üniversitesi Beşeri Bilimler Bölümü'nde 2 yüksek lisans öğrencisiyle yürütülmüştür. Çalışmanın amacı, yer anlatımı ile kültürel miras arasında bağlantı kurmak, kültürel mirasın turizm sektörü sayesinde bir bölgenin toplum kimliği ve ekonomik refahı için önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktır. Araştırma sonucunda katılımcıların, hikâye haritasının eğitimsel potansiyele sahip olduğunu ve coğrafi anlatıma yönelik kültürel mirası tanıtmadaki yenilikçi bir yaklaşım getirdiğine vurgu yaptıkları tespit edilmiştir.

Motive etme, eğlenceli ve faydalı olma özelliği, Ç21 kodlu çalışmada öne çıkmıştır. Çalışma öğrencilerin ödev olarak bir “Atlas Turu” ürettikleri bir modüle odaklanmakta ve böylelikle atlas turlarının öğrencilerin grafik okuryazarlığı becerilerine etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmacılar öğrencilerin çoğunluğunun ESRI öykü haritalarını kullanmayı geleneksel bir rapor yazmaktan daha çok sevdiğini, “Atlas Turları” oluşturmak için “Esri Hikâye Haritaları” platformunu kullanmaktan açıkça keyif aldıklarını ve eğitimsel faydalarını takdir ettiklerini belirtmişlerdir.

Derin öğrenmeyi sağlama ve mekânsal düşünme becerisini sağlamaya katkısı, Ç25 kodlu çalışmada ulaşılan bir sonuçtur. Çalışma, mekânsal temelli dijital hikâye anlatımının coğrafya öğretimi ve derin öğrenme alanına belirgin katkılar sağlayabilecek yararlı bir araç olabileceğini göstermektedir. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, öğrencilerin dijital hikâye anlatımının coğrafya derslerinde derin öğrenmeyi geliştirdiğini ve mekâna bağlılık, güç kullanımı, toplumsal eşitsizlikler hakkında tartışma ve eleştirel bir “yer duygusu” anlayışı yarattığını belirtmişlerdir.

Çoklu bilgiye erişim sağlama ve bilgiyi somut hale getirmeye katkısı Ç29 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Çalışmada aktif öğrenmeyi artırmak için story map kullanımının geleneksel derslerin yerini aldığı bir öğrenme müdahalesinin etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, öğrencilerin story map aracının, nasıl, ne zaman ve hangi sırayla öğrenmek istediklerini seçebilecekleri, tek bir görsel platformda birden fazla kaynaktan bilgiye erişime olanak tanıdığını ifade ettiklerini belirlemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin story map aracının resimler, videolar, animasyonlar ve grafikler gibi çoklu araçları kullandığı için, karmaşık görünen fiziki coğrafya ve jeomorfoloji ilkelerini çoklu açıdan algılamalarına ve kavramları somut hale getirdiği için öğrenmelerini kolaylaştırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Veri toplamayı kolaylaştırma ve hikâyeleri paylaşmaktan zevk alma özelliği Ç31 kodlu çalışmada öne çıkmıştır. Çalışmada dijital hikâye haritaları oluşturma süreci aracılığıyla gençlerin ortak bilgi üretimi araştırılmıştır. Araştırmacılar katılımcıların story map uygulamasının hem veri toplamayı kolaylaştırdığını hem de hikâyelerini tanımadıkları izleyicilerle paylaşmanın onlara keyif verdiğini belirttiklerini tespit etmişlerdir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların 8'i, bu mekânsal teknoloji aracının eğitim ortamlarında kullanımının sağladığı yararlar üzerine odaklanmıştır. Bu faydalar; yerel ve küresel bağlantılar kurmayı sağlama(Ç3), derin öğrenmeyi destekleme (Ç5), zengin tartışmaları teşvik etme (Ç4), öğrenciyi motive ederek, öğrenme sürecine karşı olumlu tutum geliştirme (Ç2), bölgeselleştirme ve bölge türlerini tanıtmaya (Ç9), küresel sorunlara ilgi oluşturarak bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama(Ç23), bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma (Ç18), çoklu multimedyaya araçlarını birleştirme (Ç22) şeklinde ifade edilmiştir.

