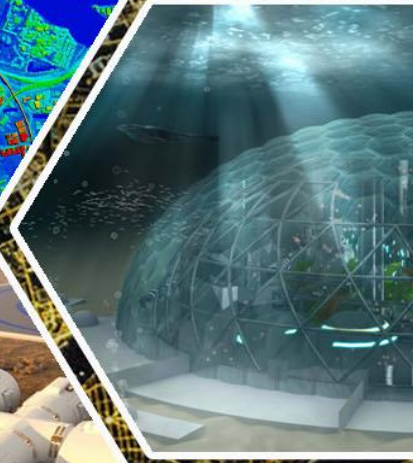
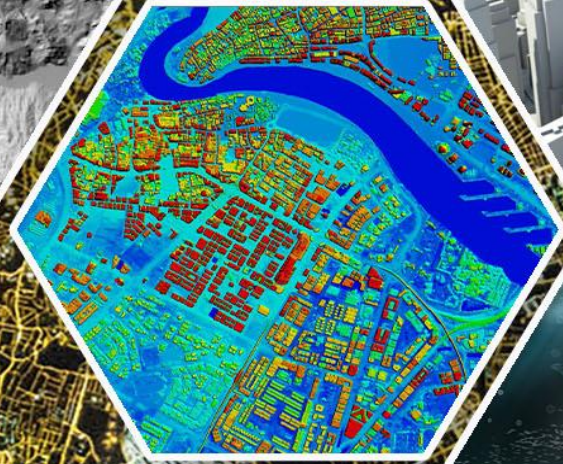
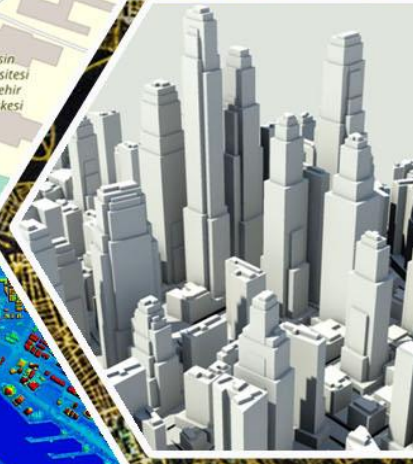
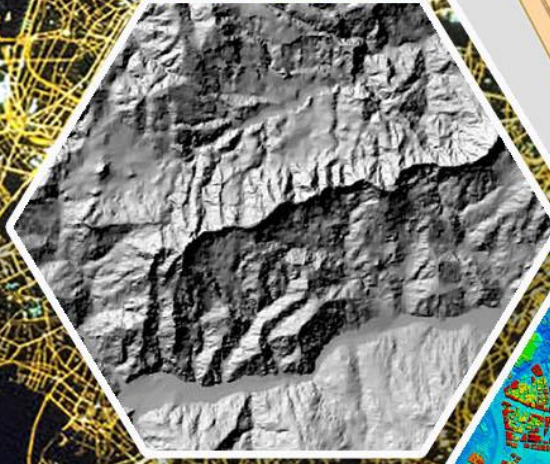


# TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ HAZİRAN 2022  
◆ CİLT: 4 ◆ SAYI: 1  
◆ e-ISSN: 2687-5179

# TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ JUNE 2022

◆ VOLUME: 4 ◆ ISSUE: 1

◆ 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 4, SAYI 1**  
**(VOL 4, ISSUE 1)**

**HAZİRAN, 2021**  
**(JUNE, 2021)**



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

## DERGİ HAKKINDA

---

**Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi** bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri alanında yeni gelişmelerle ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan 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 teknolojideki gelişmeleri dikkate alarak gerek akademik gerekse özel sektör arasındaki bilgi paylaşımlarını 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 editörlüğüne 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 yayımlanmasın 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.

---

<b>PERİYOT</b>	Yılda 2 sayı(Haziran-Aralık)
<b>E-ISSN</b>	2687-5179
<b>WEB</b>	<a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis">https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis</a>
<b>İLETİŞİM</b>	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 ...

---

### PUBLICATION FREQUENCY

Biannual (June-December)

### E-ISSN

2687-5179

### WEB

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

### CONTACT

[lutfiyekusak@mersin.edu.tr](mailto:lutfiyekusak@mersin.edu.tr)

---



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

## EDİTÖR KURULU

### BAŞ EDİTÖR

---

**Prof. Dr. Murat YAKAR**

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

### EDİTÖR

---

**Dr. Öğr. Üyesi. Lutfiye KUŞAK**

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

### EDİTÖR YARDIMCISI

---

**Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ**

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

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma BÜNYAN ÜNEL**

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

### DANIŞMA KURULU

---

**Murat YAKAR**, Mersin Üniversitesi

**Hacı Murat YILMAZ**, Aksaray Üniversitesi

**İbrahim YILMAZ**, Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Tahsin YOMRALIOĞLU**, Beykent Üniversitesi

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

### EDİTÖR KURULU

---

**Burak BEYHAN**, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

**Cevdet Coşkun AYDIN**, Hacettepe Üniversitesi

**İsmail Ercüment AYAZLI**, Cumhuriyet Üniversitesi

**Mehmet ALKAN**, Yıldız Teknik Üniversitesi

**Muzaffer Can İBAN**, Mersin Üniversitesi

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

---

### Mizanpaj

---

**Ars. Gör. Mehmet Özgür Çelik**

mozgurcelik@mersin.edu.tr

Mersin Üniversitesi, Harita Mühendisliği. Bölümü / Mersin



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

## İÇİNDEKİLER

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ

---

*An Efficient Financial Profitability Performance Analysis of ODHCs Distribution in Turkey in the GIS Environment* 01-04

**Elif Akyel & Özşen Çorumluoğlu**

---

*Tarım Arazilerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Toplu Taşınmaz Değerlemesi: Mersin, Mezitli-Bozön Mahallesi Örneği* 05-14

**Bilal Er, Sedat Kurugöllü & Fatma Bünyan Ünel**

---

*Farklı Meteorolojik İstasyonlara Ait Yağış Değerlerinin Haritalanmasında Etkenliğin Arttırılmasına Dair Bir Uygulama* 15-22

**Büşra Doğru & Cumhur Güngöroğlu**

---

*Çanakkale İli Merkez İlçesinin Otopark Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Analizi ve Çözüm Önerileri* 34-46

**Seda Aslan & Umut Aydar**

---

*Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması (Samsun, Mert Irmağı Örneği)* 47-54

**Vahdettin Demir & Aslı Ülke Keskin**

### DERLEME MAKALELER

---

*Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı* 23-33

**Aziz Uğur Tona, Vahdettin Demir, Lütfiye Kuşak & Murat Yakar**

---





## An Efficient Financial Profitability Performance Analysis of ODHCs Distribution in Turkey in the GIS Environment

Elif Akyel <sup>\*1</sup>, Özsen Çorumluoğlu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İzmir Kâtip Çelebi University, Geomatics Engineering, İzmir, Turkey

### Keywords

Inverse Distance Weighting  
Financial Profitability  
Performance Analysis  
Oral and Dental Health  
Center

### ABSTRACT

The increased number of Oral and Dental Health Centers (ODHC) constructed under the Health Transformation Program (HTP) in Turkey meets an important healthcare service requirement. Evenly distribution of these dental services all over the country facilitates public access and allows these services to gain continuity. Accessibility to sufficiently distributed dental service centers increases citizens' physical and also mental well-being, which is the therapeutic aspect of providing such public health services. Service's social contribution is uncountable in terms of health issues for the people of the country. On the other hand, they need quite an amount of financial support. Therefore, authorities in the country, especially health service authorities should consider running a financial performance analysis plan. In the ODHC system, dentists are the main component for keeping the system running to provide interrupted, continuous and regular dental health services. For this reason, in the study, financial performance analyses of existing ODHCs w.r.t the profitability- per dentist were carried out with the help of Geographical Information Systems (GIS). Inverse Distance Weighting-IDW analysis technique provided by GIS is used to create several performances distribution maps were produced w.r.t the several factors per dentist which are effective on the financial performance of ODHCs. For the sake of understandability, the two most effective factors and the profitability as target factor are assigned to three primary colors for an effective visual interpretation of the relationship between these most effective factors in terms of profitability per dentist in GIS environment. When the outputs are evaluated, more understandable results on the relationship between the factors affecting the ODHCs' financial performance are obtained by this visualization technique for 128 public ODHCs in Turkey, and the importance levels of the variables are then revealed in terms of ODHC's financial performances w.r.t. the locational data.

## 1. INTRODUCTION

There are several services provided for us to survive and live better. Health services are one of the most important services that are required because of their vital importance to human life. The oral-dental health in providing and promoting public health is considered extensively, insofar as nowadays, it is known as one important slogan of the 21st century (Gharlipour et al., 2016).

Provision and sustainability of these services are other issues to be solved efficiently by the authorities providing these services to us. Therefore, financial performance analysis then becomes an important

challenge area when it comes to healthcare. A performance analysis gives authorities a chance to test the efficiency of their existing services. To ensure efficiency and productivity in the use of resources, minimizing expenses and maximizing revenues and financial performance analyses of public attention services are also closely related to politicians and decision makers. A performance analysis lets the authorities act consciously and give effective and efficient decisions on the public services, Works, and actions (Ercan et al., 2013). Therefore, it is suggested authorities build a sustainable performance analysis system, especially for public services to run them efficiently as it is suggested for ODHCs here in this research.

\* Corresponding Author

(elif.akyel@ikc.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9355-7478  
(ozsen.corumluoglu@ikc.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-7876-6589

Cite this article

Akyel E & Corumluoglu O (2022). An Efficient Financial Profitability Performance Analysis of ODHCs Distribution in Turkey in the GIS Environment. *Turkish Journal of Geographic Information Systems*, 4(1), 01-04.

Research Article / DOI: 10.56130/tucbis.871830

Received: 31/01/2021; Accepted: 25/05/2022

In this study, data were obtained for 128 ODHCs distributed all over Turkey from the Department of Statistics, Analysis, Reporting, and Strategic Management of the Ministry of Health, based on the first 6 months of 2016. Using this data, the number of canal treatments per dentist, the number of fillings per dentist, the number of teeth extracted per dentist scaling per dentist, the number of surgical treatments per dentist and fixed prostheses per dentist, and the number of removable prostheses per dentist were computed for these 6 months to use them as variables in financial performance analysis for representing the locationally most effective variable in terms of profitability per dentist. Outcomes are obtained after following an interpolation procedure to produce maps for every variable mentioned above in the GIS environment and to determine the distribution of all these factors on a spatial base. The maps are used to show the financial status of the existing ODHCs in terms of locational effective factors on profitability. This study then emphasizes the importance of GIS in the financial performance analysis of ODHCs.

## 2. METHOD

In this study, the performance analysis of ODHCs and the spatial distributions according to several factors which are effective on the current performances of ODHCs are revealed, and the performance improvement of ODHCs has been determined by Inverse distance weight interpolation (IDW) which is an interpolation technique and is capable of providing it in a GIS environment as well. The inverse distance weight interpolation method is based on the use of inverse weighting of the distance between points whose values are known and the point whose values are to be estimated, as weight (Göğsu & Hastaoğlu, 2019). Rather than point representation, the IDW technique was used because it enables the raster representation of the comparison of the variable values at the points whose values are known w.r.t. the values of other points visually and much more effectively. In short, the positional distribution of the variables obtained after running the inverse distance weight interpolation technique was then represented in the raster notation of the variable distribution maps.

As a result of the analysis carried out in ArcGIS using the IDW method whose mathematical model is given below, coloured maps can be produced to show the spatial distribution of the financial performance of the Centers effectively w.r.t. several criteria. Since the weighted moving average is a widely used interpolation approach in GIS, IDW is also preferred as an interpolation form here in this research, although various methods including different weight functions are available in the literature. The IDW estimator can be given by the following equation (Demircan et al., 2011).

$$Z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^n z(X_i) \cdot d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-r}} \quad (1)$$

The location  $X_0$ , where the predictions are made is a function of  $n$  neighboring measurements giving the number of neighboring measurements ( $z(X_i)$  and

$i=1,2,\dots,n$ );  $r$  is the exponential value that determines the assigned weight of each of the observations, and  $d_{i0}$  is the distance that separates the observation location  $X_i$  and the prediction location  $X_0$ . As the exponent grows, the assigned weight of observations far from the prediction location shrinks; increasing the denominator indicates that the forecasts are very similar to the nearest observations (Demircan et al., 2011).

## 3. RESULTS & DISCUSSION

In the study, the financial performance analysis of the centers was carried out w.r.t. out the profitability variable per dentist which is obtained by adding the incomes and expenses of 128 public ODHCs into the process. The IDW interpolation method was used to reveal the spatial distribution pattern of the variances of variables mentioned above for the financial performance analysis of the Centers, and maps were then created to represent graphically the spatial distributions of the financial performance of the Centers so such an effective way. In this way, the pattern of financial performance of existing ODHCs in terms of profitability per dentist in the country was demonstrated by measuring. Profitability per dentist financial performance of centers visualized by interpolating them with GIS.

The profitability per dentist analysis for ODHCs in turkey was obtained as a result of statistical processes using the numbers of scaling treatment, root canal treatment, surgical treatment, fixed prosthesis treatment, extraction, and filling treatment. Then the variables that are locationally most effective on the profitability were determined. After that, the variables with the highest impact on the profitability were analyzed all together in a GIS environment, and maps were created to determine the current situation through a graphical representation. When the maps are examined for every subset including two variables affecting profitability their effects on the performance are seen and analyzed.

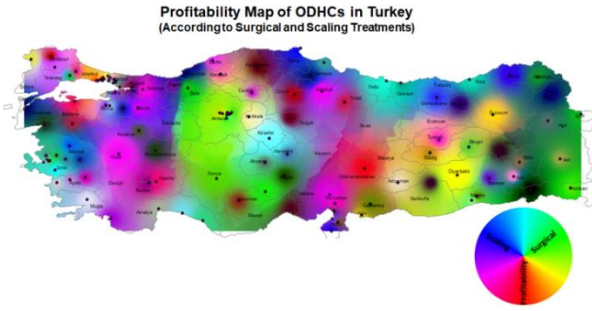
When scaling treatment is analyzed together with surgical treatment, the profitability map of Turkey is formed as that given in Fig 1.

Looking at the profitability map of Oral and Dental Health Centers, the variables that affect profitability together are shown as scaling treatment and the number of surgical treatments. The centers where the effects of these two variables are observed are Beyhekim ODHC, Van ODHC, Batman ODHC, Ordu ODHC, and Kütahya ODHC.

Another variable that affects profitability is the number of surgical treatments. The centers in Erzurum and İzmir are ODHC where this factor is effective on profitability.

When we look at Fethiye, the Middle Black Sea region, and the western part of Marmara, it appears as a variable scaling treatment that affects profitability.

When the areas where other variables are effective in profitability are examined, centers in Antalya, Zonguldak, Burdur, and Kilis stand out.



**Figure 1.** According to Surgical and Scaling Treatment

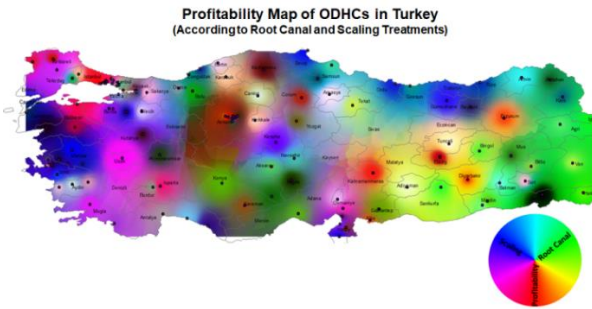
When scaling treatment is analyzed together with root canal treatment, the profitability map of Turkey is formed given in Fig 2.

The centers where scaling treatment affects profitability are similar in Fig 1 and Fig 2. In addition, Ordu ODHC differs from the first map in the effect of scaling treatment on profitability.

Centers, where the effect of scaling and root canal treatment on profitability are analyzed together, are given in Fig 2. These centers are located in the southern and central parts of the Central Anatolia Region and Van.

In Fig 2, the centers where root canal treatment affects profitability is Erzurum and İzmir ODHCs.

Other variables that affect profitability are effective in Burdur, Zonguldak, and Siverek ODHC.



**Figure 2.** According to Root Canal and Scaling Treatment

When scaling treatment is analyzed together with fixed prosthesis treatment, the profitability map of Turkey is formed given in Fig 3.

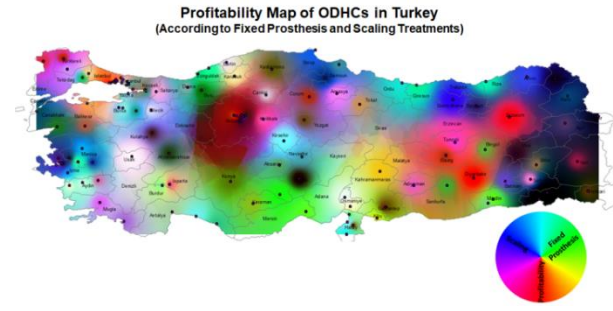
When looking at the centers where scaling treatment affects profitability, it differs from the maps in Fig 1 and Fig 2. This difference is encountered in the centers in Eastern Anatolia Region and Aksaray.

In the profitability map, when scaling and fixed prosthetic variables are evaluated together, Adiyaman ODHC is the only center.

Another variable that affects profitability is fixed prosthesis treatment.

As can be seen on the map, it is seen that fixed prosthesis treatment affects profitability in the centers in the western part of the country.

Other variables are effective in profitability in centres in Zonguldak and Rize.



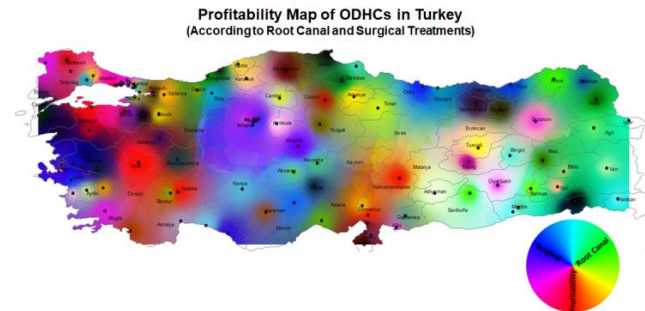
**Figure 3.** According to Fixed Prosthesis and Scaling Treatment

When root canal treatment is analyzed together with surgical treatment, the profitability map of Turkey is formed given in Fig 4.

Considering the effect of surgical treatment on profitability, it is seen that it is similar to Fig 1 surgical treatment is the factor affecting profitability in centers in Çanakkale and Aksaray.

Root canal treatment is the factor affecting profitability in ODHCs in the central parts of the Central Anatolia Region, Erzurum, and İzmir. This is similar to Fig 2.

When the effects of root canal treatment and surgical treatment on profitability are evaluated, it can be seen that they affect profitability together in Kütahya, Beyhekim Van, and Batman ODHCs. Considering the effects of other variables on profitability, there are centers in almost every region where these variables are effective.



**Figure 4.** According to Root Canal and Surgical Treatment

When root canal treatment is analyzed together with fixed prosthesis treatment, the profitability map of Turkey is formed given in Fig 5.

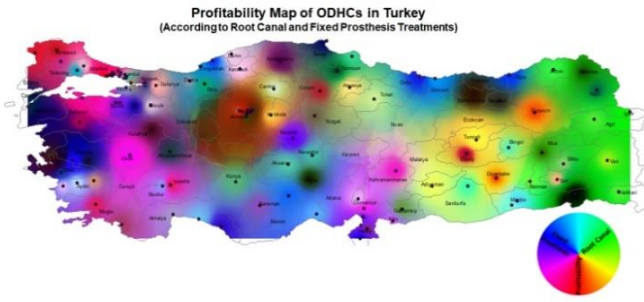
The effect of fixed prosthesis treatment on profitability differs from the map in Fig 3.

When the effects of the canal and fixed prosthesis treatment variables on profitability are evaluated together, Erzurum ODHC stands out as the only center.

Root canal treatment is effective on profitability in centers located in the central and southern parts of İzmir, Kütahya, Van, Batman, and the Central Anatolia Region.

ODHC, where the effect of fixed prosthesis treatment on profitability is most evident, is located in the east of the Central Anatolia Region, Adiyaman, Tunceli, and Siirt.

The areas where other variables are effective in profitability are generally distributed in the coastal regions of the country.



**Figure 5.** According to Root Canal and Fixed Prosthesis Treatment

#### 4. CONCLUSION & SUGGESTIONS

Today, it is important for healthcare enterprises to evaluate their performance to increase their competitiveness and ensure their continuity (Samut, 2014). Since areas that need to be improved can be easily identified in performance analysis, regular performance analysis is a report card for institutions. Performance analysis of ODHCs, which facilitate public access to treatment in the health sector, is important.

In this study, the financial performance assessment of 128 ODHCs in Turkey was carried out in GIS. Performance evaluation is based on the variable profit per dentist. The variables affecting profitability per dentist are more; several scaling treatments, surgical treatment, root canal treatment, and fixed prosthesis treatment. In addition to the profit variable per dentist, other variables with a high impact rate were taken into account during the analysis. As a result of the analysis, maps were created where the contribution of these variables to profitability can be seen.

The profitability maps created in the study shows how the variables that affect profitability are distributed on the map. In addition, as a result of evaluating the variables together, factors that are more effective in the profitability of the centers can be determined.

In the maps created in the study, an idea can be obtained about the effect of the variables included in the assessment on profitability. Thanks to the created maps, one or more variables that are effective in the profitability of ODHCs can be determined. If there is more than one variable that is effective in the profitability of the centers, the effect of these variables can be understood.

Factors that are effective in the profitability of each center vary. These differences can be reached when the profitability maps are compared. On the other hand, there are similarities between maps. These similarities are also related to the same reasons.

When the resulting situation is evaluated, it can be seen that different variables are effective in the profitability of the centers located in the same region.

This situation can be considered a surprising finding of the study. It is possible to interpret that there is no

competitive relationship between centers, after examining the spatial patterns that explain financial performance. The fact that the centers are financed by the state is considered to be effective in this situation.

In this study, the financial performance of ODHCs was measured and the importance of variables affecting performance was revealed. As a result of the literature review, there are only a few studies on financial performance analysis on ODHC. It shows that a financial performance analysis for ODHCs that require high amounts of resource use will provide important information that can be used by individuals, institutions, and organizations.

Potential population information from the centers was not taken into consideration in the study. How the financial performance changes by keeping the population information served from the centers under control is also a new research topic. Furthermore, to develop a holistic understanding of the financial performance of the centers, it can also be investigated how variance changes over the years. Thus, more valid findings can be obtained from the financial performance of the health system.

#### Author Contributions

The contributions of the Authors of this article is equal.

#### Statement of Conflicts of Interest

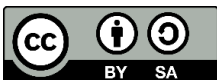
There is no conflict of interest between the authors.

#### Statement of Research and Publication Ethics

Research and publication ethics were complied with in the study.

#### REFERENCES

- Demircan M, Alan İ & Şensoy S (2011). Increasing Resolution of Temperature Maps by Using Geographic Information Systems. *TMMOB Chamber of Surveying and Cadastre Engineers*, Ankara.
- Ercan C, Dayı F & Akdemir E (2013). Financial Performance Evaluation of Public Hospitals: An Application on Association of Public Healthcare. *Asia Minor Studies*, 54-71.
- Gharlipour Z, Sharifirad G, Kazazloo Z, Khoshdani Farahani P & Mohebi S. (2016). Factors affecting oral-dental health in children in the viewpoints of mothers referred to the health centers in Qom city: using the health belief model. *International Journal of Pediatrics*, 4(9), 3449-3460.
- Göçsu S & Hastaoğlu K Ö (2019) Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yönteminde Güç Fonksiyon. *TMMOB Chamber of Surveying and Cadastre Engineers*, Ankara.
- Samut P K (2014). Performance Evaluation by Two-Stage Multi Criteria Decision Making: Integration of AHP and TOPSIS Methods. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 14(4), 57-68.



© Author(s) 2022.

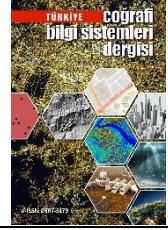
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



# Tarım Arazilerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Toplu Taşınmaz Değerlemesi: Mersin, Mezitli-Bozön Mahallesi Örneği

Bilal Er<sup>\*1</sup>, Sedat Kurugöllü<sup>2</sup>, Fatma Bünyan Ünel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup>Tarım ve Orman Müdürlüğü, Mersin, Türkiye

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, tarımda Türkiye'nin önemli merkezlerinden olan Mersin ili, Mezitli ilçesi Bozön Mahallesi'nde tarım arazileri için piyasa değerine en yakın tahmini yapmaktır. Bunun için çalışma bölgesinde piyasa değerini etkileyen kriterler belirlenerek satılık veya satılmış tarım arazilerinin fiyatları tespit edilmiştir. Ulaşılan kriterlere ait veriler toplanarak matris formatında düzenlenmiş ve normalize edilerek analiz sürecine geçilmiştir. Piyasa değerlerinin analizinde; istatistiki değerlendirme yöntemlerinden Çoklu Lineer Regresyon Analizi ve modern değerlendirme yöntemlerinden Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. İki yöntemden en iyi modeli belirlemek için R2, Ortalama Mutlak Yüzde Hata, Ortalama Mutlak Hata ve Karesel Ortalama Hata olan performans analizleri ile karşılaştırılmış ve en iyi model olarak Yapay Sinir Ağlarına ait performans sonuçları sırasıyla 0.97; 0.17; 0.03 ve 0.01 olarak bulunmuştur. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak Kriging yöntemi ile üç farklı değer haritası oluşturulmuştur. Değer haritaları görsel olarak değerlendirildiğinde piyasa değerine en yakın olanın Yapay Sinir Ağları olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, objektif verilerle tarım arazilerinin değer tahmini yapılarak tarım sektöründe altlık olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır.

### Anahtar Kelimeler:

Tarımsal Arazi  
Coğrafi Bilgi Sistemleri  
Yapay Sinir Ağları  
Çoklu Lineer Regresyon  
Kriging Yöntemi  
Değerleme Haritaları

# Mass Real Estate Valuation of Agricultural Lands with Artificial Neural Networks and Multiple Linear Regression Analysis: Case of Mersin, Mezitli-Bozön Neighborhood

### ABSTRACT

The aim of this study is to estimate closest to market value for agricultural lands in Mersin province, Mezitli district Bozön neighbourhood, which is one of the important centres of Turkey in agriculture. That for, the criteria affecting the market value in the study area were identified and the prices of the agricultural lands for sale or sold were determined. Data belonging to the criteria reached were gathered and arranged in matrix format. The analysis process was started after normalized data. Multiple Linear Regression Analysis, one of the statistical valuation methods, and Artificial Neural Networks, one of the modern valuation methods, were used in the analysis of market values. To determine the best model from the two methods, they were compared with performance analyses which were R2, Mean Absolute Percentage Error, Mean Absolute Error, and Root Mean Squared Error. As the best model, performance results of Artificial Neural Networks were found 0.97; 0.17; 0.03 and 0.01 respectively. In addition, three different value maps were generated with Kriging method by using Geographical Information Systems software. When the value maps are evaluated visually, it has been determined that Artificial Neural Networks are the closest to the market value. This study enabled to be used as a base in the agricultural sector by estimating the value of agricultural lands with objective data.

### Keywords:

Agricultural Land  
Geographical Information Systems  
Artificial Neural Networks  
Multiple Linear Regression  
Kriging Method  
Valuation Maps

### \*Sorumlu Yazar

(bbilalerr@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-8278-1749  
(s.kurugollu@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-7618-3630  
(fatmabunel@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9949-640X

### Kaynak Göster:

Er B, Kurugöllü S & Ünel F B (2022). Tarım Arazilerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Toplu Taşınmaz Değerlemesi: Mersin, Mezitli-Bozön Mahallesi Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 05-14.

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu için toprak, doğumdan ölüme hiç eksilmeden önem arz etmeye devam eden, arzi arttırılamayan bir unsur olmuştur. Zira eski tarihlerde yeni doğan çocuklar için doğal bir kundak olarak kullanıldığı gibi ölümlünde de toprakla birleştirildiği düşünüldüğünde, toprağın insanoğlu için öneminin tartışılmaz boyutta olduğu anlaşılmaktadır.

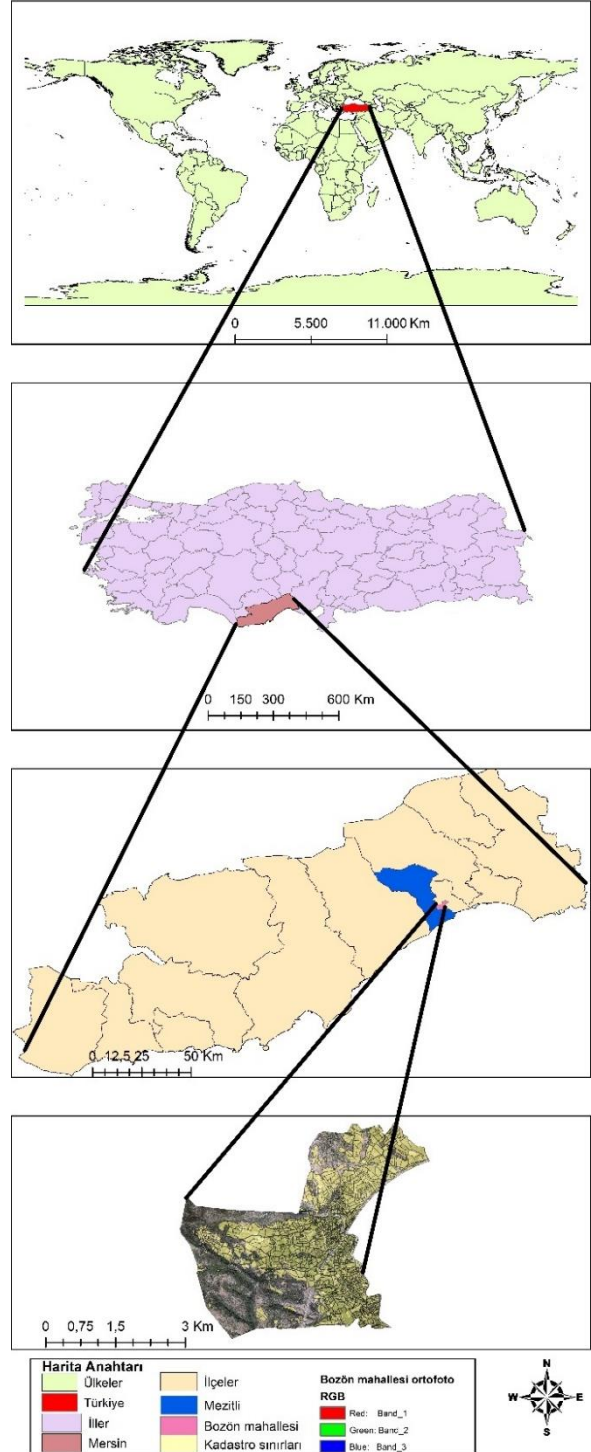
Türkiye’de artan nüfus ve kırsal alandan kentlere göç nedeniyle, son yıllarda tarım sektöründe hayvan sayısının azalması, tahılların üretiminde azalma, işletmelerin küçük ve dağınık olması, optimum seviyede değerlendirilemeyen meralar gibi tarımsal kazanımı olumsuz etkileyen durumlar yaşanmıştır. Kırsal alandaki taşınmazlar, bu kesimde yaşayan insanlar için hem bir yaşama yeri hem de ekonomik bir güç olduğundan, belirli bir öneme sahiptir. Tarımsal üretimin esas ögesi olan arazinin yerleşim, sanayi ve ulaşım gibi sektörlerde kullanımı söz konusu olduğundan, farklı sektörlerden tarım arazilerine talep artışı görülmektedir. Ayrıca kamulaştırma, arazi toplulaştırması gibi kamusal faaliyetlerde de yoğun olarak kullanılan tarım arazilerinin değerlendirme konusu güncelliğini artan bir seyir ile korumaktadır.

Tarım arazilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri yardımıyla değerlemesi konusunda farklı yaklaşımlar ve yöntemler uygulanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları; Tarım arazilerinin kamulaştırma bedellerinin saptanmasında gelir yöntemi uygulanmıştır (Engindeniz vd., 2015), Konya ilinde Çumra ilçesinde yapılan çalışmada ise dört farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar Çoklu Regresyon, Hedonik Fiyat, Analitik Hiyerarşi süreci, Gri İlişkisel analiz ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Karakayacı, 2011). İzmir ilindeki tarım arazilerin değerlendirme çalışmasında Hedonik yöntem kullanılmıştır (Öztürk vd., 2017). taşınmaz değerlemede Yapay Sinir Ağı kullanılan çalışmalarda kullanılmıştır (Saraç, 2012; Ambika vd., 2020).

Gelişen ve değişen dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de güçlü ve dinamik bir tarım endüstrisi için günümüz teknolojisinin sağladığı katkı ve kolaylıklardan önemli seviyede yararlanılmaktadır. Bu amaçla taşınmaz değerlendirme çalışmalarında da ürün desenlerinin belirlenmesinde, yüzölçümü ve mülkiyet durumlarının tespitinde ve iyi analiz edilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri tekniklerinden yararlanılması kaçınılmazdır. Mersin ili bulunduğu coğrafi konumu, iklimi, arazi yapısı ve yetiştirilen ürünler açısından diğer illere oranla zengin bir hüviyete sahiptir. Mersin Türkiye’nin güneyinde Akdeniz Bölgesinde yer alan iklim yapısı ve tarımsal arazileri ile önemli bir tarım kenti olduğu gibi tarıma dayalı sanayi gelişme alanlarının yoğunluğu ile de cazibe merkezi olarak dikkat çekmektedir. Mezitli ilçesi, Bozön Mahallesi de bulunduğu coğrafi konum itibari ile arazi çeşitliliği ve değer değişkenliğine sahiptir.

Arazi, tarımsal faaliyetin ana materyali olduğundan, konum verisi olarak büyük öneme sahiptir. Bir parselin değeri, parselin sahip olduğu özelliklerle, konumu ile doğrudan ilişkilidir. Değere etki eden bu özelliklerin etki

derecelerini belirlemek için bu kriterler belirlenmeli ve coğrafi konumları bir harita üzerinde gösterilmelidir (Karakayacı, 2011). CBS teknolojisi ile taşınmaz değerlendirme yöntemleri birlikte kullanıldığında, taşınmazların değerleri tarafsız kriterler ışığında yüksek doğruluklarla tahmin edilebilmektedir (Deveci & Yılmaz, 2009). Coğrafi bir varlık olan taşınmazların konumlarının ve çevresel kriterlerin taşınmaz değerlerine yapacakları olumlu ya da olumsuz etkileri, optimum bir şekilde CBS ile belirlenebilmektedir (Çoşar & Engindeniz, 2011). Değerleme çalışmalarında CBS yardımıyla değer haritaları oluşturularak karşılaştırmalar yapılabilmektedir.



Şekil 1. Bozön Mahallesi'nin konumu

Çalışmada, Mersin ili Mezitli İlçesi Bozön Mahallesi'ndeki tarım arazi değerleri iki farklı modelle tahmin edilmiştir. Bunun için arazinin niteliği, arazi kullanım kabiliyeti, yüzölçümü, sulama durumu, yerleşim merkezine uzaklığı, yola uzaklığı, eğim ve bakı kriterleri kullanarak sözel ve sayısal bilgilerine puanlar verilmiştir. Verilere normalizasyon işlemi uygulanmış ve veriler SPSS programında Çoklu Lineer Regresyon Analizi Yöntemi (ÇLR) ile MATLAB programında Yapay Sinir Ağları yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. ArcGIS ortamına aktarılan verilerin jeostatiksel analizi için Kriging/CoKriging yöntemi kullanılarak Piyasa Değeri, ÇLR ve YSA değer haritaları üretilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Mersin İli, Mezitli İlçesi Bozön Mahallesi (Şekil 1) olarak seçilmiştir. Akdeniz İkliminin

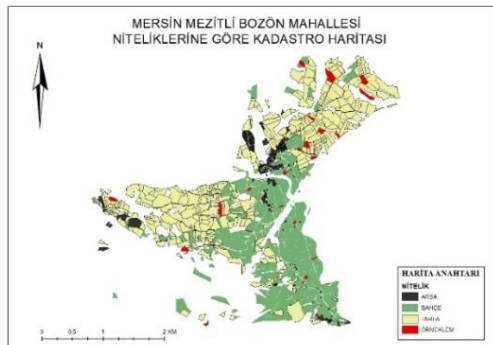
**Tablo 1.** Modelde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenler

Sıra No	Değişken	Kriterler	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Sapması
1	Bağımlı Değişken	Tarım Arazisinin Fiyatı (Piyasa Değeri) (TL)	84,053	1,914,545	631,993	517,825
2		Nitelik	1	4	2.59	1.27
3		Arazi Kullanım Kabiliyeti	2	8	5.08	2.23
4		Tapu Yüzölçümü (m <sup>2</sup> )	280	20,480	5,474.74	5,130.36
5	Bağımsız Değişken	Sulama Durumu	0	1	0.92	0.27
6		Yerleşim Merkezine Uzaklık	0	5	2.77	1.63
7		Yola Uzaklık	0	5	4.08	1.22
8		Eğim	3	5	4.08	0.7
9		Bakı	1	3	2.08	0.8

**Tarım Arazisinin Fiyatı:** Çalışma alanı içerisinde satışa sunulan ve satılmış olan 39 tarım arazisi baz alınmış ve bunların fiyatları bağımlı değişkeni oluşturmuştur.

Bağımsız değişkenlerle ilgili yapılan çalışmalar ise şu şekildedir:

**Nitelik:** Limon bahçesi, Narenciye bahçesi, Zeytinlik ve Tarla olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 2). Piyasa değerinin yüksek olması itibarıyla en yüksek puan 4 puanla limon bahçesine, diğer narenciye bahçelerine 3 puan, zeytinliklere 2 puan, tarla arazilerine de 1 puan verilmiştir.



