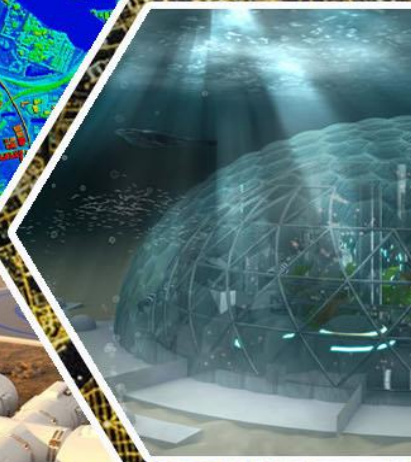
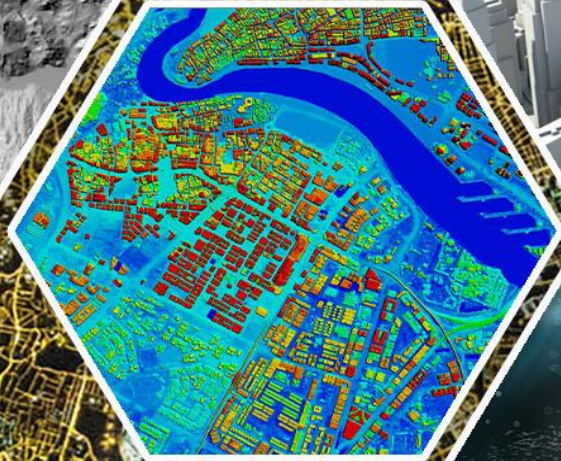
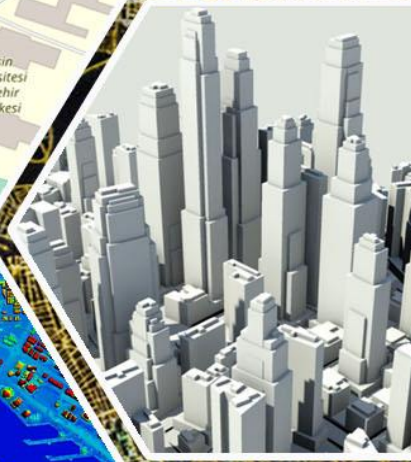
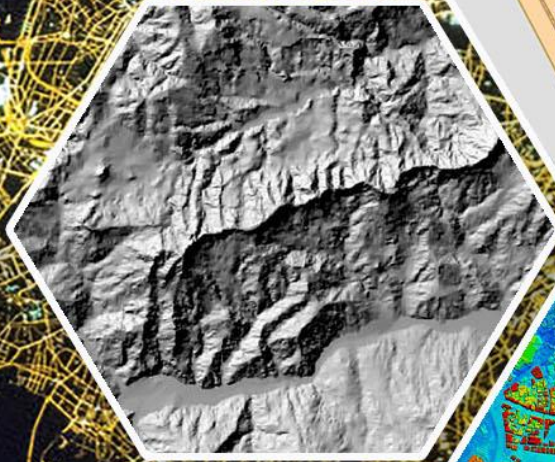
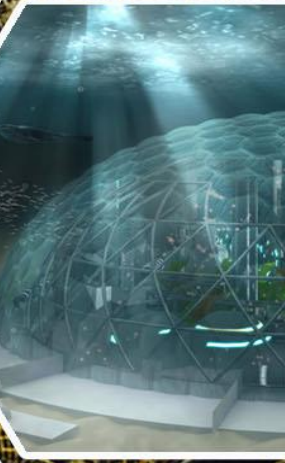
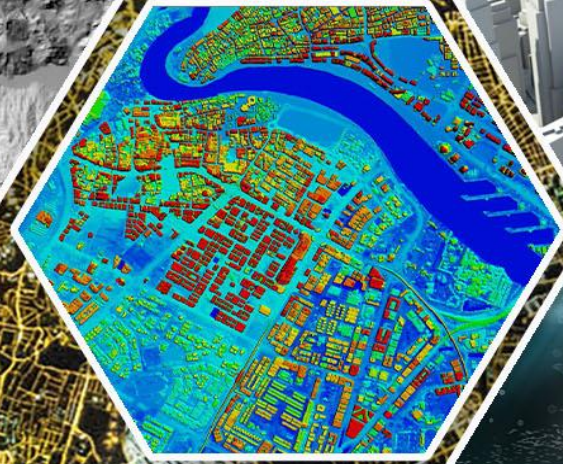
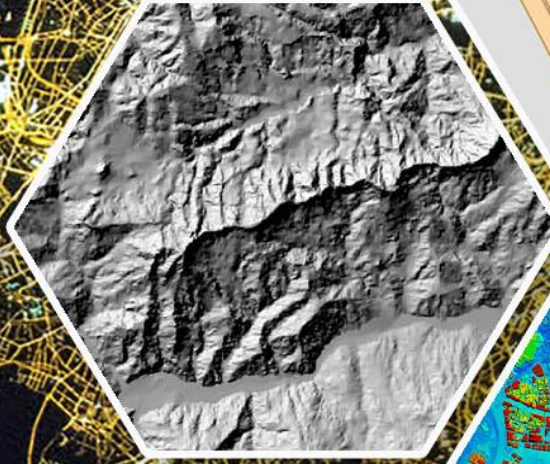


TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ ARALIK 2021
◆ CİLT: 3 ◆ SAYI: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179

TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ DECEMBER 2021

◆ VOLUME: 3 ◆ ISSUE: 2

◆ e-ISSN: 2687-5179



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi



TÜRKİYE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ DERGİSİ

(TURKISH JOURNAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)

e-ISSN: 2687-5179

**CİLT 3, SAYI 2
(VOL 3, ISSUE 2)**

**ARALIK, 2021
(DECEMBER, 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 editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi'nde **KÖR HAKEMLİK** uygulaması mevcuttur.

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

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

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi



ABOUT JOURNAL

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

AIM

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

SCOPE

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

PUBLICATION FREQUENCY	Biannual (June-December)
E-ISSN	2687-5179
WEB	https://dergipark.org.tr/en/pub/tucbis
İLETİŞİM	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

Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ, İstanbul Aydın Üniversitesi

Muzaffer Can İBAN, Mersin Üniversitesi

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

Mizanpaj

Arş. Gör. Mehmet Özgür Çelik

mozgurcelik@mersin.edu.tr

Mersin Üniversitesi, Harita Müh. Bölümü /Mersin



İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kesintilerden Etkilenen Kullanıcıların CBS Entegrasyonu ile Raporlanmasına Yönelik Bir Uygulama Geliştirilmesi (Developing an Application for Reporting of Users Affected by Outages in the Electricity Distribution Systems with GIS Integration) 53-59

Ahmet Bahadır Ünverdi & Aziz Şişman

Eğitim Kurumları ve Aile Sağlığı Merkezlerine Yaya Erişimlerinin İrdelenmesi: Rize Örneği (Investigation of Pedestrian Accessibility to Schools and Family Health Centres: Case Study of Rize) 60-66

Sabire Edanur Mamat & Aziz Şişman

Hafif Raylı Sistem (HRS) Güzergâh Problemi Çözümüne Yönelik Çok Kriterli-CBS Destekli Yaklaşım: Gebze-Darıca HRS Örneği (Multi Criteria-GIS Supported Approach to Light Rail Transit (LRT) Route Problem Solution: Gebze-Darıca LRT) 67-88

Ömer Murat Urhan & Tayfun Salihoğlu

GIS-based site suitability analysis of afforestation in Konya province, Turkey 89-95

Ceren Yağcı & Fatih İşcan

Bilişim Teknolojileri ile Kültürel Mirasın Tanıtılması: Gümüşhane Süleymaniye Cami (Introducing Cultural Inheritance Using Information Technologies: Gümüşhane Süleymaniye Mosque) 96-103

Gökbörühan Tuğ & Yasemin Şişman

Kentsel Donatı Alanlarının Erişilebilirlik Analizi: Mardin Kızıltepe Örneği (Accessibility Analysis of Urban Service Areas: The Example of Mardin Kızıltepe) 104-115

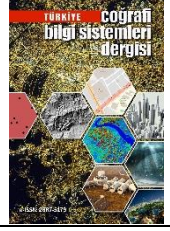
Uğur Tango & Mehmet Topçu



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kesintilerden Etkilenen Kullanıcıların CBS Entegrasyonu ile Raporlanmasına Yönelik Bir Uygulama Geliştirilmesi

Ahmet Bahadır Ünverdi ^{*1}, Aziz Şişman ²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Elektrik Dağıtım
Elektrik Kesinti
Entegrasyon
CBS
Python

Elektrik dağıtım sistemlerinde gerçekleşen her bir kesinti, ilgili kurum tarafından yönetilerek giderilmekte ve sistemin kalite ve güvenilirliklerini tespit etmek amacıyla raporlanmaktadır. Söz konusu raporlamalar kesintilerin adet ve sürelerini içerdiği gibi, kesintiden etkilenen müşterileri bilgilerini de içermektedir. Bu kapsamda, söz konusu kesintilerin tespit edilerek kayıt altına alındığı sistemler ile konumsal olan ve olmayan verileri ilişkili bir biçimde içinde bulunduran, aynı zamanda konumsal verilerin birbirleri ile topolojik ilişkilerini kuran ve geometrik bir ağa dönüştürerek birçok farklı analiz imkânı sunan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamasının entegre edilmesi günümüz ihtiyaçlarının başında yer almaktadır. Bu çalışmada, elektrik dağıtım sistemlerinde gerçekleşecek bir kesintinin CBS entegrasyonu ile analiz edilmesi ve raporlanmasına dair bir algoritma sunulmuştur. Akabinde SOA yöntemi altında her bir kesinti CBS ortamında analize tabi tutularak etkilenen abonelerin sunulduğu bir servis yapısından bahsedilmiştir. Birçok mekânsal analizin fonksiyonlarını içerisinde barındıran Python dili için hazırlanmış Arcpy Kütüphanesi ve birçok açık kaynak kodlu kütüphane kullanılarak oluşturulan uygulama yazılımı ile kesinti analizi konusunda CBS entegrasyonuna pratik bir bakış açısı sunulmuştur. Bu kapsamda yapılacak uygulama mümkün olduğunca SOA yöntemi altında değerlendirilebilecek bir yaklaşımda olacaktır. Su ve gaz dağıtım sistemlerinin elektrik dağıtım sistemleri ile benzer özellikler taşıdığı düşünüldüğünde çalışmada ifade edilenler bu sektörlerle katkı sağlayabilecektir.

Developing an Application for Reporting of Users Affected by Outages in the Electricity Distribution Systems with GIS Integration

Keywords:

Electricity Distribution
Electricity Outage
Integration
GIS
Python

ABSTRACT

Every interruption in electricity distribution systems is managed and corrected by the relevant institution and is reported to determine the quality and reliability of the system. The said reports not only include the number and duration of the outages, but also the customers affected by the outage. In this context, integrating Geographical Information Systems (GIS), which contains spatial and non-spatial data in relation to the systems in which these interruptions are detected and recorded, at the same time establishing topological relations of spatial data with each other and providing many different analysis possibilities by converting them into a geometric network. It is at the beginning, in this study, a wide algorithm is presented for analysing and reporting an outage that will occur in electricity distribution systems with GIS integration. Subsequently under the SOA method, a service structure in which the affected subscribers are presented by, analysing each outage in the GIS environment was mentioned. A practical perspective on GIS integration in interruption analysis is presented with the application software created using the Arcpy library, which includes the functions of many spatial analysis, and many open source libraries prepared for the Python language. In this context, the application will be in an approach that can be evaluated under the SOA method as much as possible. Considering that the water and gas distribution systems have similar characteristics with the electricity distribution systems, what is stated in the study is also valid for these sectors.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

(ahmetbahadirunverdi@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-7175-2029
(asisman@omu.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-6936-5209

Ünverdi A B & Şişman A (2021). Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kesintilerden Etkilenen Kullanıcıların CBS Entegrasyonu ile Raporlanmasına Yönelik Bir Uygulama Geliştirilmesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 53-59.

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 01/02/2021; Kabul Tarihi: 30/06/2021

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan nüfus, kentsel alanlara yapılan göçler, gelişen sanayi sektörü, bireysel ve kurumsal olarak teknolojiye yönelimin büyümesi gibi sebepler ile elektrik enerjisine olan ihtiyacı artırmış ve elektrik dağıtım sistemlerinin karmaşık yapılara dönüşmelerine neden olmuştur (Veliöğlu, 2005).

Kapsamlı depolanamayan elektrik enerjisinin etkili kullanımı için yapılması gereken, üretildiği yerden son kullanıcıya kadar en az kayıp ve en kısa yolla iletilmesidir. İletim ve dağıtım konusunda birçok teknolojik gelişme sağlanmış olup halen günümüzde bu atılım devam etmektedir (Rao vd, 2008).

Elektrik dağıtım sistemleri bir bölgenin elektrik enerjisi ihtiyacının dağıtım rolünü üstlenen sistemlerdir. Bu rolündeki kapsam elektrik enerjisini trafo merkezlerinden başlayarak, talep sahiplerine kadar orta ve alçak gerilim şebeke elemanları ile üretim tesislerinde üretilen enerjiyi kontrol dâhilinde dağıtım sistemine katarak iletilmesidir (Abdulcebbar, 2019). Söz konusu rolünde birçok görev ve sorumlulukları bulunmakta olup gereğini yerine getirebilmek için birçok farklı bilgi işlem sistemi kullanmaktadır.

Elektrik dağıtım sistemlerinde işletme yönetimi altında Kesinti Yönetim Sistemleri "Outage Management Systems" (OMS) ve Dağıtım Yönetim Sistemleri "Distribution Management Systems" (DMS) gibi bilgi işlem sistemleri kullanılmakta olup, amaç olarak müşterilerine kaliteli, güvenli ve kesintisiz elektrik enerjisi sunma görevi bulunmaktadır. Şebeke üzerinde gerçekleşen planlı veya plansız kesintiler işletme yönetimi kapsamında bulunan bilgi işlem sistemlerine kaydedilmekte ve analizler gerçekleştirilmektedir.

Elektrik dağıtım sistemleri gibi yoğun ve karmaşık bir şebeke ağında bulunan bütün elemanların mekânsal özelliklere sahip olduğu düşünüldüğünde; sorgulama, analiz, veri yönetimi, grafik görüntüleme ve arşivleme işlemleri için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmasının bir zorunluluk olduğu anlaşılmaktadır (Ünverdi, 2021).

İşte bu özellikleri ile CBS elektrik dağıtım sistemlerindeki ihtiyacı karşılamakla birlikte çalışılan diğer sistemler ile entegrasyonu gerçekleştirerek mevcut süreçleri veya problemleri konumsal bir temele bağlamakta ve karar vermede fayda sağlamaktadır (Hassan & Akhtar, 2012). CBS, elektrik dağıtım sistemlerinin yönetilmesinde, süreçlerinin uygulanmasında ve denetiminde etkin bir rol almaktadır (Mathankumar & Loganathan, 2015).

Konumsal bir temele dayanmayan veya konumsal özelliği bulunsu dahi şebeke bağlantı modeli, şebeke elemanları ve müşterilerle ilişkili objeleri bulundurmamayan diğer sistemler, mekânsal analizler için CBS ile entegre olmak gereksinimindedir (Yıldırım, 2020).

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği (2012) (URL2) ile ilgili kurumlardan bazı tabloları talep etmektedir (Tablo 1.). Bu tablolar kullanılarak oluşturulan raporlamalar ile uygulamalara,

tedarik sürekliliğine, ticari ve teknik kalite bazında uyması gereken kurallara ait kontroller yapılmaktadır. Söz konusu raporlamalardan en önemlileri kesintiler özelinde hazırlanmaktadır.

Tablo 1. Kesinti bilgileri ve kesinti özelinde etkilenen kullanıcıların dağılımı (Anonim, 2012).

KOD NO (1)	KADREME (2)	YERİ (3)			KESİNTİ NEDENİNE İLİŞKİN AÇIKLAMA (4)	KESİNTİNİN SINIFI (5)	KESİNTİ TARİHİ VE SAATİ (6)	KESİNTİ SÜRESİ (7)	KESİNTİ SÜRESİ (8A)	ETKİLENEBİLİR KULLANICI SAYISI (9)				TOPLAM ETKİLENME SÜRESİ (10)					
		İL (3A)	İLÇE (3B)	ŞEBEKE ÜSRESİ (3C)						İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI		İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI			
										OG (9A)	AG (9B)	OG (9C)	AG (9D)	OG (10A)	AG (10B)	OG (10C)	AG (10D)		

Elektrik dağıtım sistemlerinde SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) ve SAIDI (System Average Interruption Duration Index) gibi sistemin kalitesini ve güvenilirliğini gösteren endeksler ve bu endekslerin yer aldığı raporlamalar bulunmaktadır. Bu raporlamalar sistemde gerçekleşen kesintiler üzerinden üretilmekte olup bağlı bulunan mevzuat gereği takipleri düzenli olarak yapılmaktadır.

CBS'nin entegrasyonlar ile etkin bir şekilde kullanımı sonucunda şebeke performansında ve dolayısıyla söz konusu endekslerde önemli ölçüde iyileşmeler görülecektir (Pathak, 2016).

2. YÖNTEM

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), OSOS (Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri) gibi elektrik şebekesini uzaktan izlemek ve kontrol etmek amacı ile geliştirilen sistemler, enerjisiz kalan bölge için uyarıcı sinyaller vermektedir. Bu uyarıcı sinyallere ait oluşan kesintiler, aynı sistemin veri tabanına işlenmektedir. Akabinde ilgili veriler ile raporlamalar üretilmekte ve gerek bu hali, gerekse diğer sistemler arası entegrasyon sonucu türetilen diğer raporlamalar aracılığıyla ilgililer için belirlenen limitlerin aşılma durumu analiz edilmektedir.

CBS ortamında mekânsal verilerin topolojisi oluşturulabilmekte ve geometrik bir ağ yapısına dönüştürülerek analizler çalıştırılabilmektedir. CBS'nin bu özelliği elektrik dağıtım sistemi kurgusu içerisinde elde edilecek raporlamaların ana veri bölümünü oluşturmaktadır. Kesintinin gerçekleştiği anda OSOS, SCADA gibi sistemlerde oluşan veriler, bu sistemlerin sinyal aldığı ekipmanların bulunduğu kabinlerden, trafolardan ve fiderlerden gelmektedir. Söz konusu şebeke elemanlarına hem sahada hem de CBS verilerinde tanımlı benzersiz kodlar verilmekte ve bu kurgu ile CBS entegrasyonu sağlanmaktadır.

Herhangi bir kesinti durumunda bahse konu entegrasyon ile etkilenen müşteriler tespit edilebilir ve kendilerine bildirim gönderilebilmektedir (Emiroğlu vd, 2007).

Burada kesinti durumunda etkilenen müşterilerin tespiti, CBS ortamında oluşturulan ve saklanan şebeke bağlantı modeli ile mümkün olmaktadır. Ayrıca SCADA, DMS, OMS gibi sistemler şebeke bağlantı modelini

kullanarak şebeke üzerindeki enerjinin akış durumunu, kesintiden etkilenen şebeke elemanlarının özeti, etkilenen müşterilerin gruplamasını ve gerçek arıza noktasının bulunmasına ilişkin yaklaşımı gibi birçok sonuçları üretebilmektedir (Yıldırım, 2020).

2.1. Sistemler ve Entegrasyonlar

Elektrik dağıtım sistemlerinde süreçlerin yönetilmesi, analiz edilmesi ve analiz sonuçlarının raporlanabilmesi adına birçok gelişmiş bilgi sistemi kullanılmaktadır.

Konumsal ve konumsal olmayan verileri ilişkili bir şekilde sunan CBS birçok mekânsal analize olanak sağlamaktadır. İçerisinde bulunan konumsal verilerin topolojisini saklayabilme ve bir geometrik ağ yapısına dönüştürebilme özelliği sayesinde alt yapı sistemleri için çok değerli olan bağlantı modelini oluşturabilmekte ve analiz edebilmektedir.

Pek çok sektörde yer alan altyapı ve üstyapı şebeke ağlarının modellenmesi geometrik ağlar ile mümkün olmaktadır. Elektrik dağıtım şebekeleri geometrik ağ oluşturularak modellenebilen akışların başında gelmektedir (Anonim, 2020).

SCADA, dağıtım sistemleri süreçlerinde şebekenin uzaktan izlenmesi, kontrol edilmesi ve korunması adına kullanılan bir bilgi sistemi aracıdır (Taylor & Kazemzadeh, 2009). Bu sistemin CBS ile entegrasyonu sonucunda SCADA sisteminde yapılacak ve anahtar pozisyonlarına etki edecek bir değişiklik, CBS ortamına gönderilerek geometrik ağın akış yönünü değiştirebilecektir. Bu durum CBS verileri üzerinde gerçekleştirilecek ve geometrik ağı kullanacak anlık raporlamaları doğru ve hassas bir şekilde elde etmek için önemli bir koşuldur.

OMS, müşteriler tarafından iletilen arıza bildirimlerinin birleştirilmesi, gerçekleşen kesintilerin analiz ve tahminine olanak sağlaması, arıza ekiplerinin doğru ve etkili yönetilmesi ve güvenilirlik kıstaslarının belirlenmesi gibi birçok süreç üzerinde işlem yapabilen bir bilgi işlem aracıdır (Taylor & Kazemzadeh, 2009). Günümüzde OMS ve CBS entegrasyonu elektrik dağıtım sistemleri süreçlerinin gelişimi adına gerçekleştirilmesi gereken bir proje haline gelmiştir. Bu projenin gerçekleştirilmesi, ilgili kuruma müşteri memnuniyeti, pratik ve etkili süreç yönetimi anlamında olumlu geri dönüşler sağlamaktadır.

DMS dağıtım sistemlerinde gerçekleşen kesintilerin yönetimi için ve aynı zamanda planlı veya rutin şebeke işlemlerinin yönetimi ve analiz edilmesi sonucunda raporlanması için de kullanılmaktadır. Son zamanlarda artan yenilenebilir enerji gibi elektrik üretim tesislerinden elde edilen enerjinin dağıtım sistemlerine aktarılması ve bu gelişme ile yoğunlukları artan talep tahmin süreçlerinin etkili bir şekilde yürütülmesi ihtiyacı DMS'in önemini arttırmaktadır (Taylor & Kazemzadeh, 2009). DMS' in maksimum fayda sağlamasında verilerin yüksek doğruluk ve hassasiyetle elde edildiği ve yönetildiği CBS' nin önemi büyüktür (Chakravarty & Wickramasekara, 2014). DMS ve CBS entegrasyonu ile birlikte, gerçekleştirilecek süreçlerin veya dağıtım sistemine yapılacak bağlantıların etkiledikleri bölgelerin ve abonelerin tespiti yapılabilecektir. Ayrıca yeni

oluşacak şebeke yapısı üzerinden bağlantı modeli güncellenecek ve güç analizleri gerçekleştirilebilecektir.

Yukarıda belirtildiği üzere söz konusu sistemlerin yetenekleri diğer sistemlerle oluşturacakları entegrasyon sonucunda daha fazla fayda sağlayacaktır (Sekhar vd., 2008). Bu durumu kurumlara süreçlerin optimum yönetilebilmesi ve kazançların maksimum seviyesine ulaşması olarak geri dönecektir.

Kurumsal Uygulama Entegrasyonu, kurum içerisinde bulunan uygulamaları ve bu uygulamaların işledikleri veri tabanlarını ilişkilendirerek katma değer sağlayacaktır. Söz konusu süreç sonunda sistemler içerisinde entegrasyon alanları hariç mükerrer veriler bulunmayacak, dolayısıyla verilerin güncelleme ve bakım ihtiyaçları azalarak maliyetler minimize edilecektir (Singh & Caceres, 2004).

Her bir yatırım, kurumlara kazanç sağlaması amacıyla gerçekleştirilmektedir. Fakat yapılacak yatırımın başarısı ve dolayısı ile elde edilecek kazanç kapsamlı ve dikkatli bir süreç analiz stratejisine bağlı bulunmaktadır. Süreçlerin eksiksiz bir şekilde tanımlanması ve süreçlerin birbirleri ile ilişkileri göz önüne alınarak yerleştirilmesi entegrasyon yöntemine karar verilmeden önce kesinlikle gerçekleştirilmelidir (Dönmez, 2013). Söz konusu süreçler üzerinden gerçekleştirilecek entegrasyonlar ile iş süreçleri optimum hale gelecek ve çalışan personellerin verimliliği ve hâkimiyeti önemli ölçüde artacaktır.

Elektrik dağıtım sistemleri tarafından kullanılan Ortak Bilgi Modeli "Common Information Model" (CIM) yöntemi, nesnelerin ilişkileri, sınıfları ve özniteliklerini içermektedir (Singh ve Caceres, 2004). CIM standartları kullanılarak yapılacak entegrasyon olarak akla gelen ilk yöntem, standarda uygun olarak tasarlanan veri tabanları arasındaki ilişkisel bağlantılar kullanılarak noktadan noktaya entegrasyon gerçekleştirmektir. Veri tabanları arasında kurgulanacak noktadan noktaya entegrasyon yöntemi genellikle iyi bir bağlanma performansına sahip olmakta ve hızlı uygulanmaktadır. Bu yöntem, veri tabanı üzerinde geliştirmeler yapılması, yeni sistemlerin entegrasyona dâhil olması gerektiğinde performans ve bakım açısından yetersiz bulunmaktadır. Söz konusu yöntem sınırlı sistemler arasında gerçekleştirilmeli veya daha uygun bir yöntem geçilene kadar geçici olarak kullanılmalıdır (Dönmez, 2013). Tamamıyla bu entegrasyon yöntemi kullanılsa dahi entegrasyon gerektirecek sistemlerin veri tabanı yapıları

CIM standart tasarımına uygun olarak tasarlanması fayda sağlayacaktır.

Kurumsal Entegrasyon Mimarisi "Enterprise Integration Architecture" (EIA) yöntemi, özet olarak çoklu veri paylaşımı desteğine imkân sağlayan, esnekliği ve hızı ile ön plana çıkan mimarilerden biridir. Mimaride üçüncü bir yazılım kullanılarak sistemler birbiri ile iletişime geçirilmektedir. Kurumsal bilgi sistemleri yapısı genellikle ticari olarak çeşitliliğe sahip farklı uygulamalar ve sistemlerden meydana gelmektedir. Söz konusu farklılık düşünüldüğünde sistemler arası entegrasyonu üçüncü bir yazılım ile gerçekleştirmek süreç içerisinde karşılaşılabilecek ilk zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

olarak yayımlanabilmekte ve birçok istemci tarafından sistemlerine uygun olarak kullanılabilir.

2.3. Materyal

Çalışmanın uygulama bölümü için ESRI ürünleri kullanılmıştır. ESRI ürünleri dünya genelinde yüksek oranlarda kullanıma ve kapsamlı analiz yeteneklerine sahip uygulamaların başında gelmektedir. Ayrıca geliştiriciler için de ayrı bir önem gösterilmekte, birçok platform seçeneğine dair imkânlar sunulmaktadır. Bunlardan biride temin edilen lisansla birlikte geliştiriciler için sunduğu Arcpy python kütüphanesidir. Söz konusu kütüphane ESRI yazılımları içerisinde bulunan birçok mekânsal analiz için gerekli fonksiyonları bulundurmaktadır.

Python dili günümüzde en çok tercih edilen programlama dilleri arasında yer almakta olup 2000 yılında kullanıma başlanmıştır. Bu kadar kısa sürede geniş bir kullanıcı ağına yayılması, benimsenerek geliştirilmesi ve varlığını devam ettirmesinde birçok önemli neden bulunmaktadır. Söz konusu başarıyı getiren nedenlerinden birisi girintilere dayalı kod derlemelerine imkân sağlayarak basit sözdizimlerinin kullanılmasıdır. Bu özellik ile kullanıcıların söz konusu dili çok daha kolay öğrenmesi ve akılda kalıcı olması sağlanmaktadır. Ayrıca kullanıcılar diğer yazılım dillerindeki gibi sözdizimi ayrıntıları içerisinde boğulmadan hızlı bir şekilde programlamaya başlayabilmekte ve kısa sürede önemli ölçüde ilerleme kaydedebilmektedir. Python dilinin diğer bir önemli avantajı ise çok fazla ve geniş kapsamlı standart kütüphanelere dilin bilgisayara yüklenmesi ile sahip olunmasıdır. Nesne yönelimli yapısı, sayısız açık kaynak kütüphanelerine sahip olması, hızı ve birçok platformda çalışabilirliği gibi özellikleri ile önümüzdeki yıllarda programlama dillerinde ilk sıraya gelmesi ve bu başarısını uzun yıllarca devam ettirmesi ön görülmektedir.

Gerçekleştirilen uygulamanın testleri Yeşilirmak Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (YEDAŞ) CBS verileri üzerinde hazırlanmış ve test edilmiştir. Çalışma bölgesi olarak Samsun İli Kavak İlçe sınırları içerisinde yer alan bölge seçilmiştir.

2.4. Uygulama

Bu bölümde, çalışmada bulunan birçok yerde belirtilen elektrik dağıtım sistemine ait CBS verilerinden elde edilecek geometrik ağ verisini oluşturmak için ArcCatalog ürünü kullanılmıştır.

Python programlama dilinde hazırlanan servis yazılımında Arcpy Kütüphanesi içerisinde bulunan mekânsal fonksiyonlar kullanılmıştır. Kurguda kesinti yönetim sistemlerinde oluşturulan her kesinti kaydı tamamlandıktan sonra CBS ile entegrasyonunu sağlayan benzersiz kod mesaj yoluyla servise iletilmektedir. Söz konusu mesajda yer alan benzersiz kod CBS ortamında oluşturulan geometrik ağ verisinde aratılarak bulunmuş ve enerji yönünde iz analizi çalıştırılmıştır. Akabinde analiz sonuçları tekrar ilgili kütüphanede bulunan fonksiyonlar ile tekrar analiz edilerek kesintiden

etkilenen aboneler Tablo 1'de belirtilen standartlara uygun olarak mesaj yoluyla yayınlanmıştır. Söz konusu servis farklı sistemlerden kurallar kapsamında yollanılan her mesaj için çalışarak sonuçları üretecektir. Üretilen sonuç mesajlar diğer sistemler tarafından kullanılarak farklı veri tabanlarına veya formlara yazılabilmektedir.

Bu kapsamda uygulama, servis kodları ve analiz kodları olmak üzere iki parça halinde oluşturulmuştur. Aşağıda yer alan Şekil 2 ve Şekil 3'de ise servis uygulamasının çalışması ve sonucunda elde edilen mesajlar gösterilmektedir. Öncelikle servis kodları çalıştırılarak Şekil 2'de görüldüğü üzere bir servis erişim linki yayınlanmaktadır. Takibinde Şekil 3'de, oluşturulan servis linkine entegrasyon anahtarı görevi gören benzersiz kod iletilmekte ve analiz kodlarının çalışması tetiklenerek sonuç verilerin mesaj yoluyla yayınlanması sağlanmaktadır.

```

Komut İstemi
Microsoft Windows [Version 10.0.18362.1139]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tüm hakları saklıdır.

C:\Users\ahmet.unverdi>curl http://127.0.0.1:5000/teknikbirim/OFS00367038

{"etkilenen_agimar_abone": 0,
"etkilenen_agkirsal_abone": 353,
"etkilenen_ogimar_abone": 0,
"etkilenen_ogkirsal_abone": 0,
"teknikbirim": "OFS00367038"}

C:\Users\ahmet.unverdi>

```

Şekil 2. Servis uygulamasının çalışması

```

Komut İstemi - C:\Users\ahmet.unverdi>python C:\Users\ahmet.unverdi\GecintiServisi.py
Microsoft Windows [Version 10.0.18362.1139]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tüm hakları saklıdır.

C:\Users\ahmet.unverdi>C:\Users\ahmet.unverdi\GecintiServisi.py
* Serving Flask app "GecintiServisi" (lazy loading)
* Environment: production
  WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
  Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: on
* Restarting with stat
* Debugger is active!
* Debugger PID: 220-173-671
* Running on http://127.0.0.1:5000/ (Press CTRL+C to quit)
teknikbirim
0 OFS00367038
Kesinti Analizi Başlıyor...

Tarih: 21.10.2020 Saat: 15:51:15

Parametreler Tanımlanıyor...
Gizli ID: "OFS00367038"

Artık Veriler Siliniyor...

Kesinti Kaynağı Teknik Birimler Seçiliyor...
1

Enerji Akışı Yonunda Ağ Analizi Yapılıyor...

AMAHTARLAMA_ELEMANLARI
TRANSFORMATOR
KABLO_EK
KOPRE
KAYNAK
NETWORK_Net_Junctions
HATLAR
SARA

220
0
0
0
353
0
353

Ahmet Bahadır UNVERDİ Tarafından Hazırlanmıştır.
353
127.0.0.1 - - [21/Oct/2020 15:51:30] "GET /teknikbirim/OFS00367038 HTTP/1.1" 200 -

```

Şekil 3. Servis uygulamasının çalışması sonucu elde edilen mesajlar

Çalışmanın uygulamasında yer alan bu servis kurumsal bir bilgi sistem yapısı bulunmaksızın dar bir kapsamda hazırlanmıştır. Bu bağlamda ilgili servis yapısı ve kodları hızlı bir şekilde değiştirilerek kurumsal bilgi sistemi yapısında ve SOA mimarisi içerisinde daha geniş kapsamda ve güvenlikte bir servise dönüştürülebilecektir. Python dili ve Arcgis ürünü imkanları ile ihtiyaç duyulan iş süreçleri için bu çalışmaya benzer pratik ve analitik entegrasyon çözümleri elde edilebilmektedir.

3. BULGULAR

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS ile diğer sistemlerin entegrasyonu mekânsal analizlere dayanan iş süreçlerini yürütmek ve gereklilik arz eden raporları oluşturmak adına kesinlikle bir ihtiyaç olduğu söylenebilmektedir.

Söz konusu entegrasyon yöntemi için birçok alternatif bulunmaktadır. Kurumların ihtiyaçları, iş süreçleri, kullandığı sistemler ve kurum politikaları ölçüsünde değerlendirilerek en uygun entegrasyon yöntemi tercih edilmelidir.

Özellikle kesinti yönetim sistemleri ile CBS entegrasyonunun basit iş süreçlerinin oluşturulduğu bir algoritma geliştirilerek gerçekleştirilmesi mümkündür. Elektrik dağıtım şebekesinde gerçekleşen değişikliklerin doğrudan şebeke bağlantı modelini etkilediğinden kesintilerin anlık olarak çalışabildiği bir kesinti analiz servisi oluşturulması gerekmektedir.

Bu hususta python dili kullanılarak arcpy ve diğer açık kaynak kodlu kütüphaneler ile SOA yöntemi altında kullanılacak pratik, esnek ve fonksiyonel bir kesinti analiz servisinin oluşturulması söz konusu ihtiyaçlar ile birlikte başka sistemlerin entegrasyon ihtiyacını da karşılamaktadır

4. SONUÇLAR

Elektrik dağıtım sistemlerinde süreçleri gerçekleştirmek, yönetmek ve analiz ederek raporlayabilmek için birçok bilgi işlem sistemi kullanılmaktadır.

Kapsamlı bir şebeke özelliği barındıran elektrik dağıtım sistemleri, mekânsal analizlerde CBS'nin yeteneklerini kullandığı gibi daha faydalı sonuçlar ve süreçler elde etmek için de diğer sistemler ile entegrasyonlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gerçekleştirilecek entegrasyonların ilgili kurumun ihtiyaçlarına ve mevcut durumuna uygun olması gerekmektedir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde gerçekleşen bir kesintinin OMS/DMS gibi sistemler aracılığıyla takip edilmesi ve raporlanması günümüz teknolojisinde gerçekleştirilmektedir. İlgili kurumların ve üst kurumların dikkatle takip ettikleri kalite ve güvenilirlik ölçütlerine göre kesinti başına etkilenen abone sayılarının raporlanması büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bağlantı modelini oluşturan, koruyan ve analiz

edebilen CBS ile kesinti veya dağıtım yönetim sistemlerinin entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada CBS ile OMS/DMS sistemlerinin kesinti başına abone sayısını elde edebilmek amacıyla işlemsel olarak nasıl entegre edilebileceğine dair bir algoritma sunulmuştur.

Bahse konu algoritma gerçekleştirilerek üretilen entegrasyon çözümü ile herhangi bir kesintiden etkilenecek abone ve şebeke elamanlarının tespiti süreçlere uygun olarak, anlık ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilecektir. Kesinti özelinde beklenen raporlamalar üretilecek ve kurum-müşteri faydalarını sağlayacak aksiyonlar alınabilecektir. Ayrıca kesinti raporlamaları ile tespit edilen kesinti lokasyonları sistemi tehdit eden kesinti sebeplerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlayacak ve sürdürülebilir ve verimli bir hizmet sunumuna da katkı verecektir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma içeriğinin bir kısmı, yazarlar tarafından, 1st Intercontinental Geoinformation Days (IGD), 25-26 November 2020, Mersin, Turkey, kongresinde sunulmuş olup Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde Doç. Dr. Aziz Şişman danışmanlığında Ahmet Bahadır Ünverdi tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Yazarların Katkısı

Yazar1: Yazılım-Uygulama geliştirme, Yazma-Orijinal taslak hazırlama, Analizleri gerçekleştirme.

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

Abdulcebbar A (2019). Elektrik Dağıtım Şirketlerinde Kayıp ve Kaçağın İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Anonim (2012). Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği.

<https://www.mevzuat.gov.tr/Anasayfa/ErrorPage?code=404>

[Erişim tarihi: 08.12.2020]

Anonim (2020). What are geometric networks?,

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/management-data/geometric-networks/what-are-geometric-networks-.htm>

[Erişim tarihi: 21.03.2020]

- Chakravarty P & Wickramasekara M G (2014). A better GIS leads to a better DMS. *Clemson University Power Systems Conference*, IEEE, 1-5.
- Dönmez I.M (2013). Akıllı Şebekeler ve Entegrasyon http://www.emo.org.tr/ekler/07d7d1f0a2dc3ff_ek.pdf
[Erişim tarihi: 15.03.2020]
- Emiroğlu C. Tanrıöven K & Akbulut F (2007). Elektrik Dağıtım Şirketlerinde GIS Uygulamaları. *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, KTÜ, Trabzon.
- Hassan H T & Akhtar M F (2012). Mapping of Power Distribution Network using Geographical Information System (GIS). *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(6), 343-347.
- Mathankumar S & Loganathan P (2015). GIS Based Electrical System Planning and Network Analysis. *World Engineering & Applied Sciences Journal*, 6(4), 215-225.
- Pathak S (2016). Leveraging GIS mapping and smart metering for improved OMS and SAIDI for smart city. *Saudi Arabia Smart Grid (SASG)*, IEEE, 1-5.
- Sekhar A N, Rajan K S & Jain A (2008). Spatial informatics and geographical information systems: Tools to transform electric power and energy systems. *IEEE Region 10 Conference*, 1-5.
- Singh U & Caceres D (2004). An integrated approach for implementing a distribution automation system. *In 2004 IEEE / PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America*, 332-337.
- Taylor T & Kazemzadeh H (2009). Integrated SCADA / DMS / OMS: Increasing distribution operations efficiency. *Electric Energy T&D Journal*, 1 (1), 31-34.
- Ünverdi A B (2021). Elektrik Dağıtım Sisteminde CBS Uygulamaları ve Gerçekleşen Kesintilerin CBS Entegrasyonu İle Raporlanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Yıldırım E (2020). Elektrik Dağıtım Şebeke Bağlantı Modelinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Oluşturulması. https://www.emo.org.tr/ekler/51f168282907ed8_ek.pdf
[Erişim tarihi: 15.03.2020]
- Zhang K, Zhang S, Huang B & Ma X (2019). Research on Integration Technology Between Distribution Automation System and Geographical Information System. *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, IEEE*, 1-4.



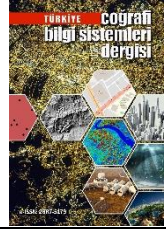
© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Eğitim Kurumları ve Aile Sağlığı Merkezlerine Yaya Erişimlerinin İrdelenmesi: Rize Örneği Sabire Edanur Mamat ^{*1}, Aziz Şişman ²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana bilim Dalı, Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Erişilebilirlik
CBS
Ağ Analizi

ÖZ

Günümüzde birçok alanda sıklıkla kullandığımız Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) konumsal analiz ve sorgulama kabiliyetleri ile doğru kararı vermemizi sağlayacak bilgilere daha kısa sürede ulaşabilmekteyiz. Kentlerin hızla gelişmesiyle beraber yaşanan hızlı nüfus artışı, birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Ulaşım, altyapı hizmetleri gibi sorunlara çözüm arayışında CBS ile konumsal analizlere başvurulmuştur. Bu çalışmada Rize Merkez ilçe mahallelerindeki okulların ve aile sağlığı merkezlerinin yaya erişimleri irdelenmiştir. Çalışma alanı içerisindeki ilkokul, ortaokul, liselerin ve aile sağlığı merkezlerinin ortalama çocuk ve yetişkin yaya hızları olan 1.1 m/s ve 1.4 m/s hızlarına bağlı olarak 5 dk ve 10 dk zaman dilimlerinde erişilebilirlikleri irdelenmiştir. Rize Merkez sahil kısmına yakın mahallelerde okulların ve aile sağlığı merkezlerinin yaya erişimlerinin yeterli olduğu fakat içeri kısımlara doğru gidildikçe sayılarının azalmasından dolayı erişimin yeterli olmadığı gözlemlenmiştir.

Investigation of Pedestrian Accessibility to Schools and Family Health Centres: Case Study of Rize

Keywords:

Accessibility
GIS
Network Analysis

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) which we frequently use in many areas today, with the capabilities of spatial analysis and query we can Access information that will enable us to make the right decision in a shorter time. The rapid population growth experienced with the rapid development of cities brought many problems with it. Nowadays GIS is used the solutions of spatial problems such as transportation and infrastructure services. In this study, pedestrian access of schools and family health centres in Rize Central District neighbourhoods was examined. The accessibility of primary schools, secondary schools, high schools and family health centres with in the study area was examined in 5 min and 10 min time zones depending on the average child and adult pedestrian speeds of 1.1 m/s and 1.4 m/s. It has been observed that the pedestrian access of schools and family health centres in the neighbourhoods close to the coastal part of Rize Centre is sufficient, but access is not sufficient due to the decrease in their numbers towards the inner parts.

