



An R Package for AFAD Earthquake Data and Visualizations: AFADEarthQuakeData

Cenk Icoz¹ and Levent Terlemez¹

¹ Eskisehir Technical University, Science Faculty, Department of Statistics, 26470 Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0219-1088, 0000-0001-7599-7296

Keywords

AFAD, Earthquake data, Exploratory data analysis, Spatial data, R

Highlights

- * AFAD API Earthquake Catalogs
- * Transferring earthquake data to R program
- * Visualization and basic statistics for point patterns

Aim

A package suggestion to download earthquake data from AFAD Event Web Service database into the R environment

Location

This study has implemented in Türkiye

Methods

Exploratory data analysis is used

Results

It is seen that transferring earthquake data to R environment may enable statistical and earthquake analysis to be easily applied and used in research studies

Supporting Institutions

AFAD

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 13.10.2023

Revised: 01.03.2024

Accepted: 21.03.2024

Printed: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1375464

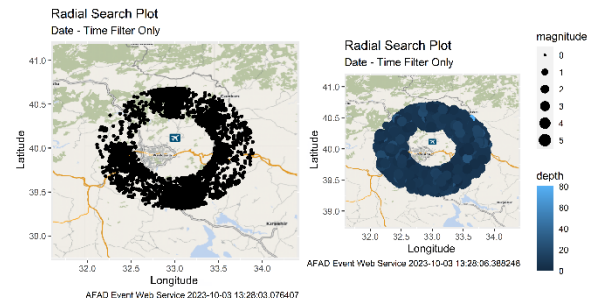


Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Cenk Icoz

Email: cicoz@eskisehir.edu.tr



Figure

Visualizations of earthquakes obtained as a result of raw radial search and with coloured according to magnitude and depth attributes on the base map

How to cite:

Icoz C., Terlemez L., 2024. An R Package for AFAD Earthquake Data and Visualizations: AFADEarthQuakeData, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(1), 30-45, <https://doi.org/10.46464/tdad.1375464>.



AFAD Deprem Veri ve Görselleştirmelerine İlişkin Bir R Paketi: AFADEarthQuakeData

Cenk İçöz¹ ve Levent Terlemez¹

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 26470 Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0219-1088, 0000-0001-7599-7296

ÖZET

Depremler oluşumu birçok farklı etken tarafından tetiklenebilen yıkıcı doğa olaylarıdır. Deprem sonucu oluşan gerek maddi gerek manevi zararlar nedeni ile deprem riskinin belirlenmesi ve tahmini büyük bir önem taşımaktadır. Dolayısı ile ülkemizde deprem verilerine ve bu verilerin işlenerek anlamlı sonuçlar çıkarılmasına ilişkin disiplinler arası çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) veri tabanında yer alan depremlerin belirli özelliklerine göre açık kaynak bir istatistik yazılımı olan R üzerine bir paket yardımı ile R ortamına aktarılması amaçlanmıştır. Ayrıca deprem verisine ilişkin basit birkaç haritalama ve temel istatistiklerine ilişkin grafiklerinin haritalar ile birlikte elde edilmesini sağlayan görselleştirme fonksiyonlarına da pakette yer verilmiştir. Verinin R ortamına aktarılması, R gibi güçlü bir açık kaynak yazılımı yardımı ile istatistiksel ve deprem analizlerinin kolayca uygulanabilmesi ve deprem çalışmalarında kullanılmasına imkân sağlayabileceği düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler

AFAD, Deprem verisi, Açıklayıcı veri analizi, Mekânsal veri, R

Öne Çıkanlar

- * AFAD API Deprem katalogları
- * Deprem Verilerinin R programına aktarılması
- * Görselleştirme ve nokta örüntüleri için temel istatistikler

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 13.10.2023
Düzeltilme: 01.03.2024
Kabul: 21.03.2024
Basım: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1375464

Sorumlu yazar

Cenk İçöz
Eposta:
cicoz@eskisehir.edu.tr

An R Package for AFAD Earthquake Data and Visualizations: AFADEarthQuakeData

Cenk Icoz¹ and Levent Terlemez²

¹ Eskişehir Technical University, Science Faculty, Department of Statistics, 26470 Eskişehir, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0219-1088, 0000-0001-7599-7296

ABSTRACT

Earthquakes are destructive natural events whose occurrence can be triggered by many different factors. Due to the tangible and intangible damages caused by earthquakes, determination and prediction of earthquake risk is of great importance. Therefore, there is a need for interdisciplinary studies on earthquake data and the processing of these data to draw meaningful conclusions. In this study, it is aimed to transfer the earthquakes in the database of the Republic of Turkey Ministry of Interior Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) to the R environment with the help of a package on R, an open source statistical software, according to certain characteristics. In addition, some simple mapping and visualization functions that provide graphics of basic statistics along with maps for earthquake data are also included in the package. It was thought that transferring the data to the R environment would enable statistical and earthquake analysis to be easily applied and used in earthquake studies with the help of a powerful open source software such as R.

Keywords

AFAD, Earthquake data, Exploratory data analysis, Spatial data, R

Highlights

- * AFAD API Earthquake Catalogs
- * Transferring earthquake data to R program
- * Visualization and basic statistics for point patterns

Manuscript

Research Article

Received: 13.10.2023
Revised: 01.03.2024
Accepted: 21.03.2024
Printed: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1375464

Corresponding Author

Cenk Icoz
Email:
cicoz@eskisehir.edu.tr

1. GİRİŞ

Yıkıcı bir doğa olayı olay depremler yer kabuğundaki kırılmalar sonucunda meydana gelmektedir (Stein ve Wyssession 2003). Maddi ve manevi kayıplara yol açan depremler hakkında yapılacak çalışmalar bu kayıpların minimize edilmesinde oldukça önemli bir role sahiptir (Ayyıldız vd. 2023). Türkiye dünya üzerinde en aktif olan fay hatlarından Kuzey Anadolu Fay Hattı ve Doğu Anadolu Fay hattı ile çevrelenmiştir ve bu fay hatları geçmişte ve günümüzde de aktif olarak büyük ve yıkıcı depremlerin oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Deprem katalogları depremlerin istatistiksel ve diğer açılardan incelenmesinin ilk basamağıdır. Dolayısı ile verilerin elde edildiği kaynağın güvenilir ve resmi olması depremler ile ilgili yapılacak çalışmaların güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Dünya ve Türkiye üzerinde birçok resmi makam deprem kataloglarını açık bir şekilde web ara yüzleri yardımı ile paylaşmaktadırlar. Ayrıca bazı resmi makamlar bu verilerin dışarıya aktarılmasında veri tabanlarına da erişim sağlanmasına imkân vermektedir. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ve T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) bu kurumlara örnek olarak verilebilir (BDTİM 2017, AFAD 2023, USGS 2023).

R, istatistiksel hesaplama ve görselleştirmeler için kullanılan ücretsiz bir açık kaynak yazılımdır. Yazılım birçok farklı platformda MacOS, Linux ve Windows gibi platformlarda çalışabilmekte ve derleme yapabilmektedir. R paket bazlı bir yazılım olup farklı amaçlar için farklı paketler kullanılabilir. R yazılımı istatistiksel açıklayıcı veri analizi, istatistiksel hesaplamalar, makine ve istatistiksel öğrenme, derin öğrenme ve mekânsal analizler vb. çeşitli konulardaki paketleri yardımıyla araştırmacılara geniş bir aralıktaki konularda çalışma olanağı sunmaktadır.

R'ı biyoistatistik, psikoloji, çevre bilimi, veri bilimi, coğrafi bilgi sistemleri, ekonometri, istatistik, mühendislik gibi farklı alanlarda çalışan araştırmacılar kullanabilmektedir. Günümüzde ise resmi ve özel kurum ve kuruluşlarının veri politikaları değişmeye başlamıştır. Şeffaflık sağlaması açısından, açık verilerin kullanıcılar ile paylaşılması ve internet üzerinden veri kazıma özelliklerinin de gelişmesi sonucunda veri ve verilerin analizine aynı imkânı tanıyan paketlerin R arşivinde yer aldığını gözlemlemekteyiz. Bu paketlere örnek olarak eurostat R paketini verebiliriz. Bu paket ile Avrupa Birliğine üye ve aday ülkelere ilişkin turizm, ekonomi, üretim, çevre vb. farklı alanlardaki verileri R ortamına indirip analiz etme şansı kullanıcılara sunulmuştur (Lahti ve diğ. 2017).

