

## Shiny Kütüphanesi ile Açık Kaynak Kodlu WEB Tabanlı CBS Uygulaması Geliştirme

Efdal KAYA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 31200, Hatay

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5553-0143>

\*Sorumlu yazar: efdal.kaya@iste.edu.tr

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 01.12.2023

Kabul tarihi: 13.04.2024

Online Yayınlanma: 10.12.2024

#### Anahtar Kelimeler:

R programlama  
Shiny kütüphanesi  
Deprem verileri  
Mekânsal veri analizi  
WEB tabanlı CBS

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapılan analizlerin sonuçlarına farklı mekânsal veri görselleştirme teknikleri uygulandığında analizler daha anlaşılır olmaktadır. Python, R ve Julia gibi açık kaynak kodlu programlama dilleri ile mekânsal veriler interaktif şekilde görselleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, R Programlama dili içerisindeki shiny kütüphanesi kullanılarak WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmiştir. Türkiye’de son 53 yılda meydana gelen deprem verileri Amerikan Jeolojik Araştırmalar Merkezi (United States Geological Survey-USGS; AJAM)’nin WEB adresinden indirilmiştir. İndirilen veriler R programlama dili içerisine aktarılmıştır. Shiny kütüphanesi ile WEB uygulaması geliştirilmiştir. WEB uygulaması içerisinde depremlerin yaşandığı yerlere ait noktasal yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. Yoğunluk haritası üretmek için gerekli olan parametreler üzerinde çeşitli ayarlamalar yapılarak interaktif görselleştirme yapılabilmektedir. Geliştirilen uygulama ile Türkiye’de yaşanan depremlerin yoğunlaştığı yerler görülmektedir. Uygulama üzerine farklı mekânsal katmanlar eklenerek CBS uygulaması geliştirilebilmektedir. Ücretsiz, açık kaynak kodlu ve her türlü mekânsal veriyi analiz edebilecek kütüphanelerinin olması nedeniyle R programlama dili CBS çalışmalarında rahatlıkla kullanılabilir.

## Developing Open-Source WEB Based GIS Application with Shiny Library

### Research Article

### ABSTRACT

#### Article History:

Received: 01.12.2023

Accepted: 13.04.2024

Published online: 10.12.2024

#### Keywords:

R Programming  
Shiny library  
Earthquake data  
Spatial data analysis  
WEB based GIS

When different spatial data visualizations technique are applied to the results of analysis conducted using Geographic Information Systems (GIS) the analysis are more understandable. Open-source programming languages like Python, R, and Julia enable the interactive visualization of spatial data. In this study, a web-based GIS application was developed using the Shiny library in the R programming language. Earthquake data in Turkey spanning the past 53 years was obtained from the United States Geological Survey (USGS) website. The downloaded data was imported into the R programming language, and a web application was created using the Shiny library. Point-in-point density maps were generated for earthquakes within the web application. Interactive visualization can be achieved by adjusting various parameters needed to create a density map. The application reveals a concentration of earthquakes in Turkey. This web-based GIS application has the potential for further development by incorporating different spatial layers. Leveraging free, open-source code and libraries capable of analyzing any spatial data, the R programming language proves to be readily accessible for GIS studies.

**To Cite:** Kaya E. Shiny Kütüphanesi ile Açık Kaynak Kodlu WEB Tabanlı CBS Uygulaması Geliştirme. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(5): 2010-2025.

## 1. Giriş

Teknolojide yaşanan hızlı değişimler neticesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) son yıllarda çok hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir. Özellikle WEB araçlarının değişimi ve bilgisayar teknolojilerinde yaşanan gelişmeler internet tabanlı CBS uygulamalarının farklı boyuta taşınmasına neden olmuştur (Netek ve ark., 2023). 21. yy. dünyasında harita çıktıları kâğıt ortamından WEB ortamına taşınarak sunulmaya başlanmıştır. WEB haritaları şeklinde çıktı ile bilgilerin sunumu sırasında etkileşimli araçlar kullanılmaya başlandı. Bu sayede haritalar daha anlaşılır hale gelmiştir. Harita çıktılarının klasik olarak masaüstü yazılımlarda oluşturulması aşaması, yerini WEB tabanlı uygulamalar üzerinde interaktif bir biçimde sunulmaya bırakmıştır. WEB tabanlı geliştirilen uygulamalar sayesinde daha dinamik, daha erişilebilir ve görsellik açısından daha anlaşılabilir çıktılar sunulmaya başlandı (Netek ve ark., 2023; Dobson, 2004). Sürekli gelişen bilgi teknolojileri sayesinde WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmesinde farklı seçenekler kullanılarak son kullanıcıya daha anlaşılır harita sunulmasının önünü açmıştır. Afetler insan hayatını etkileyen en önemli doğa olaylarıdır. Afetlerin insan hayatına etkilerinin azaltılmasında WEB tabanlı CBS uygulamaları kullanılmaktadır. WEB tabanlı CBS uygulamaları ile birçok afet olayı gerçekleşmeden önce önlem alınarak zararın azaltılması sağlanabilir. Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda CBS destekli çok kriterli karar verme teknikleri kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışma ile afet konularında R programlama ile çeşitli analizler sonucunda WEB ortamında haritaların yayınlanabileceği konusunda literatüre katkı sunulmuştur. Demir ve Altaş (2024) tarafından Kars İli için yapılan çalışmada deprem hasar risk potansiyeli taşıyan alanlar CBS tabanlı olarak çok kriterli karar verme tekniklerinden analitik hiyerarşi süreci ile analiz edilmiştir. Yalçın ve Sabah (2018) Adıyaman İli için CBS tabanlı bulanık mantık ve AHP yöntemleri kullanılarak deprem tehlike analizi yapılmıştır. Deprem risk analizine yönelik İsatnbul İli, Kadıköy İlçesinde yapılan diğer bir çalışmada CBS kullanılarak çok kriterli karar verme teknikleri yardımıyla deprem hasar riski analizi gerçekleştirilmiştir (Yavaşoğlu ve Varol Özden, 2017). Ulusal literatürde yer alan diğer deprem ile ilgili çalışmalarda genellikle WEB tabanlı CBS kullanılmadan yapılmıştır. Üretilen analizler internet ortamında yayınlanmamıştır. Son kullanıcıların bu tür çalışmaların sonuçlarına erişebileceği bir WEB adresi bulunmamaktadır. Uluslararası literatürde ise; Çin'in Wenchuan kentinde 2008 yılında meydana gelen deprem sonucunda WEB tabanlı CBS ile tehlike bilgi sistemi tasarımı yapılmıştır (Wu ve ark., 2022). İran Ülkesinin Tahran şehrinde depremde meydana gelen zararların tespiti için CBS tabanlı analiz yapılabilecek bir metodoloji geliştirilmiştir. Metodolojinin uygulanabilmesi için nüfus, yerleşme, cadde gb. özellikler kullanılmıştır (Hashemi ve Alesheikh, 2011). Reza ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada interaktif yaklaşımlar kullanılarak CBS tabanlı deprem senaryosu geliştirilmiştir. Senaryo ile deprem anında kaynakların doğru kullanımı üzerine sonuçlar önerilmiştir. Deprem senaryosu için Karmania tehlike modeli kullanılmıştır. Bu model içerisinde kullanılacak mekânsal özellikler kırılgenlik ilişkisi üzerinden istatistiksel hesaplamaya tabi tutularak ağırlıklar hesaplanmaktadır. Ağırlıklar ile katmanlar çarpılarak sonuç haritalar üretilmiştir.