*Sorumlu Yazar

*(edanur.mamat.em@gmail.com) ORCID ID 0000 – 0003 – 4809 – 6673
(asisman@omu.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0001 – 6936 – 5209

Kaynak Göster:

Mamat S E & Şişman A (2021). Eğitim Kurumları ve Aile Sağlığı Merkezlerine Yaya Erişimlerinin İrdelenmesi; Rize Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 60-66.

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 01/02/2021; Kabul Tarihi: 26/07/2021

1. GİRİŞ

Şehir, çevresiyle bağımlı ve bu çevrede kültürel ve ekonomik olarak ortak birlikteliği olan insanların toplandığı sahalardır (Göney, 2017). Bir yerleşmeyi şehir olarak adlandırabilmek için şehre dair birtakım fonksiyonların oluşmuş olması gerekmektedir (Tümertekin, 1973). Fonksiyonlar şehrin sınırlarını belirlemede kullanıldığı gibi, kent karakterlerini göstermede de öne çıkmaktadır. Şehirlerin öne çıkan fonksiyonlarına göre; ticaret kenti, eğitim kenti, sağlık kenti gibi isimlendirmesi yapılmaktadır (Çetin, 2007).

Şehirlerin ve çevresinde sanayinin gelişmesiyle beraber kırsaldan kentlere göç hızlanmıştır. Nüfus artışı zamanla kentlerde çeşitli kentsel fonksiyonların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Önceden yalnızca sanayi yoğunluğundayken ilerleyen zamanlarda hizmet sektörü de gelişme göstermeye başlamıştır (Çelikyay,2013).

Yaşanan nüfus artışı ve kentleşme; eğitim, sağlık, güvenlik, sosyal hayat, acil durum yönetimi gibi birtakım ihtiyaçları da beraberinde getirmiştir. Sayılan bu ihtiyaçlara dair kentsel teknik ve sosyal altyapı alanlarının dağılımlarının eşit olmaması ve bu yapıların kent sakinleri açısından erişilebilirlik hususundaki eksiklikler kentsel sorunlar olarak ön plana çıkmaktadır.

Günümüz dünyasında kentsel ve kırsal alanlarda bireylerin beslenme, barınma, sağlık, güvenlik vb. temel ihtiyaçlarını karşılayabilmesi, yaşam standartlarını yüksek tutmak istemesi en önemli haklarındadır. Bu gibi ihtiyaçların karşılanmasında aksaklık ve eksilikler yaşandığı zaman, toplumsal olarak sorunlar baş gösterebilir. Sonuçta, yaşadığı yerde temel hizmetleri alamadığını düşünen vatandaşlar daha iyi şartlara sahip olan illere göç etmeye başlarlar. Bu duruma bağlı oluşan göç hareketleri, kontrolsüz kentleşme ve beraberinde nüfus artışını getirecektir. Hızlı ve kontrolsüz nüfus artışı yaşanan illerde, planlanan ve hayata geçirilen sosyal ve teknik altyapı hizmetlerinde arz-talep dengesizliği oluşacak ve halkın ihtiyaçlarına cevap verememe sorunu da yaşanabilecektir.

Günümüzde kamunun sunduğu sosyal ve teknik altyapı hizmetlerine erişilebilirlik sayesinde, kent nüfusunun kentsel yaşam standartları ve kalitesi artar ve bu sayede o kentlerin yaşanabilirliği ortaya konmuş olur (Bıçkı, vd., 2016).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) günümüzde pek çok alanda kullanılan vazgeçilmez bir araç-süreç halini almıştır. İş ve işlemlerinde CBS uygulamaları kullanan kamu ve özel kurum-kuruluşların hizmet kalitesi ve performans göstergelerinde artış ve maliyet tasarrufları sağlanması öngörülmektedir. CBS özellikle planlama aşamasında çok farklı analiz ve sorgulama kabiliyetleri ile karar vericilere çok önemli karar destekleri sağlamaktadır. Bunun dışında özellikle konumsal veri içeren uygulama süreçlerinde ise hızlı ve kaliteli hizmet sunulmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Şehirlerin nüfuslarının hızla artmasıyla beraber ortaya çıkan ulaşım, sağlık, güvenlik ve çevre gibi sorunlara çözüm bulabilmek adına gelişen teknolojilerin desteği kullanılarak akıllı uygulamalar geliştirilmektedir (Örselli & Akbay, 2019). Akıllı kent uygulamaları, bir

Kentin fizyolojik ve sosyolojik durumu hakkında daimi bir veri akışı sağlayan, birçok ağ ile birbirine bağlı bu verileri ortak bir amaçta birleştirerek ve sentezleyerek hayat kalitesinin artırılmasının sağlandığı kentlerdir (Batty, vd. 2019). Akıllı kente dönüşüm yöntemlerinin çoğu kısa zamanda elde edilememekle, daha uzun zaman ve istikrarla hayata geçirilebilmektedir (Örselli & Akbay, 2019). Akıllı kentler, yoğun veri akışları sayesinde, kentlerin ve yöneticilerinin değişen durumlara karşı hızlı çözüm üretme ve ihtiyaçlara cevap verme kabiliyetlerini artırmaktadır.

Duman ve İrcan (2020) tarafından yapılan Kara köprü 'deki çalışmada; okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve ortaöğretim okullarının lokasyonları, çevresindeki yapılar ve nüfus verileriyle bütün halinde analize dâhil edilmişlerdir. Yapılan mekânsal analizlerin kentlerdeki kapasite ve ulaşım ve güvenlik gibi sorunların çözümlerinde etkili olabileceği söylenmektedir.

Deniz vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada Turgutlu ilçesindeki aile sağlığı merkezlerinin erişilebilirlikleri incelenmiştir. Erişilebilirliğin sağlık alanındaki en büyük sorunlardan biri olduğu belirtilmiştir ve bu sorun doğrultusunda Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde geçen 500 metre ve ona alternatif 1000 metrelik mesafedeki yaya erişimleri ağ analizi yöntemiyle irdelenmiş ve mekânsal olarak ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Sezer vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada Turgutlu şehrindeki okullara erişilebilirliğin coğrafi bilgi sistemleri ile ağ analizi gerçekleştirilmiştir. Erişilebilirliğin ölçütü için Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'ne başvurulmuş ve mekânsal erişilebilirliğe ek olarak anaokulu, ilkokul, ortaokul ve liselerdeki hizmet düzeyi de araştırılmıştır.

Şişman vd. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Samsun 112 acil çağrılarının ve acil sağlık hizmet istasyonlarının konumları CBS analizleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmaya göre istasyonların yer seçiminde, kapsama alanları ve gelen çağrılara ulaşabilme zamanları veya mesafeleri gibi kriterlerin etkili olduğu ve hayati önem taşıdığı ifade edilmiştir.

Yukarıda sıralanan çalışmalara ilave olarak literatürde benzer çokça çalışmaya rastlanmaktadır. Hazırlanan bu çalışmada kendine has ve engebeli bir topoğrafik yapısı olan Rize ili Merkez ilçesi mahallelerinde yaşayan çocuk ve yetişkin nüfusun okullara ve aile sağlığı merkezlerine yaya olarak erişilebilirlikleri network (ağ) analiziyle irdelenmiştir. Yapılan çalışmanın aynı zamanda, bu kurumlara erişim açısından elverişli ve elverişsiz mekânların belirlenmesinde ve özellikle kentsel planlama aşamasında yol gösterici olması amaçlanmıştır.

1.1. Kentsel Planlama

Kentsel planlamanın kapsamı; kentlerin mevcut problemleri ve potansiyeli ile büyümeye yatkınlığına göre elde edilen uyarılar yönüyle (kentin büyüklüğü dikkate alınmaksızın), daha önceden belirlenmiş süre zarfında ulaşacağı varsayılan büyüklüğe, fonksiyonel

ilişkilerin, erişim ve haberleşmenin, toplumsal ve mekânsal yapının tasvirinin yapılması olarak tanımlanmaktadır. Bununla beraber kent planlaması karar verme ve yorumlama süreci dahil olan kavramsal metotlar bütünüdür (Aydemir, vd., 2004).

Kentsel planlamalarda karar alma ve uygulamanın yapılması adımlarında sorunlar çıkabilmektedir. Genel olarak kentsel plan hazırlama sürecinde kentte yapılan sosyal ve ekonomik incelemeler sonucunda elde edilen veriler kentsel planlara eksik veya yanlış aktarıldıkları veya öngörülmez gelişmeler yaşandığında uygulama aşamasında birtakım sorunlarla karşılaşmaktadır (Altın & Türk, 2005; Duyguluer, 1982; Görmez, 2001).

1.2. Kentlerde Ulaşım ve Erişilebilirlik

Ulaşılabilirlik kavramı, toplumsal yaşamda mekânlara ulaşım, kullanma ve başlıca haklardan yararlanabilmek olarak açıklanabilir. Erişilebilirlik kavramı da coğrafi çevrede ulaşım ve dolaşımın konforlu olması, vatandaşların gereksinimleri doğrultusunda planlanan, kentsel alan, konut ve iç mekânlarına ulaşılabilir olması olarak tanımlanabilir (Dikmen, 2011).

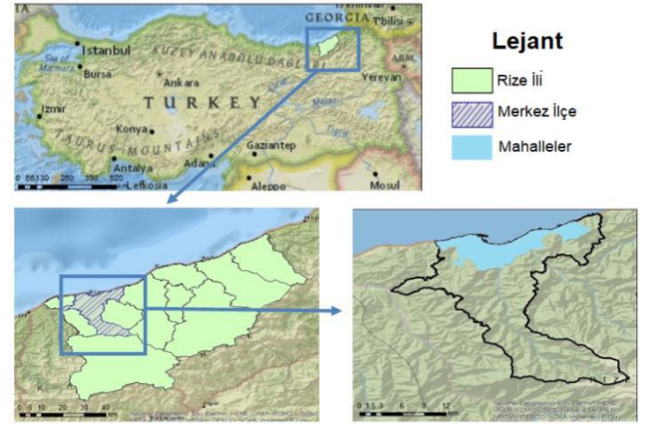
İmar planları, plan sahalarında tüm sosyal ve teknik donatıların ulaşılabilir ve herkese eşit olanaklar sağlaması amacıyla tasarlanmaktadır. Ancak, kentlerde yaşayan nüfusun parklara, rekreasyon alanlarına, sosyal tesis alanlarına, eğitim kurumlarına, sağlık tesislerine, hastanelere ve diğer kamu kurumlarına erişilebilirliği ve ulaşım olanakları, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı plansız kentleşme ile olumsuz etkilenebilmektedir.

Kültürel anlayışın etkisiyle erişilebilirlik oldukça önem verilen ve toplumsal yaşamda vazgeçilmez olarak görülen bir olaydır (Elmacı, 2019). Ulaşım ve kentsel donatılara erişilebilirliği eksik veya dengesiz olan toplumlarda, yerleşmelerin eğitim, sağlık kurumları gibi temel ihtiyaçları karşılayan kurumlar etrafında yoğunluk göstermesi çarpık kentleşme ve trafik sorununu da beraberinde getirmektedir. Ulaşım ve erişilebilirliği iyileştirilmiş toplumlarda bu gibi sorunların önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Rize İli Merkez ilçe mahallelerinde yapılmış olan bu çalışmada; bu bölgede yaşayan nüfusun ilkokullara, ortaokullara, liselere ve aile sağlığı merkezlerine yaya olarak erişim olanakları ortaya konmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

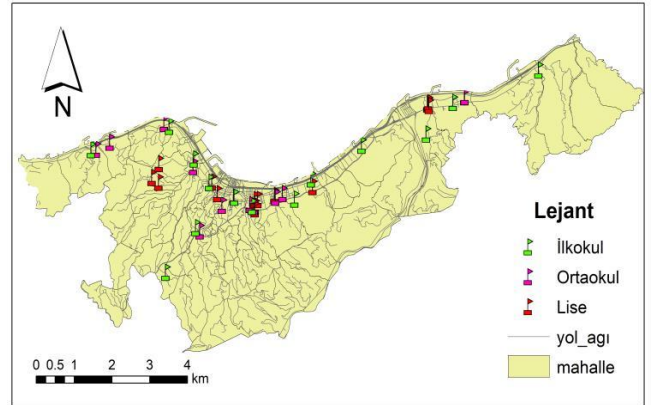
Çalışma sahası Rize ilinin 12 ilçesinden biri olan Merkez ilçesini kapsamaktadır. 2020 yılı Rize il nüfusu 344.359 ve Merkez ilçe nüfusu ise 148.735'tir (TÜİK, 2021). Rize ili Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan ve Trabzon, Artvin, Bayburt, Erzurum illerine komşu ve Karadeniz'e kıyısı olan bir ildir (Şekil 1). Toplam yüzölçümü yaklaşık 3921 km²'dir ve tüm Türkiye'de yüz ölçümü açısından 72. sırada yer almaktadır.



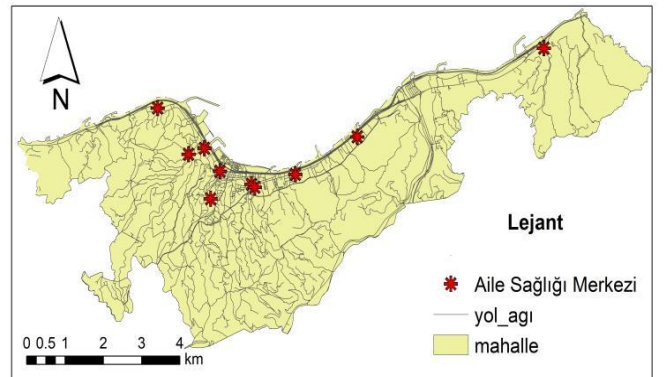
Şekil 1. Çalışma alanı

Çalışmada kullanılan konumsal verilerden; yol ağı Open Street Map üzerinden, nüfus verileri TÜİK verilerinden ve okul ve aile sağlığı merkezleri konum verileri Google Earth'den ile temin edilmiştir (Şekil2-3).

Konumsal analizler için ArcGIS yazılımının kullanıldığı bu çalışmada ağ (network) analizinin hizmet alanı analizi uygulanmıştır. Uygulamada oluşturulan yol veri seti kullanılmıştır. Erişim analizlerinde yaya hızları TSE'nin TS 12174 standardına göre; ortalama çocuk yaya hızı 1.1 m/s, yetişkin yaya hızı 1.4m/s olarak kullanılmıştır. Süre olarak okullar (Şekil 2) ve aile sağlığı merkezleri(Şekil 3) için 5 dk ve 10 dk'lık erişilebilirlik alanları irdelenmiştir.



Şekil 2. Okulların konumu

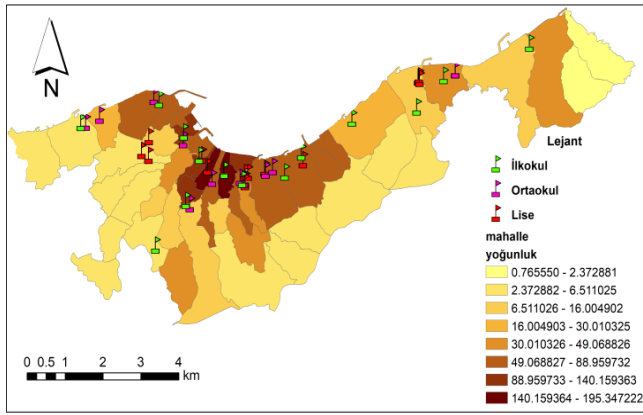


Şekil 3. Aile sağlığı merkezlerinin konumu

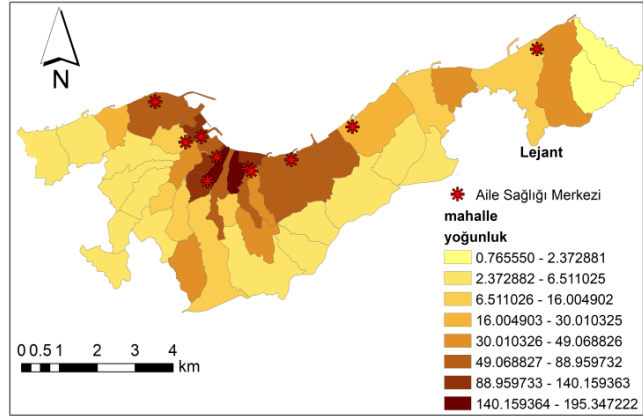
3. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada ilkokul, ortaokul, liseler ve aile sağlığı merkezlerinin yaya erişimlerinin yeterlilikleri hakkında analizler gerçekleştirilmiş ve kapsama alanları ortaya konmuştur. Çalışmaya konu Merkez ilçe mahallelerinde ilkokul sayısı 14, ortaokul sayısı 19, lise sayısı 17 ve aile sağlığı merkezi sayısının 10 adet olduğu tespit edilmiştir.

Rize Merkez ilçesinin nüfus yoğunluğu haritası TÜİK verilerine göre oluşturulmuştur. Oluşturulan haritaya göre nüfus yoğunluğunun, Merkez ilçe mahallelerinin özellikle sahil kesimlerinde bulunduğu gözlemlenmiştir. İlçenin güney ve doğu kesimlerine doğru gidildikçe nüfus yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Merkez mahallelerin nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu sahil kesimlerinde, okulların ve aile sağlığı merkezlerinin de sayısının arttığı görülmektedir (Şekil 4-5).



Şekil 4. Mahallelerin nüfus yoğunlukları ve okulların dağılımı



Şekil 5. Mahallelerin nüfus yoğunlukları ile aile sağlığı merkezlerinin dağılımı

3.1. Erişilebilirlik Analizleri

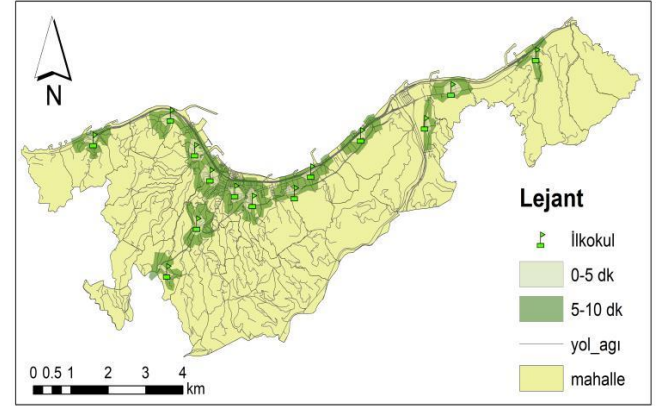
Yapılan erişilebilirlik analizlerinde okullar ve aile sağlığı merkezleri için 5 dakika ve 10 dakikalık sürelerde erişim olanağı bulunan alanlar ya da farklı bir ifade ile bu sürelerde söz konusu donatılara erişemeyen alanlar belirlenmeye çalışılmıştır.

İlkokullarda ve ortaokullarda ortalama çocuk yaya erişim hızı 1.1m/s, kullanılmıştır. Liselerde ise erişim hızı ortalama yetişkin yaya hızı 1.4 m/s olarak kullanılmıştır. Bu verilere göre 5 dk ve 10 dk'da yaya

erişimleri belirlenmiş ve bu erişimlerin ne kadar alanı kapsadığı ortaya konmuştur.

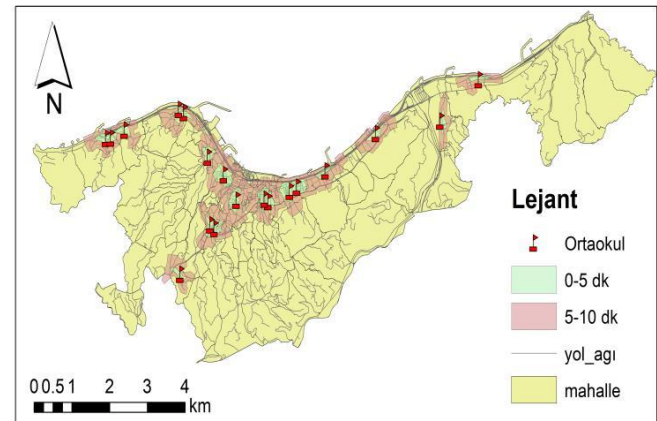
Çalışma sahasında; ilkokullarda 1.1 m/s hızla, 5 dk ve 10 dk zamanı esas alınarak yapılan erişilebilirlik analizinde erişilebilen toplam alanlar; 5 dk için 122.73 hektar ve 10 dk için 548.08 hektar olarak belirlenmiştir (Şekil 6).

5 dk ve 10 dk zamanlarda erişilebilen alanlar toplam mahalle yüzölçümü olan 4033.6 hektarlık alana oranlandığında; ilkokullarda 5 dk'da erişilen alanın %3.0, 10dk 'da erişilen alanın ise %14.0 olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 6).



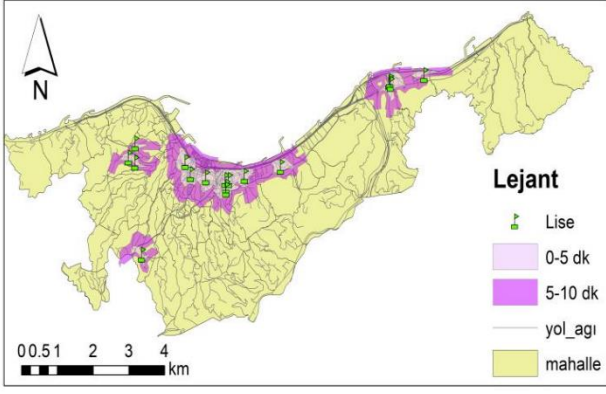
Şekil 6. İlkokullarda erişilebilirlik

Ortaokullarda 1.1 m/s yaya hızıyla gerçekleştirilen 5 dk ve 10 dk zamanlarda erişilebilen toplam alanlar; 5 dk için 164.10 hektar ve 10 dk için 763.90 hektar olarak belirlenmiştir. (Şekil 7). 5 dk ve 10 dk zamanlarda erişilebilen alanlar toplam mahalle yüzölçümü olan 4033.6 hektarlık alana oranlandığında; 5 dk'da erişilen alanın %4.0, 10 dk'da erişilen alanın ise % 19.0 oranında olduğu görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Ortaokullarda erişilebilirlik

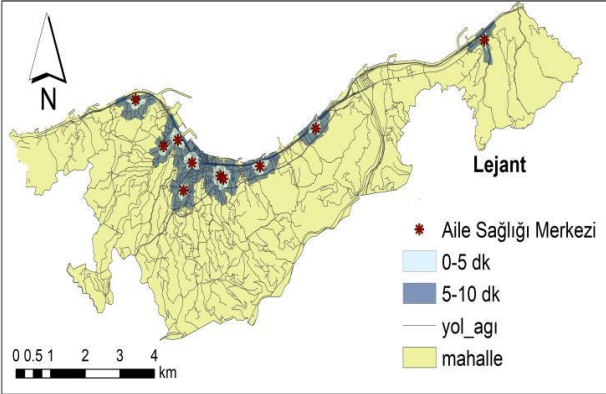
Liselerde 1.4 m/s hızla yapılan 5 dk ve 10 dk zamanda erişilebilen toplam alanlar 5 dk için 260.60 hektar ve 10 dk için 1106.14 hektar olarak belirlenmiştir (Şekil 8). 5 dk ve 10 dk zamanlarda erişilebilen alanlar toplam mahalle yüzölçümü olan 4033.6 hektarlık alana oranlandığında; 5 dk ve 10 dk'da erişilen alanlar sırasıyla %6.0 ve %27.0 oranlarında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8).



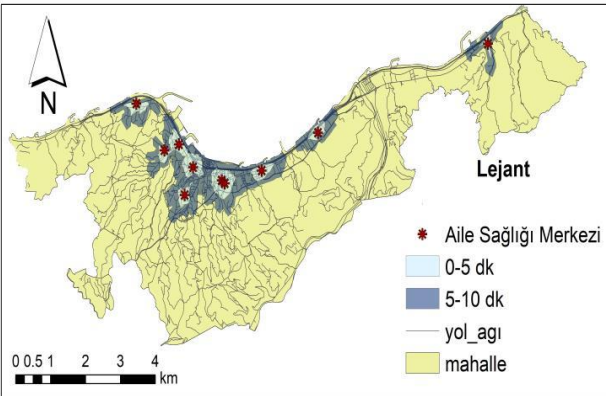
Şekil 8. Liselerde erişilebilirlik

Aile sağlığı merkezlerinde ortalama çocuk yaya hızı 1.1 m/s ve ortalama yetişkin yaya hızı 1.4 m/s hızları dikkate alınarak yapılan analizlerde; toplam erişilebilen alanlar çocuklarda 5 dk için 112.40 hektar ve 10 dk için 431.20 hektar olarak hesaplanmıştır (Şekil 9). Aynı şekilde yetişkin yaya hızı kullanılarak 5 dk ve 10 dk zamanda erişilebilen alanlar sırasıyla 173.60 hektar ve 641.20 hektar olarak hesaplanmıştır (Şekil 10).

Aile sağlığı merkezlerinde 1.1 m/s ve 1.4 m/s ortalama yaya hızları ele alınarak 5 dk ve 10 dk zamanlarda erişilebilen alanlar 4033.6 hektar olan mahalle yüzölçümünün; çocuklarda 5 dk'da %3.0, 10 dk'da %11.0 (Şekil 9) ve yetişkinlerde 5 dk'da %4.0, 10 dk'da %16.0 oranında olduğu sonuçları elde edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 9. Çocuklarda aile sağlığı merkezlerine erişilebilirlik



Şekil 10. Yetişkinlerde aile sağlığı merkezlerine erişilebilirlik

4. TARTIŞMA

Erişim haritalarına bakıldığında okulların nüfus yoğunluğu yüksek olan Çarşı, Yeniköy, Tophane, Atmeydanı, Piriçelebi ve Mermerdelen mahallelerinde, aile sağlığı merkezlerinin Fener, Çarşı, Çamlıbel, Eminettin, Yeniköy, Gülbahar ve İslampaşa mahallelerinde bulunduğu ve buna bağlı olarak da bu mahallelerde yaya erişilebilirliklerinin yeterli olduğu görülmektedir. Aynı zamanda nüfus yoğunluğunun fazla olduğu mahallelerin sahil şeridinde yoğunluk gösterdiği, daha iç kesimlere gidildikçe de yoğunluğun azaldığı görülmektedir. Buna sebep olarak Rize ilinin dağlık ve engebeli arazi yapısı söylenebilir.

Her ne kadar çalışmada irdelenen donatılara 5 ve 10 dakikalık zamanlarda yaya erişimleri ortalama toplam alanın %10 - %20'si düzeylerinde gibi görünse de nüfusun yoğunlaştığı yerleşim yerlerine bakıldığında erişilen alanlarla, yoğun nüfus olan alanların örtüştüğü gözlemlenmektedir.

Orta ve az nüfus yoğunluğuna sahip mahallelerde okul ve aile sağlığı merkezlerinin sayısı az ve çoğu mahallelerde hiç olmamasından dolayı çocuk ve yetişkin yaya erişim mesafelerine hiç dâhil olamamışlardır. Bu mahallelerde analiz dâhilinde bulunan kurumlara erişim açısından problem yaşanmaktadır.

1.1 m/s ortalama çocuk yaya hızı ve 1.4 m/s ortalama yetişkin yaya hızlarına göre yapılan erişilebilirlik analizlerine göre erişilebilen alanlar ve bu alanların toplam mahalle yüz ölçümü olan 4033.6 hektarlık alana oranları Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Okullardan ve aile sağlığı merkezlerinden erişilebilen alan miktarı

	Yayalarda Erişilebilen Alanlar (Ha)			
	Çocuk		Yetişkin	
	5 (dk)	10 (dk)	5 (dk)	10 (dk)
İlkokul	122.73	548.08	-	-
Ortaokul	164.10	763.90	-	-
Lise			260.60	1106.14
Aile Sağlığı Merkezi	112.40	431.20	173.60	641.20

Tablo 2. Okullardan ve aile sağlığı merkezlerinden erişilebilen alan oranları

	Yayalarda Erişilebilen Alanların Oranları (%)			
	Çocuk		Yetişkin	
	5 (dk)	10 (dk)	5 (dk)	10 (dk)
İlkokul	3	14	-	-
Ortaokul	4	19	-	-
Lise	-	-	6	27
Aile Sağlığı Merkezi	3	11	4	16

5. SONUÇ

Kentler için en önemli donatılardan olan okullar ve sağlık merkezlerine erişim ve özellikle yaya erişimi çok önemlidir. Okullara yaya erişiminin sağlanması çocuk ve gençlerin sosyal ve fiziksel gelişmelerine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılan analizlerde ilkökul ve ortaokul sayılarının birbirine yakın olmasından dolayı erişilebilirlik oranlarının birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Okulların dağılımları incelendiğinde sahil şeridindeki mahallelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Aynı zamanda bu bölgelerin nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler olduğu bilinmektedir. Nüfus yoğunluğu ve okulların dağılımının birbiriyle doğru orantılı olduğunu söyleyebiliriz. Diğer iç kısımda kalan okulların da erişim olarak oldukça sıkıntılı olduğu görülmektedir. Ayrıca okulların merkezi mahallelerde sayısının fazla ama diğer mahallelerde giderek azalması hatta bazı mahallelerde hiç olmaması toplu taşıma veya servis taşımacılığının kullanımını gerektirmiştir. Analizde eğitim fonksiyonunun şehrin nüfus yoğunluğuna etkisini de görmekteyiz. Okulların sayısını ve konum çeşitliliğinin arttırılması nüfusun biraz daha dengeli dağılmasında katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Yaya erişiminin çok önemli olduğu aile sağlığı merkezlerinin çocuklarda ve yetişkinlerde erişilebilirlik analizinde erişilebilirliğin okullara göre daha az olduğu görülmektedir. İnsanların temel sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için yürüme mesafesinde bu donatılara erişebilmesi oldukça önemlidir. Vatandaş olarak ihtiyaçlarının karşılanması veya onu kendinin karşılayabilmesi onlar için yaşama alanı seçiminde etkili olabilmektedir. Aile sağlığı merkezlerini genellikle yaşlılar ve çocuk sahibi ebeveynler kullandığından 10 dakika ve daha fazla yürüme mesafesi onlar için oldukça zorlayıcı olabilmektedir. Nüfusun dağılımında sağlık tesislerinin de önemi oldukça fazladır. Bu alanların sayısının artırılması ve dağılımlarının CBS analizleri ile irdelenerek belirlenmesi hem nüfus yoğunluğu hem de vatandaşların sağlığı açısından da etkili olacaktır.

Çözüm olarak eğitim kurumları ve sağlık tesisleri sayılarının erişimi yetersiz olan mahallelerde yapılacak imar planlamaları ve imar düzenlemeleri ile artırılması öngörülmektedir. 2019 yılında İmar Kanununda yapılan değişikliklerle pek çok kamu alanı DOP kapsamına alınmıştır, bu durum göz önüne alındığında efektif çözümler üretilebilir ancak yapılaşmanın tamamlandığı bölgelerde bu durum biraz daha karmaşık bir hale dönüşmüştür, buralarda kentsel dönüşüm uygulamaları gibi farklı çözümler düşünülmesi gerekmektedir. Ancak, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği kapsamında yerleşim yerleri için planlar hazırlanırken, planlama aşamasında olan yerleşmelerde sosyal ve teknik donatılara erişimlerin ve bu alanların kapsayıcılığı CBS analizleri ile irdelenerek gerek donatı dağılımlarının mevzuata uygunluğu ve gerekse planlanan donatıların erişilebilirliği irdelenmelidir. Bu durum kentlerin yaşanabilirliği açısından da çok önemli katkılar sağlayabilecektir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu makale içeriğinin bir kısmı, yazarlar tarafından, 1st Intercontinental Geoinformation Days (IGD), 25-26 November 2020, Mersin, Turkey, kongresinde sunulmuştur. Bu makale, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN danışmanlığında Sabire Edanur MAMAT tarafından hazırlanan yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarının bir kısmını içermektedir.

Yazarların Katkısı

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

- Altın Y & Türk Ş Ş (2005). İstanbul Metropolitan Alanında İmar Planı Değişiklikleri ile İlgili Bir Analiz. *8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 29. Kolokiyumu*. İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 485-496.
- Aydemir Ş, Erkonak Aydemir S, Şen Beyazlı D, Ökten N, Öksüz A M, Sancar C, Özyaba M & Aydın Türk Y (2004). Kentsel Alanların Planlanması Ve Tasarım. *İber Matbaacılık*. Trabzon.
- Batty M, Axhausen, K W, Giannotti F, Pozdnoukhov A, Bazzani A, Wachowicz M, Ouzounis G & Portugali Y (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal*. 214(1). 481- 518.
- Bıçkı D, Yetkin Ş H & Ak D (2016). Herkes İçin Erişilebilir Kentler: Muğla Örneği. *The Journal of Academic Social Science Studies*. 51, 449-470.
- Çelikyay H H (2013). Teknoloji Girdabından Akıllı Şehre Dönüşüm: İstanbul Örneği. *II. Türkiye Lisansüstü Çalışmaları Kongresi*, Bursa.
- Çetin B (2007). Burdur Kent Coğrafyası. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Atatürk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 393 s (Türkçe).
- Deniz M, Kocaman E & Topuz M (2018). Turgutlu İlçesinde Aile Sağlığı Merkezlerinin (Asm) Konumlarının Erişilebilirlik Açısından CBS İle Analizi. *Tücaum* 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Dikmen Ç B (2011). Avrupa Kentsel Şartı Ulaşım ve Dolaşım İlkeleri Kapsamında Engellilerin Kentsel Alan ve Yapılarda Erişilebilirliklerinin Sorgulanması: Yozgat Örneği. *E-Journal Of New World Sciences Academy*. 6. 838-858.
- Duman N & İrcan M R (2020). Analysis of accessibility to schools in Karaköprü on the basis of geographic information systems (GIS). *International Journal of*

- Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 543-566.
- Duygulu F (1982). İmar Planında Değişiklik Yapılmasıyla İlgili Talepler. *Türkiye Birinci Şehircilik Kongresi*, Ankara.
- Elmacı D (2019). Avrupa'daki Erişilebilirlik Uygulamaları: Borås ve Cardiff Örneklerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*. 43. 33-60.
- Göney S (2017). Şehir coğrafyası, yerleşme coğrafyası. Cilt:1. İstanbul: *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yay.* No:3537. Coğrafya Enstitüsü. Yay. No:91.
- Görmez K (2001). Büyük Kentlerde Kent Planlaması ve Bazı Sorunları. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 133-140.
- Örselli E & Akbay C (2019). Teknoloji ve Kent Yaşamında Dönüşüm: Akıllı Kentler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*. 2(1), 228-241.
- Sezer A, Deniz M, Kocaman E & Topuz M (2019). Analysis of accessibility of schools in Turgutlu City via geographical information system (GIS). *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*. 40. 190-207.
- Şişman A, Öztürk D & Şişman Y (2010). İmar Planı Değişikliklerinin Yaşam Alanları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, Ankara.
- Tümertekin E (1973). Türkiye'de Şehirleşme ve Şehirselleşme Fonksiyonları. *İstanbul Üniversitesi Yay.* No:1840. Coğrafya Enstitüsü Yay. No: 72.



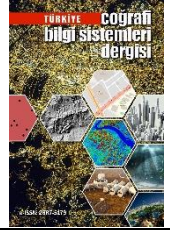
© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Hafif Raylı Sistem (HRS) Güzergâh Problemi Çözümüne Yönelik Çok Kriterli-CBS Destekli Yaklaşım: Gebze-Darıca HRS Örneği

Ömer Murat Urhan ^{*1}, Tayfun Salihoğlu ²

¹ İstanbul Rumeli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

² Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kocaeli, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Hafif Raylı Sistemler
Güzergâh Tasarımı
Çok Kriterli Karar Verme
Analitik Hiyerarşi Süreci
Coğrafi Bilgi Sistemleri
Destekli Tasarım

Bu çalışmada, otomobil odaklı ulaşım planlamalarından kaynaklanan problemler yaşayan kentler için optimum çözümlerden olan HRS'lerin güzergâh planlamasında yaklaşım geliştirilmiştir. Kullanılan yaklaşım, ÇKKV yöntemlerinin en sık kullanılanlarından AHS ile CBS araçlarını birlikte kullanan modern bir yaklaşımdır. Çalışmanın amacı, Kocaeli kentinin ilçeleri olan Gebze-Darıca arasında inşaat halindeki HRS güzergâhı gibi kuzey-güney doğrultusundaki farklı öneri etapların belirlenmesidir. AHS'de bölgeye en uygun ölçütlere ait uzmanlardan gelen anket sonuçları Expert Choice ile işlenerek ölçüt ağırlıklarına dönüştürülmüştür. CBS yazılımı ArcGIS'e bu ölçüt ağırlıklarının entegre edilmesi ve gerekli veriden veri üretme ve veri dönüştürme işlemleri sonucu Gebze-Darıca Hafif Raylı Sistem Uygunluk Haritası oluşturulmuştur. Bu harita üzerine, inşa halindeki Hafif Raylı Sistem hattı yerleştirilerek hem bu HRS hattının hem de bu çalışmada kurulan modelin doğruluğu test edilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise bu uygunluk haritası üzerinde üç adet etap öneri olarak sunulmuştur.

Multi Criteria-GIS Supported Approach to Light Rail Transit (LRT) Route Problem Solution: Gebze-Darıca LRT

Keywords:

Light Rail Transit
Route Design
Multi-Criteria Decision
Making
Analytical Hierarchy
Process
Geographic Information
Systems Supported Design

ABSTRACT

In this study, an approach has been developed in the route planning of LRT, which is one of the optimum solutions for cities experiencing problems arising from automobile-oriented transportation planning. This modern approach that uses the AHP, which is one of the most frequently used methods of MCDM, and GIS tools together. The aim of the study is to determine the optimum routes in the north-south direction, similarly to Light Rail Transit route under construction between Gebze and Darıca, the districts of Kocaeli. In the Analytical Hierarchy Process, survey results from experts belonging to the most suitable criteria for the region are processed with Expert Choice and converted into criterion weights. Gebze-Darıca Light Rail System Suitability Map was created as a result of the integration of these criteria weights into the Geographical Information Systems software ArcGIS's data generation and data conversion from the required data. The Light Rail Transit route under construction was placed on this map and the accuracy of both this route and the model established in this study were tested. In the last part of the study, three stages were presented as suggestions on this suitability map.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

*omurat.urhan@rumeli.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-4640-5858
(tsalihoglu@gtu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9959-6961

Urban Ö M & Salihoğlu T (2021). Hafif Raylı Sistem (HRS) Güzergâh Problemi Çözümüne Yönelik Çok Kriterli-CBS Destekli Yaklaşım: Gebze-Darıca HRS Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 67-88.

Araştırma Makalesi

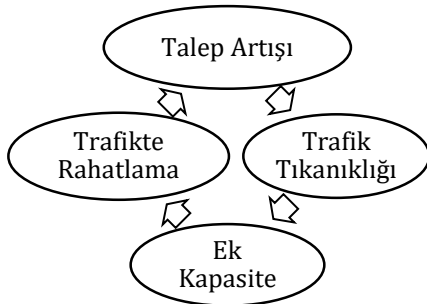
Geliş Tarihi: 27/05/2021; Kabul Tarihi: 05/08/2021

1. GİRİŞ

Teknoloji ile birlikte gelişen ulaşım olanakları, insanlığın hayatını kolaylaştıran ve yaşam kalitesini arttıran en büyük unsurlardan biri olmuştur. Gün geçtikçe kalabalıklaşan kentsel mekânda ulaşım yatırımlarının önemi anlaşılmaktadır. Bu kentlerde ulaşım planlaması ve ulaşım kararlarının önemi de artmaktadır. Bu türden planlama kararlarının yalnızca yolcu ve işletmecileri değil, tüm kenti etkilemesi sebebiyle bu konulara kent yönetimleri tarafından çok farklı perspektiflerden aynı anda bakılması gerekmektedir (Buchanan, 1963).

Yapılan planlar kentlerin nereye doğru büyüyeceğini, nerelerde getirim oluşturacağını, hangi bölgeleri kalkındıracağını ve hangi bölgelerin eski albenisini kaybedeceğini belirleyebilir. Bu sebeple ulaşım alanındaki plan ve proje faaliyetlerinin uzun erimli ve veriyeye dayalı çalışmalar olması beklenmektedir.

Modern kent sistemlerinde yüksek sayıdaki yolculuk taleplerine erişilmesine rağmen hâlâ benimsenmekte olan otomobil ağırlıklı geleneksel ulaşım yaklaşımı yeni çözümsüzlükler üretmektedir (Elker, 1999). Şekil 1'de bu çözümsüzlük en basit hali ile modellenmiştir (Elker, 2004). Yolculuk taleplerindeki artış, karayollarının kapasite sınırları sebebiyle trafik tıkanıklıklarına yol açmaktadır. Yerel ve merkezi yönetimler bu tıkanıklık problemlerini çözmek hedefiyle karayollarına ek kapasite sağlamak adına yeni yollar yapma ve mevcut yolları genişletme çözümlerini üretmektedir. Bu çözümler kısa bir zaman aralığı için trafikte rahatlamaya sebep olmakta ve bu yanıltıcı rahatlamaya, yolu tercih etmeyen diğer yolcular için de çekici bulunarak bir talep artışı oluşturmaktadır. Bu talep artışının sonucunda, çözüm olarak üretilen yeni yolda da trafik tıkanıklıkları yaşanmaya başlayarak döngüde başa dönülmektedir.



Şekil 1. Geleneksel ulaşım yaklaşımının kısır döngüsü (Buchanan, 1963)

Colin Buchanan'ın (1963) "Traffic in Towns" adlı kitabında, modern kentlerde bu kısır döngüden çıkılması gerektiği vurgulanmıştır. Buchanan, otomobilin ulaşım için çok masraflı ve problemleri bir çözüm olduğunu bu sebeple nüfusu 100 binden fazla olan şehirlerde farklı sistemlerin geliştirilmesi gerekliliğini açıklamıştır (Buchanan, 1963). Çözümsüzlüğün yok edilmesi için önemli önerilerinden biri raylı sistemler temellidir.

