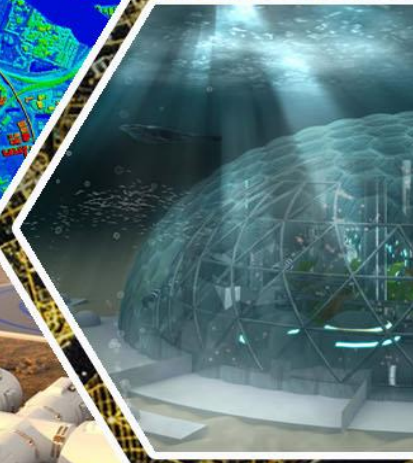
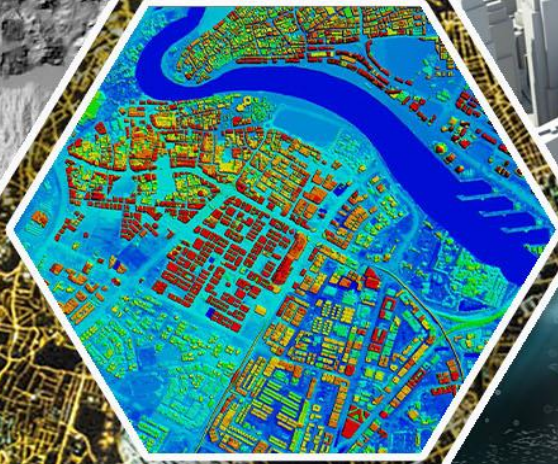
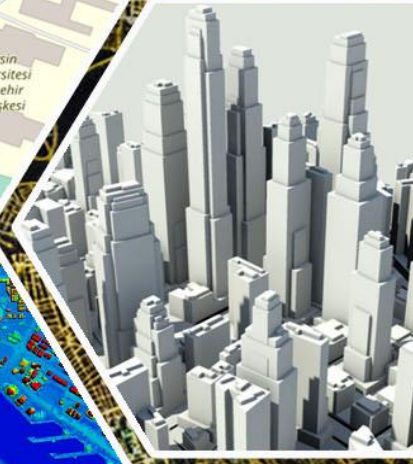
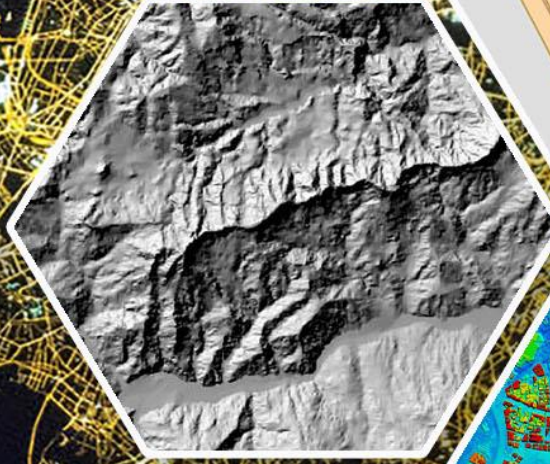
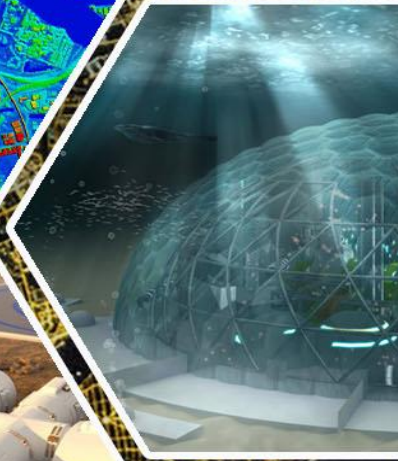
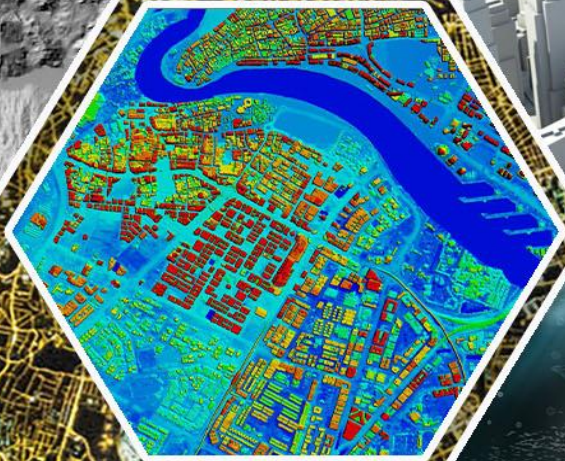
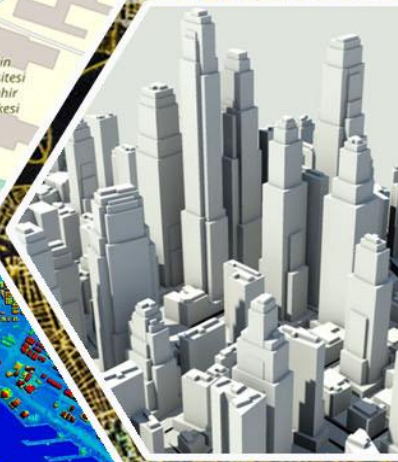
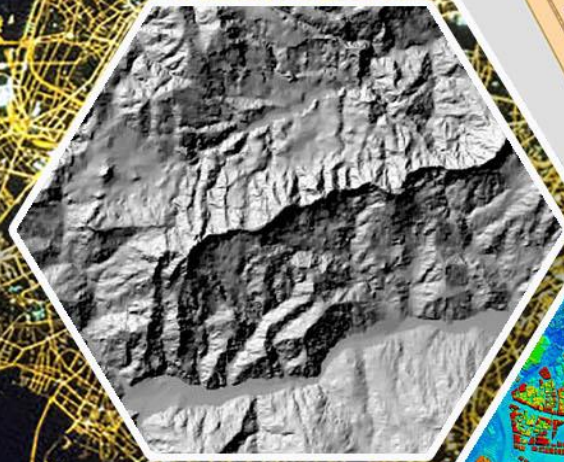


TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ ARALIK 2024
◆ CİLT: 6 ◆ SAYI: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179

TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ DECEMBER 2024
◆ VOLUME: 6 ◆ ISSUE: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

TÜRKİYE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ DERGİSİ

(TURKISH JOURNAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)

e-ISSN: 2687-5179

CİLT 6, SAYI 2

(VOL 6, ISSUE 2)

ARALIK, 2024

(DECEMBER, 2024)



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

DERGİ HAKKINDA

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

AMAÇ

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

KAPSAM

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisinin kapsamı;

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

POLİTİKA

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

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

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

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

ABOUT JOURNAL

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

AIM

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

SCOPE

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

EDİTÖR KURULU

BAŞ EDİTÖR

Prof. Dr. Murat YAKAR

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

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi. Lütfiye KUŞAK

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

EDİTÖR YARDIMCISI

Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

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

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BÜNYAN ÜNEL

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

DANIŞMA KURULU

Murat YAKAR, Mersin Üniversitesi

Hacı Murat YILMAZ, Aksaray Üniversitesi

İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Tahsin YOMRALIOĞLU, Beykent Üniversitesi

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

EDİTÖR KURULU

Burak BEYHAN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Cevdet Coşkun AYDIN, Hacettepe Üniversitesi

İsmail Ercüment AYAZLI, Cumhuriyet Üniversitesi

Mehmet ALKAN, Yıldız Teknik Üniversitesi

Muzaffer Can İBAN, Mersin Üniversitesi

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

Mizanpaj

Arş. Gör. Mehmet Özgür Çelik

mozgurcelik@mersin.edu.tr

Mersin Üniversitesi, Harita Mühendisliği. Bölümü / Mersin



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

Implementing geographic information systems in academic paper search: A framework and case study: GISAPS 59-66

Halil Bölük

GIS-based analysis of relationship between building density and capacity of urban streets 67-73

Khalil Valizadeh Kamran

Ankara metropoliten bölgede seyahat süresi ve mesafe dayalı kentsel sağlık hizmet alanlarına erişebilirliğin değerlendirilmesi 74-84

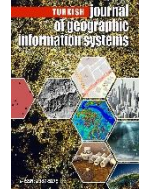
Aşır Yüksel Kaya

Afet ve acil durum müdahale planlamaları için eş-mesafe haritalarının üretilmesi 85-92

Mehmet Ali Akgül

Yıldız Irmağı havzasında eğim dikliği ve uzunluğunun (LS) belirlenmesi 93-99

Hakan Yıldız



Implementing geographic information systems in academic paper search: A framework and case study: GISAPS

Halil Bölük*¹ 

¹Zonguldak Bulent Ecevit University, Caycuma Vocational School, Department of Mining and Mine Extraction, Zonguldak, Türkiye

Keywords

WebGIS,
Research Spatial Data,
GIS,
Academic Research



Research Article

Received: 08/07/2024

Revised: 31/09/2024

Accepted: 06/09/2024

Published: 20/12/2024

Abstract

The Geographic Information Systems Academic Publication Search (GISAPS) project pioneers the integration of spatial data into academic research through a novel online platform. Utilizing Web Map Service (WMS) and advanced search functionalities, GISAPS enables efficient access and analysis of georeferenced academic publications. This paper outlines the development and capabilities of GISAPS, including experimental WMS layer integration for enhanced data visualization. Key contributions include facilitating interdisciplinary research, improving spatial data accessibility, and promoting open science through its open-source framework. GISAPS's implications for academia and the research community are significant, offering new avenues for data-driven research and education. Future enhancements aim to incorporate real-time data feeds, advanced spatial analysis tools, and mobile accessibility, ensuring GISAPS remains at the forefront of GIS technology in academic settings.

1. Introduction

The current academic landscape has been significantly influenced by the emergence of digital databases and search engines, which have revolutionized the way researchers access and retrieve scholarly information. Google Scholar and Microsoft Academic Search are two prominent academic search engines that have garnered significant attention due to their aspiration to compile a comprehensive index of present academic knowledge (Gusenbauer, 2019). These platforms have become essential tools for researchers, offering access to a vast array of scholarly documents available on the internet (Khabsa & Giles, 2014). The comprehensive nature of these search engines, particularly Google Scholar, with its estimated 389 million records, has positioned them as primary resources for academic literature searches (Orduña-Male, et al., 2015).

The shift towards open publishing and open educational resources has further transformed the academic landscape, accelerated changes and influencing the way scholarly information is disseminated and accessed (Scanlon, 2013). Additionally, the use of academic search engines has become integral to various fields of study, such as sustainability science, hydropower, and characterizing fitness landscapes

(Kawabata, et al., 2010; Malan & Engelbrecht, 2013; Sasaki, et al., 2016). These platforms have enabled researchers to analyze citation networks, understand current research trends, and detect major sub-research fields within their respective domains (Kajikawa, et al., 2007; Sasaki, et al., 2016; Takata, et al., 2021).

However, concerns have been raised regarding the limitations of academic search engines. As noted by Li & Rainer (2022), while these engines are progressively becoming crucial in conducting systematic analyses, several usability issues have been reported by researchers. Specifically, these engines often struggle with user-friendliness and fail to accurately interpret complex queries, leading to incomplete or irrelevant search results. Furthermore, the limitations of their databases can hinder comprehensive reviews, making it challenging for researchers to retrieve all necessary literature efficiently. These challenges indicate that current academic search engines may not be fully optimized to support systematic reviews, thereby highlighting the need for improvements in their design and functionality. This study addresses some of these concerns by proposing a framework that integrates Geographic Information Systems (GIS) into academic paper search, aiming to enhance the search process's effectiveness and efficiency.

Considering these developments, it is evident that academic paper searches have been significantly

*Corresponding Author

*(halil.boluk@beun.edu.tr) ORCID 0000-0002-9447-499X

Cite this article

Boluk, H. (2024). Implementing geographic information systems in academic paper search: A framework and case study: GISAPS. *Turkey Geographic Information Systems Journal*, 6(2), 59-66. <https://doi.org/10.56130/tucbis.1512523>

influenced by the proliferation of digital databases and search engines. While these platforms offer unprecedented access to scholarly information, concerns regarding their limitations and the quality of information they provide underscore the need for continued evaluation and improvement of academic search tools.

The challenges faced by location-based scientists in academic paper searches are significant and multifaceted. Information overload is a prominent issue, particularly for researchers dealing with spatial and location-based data. The vast amount of data available, including spatially relevant information, presents a challenge in filtering and identifying pertinent research. Additionally, the limitations of keyword-based searches further compound this issue, as the dynamic and evolving nature of location-based research topics can make it difficult to identify relevant keywords and phrases. This challenge is exacerbated by the need for efficient and effective search strategies to navigate the extensive databases and repositories of spatial and location-based scientific literature.

Additionally, the application of artificial intelligence (AI) in the process of searching and selecting literature, like within the PubMed database, is seen as a promising approach to overcome the issues associated with information excess and searches reliant on keywords. AI can assist in identifying relevant literature from the vast and continuously expanding repositories, aiding location-based scientists in efficiently accessing pertinent research. However, the scholarly use of information resources in the digital environment presents its own set of challenges, including time constraints, lack of awareness about available sources, and difficulty in finding information. These challenges are particularly relevant for location-based scientists who rely on specific and spatially oriented information resources.

Moreover, the need for querying specific messages from chat logs based on keyword expansion highlights the intricacies of information retrieval for location-based scientists, particularly in investigative and forensic contexts. This underscores the importance of developing advanced search techniques that can effectively handle location-specific queries and spatially relevant information. Overall, the challenges faced by location-based scientists in academic paper searches necessitate innovative approaches, such as AI-assisted literature search, to address information overload, keyword-based search limitations, and the unique requirements of spatial and location-based research.

These insights are supported by relevant literature. Cao et al. (2011) provide a thorough analysis of privacy-preserving multi-keyword ranked search over encrypted cloud data, which is relevant to the challenges of keyword-based searches and information overload. Additionally, Cai et al. (2020) discuss diversified spatial keyword search on RDF data, highlighting the importance of spatial semantics in location-based search. Ma et al. (2022) offers insights into the use of AI in literature search and selection, particularly in the context of the PubMed database, addressing the challenges of information overload. Arshad & Ameen (2018) provide valuable perspectives on the scholarly use of information

resources in the digital environment, emphasizing the challenges faced by scientists in accessing relevant literature. Finally, Xiao & Xu (2023) shed light on the complexities of querying specific messages from chat logs, which is relevant to the challenges of information retrieval for location-based scientists, especially in investigative and forensic contexts.

A GIS represents a digital framework combining both hardware and software components for the purpose of mapping, storing, and analyzing spatial information (Teixeira, 2016). It has been widely used in various fields such as public health for disease research (Cromley, 2003), transportation for managing and analyzing railway networks (Le & Tran, 2021), and environmental engineering for landfill design and management (Lukashev, et al., 2001). GIS technology has also been integrated with other systems such as Building Information Modeling (BIM) to generate knowledge and intelligence (Liu, et al., 2017). Furthermore, GIS has shown potential for reducing social inequities and has become increasingly useful in many disciplines as it continues to develop and expand in capacity and applications (Kates & Coryn, 2021). The technology has also been recognized for its potential in health research and management in Africa (Tanser & Le Sueur, 2002).

To effectively integrate GIS in academic paper search, it is crucial to consider the benefits and barriers of using GIS in academic libraries. GIS can facilitate precise and informed delivery of services and resources, benefiting both library users and non-users (Mandel, et al., 2020). Additionally, GIS can be used as an automated space management system in academic libraries, which is crucial as collections grow and shift (Wade Bishop & Mandel, 2010). Furthermore, the evaluation and assessment of web GIS applications in academic libraries can provide valuable insights into information discovery and access (Kong, et al., 2015).

In academic research, the importance of spatial information and location-based search capabilities is increasingly recognized, particularly in disciplines that work with geographical data. Location-based search enables researchers to efficiently find studies focused on specific regions or geographic areas. For instance, in environmental engineering and geological engineering, understanding the spatial components of research is critical for assessing the applicability and impact of findings within a local context. In environmental engineering, this might involve identifying studies related to pollution control measures in a particular watershed. In geological engineering, location-based searches can be crucial for finding research on seismic activity in specific fault zones or assessing the potential for landslides in particular geographic regions.

This study aims to integrate spatial filtering and search capabilities into the academic paper search process, allowing researchers to more easily and quickly identify studies related to specific geographic areas. By reducing the challenges associated with finding studies containing geographic data, the proposed system enhances the efficiency of literature reviews and ensures that relevant research is more readily accessible. This approach addresses the limitations of current academic search engines by improving the discoverability of

geographically relevant studies, thereby supporting a more comprehensive and effective review process in disciplines where location is a critical factor.

This study has been initiated to address the challenge of accessing academic publications that contain geographical data but are not discoverable through traditional keyword or title searches. The inspiration for integrating location-based search and filtering options—already prevalent in real estate, hotel bookings, car sales, and even second-hand goods applications—into academic research emerged from the realization of its potential utility in academic contexts. Initially designed for personal use, the concept has been expanded to incorporate global data, leading to the development of an integrated system compatible with academic publication databases. This innovation aims to enhance the accessibility of geographical data within academic research, broadening the scope and efficiency of academic literature search by leveraging GIS. The envisioned system not only facilitates the discovery of geographically relevant academic work beyond conventional search parameters but also sets a precedent for the application of location-based technology in scholarly research.

2. Method

To effectively capture the methodology and system architecture, the flow diagram illustrates the interactions and dependencies among the various technological components of the GISAPS system (Figure 1). It shows how client-side technologies like HTML, CSS, and JavaScript interface with server-side processes managed by PHP and MySQL, and how data flows seamlessly between these components. The diagram also demonstrates the role of geospatial visualization tools, such as OpenLayers, in enabling dynamic, interactive mapping features that are integral to the system's functionality. Together, these elements showcase the comprehensive and methodical approach taken to develop a tool that effectively combines traditional academic search functionalities with advanced GIS capabilities. The full implementation details and source code are available in the project's GitHub repository at <https://github.com/haliljeo/gisaps>.

2.1. System design and architecture

The GISAPS system was designed to provide a seamless integration of GIS technology with academic search functionalities. The system architecture is divided into client-side and server-side components to ensure scalability and robustness.

Client-Side Components: The user interface is designed using HTML, CSS, and JavaScript, providing a responsive and interactive experience. JavaScript libraries such as jQuery are employed to manage user inputs and interactions dynamically.

Server-Side Components: The server-side logic is handled by PHP, which processes user requests, interacts with the MySQL database, and manages data flow between the client-side and server-side. The choice of

PHP and MySQL was based on their reliability, widespread use, and compatibility with various web technologies (Figure 1).

2.2. Data collection and integration

Data collection in GISAPS involves retrieving academic publication data from external sources, such as the ScienceDirect API. The data is then integrated into the GISAPS system with geographic metadata to support location-based searches.

ScienceDirect API is utilized to retrieve bibliographic metadata, such as the title, authors, abstract, keywords, and publication date of academic papers. While ScienceDirect provides comprehensive bibliographic data, it does not inherently include specific geospatial coordinates. To address this, users manually associate geographic locations with each publication using the GISAPS interface.

This process involves selecting a relevant point on the map that represents the geographical context or focus of the study. The selected location is then stored as part of the publication's metadata, enabling spatial filtering and visualization within the GISAPS system. API Interaction: jQuery and Ajax are used to send requests to the ScienceDirect API, retrieving relevant publication data in real-time. This data is structured in JSON format, which allows for easy manipulation and integration (Figure 2).

Geospatial Data Integration: Geographic metadata is manually assigned by users through an interactive map interface powered by the OpenLayers library. This step is crucial for ensuring that the publication data is accurately georeferenced, allowing for effective spatial filtering and visualization.

2.3. Visualization and user interaction

Visualization is a core component of GISAPS, enabling users to explore search results spatially through dynamic maps.

OpenLayers Integration: The OpenLayers library was chosen for its powerful mapping capabilities, allowing users to interact with geospatial data seamlessly. Search results are displayed on an interactive map, with options to zoom, pan, and click on markers for more information. When users click on a specific location marker, a pop-up window is generated using HTML and CSS, displaying detailed information about the selected publication. This feature enhances user interaction, providing a more engaging and informative search experience.

The GISAPS system represents a significant advancement in the integration of GIS technology with academic research tools. By systematically designing and evaluating the system, we have demonstrated its potential to enhance the accessibility and usability of geospatial data in academic contexts. The methodological framework outlined in this study provides a solid foundation for future developments and the continued evolution of GISAPS as a leading tool in academic research.

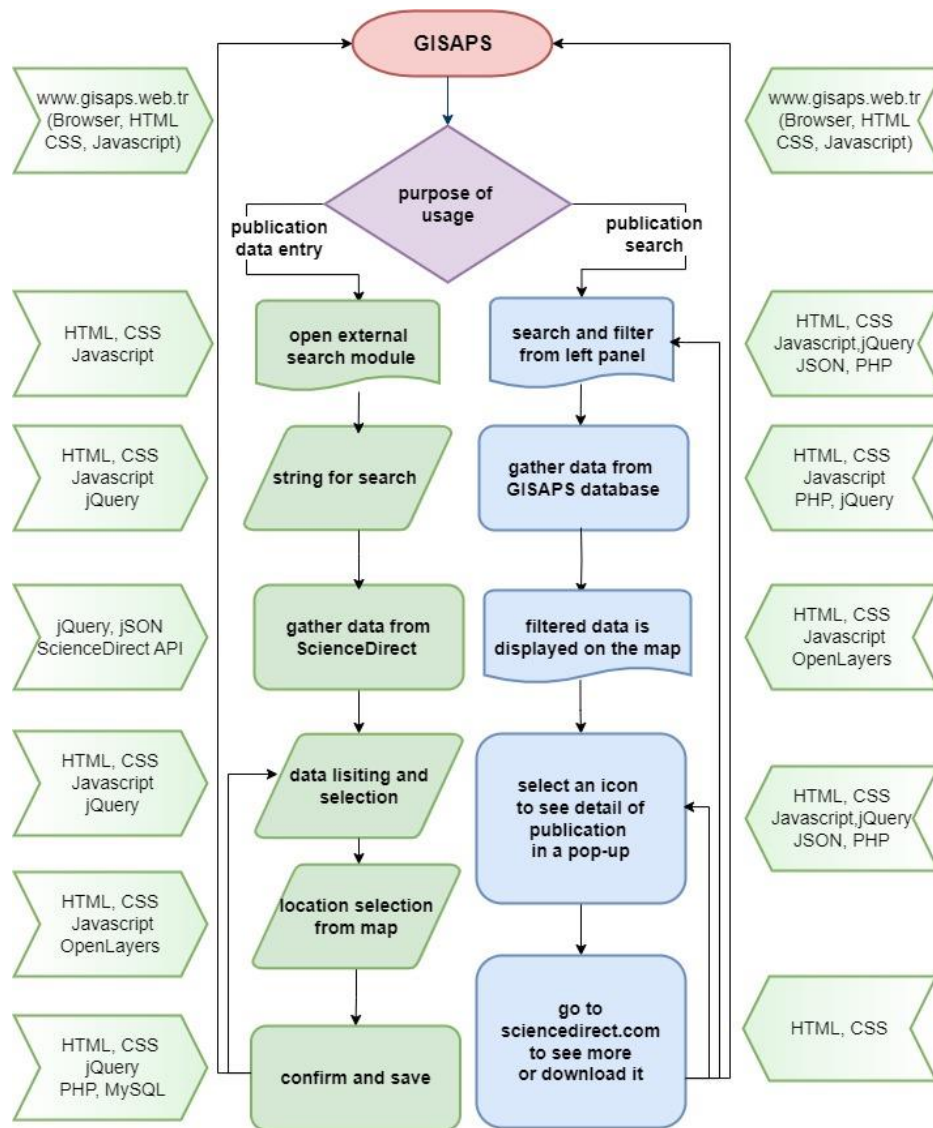


Figure 1. Flowchart for GISAPS all process with related technology

On the interactive map, each marker represents an academic publication that has been geospatially tagged. These markers are based on user-defined locations that reflect the geographical context of the research, rather than predefined coordinates from ScienceDirect. When a user clicks on a marker, details about the publication, such as the title, authors, and abstract, are displayed. This allows researchers to visualize the geographic distribution of academic research and explore studies relevant to specific locations.

The search module allows users to perform keyword searches across various fields of bibliographic data retrieved from ScienceDirect, such as title, abstract, and keywords. Additionally, users can apply spatial filters by selecting geographic areas on the map, which limits the search results to publications associated with those areas. The combination of keyword and spatial searches enables users to find publications that are both contextually relevant and geographically specific.

```

    "@_fa": "true",
    "load-date": "2023-05-02T00:00:00.000Z",
    "link": [
      {
        "@_fa": "true",
        "@ref": "self",
        "@href": "https://api.elsevier.com/content/article/pii/S0886779823002043"
      },
      {
        "@_fa": "true",
        "@ref": "scidir",
        "@href": "https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0886779823002043?dgcid=api_sd_search-api-endpoint"
      }
    ],
    "dc:identifier": "DOI:10.1016/j.tust.2023.105184",
    "prism:url": "https://api.elsevier.com/content/article/pii/S0886779823002043",
    "dc:title": "The effect of EPB face pressure on TBM performance parameters in different geological formations of Istanbul",
    "dc:creator": "Nuh Bilgin",
    "prism:publicationName": "Tunnelling and Underground Space Technology",
    "prism:volume": "138",
    "prism:coverDate": "2023-08-31",
    "prism:startingPage": "105184",
    "prism:doi": "10.1016/j.tust.2023.105184",
    "openaccess": false,
    "pii": "S0886779823002043",
    "authors": {
      "author": [
        {
          "$": "Nuh Bilgin"
        },
        {
          "$": "Ali Yüksel"
        }
      ]
    }
  },
}

```

Figure 2: Example JSON data from ScienceDirect API response (search term: "istanbul,geology")

3. Results and Discussion

3.1. Exploring GISAPS: capabilities and customization opportunities

In the realm of digital mapping and GIS, Web Map Service (WMS) stands as a critical standard protocol developed by the Open Geospatial Consortium (OGC).