**Şekil 2.** Bozön Mahallesi nitelik ve örnek alanları

etkisi altında, yıllık ortalama yağıışı 617.5 mm, ortalama sıcaklığı 18.5°C'dir (MGM, 2021). Yörede açık tarlada sebze (domates, biber, ıspanak, maydanoz, nane, patlıcan vb.) ve meyve yetiştiriciliği (narenciye, zeytin, erik, kayısı vb.) gibi tarımsal faaliyetler yapılmaktadır.

### 2.2. Verilerin Analize Hazırlanması

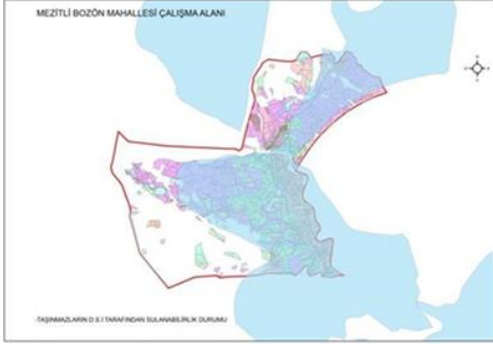
Toplu taşınmaz değerlendirme yöntemlerinden olan Çoklu Lineer Regresyon Analizi (ÇLR) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerini oluşturmak için, bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin oluşturulması gereklidir. Modellerde kullanılan Bağımlı ve Bağımsız değişkenler Tablo 1'de verilmiştir. Daha önceki çalışmalarda belirlenen kriterler göz önüne alınarak değerlendirme yapılırken bu kriterlerin kullanılmasına karar verilmiştir (Çoşar & Engindeniz, 2011; Sisman vd., 2013).

Arazi yeteneği sınıflamasında, "Yetenek Sınıfları" I. Sınıftan başlayarak VIII. Sınıfa kadar Romen rakamları ile gösterilirler. Sınıflara bütün topraklar yerleştirilirler. Birinci sınıftan başlayarak sınıf yükseldikçe sınırlayıcı kriterlerin çeşidi, şiddet ve derecesi ve kullanma tehlikeleri artar. I, II, III ve IV. Sınıflara giren arazileri iyi bir toprak yönetimi ve bazı toprak koruma önlemleri almak koşuluyla işleyerek tarım kültürüne elverişlidir. V., VI. ve VII. Sınıf araziler ise toprağı işleyerek tarım kültürüne uygun bulunmayıp ancak çayır, mera ve ağaç yetiştiriciliği için yeteneklidir. Bununla birlikte V. ve VI. Sınıflarda bazı özel meyve türleri ve sebzeler yetiştirilebilir. VIII. Sınıf arazilerden ise hiçbir bitkisel ürün alınmaz.

**Arazi Kullanım Kabiliyeti (AKK):** 8 sınıfa ayrılmış olan Arazi Kullanım Kabiliyeti verisi (Şekil 3) en iyi olan 1 numaralı araziden 8 numaralı sınıfa doğru tarıma uygunluğunu kaybetmektedir. Bu kapsamda yapılan puanlama ile ilgili en iyi sınıfa yani I. Sınıf olan araziye 8 puan verilmiştir. En kötü VIII. Sınıf olan araziye ise 1 puan verilerek dağılım sağlanmıştır. Puanlama aşağıdaki Tablo 2'deki gibi yapılmıştır.

**Tapu Yüzölçümü:** Kadaströ verisinde bulunan tapu yüzölçümleri kullanılmıştır.

**Sulama Durumu:** Sulama verisinde (Şekil 4) arazinin sulanan sınırlar içerisinde yer alıyorsa 1 puan almıyorsa 0 puan verilerek dağılım sağlanmıştır.

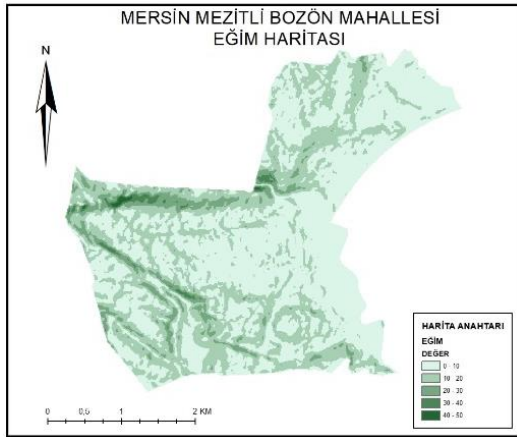


**Şekil 4.** Çalışma Alanını kapsayan Devlet Su İşleri Sulama Haritası

**Yerleşim merkezine uzaklık:** Bozön Mahallesi yerleşme alanına olan uzaklığı dikkate alınarak bir puan dağılımı yapılmıştır. 0-199 metre arasına 5 puan, 200-599 metre arasına 4 puan, 600-999 metre arasına 3 puan, 1000-1499 metre arasına 2 puan, 1500-2000 metre arasına 1 puan, 2000 metreden fazla mesafedeki araziye 0 puan verilmiştir.

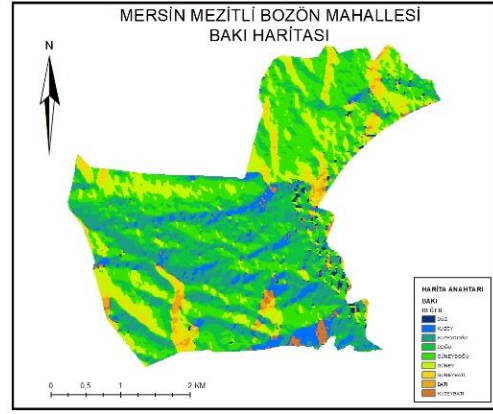
**Yola uzaklık:** Bozön Mahallesi'nden geçen otoban yolu ile mahalle merkezine giden yol önemli kabul edilmiş ve bu yollara olan uzaklığa göre puan dağılımı yapılmıştır. 0-199 metre arasına 5 puan, 200-399 metre arasına 4 puan, 400-599 metre arasına 3 puan, 600-799 metre arasına 2 puan, 800-1500 metre arasına 1 puan ve 1500 metreden fazla mesafeye 0 puan verilmiştir.

**Eğim:** Oluşturulan eğim haritasında (Şekil 5) arazinin çoğunluğu hangi yüzde aralığında kalıyorsa o kabul edilerek şu şekilde dağılım yapılmıştır. 0-4 arasına 5 puan, 5-9 arasına 4 puan, 10-14 arasına 3 puan, 15-19 arasına 2 puan, 20-25 arasına 1 puan ve 25 ten fazla eğimli alana 0 puan verilmiştir.



**Şekil 5.** Bozön Mahallesi Eğim haritası

**Bakı:** Oluşturulan bakı haritasında (Şekil 6) arazinin çoğunluğunda hangi kısım daha fazlaysa o kabul edilerek dağılım yapılmıştır. Kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı yönleri 1 puan; düz, doğu, batı yönleri 2 puan; güney, güneydoğu, güneybatı yönleri 3 puan olarak verilmiştir.



**Şekil 6.** Bozön Mahallesi Bakı haritası

Belirlenen kriterler ve karşılık gelen puanları tablo şeklinde aşağıda yer almaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Kriterlerin Puanlanması

Kriter	Mevcut Durum	Puan
Nitelik	Limon	4
	Narenciye	3
	Zeytin	2
	Tarla	1
Arazi Kullanım Kabiliyeti	I. Sınıf Arazi	8
	II. Sınıf Arazi	7
	III. Sınıf Arazi	6
	IV. Sınıf Arazi	5
	V. Sınıf Arazi	4
	VI. Sınıf Arazi	3
	VII. Sınıf Arazi	2
	VIII. Sınıf Arazi	1
Sulama Durumu	Mevcut	1
	Mevcut değil	0
Bakı	Kuzey, Kuzeydoğu, Kuzeybatı	1
	Doğu, batı, düz	2
	Güney, güneydoğu, güneybatı	3
Yerleşim merkezine uzaklık (m)	0-199	5
	200-599	4
	600-999	3
	1000-1499	2
	1500-2000	1
	>2000	0
Yola uzaklık (m)	0-199	5
	200-399	4
	400-599	3
	600-799	2
	800-1500	1
Eğim (%)	>1500	0
	0-4	5
	5-9	4
	10-14	3
	15-19	2
	20-25	1
>25	0	

## 2.2.1. Verilerin normalizasyonu

ÇLR analizi ve YSA analizi için bağımlı ve çoklu bağımsız değişkenlerden oluşan ham verinin, 0-1 arasında normalizasyonu yapılır. Eşitlik (1) kullanılarak normalizasyon işlemi uygulandığında verilerin değer



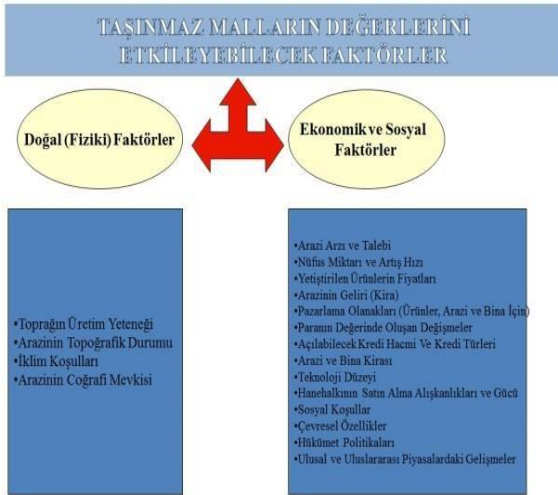
aralığı  $0 \leq x \leq 1$  olmaktadır (Yavuz & Deveci, 2013). Bu çalışma için toplanan 39 tarım arazisine ait veriler 0-1 arasında normalize edilmiştir.

$$X'_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

### 2.3. Taşınmaz Değerleme Yöntemleri

Değerleme; mal, gelir ve haklara bilimsel yöntemlere göre değer biçilmesi tekniğidir. Bir taşınmazın veya bir taşınmaza bağlı hak ve faydaların belli bir tarihteki muhtemel değerinden bağımsız ve tarafsız olarak takdir edilmesi veya hizmetin meydana getirilmesi için gerekli tutardır. Tarımsal vasıflı taşınmazların arazi değerlerini etkileyecek kriterleri Şekil 7'de listelenmiş olup değer tespitinin kullanım amaçları ise aşağıda sıralanmıştır (Mülayim, 2001):

- Serbest alım-satım işlemleri,
- Kira tespiti işlemleri,
- Taşınmaz mal ipotegi karşılığı tarım, sanayi ve ticari kredilerin alınması,
- Kamulaştırma işlemleri,
- Tarımsal arazilerin mülkiyet ve biçimlerinin düzenlenmesi,
- Sigorta,
- Arazi, arsa ve binaların vergi değerlerinin takdiri
- Mirasla ilgili konular,
- Zarar ve kayıp değerlerinin saptanması,
- Çevre etki değerlendirmesi,
- Tarımsal muhasebe,
- Taşınır malların bedellerinin takdiri.



Şekil 7. Taşınmaz değerlerini etkileyebilecek kriterler

Taşınmaz değerlendirme yöntemlerini; klasik, istatistiksel ve modern yöntemler olmak üzere üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

#### 2.3.1. Klasik yöntemler

Taşınmaz değerini belirlemek amacıyla değişik yöntemler olsa da en çok kabul gören klasik yöntem emsal (satış) karşılaştırma, gelir ve maliyet yöntemleridir. Değerleme amacıyla belirlenecek yöntem, değeri belirlenecek taşınmazın özelliklerine göre

belirlenir (Üngüt, 2017). Emsal taşınmazların karşılaştırması yapılarak emsal değeri bulunmaktadır. Taşınmazların değeri ile onların beklenen gelirler arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması yoluyla değer tahmini yapılmaktadır. Bir yapının değerinin onun inşaa maliyetinden daha fazla olmayacağı esasına dayanmaktadır. Karma yöntem (puanlama yöntemine) göre taşınmazın değeri, o taşınmaz ile bağlantılı kriterler yardımıyla belirlenmektedir.

#### 2.3.2. İstatistiksel yöntemler

İstatistiksel değerlendirme yöntemleri; regresyon, hedonik ve nominal olarak sıralanmaktadır (Unel & Yalçır, 2013; Alpaslan, 2015). Hedonik modeller malların aynı cinsten olduğu ihtimaline dayanan hedonik fiyatlandırma yöntemi, aynı cins malların fiyatlarındaki farklılıkları ve söz konusu fiyat farklılıklarına etki eden unsurları açıklamada önemli sonuçlar ortaya koymaktadır (Yayar & Karaca, 2014). Nominal Değerleme Yöntemi arazi ve arsa düzenlemelerinin kullanılması gelen hesaplarında, düzenlemeye giren alan esasını oluşturmakta, buna bağlı olarak mal sahiplerine yeniden dağıtım yapılmaktadır (Yomralıoğlu vd. 2007).

#### Çoklu Lineer Regresyon Analizi Yöntemi (ÇLR)

Günlük hayatın farklı alanlarında herhangi bir çalışma ile toplanan veriler tablo şekline getirilerek incelenir ve toplanan veriyi modelleyen bir fonksiyon bulmaya çalışılır. Çoğu zaman bu veri tablosuna tam olarak uyan bir fonksiyon bulunamaz, veri tablosuna en iyi uyan fonksiyon tespit edilmeye çalışılır. Bir veri tablosuna en iyi uyan fonksiyonu bulma sürecine regresyon analizi denir. Regresyon yöntemi, taşınmaz değerinin önemli belirleyicilerinin tanımlanması ve miktarının ölçülmesi için taşınmazın, ilgili karakteristiklerle birlikte değerlendirilmesini sağlayan istatistiksel bir teknik olarak tanımlanır (Ergin, 2013).

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de  $Y$ , tarım arazisinin değeri (TL/da);  $b_0$ , sabit parametre;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  arazinin değerini etkileyen kriterler; ve  $b_1, b_2, \dots, b_n$  kriterlerin katsayıları olarak ele alınmıştır. Veriler doğrultusunda değeri etkileyen kriterler doğrusal (lineer), üstel, logaritmik ve kuadratik gibi modellerde denenerek doğrusal model uygun olarak bulunabilmektedir (Karakayacı, 2011).

#### 2.4. Modern yöntemler

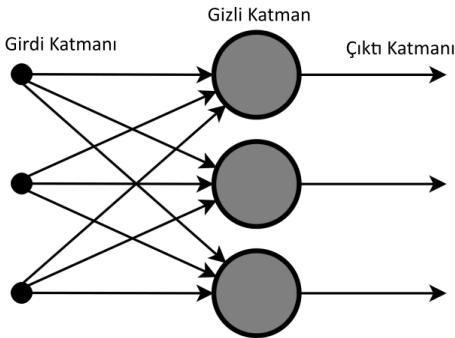
Taşınmazın değerlendirilmesi yapılırken birden fazla modern yöntem kullanılabilir. Bulanık mantık yöntemi ile günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri modelleme ve hesap yapılırken işin içine katma ihtimali ortaya çıkmaktadır. Sözel verilerin nasıl yorumlanacağı konusunda modellenmesi ve matematiksel olarak basit analizlerle kontrol altına alınmasına çalışılmaktadır. Bilgisayar destekli kitle değerlendirme (Computer Assisted Mass Appraisal-CAMA) olarak da bilinir. Bilgisayarlı coğrafi bilgi sistemleri CBS (Geographic Information Systems-GIS)de CAMA'nın kullanımını kolaylaştırmaktadır.

## Yapay Sinir Ağları Yöntemi (YSA)

İnsan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. Basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli taklit edilmiştir. Yani biyolojik nöron hücrelerinin ve bu hücrelerin birbirleri ile arasında kurduğu sinaptik bağın dijital olarak modellenmesidir. Yapay sinir ağının öğrenme sürecinde temel olarak üç adım bulunmaktadır. Çıktıları hesaplama, Çıktıları hedef çıktılarla karşılaştırmak ve hatayı hesaplamak, Ağırlıkları değiştirerek süreci tekrarlamaktır. YSA'nın eğitimi sürecinde her biri ayrı aşama olan ve ağın yapısına, işleyişine ilişkin şu kararların verilmesi gerekir (Saraç, 2012);

- Ağ mimarisinin seçilmesi ve yapı özelliklerinin belirlenmesi (katman sayısı, katmandaki nöron sayısı gibi)
- Nöron fonksiyonların karakteristik özelliklerinin belirlenmesi
- Öğrenme algoritmasının seçilmesi ve parametrelerin belirlenmesi
- Eğitim ve test verisinin oluşturulması
- YSA'nın eğitimi ve testi.

Yapay sinir ağları modelinin veri giriş (girdi) katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı şeklinde başlıca üç bileşeni vardır (Şekil 8).



Şekil 8. Yapay Sinir Ağları Model bileşenleri

Girdiler, değerlendirilmesi yapılan taşınmaz ile diğer taşınmazlar arasındaki farklılıklara işaret eder. Ayrıca elde bulunan verilerin biri aylık diğer veri yıllık bir başka veri çeyrek zamanlı tutulmuş olabilir. Değerleme yöntemleri bunlar arasındaki ilişkilerin kurulabilmesine olanak tanımaktadır (Üngüt, 2017).

## 2.5. Performans Analizleri

Performans analizleri, veri setindeki değer ile kullanılan analizi sonucunda modelden elde edilen değerler karşılaştırılır. Bu karşılaştırma işlemi modelin performansı incelenir. Ortalama Mutlak Yüzde Hata (OMYH), tahmin hatalarının mutlak değerlerinin piyasa değerlerine oranının ortalaması hesaplanır (Çuhadar vd., 2009).

Karesel Ortalama Hata (KOH), tahmin hatalarının kareleri alınıp ortalamalarının karekökten çıkarılmak suretiyle hesaplanır. Ortalama Mutlak Hata (OMH) ise, tahmin hatalarının mutlak değerlerinin ortalamasıdır (Toprak, 2004).

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (3)$$

$$KOH = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (4)$$

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (5)$$

Eşitlik (3), (4) ve (5)'de geçen ifadeler aşağıdaki şekilde verilmiştir;

$y_i$  = Piyasa değerleri,

$\hat{y}_i$  = Model değerleri,

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  = Seçilmiş örneklem sayısı

## 3. UYGULAMA

### 3.1. Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Fiyat Tahmini

Normalize edilmiş veriye SPSS yardımıyla Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) Analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda  $R^2$  değeri 0.9426 olup, 1'e çok yakın olduğundan modelin bağımsız değişkenler tarafından iyi açıklandığı tespit edilmiştir.

SPSS paket programında Çoklu Lineer Regresyon Analizinin modeli oluşturulmuştur. Yüzölçümü piyasa değerini en çok etkileyen kriter olup, 1 birim değiştiğinde değer 1.079 oranında artacaktır. Yüzölçümü, eğitim ve AKK 0.10 düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre tarım arazilerinin değeri, yüzölçümleri ile orantılı ve pozitif yönde etkili olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. SPSS Çoklu Lineer Regresyon Analiz Modeli

Model	Katsayılar <sup>a</sup>				
	Standartlaştırılmış			T	Anlamlılık
	Standartlaştırılmış Katsayılar	Std. Hata	Beta		
(Sabit)	.006	.064	.099	.099	.922
Sulama	-.011	.067	-.011	-.166	.869
Yerleşim	-.044	.045	-.051	-.972	.339
Yol	.032	.078	.028	.410	.685
Eğitim	.072	.037	.090	1.932	.063
Baki	.006	.042	.009	.151	.881
AKK	-.074	.041	-.097	-1.824	.078
Nitelik	.037	.033	.055	1.104	.278
Yüzölçümü	1.079	.067	.969	16.159	.000

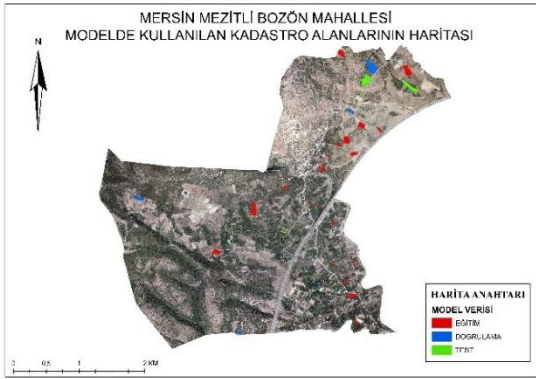
a. Bağımlı Değişken: Fiyat

Çok Lineer Regresyon Analiz Modelinin performans analizi sonuçları incelendiğinde; OMYH 0.30; KOH 0.00; OMH 0.04 çıkmıştır.

### 3.2. Yapay Sinir Ağları ile Fiyat Tahmini

Regresyon analizinde kullanılan verilerin MATLAB üzerinden yapay sinir ağları analizi yapılmıştır. Elde bulunan verinin %70'i eğitim verisi, %15'i doğrulama verisi ve %15'i test verisi olarak kullanılmıştır. Analiz adımlarında 5 tane gizli katman seçilmiştir. Bu katman seçimi verinin öğrenilmesi konusunda değişik sonuçlar verebilmektedir. MATLAB programında varsayılan olarak Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Sonuç olarak çıkan değerlerden anlamlı olan R değeridir. Daha iyi sonuç vermesi adına  $R^2$  değerine dönüşmesi için karesi alınır. Eğitim verileri yüzde 99 düzeyinde modeli öğrenmiştir. Doğrulama verileri modeli yüzde 99 oranında doğrulamaktadır. Test verileri de modeli yüzde 96 oranında doğrulamaktadır. Toplam olarak modelin doğruluğu yüzde 97 olarak çıkmaktadır. Model, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında bağlantıyı açıklamaktadır.

Veriler arasında rastgele 27 eğitim verisi, 6 doğrulama verisi, 6 test verisi seçilerek model oluşturulmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Örneklem için alınan verilerin (Eğitim, Doğrulama ve Test konumları)

Modeli doğrulama ve test etmek için 12 veri ayrılmıştır. Tabloda (Tablo 4) eğitim, doğrulama ve test verilerinin  $R^2$  değeri ile hata değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4. YSA verilerinin performans analizi

#	$R^2$	OMHY	OMH	KOH
Eğitim	0.99	0.12	0.01	0.00
Doğrulama	0.99	0.23	0.07	0.01
Test	0.96	0.35	0.07	0.01

Oluşturulan yapay sinir ağları modelinden eğitim, doğrulama ve test verilerini aynı grafik üzerinden  $R^2$  değeri 0.97 olarak bulunmuştur. Modelin hata durumları ise OMYH 0.17 OMH 0.03 ve KOH değeri 0.00 olarak çıkmıştır. Modelin 39 veriyle iyi bir sonuç çıkardığını söylenebilir.

### 3.3. Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile Yapay Sinir Ağlarını Karşılaştırma

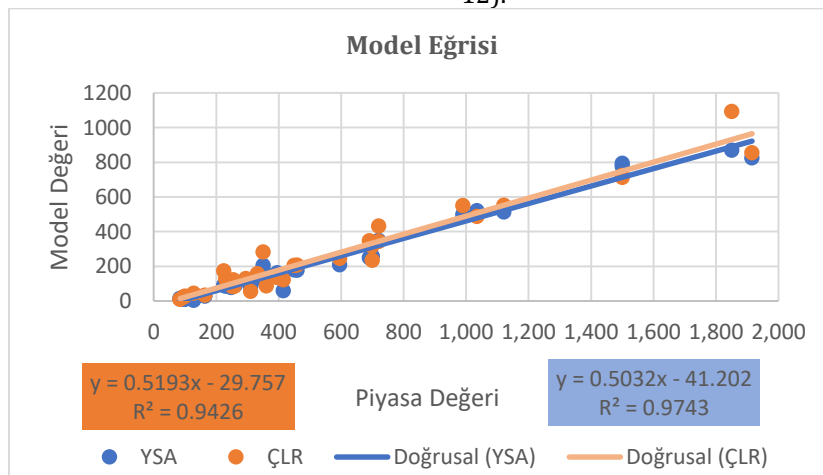
Çoklu regresyon analizi tahmin sonuçları ile yapay sinir ağları analizi tahmin sonuçlarının  $R^2$ , ortalama mutlak yüzde hata (OMHY), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve Karesel Ortalama Hata (KOH) (Tablo 5) değerlendirildiğinde, Yapay sinir ağları modelinin daha başarılı sonuç verdiğini söylemek doğru olur (Şekil 10). Tahmin değerlerinin piyasa değerlerine ne oranda yaklaştığı, performans analizleri ile tespit edilmiştir.

Tahmin edilen değerlerin aynı tablo üzerindeki dağılımında çoğunlukla birbirlerine paralellik gösterdiği söylenebilir (Şekil 10).

Tablo 5. ÇLR ve YSA performans analizleri

	$R^2$	OMHY	OMH	KOH
ÇLR	0.94	0.30	0.04	0.00
YSA	0.97	0.17	0.03	0.00

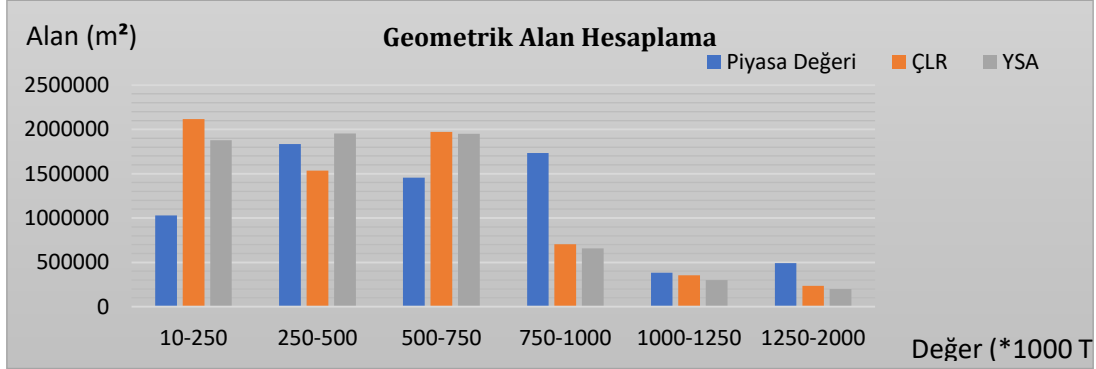
Gerçek fiyat değerlerini tahmin edebilmek için istatistikî ve modern yöntemler kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemlerin değerlendirilmesi için ArcGIS 10.5 üzerinden jeostatistik analiz (Geostatistical Analyst) modülünden Kriging/CoKriging metodu kullanılarak değerlendirme haritası oluşturulmuştur (Şekil 12).



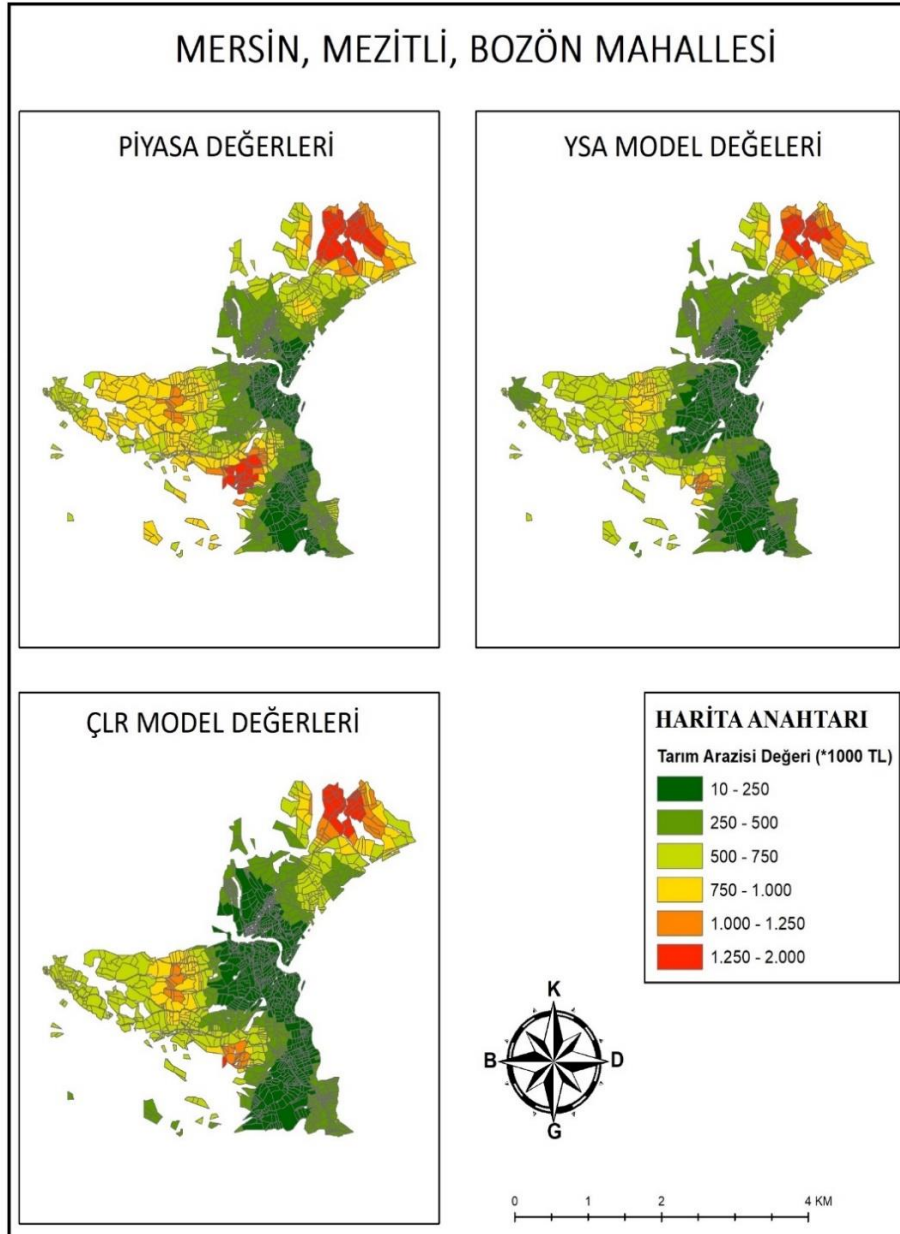
Şekil 10. Piyasa değeri ile modeller arasındaki ilişkiyel grafik

Piyasa değerleri ile modellerden tahmin edilen değerleri görsel olarak karşılaştırabilmek için konumsal ilişkilendirme sonucunda haritalar üretilmiştir. Haritada altı değer sınıfı kullanılmıştır. Değer sınıfları arasında kırmızı tonlar bölgenin kuzeydoğu kesiminde yoğunluk kazanmıştır. Diğer değer sınıfları dağılımlarında YSA ile yapılan modelin daha doğru sonuç verdiği görülmektedir. (Şekil 12).

ArcGIS üzerinden değer sınıfların geometrik alanları hesaplanmıştır (Şekil 11). Hesaplamalar sonucunda piyasa değerlerine en yakın YSA model değerleri olmuştur. ÇLR model değerleri açık yeşil sınıfında YSA model değerine göre daha iyi göstermiştir. Bu sınıftaki fark üç katından fazladır. YSA model değerleri ile oluşturulmuş değer haritası piyasa değerlerine daha yakın olarak çıkmıştır.



Şekil 11. Geometrik alan hesaplaması (Piyasa değeri, ÇLR, YSA)



Şekil 12. Bozön Mahallesi Piyasa Değeri, ÇLR Modeli, YSA Modeli değer haritası

#### 4. SONUÇLAR

Mersin ilinin Mezitli ilçesinde bulunan Bozön Mahallesi sınırları içerisindeki internet ortamından ve piyasadan elde edilen tarım arazisi değerleri, hâlihazır verilerle işlenerek istatistikî yöntem olarak Çoklu Regresyon Analizi (ÇLR) ile modern yöntem olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılıp tahmin edilmiştir. Model değerlerinden hazırlanan haritalar incelendiğinde, YSA sonuçlarının piyasa değer haritasını daha iyi yansıttığı söylenebilir. Değerler detaylı değerlendirildiğinde, R<sup>2</sup> değeri ve performans analizleri ÇLR modelinin daha başarılı olduğu sonucunu göstermiştir. Modellerin yaklaşık olarak ÇLR R<sup>2</sup> değeri %94, YSA R<sup>2</sup> değeri %97 ile bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamada YSA modeli daha başarılı olmuştur.

Bu bilgiler ışığında, parsel verilerinin ve açıklayıcı kriterlerinin artırılması durumunda modeller daha iyi sonuçlar verebilir.

ÇLR modeli ve YSA modelinin kullanılması, bu modellerin piyasa değerleri ile anlamlı değer haritalarının oluşturulması ve karşılaştırılması, tarım arazilerinin değerlendirilmesi açısından daha teknik ve bilimsel kazanımlara olanak vermiştir. Gelecek çalışmalarda tarım arazilerinin kriterleri artırarak satışa konu olan piyasa örneklemeleri gözlenip mevcutlar da ilave edilerek farklı yöntemlerle değer tahmini yapılması öngörülmektedir. Ayrıca çıplak tarım arazisinin değeri ile üzerinde ağaç bulunan tarım arazisinin değeri farklı olduğu için ağacın türü ve sayıları dikkate alınarak toplu taşınmaz değerlendirme yapılması planlanmaktadır.

#### BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Yazarlar, konumsal ve metinsel bilgiler için İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne teşekkür ederler.

#### Yazarların Katkısı

**Bilal ER;** veri düzenleme, analizler, görselleştirme, yazma **Sedat KURUGÖLLÜ;** literatür tarama, veri toplama, yazma ve **Fatma BÜNYAN ÜNEL;** yorumlama, düzenleme şeklinde makaleye katkı sunmuşlardır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar/lar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### KAYNAKÇA

Alpaslan H İ (2015). TMS/TFRS Kapsamında Gayrimenkul Değerleme ve Gerçeğe Uygun Değerin Tespitinde Emsal Karşılaştırma ve Gelir İndirgeme Yöntemleri Üzerine Bir Uygulama. *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 17-35.

- Ambika B J, Bindush U S, Chandra Mouli C V & Hemnath Sai D (2020). Multi-Layer Artificial Neural Network for Estimating. *Real-Estate Prices*, 11(0976), 29-30.
- Çoşar G Ö & Engindeniz S (2011). Tarım Arazilerinin Değerlemesinde Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanma Olanakları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3), 283-90.
- Çuhadar M, Güngör İ, Göksu A (2009). Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 99-114.
- Deveci E & Yılmaz İ (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşınmaz Mal Değerlemesi: Afyonkarahisar İl Merkezi Örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 33-47.
- Engindeniz S, Cansu B & Betül S (2015). Tarım Arazilerinin Kamulaştırma Bedellerinin Saptanmasında Gelir Yönteminin Uygulanmasıyla İlgili Anlaşmazlıklar. *TMMOB Harita Mühendisleri Odası, 15. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı*, 25-28 Mart 2015, Ankara.
- Ergin M (2013). Gayrimenkul Türlerine Göre Değerleme Raporlarının Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 228s.
- Karakayacı Z (2011). Tarım Arazilerinin Değerlemesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması: Konya İli Çumra İlçesi Örneği. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 302 s.
- MGM, (2021). İllere Ait Mevsim Normalleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), [15 Mart 2021] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MERSIN>
- Mülayim Z G (2001). Tarımsal Değer Biçme ve Bilirkişilik. *Yetkin Yayınları*, ISBN 978-975-464-054-0.
- Öztürk G, Engindeniz S & Bayraktar Ö V (2017). İzmir Deki Sulanabilir Tarım Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Selçuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 31(3), 75-87.
- Saraç E (2012). Yapay Sinir Ağları Metodu ile Gayrimenkul Değerleme. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 84 s.
- Sisman Y, Eevli S & Sisman A (2013). Arsa ve Arazi Değerlemede Yapay Değişkenli Regresyon Uygulaması: Samsun-Antalya Örneği. *14. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu*, Saraybosna.
- Toprak F (2004). Akarsularda Boyuna Dispersiyon Katsayılarının Bulanık Mantık Yöntemi ile Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 153s.
- Unel F B & Yalçın S (2013). Grouping and Analysing of Real Estate Valuation Approaches. *International Journal of Multidisciplinary Thought*, 3(1), 171-182.

Üngüt B (2017). Gayrimenkul Değerleme İklimi. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, 127 s.

Yavuz S & Deveci M (2013). İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 167-187.

Yayar R & Karaca S S (2014). Konut Fiyatlarına Etki Eden Faktörlerin Hedonik Modelle Belirlenmesi: TR83 Bölgesi Örneği. *Ege Akademik Bakış*, 14(4), 509-518.

Yomralıoğlu T, Nişancı R & Uzun B (2007). Raster Tabanlı Nominal Değerleme Yöntemine Dayalı Arsa-Arazi Düzenlemesi Uygulaması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 2-6 Nisan 2007, Ankara.



© Author(s) 2022.

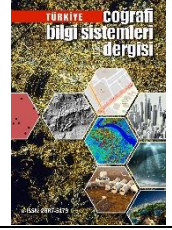
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



# Farklı Meteorolojik İstasyonlara Ait Yağış Değerlerinin Haritalanmasında Etkenliğin Arttırılmasına Dair Bir Uygulama

Büşra Doğru<sup>\*1</sup>, Cumhuriyet Güngöroğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi Programı, Karabük, Türkiye

<sup>2</sup>Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye

### ÖZ

#### Anahtar Kelimeler:

Schreiber Formülü  
Yağış Etkenliği  
Mekânsal Ağırlıklı Yağış  
Haritalaması

Ekoloji ve arazi planlamalarına dayalı araştırmalarda farklı meteorolojik istasyonlardan alınan yağış değerlerinin araştırma sahasını en yüksek derecede temsil etmesi beklenmektedir. Bu amaçla Schreiber veya CBS tabanlı enterpolasyon teknikleri uygulanmaktadır. Seçilen her bir yöntemin zayıf ve güçlü yönleri bulunabilmektedir. Bu çalışmada 1785 m yükselti farkı bulunan dağlık bir alanda yayılış yapan orman tiplerinin yağışa bağlı yetişme ortamı şartlarının daha yüksek bir doğrulukla karakterize edilebilmesi için, farklı istasyonlara ait yağış miktarlarının sahaya dağılımında etkenliklerinin arttırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla Schreiber yönteminin etkenliğinin istasyonların sahaya olan mesafesi ve buldukları rakıma göre arttırılması sağlanmıştır. Bu çalışmada Schreiber ve IDW yöntemine ait yağış haritaları aynı saha için üretilmiştir. Coğrafi orta merkez uygulaması yaklaşımının geliştirilmesiyle uygulanan Schreiber yöntemine göre saha içerisindeki minimum ve maksimum yağış değerleri arasında 76,5 mm fark bulunurken, IDW yöntemiyle bu farkın 17 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen yöntemin yükselti farkı bulunan yerel dağlık bir arazi için daha uygun olacağı öngörülmüştür.