Depremlerin oluştuğu bölgelerin konum analizleri, depremin farklı sektörler üzerine mekânsal analizi gibi konularda WEB tabanlı CBS altyapısından faydalanılabilir. İnternet teknolojisinin hayatımıza girdiği dönemlerden itibaren sürekli gelişen WEB tabanlı CBS uygulamaları ile farklı sektörlerde mekânsal veri analizi ve sunumu için lisanslı yazılımlar kullanılmıştır. Geçen zamanda gelişen bilgi teknolojileri sayesinde açık kaynak kodlu yazılımlar ortaya çıkmıştır. Bu yazılımlar sayesinde geliştiriciler kendi uygulamalarını farklı program / programlama dilleri ile geliştirebilmektedir. Uygulama geliştiriciler standart ara yüzlerin yanında kullanıcı ara yüzünü de geliştirmek için cascading style sheets (CSS) ve hypertext markup language (HTML), JavaScript, Python, Julia ve R vs. farklı programlama dillerini bir arada kullanabilmektedir.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde birçok farklı alanda farklı teknolojik altyapılar kullanarak WEB tabanlı CBS projelerinin geliştirildiği görülmüştür. Yıllar içerisinde WEB teknolojisinin gelişmesi ile CBS uygulamalarının fonksiyonelleştirilmesi konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında; Netek ve ark., (2023) tarafından WEB tarayıcılarda mekânsal veri analizine yönelik işlem süresinin karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. GeOnline isimli bir WEB sayfası aracılığı ile mekânsal veri analizine izin veren bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama içerisindeki özellikler ArcGIS Online, GISCloud, CARTO, FOURSQUARE gibi farklı araçlar ile karşılaştırılmıştır. Yapılan performans analizi sonucunda en iyi sonuçlar GeOnline uygulamasından alınmıştır. Justová, ve Cajthaml (2023) tarafından yapılan çalışmada, orijinal bir şekilde basılı tarihi haritaların WEB ortamında sunumunun yapılabilmesi için gerekli olan kartografik tasarım sürecine yönelik işlemler anlatılmıştır. Yapılan çalışma ile tarihi haritaların sunulmasında kullanılacak kurallar, temeller, öneriler ve metotlar geliştirilerek bir standart oluşturulmuştur. Bu amaçla çalışma 3 ana aşamadan oluşturulmuştur. İlk aşamada harita analizi yapılmış, ikinci aşamada kartografik tasarım ve harita süreci ile ilgili işlemler yapılmış ve son aşamada ise haritaların WEB ortamında sunumu gerçekleştirilmiştir. Pasquaré Mariotto ve ark., (2023) tarafından yapılan çalışmada, mekânsal verilerin görselleştirilmesi için geliştirilen teknolojiler üzerine bir inceleme yapılmıştır. Özellikle COVID-19 salgını ile birlikte WEB tabanlı CBS uygulamalarında farklı ihtiyaçların doğduğu düşünülmektedir. Sanal gerçeklik ile WEB tabanlı CBS teknolojilerinin birlikte nasıl kullanılacağı üzerine öneriler getirilmiştir. Endüstriyel tesisler ekonomik olarak ülkelere büyük katkı sağlamaktadır. Ekonomik katkılarının yanı sıra ülkede istihdam olanaklarını da artırmaktadır. Katma değeri yüksek olan bu yerlerin konumlandırılmasının seçiminde minimum risk faktörünün olduğu yerler seçilmelidir. Endonezya'nın Batı Java bölümünde yapılan çalışmada WEB tabanlı CBS kullanılarak endüstriyel alan seçimine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir (Chumaidiyah ve ark., 2023). İklim değışikliği farklı alanlarda farklı etkiler bırakmaktadır. İklim değışikliği krizi Dünya'da su kaynaklarının korunması üzerine farklı çalışmalar yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu çalışmalarda daha çok tatlı su kaynakları üzerine yoğunlaşıldığı ancak denizler ile ilgili çalışmalara da ağırlık verilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Falciano ve ark., (2023) tarafından yapılan çalışmada, 2100 yılına kadar geçen sürede Akdeniz kıyılarındaki değışen deniz seviyelerinin yükselmesini incelemek ve fırtınalar için dalga senaryoları üretmek için WEB tabanlı

SAVEMEDCOASTS-2 uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışma ile Akdeniz kıyılarında olası fırtınalar ve diğer doğal olaylar ile ilgili simülasyonlar yapılarak tedbir önerileri sunulmuştur. Su ile ilgili Zhi ve ark., (2023) tarafından yapılan çalışmada, insansız hava aracı (İHA) sistemlerinden elde edilen veriler kullanılarak barajlarda yaşanan su değişimine göre risk faktörlerinin değerlendirilmesine yarayan bir WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama ile farklı zamanlarda barajlardaki su depolama kapasitesine göre risk analizi yapılmıştır. WEB tabanlı CBS sadece çevre ya da iklimsel çalışmalarda kullanılmamaktadır. Sağlık alanında da farklı şekillerde kullanılmaktadır. Santos-Luna ve ark., (2023) tarafından Meksika’da yapılan çalışmada sıtma hastalığının bulaşma odaklarının analiz edilmesi ve vakaların izlenmesine yönelik uygulama geliştirilmiştir. İlk olarak vakalara ait bilgiler toplanarak uygulama içerisine aktarılmıştır. Daha sonra bir ara yüz içerisinde çeşitli istatistiksel bilgiler dashboard şeklinde sunulmuştur. İstatistiki bilgilerin yanı sıra çeşitli görselleştirme teknikleri kullanılarak vakaların hangi bölgede yaşandığı izlenmiştir. İtalya’da kamuya ait binaların yönetimi için WEB tabanlı CBS kullanılarak geliştirilen uygulamada, bina yapı modellemesi ve nesnelerin interneti teknolojileri birlikte kullanılmıştır. Binalara ait modeller ile binaların enerji verimlilikleri hesaplanmıştır. Binaların konum bilgilerine nesnelerin interneti ile hesaplanan enerji verimlilik bilgileri eklenmiştir. Böylelikle binaların enerji verimliliği, karbon salınımı gibi konularda azaltıcı önlemler alınmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir (Congiu ve ark., 2023). Teknolojik gelişmelerle birlikte gelişen WEB ve CBS altyapısı, ülkelerde meydana gelen afetlerin etkilerinin azaltılmasında kullanılabilir. Ülkemiz konumu nedeniyle birçok farklı afete maruz kalmaktadır. Bu afetlerin başında deprem gelmektedir. Depremler yer kabuğunda yaşanan kırılmalar sonucunda oluşan afetlerdir (Aydoğdu Gürbüz ve Aslan, 2023). Ülkemizde yaşanan her depremde can ve mal kaybı olabilmektedir. En son yaşanan 6 Şubat 2023 tarihli, Kahramanmaraş merkezli depremden birçok il etkilenmiştir. Bu illerde can ve mal kayıpları yaşanmıştır (Ünlügenç ve Akıncı, 2023). Deprem öncesinde ve sonrasında depremin etkilerinin azaltılması için WEB ve CBS teknolojileri yardımıyla simülasyonlar yapılarak öneriler geliştirilebilmektedir.