Fakat deprem verisi olarak Türkiye'deki veri tabanlarından veri çekilmesine ve bu verilerin analizinin yapılmasına ilişkin bir paket bulunmamaktadır. Bu çalışmada amaçlanan, AFAD Deprem Web Servisindeki uygulama programlama arabiriminden (API) yararlanılarak R ortamına veri aktarımının sağlanması ve bu veriler üzerinde bazı basit görselleştirmelerin yapılmasını sağlayan bir R paketi oluşturulması amaçlanmıştır. Bu şekilde deprem verisi üzerinde çalışacak araştırmacıların hem R yazılımında hem de istedikleri API'de yer alan deprem filtre parametrelerini kullanarak kendi deprem kataloglarını oluşturulmaları mümkün olacaktır. Ayrıca indirilen deprem verisi ile R'de bulunan deprem paketleri yardımıyla istedikleri analizleri de yerine getirebileceklerdir.

Burada ise özellikle istatistiksel sismoloji ile ilgili paketler ilgi çekmektedir. İstatistiksel sismoloji ise göreceli olarak yeni bir terim olup deprem verilerine istatistik metodolojinin uygulanması şeklinde tanımlanmaktadır. Buradaki amaç ise fiziksel deprem sürecine ilişkin yeni soruların ortaya çıkmasını sağlamak ve fiziksel modeller tarafından açıklanamayan stokastik bileşenlerin tanımlanmasıdır (Brownrigg ve Harte 2005). Bu paketlerden birçoğuna örnek verilmek istenirse ssEDA, PtProcess, ETAS paketleri sıralanabilir (Harte 2004, Harte 2005).

Literatür taraması sonucunda direk olarak çevrimiçi veri sağlayan herhangi bir deprem servisi sağlayıcısından veri indirilip, analiz yapılmasına olanak veren R paketleri bulunamamıştır. Daha çok kullanıcıların kendi derlediği deprem kataloglarını herhangi bir ara yüze aktarabildiği ya da örnek deprem kataloglarını kullanıp ilgili analiz ve temel gelişmiş düzey grafiklerin elde edilebildiği paketler ve programlar yer almaktadır. Bunlara verilebilecek ve en yaygın kullanılan programa örnek Wiemer (2001) tarafından geliştirilen ZMAP adlı programdır. Bunun dışında hazır katalog verilerinin kullanıldığı ayrıca temel birkaç grafik ve b değeri analizleri de olan genellikle ileriye dönük tahmin de yapılabilen Epidemik Sonrası Şok Modeline yönelik ETAS R paketi ve SEDA Matlab paketleri yer almaktadır (Lombardi 2017, Jalilian 2019). PyCSEP ise deprem kataloglarına erişimin işlenmesinin sağlandığı, olasılıksal deprem tahmini ve görselleştirme rutinlerinin de yer aldığı Python dilini kullanan bir pakettir (Savran ve diğ. 2022). İlk versiyon olarak düşündüğümüz bu pakette sadece veri kazıma ile deprem verisi kullanarak API üzerinden veri indirimi ve basit görselleştirmeler bulunmaktadır. Ek olarak çoğu mekânsal nokta örüntülerine ilişkin merkezi eğilim ve değişkenlik ölçüleri araştırmalarımıza göre ilk defa deprem verileri ve analizleri bir paket içerisinde yer alacaktır. Literatürde bahsedilen paketler ile ortak nokta veri görselleştirmedir. İleri seviye tahmin ve olasılıksal hesaplamalar paketimizde yer almamaktadır.

Çalışmanın eksik yanı AFAD altyapısı kullanılarak elde edilen verilerinin doğruluğunun başka kaynaklarca sınanamaması ve şu aşamada genel görselleri ve birkaç temel istatistiği içermesidir. Diğer paketler gibi deprem spesifik analizler ve değerlerin bulunmaması, basit görsellerde zaman boyutunu ilk versiyonda içermemesi ve ileriye dönük tahmin modellerinin bulunmamasıdır.

Bir sonraki bölümde pakette yer alan mekânsal nokta örüntüleri için merkezi eğilim ölçüleri ve değişkenlik ölçülerinin metodolojisinden ve hesaplanışlarından bahsedilecektir. Daha sonra uygulama bölümünde pakete yönelik fonksiyonlar tanıtılacak, paket yardımı ile indirilen örnek deprem verileri R ortamında görselleştirilecektir. Son olarak ise sonuçlar ve öneriler bölümünde geleceğe yönelik yapılacak iyileştirmeler ve çalışmaya kısaca tekrar değinilecektir.

2. NOKTA ÖRÜNTÜLERİ İÇİN TEMEL İSTATİSTİKLER

Mekansal veri tipleri için genel bir sınıflandırmaya Cressie (1993)'de yer verilmiştir. Buna göre mekânsal veriler jeostatistiksel veriler, bölgesel ya da örgü verileri (lattice) ve nokta örüntüleri şeklinde ilgilenilen mekânsal verinin tanım kümesine göre 3 farklı kategoride incelenmektedir. Nokta örüntüleri ise ilgili tanım kümesi D 'nin, diğer veri tiplerinin aksine rassal olarak gerçekleştiği noktalar kümesi olarak tanımlanmaktadır. Bir diğer tanıma göre ise olaylar olarak da görülen noktaların birçok konumda gerçekleşebilme durumu söz konusu iken ancak sadece bu konumların birkaçında gerçekleşiyor ise bu tür olayların bir koleksiyonuna nokta örüntüsü denir. Olası nokta örüntülerine depremlerin oluşma konumları, bir bölgede gerçekleşen suça ait veriler, belirli bir bölgedeki ağaçların dağılımı örnek verilebilir (İçöz 2018)

Nokta örüntülerine ilişkin kullanılan merkezi eğilim ve değişkenlik ölçüleri sırası ile ortalama merkez, ağırlıklandırılmış ortalama merkez, standart uzaklık ve standart elipstir.

2.1. Ortalama Merkez

Ortalama tek değişkenli veriler için kullanılan bir merkezi eğilim ölçüsüdür. Ortalama merkez ise iki boyutlu bir veri için her bir eksenin (x ve y koordinatlarının) ayrı ayrı ortalamaları hesaplanarak iki boyutlu bir koordinat sisteminde bir nokta çiftini belirtecektir.

Ortalama merkez, sırası ile x ve y koordinatlarının orta noktası şeklinde daha önceden tanımlı bir koordinat sistemi üzerinde kolay bir şekilde hesaplanabilir. Bu iki farklı eksendeki koordinatların orta noktaları ortalama merkezin konumunu oluşturacaktır. (İçöz 2018)

Ortalama merkez aşaşıdaki formül ile verilir:

$$(\bar{x}_{om}, \bar{y}_{om}) = \left[\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right] \quad (1)$$

Eşitlik 1'de n, ortalama merkezi hesaplanacak olan noktaların sayısını ifade eder. Ortalama, mekânsal olmayan verilerde verinin ağırlık merkezi olarak da tanımlanmaktadır. Ortalama merkez de tıpkı mekânsal olmayan verilerdeki gibi mekânsal veriler için bir ağırlık merkezi olarak ifade edilebilir (Eryılmaz 2010).

2.2. Ağırlıklandırılmış Ortalama Merkez

Ortalama merkezin hesaplanmasında noktaların konumunun dışında, noktaların özniteliklerinin de dikkate alınmak istendiği durumlar söz konusu olabilir. Bu neden ile her bir nokta, mekânsal olarak aynı önem derecesine sahip olmayacaktır. Örneğin, birkaç şehir için ortalama merkez hesaplanacak olduğunda şehirlerin nüfuslarına göre ağırlıklandırıldığı zaman, ortalama merkez nüfus yoğunluğu fazla olan şehirlere yakın bir şekilde konumlanacağından, daha gerçekçi bir merkezi eğilim ölçüsü olarak öne sürülebilir. (Lee ve Wong 2001).