Ülkemizde ulusal düzeydeki politika ve planlama belgelerinde de hafif raylı sistemlerin önemi vurgulanmaktadır. Onuncu (T.C. Kalkınma Bakanlığı,

2013) ve On birinci (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019) Kalkınma Planı'nda, Türkiye Habitat III Ulusal Raporu'nda (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014) ve 11. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şûrası'nın Raporu ve Sonuç Bildirgesi'nde (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2013a; 2013b) Türkiye'nin geleceğinde raylı ulaşım sistemlerinin üretim, ihracat, yerlilik, hat uzunluğu, ulaşımındaki yolcu payı ve finansman konularında gelişmeler kat edilmesi doğrultusunda hedefler belirlenmiştir.

Bu çalışma ile ülkemiz için giderek önemi artmakta olan raylı sistemler konusunda, sistemin kentler açısından en önemli bileşenlerinin başında gelen güzergâh tespit aşaması için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ile coğrafi bilgi sistemlerini (CBS) birleştiren bir modelin test edilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada, Kocaeli'de Gebze-Darıca ilçeleri arasındaki planlanmış olan Hafif Raylı Sistem (HRS) güzergâhı gibi kuzey-güney doğrultusunda, analitik yöntemler ile HRS önerilerinin sunulması amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için, HRS güzergâhının seçiminde, AHS ile CBS'yi bir arada ele alan bir yöntemin denenmesi ve sonuçlarının mevcut güzergâh seçimi ile karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Literatürde planlama alanında CBS ve AHS'yi entegre eden çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu araştırma, kent planlamanın önemli bileşenlerinden birisi olan kentsel ulaşım sistemlerinin güncel ve sürdürülebilir bir alt başlığı olarak HRS'lerin planlanmasına çok kriterli ve coğrafi bilgi sistemi destekli bir yöntem önermesi ile analitik arka plana sahip görgül çalışmalar havuzunun genişlemesine katkı sağlamaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Hafif Raylı Sistemler ve Güzergâh Tayini Problemi Ölçütleri

HRS kavramı 1972'ye kadar dünyanın pek çok ülkesinde ulaşım sistemlerinde önemli bir yere sahip değildir. HRS ilk olarak 1962'de Traffic Quarterly Dergisi'nde, H. Dean Quinby'nin bu kavramı anlatan makalesi ile ilgi görmeye başlamıştır (Quinby, 1962).

Raylı sistemlerde, yüksek kapasite ve hız niteliklerindeki iyileşmeler, HRS konseptini doğurmuş ve pek çok ülkede bu ulaşım modunun hızla yaygınlaşmasına ve belirli ölçütlerin belirlenmesine neden olmuştur. Tramvaydan yüksek kapasiteye ve hıza sahip oluşu ve metrodan daha az maliyetli ve kolay uygulanabilir oluşu HRS'yi modern dünyanın optimum kentsel ulaşım çözümlerinden biri yapmaktadır. HRS şehir merkezindeki ve banliyödeki hareketliliği önemli ölçüde arttırabilmektedir. Mahalleleri canlandırmaya, tıkanıklığı ve karbon emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır (Wilkie & Petersen, 2010). HRS, Merkezi İş Alanı (MİA) hareketliliğini ve banliyölerde yaşayanların seçeneklerini arttırmak isteyen kent yönetimleri için sağlam bir seçenek sunmaktadır. Diğer toplu taşıma araçlarıyla etkin bir arada kullanılabilen verimli, yüksek kapasiteli bir transit modudur (Wilkie & Petersen, 2010).

Şehir markalaşması açısından HRS mahalle sakinleri, yolcular, turistler ve diğer ziyaretçilere çekişi gelmektedir. Şehir ve bölge planlama ile kalkınma perspektifinden bakıldığında HRS, kentsel dönüşüm projelerine elverişlidir, kalıcı altyapı sağlar ve yeni yatırımları çekme oranı yüksektir. Elektrikle çalışan HRS, iklim değişikliğine yanıt vermenin şehir plancıları ve kent yönetimi için önemli bir öncelik olduğu günümüzde sürdürülebilir ulaşım modlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Wilkie & Petersen, 2010).

Diğer yandan HRS'nin ekonomik etkileri de yadsınmaz. Amerikan Toplu Taşıma Derneği (APTA), toplu taşımaya yatırılan her 1 milyar doların 3,6 milyar dolarlık ek iş hacmi ürettiğini ve bunun da vergi gelirlerinde yaklaşık 500 milyon dolar ek vergi oluşturduğunu tespit etmiştir. Özetle, toplu taşıma harcamalarına yatırılan her 1 dolar karşılığında yaklaşık olarak 4 dolar kazanım elde edilmektedir (APTA, 2013). Bu ekonomik karşılık, kent yönetimleri için HRS benzeri sistemlerin değerini kanıtlamaktadır.

2020 yılı itibari ile ülkemizde faaliyetine devam etmekte olan HRS'ler İstanbul (Yenikapı-Atatürk Havaalanı ve Yenikapı-Kirazlı), Ankara (Ankaray), İzmir (Fahrettin Altay-Evka 3), Bursa (Bursaray), Eskişehir (Estram), Kayseri (Kayseray), Antalya (Antray), Adana (Adana Metro) ve Samsun (Gar-Üniversite ve Gar-Tekeköy) kentlerinde bulunmaktadır. Bu hatların haricinde İstanbul, Kocaeli, Adana, Gaziantep, Konya ve Balıkesir başta olmak üzere farklı kentlerimizde yeni HRS plan ve projeleri üzerinde çalışılmaktadır.

HRS'nin kentlere olan katkısının maksimize edilebilmesi için doğru bir güzergahta tasarlanmış olması kritik önem taşımaktadır. Çok kriterli bir değerlendirme süreci olan bu güzergâh tespitine ilişkin olarak literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmaların sınırlı sayıdaki kısmı, güzergâh tespiti yaparken kullanılan somut, ölçülebilir ölçütlerden bahsetmiştir. Aşağıda yer verilen çalışmalar, CBS'nin sağlamış olduğu imkân ve araçları kullanarak HRS güzergâh tayininde rol oynayan çok sayıdaki ölçütü aynı anda değerlendirerek çok kriterli kararlar üreten çalışmalardır.

Banai (Banai, 2006) Amerika'nın Memphis kentinde HRS güzergâh tayini için; iş merkezlerine yakınlık, halkın hareketliliği, düşük gelirli halkın hareketliliği, işletme maliyeti, toplu taşıma odaklı gelişme (TOD), sermaye maliyeti, paylaşımlı yol haklarını kullanma, trafik sıkışıklığı ve hassas alanlara etki ölçütlerini değerlendirmiştir (Banai, 2006).

Ludin ve Latip (Ludin & Latip, 2006), HRS'nin uygun güzergâhını belirlemek için mekânsal ve mekânsal olmayan verinin çok kriterli kararlara bütünleşmesinin nasıl sağlanacağını tartışmaktadır. Çalışma alanı Malezya'nın Kuala Lumpur şehridir. Tespit edilen ölçütler; çalışma alanlarına ulaşımı sağlama, en az çevresel rahatsızlığa neden olma, mobiliteyi maksimize etme, stratejik konumları bağlama, ağı maksimize etme, kamulaştırmayı minimize etme, inşa edilebilirlik ve verimliliği maksimize etmedir. Model sosyal, kurumsal ve çevresel amaçları değerlendiren optimum HRS uyumluluğunun tanımlanabileceğini ortaya koymaktadır (Ludin & Latip, 2006).

Djenaliev (Djenaliev, 2007) Çin-Kırgızistan-Özbekistan demiryolunun bir bölümünü kullanarak, CBS'nin demiryolu planlama ve istasyon yeri belirleme işlemlerindeki başarısının araştırılmasını hedeflemiştir. Djenaliev, raylı sistem güzergâh seçimi için CBS üzerinde arazi kullanımı, eğitim, yerleşim alanları, orman alanları, yollar, hidrolojik yapı ve jeolojik yapı ölçütleri için Bindirme Analizi'ni (Overlay Analysis) uygulayarak uygunluk haritaları oluşturmuştur. Bu uygunluk haritalarının oluşturulmasında Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon (WLC) ve AHS'den yararlanılmıştır (Djenaliev, 2007).

Farkas'a (Farkas, 2009) göre güzergâh seçimi, ölçütlere göre beklenen şartları sağlayan yerleri tespit etme işlemidir. Farkas çalışma alanı Boliviya'nın Cochabamba kentidir. Hedefi ise raylı sistemler için optimum güzergâh seçimi yapmaktır. Bu hedefe ulaşmak için ilk olarak mühendislik (verimlilik, inşaat ve jeoloji, kamu hizmetleri dahil uygun altyapı, mühendislik karakteristikleri ve hat hizalama), ekonomik (yatırım getirisi, net bugünkü değer, inşaat maliyetleri, arazi edinimi ve yıkım işi), kurumsal (ulaşılabilirlik, bağlanabilirlik, stratejik büyüme merkezleriyle bağlantı, kamulaştırma ve diğer ulaşım sistemleriyle bağlantı), sosyal (hareketlilik, toplumsal uzaklaşma, yerleşim/alışveriş alanlarına erişim, istihdam/egitimle olan bağlantılar ve dezavantajlı bölgelere hizmet) ve çevresel (ekolojik olarak korunan alanlar, hassas alanlar, gürültü etkisi, emisyon seviyelerini ve enerji tüketimi) ölçütlere göre uygunluk haritaları oluşturulmuştur. İkinci olarak bu beş ölçütün üst üste bindirilmesi ile kompozit uygunluk haritası oluşturulmuştur (Farkas, 2009). Devamında kent merkezinin güney-kuzey aksında uzanacak olan metro hattı planlaması için üç farklı koridor alternatifi kompozit uygunluk haritasına üzerine yerleştirilerek optimum güzergâh belirlenmeye çalışılmıştır (Farkas, 2009).

Verma, Upadhyay ve Goel'in (Verma vd., 2011) Hindistan'ın Thane şehrini çalışma alanı olarak seçtiği makalelerinde raylı sistem güzergâhını belirlemek için bütünleşik bir yaklaşım önerilmektedir. Raylı sistem planlanırken bütünleşik yaklaşımın ana odağı, yolcuların başlangıç-hedef noktaları arası seyahat süresinin maliyeti ve işletmecinin maliyetleridir. Tespit edilen güzergahta elde edilen saat başına düşen maksimum yolcu sayısının, HRS önermek için optimum olduğu tespit edilmiştir (Verma vd., 2011).

Brunner, Kim ve Yamashita (Brunner vd., 2011) Honolulu kentinde yer alan Salt Lake ve Havaalanı arasındaki en uygun raylı sistem güzergâhının tespitini hedeflemiştir. Bu işlem de teknik, sosyal, ekonomik ve çevresel ölçütler (nüfusun çoğunun yaşadığı yerler, çalışma alanları, düşük gelirli nüfusa sahip yerlere hizmet etme, sermaye maliyetleri, toplu taşıma odaklı gelişme (TOD) potansiyeli, var olan yolları paylaşma olanağı, trafik sorunlarının olduğu alanlara hizmet etme, hassas ortamlardan ve tehlikeli bölgelerden kaçınma ve çekiş yerler) kullanılmıştır (Brunner vd., 2011).

Alkubaisi (Alkubaisi, 2014) Irak'ın Ramadi kentinde en iyi tramvay rotasını belirlemeye çalışmıştır. Kentin doğu ve batı sınırı arasında belirlenen 6 farklı güzergâh alternatifi farklı ölçütler ile değerlendirilmiştir. Bu ölçütler; erişilebilirlik (seyahat süresi ve arazi kullanımı),

emniyet (kaza kara noktaları sayısı, trafikle kesişme sayısı, hizalama), çevresel (gürültü, titreşim ve estetik), ekonomik (güzergâh uzunluğu ve yapım maliyeti), yolculuk (nüfus yoğunluğu, tatmin edebilirlik ve yolculuk sayıları) ve güvenlidir (Alkubaisi, 2014).

Hamurcu ve Eren (Hamurcu & Eren, 2015), Ankara kentinde raylı sistem güzergâh seçimi için bir çalışma yapmışlardır. Konu ile ilgili görüşler ve literatür taraması sonucunda 15 adet ölçüt belirlenmiştir. Bunlar; inşaa maliyeti, kamulaştırma, ulaşım entegrasyon, erişilebilirlik, toplam seyahat zamanı, estetik ve görsel etki, iş ve eğitim bağlantısını sağlama, alışveriş ve yerleşim alanlarına erişim, genişletilebilme ve iyileştirilebilme, arazi yapısı, nüfus yoğunluğu, trafik hacmi, kamusal hareketlilik, talepleri karşılama düzeyi ve çevresel etkilerdir (Hamurcu & Eren, 2015).

Ahmed ve Asmael'in (Ahmed & Asmael, 2015) çalışma alanı olarak Irak'ın Bağdat kentini seçtiği makalesinde güzergâh seçimi, tasarım ve yapım sürecinde önemli bir başlangıçtır. Ayrıca bölgeye ve bölgenin çevresine önemli seviyede tesir eden bir potansiyele sahiptir. Uygun ağın tespitini amaçlayan plancılar çevresel (gürültü ve CO² seviyesi), mühendislik (bağlanabilirlik, MİA'lara yakınlık, çalışma alanlarına yakınlık, yolculuk talebi ve nüfus yoğunluğu) ve ekonomik (kamulaştırmalar ve maliyet) başlıkları altında 9 farklı ölçütü göz önüne almışlardır (Ahmed & Asmael, 2015). Bu 9 ölçütün etkileri ile üç farklı metro güzergâhı alternatifi belirlenmiştir.

Çalışma alanı olarak İstanbul'u seçen Kırlangıçoğlu (Kırlangıçoğlu, 2016) İstanbul'da raylı sistem güzergâh planlaması üzerine çalışan uzmanlarla görüşmeler yapmış ve 12 ölçütü (yolculuk talebi, diğer ulaşım entegrasyon, nüfus yoğunluğu, sit alanlarına uzaklık, kamulaştırma ihtiyacı, sanayi ve ticarete yakınlık, kamu ve eğitime yakınlık, toplu konutlara yakınlık, eğitim, jeolojik yapıya uygunluk, faylara uzaklık ve su alanlarına uzaklık) ağırlıklandırarak bindirme analizleri ile güzergâhları tespit etmiştir (Kırlangıçoğlu, 2016).

Jendia ve Skaik (Jendia & Skaik, 2016) Filistin'in Gazze kenti metro güzergâhı seçimi için çalışma yapmıştır. Bu çalışmada mühendislik, çevresel, ekonomik, sosyal ve kurumsal gereklilikler karşılanmaya çalışılmıştır. Bu güzergâhın tespiti için belirledikleri ölçütler; nüfus yoğunluğu, önemli noktalara yakınlık, diğer ulaşım sistemlerinin kesişme noktalarına yakınlık, jeolojik uygunluk, yeraltı su seviyesi, toprağa uygunluk (tercihen kumlu) ve eğimdir (Jendia & Skaik, 2016).

El-Hallaq ve El-Yazory (El-Hallaq & El-Yazory, 2017) Filistin'in Gazze Şehri'ndeki, en uygun metro güzergâhının tespitini hedeflemektedir. Gazze'deki elli büyük trafik kesişim noktası belirlenmiştir. Her bir kesişme noktasının 500 m yarıçapı uzaklığındaki alanlar raylı sistem istasyonları için aday bölgeler olarak belirlenmiştir. Metro hatlarının optimum istasyonlarını belirlemek için kullanılan ölçütler nüfus yoğunluğu, önemli merkezler, uygun park alanları, kavşak alanları, kesişme noktalarındaki trafik ve arazi kullanımınıdır (El-Hallaq & El-Yazory, 2017).

Sarimehmet vd. (Sarimehmet vd., 2020) Kırıkkale kentine açılacak olan Yüksek Hızlı Tren (YHT) istasyonuna, kentin farklı noktalarından toplu taşıma ile ulaşılacak en uygun güzergâh alternatiflerini

araştırmıştır. Bu güzergâhların uygunluklarını belirlerken değerlendirdikleri ölçütler; yolcu memnuniyeti (hizmet süresi, hizmet sıklığı, yolcu kapasitesi, durak sayısı, direkt gidiş ve fiyat), sosyallik (iş ve eğitim bağlantısını sağlama ve alışveriş-yerleşim yerlerine erişimin sağlama) ve çevredir (trafik sıklığı ve gürültü kirliliği) (Sarimehmet vd., 2020).

Kent içi raylı sistem güzergâh planlama konusundaki çalışmalarda en çok yer verilen üç ölçütün, güzergâhın geçeceği bölgelerin nüfus yoğunluğu, çalışma alanlarına yakınlığı ve projenin maliyeti olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan sonra en sık kullanılan beş ölçüt ise güzergâhın bağlanabilirliği ve diğer ulaşım sistemlerinin kesişme noktalarına yakınlığı, geçeceği bölgelerin mülkiyet sahipliği ve arazi değerleri, sit alanlarına olan uzaklığı, güzergâh üzerindeki insanların yolculuk süreleri ve hattın sebep olacağı gürültü kirliliğidir. Önceki ölçütlere göre daha az kullanılsa da güzergâh üzerindeki arazi kullanımları, güzergâhın çeşitli arazi kullanımlarına yakınlığı, fay hatlarına olan yakınlığı jeolojik, litolojik yapıya ve toprağa uygunluğu da önem arz eden diğer ölçütlerdir. Yer verilme sıklığı az olan ölçütler ise; var olan yolları diğer sistemlerle paylaşabilme olanağı, güzergâh üzerindeki mevcut otoparklar ve kapasiteleri, güzergâhın geçeceği bölgedeki trafiğin mevcut durumu, güzergâhın toplu konut alanlarına yakınlığı, geçeceği bölgedeki topoğrafya, güzergâhın ekolojik yapıya uygunluğu, güzergâh üzerindeki halkın gelir durumu, hattın maksimum verimliliği sağlayabilmesi, güzergâhın uzunluğu, güzergâh boyunca toplam seyahat süresi, yolcu için güzergâhın estetiği ve güzergâh üzerindeki bölgelerdeki Transit Odaklı Gelişim (TOG) potansiyelidir. Kent içi raylı sistem güzergâh planlaması konusunda yalnızca birer makalede bahsedilen ölçütler ise; güzergâh üzerinde bulunan boş parsel oranı, güzergâhın hidrolojik yapıya uygunluğu ve güzergâhın diğer mühendislik karakteristiklerine uygunluğudur.

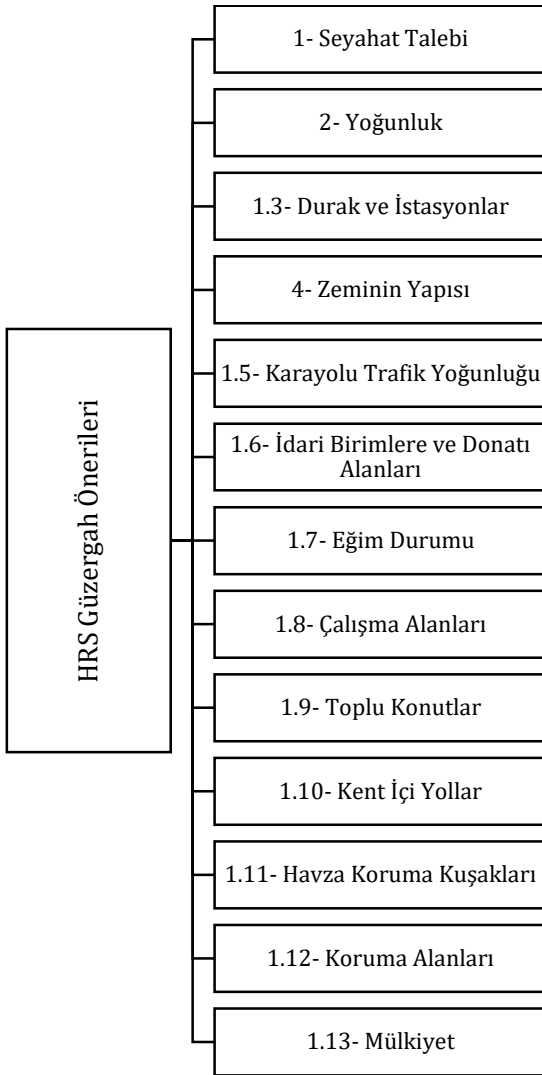
Raylı sistem güzergâh planlama konusu için literatürde yer verilen ölçütlerin sınıflandırılması sonrası, çalışma alanı için özel olarak seçilen ölçütler sunularak araştırma modeli ile materyal ve yöntem ortaya konulmuştur.

2.2. Alt Araştırma Modeli

Bu çalışma ile ülkemiz için giderek önemi artmakta olan raylı sistemler konusunda, sistemin şehirler açısından en önemli bileşeni olan güzergâh belirleme basamağı için çok kriterli ve CBS destekli bir modelin test edilmesi hedeflenmektedir. Elde edilmesi planlanan çıktılar, ülkemizde yükselerek devam edeceği görülen raylı sistem yatırımları için karar vericilere nesnel bir altlık kazandırmış olacaktır. Bu bağlamda ulaşmak istenilen sonuç; Kocaeli'de Gebze-Darica ilçeleri arasındaki planlanmış olan HRS güzergâhına benzer öneri etapların belirlenmesi ve bu önerilerin planlanmış olan güzergâh ile entegrasyonunun değerlendirilmesi metodun uygunluğunun denenmesidir. HRS güzergâhlarının belirlenmesinde ÇKKV ile CBS'yi birlikte değerlendiren bir metodun test edilmesi ve sonuçlarının mevcut güzergâh seçimi ile kıyaslanması amaçlanmaktadır.

Literatürde yer alan kent içi raylı sistem güzergâh belirleme ölçütlerinin incelenmesinin ardından Gebze ve Darıca ilçeleri için değerlendirilmesi gereken ölçütler Kocaeli kentinde mekânsal olarak elde edilebilirlikleri ve mekânsallaştırılabilir potansiyelleri çerçevesinde belirlenmiştir. Bu ölçütler: İdari Birimlere ve Donatı Alanları, Çalışma Alanları, Toplu Konutlar, Koruma Alanları (Arkeolojik, Kentsel, Tarihi, Doğal ve Karma Sit Alanları), Havza Koruma Kuşakları, Eğitim Durumu, Zemin Durumu (Uygun Olmayan alanlar, Önemli Alanlar vb.), Seyahat Talebi (Trafik Analiz Bölgeleri, Zonlar), Yoğunluk (Nüfus Yoğunluğu), Mülkiyet, Durak ve İstasyonlar (Otoparklar, Otobüs Durakları, Marmaray ve Vapur İskeleleri), Karayolu Trafik Yoğunluğu ve Kent İçi Yollarıdır. Bu ölçütler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gebze ve Darıca bölgesi için en uygun HRS güzergâh tasarım ölçütleri



Sonraki paragraflarda Gebze ve Darıca bölgesi için belirlenen ölçütler hakkında açıklamalara yer verilerek literatürde de belirtilen alt kırılım değerleri vurgulanmıştır.

Yolculuk üretimi, raylı sistemler için mobilite yani hareketlilik olarak anlaşılabilir. Bu konsept, bir bölgedeki kişilerin belirli bir zaman içinde ne kadar yolculuk yaptığını anlatmaktadır. Hareketliliğin yarar

veya memnuniyet değeri, bir HRS koridoru ile sağlanan artan yoğunluk değeri ile tespit edilmektedir. Literatürde yüksek ve düşük yoğunluklu yerleşim alanlarına uygun değerlendirmeler yapmak gerektiğini ve km² başına düşen kişi sayısının 10.000-15.000 aralığında olan bölgelere yakın yerlere HRS planlamak gerektiğini vurgulanmıştır. En yüksek verimliliğe ulaşılabilmesi için HRS aracındaki yolcuların seyahat sürelerinin düşürülmesi uygun olacaktır (Ludin & Latip, 2006).

Raylı sistem hattının geçeceği bölgelerde yüksek yoğunluklu nüfus yerleşiminin olması da çok önemli fayda ve yüksek kapasiteli bir hat sağlayacaktır. Nüfus yoğunluğunun düşük olduğu yerleşim alanlarından geçirilecek hatlar, düşük yolculuk sayılarına ve mali zararlara neden olacaktır (Brunner vd., 2011; Kırılangoğlu, 2014). Nüfusun yoğun olduğu alanlar genel olarak yolculuk talebinin de yüksek olduğu alanlar olmakla beraber özellikle merkezi iş alanlarında bu kural geçerli değildir. Bu bölgelerde kalıcı nüfus (gece nüfusu) olmadığı ve iş merkezleri olduğu için bu alanların nüfus büyüklükleri çok düşük olmaktadır (Kırılangoğlu, 2016; El-Hallaq & El-Yazory, 2017).

Yolculuk sürelerinin uzun olduğu ve bir ulaşımı tamamlamak için birden fazla aktarma yapıldığı bir şehirde, tüm ulaşım sisteminin birbirine entegre olması gerekmektedir. Yolcuların diğer toplu taşımaya aktarma yapmadığı bir raylı sistem, istenilen hizmet düzeyine gelemeyecek ve yolcuların da ilk tercihi olamayacaktır (Kırılangoğlu, 2014). Büyük kentlerde tek toplu taşıma aracına binerek ve başka hiçbir aracı kullanmadan yapılan yolculuk sayısı görece azdır. Evden işe, işten eve, evden okula, okuldan eve vb. seyahatler incelendiğinde toplu taşımada aktarma sisteminin yoğun olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, uygulanacak raylı sistem hattına ait istasyonların diğer toplu taşıma durakları ile olan mekânsal ilişkisinin çok iyi şekilde planlanması gerekmektedir (Kırılangoğlu, 2014). HRS istasyonlarından birinin, önemli ulaşım düğümlerinden birine maksimum 400 metre mesafede yer alması gerekmektedir (Rosenberg & Esnard, 2008). Bu konuda önemli bir diğer nokta diğer ulaşım sistemleriyle olan bağlanabilirliğin maksimize edilmesidir (Farkas, 2009).

Yapı inşası için değerlendirilen zemin ile ilgili sınırlamalar raylı sistemler için geçerli de geçerli sayılmaktadır. Yer üstünde giden tramvay ve HRS gibi toplu taşıma modlarındaki gevşek ve güçsüz zeminler yer yer çökmelere neden olacak ve sistemi büyük zarara uğratabilecektir. Yer altında bu problemin yönetimi teknoloji olanakları ile zor da olsa mümkün kılınmakla beraber, uygulanacak uygun sondajların neticeleri değerlendirilmeli ve güzergâh bu şekilde ayarlanmalıdır. Alçıtaşı, yüksek sülfat içerikli yapılar, taşıma kapasitesi, sığ dolgu ve derin dolgu alanları ve nehirler jeoteknik ve jeolojik uygunluk ölçütü için dikkate alınmalıdır (Ahmed & Asmael, 2015). Zeminin mekaniği, müdahaleci kaya yapısı ve tabakalaşmanın dikkate alınması gerekmektedir (Farkas, 2009).

Bir raylı sistem uygulanmadan önce o bölgedeki trafik yoğunluğu iyi analiz edilmelidir. Ülkemizde bu konudaki veri Trafik Analiz Bölgeleri (TAB) sistemi ile düzenli olarak belirli bölgelerde kaydedilmektedir. HRS için bu verinin kullanılacağı bağlam ise trafik sıklığı olan bölgelere HRS planlamak olarak karşılık

bulmaktadır. Raylı sistemin, trafiği yoğun olan bir güzergâha uygulanmasının iki büyük yararı vardır. İlk yararı, raylı sistem uygulandıktan sonra özel araçlarından vazgeçip raylı sistemi seçen yolcuların daha ucuz ve daha hızlı bir yolculuk yapmalarınıdır. İkinci yararı ise raylı sistemi kullanmayı seçmeyip özel araçları ile yolculuğa devam etmeyi seçenlerin daha açık bir yolda trafik sıkışıklığı yaşamadan yolculuk edebilmeleridir (El-Hallaq & El-Yazory, 2017).

HRS istasyonlarından birkaçının, bölgedeki kamu, eğitim kurumları vb. önemli alanlara en fazla 500 metre mesafede yer alması gerekmektedir (Ludin & Latip, 2006). HRS istasyonlarından birinin, yüksek yoğunluklu çalışma alanlarının en fazla 400 metre yarıçapı içerisinde olmalıdır (Rosenberg & Esnard, 2008).

Raylı sistemler gibi yer altından gidebilen ve arazi eğiminden etkilenmiyor gibi görünen sistemlerde de güzergâhtaki kot farklılıkları özellikle istasyon bölgelerinde büyük sorunlar oluşturmaktadır. Eğitim sebebiyle istasyon derinlikleri artmakta ve bu da yolcuların 35-40 metre bazen daha da fazla merdiven inip çıkmaları neticesini doğurmaktadır. Bu da vakit, enerji ve ekonomik yönden ciddi kayıplara yol açmaktadır (Kırlangıçoğlu, 2014). Genel kabul olarak HRS'de kullanılacak maksimum eğim %7'yi geçmemelidir (Valley Metro, 2018). HRS'ler için uygun görülen maksimum eğimin %6 olduğu da bazı kaynaklarda belirtilmiştir (Hamilton Public Works, 2020).

Planlaması yapılan raylı sistem güzergâhlarının özellikle MİA ve sanayi bölgelerinden geçmesi önemli bir tercihtir. Böylelikle bu bölgelerde çalışan, özel araçları veya otobüslerle ulaşan yolcuların hızlı bir raylı sisteme geçiş yapmaları sağlanacaktır. Bunun dışında, bu bölgelerde çalışmayan fakat bu bölgelerde işi olan insanların da ulaşımının nasıl sağlanacağını planlanarak bir taşıma kapasitesi oluşturulması gerekmektedir (Kırlangıçoğlu, 2014).

Toplu konut alanlarında hayatlarını sürdürenlerin işlerine, okullarına ve diğer gereksinimlerine ulaşmaları ciddi şekilde değerlendirilmeli ve bu alanlardan özel araçlarla şehir merkezine olan yolculuklar imkân dâhilinde azaltılmalıdır. Planlanan raylı sistem güzergâhı toplu konut alanlarına ne derece yakın olursa o seviyede faydalı olacaktır (Kırlangıçoğlu, 2014). HRS istasyonlarından en az birinin güzergâhtaki toplu konut alanlarına en fazla 400 metre uzaklıkta yer alması gerekmektedir (Rosenberg & Esnard, 2008).

Farklı ulaşım seçeneklerinin aynı mekânı paylaşması olarak açıklanabilecek ölçüt olan var olan yolları paylaşma olanağı, HRS'lerin avantajlarından biri olarak görülebilmektedir. Ulaşım modlarının alternatiflendirilmesi, halkın opsiyonlarını arttıracaktır

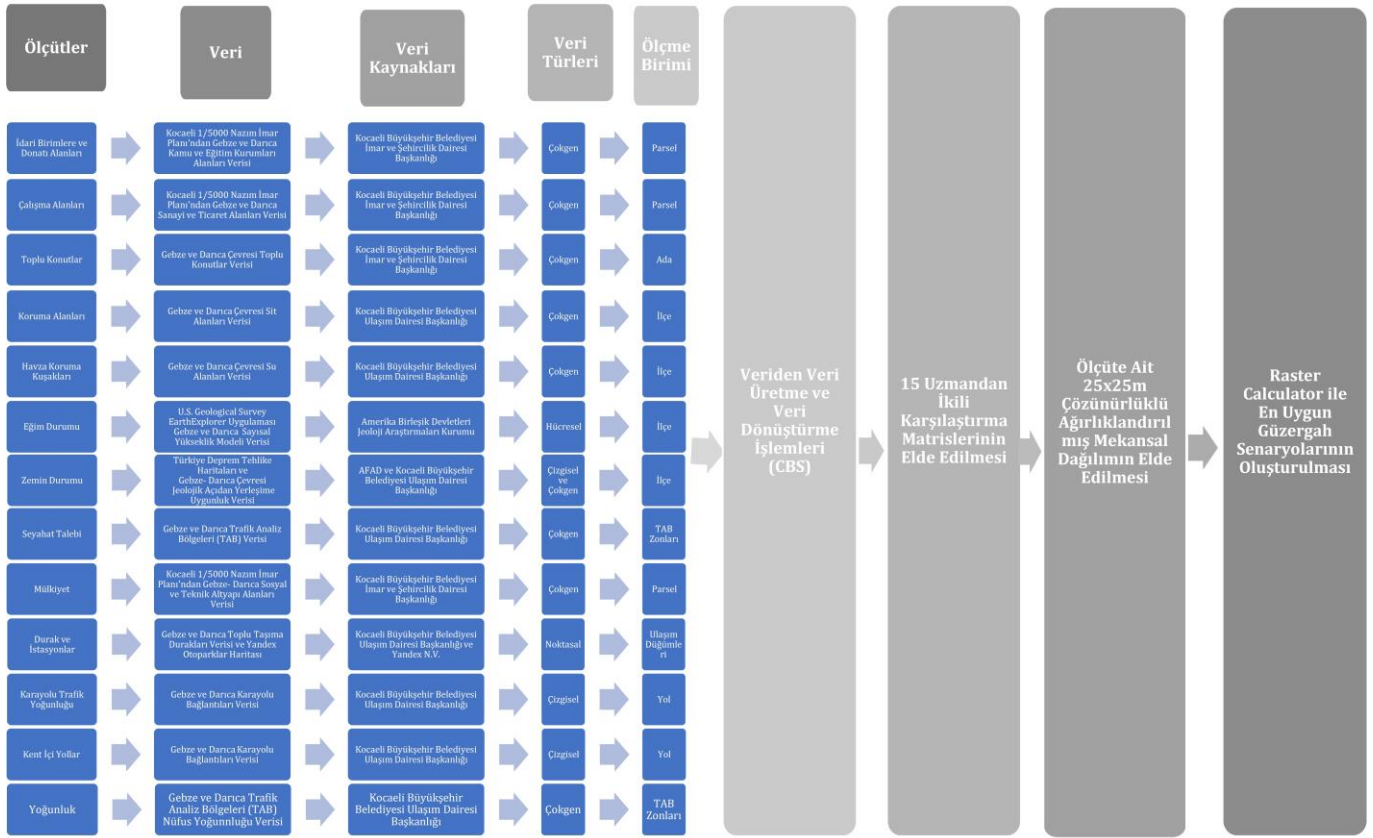
için hayat kalitesini yükseltmeye uygun bir çözüm olarak anlaşılabilir. Bu konseptte HRS'lerin mevcut olan diğer ulaşım modları ile aynı yolu paylaşarak hizmet etmesi her iki mod için karşılıklı olarak pozitif tesirli olmaktadır (Banai, 2006). Akademik çalışmalarda bu konuda sayısal sınır değerleri net olarak belirlenmiş olmamakla birlikte 20 metreden dar yolar veto edilip 20 metreden geniş yollar paylaşma olanağı için uygun görülebilmektedir (Brunner vd., 2011).

Havza koruma kuşakları gibi yüksek nüfusa ve yolculuk değerlerine sahip olmayan bölgelerden raylı sistem geçirilmesi mantıklı görülmeyen bir durumdur. Baraj ve göllerin etrafındaki havza koruma kuşakları kentleşmeye büyük sınırlamalar getirmektedir. Raylı sistem güzergâh tasarımı yapılırken bu alanlar mutlaka dikkate alınmalıdır (Kırlangıçoğlu, 2014). Ekolojik olarak korunan tüm alanları raylı sistem güzergâh tasarımı için yapılan değerlendirme sırasında edilmeli yani bu alanlarda raylı sistem olmamalıdır (Farkas, 2009).

Raylı sistem güzergâh planlama prosesinde konu genellikle yolculuk rakamları, eğimin durumu, teknolojik ve ekonomik sınırlar gibi ölçütler üzerinden değerlendirilmektedir. Fakat bu süreçler ve uygulama neticesinde çevreye mümkün mertebede zarar verilmemesi gerekmektedir. Bu nedenle kentsel, tarihi, arkeolojik, doğal ve karma sit alanlarına gereken değer verilerek güzergâhlar o şekilde planlanmalıdır (Kırlangıçoğlu, 2014).

Raylı sistem yapılabilirlik çalışmaları ve güzergâh tespiti aşamalarında kamulaştırma süreçlerine önem verilmektedir. Planlanan güzergâhta fazla sayıda istismak gerekliliği olması, kanuni ve ekonomik bakımdan aksamalar yaşanacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle kamulaştırma ihtiyacı olan mülkiyetlerdense imkân dâhilinde belediyelere veya hazineye ait araziler uygulamada kullanılmalıdır. Şahsi mülkiyetteki alanlara denk gelen istasyonlara özel değerlendirmeler yapılması gerekmektedir (Ludin & Latip, 2006). Güzergâh belirleme aşamasında devlete ait olan alanların seçilmesi daha uygun olacaktır (Rosenberg & Esnard, 2008). Özel mülkiyet sahipliğinde olan alanlarda ise üzerinde yapı olmayan alanların seçilmesi makul olacaktır. Raylı sistemin her bir kilometresinin geçireceği rotadaki maliyetinin ne kadar olması gerektiği konusunda ise bu makalede, raylı sistem uygulamak için seçilecek olan parsellerin, şehirdeki tüm parsellerin ortalama değerinden daha düşük değerde olan parsellerden seçilmesi gerektiğini vurgulanmıştır (Rosenberg & Esnard, 2008).

Çalışma, yukarıda verilen ölçütler üzerinde yapılan işlemler üzerine kurulmaktadır. Değişkenleri ve Metodolojiyi özetleyen araştırma süreci Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Metodoloji akışı

2.3. Materyal ve Yöntem

Çalışma, yöntem olarak Çok Kriterli Karar Verme ve coğrafi bilgi sistemlerinin bir arada kullanıldığı araştırmalar grubunda yer almaktadır.

Çok Kriterli Karar Verme, karar problemleri için verimli çıktılar oluşturan bir sistemdir. Çeşitli karar ölçütleri altında karar problemleriyle ilgilenen genel yöneylem araştırma modelleri sınıfının bir koludur. En çok kullanılan ÇKKV metotları; ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, SAW, Analitik Ağ Süreci, Analitik Hiyerarşi Süreci'dir. ÇKKV yöntemlerinin kombinasyonları ile de çeşitli uygulamalar mümkündür (Gal vd., 2013).

Analitik Hiyerarşi Süreci, tüm yöntemler içinde en sık kullanılanlarındandır. AHS, katılımcıların İkili Karşılaştırma (Pairwise Comparison) yöntemi kullanarak kilit ölçütleri değerlendirmesini sağlamaktadır (Saaty, 1990). Bu yaklaşımla, katılımcı her defasında sadece iki ölçütü özel olarak karşılaştırır. Bu metot ile kararını vermekte ve tüm ölçütlerin tek tek tercih ağırlıklarını tespit etmektedir. Karşılaştırmalar objektif ölçümler kullanılarak veya subjektif değerlendirmeler ile yapılmaktadır. Uzman grupları veya toplumdaki katılımcılar da bu karşılaştırma evresinde tartışıp, seçtikleri ölçüt için değerlendirme yapabilmektedir (Brunner vd., 2011). AHS ile probleme ilişkin ana hedef, ölçütler, nitelikler, alt ölçütler ve seçenekler arasındaki ilişki hiyerarşik bir düzende kurgulanmaktadır. Bu sürecin en önemli niteliklerinden birisi nesnel ve öznel tercihlerin karar alma sürecine aynı anda dahil edilmesidir. AHS ile bilgi, deneyim, bireyin öznel düşünceleri ve öngörülerini belirli bir mantık çerçevesinde bir araya getirilir. AHS ile kişileri, nasıl

karar almaları gerektiği hususunda bir yöntem kullanmaya zorlamak yerine kendi karar alma düzeneklerini keşfedip bu şekilde daha verimli kararlar almaları amaçlanmaktadır (Akad & Gedizlioğlu, 2007; Kırılangoçlu, 2016).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, koordinatları belirlenmiş coğrafi verinin oluşturulup kullanılabilir hale getirilmesi, yönetilmesi, işlenmesi, sorgulanması, analizi, sunulması ve rapor edilmesi işlemlerinin yapılabildiği yazılım, donanım ve yöntemlerin birleşimidir (Miller, 2001; Jones, 2013).

CBS'yi kullanışlı kılan özelliklerden bir tanesi, sözel bilgileri de coğrafi mekâna entegre edebilme imkânı sunmasıdır. Bu sayede sözel bilgiler ait oldukları coğrafi alanlar ile ilişkilendirilebilir ve görselleştirilebilir. CBS, mekânsal bilgileri katman (layer) ve öznel tablolara (attribute tables) yardımı ile organize etmektedir (Lo & Yeung, 2007; Heywood, 2011). CBS içerisindeki alansal veri setleri coğrafi olarak ilişkilendirildiği takdirde birer gerçek yeryüzü konumuna sahip olurlar. Katmanlar arasındaki pek çok mekânsal ilişki ortak coğrafi mekânlar üzerinden kolayca sağlanabilir. CBS, araçları yardımıyla basit veri katmanlarını obje sınıfları olarak yönetir ve bu veri katmanlarıyla birçok ilişki ortaya koyabilir (Chang, 2002; Longley vd., 2015). Bu çalışmadaki veri işlemlerinde, CBS bilgisayar uygulaması olan ArcGIS kullanılmıştır.

Harita Cebri (Map Algebra), ArcGIS'in Mekânsal Analiz araç kutusunun önemli araçlarından birisidir. İçeriğindeki operatör ve fonksiyonların kullanımı ile verinin hassas analizlerinin yapılmasına imkân sağlar. Coğrafi analiz yapmak için tüm Mekânsal Analiz araçlarının, operatörlerinin ve işlevlerinin yürütebileceği

basit ve güçlü bir sistemdir (Zeiler, 1999; Burrough & McDonnell, 2015).

Harita Cebri, matematiksel bir dilde ifadeler oluşturarak mekânsal analiz yapmanın bir aracıdır. Harita Cebri alt başlığında bulunan tek araç olan Raster Hesaplayıcı (Raster Calculator) ile bir raster veri kümesi çıkaran matematiksel ifadeler ve rasterlar kolayca oluşturulabilmektedir (Mitchell, 1999; Pucha-Cofrep vd., 2018). Raster, genellikle dörtgen şeklinde olan pikselleri (renk noktaları) temsil eden veri yapısıdır. Raster Hesaplayıcı'nın çalışma mantığı, girilen raster veriler üzerindeki sayısal değerleri kullanarak, matematiksel işlemler yardımıyla yeni raster değerlemeleri yapılmasını sağlamak üzerine kurulmuştur. Bu araç ile piksellere sayısal değerler atanarak bir algoritma oluşturulabilir veya önceden var olan bir veya daha fazla raster katmanından yeni bir raster türetilir (Mitchell, 1999; Pucha-Cofrep vd., 2018).