Ülkemizde WEB ve CBS tabanlı teknolojiler kullanılarak farklı disiplinlerin ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Özellikle çeşitli kamu kurumları kendi ürettiği verileri Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının bünyesinde geliştirilen WEB tabanlı CBS uygulamasına verilerini ekleyebilmektedir. Bu verilerin bazıları kamu kurumlarına ve ilgili paydaşlara açılmıştır. Üniversitelerde çalışan araştırmacılara da bu verilerin açılması gerekmektedir. Bu veriler yardımı ile araştırmacılar çalışmalarını farklı boyutlara taşıyabilir. Durduran ve Sarı (2011) tarafından Konya’da yapılan çalışmada bisiklet kazaları verisi CBS ortamından işlenmiştir. İşlenen veri oluşturulan bir karar destek sistemi yardımıyla WEB ortamında mekânsal analizi yapılarak sunulmuştur. Durduran ve ark., (2011) tarafından Konya’da yapılan çalışmada, Konya İli Trafik Denetleme Şube Müdürlüğünden alınan trafik kazaları verileri gruplara ayrılmıştır. Gruplara göre mekânsal analiz yapmak amacıyla WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamada kazaların olduğu yerler ve kazalara ait

öz niteliksel bilgiler bir arada tutularak bir WEB adresinde sunulmuştur. Çalışmada WEB harita servisleri, verilerin yapısına ait değerlendirmeler yapılmıştır.

Onyıl ve Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmada açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılarak WEB tabanlı mekânsal analiz yazılımı geliştirilmiştir. Sistem kullanıcılara ait verilerin okunması, işlenmesi, analiz edilmesi ve sunulması üzerine tasarlanmıştır. Masaüstü yazılımı olarak QGIS, mekânsal veri tabanı olarak PostgreSQL/PostGIS, mekânsal analiz işlemleri için Web İşlemler Servisi (WPS) ve JavaScript kütüphanesi olan Turf.js kullanılmıştır. Geliştirilen uygulama ile kullanıcılar verilerini yükledikten sonra temel CBS komutları ile harita üretebilmektedir. Arca ve ark., (2011) tarafından Safranbolu’da yapılan çalışmada, 1300’e yakın tescilli tarihi binalara ait bilgiler çıkarılmıştır. Resimler çekilerek veri tabanına eklenmiştir. Toplanan bu öznelik bilgileri 3B modeller ile entegre edilmiştir. Elde edilen veriler en son WEB tabanlı bir CBS uygulaması ile son kullanıcıya sunulmuştur. Aynı zamanda çalışma alanına ait veriler kayıt altına alınarak saklanmıştır. Alkiş ve Ünver Okan (2020) tarafından Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni yerleşkesinde bitki bilgi sistemi kurulmuştur. “Open Data” kavramından hareket edilerek bitkilere ait botanik özellikler toplanmıştır. Kare kod altyapısı kullanılarak kullanıcıların mobil uygulamalar üzerinden bitkilere ait özellikleri hızlıca bulabilmesi sağlanmıştır. Çalışmada farklı ağaç türleri, ağaççık ve çalı türlerine ait bilgiler toplanarak WEB uygulaması şeklinde sunulmuştur. Oğuz ve ark., (2020) tarafından Kahramanmaraş ilinin iki ana bulvarı olan Alparslan Türkeş ve Prof. Dr. Necmettin Erbakan’da WEB tabanlı ağaç bilgi sistemi yapılmıştır. Çalışma iki bölüm halinde tamamlanmıştır. İlk aşamada bulvarlarda bulunan ağaçların envanter çalışması yapılmıştır. Envanter oluşturma sırasında 774 ağacın bilgisi toplanmış ve sonrasında 11 adet farklı ağaç türü olduğu tespit edilmiştir. Envanter içerisindeki bilgiler kullanılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanı ArcGIS Online vasıtası ile WEB uygulaması haline dönüştürülmüştür. Yücedağ ve Oğuz (2022) tarafından Diyarbakır ilinde yapılan çalışmada tarihi yapılar için WEB tabanlı bir bilgi sistemi oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında Diyarbakır, Sur içi tarihi kentine 600’e yakın tescilli tarihi yapı için WEB tescil fişleri içerisinde yer alan bilgiler ile bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri tabanı içerisine kadastro durumları hakkında bilgiler girilmiştir. Her bir tescilli yapıya ait ada numarası, parsel numarası, adres vs. bilgileri girilmiştir. ArcGIS Online platformu kullanılarak WEB uygulaması oluşturulmuştur. Tarhan ve Partigöç (2021) tarafından yapılan çalışmada WEB tabanlı geliştirilen CBS uygulamalarının afet risklerini azaltmadaki rolü incelenmiştir. COVID-19 salgını ile doğru, eksiksiz ve güncel veri üretmenin öneminin anlaşılması ile afetlerin nasıl doğru şekilde yönetilebileceğine dair risk yönetimleri açıklanmıştır. CBS altyapısı kullanılarak sürekli güncellenen veriler yardımı ile sadece COVID-19 vakalarının bilgileri değil konum olarak dağılım haritalarının üretilmesi ve salgının daha sağlıklı bir şekilde yönetilmesinin sağlanmasına yönelik iş adımları anlatılmıştır. Çalışmanın son bölümünde yerel ve merkezi ölçekte risk senaryoları ve politikalar geliştirilerek salgın seyrini insanlık lehine değiştirecek kazanımlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın içerisinde yer alan literatürler birlikte değerlendirildiğinde WEB teknolojisi ile CBS birbirlerine entegre edilerek sonuç ürün WEB tabanlı CBS uygulaması şeklinde geliştirilmiştir. Çalışma ile günümüze kadar gelen süreçte en çok hangi illerde, bölgede depremin meydana geldiği konusunda haritalar sunulmuştur. Çalışma için son 50 yılda ülkemizde yaşanan depremlerin konum ve öznitelik bilgileri CSV formatında indirilmiştir. İndirilen bilgiler açık kaynak kodlu QGIS yazılımı içerisinde düzenlenmiştir. Düzenlenen veri CSV formatında tekrar kaydedilmiştir. Düzenlenen veri R programlama dili içerisine aktarılmıştır. R programlama dili içerisinde yer alan çeşitli kütüphaneler kullanılarak WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmiştir. Uygulama içerisinde birçok interaktif araç bulunmaktadır. Bu araçlar sayesinde veriler son kullanıcılara daha anlaşılır bir biçimde sunulmaktadır. Uygulama içerisinde depremlerin yaşandığı konumlar kullanılarak ısı haritası üretilmiştir. Isı haritası ile hangi bölgede daha çok deprem olduğu bilgisi verilmektedir. Isı haritasının oluşturulmasında kullanılacak olan parametreler için bir ayar bölümü tasarlanmıştır. Bu bölümde gerekli ayarlamalar yapılarak sonuç haritası oluşturulmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada, USGS WEB adresinden yaşanan depremlere ait bilgiler indirilmiştir. İndirilen bilgilerin içerisinde kullanılmış olan materyaller ve tercih edilen metot, giriş bölümünde belirtilen amaca göre açık bir şekilde bu bölümde sunulmuştur. Çalışmaya ait iş akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. İş akış şeması