Örnek olarak verilen durum için ağırlıklandırılmış ortalama merkez, ortalama merkezden daha uygun bir merkezi eğilim ölçüsü olacaktır. Deprem verisi söz konusu olduğunda ise depremlerin sahip olduğu büyüklük ya da gerçekte derinliği özniteliklerine göre ağırlıklandırma işlemi yapılabilir. Ağırlıklandırılmış ortalama merkez i. noktaya verilen ağırlık katsayısı w_i olmak üzere Eşitlik 2 ile verilir:

$$(\bar{x}_{aom}, \bar{y}_{aom}) = \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{n} \right] \quad (2)$$

2.3. Standart Uzaklık

Klasik istatistikteki standart sapmanın mekânsal nokta örüntüleri için uyarlanmış hali standart uzaklık olarak karşımıza çıkmaktadır. Standart sapma, gözlemlerin ortalamadan ne kadar saptıklarını belirtir iken standart uzaklık, nokta örüntüsünde yer alan her bir noktanın ortalama merkezden olan sapmasını belirtmektedir. Standart sapma, gözlem değerlerinin ölçüm birimi ile ifade edilirken standart uzaklık uzaklık birimleri ile ifade edilecektir (Lee ve Wong 2001). Standart uzaklığa ait olan formül Eşitlik 3'te verilir:

$$S. U. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_{om})^2 + (y_i - \bar{y}_{om})^2}{n}} \quad (3)$$

Standart uzaklık, yarıçaplı bir çember şeklinde, ortalama merkez orijin noktası olarak ele alınıp bu nokta etrafında çizilmektedir. Çizilen çember ise ortalama merkez etrafındaki nokta örüntüsünün ne kadar değişkenlik gösterdiğinin bir ölçüsü olarak kabul edilir (İçöz 2018).

2.4. Standart Elips

Standart uzaklık çemberi bir nokta örüntüsünün mekânsal saçılımını göstermek amacı ile kullanılan etkili bir araçtır. Fakat, bazı durumlarda, nokta konumları yönsel bir yanlılık içeren coğrafi olayları içerebilmektedir. Örneğin bir otoyol üzerinde gerçekte kazalar standart uzaklık çemberi tarafından temsil edilen dairesel bir şekil oluşturmamaktadır. Bunun yerine örüntüdeki sapma, otoyolun ilgili bölümünün fiziki şekli tarafından belirlenen doğrusal bir yön olarak gerçekte olacaktır. Bu koşullar altında standart uzaklık çemberi sürecin yönsel yanlılığını temsil edememektedir ve yerine standart elipsin kullanılması daha doğru olacaktır (Lee ve Wong 2001).

Standart elips döndürme açısı, (uzun olan) ana eksen üzerindeki sapma ve (kısa olan) alt eksen üzerindeki sapma olmak üzere üç bileşen tarafından belirlenmektedir. Eğer, nokta örüntüsü yönsel bir yanlılık içeriyor ise bu yöndeki noktaların saçılımı maksimum olacaktır. Diğer yöndeki noktaların saçılımı ise minimum olacaktır. Elipsin hesaplanmasında kullanılan formüller için Lee ve Wong (2001) ve Levine (2021)'i inceleyiniz.

3. UYGULAMA

AFADEarthQuakeData R paketi ile AFAD Deprem Web Servisindeki uygulama programlama arabiriminden (API) yararlanılarak R ortamına deprem ve özniteliklerine ilişkin veri aktarımının sağlanması ve çeşitli filtreler kullanılarak indirilen bu verilerin yine R ortamında görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Paketin çalışması için gerekli en düşük R versiyonu 4.3.1. ve üzeridir. Paket oluşturulurken diğer R paketlerinden yardım alınmıştır. Ayrıca bu paketlere içe aktarılanlar kısmında da yer verilmiştir. AFADEarthQuakeData R paketinin R kütüphanesine yüklenebilmesi için bu paketlerin de yüklenmesi gerekmektedir. Sırası ile bu paketler ve gerektirdiği en düşük versiyonlar parantez içinde verilerek ggforce, ggplot2 ($\geq 3.4.3$), maps ($\geq 3.4.1$), OpenStreetMap ($\geq 0.3.4$), rvest ($\geq 1.0.3$), stats, XML (≥ 3.99) paketleridir. (Wickham 2016, Fellows ve Stotz 2019, Becker ve Wilks 2022, Pedersen 2022, Wickham 2022, R core Team 2023, Temple Lang 2023) Paket 10 adet fonksiyon içermektedir. Bu fonksiyonlar ve amaçları Tablo 1' de verilmiştir. Ayrıca bu açıklamalara paketin yardım menüsünden de İngilizce dilinde erişilebilmektedir.

Tablo 1: AFADEarthQuakeData R paketi fonksiyonlar ve açıklamaları
Table1: AFADEarthQuakeData R package functions and explanations

Fonksiyonlar	Açıklama
<i>calc.Havershine</i>	Deprem olaylarının belirli bir noktanın koordinatlarına olan Havershine Uzaklıklarını hesaplar.
<i>calc.meanCenter</i>	Ortalama ve ağırlıklı ortalama merkezi hesaplar.
<i>calc.StDevEllipse</i>	Standart sapma elipsini hesaplar.
<i>calc.StDistance</i>	Standart mesafeyi hesaplar.
<i>histog.depth</i>	İndirilen deprem verilerinin derinliğinin histogramını çizer.
<i>histog.magni</i>	İndirilen deprem verilerinin büyüklüğünün histogramını çizer.
<i>map.AFAD</i>	Deprem verilerinin haritalar kullanarak görselleştirir.
<i>opensmap.AFAD</i>	Deprem verilerinin OpenStreetMap altlık haritasını kullanarak haritasını çizer.
<i>read.AFAD</i>	Olay web hizmetinden deprem verilerini okur.
<i>turkiye.cities</i>	Türkiye'deki şehirlerin enlem ve boylam verileri.

Bunun yanı sıra her bir fonksiyona ilişkin yardım sayfaları da paket içeriğinde yer almaktadır. R dilinde fonksiyonlar belirli bir işlemi, hedefi gerçekleştirmek amacı ile gerek paketlerdeki hazır olarak tanımlanan ya da kullanıcının kendilerinin geliştirmiş olduğu birer nesnedir. Fonksiyonlar argüman adı da verilen girdileri işleyip sonucunda bir değer, değerler kümesi, grafik vb. R nesnelere çıktı olarak tekrar kullanıcıya döndürmektedirler.

AFAD Deprem Web Servisi, kayıt altına alınan deprem verisi üzerinde çeşitli kriterlere göre filtreleme yapabilme kabiliyetine sahip çevrimiçi API olarak sunulan deprem verisi sorgulama servisi. Deprem listeleme kriterleri ise benzersiz olay belirleyici kriterine göre tek bir deprem olayı olabileceği gibi, tarih, derinlik, büyüklük aralığında meydana gelen deprem olayları gibi önceden belirlenmiş kriterlere göre sorgulama sonuçları üretebilmektedir. Sorgulama kriterlerine ilişkin detaylara Deprem Web Servisi (AFAD 2023) internet bağlantısından ulaşılabilir. Bu kriterlerden bir tanesi de format parametresidir ve sorgu sonucunun listelenme biçimi belirlenmektedir. Kriterin dikkate aldığı biçimler ise xml, csv, kml, geojson, json biçiminde olabilmektedir. Kullanıcı, belirlediği kriterlere göre elde ettiği sorgu sonucunu internet tarayıcısı üzerinden uygun dosya biçiminde kayıt altına aldıktan sonra kendi kullanımındaki uygulamaya aktarabilmektedir. Örneğin, 04.02.2024 – 08.02.2024 tarihleri arasında meydana gelen

depremleri sorgulayarak, sorgu sonucunun xml, csv veya diğer dosya türü içeriğine uygun şekilde listeleyp ilgili dosya türünde kayıt altına alabilmektedir. Şekil 1’de, yapılan sorgu sonucunda listelenen deprem olaylarının csv dosya biçimine göre listelenişi verilmiştir. İlgili sorgu:

<https://deprem.afad.gov.tr/apiv2/event/filter?start=2024-02-04&end=2024-02-08&format=cvs>

internet bağlantısı şeklinde internet tarayıcısı vasıtasıyla elde edilebilmektedir ve internet tarayıcısı aracılığı ile uygun dosya biçiminde kayıt edilerek, indirilebilmektedir.