Gebze ve Darıca bölgeleri için çalışmada belirlenen değişkenleri temsil etmesi için elde edilmesi gereken veriler; Nazım İmar Planları, Arazi Kullanımı, Sit Alanları, Su Yüzeyleri, Deprem Bölgeleri, Sayısal Yükseklik Modeli, Ulaşım Ağı, Toplu Taşıma Durakları ve Otopark Alanlarının Konumları, Yerleşime Uygunluk Haritaları, Trafik Analiz Bölgeleridir. Belirlenen çalışma alanı ve araştırma konusu için ihtiyaç duyulan mekansal veri Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden ham veri olarak elde edilmiştir.

Ham olarak elde edilmiş verilere ArcGIS'de uygun işlemler yapılmadan önce, belirlenen ölçütlerin bu çalışmadaki ağırlıklarını belirleyebilmek için Çok Kriterli Karar Verme süreci başlatılmıştır.

Çalışmada yöntem olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) seçilmiş ve İkili Karşılaştırma Analizi (Yöntemi) uygulanmıştır. İkili Karşılaştırma Analizi uygulamasında amaç, önceden belirlenmiş olan ölçütlerin önem sıralamasının oluşturulmasıdır. Bu sıralamanın yapılabilmesi için tüm ölçütler, kendileri dışında kalan diğer ölçütlerle ikili olarak karşılaştırılarak birbirlerine göre önem düzeyleri sayısal ifadeler ile uzmanlara iletilen anketler yardımıyla belirlenmiştir. Uzmanların ulaşım planlama konusunda yetkin ve Gebze-Darıca bölgesinin gereksinimlerini bilen kişiler olmasına özen gösterilmiştir. Bu uzmanlar 3 şehir plancısı akademisyen, 5 inşaat mühendisi akademisyen, 1 harita mühendisi akademisyen, 5 belediye çalışanı şehir plancısı ve 1 serbest şehir plancısı olmak üzere toplam 15 kişidir.

İkili karşılaştırma tablolarından oluşan "Uzman Ölçüt Değerlendirme Formu" 15 uzmana iletilerek, ölçütleri birbirleriyle karşılaştırarak önem derecelerini belirlemeleri istenmiştir. Bu önem (ağırlık) sıralaması her bir uzman tarafından yapıldıktan sonra teslim alınan değerlendirme formları AHS yazılımı olan Expert Choice (Expert Choice, 1993) desteği ile "Ölçüt Ağırlık Seviyeleri"ne dönüştürülmüştür. Bunun dışında her ölçüte kendi içinde alt ağırlıklandırmalar (kırılımlar) uygulanmıştır.

İkili Karşılaştırma Analizi'nin tamamlanması sonrası ArcGIS yazılımında, sonuç haritasının oluşturulabilmesi için tüm ölçütlere ait veriden veri üretme ve veri dönüştürme işlemleri yapılmıştır. ArcMAP (ArcGIS'in ana bileşeni) araçları (Multiple Ring Buffer, Polygon to Raster, Polyline to Raster, Slope

Analyst vb.) ile ulaşılan sonuç verisi, tüm ölçütlere ait bir kenarı 25 metre olan kareler ile ifade edilen piksel formatındaki ağırlıklandırılmış mekansal dağılımdır.

Bu aşamada ölçüt ağırlıkları işleme dahil olmuştur. İlk olarak her bir ölçüte ait olan alt ağırlıklandırmanın sayısal değerleri normalize edilmiştir (en büyük değer 1 olarak kabul edilerek kalan değerler 0-1 aralığında değerler almıştır). Her bir ölçüte ait alt ağırlıklandırma normalize değerleri (x), ölçüt ana ağırlıklandırma değeri (y) ile ve ardından hesap kolaylığı amacıyla 1.000 değeri ile çarpılarak "Nihai Alt Ağırlıklandırmalar" (x. y. 1.000) elde edilmiştir. Ortaya çıkan bu ağırlıklandırmalara, "Standart Puan" veya "Uygunluk Puanı" adları da verilebilir. Devamında bu nihai alt ağırlıklandırma değerleri Reclassify (Yeniden Sınıflandırma) aracı ile ait olduğu piksel değerlerine işlenmiştir. Bu pikseller bir araya gelerek Gebze ve Darıca ilçe sınırları boyutundaki Raster Görüntü Haritalarını oluşturmaya uygundur. Bu Raster Görüntü Haritalarında her bir piksele ait 0 ile 1.000 arası değişen değerler ortaya çıkmıştır. En yüksek değerlere sahip pikseller ilgili ölçüt kapsamında güzergâhın geçebileceği potansiyel konumları ifade etmektedir.

Çalışmanın son bölümünde, raster formatında "Ağırlıklandırılmış Mekansal Dağılım Haritaları" elde edilmiştir. Son olarak ArcMAP'in Raster Hesaplayıcı (Raster Calculator) aracı kullanılarak bu ölçütlere ait Raster Görüntü Haritaları'nın tüm piksel değerleri matematiksel olarak toplanarak "Ağırlıklandırılmış Nihai Mekansal Dağılım Haritası" elde edilmiştir. Aracın kullanımı için bir örnek Şekil 3'te gösterilmiştir. Sol tarafta yer alan raster katmanın tüm piksellerini 5 ile çarpmaktan oluşan basit bir işlem görülmektedir. Sonuç ise sağ tarafta görülen yeni bir raster katmanında saklanmaktadır (Pucha-Cofrep vd., 2018).

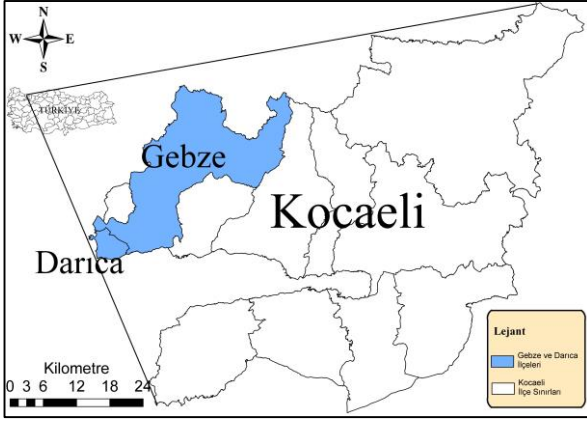
2	2	3	4	x 5 =	10	10	15	20
3	5	2	5		15	25	10	25
5	3	3	2		25	15	15	10
2	4	5	3		10	20	25	15

Şekil 3. Temel bir Raster Calculator işlemi

2.4. Çalışma Alanı: Gebze-Darıca Hafif Raylı Sistem Hattı

Gebze ve Darıca'nın, İstanbul ve Kocaeli gibi ulusal yatırımların büyük bölümünü oluşturan iki şehir arasında köprü görevi görüyor olması, bu iki ilçenin önemini gün geçtikçe arttırmaktadır. Fakat artan önemi, nüfus yoğunluğu ve yolculuk taleplerine karşın iki ilçe arasında yalnızca doğu-batı doğrultusunda raylı sistem ulaşımı sağlanmaktadır. Kuzey-güney doğrultusunda ise mevcut durumdaki yolculuk talepleri, özel araçların yoğun olarak kullanıldığı karayolu ulaşımı ile sağlanmaktadır. İlçelerin sadece doğudaki Kocaeli ve batıdaki İstanbul ile değil, ayrıca birbirleri ile ve kuzey kesimi ile olan ulaşım entegrasyonlarının kurulabilmesi için bölgeye verimli ve yeterli kapasitede bir raylı sistem gerekmektedir. Bu sisteme duyulan gereğin diğer nedeni de bölgedeki yükselen özel araç sahipliği neticesi ortaya

çıkan ulaşım problemleridir. Şekil 4'te çalışma alanı olan Gebze ve Darıca'nın konumu verilmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından ulaşım ve imar planlarının değerlendirilmesiyle ulaşım sorunlarına çözüm getirmek, gelişim ve kalkınmanın sürdürülmesi ve yaşam kalitesinin artırılması amacıyla Gebze ve Darıca arasında raylı sistemi inşa edilmesine karar verilmiştir (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2018a). Değerlendirmeler neticesinde hattın bir HRS olarak planlanması uygun görülmüştür. Kocaeli 2035 Yılı Ulaşım Master Planı çerçevesinde projesi hazırlanan hattın tüm güzergâhta sürücüsüz olarak işletilmesi planlanmaktadır (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2018b). Şekil 5'te hattın güzergâhı verilmiştir.



Şekil 5. Gebze-Darıca HRS hattının güzergâhı (ARUP, 2017).

Hattın projelendirmesinde konforlu, güvenilir, erişilebilir, diğer ulaşım modlarına entegre edilebilir, ekonomik, verimli, uluslararası standartlara uygun ve uygulanabilir olma ölçütlerinin temel hedefler olarak belirlendiği ifade edilmektedir (ARUP, 2017). Güzergâh planlamalarında ilk olarak bölgenin arazi kullanım özellikleri tespit edilmiştir. Yapılan incelemelerde, bölge üzerindeki önemli çekim merkezi olan kamu ve/veya özel kurum ve kuruluşlar tespit edilmiştir. Hattın geçmesi gereken önemli noktalar bu şekilde belirlenmiş ve güzergâh çalışmaları bu noktalar üzerinden ilerlemiştir (ARUP, 2017).

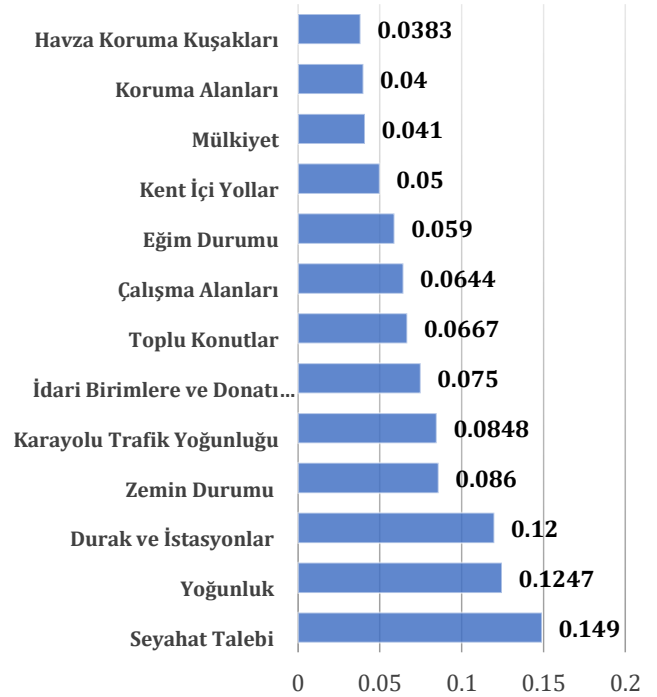
Yapılan ön güzergâh çalışmalarında; koridor çevresi arazi kullanım etütleri, belirlenen çekim noktaları, Kocaeli Ulaşım ve İmar Planları, mevcut ve planlanan yatırımlar, toplu taşıma ile entegrasyon ve zemin özellikleri dikkate alınmıştır. Bunlara ek olarak topoğrafik durum, jeolojik çalışmalar, yolculuk sayıları, planlanan yatırımlar, mevcut altyapı durumu ve

arkeolojik çalışmalar da değerlendirilmek üzere incelenmiştir.

Henüz inşa halinde olan, 2022 sonunda GOSB-Gebze arasındaki kısmın tamamlanmasıyla Marmaray ile entegre olacak projenin 2023 sonunda tamamının işletmeye alınması planlanmıştır (DHA, 2020a; 2020b). Projenin 2035 olarak belirlenmiş olan projeksiyon senesinde, bölgede yapılacak olan 8 milyon yolculuğun 2,3 milyonunun toplu ulaşım ile olacağı ve 55 bin aracın trafikten çekileceği tahmin edilmiştir (DHA, 2020a; 2020b). Bu projenin, İstanbul-Kocaeli yerleşim ve çalışma alanları bağlantıları doğrultusunda, en fazla yolculuk üretimi sağlayan çalışma alanlarına sahip OSB'lere, doğu-batı ve kuzey-güney bağlantısı sağlanması amacı ile oluşturulduğu ifade edilmektedir (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2018b).

3. BULGULAR

AHS kapsamında, ulaşım planlama konusunda gerekli olgunluğa erişmiş ve Gebze-Darıca bölgesinin ihtiyaçlarını bilen 15 uzmana önceden iletilmiş olan İkili Karşılaştırma Anketleri, Expert Choice yazılımına işlenmiş ve bir arada değerlendirilmesi ile Şekil 6'da verilen Nihai Ölçüt Ağırlıklandırma grafiği oluşturulmuştur.



Şekil 6. 15 Uzman görüşü ile tespit edilmiş ölçüt ağırlıklandırmaları (Ağırlıklar toplamı = 1)

AHS kapsamında uzmanlar yardımıyla önceden hesaplanan bağıl ölçüt ağırlıkları, Yolculuk Talebinin Düzeyi ölçütünün en önemli ağırlık olan 0,144'ü aldığını ve ardından 0,129 ile Diğer Ulaşım Modlarıyla Entegrasyon Olanacağı ölçütünün geldiğini göstermiştir. Genel Tutarlılık Oranı (TO) 0,02 sonuçların, Saaty'ye (Saaty, 2008) göre analiz için kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. TO, çalışmaya dâhil edilen ölçütlerin sayısına bağlı olarak artan matrisin satır ve sütun sayısına bağlıdır. İkili Karşılaştırma Analizi'ne giren ölçüt sayısı 7'yi aştığında, TO'nun Saaty'nin önerdiği 0,1'den

daha düşük bir değer olarak hesaplanabilmesi pek mümkün değildir (Saaty & Ozdemir, 2003). Bunun yanında TO örneklem özelliklerine göre de değişkenlik gösterebilmektedir. Bireysel uzman yanıtları için TO 0,10 veya 0,15 ile sınırlandırılırken, aralarında uzman olmayanların da bulunduğu grup yanıtları için TO, Ho ve diğerlerinin önerisine göre 0,20'ye kadar esnetilebilmektedir (Ho vd., 2005).

Elde edilen ölçüt ağırlıklandırılmalarının seviyeleri, literatürdeki benzer veya aynı isimli ölçütlerin kullanılma sıklığı ile büyük oranda örtüşmektedir. En yüksek ağırlığa sahip ilk üç ölçüt olan Yolculuk Talebinin Düzeyi, Diğer Ulaşım Modlarıyla Entegrasyon Olanğı ve Jeoteknik-Jeolojik ve Sismolojik Uygunluk aynı ya da benzer isimlerle (Nüfus Yoğunluğu, Yolculuk Üretimleri, Bağlanabilirlik ve Fay Hatlarına Olan Yakınlık, Jeolojik, Litolojik Yapıya ve Toprağa Uygunluk) diğer alan çalışmalarında da yüksek puan almıştır.

Ölçüt ağırlıklandırma işlemlerinin tamamlanması sonrası ArcMAP'de Gebze ve Darıca bölgeleri için, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Yandex N.V, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) ve Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'ndan (USGS) tüm ölçütlere ait temin edilen verilere dönüştürme ve yeni veri üretme işlemleri uygulanmış, tüm ölçütleri temsil eden veriler 25x25 metrelik karelerden oluşan aynı koordinatlara ve projeksiyon sistemine sahip Raster Haritalar üretilmiştir (Şekil 7).

Diğer verilerden farklı olarak Ulaşım Ağı-Trafik Analiz Bölgeleri verisi mevcut durumun yanında hem 2014 hem 2035 (Gebze-Darıca HRS hattının projeksiyon yılı) yılları için elde edilmiştir. 2035 yılı için tahmin edilen verinin kullanımı, raylı sistemlerin işletmeye alındıktan sonra uzun yıllar boyunca kullanılma potansiyeline sahip olmasından ötürü, çalışmanın sonuçlarının geleceğe yönelik olmasına önemli katkı sağlamaktadır. Çalışmanın gelecekteki uygulamalara yol gösterici olabilmesi açısından Ulaşım Ağı-Trafik Analiz Bölgeleri verisinin 2035 projeksiyonu sonuç haritasının oluşturulmasında kullanılmıştır (Şekil 7). Haritaların lejantlarında, Tablo 2'de de detaylı olarak verilen ölçüt alt kırılımları görülebilir.

Şekil 7'deki haritaların lejantlarında verilen alt kırılımların ve bu alt kırılımların alacakları farklı normalize değerlerin belirlenme aşaması, çalışmanın en özgün kısmını oluşturmaktadır. Çalışmadaki tüm alt kırılım değerleri için standardizasyon sağlanabilmesi adına bu değerler normalize edilerek 0 ile 1 arasında değerlere atanacaklardır. Alt kırılımların normalize olduğu bu aşamada 0 değeri HRS güzergâhı için uygunluktan en uzak değerleri, 1 değeri de HRS güzergâhı için en uygun değerleri ifade etmektedir (Tablo 2'nin en üst kısmı).

Seyahat Talebi ölçütü için alt kırılım değerleri 0-6.000, 6.000-10.000, 10.000-15.000, 15.000-20.000 ve 20.000+ yolculuk (1 TAB Başına Düşen Günlük Sayı) olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1 değerleri uygun görülmüştür.

Yoğunluk ölçütü için alt kırılım değerleri 0-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-250, 250-300, 300-350, 350-400 ve 400-450 kişi/hektar olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla

0,0,125, 0,25, 0,375, 0,5, 0,625, 0,75, 0,875 ve 1 değerleri uygun görülmüştür.

Duraklar ve İstasyonlar ölçütü otobüs durakları, Marmaray istasyonları ve vapur iskeleleri ve otoparklar alt ölçütlerinden oluşmaktadır. Otobüs duraklarına yakınlık için alt kırılım değerleri 0-250, 250-500, 500-750 ve 750+ metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0,35, 0,15, 0,05 ve 0 değerleri uygun görülmüştür. Marmaray istasyonları ve vapur iskelelerine yakınlık için alt kırılım değerleri 0-250, 250-500, 500-750, 750-1500 ve 1500+ metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0,65, 0,45, 0,25, 0,1 ve 0 değerleri uygun görülmüştür. Otoparklara yakınlık için alt kırılım değerleri 0-250 ve 250+ metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0,35 ve 0 değerleri seçilmiştir.

Zemin Durumu ölçütü jeoteknik-jeolojik uygunluk ve sismolojik uygunluk alt ölçütlerinden oluşmaktadır. Jeoteknik-jeolojik uygunluk ölçütü için alt kırılım değerleri Uygun Olmayan Alan, Ayrıntılı Jeolojik Etüt Gerektiren Alan, Önlemler Alan ve Uygun Alandır. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0, 0,2, 0,4 ve 1 değerleri uygun görülmüştür. Sismolojik Uygunluk ölçütü için alt kırılım değerleri 0-2, 2-5, 5-10, 10-30 ve 30+km'dir (Aktif Faylara Uzaklık). Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0, 0,25, 0,5, 0,75 ve 1 değerleri uygun görülmüştür.

Karayolu Trafik Yoğunluğu ölçütü için alt kırılım değerleri Karayolu Dışı, 0- 285, 285- 688, 688- 1.091, 1.091- 1.494, 1.494- 1.897, 1.897- 2.300, 2.300- 2.702 ve 2.702- 6.233 taşıt/2pikasaat'tir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0, 0,125, 0,25, 0,375, 0,5, 0,625, 0,75, 0,875 ve 1 değerleri kullanılmıştır.

İdari Birimler ve Donatı Alanları ölçütü için (yakınlık) alt kırılım değerleri Alanın İçinde, 0-250, 250-500, 500-750, 1000-1.500 ve 1.500+metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 1, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2 ve 0 değerleri uygun görülmüştür.

Eğim durumu ölçütü için alt kırılım değerleri 0-4,50, 4,5-7, 7-12 ve 12+ eğim yüzdeleri olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 1, 0,8, 0,4 ve 0 değerleri uygun görülmüştür.

Çalışma Alanları ölçütü için (yakınlık) alt kırılım değerleri Alanın İçinde, 0-250, 250-500, 500-1.000, 1000-2500 ve 2.500+metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 1, 0,8, 0,6, 0,4, 0,2 ve 0 değerleri uygun görülmüştür.

Toplu Konut Alanları ölçütü için (yakınlık) alt kırılım değerleri Alanın İçinde, 0-1.000, 1.000-2.000, 2.000-3.000 ve 3.000+metre belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 1, 0,75, 0,5, 0,25 ve 0 değerleri kullanılmıştır.

Kent İçi Yollar ölçütü için alt kırılım değerleri <10 ve ≥10 metre yollar şeklinde belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0 ve 1 olarak belirlenmiştir.

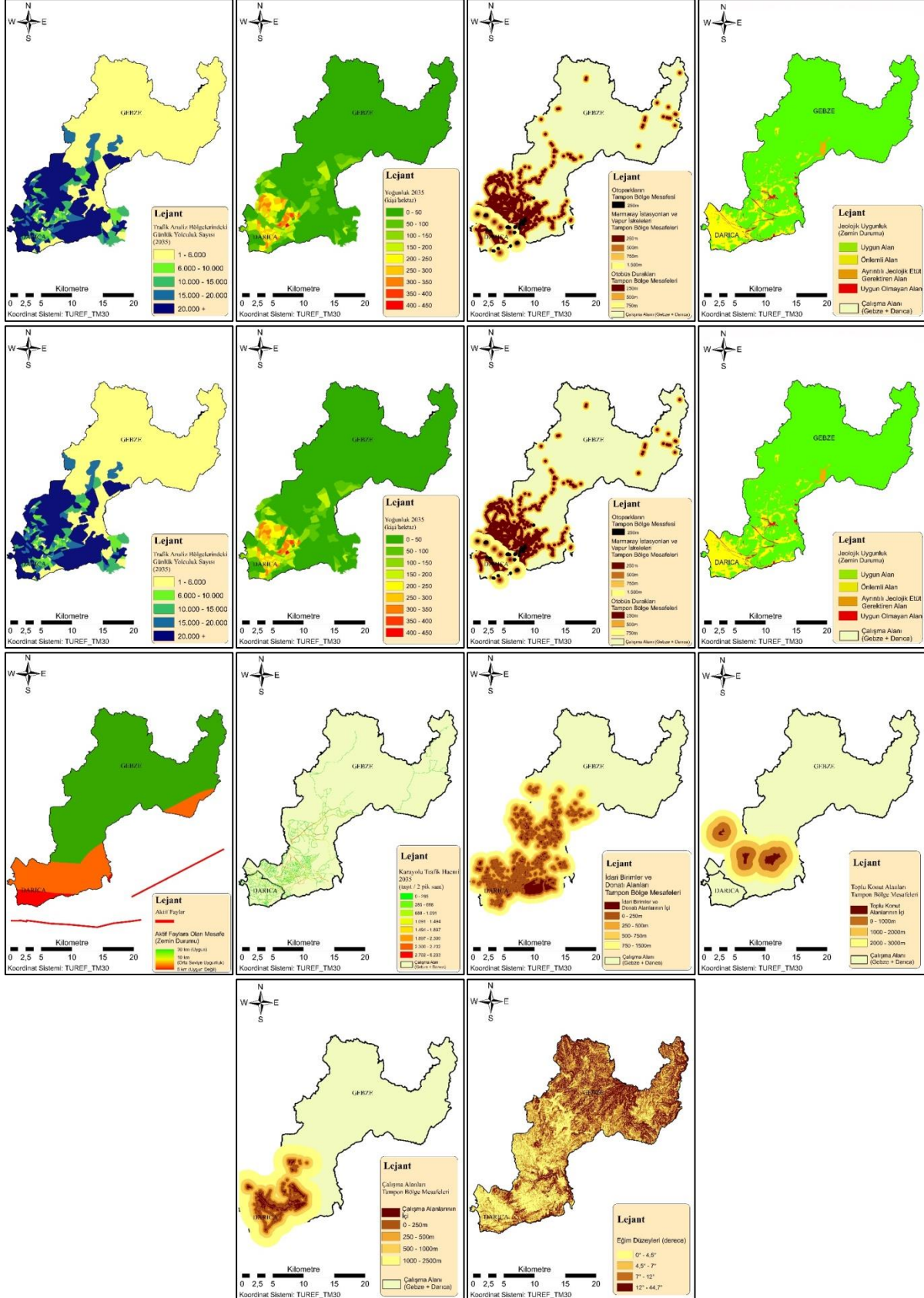
Havza Koruma Kuşakları ölçütü için (uzaklık) alt kırılım değerleri 0-300, 300-1.000, 1.000-2.000, 2.000-5.000 ve 5.000+metre olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0, 0,25, 0,5, 0,75 ve 1 seçilmiştir.

Koruma Alanları ölçütü için (uzaklık) alt kırılım değerleri 0-100, 100-250, 250-500, 500-1.000, 1000-

2500 ve 2.500+metredir. Bu değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1 belirlenmiştir.

Mülkiyet ölçütü için alt kırılım değerleri Şahıs ve Kamu mülkiyetidir. Değerlerin de normalize alt kırılım değeri olarak sırayla 0,4 ve 1 belirlenmiştir.

Tablo 2’de, Şekil 7’deki haritaların lejantlarında yer alan alt kırılımlar ile ilgili tüm detaylar bir arada verilmiştir



Şekil 7. Çalışmadaki tüm ölçütlerin yeniden sınıflandırılmadan önceki analizi

Tablo 2. Ölçüt ana ağırlıkları ve ölçüt alt kırılım değerleri

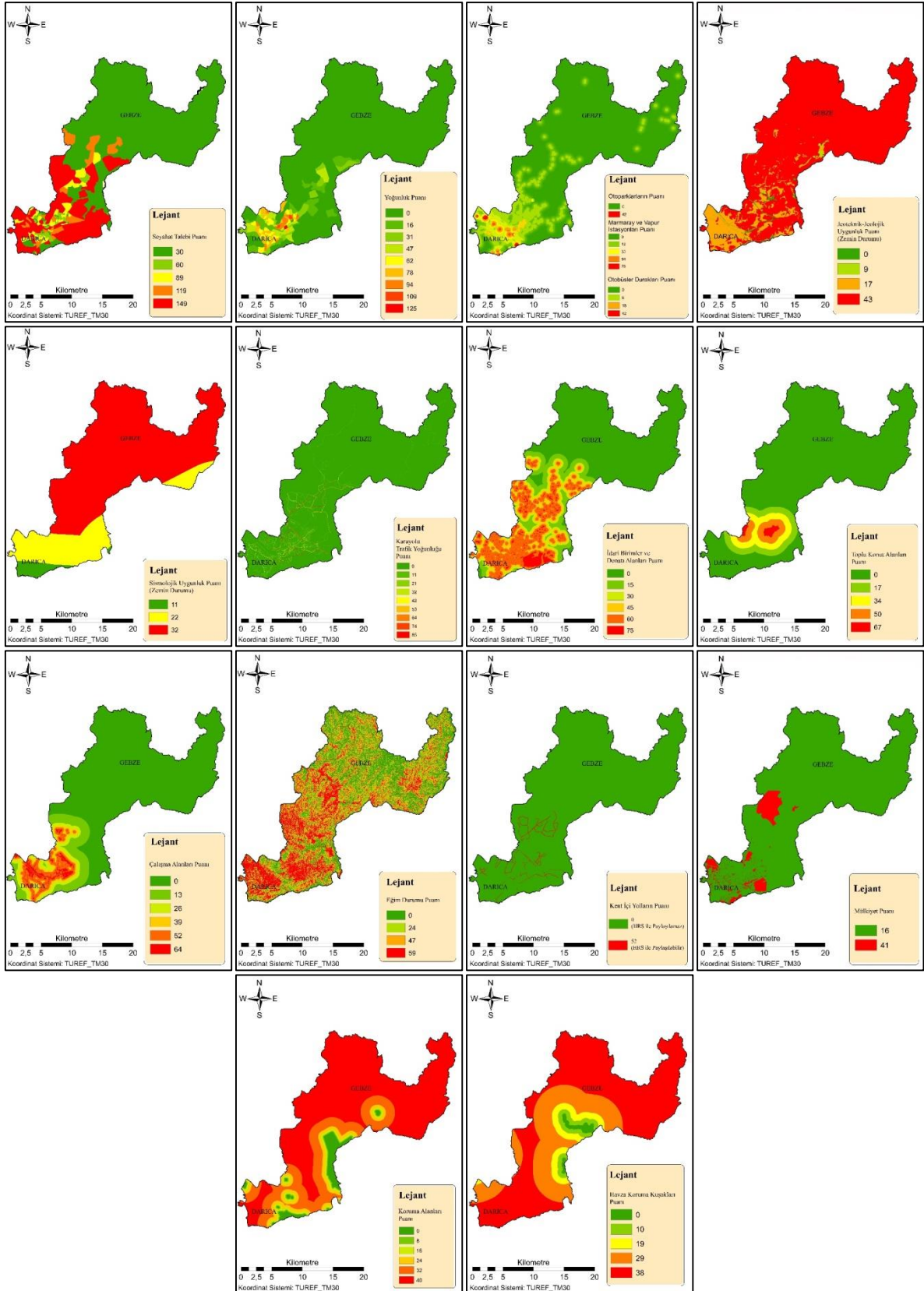
Ölçüt Adı	Ölçüt Ana Ağırlık	Ölçüt Alt Başlığı	Ölçüt Alt Kırılımları						Alt Kırılımın Birimi
			Ara Değerler (0,1- 0,2- 0,8 -0,9)						
	AHS		Azalan Normalize Alt Kırılım Değeri (0'a doğru) ← Ara Değerler (0,1- 0,2- 0,8 -0,9) → Artan Normalize Alt Kırılım Değeri (1'e doğru)						
Seyahat Talebi	0,149		0-6.000	6.000-10.000	10.000-15.000	15.000-20.000	20.000+	1 TAB Başına Düşen Günlük Yolculuk Sayısı	
Yoğunluk	0,125		0-50	50-100	100-150	150-200	200-250...	kişi/hektar	
			...250-300	300-350	350-400	400-450			
Durak ve İstasyonlar	0,120	Otobüs Duraklarına Yakınlık		750+	500-750	250-500	0-250	metre	
		Marmaray İstasyonu ve Vapur İskelelerine Yakınlık	1500+	750-1500	500-750	250-500	0-250	metre	
		Otoparklara Yakınlık				250+	0-250	metre	
Zemin Durumu	0,086	Jeoteknik-Jeolojik Uygunluk		Uygun Olmayan Alan	AJE Gerektiren Alan	Önlemlenilen Alan	Uygun Alan	Uygunluk Değerlendirmesi	
		Sismolojik Uygunluk	0-2	2-5	5-10	10-30	30+	Fay Hatlarına Uzaklık (kilometre)	
Karayolu Trafik Yoğunluğu	0,085		Karayolu Dışı	0-308	308-800	800-1.288	1.288-1.777...	Karayolu Trafik Hacmi (taşıt/2pikasaat)	
				...1.777-2.267	2.267-2.756	2.756-3.246	3.246- 6.674		
İdari Birimlere ve Donatı Alanları	0,075	1.500+	750-1.500	500-750	250-500	0-250	Kurumların İçinde	metre	
Eğim Durumu	0,059			12+	7-12	4,5- 7	0- 4,50	Eğim Düzeyleri (%)	
Çalışma Alanları	0,064	2.500+	1.000-2.500	500-1.000	250-500	0-250	Alanların İçinde	metre	
Toplu Konutlar	0,067		3.000+	2.000-3.000	1.000-2.000	0-1.000	Alanların İçinde	metre	
Kent İçi Yollar	0,050					<20	≥20	Paylaşılabilecek Yol Genişliği (m)	
Havza Koruma Kuşakları	0,038		0-300	300-1.000	1.000-2.000	2.000-5.000	5.000+	metre	
Koruma Alanları	0,040	0-100	100-250	250-500	500-1.000	1000-2500	2.500+	metre	
Mülkiyet	0,041					Şahıs	Kamu	Mülkiyet Sahibi	
TOPLAM	1								

HRS güzergah planlaması bakımından yolculuk talebinin yüksek olmasından ötürü Darıca'nın batısı, Gebze'nin güneyi ve GOSB'un avantajlı bölgeler olduğu, Marmaray Hattı boyunca diğer ulaşım modlarıyla entegrasyon olanağının yüksek olduğu görülmektedir. Darıca'nın tamamının ve Gebze'nin güney kesiminin sismolojik açıdan sorunlu kuşak içerisinde yer aldığı,

jeoteknik-jeolojik açıdan Gebze'nin Darıca'dan daha uygun bir bölge olduğu, Darıca'nın neredeyse tamamının ve Gebze'nin güneyinin kamu ve eğitim kurumlarına yakınlık bakımından avantajlı olduğu, Gebze'nin kuzey yarısı hariç çalışma alanının topoğrafik açıdan iyi bir seçenek olduğu anlaşılmaktadır. GOSB ve Gebze'nin güneybatı bölümünün sanayi ve ticaret alanlarına

yakınlık yönünden üstün olduğu, Gebze'nin güneyinde ve batısında bulunan üç toplu konut alanının bu bölgeleri avantajlı kıldığı, Ballıkayalar Deresi, Umur Deresi ve Denizli Gölet'i ve kolları çevresindeki havzaların ve Darıca'nın doğusu ve Gebze'nin batı kenarlarında bulunan sit alanlarının imar ve inşaa kısıtlarından ötürü

uzak durulması gereken alanlar olduğu görülmektedir. Gebze'nin İstanbul il sınırına yakın alanları ve yine Gebze'nin en güney ucunun çoğunlukla kamu mülkiyetindeki alanlar olmaları sebebiyle HRS güzergâhı için alternatif alanlar olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Çalışmadaki tüm ölçütlerin yeniden sınıflandırılmış analizi

Çalışmaya dâhil edilen veri katmanlarının türleri ve ölçme birimleri birbirinden farklıdır. Nihai Harita'nın elde edilebilmesi için, bu katmanlar ArcMAP ortamında Reclassify aracı yardımıyla yeniden sınıflandırılarak standartlaştırılmıştır. Yeniden sınıflandırma işlemleri için ilk olarak her bir ölçüte ait olan Ölçüt Alt Kırılım değerleri en yüksek değer 1 en düşük değer 0 olacak şekilde normalize edilmiştir. Her bir ölçüte ait alt kırılım normalize değerleri (x), ölçüt ana ağırlık değeri (y) ile ve ardından hesap kolaylığı amacıyla 1.000 değeri ile çarpılarak "Nihai Alt Ağırlıklandırılmalar" (x. y. 1.000) elde edilmiştir. Ortaya çıkan bu ağırlıklandırmalara "Uygunluk Puanı" adı verilmiştir. Yeniden sınıflandırma işlemi Tablo 3'te bir örnekle gösterilmiştir.

Tablo 3. Yolculuk talebinin düzeyi ölçütü alt kırılımlarının reclassifı işlemleri

Seyahat Talebi				
1 TAB Başına Düşen Günlük Yolculuk Sayısı (yolcu)	Normalize Değer (x)	Ölçüt Ana Ağırlık Değeri (y)	Ağırlıklı Puan (x.y)	Uygunluk Puanı (Piksel Değeri) (x.y.1000)
0-6 bin	0,2	0,149	0,030	30
6 bin-10 bin	0,4	0,149	0,060	60
10 bin-15 bin	0,6	0,149	0,089	89
15 bin-20 bin	0,8	0,149	0,119	119
20 bin+	1	0,149	0,149	149

Bu uygunluk puanları ArcMAP'in Reclassify (Yeniden Sınıflandırma) aracı ile ait olduğu piksel değerlerine işlenmiştir. Katmanlardaki raster verilerin yeni değerleri ile yeniden sınıflandırılan haritalar Şekil 8'de gösterilmektedir. Haritalardaki yeşil tonlu renkler (düşük sayısal değerlere sahip pikseller) HRS güzergâhı için uygun olmayan alanları, kırmızı tonlu renkler (yüksek sayısal değere sahip pikseller) HRS güzergâhı için uygun olan alanları ifade etmektedir. Yeniden sınıflandırılmış haritalar standardizasyonun sağlanabilmesi adına aynı renkler ile ifade edilmiştir.

3.1. Güzergâh Önerilerinin Tespiti

Yeniden sınıflandırılan ve birimleri (raster), çözünürlükleri (25mx25m), koordinatları (TUREF_TM30) ve sınırları (Gebze-Darıca) aynı olan ölçüt haritalarını son aşamada ArcMAP'in Raster Calculator aracı kullanılarak birleştirilmiştir. Şekil 9, Raster Calculator aracı ile ölçüt haritalarının matematiksel olarak piksel değerlerinin toplanması sonucu ortaya çıkan uygunluk haritasını göstermektedir. Bu haritada en yüksek piksel değerine (785- koyu kırmızı) sahip alanlar HRS güzergâhı olmak için uygunluğu en yüksek alanları, en düşük piksel değerine sahip (92- koyu mavi) sahip alanlar ise HRS güzergâhı olmak için uygunluğu en düşük alanları göstermektedir.

Şekil 9'da verilen Güzergâh Uygunluk Haritası incelendiğinde, çalışma alanının güney bölümü olan Darıca ilçesinde bulunan; Şehit Cevher Dudayev Parkı

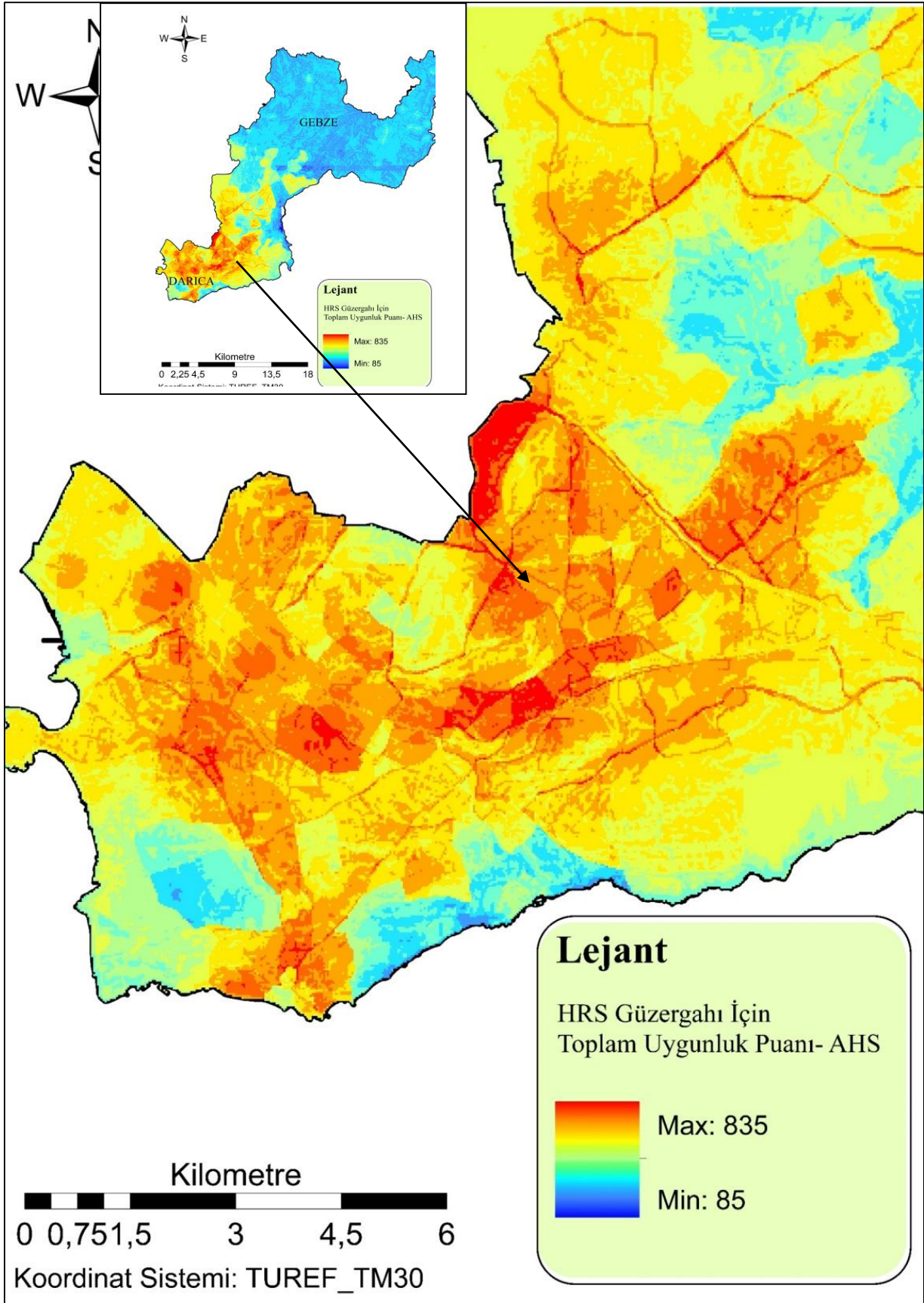
yakın çevresi, Yalı Mahallesi'nin güney ve yeşil alanlar bulunan doğu bölümü, Darıca Cumhuriyet Meydanı'nın yarım kilometre uzağındaki tüm alanlar, Darıca Farabi Devlet Hastanesi yakın çevresi, Nenehatun Mezarlığı yakın çevresi, Nenehatun Mahalle merkezi ve batısı, Osmangazi Mahallesi'nin batı yarısı, Sırasöğütler Mahallesi'nin tamamı, Emek Mahallesi'nin doğu yarısının HRS güzergâh planlaması için uygun öneri oluşturabilecek alanlar olduğu görülmüştür.