### 2.1. Verilerin İndirilmesi

Çalışmada kullanılan veriler Amerikan Jeolojik Araştırmalar Merkezi (United States Geological Survey-USGS; AJAM) WEB adresinden indirilmiştir. Tek seferde WEB adresinden 2000 satırlık veri

indirilebilmektedir. Bu yüzden 2 farklı sorgu gerçekleştirilerek 1 Ocak 1950 ile 20 Kasım 2023 tarihleri arasındaki veriler indirilmiştir (Url-1). İndirilen verilerin içerisinde yer alan bilgilerden bazıları Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Deprem verilerine ait bazı öznitelik bilgileri

Öznitelik	Açıklama
time	Depremi gerçekleştiği zaman
latitude	Depremi olduğu noktanın boylamı
longitude	Depremi olduğu noktanın enlemi
depth	Deprem derinliği
mag	Deprem büyüklüğü
magType	Deprem büyüklüğü türü
id	Tanımlanmış kimlik
updated	Güncelleme tarihi
place	Depremi olduğu yer
type	Tür
locationSource	Konum kaynağı
magSource	Büyüklük kaynağı
horizontalError	Yatay hata miktarı
depthError	Derinlik hatası
magError	Büyüklük hatası
status	Durum

Tablo 1 içerisinde yer alan özelliklerin hepsi uygulamada kullanılmamıştır. Bu nedenle uygulamada yer almayan öznitelik bilgileri temizlenmiştir. Temizleme işlemleri ile ilgili bilgiler bir sonraki bölümde verilmiştir.

## 2.2. Verilerin Temizlenmesi

İndirilen veriler direkt olarak R programı içerisine aktarılmamıştır. Verilerin temizleme aşamasında indirilen CSV dosyası QGIS 3.28 içerisine aktarılmıştır. QGIS içerisinde ilk olarak ‘time’ sütunu içerisindeki zaman bilgisinden yıl ve ay bilgileri çekilmiştir. Yıl ve ay isminde veri seti üzerinde yeni bir sütun oluşturulmuştur. R içerisinde yazılan WEB tabanlı CBS uygulamasında;

- latitude,
- longitude,
- depth,
- mag,
- magType,
- place,
- year,
- month

öznitelikleri kullanılmıştır.

### 2.3. Verilerin RStudio İçerisine Aktarılması

Veriler kullanılmaya hazır hale getirildikten sonra R programlama dilinin özelliklerini kullanmaya yarayan açık kaynak kodlu RStudio yazılımı içerisine aktarılmıştır. RStudio, R programlama dilinin kullanılmasına izin veren kullanıcı dostu bir yazılımdır. R programlama dili esnek yapısı nedeniyle mekânsal veri analizinde kullanılabilir en önemli programlama dillerinden bir tanesidir. İçerisinde mekânsal veri analizine izin veren birçok kütüphane bulunmaktadır. Mekânsal veri analizi için dışarıdan farklı dosya türleri şeklinde depolanan (Excel, CSV, TXT vs.) veriler, R içerisine aktarılıp dosyalar üzerinde kolaylıkla işlemler yapılabilir (Kaya ve ark., 2019).

### 2.4. WEB Tabanlı CBS Uygulaması

Son yıllarda mekânsal verileri analiz ettikten sonra sonuç haritaları WEB uygulamalarında interaktif araçlar ile sunulmaktadır. Hızlı ve anlaşılır haritaların sunumu için farklı programlama dillerinde kütüphaneler geliştirilmektedir. R programlama dili içerisinde shiny, shinydashboard, shinydashboardplus, argonDash, tablerDash, bs4Dash, gibi çok sayıda WEB uygulaması geliştirmek için kütüphane vardır. Bu kütüphanelerin içerisinde interaktif araçları kullanmak için ShinyWidgets, bsplus, shinyBS gb., kütüphaneler bulunmaktadır. Bu kütüphaneler ile WEB sitesinin bütün ayarları yapılabilir. Eğer JavaScript dili ile daha interaktif özellikler eklemek istenirse shinyjs, JQuery ile farklı sorgulama araçları kullanmak için ise shinyjgui kütüphanesi kullanılabilir.

WEB tabanlı CBS uygulamalarının en önemli parçası haritalardır. R programlama dili içerisinde harita çıktısı oluşturmak için leaflet, leaflet.extras, tmap, maptools, sf, mapdeck gb., kütüphaneler bulunmaktadır. Bu kütüphaneler vasıtası ile interaktif haritalar oluşturulabilir. Aynı zamanda hem harita hem de grafiksel gösterimler yapabilmek için GGPlot2, Plotly gb. Kütüphaneler bulunur.

R programlama dili içerisinde verilerin kullanıcılara tablo şeklinde sunulması amacıyla geliştirilen kütüphaneler ise; data.table, gt, DT, rhandsometable, reactable vs. örnek verilebilir.

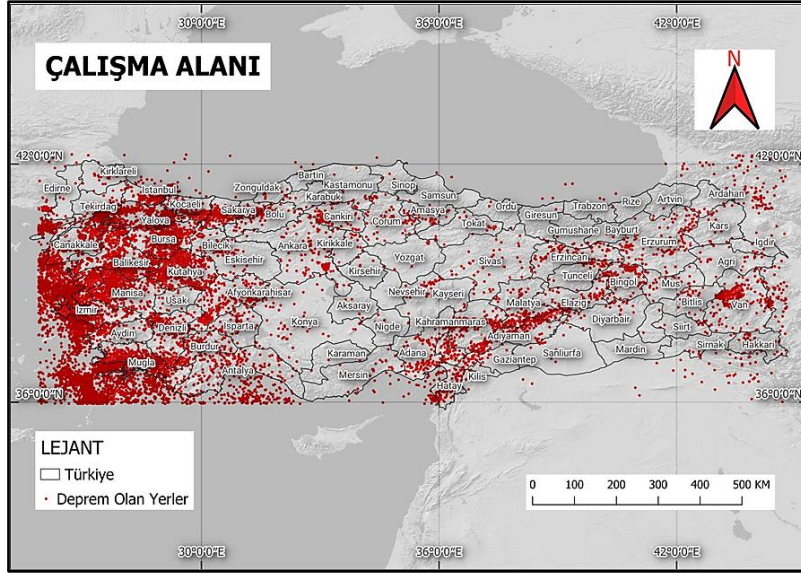
R içerisinde farklı meslek disiplininden araştırmacıların kullanabileceği 20.000'in üzerinde kütüphane bulunmaktadır. Bu kütüphaneler vasıtası ile istenilen çalışma yapılabilir (Url-2).