# An Application for Increasing the Efficiency in the Mapping of the Precipitation Values of Different Meteorological Stations

#### Keywords:

Schreiber Method  
Precipitation Efficiency  
Spatial Weighted Mapping of  
Precipitation

### ABSTRACT

It is expected that rainfall values obtained from different meteorological stations will represent the research area at the highest level in ecology-based and land planning studies. Depending on this, methods like Schreiber or various interpolation techniques based on GIS are applied. Each method chosen can have its own strengths and weaknesses. In this study, it is aimed to characterize with a higher accuracy the habitat conditions of different forest types spreading in a mountainous region due to rainfall. It has been ensured that the effectiveness of the distribution of rainfall provided from different stations across the area is increased. For this purpose, the effectiveness of the Schreiber method has been increased according to the distance of the stations to the area and their altitude. Two mappings were made for the same site, using the method performed in this study and the IDW method. There is an elevation difference of 1785 m between the lowest and highest points of the area. In the mapping made by both methods, it was seen that there is a significant difference between the minimum and maximum values. With the method developed, while there was a 76,5 mm difference between the minimum and maximum values in the distribution of the monthly precipitation, but, it was determined that this difference was 17 mm with the IDW method. It is predicted that the method carried out in this study will be more suitable for a local mountainous terrain with a difference in altitude.

#### \*Sorumlu Yazar

\*(bsr.dgr.6978@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-1272-0772  
(cumhurgungoroglu@karabuk.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-3932-3205

#### Kaynak Göster:

Doğru, B & Güngöroğlu C (2021). Farklı Meteorolojik İstasyonlara Ait Yağış Değerlerinin Haritalanmasında Etkenliğin Arttırılmasına Dair Bir Uygulama. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 15-22.

## 1. GİRİŞ

İklime bağlı özelliklerin hem atmosfer düzeyinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal süreçlerle hem de yer küre üzerinde enlem, yükselti, denize yakınlık-uzaklık, rüzgâr, yer şekilleri, bitki örtüsü gibi birçok faktör tarafından etkilenecek miktarı ve şiddeti oluşmaktadır. İklimsel özelliklerden özellikle sıcaklık ve yağışın ziraat, ormancılık ve hidroloji gibi arazi kullanımlarında ürün verimliliği ve su kazancının belirlenmesinde belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Orman ağaç türlerinin yayılışı üzerinde iklim ve topografyanın önemli sınırlayıcı etkisi olduğu bilinmekte ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan özellikler, ormanların ekolojik yetişme ortamı özelliklerinin sınıflandırılması çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Dorman vd., 2013; Mendez-Toribio vd., 2016). İklim elemanlarından olan yağış, orman ağaçlarının büyüme-iklim ilişkilerinde yükseltiye bağlı su mevcudiyetinin sağlanarak orman meşcerelerinin sıklığı, boyu ve yaşı gibi yapısal özellikleri ve toprak verimliliği gibi çeşitli abiyotik ve biyotik faktörleri üzerinde önemli rol oynamaktadır (Candel-Pérez vd. 2012).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak meteorolojik istasyonların sıcaklık haritalarının çözünürlüklerinin artırılması (Demircan vd. 2011), farklı yükseltiye sahip alanlarda yağışın mekânsal dağılımının farklı enterpolasyon yöntemleri ile haritalanması (Ninyerola vd., 2007; Işık vd. 2018), topografik farklılaşmaya bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık ve yağışa bağlı iklimsel katmanların istatistiksel yöntemlerle haritalanması (Güler vd. 2007), su potansiyelinin belirlenmesi (Çiçek & Ataol, 2009), istatistiksel ve jeostatistiksel yöntemlerle gerçekleştirilen yağış haritalamasının karşılaştırılmasına (Bostan vd. 2012) dair benzeri çalışmalar yapılabilmektedir. İklim özelliklerinden sıcaklığın ve yağışın meteorolojik istasyon değerlerine bağlı olarak farklı jeostatistiksel enterpolasyon yöntemleri ile haritalanmasına dair karşılaştırılmalı değerlendirmeler bulunmaktadır (Hartkamp vd. 1999; Ninyerola vd., 2007). Örneğin, bunlardan biri olan ve bu çalışmada Schreiber formülünün sonuçlarıyla karşılaştırılan Ters Mesafe Ağırlıklı (Inverse Distance Weighted - IDW) yöntemin, örneklenmemiş noktadaki değerlerin, bilinen örneklenmiş noktadaki değerlerin doğrusal bir kombinasyonu ile belirlendiği deterministik bir tahmin yöntemi olduğu ve yakındaki noktaların ağırlıklandırılmasının kesinlikle mesafenin bir fonksiyonu olup, başka hiçbir kriterin dikkate alınmadığı bildirilmektedir. IDW yönteminin sıcaklığın haritalanmasında diğer yöntemlere göre önemli bir üstünlüğü bulunmadığı buna karşın bu yöntemin yağışın haritalanmasında en iyi sonuçları verdiği dair sonuçlara rastlanmaktadır (Hartkamp vd. 1999). Bunun yanında yağışın haritalanmasında IDW yönteminin üssel (Kurtzman vd., 2009) ve belli bir zonal yarıçaptaki mesafede bulunan istasyonların etki alanına göre (Feng-Wen & Chen-Wuing 2012) geliştirilmesine dair çalışmalar bulunmaktadır. Diğer taraftan istasyonların yağış miktarları yanında yükselti ve denize uzaklık gibi faktörleri de dikkate alan istatistiksel yöntemlerin jeostatistiksel enterpolasyon yöntemlerine göre daha iyi

sonuçlar verdiğini ortaya koyan çalışmalara rastlanmaktadır (Ninyerola vd., 2007). Jeostatistiksel enterpolasyon tekniklerinden biri olan IDW ile yağış enterpole etmek için bir eş değişken olarak yükseltinin kullanımından herhangi bir kazanç elde edilmemiştir (Hartkamp vd. 1999). Mekânsal olarak dağılmış yağış verileri birçok farklı yöntemle elde edilebilmektedir. Buradaki asıl karmaşıklık, doğruluğu yüksek verileri en iyi şekilde üreten yöntemin seçilmesinde yer almaktadır. Diğer taraftan topografya bir yerin yağış düzenini, yükselti farkı sebebiyle etkilenmiş adyabatik soğuma ve bunun sonucunda nemli hava kütlelerinin rüzgârlı dağ yamaçlarında yoğunlaşması nedeniyle yağış oranlarında artışa sebep olan orografik koşulları doğrudan etkilemektedir (Ly vd. 2013).

Schreiber formülü, yağışın topoğrafyaya bağlı değişimini ortaya koymada en çok tercih edilen formüllerinden biridir. Formüle göre her 100 metredeki yükselti artışına bağlı olarak yağış miktarı 54 mm artmaktadır. Bu formülün temelinde denizden daha yüksek kısımlara çıkıldıkça yağışın artması yaklaşımı bulunmaktadır. Formül bu haliyle yağış miktarı bilinmeyen sahaların yağış miktarını elde etmek için birçok çalışmada kullanılmaktadır (Çiçek & Ataol, 2009; Işık vd. 2018).

Yağış miktarının belirlenmesini sağlayan Schreiber tarafından geliştirilen formülün fiziki coğrafya, biyoiklim ve afet riskinin belirlenmesinde çalışanlar tarafından kullanılması önerilmektedir (Çiçek & Ataol, 2009). Bunun altında yatan sebepler; Ülkemizde meteorolojik istasyonların daha çok yerleşim yerlerine yakın bölgelerde olması, özellikle üst yükselti alanlarındaki iklim özelliklerinin yüksek doğrulukla belirlenmesini olumsuz etkilemektedir. Diğer taraftan ülkemizdeki topografyanın çok kısa mesafelerde sık sık değişebilmesi ve buna bağlı olarak yöresel olarak başta yağış olmak üzere iklim elemanlarının değerlerinin değişmesi gösterilmiştir (Çiçek & Ataol, 2009; Işık vd. 2018). Topografik özellikleri yüksek bölgelerde faaliyet gösteren ormancılık gibi sektörlerin kendine özgü ekoloji temelli teknik çalışmalarında kullanılmak üzere mekânsal ve zamansal daha yüksek doğruluğa sahip iklim verilerine ihtiyaç bulunmaktadır. Yağış miktarı bunlardan biri olup, orman ağaçlarının büyüme-iklim ilişkileri, toprak organik maddesinin birikmesi ve ayrışma hızı, toprağın erozyon ve su tutma kapasitesine bağlı temel ekolojik araştırmalar (Farley vd. 2004; Candel-Pérez vd. 2012), havza ölçeğinde hidrolojik modellemeler (Ly vd., 2013), sürdürülebilir ormancılık yönetimi ve planlamalarında hidrolojik fonksiyonların belirlenmesi (Keleş, 2019) gibi çalışmalara altlık veri olarak doğrudan kullanışlıdır.

Bu çalışmada içerisinde meteoroloji istasyonu bulunmayan ve oldukça önemli bir yükselti farklılığı bulunan dağlık bir sahadaki yağış miktarlarının dağılımının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için civar meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerinden yola çıkılarak araştırma sahasındaki yağış miktarlarındaki dağılımın Schreiber yöntemi ve CBS uygulamalarıyla tahmini gerçekleştirilmiştir. Yükselti farklılığı bulunan alanlarda yağış miktarlarının dağılımında kullanılan Schreiber yönteminin CBS'ye dayalı bazı uygulamalarla gözden geçirilerek, araştırma



sahasında yer alan orman yetişme ortamlarının yükseltiye bağlı dikey yayılışına uygun yağış miktarlarının elde edilmesi arka planda hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar yağışın haritalanmasında sıklıkla kullanılan IDW yönteminin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu şekilde yöntemin doğruluğunun karşılaştırılarak ölçülebilmesi yoluna gidilmiştir.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Araştırma Sahası

Araştırma sahası Batı Karadeniz Bölgesi Karabük ilinde yer alan Keltepe Dağı'nda yayılış gösteren ormanlık alanlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma Sahası

Keltepe Dağı Karabük kent merkezine yaklaşık 20 km mesafede olup, en düşük 210 m ve en yüksek 1995 m arasında 1785 m yükselti farkına sahiptir. Bu yükselti farkına yaklaşık 10 km'lik yamaç uzunluğunda erişilmektedir. Araştırma sahasının bitki örtüsü düşük yükseltilerinden zirveye doğru maki, kızılçam, meşe, gürgen, karaçam, kayın, göknar ve sarıçam ormanları şeklinde bir değişim göstermektedir. Keltepe Dağı kuzey ve batı yönlerinden Karadeniz'e konumlanmış olup, deniz kıyısına kadar kendinden daha yüksek bir yeryüzü şekline sahip değildir. Deniz kıyısına en yakın mesafesi 65 km'dir. Bu haliyle Karadeniz Yağış Rejimi etkisi altında olduğu belirtilebilir. Araştırma sahasının bu yağış rejimi etkisi altında kalan kuzey ve batı yönlerinde kayın, gürgen, meşe, akçaağaç, ıhlamur gibi geniş yapraklı ağaç türlerine sahip ormanlar bu bölgenin iklimi hakkında genel bir değerlendirme yapılmasını sağlamaktadır. Araştırma sahasının güneyi ise Bolu-Gerede, Çankırı - Çerkeş hattından etkili olan Karasal İç Anadolu Yağış Rejiminin etkisi altındadır. Doğu yönü ise Kastamonu'dan başlayan Araç Çayı havzasının etkisi altında olup, doğu ve güney yönlerde bulunan göknar, sarıçam, karaçam orman örtüsü bu bölgenin Karadeniz yağış rejiminin etkisi altında da bulunduğunu ama ağırlıklı olarak karasal iklimin daha çok etkisinin bulunduğunu özetlemektedir. Bu çalışmada kullanılan sekiz meteorolojik istasyon, rasat yılı ve istasyonların sahanın farklı doğrultularında farklı yükseltilerde ve daha uzun rasat yıllarına sahip olmalarına göre

değerlendirilerek, çalışmaya dâhil edilmiştir. Seçilen istasyonlara ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonlarına ait veriler

İstasyon Adı	Rakım (m)	X*	Y*	Periyot
Karabük	269	468278.81	4560770.73	1965-2014
Yenice	150	444132.53	4561350.66	1994-2018
Eskipazar	757	460733.76	4532843.97	1985-2018
Baklabostan	860	462745.29	4569493.03	1964-1991
Pazarköy	740	431277.99	4531848.26	1965-1995
Safranbolu	581	474900.52	4566730.52	1960-2004
Devrek	100	412015.12	4563508.88	1964-2018
Ovacık	1100	492472.97	4547575.15	2014-2018

\* European Datum 1950

### 2.2. Metot

Yağış verilerinin sahaya dağıtılmasında öncelikle araştırma sahasının coğrafi orta merkezi (COM)'ni temsil eden nokta Arc Map 10.5 CBS yazılımının mekânsal istatistik araç kutusunda orta merkez (Mean Center) uygulaması kullanılarak elde edilmiştir. Bu noktadan diğer istasyonların uzaklığını bulmak için aynı araç kutusunun mekânsal ağırlıklı matris oluşturma (Generate Spatial Weights Matrix) uygulaması kullanılmıştır. Matris içinde sahanın ortalamasını temsil eden COM'den diğer istasyonların uzaklığa bağlı ağırlıkları tespit edilmiştir (Tablo 2). İstasyonların kapladığı sahanın sayısal yükseklik haritası (SYH) Schreiber formülüne uygun 100 m'lik yükselti basamaklarını elde edebilmek için 10 m hücre büyüklüğünde üretilmiştir (Şekil 2). Daha sonra Schreiber formülü [1]'ne uygun olarak her bir istasyonun toplam yağış miktarı bulunduğu yükselti aralığına göre 54 mm aşağı veya yukarı  $\pm$  olarak her bir 100 m'lik yükselti aralığında hesaplanmıştır. Schreiber formülü;

$$P_h = P_0 + (54h) \quad (1)$$

şeklinde olup formülde,  $P_h$  yükseltisi bilinen yağışı bulunacak bir noktanın yağışı (mm),  $h$  ise  $P_h$  ile  $P_0$  arasındaki yükselti farkını (hektometre) ifade etmektedir.

$P_0$  yağış değeri ve yükseltisi bilinen karşılaştırma istasyonun yağış tutarı (mm)'dir. Sahanın yükselti basamaklarına göre yağış değerlerinin bulunması için istasyonların sahanın COM'ine olan mesafeleri ve istasyon yağış değerlerinden yola çıkılarak aşağıdaki eşitlik düzenlenmiştir;

$$Y_{pm} = \sum [(I_p * I_a) \pm I_p] \quad (2)$$

Burada  $Y_{pm}$  istasyonun sahadaki yükselti basamağına ait yağış miktarı (mm),  $I_p$  istasyonun bulunduğu yükseltideki Schreiber formülüne göre belirlenmiş yağış miktarı (mm) ve  $I_a$  İstasyonun COM'e olan mesafesinin ağırlığıdır.

Her bir istasyonun yükselti aralığına bağlı yağış değerleri ile COM noktasına olan uzaklığın mesafe ağırlık değerleri çarpılmıştır. İstasyonların mesafe ağırlık değerlerine göre belirlenen yıllık toplam yağış değerleri beraberce toplanarak, 100 m aralıklarla istasyonlara göre sahayı temsil eden yağış değerleri bulunmuştur. Son olarak bunlar haritalanmıştır. Sonrasında çevre istasyonların sahanın COM'ye göre belirlenen mesafelere göre ağırlıklandırılmış değerleri, Schreiber yöntemine göre yükselti basamaklarına atanan yağış değerleri ile çarpılarak, her bir istasyonun o yükselti aralığına katkısı bulunmuştur. Bu çalışmanın amacını oluşturan yöntemin dışında ArcMAP 10.5 yazılımının Jeostatistiksel enterpolasyon modülünün IDW uygulaması ile tüm gerçek istasyonların yağış miktarları ve bunların saha orta noktasına olan ağırlıkları yardımıyla yeni bir yağış haritası üretilmiştir. IDW ile enterpole edilecek yüzeye yakın noktaların uzaklığı noktalara göre daha fazla ağırlığa sahip olması esas alınmaktadır. Bu yöntemde enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örnek alınan noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapılmaktadır (İlker vd. 2019). IDW yönteminde kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir;

$$Z(X_0) = \frac{\sum_{i=1}^N W(X_i)Z(X_i)}{\sum_{i=1}^N W(X_i)} \quad (3)$$

$$W(X_i) = (1/d_i)^p \quad (4)$$

Eşitlikte;  $W(X_i)$ ,  $i$ 'inci bilinen konumdaki ağırlığı,  $Z(X_i)$   $i$ 'inci konumdaki bilinen örnek noktası değerini,  $N$  ölçüm noktası sayısını,  $d$  örnek noktası ve tahmin örnek

noktası arasındaki mesafeyi ve  $p$  üstel güç sayısını ifade etmektedir (Kale, 2018).

Her iki yöntemin araştırma sahasındaki sonuçları SPSS 16 yazılımının çapraz tablo uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Bunun için kullanılan CBS programı üzerinden araştırma sahası genelinde rastgele 75 adet doğrulama noktası oluşturulmuştur.

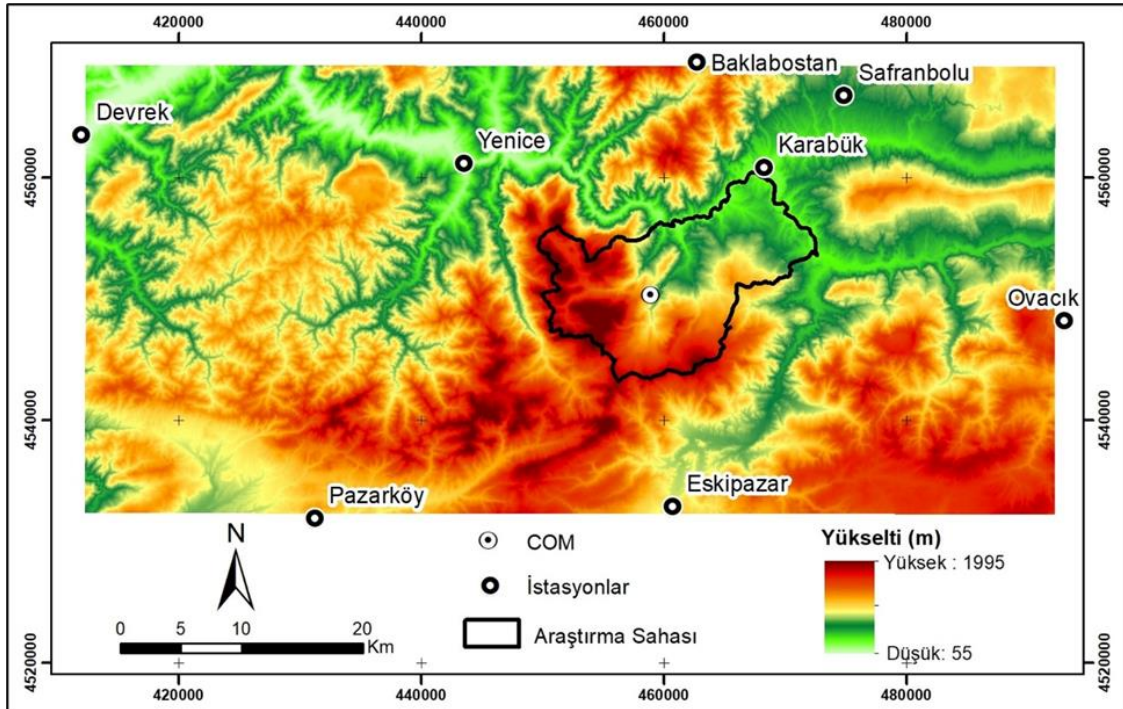
### 3. BULGULAR

Araştırma sahasının COM'ni temsil eden nokta ve bu noktadan her bir istasyona olan uzaklıkların ağırlıkları tespit edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** İstasyonların saha orta noktasına uzaklığının ağırlığı

İstasyon Adı	Yıllık Toplam Yağış miktarı	Mesafe (m)	Ağırlık
Karabük	487.5	1401296	0.19963
Eskipazar	453.3	17559.18	0.160341
Yenice	700.4	18820.21	0.149587
Baklabostan	1151.6	19551.26	0.143425
Safranbolu	500.5	22886.42	0.122452
Pazarköy	636.3	33267.49	0.084672
Ovacık	702.6	34141.94	0.082186
Devrek	823.2	48757.53	0.057708

İstasyonları kaplayan sahanın SYH'sı 10 m hücre büyüklüğünde üretilmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Araştırma sahasının sayısal yükseklik modeli üzerinde COM ve istasyonların konumları

SYH'da yükseltinin en düşük olduğu sahalarda Filyos çayının Devrek civarını oluştururken, en yüksek yükseltinin ise Keltepe dağının zirvesi oluşturmaktadır. Schreiber formülüne göre istasyonların bulunduğu yükseltiye bağlı yağış değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Tüm istasyonların Ypm değerlerinin sahanın yükselti

basamaklarına uygulanmasıyla ortaya çıkan sonuçları ise Tablo 4'te verilmiştir. Bu tabloda civarda bulunan her bir istasyonun, COM'ne olan mesafesinin ağırlığı oranında, sahanın yükselti basamakları üzerindeki yağış miktarlarının etkenliği gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Schreiber formülüne [1] göre istasyonların bulunduğu yükseltiyeye bağlı yıllık yağış değerleri

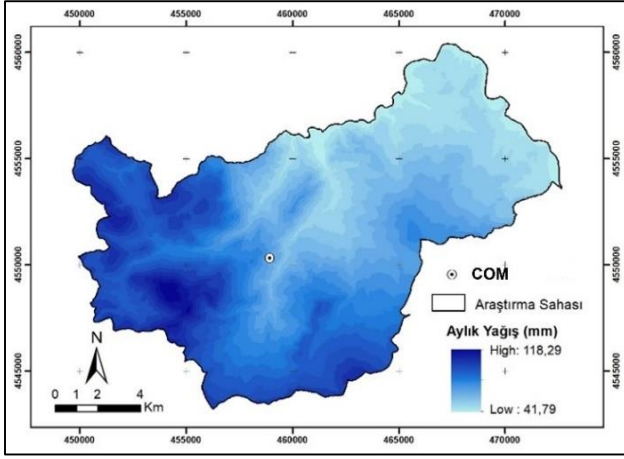
Yükselti (m)	Karabük	Eskipazar	Yenice	Bakla- bostan	Safranbolu	Pazarköy	Ovacık	Devrek
0-100	379,5	75,3	646,4	719,6	230,5	258,3	98,8	823
100-200	433,5	129,3	700,4	773,6	284,5	312,3	152,8	877
200-300	487,5	183,3	754,4	827,6	338,5	366,3	206,8	931
300-400	541,5	237,3	808,4	881,6	392,5	420,3	260,8	985
400-500	595,5	291,3	862,4	935,6	446,5	474,3	314,8	1039
500-600	649,5	345,3	916,4	989,6	500,5	528,3	368,8	1093
600-700	703,5	399,3	970,4	1043,6	554,5	582,3	422,8	1147
700-800	757,5	453,3	1024,4	1097,6	608,5	636,3	476,8	1201
800-900	811,5	507,3	1078,4	1151,6	662,5	690,3	530,8	1255
900-1000	865,5	561,3	1132,4	1205,6	716,5	744,3	584,8	1309
1000-1100	919,5	615,3	1186,4	1259,6	770,5	798,3	638,8	1363
1100-1200	973,5	669,3	1240,4	1313,6	824,5	852,3	692,8	1417
1200-1300	1027,5	723,3	1294,4	1367,6	878,5	906,3	746,8	1471
1300-1400	1081,5	777,3	1348,4	1421,6	932,5	960,3	800,8	1525
1400-1500	1135,5	831,3	1402,4	1475,6	986,5	1014,3	854,8	1579
1500-1600	1189,5	885,3	1456,4	1529,6	1040,5	1068,3	908,8	1633
1600-1700	1243,5	939,3	1510,4	1583,6	1094,5	1122,3	962,8	1687
1700-1800	1297,5	993,3	1564,4	1637,6	1148,5	1176,3	1016,8	1741
1800-1990	1351,5	1047,3	1618,4	1691,6	1202,5	1230,3	1070,8	1795
1900-2000	1405,5	1101,3	1672,4	1745,6	1256,5	1284,3	1124,8	1849

**Tablo 4.** İstasyonların bulunduğu yükseltiyeye (m) bağlı yağış değerleri (Tablo 3) ile COM'ine bağlı mesafe ağırlıklarına göre ortaya çıkan yeni yağış değerleri Ypm (mm)

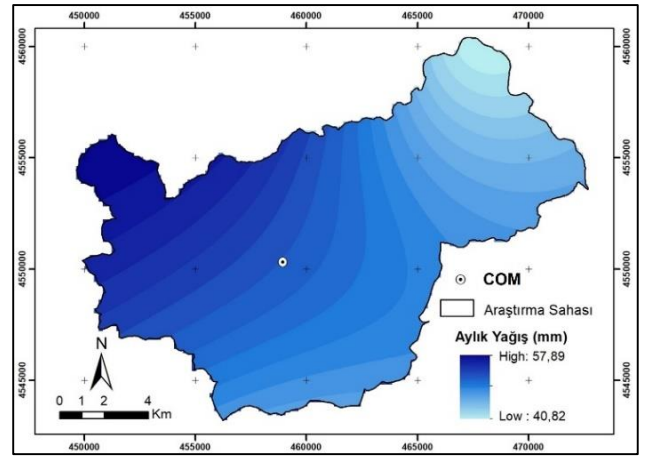
Yükselti	Karabük	Eski- pazar	Yenice	Bakla- bostan	Safran- bolu	Pazarköy	Ovacık	Devrek	Saha ΣYpm
0-100	75,8	12,1	96,7	103,2	28,2	21,9	8,1	47,5	393,4
100-200	86,5	20,7	104,8	110,9	34,8	26,4	12,6	50,6	447,4
200-300	97,3	29,4	112,8	118,7	41,5	31,0	17,0	53,7	501,4
300-400	108,1	38,0	120,9	126,4	48,1	35,6	21,4	56,8	555,4
400-500	118,9	46,7	129,0	134,2	54,7	40,2	25,9	60,0	609,4
500-600	129,7	55,4	137,1	141,9	61,3	44,7	30,3	63,1	663,4
600-700	140,4	64,0	145,2	149,7	67,9	49,3	34,7	66,2	717,4
700-800	151,2	72,7	153,2	157,4	74,5	53,9	39,2	69,3	771,4
800-900	162,0	81,3	161,3	165,2	81,1	58,4	43,6	72,4	825,4
900-1000	172,8	90,0	169,4	172,9	87,7	63,0	48,1	75,5	879,4
1000-1100	183,6	98,7	177,5	180,7	94,3	67,6	52,5	78,7	933,4
1100-1200	194,3	107,3	185,5	188,4	101,0	72,2	56,9	81,8	987,4
1200-1300	205,1	116,0	193,6	196,1	107,6	76,7	61,4	84,9	1041,4
1300-1400	215,9	124,6	201,7	203,9	114,2	81,3	65,8	88,0	1095,4
1400-1500	226,7	133,3	209,8	211,6	120,8	85,9	70,3	91,1	1149,4
1500-1600	237,5	141,9	217,9	219,4	127,4	90,5	74,7	94,2	1203,4
1600-1700	248,2	150,6	225,9	227,1	134,0	95,0	79,1	97,4	1257,4
1700-1800	259,0	159,3	234,0	234,9	140,6	99,6	83,6	100,5	1311,4
1800-1990	269,8	167,9	242,1	242,6	147,2	104,2	88,0	103,6	1365,4
1900-2000	280,6	176,6	250,2	250,4	153,9	108,7	92,4	106,7	1419,4

Schreiber yönteminin devamında COM uygulamasına göre yapılan haritalamada sahada 76,5 mm yağış farkı bulunurken IDW yöntemine göre bu fark 17,07 mm'dir (Şekil 3 ve 4). Böylece bu iki yöntem ile yapılan yağış dağılımı haritaları arasında en yüksek ve en düşük yağış miktarları arasında büyük bir fark çıkmıştır. IDW ile istasyonların aylık yağış ortalaması ve mesafe ağırlıkları dikkate alınarak tüm istasyon sahalarını kapsayacak şekilde bir harita üretilmiştir (Şekil 5). Sadece araştırma sahasını kapsayan ve IDW yöntemiyle üretilmiş yağış miktarlarının dağılımı (Şekil 4) bu

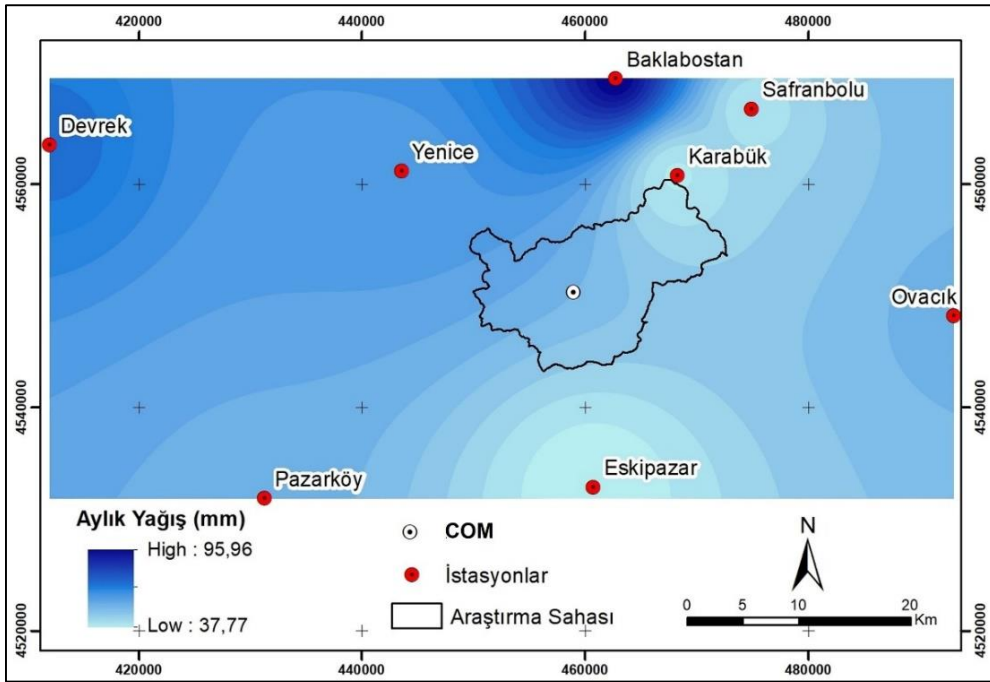
haritadan kesilerek çıkartılmıştır. Gerçek yağış miktarları daha yüksek olan Devrek, Yenice ve Baklabostan istasyonlarının harita üzerindeki yağış aralığı IDW'de diğerlerine göre daha yüksek çıkmasına rağmen Schreiber formülüne ilaveten gerçekleştirilen COM yönteminde ise sahanın Güney ve Güneybatısında yer alan üst dağlık bölgedeki yükselti farklılıklarında önemli bir etkisi ortaya çıkmaktadır. Yenice, Baklabostan ve Devrek gibi denize daha yakın olan istasyonların yüksek yağış miktarının etkisi Şekil 5'te görülebilmektedir.



Şekil 3. Yağışın araştırma sahasında Schreiber formülü ve COM uygulamasına göre dağılımı



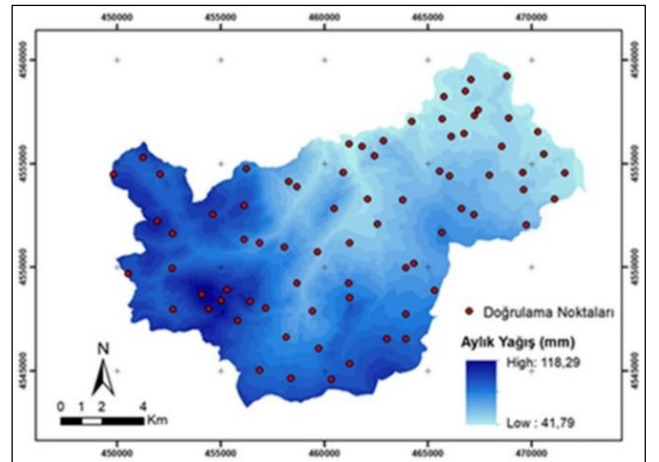
Şekil 4. Yağışın araştırma sahasında IDW yönteminde göre dağılımı



Şekil 5. İstasyonlardaki aylık yağış ortalamasının IDW ile dağılımı

Baklabostan istasyonunun bulunduğu yükselti ile araştırma sahasının bulunduğu yükselti arasında düşük rakımlı Filyos Çayı bulunmaktadır. Bu istasyonun araştırma sahası üzerindeki etkenliği IDW ile üretilen yağışın dağılımında görülmez iken diğer yöntemde bu istasyonun bulunduğu rakıma ve COM'e olan uzaklığına bağlı Ypm değeri ile bu ortaya çıkmaktadır.

İki yöntemin araştırma sahasındaki sonuçları CBS programı ile saha üzerinde rastgele 75 adet doğrulama noktaları oluşturularak karşılaştırılmıştır (Şekil 6 ve 7). Bu noktalar her iki yöntemin 18 sınıflı yağış miktarını gösterir haritalarından çıkartılmıştır. SPSS ile yapılan çapraz tablo uygulaması yağış miktarları matris olarak karşılaştırılmıştır (Tablo 5). Karşılaştırma sonucunda Kappa endeksi çok düşük bir değerde çıkmıştır.



Şekil 6. Schreiber ve COM yöntemiyle oluşturulan yağışın dağılımı haritasındaki rastlantısal doğrulama noktaları



açıkça formüle edilmesi, tüm belirsizliklerin ölçülmesi gerektiği ve sonunda tutarlı bir konum-zamansal modelin oluşturulmasına yapıcı bir yaklaşım ortaya koymaktadır (Laborde, 2010). Nitekim buna uygun olarak il büyüklüğündeki mekânsal ölçeklerde jeostatiksel enterpolasyon yöntemlerinin daha yüksek doğruluğa sahip olabilmesine rağmen (Işık vd. 2018) Schreiber formülünün oldukça engebeli bir topografyada tercih edildiği de bir gerçektir (Çiçek & Ataoğlu, 2009). Bu çalışmada kullanılan yaklaşıma ilaveten saha içerisindeki her bir raster veri hücrelerinin denize olan uzaklık, nem kaynağı olarak bitki örtüsü ve topografik bakı etkisinin de dikkate alınmasıyla yağış dağılım tahminlerinin çok daha yüksek doğrulukla geliştirilebileceği öngörülebilmektedir. Önerilen bu yaklaşım aslında bölgesel iklim değişikliği modellerinde kullanılan parametrelere (Giorgi, 2019) oldukça yaklaşımaktadır.

#### **Yazarların Katkısı**

Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### **KAYNAKÇA**

- Bostan P A & Heuvelink G B M & Akyurek S Z (2012). Comparison of regression and kriging techniques for mapping the average annual precipitation of Turkey. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19, 115-126.
- Candel-Pérez D & Linares J C & Viñeña B & Lucas-Borja, M E (2012). Assessing climate-growth relationships under contrasting stands of co-occurring Iberian pines along an altitudinal gradient, *Forest Ecology and Management*, 274, 48-57.
- Çiçek İ & Ataoğlu M (2009). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1), 51-64.
- Demircan M, Alan İ & Şensoy S (2011) Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanarak sıcaklık haritalarının çözünürlüğünün artırılması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Dorman M & Svoray T & Perevolotsky A (2013). Homogenization in forest performance across an environmental gradient - The interplay between rainfall and topographic aspect. *Forest Ecology and Management*, 310, 256-266.
- Farley A K & Kelly F E & Hofstede G M R (2004). Soil Organic Carbon and Water Retention after Conversion of Grasslands to Pine Plantations in the Ecuadorian Andes, *Ecosystems*. 7, 729-739.
- Feng-Wen & Chen-Wuing L (2012). Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment*, 10,209-222.
- Giorgi F (2019). Thirty years of regional climate modeling: Where are we and where are we going next? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 5696-5723.
- Hartkamp A D & De Beurs K & Stein A & White J W (1999). Interpolation Techniques for Climate Variables. NRG- Geographic Information Systems Series.
- Işık F, Bahadır M & Çağlak S (2018) Artvin İlinde Yağışın Mekânsal Dağılışı Üzerine Bir Deneme, Schreiber Formülü. *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin.
- İlker A & Terzi Ö & Şener E (2019). Yağışın Alansal Yöntemlerinin Haritalandırılmasında Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Akdeniz Bölgesi Örneği. *Teknik Dergi*,540, 9213-9219.
- Kale M M (2018). Yeşilirmak Havzası Mekânsal Yağış Dağılımına ait Değişiminin Deterministik ve Stokastik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Yerbilimleri*, 39(3), 263-276.
- Keleş S (2019). An assessment of hydrological functions of forest ecosystems to support sustainable forest management. *Journal of Sustainable Forestry*, 38(4), 305-326.
- Kurtzman D & Navon S & Morin E (2009). Improving interpolation of daily precipitation for hydrologic modelling: spatial patterns of preferred interpolators. *Hydrological Processes* 23, 3281-3291.
- Laborde J P (2007). Geographical Information and Climatology for Hydrology. P. Carega (ed.) *Geographical Information and Climatology*, ISTE Ltd., London, 195-232.
- Lloyd C D (2011). Local models for spatial analysis, 2 th edition. *CRC Press, Taylor Francis Group*, Boca Raton.
- Ly S, Charles C & Degré A (2013). Different methods for spatial interpolation of rainfall data for operational hydrology and hydrological modeling at watershed scale. A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 17(2), 392-406.
- Mendez-Toribio M & Meave J A & Zermeno-Hernandez I & Ibarra-Manriquez G (2016). Effects of slope aspect and topographic position on environmental variables, disturbance regime and tree community attributes in a seasonal tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science*, 27, 1094-1103.
- Ninyerola M & Pons X & Roure J M (2007). Monthly precipitation mapping of the Iberian Peninsula using spatial interpolation tools implemented in a Geographic Information System, *Theoretical and Applied Climatology*, 89, 195-209.
- Zhang X & Srinivasan R (2009). GIS-Based Spatial Precipitation Estimation: A Comparison of Geostatistical Approaches. *Journal of the American Water Resources Association*, 45 (4), 894-906.