Pakette, Deprem Web Servisinden seçilen kriterlere göre listelenen deprem verisinin R’ye aktarılması için yazılmış olan read.AFAD fonksiyonu kullanılmaktadır. R yazılımı, servisin sunabildiği tüm dosya türlerine destek verebilmektedir ancak, read.AFAD fonksiyonu xml dosya türüne uygun şekilde sorgulama sonucu talep etmekte, xml şeklindeki veriyi işlemekte ve R yazılımına aktarımını yapmaktadır. Bu amaçla paketin başvurduğu ilk harici R paketi rvest paketidir. Rvest paketinde yer alan read_html ve html_nodes fonksiyonları yardımı ile http isteği gerçekleştirilmekte ve istek sonucu işlenmek üzere R yazılımına aktarılmaktadır. Daha sonra başvuru ikinci harici R paketi ise XML paketidir ve xmlParse, xmlRoot ve xmlToDataFrame fonksiyonlarından faydalanılmaktadır. Bu fonksiyonlardan ilki XML/HTML içeriğini içeren bir XML veya HTML dosyasını veya dizesini içeren R yapısını oluşturmaktadır. İkinci ve üçüncü fonksiyonlar ise bu yapıdan, bir XML belgesinin ayrıştırılmasından kaynaklanan üst düzey XmlNode nesnesine erişerek, XML belgesinden veriyi çıkartmaktadır. Son fonksiyon ise XML belgesinden çıkartılan veriyi, R yazılımının kullandığı veri yapılarından birisi olan data frame’e dönüştürmektedir. Bu aşamanın sonunda ise basit bir hata kontrolü de gerçekleştirilip, hatalı sonuç üretilmesi durumunda kullanıcının hata sebebinin görebilmesi için Deprem Web Servisinin sonuç sayfasına yönlendirilmesi sağlanabilmektedir (Wickham 2022, Temple Lang 2023).

Rms	EventID	Location	Latitude	Longitude	Depth	Type	Magnitude	Country	Province	District	Neighborhood	Date	isEventUpdate	lastUpdateDate
0.33	618495	Ege Denizi - Saros Körfezi - [13.49 km]	38.47778	26.35778	7.35	ML	3.4	Türkiye	Çanakkale	Gelibolu		2/4/2024 12:10:55 AM	False	
0.81	618497	Karaköprü (Sarııurfa)	37.46833	38.71139	7	ML	1.2	Türkiye	Sarııurfa	Karaköprü	Düğer	2/4/2024 12:20:15 AM	False	
0.06	618498	Pütürge (Malatya)	38.18444	38.67778	7	ML	1.2	Türkiye	Malatya	Pütürge	Körm	2/4/2024 12:53:48 AM	False	
0.31	618499	Salihli (Manisa)	38.41583	28.18694	6.98	ML	0.9	Türkiye	Manisa	Salihli	Çelikli	2/4/2024 12:47:20 AM	False	
0.36	618500	İskilip (Çorum)	40.6725	34.39722	16.94	ML	2.1	Türkiye	Çorum	İskilip	Kayağız	2/4/2024 1:23:00 AM	False	
0.3	618501	Kalecik (Ankara)	39.98861	33.40139	8.58	ML	3.2	Türkiye	Ankara	Kalecik	Yalımköy	2/4/2024 1:25:58 AM	False	
0.25	618502	Yeşilyurt (Malatya)	38.21694	38.11833	7	ML	0.9	Türkiye	Malatya	Yeşilyurt	Görgü	2/4/2024 1:05:35 AM	False	
0.41	618503	Ege Denizi - [20.08 km]	37.89139	26.91139	6.98	ML	1.2	Türkiye	İzmir	Seferihisar		2/4/2024 1:14:12 AM	False	
0.53	618504	Marmara Denizi - Gemlik Körfezi - [01.45 km]	40.39167	28.885	7.05	ML	1.2	Türkiye	Bursa	Mudanya		2/4/2024 1:00:39 AM	False	

Şekil 1: Deprem sorgu sonucunun csv biçiminde sorgulanması
Figure 1: Querying the earthquake query result in csv format

Tablo 1’ de yer alan fonksiyonlar içerisinde en önemlisi ve en önce üzerinde durulması gereken fonksiyon deprem verilerinin okunmasında API’nin izin verdiği şekilde çeşitli filtrelemeler ile R ortamına veri aktarmaya yarayan read.AFAD fonksiyonudur. Fonksiyon sayesinde belirli parametrelere göre filtrelenen depremler R ortamına bir veri çerçevesi olarak aktarılacaktır. İlgili API sayesinde belirli koordinat sınırları içerisinde kalan dikdörtgensel bölgedeki depremler ya da bir koordinatın etrafında dairesel veya radyal bir sınır içerisinde yer alan depremler seçilebilecektir. Ayrıca fonksiyon ile büyüklük türüne göre deprem seçimi, minimum büyüklüğe ya da derinliğe göre deprem seçimi, olay kimlik numarası ile deprem seçimi vb. birçok farklı seçime izin vermektedir. Sonuç olarak ise 15 farklı değişken ve seçim türüne göre oluşacak sayıdaki depremler bir veri çerçevesi olarak döndürülecektir.

Fonksiyonun **start,end** argümanı, aramanın başlangıç ve bitiş tarihlerini içeren argümanıdır. Bu argümanlar belirtilen başlangıç saatinde veya sonrasında meydana gelen olayları belirtilen bitiş saatinde veya öncesinde meydana gelen olaylarla sınırlayan zaman kısıtlamalarını ifade eder. Tarih formatı YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.sssss] şeklindedir. **eventid** dışındaki tüm filtreler

için **start,end** argümanları mutlaka gereklidir. **minlat, maxlat, minlon, maxlon** argümanları ise dikdörtgensel seçim için gerekli olan argümanlardır. Dikdörtgensel aramada sırasıyla güney, kuzey, batı ve doğu sınırları derece cinsinden belirtilmelidir. Bu kısıtlamalardan en az biri doldurulmalıdır. En az bir boş kısıtlama var ise, filtre sınırları atayacak ve filtrelemeyi gerçekleştirecektir. Dikdörtgensel arama dairesel arama ile uyumsuzdur. **lat, lon, maxrad, minrad** argümanları radyal arama argümanlarıdır. Kullanıcı merkez noktaya ilişkin enlem ve boylam değerleri ve bu nokta etrafındaki derece üzerinden minimum ve maksimum uzaklığa ilişkin uzaklıkları metre cinsinden belirtilmesi gereklidir. **minrad** dışında boş bir kısıtlama varsa API bir istisna atayacaktır. Eğer **minrad** boşsa dairesel filtreleme yapılacaktır. **minmag, maxmag, magtype** argümanları sırasıyla minimum ve maksimum deprem büyüklüğü ve deprem türüne ilişkin filtreleme yapılmasına imkan tanımaktadır. Geçerli **orderby** bağımsız değişkeni, varsayılan olarak orijine göre artan zamana göre *zaman* sırası, orijine göre azalan zamana göre *timedesc* sırası, artan büyüklüğe göre *magnitude* sırası, metinde azalan büyüklüğe göre *magnitudedesc* sırasını içerir. **eventid**, veritabanı tarafından bir olaya atanan benzersiz bir kimlik numarasıdır. **eventid** argümanına göre seçim yapıldığında sadece ilgili kimlik numarasına sahip deprem filtrelenecektir.