## 3. Uygulama

Türkiye, kuzey yarım kürede yer almaktadır. Coğrafi ve jeopolitik konumu gereği Dünya'nın en önemli kesişim noktasında bulunan Türkiye'nin matematiksel konumuna bakıldığında yaklaşık 36°-42° kuzey paralelleri ile 26°-45° doğu meridyenleri arasında yer alır.

Türkiye konumu tektonizma açısından incelendiğinde aktif Alp-Himalaya kenet bölümü içerisinde yer almaktadır. Tarihsel süreçte ülkemizde birçok yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Bu nedenle depremlerin en çok meydana geldiği yerler hakkında haritalar ile desteklenerek afet sırasında ve sonrası için zarar azaltma planları hazırlanabilir. Bu yüzden çalışma alanı olarak Türkiye'nin tamamı seçilmiştir (Şekil 2).





Şekil 2. Çalışma alanı ve deprem olan yerlerin noktasal gösterimi

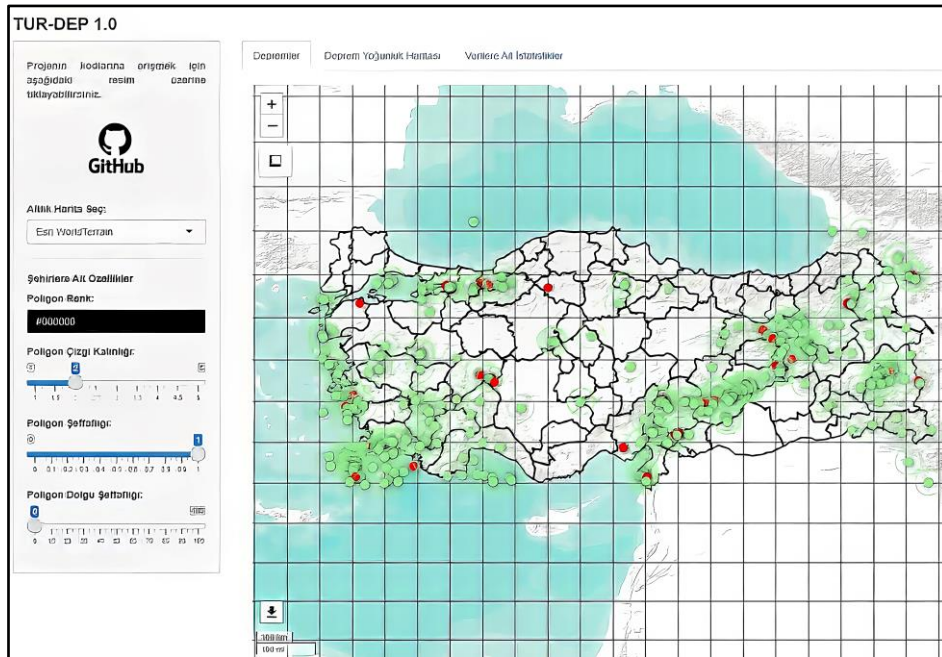
Uygulama için ilk olarak RStudio yazılımı içerisinde proje açılmıştır. Proje oluşturulurken üç adet dosya oluşturulmuştur. Birinci dosya programın kullanıcılara görünen kısmının kodlandığı ui.R, ikinci dosya kullanıcı ara yüzünde hesaplamalar, interaktif görselleştirmeler, dosya işlemleri gb., iş adımlarının yer aldığı server.R ve son olarak programın içerisinde kullanılacak kütüphanelerin yüklendiği, genel değişkenlerin oluşturulduğu ve değişken ayarlarının yapıldığı global.R'dir.

ui.R dosyası içerisinde ilk olarak fluidPage() fonksiyonu ile bir WEB sayfası oluşturulmuştur. Uygulamanın açılması ile birlikte diyalog penceresi şeklinde kullanıcı karşılama sayfası oluşturulmuştur. Daha sonra kullanıcıya sayfanın sol bölümünde projenin kodlarına ulaşılacak github adresinin linki, program içerisinde ki tüm sayfalarda kullanılacak olan altlık harita seçimi açılır menüsü ve poligon verilere ait ayar penceresi eklenmiştir. Uygulamanın orta bölümünde tab menü şeklinde tasarlanan 3 adet sayfa bulunmaktadır. Depremler tab menüsünde Türkiye'de 5 ile 6 şiddetinde yaşanan depremlerin konumları açık yeşil renkli olarak gösterilmiştir. 6 şiddetinden büyük olan depremlerin konumları ise kırmızı şekilde gösterilmiştir. Sayfanın en alt bölümüne ise haritayı indirmek için buton eklenmiştir. Deprem yoğunluk haritası tab menüsünde depremlerin yoğunluğunu gösteren interaktif WEB haritası bulunmaktadır. Verilere ait istatistikler tab menüsünde veriler arasındaki korelasyonu gösteren interaktif bir grafik ve uygulamada kullanılan veriler bulunmaktadır. Uygulamada kullanılan verilerin yer aldığı tablonun en altında ise verileri farklı formatta indirmek için butonlar bulunmaktadır. Bu görünen arayüz (ui.R) dosyası içerisinde toplam 82 satırlık kod bulunmaktadır.

server.R dosyası içerisinde ise uygulamanın kullanıcıya görünen yüzünde yer alan özelliklerin kodlanması yapılmıştır. Uygulamanın sol bölümünde yer alan altlık harita seçimi, online harita üzerindeki şehirlere ait özellikler ve tab menüler içerisinde yer alan diğer özellikler için gerekli kodlama bu dosya içerisinde yapılmıştır. Ayrıca verilere ait istatistikler tab menüsünde veriler arasındaki korelasyonu gösteren grafiğin daha iyi görüntülenerek anlaşılır bir şekilde sunulması için gerekli kodlar düzenlenmiştir. Bu dosya içerisinde toplam 96 satırlık kod bulunmaktadır.

global.R dosyası içerisinde projede kullanılan kütüphanelerden shiny, shinyWidgets, shinycssloaders, shinyBS, shinyalert, shinyjs, colourpicker, readxl, dplyr, magrittr, DT, sf, plotly, leaflet, leaflet.extras ve leaflet.extras2 yer almaktadır. Ayrıca dosya içerisinde Türkiye iller vektör verisi ile depreme ait CSV verisi yüklenmiş ve global değişken olarak tanımlanmıştır. Bu sayede verilerin tamamı ya da istenilen filtrelerin sonuçları istenilen yerde kullanılabilir. Bu dosya içerisinde toplam 36 satırlık kod bulunmaktadır.