Çalışma alanının orta ve kuzey bölümünü oluşturan Gebze ilçesinde bulunan; İSU Gebze Atıksu Arıtma Tesisi yakın çevresi, Türk Standartları Enstitüsü Kalite

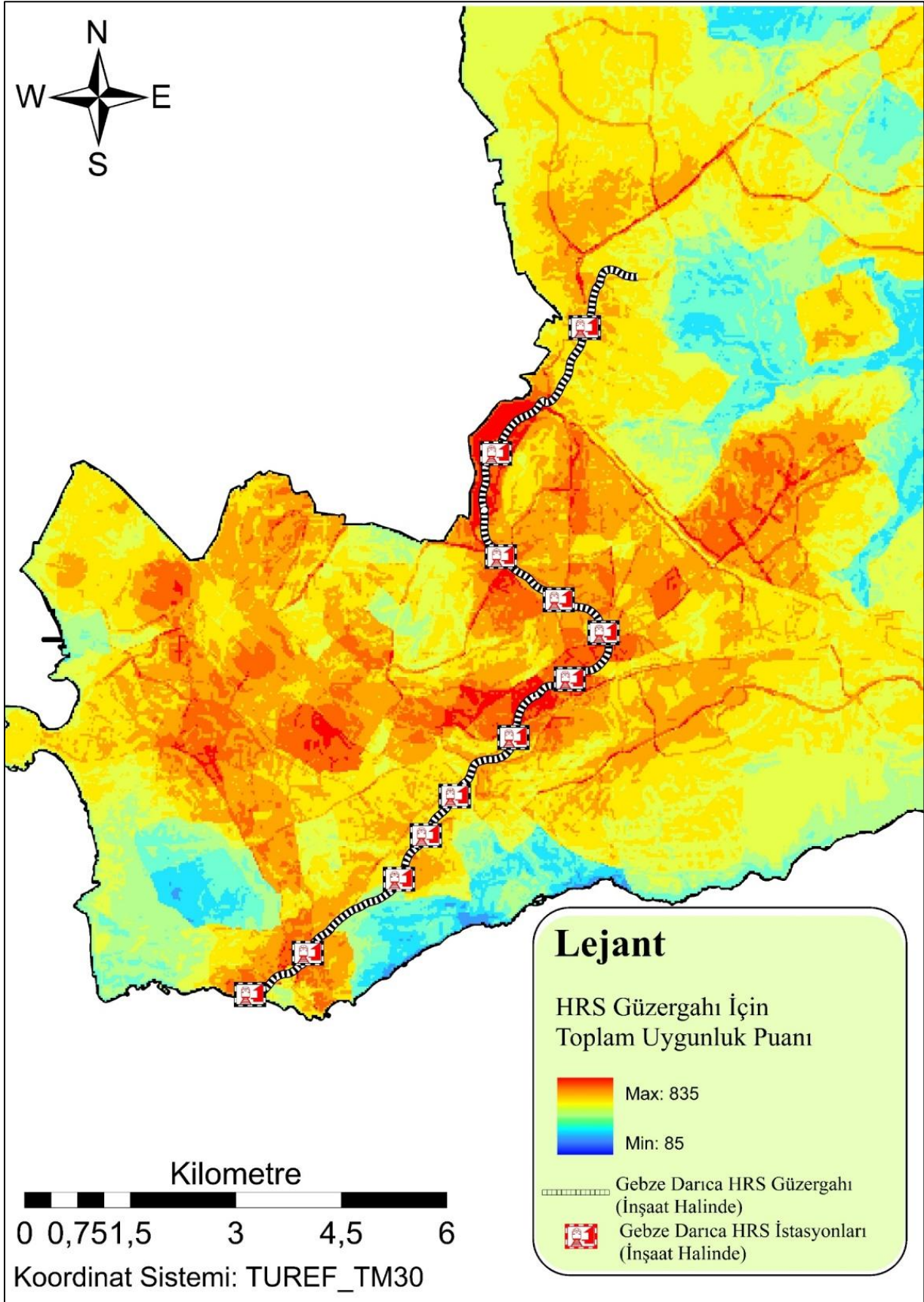
Kampüsü yakın çevresi, Gebze Teknik Üniversitesi (GTÜ) kampüsünün tamamı ve Gebze STFA Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi yakın çevresi, D-100 Karayolu'nun çalışma alanında kalan bölümü, Köşklü Çeşme ve Osman Yılmaz Mahallelerinin'nin tamamı, Tatlıkuyu Mahallesi'nin kuzey yarısı, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nin kuzeybatı bölümü, Muallimköy Mahallesi'nin tamamı, Yücel Boru ve Profil Endüstrisi A. Ş. Fabrikası yakın çevresi, Sultan Orhan Mahallesi'nin tamamı, Kirazpınar Mahallesi'nin batı yarısı, Mustafapaşa, Güzeller, Hacıhalil ve Arapçeşme Mahallelerinin'nin tamamı, Mevlana Mahallesi'nin kuzey ve Gaziler Mahallesi'nin güney bölümü, Gebze Belediyesi Şehir Mezarlığı, Yenikent ve İnönü Mahalleleri'nin tamamı ve GOSB'un en güney ucu hariç tamamının HRS güzergâh planlaması için uygun öneri oluşturabilecek alanlar olduğu görülmüştür.

Uygun alanların tespitinin ardından inşaat halindeki Gebze-Darıca HRS güzergâhı, yukarıda verilen sonuç haritası ile karşılaştırılmıştır. Şekil 10'da, Güzergâh Uygunluk Haritası ile inşaat halindeki Gebze-Darıca HRS güzergâhı aynı harita üzerinde sunulmaktadır. Entegrasyon haritası göstermektedir ki; Gebze ile Darıca arasına yapılmakta olan raylı sistem hattı ile bu çalışmada en yüksek puan alan ve raylı sistem yapılması önerilen kırmızı renkli alanlar örtüşmektedir. Bu, önerilen modelin gerçek çalışmalar ile entegre olduğunu ve teyit edildiğini göstermektedir.

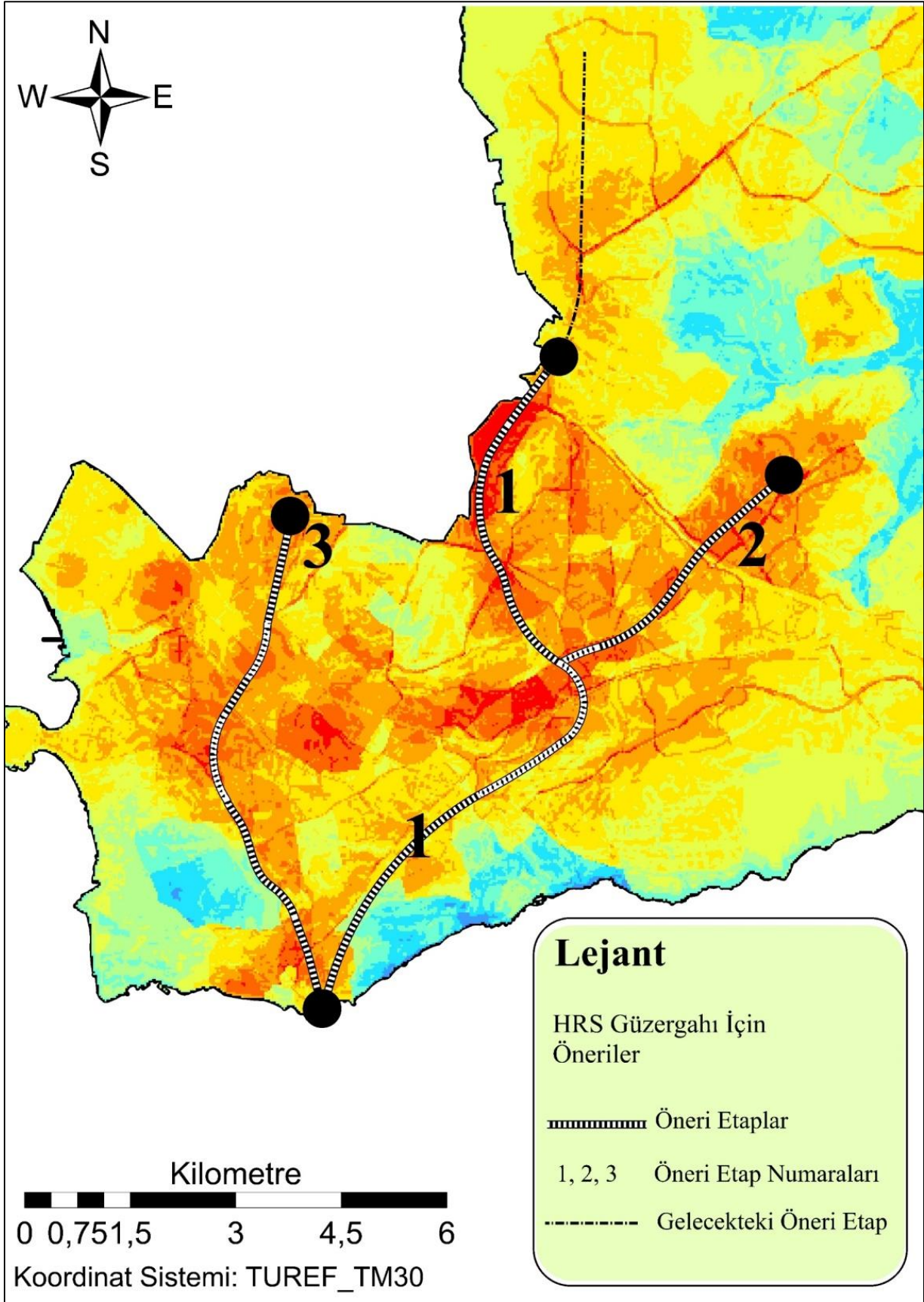
Haritada kırmızı renklere sahip olan fakat herhangi bir HRS projesine sahip olmayan alanlar da mevcuttur. Sonuç haritasından çıkarımlar yapılarak yeni raylı sistem güzergâhlarının nerelerden geçmesinin uygun olabileceğine ilişkin, Gebze- Darıca HRS gibi kuzey-güney doğrultusunda farklı öneriler de geliştirilmiş ve Şekil 11'de verilmiştir. Bu önerilerin amacı, bugünkü ve gelecekteki bütün toplu taşıma talebini en iyi şekilde karşılayan sistemi kurmaktır. Bununla birlikte; uygulanacak olan kesin güzergâhın nasıl olacağı detaylı araştırmalar, yolculuk talep tespitleri, mali ve ekonomik fizibilite ve hattın düşey eksenine yönelik çalışmalar ile belirlenmelidir.



Şekil 9. - Güzergâh uygunluk puanları haritası



Şekil 10. Gebze-Darica HRS'nin güzergâh uygunluk haritası ile entegrasyonu



Şekil 11. - 3 adet öneri güzergâh etabı

Şekil 11'de görülen 1 numaralı etap Gebze-Darıca HRS ile en benzer öneridir ve inşa halindeki bu hattın ulaşabildiği önemli noktaların çoğuna ulaşabilmektedir. Fakat çalışma alanının ulaşılabilirliği daha da geliştirilmek istenirse 2 ve 3

numaralı etaplar da 1 numaralı güzergaha entegre edilebilecektir.

- 1 numaralı etap çalışma alanının en güney ucu olan Darıca Vapur İskelesi'nden başlayarak GOSB'un en kuzey ucuna kadar devam ettiği için bölgenin güney-kuzey doğrultusundaki ulaşım

ihtiyaçlarının tamamını karşılayabilme potansiyelindedir. Güzergâh önce kuzeydoğu, devamında kuzeybatı ve son olarak yine kuzeydoğu yönünde ilerlemektedir. 1 numaralı öneri, hem doğu hem batı yönüne kentlere raylı sistem ile ulaşma şansı sunan Gebze Marmaray ve Tren İstasyonu'ndan geçerek aktarma şansı sunmaktadır.

- 2 numaralı etap Gebze Kent Meydanı'ndan başlayarak çalışma alanının merkezinde yeni bir yaşam merkezi olan Kirazpınar bölgesine ulaşmaktadır. Güzergâh sürekli olarak kuzeydoğu yönünde ilerlemektedir. 2 numaralı güzergâh 1 numaralı güzergâhı besleme özelliği taşımaktadır. 1 ve 2 numaralı önerilerin kesişimi olan aktarma istasyonunun yaklaşık konumu Gebze Kent Meydanı olarak planlanmıştır.

- 3 numaralı etap da 1 numaralı etap gibi Darıca Vapur İskelesi'nden başlayarak Gebze'nin Çayırova ile sınır bölgesi olan Adem Yavuz Mahallesi'ne ulaşmaktadır. Güzergâh önce kuzeybatı, devamında kuzeydoğu yönünde ilerlemektedir. Darıca bölgesindeki yolcuların Çayırova'ya taşıyabilmesi bu güzergâhın güçlü yönüdür. 3 numaralı öneri Osmangazi Marmaray İstasyonu'ndan geçerek aktarma şansı sunmaktadır.

1. etap Gebze-Darıca HRS ile güzergâh ve ulaştıkları önemli noktalar konusunda yüksek benzerlik göstermektedir. Bölgenin en büyük ulaşım ihtiyacının Darıca Sahil ve GOSB arasında olması sebebiyle bu durum uygun görülmektedir. 1. Etapın Gebze-Darıca HRS'den farklılıkları şu şekilde sıralanabilir:

- Gebze-Darıca HRS Darıca sahilindeki Şehit Cevher Dudayev Parkı'ndan başlarken 1. etap önerisi Darıca Vapur İskelesi'nden başlamaktadır.

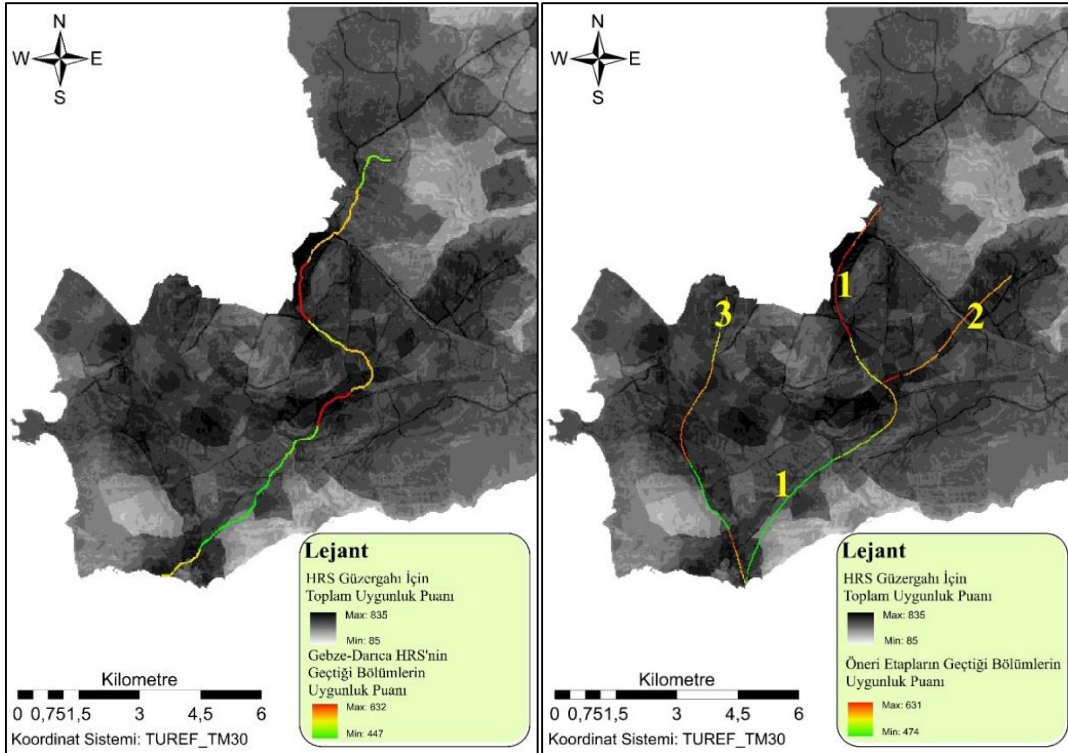
- Gebze-Darıca HRS kuzeydoğu yönündeki ilerleyişini kuzeybatıya çeviren dönüşünü Gebze Kaymakamlığı'nın kuzeyindeki bir alanda gerçekleştirirken 1. etap önerisi bu dönüşünü Gebze Kaymakamlığı'nın güneyinde gerçekleştirmektedir.

- Hem Gebze-Darıca HRS hem 1. etap önerisi GOSB'ta güzergâhlarını tamamlarken 1. etap için gelecekte yapılması planlanan kuzeye doğru bir ek etap verilmiştir.

Güzergâh önerilerinin yorumlanması sonrası bu önerilerin "Güzergâh uygunluk puanları haritası" ile uyumu test edilmiştir. Bu kapsamda Şekil 12'de ArcMAP'in Zonal Statistics (Bölgesel İstatistik) aracı ile gerçekleştirilen analiz haritaları verilmiştir.

Bu haritalar, ölçüt haritalarının birleştirilmesi ile oluşturulan "Güzergâh uygunluk puanları haritası" piksel değer aralığı (85-835) içinde inşaat halindeki HRS hattın (solda) ve 3 öneri etabın (sağda) analizini içermektedir.

Gebze-Darıca HRS'nin piksel değer aralığı 447-632 iken önerilen etapların aralığı 674-632'dir. Bu aralıklardan daha büyük anlam ifade edecek olan aralığı verilen piksel değerlerinin ortalama (mean) değerleridir. Bu değerler Gebze-Darıca HRS için 544,3 iken önerilen etaplar için 550'dir. 550 (1073 pikselin ortalaması) piksel değerinin 544,3 (1058 pikselin ortalaması) değerinden yüksek oluşu, HRS güzergâhı olması için bu çalışmada oluşturulan etapların inşaat halinde olan Gebze-Darıca HRS kadar uygun öneriler olduğunu kanıtlamaktadır.



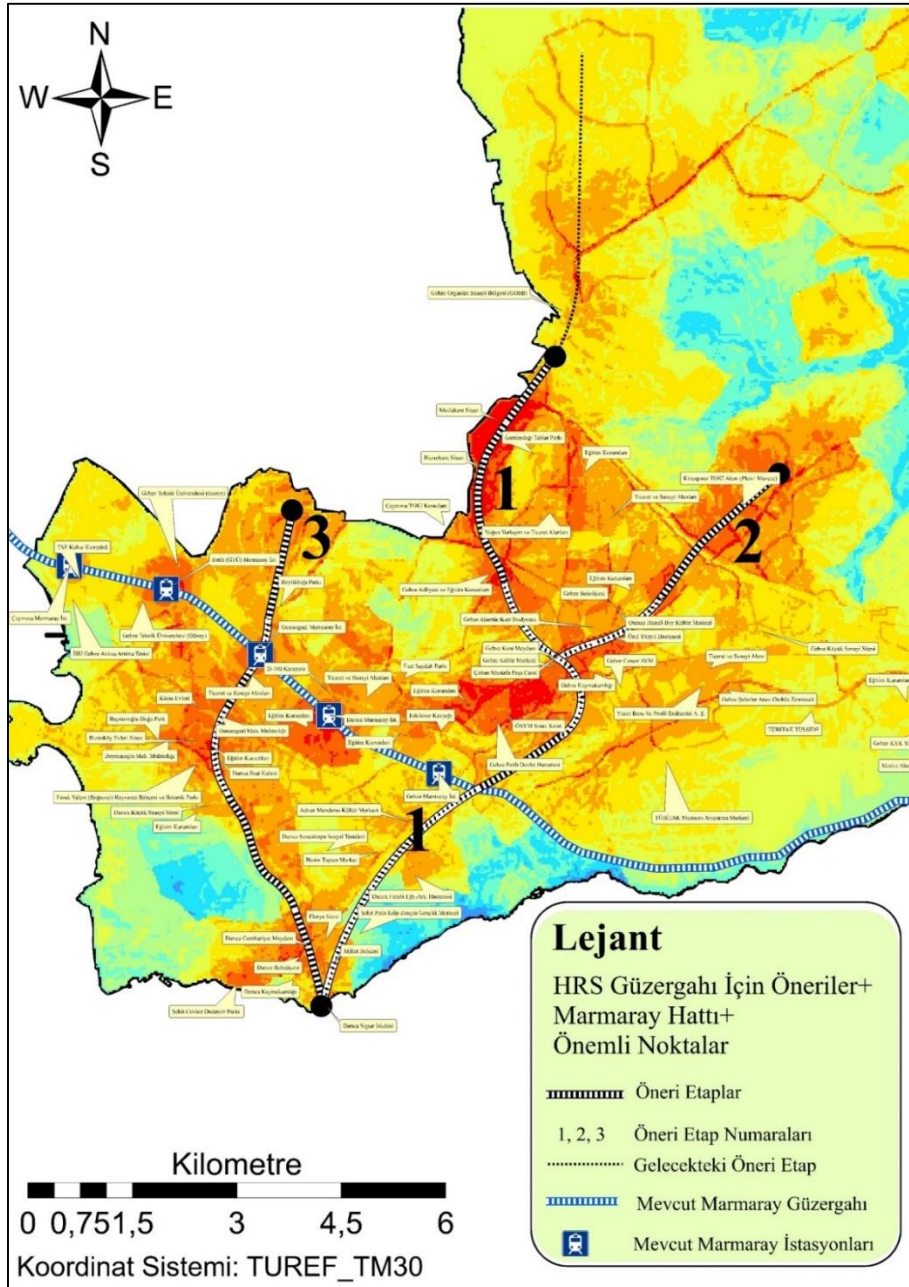
Şekil 12. - İnşaat halindeki HRS hattının ve 3 öneri etabın bölgesel istatistikleri

Darıca Sahil ve GOSB arasında olması sebebiyle bu durum uygun görülmektedir. 1. Etapın Gebze-Darıca HRS'den farklılıkları şu şekilde sıralanabilir:

- Gebze-Darıca HRS Darıca sahildeki Şehit Cevher Dudayev Parkı'ndan başlarken 1. etap önerisi Darıca Vapur İskelesi'nden başlamaktadır.
- Gebze-Darıca HRS kuzeydoğu yönündeki ilerleyişini kuzeybatıya çeviren dönüşünü Gebze Kaymakamlığı'nın kuzeyindeki bir alanda gerçekleştirirken 1. etap önerisi bu dönüşünü Gebze Kaymakamlığı'nın güneyinde gerçekleştirmektedir.
- Hem Gebze-Darıca HRS hem 1. etap önerisi GOSB'ta güzergâhlarını tamamlarken 1. etap için gelecekte yapılması planlanan kuzeye doğru bir ek etap verilmiştir.

Güzergâh önerilerinin yorumlanması sonrası bu önerilerin "Güzergâh uygunluk puanları haritası" ile uyumu test edilmiştir.

Bu kapsamda Şekil 12'de ArcMAP'in Zonal Statistics (Bölgesel İstatistik) aracı ile gerçekleştirilen analiz haritaları verilmiştir. Bu haritalar, ölçüt haritalarının birleştirilmesi ile oluşturulan "Güzergâh uygunluk puanları haritası" piksel değer aralığı (85-835) içinde inşaat halindeki HRS hattın (solda) ve 3 öneri etabın (sağda) analizini içermektedir. Gebze-Darıca HRS'nin piksel değer aralığı 447-632 iken önerilen etapların aralığı 674-632'dir. Bu aralıklardan daha büyük anlam ifade edecek olan aralığı verilen piksel değerlerinin ortalama (mean) değerleridir. Bu değerler Gebze-Darıca HRS için 544,3 iken önerilen etaplar için 550'dir. 550 (1073 pikselin ortalaması) piksel değerinin 544,3 (1058 pikselin ortalaması) değerinden yüksek oluşu, HRS güzergâhı olması için bu çalışmada oluşturulan etapların inşaat halinde olan Gebze-Darıca HRS kadar uygun öneriler olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 13. - Mevcut Marmaray güzergâhına 3 öneri güzergâh etabının eklenmesi ve çalışma alanındaki önemli noktaların gösterimi

Gebze-Darıca HRS'ye benzer öneri olan 1 numaralı etabın yanında 2. ve 3. etap ile birlikte daha fazla yüksek puanlı alana erişilmekte ve çalışma alanının raylı sistem ihtiyacı duyan hemen her noktasına erişilebilmektedir.

Şekil 13'te, "3 Adet Öneri Güzergâh Etabı" haritasının üzerine, HRS uygunluk puanı yüksek olan alanlardaki önemli noktaların ve işletmede olan Marmaray güzergâhının eklenmesi ile oluşan harita verilmiştir.

Bu harita ile mevcut Marmaray güzergâhına ek olarak önerilen 3 öneri güzergâh etabının da uygulanması durumunda, çalışma alanındaki en yüksek puanlı alanların yaklaşık %90'ına ve verilen önemli noktaların çoğuna yürüme mesafesinde ulaşılabilir. Geriye kalan yaklaşık %10'luk en yüksek puanlı alanlar de HRS güzergâhı tasarlamak için çok dar alanlardır. Bu alanlarda otobüs ve minibüsler kullanarak raylı sistem ulaşımı desteklenebilecektir. Öneri güzergâhların Marmaray güzergâhı ile sistemlerin entegrasyonunun sağlanabilmesi hedefiyle Marmaray istasyonlarında kesişmesine özen gösterildiği harita üzerinde görülebilmektedir.

4. SONUÇLAR

Ulaştırma Mühendisliği ve Şehir Planlama alanlarının kesişim noktasında konumlandırılabilir olan ve HRS yatırımlarının, fiziki ve beşeri coğrafya faktörleri de değerlendirilerek en uygun şekilde uygulanmasının bir modelini sunmayı hedefleyen bu çalışma, Gebze-Darıca örneğinde yüksek doğruluk ile sonuçlandırılmıştır.

Çalışmada, HRS güzergâh planlaması konusunda uzman görüşleri sonucu oluşturulan ölçüt ağırlıklandırılmalarının seviyeleri, alan çalışmalarındaki benzer veya aynı isimli ölçütlerin kullanılma sıklığı ile yüksek oranda örtüşmektedir.

Bu çalışmada uygulanan yöntem sonucunda ortaya çıkan güzergâh uygunluk haritası, Gebze-Darıca arasında inşa halinde olan raylı sistem hattı ile yüksek oranda uyumlu durumdadır. Bu durum uygulanan modelin gerçek uygulamalar ile entegre olduğunu ve teyit edildiğini göstermektedir.

Çalışmada Gebze ve Darıca ilçeleri için inşa halinde olan güzergâhtan ayrı olarak 3 öneri etap sunulmaktadır. Bu önerilerin amacı, bugünkü ve gelecekteki bütün toplu taşıma talebini en iyi şekilde karşılayan sistemi kurmaktır.

Literatürde çok sayıda kullanılmış ve konu hakkında etkinliği ispatlanmış yöntemleri kullanıyor olsa da bu çalışmanın da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. AHS uygulamasının dayanak noktası olan ikili karşılaştırmanın yüz yüze uygulanması ile daha iyi sonuç elde edilebilecektir. Fakat çalışmanın bu kısmının, COVID-19 (Liu vd., 2020) Pandemisi'nin Türkiye'de etkinliğinin arttığı bir döneme denk gelmesi sebebiyle bu anketler yalnızca e-posta ortamında iletilip geri alınabilmiştir.

AHS'nin kullanıldığı bu çalışmanın yanında başka araştırma tasarım süreçleri ile farklı ÇKKV yöntemleri olan; ölçütlerin birbirleri ile olan etkileşimlerini değerlendirmeye alan Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi

(Saaty, 2004) ölçüt ağırlıklandırmalarını net sayısal değerler yerine sayı aralığı olarak veren Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yöntemi (Liang, 1999) ve AHS'nin eksikliklerine karşı geliştirilen ve henüz çok yeni (2015) bir yöntem olan En İyi- En Kötü Yöntemi (BWM) (Rezaei, 2015) kullanılarak da ileride yeni araştırmalar kurgulanması tavsiye edilmektedir.

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

- Ahmed N & Asmael N (2015). A GIS-assisted optimal Baghdad metro route selection based on multi criteria decision making. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 19(6), 44-58.
- Akad M & Gedizlioğlu E (2007). Toplu Taşıma Türü Seçiminde Simülasyon Destekli Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı. *İTÜ Dergisi/d*, 6(1).
- APTA (2013). Economic Recovery: Promoting Growth. *American Public Transportation Association Publications (APTA)*, Washington, USA.
- ARUP (2017). Gebze-Darıca Hafif Raylı Sistem (HRS) Hattı Proje Tanıtım Raporu-AYGM. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi- Mühendislik Hizmetleri Alım İşi.
- Banai R (2006). Public Transportation Decision-Making: A Case Analysis of the Memphis Light Rail Corridor and Route Selection with Analytic Hierarchy Process. *Journal of Public Transportation*, 9 (2): 1-24.
- Brunner I, Kim K & Yamashita E (2011). Analytic Hierarchy Process and Geographic Information Systems to Identify Optimal Transit Alignments. *Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board*. 2215. 59-66.
- Burrough P A & McDonnell R A (2015). Principles of Geographical Information Systems. *Oxford University Press*, ISBN: 978-019-8742-84-5.
- Chang K (2002). Introduction to Geographic Information Systems. McGraw-Hill, *Boston Massachusetts*.
- Djenaliev A & Ban Y (2007). Multicriteria Decision Making and GIS for Railroad Planning in Kyrgyzstan. *Yüksek Lisans Tezi*, Royal Institute of Technology (KTH).
- El-Hallaq M & El-Yazory K (2017). Metro Route Site Selection in Gaza City Using GIS and Spatial Multi Criteria Evaluation. *International journal of Engineering inventions*. 6, 2278-7461.

- Elker C (1999). Çağdaş Ulaşım Politikaları. II. Ulaşım ve Trafik Kongresi, Ankara, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını.
- Elker C (2004). Ulaşımında Karar Zamanı. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 2004/1, 429, 25-28.
- Expert Choice Inc. (1993). Expert Choice Version 8: User Manual, (McLean, VA: Decision Support Software, Inc.).
- Farkas A (2009). Route/Site Selection of Urban Transportation Facilities: An Integrated GIS/MCDM Approach. Proceeding of MEB 2009-7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking, June 5-6 2009, Budapest, Hungary.
- Gal T, Stewart T & Hanne T (2013). Multicriteria decision making: advances in MCDM models, algorithms, theory, and applications. *International Series in Operations Research & Management Science*.
- Hamilton Public Works (2020). Hamilton Rapid Transit Benefits Report. *Hamilton Public Works*, Ontario, Canada.
- Hamurcu M & Eren T (2015). Ankara Büyükşehir Belediyesi'nde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi İle Monoray Güzergâh Seçimi. *Conference: Transist 8. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, İstanbul, Türkiye.
- Heywood I, Cornelius S & Carver S (2011). An introduction to Geographical Information Systems. *Addison Wesley Longman*, ISBN: 978-027-3722-59-5.
- Ho D, Newell G & Walker A (2005). The Importance of Property-Specific Attributes in Assessing CBD Office Building Quality. *Journal of Property Investment & Finance*, 23(5), 424-444.
- Jendia S M & Skaik M Z (2016). Gaza Metro Network - Route Site Selection. *Journal of Engineering Research and Technology*, 3, 6-15.
- Jones C (2013). Geographical Information Systems and Computer Cartography. *Routledge*, ISBN: 978-058-2044-39-5.
- Kırlangıçoğlu C (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Raylı Sistem Güzergâh Tasarımı: İstanbul Örneği. *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kırlangıçoğlu C (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kent İçi Raylı Sistem Koridor Planlaması. *Coğrafya Dergisi*, 33, 53-71.
- Liang G S (1999). Fuzzy MCDM based on ideal and anti-ideal concepts. *European Journal of Operational Research*, 112, 682-691.
- Liu Y C, Kuo R L & Shih S R (2020). COVID-19: the first documented coronavirus pandemic in history. *Biomedical Journal*, 43(4), 328-333.
- Lo C P & Yeung A K W (2007). Concepts and Techniques in Geographic Information Systems. *Prentice Hall*, ISBN: 978-812-0322-30-1.
- Longley P A, Goodchild M F, Maguire D J & Rhind D W (2015). Geographic Information Science and Systems. *Wiley*, ISBN: 978-111-9031-30-7.
- Ludin A & Latip S N H M (2006). Using multi-criteria analysis to identify suitable light rail transit route. *Map Asia Geo ICT for Good Governance; Geospatial World: Bangkok, Thailand*, 29.
- Miller H & Shaw S L (2001). Geographic Information Systems For Transportation: Principles and Applications. *Oxford University Press*, ISBN: 978-019-5123-94-4.
- Pucha-Cofrep F, Fries A, Cánovas-García F, Oñate-Valdivieso F, González-Jaramillo V & Pucha-Cofrep D (2018). Fundamentals of GIS: Applications with ArcGIS. *Franz Pucha Cofrep*, ISBN: 978-994-2308-17-7.
- Rezaei J (2015). Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method. *Omega*, 53, 49-57.
- Rosenberg J & Esnard A (2008). Applying a Hybrid Scoring Methodology to Transit Site Selection. *Journal of Urban Planning and Development*, 134 (4), 180-186.
- Quinby H D (1962). Major Urban Corridor Facilities: A New Concept. *Traffic Quarterly*, 16(2), 242-259.
- Saaty T L (1990). Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World. *Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications*, ISBN: 978-0-9620317-8-6.
- Saaty T L (2004). Decision making - the analytic hierarchy and network processes (AHS/ ANP). *J. Syst. Sci. Syst. Eng.* 13 (1), 1-35.
- Saaty T L (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty T L & Ozdemir M (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38, 233-244.
- Sarımehmet B, Hamurcu M & Eren T (2020). Çok kriterli karar verme: Kırıkkale YHT istasyonu - şehir bağlantısının sağlanması. *Demiryolu Mühendisliği*, 11, 26-40.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2013). Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018). TBMM, Ankara.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). T.C. Cumhurbaşkanlığı, Ankara.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2014). Türkiye Habitat III. Ulusal Raporu. TBMM, Ankara.
- T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2013). 11. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Şurası Kentiçi Ulaşım Çalışma Grubu Şura Raporu. TBMM, Ankara.
- Valley Metro- Light Rail Transit Projects. (2018). LRT Design Criteria Manual. Phoenix, America.
- Verma A, Upadhyay D & Goel R (2011). An integrated approach for optimal rail transit corridor identification and scheduling using geographical information system. *Journal of King Saud University - Science*. 23. 255-271.

Wilkie C & Petersen K (2010). TTF Transport Position Paper: The Benefits of Light Rail. Tourism & Transport Forum, Australia.

Zeiler M (1999). Modelling our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design. *ESRI Pres*, ISBN: 978-187-9102-62-0.



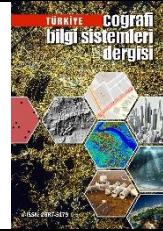
© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Turkish Journal of Geographic Information Systems

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

e-ISSN 2687-5179



GIS-based site suitability analysis of afforestation in Konya province, Turkey

Ceren Yağcı*¹, Fatih İşcan¹

¹Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Geomatics Engineering, Konya, Turkey

Keywords

GIS
AHP
Afforested

ABSTRACT

In order for the land management to be applied correctly and effectively, importance should be given to the location selection studies. Determining the most suitable area according to the purpose and initiating studies will provide social and economic gain for the countries. As forest areas occupy large lands, it is actually a necessity to determine the areas to be afforested by site selection. In the study, suitable afforestation areas are selected by using Geographical Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) method in Konya province, which has an arid and semi-arid climate. For this purpose, within the scope of the study, land use capability (LUC), large soil groups (LSG), rainfall, slope, aspect, and erosion were used as criteria. Using these criteria in GIS, suitable areas for afforestation map for Konya province was obtained. According to results, 15% of the study area is the most suitable area, 25.52% is suitable, 28.95% is medium, 12.76% is low and 17.77% is found very low for the afforestation. The fields obtained were presented to the public with the help of the website created. It is expected that tree planting activities will increase thanks to the website showing the suitable areas for tree planting.

1. INTRODUCTION

Technology has made a quick breakthrough into our lives since the beginning of the 2000s, and industrialization has increased. With these developments, technology and industrialization have increased the comfort of providers to human beings while increasing the damage to nature and the environment. Global warming, ozone depletion, increased environmental and air pollution, noise pollution, climate change, and increased greenhouse gas levels in the atmosphere have all begun to pose a threat to nature.

Afforestation is seen as a way to help protect the nature and environment. Although afforestation does not fix all of these significant issues, it should be utilized as one of several tools to mitigate the harmful consequences of these challenges. Therefore, some researches have been carried out under the name of afforestation studies

(Bandy 1994; Zorner et al., 2008; Kantarcı et al., 2011; Kalu et al., 2014; Güner et al., 2016; Jing et al., 2021). In these studies, it was emphasized that many current problems can reduce the negative effects of urbanization and industrialization by increasing sustainability afforestation studies. Afforestation and reforestation are crucial to the sustainability of environmental stability which to large positively affects the growth of the human population, food security, and quality of life (Kalu et al., 2014). The primary goal of afforestation studies is to maintain sustainability. For successfully achieving sustainable afforestation studies Geographic Information Systems (GIS) are used. There are various studies on this subject in the literature.

Dilek in Gölbaşı/Ankara in 2008, Zydrón and Bober in the Tarnovo Podgórne commune in 2013, Ateşoğlu in Western Black Sea Region and Western and Inner Anatolia Region/Turkey in 2015, Tonguç et al. in Kahta-Adıyaman in 2017, used GIS on their afforested related research. GIS identifies the priority reforestation areas in forest management planning because the selection of

* Corresponding Author

(cyagci@ktun.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4429-7809
(fiscan@ktun.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-0669-5830

Cite this article

Yağcı C & İşcan F (2021). GIS-based site suitability analysis of afforestation in Konya province, Turkey. *Turkish Journal of Geographic Information Systems*, 3(2), 89-95.

afforestation areas required to increase forest areas is quite important. It is very useful to use the GIS technique in afforestation and to plant it in suitable areas. AHP method is, however, required to search for locations, for afforestation strategies. They emphasized the necessity of using GIS and AHP together in order to make the afforestation works successfully. Some researchers have used GIS and AHP together in order to make the afforestation works successfully (Ismail, 2009; Eslami et al., 2010; Piran et al., 2013; Hashemi, 2018; Muğla & Türk, 2020). This partnership especially gives effective results in studies such as afforestation using different criteria. Furthermore, to ensure sustainability the use of GIS and AHP together is an emerging addition to conducting sustainability assessments in afforestation studies.

In this study, to determine the potential afforestation areas within Konya province by GIS and Analytical Hierarchy Process (AHP) methods are used, and among the most suitable areas to be afforested areas a questionable platform was created on the web.

In the literature, only the best areas of site selection afforestation studies with AHP and GIS have been identified. However, unlike previous research, this study created a web based platform for afforestation. The platform serves to make people's access to suitable afforestation areas.

2. MATERIALS and METHODS

2.1. Study Area

The city of Konya is located at between 36.5–39.5° north latitude and 31.5–34.5° east longitude and is the largest province of Turkey with a surface area of 38,183 km². The population of the city is approximately 850,000. Fig. 1 shows the location of Konya city. The study area is about 17.1 km wide from east to west and 25 km long from north to south, which yields a total area of 427.5 km² (Nas, 2006).

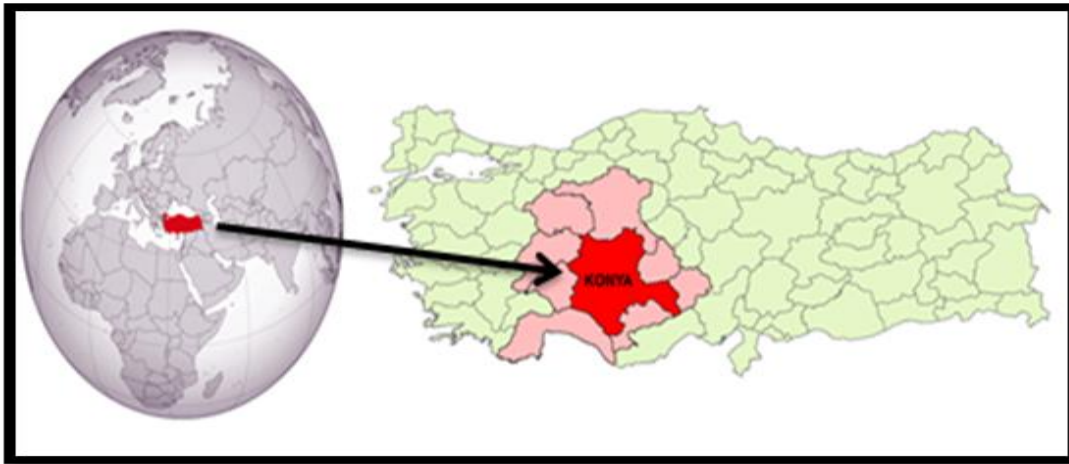


Figure 1. Study Area

2.2. Spatial Database

A database containing, LUC, LSG, rainfall, aspect, slope, and erosion layers was established (Fig.2).

Land Use Capability (LUC)

Lands are divided into 8 classes according to their ability to use. It is classified between the 1st and the 8th grades according to the decrease of their suitability for agricultural production starting from the 1st grade to the 8th grade. 1st class, 2nd class, 3rd class and 4th class areas are considered suitable for agriculture and these areas are not used legally for afforestation studies.

Large Soil Groups (LSG)

In Konya, there are five types of soil in density: alluvial soil, brown soil, brown forest soil, lime-free brown forest soil, chestnut coloured soil. An evaluation has been made among these soil groups.

Rainfall

If there is no rain and irrigation activities do not take place, the yield and growth of plants and trees will decrease. Since Konya is a region with low precipitation,

the regions with 430-530 mm of precipitation where precipitation is ideal have been taken as the most suitable areas for afforestation works.

Aspect

In terms of geography, aspect is generally defined as the part of a slope, a surface facing the sun or the direction of receiving sunlight in mountainous areas. The most suitable areas for afforestation in the aspect criteria are the northeast, north and northwest directions. Northern directions on the northern hemisphere are more humid and are covered by more favourable vegetation compared to the southern hemisphere (Zare et al., 2011).

Slope

Slope is very important in terms of agricultural and afforestation works. In places where the slope is very low, it can have a negative effect in terms of drainage. When the slope of an area is not suitable, it results in limitations for afforestation operations including limited ability to work with different machineries, limited presence in the forested area, harsh climatic and environmental conditions and so on. Therefore, more gentle slopes are more desirable for afforestation. Slope

was a factor of evaluation of forestry capability (Hashemi, 2018).

Erosion

Two types of erosion have been investigated, namely water erosion and soil erosion. Separate classification has been made for erosion degrees and wind erosion.

