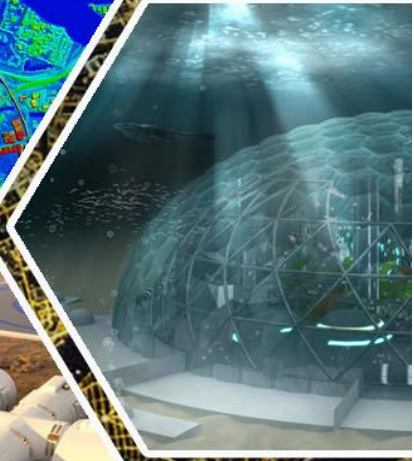
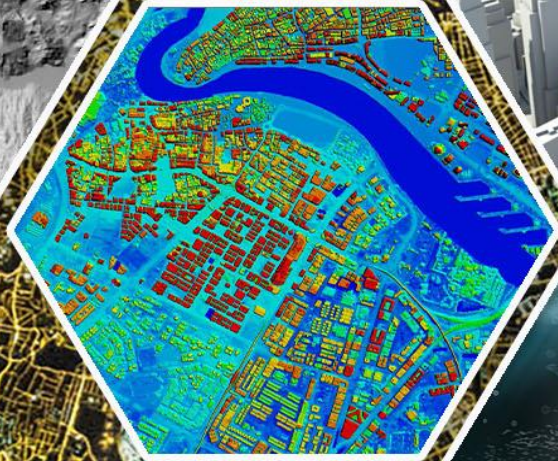
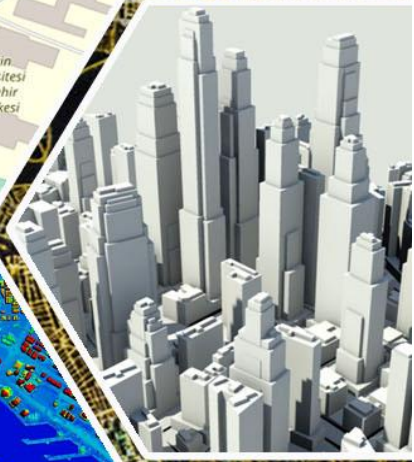
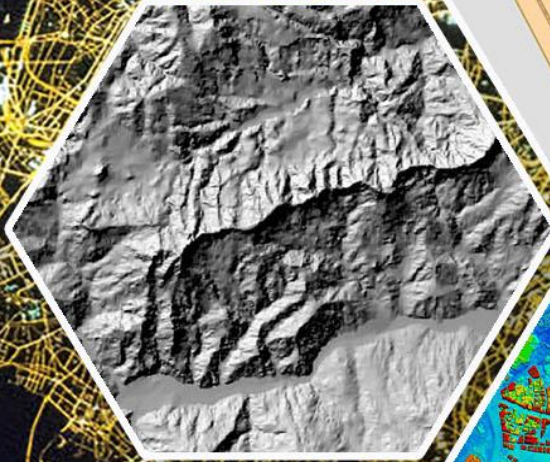