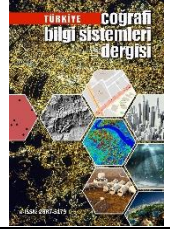




## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



## Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı

Aziz Uğur Tona<sup>\*1</sup>, Vahdettin Demir<sup>2</sup>, Lütfiye Kuşak<sup>3</sup>, Murat Yakar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Konya, Türkiye

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Mersin, Türkiye

### ÖZ

#### Anahtar Kelimeler:

CBS  
Mekânsal analiz  
Uzaktan algılama  
Su endüstrisi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), coğrafi verileri toplamak, depolamak, analiz etmek ve görüntülemek için mekânsal olarak dağıtılmış özelliklerin veri tabanı niteliğindeki özel bir bilgi sistemi türüdür. CBS, fiziksel, sosyal ve ekonomik verileri birbirine bağlama yeteneği nedeniyle su kaynakları yönetimi ve havza yönetimi için güçlü bir araç olarak kabul edilmektedir. Su endüstrisi dünya çapında oldukça hızlı büyüyen endüstrilerdendir ve kontrolü ancak bir bilgi sisteminin kullanımı ile mümkün olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı CBS'nin kısa tarihi hakkında bilgiler vermek ve su mühendisliğinde CBS'nin nasıl kullanıldığını çeşitli örneklerle göstermektir.

## Use Of GIS in Water Resources Engineering

### ABSTRACT

#### Keywords:

GIS  
Spatial analysis  
Remote sensing  
Water industry

Geographic Information Systems (GIS) is a special type of information system in which the data source is a database of spatially distributed features to collect, store, analyze and display geographic data. GIS has gradually come to be recognized as a powerful tool for watershed management due to its ability to link physical, social and economic data. The water industry is one of the fastest growing industries worldwide and its control is only possible with the use of an information system. This study is prepared to give information about the brief history of GIS and the use of GIS in water resources engineering.

#### \*Sorumlu Yazar

(azizugur.tona@omu.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-7367-7731  
(vahdettin.demir@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6590-5658  
(lutfiyekusak@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-7265-245X  
(myakar@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-2664-6251

#### Kaynak Göster:

Tona A U, Demir V, Kuşak L & Yakar M (2022). Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 23-33.

## 1. GİRİŞ

Su endüstrisi dünya çapında hızlı büyüyen endüstrilerdendir. Örneğin, su kalitesi sistemleri ve hizmetleri için ABD pazarı 2000 yılında 103 milyar dolarlık bir değere sahipti (Shamsi, 2005; Johnson & Adrian, 2001) Bu işin en büyük iki bileşeni, 31 milyar dolarlık kamu atık su arıtma pazarı ve 29 milyar dolarlık su tedarik pazarıdır (Farkas & Berkowitz, 2001).

Büyük şehirlerde su, atık su ve yağmur suyu altyapılarındaki en büyük zorluk, mevcut altyapının bakımı ve yeni altyapının inşası hakkındaki bilgileri yönetmektir. Su sorunlarının temelinde, birikimli bir ilerlemenin ürünü olarak küresel ısınma ve kuraklık gibi doğal olguların yanı sıra ekonomik büyüme, tüketim alışkanlıklarının değişmesi, fosil yakıt kullanımının artması, nüfus artışı, kirlilik gibi insan faaliyetleri yer almaktadır (Şahin, 2016). Pek çok hizmet kuruluşu, altyapı sorunlarını krize tepki verme temelinde ele alırlar; bu, geleneksel bilgilere rağmen, en iyi strateji olmayabilir. Bilgiye dayalı altyapı iyileştirme kararları vermek, sürekli olarak büyük miktarda farklı bilgi gerektirir. Bilgi, altyapı sorunlarını çözmenin anahtarı ise, herhangi bir altyapı iyileştirme projesinin ilk adımı, bir bilgi sisteminin geliştirilmesidir. Bilgi sistemi, bir veri kaynağından sorulan sorulara cevaplar sağlayan bir çerçevedir (Shamsi, 2005).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), veri kaynağı ile ilgili coğrafi verileri toplamak, depolamak, geri getirmek, analiz etmek ve görüntülemek için mekânsal olarak dağıtılmış özelliklerin ve prosedürlerin bir veri tabanı niteliğindeki özel bir bilgi sistemi türüdür. Su ve atık su idareleri tarafından kullanılan tüm bilgilerin %80'inden fazlası coğrafi olarak referans alınmaktadır (Shamsi, 2002). Başka bir deyişle, kamu hizmetleri tarafından kullanılan bilginin temel unsuru, coğrafi özellikler ve nesnelere göre konumudur. Hem coğrafyanın hem de bilgi sistemlerinin birleşik gücünü sunan CBS teknolojisi, su endüstrisi altyapısının etkin yönetimi için ideal bir çözümdür. Literatürde CBS teknolojisi Geoteknoloji ve jeo-mekânsal teknoloji olarak da bilinmektedir. Günümüzde kelime işlemciler artık en son teknoloji olarak kabul edilmiyor. Günümüzün teknoloji meraklısı toplumu araştırmacılardan, tüm paydaşları - halkı, düzenleyicileri veya müşterileri - "bilgilendirilmiş" tutabilecek mükemmel iletişimciler olmamızı bekliyor. İyi iletişimciler olmamıza yardımcı olmak için yeni bilgi ve karar destek sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan CBS, jeo-grafik veya mekânsal bilgileri iletmemize yardımcı olan bir araçtır. Aslında, dikkatlice tasarlanmış bir CBS haritası bin kelimedenden daha değerli olabilir. Bazen CBS'nin görsel dili, etkili iletişimin özü olan tek bir kelime söylemeden iletişim kurmamızı bile sağlayabilmektedir (Shamsi, 2005).

## 2. CBS YAZILIM ve DONANIM

İlk bilgisayarlar, 1960 ve 1970'lerde ABD üniversitelerinin yanı sıra federal ve eyalet kurumlarında da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu bilgisayarlarda bulunan yazılım kısıtlı erişime sahiptir ve FORTRAN gibi programlama dillerinin, bilgisayarların hesaplama işlevlerini gerçekleştirmesini sağlamak için kullanılmaktaydı. Birkaç coğrafyacı, haritacı, jeolog ve inşaat mühendisi, bu cihazların harita çizmek için kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaya başladı (Dixon & Uddameri, 2015).

Bilgisayarla otomatik haritalama uygulamalarına öncülük eden SYMAP, Northwestern Teknoloji Enstitüsü'nde Horward Fisher tarafından geliştirilmiştir ve Harvard Laboratuvarında tamamlanmıştır. Esnek analitik harita yazılımı olan SYMAP, CIA tarafından, Dünya Bankası verileriyle çizgi harita üretmek amacıyla geliştirilen ilk CAM yazılımlarından biridir. Bu program, yaygın olarak dağıtılan ilk otomatik haritalama programıdır (Coppock & Rhind 1991). Bir hava araştırmacısı olan Richard Tomlinson, 1960 yılında Doğu Afrika'nın büyük bölümlerini araştırmakla görevlendirildiği sırada haritalama için daha ucuz ve daha hızlı bir sistem kullanılması gerektiğini belirtmiş ve 1966'da, Kanada Coğrafi Bilgi Sistemini başlatmıştır. 1971'de yüzlerce örnek için 10.000'den fazla harita oluşturmuştur. 1988'den önce yalnızca birkaç CBS yazılım satıcısı bulunmaktaydı (Kindleberger, 1992), 2001 yılında bu sayı 500'ün üzerine çıkmıştır. Bu devrim, CBS endüstrisini teknolojinin uygulamalarına doğru yönlendirdi (Jenkins, 2002). Günümüzde ArcGIS yazılımının tanıtımını yapan Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü (ESRI), 1969 yılında Jack ve Laura Dangermond (www.esri.com) tarafından Redlands, California, ABD'de kurulmuştur. Aynı zamanda Jim Meadlock, daha sonra Intergraph Corporation olarak anılacak olan M&S Computing Inc.'i kurmuştur. 1976'dan 1980'e kadar, bireysel konumsal veri sistemlerinin sayısı 285'ten 500'ün üzerine çıkmıştır (Dixon & Uddameri 2015).

1980'lerin başında mini bilgisayarlar kullanıma sunulmuştur. Bu kişisel bilgisayarlar çok daha küçük ve daha ekonomiklerdi. Bu yeni bilgisayar ve daha verimli haritalama ve mekansal analize duyulan ihtiyaç nedeniyle, dünya çapındaki kurumlar tarafından bir CBS sistemi geliştirilmesi gerektiği fark edilmeye başlanmıştır. 1980'lerden önce çoğu konumsal veri şirketi, yazılım ve donanım geliştirme, veri toplama ve devlet kurumlarında ve özel kurumlarda CBS'nin uygulanmasına yönelik danışmanlık hizmetleri dahil olmak üzere CBS'nin tüm yönlerine odaklanmaya çalışmışlardır. 1980'ler de büyük bir marka farklılaşması görüldü. Örneğin, Intergraph Corporation tarafından kendi yazılım ve donanımı oluşturmaya başlandı ve 1981'de raster grafikler için ilk bilgisayar terminali kuruldu. 1982'de Intergraph, 3B grafikleri döndürme, sürekli yakınlaştırma ve uzaklaştırma, yüzey gölgeleme ve 1



MB bellek ve 4.096 renk paleti içeren bir terminal tanıttı. Intergraph, yüksek kaliteli iş istasyonları, ödüllü yazılımı ve bilgisayar destekli tasarıma (CAD) odaklanması nedeniyle popüler bir şirket haline geldi. Örneğin, 1985'te Intergraph, Özgürlük Anıtı heykelin yenilenmesi için binlerce 3 boyutlu çizimin sayısallaştırılmasına yardımcı oldu (Intergraph 2013). Intergraph, 2010 yılında Hexagon tarafından satın alındı, ancak veri madenciliği ve görselleştirme için sektöre özel yazılımlar yapmaya devam etmektedir (Intergraph, 2022).

CBS'nin yaygınlaşması ve bugün yaygın kullanımı, yazılım ve danışmanlık işlerine odaklanmaya başlayan ve 1983'te ARC/INFO'yu yayınlayan ESRI' sayesinde. 1985'e geldiğinde, ESRI yılda 2.000'den fazla lisans satılıyordu (Coppock & Rhind, 1991). İlk CBS yazılımları çoğunlukla Unix veya benzeri işletim sistemlerinde çalıştırılıyordu. Kişisel bilgisayarların daha güçlü hale gelmesiyle ESRI, 1986 yılında ARC/INFO'nun PC sürümünü tanıttı. 1990'ların başlarında, bilgisayarlar metin tabanlı bir disk işletim sisteminden (DOS) daha grafiksel Windows işletim sistemlerine bir geçiş gördü. ESRI, bu grafik kullanıcı arayüzünü (GUI) kullanan ArcView yazılımını yayınladı. ArcView, ARC/INFO kadar işlevsellik sunmasa da, haritaları kaplamak, verileri görselleştirmek ve temel coğrafi hesaplamaları gerçekleştirmek için yeterli coğrafi işlem gücü sağladı. Bununla birlikte, bu yazılım programcı olmayanların CBS kullanmaya başlamasına izin verdi ve bu durum CBS'nin hızla yaygınlaşması için önemli bir adım oldu. ArcView ve ARC/INFO farklı işlevler sundu ve 1990'larda CBS ile ilgilenen çoğu insan iki farklı yazılım parçası öğrenmek zorunda kaldı. Bu sınırlamanın üstesinden gelmek için ESRI, ölçeklenebilir olan ve bugün ArcView ve ArcInfo sürümlerinde gelen ArcGIS'i 2001 yılında piyasaya sürdü. Versiyondan bağımsız olarak ArcGIS, yazılımı öğrenmeyi çok daha kolay hale getiren ortak bir kullanıcı arayüzünü paylaşmaktadır. 2007'de ESRI, CBS okuyucu olan ArcExplorer adlı ücretsiz bir yazılım yayınladı. Bu yazılım, Google Maps® ile ara yüzüdür ve kullanıcıların mevcut GIS verilerini kaplamasına ve görselleştirmesine ve temel coğrafi işleme operasyonlarını gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır (Dixon & Uddameri, 2015).

ArcGIS ticari olarak geliştirilmiş endüstri standardı bir yazılım olmasına rağmen, aynı zamanda federal kurumlar ve üniversiteler tarafından ücretsiz ürünler geliştirme ve sağlama girişimleri de olmuştur. 1985 yılında Coğrafi Kaynak Analizi ve Destek Sistemi (GRASS), ilk büyük açık kaynaklı CBS yazılımı oldu. GRASS, ABD Ordusu Mühendisler Birliği tarafından İnşaat Mühendisliği Araştırma Laboratuvarı'nda (CERL) geliştirilmiştir. GRASS dünya çapında akademik ve devlet kuruluşlarına dağıtılmıştır. Açık kaynaklı doğası göz önüne alındığında, yeni kullanıcılar ve araştırmacılar, GRASS'ı esnek bir araç olarak görmüşlerdir. 1990'ların sonunda, CERL, GRASS'ı geliştirmeyi ve desteklemeyi bırakmıştır. Hannover

Üniversitesi (Almanya), Baylor University Texas (ABD) ve son zamanlarda ITC-first-Centro per la Ricerca Scientifica Tecnologica (İtalya), bir ekip tarafından gerçekleştirilen GRASS CBS'nin gelişimini koordine etmeye devam etmiştir (Neteler & Mitasova, 2008; OGS, 2013). GRASS'a ek olarak, diğer açık kaynaklı GIS programları bugün mevcuttur. Bazı açık kaynaklı GIS yazılımları da R istatistiksel programlama dili ile ara-yüze sahip olmasından dolayı üst düzey veri analizine olanak sağlamaktadır. Örneğin Açık Kaynak Kodlu Yazılımı (AKKY) kullanıcıların analiz etmelerini sağlayan hızlı, güvenilir ve ücretsiz bir yazılım modeli olarak geliştirilmiştir. QGIS, GRASS GIS, OpenJump, uDig GIS, SAGA GIS, gvSIG, vb. gibi yazılımlar bunlardan bazılarıdır (Ayday vd., 2016). Son yıllarda mekânsal analizin öncüsü haline gelmesinde önemli bir rol oynayan bir başka yazılım da Google Earth'tür. Google Earth, 2005 yılında tanıtılmıştır ve CBS konusunda minimum bilgiye sahip olan son kullanıcıların verileri görselleştirmesine ve bunlarla ilgili mekânsal referanslar oluşturmaya olanak sağlamaktadır (Dixon & Uddameri, 2015).

### 3. CBS UYGULAMALARI NELERDİR?

Uygulama, bir teknolojinin uygulamalı kullanımınıdır. Örneğin, çevrimiçi alışveriş internet teknolojisinin bir uygulamasıdır, otomobil navigasyonu GPS teknolojisinin bir uygulamasıdır ve sürüş yönü haritalarının yazdırılması CBS teknolojisinin bir uygulamasıdır. Bir teknoloji ne kadar asil olursa olsun, uygulamalı kullanım olmadan sadece teorik bir gelişmedir. Uygulamalar, saf bilim ile uygulamalı kullanım arasındaki boşluğu doldurur. Son derece etkili olan su ve atık su hizmetleri, sürekli operasyonel iyileştirmeler ve hizmet mükemmelliği için kullanılmaktadır. CBS uygulamaları, su, atık su ve yağmur suyu sistemlerimizin yönetimini geliştirme ve bunları 21. yüzyılın operasyonel zorluklarına hazırlama potansiyeline sahiptir. Bilhassa coğrafi referans kaynaklı CBS uygulamaları, günümüzde en popüler olan çalışma alanlarının başında gelmektedir (Başçıftçı vd., 2013). Ülkemizde coğrafi mekân referanslı CBS çalışmaları, yeraltı su kaynaklarının tespiti, izlenmesi ve mekânsal analizlerle tematik haritalarının yapılması günümüzde uygulanmaya başlayan çalışmalardır.

#### 3.1. CBS Uygulamalarının Tarihi

Günümüz dünyasında toplanan ve üretilen bilgilerin büyük bir kısmını oluşturan harita tabanlı verilerin elektronik ortamlarda yönetilmesi CBS ile olanaklı hale gelmiştir. Her türlü karar-destek faaliyetinin en önemli aracı haline gelen CBS, sadece teknik değil, yönetim, sosyal ve kültürel alanda da birçok gelişmeyi yönlendirebilen çağımızın güçlü bir bilgi yönetim aracıdır (Nişancı vd., 2010).

CBS teknolojisi, 1960'larda birlikte kaydedilen kaplamalar için dijital bir katmanlama sistemi olarak tasarlandı. 1960'ların ortalarında başlayan ve bugün hala faaliyet gösteren Kanada CBS, en eski CBS gelişmelerinden birinin bir örneğidir. ABD'deki sivil CBS, 1960'ların askeri ve istihbarat görüntü programlarından hızlı bir başlangıç yaptı. İnternet, üniversitelerdeki bilgisayarların ve araştırmacıların birlikte çalışmasını sağlamak için ABD Savunma Bakanlığı tarafından 1970'lerde ortaya çıkmıştır. CBS teknolojisi, İnternetin doğuşundan önce kullanılmaktaydı. Teknoloji yaşam tarzımızı ve çalışma alışkanlıklarımızı değiştirdiği gibi CBS'yi de değiştirdi. CBS sanatı 1960'lardan beri var olmasına rağmen, bilim yetenekli CBS profesyonelleriyle sınırlıydı. 1990'ların ortaları, CBS teknolojisinin gücünü giriş seviyesi bilgi işlem becerilerine sahip ortalama kişisel bilgisayar (PC) kullanıcılarına aktaran yeni nesil kullanıcı masaüstü CBS yazılım paketlerinin başlangıcına tanık oldu. Günümüzde PC tabanlı CBS uygulamaları çok daha ekonomiktir ve CBS uygulamalarının maliyetini büyük ölçüde düşürmüştür. Günümüzün CBS kullanıcıları, güçlü ve uygun fiyatlı donanım ve yazılımların ortaya çıkması nedeniyle, her zamankinden daha hızlı, daha ucuz ve daha kullanışlıdır (Shamsi, 2005).

CBS, yazılım endüstrisinin en hızlı büyüyen pazar sektörlerinden biridir. Çünkü CBS uygulamaları, şehir planlamacılarından emlak vergisi değerlendiricilerine, kolluk kuvvetlerine ve kamu hizmetlerine kadar geniş bir kullanıcı kitlesine sahiptir. Ayrıca CBS, su endüstrisinin neredeyse tüm alanlarında kullanılmaktadır. 1992'de American City and County'de yayınlanan bir CBS makalesi, daha hızlı bilgisayar ve ağlar öngörüordu ve etkili veri tabanı yönetimi ve yazılım, CBS uygulamalarının, 1990'larda mülk kaydetme, değerlendirme ve vergilendirme işlevlerinden çok daha çeşitli uygulamalara taşınmasını sağlayacağını ifade etmekteydi (Kindleberger, 1992). Bu makale, gelecekteki CBS uygulamalarının multimedya, görüntü ve ses kullanımları açısından zengin olacağını öngörüordu. CBS uygulamalarının, mimarlar ve mühendisler tarafından kullanılan CAD'in 3B dünyasına daha yakından bağlanması bekleniyordu. 1992'de tahmin edilen neredeyse tüm GIS uygulamaları, kask ve veri eldivenleri giyen bir "sanal gerçeklik" ortamında CBS verileriyle etkileşimde bulunulması dışında artık kullanılabilir durumdaydı. Coğrafi verileri kullanan birçok alan olması nedeniyle CBS literatürü geniştir. Aynı şekilde, su endüstrisindeki CBS uygulamalarını tanımlayan literatür de oldukça geniştir (Shamsi, 2005).

### 3.2. CBS'nin Kısa Tarihçesi ve Su Kaynakları Mühendisliğinde Kullanımı

Bu bölümde, CBS'nin kısa bir tarihçesini ve su kaynakları mühendisliği ve biliminde ve doğal kaynak yönetimi gibi diğer yardımcı alanlardaki

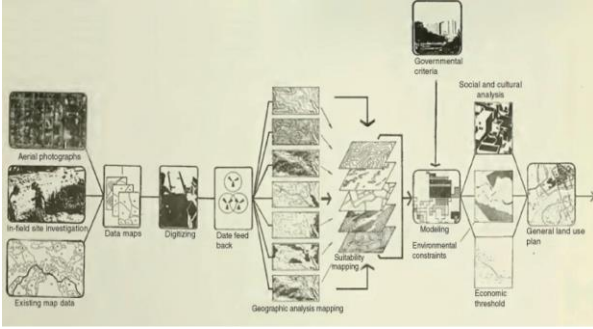
erken (en eski) uygulamaları açıklanmıştır. Tüm erken CBS uygulamaları ve bunların zaman içindeki değişimi kayıt altına alınmaya çalışılmamaktadır. CBS uygulamalarının geliştirilmelerindeki amaç, karar vericilerin ya da kullanıcıların, konumsal verilerden ve bu verilere adreslenmiş diğer verilerden etkin bir şekilde yararlanabilmelerini sağlamaktır. Bu çalışmada hedeflenen, CBS'nin ilk öncülerinin, yalnızca literatürde tartışılan projeleri kullanarak ellerinde bulunan sınırlı bilgi işlem kaynakları ile hayal ettikleri ve başardıkları şeyler hakkında özetleme yapmaktır.

### 3.3. Su Kaynakları Uygulamalarında CBS'nin Tarihçesi

1974'te ESRI, Maryland Eyalet Planlama Departmanı ve Maryland Üniversitesi, Maryland Otomatikleştirilmiş Coğrafi Bilgi Sistemini (MAGI) geliştirdi. Eyalet, veri yönetim aracı olarak bir CBS kullanan uzaktan algılama teknikleriyle bir hidrolojik model geliştiren üniversitelerden biriydi (Antenucci, 1982). Merkezi sistem 91.8 dönümlük bir çözünürlükte 88.000 hücrelik bir alandı. MAGI'nin kullanıldığı projelerden bazıları tarımsal arazi haritalama, eyalet çapında açık alan planlaması, kıyı kullanım çalışmaları, enerji santrali konumlandırma, su kalitesi çalışmaları, petrol sızıntısı acil durum planları ve habitat çalışmalarını içeriyordu. 1968'de MAGI sistemi için kullanılan Univac 1108 CPU'nun maliyeti yaklaşık 500.000 ABD dolarıydı. Ek olarak, birimin belleğe, manyetik bant sürücülerine, teyp ve tambur denetleyicilerine, kart okuyucusuna, delgeç ve yazıcıya ihtiyacı vardı. Bu kalemler tipik olarak toplam bir milyon ABD dolarından fazlaya mal olmaktadır (Walker, 1996). İlk nesil bilgisayarları yalnızca yüksek eğitimli kişiler kullanılabilmektedir. CBS kullanıcıları, her proje için Maryland Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Merkezi teknik danışmanlarına güvenmek zorunda kalmıştı. Bilgisayarı kullanmak gerektiğinde, danışmanlara zamanlarının karşılığını vermek zorundaydı ve bilgisayara telefon bağlantısı ile erişiliyordu (Antenucci, 1982).

MAGI sistemi erken CBS ve su kaynakları yöneticileri için önemliydi çünkü temel haritalar birkaç ilgili veri katmanını gösterebilir. Her bir su sınıfı için (I, II, III, IV), biri standartları karşılayan suları, diğeri standartları karşılamayan suları gösteren iki katman vardı. Araştırmacılar ayrıca balık tutma yeri ve dağıtımına açık ve yakın istiridye ve istiridye yatakları da dahil olmak üzere katmanlar eklediler. Bu anketler başlangıçta 1:20.000 ölçekte toplanmış ve haritalanmıştır. Şekil 1, MAGI'nin analiz ve planlama yoluyla hava fotoğrafları, saha incelemelerini ve mevcut harita verilerini toplamadan akışını göstermektedir. Şekil 1 ayrıca her adımdaki harita örneklerini göstermektedir. Son yaklaşımlar, daha yüksek uzay-zamansal çözünürlük ve doğrulukta verilere sahip olmamız dışında, MAGI ile kullanılandan çok farklı değildir. Ayrıca, daha kısa

sürede daha fazla sayı hesaplanabilir ve elbette donanım çok daha az maliyetlidir ve çok daha kolay erişilebilir durumdadır (Dixon & Uddameri, 2015).



**Şekil 1.** MAGI sistem akışı ve harita örnekleri (Dangermond & Antenucci, 1974).

1975'te ESRI, New Castle County Delaware Kamu Yönetimi Enstitüsü Su Kaynakları Ajansı (WRA) ile çalıştı. "Delaware'de CBS'nin Babası" olarak anılan Vern Svatos liderliğindeki WRA GIS kullanıcıları, CBS'yi aktif olarak birçok alana dahil ettiler ve üniversitelerde ders vermeye ve konferanslarda araştırma yapmaya devam ettiler. WRA Kamu Yönetimi Enstitüsü ile birleştiğinde, CBS hizmetleri planlama, arazi kullanımı, havza yönetimi, kirlilik kontrolü ve dijital haritalamayı içerecek şekilde genişledi. Ayrıca devlet okulu yönetiminde CBS kullanımını uygulamaya başladılar (IPA, 2013).

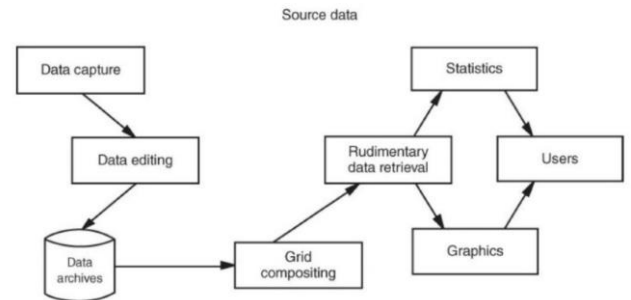
1976'da Minnesota Üniversitesi Kentsel ve Bölgesel Analiz Merkezi Minnesota Arazi Yönetim Bilgi Sistemini (MLMIS) oluşturdu. MLMIS dijital arazi kullanım haritaları, hava fotoğrafçılığı ile birleştirildi. MLMIS, raster tipi haritalar oluşturmak için 40 dönümlük kaba bir ızgara kullandı. MLMIS, birkaç yüz GIS projesini destekledi ve 1980'lerin başında 200'den fazla müşteriye sahipti. Minnesota, "10.000 Gölün Ülkesi" olarak bilinir ve CBS, su kaynakları yöneticileri, geliştiricileri ve eyalet planlamacıları için yararlı bir araçtır. Eyalet, Su Bilgi Kataloğuna eklemek için MLMIS'i kullandı ve Minnesota Kıyı Bölgelerini North Shore Veri Atlası'na ekledi. Ek olarak, araştırmacılar Minnesota'nın nehir kıyısındaki arazi sahiplerini (Mark vd., 1996) ve Minnesota İdare Departmanını (2001) desteklemeyen birkaç tartışmalı rapor yazdılar. MLMIS, Minnesota Eyaleti için hızla önemli hale geldi ve diğer eyaletler de onların örneğini izledi. New York, Delaware, New Jersey ve Connecticut, planlama ve kaynak yönetimi için CBS kullanımını eyalet düzeyinde benimseyen diğer örneklerdendir (Dixon & Uddameri, 2015).

25.000 ABD dolarından daha düşük maliyetli mini bilgisayarlar 1970'lerde popüler olmaya başladı ve üretiminin artmasıyla hesaplama gücü mühendisler ve bilim adamları için daha da erişilebilir hale geldi. Su kaynakları mühendisleri ve planlamacıları, bilgi işleme ihtiyaçları için bu teknolojiyi keşfetmeye istekli hale geldi. 1979'da Kentucky Doğal Kaynaklar ve Çevre Koruma Departmanı, KNRIS (Kentucky Ulusal Kaynak Bilgi

Sistemi) adlı kendi CBS uygulamasını geliştirdi. Prime 750 mini bilgisayar, 300 MB disk sürücüsü ve 1 MB belleğin yanı sıra, yaklaşık 500.000 ABD dolarına mal oluyor. Bu oran MAGI'nin maliyetinin yaklaşık üçte birine tekabül ediyor. Sistem, MAGI'ye göre çok büyük bir gelişme olan 10 dönümlük bir çözünürlükte çokgenleri haritalama yeteneğine sahipti. Her iki sistem de ESRI'nin grid yazılımını kullandı. Bununla birlikte, Kentucky'nin bilgisayarı ESRI'nin PIOS (poligonal) yazılımını da kullanabilmekteydi (Antenucci, 1982). Bunun yanı sıra, federal düzeyde, Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırması (USGS) 1973'te GIRAS'ı (Coğrafi Bilgi Erişim ve Analiz Sistemi) geliştirmeye başladı. İlk başta amaç, sayısallaştırılmış arazi kullanımı, politik, hidrolojik, nüfus sayımı ve federal ve eyalet toprak sahipliği veri tabanlarını düzenlemektir. Zaman zaman istatistiksel ve grafiksel standartlara ihtiyaç duyuldu ve GIRAS, aşağıda gösterilen yöntemlerin yanı sıra günümüz CBS yazılımında yaygın olarak bulunan birçok jeo-prosesleme işlemini gerçekleştirebilmektedir (Mitchell vd., 1977).

1. Sayısallaştırma yoluyla verileri yakalama
2. Verilerin GIRAS formatına dönüştürülmesi
3. Nokta ve çizgi eleme yoluyla veri boyutunu küçültme
4. Arc verilerindeki hataları algılama ve düzenleme
5. Kullanıcıların hat verilerini manuel olarak düzenlemesine izin verme
6. Poligonları arc verileriyle birleştirme ve etiketleme
7. Poligon verilerini manuel olarak düzenleme
8. Yeni bir harita bölümünün kenarını komşu harita bölümleriyle eşleştirme.

Şekil 2'de veri toplamadan kullanıcıya grafik ve istatistiksel çıktılar yoluyla GIRAS iş akışını göstermektedir.



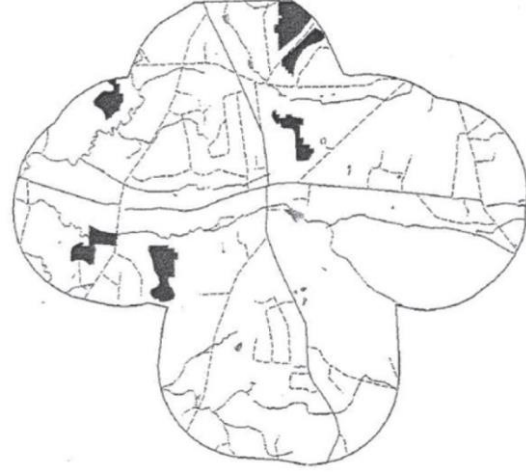
**Şekil 2.** GIRAS'ın genel sistem akışı (Mitchell vd., 1977).

GIRAS'ta nihai çıktı hazır olduğunda, kullanıcılar koordinat sistemlerini döndürebilmekte, çevirebilmekte, ölçeklendirebilmekte ve harita projeksiyonlarını değiştirebilmekteydi. Bütün bunlara ek olarak GIRAS en yakın altı veri noktasının ağırlıklı ortalamasını kullanarak eksik veriler için enterpolasyon yapabilmektedir. Görüntü yetenekleri içerisinde renk veya desen gölgeleme, sınır ve öznelik çizimi, desen simgeleştirilmesi,

koroplet haritalama, histogram çizimi ve perspektif görünüm kontur eşlemesi, blok diyagramları ve pim diyagramları yer almaktadır. 1975 ile 1977 arasında, GIRAS 80 milyon baytın üzerinde işlem yapmıştır; bu, 1 GB'ın yüzde 1'inden daha düşüktür (Mitchell vd., 1977). En ucuz ve en az süslü cep telefonları bile bundan fazlasını kaldırabilirken, GIRAS yine de araştırma için büyük miktarda sorunlu veri kullanmak ile hükümetler ve işletmeler için verileri ekonomik olarak kullanabilmek, arasındaki boşluğu doldurmak için önemli bir sistemdi. Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (USEPA's) BASINS (Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources) yazılımı hala GIRAS (Land Use/Land Cover) LULC veri setlerini içermektedir (Water, 2022).

1983'te ARC/INFO'nun piyasaya sürülmesi, su kaynakları bilim adamları ve mühendislerinin CBS araçlarıyla daha fazla etkileşime girmesinin yolunu açtı. 1984 yılında, USGS ve Connecticut Çevre Koruma Departmanı, otomatik CBS'yi ve mekansal doğal kaynak verilerinin geliştirilmesi, depolanması, analizi ve görüntülenmesi yeteneğini geliştirmek için ortaklık kurdu. ESRI tarafından geliştirilen ARC/INFO yazılımı birincil CBS olarak kullanıldı. Dört "model" uygulama geliştirildi: Endüstriyel Saha Seçim Modeli, Kamu Su Temini Yeraltı Suyu Keşif Modeli, 3B Yeraltı Suyu Modellemesi için bir Veritabanı ve 7 günlük, 10 yıllık Düşük Akış Modeli. (USGS/Connecticut GIS Project, 1985). Bu proje muhtemelen su kaynakları için tam olarak geliştirilmiş ilk entegre CBS ve modelleme uygulamasının başlangıcını oluşturdu. Projenin genel amacı, eğim, toprak, sulak alanlar, sel, hassas çevre alanları, su kalitesi, arazi alanı ve kamu hizmetlerinin mevcudiyetine dayalı alanları göz önünde bulundurarak işletmelere Connecticut'a taşınmalarında yardımcı olmaktı. Bu veri katmanları, Sanayi Bölgesi Seçim Modeline girdi. Connecticut su kalitesi sınıflandırma programı, önerilen kamu su temini sahalarına sınıflandırmalar atadı. Bu çalışma için, kamusal su kaynaklarının artırılmasına yönelik bir öneri için tek bir su hizmet sahası seçilmiştir. Veri katmanlarını analiz etmek için bir odak alanı olarak hizmet vermek üzere yarım millik bir tampon oluşturuldu (Şekil 3). Projenin yeraltı suyu gelişimi ile uyumlu bir alan bulması gerekiyordu. LULC katmanlarının ormanlık veya ormanlık sulak alan olması, iyi su kalitesine sahip olması, kirlilik kaynaklarından 500 m'den fazla olması, atık alıcı akarsulardan 100 m'den daha uzakta olması, mevcut kuyulardan 100 m'den fazla olması ve imarlı alanlar içinde olmaması gerekir. Son katman, 40 ft'den fazla doymuş iri taneli akifer içermelidir. USGS/Connecticut GIS projesinin bir başka benzersiz özelliği, 3D yeraltı suyu modeli oluşturmak için ARC/INFO'nun USGS 3D Sonlu Fark Yeraltı Suyu Akışı modeli ile birleştirilmesiydi. Model, kara yüzeyi, su tablası ve ana kaya kotları, havza sınırları, hidrolik iletkenlik, akarsu konumu ve katman sınırlarından 2D veri girişlerini kullandı. Modeli kaplamak için ARC/INFO'da alanın ızgaralı

bir haritası oluşturuldu. CBS kullanımı, modelde kullanılmak üzere veri hazırlama süresini önemli ölçüde azaltmıştır (Dixon & Uddameri, 2015).



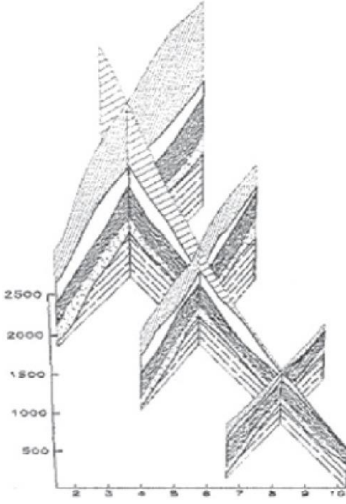
**Şekil 3.** Potansiyel kamu su temini kuyu alanları (USGS/Connecticut GIS Project, 1985).

Şekil 4-6, 1982'de USGS tarafından hazırlanan CBS'nin bazı yeteneklerini göstermektedir. Şekil 4, Wisconsin'deki Fox-Wolf Nehir Havzası için beş dijital tarama veri setini içerir (havza sınırları, göller, nehirler, ülke sınırları ve sıvı atık sahaları). Bu alan, su kaynakları için dijital bilgilerin ve haritalamanın uygulanmasını test etmek için seçilmiştir (Moore vd., 1983).

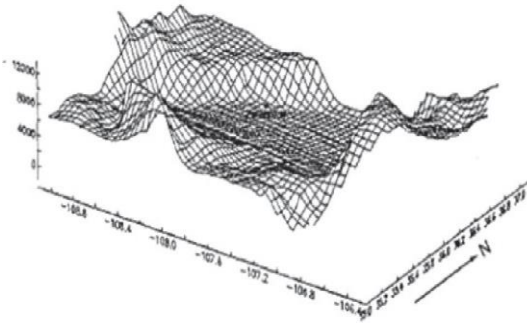
Şekil 5 ve 6, erken 3D dijital haritalama örnekleridir. Şekil 5, New Mexico'daki Fruitland Formasyonunu içeren kömürün çit diyagramıdır. Şekil 6, San Juan Havzası'ndaki Dakota Kumtaşı üssünün ağ perspektifidir. Erken haritalarla karşılaştırıldığında, modern CBS paketlerinden ve mekansal olarak açık modellerden elde edilen çıktılar çekicidir ve kolaylıkla oluşturulabilir. Bununla birlikte, anlamlı bir harita veya model oluşturmak için, kullanıcının temel ilkeleri anlaması gerekir (Dixon & Uddameri, 2015).