WMS enables the serving of georeferenced map images over the internet, which are generated from a map server using data from GIS databases. The beauty of WMS lies in its ability to facilitate the sharing and integration of spatial data from various national and international information providers, thereby enhancing the richness and utility of mapping applications. By supporting requests for map images in various formats, WMS allows users to access and interact with a vast array of spatial information without needing direct access to the underlying data sets.

Within the context of our project aimed at creating spatial layers for efficient searching of academic publications containing spatial data, the integration of WMS layers from both national and international providers offers a promising avenue to significantly expand our database's spatial capabilities. However, it's important to note that the current stage of the project has not yet fully implemented this feature. Despite this, we have experimentally integrated WMS into the system to demonstrate its potential.

The initial deployment and informal feedback from users indicate that GISAPS has the potential to significantly streamline the process of academic research by allowing users to conduct spatially-aware searches. By tagging publications with geographic data, GISAPS enables more targeted search results. Although formal user studies are planned for future phases, initial observations suggest that GISAPS could enhance the precision and relevance of academic searches by enabling researchers to easily locate studies relevant to specific geographic regions.

3.2. Advantages and limitations

GISAPS offers significant advantages by integrating Geographic Information Systems (GIS) into academic research searches. By visualizing geographic data on interactive maps, GISAPS allows researchers to better understand and analyze spatial distributions. This capability is particularly advantageous in disciplines like environmental engineering and geology, where reviewing all studies related to a specific geographic area via a map can be critical for assessing the applicability and local context of the research.

However, the effectiveness of GISAPS relies on the scope and quality of the data sources integrated into the system. Limited data coverage or poor data quality can negatively affect the accuracy and comprehensiveness of search results. Additionally, the integration of mapping libraries such as OpenLayers requires specific technical infrastructure, which can be a challenge for institutions with limited technical knowledge and resources. Finally, GISAPS's current inability to fully integrate real-time data feeds can be a limitation for users who require

immediate, up-to-date information, especially in dynamic environmental events or emergency situations.

Looking forward, GISAPS presents several avenues for enhancement. Future developments may include the integration of advanced spatial analysis tools and real-time data feeds. These enhancements could provide researchers with more sophisticated capabilities for geospatial data analysis, making GISAPS a versatile tool for a wide range of academic disciplines.

3.3. Comparison with traditional search methods

Traditional search methods often rely on keyword matching, which can result in broad, sometimes irrelevant results. In contrast, GISAPS enhances search precision by leveraging spatial data through GIS technologies, enabling refined searches based on geographic location and spatial relationships. This capability allows researchers to find more relevant studies and better contextualize their findings within specific geographic areas.

Unlike traditional search platforms, which typically present text-based results, GISAPS incorporates interactive maps and spatial visualizations, providing a more intuitive way to explore data. This feature not only helps users understand geographic contexts but also supports more informed decision-making by highlighting spatial patterns that text alone cannot convey.

Furthermore, GISAPS offers customization options that traditional methods lack, allowing users to tailor their search experience to their specific spatial data needs. This flexibility enhances user experience and aligns search results more closely with individual research requirements.

While this study focuses on presenting the concept and feasibility of the GISAPS system, demonstrating its practical benefits to users could be the subject of future research. Such studies could provide empirical evidence on how GISAPS improves research efficiency and effectiveness compared to traditional search methods.

By integrating spatial search capabilities and interactive visualizations, GISAPS presents a significant advancement over traditional academic search engines. These features are particularly valuable in fields like environmental science, geography, and urban planning, where understanding spatial relationships is essential. The potential to expand these capabilities further underscores the value of GISAPS as a versatile tool for academic research.

3.4. Potential enhancements and future research directions

Integration of Advanced Spatial Analysis Tools: Enhancing GISAPS with more sophisticated spatial analysis capabilities, such as predictive modeling, terrain analysis, and spatial statistics, could significantly broaden its utility. This would allow users to not only search and visualize spatial data but also perform complex analyses within the same platform.

Incorporation of Real-Time Data Feeds: Integrating real-time data feeds, such as weather conditions, traffic

information, or social media data, could make GISAPS a more dynamic and versatile tool. This would enable the analysis of spatial data in the context of current events, adding a new dimension to the research and decision-making processes.

Expansion of Data Sources and Interoperability: Expanding the range of data sources GISAPS can access, including more diverse spatial datasets and enhancing interoperability with other GIS software and data formats, would significantly increase its versatility and appeal to a broader audience.

Collaboration and Crowdsourcing Features: Implementing features that facilitate collaboration among users, such as shared projects, data annotation, and crowdsourcing capabilities, could transform GISAPS into a more interactive and community-driven platform. This would also enhance the quality and quantity of spatial data available.

Focus on Sustainability and Environmental Monitoring: Developing specialized modules or features focused on sustainability and environmental monitoring could position GISAPS as a key tool in climate change research, conservation efforts, and sustainable development projects.

Artificial Intelligence and Machine Learning Integration: Leveraging AI and machine learning algorithms to automate data processing, pattern recognition, and predictive analysis within GISAPS could enhance its efficiency and provide users with deeper insights into spatial datasets.

GISAPS's current capabilities set the stage for further enhancements that could significantly expand its utility. The potential integration of real-time data feeds and advanced spatial analysis tools represents just the

beginning of what GISAPS could achieve. By continuously adapting to user feedback and technological advancements, GISAPS can evolve to meet the diverse and changing needs of the academic research community.

4. Conclusion

This study has highlighted the transformative potential of integrating GIS technology into the academic article search process through the development and application of the GISAPS framework (Figure 3). By combining traditional search methods with geospatial data capabilities, GISAPS significantly enhances the efficiency and accuracy of academic research. This integration not only facilitates more precise identification of relevant literature but also provides a spatial dimension to the research, which is invaluable for studies focused on geographic and environmental contexts.

The GISAPS framework serves as a powerful tool for academic researchers, enabling them to perform spatially-aware searches that are not possible with traditional academic search engines. This capability allows for a deeper understanding of the spatial distribution of research topics and their contextual relevance, thus broadening the scope of academic work. By supporting the identification of geographically relevant studies, GISAPS encourages interdisciplinary research and fosters new research opportunities across various fields, including environmental science, urban planning, and geography.

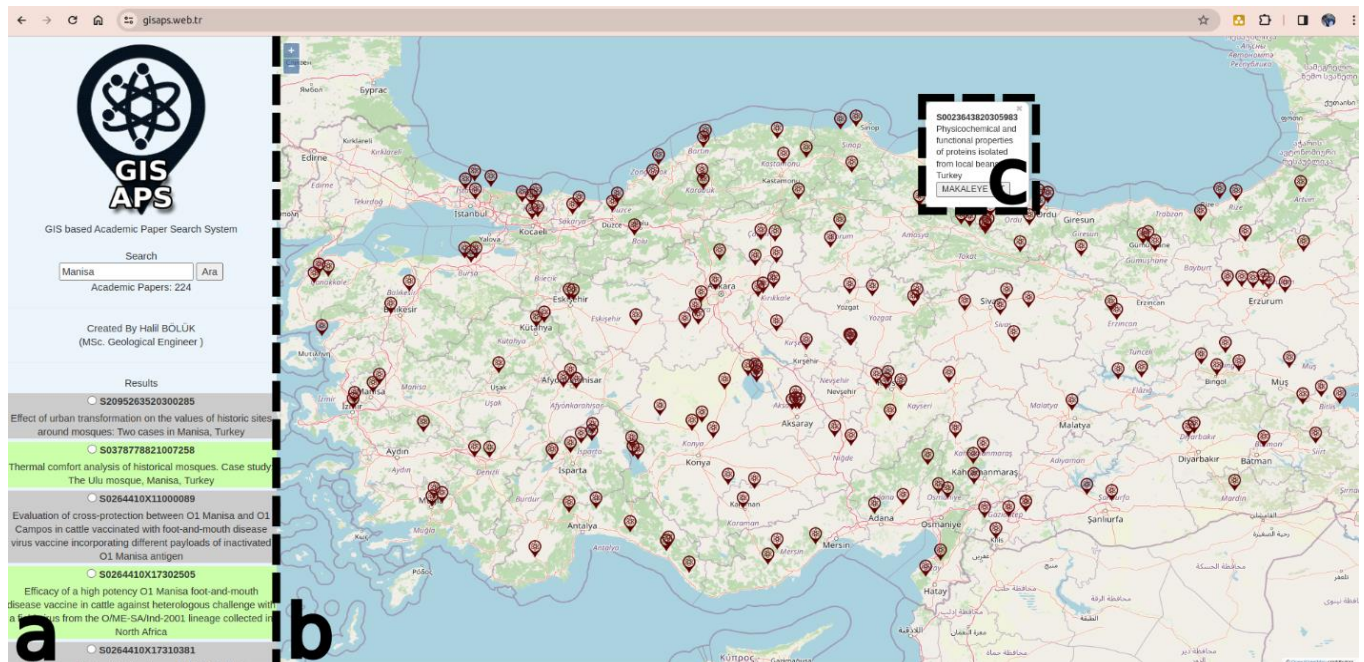


Figure 3. The screenshot of the main screen of the GISAPS application (www.gisaps.web.tr) and the sections that make up its main structure (a: search and result(s), b: map and viewing, c: popup window opened for detailed information).

Furthermore, this study reveals that the application of GIS technology in academic research extends beyond conventional geographic data analysis. GISAPS demonstrates how GIS can be used effectively for

information access and management, making it a valuable asset for academic institutions. The integration of GIS with academic search processes not only enhances research productivity but also offers a platform for

innovative educational applications, supporting a more holistic approach to learning and knowledge dissemination.

Looking ahead, the GISAPS framework presents several promising avenues for future development. Enhancements such as incorporating real-time data feeds, advanced spatial analysis tools, and machine learning capabilities could further augment its functionality, making it an even more versatile and powerful tool for academic research. These advancements would not only improve the system's ability to handle complex research queries but also provide researchers with the tools necessary to conduct more sophisticated analyses and gain deeper insights into their areas of study.

In conclusion, GISAPS exemplifies the potential of GIS technology to revolutionize the academic research process, offering a novel approach to accessing and managing academic knowledge. As the academic community continues to explore the possibilities of GIS and other emerging technologies, frameworks like GISAPS will play a crucial role in shaping the future of research and education. This study serves as a foundation for further exploration and innovation, inspiring future research and development efforts to harness the full potential of GIS in academia.

References

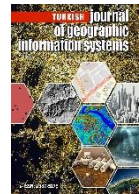
- Arshad, A., & Ameen, K. (2018). Academic scientists' scholarly use of information resources in the digital environment: Perceptions and barriers. *Global Knowledge, Memory and Communication*, 67(6/7), 467-483. <https://doi.org/10.1108/GKMC-05-2018-0044>
- Cai, Z., Kalamatianos, G., Fakas, G. J., Mamoulis, N., & Papadias, D. (2020). Diversified spatial keyword search on RDF data. *The VLDB Journal*, 29, 1171-1189. <https://doi.org/10.1007/s00778-020-00610-z>
- Cao, N., Wang, C., Li, M., Ren, K., & Lou, W. (2014). Privacy-preserving multi-keyword ranked search over encrypted cloud data. *IEEE Transactions on parallel and distributed systems*, 25(1), 222-233. <https://doi.org/10.1109/TPDS.2013.45>
- Cromley, E. K. (2003). GIS and disease. *Annual review of public health*, 24(1), 7-24. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.24.012902.141019>
- Gusenbauer, M. (2019). Google Scholar to overshadow them all? Comparing the sizes of 12 academic search engines and bibliographic databases. *Scientometrics*, 118(1), 177-214. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2958-5>
- Kajikawa, Y., Ohno, J., Takeda, Y., Matsushima, K., & Komiyama, H. (2007). Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network. *Sustainability Science*, 2, 221-231. <https://doi.org/10.1007/s11625-007-0027-8>
- Kates, A. W., & Coryn, C. L. (2021). Use of geographic information systems by American evaluation association members in their professional practice. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 17(38), 33-49.
- Kawabata, M., Thapa, R. B., Oguchi, T., & Tsou, M. H. (2010). Multidisciplinary cooperation in GIS education: A case study of US colleges and universities. *Journal of Geography in Higher Education*, 34(4), 493-509. <https://doi.org/10.1080/03098265.2010.486896>
- Khabsa, M., & Giles, C. L. (2014). The number of scholarly documents on the public web. *PloS one*, 9(5), e93949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093949>
- Kong, N., Zhang, T., & Stonebraker, I. (2015). Evaluation of web GIS functionality in academic libraries. *Applied geography*, 60, 288-293. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.017>
- Le, K. G., & Tran, Q. H. (2021). The sustainable development of railway system in Vietnam by GIS-based Technologies. *Proceedings of E3S Web of Conferences, Odesa, Ukraine*, 310, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131003003>
- Li, Z., & Rainer, A. (2022, November). Academic search engines: constraints, bugs, and recommendations. *Proceedings of the 13th International Workshop on Automating Test Case Design, Selection and Evaluation*, Singapore, 25-32. <https://doi.org/10.1145/3548659.3561310>
- Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J. C., Li, X., & Liu, R. (2017). A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *ISPRS International journal of geo-information*, 6(2), 53. <https://doi.org/10.3390/ijgi6020053>
- Lukashev, A. F., Droste, R. L., & Warith, M. A. (2001). Review of expert system (ES), geographic information system (GIS), decision support system (DSS), and their applications in landfill design and management. *Waste Management & Research*, 19(2), 177-185. <https://doi.org/10.1177/0734242X0101900209>
- Ma, J., Wu, X., & Huang, L. (2022). The use of artificial intelligence in literature search and selection of the PubMed database. *Scientific Programming*, 2022(1), 8855307. <https://doi.org/10.1155/2022/8855307>
- Malan, K. M., & Engelbrecht, A. P. (2013). A survey of techniques for characterising fitness landscapes and some possible ways forward. *Information Sciences*, 241, 148-163. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.04.015>
- Mandel, L. H., Bishop, B. W., & Orehek, A. M. (2020). A new decade of uses for geographic information systems (GIS) as a tool to research, measure and analyze library services. *Library Hi Tech*, 41(4), 1022-1038. <https://doi.org/10.1108/LHT-03-2020-0052>
- Orduña-Malea, E., Ayllón, J. M., Martín-Martín, A., & Delgado López-Cózar, E. (2015). Methods for estimating the size of Google Scholar. *Scientometrics*, 104, 931-949. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1614-6>
- Sasaki, H., Zhidong, L., & Sakata, I. (2016). Academic landscape of hydropower: citation-analysis-based method and its application. *International Journal of*

- Energy Technology and Policy*, 12(1), 84-102.
<https://doi.org/10.1504/IJETP.2016.074493>
- Scanlon, E. (2014). Scholarship in the digital age: Open educational resources, publication and public engagement. *British journal of educational technology*, 45(1), 12-23.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12010>
- Takata, T., Sasaki, H., Yamano, H., Honma, M., & Shikano, M. (2022). Study on horizon scanning with a focus on the development of AI-based medical products: citation network analysis. *Therapeutic Innovation & Regulatory Science*, 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s43441-021-00355-z>
- Tanser, F. C., & Le Sueur, D. (2002). The application of geographical information systems to important public health problems in Africa. *International journal of health geographics*, 1, 1-9.
<https://doi.org/10.1186/1476-072X-1-4>
- Teixeira, S. (2018). Qualitative geographic information systems (GIS): An untapped research approach for social work. *Qualitative Social Work*, 17(1), 9-23.
<https://doi.org/10.1177/1473325016655203>
- Wade Bishop, B., & Mandel, L. H. (2010). Utilizing geographic information systems (GIS) in library research. *Library hi tech*, 28(4), 536-547.
<https://doi.org/10.1108/07378831011096213>
- Xiao, W., & Xu, W. (2023). Querying specific message from chat logs of suspects based on keywords expansion. *Proceedings of third international conference on computer vision and data mining (ICCVDM 2022)*, Hulun Buir, China, 12511. 22-26.



© Author(s) 2024.

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



GIS-based analysis of relationship between building density and capacity of urban streets

Khalil Valizadeh Kamran*¹ 

¹University of Tabriz, Department of Remote Sensing and GIS, Tabriz, Iran

Keywords

GIS,
Building Density,
Urban Streets,
Logistic Model



Research Article

Received: 19/08/2024
Revised: 30/09/2024
Accepted: 01/10/2024
Published: 20/12/2024

Abstract

Governments adopted the policy of increasing accumulation in cities in order to maximum use of desired lands of city districts and to prevent from city buildings in the environment created subsequent to the horizontal city developments. One of the basic foundations that must be evaluated while the population accumulation of capability increase, is the traction ability of accountability communication network in both public and private transport system to new travels created by any new user introduction. In this paper, we discussed about the relation between accumulation and traffic capacity of city streets with regard to a case study of Imam Khomeini Street in Tabriz city, Iran. This relation has been modeled with Logistic and AHP models. After investigating the service level of the street for 14 consecutive hours it is evident that the traffic is saturated at the peak hours and based on this study the suggestion for density increase is eliminated. Because the density increase is possible when $v/c < 1$ at peak hours while this amount is higher than 1 at (11-12) and (18- 19), Thus in order to improve the situation options like the travel building of the usages, the effect of BRT and street parking spaces were addressed.

1. Introduction

The unusual rapid growth of population in major cities, and consequently the need for housing in one hand and on the one hand large metropolitan problems has caused the experts to offer solutions (Kim & Kim, 2009). The governments have used the increase in density policy in order to optimal use of the desires lands, preventing the negative effect of city building in environment and horizontal extension of the cities. However, the examination before making policies is very important. One of the basic foundations that must be evaluated while the population of capability increase, is the traction ability of accountability communication network in both public and private transport system to new travels (Bhuyan & Nayak, 2013).

Due to vertical urban development policy for optimal use of the city potentials this study through studying the Tabriz Imam Street tries to examine the building density on the network through GIS modeling (Dahal & Chow, 2014).

2. Theoretical framework

2.1 Density

One of the main problems that the city residents are face is the density. Density as a measure has wide special place in decision-making and urban planning. Densities are classifying into 2 groups based on their type and kind:

1. Population density based on a man in hectare.
2. Building density based on the percentage.

Usually, the densities are classified in wide ranges. For example, the population density means population per area unit which is characterized by single man per hectare. The overall residential density is obtained through the ratio of the population of the city on the built areas. The built surface includes all the applications usages in the city, from residential to recreational or others (Jiang & Yao, 2006).

2.2. Traffic volume and road capacity

Traffic volume includes the number of vehicles that move across a road during a certain period of time (which is not necessarily defined), in a particular direction or directions of one or more lines of a road (Klosterman et al., 1993). Traffic volume might be defined for a special type of vehicle (such as cars, buses or trucks) or generally for all types of vehicles that move across a certain road and in this second situation the traffic volume unit is Passenger Car Unit or (PUC) based on table 1.

Table 1. Coefficient of vehicles on the road

Column	Vehicle	Urban roads		Rural roads
		Two line	Four line	
1	Car- taxi	1	1	1
2	Pickup- truck	1.2	1.3	1.1
3	Minibus	2.5	1.5	1.2
4	Bus	2.75	2.5	2
5	truck	5	4	3
6	Trailer	8	5	4
7	Motorcycles	0.5	0.7	0.5

*Corresponding Author

halil.boluk@beun.edu.tr ORCID 0000-0003-4648-842X

Cite this article

Kamran, K. V. (2024). GIS-based analysis of relationship between building density and capacity of urban streets. *Turkey Geographic Information Systems Journal*, 6(2), 67-73. <https://doi.org/10.56130/tucbis.1535766>

Road capacity is equivalent to maximum uniform passenger vehicles that can pass a point or section of a lane or pass through the whole way in a specific time and governing conditions of traffic.

2.3. The quality of traffic (service level)

The service level is a qualitative criterion indicating the traffic operation and the understanding of the passengers and the drivers of it. In traffic level a road has the two parameters of travel speed and the ratio of existing traffic volume on the highway capacity which is measurable (Landis et al., 1999). Generally, there are 6 types of services for different facilities. These levels are divided into levels A-F in which the level A indicate the best operation and the level F is the worst of them (Papinski & Scott, 2011).

3. The case study area

Tabriz is the greatest North-western metropolitan city of Iran which is about 131 km². The area under study is Emam Khomeini Street which one of the main axes of communication located in the north of district 2 and most of the area is under business or administrative application. After Janbazan square which is a traffic nod due to the extension of the business sites we face a special change into non-accumulated area. In addition to these nodes, the intersection of the Abresan and Shahryar Square are other nodes of this path (Lantada et al., 2009).

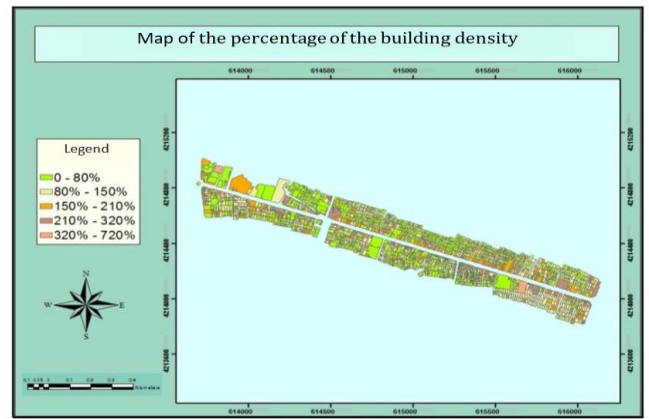


Figure 3. The percentage of the building density

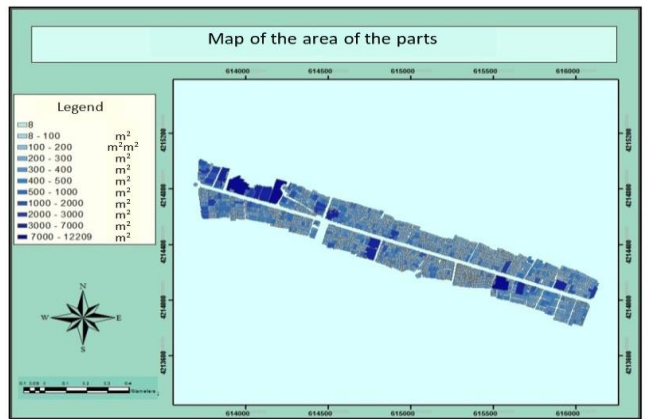


Figure 4. The area of the parts

4. The required data

The required data for this study are as follows:

1. The land use, building density and the street maps that can be obtained from the municipalities of the districts under study.
2. Raw Statistically measured and limited traffic data.

These figures have been collected in July 2nd in 2013 from West Point (opposite of the Museum of Azerbaijan) field and manually in 14 consecutive hours between the hours of 6am and 20pm.

These data include traffic information, including the number of passing vehicles from both sides of the Street divided into cars, vans and pickups, trucks, minibuses, buses, bicycles and motorcycles in the southern part of the street.

3. The statistical data about trip generations of uses.

These statistics are gathered at the peak of traffic hours to estimate the trip generation of the uses and ere gathered through field study and questionnaires.

5. Methods

5.1. Methods to measure and calculate the traffic volume (v)

Traffic volume may be measured through simple (manual calculation) or automatic counting system. In this research the manual method is used. The manual measurement is done through directly counting all the vehicles that pass a specific point. This is usually done



Figure 1. The land use of the area

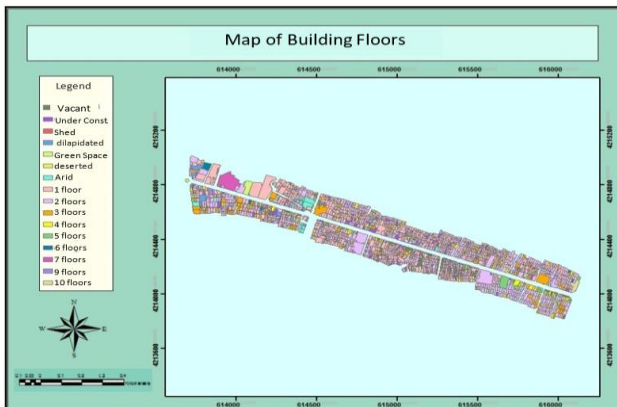


Figure 2. The buildings of the area

with paper and pencil and drawing short lines clusters of five lines and ... so that each line represents the passage of one vehicle. Then the accumulated statistics change into traffic volume through PCU equivalent conversion coefficients (Munoz,2003).

5.2. Methods to measure and calculate the practical capacity (c)

The capacity is equivalent to maximum uniform passenger vehicles that can pass a point or section of a lane or pass through the whole way in a specific time and governing conditions of traffic (table 2-7). Practical capacity, is the capacity that is lower than the ideal capacity in the saturation conditions. Practical capacity is achieved through the following equation 1.

$$C = 1800 \times g/c \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6 \quad (1)$$

Where:

- C = capacity of the street
- g = the effective green traffic lights
- c = lights' cycle (total time of green, red, yellow).