Üç dosya içerisinde yer alan kodlar yardımı ile oluşturulan WEB tabanlı CBS uygulaması Şekil 3'te görülmektedir. Uygulamaya <https://efdalkaya.shinyapps.io/TUR-DEP/> internet adresi üzerinden erişilebilmektedir. Proje kodlarına ise github web sayfası üzerinden erişmek için [https://github.com/efdalkaya/Turkiye\\_Deprem\\_Analiz](https://github.com/efdalkaya/Turkiye_Deprem_Analiz) adresi kullanılmaktadır. Uygulamanın sol bölümünde, en üstte yer alan altlık harita seçim aracı ile R programlama dili içerisinde yer alan 100'ün üzerinde altlık harita listesi listelenmektedir. İstenilen harita buradan seçilerek harita bölümünde altlık olarak kullanılmaktadır. Altında yer alan harita çizim parçalarında ise online haritaların üzerinde yer alan poligon verilerin özellikleri değiştirilebilmektedir. Deprem yoğunluk tab menüsü içerisinde yer alan Deprem büyüklüğü aracı ile veri seti içerisinde istenilen deprem büyüklüğüne göre filtreleme yapılarak yoğunluk haritası oluşturulabilmektedir. Veri seti içerisinde yer alan en düşük şiddetli ve en yüksek şiddetli deprem değerlerine göre seçim yapılabilir. Yoğunluk haritası oluşturmak için haritada kullanılan renklerin geçişlerini düzenlemek için bulanıklık değeri atanmaktadır. Isı haritası bulanıklık değeri ayarı ile bu özellik değiştirilebilmektedir. Yoğunluk haritası oluşturmak için bir yarıçap verilmesi gerekmektedir. Bu yarıçap içerisine düşen nokta sayısına göre yoğunluk haritası oluşturulmaktadır. Yarıçap ayarı noktaların açılma değeri isimli araçtan yapılmaktadır. Yarıçap içerisine düşen nokta sayısının yoğunluğunu maksimum nokta yoğunluğu aracından yapılmaktadır.



Şekil 3. WEB tabanlı CBS uygulaması kullanıcı ara yüzü

Deprem yoğunluk haritası üretimi ile ilgili ayarlar yapıldıktan sonra mekânsal olarak hangi ilde yoğun bir şekilde deprem görüldüğünü incelemek için Türkiye’de yer alan şehirlerin WGS84 koordinat sisteminde poligon şeklinde verisi eklenmiştir. Yoğunluğun yaşandığı yerlerde vektör veri üzerinde gezildiğinde hangi şehir olduğu görülmektedir. Poligon verisinin rengi varsayılan olarak Beyaz’dır. Poligon renk aracı ile istenilen renk seçilebilir. Poligon verisi ile ilgili diğer bir ayar ise çizgi kalınlığıdır. Poligon Çizgi Kalınlığı ayarı ile poligon verisine 1 ile 5 birim arasında istenilen kalınlık verilebilmektedir. Poligonun şeffaflık ayarı ise Poligon şeffaflığı ayarından yapılarak poligonun görünürlük ayarı istenilen şekilde düzenlenebilmektedir. Poligon verisine ait son ayar ise, dolgu şeffaflığıdır. Bu ayar ile poligon dolgusu istenilen şekilde düzenlenebilmektedir. Ayarlar yapıldığı andan itibaren interaktif bir şekilde haritalar otomatik olarak güncellenmektedir.

Verilere ait istatistikler tab menüsünde uygulamada kullanılan sayısal veriler arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki olup olmadığının görülmesi için korelasyon analizi grafiği çizdirilmiştir. Grafik üzerinde herhangi bir noktaya gidildiğinde veriler arasındaki pearson korelasyon katsayısı değeri görülmektedir. Grafiğin üzerinde yer alan araç çubukları sayesinde grafik kaydedilebilmektedir.

Bu bölümün hemen yanında veri görüntüleme tablosu görülmektedir. Bu tablo çalışmada kullanılan verileri içermektedir. Tablo içerisinde her bir sütuna ait filtreleme butonu görülmektedir.

İstenilen değere göre filtreleme yapılabilmektedir. Ayrıca verileri kopyalama, CSV olarak indirme, excel dosyası olarak indirme ve yazdırma butonları kullanılarak veri üzerinde çeşitli işlem yapılabilir.

#### **4. Bulgular ve Tartışma**

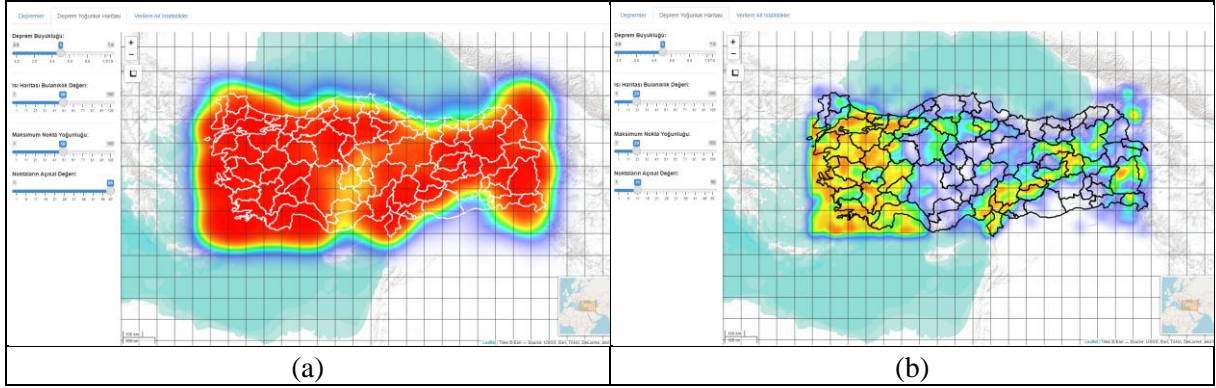
Bu çalışmada Türkiye’de yaşanan depremlerin bilgileri AJAM’a ait WEB sitesinden indirilmiştir. İndirilen bilgiler temizlendikten sonra RStudio programı içerisine yeni bir proje oluşturularak içerisine aktarılmıştır. RStudio içerisinde WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirmek için kullanılan kütüphaneler aracılığıyla bir WEB uygulaması oluşturulmuştur.

Harita sonuç ürünü ile ilgilenen disiplinler tarafından farklı amaçlar için geliştirilebilecek uygulamalar vardır. CBS sektörü için açık kaynak kodlu bir programlama dili olması sebebiyle rahatlıkla bilimsel çalışmalarda kullanılabilir.

Şekil 4 (a) bölümünde yer alan harita oluşturulurken altlık harita olarak Esri.WorldTerrain seçilmiştir, Isı haritası bulanıklık değeri 50, maksimum nokta yoğunluğu 50, noktaların açısız değeri 50, poligon verisinin kalınlığı 3 seçilmiştir. Ayrıca poligon rengi ise #FFFFFF HTML renk kodu seçilmiştir. Elde edilen sonuç haritası bu ayarlar doğrultusunda incelendiğinde Türkiye’deki tüm bölgelerde yoğun bir şekilde deprem yaşandığı anlaşılmaktadır. Kırmızı renk tonunun olmadığı yerler Mersin, Karaman, Aksaray şehirleridir. Bu illerde deprem afetinin çok fazla gerçekleşmediği görülmektedir.