Yerel ve küresel bağlantı kurmayı sağlamaya vurgu yapan Ç3, Ç23 kodlu çalışmalarda, ESRI hikâye haritasının öğretmen ve öğrencilerde yerel ve küresel bağlantılar kurarak bir hikâye haritası oluşturmalarına

imkân sağlayacağı ve sosyal açıdan bilinçli vatandaşlar olmalarına katkı sağlayacağı üzerinde durulmuştur.

Derin öğrenmeyi desteklediği görüşü Ç5 kodlu çalışmada öne çıkmıştır. Çalışmada hikâye haritalarının coğrafi öğrenmeyi desteklemek için coğrafya sınıfında öğretmen veya öğrenciler tarafından nasıl kullanılacağı incelenmiştir. Bununla birlikte story map uygulamalarının coğrafya derslerinde konuları derinlemesine keşfetmek için haritaları, fotoğrafları ve diğer verileri kullanabildiği ve böylece sorgulayabilme becerisine katkı sağladığı ifade edilmiştir.

Zengin tartışmaları teşvik ettiği vurgusu Ç4 kodlu çalışmada öne çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı, katılımcıların tarım-çevre sorunlarını daha iyi anlamalarına ve ele almalarına yardımcı olmak için modern teknolojileri kullanmalarını sağlamak olarak ifade edilmiştir. Katılımcılar çevresel, ekolojik ve tarımsal sistemlere ilişkin anlayışlarını geliştirmek için çevrimiçi haritalamayı (Web CBS) kullanarak Geocaching Tarımsal-Çevre Bilimleri Projesi (GASP) geliştirmişlerdir. Araştırmacılar uygulama sonrasında story map aracının agroekolojik sistemlerin anlaşılmasını daha da geliştirdiğini ve katılımcılar arasında zengin tartışmaları teşvik ettiğini belirlemişlerdir.

Motive etme ve öğrenme sürecine karşı olumlu bir tutum geliştirmeye olan katkısı Ç2 kodlu çalışmada vurgulanmıştır. Çalışmada araştırmacılar İtalya'da ESRI hikâye haritası oluşturmanın fırsatlarını ortaya koyarak, farklı yaklaşım ve tekniklere dayalı olarak bir hikâye haritası oluşturmanın yollarını sunmakta ve story map aracının öğrencileri motive ettiğini ve öğrenme sürecine karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Bölgeselleştirme ve bölge türleri tanıtmaya katkısı Ç9 kodlu çalışma ile ortaya konulmuştur. Öğretmenlere story map kullanılarak ders planı hazırlayıp kaynak sunmanın amaçlandığı çalışmada, story map aracının bölgeselleştirme ve bölge türlerini tanıtan bir ders tasarımı hazırlamaya yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma şeklindeki faydaya Ç18 kodlu çalışmada değinilmiştir. Çalışmada İngiltere'deki bir yükseköğretim kurumunda geliştirilen hikâye haritası değerlendirmesinden elde edilen ampirik sonuçları ortaya koymak amaçlanmıştır. Uygulama sonucunda araştırmacılar, story map teknolojisinin öğrenmeye odaklanmak için öğrencilere fırsatlar sunduğunu, bilginin nasıl üretildiği, çerçvelendiği ve sunulduğu üzerine düşünmek için değerli pedagojik fırsatlar ortaya çıkardığını ve öğrencilerin bilgiyi sorgulamalarına katkıda bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

Çoklu multimedya araçlarını kullanma imkânı sunması Ç22 kodlu çalışmada ele alınmıştır. Bir ders planı olarak tasarlanan çalışmada öğrenciler dört ila altı kişilik bir grubun parçası olarak, insanların iklim değişikliği hikâyelerini anlatan, herkesin erişebileceği kaynaklar oluşturmakla görevlendirilmişlerdir. Amaç iklim değişikliğinin insan üzerindeki etkilerine yanıt aramaktır. Etkinlik sonunda araştırmacılar, bu ders tasarımıyla öğrencilerin hikâyelerini oluştururken, iklim değişikliğiyle ilgili verilerin, haritaların ve diğer

multimedya araçlarının nasıl birleştirilebileceğini fark ettiklerini ifade etmişlerdir.