Table 2. K1 = coefficient of capacity adjustment of left turn moves based on the opposite volumes

Number of main lines	coefficient of capacity adjustment for the opposite volumes				
	0-199	200-559	600-779	800-1000	1000+
Line 1	91%	50%	33%	25%	20%
Line 2	95%	75%	66%	62%	60%
Line 3	96%	83%	77%	75%	73%

Table 3. K2=the coefficient of setting the passengers down

Number of main lines	coefficient of capacity adjustment for the opposite volumes			
	high	medium	low	No parking
Line 1	61%	70%	80%	1
Line 2	80%	75%	90%	1
Line 3	85%	90%	95%	1

Table 4. K3 = coefficient of street parking

Number of main lines	coefficient of capacity adjustment for the opposite volumes			
	high	medium	low	No parking
Line 1	20%	69%	80%	1
Line 2	50%	70%	85%	1
Line 3	50%	75%	90%	1

Table 5. K4=coefficient of adjustment within each lane

Line width	2.50	2.75	3	3.25	3.5	3.75
coefficient of adjustment	87 %	90 %	93%	97%	99%	1

Table 9. Determining the level of service based on the traffic volume on the street capacity or speed

History June 2 nd 2013	Towards the Abresan intersection								Position (opposite the Museum of Azerbaijan)	
	Car	Van and Pickup	Bus	Minibus	Truck	Truck	Bicycle	Motorcycle	Total	%
12-12:15	359	22	0	0	0	4	10	22	417	23.84219554
12:15-12:30	361	18	0	0	0	0	8	22	409	23.38479131
12:30-12:45	346	26	0	0	0	1	7	23	403	23.04173814
12:45-13	451	23	0	0	1	3	15	27	520	29.73127501
Total	1517	89	0	0	1	8	40	94	1749	100
Equivalent Volume	1	1.2	2.75	2.5	3	2	0.3	0.5	13.25	0
Volume	1517	106.8	0	0	3	16	12	47	1701.8	0

Table 6. K4=coefficient of adjustment within each lane

Number of lines	One line	More than 1 line
coefficient of adjustment	90%	95%

Table 7. K5=coefficient of adjustment to the streets without refuge lane

Type of district	coefficient of adjustment
central	90%
other	1

5.3. Method of determining the quality of traffic flow (service level=v/c)

To evaluate the quality of network e usually six conditions are considered. Table 8 indicated the quality of traffic flow in different methods and the quality of each one of them. In order to determine the traffic, flow the ratio of actual volume on practical capacity is used (V/C).

Table 8. Determining the level of service based on the traffic volume on the street capacity or speed

Descriptions	The mean of velocity	v/c	Traffic quality
Excellent quality	55	≤ 0.35	A
High Quality	45	0.35 – 0.50	B
Good quality	35	0.50 – 0.75	C
Minimum acceptable quality	27	0.75 – 0.90	D
Quality in a state of absolute capacity (inappropriate)	20	0.90 – 1	E
very poor quality (unstable and traffic jams)	16	> 1	F

6. Results and findings

In this stage based on the above-mentioned methods the traffic volume, road capacity, the quality of traffic flow and the amount of trip generation of the usages are analyzed and then the impact of density factor on the road traffic is discussed.

6.1. Traffic volume

Table 9 represents the statistics on traffic volume of the district under study in 14 consecutive hours in a regular day. The data were collected for all the hours of the study according to the following table example (for 12 o'clock.

Table 10. Street traffic from 6 to 20

Traffic Volume	Hour	Traffic Volume	Hour
455.1	6_7	1755.6	13_14
1130.8	7_8	1402.8	14_15
1154.8	8_9	1381.8	15_16
1428.8	9_10	1435.3	16_17
1663.6	10_11	1754.6	17_18
1893	11_12	1935.2	18_19
1701.8	12_13	1672.95	19_20

6.2. Practical capacity

Using section, the method in 4-3 the practical capacity of the streets is calculated for each hour. The

response to the calculations is presented in table 11. The Method of calculation is given in the following table.

Table 11. The practical capacity of the street during the hours of 8 to 14 and 16 to 19 per an hour

Calculating the capacity of the streets at all hours		n.L	3
Fixed adjustment coefficient		1800	
Capacity adjustment coefficient of the left turn movements based on the opposite volumes		K1	73%
Street Parking coefficient		K2	50%
Lane width adjustment coefficient for each lane		K3	99%
adjustment coefficient for the streets without refuge		K4	100%
The adjustment coefficient to set out the passengers		K5	90%
adjustment coefficient of urban areas		K6	100%
g/c = 1	Green light Time	g	
	Traffic lights (all lights green, yellow, red)	c	
1756.161		C	

Table 12. Passage Capacity between 6 – 20

Hour	C
6_7	3414.5
7_8	3336.7
8_9	1756.2
9_10	1756.2
10_11	1756.2
11_12	1756.2
12_13	1756.2
13_14	1756.2
14_15	1756.2
15_16	2634.2
16_17	1756.2
17_18	1756.2
18_19	1756.2
19_20	1756.2

6.3. The service level of the road

After performing the stages, the service level is determined as follows (Table 13):

Table 13. The service level of the road from 6 to 20 o'clock

Service Level	V/C	Hour
A	0.133285	6_7
A	0.338898	7_8
C	0.657556	8_9
D	0.813575	9_10
E	0.947273	10_11
F	1.077895	11_12
E	0.969024	12_13
E	0.999658	13_14
D	0.79877	14_15
C	0.524562	15_16
D	0.817276	16_17
E	0.999089	17_18
F	1.101925	18_19
E	0.952597	19_20

The maximum acceptable value for v / c for the proposed density is 0.9 (Neckerman et al., 2013). As it is clear from the table above the service level of the street in the noon peak hours (11-12) and afternoon (18-19) is in level F (very poor quality (unstable and traffic jams) and v/c>1. So, it can be concluded that the street capacity is saturated at the peak hours. So, in order to improve the street service level, the effective factors (travel building of the uses, BRT and street parking) on traffics are examined and some recommendations are provided.

The usages are divided into 6 main classes of Residential, Business, Administrative, Educational, religious-cultural and Treatment usage. The impact of each usage is analyzed as follows: Due to the summer vacation the school areas are not included in educational usage. According to table 14 the largest area which is 443200 m² belongs to residential usage and the most travels (3102.4) belong to this category and after that the business usage has the highest travel making rate.

Table 14. The usages' trip generation.

Usage	Total usage area	Usage trip generation per 100 meters (n)	Total trip generation of the usage
Residential	443200	0.7	3102
Business	134413	1.25	1680
Educational	6311	12	757
Religious-cultural	7683	10	768
Treatment	8442	6	506
Administrative	38333	1.4	545
Total of all applications	649291	-	8867.6175

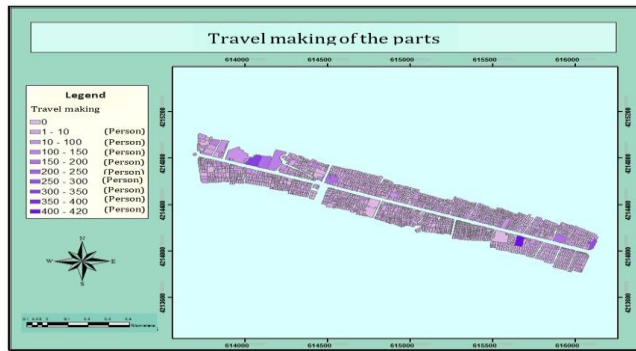


Figure 5. Trip generation of the parts

The trip generation of each usage for each travel and the effect of the usages on the service level are determined.

Table 15. The trip generation of each usage for each travel

Usage	car	taxi	bus	Pedestrian and bicycle
Residential	42%	18%	17%	23%
Business	31%	28%	24%	17%
Educational	7%	14%	52%	27%
Religious-cultural	12%	16%	46%	26%
Treatment	32%	21%	34%	13%
Administrative	23%	12%	38%	27%

According to the table 15 the residential, business and treatment usages possess the highest percentage of cars and taxi use thus they have the highest effect on street service level.

According to the methods mentioned in part 4 the number of generated trips to the vehicles is estimated.

Table 16. the number of cars for each usage

Usage	Car	Taxi	Total
Residential	655	187	842
Business	260	156	416
Educational	26	35	61
Religious-cultural	46	40	86
Treatment	80	35	115
Administrative	21	60	81
Total	1088	513	1601

The service level of the street in the absence of the usages is as follows:

Table 17. The service level of the street in the absence of the usages

Usage	C	Service level	C in the absence of usage	The service level of the street in the absence of the usages
Residential	1.1	F	0.62	C
Business	1.1	F	0.86	D
Educational	1.1	F	1.06	F
Religious-cultural	1.1	F	1.05	F
Treatment	1.1	F	0.97	E
Administrative	1.1	F	1.05	F
Total	1.1	F	0.19	A

And the street service level is calculated in the absence of that usage and eventually the traffic is determined (table 16).

7. Modeling

The modeling method of this study is the logistic model, MEC and FUZZY - AHP of Idrisi software and Fuzzy(membership) in Arc GIS 10.1.

The required levels of this model to analyze the effect of usage on the street include the passage layer and the separate usage layers (Li, 2007). The usages are divided into 6 main classes of Residential, Business, Administrative, Educational, religious-cultural and Treatment usage. Each usage is classified into 5 classes based on the density and travel making in Arc GIS 10.1 software and through the analytical functions the maps are changed into images and transferred into Idrisi software for image modeling. Then in order to perform the logistic modeling through the data entry option and edit and assign orders the classes for each layer are weighted. According to the findings of traffic study studies 3 important effective usages (residential, business and treatment) are identified and analyzed in street service level through the logistic model. In order to perform the model, the GIS analysis option, Statistics function and LOGISTICREG order are used.

Then in order to perform the MES model the GIS analysis option, Statistics function and LOGISTICREG order are used. Also, in order to perform the AHP-Fuzzy the WEIGHT and Decision Wizard were used.

Then the ROC test was performed. If the answer of the test is above 0.9 it means that the model is correct.

7.1. Logistic model

The street under study is the dependent variable and the

three identified usages that affect the street traffic are the independent variables.

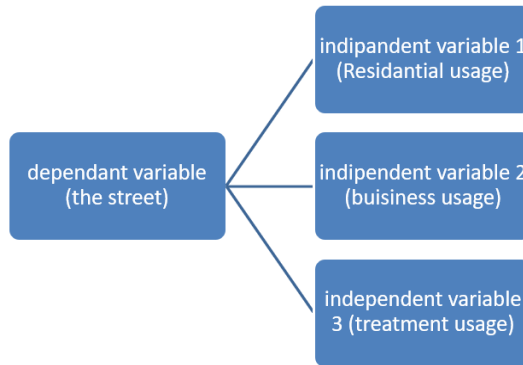


Figure 6. Logistic model

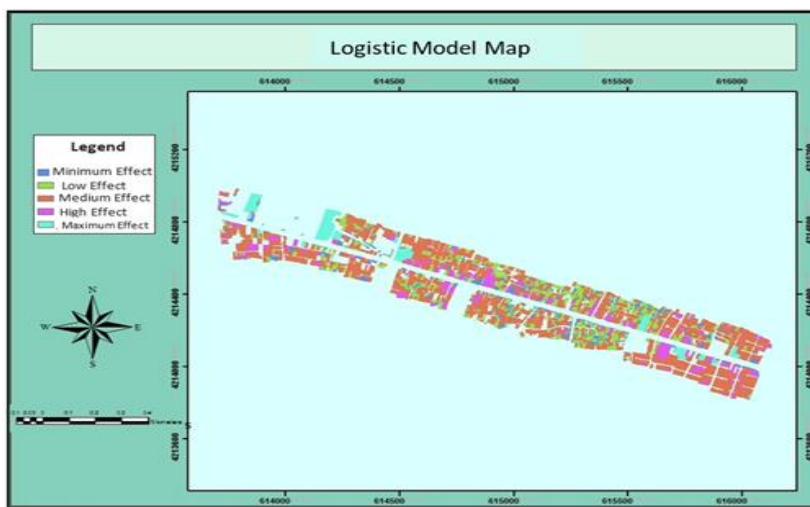


Figure 7. The service level of the street in the absence of the usages

7.2. AHP model

In the AHP model the criteria based on the purpose and the sub criteria based on the criteria are classified into pairs and compared in a matrix and are ranked 1-9

based on their impact factor. And eventually the final factor of the sub criteria is calculated. The calculations are linear without considering the dependence among the criteria and sub criteria (Pan et al. ,2013).

In this method the impact factor of all 6 usages is determined. First the weighting criteria of table 9 a time variable is calculated as a 9*9 matrix.

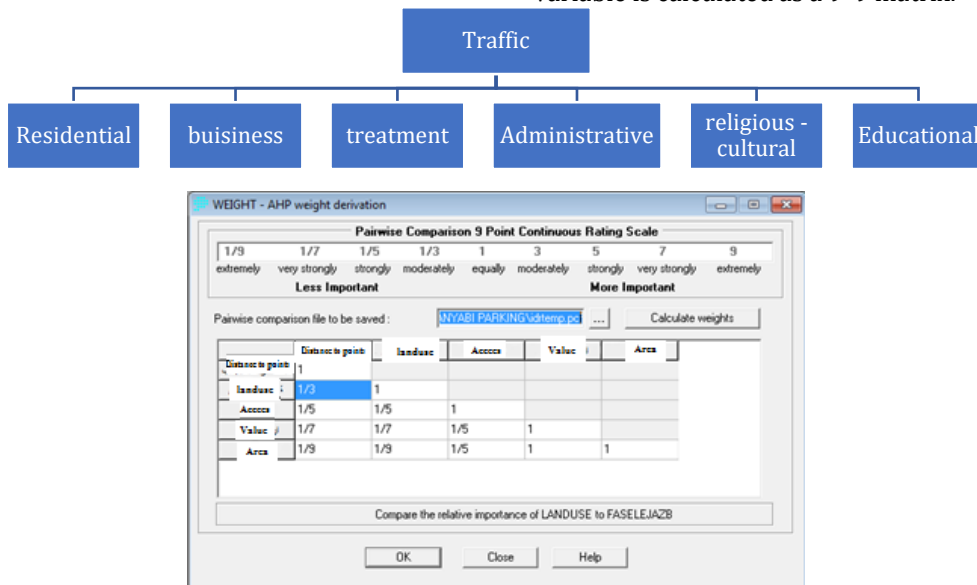


Figure 8. The weight of each usage is as follow

Table 18. The results of weighting

Residential	Business	Treatment	Administrative	Religious- cultural	Educational
0.4779	0.2365	0.1375	0.0593	0.0593	0.0295

Also, each usage factor is classifying into 5 classes based on the trip generation and each class is weighted. The CR of this model is 0.03 which is acceptable. The Idrisi software does not represent a map for AHP.

8. Conclusion

System of Traffic Planning and Urban Design in order to select urban land, their densities, locating them in different areas of development or particular users, needs to be aware of trip generation characteristics of each user is the traffic impact assessment, so that the usage replacement or any other measure would be based on the impacts imposed on the networks that lead to the structure. After investigating the service level of the street for 14 consecutive hours it is evident that the traffic is saturated at the peak hours and based on this study the suggestion for density increase is eliminated. Because the density increase is possible when $v/c < 1$ at peak hours while this amount is higher than 1 at (11-12) and (18- 19), Thus in order to improve the situation options like the travel building of the usages, the effect of BRT and street parking spaces were addressed.

References

- Bhuyan, P., & Nayak, M. S. (2013). A review on level of service analysis of urban streets. *Transport Reviews*, 33, 219-238. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.779617>
- Dahal, K. R., & Chow, T. E. (2014). A GIS toolset for automated partitioning of urban lands. *Environmental Modelling & Software*, 55, 222-234. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.01.024>
- Jiang, B., & Yao, X. (2006). Location-based services and GIS in perspective. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30, 712-725.

- <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2006.02.003>
- Kim, J. J., Kim, D. Y. (2009). Effects of a building's density on flow in urban areas. *Advances in Atmospheric Sciences*, 26, 45-56. <https://doi.org/10.1007/s00376-009-0045-9>.
- Klosterman, R. E., Brail, R. K., & Bossard, E. G. (1993). *Spreadsheet models for urban and regional analysis*. Center for Urban Policy Research.
- Landis, J., Zhang, M., & Fotheringham, A. (1999). Using GIS to improve urban activity and forecasting models: three examples. *Spatial models and GIS: New potential and new models*, 63-81.
- Lantada, N., Pujades, L. G., & Barbat, A. H. (2009). Vulnerability index and capacity spectrum-based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison. *Natural hazards*, 51, 501-524. <https://doi.org/10.1007/s11069-007-9212-4>
- Li, D. F. (2007). Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making. *Applied Soft Computing*, 7(3), 807-817. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2006.02.003>
- Munoz, F. (2003). Lock living: urban sprawl in Mediterranean cities. *Cities*, 20, 381-385. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2003.08.003>
- Neckerman, K. M., Purciel-Hill, M., Quinn, J. W., Rundle, A. (2013). *Urban design qualities for New York City. In: measuring urban design. Metropolitan planning + design*. Island Press.
- Pan, G., Qi, G., Wu, Z., Zhang, D., & Li, S. (2013). Land-use classification using taxi GPS traces. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions*, 14(1), 113-123. <https://doi.org/10.1109/TITS.2012.2209201>
- Papinski, D., & Scott, D. M. (2011). A GIS-based toolkit for route choice analysis. *Journal of Transport Geography*, 19, 434-442. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.09.009>



© Author(s) 2024.

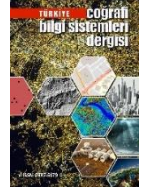
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN:2687-5179



Ankara metropoliten bölgede seyahat süresi ve mesafe dayalı kentsel sağlık hizmet alanlarına erişebilirliğin değerlendirilmesi

Aşır Yüksel Kaya*¹

¹Fırat Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 23000, Elazığ, Türkiye

Anahtar Kelimeler

CBS,
Mekansal Analiz,
FCA,
2SFCA,
KD2SFCA

Araştırma Makalesi

Geliş: 08/11/2024
Reviz: 13/11/2024
Kabul: 14/11/2024
Yayın: 20/12/2024

Öz

Nüfus artışı ve kentleşme özellikle gelişmekte olan ülkelerde kentsel hizmet alanlarının kullanımını doğrudan etkilemektedir. Özellikle gelişmiş metropoliten alanlarda kentli bireylerin bu alanlara erişim süreleri oldukça önemlidir. Bu makale Türkiye'nin başkenti Ankara'da ilçe merkezlerinden ve mahallelerden farklı konumlarda bulunan şehir hastaneleri, araştırma hastaneleri, üniversite hastaneleri ve devlet hastanelerine erişebilirliği Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak analiz etmektedir. Araştırmada hastanelere erişebilirliği hesaplamak için iki adımlı servis alanı (two-step floating catchment area) 2SFCA ve KD2SFCA yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında hastanelere erişebilirliği hesaplamak için sürüş süresi analizlerinde Google Haritalar Routes API verileri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan trafik veri setleri Python yazılımında geliştirilen kodlar yardımı ile çekilmiştir. Bu veri setleri daha sonra ArcGIS Pro 3.3.0 yazılımı kullanılarak mahalle ölçeğinde erişilebilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak Ankara'da 9 ilçeden ilk olarak 542 en kısa (süre ve mesafeye göre) rota oluşturulmuş. Daha sonra bu rotalar 484 mahalleyi kapsayacak şekilde geliştirilmiş ve 29,040 en kısa rota oluşturulmuştur. Bu kapsamda Keçiören, Çankaya, Yenimahalle, Altındağ ve Mamak ilçelerinde sağlık hizmet alanlarına erişebilirlik yüksekken, Sincan, Pursaklar ve Etimesgut ilçelerinde düşüktür.

Assessment of accessibility to urban health service areas based on travel time and distance in Ankara metropolitan region

Keywords

GIS,
Spatial Analysis,
FCA,
2SFCA,
KD2SFCA



Research Article

Received: 08/11/2024
Revised: 13/11/2024
Accepted: 14/11/2024
Published: 20/12/2024

Abstract

Population growth and urbanization significantly influence the utilization of urban service areas, particularly in developing countries. In metropolitan areas, especially those that are highly developed, the accessibility of these services—measured by the time it takes for urban residents to reach them—is crucial. This paper analyzes the accessibility of city hospitals, research hospitals, university hospitals, and state hospitals in Ankara, the capital of Turkey, from district centers and neighborhoods, using Geographic Information Systems (GIS). For this analysis, the two-step floating catchment area (2SFCA) and KD2SFCA methods were applied to assess hospital accessibility. The study utilized Google Maps Routes API data to calculate driving times to hospitals, with traffic data sets extracted through Python-developed code. These datasets were subsequently analyzed at the neighborhood scale using ArcGIS Pro 3.3.0 software. The analysis generated 542 shortest routes (based on time and distance) from nine districts in Ankara, which were further expanded to cover 484 neighborhoods, resulting in 29,040 optimized routes. The findings indicate that accessibility to health service areas is high in the Keçiören, Çankaya, Yenimahalle, Altındağ, and Mamak districts, whereas it is comparatively low in the Sincan, Pursaklar, and Etimesgut districts.

*Sorumlu Yazar

¹(aykaya@firat.edu.tr) ORCID 0000-0003-0398-7069

Kaynak göster

Kaya, A. Y. (2024). Ankara metropoliten bölgede seyahat süresi ve mesafe dayalı kentsel sağlık hizmet alanlarına erişebilirliğin değerlendirilmesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 6(2), 74-84. <https://doi.org/10.56130/tucbis.1581976>

1. Giriş

Nüfus artışı ve kentleşme özellikle gelişmekte olan ülkelerde kentsel hizmet alanlarının kullanımını doğrudan etkilemektedir. Kentsel hizmet alanları birbirinden farklı olmakla birlikte ülkelerin ve kentlerin gelişmişlik durumu ile yakından ilgilidir. Kentsel hizmet alanları, eğitim, sağlık, kültür, spor, ulaşım ve güvenlik gibi insanların hayatta kalmaları ve gelişmeleri için temel kaynaklar ve hizmetler sağlar (Cheng et al., 2016). Bu alanların erişilebilir ve kullanılabilir olması oldukça önemlidir (Adıgüzel & Doğan, 2020). Çünkü erişilebilirlik, ulaşım planlaması, şehir planlaması ve coğrafya gibi birçok bilimsel alanda yaygın olarak kullanılan bir kavramdır (Geurs & Van Wee, 2004). En genel tanımıyla erişilebilirlik, kentsel hizmet alanlarına belirli bir yerden ulaşılabilirlik kolaylığını ifade eder (Pan et al., 2018). Bu kapsamda kentsel hizmetlere erişilebilirlik kent araştırmalarında yaygın olarak kullanılan bir kavram olmakla birlikte optimal erişilebilirlik süreleri kentten kente değişmekte ve alan yazında üzerinde fikir birliğine varılmış bir konu değildir (Kwan, 2008).

Kamu hizmet alanlarının mekânsal dağılımı ve bu alanların erişilebilir olması mekânsal adaletin sağlanmasında önemlidir. Mekansal adalet kentli her bireyin kentsel hizmetlerden eşit derece yararlanmasına imkân sağlayacak şekilde planlanmasıyla mümkündür. Bu kapsamda kentsel hizmet alanlarından hastanelerin erişilebilir konumda olması kentli bireyler için oldukça elzemdir. Çünkü kamu kaynakları ile yapılan bu alanların eşit ve adaletli dağılımı kentsel yaşam kalitesini doğrudan artıran bir unsurdur. Kentsel yaşam kalitesi sadece bir yere erişilebilmekle sınırlı bir kavram olmamakla birlikte kentli bir şeylerin eşit ve adaletli mekân kullanımı yaşam kalitesini artırdığı bilinmektedir (Pacione, 2003).

Kentli bireylerin, kentsel donatı alanlarına erişilebilirliği ile yaşam alanları arasındaki bağlantıyı kavramsallaştırmaya çalışan ulusal ve uluslararası alan yazında çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Cetin et al., 2024). Bu araştırmalarda kentsel sağlık alanları, yeşil alanlar, eğlence parkları vb. konular ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmalardan sağlık hizmet alanlarına erişilebilirlikle ilgili birden fazla yaklaşım vardır (Kim et al., 2018). Mevcut araştırma yaklaşımlarında mesafeye dayalı modeller, doktor/kişi oranına dayalı konteyner modeller ve mekânsal analiz yaklaşımı en yaygın kullanılan modellerdir (Pan et al., 2018).

Mesafe tabanlı erişilebilirlik modelleri genellikle başlangıç ve varış noktası özelliklerinin vektör gösterimleri ve Öklid veya ağ tabanlı mesafeler kullanılarak yapılan analizlere dayanmaktadır (Azzopardi, 2018). Son dönemlerde CBS tabanlı erişilebilirlik çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu modelde bir şehir genelinde en iyi rotayı bulma, en yakın acil durum aracını veya tesisini bulma, bir konumun etrafındaki bir hizmet alanını belirleme gibi aygın ağ sorunlarını çözmeye yönelik önerilere yoğunlaşmaktadır (ESRI, 2024). Konteyner yaklaşımı; önceden tanımlanmış bir alandaki sağlayıcıların varlığını veya yoğunluğunu niceliksel olarak belirleme yönelik bir yaklaşımdır (Stacherl & Sauzet, 2023). Bu modelde daha

çok hastanelerde çalışan hekimler ve hastalar arasındaki orantısız ilişkiye yoğunlaşan tek boyutlu modeldir. Model doktor başına düşen hasta sayısı ile kapasite analizine yoğunlaşır (Guagliardo, 2004). Yer çekimi modeli (base gravity model) veya mekansal etkileşim yaklaşımı (Spatial Interaction) ise iki ayrı yaklaşım ile erişilebilirliği değerlendirmektedir. Bu yaklaşım servis sağlayıcılarının farklı mekansal parametreler kullanılarak hem yoğunluğu hem de yakınlığı hesaba katılarak analizler gerçekleştirildiler (Stacherl & Sauzet, 2023). Bu bağlamda mekansal analiz yaklaşımı (diğer adıyla çekim modeli yaklaşımı) mekansal yakınlık yaklaşımları ve konteyner yaklaşımlarını birleştirir. Model bir hizmet alanı ile hedef arasındaki mesafeye ve hizmet alanının çekiciliğini birlikte değerlendirir. Dolayısıyla, yerçekimi modeli yaklaşımı diğer iki yaklaşımı bünyesinde birleştirerek kapsamlı bir analiz yapma olanağı sunar (Stacherl & Sauzet, 2023).