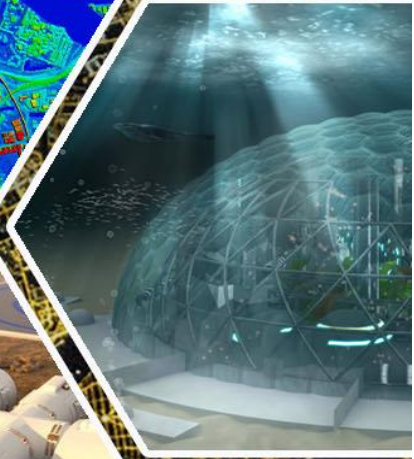
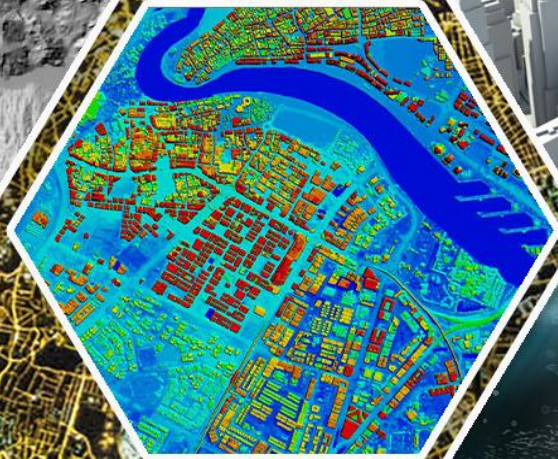
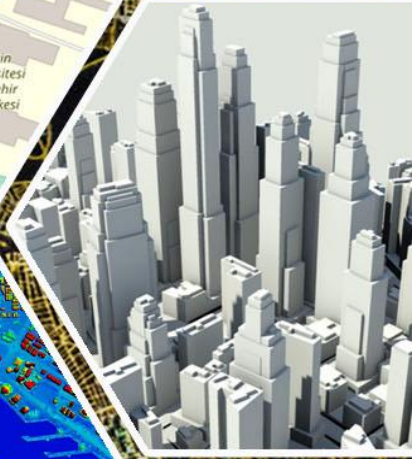
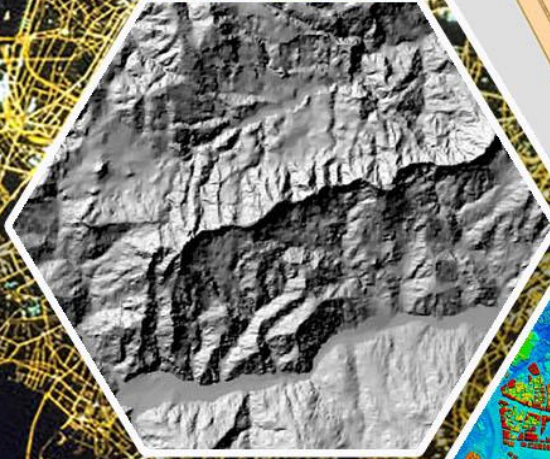
TÜRKİYE Coğrafi bilgi sistemleri dergisi



◆ ARALIK 2022
◆ CİLT: 4 ◆ SAYI: 2
◆ e-ISSN: 2687-5179

TÜRKİYE

Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi



◆ DECEMBER 2022

◆ VOLUME: 4 ◆ 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 4, SAYI 2
(VOL 4, ISSUE 2)

ARALIK, 2022
(DECEMBER, 2022)



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

DERGİ HAKKINDA

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

AMAÇ

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

KAPSAM

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisinin kapsamı;

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

POLİTİKA

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

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

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

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

ABOUT JOURNAL

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

AIM

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

SCOPE

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



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

EDİTÖR KURULU

BAŞ EDİTÖR

Prof. Dr. Murat YAKAR

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

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi. Lutfiye KUŞAK

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

EDİTÖR YARDIMCISI

Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

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

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BÜNYAN ÜNEL

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

DANIŞMA KURULU

Murat YAKAR, Mersin Üniversitesi

Hacı Murat YILMAZ, Aksaray Üniversitesi

İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Tahsin YOMRALIOĞLU, Beykent Üniversitesi

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

EDİTÖR KURULU

Burak BEYHAN, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Cevdet Coşkun AYDIN, Hacettepe Üniversitesi

İsmail Ercüment AYAZLI, Cumhuriyet Üniversitesi

Mehmet ALKAN, Yıldız Teknik Üniversitesi

Muzaffer Can İBAN, Mersin Üniversitesi

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

Mizanpaj

Arş. Gör. Mehmet Özgür Çelik

mozgurcelik@mersin.edu.tr

Mersin Üniversitesi, Harita Mühendisliği. Bölümü / Mersin



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

Dijital Orman Kadastro Harita Çizimi İçin Makro Yazılım Geliştirilmesi

55-64

Sencer Şahin & Özgün Akçay

Aydın İli Biyoklimatik Konfor Şartlarının Turizm Konfor İndeksi ile Analizi

65-70

Betül Gülay Kaya & Şenay Güngör

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Parametre Puanlama Yöntemi İle Hakkâri İli Çığ Tehlike Haritasının Oluşturulması