**Şekil 4.** Ayrı veri kümelerinin bir CBS'ye entegrasyonu (Moore vd., 1983).



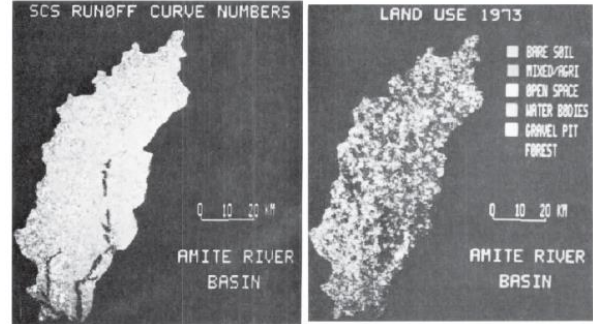
**Şekil 5.** Ulusal Kömür Kaynakları Veri Sisteminden alınan çit diyagramı örneği (USGS/Connecticut GIS Project, 1985).



**Şekil 6.** San Juan Havzasındaki Ulusal Kömür Kaynakları Veri Sisteminden ağ perspektif örneği (Rice vd., 1989).

CBS, fiziksel, sosyal ve ekonomik verileri birbirine bağlama yeteneği nedeniyle yavaş yavaş su havzası yönetimi için güçlü bir araç olarak kabul edilmeye başlandı (Starr & Anderson, 1982). Bu bağlamda, taşkınlar için havza ölçek planlaması ve taşkınla ilgili etkilerin değerlendirilmesi, su kaynakları alanındaki CBS araştırmalarının ana itici gücü olmuştur. Bu uygulama alanı, uzaktan algılanan verilerin mevcudiyetinden büyük ölçüde yararlanmıştır ve yararlanmaya devam etmektedir. Giriş hidroloji sınıfında, açık havzalardan su akışını tahmin etmek için Toprak Koruma Araştırmasının Eğri Numarası (SCS-CN) tekniğiyle muhtemelen karşılaşmıştır. Bir yüzey ne kadar sızdırmazsa, akış o kadar büyük olur. Aynı şekilde, eğim ne kadar yüksekse, yüzey akışı o kadar büyük olur. Arazi örtüsü özellikleri, kara yüzeyinde emilen veya atmosfere geri yansıyan elektromanyetik enerji miktarını etkiler. Uydulardaki sensörler bu yansımayı ölçer ve bu nedenle bu sensörlerden gelen bilgiler, LULC özelliklerini sınıflandırmak ve eğri numaralarını (CN'ler) tahmin etmek için kullanılabilir. Benzer şekilde, radar uydularındaki sensörlerden gelen veriler (RADARSAT-1 gibi), yükseklik verilerini tahmin etmek ve coğrafi rahatlamayı haritalamak için kullanılabilir. Mevcut

dijital arazi yükseklik verileri, eğimleri ve akış yönlerini hesaplamak ve su havzalarının sınırlarını belirlemek için CBS kullanılarak işlenebilir. Bugün bile, su havzalarının sınırlandırılması ve geçirgen olmayan yüzeylerin haritalanması, entegre CBS ve uzaktan algılama yöntemleri için kritik bir görev olmaya devam etmektedir. Louisiana Eyalet Üniversitesi'nde (LSU) Dr. John Hill tarafından Amite Nehri Havzası'ndaki kentleşme nedeniyle taşkın davranışındaki değişiklikleri değerlendirmek için yapılan bir çalışma, CBS teknolojilerinin su havzası modellemesi ile birleştirildiği ilk çalışmalardan birini temsil etmektedir (Hill vd., 1987). Bu çalışma, havza hidrolojisini simüle etmek için CBS ve Havza Hidrolojisi Simülasyonu (WAHS) Modelini birleştirmiştir. Landsat'tan uzaktan algılanan katmanlar, LULC verilerini sınıflandırmak için CBS'de dijital olarak kaplandı. Bu katmanların yanı sıra topografik haritalar, yağış miktarı ve akarsu akış verileri, 50 m'lik hücrelerde Toprak Koruma Hizmeti (SCS) akış CN'sini elde etmek için birleştirildi (Şekil 7). Bu veriler, doğrudan akış hidrografını tahmin etmek için WAHS modeliyle entegre edildi. Doğrudan akış hidrografı, sekiz farklı olay için hesaplandı. Model tahminleri, gözlenen değerlerle benzer şekilde, yükselme süresine, durgunluk süresine ve tepe özelliklerine sahip hidrografları içermektedir. Bununla birlikte, en yüksek deşarj hatası % 7,5 ile % 63,2 arasında değişmektedir (Hill vd., 1987). Sonuçlar genellikle çok doğru olmasa da, havza modellerinin CBS ve uzaktan algılama teknolojileriyle nasıl eşleştirileceğine dair değerli göstergeler elde edilmiştir (Dixon & Uddameri, 2015).

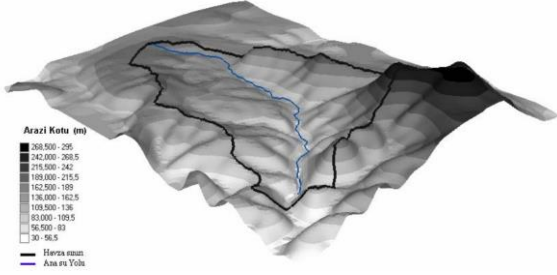


**Şekil 7.** SCS eğri numaralarının katmanları ve Amite Nehri Havzası için arazi kullanımı (Hill vd., 1987).

#### 4. YAKIN TARİHTE SU MÜHENDİSLİĞİNDE CBS UYGULAMALARI

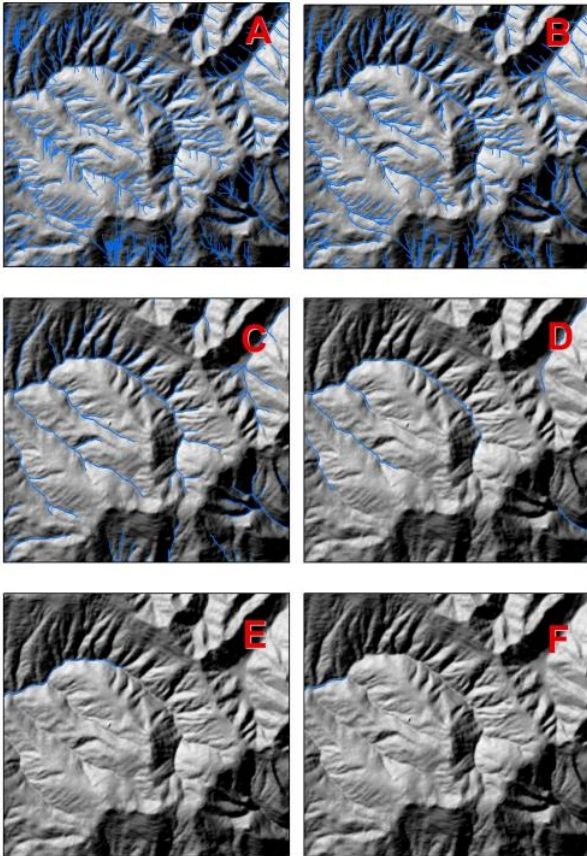
Coğrafi bilgi sistemleri, su mühendisliğinin her aşamasında kullanılmaktadır. CBS olanakları ile havza alanı, havza çevre uzunluğu, havza maksimum, minimum ve ortalama yükseklikleri, yöney, ortalama eğim, ana su yolu eğimi, ağırlık merkezinin ana su yolundaki izdüşümünden, havza çıkışına kadar olan uzaklık ve drenaj yoğunluğu gibi havza özellikleri belirlenebilir. Aslan (2005), CBS olanakları ile Bursa-Karacabey-İnkaya gölet havzasındaki bazı özellikleri belirlemeye çalışmıştır. Çalışmanın sonucunda havza alanı 11,47 km<sup>2</sup>, havza çevre uzunluğu

15722,63 m, havza minimum, maksimum ve ortalama yüksekliği sırasıyla 56, 279, 131,44 m, havza yöneyi kuzey-batı, güneydoğu, havza ana su yolu uzunluğu 6336,19 m, havza ortalama eğimi % 10,92, drenaj yoğunluğu değeri ise 1645 m/km<sup>2</sup> olarak bulunmuş ve çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli oluşturmuştur. Havza için oluşturulan 3 boyutlu sayısal yükseklik modeli Şekil 8'de gösterilmiştir.



**Şekil 8.** Çalışma alanına ilişkin sayısal yükseklik modelinin 3 boyutlu gösterimi ve belirlenen su toplama havzası (Aslan, 2005).

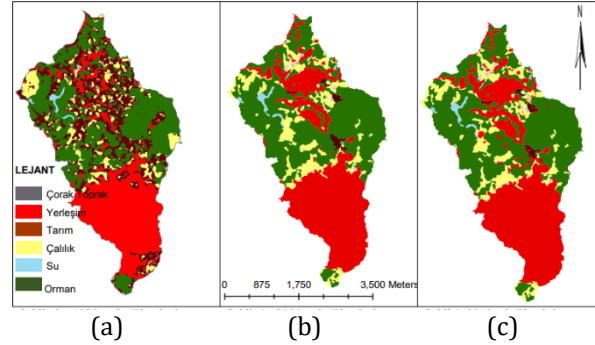
Elbaşı (2015), Marmara Denizi üzerindeki Akarsu Havzalarının analizi üzerine yaptığı çalışmada sahanın 1/25000 ölçekli topografik haritasından sayısalleştirilen eşyüksekti eğrileri temin etmiş, bu veriyi kullanarak sahanın 10 metre çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modelini üretmiştir.



**Şekil 9.** Farklı eşik değerler kullanılarak üretilen raster akarsu ağı karşılaştırması; A:50, B:100, C:1000, D: 10000, E: 50000, F: 100000 eşik değeri kullanılarak üretilmiştir (Elbaşı, 2015).

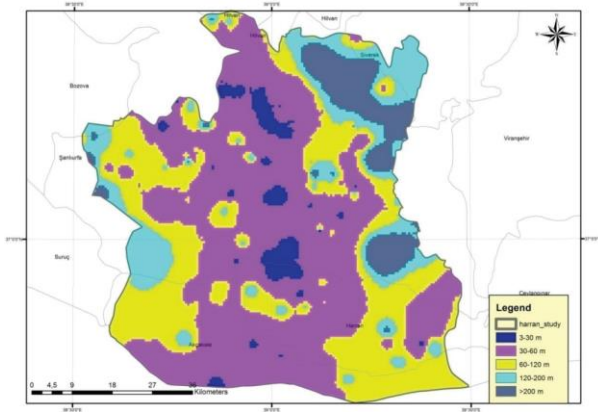
Çalışmada havzaların akarsu ağlarını belirlemeye çalışmış ve bu havzaların drenaj akım ağlarını D8 akım modeli ile oluşturmuştur. Belirlenen havzaların morfolojik karakterlerinin ortaya konması amacıyla morfometrik analizleri CBS yöntemleriyle uygulamıştır. Farklı eşik değerler kullanılarak üretilen raster akarsu ağının CBS ortamında karşılaştırılması Şekil 9'da gösterilmiştir.

Geymen (2016)'da su havzalarındaki doğal kaynakların CBS kullanılarak izlenmesi için yapmış olduğu çalışmada, İstanbul'un en büyük su ihtiyacını karşılayan ve arazi kullanım durumundan olumsuz yönde etkilenen su havzalarından bir tanesi olan ve İstanbul'a içme suyu temin eden havzalardan biri olan Elmalı havzasını çalışma alanı olarak belirlemiştir. Yapmış olduğu çalışmada, Elmalı havzasındaki arazi kullanım değişiminin zamana bağlı olarak değişimini 1995, 2005 ve 2013 yıllarına ait olan Landsat uydu görüntüleri ile sınıflandırarak gerçekleştirmiştir. Sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen arazi yüzeyleri değişimlerinin tematik haritaları Şekil 10'da gösterilmiştir. Uydu görüntülerini Erdas Imagine 9.1 yazılımında değerlendirerek elde ettiği sonuçları CBS'ye aktarmıştır. Çalışmanın sonucunda ise su havzalarındaki mevcut planların uygulanamaması nedeniyle arazi kullanımında değişimler olduğunu tespit etmiş ve doğal kaynakların hızla azaldığını vurgulamıştır.

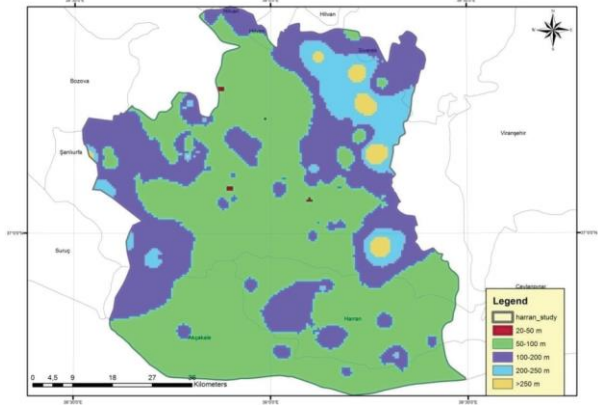


**Şekil 10.** 1995 yılı Elmalı Havzası Arazi Kullanımı (a), 2005 yılı Elmalı Havzası Arazi Kullanımı (b), 2013 yılı Elmalı Havzası Arazi Kullanımı (c) (Geymen, 2016).

Çelik vd. (2017), Şanlıurfa kent merkezinin sınırları içinde yer alan kamu kurum ve bireylere ait su kuyularını incelemiştir. Yeraltı sularının akışıyla beslenen havzada önceden belirlenen seçilmiş kuyuların verilerini kullanarak, Harran Ovası yeraltı su potansiyelini belirlemeyi amaçlamıştır. Havza'nın yeraltı su statik su seviye, dinamik su seviyeleri ile potansiyel yeraltı su verimi haritalarını CBS kullanarak tematik haritalar üretmiştir. Statik su seviyesi, dinamik su seviyesi ve kuyu verim değerlerini sınıflandırarak ve tematik haritalar CBS programlarını kullanarak kuyulardan elde edilen veriyi modellemeyle çalışmayı sonuçlandırmıştır. Çalışma sonucunda sınıflandırılan tematik haritalar Şekil 11 ve Şekil 12'de gösterilmiştir.

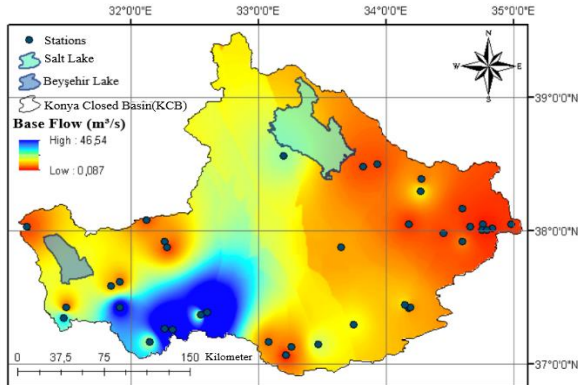


**Şekil 11.** Sınıflandırılmış statik su seviyesi tematik haritası (Çelik vd., 2017).



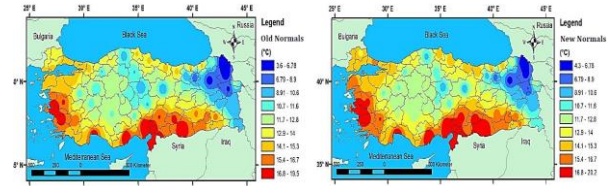
**Şekil 12.** Sınıflandırılmış dinamik su seviyesi tematik harita (Çelik vd., 2017).

Ayrıca literatürde yer alan su mühendisliği ile ilgili çalışmalarda, çalışma alanı, havza alanı, çalılan meteorolojik veya akım istasyonlarının konumlarının belirlenmesinde sıklıkla CBS sistemleri kullanılmaktadır. Örneğin Horzum vd. (2022), baz akımına bağlı yer altı su seviyelerinin Konya kapalı havzasında değişimini inceledikleri çalışmada, akım gözlem istasyonlarının konumları CBS ve IDW enterpolasyon tekniği kullanılarak görselleştirilmiştir. Şekil 13'te istasyon konumları, havza sınırları ve baz akımları yer almaktadır.



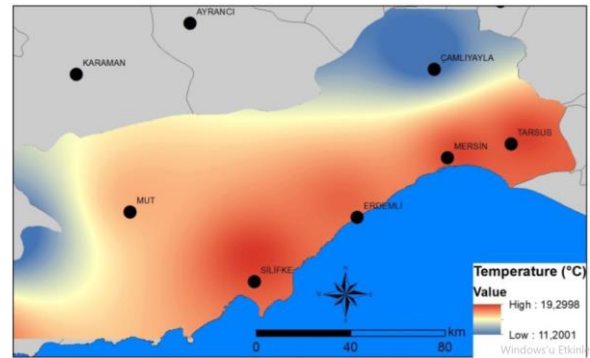
**Şekil 13.** Çalışma alanı ve istasyon konumlarını gösteren örnek bir çalışma (Horzum vd., 2022).

Su kaynaklarının yönteminde, iklim değişikliği çalışmaları önemli bir yere sahiptir. Örneğin yağışların değişimi, sıcaklıkların değişimi, buharlaşmanın değişimi vb. hidro-meteorolojik parametrelerin değişiminin bilinmesi gelecek su projeksiyonlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Bu anlamda CBS sonuçların görselleştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin Taha vd. (2022) çalışmalarında Türkiye'nin sıcaklık ve yağışlarının son iklim periyodundaki değişimi CBS teknikleri kullanarak yorumlamışlardır. Şekil 14'te sıcaklıkların değişimini gösteren harita yer almaktadır.

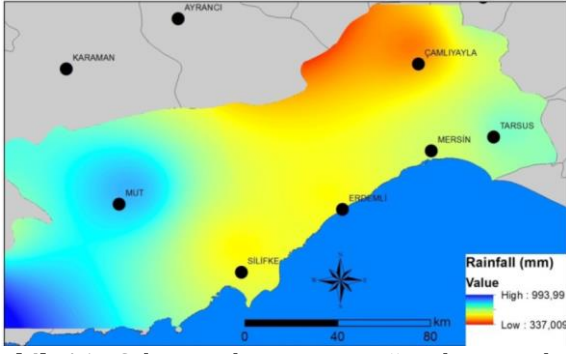


**Şekil 14.** İklim değişimi çalışmalarında CBS uygulaması (Demirgöl vd., 2022).

Kuraklık seviyesi bütün dünyada (son 900 yılda) ciddi yüksekliklere çıkmıştır. Türkiye'de de Doğu Akdeniz havzasında ciddi oranda kuraklıklar görülmektedir. Çelik ve Gülersoy (2018)'de iklim sınıflandırması ve kuraklık üzerine bir çalışma yapmışlardır. Analizler aylık, yıllık ve mevsimlik şeklinde uygulanmıştır. Analizler için 3 farklı indis kullanmışlardır. Erinç kuraklık indisine göre son 15 yılda ekstrem iklim olayları sıklıkla yaşanmıştır. SPI indisine göre yapılan analiz sonuçlarında 2008 yılında tüm aylarda az yağış olduğu tespit edilmiştir. PNI indisine göre yapılan analizler 1965-2014 arasında ait yağış verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu analizde 2008 yılı kurak olarak çıktığı görülmüştür. Mersin ve bazı ilçelerine ait sıcaklık ve yağış diyagramlarının yanısıra bölgesel sıcaklık yağış diyagramları Şekil 15 ve Şekil 16'da gösterilmektedir.



**Şekil 15.** Çalışma alanına ait sıcaklık haritası (Çelik & Gülersoy, 2018).



**Şekil 16.** Çalışma alanına ait yağış diyagramları (Çelik & Gülersoy, 2018).

Bu çalışmada, su mühendisliğinde CBS kullanımı ile ilgili tüm çalışmalar yer almayıp, başlıca ve/veya sıklıkla kullanılan çalışmalar incelenmiştir. Böylece su mühendisliği ile ilgili problemlerin çözümünde CBS ile ilgili uygulamaları özetleyen temel bir kılavuz oluşturulması amaçlanmıştır.

## 5. SONUÇLAR

CBS; verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, kullanıcıya sunulması gibi işlevleri bütünleştiren, en güncel teknolojilerden biridir. Hem coğrafyanın hem de bilgi sistemlerinin birleşik gücünü sunan CBS teknolojisi, su endüstrisi altyapısının etkin yönetimi için ideal bir çözümdür. Su endüstrisi dünya çapında oldukça hızlı büyüyen endüstrilerdendir. Bu çalışmada CBS ile su sistemlerinin yönetimi arasındaki ilişki anlatılarak CBS'nin önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.

CBS, fiziksel, sosyal ve ekonomik verileri birbirine bağlama yeteneği nedeniyle yavaş yavaş su havzası yönetimi için güçlü bir araç olarak kabul edilmeye başlanmıştır. CBS uygulamaları, su, atık su ve yağmur suyu sistemlerimizin yönetimini geliştirmekte büyük bir öneme sahiptir. Günümüzde, su havzalarının sınırlandırılması ve geçirimsiz yüzeylerin haritalanması, CBS ve uzaktan algılama yöntemleri için kritik bir görev olmaya devam etmektedir. CBS teknolojisi geçmişten bugüne büyük bir değişim geçirmiştir. Bu çalışmada CBS'nin tarihçesinden bahsedilerek ne kadar öneme sahip olduğu ve su sistemleri ile ilişkisi anlatılmaya çalışılmıştır. Günümüzdeki CBS su endüstrisinin neredeyse tüm alanlarına girmektedir. Sonuç olarak incelenen çalışmalar CBS'nin su kaynaklarında kullanımı ilgisinin arttığını göstermektedir. Ayrıca bu çalışma CBS yazılımının geçmişten günümüze büyük bir gelişim göstermesine rağmen su kaynakları bilimi ve mühendisliğinde hala kullanımını sınırlayan zorlukların bulunduğunu gösterilmeye çalışılmıştır.

### Yazarların Katkısı

**Yazar1, 2, 3:** Metodoloji, Makale Tarama ve Yazma

**Yazar4:** Gözden Geçirme, Düzenleme ve Son kontrol.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışma yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

## KAYNAKÇA

- Antenucci J A (1982). A GIS generation Gap: MAGI and KNRIS. *Computers Environmental Urban Systems Journal*, 7, 269-273.
- Aslan Ş T A (2005). Coğrafi bilgi sistemi olanakları ile bazı havza özelliklerinin belirlenmesi, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2),128-134.
- Ayday C, Yaman N, Keser K & Sabah L (2016). Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), 4. *Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, Antalya, Türkiye, 643-653.
- Başçıftçı, F., Durduran, S.S. & İnal, C. (2013). Konya Kapalı Havzasında Yeraltı Su Seviyelerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) İle Haritalanması *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(2), 1-15.
- Çelik A M & Gülersoy E A (2018). Climate Classification and Drought Analysis of Mersin, MCBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 16(1), Doi 10.18026.
- Çelik R, Aslan V & Akyıldız M H (2017). Harran Ovası'nın Yeraltısu Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Modellenmesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 8(1),53-64.
- Coppock J T, & Rhind, D W (1991). The history of GIS. *Geographical information systems: Principles and applications*, 2, 21-43.
- Dangermond J, & Antenucci J (1974). Maryland Automated Geographic Information System (MAGI) Maryland Department of State Planning, [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?&title=Maryland%20Automated%20Geographic%20Information%20System%20%28MAGI%29&publication\\_year=1974&author=Antenucci%2C&author=Dangermond%2C](https://scholar.google.com/scholar_lookup?&title=Maryland%20Automated%20Geographic%20Information%20System%20%28MAGI%29&publication_year=1974&author=Antenucci%2C&author=Dangermond%2C) [Erişim Tarihi: 03.04.2022].
- Demirgöl T, Yılmaz C B, Zıpır B N, Horzum F S, Perhiz M F, Demir V & Sevimli M F (2022). Investigation of precipitation and temperature changes in Turkey in the last climate period. *2ndAdvanced Engineering Days*, Mersin, Turkey, 69-71.
- Dixon B, Uddameri V (2015). GIS and Geocomputation for Water Resource Science and Engineering, Copyright © 2016 John Wiley & Sons, Ltd., DOI:10.1002/9781118826171
- Elbaşı E (2015). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 119 s.
- Farkas A L & Berkowitz J B (2001). State-of-the-industry report. Environmental Engineer, *American Academy of Environmental Engineers*, 37(4), 22-26.
- Geymen A (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Havzalarındaki Doğal Kaynakların İzlenmesi: Elmalı Havzası Örneği, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*,19(2),174-180.
- Hill J M, Singh V, & Aminian H (1987). A Computerized Database For Flood Protection Modeling. *Journal of American Water Resource Association*. 23(1), 21-27.



- Horzum F S, Demir V & Sevimli M F (2022). Investigation of Base Flow Reserve in Konya Closed Basin. *2nd Advanced Engineering Days*, Mersin, Turkey, 99-102.
- Intergraph. (2013). [http://www.intergraph.com/about\\_us/history\\_80s.aspx](http://www.intergraph.com/about_us/history_80s.aspx). [Erişim Tarihi: 03.05.2013].
- Intergraph (2022), <http://www.intergraph.com>. [Erişim Tarihi: 03.03.2022].
- Johnson R & Adrian M (2001). "Opening the Floodgates: Why Water Privatisation Will Continue" Policy Brief 17. Reason Foundation: Los Angeles. Accessed through <http://www.rppi.org/pbrief17.html> [Erişim Tarihi: 03.05.2021].
- IPA (2013). Delaware Institute for Public Administration. Geographic Information Systems at WRA. Retrieved from [www.ipa.udel.edu/wra/gis](http://www.ipa.udel.edu/wra/gis). [Erişim Tarihi: 03.04.2013].
- Jenkins D (2002). Making the leap to ArcView 8.1. *Geospatial Solutions*, 46-48.
- Kindleberger C (1992). Tomorrow's GIS. *American City & County*, 38-48.
- Mark D, Chrisman N, Frank A, McHaffie P, & Pickles, J (1996). The GIS History Project. Retrieved from [http://www.ncgia.buffalo.edu/gishist/bar\\_harbor.html](http://www.ncgia.buffalo.edu/gishist/bar_harbor.html). [Erişim Tarihi: 03.03.2021].
- Minnesota Administration Department (2001). Land Management Information Center: An Inventory of Its Records. Retrieved from <http://www.mnhs.org/library/findaids/admin015.pdf> [Erişim Tarihi: 03.05.2021].
- Mitchell W B, Guptill S C, Anderson K E, Fegeas R G, & Hallam C A (1977). GIRAS: A Geographic Information Retrieval and Analysis System for Handling Land Use and Land Cover Data. USGS Professional Paper 1059. [Pubs.usgs.gov/pp/1059/report.pdf](http://pubs.usgs.gov/pp/1059/report.pdf) [Erişim Tarihi: 07.04.2021].
- Moore G K, Batten L G, Allord G J, & Robinove C J (1983). Application of Digital Mapping Technology to the Display of Hydrologic Information. *USGS Water Resources Investigation Report*, 83-4142.
- Neteler M, & Mitasova H (2008). Open source GIS: a GRASS GIS approach, 3rd ed. Springer: New York, 420 pages. ISBN-10: 038735767X; ISBN-13: 978-0387357676).
- Nişancı, R., Yıldırım, V., Çolak, H. E., (2010). Coğrafi Bilgi Sistem Uygulamaları, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi 58-63.
- OGS, (2013). Open GeoSpatial OGC history, <http://www.opengeospatial.org/ogc/historylog>. [Erişim Tarihi: 08.10.2021].
- Rice D D, Clayton J L & Pawlewicz M J, (1989). Characterization of coal-derived hydrocarbons and source-rock potential of coal beds, San Juan Basin, New Mexico and Colorado, U.S.A., *International Journal of Coal Geology*, 13(1-4), 597-626.
- Şahin B (2016). Küresel Bir Sorun: Su Kıtlığı ve Sanal Su Ticareti, Hitit Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çorum 110s.
- Shamsi U M (2002). GIS Tools for Water, Wastewater, and Stormwater Systems, *ASCE Press*, ISBN (PDF): 978-0-7844-7084-8.
- Shamsi U M (2005). GIS Applications for Water, Wastewater, and Stormwater Systems, *CRC Press*, ISBN 9780849320972
- Starr L E & Anderson, K. E. (1982). Some Thoughts on Cartographic and Geographic Information Systems for the 1980s. *Proceedings Pecora 7 Symposium*, Sioux Falls, USA, 41-56.
- USGS/Connecticut GIS Project, (1985) <https://www.usgs.gov/products/maps/gis-data>. [Erişim Tarihi: 03.08.2021].
- Walker J (1996). Typical Univac 1108 Prices: 1968. <http://www.fourmilab.ch/documents/univac/config1108.html>. [Erişim Tarihi: 03.12.2021].
- Water (2022). Water Epa, [http://water.epa.gov/scitech/datait/models/basins/metadata\\_giras.cfm](http://water.epa.gov/scitech/datait/models/basins/metadata_giras.cfm) [Erişim Tarihi: 23.2.2022].



© Author(s) 2022.

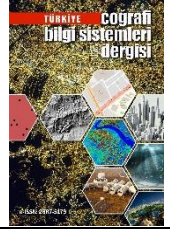
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



# Çanakkale İli Merkez İlçesinin Otopark Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Analizi ve Çözüm Önerileri

Seda Aslan \*<sup>1</sup>, Umut Aydar <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

Otopark  
Coğrafi Bilgi Sistemleri  
Mekânsal Analiz  
Servis Alan Analizi  
Ulaşım

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı otopark sorununun, Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla ulaşım ve çekim merkezleri çerçevesinde bütüncül olarak analiz edilerek, ulaşım entegre otopark politikaları önerilmesidir. Çalışma alanı olan Çanakkale ili Merkez ilçesinin otopark sorununun mekânsal analizi için otopark, ulaşım ve trafik çekim merkezlerine ait ilişkisel coğrafi veri tabanı kurularak bölgedeki mevcut park yerleri, mevcut ulaşım alt yapısı ve çekim merkezleri sorgulanabilir ve analiz edilebilir hale getirilmiştir. Almanya’da kullanılan ve tüm dünyada kabul gören hesaplama yöntemi ile otopark ihtiyacı belirlenmiştir. Çalışma alanına ait kurulan veri tabanında yapılan sorgulamalar ve analizler sonucunda yolların yol üstü park planlaması için uygun olup olmadığı incelenmiştir. ModelBuilder ile oluşturulan model sayesinde paralel parklanma için mahalle bazlı yol üstü park arzı kapasitesi hesaplanmıştır. Ulaşım analizi sayesinde kent merkezinin ve çekim merkezi bölgelerinin toplu taşıma ve bisiklet bakımından erişilebilir olup olmadığı ve mevcut durumda “park et devam et” uygulamalarının mümkün olup olmadığı analiz edilmiştir. Çekim merkezlerinden yürüme mesafesine göre 250 m hizmet alan içinde; yol dışı park alanı var mı, toplu taşıma bakımından erişilebilir mi, mevcut bisiklet istasyonları bakımından erişilebilir mi, yürüme mesafesi içinde kalan yollardan hangileri park için uygun ve kapasiteleri ne kadar gibi soruların cevapları aranmıştır.

## Analysis of the Parking Problem of the Central District of Canakkale With the Geographical Information System (GIS) and Solution Suggestions

### Keywords:

Parking  
Geographical  
Information Systems  
Spatial analysis  
Service Area Analysis  
Transportation

### ABSTRACT

The aim of this study is to analyse the parking problem holistically within the framework of transportation and attraction centers with the help of Geographical Information Systems and to propose parking policies integrated with transportation. For the spatial analysis of the parking problem of the Central District of Canakkale Province, which is the study area, a relational geographic database of parking lots, transportation and traffic attraction centers has been established. The need for parking has been determined with the calculation method used in Germany and accepted all over the world. As a result of the queries and analyses made in the database established for the study area, it was examined whether the roads are suitable for on-road park planning. Thanks to the model created with ModelBuilder, neighbourhood-based on-road parking supply capacity was calculated for parallel parking. Accessibility was measured by transportation analysis. According to the walking distance from the attraction centers, within a 250 m service area; Is there an off-road parking area, can it be accessed in terms of public transportation, can it be accessed in terms of existing bicycle stations, which of the roads within walking distance are suitable for parking and what is their capacity?

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

\*(aslanseda58@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-0361-684X  
(umutaydar@comu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-3987-6435

Aslan S & Aydar U (2022). Çanakkale İli Merkez İlçesinin Otopark Sorununun Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Analizi ve Çözüm Önerileri. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 34-46.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde nüfusun hızla artması ile birlikte yerleşim alanları da giderek büyümektedir. İllerin şehir merkezlerindeki yerleşim alanlarının yetersiz kalmasından kaynaklı şehirleşmenin merkez dışına doğru yayıldığı görülmektedir. Çekim merkezlerinin ve iş merkezlerinin varlıklarını şehrin merkezinde sürdürmeleri, konutlar her ne kadar şehir merkezlerinin dışına doğru yayılma gösterse de şehir merkezlerinin günlük trafik çekimine daha da fazla maruz kalmasına sebep olmaktadır. Bunun en büyük nedeni ise şehrin dış çeperlerinde gelişen konutların toplu taşıma veya alternatif ulaşım seçeneklerinden yeterince faydalanamıyor olmaları ya da insanlara kendi otomobilleri ile gitmenin daha konforlu ve cazip geliyor olmasıdır. Otomobil kullanımının artması hem günlük trafikteki araç sayısının artması hem de sürücülerin park yeri ararken zaman kaybetmesi demektir. Otomobilleşmenin artması zaman kaybı, aşırı yakıt tüketimi, gerginlik, stres gibi etkilerinin yanında gürültü ve hava kirliliği gibi çevre kirliliklerine de etki etmektedir. Karbon salınımının en fazla sebep olduğu sektörün ulaşım sektörü olması da trafik yoğunluğundan kaynaklanmaktadır.

Otopark, ulaşımın ayrılmaz bir parçasıdır. Günümüzde hızla artan nüfusla baş etmek ve otopark sorununu yalnızca kendi içerisinde park yerlerinin kapasitesinin artırılmasıyla engellemek mümkün olmamaktadır. Arazi kaynakları sonsuz kaynaklar değildir. Bilinçsizce ve plansız yapılan park yerleri, park sorununu çözemeyeceği gibi arazi kaynaklarının da verimsiz kullanımına ve tükenmesine sebep olacaktır. Daha sürdürülebilir çözüm önerileri için kentin ulaşım alt yapısı ve arazi kullanım türleri birlikte analiz edilerek bütüncül, ulaşım ile entegre uygulama yöntemleri geliştirilmelidir. Özellikle bu çalışmada kent merkezinde ve kent merkezinin çeperinde bulunan çekim merkezlerinde parklanma sorunun sıklıkla yaşandığı kabulü ile çözüm önerisi geliştirmek amaçlanmıştır.

Otopark sorunu, en sade hali ile bir bölgedeki otopark arzının otopark talebini karşılayamıyor olmasıdır (Uyur, 2015).

Otopark sorununun büyüklüğünü, yerini, zamanını doğru tespit etmek sorunu çözme aşamasında önemlidir (Okubay, 2008).

LİTMAN, çeşitli arazi kullanımları için en yoğun park etme zamanlarını tanımlamıştır (Tablo 1). Bu tabloda verilen çeşitli arazi kullanımları aynı zamanda birer trafik çekim merkezi noktasıdır. Bankalar, kamu kurumları, iş merkezleri, okullar hafta içi parklanmalarını oluştururken; oteller, restoranlar, kafeler gibi sosyal amaçlı alanlar ise akşam saatlerinde park talebi yaratmaktadır. Sıklıkla kullanılan ve genellikle kentin merkezi noktalarında konumlanmış alışveriş merkezleri ve mağazaların hafta sonu park talebini oluşturduğu görülmektedir. Bu tablo bu çalışmada, trafik çekim merkezi olarak tanımlanan alanların nasıl bir park talebi oluşturacağı konusunda bilgi çıkarılmasına katkı sağlamaktadır.

**Tablo 1.** Çeşitli arazi kullanımları için en yoğun park etme süreleri (Litman, 2020)

Hafta İçi	Akşam	Hafta Sonu
Bankalar ve kamu kuruluşları	Oditoryumlar	Dini kurumlar
Ofisler ve diğer iş merkezleri	Bar ve gece kulüpleri	Parklar
Park et ve devam et tesisleri	Toplantı salonları	Alışveriş merkezleri ve mağazalar
Okullar, kreşler ve üniversiteler	Restoranlar	
Fabrikalar ve dağıtım merkezleri	Tiyatrolar	
Hastaneler ve diğer sağlık merkezleri	Oteller	
Profesyonel servisler		

Bir kentteki park talebinin anlamlandırılmasından sonra park sorununun en aza indirilmesi ya da çözümü için iyi bir park yönetimi olmazsa olmazdır. Park yönetimi, otopark sorununa yalnızca park yeri tesis etmek konusunda ya da park kapasitelerinin artırılmasıyla çözüm sunmaz. Mevcut park yerlerinin daha etkin ve verimli kullanılması için çözüm yolları sunar. Bu sayede daha sürdürülebilir çözümler üretmek de mümkün olmaktadır (Litman, 2008).

Otopark talebini etkileyen birçok önemli faktör vardır. Bunlar; arazi kullanım türü, kaldırıma park etme kapasitesi ve araç sahipliğidir. En önemli faktörlerden biri ise toplu taşıma sistemlerinin varlığıdır. Toplu taşıma sistemlerinin erişebilirliğinin iyi düzeyde olması durumunda park ihtiyacının azaldığı bilinmektedir (Demir vd., 2021).

Otopark yönetimindeki amaç, park sorununu yalnızca kendi sınırları içinde çözmeye çalışarak değil, ulaşım ile entegre bir anlayış benimseyen uygulama politikaları geliştirilerek çözüm önerileri sunulmasıdır. Kentin ulaşım alt yapısı, ulaşım alışkanlıkları ve toplu ulaşım seçenekleri ve çeşitliliğinin otopark kapasitesini etkilediği kabul edilir (Gülhan & Ceylan, 2010).