Türkiye’de kamusal hizmet alanlarına erişilebilirlik son derece önemsenen bir konu olmasına rağmen 2013 yılında yürürlüğe giren “Erişilebilirlik İzleme ve Denetleme Yönetmeliği” ile başlayan erişilebilirlik izleme ve denetleme süreci başarılı bir şekilde yürütülmemektedir (Uyaroğlu, 2023). Bu kapsamda bireyin, toplumsal yaşamın insanlara sunduğu hizmetler ve olanaklardan yararlanabilmesi ve kendi hizmetini sunabilmesi, yani toplumsal yaşama tam katılabilmesi, söz konusu faaliyetlerin gerçekleştiği mekânlara bağımsız olarak erişebilmesi ve bu mekânları kullanabilmesi ile mümkündür (Oğultürk, 2020). Ancak Türkiye’de sağlık tesislerine mekansal erişilebilirlik üzerine yapılan çalışmalar oldukça yenidir. İlhan (2020) Türkiye’de sağlık hizmetleri ve hastanelere erişilebilirliğin mekansal profilini CBS tekniklerini kullanarak genel bir çerçevede ele almıştır. Deniz (2018) Uşak şehrinde bulunan aile sağlık merkezlerine erişilebilirlik durumunu ağ analizi yardımıyla belirlemiştir. Kemeç et al. (2019) ise Van şehrinde acil sağlık birimlerinin mekansal erişilebilirliği CBS kullanarak analiz etmiştir. Tüm bu çalışmalarda daha çok Mesafe tabanlı erişilebilirlik modelleri kullanılmıştır.

Türkiye’de yaşamsal ve mekansal olarak yaşanan büyük değişim nedeniyle birçok olumsuz eleştiriye ve tartışmaya konu olan Ankara, Cumhuriyet sonrasında da kenti ve kentliyi “modern mekânlara ve modern bir yaşama” ulaştırmak istemi ile gerçekleştirilen büyük bir değişime tanıklık etmiştir (Bayraktar, 2016). Ankara’nın başkent olması ile başlayan süreç sonucunda çeşitli bölgelerden yoğun göç alan bir kente dönüşmüştür. Günümüzde Ankara, 5 milyondan fazla nüfusu ile ülkenin ikinci büyük şehridir. Bu bağlamda kent ekonomik ve sosyal kalkınmanın yanı sıra kamu sağlığı ve sağlık sisteminde önemli yatırımların merkezi olmuştur. Bu durum alanlarda uzmanlaşmış kompleks hastaneler ve sağlık merkezlerinin kurulmasına neden olmuştur.

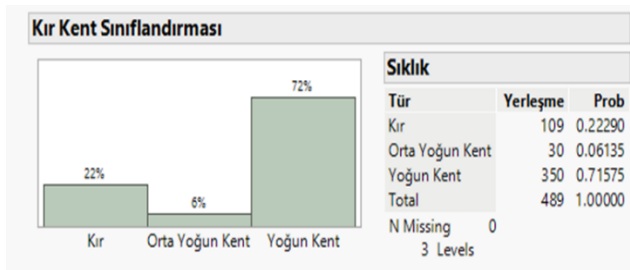
Bu bağlamda, çalışmada 2SFCA ve KD2SFCA yöntemi kullanılarak kamusal hastaneler ile nüfusun mekansal dağılımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak sağlık kuruluşlarının bireysel ve toplu taşıma araçları ile erişilebilirliği hesaplanmış ve mekansal istatistik yöntemleri

kullanılarak hastanelere erişilebilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

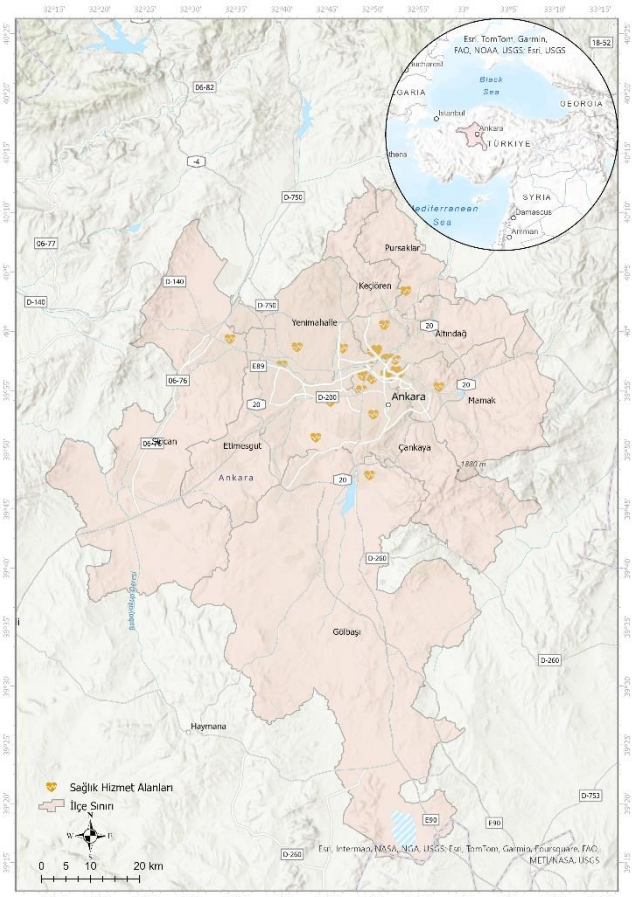
2. Veri ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Ankara, Türkiye Cumhuriyeti'nin başkenti ve aynı zamanda en büyük ikinci şehridir. Türkiye'nin idari merkezi olması, ülkenin her yerinden kolaylıkla ulaşılabilen bir kavşak noktası, yabancı ülke temsilcilikleri gibi özellikleri nedeniyle çok önemli bir konumdadır (Ecerel vd., 2005). Coğrafi olarak Türkiye'nin merkezine yakın bir yerdedir. 39.57 K enlemi ile 32,53 D boylamları arasında yer alır (Şekil 2). Ankara merkez ve çevre ilçeler olmak üzere toplam 25 idari ilçeden oluşmaktadır. Ancak Ankara şehri 9 alt ilçeden oluşmaktadır. Bunlar Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Keçiören, Mamak, Pursaklar, Sincan ve Yenimahalle'dir (Şekil 2). Resmi kayıtlara göre Ankara'nın 2023 yılı nüfusu 5,803,482 kişidir. Ancak bu nüfus il sınırları içerisinde yaşayan tüm kırsal ve kentsel yerleşmelerin değişen 6360 sayılı Büyükşehir Yasası sonrasında il sınırları içinde bulunan kırsal yerleşmelerde kent nüfusu olarak kabul edilmiştir. Fakat Ankara şehrinin gerçek nüfusunun %22 kırsal alanlarda (67.825 kişi), %6'sı orta yoğunlukta kentsel alanlarda (215.282 kişi) ve %72'si (4.880.171 kişi) yoğun kentsel alanlarda yaşamaktadır (Şekil 1) (TUİK, 2023). TUİK tarafından yapılan kırt kent ayrımında Avrupa İstatistik Ofisi tarafından geliştirilen kentleşme derecesi esas alınmıştır. Bu sınıflama, 1 km²'lik alanlar olarak tanımlanan gridler üzerinden nüfus yoğunluğuna bağlı olarak bir alanın kent-kır özelliklerini göstermektedir. Sınıflamaya göre yoğun kent, nüfusun en az %50'sinin kent merkezi gridlerinde yaşadığı mahalle ve köyleri; orta yoğun kent, yoğun kent ve kır olma koşullarını sağlamayan mahalle ve köyleri; kır ise nüfusun %50'sinden fazlasının kırsal gridlerde yaşadığı mahalle ve köyleri ifade etmektedir (TUİK, 2023).



Şekil 1. Ankara'da kır ve kent sınıflandırmasına göre nüfusun oransal dağılışı



Şekil 2. Çalışma alanı lokasyon haritası

2.2. Veri kaynakları

2.2.1. Sağlık tesisleri veri seti

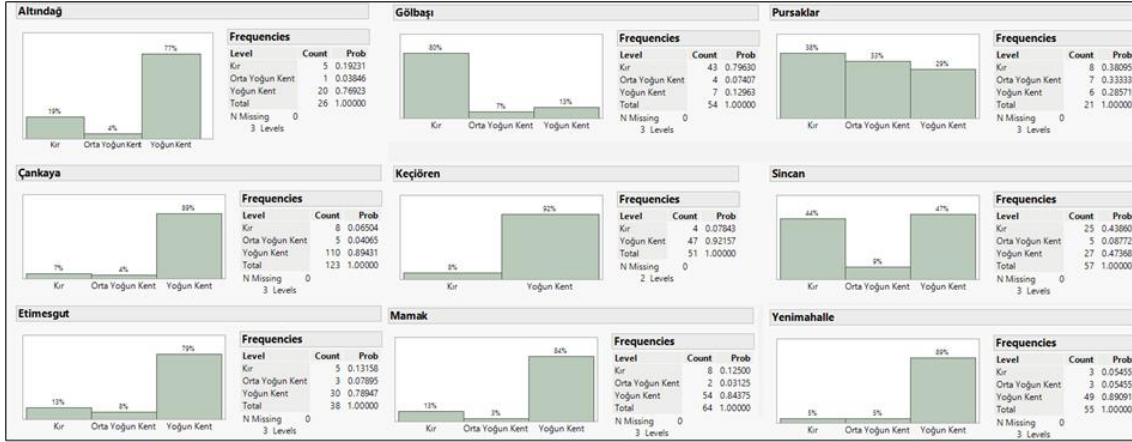
TUİK (2022), sağlık ve sosyal koruma 2022 verilerine göre Sağlık Bakanlığına bağlı 168 hastane vardır. Bu hastanelerin toplam yatak kapasitesi 47.764 ve sağlık personeli sayısı ise 23.087'dir. Hekim başına düşen ortalama hasta sayısı %03,98 iken, yatak sayısı ise %08.23'tür. Araştırmada, kent genelinde bulunan şehir hastaneleri, araştırma hastaneleri, üniversite hastaneleri ve devlet hastaneleri analiz kapsamına alınmıştır. Özel hastaneler, aile sağlık merkezleri ve poliklinikler ile ağız ve diş sağlığı merkezleri analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. İstisnai olarak özel hastaneler araştırma kapsamında alınmamıştır. Çünkü özel sağlık kuruluşları daha çok ekonomik gelir düzeyi yüksek nüfusun ihtiyaç ve taleplerine şekillenmektedir. Bu hastaneler kentli bireylerin eşit ve adil kullanımına açık kamusal hizmet alanı olmamalarından dolayı araştırma kapsamında değerlendirilmemiştir. Araştırma kapsamında hastanelere ait konum bilgileri Google Maps Platform'dan sağlanmıştır. Hastanelere ait yatak kapasitesi vb. veriler ise Ankara Kalkınma Ajansı tarafından yayınlanan "Sağlığın ve Termalin Başkenti Ankara" isimli rapordan alınmıştır.

2.2.2. Demografik veriler

Ankara'da sağlık hizmeti veren hastanelere erişilebilirliği analiz edebilmek için ilçe ve mahalle ölçeğinde mekânsal birimler esas alınmıştır. Bu

kapsamda Ankara kenti 9 ilçe ve toplam 484 mahalleden oluşmaktadır. Kentleşmenin en yüksek olduğu ilçeler sırasıyla Keçiören (%92), Çankaya ve Yenimahalle (%89), Mamak (%84), Etimesgut (%79) ve Altındağ

(%77) ilçeleridir. Ankara'nın çevresinde bulunan Gölbaşı (%13), Pursaklar (%29) ve Sincan (%47) ilçeleri ise kentleşme düzeyinin düşük olduğu alanlardır (Şekil 3-4).



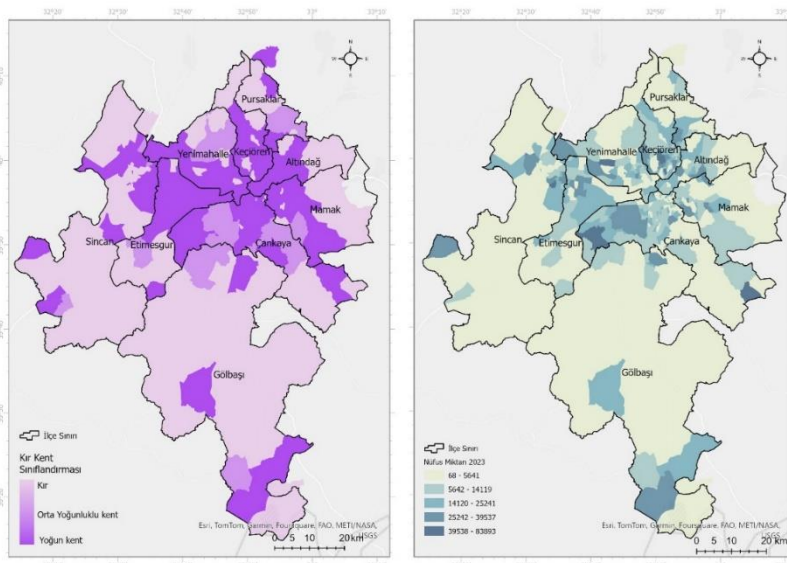
Şekil 3. Ankara'da ilçelere göre kentsel ve kırsal alanların dağılımı

Hastanelere erişebilirliğin analizinde her bir ilçenin ve mahallenin nüfus verisi hastane ihtiyaç ve talep derecesini temsil etmek için değişken olarak kullanılmıştır. Hastanelere erişebilirlikte Google Routes API verileri kullanılarak oluşturulan haritalarda her bir

ilçenin en yoğun alanı merkez olarak kabul edilmiş ve bu alanlardan erişebilirlik süre analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda erişebilirlik analizlerinde kullanılan merkezlerin enlem ve boylamları Tablo 1 gösterilmiştir.

Tablo 1. Erişebilirlik Analizlerinde İlçe Merkezi olarak alınan noktaların coğrafi koordinatları

İlçe	Enlem (°)	Boylam (°)	Nüfus	Seviye
Altındağ	39°58'03"	32°55'16"	412,267	Seviye 2
Çankaya	39°52'59"	32°52'02"	937,546	Seviye 3
Etimesgut	39°56'37"	32°39'01"	617,229	Seviye 2
Gölbaşı	39°47'27"	32°48'23"	157,605	Seviye 1
Keçiören	39°59'50"	32°51'46"	923,404	Seviye 3
Mamak	39°54'49"	32°54'50"	682,279	Seviye 2
Pursaklar	40°02'15"	32°53'49"	161,926	Seviye 1
Sincan	39°57'44"	32°34'48"	571,889	Seviye 2
Yenimahalle	39°58'56"	32°46'34"	701,638	Seviye 2



Şekil 4. Ankara'da kır-kent nüfusunun dağılımı

2.2.3. Seyahat Süresi

Bu çalışmada, her bir mahallenin hastanelere erişimini hesaplamada canlı trafik verileri kullanılmıştır.

Bu nedenle her bir kentli bireyin hastanelere ulaşım süresi, erişebilirlik hesaplamasının temelini oluşturur. Canlı trafik verilerine bağlı yapılan seyahat süresi hesaplaması klasik ağ analizlerine göre daha doğru

sonuçlar vermektedir. Bilindiği gibi çeşitli yazılımlar yardımıyla (ArcGIS Pro network analiz vb.) yapılan erişebilirlik analizleri genellikle mesafe ve varsayılan bir hıza göre hesaplanmaktadır. Ancak bu makale kapsamında her bir hastanenin erişebilirliğini analiz edebilmek için Google Haritalar canlı trafik verisi sağlayan Routes API kullanılmıştır. Google Haritalar API çeşitli sürüş ve yürüme mesafesine göre analizler sağlar. Google Haritalarda araba, toplu taşıma ve yürüme olmak üzere çeşitli ulaşım modları vardır (Google Maps Platform, 2024). Bu araştırma kapsamında sürüş süresi analizlerinde Google Haritalar Routes API verileri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan trafik veri setleri Python yazılımında geliştirilen kodlar yardımı ile çekilmiştir. Bu veri setleri daha sonra ArcGIS Pro 3.3.0 yazılımı kullanılarak mahalle ölçeğinde erişebilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.3. Yöntem

Araştırmada hastanelere erişebilirliği hesaplamak için FCA (Floating Catchment Area) yöntemlerinden iki aşamalı etki alanı (two-step floating catchment area) 2SFCA ve KD2SFCA (Kernel Density Two-Step Floating Catchment Area) yöntemleri benimsenmiştir. 2SFCA yöntemi mesafe bazlı analizler yaparken, KD2SFCA ise süre bazlı analizler yapmaktadır. KD2SFCA yöntemi klasik 2SFCA yönteminin gelişmiş versiyonudur ve sağlık hizmet alanlarına erişebilirlikte daha gerçekçi sonuçlar verir (Cheng et al., 2016). İki yöntemde kullanılan hesaplamalarda birinde süre diğerinde ise mesafe parametresi değişkenlik göstermektedir. 2SFCA ve KD2SFCA yöntemleri arz talep dengesine göre erişebilirliği ölçmek için kullanılır. Özellikle, bir hastanın hastanenin bulunduğu yere ulaşmasının ne kadar zor veya kolay olduğunu, hastanenin uygunluğunu hesaba

katarak değerlendirir (Luo & Wang, 2003). 2SFCA ve KD2SFCA yöntemleri, hastanelerin arzı ve nüfusun talebi olmak üzere iki ana değişkene odaklanır. Bunların her ikisi de hasta erişilebilirliğini doğru bir şekilde hesaplamak için değerlendirilmesi ve mekânsal olarak ölçülmesi gereken mekânsal unsurlardır (McGrail, 2012). Bu kapsamda 2SFCA ve KD2SFCA yöntemlerine göre erişebilirlik iki aşamalı şu formüllere göre hesaplanmaktadır:

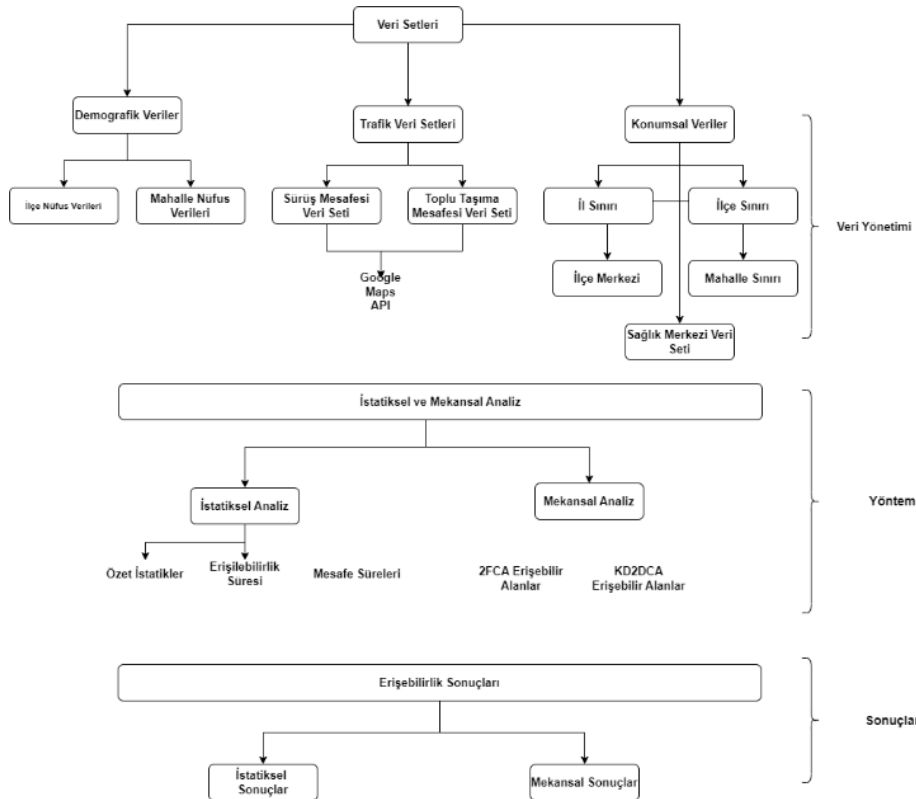
$$\text{Adım 1: Her bir hastane (j), } D_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in [d_{kj} \leq d_0]} P_k f(d_{kj})} \quad (1)$$

$$\text{Adım 2: Her bir mahallenin (i), } A_i = \sum_{j \in [d_{ji} \leq d_0]} D_j f(d_{ij}) \quad (2)$$

İlk aşamada her bir hastanenin konumunu için j hastanesinden belirli bir seyahat süresi eşiği içinde bulunan tüm k ilçe konumları belirlenip, ilçe alanı içindeki D_j arz talep oranı hesaplanmıştır.

Burada S_j her bir hastanenin kapasitesini göstermektedir. d_{kj} k alt ilçe ile j hastanesi arasındaki seyahat süresi ve mesafesidir, d_0 hastane hizmetleri için seyahat süresi eşiğini temsil eder. P_k ise il içinde kalan k alt bölgesi talebidir ve bu çalışmada ilçe nüfusu ile temsil edilmektedir. İkinci aşamada her bir ilçenin konumu i için, seyahat süre ve mesafe eşiği d_0 içindeki tüm hastane konumlarını j ile bu hastane konumlarındaki arz-talep oranı D_j toplanarak alt bölge konumundaki i 'deki erişebilirlik tespit edilmiştir. Daha yüksek değere sahip A_i daha iyi erişilebilirliği gösterirken, daha düşük değerler ise kısıtlı erişebilir alanları göstermektedir (Cheng et al., 2016). 2SFCA ve KD2SFCA iki adımlı formülü şu şekildedir (Cheng et al., 2016):

$$A_i = \sum_{j \in [d_{ji} \leq d_0]} \frac{S_j f(d_{ij})}{\sum_{k \in [d_{kj} \leq d_0]} P_k f(d_{kj})} \quad (3)$$



Şekil 5. Çalışma iş akış şeması

3. Bulgular

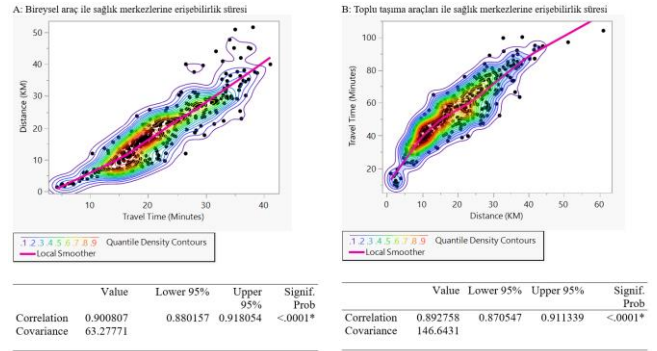
Kentli bireylerin kentsel sağlık hizmet alanlarına erişebilirliği haritalamak, halk sağlığı araştırmalarında ve küresel refah seviyesini belirlemede önemli bir zorluk olarak değerlendirilmektedir (Bihin et al., 2022). Ancak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve çevrimiçi haritalar (Google Maps, Yandex Map, çeşitli navigasyon yazılımları vb.) yardımı ile kişilerin mevcut konumlarından gitmek istedikleri alana yönelik mesafe ve süre tahmininde bulunmak daha kolay hale gelmiştir. Fakat kentli bireyler ve sağlık hizmet alanları arasındaki yakınlık yol durumu ve gerçek zamanlı trafik verileri gibi mekânsal faktörlerin yanında sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi gibi bireysel değişkenlere göre de değişebilmektedir (Baier et al., 2020). Bu makalede kullanılan mekânsal erişebilirliğin hesaplama modeli ikametgâh adresinden mevcut hastanelere toplu taşıma ve bireysel otomobil kullanım süresini dikkate almaktadır.

3.1. Genel istatistiksel analiz sonuçları

Kentsel servis alanlarının yakınlığı o alanlara erişebilirliği etkileyen en temel faktördür. Navigasyon ve web tabanlı mesafe analiz programları genel olarak üç erişim mesafesi hesabına dayanmaktadır. Bu mesafeler kişilerin yürüme, sürüş ve toplu taşıma ile erişimine dayanmaktadır. Ancak bu erişim süreleri gerçek zamanlı trafik verilerine, çeşitli hız sınırlarına, trafiğin yoğunluğuna, kentin büyüklüğüne, toplu taşıma ağının gelişmişliğine, o günün hava koşullarına vb. değişkenlere göre farklılaşmaktadır. Bu etkenleri artırmak elbette mümkündür ancak bu makalede mekânsal erişilebilirliği hesaplamak için gerçek zamanlı seyahat süre verileri kullanılmıştır.