71-78

Sacit Mutlu, İshak Cindioğlu, Ahmet Özkan Kul & Azad Sağlam Selçuk

30 Years of Geographic Information Systems Studies in Turkey: A Bibliometric Analysis (1990-2020)

79-46

Merve Altundal Öncü, Ersin Ateş, Seçkin Fidan & Mutlu Yılmaz

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Alternatif Havalimanı Konumlarının Belirlenmesi; Ankara Örneği

87-96

Doğa Fidan & Ali Ulvi

3B Kent Modelleri oluşturma sürecinde İHA fotogrametrisi ve CBS Entegrasyonu: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Örneği

97-105

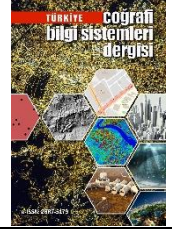
Seda Nur Gamze Hamal & Ali Ulvi



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Dijital Orman Kadastro Harita Çizimi İçin Makro Yazılım Geliştirilmesi

Sencer Şahin^{*1}, Özgün Akçay²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Orman
Harita
CAD
Makro
CBS

Türkiye yüz ölçümünün %29,4 lük kısmını kapsayan ormanlar Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Orman Genel Müdürlüğü tarafından işletilmekte olup orman sınırlandırma ve kadastro işleri yine Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Klasik yöntemle yapılan 1/5000 ölçekli Orman kadastro haritaları 2000'li yıllardan itibaren bilgisayar destekli çizim ortamında Computer Aided Design (CAD) yazılımı ile yapılmaya başlanılmıştır. CAD programlarına örnek olarak Netcad, Kartocad, Eghas, Geocad ve Praticad verilebilir. Günümüzde varlığını ve kullanıcı desteğini sürdüren Netcad sahip olduğu birçok modül ile önemli bir harita yazılımı olarak öne çıkmaktadır. Orman Genel Müdürlüğünde bilgisayar ortamında harita yapılmasına Netcad ile başlanılmış ve Netcad 8.0 GIS sürümde devam edilmektedir. Orman kadastro haritaları dijital ortamda vektör veri halindeki kadastro projesinin üzerine, zeminde yapılan ölçülerin aktarılması ve tersim edilmesi suretiyle oluşturulmaktadır. Bu işlem sonrasında Orman, 2/B ve Ziraat alanları oluşur, harita argümanları temel olarak nokta, çizgi, alan ve yazı objelerinden ibarettir. Zaman ve dikkat gerektiren bu objelerin çizimi esnasında operatöre bağlı hatalar oluşmaktadır. Netcad makro editöründe, Visual Basic dili kullanılarak geliştirilen komutlar sayesinde; manuel olarak yapılan işlemlerin otomatik olarak yapılması sağlanacaktır. Böylece kullanıcı hatalarının önemli bir oranda azalacağı ve üretimin artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada Netcad makro sınıf kütüphanesi kullanılarak uygulama içi yazılım geliştirilmesi ve kullanım sonuçları irdelenmiştir.

Development of Macro Software for Digital Forest Cadastral Map Drawing

Keywords:

Forest
Map
CAD
Macro
GIS

ABSTRACT

Forests covering 29.4% of Turkey's surface area are operated by the General Directorate of Forestry affiliated with the Ministry of Agriculture and Forestry, and the General Directorate of Forestry also carries out forest delimitation and cadastral works. 1/5000 scale forest cadastral maps made with the classical method have been started to be made with the computer-aided drawing environment (CAD) software since the 2000s. Netcad, Kartocad, Eghas, Geocad, and Praticad can be given as examples of CAD programs. Netcad, which continues its existence and user support today, stands out as an important map software with many modules. In the General Directorate of Forestry, computerized mapping started with Netcad and continues in Netcad 8.0 GIS version. Forest cadastral maps are created by transferring and inverting the measurements made on the ground on the cadastral project in the form of vector data in the digital environment. After this process, Forest, 2/B, and Ziraat areas are created, and map arguments consist of point, line, area, and text objects. During drawing these objects, which require time and attention, operator-related errors occur. Thanks to the commands developed using the Visual Basic language in the Netcad macro editor; Manual operations will be performed automatically. Thus, it is thought that user errors will decrease significantly and production will increase. In this study, in-app software development and usage results were examined using the Netcad macro class library.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

^{*}(sencersahin@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-8107-9317
(Akçay@comu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-0474-7518

Şahin S & Akçay Ö (2022). Dijital Orman Kadastro Harita Çizimi İçin Makro Yazılım Geliştirilmesi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 55-64.