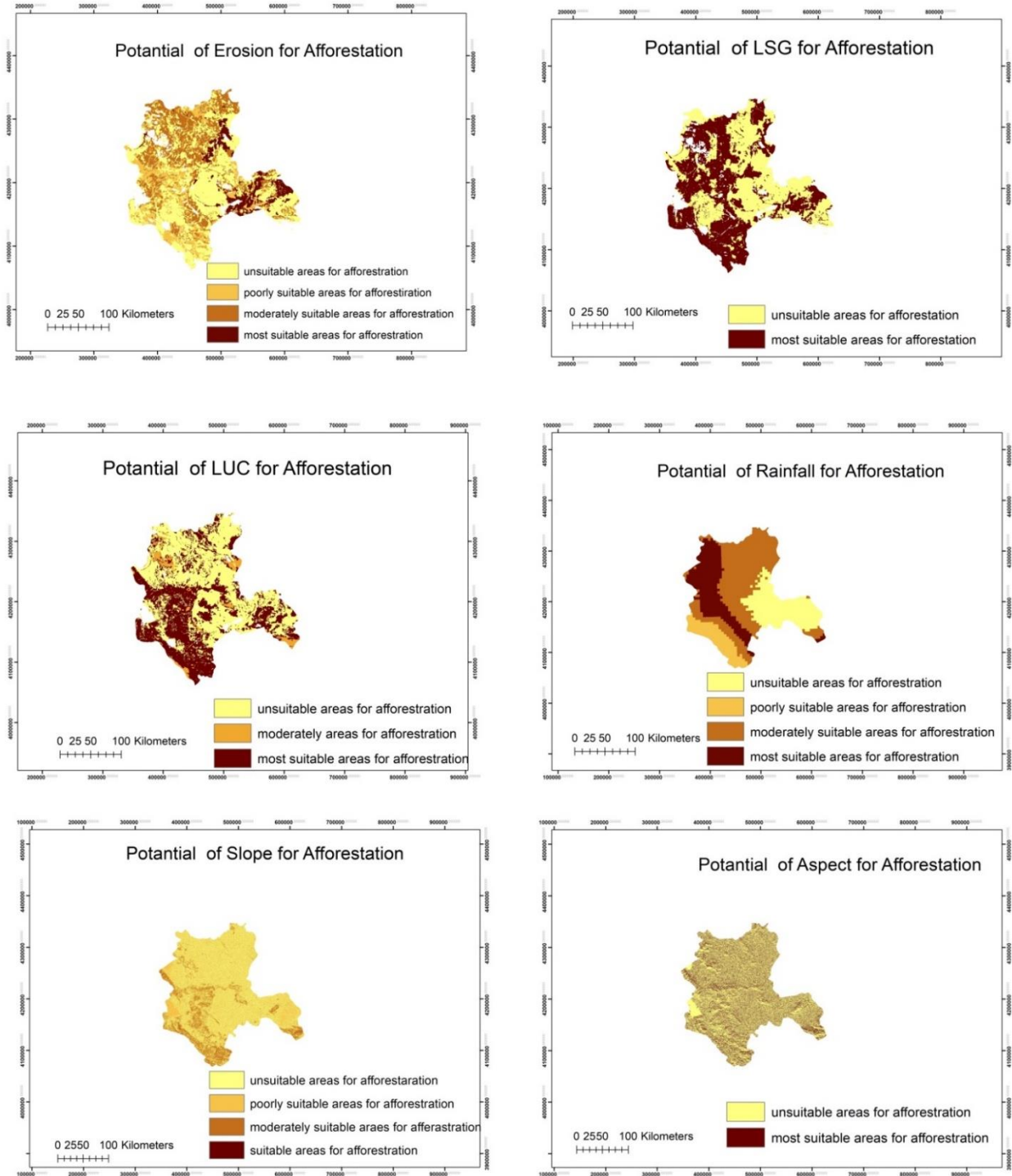


Figure 2: Potential Areas of Afforestation According to Layers

2.3. Determination of the most suitable areas to be afforested using AHP method

The AHP (Saaty ,1980) has found its way into various decision areas. It compares alternatives pair-wise, finds a complete ranking of the alternatives, and provides an overview of the complex relationships between decision elements (i.e., criteria and alternatives)

by structuring them into hierarchies. An important step in this method is the construction of an evaluation matrix for each criterion, within which the values of the attributes of the different alternatives are compared amongst each other in pair-wise fashion. Each comparison is based on a verbal or numerical (ranging from 1 to 9) scale. According to this scale, 1,3,5,7 and 9 is respectively defined as equally important, a little more

important, quite important, much more important, definitely more important, and 2, 4, 6, 8 as intermediate values. In the application of the AHP method, the matrices created with the data obtained from the expert opinions are evaluated by combining with the geometric mean. Consistent answers of decision-makers when making binary comparisons are important in solving the problem in terms of the reliability of the study (Saaty, 1980).

As part of the research, the literature (Ismail 2009; Eslami et al., 2010, Piran et al., 2013; Hashemi, 2018; Muğla & Türk, 2020) and expert opinions were used to generate pairwise comparison matrices and determine parameter weights.

Table 1. Comparison matrix and weights of layers

LAYERS	1	2	3	4	5	6	WEIGHTS
LUC	1						0.36
(LSG)	1	1					0.36
Rainfall	1/5	1/5	1				0.14
Aspect	1/7	1/7	1/5	1			0.05
Slope	1/9	1/9	1/7	1/3	1		0.03
Erosion	1/7	1/7	1/3	3	5	1	0.08
(CR)				0.08459			

The weights of each criterion (Table 1) were calculated using the paired comparison matrices created. The weight of the parameters was calculated after the comparison matrix. The consistency ratio was found as CR = 0,085. which is the highest value determined for the correct execution of the study, there was no need to repeat the pairwise comparison method (Saaty, 1980) The map of the study area was produced by collecting all weighted layers by using the weighted sum overlay method in ArcGIS software with the obtained weights (Fig. 3).

2.1. Website design

After the determination of the areas to be afforested in Konya 10 area of most suitable areas were selected and these was displayed on the website. For this website "html code" created using the blogger website. Then the location of the most suitable areas, the capacity of the fields, the suitable type of saplings for planting, and the beginning of planting were integrated in this website. In this way, the map of dynamic afforestation areas on the web is made available to users on the internet. This platform is made available to everyone at <https://konyagac.blogspot.com/>. In addition, information about the transition to the websites of the

General Directorate of Forestry and TEMA (The Turkish foundation for combating erosion reforestation and the protection of natural habitats) and the sapling planting stages were shared with the public in order to get information on the site (Fig.4)

3. RESULTS AND DISCUSSION

Afforestation studies have gained importance in recent years in order to reduce the negative effects of industrialization and urbanization on the environment in cities. While the impact of technology on the environment has been highly negative, the concept of environmental technology could save our planet from the harm

One of these environmental technology tools is GIS. It is a powerful tool for environmental data analysis and planning. in the study, the combined AHP and GIS methodology which consists of stages such as structuring AHP hierarchy, describing evaluation criteria, doing pairwise comparisons, and preparing criterion maps and suitability maps of afforestation has been applied. From the weights derived from the AHP method, it can be seen that LUC and LSG were strong factor in a multi-criteria evaluation in Konya. However, the slope factor had the lowest value, because in the study area slope is very low all over the Konya. But in in Malaysia Ismail’s study, the slope factor had the highest value, in Sivas/Turkey Muğla and Turk’s study slope factor is a middle value. This shows the importance of expert opinion in a pairwise comparison, and the effect of any of these parameters is different in dissimilar areas based on our research objective (Hashemi, 2018). The research must be evaluated according to the characteristics of the study area. Because the study area lacked a large-scale afforestation area inventory map, the accuracy of the model was determined by examining the proper identification of the parameters and their effects on the value.

In the evaluations of the areas that can be afforested area for Konya province, it has been determined that 15% of the study area is the most suitable for the afforestation area, 25.52% is suitable, 28.95% is medium, 12.76% is low and 17.77% is very low. The map showing these determined areas and the boundaries of Konya district were overlapped (Fig. 2) and the distributions of the areas that can be afforested in the districts of Konya were determined. Derebucak, Ahırlı, Bozkır, Hadim, Akören, Derbent districts, south of Seydişehir, south of Seydişehir, south-east of Karapınar and north-facing areas of Ereğli were found to be suitable for afforestation. In the central districts, it was observed that the west of the Selçuklu district, the north and north east of the Meram district were suitable for afforestation, and the Karatay district was moderately suitable and unsuitable for afforestation.

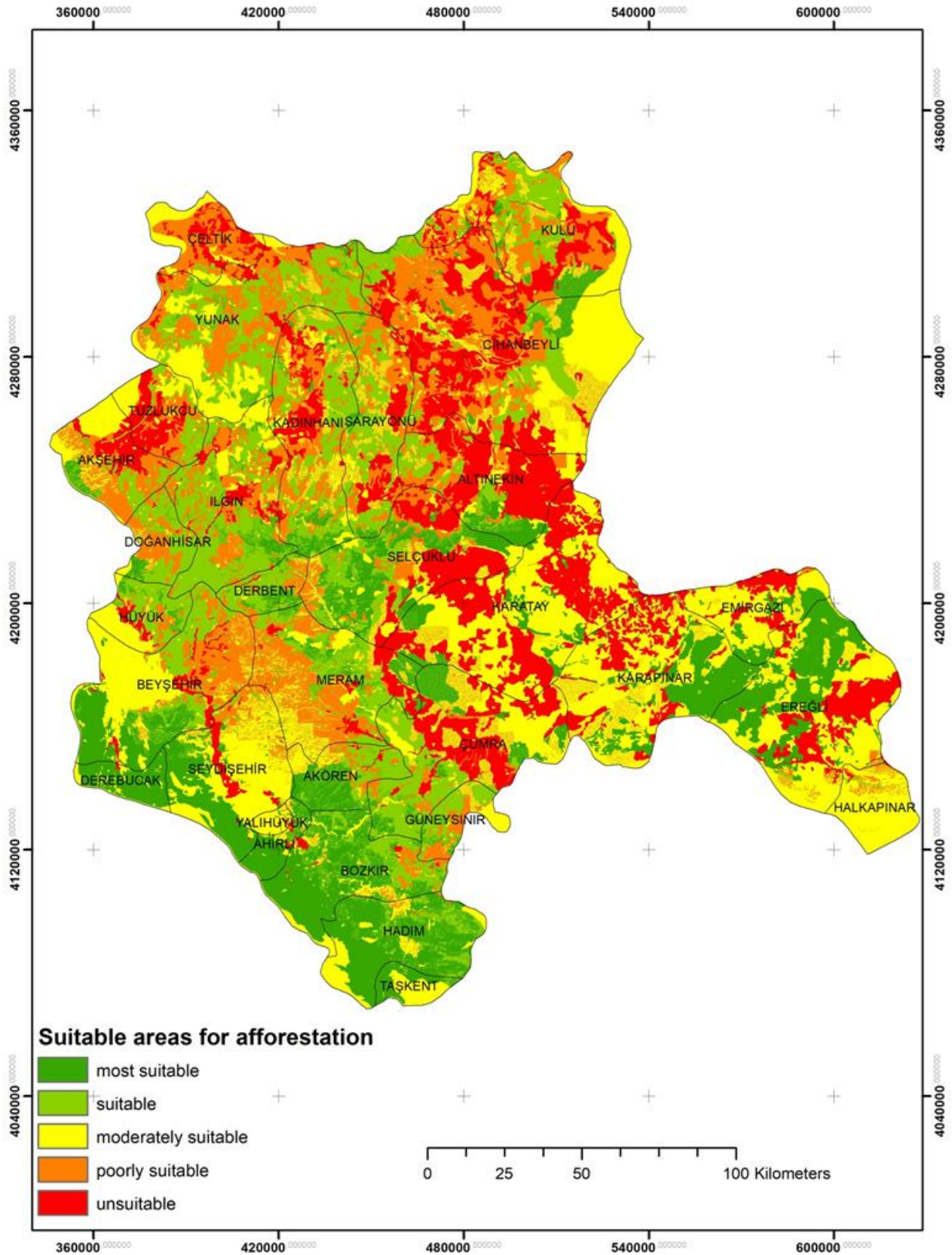


Figure 3. Suitability map of afforestation area

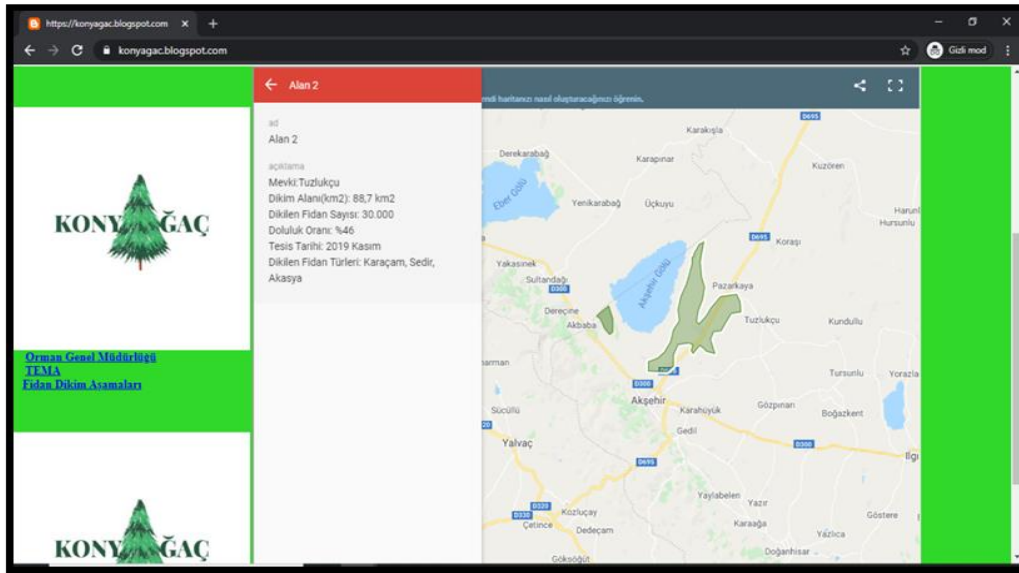


Figure 4. Sample view from the website

By determining the areas to be afforested, and combining the information of the sample areas among the areas deemed appropriate positionally, a platform open to everyone was created on the web. With this platform, which is broadcast on the internet, it has been ensured that different users can access other services and other platforms simultaneously. A web map is more than just any map because it makes GIS more accessible, more affordable and more common.

4. CONCLUSION

AHP with GIS provides an ideal tool for modelling with flexibility and the ability to conduct spatial modelling operations for site suitability assessments. In this study, the suitability map of afforested areas in Konya province was produced with GIS and AHP methods. The map was created from, land use capability (LUC), large soil groups (LSG), rainfall, erosion, aspect and slope layer and it was classified in 5 categories as "most suitable, suitable, moderately suitable, poorly suitable and unsuitable areas. As a result of the study, it was observed that the south and south west of Konya are more suitable for afforestation. In the second stage of the study, to identify the most suitable areas for users on the internet 10 different areas determined from suitability map of afforest area. This area was presented to those who wanted to plant trees on the internet. It is thought that this pilot application theme can be further developed with the participation of the Ministry of Forestry and local people in such studies.

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

- Ateşoğlu A (2015). Remote sensing and GIS applications for suitable afforestation area selection in Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 65(1), 53-59.
- Bandy D (1994). Alternatives to slash-and-burn. A global strategy. *International Centre for Research in Agroforestry*, Nairobi, Kenya.
- Dilek E F, Şahin Ş & Yılmaz İ (2008). Afforestation areas defined by GIS in Gölbaşı specially protected area Ankara/Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 144(1), 251-259.
- Eslami A, Roshani M & Hassani M (2010). The application of GIS in selection of suitable species for afforestation in southern forest of Caspian Sea. *Journal of Environmental Sciences* 4(3), 223-226.
- Güner Ş T, Çömez A, Özkan K, Karataş R & Çelik N (2016). Modelling the productivity of Anatolian black pine plantations in Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 159-172.
- Hashemi S A (2018). Ecological capability evaluation for afforestation and forest expansion using Geographic Information System (GIS) in management area of Caspian Sea. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(4), 3761-3768.
- Ismail M H (2009). Developing policy for suitable harvest zone using multi criteria evaluation and GIS-based decision support system. *International Journal of economics and finance*, 1, 105-117.
- Kalu C, Edet D I & Chukwuenye C E (2014). Assessment of Afforestation and Reforestation Efforts by Forestry Department, Ministry of Environment, Imo State. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 6(2), 54-65.
- Kantarci M D, Özel H B, Ertekin M & Kırdar E (2011). An assessment on the adaptation of 6 tree species to steppe habitat during Konya-Karapınar sand-dune

- afforestations. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 13(19),107-127.
- Muğla M K & Türk T (2020). Detection of potential afforestation fields by analytical hierarchy process and geographical information systems. *Journal of geodesy and geoinformation*, 2,103-120.
- Nas B & Berktaş A (2006). Groundwater contamination by nitrates in the city of Konya,(Turkey): A GIS perspective. *Journal of Environmental management*, 79(1), 30-37.
- Piran H, Maleknia R, Akbari H, Soosani J & Karami O (2013). Site selection for local forest park using analytic hierarchy process and geographic information system (case study: Badreh County). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(7), 930-935.
- Saaty T L (1980). The analytical hierarchy process, planning, priority. Resource allocation. *RWS publications*, USA.
- Tonguç F, Kadioğulları A İ & Gürkaynak M (2017). Determining Priorities of the Potential Reforestation Areas Using Geographical Information Systems with Special Reference to Kahta State Forest Administration. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19(1), 229-239.
- Jing W, Zhao W, Jia L, Hu X & Cherubini F (2021). Soil desiccation trends after afforestation in the Loess Plateau of China. *Journal of Soils and Sediments*, 1-12.
- Zare R, Babaei K S & Mataji A (2011). Suggestion the appropriate species for afforestation in South Hillside of Alborz Mountain by using GIS (case study: Dareh Vesieh Watershed). *Renewable Natural Resources Research*, 2(1), 55-67.
- Zorner R J, Trabucco A, Bossio D A & Verchot L V (2008). Climate change mitigation: a spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 126, 67-80.
- Zydroń A & Bober Ł (2013). Opracowanie koncepcji zalesień dla gminy Tarnowo Podgórze. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15(3), 2942-2961.



© Author(s) 2021.

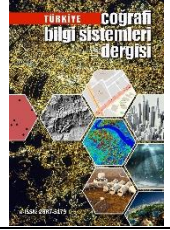
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Bilişim Teknolojileri ile Kültürel Mirasın Tanıtılması: Gümüşhane Süleymaniye Cami Gökbörühan Tuğ¹, Yasemin Şişman²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana bilim Dalı, Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:
Kültürel Miras
Süleymaniye Cami
Gümüşhane
Üç Boyutlu Modelleme
CBS

Kültürel mirasın korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması amacıyla yapılan çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle, yapılan çalışmalarda bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmak gerekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) turizm konulu uygulamalar için güçlü bir teknolojik araç kümesi sunmaktadır. Bu teknolojilerin en önemlilerinden biri de üç boyutlu model oluşturma ve paylaşım sistemleridir. Bu çalışmada zengin kültür ve tabiat varlıklarına sahip olan ancak, bilinirliği ve turizm kapasitesi henüz yeteri düzeyde olmayan Gümüşhane ilinin de Süleymaniye mahallesindeki tarihi Süleymaniye Camisi'nin 3B modeli oluşturulmuş ve elde edilen modelin Google Earth üzerinde gösterimi gerçekleştirilmiştir.

Introducing Cultural Inheritance Using Information Technologies: Gümüşhane Süleymaniye Mosque

Keywords:
Cultural Inheritance
Gümüşhane
Süleymaniye Mosque
Three-Dimension Modeling
GIS

ABSTRACT

The studies made on the purpose of protecting cultural inheritance and transferring to the next generations had been become crucial day by day. Also, it has increased to use the information and communication technologies in these studies. The one of the most important of these technologies is three-dimensional modelling and sharing systems, which is one of the virtual reality applications. In this study, 3D modelling of the historical Süleymaniye mosque, which has fertile cultural and natural properties but its awareness and tourism capacity are not sufficient, in the Süleymaniye neighbourhood of Gümüşhane is constituted and demonstration of obtained model on the Google Earth is performed.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

*(gkbrhn@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-4090-3776
(ysisman@omu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6600-0623

Tuğ G & Şişman Y (2021). Bilişim Teknolojileri ile Kültürel Mirasın Tanıtılması: Gümüşhane Süleymaniye Cami. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 96-103.

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 22/12/2020; Kabul Tarihi: 11/11/2021

1. GİRİŞ

Kültürel mirasın sadece sınırları içerisinde bulunduğu ülkelerin değil tüm insanlığın evrensel mirası olduğu, her toplumun üzerine inşa edildiği temel taşlarının, var oluşundan bugüne kadar yer kürenin neresinde olursa olsun insanlığın yaşadığı her andan, aldığı her nefesten izler taşıdığı kabul edilmektedir. Tarihi miraslar, ülkelerin tanıtımları, turizmleri ve ekonomik gelişimleri gibi birçok yönden önem taşımaktadır. Türkiye ise bu şekilde birçok tarihi ve kültürel varlığa sahip olan şanslı ülkeler arasındadır. Tarihi ve kültürel miraslara sahip olmak önemli bir avantaj olduğu gibi, bu mirasları korumak, tanıtmak ve yaşatmak da oldukça önemlidir. Bu sebeple Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), önemli tarihi mirasların korunmasına katkı sağlayabilmek adına dünya tarih mirası listesi oluşturmaktadır. Böylece, ülkelerin tarihi yapılarını ve tarihi miraslarını korumalarına yardım edilmektedir (Arca, 2010).

İnsanların gelecekteki yaşam biçimleri düşünüldüğünde, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemeler doğrultusunda artan konfor olanakları sebebiyle, eğlenme ve dinlenme amacıyla kullanabilecekleri alanlara ve turizme daha fazla eğilim göstereceği düşünülmektedir. İnsanlar, zamandan ve iş yükünden kayda değer kazanımlar elde edip, bunu bir yaşam biçimi haline getirebileceklerdir. Turizm sektörünün bu tür ilerlemelerden önemli ölçüde faydalanacağı söylenebilir. Turizm sektör yöneticileri ve planlama uzmanları, özellikle de turistler, bilgi teknolojilerindeki yeni oluşumları ihtiyaçları doğrultusunda takip etmektedir. Turizmin ekonomimizde çok büyük bir rol üstlendiği düşünüldüğünde, bu alanda yapılabilecek ilerlemeler, tüm dünyada kabul gören ve faydalanılan teknolojilerin kullanılması ile mümkündür.

İnternet teknolojisinin de yaygınlaşması birçok ülkenin bu teknolojiyi turizm potansiyellerini tanıtımda kullanmasına yönlendirmiştir. Çünkü dünyanın her yerinden ülkelerin yaptığı turizmsel tanıtımlara ulaşabilmektedir. Ayrıca turizm olgusundaki tarihi ve kültürel eserlerin gezilip görülecek yerler olması konum bilgisini ön plana çıkarmıştır. Buna bağlı olarak da turizm faaliyetlerinin tanıtımında Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. İnternet ve CBS teknolojilerinin bir arada kullanılmasıyla turistik bilgi, çok daha geniş kitlelere erişerek turistik bilgi dağıtımında geleneksel olarak yaşanan sorunlar ortadan kaldırmaktadır (Demirci & Kavzoğlu, 2010).

Çok çeşitli tanımları yapılan CBS'yi Yomralıoğlu (2002), konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde gerçekleştirecek bir bilgi sistemi olarak ifade ederken, Wright (1994) ise grafik ve grafik olmayan her türlü mekânsal bilginin toplanması, depolanması, birbiriyle ilişkilendirilmesi, güncellenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi ve sunulması işlemlerini yerine getiren temel bir teknoloji olarak tanımlamıştır.

Üç Boyutlu (3B) modelleme günümüzde mühendislik alanından tıp alanına kadar birçok yerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde temel haritaları referans olarak oluşturulan 3B modellerin çeşitli amaçlar için üretimi ve kullanımı daha da yaygınlaşmıştır. 3B modellerin tarihi eserlerin korunması, tahrip olmuş veya kayıp olan tarihi yerlerin sanal ortamda yeniden oluşturulması ve restorasyonu gibi alanlarda 3B modellemeye faydalanılmaktadır (Paris ve Müller, 2001).

3B modelleme ve görselleştirme teknikleri ilerleyen teknolojiyle doğru orantılı şekilde hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Bilhassa söz konusu teknolojilerin oyun ve animasyon sektörlerinde kullanılmasıyla 3B modeller, hem mekânların modellenmesi için hem de diğer uygulamalarda sıkça kullanılmıştır (Murata, 2004). Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve 3B modelleme projeleri ile kurulmuş haritaların özellikleri bakımından dünyada kendini kanıtlamıştır (Rüstemov, 2014).

Sanal küre programları günümüzde sıklıkla kullanılmakta olup, kullanıcılara internet üzerinden hizmet vermektedir. Bu programların en sık kullanılanlarından biri Google Earth'dür. Google Earth programı yeryüzünü uydudan ya da uçaktan gözlemleniyormuş gibi gösterir. Bu efekti sağlamak için Genel Perspektif adı verilen ve Ortografik Projeksiyon ile benzerlik gösteren bir projeksiyon kullanılır. Google Earth görüntü olarak üç boyutlu küre, uydu ve hava fotoğrafını, yükseklik bilgisi olarak da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verilerini kullanır (Mohammed vd., 2013; Atak, 2019). Google Earth kullanıcılara yüzeyi ve yapıları 3B gösterebilme konum ve yükseklik bilgilerini sunma ve uçuş simülasyonu gerçekleştirme gibi pek çok fonksiyonu sağlamaktadır.

Doğal ve yapay nesnelere modellemek için değişik birçok 3B modelleme programı olsa da özel olarak mimarlar ve mühendisler için tasarlanmış olan SketchUp yazılımı detaylı bina modellemelerine daha yatkın bir uygulama yazılımı olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca SketchUp programının bir dönem Google Earth'ün üç boyutlu modelleme ara yüzü olarak kullanılması programın kullanım oranını artırmıştır. Bu programın "3B Ambar" menüsü yardımıyla kullanıcıların yaptıkları modelleri Google Earth üzerinde görülmesine olanak sağlamaktadır (Arslan vd., 2009).

Son zamanlarda ülkemizde tarihi ve turistik mekânların üç boyutlu modellemesi konusunda yapılan çalışmalar artış göstermektedir. Demirel vd., (2010) Göksu Deltasının üç boyutlu haritasını oluşturarak morfolojik farklılıklar ortaya koymuşlardır. Safranbolu tarihi kentindeki tarihi yapıların gerçeğine uygun olarak üç boyutlu modellenmesi ve bilgi sistemi oluşturulması Arca (2010) tarafından çalışılmıştır. Özdemir (2011), Davutpaşa Kampüsü'ndeki binaların üç boyutlu modellenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile sunulması üzerine çalışmıştır. Ayrıca Çalhan vd., (2020) Coğrafi bilgi sisteminin turizm endüstrisindeki önemi: kültürel mirasın belirlenmesinde kullanımını için bir doküman analizi çalışması ile CBS'nin turizm sektöründe kullanımının az olduğu, CBS'nin turizm sektöründe kullanıldığında etkin verilerin elde edilmesini sağladığı, planlı ve sürdürülebilir turizm hareketleri için teknolojik

yeniliklerden faydalanma amacıyla CBS'nin kullanımının turizm alanında yaygınlaştırılması gerekliliğine vurgu yapmışlardır.

Bu makalede; Gümüşhane ili kültürel mirası ve bu miraslardan biri olan tarihi Süleymaniye Camisi için 3B modelinin oluşturulmuş ve oluşturulan modelin Google Earth üzerine aktarımı gerçekleştirilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Turizm

Turizm, insanların sürekli, çalıştıkları ve her zamanki olağan ihtiyaçlarını karşıladıkları yerlerin dışına seyahatleri ve buradaki, genellikle turizm işletmelerinin üretimi mal ve hizmetleri talep ederek, geçici konaklamalarından doğan olaylar ve ilişkiler bütünü olarak tanımlanabilir (Kozak vd., 2001). 1950 yılından sonra tüm dünyada gelişen turizm olgusu ülkemizde 1960 yılından sonra bir hizmet sektörü olarak kabul edilip kalkınma planlarına alınmasıyla hız kazanmış 1963 yılında kurulan Turizm Bakanlığı ile ivme kazanmıştır (Demirci, 2010). Türkiye 2006 yılının sonlarına doğru ulusal çapta bir turizm stratejisi ve buna bağlı olarak da 2007 – 2013 yılları arasında kapsayan bir eylem planı hazırlamıştır. Bu strateji belgesinde amaçlanan ise turizmden daha çok gelir elde etmek ve turizm potansiyeli olan bölgelerin gelişmesini sağlamak olarak ifade edilmiştir (Arslan, 2014).

Türkiye ve benzeri gelişmekte olan ülkeler için ekonomik ilerlemenin sağlanabilmesi, ürün ve hizmet üretimi sayesinde ihracatın artırılmasına bağlıdır. Böyle bir gereklilik ülke idarecilerini, sanayileşmeye katkı sağlayacak olan ekonomik kaynakların oluşturulması amacı ile turizme yönlendirmektedir Gelirin yatırımlara yönlendirilebilmesi adına turist sayısının ve turizm gelirlerinin artırılması büyük önem arz etmektedir (Yılmaz, 2008).

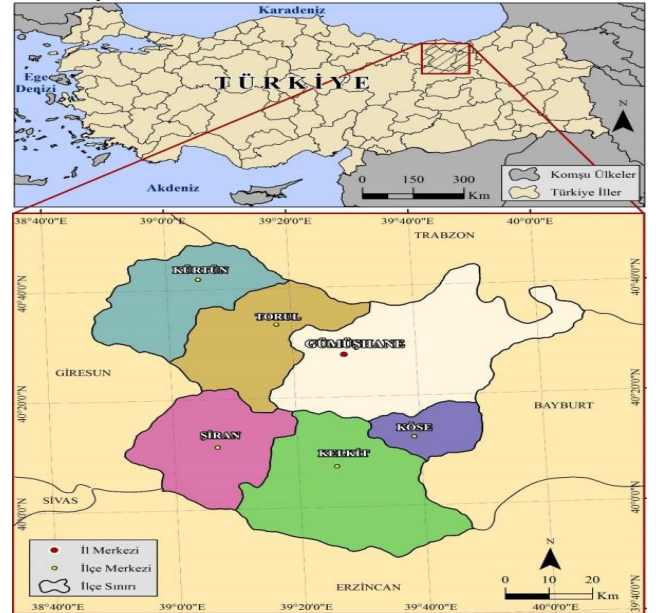
2.2. Kültürel Miras

Kültür mirası ya da kültürel miras, önceki nesillerden aktarılmış ve evrensel değerlere sahip olduğuna inanılan eserlere verilen genel bir isimdir. Türkiye sahip olduğu zengin tarihi ile kültürel anlamda birçok tarihi esere ev sahipliği yapmaktadır. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altında yürütülen çalışmalar sonucunda ülkemizin, bugüne kadar UNESCO Dünya Miras Listesi'ne Şekil 1'de harita üzerinde görüldüğü gibi 18 adet kültür varlığı dâhil olmuştur.



Şekil 1. Türkiye UNESCO dünya mirası listesindeki yerler (Coğrafya, 2019)

Türkiye'nin kültürel miras bakımından önemli illerinden biri Gümüşhane'dir. Doğu Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde yer alan Şekil 2'de konum bilgileri bulunan Gümüşhane İli Prehistorik devirlerden beri önemli yerleşim izlerinin bulunduğu bir bölge olarak dikkati çekmektedir.



Şekil 2. Gümüşhane ilinin konumu (Sargın & Demir, 2018)

Prehistorik devirleri takiben Hitit, Urartu, Pers, Sani, Roma, Bizans, Emevi, Abbasi, Rum ve Pontus Devletleri ile Selçuklu, İlhanlı, Akkoyunlu ve Osmanlıların egemenlik sınırları içinde bulunan Gümüşhane ve çevresinde bu devletlerin geliştirdikleri medeniyetlerin canlı izlerini bugün de bulmak mümkündür. Gümüşhane ve ilçelerinde (Şiran, Kelkit, Torul, Kürtün ve Köse) eski devirlerin izlerini taşıyan pek çok eser günümüze kadar ulaşmıştır. Başta kaleler, burçlar, gözetleme kuleleri gibi askeri amaçlı tesisler, manastır, kilise, şapel, ayazma, cami, gibi dini yapılarla hamam, köprü, han, türbe, kümbet, çeşme, konak ve evler gibi sivil ve sosyal amaçlı yapılar gerek şehir merkezinde gerekse il hudutları içerisinde farklı pek çok kısımda mevcuttur (Çiğdem vd., 2008). Gümüşhane iline ait önemli tarihi yerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gümüşhane ili tarihi yerler

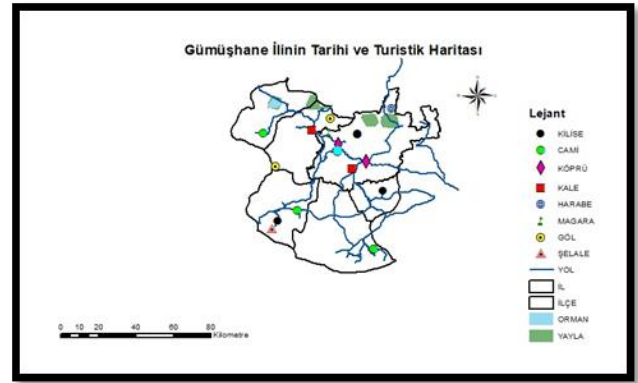
İl	İlçe	Kullanım Amacı	Adı
Gümüşhane	Merkez	Konak	Zakirzade Bey Konağı
Gümüşhane	Merkez	Konak	Özdenoğlu Konağı
Gümüşhane	Merkez	Konak	Balyemez Konağı
Gümüşhane	Merkez	Kilise	Hagious Stephaous Kilisesi
Gümüşhane	Şiran	Manastır	Çakırkaya Kilisesi
Gümüşhane	Şiran	Manastır	Şapel
Gümüşhane	Köse	Kilise	Köse Yaylım Köyü Kilisesi
Gümüşhane	Merkez	Manastır	İmera Manastırı
Gümüşhane	Kürtün	Cami	Kürtün Söğüteli Cami
Gümüşhane	Merkez	Cami	Süleymaniye Cami
Gümüşhane	Şiran	Türbe	Firdevs Hatun Türbesi
Gümüşhane	Kelkit	Kümbet	Çamur Köyü Kümbeti
Gümüşhane	Merkez	Köprü	Harşit Çayı Köprüsü
Gümüşhane	Merkez	Köprü	Tohumoğlu Köprüsü
Gümüşhane	Torul	Kale	Torul Kalesi
Gümüşhane	Merkez	Kale	Kov Kalesi
Gümüşhane	Merkez	Antik Kent	Santa Harabeleri
Gümüşhane	Merkez	Antik Kent	İmera Antik Kenti

2.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Turizm Amaçlı Kullanımı (Turizm-CBS)

Turizm alanlarında ziyaretçilerin tercih ettiği mekânsal-zamansal dağılım, turizm olanakları, ziyaretçi ulaşım olanakları, iklimsel özellikler, tercih edilen doğanın anlaşılması, tesisler ve tesisler arasındaki ilişkilerin sunularak turistlerin algılarının artırılması ve sürdürülebilir turizm altyapısını planlamak için CBS önemli avantajlara sahiptir. Özellikle kültürel miras alanında meta verinin daha yoğun olması CBS'nin bu alanda kullanılmasına daha fazla ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Kültürel mirasın korunması, saklanması ve ulaşılabilir olmasında CBS önemli bir araç niteliği taşımaktadır (Çalhan vd., 2020).

Günümüzde kişilerin turizm düşüncesi ve anlayışında önemli değişiklikler olmuştur. Bir yere gidelim ziyaret edelim düşüncesi bitmiş bunun yerine ilgi alanına göre turizm türüne katılım için tatil programı yapılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda insanlar tatile gitmeden önce planlama ve çeşitli araştırmalar yapmaktadır. Turizmsel değerin tanıtımı ve gerekli bilgi alınması için en fazla kullanılan yöntemin harita kullanımı olması tanıtım amaçlarına göre birçok harita hazırlanmasına neden olmuştur. Günümüz imkânlarında internet teknolojisinin dünyanın her yerine ulaşması, haritaların dijital ortamda sunulabilmesi ve daha fazla kişiye ulaşılabilmesinden dolayı birçok ülke turizm haritalarına yönelmiştir (Demirci & Kavzoğlu, 2010).

Gümüşhane ilinde bulunan tarihi ve turistik yerlerin sayısal verileri kullanılarak hazırlanan harita Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Gümüşhane için hazırlanan tarihi ve turistik harita

2.4. Süleymaniye Camii

Eski Gümüşhane yerleşim merkezinde yer alan Süleymaniye mahallesinde bulunan cami, küçük bir külliye konumunda, çeşme, hazire, türbe ve günümüze ulaşamayan, varlığı çeşitli kaynaklardan bilinen bir medrese yapılarıyla birlikte inşa edilmiştir. Caminin üzerinde bir kitabesi bulunmayıp, kuruluş tarihinin 16. yüzyıla kadar dayandığı düşünülmektedir. Kanuni Sultan Süleyman tarafından yaptırıldığına inanılan Süleymaniye Cami, günümüze ulaşana dek birçok tadilat ve restorasyon geçirmiş ve bu süreçlerde orijinal özelliklerinden bazılarını yitirmiştir. En son 2006 yılında yapılan restorasyonda iç kısmı ve son cemaat yeri yenilenmiş, avlusuna gasilhane ve tuvaletler eklenerek Şekil 4'deki görseli elde edilmiştir. Eski belgelerde etrafında evlerle çevrili olduğu görülen caminin, o zamanlarda da kiremit çatıya sahip olduğu bilinmektedir. Süleymaniye Camisinin içinde 1868, 1874, 1881 ve 1900 tarihli levhalar yer almaktadır. 1868 ve 1874 tarihli levhalarda bulunan hatları Muhammed Şefik yazmıştır. Salih isminde bir sanatkâr ise mihrap üzerinde yer alan Ayet-i Kerime'nin hattatıdır. Caminin mezar taşları ve levhaları eşsiz kültür eserlerimiz arasındadır (Çiğdem vd., 2008).



Şekil 4. Süleymaniye camii (Dolu, 2010)

2.5. Üç Boyutlu (3D) Modelleme

Bir nesneye ilişkin geometrik verilerin vektörel olarak bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak ifade edilmesine modelleme denir. Yeryüzündeki nesnelerin üç boyutlu olarak modellenmesi, bilgisayar ortamında

doğruluk oranı yüksek değerlendirmeler yapılabilmesine olanak sağlar (Doğru vd., 2009).

3B modellemede lazer tarama ve fotogrametrik yöntem sıklıkla kullanılmaktadır. Elde edilen veriler, Lazer tarama yönteminde nokta bulutu olarak ifade edilir. Nokta bulutları, değişik yöntemlerle bir araya getirilmekte ve gerekli düzenlemeler yapılarak üç boyutlu modeller oluşturulmaktadır. Yersel fotogrametrik yöntem ile nesnelerin değişik açılardan çekilmiş ve bindirme oranları hesaplanmış fotoğraflar kullanılarak üç boyutlu modeller elde edilmektedir. Diğer yöntemlerle kıyaslandığında lazer tarama yöntemi, üç boyutlu verileri elde etmede daha kolay ve daha hızlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Duran vd., 2017).

3B modellemede kullanılan yazılımlar oldukça gerçekçi görüntüler oluşturma imkânını sağlamaktadırlar. Fotografik simülasyon, fotomontaj vb. teknikler kullanılarak, fotografik imkanlarla yeryüzünün gerçek görüntüleri hazırlanabilmektedir. Bunlarla birlikte renk ve doku kaplama yöntemleriyle de modelleme kolaylaştırılabilmektedir (Zelevnik, 1997). Son yıllarda 3B modelleme çalışmalarında çeşitli yazılımlar geliştirilmiş ve kullanılmıştır, bu yazılımlardan biri de SketchUp Pro'dur.

2.5.1. SketchUp Pro

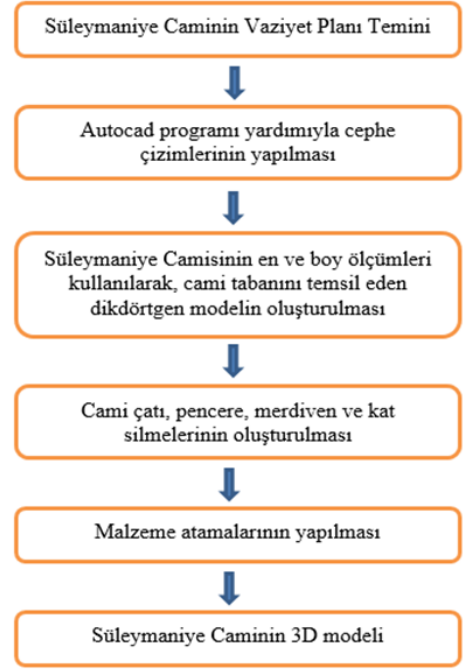
SketchUp, mimari, iç tasarım, inşaat ve makine mühendisliği, film ve video oyun tasarımı gibi uygulamalar için bir üç boyutlu modelleme programıdır. Ücretli ve ücretsiz olarak temin edilebilmektedir. Ancak, ücretsiz olan versiyonu ek uygulamaların kullanımı açısından daha kısıtlı kalmaktadır. Ücretli olan versiyonu SketchUp Pro olarak adlandırılmıştır. 2000 yılı başından 2006 yılına kadar bağımsız bir yazılım olan SketchUp sonraları Google tarafından satın alınarak 2012 yılına kadar kullanıcılara sunulmuştur. Şu an için SketchUp, Trimble Navigation adlı şirkete aittir.

Yazılım, kullanıcılar tarafından kullanılması kolay ve kullanıcıların geliştirmiş olduğu projeleri paylaşabilecekleri bir 3B warehouse adı verilen bir depolama ortamı sunmaktadır. Ayrıca, bu programda bir şehrin üç boyutlu olarak modellenmesi yapılabilmektedir ve elde edilen modeller, Google Earth ortamına aktarılabilir (Arslan, 2014).

Kullanıcı dostu olan SketchUp programının karmaşık olmaması ve daha az menü kullanılarak modelleme işleminin gerçekleştirilmesi bu yazılımın başlıca avantajı ve tercih edilme nedenidir. Bu nedenle Süleymaniye Camisinin 3B modellenmesi yapılırken SketchUp programı tercih edilmiştir. SketchUp yazılımı deneme sürümü temin edilerek kullanılmıştır.