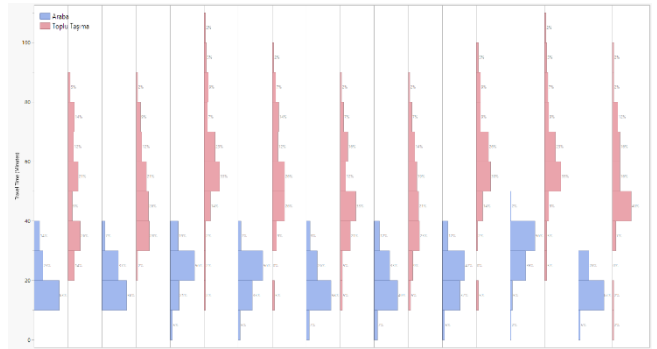
Analizler 25.10.2024 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ankara'nın 9 farklı ilçesinden çeşitli işlev ve uzmanlığa dayalı 30 hastaneye erişebilirliği hesaba katılmaktadır. Analiz sonucunda toplam 542 en kısa (süre ve mesafeye göre) rota oluşturulmuştur.

Seyahat süre ve mesafesine ilişkin istatistikler Şekil 5 A ve B'de gösterilmiştir. Şekil 5 (a)'da sürüş mesafesine dayalı erişilebilirliğin dağılımı gösterilmiştir. Şekil 5 (a) göre sürüş mesafesi ile süresi arasında pozitif bir korelasyon (0,90) vardır. Korelasyon katsayısının p-değeri ise <0.0001'dir. İstatistiksel olarak $p \leq 0.05$ 'den küçük ise anlamlı kabul edilmektedir. Bu durum sürüş mesafesi ve süresi verilerinin gerçek erişilebilirlik ile birebir uyumlu olduğunu göstermektedir. Kovaryans değeri ise 63.27'dir. Bu durum iki değişkenin aynı yönde hareket ettiğini göstermektedir. Başka bir deyişle mesafe arttıkça seyahat süresinin de arttığını göstermektedir. Benzer istatistiksel sonuçlar toplu taşıma erişiminde de görülmektedir. Şekil 5 (b) incelendiğinde Korelasyon katsayısı (0,89), iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğunu gösterir. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı ve birbirleriyle tutarlıdır.



Şekil 5. İlçelere göre sürüş süresi ve toplu taşıma süresinin dağılımı

Araştırma kapsamında kentli bireylerden sağlık merkezlerine gidilen ortalama süre 21.7 dakikadır. Araç ile en düşük erişim süresi 4,2 dakika iken en yüksek erişim süresi 41 dakikadır. Ancak toplu taşıma kullanan bireylerin sağlık merkezlerine erişebilirlikleri incelendiğinde erişim süresinin uzadığı görülmektedir. Toplu taşıma kullanan bireyler sağlık merkezlerine ortalama 54.1 dakikada erişebilirken en düşük erişim süresi ~ 9 dakika, en yüksek erişilebilirlik süresi ise 104 dakikadır. Bu durum toplu taşıma kullanan bireylerin seyahat süresinin bireysel araç kullananlardan 2.49 kat daha fazla olduğunu göstermektedir. Erişilebilirlik süresi ilçelere göre değişmektedir. Her bir ilçenin ortalama erişim süreleri Şekil 6'da gösterilmiştir.

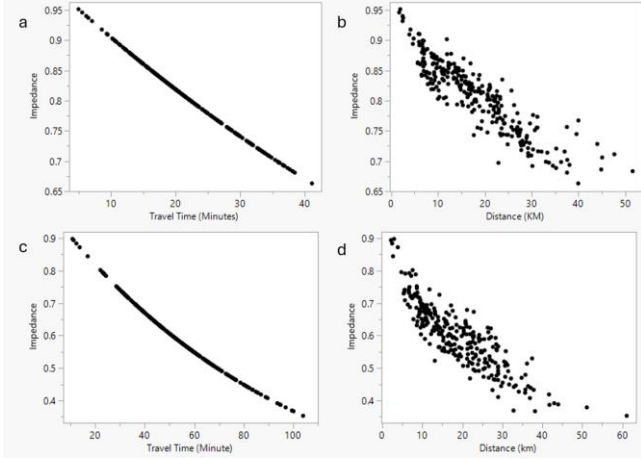


Şekil 6. İlçelere göre sürüş süresi ve toplu taşıma süresinin dağılımı

Araştırmada sağlık merkezlerine erişilebilirlik ne kadar uzun sürerse o hastanenin kentli bireyler tarafından kullanımı düşeceği varsayımına dayanmaktadır. Bu kapsamda hastanelerin arz-talep ilişkisini ortaya koyabilmek için empedans faktörü hesaplaması kullanılmıştır. Empedans faktörü, erişilebilirlik analizlerinde önemli bir etkiye sahiptir ve mekanın erişilebilirliğini, seyahat süresi ve mesafesi gibi faktörlere bağlı olarak ölçer (Kwan, 1998; Talen & Anselin, 1998; Vale & Pereira, 2017). Empedans faktörü, bir yere erişimi sınırlayan unsurları değerlendirerek erişim süresini hesaplar. Bu fonksiyon, genellikle seyahat maliyeti ya da zorluk derecesi ile ters orantılı bir şekilde çalışır. Araştırma kapsamında empedans fonksiyonu şu formüle göre hesaplanmıştır:

$$f(d) = \begin{cases} e^{-\frac{k(d-d_{min})}{k}}, & d \leq d_0 \\ 0, & d > d_0 \end{cases} \quad (4)$$

Bu kapsamda araştırma alanında $d \leq d_0$ durumunda seyahat süresi d_{min} eşit olduğunda, fonksiyon değeri 1'dir. Seyahat süresi arttıkça hastanelere erişebilirlik zorlaşır. $d > d_0$ durumunda seyahat süresi d_0 geçtiği durumlarda fonksiyon sıfıra eşitlenir. Bu durumda hastanelere uzak mesafelerdeki yerleşmelerden erişimin mümkün olmadığını gösterir. Çalışmada Empedans faktörü şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Araba ve toplu taşıma ile erişebilirlik empedans değerinin değişimi: a ve b: araba ile erişebilirlik empedans değerini gösterirken, c ve d ise otobüs ile erişebilirliğin empedans değerini göstermektedir

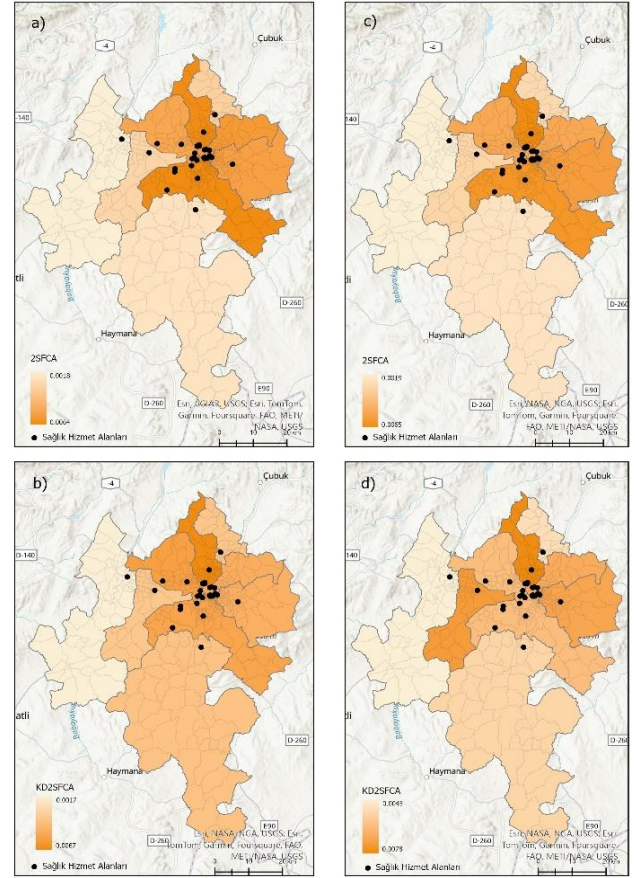
Şekil 7 incelendiğinde sürüş mesafesi ortalama (21.7 dk) olduğunda hizmet kapasitesi zayıflaması ~%20'den daha azdır. Bu durum sürüş mesafesinde erişebilirliğin daha iyi olduğunu göstermektedir. Toplu taşıma modunda ise empedans değerleri ortalama sürüşte (54.11) hizmet kapasitesi zayıflaması ~%50 azalmaktadır. Şekil 7 sürüş mesafesi ve süresi arttıkça empedansın tutarlı bir şekilde düştüğünü göstermektedir. Empedans değeri 1'e yakın ise güçlü bir erişebilirliği, 0'a yakın ise düşük erişebilirliği göstermektedir.

3.2. Erişilebilirliğin mekânsal dağılımı

Hastanelere erişebilirliğin mekânsal dağılımını yapabilmek için sürüş ve toplu taşıma ortalama süre ve mesafeleri referans alınarak eşik değerler belirlenmiştir. Her bir ilçenin erişebilirlik değerleri şekil 8 gösterilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi hesaplamalarda ilçeler ve hastaneler havza modeline uygun olarak üç seviyeye ayrılmış ve her bir seviyenin erişebilirlik indeksi geliştirilmiştir (Tablo2, Şekil 8).

Tablo 2. İlçelere göre erişilebilirlik süresi

İlçe	2SFCA Yöntem		KD2SFCA Yöntem	
	Araba	Toplu Taşıma	Araba	Toplu Taşıma
Altındağ	0.005729	0.005239	0.005031	0.005504
Çankaya	0.006398	0.00602	0.005447	0.004066
Etimesgut	0.002967	0.003114	0.003746	0.006626
Gölbaşı	0.002363	0.00248	0.00399	0.002346
Keçiören	0.006306	0.006522	0.006703	0.007769
Mamak	0.005502	0.005747	0.004924	0.005873
Pursaklar	0.003209	0.002912	0.003842	0.001734
Sincan	0.001812	0.001945	0.001766	0.000452
Yenimahalle	0.005197	0.005269	0.005757	0.004097



Şekil 8. 2SFCA ve KD2SFCA yöntemlerine göre Ankara'da sağlık hizmet alanlarına erişebilirlik. a) ve b) araba ile erişebilirliği, c) ve d) ise toplu taşıma ile erişebilirliği göstermektedir

Şekil 8 incelendiğinde a ve b araba ile erişebilirliği c ve d ise toplu taşıma ile erişebilirliği göstermektedir. Her iki yöntemle yapılan analizlere göre Ankara'da sağlık hizmet alanlarına erişimin en yüksek olduğu ilçeler Keçiören ve Çankaya'dır. Bu ilçelerden sağlık alanlarına erişebilirlik toplu taşıma ve araba ile oldukça yüksektir. Özellikle Keçiören KD2SFCA yöntemine göre yani süre kriterini dikkate alan yöntemde en yüksek erişebilirlik değerine sahiptir. Buna karşılık Ankara kent merkezine uzak olan Gölbaşı ve Sincan ilçelerinde ise erişebilirliğin düşük olduğu görülmektedir (Harita 8).

Keçiören ve Çankaya her iki erişebilirlik analizinde yüksek erişebilirlik değerleri üretmiştir. Ancak Etimesgut ilçesinde yapılan analizlerde süre bazlı analizlerde yüksek değere sahipken mesafe bazlı analizlerde düşük erişebilirlik değerine sahiptir. Bu durumun ana nedeni bölgede toplu taşıma araçlarının gelişmiş yapısından kaynaklanmaktadır. Sincan ve Pursaklar'da ise toplu taşıma ile erişebilirliğin düşük olduğu görülmektedir. Her iki ilçenin kent merkezine uzak bir mesafede olması bu durumun ana nedenidir. Sincan'ın kent merkezine uzak bir ilçe olması araba ile ulaşımı kolaylaştırırken, toplu taşıma ile erişimi kısıtlamaktadır.

Geleneksel 2SFCA yöntemi ve KD2SFCA yöntemi arasındaki fark birinin süre değerinin ise mesafeyi kullanarak hesaplama yapmasıdır. 2SFCA yöntemi göreceli mesafeye (relative distance) dayalı analizler ortaya koymaktadır. Ancak KD2SFCA yöntemi klasik

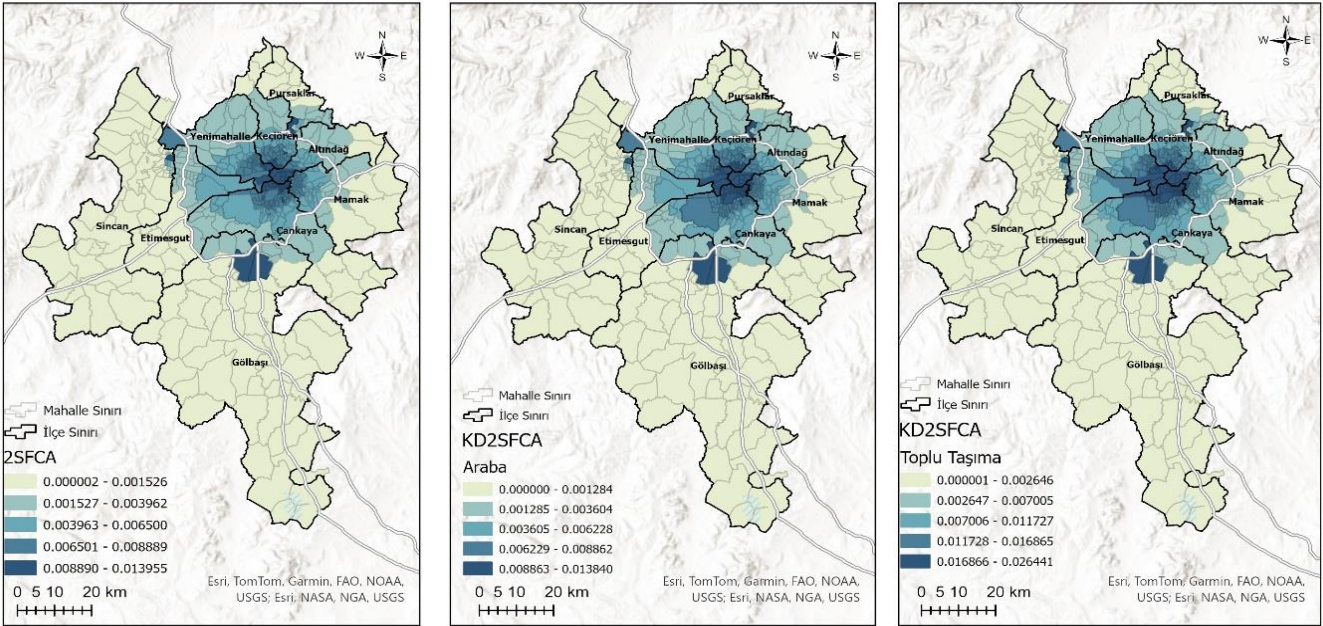
2SFCA yöntemine göre daha detaylı mesafe analizleri kullanılmaktadır. Buna karşılık KD2SFCA yönteminde ağırlıklı mesafe ve empedans faktörü kullanılmaktadır. Özellikle empedans faktörü mesafeyi erişebilirliği düşüren bir unsur olarak değerlendirmekte ve mesafe arttıkça empedans değeri düşmektedir.

Araştırma kapsamında ilçe merkezlerinden yola çıkılarak yapılan analizlerde tek bir noktadan erişilebilirlik hesaplaması yapılmıştır. Ancak bu verilerin daha doğru sonuç verebilmesi için mahalle düzeyinde erişebilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 484 mahallenin sağlık merkezlerine erişebilirlik düzeyi analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında toplam 29,040 araç ve toplu taşıma rotası oluşturulmuştur. Harita API'lerinin ücretli olmasından dolayı sınırlı bir alana yönelik erişebilirlik rota bilgileri vermiştir. Bu yüzden araştırma alanında tüm mahallelerin merkez noktalarından yola çıkarak tüm sağlık hizmeti veren hastanelere mesafeleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar ArcGIS Pro 3.3.0 yazılımı yakınlık (Near Analysis) analizi ile yapılmıştır. Bu kapsamda toplam 484 mahallenin 30 sağlık merkezine mesafeleri tespit edildikten sonra ortalama kentçi araç ve toplu taşıma hızına göre erişebilirlik süreleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar şu formüle göre yapılmıştır:

$$A_i = (a + b * D) * f(d) = \begin{cases} e^{-\frac{k(d-d_{min})}{k}} & d \leq d_0 \\ 1 & d > d_0 \end{cases} \quad (5)$$

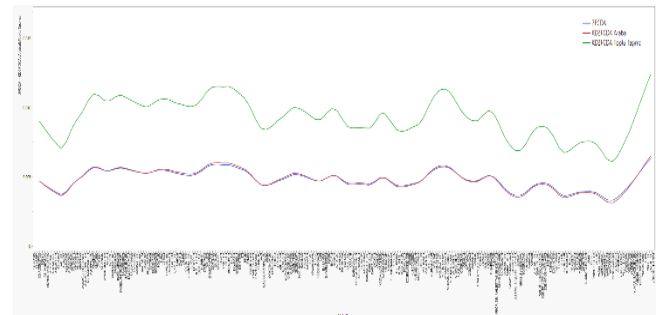
Burada *a* trafiğin yoğun saatlerde temel hızını, *b* trafiğin yoğun olmadığı saatlerde temel hızını hesaplamak üzere kullanılmaktadır. Google Harita API verilerine göre Ankara'da yoğun saatlerde toplu taşıma hızı 15 km/s iken, yoğun olmayan saatlerde 30 km/s'dir. Araç ile ise yoğun saatlerde 20-30 km/s iken, yoğun olmayan saatlerde 40-50 km/s'dir. *D* trafik yoğunluğu katsayısıdır ve araştırma kapsamında yapılan analizlerde toplu taşıma 30 km/s, araç ise 50 km/s olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında mahallelerden ortalama seyahat süresi araba ile 26.3 dakikadır. Araç ile en düşük erişebilirlik süresi 0.2 dakikayken, en yüksek erişebilirlik süresi 133.2 dakika olarak hesaplanmıştır. Toplu taşıma ile ortalama erişim süresi 43.9 dakikayken, en düşük erişim süresi 0.4 dakika, en yüksek erişim süresi ise 222 dakika olarak hesaplanmıştır.

Denklem 3 ve 5 kullanılarak yapılan hesaplamalara göre genel olarak erişebilirliğin anlara çevre yolunun içinde kalan alanlarda yüksek çeperlerde ise düşük olduğunu göstermektedir. İki farklı yöntemle yapılan analizlerde sonuçların birbirine yakın çıktığını görülmektedir (Şekil 9). Geleneksel 2SFCA yöntemi ile KD2SFCA yöntemi kullanılarak oluşturulan araba ile erişebilirlik değerleri neredeyse birbirine yakın sürelerde erişebilirlik imkânı sağlarken, KD2SFCA toplu taşıma kullanılarak yapılan seyahatlerde süreler yaklaşık 2 kat daha fazladır (Şekil 10).



Şekil 9. 2SFCA ve KD2SFCA yöntemlerine göre Ankara'da sağlık hizmet alanlarına erişebilirliğin mahallelere göre dağılımı

Araştırma kapsamında kullanılan geleneksel 2SFCA yöntemi ile KD2SFCA yöntemi kıyaslandığında tüm konumlar için araba ile erişebilirliğin benzer olduğu görülmektedir. Aradaki küçük farkın temel sebebi ağırlık biriminin seçiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu yöntemlerde seyahat mesafesi mutlak mesafe ve göreceli mesafenin kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. 2SFCA ve KD2SFCA yöntemlerine göre erişebilirliğin kıyaslanması

4. Tartışma

Araştırma kapsamında Ankara’da bulunan üst kademe hastanelere erişebilirlik analiz edilmiştir. Sonuçlar, Ankara’daki sağlık merkezlerine genel mekânsal erişilebilirliğin eşitsiz bir şekilde dağıldığını ve yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları Çankaya, Keçiören, Mamak, Altındağ ve Yenimahalle ilçelerinde erişebilirliğin genel olarak yüksek olduğunu buna karşılık çevrelerde buluna Sincan, Gölbaşı ve Pursaklar ilçelerinde düşük olduğunu göstermektedir. Ancak mahalle bazlı yapılan incelemelerde özellikle kırsal mahallelerin erişebilirlikleri oldukça düşüktür.

Araştırmada geleneksel 2SFCA yöntemi ve KD2SFCA yöntemlerine göre erişebilirlik hesaplamalarına dayanmaktadır. 2SFCA, model oluşturmaya dayalı bir yöntemdir ve daha çok mekânsal erişilebilirliğin karakterizasyonunda arz, potansiyel talep ve seyahat maliyeti arasındaki etkileşimi içerir (Cheng et al., 2016). KD2SFCA yöntemi ise daha gelişmiş bir analiz modelidir. 2SFCA yöntemine benzetmekle birlikte temelde erişilebilirliğin hesaplanmasında, mesafe zayıflamasını, yani bir sağlık hizmet alanının tam olarak kullanılıp kullanılmadığını ve farklı sağlık tesislerinin seviyeleri hesaba katmaktadır (Zheng et al., 2020). Bu kapsamda gerçeğe daha yakın sonuç vermektedir. Ancak yöntem veri değerlendirmesinde sunduğu avantajların yanında birçok dezavantajlarda barındırmaktadır Jamtsho et al. (2015) göre özellikle veri değerlendirme ve analiz değişkenlerinin seçiminde nüfus verilerinin seçim düzeyi, erişim sürelerinin hesaplanması, ağırlıkların belirlenmesi ve empedans fonksiyonları gibi belirsizlikler mevcuttur. Fakat tüm bu belirsizliklere rağmen FCA hesaplama modellerinin çoğu veya tüm geliştirilmiş modellerinde ağırlıklandırma mekanizmaları açısından farklılık gösterir.

5. Sınırlıklar ve Gelecek Araştırmalara Çözüm Önerileri

Araştırmanın bazı sınırlılıkları vardır. İlk olarak araştırmada kullanılan API’lerin belirli analize kadar ücretsiz olmasıdır. Canlı trafik API’leri belirli bir ücret karşılığında sınırsız olarak kullanılabilir. Bu kapsamda araştırmada Google API veri seti aylık 200\$’lık bir krediye kadar ücretsiz analiz sağlanmasından dolayı sadece ilçe merkezlerinin en yoğun nüfusa sahip olduğu alanlardan başlatılarak hastanelere erişim süresi ve mesafesini hesaplamıştır. İkinci sınırlılık 484 mahallenin erişebilirlik mesafesinin hesaplanmasındadır. Her bir mahallenin merkezinden yola çıkarak sağlık hizmet alanlarına mesafeleri hesaplanmıştır. Mahallelerin sağlık hizmet alanlarına mesafeleri belirlendikten sonra sürüş süreleri ortalama kent içi sürüş mesafesine göre hesaplanmıştır. Bu durum analizlerin trafik yoğunluğuna göre değişebileceğini göstermektedir. Üçüncü sınırlılık ise mahallelere ait otobüs güzergâhı veri seti olmamasından dolayı mesafe araba ile eşit kabul edilmiş ve bu kapsamda 2SFCA yöntemine göre tek bir erişebilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda gelecekte yapılacak araştırmalarda veri setleri zenginleştirilerek hastanelerde çalışan hekim sayısı, yatak kapasitesi, hastanenin uzmanlık alanına göre

bölümlenmesi vb. veri setleri ile zenginleştirilmesi gerekecektir. Sonuç olarak sağlık hizmet alanlarının kullanımını etkileyen önemli faktörler geliştirilerek daha kapsamlı bir analiz sonucu elde edilebilir. Bu kapsamda 2SFCA ve KD2SFCA Python analiz kodları GitHub kütüphanesi oluşturularak paylaşılmıştır. Bununla birlikte kentsel mekânda kamusal alanlara erişebilirlik analizlerinde klasik ağ analizleri yerine FCA yöntemlerinin farklı versiyonları kullanılarak etki alanları belirlenebilir. Böylece kent planlamada önemli bir yere sahip olan yeşil alanlar, okullar, hastaneler vb. servis alanlarına erişebilirlik ve yeterlilik analizleri gerçekleştirilebilir.

6. Sonuç

Gelişmiş ülkelerdeki sağlık hizmet alanlarının erişebilirliğini inceleyen çok sayıda araştırma olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde bu alanlara erişebilirliği inceleyen çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Ankara’yı örnekleminden yola çıkarak farklı seviyelerdeki sağlık hizmet alanlarının erişebilirliğini ölçmeye yönelik FCA (Floating Catchment Area) yöntemlerinden geleneksel 2SFCA ve KD2SFCA yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler arz ile (potansiyel) talep arasındaki ilişkiyi hesaplamaya ve aynı zamanda tedarik noktaları ile nüfus birimleri arasındaki mesafeyi ve süreyi dikkate almaya olanak tanır (Jörg & Haldimann, 2023).

Araştırmada her ne kadar idari sınırlar kullanılmış olsa da kullanılan yöntemlerde idari sınırlar yerine ilçelerin nüfus büyüklüklerine göre havzalar oluşturularak analiz birimleri oluşturulmuştur. Bu kapsamda Çankaya ve Keçiören “seviye 3”, Altındağ, Etimesgut, Mamak, Sincan, Yenimahalle “seviye 2” ve Gölbaşı, Pursaklar “seviye 1” olarak analiz birimleri oluşturulmuştur (Tablo 1). Seviye 3 alanları en yüksek erişebilirlik değerlerine sahipken, seviye 1 alanları ise düşük erişebilirlik değerlerine sahiptir. Her iki yöntemle yapılan analizlere göre Ankara’da sağlık hizmet alanlarına erişimin en yüksek olduğu ilçeler Keçiören ve Çankaya’dır. Bu ilçelerden sağlık alanlarına erişebilirlik toplu taşıma ve araba ile oldukça yüksektir. Buna karşılık Ankara kent merkezine uzak olan seviye 1 ilçeleri Gölbaşı ve Pursaklar ile seviye 2 Sincan ilçesinde ise erişebilirlik düşüktür.