Bir kentin park sorununa ulaşım ile bütünleşik çözüm önerileri getirilmesi için ulaşım alt yapısının ve mevcut yollarının mekânsal analizi yapılmalıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütün içinde gerçekleştiren sistemdir (Yomralıoğlu, 2015).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, veriyi birbirleriyle ve coğrafi konumları ile ilişkilendirerek sorgulamalar ve analizler yapmamızı sağlar. Özellikle büyük şehirlerde acil durum planlamaları, ambulans, itfaiye gibi araçların istenen yere en kısa sürede ulaşması ya da okul, hastane, metro istasyonu, toplu taşıma duraklarının belirli bir yürüme ya

da sürüş mesafesine göre hizmet alanı, ağ analizleri yardımıyla gerçekleştirilmektedir(Erden vd., 2003).

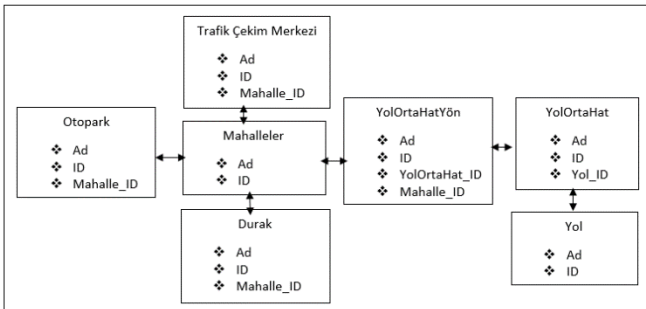
Bu çalışmada mevcut yol dışı otopark verileri, ulaşım verileri ve çekim merkezleri kullanılarak ilişkisel veri tabanı kuruldu. Yol dışı park alanlarının servis alan analizi mahalle bazlı olarak analiz edildi ve bölge için otopark erişilebilirliği tespit edildi. Yol üstü park arzı kapasitesi ModelBuilder ile model oluşturularak mahalle bazlı tespit edildi. Çekim merkezlerinden yürüme mesafesinde 250 m hizmet alan içerisinde kalan yollar ve bu yolların park yapmaya uygunluk durumu ve kapasiteleri sorgulandı. Toplu taşıma durak ve bisiklet istasyon yerlerinin erişilebilirliği servis alan analizi ile analiz edildi. Buffer analizi ile toplu taşıma durak ve otopark alanlarının kesişimi, bisiklet istasyonu ile otopark alanlarının kesişim alanları belirlendi ve park et devam et uygulamasının kullanılabilirliği analiz edildi.

Yapılan analizler sonucunda bölge için çekim merkezleri ve ulaşım entegre park politikaları geliştirilmesi planlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Tabanı Tasarımı ve Kullanılan Veriler

Bu çalışmada kullanılan otopark, yol, ulaşım ve çekim merkezlerine ait veriler saha çalışmaları ve uydu görüntüleri yardımıyla toplanıp düzenlenmiştir. Elde edilen verilerin birlikte sorgulanıp analiz edilebilmesi için ArcGIS Programı ile ilişkisel veri tabanı oluşturulmuştur (Şekil 1). Çalışmada mahalle bazlı toplu taşıma, bisiklet ve otopark alanlarının erişilebilirlik analizi için bu verilerin mahalle ile ilişkisi ID sütunu üzerinden kuruldu. Yol orta hat verilerinden ise yolun sağ ve sol olmak üzere iki yönü yol orta hat yön veri tabanında oluşturularak, yol orta hat yön verilerinin mahalle veri tabanı ile ID sütunu üzerinden ilişkisi kuruldu. Bu sayede mahalle içindeki yollar, şerit sayılarına, genişliklerine ve uzunluklarına göre sorgulanabilir hale getirildi. Trafik çekim merkezi verilerinin de mahalle veri tabanı ile ilişkisi kuruldu.



Şekil 1. İlişkisel veri tabanı

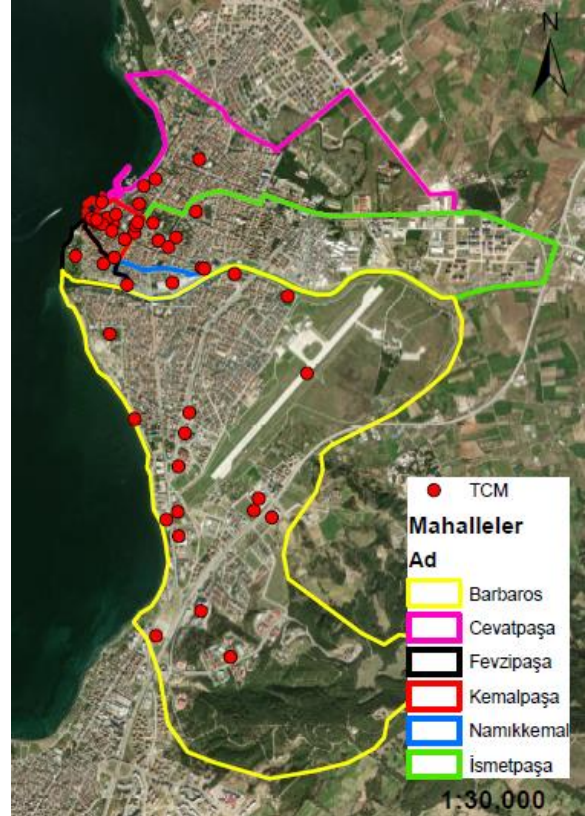
#### 2.1.1. Mevcut Otopark Verileri

Çalışma alanında mevcutta bulunan yol üstü ve yol dışı otopark verileri saha çalışması ile tespit edildi. ArcGIS'te konumları işaretlenen otoparklara ait; otopark ismi, otopark türü, kapasitesi, ücret durumuna ait öznitelik verileri tanımlanmıştır. Otopark veri tabanımızdaki MahalleID sütunu ile mahalle veri tabanı

ilişkilendirilerek mahalle bazlı otopark sorgulama ve analizlerinin yapılması sağlanmıştır.

#### 2.1.2. Çekim Merkezi Verileri

Çalışmada önemli çekim merkezi noktaları belirlenerek konumları işaretlenmiştir. Çekim merkezlerinin türüne bağlı, farklı günlerde veya günün farklı saatlerinde park talebi yarattığı düşüncesi ile konumları bu çalışma kapsamında oldukça önemlidir. Konumları ve türü gereği yol üstü parklanmasına ve trafiğine etkisi büyük olan yerlerdir.



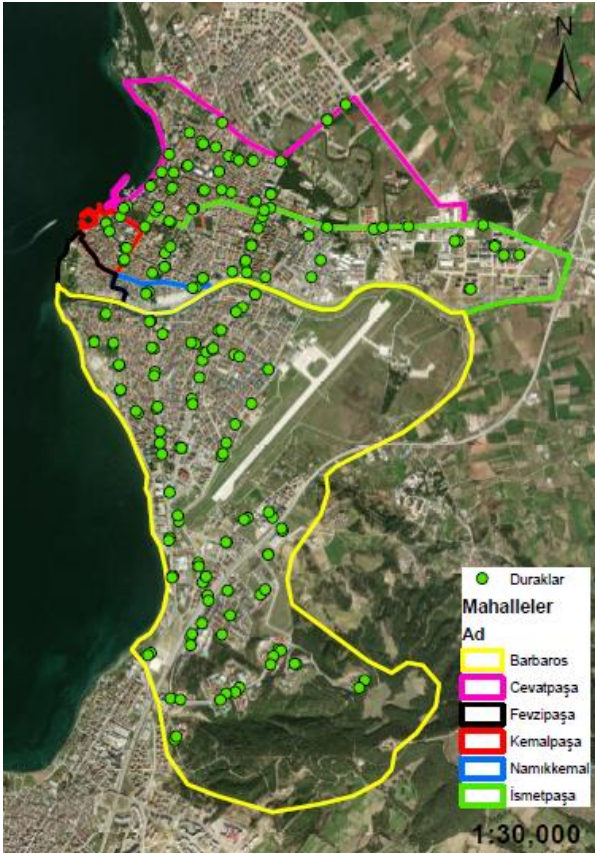
Şekil 2. Trafik çekim merkezleri

#### 2.1.3. Ulaşım Verileri

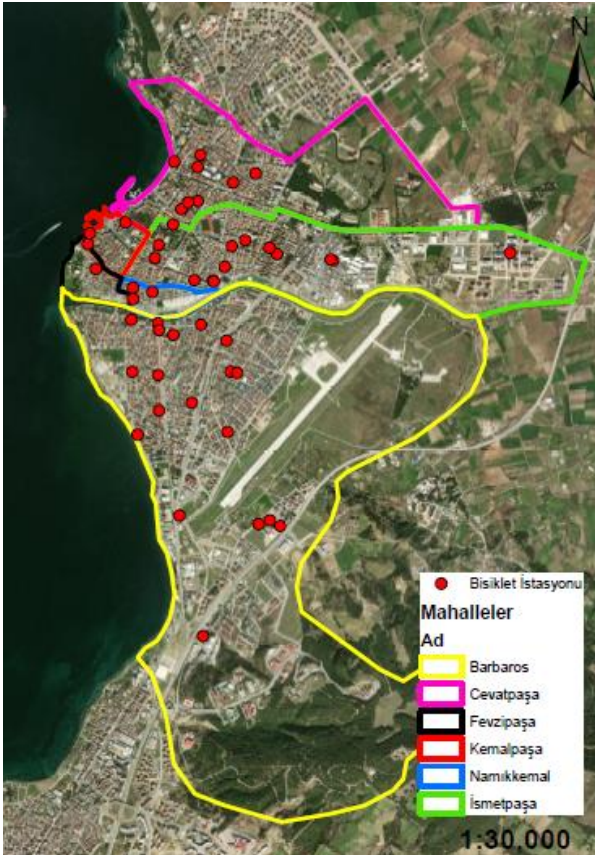
Ulaşım için kullanılan veriler;

- Yol orta hat
- Durak
- Bisiklet istasyonları
- Sinyalize kavşak konumları
- Yaya geçitleri

Ulaşım verilerinden toplu taşıma durak konumları ve bisiklet istasyon konumları Çanakkale Belediyesi Ulaştırma Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yol verileri ise OpenStreetMap'ten alınmıştır. Çalışma alanımız içerisinde kalan yolların sorgulanabilir ve analiz edilebilir hale getirilmesi amacıyla topolojik düzeltmeleri yapılmıştır. Çanakkale Belediyesi Ulaştırma Müdürlüğü'nden alınan yol verileri ile karşılaştırılarak yollardaki eksiklikler düzenlendi ve yol isimleri, şerit sayıları, yol genişlikleri ve yol sınıflandırmaları tanımlandı. YOLID sütunu ile yol orta hat yön tablosuna ilişki kuruldu oradan ise yolun sol ve sağ yönüne bağlı MahalleID sütunu ile mahalle tablosuna ilişkisi kuruldu.

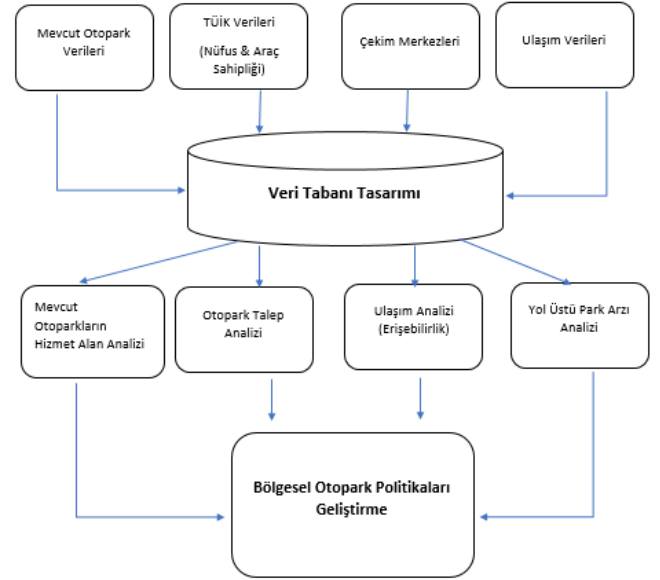


Şekil 3. Toplu taşıma duraklarının konumu



Şekil 4. Bisiklet istasyonlarının konumu

## 2.2. İş Akış Şeması



Şekil 5. İş akış şeması

Çalışma iş akışına göre ilk olarak çalışmaya ait veriler toplandı daha sonra ilişkisel veri tabanı kurularak toplanan veriler veri tabanına aktarıldı. Çalışma kapsamında ilk aşamada bölgenin mevcut otopark durumunun yürüme mesafesine bağlı 250 m hizmet alan analizi yapılmıştır. İkinci aşamasında bölgenin yerleşik nüfusa bağlı gece park talebi, çekim merkezlerine bağlı ise gündüz park talebi analiz edilmiştir. Üçüncü aşamada bölgenin ulaşım altyapısı bakımından erişebilirliği analiz edilmiştir. Dördüncü aşamada ise yol üstü park arzı kapasitesi belirlenmiştir. Yapılan dört aşamadan sonra çalışma alanı için en uygun bölgesel otopark politikaları geliştirilebilmiştir.

## 2.3. Otopark Talep Hesabı

Otopark ihtiyacının hesaplanmasında A.B.D ve Almanya'da kullanılan farklı yöntemler vardır. Bu hesaplama yöntemleri tüm dünyada da kabul görmüştür. Bu çalışmada kullanılan otopark ihtiyacı için hesap yöntemi Almanya'da kullanılan formüllerdir.

Almanya'da otopark ihtiyaç formüllerine göre;

Kent içi otopark ihtiyacı (P) için formül:

$$P = E / (k * (D)) \quad (1)$$

E: Kentin toplam nüfusu.

D: Araç başına düşen nüfus.

k: Yöresel katsayı (3-5)

A.B.D' de otopark hesabında kullanılan formül; A.B.D' de büyük şehirlerde pik saatlerde tüm araçların %12'sinin merkez bölgede park edeceği, küçük şehirlerde ise %18'inin merkezde park edeceği göz önüne alınır (Haldenbilen vd., 1999).

## 2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri; yeryüzüne ait her türlü verinin, mekân ile ilişkileri kurularak bilgisayar ortamına aktarılması ve bu verilerin kullanılan özel programlar vasıtasıyla depolanması, sınıflandırılması, birbirleri ile

karşılaştırılması, analiz edilmesi, güncellenmesi ve istenilen şekilde harita, grafik ve tablo olarak görsel hale getirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal ve konumsal olmayan verilerin toplanıp bilgisayar ortamında saklanması yanında mekân ile ve verilerin birbirleri ile ilişkisinin kurulması sayesinde çeşitli sorgulamalara, analizlere imkân tanır (Demirci & Karakuyu, 2004). Bu sayede CBS, planlamada karmaşık sorunların çözümünde daha kısa ve doğru sonuçlar üretmemize katkı sağlar. Yapılan sorgulamalar ve analizler sayesinde çalışma konumuza ait altlık haritalar oluşturularak bu haritalara dayalı sorunun somut tespiti sağlanmaktadır.

Veritabanı, birbirleri ile ilişkili veriler topluluğudur. Veri tabanı yalnızca verileri değil bu veriler arasındaki ilişkilerin de sağlanmasına yarar (Yomralıoğlu, 2015).

#### 2.4.1. Konumsal Sorgulamalar

Coğrafi bilgi sistemlerinde veriye ait geometrik ve öznitelik bilgisi veri tabanlarında saklanmaktadır. Her veriye ait oluşturulan bu veri tabanları yardımıyla veriler arasında ilişki kurulur. Veri tabanlarında kurulan ilişkiler sayesinde veriler ile ilgili sorgulamak yapmak mümkündür. Bu sorgulamalar;

- Grafik bilgiden grafik olmayan bilgiye,
- Grafik olmayan bilgiden ise grafik bilgiye,
- Grafik olmayan bilgiden yine grafik olmayan bilgiye ulaşma şeklinde yapılan sorgulamalardır.

Her sorgulama sonucunda yeni bir konumsal bilgi üretmek mümkündür (Yomralıoğlu, 2015).

Konumsal sorgulamalar sayesinde verilerin öznitelik bilgileri kullanılarak mantıksal ifadeler ile sorgulamalar yapılabilirken, grafik veriler arasında da mekânsal ilişki sorgulamaları yapılmaktadır.

#### 2.4.2. Konumsal Analizler

Konumsal analizler; konumsal sorgulamaların da ötesinde, veri ve ilişkili olduğu çevresi hakkında daha fazla bilgi edinmemizi sağlar. Aynı coğrafi bölgede bulunan farklı veriler arasında bağlantı kurulup bilgi alınabilmesi için bu verilerin birleştirilmesi şarttır. Başlıca konumsal analizler;

- Birleştirme analizleri (spatial join),
- Yakınlık analizi (proximity analysis)
- Sınır işlemleri (boundary operations)' dir (Yomralıoğlu, 2015).

Çalışma kapsamında kullanılan konumsal analizler birleştirme analizleri ve yakınlık analizleridir. Aynı koordinat sistemi içinde bulunan farklı coğrafi özelliklere sahip katmanların üst üste çakıştırılarak birleştirilmesi birleştirme analizi ile gerçekleştirilir. Birleştirme analizlerinin 3 temel şekli vardır.

- Noktasal objelerin alansal objelere birleştirilmesi (point-in-polygon overlay)
- Çizgisel objelerin alansal objelere birleştirilmesi (line-in-polygon overlay)
- Alansal objelerin alansal objelere birleştirilmesi (polygon-on-polygon overlay)

Yakınlık analizi diğer bir adıyla tampon analizi bir coğrafi objenin başka bir objeye olan uzaklığının analizi ile

gerçekleştirilir. En yaygın kullanılan ve bu çalışmada da kullanılan yakınlık analizi tampon (buffer) analizidir. 3 temel yakınlık analizi vardır.

- Noktasal objeler için yakınlık analizi
- Çizgisel objeler için yakınlık analizi
- Alansal objeler için yakınlık analizi

#### 2.4.3. Ağ Analizleri ve Servis Alan Analizi

Ağ analizi vektör tabanlı coğrafi veriler ile gerçekleştirilen analiz türlerinden biridir. Ağ analizleri çizgi tabanlı coğrafi varlıkların bağlantı şekillerinden, karar vermeye yönelik sonuç çıkarmaya yarayan konum analizleridir. Ağ analizinin gerçekleştirilmesi için düğüm-çizgi (arc-node) topolojisinin oluşturulmuş olması gerekir. Ağ analizleri ile gerçekleştirebileceğimiz üç farklı analiz bulunmaktadır. Bunlar;

- Optimum güzergâh belirleme
- En yakın tesis analizi
- Servis alan analizi

Bu çalışma kapsamında ağ analiz yöntemlerinden servis alan analizi kullanılmıştır. Servis alan analizi bir ağ üzerindeki tesisin çevresinde hizmet ettiği alanı tespit etmemize yardımcı olur. Bir tesisin bulunduğu konumdan itibaren hizmet ettiği alan belirli bir mesafe, sürüş ya da yürüme mesafesinde tanımlanmaktadır. Çalışmada kullanılan yöntem gerçek yürüme mesafesine bağlı hizmet alanının belirlenmesine dayanmaktadır.

### 3. BULGULAR

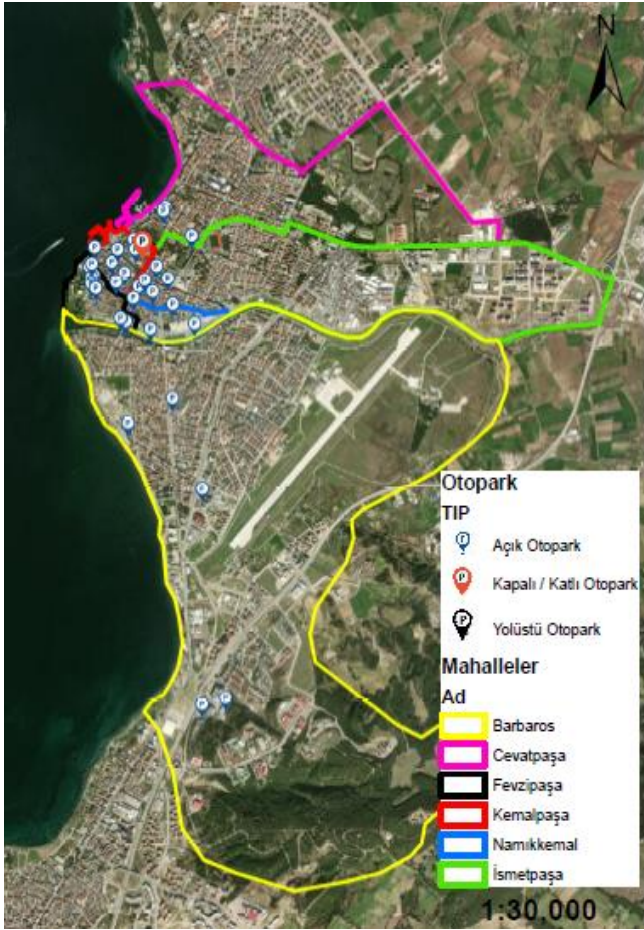
#### 3.1. Mevcut Otoparkların Konumu ve Kapasitesi

Tablo 2'ye bakıldığında çalışma alanındaki toplam otopark kapasitesi 4.632'dir.

Bu otoparkların 3.832 kapasitesi ücretli iken 800 araç kapasiteli kısmı ücretsiz otoparktır. Şekil 6'daki haritaya bakıldığında çalışma alanında yalnızca 1 tane katlı otopark olduğu görülmektedir. Bu katlı otopark da kentin en merkezi bölgesi olarak bilinen Kemalpaşa Mahallesiindedir. Diğer kalan tüm otoparklar ise kapasiteleri çok yüksek olmayan açık otoparklardır. Ayrıca otoparklar saha çalışması ile yerinde görülmüştür ve şehri tanımayan insanların ulaşımı için herhangi bir tabela veya yönlendirme yoktur. Bu yüzden yoğunluk, konum olarak en bilindik otoparklara olunca da park sorunu meydana gelmektedir.

**Tablo 2.** Mahalle bazlı yol dışı otopark kapasitesi

Mahalle Adı	Ücretli Yol Dışı Otopark Kapasitesi	Ücretli Yol Üstü Otopark Kapasitesi
Cevatpaşa	65	50
İsmetpaşa	235	-
Kemalpaşa	867	-
Namikkemal	1.990	-
Fevzipaşa	660	-
Barbaros	15	750
<b>Toplam</b>	<b>3.832</b>	<b>800</b>



Şekil 6. Mevcut otoparkların türlerine göre konumları

### 3.2. Yerleşik Nüfustan Kaynaklı Otopark İhtiyacı

Otopark talep hesabı yöntemi kısmında anlatılan Almanya'da kabul gören otopark ihtiyaç hesaplama formülüne göre hesaplanmıştır. Otopark talep formülü Denklem (1) kullanılarak yapılmıştır. Otopark talebi öncelikle çalışma alanı geneli için belirlenip daha sonra mahalle bazlı hesaplamalar yapılmıştır.

Çalışma alanımızın toplam nüfusu Çanakkale Belediye sınırları içinde kalan nüfustur. Ancak yetersiz veriden kaynaklı Çanakkale Belediye sınırları içinde bulunan toplam 7 mahalleden Esenler Mahallesi çalışmaya dâhil edilmemiştir ve nüfusu da mahalle bazlı hesaplamalara dahil edilmemiştir. Ancak Esenler mahallesinin konut ağırlıklı bir mahalle olmasından kaynaklı ve çalışma alanımızdaki mahallelerin daha merkezi ve alışveriş iş merkezli mahalleler olmalarından kaynaklı genel otopark ihtiyacı hesabında dahil edilmiştir.

Çanakkale'de 2019 yılına göre 1000 kişiye düşen otomobil sayısına bağlı çalışma alanımızdaki nüfusla bir oranlama yapılarak otomobil sayısı hesaplanmıştır. Yine aynı yıla ait mahalle nüfusları kullanılarak Tablo 3'te sunulduğu gibi mahallelere ait otomobil sayıları da hesaplanmıştır.

TÜİK 2019 verilerine göre Çanakkale Belediyesi sınırlarında kalan bölge nüfusu 137.365'tir. Bu nüfusa bağlı hesaplanan çalışma alanımızdaki toplam otomobil sayısı 23.178'dir.

Almanya formüllerine göre hesaplanan otomobiller için otopark ihtiyacı:

$$D_b = \frac{137.365}{23.178} = 5,93 \quad (2)$$

$$P = \frac{137.365}{5.93 * 3} = 7.721 \quad (3)$$

Bu hesaplamalar mahalle bazlı da hesaplanarak mahallelerin yerleşik nüfustan kaynaklı konut (gece) otopark ihtiyaçları belirlenmiştir. k(3-5) arası bir değer olduğu için otopark talebi k=3 alınmıştır.

Tablo 3. Mahalle bazlı hesaplanan otomobil sayıları (2019 yılı için)

Mahalle Adı	Nüfus	Öngörülen Araç Sayısı
Barbaros	59.046	9.979
İsmetpaşa	21.393	3.666
Cevatpaşa	23.232	3.935
Kemalpaşa	1.769	299
Namıkkemal	1.109	187
Fevzipaşa	1.897	321
<b>TOPLAM</b>	<b>108.446</b>	<b>18.387</b>

Tablo 4. Mahalle bazlı otomobil otopark talebi (2019)

Ad	Mevcut Yol Otopark Dışı Kapasitesi	Otopark Talebi (P)
Cevatpaşa	115	1.312
İsmetpaşa	235	1.222
Kemalpaşa	867	100
Namıkkemal	1.990	62
Fevzipaşa	660	107
Barbaros	765	3.326
<b>TOPLAM</b>	<b>4.632</b>	<b>6.129</b>

Otomobil sayılarının gerçekte gün içerisinde ve hatta akşam saatlerinde daha fazla olduğu, park yoğunluğundan ve karşılaşılan park sorunlarından da anlaşılmaktadır. Ancak bu gerçek verilere ulaşmak çalışma kapsamında mümkün olmadığı için nüfusa dayalı bir hesap yöntemi kullanılmıştır. Bu verilerle bile park ihtiyacı Tablo 4'e bakıldığında belirgin olarak görülürken gerçek otomobil sayıları kullanıldığında park sorununun daha da büyük ve çıkılmaz olduğu tartışmasız savunulabilir.

Tablo 5. Mahalle bazlı otomobil otopark ihtiyacı (2019 yılı için)

Mahalle Adı	Otopark İhtiyacı
Barbaros	2.561
İsmetpaşa	990
Cevatpaşa	1.197
Kemalpaşa	-767
Namıkkemal	-1.928
Fevzipaşa	-553

Tablo 5'te ise talepten mevcut otopark kapasitesinin çıkarılması ile otopark ihtiyacının olup olmadığı tespit edilmiştir. Negatif değerler mahallelerin gece parklanmalarında otopark sorununun olmadığını gösterirken pozitif değerler ise gece parklanmalarında sorunlu olan yerleri gösterir.

Kemalpaşa Mahallesi'nin bölgenin gün içinde en yoğun ve hareketli mahalle olmasından kaynaklı bu mahalledeki gündüz park talebini belirlemek için ABD'de şehrin kent merkezleri için kullanılan farklı bir hesaplama metodu kullanılmıştır. Yöntemler kısmında anlatılan bu hesap modeline göre, Kemalpaşa'daki otomobil otopark ihtiyacı:

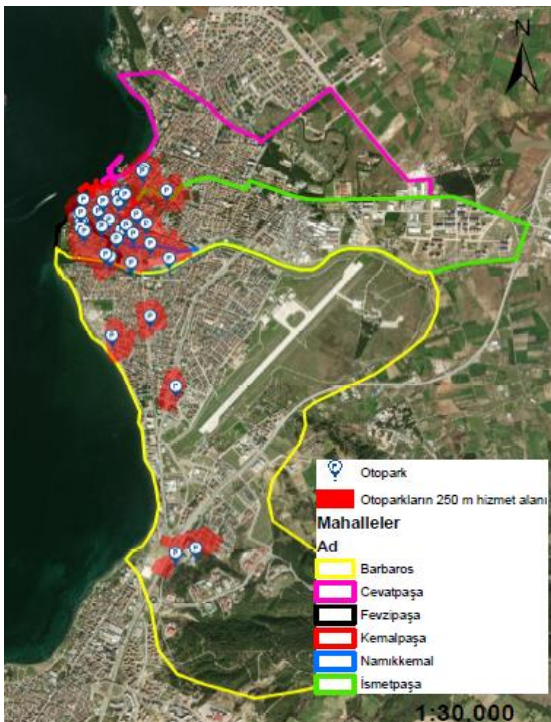
$$\text{Kemalpaşa Otopark İhtiyacı} = 91.480\%18 = 16.466$$

Bu hesaba göre 16.466 otomobilin gün içinde Kemalpaşa'da olacağı varsayılmaktadır. Bu hesaplama yalnızca Çanakkale Merkez İlçesinde bulunan otomobiller baz alınarak yapılmıştır. Ancak gün içinde Çanakkale'nin farklı ilçelerinden, hemen yakınındaki Kepez Beldesi'nden, Eceabat, Gelibolu, Lâpseki, Biga gibi diğer ilçelerinden gelebilecek olan otomobiller hesaplama dâhil edilmemiştir. Bu yerlerden gelecek olan otomobiller ve diğer araçlar da düşünüldüğünde Kemalpaşa Mahallesi ve hatta diğer yakınında bulunan Fevzipaşa Mahallesi, Cevatpaşa Mahallesi de bu yoğun otopark sorunu ile karşı karşıya kalması beklenmektedir.

### 3.3. CBS ile Yapılan Analizler ve Sorgulamalar

#### 3.3.1. Mevcut Otoparkların Hizmet Alan Analizi

Çalışmada otoparklardan gerçek yürüme mesafesine bağlı 250 metre servis (hizmet) alan analizi yapılmıştır. Daha sonra ise bu hizmet alanlarının mahalle alanına oranı ile mahallelerin mevcut otoparklar yönünden erişebilirlik düzeyleri yüzdesel olarak belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda ise Şekil 7 ve Tablo 6'ya bakarak mevcut otoparklar açısından erişimin en yüksek olduğu mahalleler Kemalpaşa, Fevzipaşa ve Namikkemal iken erişimin daha düşük olduğu mahallelerin Barbaros, Cevatpaşa ve İsmetpaşa olduğu görülmüştür.



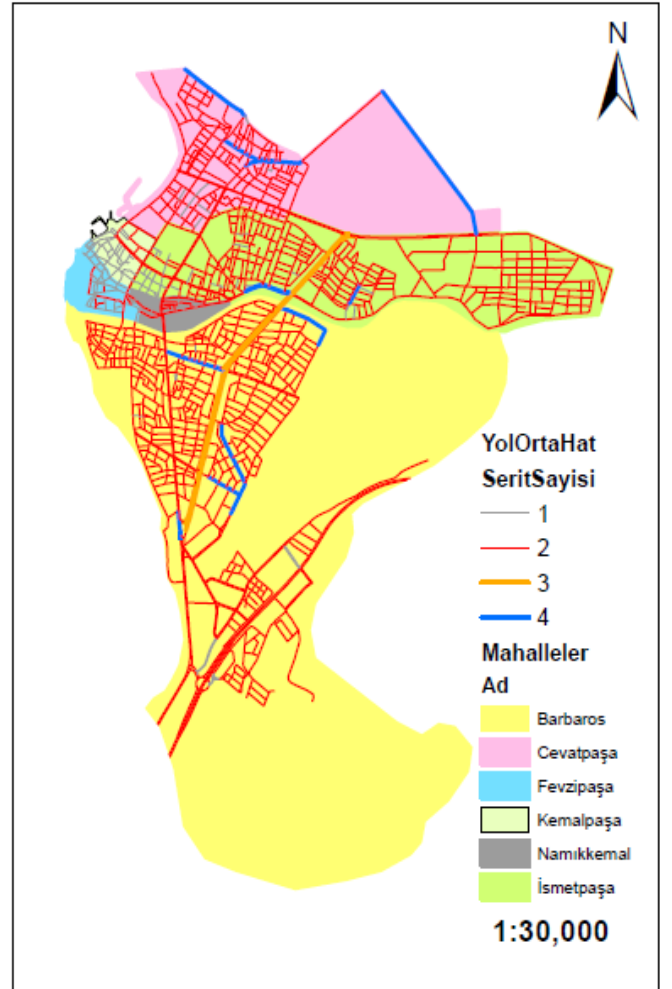
Şekil 7. Mevcut otoparkların hizmet alan analizi

Tablo 6. Mahalle bazlı otopark erişebilirlik düzeyi

Mahalle Adı	Otoparklara Erişim Düzeyi (%)	Erişim
Cevatpaşa		8
İsmetpaşa		11
Kemalpaşa		99
Namikkemal		86
Fevzipaşa		82
Barbaros		5

#### 3.3.2. Yol Üstü Park Arzı Kapasitesi

Şekil 8'deki haritada mahallelerde bulunan yolların şerit sayısına göre haritası verilmiştir. Bu haritaya bakıldığında Kemalpaşa Mahallesi, Fevzipaşa Mahallesi ve Namikkemal Mahallelerinde bulunan yollar çoğunlukla 1 şeritli iken; Barbaros Mahallesi, Cevatpaşa Mahallesi ve İsmetpaşa Mahallesi'nde bulunan yollar çoğunlukla 2 şeritli yollardan oluşmaktadır. Şekil 8'de gösterilen harita özellikle yol üstü park kapasitesinin belirlenmesinde ve çözüm önerileri sunmada yol gösterecek bir altlık harita olmaktadır.



Şekil 8. Çalışma alanı yol haritası

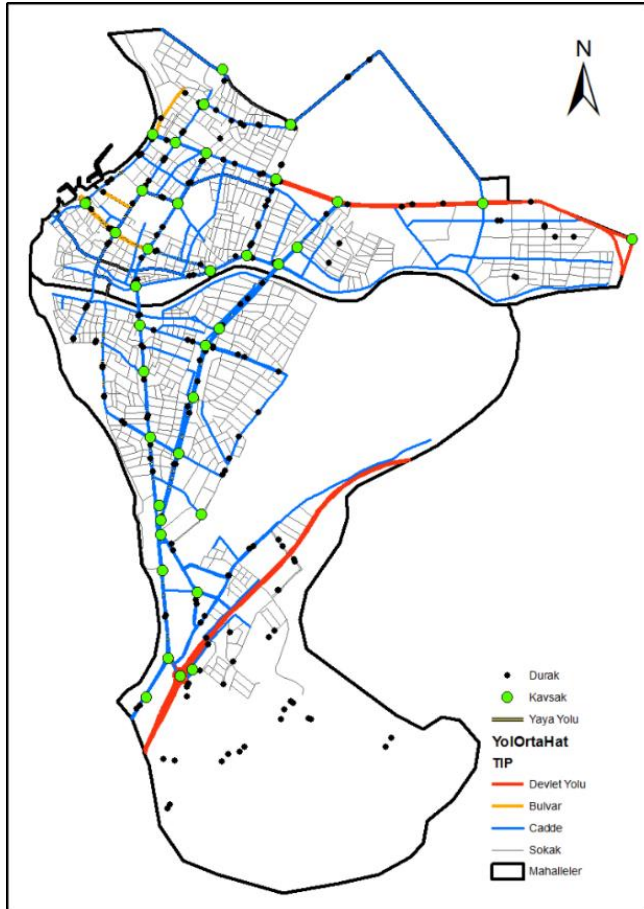
Paralel parklanmaya bağlı yol üstü park arzı kapasitesini belirlerken yol uzunluğu bir araç için maksimum gerekli olan park yeri uzunluğuna bölünerek hesaplanmaktadır. Çalışmada yol üstü park arzı kapasitesi yalnızca paralel parklanma için hesaplanmıştır bu yüzden bir park yeri için uzunluk 6



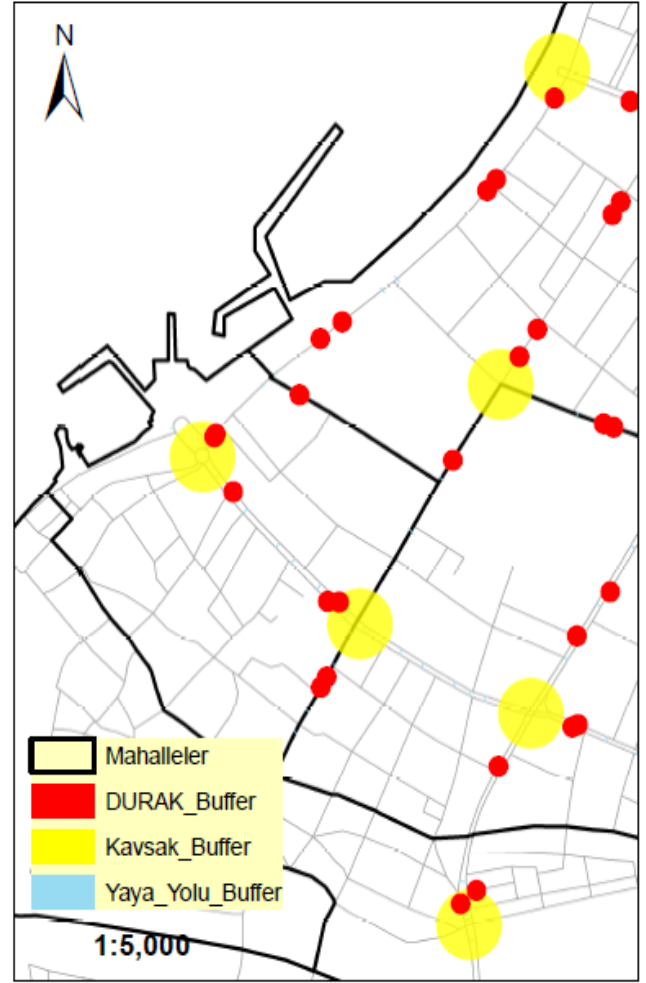
metre alınmıştır (Türk Standartları Enstitüsü, 1992). Mahalle bazlı yol üstü park kapasitesi ModelBuilder ile model kurularak hesaplanmıştır (Şekil 11).