Fonksiyonun kullanımına ilişkin örnek kod aşağıda verilmiştir:

```
equake<-read.AFAD(start="1990-01-01T12:00:00",end="2023-01-02T12:00:00",minlat=39,maxlat=42,minlon=26,maxlon=42,orderby="magnitude",minmag=4)
```

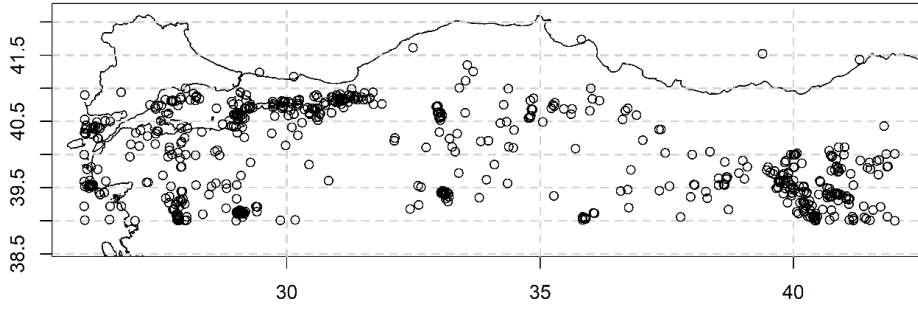
Kod ile Kuzey Anadolu Fay hattını da içeren geniş bir bölgede dikdörtgensel filtreleme yapılması amaçlanmıştır. Kod sonucunda ise 1990 yılının ilk ay ilk günü saat 12 ile 2023 yılının ilk ay ikinci günü saat 12 arasında ve 26°-42° boylam ve 39°-42° enlemleri arasında büyüklük türünden bağımsız olarak 4 şiddetinden büyük depremler deprem büyüklüğüne göre sıralı bir şekilde veri çerçevesi şeklinde elde edilecektir. Sonuçlar equake nesnesinde veri çerçevesi formatında saklanmaktadır. *read.AFAD* fonksiyonu örneğimizde 15 değişken ve 667 depremden oluşan bir veri çerçevesi üretmiştir. Elde edilen ilk 20 veri ise Şekil 2'de verilmiştir.

country	date	depth	district	eventid	latitude	location	longitude	magnitude	neighborhood	province	rms	type	iseventupdate	lastupdate
Türkiye	2016-05-09T03:57:20.76	13.97	Çayeli	336362	39.9881	Çayeli (Erzurum)	39.8633	4.1	Sarıgözü	Erzurum	0.2920	Mw	false	
Türkiye	2016-06-21T06:52:22.06	18.29	Hadisu	341128	39.4001	Hadisu (Bingöl)	40.0750	4.1	Ösarbey	Bingöl	0.5100	Mw	false	
Türkiye	2005-03-18T13:53:46.46	4.30	Çat	255241	39.4947	Çat (Erzurum)	40.6627	4.1	Saltık	Erzurum	0.3030	Md	false	
Türkiye	2005-03-15T03:31:00.81	2.74	Karlıova	255129	39.3966	Karlıova (Bingöl)	40.9441	4.1	Suçit	Bingöl	0.8632	Md	false	
Türkiye	2011-07-03T14:16:28.51	10.78	Sinav	134735	39.1037	Sinav (Kütahya)	29.0147	4.1	Muradlıtar	Kütahya	0.6330	Md	false	
Türkiye	2006-10-25T22:00:17.26	8.00	Söğüt	266505	39.0540	Söğüt (Bingöl)	41.1953	4.1	Karşıyaka	Bingöl	0.0007	Md	false	
Türkiye	2005-01-13T11:00:43.52	15.95	Kırkağaç	245811	39.1763	Kırkağaç (Manisa)	27.7720	4.1	Yığınolu	Manisa	0.3360	Md	false	
Türkiye	1999-08-17T18:14:46.13	15.10	Geyve	247790	40.4800	Geyve (Sakarya)	30.3000	4.1	Herka	Sakarya	0.0000	Md	false	
Türkiye	2018-01-14T11:56:18.45	10.24	Ayvacık	401425	39.5368	Ege Denizi - [05.87 km] Ayvacık (Çarşakale)	26.0538	4.1		Çarşakale	0.2300	Mw	false	
Türkiye	2004-12-14T22:24:20.44	7.60	Merkez	245381	39.7701	Merkez (Sivas)	36.7894	4.1	Yukarıyıldız	Sivas	0.3850	Md	false	
Türkiye	1999-08-17T18:52:36.81	9.10	Akyazı	247791	40.6300	Akyazı (Sakarya)	30.8800	4.1	Değirler	Sakarya	0.0000	Md	false	
Türkiye	1999-08-17T22:12:52.02	14.00	Akyazı	247799	40.7000	Akyazı (Sakarya)	30.6000	4.1	Yahyalı	Sakarya	0.0000	Md	false	
Türkiye	1999-08-17T22:52:41.15	23.85	Gönen	247802	40.1100	Gönen (Balıkesir)	27.6800	4.1	Kalkıcı	Balıkesir	0.0000	Md	false	
Türkiye	2016-02-18T07:56:48.99	5.44	Sarıoğlan	326904	39.0116	Sarıoğlan (Kayseri)	35.8421	4.1	Palas	Kayseri	0.3400	Mw	false	
Türkiye	1999-08-18T05:59:46.15	1.70	Akyazı	247816	40.5200	Akyazı (Sakarya)	30.6100	4.1	Harıyatak	Sakarya	0.0000	Md	false	
Türkiye	2015-09-03T08:23:19.55	10.24	Sinav	309933	39.1226	Sinav (Kütahya)	29.1225	4.1	Şenköy	Kütahya	0.4900	Mw	false	
Türkiye	1999-08-18T09:30:57.62	13.60	İznik	247827	40.3800	İznik (Bursa)	29.7600	4.1	Hacıosman	Bursa	0.0000	Md	false	
Türkiye	1991-06-26T11:00:37.15	12.00	Savaştepe	236226	39.5200	Savaştepe (Balıkesir)	27.7100	4.1	Kalemköy	Balıkesir	0.3000	Md	false	
Türkiye	2004-04-07T17:43:11.06	2.55	Ağaçlı	239168	39.9906	Ağaçlı (Erzurum)	40.7357	4.1	Karahasan	Erzurum	0.6404	Md	false	
Türkiye	2004-03-29T07:20:48.05	8.50	Azıyçe	240323	40.1105	Azıyçe (Erzurum)	40.8911	4.1	Mezra	Erzurum	0.0062	Md	false	

Şekil 2: Örnek kod ile *read.AFAD* fonksiyonu kullanılarak elde edilen deprem verisinden 20 birimlik bir örnek
Figure 2: A 20-unit sample of earthquake data obtained using the *read.AFAD* function with sample code

Verinin indirilmesinden sonraki ilk aşama ise depremlerin ve özniteliklerinin görselleştirilmesidir, diğer bir deyişle mekânsal açıklayıcı veri analizidir. Bunun için ise paket kullanıcıya iki farklı opsiyon sunmaktadır. İlk opsiyon *maps* paketi yardımı ile depremlerin haritalanmasıdır. Diğer ve daha gelişmiş opsiyonda ise *OpenStreetMap* paketi ile altlık harita kullanılarak depremlerin nokta karakteri olarak haritalanmasıdır. Aynı zamanda *opensmap.AFAD* fonksiyonunun sırası ile **size** ve **col** argümanları yardımı ile depremlerin büyüklükleri nokta karakterinin büyüklüğünü ifade edecek şekilde ve deprem derinliğinin büyüklüğünü koyudan açık bir renk skalasına göre ifade edecek şekilde haritalamak mümkündür.

map.AFAD(earthquake,"gadm36_TUR_0_sp.rds")



Şekil 3: Dikdörtgenel filtreleme sonucu elde edilen depremlerin nokta karakter şeklinde haritalanması
Figure 3: Mapping of earthquakes obtained as a result of rectangular filtering as point characters

Şekil 3'te dikdörtgenel arama ile filtrelenen depremler `map.AFAD` fonksiyonu üstte verilen örnek kod yardımı ile harita üzerinde nokta karakteri olarak görselleştirilmiştir. Burada `.rds` dosyası GADM üzerinden elde edilmiştir (GADM, 2023).

`opensmap.AFAD(earthquake,gap=.5,title="Box Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles = 10)`

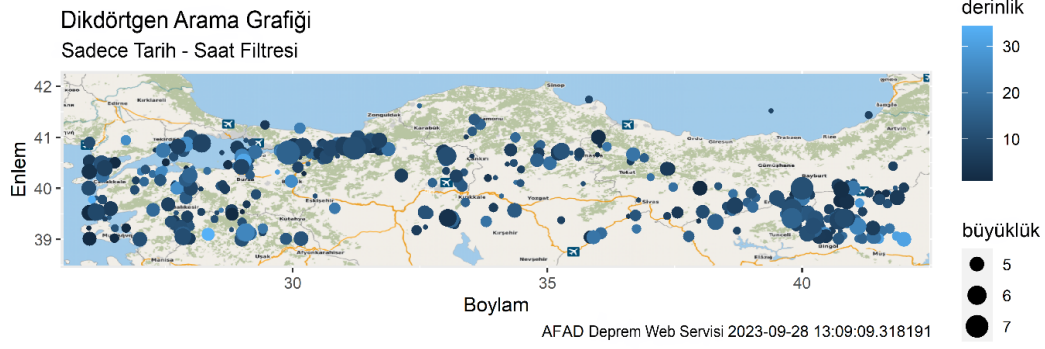
Şekil 4'te dikdörtgenel arama ile filtrelenen depremler altlık harita kullanılarak `opensmap.AFAD` fonksiyonu üstte verilen örnek kod yardımı ile harita üzerinde nokta karakteri olarak görselleştirilmiştir.