Sonuç olarak Ankara’da sağlık hizmet alanlarına erişebilirliğin değerlendirildiği bu çalışmada araba ile erişebilirlikte düşük süreler elde edilirken, toplu taşıma kullanılarak yapılan seyahatlerin yaklaşık 2 katından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum trafik durumuna ve hava koşullarına bağlı olarak erişebilirlik süresini uzatabilir. Araştırma sonuçları dikkate alınarak karar vericilere yeni sağlık alanlarının yer seçiminde rehberlik edebilecek veriler sunulmaktadır.

Bilgilendirme / Teşekkür

Bu çalışmanın oluşum sürecinde Doç. Dr. Fatih Adıgüzel ve yüksek lisans öğrencisi Keremcan Karakaya’ya teşekkür ederim.

Yazarların Katkısı

Çalışmada tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırma Veri Analiz Erişim

Araştırmada kullanılan yöntemlerin Python analiz kodlarına <https://github.com/asiryukselkaya/FCA-Accessibility-Analysis.git> adresinden erişilebilir.

Kaynakça

- Adıgüzel, F., & Doğan, M. (2020). Analysis of sufficiency and accessibility of active green areas in Cukurova. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 6(2), 95-106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kastamonuies/issue/58573/826508>
- Azzopardi, J. (2018). Effect of distance measures and feature representations on distance-based accessibility measures [Master Thesis, Lund University] Department of Physical Geography and Ecosystem Science Centre for Geographical Information Systems. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8946364&fileId=8946391>
- Baier, N., Pieper, J., Schweikart, J., Busse, R., & Vogt, V. (2020). Capturing modelled and perceived spatial access to ambulatory health care services in rural and urban areas in Germany. *Social Science & Medicine*, 265, 113328. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113328>
- Bayraktar, A. N. (2016). Başkent Ankara'da Cumhuriyet sonrası yaşanan büyük değişim: Modern yaşam kurgusu ve modern mekânlar. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 67-80.
- Bihin, J., De Longueville, F., & Linard, C. (2022). Spatial accessibility to health facilities in Sub-Saharan Africa: comparing existing models with survey-based perceived accessibility. *International Journal of Health Geographics*, 21(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12942-022-00318-z>
- Cheng, G., Zeng, X., Duan, L., Lu, X., Sun, H., Jiang, T., & Li, Y. (2016). Spatial difference analysis for accessibility to high level hospitals based on travel time in Shenzhen, China. *Habitat International*, 53, 485-494. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.023>
- Cetin, M., Kaya, A. Y., Elmastas, N., Adiguzel, F., Siyavus, A. E., & Kocan, N. (2024). Assessment of emergency gathering points and temporary shelter areas for disaster resilience in Elazığ, Turkey. *Natural Hazards*, 120(2), 1925-1949. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06271-9>
- Deniz, M. (2018). Uşak şehrinde aile sağlığı merkezlerine erişilebilirliğin CBS ile analizi. *Turkish Studies Social Sciences*, 13(26), 475-791. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14404>
- Eceral, T. Ö., Eçer, A. G., & Sönmez, Z. (2005). Ankara metropoliten bölge ve metropoliten kent planlaması. *Planlama*, 62-72.
- ESRI, (2024). Ağ analizleri. Erişildi 5 Kasım, 2024, <https://www.esri.com.tr/tr-urunler/networkanalyst/genel-bakis>
- Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Google Maps Platform (2024). Google Map. Erişildi 5 Kasım, 2024, <https://mapsplatform.google.com/>
- Guagliardo, M. F. (2004). Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *International Journal of Health Geographics*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-3-3>
- İlhan, Ö. A. (2020). Türkiye'de sağlık hizmetleri ve hastanelere erişilebilirliğin mekansal profili: Sosyal refah açısından bir analiz. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(2), 259-271.
- Jamtsho, S., Corner, R., & Dewan, A. (2015). Spatio-temporal analysis of spatial accessibility to primary health care in Bhutan. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(3), 1584-1604. <https://doi.org/10.3390/ijgi4031584>
- Jörg, R., & Haldimann, L. (2023). MHV3SFCA: A new measure to capture the spatial accessibility of health care systems. *Health & Place*, 79, 102974. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.102974>
- Kemeç, S., Karahan, E. K., & Mert, Y. (2019). Van kenti acil sağlık birimlerinin mekansal erişilebilirlik durum analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 22-32.
- Kim, Y., Byon, Y.-J., & Yeo, H. (2018). Enhancing healthcare accessibility measurements using GIS: A case study in Seoul, Korea. *PLoS One*, 13(2), e0193013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193013>
- Kwan, M. P. (1998). Space-time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework. *Geographical Analysis*, 30(3), 191-216. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x>
- Kwan, M.-P., & Weber, J. (2008). Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use-travel interaction. *Applied Geography*, 28(2), 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2007.07.002>
- Luo, W., & Wang, F. (2003). Measures of spatial accessibility to health care in a GIS Environment: Synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6), 865-884. <https://doi.org/10.1068/b29120>
- McGrail, M. R. (2012). Spatial accessibility of primary health care utilising the two step floating catchment area method: an assessment of recent improvements. *International Journal of Health Geographics*, 11(1), 50. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-11-50>

- Oğultürk, N. (2020). Erişilebilir kentsel ve kamusal alanlar bir yerel deneyim: Çankaya Belediyesi. *Kentli Dergisi*, 37, 82-88.
- Pacione, M. (2003). Urban environmental quality and human wellbeing—a social geographical perspective. *Landscape and Urban Planning*, 65(1-2), 19-30. [https://doi.org/10.1016/s0169-2046\(02\)00234-7](https://doi.org/10.1016/s0169-2046(02)00234-7)
- Pan, X., Kwan, M.-P., Yang, L., Zhou, S., Zuo, Z., & Wan, B. (2018). Evaluating the accessibility of healthcare facilities using an integrated catchment area approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 2051. <https://doi.org/10.3390/ijerph15092051>
- Stacherl, B., & Sauzet, O. (2023). Gravity models for potential spatial healthcare access measurement: a systematic methodological review. *International Journal of Health Geographics*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12942-023-00358-z>
- Talen, E., & Anselin, L. (1998). Assessing spatial equity: An evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 30(4), 595-613. <https://doi.org/10.1068/a300595>
- TUİK (2022). Sağlık İstatistikleri. Erişildi 5 Kasım, 2024, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=saglik-ve-sosyal-koruma-101&dil=1>
- TUİK (2023). Adrese dayalı nüfus kayıt sonuçları. Erişildi 5 Kasım, 2024, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Uyaroğlu, İ. D. (2023). Mahallede kapsayıcı kamusal yaşam için erişilebilirlik denetimi. *Planlama*, 33(1), 123-142. <https://doi.org/10.14744/planlama.2022.15045>
- Vale, D. S., & Pereira, M. (2017). The influence of the impedance function on gravity-based pedestrian accessibility measures: A comparative analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(4), 740-763. <https://doi.org/10.1177/0265813516641685>
- Zheng, Z., Shen, W., Li, Y., Qin, Y., & Wang, L. (2020). Spatial equity of park green space using KD2SFCA and web map API: A case study of zhengzhou, China. *Applied Geography*, 123, 102310. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102310>



© Author(s) 2024.

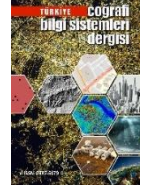
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN:2687-5179



Afet ve acil durum müdahale planlamaları için eş-mesafe haritalarının üretilmesi

Mehmet Ali Akgül*¹

¹DSİ 6. Bölge Müdürlüğü, Adana, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Eş-Mesafe Haritası,
Afet ve Acil Durum,
CBS

Araştırma Makalesi

Geliş: 26/09/2024
Reviz: 12/11/2024
Kabul: 21/11/2024
Yayın: 20/12/2024

Öz

Deprem, taşkın, heyelan veya yangın gibi afetlere zamanında müdahale edebilmek, uzman personel ve uygun ekipmana sahip olmak kadar önemlidir. Olay yerinde zamana karşı yarışan ekipler ne kadar önemliyse, bu ekiplerin olay yerine en kısa sürede ulaşabilmesi de o kadar önemlidir. Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 tarihinde, depremin meydana geldiği bölgede yer alan Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye illerindeki Devlet Su İşleri (DSİ) makine parkları (MP) için sırasıyla 50 km, 100 km, 150 km ve 200 km mesafeli eş-mesafe haritaları üretilmiştir. Bu haritalar, mevcut ulaşım ağının dijital verileri ve ArcMap yazılımındaki Network Analyst modülü kullanılarak oluşturulmuş olup potansiyel afet bölgelerine en yakın olan MP'nin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, bu haritaların kullanılması planlanan MP'lerin kurulacağı yerlerin belirlenmesini kolaylaştıracak veya MP'ler için potansiyel yer değiştirme alanlarının araştırılması için bir temel oluşturacaktır. Çalışma, bazı ilçelerin coğrafi olarak farklı bir ilin MP'sine kendi MP'sinden daha yakın olduğunu ortaya koymuştur. Eş-mesafe haritalarının, belirli dönemlerde taşkına maruz kalan bölgelere daha hızlı müdahale edilebilmesi için inşa edilmesi gereken yeni yolların yerinin tespit edilmesinde de kullanılabileceği öngörülmektedir.

Production of iso-distance maps for disaster and emergency response planning

Keywords

Iso-Distance Map,
Disaster and Emergency,
GIS



Research Article

Received: 26/09/2024
Revised: 12/11/2024
Accepted: 21/11/2024
Published: 20/12/2024

Abstract

It is of equal importance to be able to respond to disasters such as earthquakes, floods, landslides or fires in a timely manner as it is to have expert personnel and the appropriate equipment on hand. As important as the teams racing against time at the scene of the incident, it is also very important that those teams can reach the scene as soon as possible. In this study, 50 km, 100 km, 150 km and 200 km isodistance maps were prepared for the machinery parks (MP) of the State Hydraulic Works (DSİ) in the provinces of Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay and Osmaniye, which are located in the region where the earthquake occurred on 6 February 2023. These maps, produced using digital data from the existing transport network and the Network Analyst module of ArcMap software, facilitate the identification of MPs closest to potential disaster areas. In addition, the use of these maps will facilitate the identification of locations for the planned MPs or provide a basis for investigating potential MP relocation areas. The study showed that some districts are geographically closer to the MP of another province than to their own MP. It is postulated that isodistance maps can also be employed to ascertain the location of new roads that must be constructed in order to facilitate more expedient intervention in areas susceptible to flooding during specific periods.

*Sorumlu Yazar

*(mali.akgul@dsi.gov.tr) ORCID 0000-0002-5517-9576

Akgül, M. A. (2024). Afet ve acil durum müdahale planlamaları için eş-mesafe haritalarının üretilmesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 6(2), 85-92.
<https://doi.org/10.56130/tucbis.1556331>

Kaynak göster

1. Giriş

Iso (eşit) ve distance (mesafe) kelimelerinin birleşimiyle oluşturulan izodistance (eş-mesafe), bir noktadan belirli bir mesafeye eşit uzaklıkta olan diğer noktaların oluşturduğu bir çizgi veya alanı ifade etmekteyken izokron (eş-zaman) ise belirli bir noktadan belirli bir süre içinde ulaşılacak noktaların oluşturduğu çizgi veya alanı ifade etmektedir. Bu iki terim çoğu zaman birbirini yerine kullanılsa da eş-zaman toplu taşıma planlaması ve trafik analizleri gibi zaman odaklı çalışmalarda, eş-mesafe ise altyapı planlaması, ticari alan analizleri veya enerji dağıtım ağları gibi mesafe odaklı çalışmalarda tercih edilmektedir. Nakliye, turizm, doğal kaynakların korunması, eğitim ve ulaşım planlanması gibi birçok sektör de kullanılan eş-mesafe haritaları acil durum yönetiminde de sıklıkla kullanılmaktadır.

Hu et al., (2013) Çin'in Guangzhou şehrinde bulunan Tianhe bölgesinde yaptıkları çalışmada otobüs eş-zamanları için bir hesaplama yöntemi önermişler ve toplu taşıma erişilebilirliğini analizine uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda merkezi iş bölgesinin diğer bölgelere göre daha yüksek bir erişilebilirliğe sahip olduğunu ve sakinlerinin daha iyi otobüs hizmetlerine erişim sağlama konusunda daha fazla fırsata sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Allen (2018) Kanada'nın Toronto şehrinde eş-zamanların kentsel ulaşım ağlarında erişilebilirliği görselleştirmek için nasıl kullanıldığını dair bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada, kentsel erişilebilirliğin karmaşıklığını aktarmak için alansal verilerle birlikte haritalama için daha fazla seçenek, tek bir grafikte birden fazla seyahat süresi senaryosunun karşılaştırılması ve ağ yapısının haritada ön plana çıkarılması yer almaktadır. Rosik et al., (2021) yaptıkları çalışmada Polonya'daki beş büyük şehir için kümülatif erişilebilirliği kullanarak orta sürüş modunda 30, 60 ve 90 dakikalık eş-zamanlardaki işgücü piyasalarının menzilleri bağlamında erişilebilirliğe olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, yol altyapısının genişlemesinin 90 dakikalık eş-zamanın mevcut elektrikli otomobil modellerinin menzilinden kaçınmasına neden olacağını tespit etmişlerdir. Abellan et al., (2023) İspanya'nın iç kesimlerinde bulunan 34 şehir ve kentsel alanların değişim süreçlerini ele alan bir çalışma yapmışlardır. Kentsel alanların sınırlandırılması ve karakterizasyonu için öneri yaptıkları çalışmada 20 dakikalık eş-zaman haritasını referans olarak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yerleşimlerde 20 dakikalık eş-zamanın, kentleşme süreçlerinin etkisini büyük bir kesinlikle ifade eden bir sınır olduğunu doğrulamışlardır. Ayrıca idari birimlerinin alanındaki uyumsuzlukların, kent çevresi dinamiklerini daha kesin bir şekilde sınırlandırmaya yardımcı olan 20 dakikalık eş-zamanın kullanılmasıyla kısmen düzeltilebileceği tespit etmişlerdir. Bhellar et al., (2023) Pakistan'ın Sind eyaletinin 3. büyük şehri olan Sukkur'da yaptıkları çalışma ile 1 km yarıçaplı CBS tabanlı eş-zaman modeli kullanarak şehir merkezindeki erişilebilirliği ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda, seyahat erişilebilirliği sorunlarını ortadan kaldırmak için arazi

kullanımı ve ulaşım planlamasına yönelik bütünleşmiş sürdürülebilir yaklaşımların uygulanmasını önermişlerdir. Elizbarashvili et al., (2024) Gürcistan'ın güneyinde bulunan Kvemo Kartli bölgesinde ambulansların varış sürelerini tahmin edebilmek için eş-zaman haritalarını kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda ambulansın hastalara 8 dakika içinde ulaşmadığı yetersiz hizmet alan bölgelerde, Kvemo Kartli nüfusunun %52'sinin, yani yaklaşık 222 976 kişinin yaşadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca eş-zaman haritalarıyla tahmin edilen varış sürelerinin afet müdahale planlamasında çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Zhao & Zhou (2024) Çin'in başkenti Pekin'de yaptıkları çalışma da hastane öncesi acil tıbbi tesislerin eş-zaman tabanlı erişilebilirliklerini analiz etmişlerdir. Eş-zaman haritalarında 8 dakikalık ve 10 dakikalık sürüş arasındaki yüksek tutarsızlığı tespit etmişler ve bunun giderilebilmesi için yetersiz alanlarda ek acil durum istasyonlarının planlamasını önermişlerdir.

Afete müdahale araçlarının farklı amaçları ve bu sebeple farklı boyut ve sınıfta olmasından dolayı trafikteki hız limitleri de farklı olmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye illerinde bulunan Devlet Su İşleri (DSİ) makina parklarına (MP) ait eş-zaman haritaları yerine eş-mesafe haritaları üretilmiş olup uzaklığı bilinen noktaya ne kadar zaman da gidilebileceği araç hızına göre hesaplanabilecektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan deprem felaketinin olduğu bölge içerisinde bulunan Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye ili DSİ MP'leri alınmıştır (Şekil 1). DSİ, taşkın önleme faaliyetleri kapsamında nehir yatağı düzenlemesi ve drenaj kanalı temizliği yapmakta bu görevi ifa ederken sıklıkla paletli dragline ekskavatör, paletli ve lastik tekerlekli ekskavatör, paletli dozer, greyder ve damperli kamyon gibi envanterinde bulunan araçlardan yararlanmaktadır. Deprem sonrasında yapılan çalışmalar kapsamında ise görevin gerekliliklerine uygun olarak MP birimlerindeki her türlü iş makinası ve araçlar arazide kullanılmıştır. DSİ 6. Bölge Müdürlüğü Merkez ve taşra birimlerinde 459 adet araç ve iş makinesi bulunmakta iken (DSİ, 2024a) DSİ 20. Bölge Müdürlüğünde bu sayı 96'dır (DSİ, 2024b).

2023 sayımında Adana ili nüfusu 2.27 milyon, Kahramanmaraş ili nüfusu 1.12 milyon, Gaziantep ili nüfusu 2.16 milyon, Hatay ili nüfusu 1.54 milyon ve Osmaniye ili nüfusu 0.56 milyon olarak sayılmıştır. Bu beş ilin toplam nüfusu 7.65 milyon olup nüfus projeksiyonuna göre 2030 yılında 7.83 milyon olması beklenmektedir (TÜİK, 2024). 2023 sayımında ülke nüfusu 85.37 milyon olarak sayıldığı düşünüldüğünde çalışma ülke nüfusunun yaklaşık %10'luk bir kısmını kapsamaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

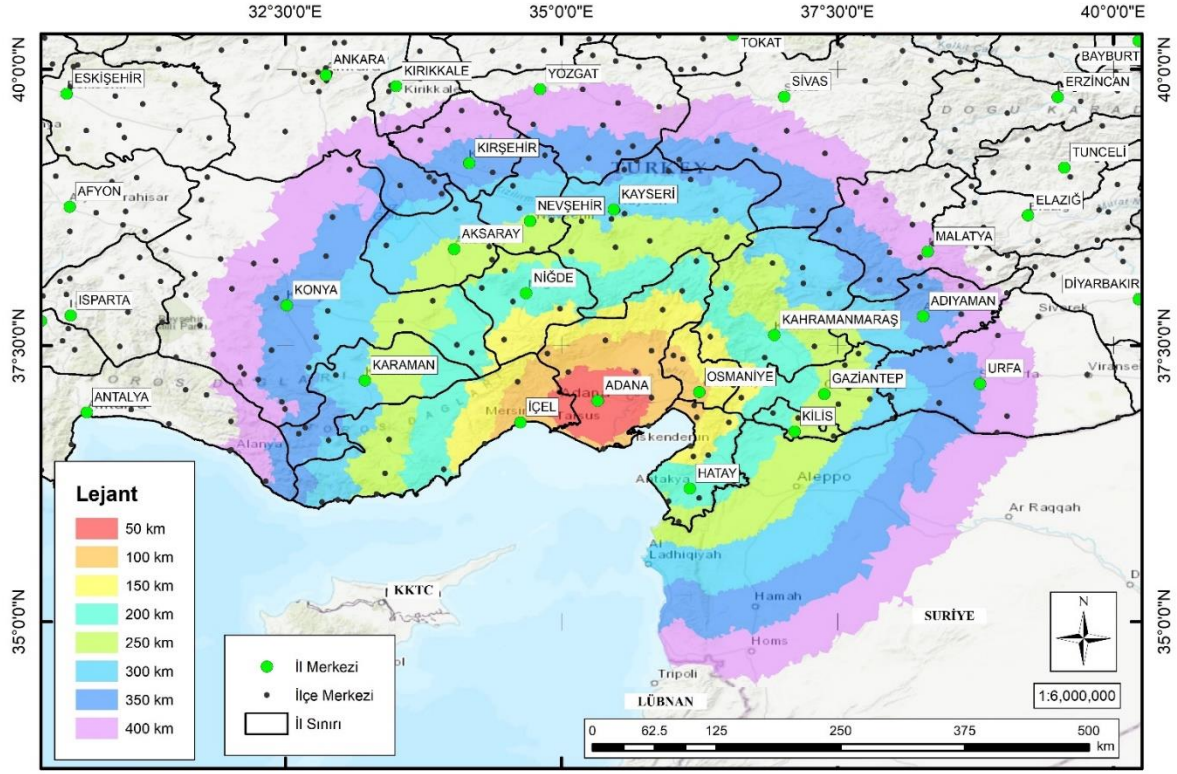
2.2. Materyal

Çalışmada kullanılan sayısal yol verisi açık kaynaklı olup <http://download.geofabrik.de> sitesinden alınmıştır (Geofabrik, 2024). Sayısal yol verisi 6 ana ve 32 alt

sınıftan oluşmakta olup sınıf adları ve açıklamaları Tablo 1'de verilmiştir. Network Analyst modülünde Ana yollar, küçük yollar (living Street ve yaya yolu hariç) ve otoyol bağlantıları ana sınıfları kullanılmıştır.

Tablo 1. Yol verisinin ana ve alt sınıfları (Ramm, 2022)

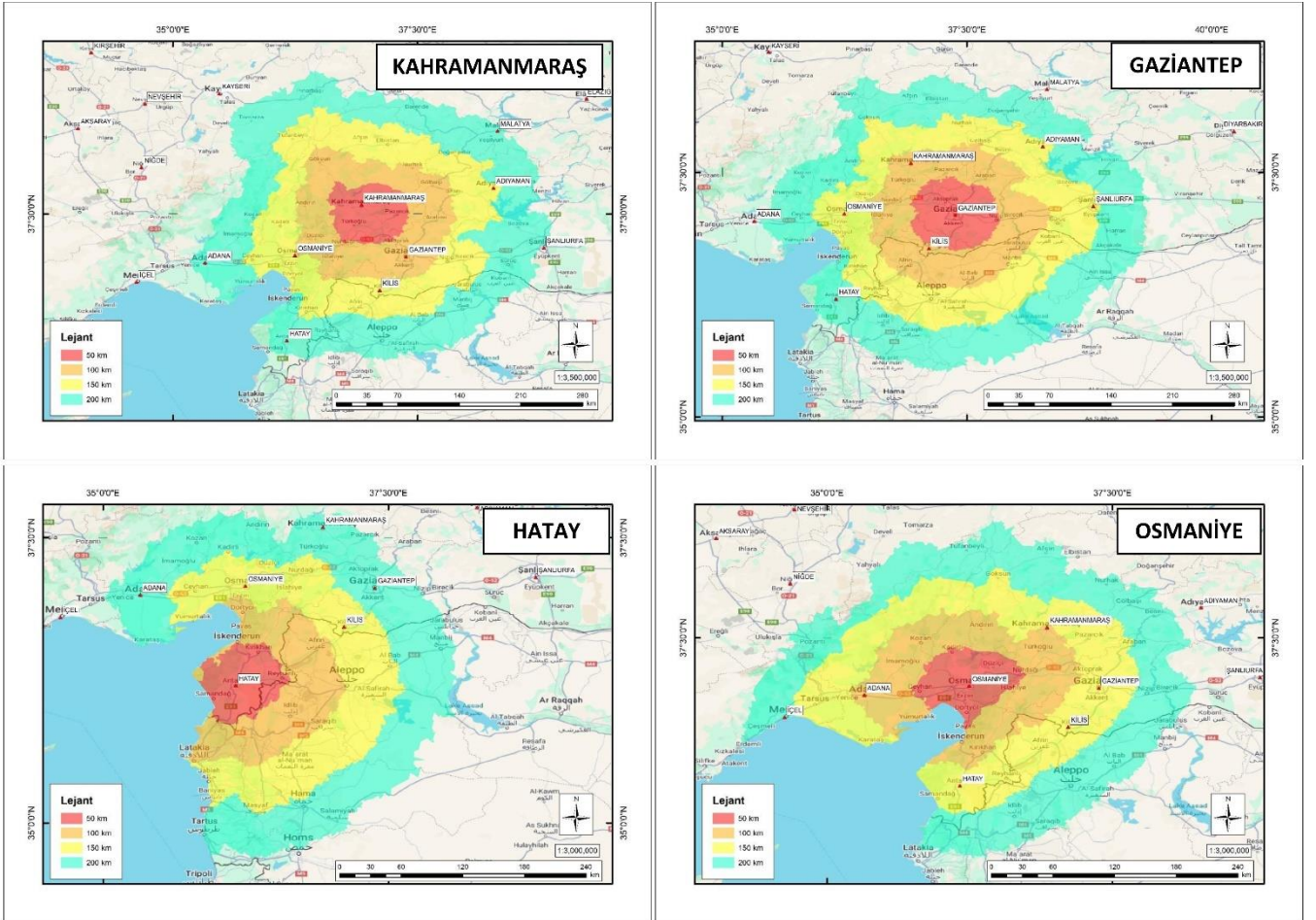
Kod	Katman	Sınıf	Açıklama
Ana yollar			
511x	Yollar		
5111	Yollar	Otoyol	Otoyol/serbest yol
5112	Yollar	Gövde	Önemli yollar, tipik olarak bölünmüş
5113	Yollar	Birincil	Ana yollar, tipik olarak ulusal yollar.
5114	Yollar	İkincil	İkincil yollar, tipik olarak bölgesel.
5115	Yollar	Üçüncül	Üçüncül yollar, tipik olarak yerel.
Küçük Yollar			
512x	Yollar		
5121	Yollar	Sınıflandırılmamış	Daha küçük yerel yollar
5122	Yollar	Konut	Yerleşim bölgelerindeki yollar
5123	Yollar	Yaşam sokağı	Yayaların öncelikli olduğu sokaklar
5124	Yollar	Yaya	Sadece yayalara özel sokaklar
5125	Yollar	Otobüs yolu	Otobüs için ayrılmış yollar, genellikle toplu taşıma dışındaki tüm ulaşım türlerine kapalıdır.
Otoyol bağlantıları (bağlantı yolları/rampalar)			
513x	Yollar		
5131	Yollar	Otoyol bağlantısı	
5132	Yollar	Gövde bağlantısı	
5133	Yollar	Birincil bağlantı	
5134	Yollar	İkincil bağlantı	
5135	Yollar	Üçüncül bağlantı	Bir yoldan aynı veya daha düşük kategorideki başka bir yola bağlanan yollar.
Çok küçük yollar			
514x	Yollar		
5141	Yollar	Hizmet	Binalara erişim için servis yolları, park otoyolu=servis alanları vb.
5142	Yollar	İz	Tarımsal kullanım için, ormanlarda vb. genellikle çakıllı yollar.
5143	Yollar	İz Sınıf 1	
5144	Yollar	İz Sınıf 2	
5145	Yollar	İz Sınıf 3	İzlere 1'den (asfalt veya yoğun sıkıştırılmış)
5146	Yollar	İz Sınıf 4	5'e (neredeyse hiç görünmeyen) kadar
5147	Yollar	İz Sınıf 5	bir "iz tipi" atanabilir.
Arabalar için uygun olmayan yollar			
515x	Yollar		
5151	Yollar	Köprü yolu	At binmek için yollar
5152	Yollar	Bisiklet yolu	Bisiklet yolları
5153	Yollar	Yaya yolu	Yaya Yolları
5154	Yollar	Yol	Belirtilmemiş yollar
5155	Yollar	Adım	Yaya yollarında basamaklar
Bilinmeyen			
5199	Yollar	Bilinmiyor	Türü bilinmeyen yol veya patika