1. GİRİŞ

Orman kadastrosu 6831 sayılı Orman Kanunu ile 21/6/1987 tarihli ve 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 4'üncü maddesi kapsamında yapılan çalışmaları ifade eder (Orman Kadastrosu, 2012). Orman Kadastrosu teknik olarak; "Büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği" kriterlerine göre yapılır. Zeminde yapılan GPS ölçüsü veya Uzaktan Algılama yöntemi ile veri üretilir ve sonrasında işlenmek üzere bilgisayar ortamında bir CAD programı aracılığıyla proje hazırlanır, daha sonra bu projenin 5000 ölçekli hale getirilmesi ve çıktı alınması ile işlem tamamlanır.

CAD programları imar planlarının hazırlanmasında, kadastral harita yapımında, inşaat, elektrik ve mimari tasarım gibi birçok teknik alanda kullanılmaktadır. Çeşitli endüstri kollarında kullanılan büyük bir kullanıcı kitlesi ve iş hacmine sahip olan CAD programları, kendini sürekli yenileme ve araştırma azminde olan insanoğlunun teknolojiyi geliştirmesi ile bilgisayar ortamında çalışan yazılımlarda sürekli yenilenmekte ve kullanıcılara birçok araç setleri sağlamaktadır. Bununla birlikte tek başına bir CAD yazılımı farklı iş kollarında çalışan kurum ya da şirketlerin tüm talep ve ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Bu nedenle her firma çalıştıkları sektörün ihtiyaçları doğrultusunda kullandıkları yazılımda ekstra özellikler talep etmektedirler. Üretilen projelerin kontrolü buna bir örnek olarak verilebilir. Operatör tarafından çalışması tamamlanan CAD projeleri bir başka kalite kontrol mühendisi tarafından, geliştirilen uygulama algoritması ile alan, çizgi, renk ve yazı gibi objelerin standartlara uygunluğunu kontrol edilebilir ve tespit edilen hatalar düzeltirebilir. Aynı zamanda tarım alanları için uygun yer seçiminin belirlenmesi analizi (Orhan, 2021) ve toprak çökme olasılık analizi gibi çeşitli analiz işlemlerinin yapılmasının sağlanması olabilir (Krawczyk & Owsianka, 2019). Bu durum yazılım firması açısından bir kodlama ve geliştirme süresi gerektirmekte, şirket açısından ise yeni bir maliyet oluşturmaktadır. Özel lisanslı yazılımların yüksek bedelle satılması, bu modern araçları kullanmak isteyenleri ve tüm sektördeki ilgili çalışmaları olumsuz etkilemektedir (Yılmaz, 2006). Çalışılan iş kolunda CAD yazılımında talep edilen yeniliklerin ilgili kanun ve yönetmeliklerdeki değişikliklere bağlı olarak sürekli olacağı düşünülürse bu durum hem yazılım firmasının ana sürümü saklaması ve geliştirmesi açısından hem de bu iş için harcanacak zaman açısından problemler oluşturabileceği, ayrıca talepte bulunan firmaların bu süre zarfında ihtiyaç duyduğu özellikleri manuel olarak yapmak zorunda kalacağından dolayı iş gücü ve zaman kaybına yol açacağı bir gerçektir. Makro yazılımlar kamu sektöründeki bilişim yatırım maliyetlerini düşürerek daha geniş ölçekte yatırım yapılmasına olanak sağlayabilir (Güneş, 2007).