Şekil 4: Dikdörtgenel filtreleme sonucu elde edilen depremlerin nokta karakter şeklinde altlık harita ile haritalanması
Figure 4: Mapping of earthquakes obtained as a result of rectangular filtering as point characters using background map

`opensmap.AFAD(earthquake,gap=.5,title="Box Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles = 10,col=depth,size=magnitude)`

Şekil 5'te ise dikdörtgenel arama ile filtrelenen depremler `opensmap.AFAD` fonksiyonu üstte verilen örnek kod yardımı ile altlık harita kullanılarak harita üzerinde nokta karakteri olarak görselleştirilmiştir. Ayrıca fonksiyon argümanlarından yararlanılarak deprem büyüklükleri noktaların yarı çapı ile orantılı ve aynı zamanda deprem derinliklerinin ise mavi renginin koyu tonlarından açık tonlarına gidildikçe artacak şekilde görselleştirilmiştir.

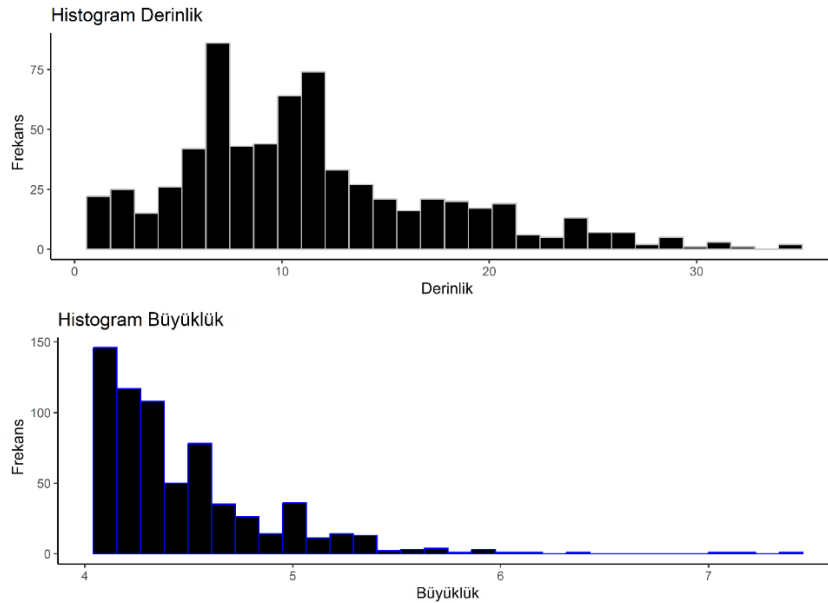


Şekil 5: Dikdörtgenel filtreleme sonucu elde edilen depremlerin büyüklükleri ve derinlikleri ile birlikte nokta karakter şeklinde haritalanması

Figure 5: Mapping of earthquakes obtained as a result of rectangular filtering with their magnitudes and depths as point characters.

```
require("gridExtra")
plot1<-histog.depth(equake,col="grey",fill = "black")
plot2<-histog.magni(equake,col="blue",fill = "black")
grid.arrange(plot1,plot2)
```

Araştırmacılar tarafından depremler ile ilgili merak edilen bir diğer konu ise belirlenen bir çalışma alanındaki depremlerin gerçekleştiği derinlik ve büyüklük dağılımıdır. Bu amaçla histogramlar kullanılmaktadır. Şekil 6'da dairesel filtreleme sonucu elde edilen depremlere ilişkin büyüklük ve derinlik dağılımları verilmiştir. Histogramları çizdirmek için kullanılan örnek kod üsttedir. Histogramlardan seçilen 4 ve üzeri büyüklükteki ve çeşitli büyüklük türlerindeki depremlerin çoğunun 0-20 km derinlikte gerçekleştiği görülmektedir. 20 km üzeri derinlikte gerçekleşen çok az deprem vardır. Ayrıca çoğu deprem büyüklüğü 4-5 aralığında yer almakta özellikle yıkıcı depremler olan 6 ve üzerinde çok az deprem bulunmaktadır.



Şekil 6: Dikdörtgenel arama sonucundaki depremlerin büyüklük ve derinlik dağılımlarına ilişkin histogramlar

Figure 6: Histograms of magnitude and depth distributions of earthquakes in the rectangular search result

```

c.mean<-calc.meanCenter(equake,type="mean")
stdis<-calc.StDistance(equake)
stdev<-calc.StDevEllipse(equake)
p<-opensmap.AFAD(equake,gap=.5,minnumtiles=10)
p+geom_point(color="red",aes(x=c.mean[,1],y=c.mean[,2]))+
geom_circle(aes(x0=c.mean[,1],y0=c.mean[,2],r=calc.StDistance(equake)),inherit.aes=FALSE)+
geom_ellipse(color="red",aes(x0=c.mean[,1],y0=c.mean[,2],angle=stdev$rot,a=stdev$A,b=stdev$B))

```

Üstte yer alan kod bloğu ise deprem konumlarının yer aldığı altlık harita ile birlikte mekânsal temel istatistikler olan ortalama merkez, standart uzaklık ve standart elipsin çizilmesini sağlamaktadır. Şekil 7’de ilgili harita verilmiştir. Dikdörtgensel seçim ve deprem konumlarının iki farklı bölgede yoğunlaşması nedeni ile standart elips daha iyi bir değişkenlik ölçüsü olarak karşımıza çıkmaktadır. Standart uzaklık ise çok büyük bir çember şeklinde çizilmiş ve yönsel değişimi iyi şekilde yansıtmamaktadır.



Şekil 7: Dikdörtgensel arama sonucundaki altlık haritada deprem konumları ve temel istatistikler
Figure 7: Earthquake locations and basic statistics on the baackground map according to the rectangular search result

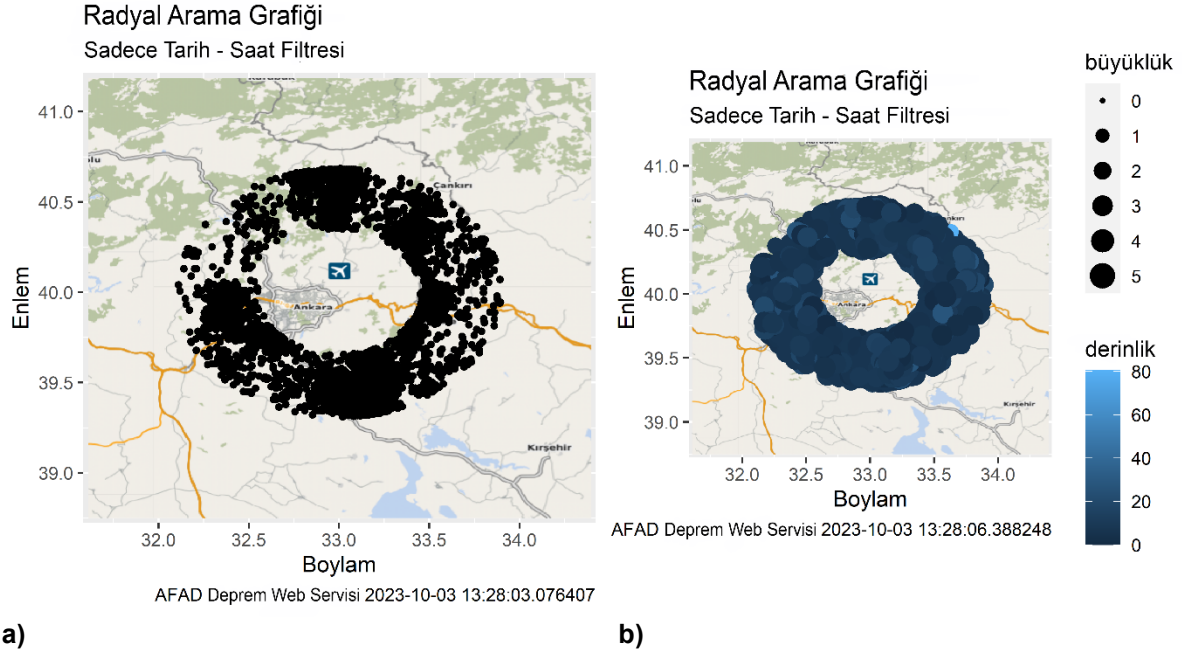
```

equaker<-read.AFAD(start="1950-09-14T10:00:00",end="2021-09-16T10:00:00",lon=
40,lat=33,maxrad=format(100000,scientific=FALSE),minrad=format(50000,scientific=FALSE))
p1<-opensmap.AFAD(equaker,gap=.5,title="Radial Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles =
10)
p2<-opensmap.AFAD(equaker,gap=.5,title="Radial Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles =
10,size=magnitude,col=depth)
grid.arrange(p1,p2,ncol=2)