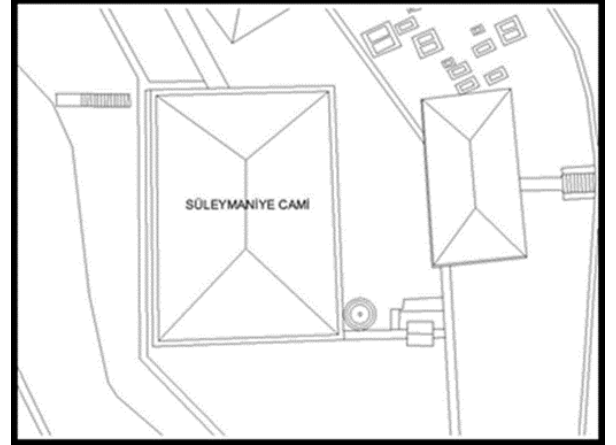
2.6. Süleymaniye Cami'sinin 3B Modelleme Çalışması

Süleymaniye Camisi'nin 3B modelleme çalışmasında caminin vaziyet planı ile fotoğrafları kullanılarak, SketchUp ortamında çizimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan üç boyutlu modellemede işlem adımları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Üç boyutlu modellemede işlem adımları

Süleymaniye Camisinin Şekil 6'daki vaziyet planı ile caminin fotoğraflarından yola çıkarak cephe çizimleri yapılmış ve Şekil 7'deki görsel elde edilmiştir.



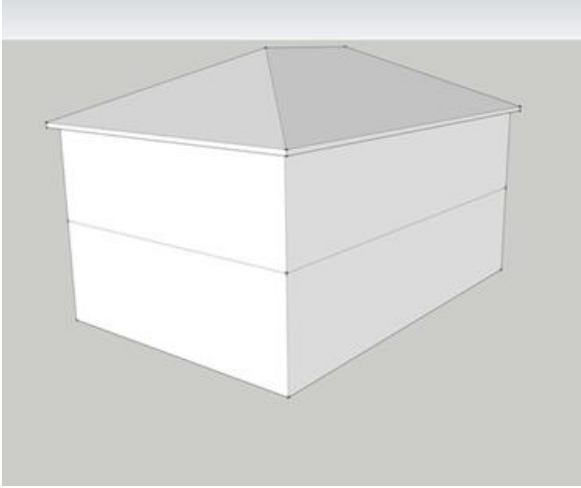
Şekil 6. Süleymaniye cami vaziyet planı



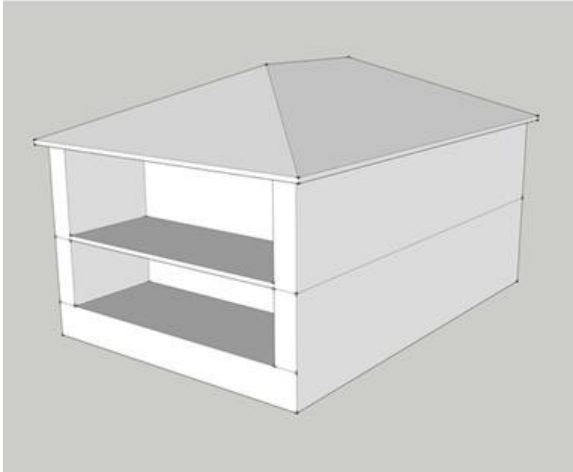
Şekil 7. Cami cephe çizimleri

Süleymaniye Camisi'nin vaziyet planından alınan en ve boy ölçümleri kullanılarak yazılımda en uygun dikdörtgen model çizimi yapılmış ve elde edilen dikdörtgen model caminin yüksekliğine kaldırılmıştır. Bina saçak boyutu dışarı doğru verildikten sonra çatının kırılma noktaları işaretlenerek çatı kısmı oluşturularak Şekil 8'deki görsel elde edilmiştir. Cami giriş cephesinde yer alan ahşap asma katı oluşturmak için mevcut

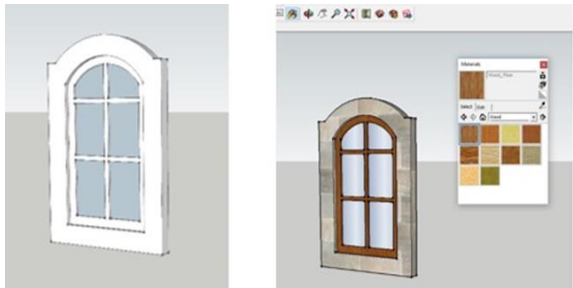
ölçülerde dikdörtgen model oluşturulmuş ve elde edilen dikdörtgen model içe doğru itilerek Şekil 9'daki görsel elde edilmiştir. Ayrıca sayfanın başka bir köşesinde pencere çizilerek söve ve cam kısımları oluşturularak Şekil 10'daki görsel elde edilmiştir. Ayrıca pencereye malzeme atama işi yapılmış ve cephede gerekli yerlere yerleştirme işlemi yapılmıştır.



Şekil 8. Modele çatı kısmının eklenmesi



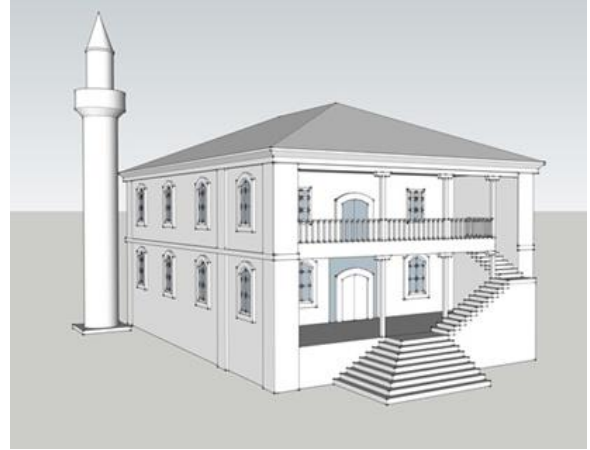
Şekil 9. Modele cami giriş asma katın eklenmesi



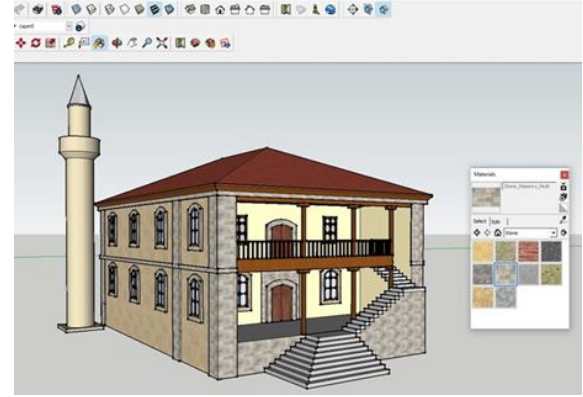
Şekil 10. SketchUp yardımıyla pencere detayının oluşturulması

Minare modelinin oluşturulması için uygun çapta daire çizimi yapılarak yükseklik verilmiştir. Cephede bulunan kat silmeleri ve söveleri cephede işaretlenerek hacim kazandırılmıştır. Cami ön cepesinde yer alan merdivenlerin önce bir basamağı çizilmiş daha sonra kopyalayarak diğer merdiven basamakları oluşturularak Şekil 11'deki görsel elde edilmiştir. Son olarak modele taş, ahşap ve boya renklerine benzer şekilde malzeme

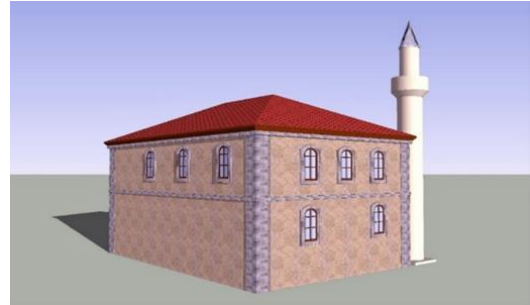
atama işlemi yapılarak Şekil 12'deki görsel elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen Süleymaniye Camisinin 3B modelinin farklı açılardan görselleri de Şekil 13 ve Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 11. Modele minare ve merdiven detaylarının eklenmesi



Şekil 12. Modele malzeme atamasının yapılması



Şekil 13. Arka cephe görünüşü

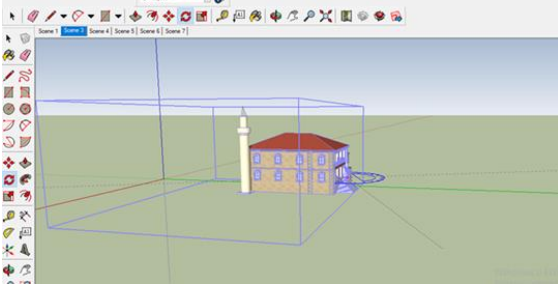


Şekil 14. Ön cephe görünüşü

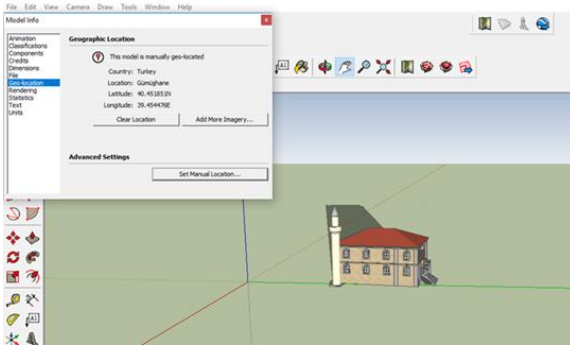
2.6.1. 3B modelin Google Earth'e aktarımı

Süleymaniye Camisinin elde edilen 3B modeline döndürme ve kaydırma işlemleri yapılarak

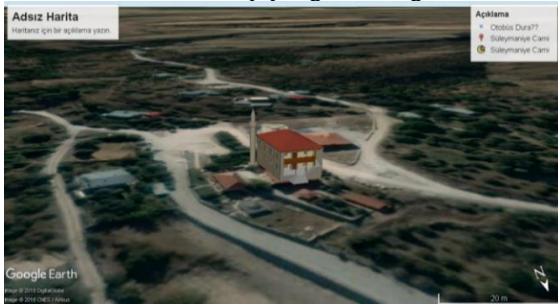
konumlandırılmış ve Şekil 15'deki görsel elde edilmiştir. Elde edilen modelin Google Earth üzerinde gerçek koordinatlarında görülebilmesi için Süleymaniye Camisinin harita üzerindeki koordinatları tespit edilmiş ve Süleymaniye Camisinin koordinatları sisteme Şekil 16'da görülen 'Model Info' menüsü yardımıyla eklenmiştir. Daha sonra da 'Preview Model in Google Earth' komutu yardımıyla üç boyutlu modelin Google Earth'e aktarımı sağlanarak Şekil 17'deki görsel elde edilmiştir.



Şekil 15. Modelin döndürme ve taşıma işlemlerinin yapılması



Şekil 16. Süleymaniye Camisinin gerçek koordinatlarının SketchUp programına girilmesi



Şekil 17. Üç boyutlu modelin Google Earth üzerindeki görüntüsü

3. BULGULAR

Tüm medeniyetlerin kurulup gelişmesinde önemli rol oynayan göl ve akarsu kenarları, iklim, deniz seviyesinden yükseklik, bitki örtüsü gibi coğrafi faktörler, Gümüşhane ve çevresinde de medeniyetlerin kurulmasında etkili olmuştur. Böylece şehrin kurulduğu yıllardan günümüze kadar geçen dönemde çevrede kurulmuş pek çok devletin bu çevreyi de kontrolleri altında bulundurdıkları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu çevrede çeşitli medeniyetlerin bırakmış oldukları kültürel miraslar oldukça fazlalık göstermektedir. Bu kültürel mirasların yaşatılabilmesi ve gelecek nesillere aktarılabilmesi için yapılan çalışmalar arasında üç

boyutlu modelleme uygulamaları önemli bir yere sahiptir.

Üç boyutlu modelleme çalışması yapılırken hata payını en aza indirmek, çizim için harcanan eforu azaltmak, zamandan tasarruf etmek, yapılan çalışmada istenen değişiklikleri kolayca yapabilmek, yapılan işin doğruluğunu kontrol edebilmek, kolayca çoğaltıp paylaşabilmek için AutoCad ve SketchUp programları tercih edilmiştir.

Bu tür programlar kullanılarak yapılan modelleme çalışmaları ile kültürel miras sayılan eserlerin ve doğal güzelliklerin tanıtımının çok daha etkili yapılmasının ve bilinirliğinin artmasının önü açılmış olacaktır. Dünya genelinde ülkelerin turizmden gelen gelirleri ve bunların büyüklükleri ortadayken ülkemizin de sahip olduğu kültür varlıkları ve doğal güzelliklerini daha etkin bir şekilde tanıtması gerekmektedir. Gümüşhane gibi kültür varlıkları ve doğal güzellikleri açısından çok zengin olan bir ilin turizmden elde edeceği geliri kat be kat artırması gerekmektedir. Ülkemizin 2019 turizm geliri yaklaşık 35 milyar dolardır (TURSAB, 2020) ve bu rakamdan Gümüşhane'nin alacağı pay bu tür sanal uygulamaların desteğiyle artacaktır.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, günümüz teknolojisinin sağladığı üç boyutlu modelleme olanaklarından faydalanarak Gümüşhane ilindeki tarihi yapılar için bir örnek sunulmuştur. Merkezde bulunan tarihi Süleymaniye Camisi'nin 3B modellemesi SketchUp programı kullanılarak yapılmış ve Google Earth üzerinde gerçek konumuna yerleştirilmiştir. Bu model ile turistlerin Gümüşhane'ye gelmeden önce bu tarihi yapının durumu hakkında bilgi elde edilebilmesi amaçlanmıştır. 3B modeller bir taraftan turist bilgi sistemlerine destek olmasının yanında bu tip çalışmalar ile de yeni oluşturulacak CBS tabanlı kültür, turizm ve diğer çalışmalara kaynak oluşturabileceklerdir.

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de Covid19 pandemi sürecinde turizm gelirlerinin önemli bir oranda düşeceği tahmin edilmektedir, bu süreçte bireyler sanal ortamlarda daha çok vakit geçirmektedir. Ancak sanal ortamlardaki bu tür uygulamalarla pandemi sonrası dönem için hazırlıkların yapılması, tanınırlık ve bilinirliğin artırılması ile turizmden alınacak payın özellikle Gümüşhane ili için katlanması beklenmelidir.

Yazarların Katkısı

Yazar1: Metodoloji, Kavramsallaştırma, yazım, Doğrulama, görselleştirme **Yazar2:** İnceleme, Orijinal taslak hazırlama -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

- Arca D (2010). Tarihi Yapıların Kayıt Altına Alınması ve Korunmasına Yönelik Tarihi Kent Bilgi Sistemi Oluşturma: Safranbolu Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Zonguldak, 106 s.
- Arslan A E, Şeker D Z & Ergun F (2009). 3B Yapı Modelleri ve Fotorealistik Modellerin Geomatik Alanında Kullanımına Bir Örnek. *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*. 3, 69-73.
- Arslan C (2014). Namık Kemal Üniversitesi Kampüs Alanının Üç Boyutlu (3D) Modellemesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne, 59 s.
- Arslan F (2014). Avrupa Birliği'nin turizm politikası ve Türkiye turizm stratejisi 2023 üzerine bir değerlendirme. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(31), 427-438.
- Atak V O (2019). Google Earth Uydu Görüntülerinin Konumsal Doğruluğu. *Harita Dergisi*, 161, 11-25.
- Coğrafya (2019). Türkiye UNESCO Dünya Mirası Listesindeki Yerler. <https://www.cografyaegitimi.biz/konu/turkiye-unesco-dunya-mirasi-listesindeki-yerler-haritasi-2018.4490/> [Erişim Tarihi: 29.01.2019].
- Çalhan Ö, Öter Z & Kaya Ç M (2020). Coğrafi bilgi sisteminin turizm endüstrisindeki önemi: kültürel mirasın belirlenmesinde kullanımı için bir doküman analizi. *Journal of Travel and Tourism Research* 16, 25-45.
- Çiğdem S, Yurttaş H & Özkan H (2008). 2007 Gümüşhane Yüzey Araştırması. 26. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, 1, 167-180.
- Demirci Y Z (2010). Kocaeli turizm bilgi sisteminin hazırlanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, 67 s.
- Demirci Y Z & Kavzoğlu T (2010). Kocaeli turizm bilgi sisteminin tasarlanması. *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, Gebze-Kocaeli.
- Demirel Z, Özer O & Dabanlı, S (2010). Göksu Deltası'nın Tarım, Hayvancılık, Arazi Kullanımı İle İlgili 3 Boyutlu Haritalarının ve CBS'nin Oluşturulması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3(2), 175-179.
- Doğru A Ö, Şeker D Z & Toprak H (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde 3D Kent Modelleme Olanaklarının İrdelenmesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, İzmir.
- Dolu Y B (2010). Eski Gümüşhane (Süleymaniye Mahallesi) Sit Alanı İçin Kentsel ve Yapısal Koruma Önerileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 234 s.
- Duran Z, Atik M E & Çelik M F (2017). Yersel Fotogrametrik Yöntem ile Yersel Lazer Taramanın Karşılaştırılması ve Doğruluk Analizi. *Harita Dergisi*, 158, 20-25.
- Kozak N, Kozak M A & Kozak M (2001). Genel turizm: ilkeler-kavramlar. *Detay Yayıncılık*, Ankara.
- Mohammed N Z, Ghazi A & Mustafa H E (2013). Positional Accuracy Testing of Google Earth. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 4(6), 6-9.
- Murata M (2004). 3D-GIS Application for Urban Planning Based on 3D city Model. *24th Annual ESRI International User Conference*, San Diego, USA.
- Özdemir D T (2011). Davutpaşa Kampüsü'ndeki Binaların Üç Boyutlu Modellenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Sunulması. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 97 s.
- Rüstemov V (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve 3D modelleme. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 16(2), 146-150.
- Sargın S & Demir Ş (2018). İnsan mekân ilişkisi ölçeğinde kent kimliği ve Gümüşhane örneği. *The Journal of International Scientific Researches*. 3(4), 221-239.
- TURSAB (2020). <https://www.tursab.org.tr/istatistikler-icerik/turizm-geliri>. [Erişim Tarihi: 15.05.2020].
- Wright D J (1994). Geographic Information Systems for RIDGE Research, *RIDGE Events*.
- Yılmaz H (2008). Turizm çeşitlendirmesi kapsamında ekoturizmin ürünü olarak tatil çiftlikleri: Türkiye'deki tatil çiftliklerine yönelik SWOT analizi. *Doktora Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Yomraloğlu T (2002). Coğrafi bilgi sistemleri: temel kavramlar. *İber Ofset*, Trabzon.
- Zeleznik M P (1997). 3D Visualization: What Does It Mean?. *XII International Conference on the Use of Computers In Radiation Therapy (XII ICCR)*. Salt Lake City, USA.



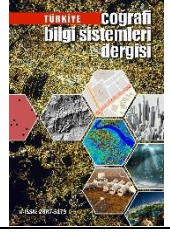
© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Kentsel Donatı Alanlarının Erişilebilirlik Analizi: Mardin Kızıltepe Örneği

Uğur Tango*¹, Mehmet Topçu²

¹Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, Türkiye

²Konya Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Konya, Türkiye

ÖZ

Erişilebilirlik fiziksel mekânda yaşayan nüfusun yapıları çevrede var olan ulaşılabilir ve bu hizmetlerden faydalanabilme kolaylığını gösteren bir ölçüdür. Kentlerde yaşayan insanların hayatlarına katkı sağlayabilmek, kolaylaştırabilmek ve ihtiyaçlarının giderebilmek için kentsel mekânda donatı alanlarından yararlanması gerekmektedir. İnsanlara hizmet etmesi amacıyla kentsel alanda ayrılan donatı alanlarının uygun büyüklük ve erişilebilir konumda olması oldukça önem arz etmektedir. Günümüz planlama çalışmalarında kentsel donatı alanlarının planlanmasında ve belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemleri kullanılmamaktadır. Bu tür araçların kullanılmaması karar vericiler tarafından erişilebilirliğin daha etkin ve gerçekçi olarak ölçülmesinin önüne geçmektedir. Buna bağlı olarak donatı alanlarında zaman ve mesafe ölçütlerinin tutturulamaması, nüfus dağılımının doğru ve etkin bir şekilde yapılamaması ve bunun gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada temel amaç coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan farklı erişilebilirlik analiz tekniklerini belirli kentsel donatılar üzerinden, mekânsal (İlkokul alanları) ve zamansal (Aile sağlığı merkezleri) erişilebilirlik konseptinde karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Belirlenen amaç çerçevesinde Esri ArcGIS programında kullanılan yedi analiz tekniği (tampon, yoğunluk, servis alanı, en yakın tesis, OD maliyet matrisi, konum tahsisi ve balık ağı) Mardin ili Kızıltepe ilçesi örnekleminde test edilmiştir. Zaman ve mesafe yönünde yapılan tüm analiz çalışmalarında Kızıltepe ilçesinde yer alan ilkokul ve aile sağlığı merkezlerinin erişilebilir konumda, mesafede ve yeterlilikte olmadığı tüm analiz tekniklerinin ortak bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler:

Erişilebilirlik
Erişilebilirlik Analiz
Teknikleri
Coğrafi Bilgi Sistemleri
Mekânsal Analiz
Kentsel Donatı Alanları

Accessibility Analysis of Urban Service Areas: The Example of Mardin Kızıltepe

Keywords:

Accessibility
Accessibility analysis
techniques
Geographic
Information Systems
Spatial Analysis
Urban Service Areas

ABSTRACT

Accessibility is a measure that shows the ease of access of the population living in the physical space in the built environment and benefiting from these services. In order to contribute to the lives of the people living in the cities, to facilitate them and to meet their needs, it is necessary to benefit from the service areas in the urban space. It is very important that the service areas allocated in the urban area in order to serve people are of appropriate size and accessible. In today's planning studies, geographic information systems are not used in the planning and determination of urban service areas. Not using such tools prevents decision makers from measuring accessibility more effectively and realistically. As a result, problems such as time and distance criteria cannot be met in the urban service areas, the population distribution cannot be made correctly and effectively, and similar problems arise. The aim of this study is to comparatively evaluate different accessibility analysis techniques used in geographic information systems in terms of spatial (Primary school areas) and temporal (Family health centers) accessibility concepts over certain social facilities. Within the framework of the determined purpose, seven analysis techniques (buffer, density, service area, closest facility, OD cost matrix, location allocation and fishnet) used in Esri ArcGIS program were tested in the sample of Kızıltepe district of Mardin province. In all analysis studies conducted in the direction of time and distance, it has emerged as a common result of all analysis techniques that the primary school and family health centers in Kızıltepe district are not accessible, distance and sufficient.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

*(ugurtango@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-4629-6084
(mehmetopcu@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-8986-1856

Tango U & Topçu M (2021). Kentsel Donatı Alanlarının Erişilebilirlik Analizi: Mardin Kızıltepe Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 3(2), 104-115.

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 29/05/2021; Kabul Tarihi: 15/11/2021

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde var olan kentler; farklı iklim koşullarını, demografik yapıları, fiziksel şekilleri ve arazi kullanım desenlerini barındırmaktadır. Kentler içerisinde yaşayan insanlar talep ettikleri ve ihtiyaç duydukları her şeyi kent içerisindeki mekanlardan sağlamaktadır. İhtiyaç duyulan mekanlara ulaşımın kolaylığı kentin gelişmişliğini ve erişilebilir olmasını sağlayacaktır. Birleşmiş Milletler projeksiyonuna bakıldığında dünyanın kırsal nüfusunun tamda bahsi geçen erişilebilirlikten kaynaklı büyümeyi çoktan durdurmuş olduğu görülmektedir. Kentlerdeki parça parça yapılan çözümler nüfusta logaritmik artış oluşturmuştur. Bu artan nüfus trendi de konut alanı talebini beraberinde getirmiştir. Eğitim tesisleri, sağlık tesisleri, ibadet alanları, spor alanları, açık ve yeşil alanlar gibi kentsel donatı alanları pek çok metropol kentte yetersiz hale gelmiştir. (UNFPA, 2021).

İhtiyaçlar çerçevesinde kentsel alanda yaşayan nüfusun kentte var olan veya var olması gereken kentsel donatı alanları talep etmesi ve bunlardan faydalanması en temel haklarıdır. Üzerinde barındırdığı insanların kentsel donatı alanlarına eşit derece erişmesi, kullanması ve faydalanması kentlerdeki yaşam kalitesini, memnuniyet ve refah seviyesini artıracığı gibi eksiklikleri de azaltacaktır. Özetle artan kentleşme ile insan ihtiyaçlarının farkında olan kent plancıları kentsel donatı alanlarını saptamış ve bu alanların kullanılabilmesi için her tür ve ölçekteki planlama faaliyetlerinde bunlara yer ayırmışlardır. Kentsel planlama alanında yapılan birçok araştırmada, kentlerde nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte kentsel donatı alanlarının alansal büyüklüklerinin yetersizliği ve bu alanlara erişebilme sorununu gün yüzüne çıkarmıştır. Yaşam kalitesinin kentsel donatı alanlarına kolay erişebilme ve rahatlıkla kullanabilme ile paralel yönlü olması bu alanlara erişimin kolay sağlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde yapılan her tür ve ölçekteki planlama faaliyetlerinde alınan kararların gerçek hayatta uygulanmasının zor olduğu ve uygulanması düşünülenlerinin ise oldukça uzun zaman aldığı bilinmektedir. Planlama çalışmalarında 3194 sayılı İmar Kanunu ve diğer ilgili yönetmeliklerinde “imar planları etaplar halinde yapılabilir.” ibaresi yer almasına rağmen planlama çalışmalarının parça parça halde yapılıyor olması kentsel alanda problemlerin çoğalmasına sebebiyet vermektedir. Parça parça yapılan planlama faaliyetleri ile birlikte kamusal alanlar içerisinde yer alan kentsel donatı alanları kent içerisindeki yerlerini kaybetmekte ve yapılması düşünülen alanlar ise belirtilen ölçü ve standartların altında kalmakta olup erişilebilirlik düzey ve standartlarını da sağlamamaktadır (Osmanlı, 2012).

Kentler için yapılan her türlü planlama faaliyetlerinde erişilebilirlik ölçüt ve değerleri önemli bir kriterdir. Planlama ve erişilebilirlik literatüründe coğrafi bilgi sistemi tabanlı birçok farklı ölçüm ve ölçme tekniği bulunmasına rağmen planlama süreçlerinde bu ve benzeri ölçütler ile ölçme teknikleri kullanılmayıp karar vericilerinde bu tekniklerden yeterli düzeyde

faydalanmadığı gözlemlenmektedir. Bunun önemli sebepleri arasında erişilebilirlik ölçme ve değerlendirme süreçlerinin coğrafi bilgi sistemleri uzmanlığı gerektiren bir alan olması, erişilebilirlik kriterlerinin ölçme tekniklerinin uzmanlık gerektirmesi ve oldukça zahmetli bir çalışmanın olduğundan özveri istemesinden kaynaklanmaktadır. Belirtilen problemlerden yola çıkılarak yapılan bu çalışma; Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla kentsel alanda yapılacak farklı erişilebilirlik ölçüm ve değerlendirme süreçlerinin sonucunda, avantaj ve dezavantajlarının neler olduğunun belirlenmesi hedeflemektedir.

Erişilebilirlik ile ilgili olarak yapılan analizlerin; kentsel tasarım projelerinde, her tür ve ölçekteki imar planlarında, bölgesel planlar ve ülke planları arasında kolektif bir yapı içeriğinde çok geniş bir alana yayılmakta olduğu ve kullanım alanlarının oldukça geniş olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda ortaya konan çalışma ile kentsel donatı alanlarına ilişkin erişilebilirlik ölçüm ve değerlendirme olanaklarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla, farklı mekânsal analiz araçları ile (Ağ analizi, Tampon analizi, OD cost matrix, Kümülatif fırsat analizleri (Arz/Talep), Balık ağı analizi vb.) saptanması ve karşılaştırmalı olarak avantaj dezavantaj, imkân ve kabiliyetlerinin ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır.

1.1 Erişilebilirlik Kavramı

Erişilebilirlik kavramı oldukça geniş anlama sahip olmakla beraber şehir plancılığı gibi farklı meslekler içinde ayrı bir anlam ve öneme sahiptir. 1940' lı yılların sonlarından itibaren bilim insanları bireylerin ve insan gruplarının birbirilerine erişmelerinde ve mekânsal olarak dağılımlarını zaman, maliyet, mekan ve kısıtlamalar açısından incelemeye başlamışlardır. Erişilebilirlik kavramına yönelik tanımlamalar ilk olarak 1950'li yılların sonunda karşımıza çıkmaktadır. Zamanla yapılan çalışmalar erişilebilirlik için birçok tanımın oluşumunu sağlamıştır. Tarihsel süreç içerisinde yapılan tanımlamaların bazıları şöyledir; Hansen (1959) için erişilebilirlik etkileşim için potansiyel fırsatlar, Dalvi ve Martin (1976) için erişilebilirlik belli bir ulaşım sistemini kullanarak belli bir lokasyondan, bir arazi kullanım aktivitesine olan ulaşma kolaylığı, Weibull (1980) ve Bach (1981) ulaştırma sistemi ve arazi kullanışı özelliklerini birleştiren bir performans ölçütü olarak ele almıştır. Genel anlamda erişilebilirlik zaman ve mekan içerisinde belirli bir maliyet ödeyerek bir yerden bir yere ulaşılacak potansiyel fırsatlar olarak düşünülmüştür. Bu nedenle erişilebilirlik yalnızca iyi uygulama ve planlama için bir yararlı araç değil aynı zamanda toplumsal refahı teşvik etme aracı olarak da görünmektedir (Gülhan, 2014; Hansen, 1959; Dalvi ve Martin, 1976; Weibull, 1980; Bach, 1981).

Herhangi bir ürünün, ürüne bağlı cihazların ve kentsel donatı alanlarının ihtiyaç veya kullanıcı tarafından amaçlanan ya da hedeflenen noktaya erişebilme kolaylığını yansıtan göstergedir (Güray ve Kemeç, 2016). Erişilebilirlik istihdam, alışveriş, tıbbi bakım veya eğlence sunan yerler gibi istenen aktivite sitelerine ulaşma kolaylığıdır (Svanerud, 2017).

Farklı insanların yaşadıkları ortamda oluşan gereksinimleri doğrultusunda bunları kendi binalarında

veya mevcut yaşadığı alan dışında karşılayabilmeleridir (Muğan, 2015). Erişilebilirlik, kentte yaşayan nüfusun fiziksel mekanda yer alan tüm aktivitelerden güvenli ve eşit bir şekilde yararlanmasını sağladığı unsurdur. Bu bağlamda kentsel alanlarda erişilebilirliğin daha iyi olması yönünde yapılacak tüm çalışmalarda kentte yaşayan tüm bireylerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Afacan, 2015).

En genel tanımlamasıyla erişilebilirlik tercih edilen ulaşım modlarına bağlı olarak mevcut bulunduğu konum ile bireyin istediği noktalar arasındaki erişimin/ulaşımının ölçülebildiği mesafe olarak ifade edilmektedir. Gelişmiş toplumlar arasında ihtiyaç duyulanların ulaşılabilen konumlar içerisinde olup olmadığına bakıldığında erişilebilirliğin bir refah göstergesi olarak karşımıza çıktığı görülmektedir (Şimşek, 2015).

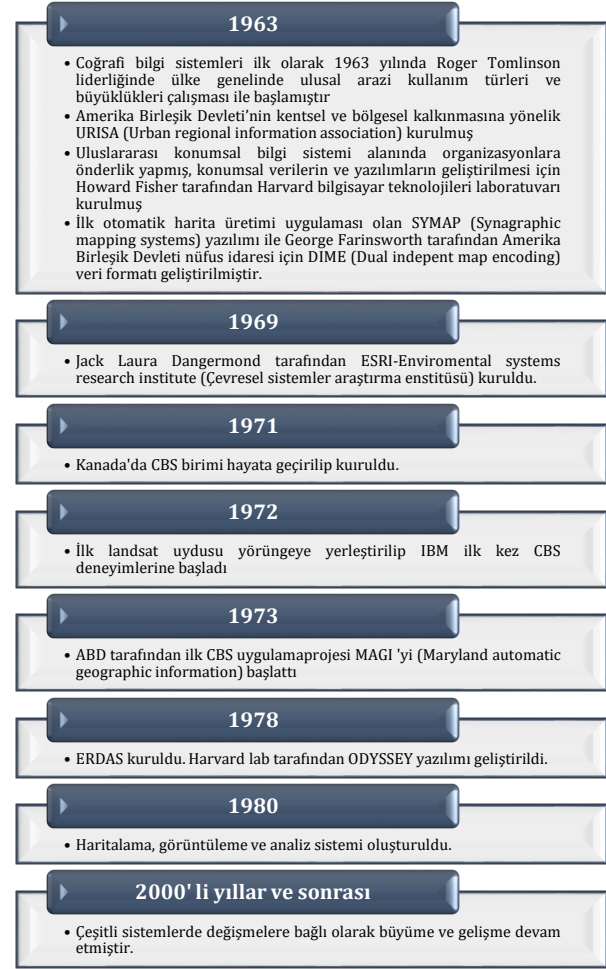
Erişilebilirlik farklı disiplinler arasında kullanılan, her disiplin içerisinde farklı anlamlar taşıyan ve buna göre alt başlıkları olan bir kavramdır. Bu nedenle çok geniş bir yelpazeye sahip olan erişilebilirliğin ekonomik, sanal, sosyal, zihinsel ve fiziksel erişilebilirlik şeklinde çeşitliliğe sahiptir (Ertuğay, 2018).

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemi (CBS), bilgi sistemlerinin düzenlenmesi ve tasarımına yönelik yeni bir paradigmayı temsil eder (Gupta vd., 2009).

Coğrafi bilgi sistemleri farklı disiplinler arasında kullanımı yaygın olan bir araç olduğundan her meslek grubu içerisinde farklı şekilde tanımlanmaktadır. Örneğin; bir biyolog için biyoçeşitlilik, peyzaj mimarı için peyzaj planlamasına destek ve şehir plancısı için imar planı kullanımında bir araç iken ziraat mühendisi için rekolte hesabında yardımcı anlamına gelmektedir. Aynı şekilde coğrafi bilgi sistemleri bazı meslek gruplarının verinin işlenebilmesi, analiz edilmesi, bilgiyi sistematik olarak elde edebilme ve sonucunda ürünler ortaya çıkarması olarak adlandırılabilir. Farklı meslek dallarında yoğun bir şekilde kullanılması, teknolojik gelişmelere entegre bir şekilde sürekli ilerlemesi, yazılımsal alanda da gelişmesi ile birlikte coğrafi bilgi sistemlerini belirli bir kalıp içerisinde tanımlamak oldukça güç hale gelmiştir. Ancak bunca değerler, meslek dalları ve bakış açılarının bulunmasına karşın coğrafi bilgi sistemlerinin genel tanımını yapmak gerekirse; Karmaşık planlama faaliyetlerinde ve yönetim sorunlarına çözüm üretebilmesi için düzenlenen mekandaki konumu belirlenmiş verilerin analiz edilmesi, işlenmesi, yönetimi, modellenmesi ve görüntülenmesini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir (Töreay vd., 2010). Bir başka genel tanım ise coğrafi bilgi sistemlerini, verileri girmeyi, değiştirmeyi, analiz etmeyi ve sunmayı mümkün kılan bir donanım, veri, personel ve dünya yüzeyindeki bir konuma bağlı bilgilerden oluşan bir bilgisayar yazılım sistemi şeklinde ifade eder (Ali, 2020).



Şekil 1. CBS tarihsel gelişim diyagramı (Slideplayer, 2018; Cbsakademi, 2019).

Dünyada ve ülkemizde gelişen bilgisayar teknolojisi ile birlikte birçok yenilik ve olanaklar meslek hayatımızda yer almakta ve almaya da devam etmektedir. Haritalar harita üretimi yapan kurum ve kuruluşlar ile coğrafi bilgi sistemleri kaynağı olan kurum ve kuruluşlarla hareket ederek ve teknolojik gelişmeler göz önünde bulundurularak kullanıcı ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi gerekmektedir. Bu tür düzenlemelerin veya çalışmaların yapılabilmesi için devlet tarafından gerekli düzenlemeler yapılarak kurum ve kuruluşlar arasında iş birliğinin sağlanması, veri alt yapısının oluşturulması ve veri paylaşımının sağlanması gerekmektedir. Yapılacak bu yasal düzenlemeler sağlıklı yatırım kararlarının alınmasında etkili rol oynayacaktır. Coğrafi bilgi sistemleri stratejik kararların alınmasına imkân sağladığından ve alınan stratejik kararların faydaları görülüp ekonomik faaliyetlerde üretimin artırılıp maliyetin düşürülmesini sağlayacaktır. Doğru yöntemler ile doğru bir şekilde alınan stratejik kararlarla birlikte planlama faaliyetlerinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması kentsel donatı alanlarının mekânda doğru yer seçimini sağlayarak kullanımını da etkin bir hale getirecektir. Ayrıca tarihsel süreç içerisinde sürekli olarak teknolojik gelişmelere uyum sağlayan vektörel çizim tabanlı olanaklara sahip coğrafi bilgi sistemleri gelişmiş veri yapısı ile etkin bir mekânsal veri yönetimini de sağlamış olacaktır (Olcan, 2007).

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Yapısı

Coğrafi bilgi sistemlerinde veri yapısının anlaşılabilmesi için ilk olarak bilginin açıklanması gerekmektedir. Çünkü coğrafi bilgi sistemleri dünya üzerinde yer alan herhangi bir varlığa ilişkin bilgiler içermekte ve onun hakkında bilgi vermektedir

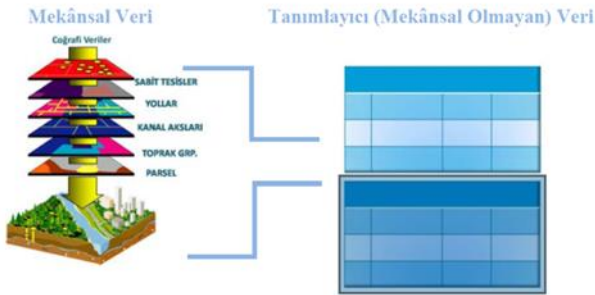
Coğrafi konum bilgisi: Konumsal bilginin yer aldığı bir türdür. Coğrafi bilgi sisteminde kullanılan varlığın konumuna ilişkin belirli bir veri ve projeksiyon sisteminin bilgisidir.

Öznitelik bilgisi: Coğrafi varlığa ilişkin alan, büyüklük, çeşit, konum gibi bilgilerin yer aldığı bir veri türüdür.

Topolojik bilgi: Geometrik cisimlerin nitel özelliklerini ve bağlı konumlarını, biçimlerinden ve büyüklüklerinden ayrı olarak ele almaktadır. Topoloji matematik biliminin bir alt dalı olmasıyla birlikte coğrafi varlığın diğer varlıklara göre konumu hakkında bilgileri içermektedir. Topolojik bilgiler coğrafi varlığın konumuna ilişkin bilgileri barındırırken içinde yer alan detay bilgiler ile farklı ürünlerin elde edilmesinde yapılan çalışmalarda önemli unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu açıdan da topolojik bilgiler coğrafi bilgi sistemleri için oldukça önem arz etmektedir.

Mekansal bilgi: Coğrafi konuma ait bilgiler ve topolojik bilgilerin tümü mekânsal bilgiler içerisinde yer almaktadır. Coğrafi varlıkların özelliklerini, şeklini, konumunu ve diğer tüm mekânsal veriler ile bire bir ilişkilidir.

Tanımlayıcı bilgi: Coğrafi bilgi sisteminde oluşturulan varlıklara ait özelliklerin ve bilgilerin veri tabanında tutulması ile oluşturulan bilgilerdir. Diğer bir ifade ile elde edilen veriler sonucunda sonuç ürün olarak ortaya çıkarılan haritalara ait verilerin yer aldığı bilgilerdir (Töreayen vd., 2010).



Şekil 1. Mekansal ve tanımlayıcı veriler (Töreayen vd., 2010)

Coğrafi bilgi sistemlerine ait bazı kavramlara açıklık getirdikten sonra açıklanması gereken önemli unsurlardan bir diğeri ise coğrafi bilgi sistemlerinin veri yapısının mantığıdır. Coğrafi bilgi sistemlerinin veri yapısı vektör veri ve raster veri olarak ikiye ayrılmaktadır.

Vektör veri: Coğrafi varlığın konumuna ilişkin koordinat değerlerinin ve bilgilerinin depolandığı veridir. Belirli bir koordinat değerlerine sahip veriler; nokta, çizgi ve alan olarak 3'e ayrılmaktadır (Töreayen vd., 2010).

Noktasal veri: Tek bir koordinat sistemin olduğu veri tipi olup küçük birimlerin gösteriminde

kullanılmaktadır. Örneğin; ağaçlar, elektrik direkleri, kanalizasyon kapakları vb. (Töreayen vd., 2010).

Çizgisel veriler: Alan özelliği göstermeyen, koordinat bilgisi olan ve birbirini izleyen veri tipidir. Elektrik hattı, kanalizasyon, boru hatlarının tamamının gösteriminde kullanılmaktadır (Töreayen vd., 2010).

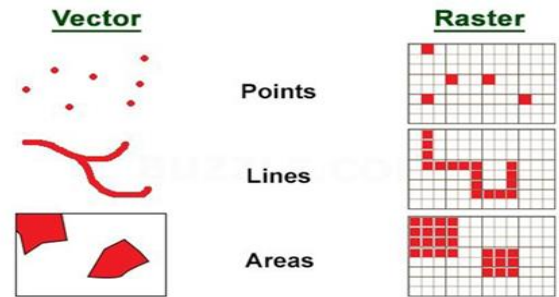
Alansal veriler: Başlangıç ve bitiş koordinatlarına sahip alan oluşturan verilerdir. Örneğin; göller, orman alanları, tarım alanları vb. (Töreayen vd., 2010).



Şekil 2. Vektörel veri tipleri (Töreayen vd., 2010)

Vektör veriler coğrafi varlıkların kesin konumunda oldukça etkili ve yararlı veriler sunmaktadırlar. Örneğin; toprak verileri, afet verileri, orman örtüsü verileri, jeolojik yapı verileri vb. vektör verilerin içeriğinde yer alan öznitelik bilgileri sayesinde grafik oluşturma, haritalama ürünlerinin ortaya çıkarılması ve bu verilerin güncellenmesi oldukça kolaydır (Töreayen vd., 2010).