Şekil 4 (b) bölümünde yer alan harita oluşturulurken altlık harita değiştirilmemiştir. Isı haritası bulanıklık değeri 20, maksimum nokta yoğunluğu 20 girilmiştir. Diğer ayarlar ise; noktaların açısız değeri 11, poligon verisinin kalınlığı 3’tür. Ayrıca poligon verisinin rengi ise #000000 HTML renk kodu

seçilmiştir. Elde edilen sonuç haritası bu ayarlar doğrultusunda incelendiğinde Türkiye’de özellikle Ege Bölgesi, Batı Akdeniz ve Marmara bölgesinde yoğun bir şekilde depremin dağıldığı görülmektedir.



Şekil 4. WEB tabanlı CBS uygulamasında farklı ayarlar sonucunda üretilen interaktif haritalar

Yapılan çalışmada, depremlerin mekânsal özellikleri yanında herkes tarafından erişilebilen bilgiler kullanılmıştır. Konu ile ilgili literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Rocha ve ark., (2021) tarafından Portekiz’de yapılan test çalışmasında Portekiz kıyıları için çoklu tehlike analizi yapabilen WEB tabanlı CBS platformu oluşturulmuştur. Platformun tasarımında Bootstrap, CSS ve JavaScript dilleri kullanılmıştır. Platforma sayesinde taşkın ve kıyı erozyon risk analizleri yapılabilmektedir. Bu sayede çoklu tehlikeler hakkında bilgiler edinilerek önlem senaryoları üretilebilmektedir. Çalışmada farklı projelerin sonuç haritalarına erişilebilmektedir. Araştırmacılar su bilgisi tahmini çatı projesi ve Avrupa bulut tabanlı açık bilimsel kaynaklar projelerinin sonuçlarını kendi platformlarında servis şeklinde erişebilmektedirler. Buradan elde edilen veriler ile çoklu tehlike haritalaması konusunda analizlerini rahatlıkla yapabilmektedirler. Bu çalışmada bu tür verilerin erişimi söz konusu olmadığı için bir tehlike haritalaması geliştirilmemiştir. Geliştirilen uygulamada, kullanıcılara kısıtlama engeli bulunmayan bir veri seti kullanılmıştır. Açık veri ile açık kaynak kodlu R programlama dili birleştirilerek mekânsal veri analizine yönelik bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama herhangi bir lisanslı yazılımın modülü olmadan tasarlanmıştır. Farklı mekânsal veriler analiz edilerek sonuçların mekânsal görselleştirilmesi için literatüre katkı sağlanmıştır. Kodlar github ortamında paylaşılarak farklı uygulamalar geliştirilmesine katkı sağlanmıştır.

Mazzei ve Quaroni (2022) tarafından geliştirilen 3B WEB-CBS uygulamasında sismik riskler görselleştirilmiştir. Sismik risk analizi yapabilmek için öncelikle dinamik sonlu eleman analizi hesaplanmıştır. Çıkan değerlere göre sismik tehlike değerleri harita şeklinde sunulmuştur. Uygulama yazılırken Bootstrap, CSS ve JavaScript dilleri kullanılmıştır. Çalışmada haritalar 3B görselleştirilirken aynı zamanda kartezyen grafikler çizdirilerek uygulama zenginleştirilmiştir. Bu uygulamada ise çok farklı programlama dili yerine tek R programlama dili kullanılarak hem haritalama hem de dinamik grafik oluşturulmuştur.

Uygulama içerisinde farklı ayarlar ile interaktif bir şekilde değişen haritalar rahatlıkla üretilebilmektedir. Bu haritalar üzerine kadastro, mülkiyet haritaları gibi farklı haritalar eklenerek

uygulama daha farklı amaçlar için geliştirilebilir. İmar planları onaylandıktan sonra illere göre özelleştirilerek de rahatlıkla kullanılabilir.

## 5. Sonuçlar

Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte birbirinden çok farklı ölçekte üretilen mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin analiz edilebilmesine olanak sağlamıştır. Coğrafi verilerin analizi sırasında araştırmacılar tarafından birçok farklı lisanslı (Ticari) ya da açık kaynak kodlu yazılım kullanılabilir. Açık kaynak kodlu olan yazılımları lisanslı yazılımlardan ayıran en önemli farklardan bir tanesi herhangi bir lisans ücretinin bulunmaması gösterilebilir. Diğer bir önemli farkı ise açık kaynak kodlu yazılımlar üzerine araştırmacılar kendi çalışmaları için özel yeni uygulamalar rahatlıkla geliştirilebilmektedir. Bu amaçlar R programlama dilinin esnek yapısı, hızlı bir şekilde öğrenilebilir olması nedeniyle amaca yönelik istenilen uygulama geliştirilebilmesinde rahatlıkla kullanılabilir. R programlama dili içerisinde farklı amaçlar için kullanılacak çok fazla sayıda kütüphane bulunması önemli avantajları arasında gösterilebilir. Bu özellik sayesinde çok fonksiyonel WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilmesi esnasında her türlü kamu kurumu ve ticari işletmelerin ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Yapılan uygulama ile araştırmacılara özel uygulama geliştirilebileceği ortaya konulmuştur. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, WEB tabanlı CBS uygulaması geliştirilirken kullanıcı arayüzünde görünen WEB ara yüzü için kullanılan programlama dili olarak HTML, CSS ve JavaScript dilleri kullanılmıştır. Ayrıca birçok çalışmada ArcGIS gibi ticari yazılımlar içerisinde yer alan modüller kullanılarak uygulamalar ticari yazılımların izin verdiği kadarıyla geliştirilmiştir. Ancak geliştirilen bu uygulamada ise sadece R programlama dili içerisinde yer alan kütüphaneler kullanılmıştır. Her programlama dilinin içerisinde çeşitli kütüphaneler ya da kullanılacak paketler bulunur. Bu paketlerin çokluğu o programlama dilin yaygınlığını göstermektedir. Yapılan uygulama ile farklı programlama dillerini kullanarak WEB tabanlı CBS uygulaması geliştiren araştırmacılara R programlama dili kullanılarak WEB tabanlı CBS uygulamasının geliştirebileceği ortaya konmuştur.

Mekânsal bilgiye dayalı analizler bugün neredeyse bütün disiplinler tarafından kullanılmaktadır. Bu analizlerin açık kaynak kodlu teknolojiler ile son kullanıcıya sunulması insan yaşamını ciddi derecede kolaylaştırmaktadır. Ülkemizde açık veri paylaşımı konusunda bir önyargı söz konusudur. Verilerin bazılarının kullanıcılara açılması ile çoklu tehlike haritaları gibi analizler yapılabilir. Çok karmaşık yapıda modellemeler yapılarak insan hayatı kurtarılabilir. Günümüzde deprem ve diğer afetlerden en az zararla kurtulabilmek için kamu kurumlarının ellerindeki verilerden uygun olanları paylaşması sayesinde tedbir projeleri için önemli haritalar üretilebilir. CBS ile WEB teknolojileri birleştirildiğinde çok boyutlu büyük veriler rahatlıkla konum olarak analiz edilebilir. Bu analizler sırasında açık kaynak kodlu programlama dilleri ile amaca yönelik kendi uygulamalarımızı rahatlıkla geliştirebiliriz.