```

Üstte yer alan kod bloğu ile API tarafından izin verilen bir diğer filtreleme türü olan radyal aramanın yapılması amaçlanmıştır. Ankara ili çevresinde bir merkezi noktadan **minrad** ve **maxrad**, **lat** ve **lon** argümanları yardımı ile 1950 yılı 9’uncu ayı ile 2021 yılı 9’uncu ayları arasındaki tüm depremlerin elde edilmesini sağlayacak şekilde arama yapılmıştır. Şekil 8a’da arama sonucu elde edilen depremler nokta karakteri temsil edilerek görselleştirilmiştir. Şekil

8b'de ise nokta karakterinin renk özelliği depremin derinliğini, çap özelliği ise depremin büyüklüğü temsil edilerek görselleştirilmiştir. Radyal arama sonucunda simit şeklinde bir şekil elde edilmiştir. Bu arama API'nin kendi sayfasındaki aramayı yeniden R ortamında gerçekleştirmek ve test etmek amacı ile yapılmıştır. Ayrıca radyal aramada seçilen çalışma alanında her noktada deprem olması sonucunda radyal bir şekil (içi boş daire) elde edilecektir.

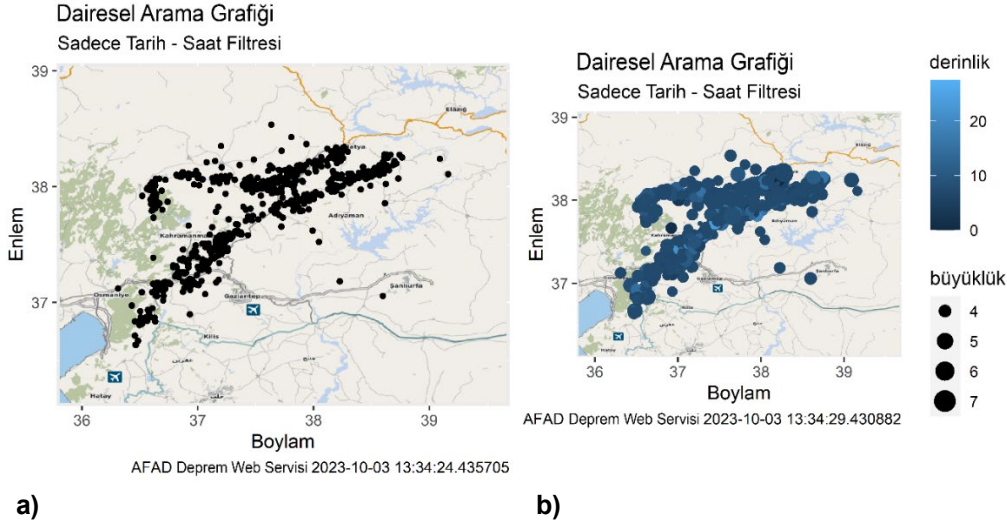


Şekil 8: a) Radyal arama sonucu elde edilen depremlerin altlık harita ile görselleştirilmesi b) Radyal arama sonucu elde edilen depremlerin altlık harita ile büyüklük ve derinlik öznitelikleri ile birlikte görselleştirilmesi

Figure 8: a) Visualization of earthquakes obtained as a result of radial search with base map b) Visualization of earthquakes obtained as a result of radial search with magnitude and depth attributes with base map

```
equakec<-read.AFAD(start="2023-02-06T00:00:00",end="2023-02-08T00:00:00",lat=
38.089,lon=37.239,maxrad=format(200000,scientific=FALSE),minmag=3)
p3<-opensmap.AFAD(equakec,gap=.5,title="Circular Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles
= 10)
p4<-opensmap.AFAD(equakec,gap=.5,title="Circular Search Plot",xlab="Boylam",ylab="Enlem",minnumtiles
= 10,size=magnitude, col=depth)
grid.arrange(p3,p4,ncol=2)
```

Şekil 9'da ise circular yani dairesel arama sonucu elde edilen depremlerin görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Burada ise geçtiğimiz yıl Elbistan'da gerçekleşen 7.6 büyüklüğündeki yıkıcı depremi merkez nokta olarak seçerek çevresinde dairesel arama ile 2 gün içerisinde meydana gelen 3 ve üzeri büyüklüğünde depremlerin görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Arama dairesel de olsa belirli kriterler ile filtrelenerek elde edilen depremlerin araştırma alanının her noktasında gerçekleşmemesi sonucu elde edilen noktalar dairesel olarak gözlenmeyebilir. Fay hattı ve ana depremin olduğu yerde deprem ve artçı depremler gerçekleşmiştir. Gerçekleşen depremlerin çoğu sığ olarak nitelendirilebilen depremlerdir. Çoğu deprem ise 4 ve 5 büyüklüklerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 9: a) Dairesel arama sonucu elde edilen depremlerin arka plan haritası ile görselleştirilmesi b) Dairesel arama sonucu elde edilen depremlerin büyüklük ve derinlik öznitelikleri ile arka plan haritası ile görselleştirilmesi

Figure 9: a) Visualization of earthquakes obtained as a result of circular search with background map
b) Visualization of earthquakes obtained as a result of circular search with magnitude and depth attributes with background map

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile birlikte öncelikle AFAD Deprem Web Servisindeki uygulama programlama arabiriminden (API) yararlanılarak deprem kataloglarının R ortamına aktarılması amaçlanmıştır. Deprem verilerinin R'ye aktarılması ile birlikte, R'nin sağladığı paketler sayesinde güçlü görselleştirme altyapısının da kullanılarak verilerin görselleştirilebilmesine ve veriler üzerinde farklı depremsel ya da istatistiksel analizlerin yapılabilmesine imkân sağlayacağı düşünülmektedir. Açıklayıcı veri analizi istatistik disiplini olduğu gibi diğer birçok farklı disiplinde de önemli bir rol oynamaktadır. Uygulamada da görüldüğü gibi yüksek kalitede grafik çıktıların alınması ve nokta örüntülerine ilişkin merkezi eğilim ve değişkenlik ölçülerinin de eklenmesi ile araştırmacıya, veriye açıklayıcı veri analizi uygulama ve veri hakkında detaylı bilgi ve öngörü elde etme imkanı sağlayabilecektir. Ayrıca, dizayn edilen R paketinin özellikle depremlere özel parametrelere (b değeri tahmini, katalog tamlığı vb.) ilişkin fonksiyonlar ve zaman değişkenini de içeren farklı fonksiyonların eklenerek güncellenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın önemi, araştırma sürecini görece daha kolaylaştırmasıdır. Olağan bir süreçte, önce veri kaynağından araştırma verisi elde edilmekte, gerektiğinde veri güncellemesi için yeni veri elde edilmektedir. Daha sonra verinin analize uygun şekilde indirilip indirilmediği kontrol edilmekte ve gereken düzeltmeler yapılmaktadır. Daha sonra da analiz aşamasına geçilmektedir. Bu çalışma, özellikle verinin elde edilmesi aşamasını çevrimiçi bir veri kaynağına erişerek geçebiliyor olması, araştırma sürecini oldukça kolaylaştırabilir ve hızlandırabilir. Bunun yanında, bazı temel istatistiklerin ve bunlara ilişkin bazı görselleştirme tekniklerinin hazır olarak sunulması, ön çalışma olarak faydalı olabilir. Ayrıca, R yazılımının geliştirmeye açık olması da yeni analiz ve görselleştirme tekniklerinin eklenmesine imkân sağlayabilmektedir.