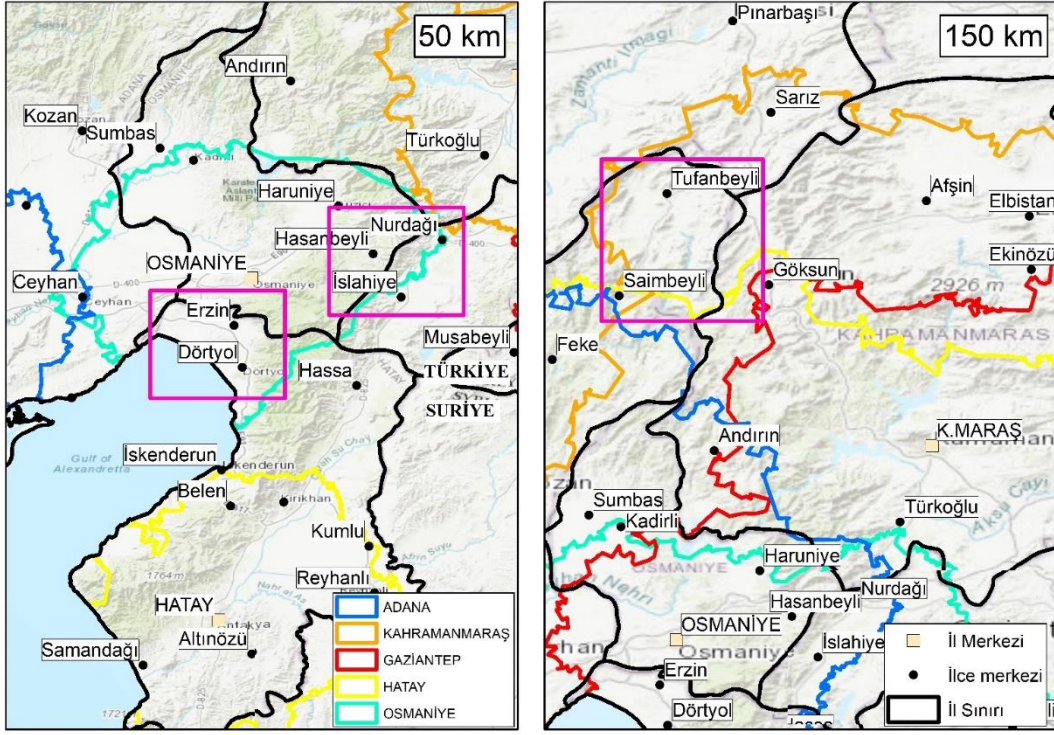
Şekil 3. Adana MP eş-mesafe haritası (50-400 km)

Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye MP'leri için 50, 100, 150 ve 200 km eş-mesafe haritaları Şekil 4'de verilmiştir. 4 ildeki MP'lere ait 100 km eş-

mesafe haritasında Suriye'ye ulaşabildiği görülmüş olup Osmaniye MP'nin çalışma alanı için merkezi konumda olduğu tespit edilmiştir.



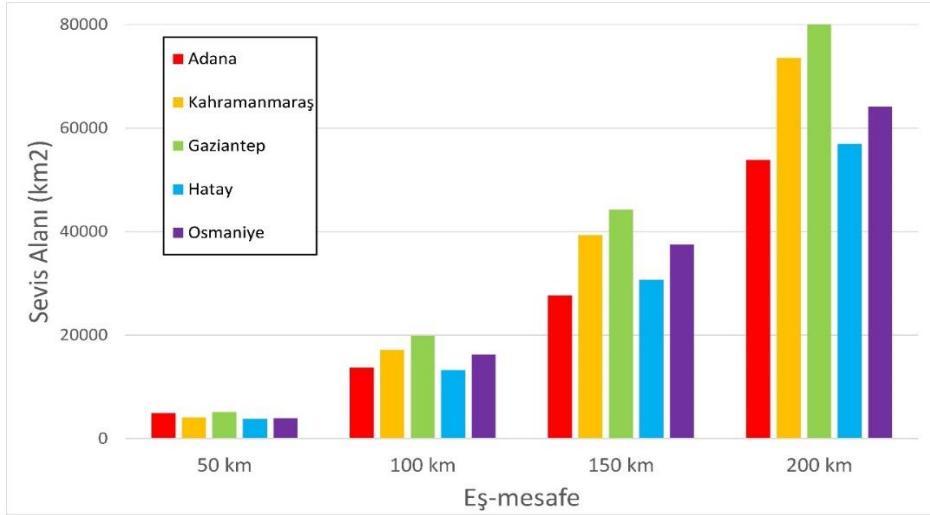
Şekil 4. Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye MP eş-mesafe haritaları (50-200 km)



Şekil 6. Eş-mesafe keşişim haritaları (50 km ve 150 km)

Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye MP'leri için 50, 100, 150 ve 200 km eş-mesafe haritalarından servis alanları hesaplanmış olup grafiği Şekil 7'de verilmiştir. En az nüfusa sahip olan Osmaniye ilinin MP'sinin 100, 150 ve 200 km için Kahramanmaraş ve Gaziantep MP'lerinden sonra en geniş servis alanına sahip olduğu, en çok nüfusa sahip Adana ilinin MP'sinin ise 150 ve 200 km için en küçük servis alanına sahip

olduğu görülmüştür. Gaziantep MP'nin 4 servis alanında da diğer illerden daha geniş alana ulaşabildiği, Hatay MP'nin ise 50 km ve 100 km için en küçük servis alanına sahip olduğu görülmüştür. Ulaşım ağı planlamasında mevcut yolların iyileştirilmesi veya yeni yolların yapılmasında eş-mesafe haritalarından yararlanılarak servis alanlarının artırılması mümkün olabilmektedir.



Şekil 7. Servis alanları karşılaştırma grafiği (50-200 km)

Eş-mesafe haritalarının hangi mesafeler için üretileceği haritayı kullanacak kurum veya kuruluşun görevleri ile doğrudan ilişkilidir. Ambulans merkezi veya polis karakolları için 50 km eş-mesafe haritaları yeterli olabilirken orman yangınlarına veya taşkınlara müdahale ekipleri için 100 km, depremden etkilenen bölgelere yardım için ise 150 km veya 200 km eş-mesafe haritalarının hazırlanması uygun olabilir.

4. Sonuçlar

Deprem, taşkın, heyelan veya yangın gibi doğal yollarla oluşan afetlere veya kaza mahaline doğru ekipmanlarla müdahale etmek kadar önemli olan zamanında müdahale edebilmektir. Ambulans ve itfaiye istasyonu veya polis/jandarma karakolu gibi sabit noktalardan farklı konumdaki olaylara müdahale edebilmek için tek-tek güzergâh tespiti yapılması zaman

kaybına sebep olmaktadır. Bu zaman kaybını engellemek veya azaltmak için eş-zaman haritalarının üretilmesi ve kullanılması uygun olmaktadır. Bu çalışmamızda 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan deprem felaketinin olduğu bölge içerisinde bulunan Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay ve Osmaniye illerindeki DSİ MP'leri için eş-mesafe haritaları hazırlanmıştır.

Bu haritalar kullanılarak planlanan MP'lerin tesis edileceği yerlerinin daha doğru tespit edilebileceği gibi yeri değiştirilecek MP'lerin taşınması uygun olan yerlerin araştırılmasına altlık olacaktır. Belirli periyotlarla taşkına maruz kalan bölgelere daha hızlı müdahale edebilmek yeni açılması gereken yolların yerini belirlemede de kullanılabilir.

Çalışma alanında en az nüfusa sahip olmasına rağmen en çok il merkezine ulaşımı olan Osmaniye MP'nin bölgenin afet ve acil durumlar için lojistik merkezi olarak yapılandırılması uygun olacaktır. Bazı ilçe merkezlerinin, bağlı bulunduğu il merkezindeki MP'den farklı olarak başka ilde mevcut MP'ye daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle afet ve acil durumlarda, olay yerinin bağlı olduğu idari merkezden farklı olarak, eş-mesafe haritalarına uygun olarak birden fazla ilden sorumlu bir yönetimin kurulmasının karar vericilere yol göstermesi açısından uygun olacaktır.

Afet ve acil durumlarda olay yerine müdahale imkânı olan tüm kamu kurumlarının MP, istasyonlar ve merkezlerine ait eş-mesafe haritalarının temel alındığı bütünlük bir sistemin kurulması önemli ve gereklidir. Özellikle Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), DSİ, Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD), Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), Sağlık Bakanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM), Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK), Jandarma Genel Komutanlığı (JGK), Sahil Güvenlik Komutanlığı (SGK) ve yerel yönetimlere bağlı merkezlerin imkân kabiliyetleri ve araç/gereç durumları bu sistemin ana unsuru olacaktır. Kurulacak bu sistemde sadece mevcut durumlar değil gelecek tahmin modelleri de baz alınmalıdır. İklim modellerinde hesaplanan gelecek yağış ve sıcaklık değerlerine göre günümüzde taşkına maruz kalmayan veya doğal yangınlar oluşmayan fakat gelecekte oluşabilecek bölgeler tespit edilerek sisteme entegre edilmelidir. Ayrıca kentleşme modelleri de dikkate alınmalı polis karakolu, itfaiye ve ambulans istasyonu gibi merkezlerin kurulmasında da gelecekte açılması düşünülen yollar dikkate alınarak üretilen eş-mesafe haritaları kullanılmalıdır.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynakça

- Abellan, F. C., López, G. A., & Sanfeliu, C. B. (2023). The use of gis and multicriteria techniques for the socio-spatial analysis of urban areas in medium-sized Spanish cities. *Land*, 12, 1115. <https://doi.org/10.3390/land12061115>
- Allen, J. (2018). Using network segments in the visualization of urban isochrones. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 53, 262 - 270. <https://doi.org/10.3138/cart.53.4.2018-0013>
- Bhellar, M. G., Talpur, M. A. H., Khahro, S. H., Ali, T. H., & Javed, Y. (2023). Visualizing travel accessibility in a congested city center: A GIS-based isochrone model and trip rate analysis considering sustainable transportation solutions. *Sustainability*, 15, 16499. <https://doi.org/10.3390/su152316499>.
- DSİ. (2024a). Dsi 6. Bölge Müdürlüğü Makine Parkı mevcudu. [Erişildi 8.11.2024], <https://bolge06.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1025>,
- DSİ. (2024b). Dsi 20. Bölge Müdürlüğü Makine Parkı mevcudu. [Erişildi 8.11.2024], <https://bolge20.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1133>
- Elizbarashvili, M., Kvirkevelia, B., Chikhradze, N., Khuntselia, T., & Elizbarashvili, E. (2024). GIS served ambulance arrival time in the Kvemo Kartli region, Georgia. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(8), 5152. <http://dx.doi.org/10.24294/jipd.v8i8.5152>.
- ESRI. (2017). ArcGIS Network Analyst. [Erişildi 8.11.2024], <https://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst>
- Geofabrik. (2024). Geofabrik. [Erişildi 21 Eylül 2024], <https://download.geofabrik.de/>
- Hu, J., Cheng, Z., Zhong, G., & Huang, Z. (2013). A calculation method and its application of bus isochrones. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 13, 99-104. [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(13\)60111-7](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(13)60111-7)
- Ramm, F. (2022). OpenStreetMap data in layered GIS format.
- Rosik, P., Goliszek, S., Komornicki, T., & Duma, P. (2021). Forecast of the impact of electric car battery performance and infrastructural and demographic changes on cumulative accessibility for the five most populous cities in poland. *Energies*, 14, 8350. <https://doi.org/10.3390/en14248350>
- TÜİK (2024). TÜİK. [Erişildi 3 Temmuz 2024], <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2023-2100-53699>
- Zhao, Y., & Zhou, Y. (2024). Isochrone-based accessibility analysis of pre-hospital emergency medical facilities: A case study of central districts of Beijing. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 13, 288. <https://doi.org/10.3390/ijgi13080288>



© Author(s) 2024.

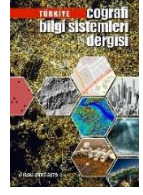
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN:2687-5179



Yıldız Irmağı havzasında eğim dikliği ve uzunluğunun (LS) belirlenmesi

Hakan Yıldız*¹

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

CBS,
Konumsal Analiz,
Erozyon,
LS

Araştırma Makalesi

Geliş: 14/08/2024
Reviz: 20/11/2024
Kabul: 02/12/2024
Yayın: 20/12/2024

Öz

Türkiye eğimli topografyası, farklı iklim ve jeolojik oluşumları ile doğal erozyona karşı hassastır. Bu süreçler doğal olmakla birlikte, insan faaliyetleriyle daha da kötüleşmekte ve önemli çevresel zorluklara yol açabilmektedir. Yıldız Irmağı havzası Kızılırmak'ın bir koludur. Kızılırmak, taşıdığı sediment yüzünden renginin kırmızı olması nedeniyle Kızılırmak ismini almıştır. Dolayısıyla erozyon bölge için önemli bir sorundur. Çalışmada erozyondan önemli ölçüde etkilenen Yıldız Irmağı havzasının eğim dikliği ve eğim uzunluğu etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sayısal yükseklik modeli (SYM) temel veri olarak kullanılmıştır. SYM verisinden sırasıyla eğim, akış yönü ve akış birikimi katmanları oluşturulmuştur. Elde edilen katmanlar kullanılarak eğim dikliği ve uzunluğu (LS) hesaplanmıştır. Yıldız Irmağı Havzasında LS değeri 0-2 arasında olan alanlar havzanın %48.6; 2-6; %25.5; 6 -12 %18,2; 12-18 %5.2; 18-24 %1.8; 24-63.1 %0.7'sini kaplamaktadır. LS değeri düşük yerlerin oranı havzanın büyük bölümünü oluşturmaktadır.

Determination of slope steepness and length (LS) in Yıldız River basin

Keywords

GIS,
Spatial Analysis,
Erosion,
LS



Research Article

Received: 14/08/2024
Revised: 20/11/2024
Accepted: 02/12/2024
Published: 20/12/2024

Abstract

Turkey, with its steeply topography, diverse climate and geological formations, is susceptible to natural erosion. While these processes are natural, they are exacerbated by human activities and can lead to significant environmental challenges. The Yıldız River basin is a tributary of the Kızılırmak River. The Kızılırmak was named Kızılırmak because of its red color due to the sediment it carries. Erosion is therefore a major problem for the region. In this study, the effect of slope steepness and slope length of the Yıldız River basin, which is significantly affected by erosion, was tried to be determined. The digital elevation model (DEM) was used as the base data. Slope, flow direction and flow accumulation layers were created from DEM data respectively. Slope steepness and length (LS) were calculated using the layers obtained. In Yıldız River basin, areas with LS values between 0-2 cover 48.6%; 2-6 25.5%; 6 -12 18.2%; 12-18 5.2%; 18-24 1.8%; 24-63.1% 0.7% of the basin. The proportion of places with low LS values constitutes the majority of the basin.

1. Giriş

Toprak erozyonu gıda güvenliği ve ekosistemin yaşayabilirliği için büyük bir tehdittir ve erozyonla kaybolan toprak miktarı doğal toprak oluşumundan çok daha yüksektir. Hükümetler toprak erozyonu sorununu ele almaya çalışmasına rağmen, toprak erozyonu üzerinde gerçek bir kontrole sahip değildirlir (Wuepper et al., 2020). FAO liderliğindeki Küresel Toprak Ortaklığı, dünya genelinde ekilebilir arazilerden her yıl 75 milyar ton toprağın aşındığını ve bunun da yılda tahmini 400 milyar ABD doları mali kayba denk geldiğini bildirmektedir (Anonim, 2017). Çarkacı vd. (2013) Türkiye toplam alanının %89'unun hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli olmak üzere erozyon ve bunun sonucunda çölleşme riskiyle karşı karşıya olduğunu, Türkiye'nin yüzde 36,84'ünde çok şiddetli, yüzde 23,6'sında şiddetli, yüzde 23,19'unda orta şiddetli ve yüzde 5,48'inde hafif şiddetli erozyona maruz kaldığını bildirmektedir.

Toprak erozyonu; toprağın rüzgâr, su veya insan faaliyetleri ile koparılması ve taşınması sürecidir ve çevreye yaptığı etki nedeniyle dikkate alınması gerekir. Bu etkilerden bazıları 1. Verimli Toprak Kaybı: Toprak erozyonu, bitki büyümesi için gerekli olan hayati besinleri içeren verimli toprağın üst tabakasının kaybına yol açar (Balabanlı vd., 2005). Bu durum toprak kalitesini düşürür ve tarımsal verimliliği azaltabilir. Sonuç olarak, gıda üretimini sürdürmek ve artan küresel gıda talebini karşılamak daha zor hale gelmektedir. Toprak erozyonunun su kalitesi üzerinde zararlı etkileri olmaktadır. Erozyona uğramış toprak parçacıkları yağış veya yüzey akışı ile taşındığında nehirlere, göllere ve diğer su kütlelerine karışabilir. Bu tortulaşma su ekosistemlerine zarar verir, doğal habitatları bozar ve su kalitesini düşürerek hem insan hem de su yaşamını etkiler. (Görçelioğlu, 1992). Toprak, atmosferik karbondioksitin yakalanması ve depolanması süreci olan karbon tutulumunda çok önemli bir rol oynar (Şentürk vd., 2023). Toprak aşındığında, toprakta depolanmış karbon atmosfere salınarak sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine katkıda bulunur.

Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE), erozyondan kaynaklanan toprak kaybını tahmin eden ve yaygın olarak kullanılan bir matematiksel modeldir (Wischmeier & Smith, 1958; 1965; 1978). Belirli bir alandaki toprak erozyonu miktarını hesaplamak için çeşitli faktörleri içerir. Toprak erozyonuna katkıda bulunan çeşitli faktörleri dikkate alır ve belirli bir alandaki potansiyel erozyon riskinin nicel bir değerlendirmesini sağlar.

ETKE, tarım, orman ve mera gibi birçok farklı arazi tipi için kullanılması ve dünya genelinde birçok bilim insanı ve araştırmacı tarafından kabul görmüş ve standardize edilmiş bir model olması nedeniyle toprak kaybının tahmininde en sık kullanılan modellerden biridir. Denklem yapısı oldukça basittir ve erozyonu etkileyen temel faktörleri açıkça gösterir. Yağış, toprak özellikleri, eğim, bitki örtüsü gibi erozyonu etkileyen birçok faktörü tek bir denklemde birleştirilmesi nedeniyle bu faktörlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, erozyonun nedenleri ve sonuçları hakkında daha detaylı bilgi elde edilebilir. Ayrıca uzun yıllardır kullanılması, modelin güvenilirliğini artırmıştır.

ETKE denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Eşitlik 1):

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

Burada: A, dönüm başına ton (veya uygulanabilir başka bir birim) cinsinden tahmini ortalama yıllık toprak kaybını temsil eder. R, yağışın aşındırıcı gücünü ölçen Yağış-akış aşındırıcılık faktörüdür. K, belirli bir toprağın erozyona karşı duyarlılığını yansıtan toprak erodibilite faktörünü temsil eder. LS, eğim uzunluğu ve dikliğinin erozyon üzerindeki birleşik etkisini hesaba katan Eğim Uzunluğu ve Diklik faktörünü ifade eder. C, bitki örtüsü ve arazi yönetimi uygulamalarının erozyon kontrolü üzerindeki etkisini dikkate alan örtü ve yönetim faktörüdür. P, erozyonu azaltmada farklı koruma önlemlerinin etkinliğini değerlendiren koruma uygulama faktörünü temsil eder.

ETKE, bu çeşitli faktörleri ölçerek, bir alandaki potansiyel toprak kaybının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar ve etkili erozyon kontrolü ve arazi yönetimi stratejilerinin uygulanmasına olanak tanır.

ETKE, toprak kaybı oranlarını tahmin ederek erozyon riski yüksek alanların belirlenmesine yardımcı olur ve uygun erozyon kontrol önlemlerinin uygulanmasını sağlar.

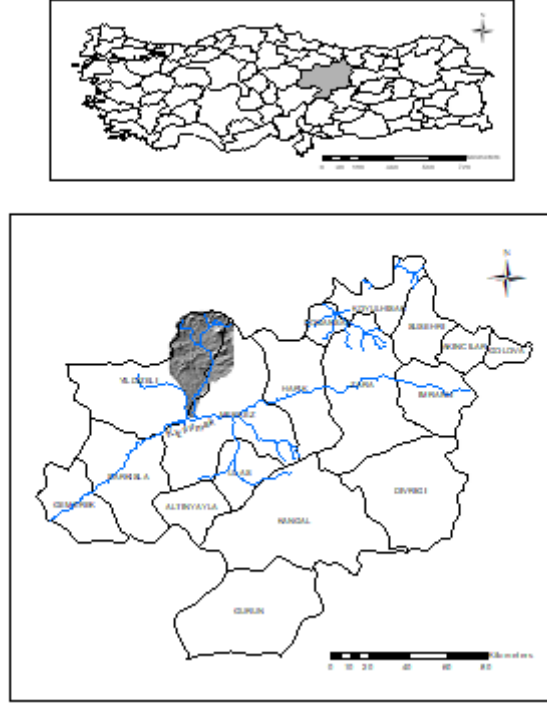
YETKE (Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği), ETKE modelinin revize edilmiş bir versiyonudur (Renard et al. 1991; 1993; 1994). YETKE, daha güncel verilere dayanarak toprak kaybını tahmin etmek için kullanılan bir matematiksel modeldir. ETKE modeline benzer şekilde, yağış şiddeti, toprak türü, eğim, bitki örtüsü ve toprak işleme gibi faktörleri dikkate alır. YETKE'nin temel farklarından biri, ETKE modelinde kullanılan bazı parametrelerin revize edilerek daha doğru sonuçlar elde etmeyi hedeflemesidir. Örneğin, RUSLE modeli, yağış şiddeti faktörünü daha güncel ve hassas verilere dayanarak hesaplar. Ayrıca, bitki örtüsü faktörünün hesaplanmasında da iyileştirmeler yapar.

Su erozyonunun toprak kaybı miktarı, topoğrafya, yağış, arazi kullanımı ve bitki örtüsü parametreleri YETKE modeli ile 1 yılda 1 hektarda ton olarak hesaplanabilmektedir (Wischmeier & Smith, 1978, Renard, 1997).

Çalışmada erozyondan önemli ölçüde etkilenen Yıldız Irmağı havzasının eğim dikliği ve eğim uzunluğu etkisini belirleyerek, erozyondan en fazla etkilenen yerlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada RUSLE denkleminde kullanılan LS faktörü Yıldız ırmağı havzası için hesaplanmıştır.

2. Yöntem

Çalışma alanı Sivas il sınırları içerisinde ilin Kuzey-Batısında yer alan erozyonun önemli etkisinin görüldüğü Kızılırmak Havzasının alt havzası Yıldız Irmağı havzasıdır. 39° 42' 5,77" ile 40° 13' 14,38" Kuzey enlemleri 36° 37' 27,31" ile 37° 59' 58,83 " doğu boylamları arasındadır ve 1169 km² alana sahiptir.