Makrolar bir yazılımda manuel olarak yapılan işleri otomatikleştirerek kullanıcılara tek seferde yapma imkânı sağlayan bir özelliktir. İş, eğitim ve muhasebe gibi birçok sektörde kullanılan Microsoft Excel, Bilgisayar destekli çizim programı olan Bentley firmasına ait Microstation Computer Aided Design

(CAD) programı, Autocad programı, Netcad Yazılım A.Ş tarafından üretilen Netcad CAD yazılımı, Esri firmasına ait ArcGIS Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımları, üreticileri tarafından müşterilerinin değişiklik yapmalarını sağlamak ve yazılımlarını bireysel ihtiyaçları karşılayacak şekilde kişiselleştirilmesine izin vermektedir. Excel ve Microstation programları Visual Basic dilinin ilgili yazılıma uyarlanmış hali olan; Visual Basic for Applications (VBA) dilinde, Autocad yazılımı VBA ve Autolisp dilinde, ArcGIS VBA ve Python dilinde yazılıma olanak tanımaktadır. Bir VBA programı uygulamayı temsil eden nesnelere üzerinde çalışır ve özel semboller, çalışma alanı uzanımları, komutlar, Araçlar, pencereler ve ArcGIS çerçevesine eklenebilecek diğer nesnelere yaratmak için kullanılabilir (Tecim, 2008). Netcad ise kendi Makro Editör penceresinde VBScript, JScript ve C# dillerinde makro yazılım hizmeti sunmaktadır.

Literatüre göz atıldığında; Bilgisayar destekli mobilya tasarımında Autolisp uygulamaları isimli çalışmada mobilya parçalarının Autocad üzerinde tasarımının en fazla zaman harcandığı konstrüksiyon problemlerinin Autolisp dili ile çözümlenmesi anlatılmıştır (Bulut, 2010). Bir başka çalışmada doğalgaz sektöründe CBS uygulamaları konulu çalışmada İGDAŞ Altyapı Bilgi Sistemleri doğalgaz varlıklarının yönetilmesinde CBS uygulamalarının sağladığı kolaylıkların sektöre kazanımları incelenmiştir (Saraloğlu, 2015). Bir diğer çalışma da Mimarlık pratiğinde yapı bilgi sistemleri isimli çalışmada VBA Script ile geliştirilen yazılımla yapı endüstrisinde tasarım ve üretim süreçlerini geliştirme amaçlı kullanılan, bilgisayar tabanlı teknolojilerin gelişimi sonucunda ulaşılan yapı bilgi sistemleriyle gelen değişim ve etkisi irdelenmiştir (Özge, 2009). 1:25000 Ölçekli coğrafi veri tabanı tasarımında topoğrafik detaylar arasındaki topolojik ilişkilerin tanımlanması konulu bir makalede, ArcGIS VBA dili ile topoğrafik veri tabanı kalite kontrol sistemi kurulmasının bir adımı olarak Ulaşım Sınıfı detayları arasındaki topolojik ilişkilerin belirlenmesi, gerekli kuralların geliştirilmesi ve bu kurallara uymayan detayların tespit edilerek operatöre sunulması hakkındadır (Güngör & Külür, 2010). Bir başka çalışma ise dinamik programlama ile AGV hattı için VBA uygulaması isimli çalışmada ise bir işletmede AGV hattı kurulması için en kısa yolun VBA ile dinamik programlama yöntemi kullanılarak hesaplanması üzerinedir (Şenaras & İnanç, 2018). Autocad VBA Uygulamalı Geçme Tasarımı isimli çalışmada, toleransların alt ve üst sınır değerlerinin hesaplanması, amaca yönelik geçmelerin seçiminde en uygun tolerans değerlerinin belirlenmesi, belirlenen toleransa göre imalat yönteminin seçilmesi ve tasarlanan geçmenin verilerinin Autocad çizim ortamına aktarmayı sağlayan bir bilgisayar programının yapılması anlatılmıştır (Eyigün vd., 2010). Kemi-Tornio University of Applied Sciences üniversitesinde bir tez çalışmasında Microstation CAD programı kullanımı ve VBA kullanarak makro yazılım kodlama ile grafik ekranda çizim yaptırılmıştır (Orre, 2013). Bir başka çalışmada Uzaktan algılama araştırmacılarına yönelik Python arayüzü ve ArcGIS yazılımı eklentisi isimli makalede