Çalışma resmi kurumlardan açık veriye ulaşılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Açık, doğru ve herkesin ulaşabileceği verilerin resmi kurumlar tarafından paylaşılması bilimin ilerlemesine yardımcı olacaktır. Resmi kuruluşların açık veri politikalarını benimsemeleri 21 yy. bilim ve bilim insanları adına önemlidir. Bununla birlikte, özellikle açık veri sağlayan kurum ve

kuruluşların bu tür servislere daha çok önem vermesine ön ayak olabilir. Benzer bir uygulama Avrupa Birliği İstatistik Kurumu olan EUROSTAT'ta gözlemlenmektedir (Lahti ve diğ. 2017).

Çalışma, veriye ilişkin ileri seviye mekânsal, zamansal ya da örneğin epidemik şok sonrası modeller, frekans-magnitüd dağılımları vb. analizlerin kolay bir şekilde uygulanamadığı veya Excel vb. uygulamaların kullanılmadığı durumlarda deprem araştırmacılarına faydalı olabilir. Çalışma ile istenen veri üst düzey analizlerin kolaylık yapılabileceği açık kaynak bir yazılım olan R'a aktarılmış olacaktır.

Paket ile nokta verilerinin ve bu nokta verilerine ilişkin temel istatistiklerinin harita üzerinde görselleştirilmeleri yapılmıştır. Ayrıca temel histogramlar ile derinlik ve büyüklük dağılımları da elde edilmiştir. Mekânsal nokta verisine ilişkin temel istatistiklerin çiziminde ggplot2 ggforce gibi ggplot temelli kullanışlı ve görsellik açısından avantaj sağlayan paketler kullanılmıştır. Ayrıca XML ve Rvest gibi webden veri çekme işlemine yarayan paketlerin R'da olması ve ayrıca AFAD Web servisine erişime açması bu çalışmayı olanaklı hale getirmiştir. R yazılımının deprem olaylarının analizine yönelik paketlerinin en büyük özelliği neredeyse tüm koordinat sistemlerini desteklemesi, birçok istatistiksel, depremsel, mekansal ve jeolojik hesaplamaların yapılabilmesini sağlayabilmesidir (Bivand vd. 2013, Pebesma 2004, Gräler vd. 2016). Bunun yanında Küresel İdari Alanlar Veri Tabanı – GADM (GADM 2023) ya da Open Street Map (Fellows ve Stotz 2019) gibi hizmetlerinin sunduğu harita hizmetlerinden de yararlanılabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca geliştirmeye açık olduğu için de gelişim göstermeye devam etmektedir.

Bu çalışmada, veri erişimi sadece Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın kullanıma sunduğu kataloğu kapsamaktadır. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, benzer imkanları sunan kataloglara erişimin sağlanması da düşünülmektedir. Ayrıca çalışmanın yine gelecekte deprem spesifik analizlerin ve grafiklerin eklenerek kapsamının daha genişletilmesi planlanmaktadır. Çalışmanın bahsedilen birçok açıdan literatüre faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2023. Deprem Web Servisi, Ankara, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/event-service>.

Ayyildiz N., Karadeniz E., Iskenderoglu O., 2023. Conformity of Earthquake Magnitudes to Benford's Law: the Case of Kahramanmaraş Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 5(1), 22-32, <https://doi.org/10.46464/tdad.1284689>.

BDTİM, 2017. B.Ü.KRDAE Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Ve Değerlendirme Merkezi, İstanbul, Erişim Adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/>.

Becker R.A., Wilks A.R., 2022. R version by Ray Brownrigg, Enhancements by Thomas P Minka and Alex Deckmyn, 2022, maps: Draw geographical maps, R package version, Erişim adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=maps>.

Bivand R., Pebesma E., Gomez-Rubio V., 2013. Applied spatial data analysis with R, Second edition, Springer, NY, Erişim adresi: <https://asdar-book.org/>.

Brownrigg R., Harte D., 2005. Using R for statistical seismology, *R. News*, 5(1), 31-35.

Cressie N.A.C., 1993. Statistics for Spatial Data Revised Edition. Wiley.

Eryilmaz H., 2010. Mekansal İstatistikte Nokta Örüntü Teknikleri ve Bir Uygulama, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, 127s. Erişim adresi: <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11421/5545/974290.pdf?sequence=1>.

Fellows I., Stotz J.P., 2019. OpenStreetMap: Access to open street map raster images. R Package Version, 0.3. 3., Erişim adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=OpenStreetMap>.

GADM, 2023. Browsw maps by country (GADM version 2.8), Erişim adresi: <https://gadm.org/maps.html>.

Gräler B., Pebesma E., Heuvelink G., 2016. Spatio-Temporal Interpolation using gstat. The R Journal, 8, 204-218.

Harte D., 2004. Package PtProcess: Time Dependent Point Process Modelling. Statistics Research Associates, Wellington, New Zealand, 2004. Erişim adresi: <https://cran.r-project.org/web/packages/PtProcess/PtProcess.pdf>.

Harte D., 2005. Package ssEDA: Exploratory Data Analysis for Earthquake Data. Statistics Research Associates, Wellington, New Zealand, 2005, Erişim adresi: <https://statsresearch.co.nz/dsh/sslib/manuals/eda.pdf>.

İçöz C., 2018. Kuzey Anadolu Fay Hattı Üzerinde Gerçekleşen Depremlerin Mekansal Ve Mekan-Zamansal Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, 128s. Erişim adresi: <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11421/23699/535394.pdf?sequence=1>.

Jalilian A., 2019. ETAS: An R Package for Fitting the Space-Time ETAS Model to Earthquake Data. Journal of Statistical Software, *Code Snippets*, 88(1), 1–39, Erişim adresi: <https://doi.org/10.18637/jss.v088.c01>.

Lahti L., Huovari J., Kainu M., Biecek P., 2017. Retrieval and Analysis of Eurostat Open Data with the eurostat Package. R J., 9(1), p.385.

Lee J., Wong D.W., 2001. Statistical Analysis with Arcview GIS. Wiley.

Levine N., 2021. CrimeStat IV, The Encyclopedia of Research Methods in Criminology and Criminal Justice, 1, pp.28-32.

Lombardi A., 2017. SEDA: A software package for the Statistical Earthquake Data Analysis. Sci Rep 7, 44171, Erişim adresi: <https://doi.org/10.1038/srep44171>.

Pebesma E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. Computers & Geosciences, 30, 683-691.

Pedersen T.L., 2022. ggforce: Accelerating “ggplot2”. Erişim adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=ggforce>.

R Core Team, 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, Erişim adresi: <https://www.R-project.org/>.

Savran W.H., Bayona J.A., Iturrieta P., Asim K.M., Bao H., Bayliss K., Herrmann M., Schorlemmer D., Maechling P.J., Werner M.J., 2022. pyCSEP: A Python Toolkit for Earthquake Forecast Developers, *Seismological Research Letters*, 93(5): 2858–2870, <https://doi.org/10.1785/0220220033>.

Stein S., Wyssession M., 2003. An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure. Blackwell Publishing.

Temple Lang D., 2023. XML: Tools for Parsing and Generating XML Within R and S-Plus, Erişim adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=XML>.

USGS, 2023. API Documentation–Earthquake Catalog, Erişim Adresi: <https://earthquake.usgs.gov/fdsnws/event/1/>.

Wickham H., 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis, Springer-Verlag New York. Erişim adresi: <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Wickham H., 2022. rvest: Easily Harvest (Scrape) Web Pages, Erişim adresi: <https://CRAN.R-project.org/package=rvest>.

Wiemer S., 2001. A software package to analyze seismicity: ZMAP, *Seismological Research Letters*, 72(3), 373-382.

ARAşTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Araştırma verisi AFAD Deprem Web Servisindeki uygulama programlama arabiriminden (API) (AFAD 2023) yararlanılarak elde edilmiştir. İlgili R paketine ve R kodlarına https://github.com/lterlemez/AFAD_Package github adresinden erişilebilecektir.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): L.T., C.İ.
- Literatür araştırması (*Literature research*): L.T., C.İ.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): L.T., C.İ.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): L.T., C.İ.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): L.T., C.İ.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): L.T., C.İ.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): L.T., C.İ.