Raster veri: Pikseller (hücre) ile ifade edilmektedir. Raster veriler vektör verilerden farklı olarak birbirine komşu olan hücrelerin yan yana gelmesiyle oluşmaktadır. Raster tabanlı tüm veriler vektör verilerin dönüşümü sonucunda elde edilmektedir. Raster veriler vektör verilere göre konumsal analizlerin yapımında ve depolanmasında daha kolay ve elverişli bir yapıdadır. Yapılacak konumsal analiz çalışmalarında veya harita üretiminde verilerin hassasiyet oranı raster verilerdeki verinin hücre boyutu ile orantılı olduğundan hücre değerleri, boyutları ve oranlarının korunması oldukça önemlidir. Raster veri ve vektör veri modelleri uygulanacak veya kullanılacak uygulamaya göre değişim göstermektedir (Töreayen vd., 2010).



Şekil 3. Coğrafi verilerin raster veri karşılığındaki görünümü (Isabella, 2013).

2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Erişilebilirlik

Erişilebilirlik ölçümlerinin sentezi çeşitli sosyo-ekonomik özelliklerin büyük miktarlarda konumsal veriyi kalibre etmek için hesaplama yeteneklerine sahip yazılım kullanarak coğrafi bir çerçeveye entegre edilmesini gerektirir. Araştırmacılar erişilebilirliği çeşitli yöntemlerle ölçmek ve analiz etmek için coğrafi bilgi sistemlerinin yeteneklerini giderek daha fazla

kullanıyorlar. Jeo-uzamsal yazılımında mevcut olan ve gelişen analitik yeteneklerle birleştiğinde çevrimiçi olarak yayınlanan mekânsal referanslı dijital verilerin artan bolluğuyla coğrafi bilgi sistemleri çeşitli mekanizmalar aracılığıyla erişilebilirliği ölçmede hızlı bir şekilde ayrılmaz bir araç haline getiriyor (Elliott, 2012).

Erişilebilirliği ölçmek için kullanılan coğrafi bilgi sistemlerinin yetenekleri Çevre Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen en son ArcGIS yazılımıyla uyumlu özel paketler ve uzantılar aracılığıyla sağlamaktadır. ArcGIS Esri tarafından geliştirilen istemci yazılımı, sunucu yazılımı ve çevrimiçi yazılım türüdür. Yerleştirmeye dayalı erişilebilirlik teknikleri ArcGIS ara yüzüyle en iyi şekilde çalışır ve basit mesafe ölçümlerinin yanı sıra yer çekimi modelleri ve fayda temelli ölçümler gibi daha karmaşık mekanizmaları destekler. Bireysel tabanlı ölçümler, hesaplamalarının karmaşıklıkları ve önemli veri gereksinimleri nedeniyle mevcut ArcGIS yazılımına en az uygun olundırı. Yapılan programlama ile bir önceki ArcGIS yazılımına göre geliştirilen yöntem ve araçlar özel tasarımlarıyla bireysel tabanlı ölçümleri ArcGIS yazılımına başarılı bir şekilde kalibre etmiştir (Elliott, 2012).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Coğrafi bilgi sistemleri ve erişilebilirlik arasında alansal, çizgisel, bölgesel ve zamansal çalışmaların yapılabilmesi ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanan birçok yazılım arasından Konya Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü laboratuvarında mevcut olan lisanslı Esri ArcGIS yazılımı bu çalışmada yöntemi oluşturmak için kullanılmıştır. Bu bağlamda ArcGIS programı içerisinde geliştirilmiş olan 7 analiz tekniği belirlenmiş ve belirlenen bu analiz teknikleri detayda incelenmiştir. Bu çalışmada belirlenen 7 analiz tekniği (tampon, yoğunluk, servis alanı, en yakın tesis, OD maliyet matrisi, konum tahsisi ve balık ağı) erişilebilirlik olanaklarını, kentsel donatı alanları konseptinde hem mekânsal hem de zamansal açıdan değerlendirmektedir. Bu çerçevede analiz tekniklerinin uygulanabilirliğini sorgulamak için metodolojik bir kurgu yapılmıştır. Bu kurgu Mardin ili Kızıltepe ilçesi örneklem alanında belirlenen donatı alanları özelinde (İlkokul ve Aile sağlığı merkezi) her bir analiz tekniği için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Belirlenen metodolojik kurgu aşağıdaki aşamalardan meydana gelmektedir (Şekil 4.)

Erişilebilirlik Analiz Teknikleri

- Tampon analizi (Buffer analysis)
- Servis alanı analizi (Network service area)
- En yakın tesis analizi (New closest facility)
- OD maliyet matrisi analizi (New OD cost matrix)
- Konum tahsisi analizi (New location-allocation)
- Balık ağı analizi (Fishnet)

Örneklem Alana Ait Genel Bilgiler

Erişilebilirlik Analiz Teknikleri Örneklem Üzerinde Uygulanması

Erişilebilirlik Analiz Tekniklerini Değerlendirilmesi; Sonuç ve Öneriler

Şekil 4. Araştırma süreci

4. ERİŞİLEBİLİRLİK ANALİZ TEKNİKLERİ

Tampon (Buffer) analizi: Tampon analizi genel olarak bir nokta, bir çizgi veya bir çokgen alanı etrafında belirli bir genişlikte bir bölgenin oluşturulmasını ifade eder. Aynı zamanda, kapsama özellikleri etrafında belirli bir mesafe bölgesi olarak da adlandırılır. CBS kullanıcısı için mevcut olan en önemli dönüşümlerden biri tampon analizi işlemidir. Noktalar, çizgiler veya alanlar içerebilen herhangi bir nesne kümesi verildiğinde bir tampon işlemi orijinal nesnelerin belirli bir mesafesi içindeki tüm alanları tanımlayarak yeni bir nesne veya nesnelere oluşturmasını sağlar (Baral, 2020).

Yoğunluk (Kernel Density) analizi: Yoğunluk araçlarıyla her çıktı tarama hücrelerinin etrafındaki bir mahallede bulunan girdi özelliklerine ait yoğunluğun hesaplanmasını sağlamaktadır. Yoğunluk hesaplanarak bir anlamda girdilerin belirli yüzeye yayılması sağlanır. Yoğunluk araçları çekirdek, hat ve nokta olarak 3 şekilde yer almaktadır (Esri, 2020a; Kloog vd., 2009).

Servis Alanı Analizi (Network Service Area): Ağ analizi araçlarından biri olan servis alanı analizi bir ağ üzerindeki herhangi bir noktanın hizmet alanının oluşturulmasını sağlamaktadır. Ağ hizmet analizi belirli bir mesafe içerisinde kalan caddeleri kapsayarak hizmet alanının erişilebilir düzeyini hem mesafe hem de süre olarak ortaya koymaktadır (Esri, 2020b; Ünal ve Uslu, 2016).

En yakın tesis analizi (New closest facility): En yakın hastaneyi bulmak, suçların işlendiği anlarda en yakın polis araçlarının en kısa yoldan olay yerine intikal etmesi, bir müşterinin en yakın mağazaya ulaşmasında etkin bir şekilde kullanılan araçtır. Bu araç ile en yakın tesisler veya ihtiyaç duyulan kullanımlar aranırken en yakındaki hangisi olduğu, kaç tane olduğu vb. kriterler sağlanarak çalışmalar ortaya konulduğu tekniktir (Esri, 2020c; Nicoară ve Haidu, 2014).

OD Maliyet matrisi (OD Cost Matrix): OD maliyet matrisi aracı ile birden fazla hedefe birden fazla

kökenden kalkış-varış matrisi hesaplanarak sonuçlar elde edilmektedir. Bir başlangıç noktasından diğer bir hedefe gitmek için minimum ağırları içeren tablolar oluşturularak her çıkış ve hedef için en iyi yol ağı bulunarak maliyet hesabı tabloları hesaplanır. Maliyet hesabı yapılırken hatların düz olmasından çok zaman kavramı dikkate alınmaktadır (Esri, 2020d; Gaudry, 2000).

Konum tahsisi analizi (New Location-Allocation): Konum tahsisi, talep noktalarıyla potansiyel etkileşimlerine göre bir dizi tesisten hangi tesislerin en uygun olacağını sağlamaktadır. Örneğin itfaiye istasyonunun nerelerde olması gerektiği, bir perakende ticaretinin hangi alanlarda yer seçmesi gerektiği ve bir kargo şirketinin tüm alana hizmet verebilmesi adına en iyi yer seçimlerinin neresi olduğu cevabını bularak konumlarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Esri, 2020e; Rushton, 1988).

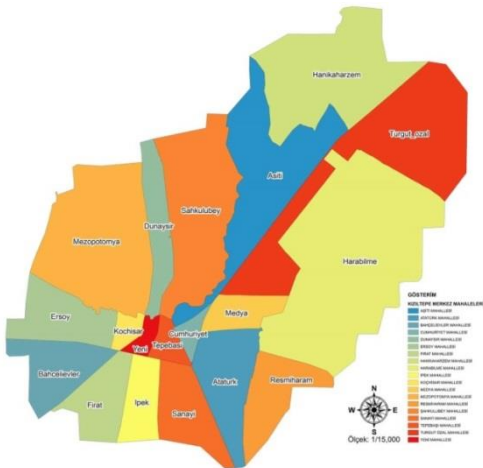
Balık ağı analizi (Fishnet): Balık ağı (Fishnet) aracı dikdörtgen hücrelerden oluşan bir ağı içeren özellik sınıfı oluşturur. Balık ağı oluşturmak için üç temel bilgi kümesi gerekmektedir. Bunlar; ağın uzamsal kapsamı, satır-sütun sayısı ve dönüş açısıdır (Chakraborty ve Armstrong, 1997).

5. ÖRNEKLEM ALAN TANIMI

Bu çalışma özelinde Mardin ili Kızıltepe ilçesi merkez mahalleleri seçilmiştir. Söz konusu alan 19 mahalleden meydana gelmektedir (Şekil 6). Coğrafi konum açısından bakıldığında ülkenin güneydoğusunda Mardin ilinin güneyinde yer almaktadır (Şekil 5).



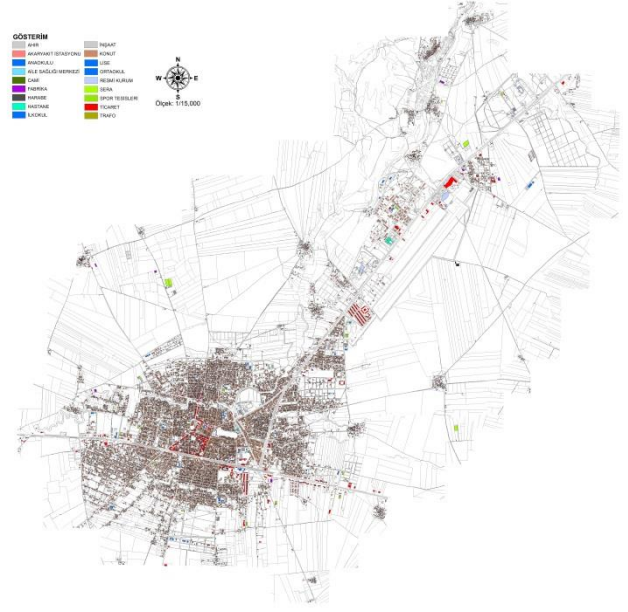
Şekil 5. Kızıltepe ilçesi uydu görüntüsü



Şekil 6. Kızıltepe ilçesi mahalleleri

İlçe merkez mahallelerinde halihazır harita verisine göre yapılan arazi kullanım çalışması sonucunda mesken

(konut), kentsel donatı alanları, ticari birimler ahır, harabe gibi yapılar tespit edilmiştir.



Şekil 7. Kızıltepe ilçesi arazi kullanım analizi

6. ERİŞİLEBİLİRLİK ANALİZ TEKNİKLERİNİN ÖRNEKLEM ALAN ÜZERİNDE UYGULANMASI

Erişilebilirlik analiz teknikleri mesafe ve zaman yönünden ele alınarak ilkökul ve aile sağlığı merkezi donatıları üzerinden oluşturulan matrise göre analiz teknikleri ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Yaşam kalitesi ve yaşanabilir çevrenin oluşturulmasında önemli bir yer tutan ilkökul alanları mesafe yönünden, insanlar yaşamları boyunca çeşitli hastalıklarla mücadele verdiklerinden dolayı yaşamlarını sürdürebilmek için sağlık alanlarına ihtiyaç duyarlar bu nedenle aile sağlığı merkezleri ise zaman yönünden ele alınmıştır. İlkokul alanları ve aile sağlığı merkezleri erişilebilirlik analiz teknikleri açısından aşağıda oluşturulan matriste incelenmiştir.

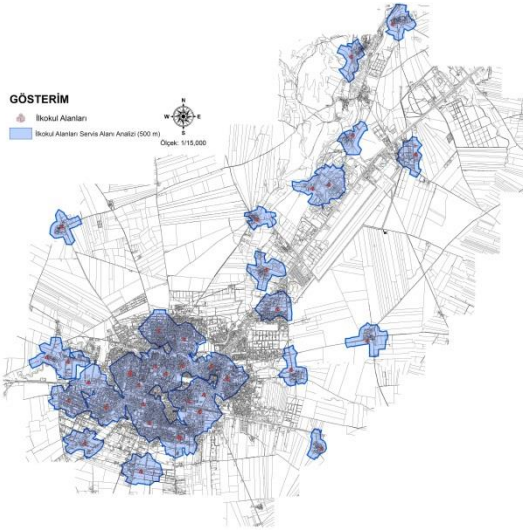
Tablo 1. Erişilebilirlik analiz teknikleri matrisi

	Tampon analizi	Yoğunluk analizi	Servis alanı analizi	En yakın tesis analizi	OD maliyet matrisi analizi	Konum tahsisi analizi	Balık ağı
İlkokul alanları (Mesafe)	+	+	+	+	+	+	+
Aile sağlığı merkezi (Zaman)	-	-	+	+	+	+	+

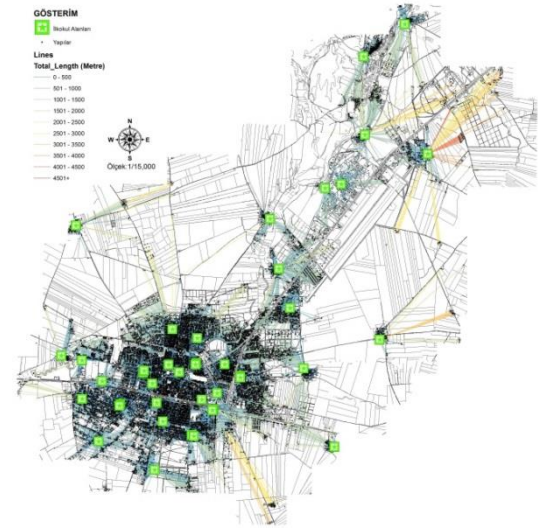
6.1.1. İlkokul alanlarının erişilebilirlik analiz teknikleri açısından incelenmesi

İlkokul alanları tampon analizi: Tampon analizi şehircilik alanında ve farklı disiplinler arası meslek grupları tarafından yapılan her türlü çalışma içerisinde oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kullanılan bu analiz tekniği amacına, hizmetine ve konusuna göre değişiklik göstermektedir.

14.06.2014 tarih ve 29030 sayı ile T.C. Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde ilkökul alanları için 500 metrelik yürüme mesafesi belirlenmiştir. İlkokul alanları için yapılan tampon analizi çalışmasında yönetmeliğin belirlediği 500 metre yarıçaplı daireler oluşturularak



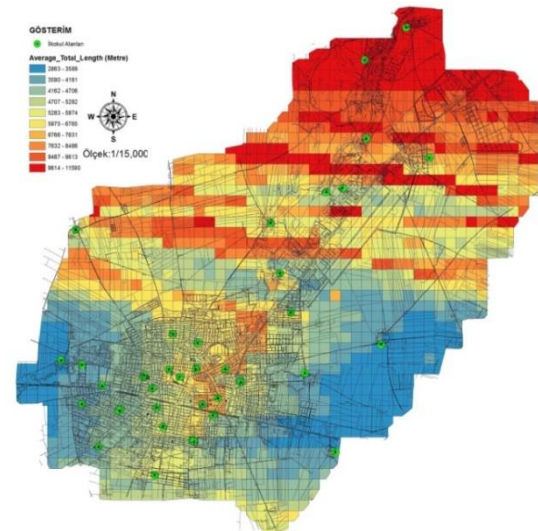
Şekil 10. İlkokul alanlarının servis alanı analizi



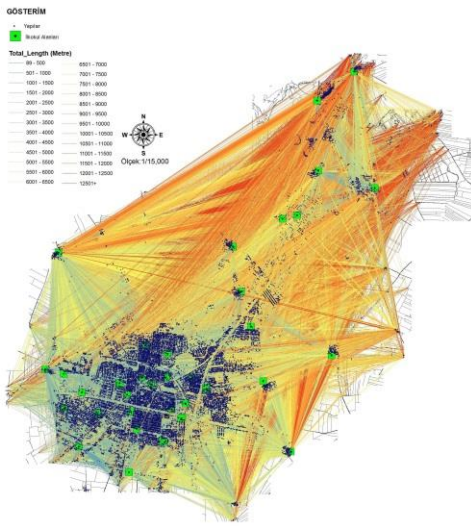
Şekil 13. İlkokul alanlarının konum tahsis analizi



Şekil 11. İlkokul alanlarının en yakın tesis analizi



Şekil 14. İlkokul alanlarının balık ağı analizi



Şekil 12. İlkokul alanlarının OD maliyet matrisi analizi

6.1.2. Aile sağlığı merkezi alanlarının erişilebilirlik analiz tekniği açısından incelenmesi

Aile sağlığı merkezlerinin servis alanı analizi: Kızıltepe ilçe merkezinde yer alan aile sağlığı merkezlerinin servis alanı analizi zamana bağlı olarak yapılmıştır.

Yapılan analiz çalışması ile aile sağlığı merkezlerinin 5'er ve 10'ar dakikalık yürüme mesafelerinde değerlendirmeleri yapılmıştır. 5'er ve 10' ar dakikalık zaman yönünden yapılan çalışmada aile sağlığı merkezlerine erişilebilirliğin oldukça yetersiz olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca aile sağlığı merkezlerine en az 10 dakika ve üzeri gibi uzun zaman dilimlerinde erişim sağlanmaktadır (Şekil 15).

Aile sağlığı merkezlerine en yakın tesis analizi: Kızıltepe ilçe merkezinde yer alan yapıların ve yaşayan nüfusun aile sağlığı merkezlerine yakınlığı zaman yönünden incelenmiştir.

Yapılan analiz çalışmasıyla ilçe merkezinde yer alan yapıların ve yaşayan nüfusun zaman yönünden aile sağlığı merkezlerine erişimine bakıldığında bu alanlara erişimin yaklaşık 22 dakika ve üzerinde olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 16).

Aile sağlığı merkezleri OD maliyet matrisi: Kızıltepe ilçe merkezinde yer alan yapıların ve yaşayan nüfusun aile sağlığı merkezlerine varış matrisleri hesaplanarak analiz çalışması yapılmıştır.

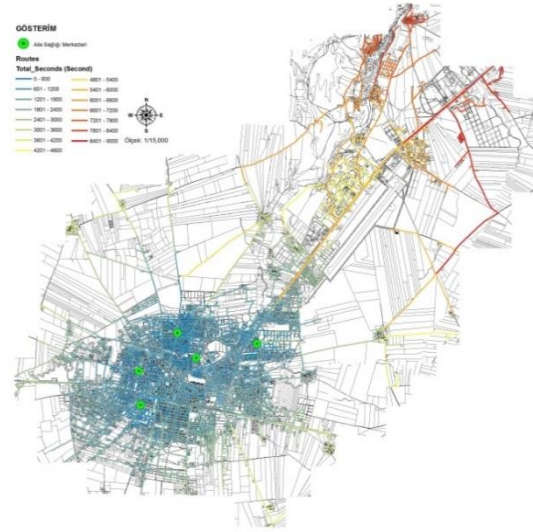
OD maliyet matrisi analiziyle yapılan analiz çalışmasında varış matrislerinin zaman yönünden hesapları yapılmıştır. Çalışma sonucunda ilçe merkezinde, ilçe merkezinin güneyinde ve güneybatısında yer alan yapıların ve yapıarda yaşayan nüfusun aile sağlığı merkezlerine erişim maliyetleri düşük iken, kuzey bölgesinin erişim maliyeti oldukça yüksektir. Bu durum erişilebilirliğin oldukça yetersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır (Şekil 17).

Aile sağlığı merkezlerinin konum tahsisi analizi: Kızıltepe ilçe merkezindeki yapıların ve yaşayan nüfusun aile sağlığı merkezlerine zaman yönünde konumlarının analiz çalışması yapılmıştır.

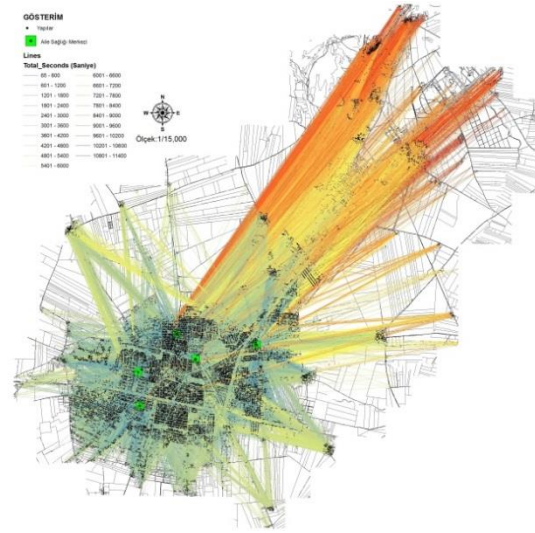
Yapılan konum tahsisi analiziyle yapıların ve yaşayan nüfusun aile sağlığı merkezlerine konumları zaman yönünden değerlendirildiğinde ilçe merkezi erişilebilirlik yönünde avantajlı iken merkezin çevresi ve çalışma alanının kuzey bölgesi dezavantajlı durumdadır. Çalışma alanı bütününe erişilebilirlik açısından yetersiz olmasının nedenleri aile sağlığı merkezlerinin büyüklük ve alansal olarak yetersiz olması ve yanlış yer seçimlerinden kaynaklanmaktadır (Şekil 18).

Aile sağlığı merkezleri balık ağı analizi: Balık ağı analizi ile Kızıltepe ilçesinin merkez mahalle sınırları hücrelere bölünerek aile sağlığı merkezlerinin zaman yönünden değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan analiz çalışmasıyla oluşturulan bölgelerin erişim mesafeleri hesaplanmıştır.

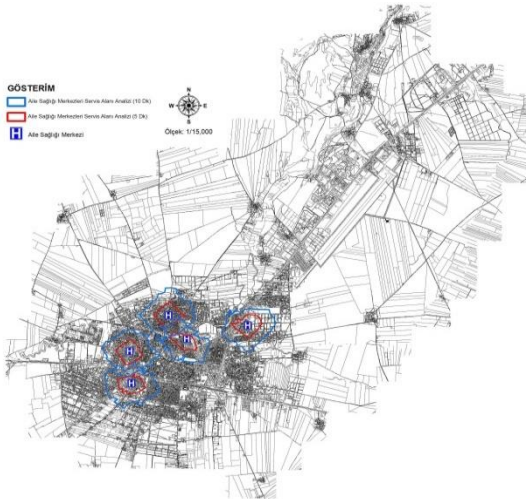
Yapılan balık ağı analizi ile aile sağlığı merkezlerinin erişimlerinin bölgesel anlamda değerlendirilmesine bakıldığında merkez ve çevresi erişilebilirlik yönünden avantajlı iken alanın kuzey bölgesinin oldukça dezavantajlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 19).



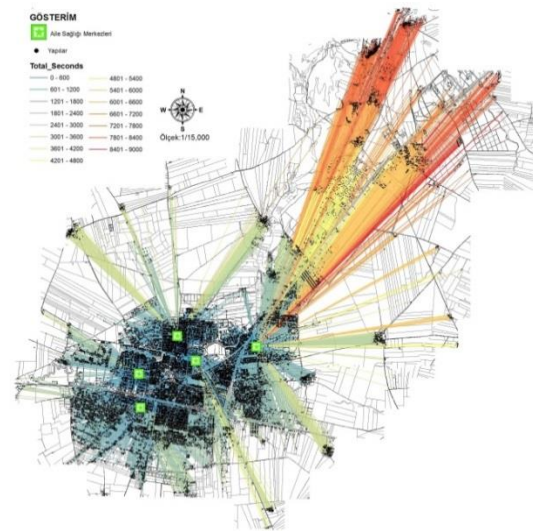
Şekil 16. Aile sağlığı merkezlerinin en yakın tesis analizi



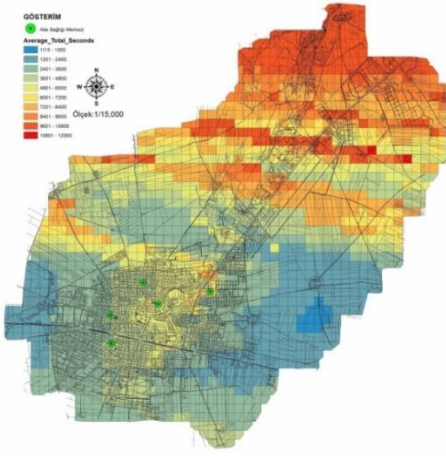
Şekil 17. Aile sağlığı merkezleri OD maliyet matrisi analizi



Şekil 15. Aile sağlığı merkezlerinin servis alanı analizi



Şekil 18. Aile sağlığı merkezlerinin konum tahsisi analizi



Şekil 19. Aile sağlığı merkezleri balık ağı analizi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuçlar

Erişilebilirlik fiziksel mekânda yaşayan herkesin istediği noktaya ulaşabilme durumunu kapsamaktadır. Kentsel mekânların yaşanabilir ve ulaşılabilir olma durumu ağırlıklı olarak mekânlar arası erişilebilirlik düzeyine bağlıdır.

Kentsel mekânların yaşanabilirliği erişilebilirlik ile yakından ilişkili olan kentsel donatı alanlarının varlığı ve çeşitliliğine de bağlıdır. Ayrıca kentsel donatı alanlarının yer seçimleri, büyüklüğü, nitelikleri ve çeşitliliği erişilebilirlik ölçütleri ile ilişkilendirebilir.

Ülkemizdeki kentsel mekanlarda yapılan planlama faaliyetlerinde oluşturulan alanlar (konut, ticaret, ticaret+konut, eğitim tesisleri, sağlık tesisleri, açık ve yeşil alanlar vb.) düzenlenirken erişilebilirlik analiz teknikleri yeterince kullanılmamaktadır. Erişilebilirlik analiz teknikleri bağlamında ülkemizde yapılan planlama çalışmalarında ağırlıklı olarak tampon analizi kullanılmaktadır. Ancak tampon analizi kullanılırken fiziki koşullar dikkate alınmamakta ve kuş bakışı ölçüm yapılmaktadır.

Erişilebilirlik analiz tekniklerinin örnek alan olarak seçilen Mardin ili Kızıltepe ilçesi özelinde değerlendirilmesi yapılmıştır. Buradan yola çıkarak Kızıltepe ilçe merkezi 19 mahalle şeklinde belirlenmiş ve arazi tespit çalışmaları yapılmıştır.

Erişilebilirlik analiz teknikleri kapsamında Kızıltepe ilçesinde yer alan ilkökul alanları ve aile sağlığı merkezleri mesafe ve zaman yönünden değerlendirmesi yapılmıştır. İlkokul alanları ve aile sağlığı merkezlerinin mesafe ve zaman yönünden değerlendirmesine bakıldığında ilkökul alanları için tüm analiz teknikleri kullanılabilirken aile sağlığı merkezleri için erişilebilirlik analiz tekniklerinin tamamının kullanılmadığı görülmektedir.

İlkokul alanları için erişilebilirlik analiz tekniğinde ilk olarak tampon analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz çalışması sonucunda ilçe merkezinde yaşayan bireylerin ilkökul alanlarına erişilebilirlik düzeyi iyi iken ilçe merkezi dışında ve çevresinde yaşayanlar bu hizmetten yeterince faydalanamamaktadır. İkinci olarak yoğunluk analizi tekniği uygulanmıştır. Uygulanan bu teknikte ilçede yer alan ilkökul alanlarının mevcut dağılımlarının

nasil olduğu tespit edilmeye çalışılmış ve ilkökul alanlarının yer seçiminin rastgele olduğu sonucu ortaya çıkarılmıştır. Üçüncü olarak servis alanı analizi tekniğinde ilçe merkezinde yaşayan nüfusun ilkökul alanlarına erişimleri iyi durumda iken ilçe merkezinin bazı bölgelerinin ve dış bölgelerin ilkökul alanlarına erişilebilirlik düzeyinin düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

En yakın tesis analiz tekniğinde ise ilçe merkezinin daha erişilebilir ve konumlarının daha avantajlı, dış çeperlerinin ise erişilebilirlik düzeylerinin daha düşük ve konumlarının dezavantajlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

OD maliyet matrisi analizi tekniğinde ise ilçenin merkezi, güney ve güneybatı bölgelerinin ilkökul alanlarına erişim maliyetleri düşük iken kuzey, kuzeybatı ve doğu bölgelerinin ilkökul alanlarına erişim maliyetlerinin yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Konum tahsisi analizinde ilkökul alanlarına erişilebilirlik düzeyinin yetersiz olduğu ve ilkökul alanlarının ilçe genelinde erişilebilir mesafelerde yer seçmediği sonucu ortaya çıkmıştır. Son analiz tekniği olan balık ağı analizinde ise hesaplamalar sonucunda oluşturulan bölgeler ile ilkökul alanlarına erişimde ilçe merkezi ve çevresinde yer alan bölgelerin avantajlı ve ilçenin özellikle kuzey bölgesinin dezavantajlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Erişilebilirlik analiz teknikleri ilkökul alanları mesafe özelinde değerlendirildikten sonra zaman yönünden aile sağlığı merkezleri değerlendirilmiştir. Ancak erişilebilirlik analiz tekniklerinden tampon ve yoğunluk analizi zaman yönünden değerlendirilemediğinden aile sağlığı merkezlerine uygulanamamıştır.

Aile sağlığı merkezleri için servis alanı analiz tekniğiyle 5 dakika çalışması incelendiğinde aile sağlığı merkezlerine erişilebilirliğin oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. 5 dakikaya ek olarak 10 dakikalık bir çalışma eklenmiş ve bu çalışma sonrasında da aile sağlığı merkezlerine erişilebilirliğin oldukça yetersiz olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

En yakın tesis analiz tekniğinde aile sağlığı merkezlerine ortalama 22 dakika ve üzerinde erişilebilmektedir. OD maliyet matrisi analiz tekniğinde aile sağlığı merkezlerine ilçe merkezinden erişim maliyetleri düşük olduğu görülürken merkez dışındaki bölgelerin aile sağlığı merkezlerine erişim maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Konum tahsisi analizinde ise çalışma alanının güneyinde yer alan yapıların ve yaşayan insanların erişilebilirlik düzeyleri yüksek iken özellikle kuzey bölgesinin erişilebilirlik düzeyinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca aile sağlığı merkezlerinin ilçe genelinde erişilebilir konumda yer seçmedikleri görülmüştür. Aile sağlığı merkezleri için erişilebilirlik analiz teknikleri içerisinde beşinci olarak balık ağı analizi uygulanmıştır. Çalışma alanının merkez bölümü ve çevresi aile sağlığı merkezlerine erişilme yönünden avantajlıyken alanın kuzey bölgesi ve dış çeper bölgelerinin dezavantajlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Erişilebilirlik analiz tekniklerinin uygulanması esnasında ilkökul alanları ve aile sağlığı merkezleri mesafe ve zaman yönünden uygulanabilirlik anlamında matris oluşturularak analiz çalışmaları sonucunda

değerlendirilmesi yapılmıştır. Matris sonrasında 7 erişilebilirlik analiz tekniğinin tamamı mesafe yönünden uygulanabilirken zaman yönünden 5 tanesi uygulanabilmektedir. Zaman ve mesafe yönünde yapılan tüm analiz çalışmalarında Kızıltepe ilçesinde yer alan ilkokul ve aile sağlığı merkezlerinin erişilebilir konumda, mesafede ve yeterlilikte olmadığı tüm analiz tekniklerinin ortak bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

7.2. Öneriler

Erişilebilirlik kavramı dünyada yer alan kaynaklar arasında farklı bir öneme sahip olduğu gibi geniş bir anlama sahip ve farklı meslek grupları arasında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bundan dolayı erişilebilirlik kavramının dünya kaynakları içerisinde araştırması detaylı bir şekilde yapılarak ülkemiz kaynaklarına ve eğitim kitaplarına entegre edilmesi gerekmektedir.

Kentsel mekânın her kademesinde yapılan planlama çalışmaları doğrudan insanları etkilemektedir. İnsan faktörünün yer aldığı ve doğrudan etkilendiği tüm hususlarda fiziki mekânlarda yapılan veya yapılmış olan planlama faaliyetlerinde erişilebilirlik kavramı ve ölçütlerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Erişilebilirlik kavramının oldukça önemli olduğu bilinirken coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerine ait araçlar, yazılımlar ve donanımlar da bir o kadar önem arz etmektedir. Çünkü coğrafi bilgi sistemleri, planlama aşamasında bilgi ve veri depolamasını etkin bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır. Depolanan verilerin her türlü istenildiği zaman ulaşılabilen ve bunlar kartografik anlamda haritalandırılarak istenilen haritalar ve tablolar elde edilebilmektedir. Ülkemizde yapılan planlama çalışmalarında coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanılması ve erişilebilirlik kavram ve ölçütleri ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde yapılan planlama faaliyetlerinde kentsel donatı alanlarına erişilebilirlik anlamında yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak tampon analizi kullanılmaktadır. Ancak tampon analiz tekniği dışında farklı analiz teknikleri de kullanılmaktadır. Bu çalışmada farklı erişilebilirlik analiz tekniklerinin nasıl ve hangi durumlarda kullanılabildiği uygulamalı olarak test edilmiştir. Bu bağlamda erişilebilirlik çalışmalarında birçok analiz tekniğinin kullanılabilir olmasının gelecekte yapılacak araştırmalarda/planlamalarda referans olacağı düşünülmektedir.

Gelecekte planlama yapılacak yer alacak kentsel donatı alanlarının erişilebilirlikleri bu çalışmada test edilen farklı analiz tekniklerinin kullanımının da yaygınlaştırılmasıyla analiz edilerek planlanırsa yaşanabilir mekânların oluşumu katkı sağlayacaktır.

Fiziki mekânda yaşam kalitesinin yükseltilmesi için tüm kentsel donatı alanları oldukça önemlidir fakat insan hayatı için önem arz edenler ilçenin, ilin ve ülkenin yatırım programlarında öncelikli olarak hayata geçirilmelidir. Tüm çalışmalar yapılırken mevcut durumda yer alan kentsel donatı alanlarının rehabilite edilerek yenilenip kapasitesinin artırılması ve yeni yapılacaklarda ise erişilebilirlik ölçütleri göz önüne alınarak yapım aşamasında en iyi teknolojik imkânlarında kullanılması gerekmektedir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma, “Kentsel Erişilebilirlik Ölçüm ve Değerlendirme Olanaklarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Saptanması” başlıklı yüksek lisans tezinin birtakım sonuçlarını yansıtmaktadır.

Yazarların Katkısı

Yazar1: Yazma, Metodoloji, Görselleştirme ve analiz, şematik kurgu. **Yazar2:** Kavramsallaştırma, Doğrulama, Metodolojik kurgu.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Ali E (2020). Geographic Information System (GIS): Definition, development, applications and components, https://www.academia.edu/42329737/Geographic_Information_System_GIS_Definition_Development_Applications_and_Components, [Erişim Tarihi: 24 Kasım 2020].
- Afacan Y, (2015). Yaşanabilir kentsel mekanlar için erişilebilirliğin önemi: Çukurambar kentsel dönüşüm örneği. *Dosya 36: Mekanda Erişilebilirlik, Kullanılabilirlik ve Yaşanabilirlik*, Ankara, Türkiye, 20-25.
- Bach L (1981). The problem of Aggregation and Distance For Analyses of Accessibility and Access Opportunity in Location-Allocation Models, *Environment and Planning A*, 13, 955- 978.
- Baral C R (2020). Buffering in geographic information systems, https://www.academia.edu/11832680/What_do_you_mean_by_buffer_in_GIS, [Erişim Tarihi: 22 Ekim 2020].
- Cbsakademi (2019). CBS'nin tarihsel gelişimi, <https://cbsakademi.org/genel/cbsnin-tarihsel-gelisimi/507/> [Erişim Tarihi: 10 Ekim 2020].
- Chakraborty J & Armstrong M P (1997). Exploring the Use of Buffer Analysis for the Identification of Impacted Areas in Environmental Equity Assessment, *Cartography and Geographic Information Systems*, 24(3), 145-157.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığında Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 14/06/2014 ve Sayısı: 29030 Tertip:5,
- Dalvi M Q & Martin K M (1976). The Measurement of Accessibility: Some Preliminary Results, *Transportation* 5,17-42.
- Elliott J S (2012). Using Geographic Information Systems to Analyze Accessibility in The West Bank. Master's Thesis, *Clemson University City, Regional Planning*, United State America, 170s.

- Ertuğay K (2018). 3.Ulusal Engellileştirilenler “Evrensel Tasarım İle Düşünmek” Panel ve Çalıştayı, http://www.ukem.org/StaticFiles/SiteFiles/file//Eris_ebilirliksempozyum_Kivanc_ERTUGAY.pdf [Erişim Tarihi: 09 Eylül 2020].
- Esri (2020a). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/kernel-density.htm> [Erişim Tarihi: 09 Kasım 2020].
- Esri (2020b). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/service-area.htm> [Erişim Tarihi: 10 Kasım 2020].
- Esri (2020c). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/closest-facility.htm> [Erişim Tarihi: 10 Kasım 2020].
- Esri, 2020d, <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/od-cost-matrix.htm> [Erişim Tarihi: 10 Kasım 2020].
- Esri (2020e). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/location-allocation.htm> [Erişim Tarihi: 10 Kasım 2020].
- Gaudry M (2000). The Four Approaches to Origin-Destination Matrix Estimation for Consideration by the Mystic Research Consortium, https://www.researchgate.net/publication/23693415_The_Four_Approaches_to_Origin-Destination_Matrix_Estimation_for_Consideration_by_the_MYSTIC_Research_Consortium [Erişim Tarihi: 20 Kasım 2020].
- Gupta P, Jain N, Sikdar P K & Kumar K (2009). Geographical Information System in Transportation Planning, Geospatial World, <https://www.geospatialworld.net/article/geographical-information-system-in-transportation-planning/>, [Erişim Tarihi: 10 Nisan 2021].
- Gülhan G (2014). Toplu Taşıma Planlaması ve Ağ Tasarımında Erişilebilirlik Ölçütlerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Doktora tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 157s.
- Güray E & Kemeç S (2016). Van Metropolitan Alanında Bulunan Okul Öncesi, İlk ve Orta Dereceli Okulların Mekânsal Erişilebilirlik Analizi. *6.Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, Adana, Türkiye, 582-588.
- Hansen W G (1959). How Accessibility Shapes Land Use, *Journal of the American Planning Association*, 25 (2), 73-76.
- 3194 Sayılı İmar Kanunu, 1985, Yayınlandığı Resmi Gazete Tarihi 09.05.1985 ve Sayısı: 18749) Tertip:5,
- Kloog I, Haim A & Portnov B A (2009). Using Kernel Density Function as an Urban Analysis Tool: Investigating the Association Between Nightlight Exposure and the Incidence of Breast Cancer in Haifa Israel, *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 55-63.
- Muğan G (2015). Alışveriş merkezi (Avm) tasarımlarında erişilebilir, kullanılabilir ve yaşanabilir tasarım yaklaşımları. *Dosya 36: Mekanda Erişilebilirlik, Kullanılabilirlik ve Yaşanabilirlik*, 2015 (3), 43-53.
- Nicoară P S & Haidu I (2014). A GIS Based Network Analysis for the Identification of Shortest Route Access to Emergency Medical Facilities. *Geographia Technica*, 09(2), 60-67.
- Olcan H (2007). Kentsel Planlamada Çevre Düzeni Plan Sürecinde CBS'nin Kullanım Olanaklarının Değerlendirmesi. *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 145s.
- Osmanlı N (2012). İlköğretim Okulu Donatı Erişilebilirliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Platformunda Değerlendirilmesi. *Yüksek lisans tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 150s.
- Isabella T (2013). 12 GIS Vector Raster Images, http://www.newdesignfile.com/post_gis-vector-raster_132170/ [Erişim Tarihi: 05 Ekim 2020].
- Rushton G (1988) The Roepke Lecture in Economic Geography Location Theory Location-Allocation Models and Service Development Planning In The Third World. *Economic Geography*, 64(2), 97-120.
- Slideplayer (2018). GIS Coğrafi Bilgi Sistemleri Mimarisi ve Em Uygulamaları, <https://slideplayer.biz.tr/slide/13637172/> [Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2021].
- Svanerud V (2017). Taking the Bus to the Park?-A Study of Accessibility to Green Areas in Gothenburg Through Different Modes of Transport. *Masteer's Thesis*, Lud University Department, Physical Geography and Ecosystem Science, Sweden, 74s.
- Şimşek A (2015). Erişilebilir Şehirler ve Bölgeler: Erişilebilirliğin Bölgesel Kalkınmaya Etkisi ve İller Bazında Erişilebilirlik Endeksinin Geliştirilmesi, *T.C. Kalkınma Bakanlığı*, ISBN 978-605-9041-59-1.
- Töreyan G, Özdemir İ & Kurt T (2010) ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanları, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.*, ISBN: 978-9944-5863-6-8.
- UNFPA (2021). Urbanization, <https://www.unfpa.org/urbanization#readmore-expand> [Erişim Tarihi: 20 Eylül 2021].
- Ünal M & Uslu C (2016) Gis-Based Accessibility Analysis of Urban Emergency Shelters: The Case of Adana City. *3rd International GeoAdvances Workshop*, İstanbul, 95-101.
- Weibull J W (1980). On the Numerical Measurement of Accessibility. *Environment and Planning A*, 12, 53 - 67.