Tarih alanında iki çalışmaya (Ç19, Ç26) ulaşılmış olup, bu çalışmalarda story map aracının *üst düzey düşünme becerilerini güçlendirme* (Ç19), *birincil kaynakları analiz etme ve tarihsel bilgileri iletme ve bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma* (Ç26) şeklinde avantajlar sağladığı ortaya konulmuştur. Ç19 kodlu çalışmada CBS hikâye haritası uygulamasının tarih alanında Üst Düzey Düşünme Becerilerini (HOTS) güçlendirmedeki potansiyelini incelemek amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar, öğrenci ürünlerinin incelenmesi ve analizi yoluyla, öykü haritalarının öğrencilerin üst düzey tarihsel düşünme becerilerini güçlendirme potansiyeline sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ç26 kodlu çalışmada ise story map yoluyla, öğrencilerin geçmiş kişilerin, yerlerin ve olayların dijital coğrafi bilgi sistemleri (GIS) haritalarını oluşturmalarına ve bunları metin, resimler ve diğer multimedya ile birleştirmelerine olanak tanıyan çevrimiçi platform kullanılmıştır. Araştırmacılar uygulama sonucunda öykü haritalarının öğrencilerin birincil kaynakları analiz etme biçimlerini geliştirdiklerini ve tarihi bilgileri iletme türlerini değiştirdiğini ifade etmişlerdir.

Topoğrafya alanında bir çalışmaya (Ç8) ulaşılmış ve çalışmada *çoklu multimedya araçlarını kullanma ve etkileşimli olma* şeklinde bir fayda ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada bir öğretim aracı olarak öykü haritasının öğrencilerin topoğrafyayı öğrenmelerine katkısını sağlamak ve etkililiğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin ESRI öykü haritasına yönelik değerlendirmelerinin olumlu olduğunu, aynı zamanda etkileşim, küresel erişim ve birden çok cihazda kullanım gibi avantajlar sağladığını belirtmişlerdir.

Sosyal bilgiler alanında bir çalışmaya (Ç11) ulaşılmış ve çalışmada sosyal bilgiler derslerinde story map aracının kullanımının *dersin ve konunun ilgi çekici olmasını sağlama* şeklinde bir fayda sağladığı belirlenmiştir. Araştırmacılar öğrencilerin, farklı harita katmanlarında bulunan çeşitli bilgilere erişebildikleri için öykü haritalarını ilgi çekici olarak algıladıklarını tespit etmişlerdir.

İncelenen çalışmalarda ESRI story map aracının yukarıda ifade edilen faydalarının yanında, 5 araştırmada (Ç14, Ç17, Ç20, Ç27 ve Ç28) araştırmacılar bu aracın belirgin bir faydası olmadığına temas etmişlerdir. Bunlardan Ç14 kodlu çalışmada Güney Kore de bir üniversitede 30 coğrafya öğretmeni adayının coğrafi bilincini geliştirmek için hikâye haritalarının potansiyelini analiz etmek amaçlanmıştır. Araştırmacılar, katılımcılara uygulanan hikâye haritalarına dayalı öğretim yönteminin, coğrafya bilincini anlamlı bir şekilde değiştirmediklerini belirlemişlerdir. Bir diğer çalışmada ise (Ç17) 10. sınıf "Göçler" konusuna yönelik story map uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada deney grubunda story map uygulaması kullanılarak öğrencilere göç konulu bir ders materyali hazırlanmış, kontrol grubunda ise klasik yöntemle göç konusu işlenerek 3 haftalık sürede uygulama tamamlanmıştır. Başlangıçta iki grupta yer alan öğrencilere ön test şeklinde yapılan göç başarı testi