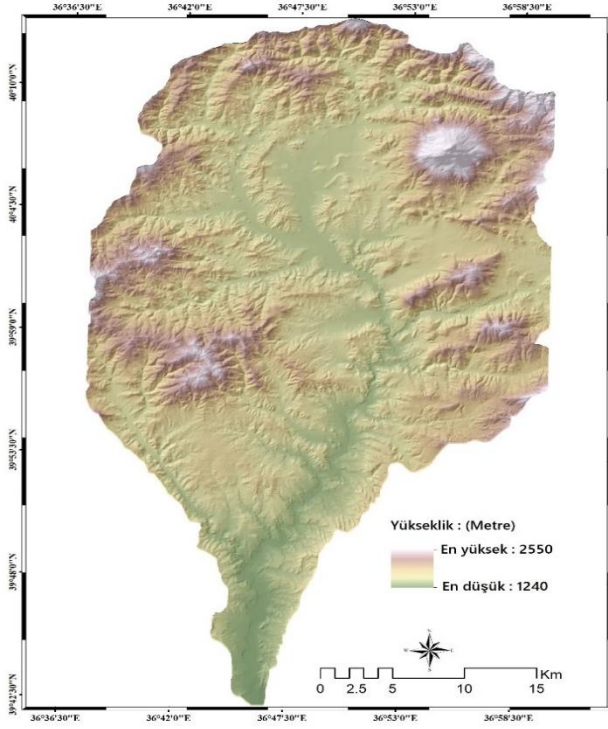
Şekil 1. Çalışma alanı

2.1. Katmanların Üretilmesi

Havzanın sayısal yükseklik modelini oluşturulması amacıyla 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Topoğrafik haritalarda bulunan eş yükselti eğrileri SYM katmanı üretmek için ArcGIS 3D eklentisi ile TIN veri yapısına daha sonra 10 metre çözünürlüğe sahip raster veriye dönüştürülmüştür.

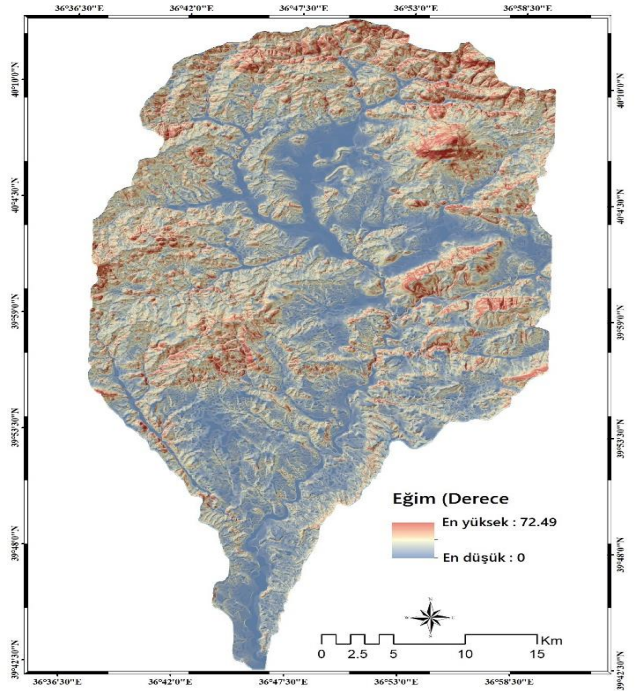
Yıldız Dağının zirvesi 2550 m ile havzanın en yüksek yeridir.

SYM kullanılarak ArcGIS mekansal analiz eklentisi ile havzanın eğim katmanı oluşturulmuştur. Şekil 3'te Havzanın eğim katmanı görülmektedir. Havzanın eğim katmanında piksellerin taşıdığı eğim değerleri ortalaması 10.4 derecedir. Hemen hemen piksel değerleri 30 dereceden azdır ama özellikle Yıldız dağı civarında en fazla (72.50) eğim derecelerine ulaşmaktadır.



Şekil 2. Yıldız ırmağı havzası sayısal yükselti modeli

Yıldız ırmağının su toplama hazası sayısal yükselti modeli (SYM) Şekil 2'de görülmektedir. Havzanın Kızılırmak'la birleştiği yer 1240 m yüksekliğindeyken,



Şekil 3. Yıldız ırmağı havzası eğim haritası

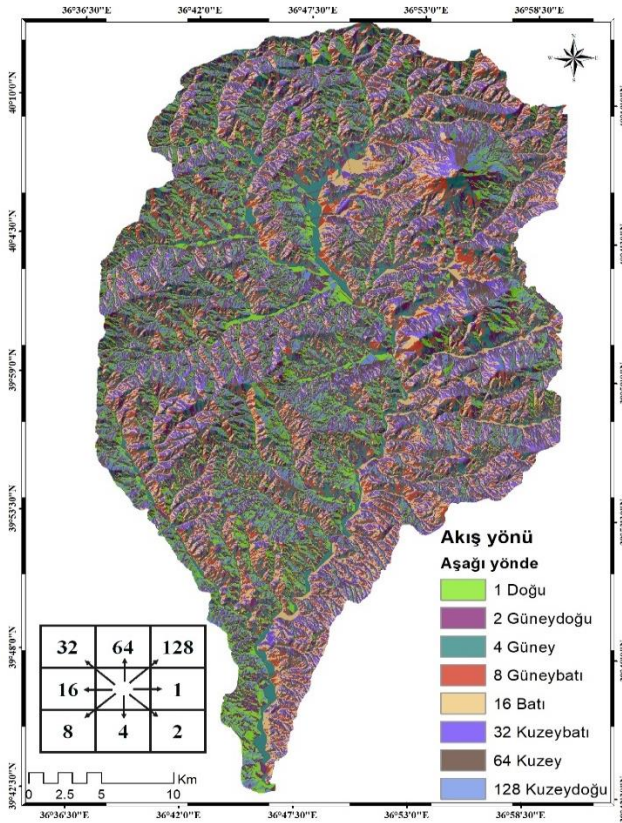
CBS yazılımları içerisinde hidrolik modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada LS faktörünün hesaplanmasında hidrolik modellerden yararlanılmıştır.

ArcGIS mekânsal analiz hidrolik model fonksiyonu ile SYM temel veri olarak kullanılarak havzanın akış yönü katmanı ve akış birikimi katmanı üretilmiştir.

Akış yönü, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tarafından kullanılan bir kavramdır. Su yüzeylerinde, akarsularda veya yağmur sularının hareket ettiği alanlarda, suyun hangi yöne doğru hareket ettiğini ifade eder. Akış yönü, bir noktadan diğerine suyun nasıl hareket ettiğini belirlemek için kullanılan bir analitik yöntemdir.

Akış yönü, genellikle noktadan uzaklaşan yön olarak temsil edilir. CBS, akış yönlerini oklar veya renklerle göstererek kullanıcılara görsel bir şekilde sunabilir. Bu şekilde, su hareketi izlenebilir ve analiz edilebilir hale gelir.

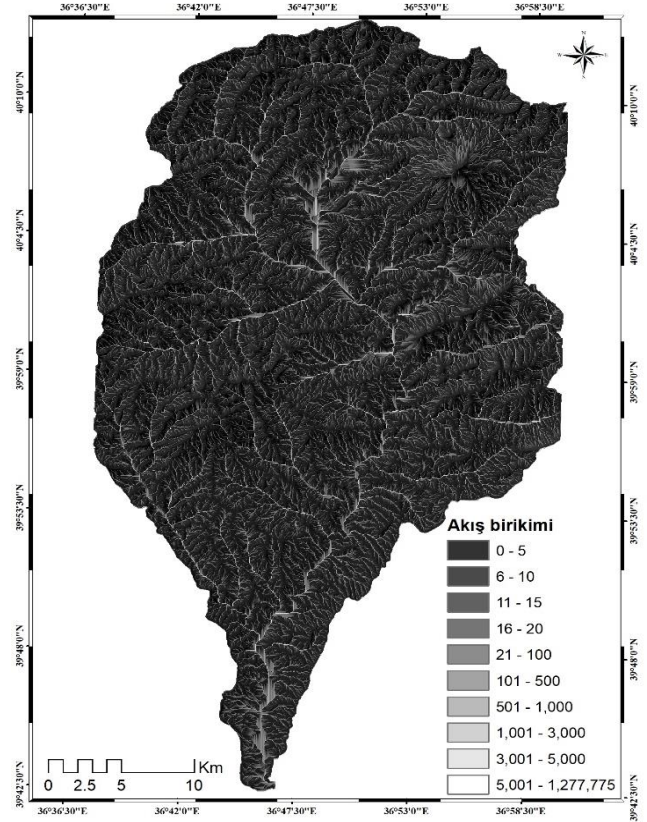
Akış yönü göstergesi, bir akış yönü katmanındaki hücrelere atanan sayısal değerleri yorumlayan görsel bir anahtardır. Bu değerler, her hücreden yokuş aşağı komşusuna olan akış yönünü temsil eder. Üretilen akış yönü katmanında pikseller akış yönüne göre 1,2,4,8,16,32,64 ve 128 değerlerini almaktadır. Şekil 4'te bu değerlerin yönleri ok işaretleri ile gösterilmiştir. Akış yönü histogram grafiğinde de görüleceği gibi 128 (Kuzey-doğu yönünde) değerine sahip piksel sayısı en fazla bulunmuştur. Daha sonra 64 (Kuzey) ve 32 (Kuzey-batı) değere sahip pikseller en fazla bulunmaktadır. Bu katmandan arazide suyun akış yönünün çoğunluğunun kuzey olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Yıldız ırmağı havzası akış yönü haritası

Akış birikimi, (Şekil 5) raster verideki suyun toplama alanında bulunan hücrelerin eğim aşağısına doğru hücrelerin toplam sayısına işaret etmektedir. Yukarıdaki şekil 4'te görüldüğü gibi, bir hücre kendisine ne kadar hücreden katkı olduğunu göstermektedir.

Havzanın en sonunda yani çıkış ağzındaki hücrenin taşıdığı değer en fazla olmaktadır (Jenson & Domingue, 1988). Akış birikimi algoritmaları, tüm malzemenin aşağı yönde taşınması ilgili bilgi sunmaktadır (Ortega & Rueda, 2010; Sten et al., 2016; Barnes, 2017; Cordonnier et al., 2019; Zhou et al., 2019; Kotyra et al., 2021).



Şekil 5. Yıldız ırmağı havzası akış birikimi haritası

Yıldız ırmağı havzası çıkış ağzında bulunan hücre 1277733 değerini taşımaktadır, yani bu hücreye 1.277.233 hücreden katkı olmaktadır. Böylece her piksel akış birikim katmanında havzada bulunduğu yere göre bir değer almaktadır. Katmanda piksellerin eğimin en başından havzanın sonuna kadar değerler alması USLE modelinde eğim uzunluğunu belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

2.2. Eğim uzunluğu ve derecesi faktörleri (LS)

LS faktörü, Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE) bağlamında, eğim uzunluğu (L) ve eğim dikliğinin (S) toprak erozyonu üzerindeki birleşik etkilerini temsil eder. Erozyon oranlarının arazinin uzunluğuna ve dikliğine bağlı olarak nasıl değiştiğini ölçer.

Toprak erozyonu üzerine topoğrafyanın etkisini dikkate almaktadır. Çoğunlukla sayısal yükselti modeli ile elde edilmektedir. Erozyona yol açan kuvvetlerin toprak parçacıklarını hareket ettirmesi ve dik eğimlerde daha fazla etkili olması nedeniyle dik eğimli arazilerde toprağın yağmur suyu ile taşınması daha kolay olmaktadır (Hudson, 1995). Yamaç uzunluğunun erozyon üzerine etkisi, toprak tekstürü ve strüktürü ile yakından ilgilidir. Yamaç uzunluğu arttıkça taşınan toprak miktarı da artmaktadır.

Bir eğimin uzunluğu, eğimin üstünden altına kadar olan yatay mesafeyi ifade eder. Daha uzun eğimler, su

veya rüzgarın ivme kazanması ve toprak parçacıklarının taşınması için daha fazla fırsat sağlar, bu da erozyon potansiyelinin artmasına neden olur. Eğim uzunluğu arttıkça, erozyon riski de artma eğilimindedir. Bu nedenle, daha uzun eğimler genellikle daha yüksek erozyon oranlarına katkıda bulunur.

LS faktörü, ampirik verilere dayalı olarak belirlenen ve belirli bir eğimdeki gerçek toprak kaybının standart bir eğimdeki toprak kaybına oranını temsil eden sayısal bir değerdir. Eğim uzunluğu ve dikliğinin birleşik etkilerini dikkate alarak farklı peyzaj birimlerinin göreceli erozivitesini yansıtır.

Eğim uzunluğu ve diklik faktörünün (LS faktörü) hesaplanması, arazinin özelliklerine dayalı bir dizi hesaplamayı içerir (Eşitlik 2).

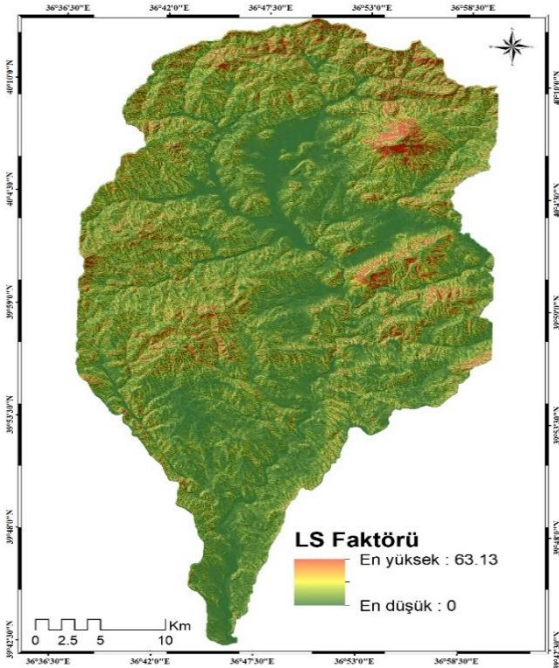
Eğim uzunluğunun ve derecesinin bir fonksiyonu olan LS faktörü; Eğim uzunluğu (L), yüzey akışın oluştuğu noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve birikmenin başladığı yatay mesafesi olarak tanımlanır. Diğer koşulların aynı olduğu yerlerde LS faktörü, 22,13 m uzunluğunda ve %9 eğimi olan bir arazideki toprak kaybı oranını temsil etmektedir. (Wischmeier & Smith, 1978).

$$LS = \left(\text{Akış Birikimi} \times \frac{\text{Piksel Büyüklüğü}^{0.4}}{22.13} \right) \times \left(\frac{\sin \text{Eğim}}{0.0896} \right)^{1.3}$$

Havzanın LS faktörü katmanı yukarıdaki formül (Eşitlik 2) kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Yıldız ırmağı havzası eğim uzunluğu ve dikliği haritası Şekil 6'da görülmektedir. Yeşilden kırmızıya doğru LS değeri artışı görülmektedir. Yüksek tepelerin yamaçlarında LS değeri büyüktür. En yüksek LS değeri, 63.1 dir.



Şekil 6. Yıldız ırmağı havzası eğim uzunluğu ve dikliği haritası

LS katmanında her pikselin taşıdığı LS değeri temsil ettiği gerçek yeryüzünün eğim derecesi ve eğim

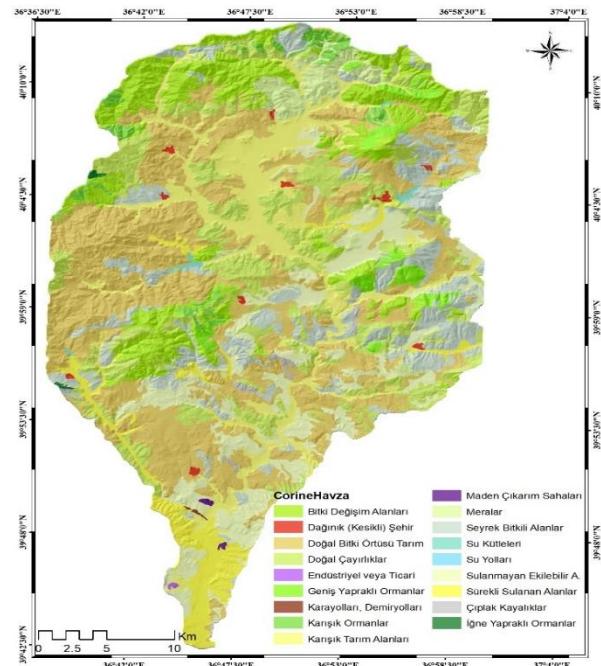
uzunluğuna göre erozyona olan hassasiyetini göstermektedir. Yıldız ırmağı havzasında LS değeri 0-2 arasında olan alanlar havzanın %48.6; 2-6; %25.5; 6-12 %18.2; 12-18 %5.2; 18-24 %1.8; 24-63.1 %0.7'sini kaplamaktadır. Tablo 1'de görüldüğü gibi LS değeri düşük yerlerin oranı havzanın büyük bölümünü oluşturmaktadır. Genellikle Düşük LS değere sahip pikseller eğimin az olduğu, Yıldız Irmağı ve kolları etrafındaki alanlarda yer almaktadır. Genellikle bu alanlarda tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir. Ortalamadan yüksek LS değerlerine sahip piksellerin bulunduğu alanlarda doğal bitki örtüsü hakim durumdadır. LS değerinin maksimum olduğu yerler ise yüksek yamaçlar ve eğimin yüksek olduğu yerlerdir.

Tablo 1. LS değeri ve alanları

LS Değeri	Alan (hektar)	Alan %
0 - 2	55911.9	48.6
2 - 6	29306.3	25.5
6 - 12	20897.5	18.2
12 - 18	6006.2	5.2
18 - 24	2030.3	1.8
24 - 63.1	847.7	0.7
Toplam	114999.8	100.0

LS faktörünün arazi kullanım sınıflarına göre değişimini belirlemek için Corine arazi örtüsü verisinden yararlanılmıştır. Avrupa Birliği'nin bütün üye devletleri için belirlenmiş öncelikli konulara göre çevrenin durumu ile ilgili bilgilerin toplanması ve bilgilerin tutarlılığının ve verilerin uyumluluğunun sağlanması amacıyla Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından belirlenen bir arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden arazi kullanım haritaları oluşturulmuştur. Şekil 7'de Yıldız ırmağı havzası Corine arazi kullanım haritası görülmektedir.

Corine Arazi Örtüsü 2018 yılı için 44 tematik sınıfı içermektedir. Veri seti, alansal olarak 25 hektarlık bir Minimum haritalama birimine ve mesafe olarak 100 m'lik minimum haritalama genişliğine sahiptir ve vektör ve 100 m raster veri olarak mevcuttur (Corine, 2018).



Şekil 7. Yıldız ırmağı havzası Corine kullanım haritası

Arazi sınıflarına göre LS değerinin istatistik özellikleri ArcGIS / Spatial Analysis/ Zonal statistics menüsü kullanılarak üretilmiştir (Tablo 2). Tabloda her

bir arazi kullanım sınıflarına göre LS değerlerinin en düşük, en yüksek, ortalama ve standart sapma değerleri görülmektedir.

Tablo 2. Corine arazi sınıflarına göre LS istatistik değerleri

Corine Arazi Sınıfı	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
Dağınık (Kesikli) Şehir Yapısı	0	26.5	2.5	3.1
Endüstriyel veya Ticari Birimler	0	13.7	1.9	2.3
Karayolları, Demiryolları ve ilgili alanlar	0	26.7	2.4	4.3
Maden Çıkarım Sahaları	0	14.9	2.0	2.3
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	0	35.3	2.1	2.9
Sürekli Sulanan Alanlar	0	49.0	2.1	3.2
Meralar	0	40.6	5.1	5.5
Karışık Tarım Alanları	0	39.8	2.1	3.5
Doğal Bitki Örtüsü ile birlikte bulunan Tarım Alanları	0	57.4	3.5	4.2
Geniş Yapraklı Ormanlar	0	39.2	8.4	7.8
İğne Yapraklı Ormanlar	0	33.5	6.2	6.1
Karışık Ormanlar	0	38.3	7.0	7.0
Doğal Çayırliklar	0	63.1	4.6	5.4
Bitki Değişim Alanları	0	42.1	6.5	6.6
Çıplak Kayalıklar	0	23.7	3.8	4.3
Seyrek Bitkili Alanlar	0	45.7	4.8	5.5
Su Yolları	0	4.1	1.4	1.9
Su Kütleleri	0	33.1	2.5	3.6

Corine arazi sınıflarına göre en yüksek LS değeri Doğal çayırliklar sınıfında (57.4) bulunmuştur. En yüksek ortalama LS değeri ise Geniş Yapraklı Ormanlar sınıfında tespit edilmiştir. LS değerleri arasında en fazla değişkenlik Geniş Yapraklı Ormanlar sınıfındadır (Standart sapma 7.8). Her sınıf içerisinde en düşük LS değerine sahip 0 değerini taşıyan pikseller bulunmaktadır. Tarım yapılan Sulanmayan Ekilebilir Alanlar ve Sürekli Sulanan Alanlar sınıflarında ortalama LS değerleri 49 ve 2.1 değerleri arasında değişmektedir.

4. Sonuçlar

Topoğrafyaya bağlı olarak eğim ve eğim uzunluğu sonucunda doğal olarak erozyon meydana gelmektedir. Aslında bu doğal jeolojik erozyon sonucunda kıymetli tarım yapılabilen ovalar meydana gelmiştir. Bu doğal süreç aynı zamanda verimli üst toprağın bulunduğu yerden uzaklaşmasına neden olmaktadır. Su ile taşınan sediment baraj veya gölet rezervuarlarını da doldurmaktadır.

Çalışmada Yıldız Irmağı havzasını kapsayan sayısal 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarda bulunan eş yükselti verileri SYM elde etmek için kullanılmıştır. SYM katmanı ile ArcGIS hidrolik analiz eklentisi yardımıyla sırasıyla eğim, akış yönü ve akış birikimi katmanları üretilmiştir. En sonunda eğim ve akış birikimi katmanları kullanılarak LS katmanı hesaplanmıştır.

Sonuç olarak Yıldız Irmağı Havzasından eğim dikliği ve eğim uzunluğundan kaynaklanan erozyonun olduğu yerler belirlenmiştir. LS değeri 0 ile 63.1 değerleri arasında değişmektedir. Corine arazi sınıflama sistemine göre LS katmanının istatistik değerleri hesaplanmış ve tarım yapılan alanlarda LS değerinin 49.0'a kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Mera, orman, doğal çayırliklar gibi alanlarda LS değeri daha yüksektir.

Topoğrafik nedenlerle doğal olarak meydana gelen erozyonun koruyucu önlemlerle azaltılması tarım topraklarının korunması açısından önemlidir. Tarım dışı alanlarda doğal bitki örtüsünün korunması ve mümkün

olduğunca çıplak toprak yüzeyinin azaltılması gerekmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynakça

- Anonim. (2017). *Global soil partnership endorses guidelines on sustainable soil management*. Erişildi 10 Ağustos, 2024 <http://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/416516/>
- Balabanlı, C., Türk, M., & Yüksel, O. (2005). Erozyon ve çayır-mera ilişkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 23-34.
- Barnes, R. (2017). Parallel non-divergent flow accumulation for trillion cell digital elevation models on desktops or clusters. *Environmental Modelling & Software*, 92, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.02.022>
- Çarkacı D. A., Balta Ç., & Karadavut U. (2013). Ulusal çölleşme ve erozyon araştırma merkezi. *Ulusal Köp Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*. Konya, Türkiye.
- Cordonnier, G., Bovy, B., & Braun, J. (2019). A versatile, linear complexity algorithm for flow routing in topographies with depressions. *Earth Surface Dynamics*, 7(2), 549-562. <https://doi.org/10.5194/esurf-7-549-2019>

- Corine. (2018). *Corine*. Erişildi 10 Ağustos, 2024 <https://doi.org/10.2909/71c95a07-e296-44fc-b22b-415f42acfd0>
- Görceliöğlü, E. (1995). Havzalarda orman ve otlak alanları amenajmanının su verimine ve kalitesine etkileri üzerine bazı açıklamalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(1-2), 39-52.
- Hudson, N. (1995). *Soil conservation*. B T Batsford.
- Jenson, S. K., & Domingue, J. O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 54(11), 1593-1600.
- Kotyra, B., Chabudziński, Ł., & Stpiczyński, P. (2021). High-performance parallel implementations of flow accumulation algorithms for multicore architectures. *Computers & Geosciences*, 151, 104741. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104741>
- Ortega, L., & Rueda, A. (2010). Parallel drainage network computation on CUDA. *Computers & Geosciences*, 36(2), 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2009.07.005>
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., & Porter, J. P. (1991). Revised universal soil loss equation (RUSLE), *Journal Soil Water Conservation*, 46, 30-33.
- Renard, K. G., & Ferreira, V. A. (1993). RUSLE model description and database sensitivity. *Journal of environmental quality*, 22(3), 458-466. <https://doi.org/10.2134/jeq1993.0047242500220.0030009x>
- Renard, K. G., Foster, G. R., Yoder, D. C., & McCool, D. K. (1994). RUSLE revisited: Status, questions, answers, and the future. *Journal of soil and water conservation*, 49(3), 213-220.
- Renard, K. G. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Şentürk, G. O., Gök, G., & Koçyiğit, H. (2023). Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 12-24.
- Sten, J., Lilja, H., Hyväluoma, J., Westerholm, J., & Aspñäs, M. (2016). Parallel flow accumulation algorithms for graphical processing units with application to RUSLE model. *Computers & Geosciences*, 89, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.01.006>
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 39(2), 285-291. <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>
- Wischmeier, W. H. (1965). *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains, Guide for selection of practices for soil and water conservation*. United States Government Printing Office.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (No. 537)*. Department of Agriculture, Science and Education Administration.
- Wuepper D., Borrelli P., & Robert Finger R. (2020). Countries and the global rate of soil erosion. *Nature Sustainability*, 3, 51-55. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0438-4>
- Zhou, G., Wei, H., & Fu, S. (2019). A fast and simple algorithm for calculating flow accumulation matrices from raster digital elevation. *Frontiers of Earth Science*, 13, 317-326. <https://doi.org/10.1007/s11707-018-0725-9>



© Author(s) 2024.

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