Modelde ilk olarak her mahalle içindeki yollar seçilerek mahalle bazlı hesaplama yapılabilir olmuştur. Otopark olarak yapılabilecek yollar olan 2 ve 3 şeritli yolların seçimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra devlet yolları ve park yapılması mümkün olmayan caddeler program dışında belirlenerek seçilen bu yollardan "remove from selection" ile çıkarılmıştır.

Yollar üzerinde, Karayolları Genel Müdürlüğü Trafik Yönetmeliğinde belirlenen park etmenin yasak olduğu durumlar olan kavşaklar, yaya geçitleri, toplu taşıma durakların konumları işaretlenmiştir (Şekil 9). Kavşaklar için 50 metre, duraklar için 15 metre ve yaya geçitleri için 2 metre buffer analizleri yapılmıştır (Şekil 10). Bu mesafeler içerisinde yola park etmek yasak olduğu için seçili yollarımızdan buffer alanları "Erase" aracı ile çıkarılmıştır. Bu işlemler sonucunda kalan seçili yollar park yapılabilir yollardır. Yol üstü park kapasite hesabı yapılabilmesi için öncelikle mahalle katmanına "Spatio Join" ile en son yol katmanımız "merge rule sum" seçilerek eklenmiştir. Bu sayede mahallelerin içinde kalan park yapmaya elverişli toplam yol uzunlukları hesaplanmıştır. "Calculate field" ile, bu hesaplanan yol uzunlukları 6'ya bölünerek yol üstü park kapasitesi hesaplanmıştır.



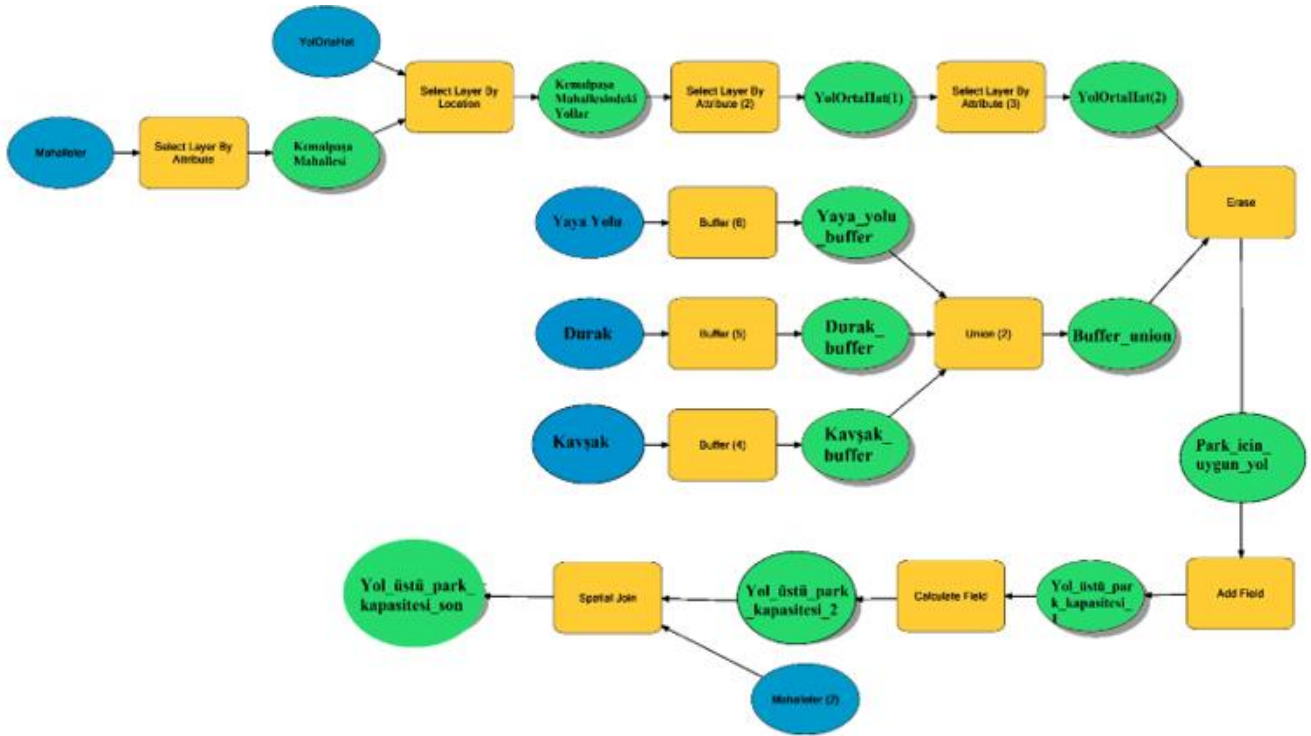
Şekil 9. Yol üstü park yapılmasını engelleyen durumlar



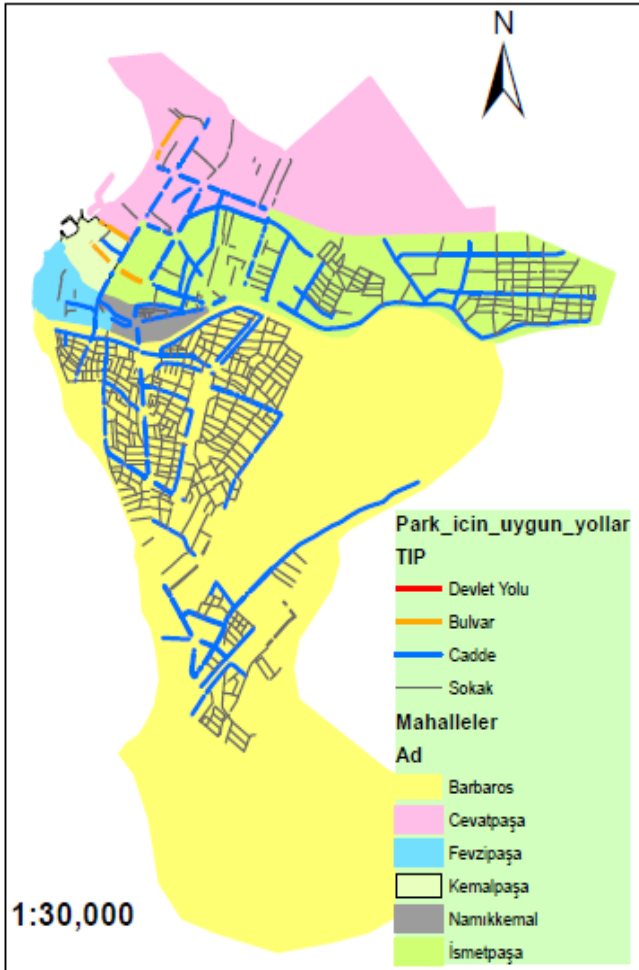
Şekil 10. Buffer analizlerinin yakından gösterimi

Şekil 12'de oluşturulan haritada, Şekil 11'deki model sonucunda bulunan yol üstü park için uygun olan yollar (cadde, bulvar, sokak) gösterilmektedir. Haritada gri renkli yollar ise park yapımı için uygun olmayan yollardır. Şekil 12'deki harita bölgede yol üstü park uygulamalarının nerelerde yapılabileceği konusunda ve kapasitelerinin ne kadar oldu konusunda detaylı bilgi sunmaktadır. Tablo 7 ise yine oluşturulan model sonucunda hesaplanan yol üstü park kapasitelerinin Excel'e aktarılmasıyla tablo olarak sunulmaktadır.

Bu çalışma sayesinde, kurulan modelde her mahallede bulunan yol tiplerine ait park kapasiteleri hem sayısal hem konumsal olarak belirlenmiştir. Hesaplamaadaki bu sınıflandırmanın katkısı ise caddelerin günlük trafikten daha çok etkilendiği bilindiği için gerekli durumlarda yol üstü park uygulamalarını paralel ve uygun sokaklara taşıyıp taşınamaz olduğu tespit edilebilir. Yol üstü park uygulamalarının, mümkün olduğunca daha az trafik yükü olan ve park yapımı için de uygun olan sokaklarda yapılması günlük trafik akımı için de daha uygundur. Yine toplu taşıma güzergâhları dikkate alınarak bu güzergâhlardaki yollarda yol üstü parklanmalarının yasaklanması ise alternatif yollarda parklanma imkânı sunulabilir (Tablo 7 ve Şekil 12).



Şekil 11. Model Builder ile yol üstü park kapasitelerini hesaplatan model (Bir mahalle için oluşturulmuş model örneği)



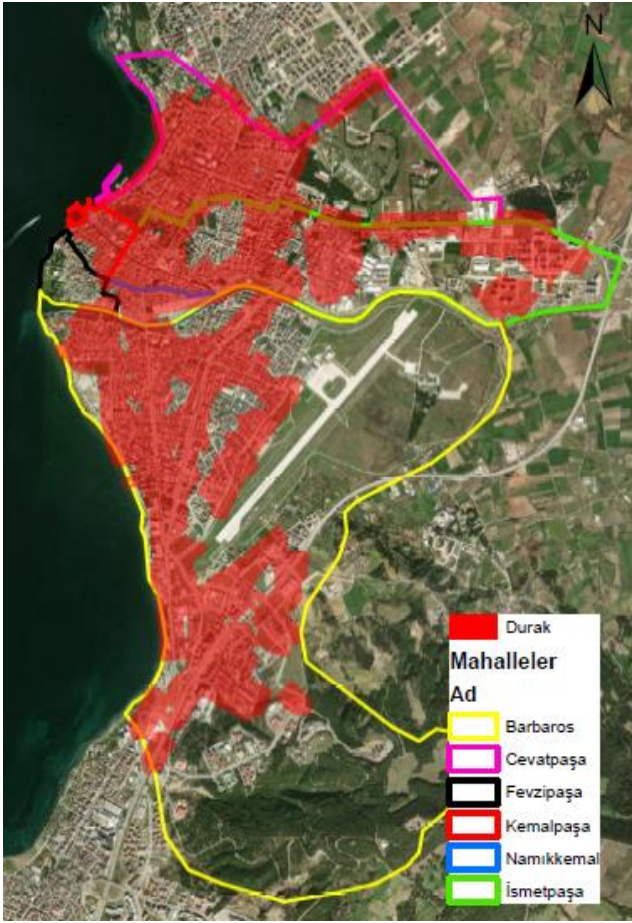
Şekil 12. Çalışma alanının tamamına ait yol üstü park yapmaya elverişli yollar

Tablo 7. Mahalle bazlı hesaplanan yol üstü park kapasitesi

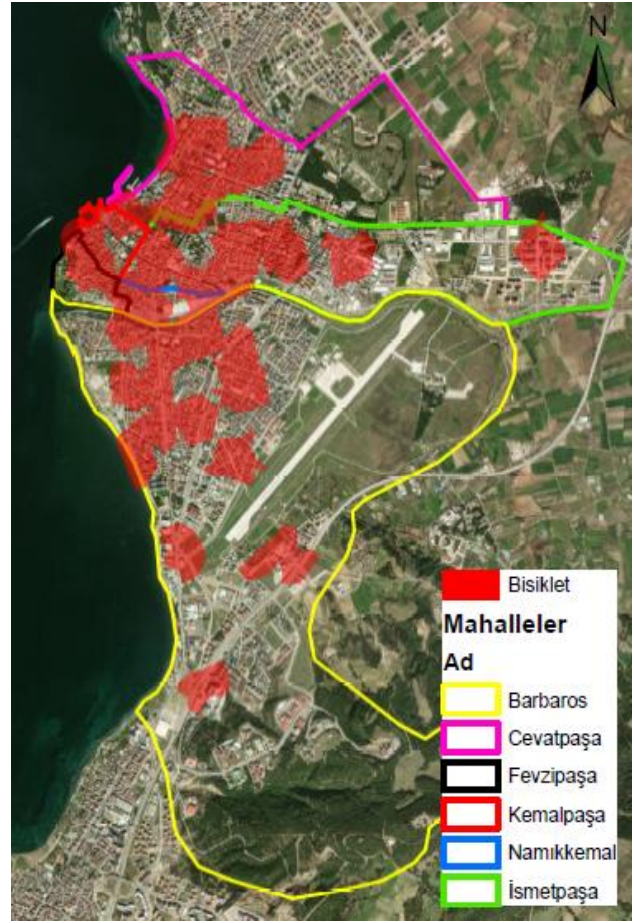
Mahalle Adı	Devlet	Bulvar	Cadde	Sokak	Toplam
Cevatpaşa	-	107	598	439	1.114
İsmetpaşa	-	60	2.264	3.099	5.423
Kemalpaşa	-	75	90	23	188
Namikkemal	-	-	296	113	409
Fevzipaşa	-	-	74	79	153
Barbaros	-	-	3.031	8.165	11.196

### 3.3.3. Ulaşım Analizi

Ulaşım analizinde bölgenin toplu taşıma ve bisiklet istasyonları bakımından 250 m gerçek yürüme mesafesine bağlı hizmet alan analizleri yapılmıştır. Bu analiz bölgenin parklanma sorununa katkısı ise çözüm önerisi aşamasında bölgeye yönelik daha sürdürülebilir ve yaşanabilir çözümler geliştirmek mümkün olacaktır. Şekil 13 ve Tablo 8'de bölgenin toplu taşıma bakımından erişebilirliği konumsal ve sayısal olarak gösterilmiştir. Mahallelerin erişebilirlik yüzdesi, hizmet alanının mahalle alanına oranlanması ile hesaplanmıştır.



Şekil 13. Otobüs durakları hizmet alan haritası



Şekil 14. Bisiklet istasyonları hizmet alan haritası

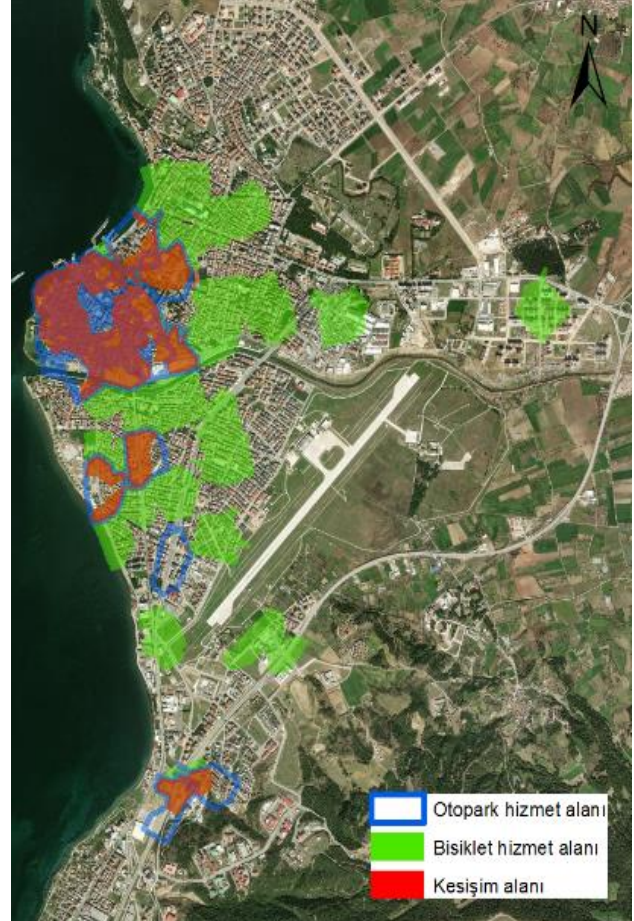
**Tablo 8.** Mahallelerin toplu taşıma durakları bakımından erişebilirlik düzeyi

Mahalle Adı	Toplu Taşıma Durak Hizmet Alanı (%)
Cevatpaşa	51
İsmetpaşa	69
Kemalpaşa	84
Namikkemal	92
Fevzipaşa	16
Barbaros	35

Şekil 14 ve Tablo 9’da ise bölgenin bisiklet ulaşımı bakımından erişebilirliği gösterilmektedir. Her iki ulaşım türü için de yapılan 250 m yürüme mesafesine bağlı hizmet alan analizleri keşitirilerek birbirleri ile etkileşimleri analiz edilmiştir ve kırmızı renkli alanlar yürüme mesafesinde park et devam et için uygun bölgelerdir. (Şekil 15 ve Şekil 16). Bu kırmızı alanların şehir merkezinin dışında olması park et devam et uygulamaları için daha sürdürülebilir olacaktır.

**Tablo 9.** Mahallelerin bisiklet istasyonları bakımından erişebilirlik düzeyi

Mahalle Adı	Bisiklet İstasyonu Hizmet Alan Düzeyi (%)
Cevatpaşa	29
İsmetpaşa	39
Kemalpaşa	82
Fevzipaşa	61
Barbaros	15
Cevatpaşa	29



Şekil 15. Otopark ve Bisiklet istasyonları hizmet alan keşitimi haritası

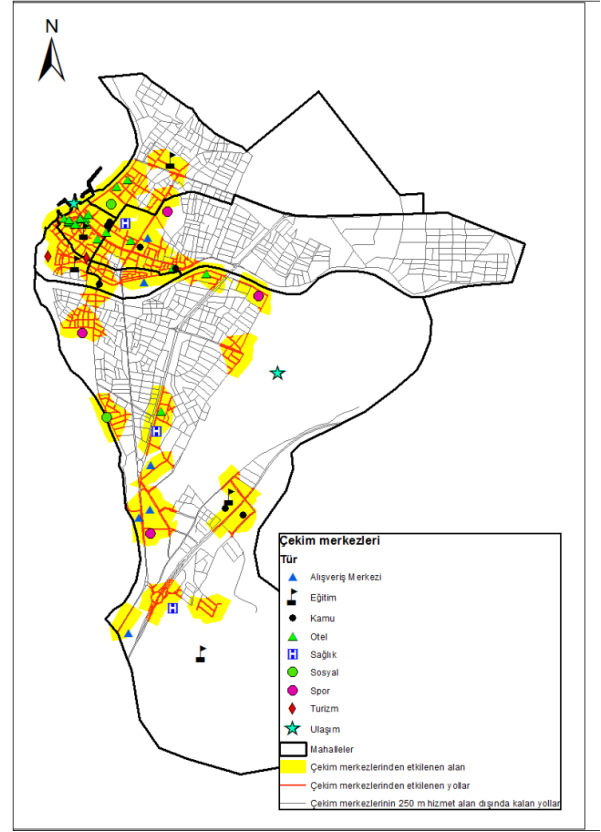


Şekil 16. Otopark ve toplu taşıma durakları hizmet alan kesişim haritası

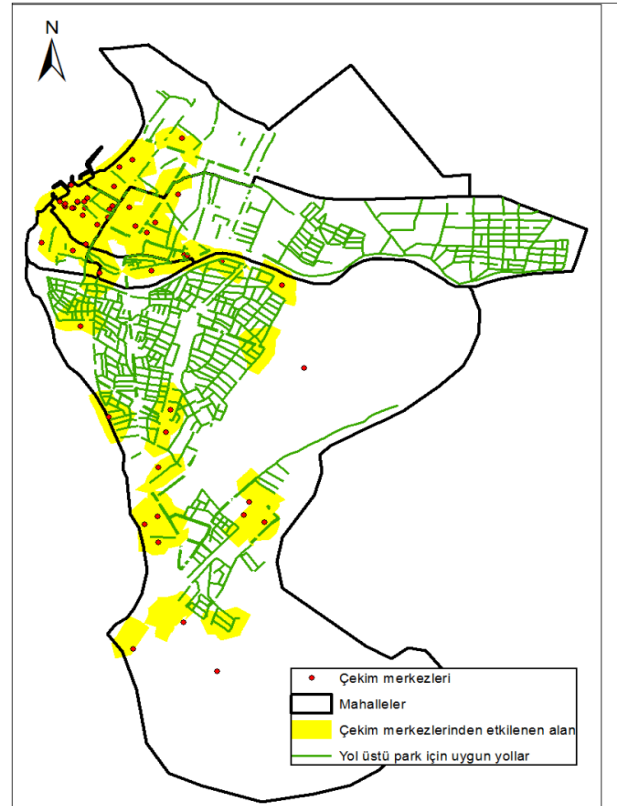
### 3.3.4. Çekim Merkezlerinden Kaynaklı Parklanma Sorgulamaları

Çekim merkezleri, otopark sorununun konumu ve zamanı hakkında yorum yapmamıza katkı sağlayacak en önemli etkidir. Yol üstü parklanmaları için hangi yolların çekim merkezlerinin yarattığı park yoğunluğundan etkilendiğini belirlemek mümkündür. Bu kısımda;

- Çekim merkezlerinden gerçek yürüme mesafesine bağlı 250 metre servis alan analizi yapıldı. Bu sayede bu merkezlerin park talebinden en çok etkileyebileceği alanlar ve yollar tespit edildi.
- Çekim merkezlerinden 250 metre yürüme mesafesinde yol dışı otopark olup olmaması sorgulandı.
- Eğer otopark yoksa ya da var olanların kapasitesi yeterli değilse etrafındaki yollarda yoğun parklanma yapılması kaçınılmaz olacaktır. Bu yüzden bu yollar incelenerek yol üstü park için uygun yollar ve yol üstü park arzı kapasitesi sorgulandı.
- Çekim merkezlerinden yapılan 250 m servis alan içerisinde toplu taşıma durağı ya da bisiklet istasyonu var mı sorgulamaları yapılarak çözüm önerisinde bulunuldu.



Şekil 17. Çekim merkezlerinden etkilenen yollar



Şekil 18. Çekim merkezleri hizmet alan içinde park yapmaya elverişli yolların gösterimi

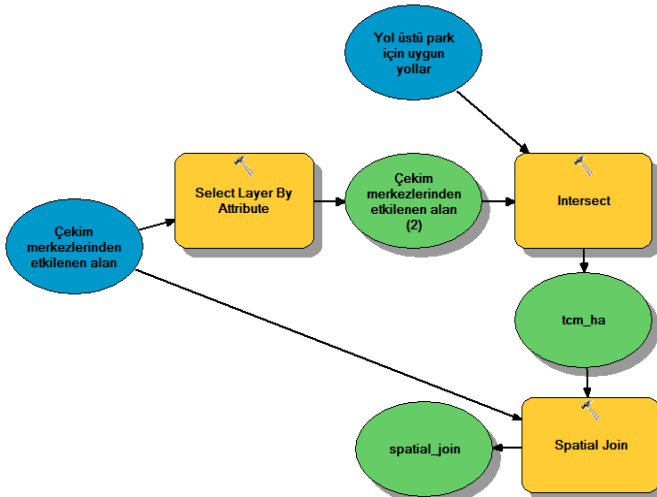
Şekil 17'de çekim merkezlerinden 250 m yürüme mesafesi içinde kalan yollar gösterilirken, Şekil 18'de ise bu yollardan park yapmak için uygun olanların gösterimi verilmiştir. Şekil 17'deki harita ile trafik yoğunluğu

birlikte düşünülerek Şekil 18'deki haritada verilen yollar üzerinde park planlama uygulamaları yapılabilir.

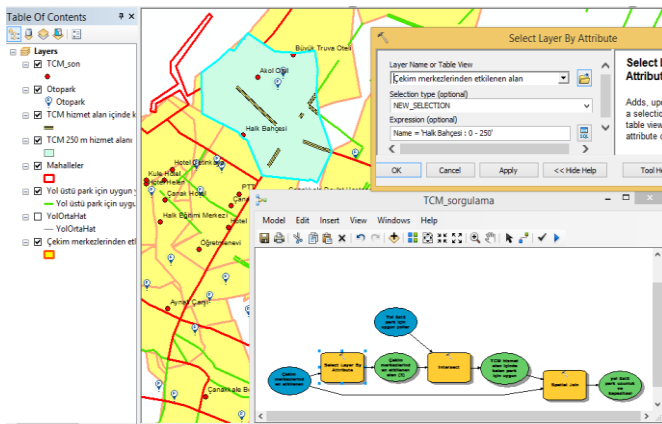
Şekil 17'deki haritaya bakıldığında Kemalpaşa Mahallesi'nde bulunan çekim merkezlerinin mahallenin tamamında yoğun olarak konumlandığı görülmektedir. Yine Fevzipaşa Mahallesi de içinde bulunan çekim merkezleri ve Kemalpaşa mahallesi'ne olan yakınlığı ile çekim merkezlerinin günlük park yoğunluğundan etkilenen mahalledir. Kemalpaşa mahallesi'ni çalışma alanımızın kent merkezi olmasından kaynaklı bu sorgulamalara dahil etmedik. Bu mahallenin tamamı park sorunu bakımından önceliklidir. Ancak Cevatpaşa, Barbaros, İsmetpaşa ve Namıkkemal Mahallesi'nde bulunan önemli çekim merkezi noktaları için bölgesel sorgulamalar ve çözümler sunulması planlanmıştır.

Çalışmanın devamında analizler sonucunda her bir çekim merkezi için park taleplerini karşılayan yol dışı otopark alanı var mı, etrafındaki yol üstü park kapasitesi ne kadar, ulaşım ile entegre çözüm üretilmesi mümkün mü sorgulamaları yapıldı. Bu sayede her çekim merkezi etrafında oluşabilecek otopark sorununun uygun uygulamalar ile azaltılması amaçlandı.

Çalışma kapsamında yapılan örnek sorgulamalar;



**Şekil 19.** ModelBuilder ile oluşturulan, çekim merkezleri hizmet alanı içinde kalan park için uygun yolların ve kapasitelerinin sorgulama modeli (TCM\_Sorgulama modeli)



**Şekil 20.** Cevatpaşa mahallesi Halk Bahçesi yürüme mesafesi içinde park için uygun yolların sorgulanması (yol üstü park kapasitesi=97)

Şekil 20'de verilen görselde çalışma alanında bulunan önemli bir çekim merkezine ait yol üstü park kapasitesinin sorgulaması görülmektedir. Yine bu sorgulamanın içinde yürüme alanları içerisinde yol dışı park alanı, bisiklet istasyonu, toplu taşıma durağı var mı yok mu incelenebilmektedir. Örneğin Şekil 20'deki çekim merkezi hizmet alanı içerisinde yol dışı park yeri olduğu da görülmektedir.

#### 4. TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Otopark sorununu tamamen çözmek için yalnızca park alanları yapmak yeterli bir çözüm söz konusu olamaz. İyi bir "park yönetimi" sürdürülebilir çözüm önerileri kapsamında daha güçlü bir öneme sahiptir. Karşılaşılan park yeri temini ve maliyet sorunlarına rağmen, otopark sorunu yaşanan bölgelerde kısa vadede çözüm önerileri gerekmektedir. Bu kapsamda yeni bir park alanının temin edilmesi zaman alacağı ve yüksek maliyetler gerektireceği için yol üstü park planlaması kaçınılmazdır.

Ücretsiz yol üstü parkları, sürücüler için en cazip park yerleri olarak görülmektedir ve kurlsız parklanmalar trafik sorununu meydana getirmektedir. Otopark sorununu hafifletebilmek ve bunu yaparken de yeni trafik sorunları yaratmamak için yol üstünün iyi analiz edilmesi ve park planlaması yapılması gereklidir.

Günlük trafik yükünün daha fazla olduğu cadde üzerine yapılan parklanmaları hafifletebilmek veya önleyebilmek için yoğun caddelerin paralelindeki, park için uygun yollar (özellikle sokaklar) tespit edilerek buralarda park yapımına izin verilmelidir.

Otopark sorununa neden olan bir diğer etken ise trafik çekim merkezi noktalarıdır. Çekim merkezleri park sorununun en çok yaşandığı yerlerdir. Çekim merkezlerinin yeterli park kapasitelerinin olmaması ve etrafında park edebilecekleri uygun park alanları da olmaması etraflarındaki yollarda yoğun parklanmalar ve trafik oluşumuna neden olmaktadır. Çekim merkezlerinin türlerine göre oluşturduğu park talebi Todd Litman tarafından Tablo 1'de verildiği şekilde tanımlanmıştır. Bu sayede konumsal verileri ve türleri bulunan çekim merkezlerinin hangi günlerde ve zamanlarda park yoğunluğu oluşturacağı yorumlanabilir. Bu tablo da dikkate alınarak çekim merkezleri etrafında yapılan analizlerle o noktalar için en uygun park planlaması önerilmelidir.

#### 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada otopark sorunu; Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla ulaşım alt yapısı ve trafik çekim merkezi noktaları çerçevesinde bütüncül olarak analiz edilerek ve sorgulanarak, bölge için ulaşım ile entegre otopark yönetim ve uygulama politikaları önerilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bu çalışmaya katkısı; otopark, ulaşım ve trafik çekim merkezlerine ait toplanan verilerin depolanması, işlenmesi, birbirleri ile ilişkilerinin kurulması, mekânsal analizi, sorgulanması ve görselleştirilerek sunulması yönünde olmuştur.

Çalışmanın temeli, bölge için mekânsal analizlere ve sorgulamalara dayandığı için coğrafi ilişkisel veri tabanları kurulmuştur. Doğru mekânsal sorgulamalar

yapılabilmesi için yol ve yol-mahalle topolojileri kurulmuştur.

Ağ analizlerinden Servis Alan Analizi kullanılarak, gerçek yürüme mesafesine bağlı 250 metre servis alan analizleri yapılmıştır. Bu analiz sayesinde mevcut otopark konumlarından 250 m yürüme mesafesinde erişilebilir alanlar tespit edilmiştir. Bu sayede mevcut otoparkların erişilebilirlik açısından yeterliliği incelenmiştir. Yine Toplu taşıma durakları ve bisiklet istasyonları için 250 m yürüme mesafesine bağlı servis alan analizi yapılarak, bölgenin toplu taşıma ve bisiklet ulaşımı açısından erişimi incelenmiştir. Mahalle içinde kalan servis alanlarının mahalle alanına oranı ile mahallelerin otopark ve ulaşım alt yapıları bakımından erişim düzeyleri belirlenmiştir. Toplu taşıma durakları-otopark ve bisiklet istasyonu-otopark servis alan kesişimleri belirlenerek bölgedeki park et devam et için uygun olabilecek alanlar tespit edilmiştir.

Bu çalışmada bölge için yol üstü park arzı kapasitesi, 2 ve 3 şeritli yollarda park yapılabilir, devlet yollarında park yapılamaz, duraklardan 15 m mesafe içine park yapılamaz gibi seçimler yapılarak ModelBuilder ile bir model oluşturularak belirlenmiştir (Şekil 11). Böylece mahalle bazlı yol üstü park kapasiteleri ve bu yolların konumları cadde, sokak sınıflandırmaları şeklinde çalışmada görsel olarak da sunulmuştur.

Çekim merkezlerinden yapılan 250 m servis alan analizi sayesinde hangi yolların trafik yoğunluğundan etkilendiği tespit edilmiştir. ModelBuilder ile oluşturulan model ile, çekim merkezlerinden erişilebilir olan; yol dışı otopark alanları, toplu taşıma durakları, bisiklet istasyonları ve erişilebilirliği yüksek olan yol üstü park için uygun alanlar sorgulanabilir olmuştur (Şekil 19).

#### Yazarların Katkısı

**Yazar1:** Kavramsallaştırma, Metodoloji, Yazılım.

**Yazar2:** İnceleme ve Düzenleme.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### KAYNAKÇA

- Demir S, Basaraner M, & Taskin Gumus, A. (2021). Selection of Suitable Parking Lot Sites in Megacities: A Case Study for Four Districts of Istanbul. *Land Use Policy*, November 2020, 105731.
- Demirci A & Karakuyu M (2004). Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(12), 67-100.
- Erden T, Coşkun M Z & İpbüker C (2003). CBS'de Ağ Analizi ve Ulaşım Problemleri. 16-31.
- Gülhan G & Ceylan H (2010). Otopark Sorununa Otopark Yönetimi Temelinde Yaklaşımlar: İzmir Örneği. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 63-73.
- Haldenbilen S, Murat Y Ş, Baykan N & Meriç N (1999). Kentlerde Otopark Sorunu: Denizli Örneği. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2-3), 1099-1108.
- Litman T (2020). Parking Management Comprehensive Implementation Guide. *Victoria Transport Policy Institute*.  
[https://www.vtpi.org/park\\_man\\_comp.pdf](https://www.vtpi.org/park_man_comp.pdf)  
[Erişim Tarihi: 25.12.2021].
- Litman T (2008). Parking Management Best Practices. <https://ezp.lib.unimelb.edu.au/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=c at00006a&AN=melb.b3097078&scope=site>  
[Erişim Tarihi: 25.12.2021].
- Okubay M (2008). Bölgesel Otopark Yönetimi ve Stratejileri: Tarihi Yarımada - Eminönü Bölgesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 304 s.
- Türk Standartları Enstitüsü, Şehir içi yollar - Otolar için otopark tasarım kuralları, (1992).
- Uyur E (2015). Otopark Sorununun Arz ve Talep Temelinde İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma: Kadıköy Merkez Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 121 s.
- Yomralıoğlu T (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. *Güven Kitap Yayın Dağıtım*, ISBN: 975-97319-0-8.



© Author(s) 2022.

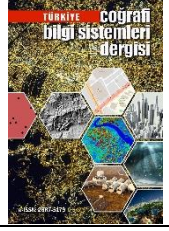
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



## Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması (Samsun, Mert Irmağı Örneği)

Vahdettin Demir\*<sup>1</sup>, Aslı Ülke Keskin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Samsun, Türkiye

### ÖZ

Taşkın, nehir yatağındaki suyun çeşitli nedenlerle yatağına sığamayıp çevresindeki yerleşim yerlerine, arazilere ve alt yapı tesislerine zarar verdiği doğal bir afettir. Dünyada ve ülkemizde taşkınlar can ve mal kayıpları bakımından tüm afetler arasında ikinci sırada, meteorolojik afetler arasında ise ilk sırada yer almaktadır. Can ve mal kayıplarına sebep olan taşkınların zararlarını azaltmak için taşkını afet haline getiren mekanizmasının araştırılması ve taşkın meydana gelmeden önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Samsun Mert Havzası'nda iki boyutlu hidrolik modeller ile taşkın tehlike haritalarının üretilmesidir. Mert Irmağı Havzası'nın kent sınırlarıyla kesiştiği mansap bölgesinde hesaplanan 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekerrür debileri ( $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  ve  $Q_{1000}$ ) ve HEC-RAS, FLO-2D programları kullanılarak elde edilen model sonuçları ile Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) yöntemi kullanılarak, ArcGIS ortamında taşkın tehlike haritaları elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki modele göre de bölgenin tekerrürlü taşkınlardan etkilendiği ve taşkın alanlarının %42-%70'inin çok yüksek tehlike seviyesinde yer aldığı belirlenmiş ve çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

### Anahtar Kelimeler:

CBS  
Taşkın Modellemesi  
Tehlike Haritası  
Mert Irmağı  
Samsun

## Generation of Flood Hazard Maps (Samsun, Mert River)

### ABSTRACT

Flood is a natural disaster in which the water in the riverbed cannot fit into its bed for various reasons and damages the surrounding settlements, lands, and infrastructure facilities. In the world and in our country, floods are second among all disasters in terms of loss of life and property, and first among meteorological disasters. To reduce the damages of floods that cause loss of life and property, it is necessary to investigate the mechanism that turns the flood into a disaster and to take measures before the flood occurs. The aim of this study is to produce flood hazard maps with two-dimensional hydraulic models in Samsun Mert Basin. Hazard maps were obtained by using the Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) method and arranging in ArcGIS, the model results obtained by using the programs in HEC-RAS and FLO-2D for the 50, 100, 500 and 1000-year recurrent flow rates ( $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  and  $Q_{1000}$ ) calculated in the downstream region where the Mert River Basin intersects with the city limits. When the results were examined, it was determined that the region was affected by recurrent floods according to both models. 42%-70% of the flood areas were at a very high danger level and various suggestions were made.

### Keywords:

GIS  
Flood Modeling  
Hazard Map  
Mert River  
Samsun

### \*Sorumlu Yazar

\*(vahdettin.demir@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6590-5658  
(asli.ulke@omu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9676-8377

### Kaynak Göster:

Demir V & Keskin A Ü (2022). Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması (Samsun, Mert Irmağı Örneği). *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 47-54.

## 1. GİRİŞ

Taşkın, akarsu kesitinin suyu taşımaya ve iletmeye yetersiz kalması sebebiyle, akarsuyun yatağından taşarak, çevresindeki arazilere ve canlılara zarar veren, meydana geldiği bölgelerde ekonomik ve sosyal hayatını olumsuz yönde etkileyen doğal bir afet olarak tanımlanmaktadır (Sargın, 2013). Ayrıca, taşkın literatürde normal olarak suyla kaplı olmayan yüzeylerin su ile geçici olarak kaplanması veya yoğun yağışların normal sınırları aşması sonucu arazinin suyla kaplanması olarak da tanımlanmaktadır (Demir, 2020).

Taşkınların meydana gelmesinde havza eğimi, havza alanı, havza şekli, bitki örtüsü, toprak yapısı ve yağış-akış ilişkisi çok önemli yer tutar. Taşkınların etkilerini artıran temel unsurlar; iklim değişikliği, akarsu havzalarında yaşanan değişiklikler ve tozullmalar, dere yataklarına ve taşkın kontrol tesislerine yapılan olumsuz müdahaleler, taşkın riski taşıyan alanların çeşitli maksatlarla kullanılması, ormansızlaştırma faaliyetleri, dalga hareketleri, buzul hareketleri, sanayileşme faaliyetleri, plansız kentleşme, yetersiz boyutlarda tasarlanan sanat yapıları, şiddetli yağışlar ve ani kar erimeleri, heyelan, barajdan kontrolsüz su bırakılmasıdır. Ayrıca depremler, toprak kaymaları, fırtına dalgalanmaları ve gel-git olayı da taşkınları meydana getirebilmektedir (Özdemir, 1978; Uşşay & Aksu, 2002; Bayazıt & Önöz, 2008; Dinçsoy, 2008; Uçar, 2010; Sargın, 2013; Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017).