uzaktan algılama çalışma alanlarından kaynaştırma yöntemleri, kaynaştırmada kalite ölçme metrikleri ve sınıflandırma algoritmaları Python 2.7.3. programında kodlanıp PyQt4 ile oluşturulan ara yüze eklenmesi üzerinedir (Sarahoğlu vd., 2014). Kaynak araştırmaları sonucu edinilen bilgiler dâhilinde Netcad makro yazılım geliştirme ile ilgili Netcad resmî web sitesindeki eğitim amaçlı bazı örnekler ve birkaç kişisel web sitesinde verilen makro örnekleri dışında herhangi bir bilimsel yayına rastlanmamıştır.

Coğrafi Bilgi Teknolojileri kapsamında yukarıda açıklanan ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde literatürde öne çıkan bazı çalışmalar tablo 1’de özet olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. CBS’de öne çıkan ilgili literatür

Literatür	Yazılımlar	Kapsamı
Bulut, (2010)	Autolisp	3B modelleme
Orre, (2013)	Microstation ve VBA	CAD Eğitimi
Sarahoğlu vd., (2014)	ArcGIS ve PyQt4	Sınıflandırma
Krawczyk & Owsianka, (2019)	Microstation ve VBA	Uygulama algoritması

Bu çalışmada Orman Genel Müdürlüğünde (OGM), orman kadastro harita üretiminde kullanılan, bir CAD ve CBS programı olan Netcad 8 GIS (Geographic Information System) üzerinde VBScript dili ile Netcad komut menüsüne eklenebilen araçlar geliştirilmiştir. VBScript kullanılması nedeni C# ve JavaScript diline göre daha basit olmasıdır. OGM teknik izahname’si kriterleri dikkate alınarak, manuel olarak yapılan noktalama, gerekli tabakaları açma, gereksiz tabakaları silme ve 2/B parsel adlarını roma rakamına çevirme gibi işlemlerin otomatik olarak yapılması sağlanmıştır. Böylece kullanıcı tarafında bir standarda göre yapılan uzun süre, emek ve dikkat isteyen grafik çizim ve proje düzenleme işlemleri, geliştirilen araçlar ile saniyeler içerisinde ve hatasız olarak gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

2. YÖNTEM

Uygulama ara yüzü ve kod geliştirebilmek için makro yazılım geliştirilecek CAD programının özelliklerini iyi bilmek gereklidir. Özellikle üzerinde komut tasarlanan işlevlerin hangileri olduğu ve ne işe yaradıklarını bilmek önemlidir. Bu nedenle Netcad yazılımına ait orman kadastro haritası çiziminde kullanılan; temel CAD fonksiyonları, noktalama, çizgi çizme, alan objesi olan çoklu doğru çizimi, yazı objesinin grafik ekrana eklenmesi, objelerin renk, çizgi tipi ve alan adı gibi niteliklerinin değiştirilmesi, tabaka ekleme ve silme, tabaka bilgilerinin değiştirilmesi ve pafta indeksi oluşturma vb. diğer komutlar incelenmiştir. Netcad yazılımında ana bileşen olarak mevcut makro düzenle editörü ve makro menü düzenleme penceresi incelenmiş ve deneme uygulamaları yapılmıştır. Makro yazılımın kodlanmasında kullanılacak VBScript dilinin döngü ifadeleri, prosedür tanımlama yapısı, operatörler, diziler ve değişken tanımlama vd. özellikleri (SS64, 2022) ile Netcad içerisinde tanımlı, çizim ekranındaki