sonucunda her iki grubun başarı düzeyleri arasında istatistiki açıdan anlam ifade edecek bir farklılığa rastlanmamıştır. Ç20 kodlu çalışmada ise, bir eğitim-öğretim döneminde story map kullanılarak bir web uygulaması tasarlamak amaçlanmıştır. Araştırmacılar araştırmanın sonucunda katılımcıların ArcGIS Online'ın işlevselliğinin açık olmadığını ifade ettiklerini belirlemişlerdir. Ç27 kodlu çalışma 27 lisans öğrencisiyle yürütülmüştür. Araştırmada öğrencilerin ArcGIS story maps ile gerçek dünya sorunlarını araştırarak web haritalamanın teknik becerilerini öğrendikçe, coğrafi yeteneklerinin nasıl geliştiği incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, öğrencilerin coğrafyaya karşı tutumları ve coğrafi problem çözmeyi desteklemek için gerekli olan yaşam becerileri ile ilişkilerini incelemeyen, coğrafi yeteneklerinin dikkate alınmamasının yeterli olmayabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Ç28 kodlu çalışma ise coğrafya öğretmeni adaylarının üç uygulamayı (Knight Lab StoryMapJS, Esri ArcGIS StoryMaps ve Google Tour Builder) kullandıkları pedagojiki bir deneyle odaklanmıştır. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda öğrencilerin daha önce ArcGIS Online, ArcGIS Desktop kullanma deneyimine sahip olmalarına rağmen, google hikâye oluşturma aracını ESRI'nin aracına göre daha fazla tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin bu tercihlerinde Tour Builder'a Google Hesapları ile kolayca giriş yapabilmelerinin, diğer iki uygulamaya girişte sorun yaşadıklarının etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

4. Sonuçlar

“Story Map” aracının eğitim ortamlarında kullanımını konu edinen ilgili alanyazının analiz edildiği bu çalışmada 2014 ve 2022 yılları arasında yayınlanmış toplam 31 çalışma araştırma kapsamına dâhil edilmiştir. Bu çalışmaların çoğunluğunun (25) süreli bir dergide yayımlanan makale, 4 tanesinin yüksek lisans tezi, 2'sinin ders içi etkinlik tasarımına yönelik olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaların yıllara göre dağılımına bakıldığında 2018, 2020 ve 2021 yıllarına ait 6'şar çalışmaya ulaşılırken, bu sayının 2019'da 5'e, 2022'de 3'e düştüğü görülmüştür. Story map aracının eğitim ortamlarında kullanımını konu edinen ilk çalışmaya 2014 yılında ulaşılmış, mevcut çalışmanın öğretmenlerle yapılan bir anket çalışması olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, 2015 ve 2016 yılına ait ikişer çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar ülkeler bazında incelendiğinde ise mevcut çalışmaların çoğunluğunun ABD menşeli (15) olduğu görülmüştür. Story map aracının ABD menşeli bir teknoloji aracı olmasının bu sonuçta etkili olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra İngiltere (3), İtalya, Türkiye, Norveç (2), G. Kore, Almanya, Malezya, Latin Amerika, Çin-Yeni Zelanda, Slovakya, Endonezya-Mısır (1) menşeli çalışmalara da ulaşılmıştır.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar, araştırma modeline göre incelendiğinde nitel (22) çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, 4 adet karma, 3 adet nicel, 2 adette ders tasarımına ulaşılmıştır. Nitel araştırmalarda araştırma deseni olarak fenomenoloji ve proje çalışmalarına rastlanırken, eylem araştırması, saha çalışması, ampirik çalışma, vaka