İstatiksel veriler incelendiğinde; taşkınlar Türkiye’de depremlerden sonra en büyük can kaybı ve ekonomik zarar veren olaylardandır. Taşkın olaylarının iklim değişikliği, yanlış arazi kullanımı ve gelişen sanayi ile birlikte gelecekte etkilerinin daha da artacağı öngörülmektedir. Taşkınlardan kaynaklanan zararların en aza indirilmesi için, önlemler ve stratejik planlamalar hazırlanmalıdır (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017). Son yıllarda ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi doğu ve orta kıyı kesimlerinde taşkınların sayısında ve şiddetinde artışlar görülmektedir (Ulke vd., 2017). Taşkın zararlarını azaltmak için taşkın mekanizmasının iyi bilinmesi gerekmektedir. Doğada fiziksel olayları anlayabilmek için modellemeler kullanılır. Modellemede ana mantık bilinen olay/olgularla bilinmeyen/anlaşılmayan olay/olguları çözmek şeklindedir. Çeşitli istatistiksel veya deterministik yöntemlerle hesaplanan hidrolojik bilgiler, hidrolik hesapların yapıldığı paket programlarla başarılı bir şekilde modellenmektedir.

Literatürde yer alan bazı önemli çalışmalar incelendiğinde, Mosquera-Machado ve Ahmad (2006), Kolombiya’da Atrato Nehri’nde taşkın debilerini bulabilmek için çeşitli istatistiksel metodlar ve Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS) programını kullanarak nehrin taşkın durumunu belirlemeye çalışmışlardır. 10, 20 ve 50 yıllık tekerrürlü taşkın debileri için üç adet taşkın tehlike haritası oluşturmuşlardır. Bu

haritalar yardımıyla çalışma alanını taşkınlardan korumak için setler yapılabileceğini ve bu setlerin minimum yüksekliğinin belirlenebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca taşkın tehlike haritalarının taşkın sonrası tahliye planlaması, hasar tahmini ve kurtarma çalışmaları için yararlı olabileceğini belirtmişlerdir. Tu ve Ranzi (2017), taşkınlara karşı insanları bilinçlendirmek ve risk değerlendirme yöntemlerini geliştirmek amacıyla Vietnam’ın Quang Ngai eyaletinde FLO-2D’yi kullanarak farklı taşkın tekerrür debileri için taşkın tehlike haritaları oluşturmuşlardır. Modellemelerinde 90 x 90 m çözünürlüklü sayısal ağ boyutları kullanmışlardır. Oluşturdukları haritaların taşkınların yıkıcı etkilerini tahmin etmede önemli bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Zin vd., (2018), Burma’da yer alan Bago Havzası’nda taşkın tehlike değerlendirmesi yapmışlardır. Taşkın tehlike haritalarının, sürdürülebilir kentsel planlama ve afet riskini azaltma için etkili bir yapısal olmayan önlem olduğunu belirtmişlerdir. Bago Havzası’nın taşkın yayılım haritasını hidrolojik (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System, HEC-HMS) ve hidrolik (HEC-RAS) bir modelin CBS ile birleştirilmesiyle gerçekleştirmişlerdir. Farklı tekerrür debileri için (2, 10, 25, 50 ve 100 yıllık) taşkın tehlike haritalarını üretmişlerdir. Taşkın tehlike haritalarının, risk yönetimi faaliyetlerinin etkinliğini artırdığını vurgulamışlardır. Beden vd., (2018), Samsun Mert Irmağı’nın Karadeniz’e çıkış yaptığı memba noktasından, mansabına doğru 7 km’lik kısmında iki farklı iki boyutlu (2D) model karşılaştırması yapmışlardır. Çalışmada  $Q_{100}$  ve  $Q_{500}$  debileri MIKE 21 ve FLO-2D ile modellemişlerdir. Modelleme sonucunda taşkın yayılım alanlarını ve su derinliklerini elde etmişlerdir. İki farklı yazılımın sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğunu ancak kesin olarak aynı sonuçları vermediklerini, bu durumun modellerin kullandıkları sayısal yüzey tanımlamalarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca taşkın çalışmalarına ek olarak bu çalışmanın uygulama alanı olan Samsun ili için kuraklık çalışması Zeybekoğlu ve Ülke Keskin (2019a; 2019b) tarafından gerçekleştirilmiştir. Nehir akım verileri ve Samsun Bölge Meteoroloji Gözlem İstasyonu (MGİ) verileri çeşitli indisler kullanılarak incelenmiş ve sulak-kurak dönemler belirlenmiştir. Çalışmaların sonucunda, hidro-meteorolojik parametrelerde önemli artma eğilimleri tespit edilmiştir.

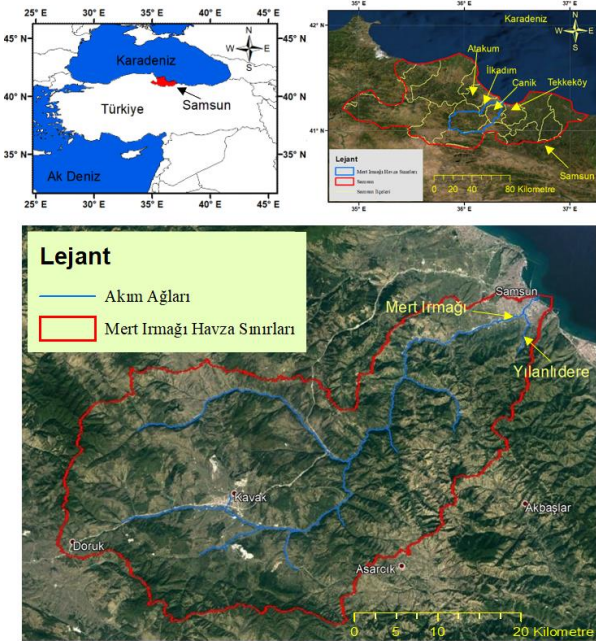
Bu çalışmada ise, Samsun Mert Irmağı Havzası’nda taşkın tehlike haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada öncelikle hidrolik modeller ile taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Hidrolik modellemelerde HEC-RAS ve FLO-2D programları kullanılmıştır. Modellemeler sonucu elde edilen derinlik, yayılım ve hız parametreleri kullanılarak Mert Irmağı Havza’sının mansap bölgesi için taşkın tehlike seviyesi haritaları DEFRA yöntemi kullanılarak üretilmiştir.



## 2. ÇALIŞMA ALANI

Samsun, Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz Bölgesi'nin orta bölümünde yer almaktadır. Samsun kuzeyde ve güneyde sırasıyla 41° 44' ve 40° 05' enlemlerinde, doğuda ve batıda 37° 05' ve 35° 30' boylamlarında konumlanmaktadır (Şekil 1).

Samsun'un doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Amasya ve Tokat, kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır. Samsun merkez ilçeleri Atakum, İlkadım, Canik ve Tekkeköy'dür. Bu ilçelerden Canik ve Tekkeköy gelişmekte olan ilçelerken, İlkadım ve Atakum en gelişmiş ilçelerdir (Samsun, 2020). Bölgede taşkınlar genellikle İlkadım ve Canik ilçelerini kapsayan Mert Irmağı Havzası'nda ve Atakum'da yazın kuruyan nehirlerde meydana gelmektedir (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017).



Şekil 1. Çalışma alanı (Demir, 2020).

Samsun ılıman bir iklime sahiptir (Ülke vd., 2013). 1929-2018 yılları arasında Samsun MĞİ gözlemlerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 14.5 °C iken, en yüksek sıcaklık 39 °C ile Ağustos ayıdır, en düşük sıcaklık ise -9.8 °C ile Şubat ayıdır. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 136.4 gün olup, yıllık ortalama toplam yağış miktarı 717.1 mm'dir MGM, 2019). Bu çalışmada taşkın modellemesi Mert Irmağı (ana kol) ve Yılanlı Dere (yan kol) için modellemeler yapılmıştır.

## 3. YÖNTEM

Bu çalışmada taşkın tehlike haritaları DEFRA yöntemine göre hazırlanmıştır.

### 3.1. DEFRA

Taşkın tehlike haritaları, taşkın haritaları (taşkın yayılım, taşkın derinlik, su hızı) veya bunların çeşitli eşitliklerle birleşimi sonucunda elde edilen

haritalardır. Akışın modellendiği çeşitli modellerle elde edilen taşkın tehlike haritaları hem önceki taşkınları hem de gelecekte muhtemel taşkınların modellenmesiyle arazi kullanımının iyileştirilmesini, taşkın yapılarının tasarımı ve taşkın farkındalığının artırılmasına olanak sağlar.

Bu çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından önerilen, İngiltere Tarım ve Çevre Bakanlığı Yöntemi, diğer bir adıyla DEFRA yöntemi açıklanmış ve bu yöntemle göre tehlike seviyeleri belirlenmiştir.

DEFRA taşkınlar sırasında insanların ne yapması ve ne yapmaması gerektiğine dair bilgileri içeren "insanlar için risk" rehberinde taşkın tehlike seviyelerini açıklamıştır. Taşkınlar sırasında insanların genellikle kendi davranışlarından ötürü yaralanma ve ölüm risklerinin artabileceğini belirtmiştir. DEFRA yöntemi İngiltere, Fransa ve Hollanda'da gerçekleştirilen taşkın çalışmalarında kullanılmaktadır. Tehlike seviyesi hesabında Denklem 1 kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

$$TD = d(v + n) + MF \quad (1)$$

Eşitlik 1'de, TD; tehlike derecesi, MF; moloz faktörü, v; hız (m/s), n; 0.5 alınan bir sabit değer, d; derinlik (m) değeridir (Anonim, 2006; Alphen & Passchier, 2007).

Tablo 1'de farklı derinlikler, hızlar ve arazi kullanımı için seçilecek MF değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2'de ise Denklem 1 ile hesaplanan TD değerine karşılık gelen taşkın tehlikesi seviyeleri yer almaktadır.

**Tablo 1.** DEFRA yöntemi moloz faktörü değerleri (Demir, 2020).

Derinlik ve Hız	Ekilebilir alan	Orman	Kent
0.00-0.25m	0	0	0
0.25-0.75	0	0.5	1
d>0.75 m & v>2 m/s	0.5	1	1

**Tablo 2.** DEFRA yöntemi tehlike seviyeleri (Demir, 2020).

TD=d(v+0.5)+MF	Seviye	Tanım
<0.75	Düşük	Dikkat- "sığ akan su veya derin durgun su ile taşkın bölgesi"
0.75-1.25	Hafif	Halkın bir kısmı için tehlikeli (örn. çocuklar)- "Tehlike: derin veya hızlı akan suyla dolu bölge"
1.25-2.5	Yüksek	Halkın çoğu için tehlikeli- "Tehlike: hızlı akan su ile taşkın bölgesi"
>2.5	Çok Yüksek	Herkes için tehlikeli- "Aşırı tehlike: derin ve hızlı akan su ile taşkın bölgesi"

#### 4. UYGULAMA

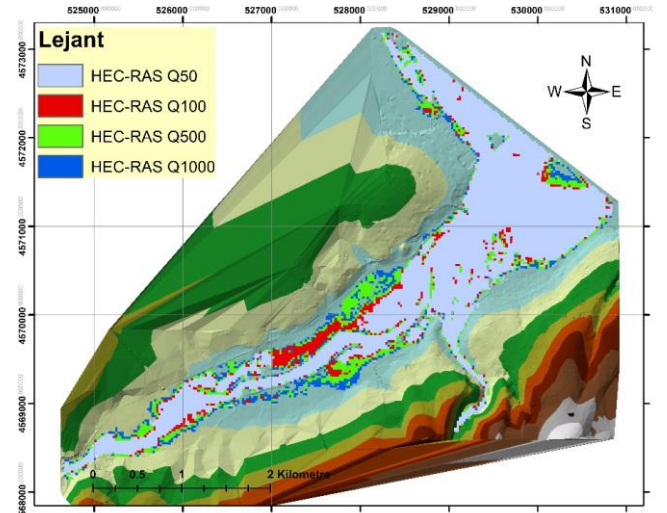
Taşkın modellenmesi birçok süreci içermektedir. Taşkın modellemelerinde genellikle sayısal yükseklik modeli, nehir veya kanal kesitleri, taşkın tekerrür debileri, çalışma alanına ait sayısal haritalar ve Manning sürtünme katsayıları kullanılır. Bu çalışma sadece taşkın tehlikesi üzerine olup diğer veriler ve uygulamalara ait bilgiler yazarların daha önce yayınladığı çalışmalarda (Demir & Ülke Keskin, 2019; Demir & Ülke Keskin, 2020) ve Demir (2020) tez çalışmasında yer almaktadır.

Çalışmada sayısal yükseklik modeli ilçe belediyelerinden, yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden, Nehir kesitleri DSİ'den temin edilmiştir. Taşkın tekerrür debileri yağış-akış modeline dayalı sentetik birim hidrograf ve noktasal-bölgesel frekans analizi yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Frekans analizleri için Haktanır vd., (2016), Demir (2020) ve Demir & Ülke Keskin (2022) incelenebilir. Manning sürtünme katsayıları ise uzaktan algılama ve deneysel sonuçlara göre belirlenmiştir (Demir & Ülke Keskin, 2019).

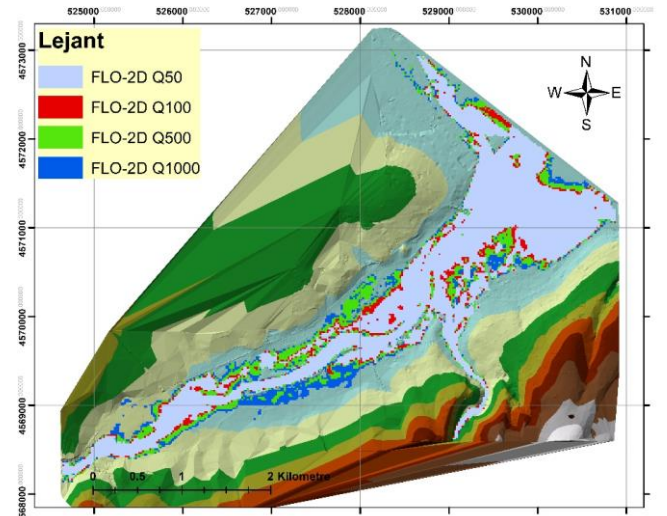
Model sonuçları ArcGIS ile düzenlenerek Mert Irmağı mansap bölgesinde  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  ve  $Q_{1000}$  için taşkın yayılım, taşkın derinlik, su hızı, taşkın tehlike seviyesi ve taşkın risk haritaları üretilmiştir. Modellemelerde kullanılan taşkın debileri, Mert Irmağında DSİ sentetik yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bu debiler;  $Q_{50}$  için  $895.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{100}$  için  $1097.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{500}$  için  $1659.3 \text{ m}^3/\text{s}$  ve  $Q_{1000}$  için  $2216.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Yan kol olan Yılanlı Derede ise Mockus yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. İlgili debiler;  $Q_{50}$  için  $182.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{100}$  için  $234.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{500}$  için  $372.7 \text{ m}^3/\text{s}$  ve  $Q_{1000}$  için  $465.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Debilerin hesap detayları için Demir & Ülke Keskin, (2022) ve Demir (2020) incelenebilir.

Taşkın tehlike seviyelerinin belirlenmesinde İngiltere Tarım ve Çevre Bakanlığı'nın "Risk to people (İnsanlar için risk)" rehberinde verilen "tehlike derecelendirmesi" yöntemi uygulanmıştır (Anonim, 2006; Beden, 2019). Bu yöntemde tehlike seviyeleri, akış hızına ve su derinliğine göre hesaplanmaktadır. Bu yönüyle birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Ozdemir vd., 2011; Beden 2019; Ertürk & Kaya 2019). Çalışmada taşkın modellemeleri FLO-2D ve HEC-RAS programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu programlar su akışını modellerken sonlu farklar yöntemini ve momentum - süreklilik eşitliklerini kullanmaktadır. Yöntemlere ait detaylar için Demir & Ülke Keskin (2020), Demir (2020) ve Demir & Ülke Keskin, (2022) incelenebilir. Bu çalışmadaki modellerin kalibrasyonu için ise Demir & Ülke Keskin, (2021) incelenebilir.

$Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  ve  $Q_{1000}$  debilerinin yayıldığı alanları gösteren taşkın yayılım haritaları Şekil 2 ve Şekil 3'te, taşkın yayılım alanlarının karşılaştırılması ise Tablo 3 ve 4'te yer almaktadır.



Şekil 2. HEC-RAS 2D taşkın yayılım haritası



Şekil 3. FLO-2D taşkın yayılım haritası

Şekil 3 ve Şekil 4'te yer alan taşkın yayılım haritalarına ve Tablo 3'e göre HEC-RAS 2D model alanında  $Q_{50}$  debisinde  $3.96 \text{ km}^2$  ile önemli bir alan taşkından etkilenmektedir. Bu değer  $Q_{1000}$ 'de  $5.51 \text{ km}^2$ 'ye çıkmaktadır. FLO-2D model ise  $Q_{50}$  debisinde  $4.38 \text{ km}^2$  ile  $Q_{1000}$ 'de ise  $5.93 \text{ km}^2$ 'ye çıkmaktadır. Her iki modellemelerde de göreceli olarak tekerrür debilerinin yayılımları birbirine oldukça yakındır.

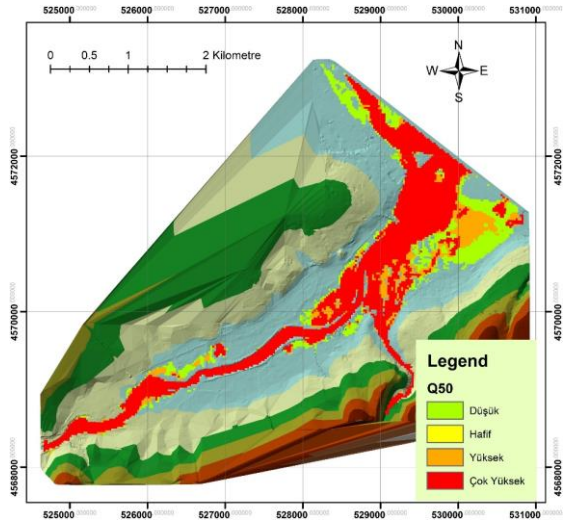
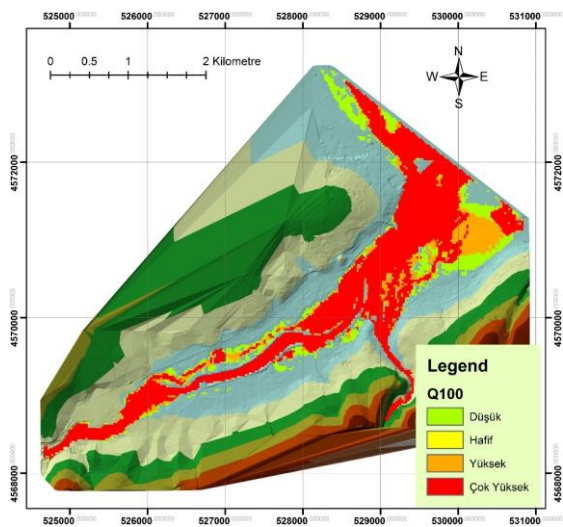
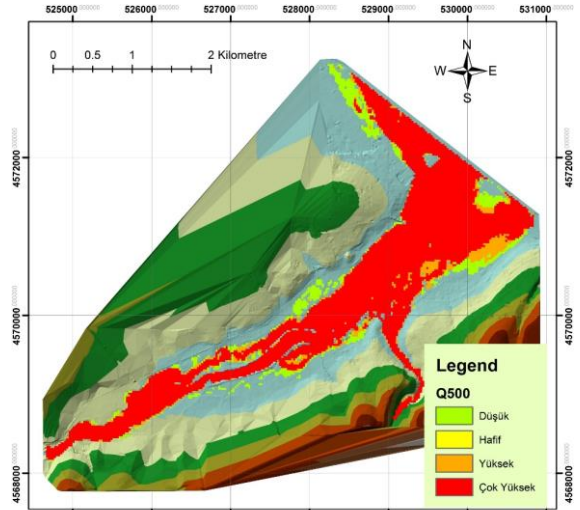
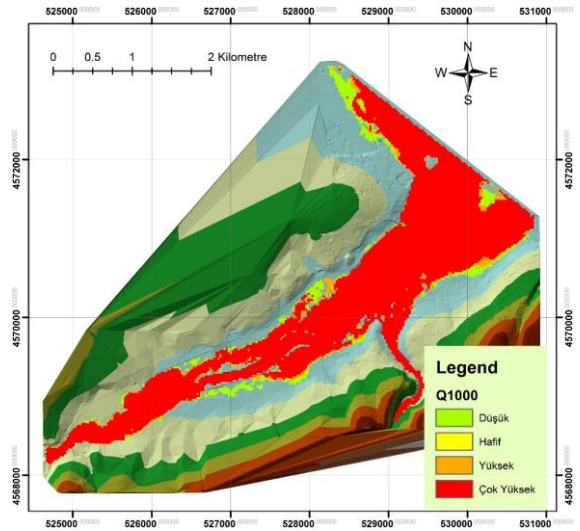
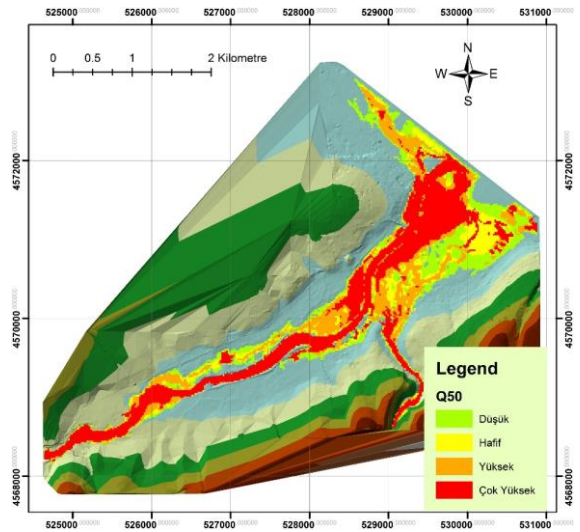
Yüzdesel olarak  $Q_{50}$  debisi  $Q_{1000}$  debisinin sırasıyla HEC-RAS 2D modellemesinde %72, FLO-2D modellemesinde ise %74'ünü oluşturmaktadır.  $Q_{100}$  debisi  $Q_{1000}$  debisinin %80 ile %77'sini oluşturmaktadır. Benzer şekilde  $Q_{500}$  debisi  $Q_{1000}$  debisinin her iki modelde de %92'sini oluşturmaktadır. Alansal benzerlik ise  $Q_{50}$  debisinde  $\%90.4 = 3.96/4.38$ ,  $Q_{100}$  debisinde %95.6,  $Q_{500}$  debisinde %93.38 ve  $Q_{1000}$  debisinde ise %92.9'dur.

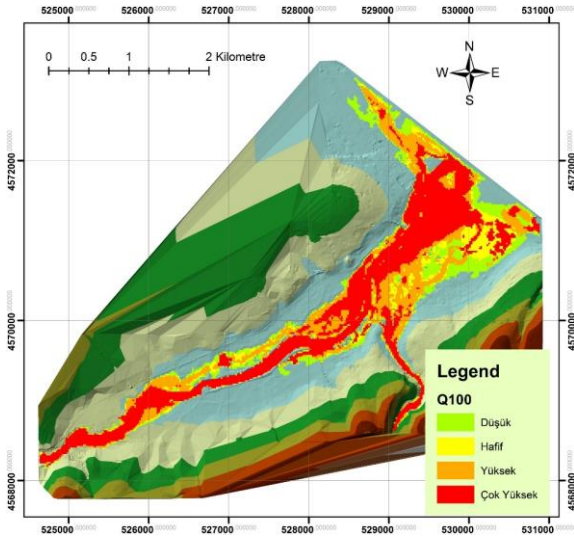
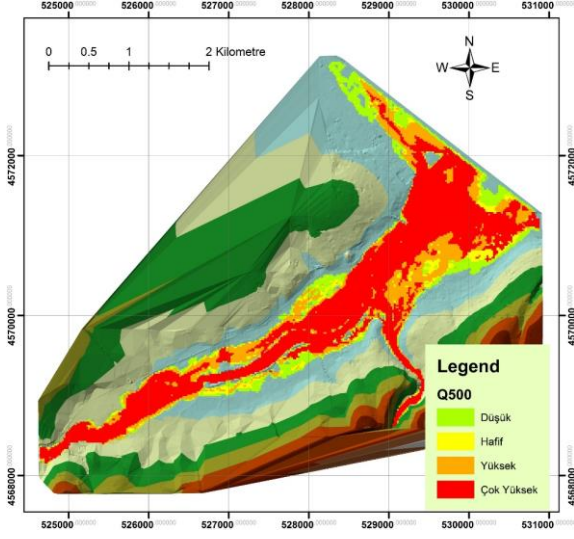
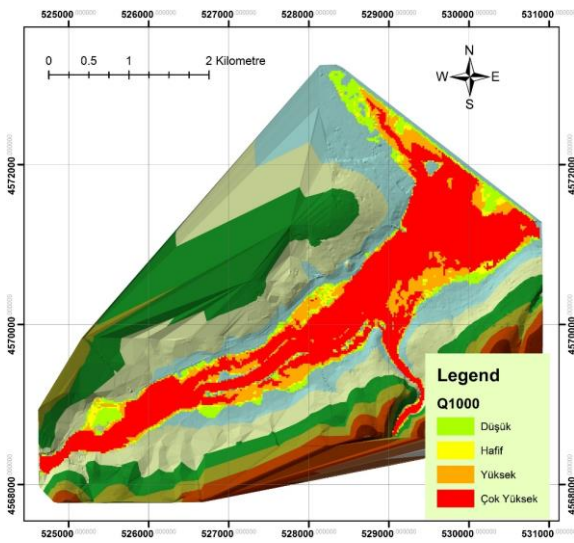
**Tablo 3.** HEC-RAS 2D modellemesine ait DEFRA taşkın tehlike alanları (Demir, 2020).

Model	HEC-RAS 2D			
	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
Düşük	0.82	0.70	0.89	0.43
Hafif	0.55	0.61	0.65	0.27
Yüksek	0.91	1.08	1.15	0.96
Çok Yüksek	1.68	1.99	2.40	3.86
<b>Toplam (km<sup>2</sup>)</b>	<b>3.96</b>	<b>4.39</b>	<b>5.08</b>	<b>5.51</b>

**Tablo 4.** FLO-2D modellemesine ait DEFRA taşkın tehlike alanları (Demir, 2020).

Model	FLO-2D			
	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
Düşük	0.92	0.92	0.92	0.92
Hafif	0.55	0.55	0.55	0.55
Yüksek	1.05	1.05	1.05	1.05
Çok Yüksek	1.86	1.86	1.86	1.86
<b>Toplam (km<sup>2</sup>)</b>	<b>4.38</b>	<b>4.38</b>	<b>4.38</b>	<b>4.38</b>

**Şekil 4.** Q<sub>50</sub> için taşkın tehlike haritası (HEC-RAS 2D)**Şekil 5.** Q<sub>100</sub> için taşkın tehlike haritası (HEC-RAS 2D)**Şekil 6.** Q<sub>500</sub> için taşkın tehlike haritası (HEC-RAS 2D)**Şekil 7.** Q<sub>1000</sub> için taşkın tehlike haritası (HEC-RAS 2D)**Şekil 8.** Q<sub>50</sub> için taşkın tehlike haritası (FLO-2D)

Şekil 9. Q<sub>100</sub> için taşkın tehlike haritası (FLO-2D)Şekil 10. Q<sub>500</sub> için taşkın tehlike haritası (FLO-2D)Şekil 11. Q<sub>1000</sub> için taşkın tehlike haritası (FLO-2D)

Taşkın tehlike seviyelerinin alansal dağılımı ise Tablo 5 ve Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 5.** HEC-RAS 2D modellemesine ait taşkın tehlike seviyelerinin karşılaştırılması (Demir, 2020).

Model	HEC-RAS 2D			
	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
Düşük	0.82	0.70	0.89	0.43
Hafif	0.55	0.61	0.65	0.27
Yüksek	0.91	1.08	1.15	0.96
Çok Yüksek	1.68	1.99	2.40	3.86
<b>Toplam (km<sup>2</sup>)</b>	<b>3.96</b>	<b>4.39</b>	<b>5.08</b>	<b>5.51</b>

**Tablo 6.** FLO-2D modellemesine ait taşkın tehlike seviyelerinin karşılaştırılması (Demir, 2020).

Model	FLO-2D			
	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>
Düşük	0.92	0.76	0.80	0.68
Hafif	0.55	0.44	0.35	0.27
Yüksek	1.05	1.20	1.15	1.09
Çok Yüksek	1.86	2.19	3.14	3.89
<b>Toplam (km<sup>2</sup>)</b>	<b>4.38</b>	<b>4.59</b>	<b>5.44</b>	<b>5.93</b>

Şekiller ve tablolar incelendiğinde, tekerrür süresindeki artışla, çok düşük ve düşük risk sınıflarında azalma, yüksek ve çok yüksek sınıflında ise artma gözlemlenmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında, Beden ve Ülke Keskin (2020) tarafından çalışma alanında (Mert Irmağı) bir modelleme yapılmıştır. Bu modellemede MIKE programı ve Mockus yöntemine göre belirlenmiş Q<sub>100</sub>, Q<sub>500</sub> ve Q<sub>1000</sub> debileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda çalışma alanının sağ yamacında su yayılımları ve tehlikeli bölgeler tespit edilmiştir. Bu çalışmada Beden ve Ülke Keskin'den farklı olarak HEC-RAS 2D ve FLO-2D programları kullanılmıştır ve Q<sub>50</sub> debisi için de modelleme yapılmıştır. Ayrıca modellemeye Mert Irmağı'nın yan kolu olan, Yılanlı Dere de dahil edilmiştir. Bu nedenle modeller arası karşılaştırma yapmak oldukça zor olsa da bu çalışmada da sağ yamacın taşkınlardan daha fazla etkilendiği ve tehlikeli bölgelerin yer aldığı görülmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Samsun ili, Mert Irmağı Havzası'nda sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın tehlike haritalaması yapılmıştır. Modellemelerde HEC-RAS 2D ve FLO-2D kullanılmıştır. Çalışmada tehlike haritaları, taşkın modellemesi sonucunda elde edilen yayılım, hız, derinlik haritaları ve DEFRA yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

ArcGIS ortamında üretilen taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, tekerrür süresi arttıkça su derinliği ve hızı arttığı ve tehlike seviyelerinin giderek yükseldiği tespit edilmiştir. DEFRA yöntemine göre, toplam taşkından etkilenen

alanların, tehlike sınıflarındaki alanlara göre değişimi incelendiğinde, taşkın alanlarının %42-%70'i çok yüksek tehlike seviyesinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Taşkın tehlike haritaları incelendiğinde Q<sub>50</sub> debisinden sonra Mert Irmağı'nın sağ ve sol yamaçlarında yer alan bölgenin taşkından önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Q<sub>100</sub> debisinde ise sağ yamaçta yer alan sanayi bölgesinin büyük bir kısmı bu taşkından etkilendiği görülmüştür. Çalışma alanında öngörülen taşkınların yıkıcı etkilerini azaltıcı önlemlerin alınması gerekmektedir. Örneğin Mert Irmağı'nın sağ ve sol yamaç yüksekliğini artırmak suretiyle kesit düzenlemeleri ve kirişli köprü tasarımları yapılabilir. Ayrıca taşkın yayılım haritaları incelendiğinde (Şekil 2 ve Şekil 3) Samsun-Sinop karayolu öncesinde suyun biriktiği görülmüştür. Bu su birikimini önlemek için bu yol üzerine suyu Karadeniz'e aktaracak kanallar açılabilir. Ayrıca tehlike haritalarına göre bölgedeki imar planları yeniden gözden geçirilebilir, taşkın tehlikelerinin yüksek olduğu bölgelerde yapılaşmadan kaçınılabilir ve bu bölgeler yeşil alan, park, bahçe olarak değerlendirilebilir.

## BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde Aslı Ülke Keskin danışmanlığında Vahdettin Demir tarafından hazırlanan "Samsun Mert Havzasında Bir ve İki Boyutlu Modeller ile Taşkın Alanlarının Belirlenmesi" başlıklı doktora tez çalışmasının bir bölümü kullanılarak hazırlanmıştır.

## Yazarların Katkısı

**Yazar1:** Kavramsallaştırma, Metodoloji, Yazılım, Uygulama, Sonuçlar.

**Yazar2:** Revizyon ve Son kontrol.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışma yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

## KAYNAKÇA

Alphen J N, Passchier R (2007). Atlas of Flood Maps Examples. 195. [https://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/flood\\_atlas/pdf/flood\\_maps\\_ch8.pdf](https://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/pdf/flood_maps_ch8.pdf). [Erişim Tarihi: Tarihi: 29.02.2020].

Anonim (2006). Flood Risks To People. Department for Environment, Food & Rural Affairs. Document. 91: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602bbb768fa8f50386a7f8aa/Flood\\_risks\\_to\\_people\\_-\\_Phase\\_2\\_Project\\_Record.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602bbb768fa8f50386a7f8aa/Flood_risks_to_people_-_Phase_2_Project_Record.pdf). [Erişim Tarihi: 29.02.2020].

Bayazit M & Önöz B (2008). Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. *Nobel Basımevi*, Ankara, ISBN: 978-

6053951421.

Beden N (2019). Cevizdere Havzasının Sayısal Modelleme Sistemlerine Dayalı Taşkın Analizi Ve Taşkın Zararlarının Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun 169s.

Beden N & Ülke Keskin A (2020). Flood hazard assessment of a flood-prone intensivelyurbanized area - A case study from Samsun Province Turkey. *Geofizika*, 37(1), 1-31.

Beden N, Demir V, Alrayess H & Ulke A (2018). Comparison Of 2D Hydraulic Models For Flood Simulation On The Mert River Turkey. *5th International Symposium on Dam Safety*, İstanbul, Türkiye, 489-496.

Demir V & Ülke Keskin A (2019). Pürüzlülük Katsayısının Cowan Yöntemi ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi. *Gazi J Eng Sci*, 5 (2),167-177.

Demir V & Ülke Keskin A (2020). Obtaining the Manning Roughness with Terrestrial-Remote Sensing Technique and Flood Modeling using FLO-2D, a case study Samsun from Turkey. *Geofizika*. 37 (2), 131-156.

Demir V & Ülke Keskin A (2021). Taşkın Modellemesinde Hidrolik Model Kalibrasyonu (Samsun, Mert Irmağı Örneği). *5. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi*, Samsun, Türkiye, 428-433.

Demir V & Ülke Keskin A (2022). Yeterince Akım Ölçümü Olmayan Nehirlerde Taşkın Debisinin Hesaplanması Ve Taşkın Modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*. 7(2), 149-162.

Demir V (2020). Samsun Mert Havzasında Bir Ve İki Boyutlu Modeller İle Taşkın Alanlarının Belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun 262s.

Diñşoy Y (2008). Islah Sekisi Ve Tersip Bentleri. *DSİ Matbaası*. Ankara.

Ertürk E & Kaya N (2019). Taşkın Tehlike Alanlarının Oluşturulması: Trabzon İli Vakfıkebir İlçesi Kirazlı Deresi Örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi* 31 (2), 337-344.

Haktanır T, Citakoğlu H & Seekin N (2016). Regional Frequency Analyses Of Successive-Duration Annual Maximum Rainfalls By L-Moments Method, *Hydrological Sciences Journal*, 61(4), 647-668.

MGM (2019). İl-ve-ilceler-istatistik, [https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler\\_istatistik.aspx?k=undefined&m=SAMSUN](https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx?k=undefined&m=SAMSUN). [Erişim tarihi: 02.01.2019].

Mosquera-Machado S, Ahmad S (2006). Flood Hazard Assessment of Atrato River in Colombia. *Water Resour Manag* 21:591-609.

Ozdemir H, Akbulak C & Özcan H (2011). Çokal Barajı (Çanakkale) Çökme Modeli ve Taşkın Risk Analizi, *Uluslararası İnsan Bilim Dergisi* 8 (2), 559-698.

- Özdemir H (1978). Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. *DSİ Matbaası*. Ankara.
- Samsun (2020). Samsun İlçeleri, <https://otelleri.net/samsunun-ilceleri.htm>. [Erişim Tarihi: 9.5.2022].
- Sargın A H (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. CBS Şube Müdürlüğü, Ankara. <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/767/1115/DosyaGaleri/cbs-ile-ta%C5%9Fk%C4%B1n-riski-%C3%B6n-de%C4%9Ferlendirmesi.pdf>. [Erişim Tarihi: 9.5.2022].
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. <http://taskinyonetimi.tarimorman.gov.tr/engine/file.axd?file=/Dokumanlar/Task%C4%B1n Yonetimi.pdf>. [Erişim Tarihi: 20.5.2022].
- Tu T & Ranzi R (2017). Flood risk assessment and coping capacity of floods in central Vietnam. *J Hydro-environment Res*, 14,44–60.
- Uçar İ (2010). Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 158 s.
- Ulke A, Beden N, Demir V, Menek N (2017). Numerical modeling of Samsun Mert River floods. *EWRA Publications*, 57, 27–34
- Uşşay S & S Aksu (2002). Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları Ve Alınması Gereken Önlemler. *Türkiye Mühendislik Haberleri*. 420. 133-136.
- Ülke A, Uslu A, Beden N (2013). Samsun Şehir Taşkınlarının Kronolojisi, 2012 Yılı Samsun Taşkını. *Taşkın ve Heyelan Sempozyumu*, Trabzon, Türkiye, 555–564
- Zeybekoğlu U & Ülke Keskin A (2019a). Kürtün Çayı Hidrolojik Kuraklık Analizi. *8th UMYOS'19 International Vocational Schools Symposium*, Sinop, Türkiye, 1.
- Zeybekoğlu U & Ülke Keskin A (2019b). Yenilikçi Eğilim Çözümlemesi ile Meteorolojik Kuraklık Analizi: Samsun. *8th UMYOS'19 International Vocational Schools Symposium*, Sinop, Türkiye, 2.
- Zin W W, Kawasaki A, Takeuchi W, San Z M L T, Htun K Z, Aye T H & Win Shelly (2018). Flood hazard assessment of bago River Basin, Myanmar. *J Disaster Res*, 13 (1), 14–21.



© Author(s) 2022.

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