Önemli problemlerin çözümünde birçok altlık haritaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kurumsal anlamda iş birlikleri sayesinde karmaşık problemlerin çözümü için R programlama dili rahatlıkla kullanılabilir.

Konum ya da konum olmayan bilgilerin işlenmesine yönelik yardımcı kütüphaneler ile çeşitli analizler yapılarak ülkemizde yapılan WEB tabanlı CBS çalışmalarına katkılar sunulabilir.

### **Teşekkür**

Çalışmada kullanılan verileri sağlayan Amerikan Jeolojik Araştırmalar Merkezi'ne teşekkürlerimi sunarım.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Kaynakça**

- Alkiş KC., Ünver Okan S. WEB tabanlı bitki bilgi sistemi (BBS): Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Yerleşkesi örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2020; 8, 535-545.
- Arca D., Bayık Ç., Acar H., Alkan M., Şeker DZ. Tarihi kentlere yönelik WEB-CBS uygulaması; Safranbolu örneği. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2011/3 Özel Sayı.
- Aydoğdu Gürbüz İ., Aslan B. Kahramanmaraş depreminde hasar tespit çalışmaları üzerine bir değerlendirme. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi* 2023; 4, 180-195.
- Chumaidiyah E., Dewantoro MDR., Fauzi PM., Kamil AA. Selection of industrial sites using a WEB-based geographical information system to minimize risks: A case study in West Java, Indonesia. *Sustainability* 2023; 15(22): 16034.
- Congiu E., Desogus G., Frau C., Gatto G., Pili S. WEB-based management of public buildings: A workflow based on integration of BIM and IoT sensors with a WEB-GIS portal. *Buildings* 2023; 13(5): 1327.
- Demir M., Altaş NT. Kars kentinde deprem hasar risk potansiyeli taşıyan alanların CBS tabanlı AHP analizlerine dayalı olarak belirlenmesi. *Geomatik* 2024; 9(1): 123-140.
- Dobson JE. The GIS revolution in science and society. In *Geography and Technology*; Springer: Dordrecht, Netherlands, pp. 573–587, 2004.
- Durduran S., Sarı F. Konya ilinde meydana gelen bisiklet kazalarının karar destek sistemleri yardımıyla WEB tabanlı mekânsal analizi. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi* 2011; 26(1): 26-32.
- Durduran S., Sarı F., Erdi A., Alkaya C. Trafik kazalarının analizi için web tabanlı CBS:Konya örneği. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2011/3. Özel Sayı.
- Falciano A., Anzidei M., Greco M., Trivigno ML., Vecchio A., Georgiadis C., Patias P., Crosetto M., Navarro J., Serpelloni E., Tolomei C., Martino G., Mancino G., Arbia F., Bignami C., Doumaz F. The SAVEMEDCOASTS-2 webGIS: The online platform for relative sea level rise and storm surge scenarios up to 2100 for the mediterranean coasts. *Journal of Marine Science and Engineering* 2023; 11(11): 2071.



- Hashemi M., Alesheikh AA. A GIS-based earthquake damage assessment and settlement methodology, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 2011; 31(11): 1607-1617.
- Justová P., Cajthaml J. Cartographic design and processing of originally printed historical maps for their presentation on the web. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2023; 12(6): 230.
- Kaya E., Ağca M., Cetin M., Adıgüzel F. Spatial data analysis with R programming for environment, Human and ecological risk assessment: *An International Journal* 2019; 25(6): 1521-1530.
- Mazzei M., Quaroni D. Development of a 3D WebGIS application for the visualization of seismic risk on infrastructural work. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2022; 11, 22.
- Netek R., Pohankova T., Bittner O. Urban D. Geospatial analysis in web browsers—comparison study on WebGIS process-based applications. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2023; 12(9): 374.
- Oguz H., Uzun A., Kısakürek Ş. WEB-based tree information system: A case study of Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Forest Science* 2020; 4(1): 160-171.
- Onyıl Hİ., Yılmaz M. Açık kaynak kodlu yazılımlarla web tabanlı mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesi, *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*– 2020; 2(2): 76-82.
- Pasquaré Mariotto F., Corti N., Drymoni K. Advanced technologies for geosite visualization and valorization: A review. *Applied Sciences* 2023; 13(9): 5598.
- Rocha M., Oliveira A., Freire P., Fortunato AB., Nahon A., Barros JL., Azevedo A., Oliveira FSBF., Rogeiro J., Jesus G., et al. Multi-hazard WebGIS platform for coastal regions. *Appl. Sci.* 2021, 11, 5253. <https://doi.org/10.3390/app11115253>.
- Santos-Luna R., Román-Pérez S., Reyes-Cabrera G., Sánchez-Arcos MdelR., Correa-Morales F., Pérez-Solano MA. WEB geographic information system: a support tool for the study, evaluation, and monitoring of foci of malaria transmission in Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023; 20(4): 3282. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043282>.
- Tarhan Ç., Partigöç NS. WEB tabanlı CBS uygulamalarının afet riski azaltmadaki rolü. *Dirençlilik Dergisi* 2021; 5(2): 265-279.
- URL-1: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> Erişim tarihi:22 Kasım 2023
- URL-2: [cran.r-project.org](https://cran.r-project.org) Erişim tarihi:22 Kasım 2023
- Ünlügenç UC., Akıncı AC., Öçgün AG. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Gaziantep depremleri; Adana İli ve yakın kesimlerine yansımaları. *Geosound* 2023; 57(1): 1-41.
- Wu X., Xu C., Xu X., Chen G., Zhu A., Zhang L., Yu G., Du K. A Web-GIS hazards information system of the 2008 Wenchuan Earthquake in China. *Natural Hazards Research*, 2022; 2(3): 210-217
- Yalçın C., Sabah L. CBS tabanlı bulanık mantık ve AHP yöntemleri kullanılarak Adıyaman ilçelerinin deprem tehlike analizinin oluşturulması. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 2018; 5(8): 101-113.
- Yavaşoğlu F., Varol Özden Ç. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı analitik hiyerarşi süreci kullanılarak deprem hasar riski analizi: Kadıköy Örneği. *TÜBAV Bilim Dergisi* 2017; 10(3): 28-38.

- Yücedağ E., Oguz H. Tarihi yapılar için web-tabanlı bilgi sisteminin oluşturulması: Diyarbakır örneği.  
Turkish Journal of Forest Science 2022; 6(2): 566-587.
- Zhi M., Zhu Y., Jang J.C., Wang S., Chiang P.C., Su C., Liang S., Li Y., Yuan Y. Analysis of storage capacity change and dam failure risk for tailings ponds using WebGIS-based UAV 3D image.  
Sustainability 2023; 15(19): 14062.