çalışması yöntemleri de tercih edilmiştir. Nitel araştırma kapsamına giren çalışmaların 5'inde araştırma deseni belirtilmemiş, 5 çalışmada da kuramsal düzeyde eğitim ortamlarında story map kullanımının ele aldığı görülmüştür. Nicel çalışmalarda araştırma deseni olarak tarama araştırması ve deneysel desenin tercih edildiği görülmüştür. Karma araştırmalarda ise veri toplama araçları olarak odak grup görüşmesi-çevrimiçi anket, gözlem-alan gezisi-anket ve ölçek-öğrenci günlükleri kullanılmıştır. Story map aracının ders içi kullanımına kılavuzluk etmesi amacıyla iki adet ders tasarımının olduğu belirlenmiştir. Çalışmalarda katılımcı olarak çoğunlukla öğrencilerin tercih edildiği ve öğrencilerin story map aracına yönelik algılarının, akademik başarılarına etkisinin ortaya konulduğu görülmüştür. Öğretmenlerin araştırmaya dâhil edildiği 2 çalışmaya ulaşılmış ve öğretmenlerin story map aracının ders içi kullanımına yönelik görüşlerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Çalışmalar araştırma alanına göre incelendiğinde Coğrafya (14) temelli çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmüştür. Coğrafya temelli çalışmalarda etkileşimli, ilgi çekici, eğlenceli, coğrafya farkındalığını artırma, küresel sorunlarla ilgilenme, bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama, sürdürülebilirlikle ilgili eğitime katılımı artırmada yararlı olma, dersin ilgi çekici olmasını sağlama, haritalama ve konumlandırmayı geliştirme, aşinalık, ilgi ve güven kazandırma, derse yönelik olumlu tutum geliştirme, kullanım kolaylığı ve etkileşimli olma, motive etme, derin öğrenmeyi sağlama, mekânsal düşünme becerisini sağlama, çoklu bilgiye erişimi sağlama, bilgiyi somut hale getirme, veri toplamayı kolaylaştırma, hikâyeleri paylaşmaktan zevk alma şeklinde yararlar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Kuramsal olarak story map kullanımı konu edinen çalışmalarda (8) araştırmacılar, yerel ve küresel bağlantılar kurmayı sağlama, derin öğrenmeyi sağlama, zengin tartışmaları teşvik etme, öğrenciyi motive etme, öğrenme sürecine karşı olumlu tutum geliştirme, bölgeselleştirme ve bölge türlerini tanıtmaya, küresel sorunlarla ilgilenme, gerçek dünya sorunlarını algılama, bilinçli ve duyarlı vatandaş olmayı sağlama, bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma, çoklu multimedya araçlarını birleştirme, şeklinde faydaları olduğunu belirtmişlerdir. Tarih alanında ulaşılan iki çalışmada araştırmacılar, story map aracının üst düzey düşünme becerilerini güçlendirme, birincil kaynakları analiz etme ve tarihsel bilgileri iletme ve bilginin üretimi, kullanımı ve paylaşımını kolaylaştırma şeklinde faydaları olduğunu belirtmişlerdir. Topoğrafya alanında ulaşılan çalışmada çoklu multimedya araçlarını kullanma ve etkileşimli olma, Sosyal Bilgiler alanında ulaşılan çalışmada ise dersin ve konunun ilgi çekici olmasını sağlama şeklinde faydalar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, araştırma kapsamına dâhil edilen Ç14, Ç17, Ç20, Ç27 ve Ç28 kodlu çalışmalarda ise araştırmacılar story map aracının eğitim ortamlarında kullanımının belirgin bir faydasının olmadığına temas etmişlerdir.

Mevcut çalışmalara genel olarak bakıldığında çalışmalarda story map aracının öğrencilerin küresel konulara ilgilerini artırdığı, dersi ilgi çekici hale getirdiği, öğrencilerin derin öğrenmelerine katkı sağladığı ve öğrencilerin sınıf içi motivasyonunu yükselttiğine vurgu

yapan ortak sonuçlara ulaşılmıştır. Genel olarak araştırmacılar, öğretmenler ve öğrencilerin story map aracının eğitim ortamında kullanımını faydalı buldukları sonucuna ulaşmışlardır. Sistematik bir literatür incelemesinin yapıldığı bu araştırmanın yanı sıra;

1. Story map aracının eğitimin farklı kademelerinde kullanımını inceleyen çalışmalar tasarlanabilir.
2. Araştırmanın bulgularından hareketle story map aracının eğitim ortamlarında kullanımını sınırlayan etmenler belirlenebilir ve çözüm önerileri geliştirilebilir.
3. Araştırmaların genel olarak coğrafya disiplininde yürütüldüğü dikkate alınarak farklı derslerin öğretiminde de story map kullanımının etkileri değerlendirilebilir.
4. Sosyal bilgiler derslerinde öğrenciler tarafından mekânsal ölçekli yerel sorunların belirlenmesi ve araştırılmasını amaç edinen projelerin tasarlanmasında kullanılabilir ve proje deneyimleri paylaşılabilir.
5. ESRI'nin uluslararası olarak düzenlediği "Hikaye haritaları" yarışması yerel ve ulusal düzeyde organize edilebilir.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar makalenin bütün bölümlerine eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynakça

- Antoniou, V., Ragia, L., Paraskevi, N., Bardouli P., Lampridou, D., Ioannou, T., Kalisperaki, I., & Stentoumis, C. (2018). Creating a story map using geographic information systems to explore geomorphology and history of Methana peninsula. *International Journal of Geo-Information*, 7, 484, 1-15. <https://doi.org/10.3390/ijgi7120484>
- Austin, B. G. (2018). Investigating the influence of esri story map design on participation in sustainability-related activities [Master's thesis, Western Kentucky University]. TopSCHOLAR
- Bednarz, S. W., & Kemp, K. (2011). Understanding and nurturing spatial literacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.07.004>
- Berendsen, M. E., Hamerlinck, J. D., & Webster, G. R. (2018). Digital story mapping to advance educational atlas design and enable student engagement. *International Journal of Geo-Information*, 7 (125),1-23. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030125>
- Biçki, T. (2020). Lise coğrafya öğretiminde story maps uygulamasının akademik başarıya etkisi (Yayın no. 643319) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
- Blerk, L. V., Hunter, j., Shand, W., & Prazeres, L. (2022). Creating stories for impact: Co-producing knowledge with young people through story

- mapping. *AREA Royal Geographical Society*, 55, 99–107. <https://doi.org/10.1111/area.12816>
- Cope, M. P., Mikhailova, E. A., Post, C. J., Schlautman, M. A., & Carbajales-Dale, P. (2018). Developing and evaluating an ESRI Story Map as an educational tool. *Undergraduate education*, 47, 1-9. <https://doi.org/10.4195/nse2018.04.0008>
- Cyvin, J. B., Midtaune, K., & Rød, J. K. (2022). Using StoryMaps to prepare for field course-A case study of students in Geography. *Cogent Education*, 9(1), 2123583. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2123583>
- Dickinson, S., & Telford, A. (2020). The visualities of digital story mapping: teaching the 'messiness' of qualitative methods through story mapping technologies. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 441-457. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1712686>
- Edmondson, D. (2018). Regionalization: A Story Map lesson on regions. *The Geography Teacher*, 15(1), 36-38. <https://doi.org/10.1080/19338341.2017.1413001>
- Egiebor, E. E., & Foster, E. J. (2019). Students' perceptions of their engagement using GIS-Story Maps. *Journal of Geography*, 118(2), 51-65, <https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1515975>
- ESRI. (2016). *On the brink: the sixth great extinction*. Erişildi 21 Eylül 2017, <http://storymaps.esri.com/stories/2016/on-the-brink/>
- Estwick, N. M., Griffin, R. W., James, A. A., & Roberson, S. G. (2016). Enhancing extension and research activities through the use of Web GIS. *Journal of Extension*, 54(5).
- Gleeson, A. M., & D'Souza, L. A. (2015). Expanding local to global through ESRI story maps. *Social Studies and the Young Learner*, 29(2), 14-16.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). *Sistematik incelemelere giriş*. SAGE.
- Groshans, G., Mikhailova, E., Post, C., Schlautman, M., Carbajales-Dale, P., & Payne, K. (2019). Digital story map learning for stem disciplines. *Education Sciences*, 9(75), 2-17. <https://doi.org/10.3390/educsci9020075>
- Hammond, T. C., Langran, E., & Baker, T. R. (2014). *Survey of geospatial information technologies in teacher education* [Symposium presentation]. In Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Marymount University, Virginia, USA.
- Harder, C. (2015). *The ArcGIS book: 10 big ideas about applying geography to your world*. Esri Press.
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions Version 5.1.0*. John Wiley & Sons Ltd.
- Kerski, J. J. (2015). *Opportunities and challenges in using geospatial technologies for education. Geospatial technologies and geography education in a changing world, advances in geographical and environmental Sciences*. Springer.
- Kerski, J. J. (2016). Teaching with geotechnologies- Teaching spatial thinking and GIS using abductive. *GeoAgenda*, 5, 5-31.

- Keskin, M. (2019). *Öğrencilerin harita becerilerinin hikâye haritalarının kullanımı yoluyla geliştirilmesine yönelik bir eylem araştırması* (Yayın No. 603062) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Lee, D. M. (2020) Cultivating preservice geography teachers' awareness of geography using Story Maps. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 387-405. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700487>
- Lusardi, L., & Haroldson, R. (2021). Who is most effected by Covid-19 using StoryMaps with student investigations. *The Sciencedteacher*, 88(6), 30-37.
- Malek, S. A., Jaafar, M., Aiyub., K., & Mayalagu, G. (2020). Higher-Order thinking skill (hots) strengthening potential through the gis story map application in history subjects. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29 (1), 801-814.
- Marta, M., & Osso, P. (2015). Story Maps at school: teaching and learning stories with maps. *Journal of Research and Didactics in Geography*, 2(4), 61-68.
- Mauroa, G., Battaini, C., Segantin, S., & Soliani, M. (2021). Cultural heritage and storytelling: didactic applications in Trieste with ESRI Story Maps. *Journal Of Research And Didactics in Geography*. 1(10), 23-37. <https://doi.org/10.4458/3945-02>
- McInerney, M. (2008). Becoming spatially literate: what makes geography geography? *Geographical Education*, 21, 39-42.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Misajet, C. (2020). Harnessing gist-enabled resources in the classroom: developing a story map for use with secondary students [Master's thesis, University of Southern California].
- Mohan, L., Mohan, A., & Uttal, D. (2014). *Research on thinking and learning with maps and geospatial technologies. Learning progressions for maps, geospatial technology and spatial thinking: A research handbook*. Association of American Geographers.
- Mukherjee, F. (2019) Exploring cultural geography field course using story maps. *Journal of Geography in Higher Education*, 43(2), 201-223. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1597031>
- NRC. (2006). *Learning to think spatially*. National Research Council-NRC). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11019>
- Parker, W. C. (2001). Social studies in elementary education. *Merril Prentice Hall*.
- Purwanto., Astuti, I., S. Hartono, R., & Oraby, G. A. E. M. (2022). ArcGIS story maps in improving teachers' Geographyawareness. *Journal Pendidikan Geografi*, 27(2), 206-218.
- Riggsbee, K. A., Riggsbee, J., Vilaro, M. J., Moret, L., Spence, M., Steeves, E. A., Zhou, W., Olfert, M. D., Franzen-Castle, L. Horacek, T., Hall, E., & Colby, S. (2018). More than fast food: development of a story map to compare adolescent perceptions and observations of their food environments and related food behaviors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010076>
- Ryan, A. W., & Aasetre, J. (2021). Digital storytelling, student engagement and deep learning in Geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(3), 380-396. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1833319>
- Saladin, C., & Crosson, S. (2021). Spatial approaches to the past: story maps in the history classroom. *The History Teacher*, 55(1), 35-59.
- Schnitzler, C. (2020). Telling human stories of climate change with arcgis story maps. *The Geography Teacher*, 17(4), 169-172. <https://doi.org/10.1080/19338341.2020.1828133>
- Sinton, D. S., Kolvoord, R., Gersmehl, P., Bednarz, S., & Uttal, D. (2013). *The people's guide to spatial thinking*. National Council for Geographic Education.
- Strachan, C., & Mitchell, J. (2014). Teachers' perceptions of Esri Story Maps as effective teaching tools. *Review of International Geographical Education Online*, 4(3), 195-220.
- Thürkow, D., Lindau, A. K., Schmidt, G., Illiger, P. Krause, C., Gerstmann, H., & Schürmann, A. (2019). Using interactive story maps enriched by direct knowledge queries for the development of e-learning modules on climate change. *Journal of Cartography and Geographic Information*, 69, 195-204. <https://doi.org/10.1007/s42489-019-00024-0>
- Tian, J., Hwee, J., Koh, L., Ren, C. & Wang, Y. (2021). Understanding higher education students' developing perceptions of geocapabilities through the creation of story maps with geographical information systems. *British Journal of Educational Technology*, 53, 687-705. <https://doi.org/10.1111/bjet.13176>
- Treves, R., Mansell, D. & France, D. (2021). Student authored atlas tours (story maps) as geography assignments. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(2), 279-297. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1827375>
- Vojteková, J., Žoncová, M., Tirpáková, A., & Vojtek, M. (2021). Evaluation of story maps by future geography teachers. *Journal of Geography in Higher Education*, 46(3), 360-382. <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1902958>
- Walshe, N. (2016). Using ArcGIS Online story maps. *Teaching Geography*, 41(3), 115-117.
- Welton, D. A., & Mallon, J. T. (1999). *Children and their world: Strategies for teaching social studies*. Houghton Mifflin Company.



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>