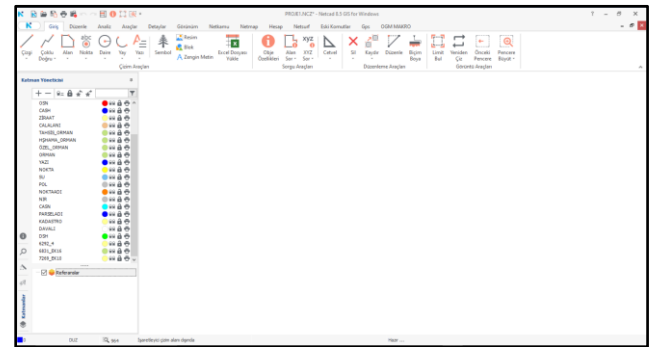
objeler üzerinde değişiklik yapılmasını sağlayacak, içerisinde fonksiyon ve özellik (Properties) bilgilerini tutan Netcad NCMacro kütüphanesi resmi internet sitesinde yayınlanan linkteki açıklamalar okunarak incelenmiştir (Netcad, 2022).

2.1. VBScript Dili

VBScript bir komut dosyası ve yorumlanan bir programlama dilidir. VBScript kısmen Microsoft’un programlama dili Visual Basic’e dayanmaktadır. Visual Basic ile aynı işlevselliği sunmamakla birlikte, web sayfalarına etkileşim eklemek için kullanılabilir güçlü bir araç sağlar (FAU, 2022). VBScript dili Netcad içerisinde makro yazılım geliştirmede sunulan seçeneklerden biridir. VBScript, Visual Basic üzerinde modellenen genel amaçlı, hafif ve etkin bir komut dosyası dilidir. VBScript, Visual Basic for Applications’ın (VBA) bir alt kümesini oluşturan Sanal Temel Komut Dosyası anlamına gelir. VBA, yalnızca MS Project ve MS Office gibi diğer Microsoft ürünlerinde değil, aynı zamanda Autocad gibi üçüncü taraf araçlarda da bulunan bir Microsoft ürünüdür. VBScript, çoğunlukla, büyük/küçük harfe duyarsızdır. C++ veya Java’den farklı olarak VBScript, nesne tabanlı bir komut dosyası dilidir ve Nesne Yönelimli Programlama dili (Object-Oriented Programming) değildir. Yürüttüğü ortamın öğelerine erişmek için Bileşen Nesne Modeli’ni (Component Object Model) kullanır. VBScript, bir dezavantaj olarak Sınırlı bir komut satırı desteğine sahiptir. Varsayılan olarak kullanılabilir bir geliştirme ortamı olmadığından hata ayıklaması zordur. (Tutorialspoint, 2022).

2.2. Netcad Yapısı ve Makro Düzenleme Ortamı

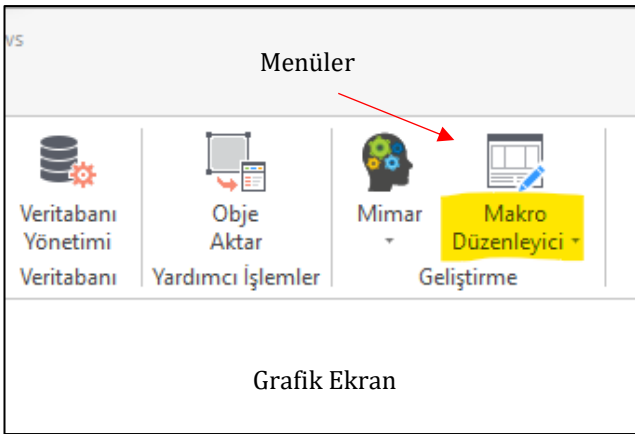
Netcad 8 CAD platformu çizim işlemlerinin yapıldığı bir grafik ekran, çizim işlemlerinin yapılmasını sağlayan komut menüleri ve grafik ekrandaki objelere dair bilgiler bulunan tabaka ekranı ile uyarı çubuğundan oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Netcad ekranı

Bu grafik ekran detaylı olarak tanımlandığında; grafik ekranın üst kısmında çeşitli çizim araçlarına dair menüler, grafik ekranın sol tarafında referanslar-tabakalar-yazı ve çizgi tipleri ile obje arama işlemlerinin yapıldığı bütünü oluşturan Katman Yöneticisi ve alt kısımda grafik ekranda yapılan işlemlere dair uyarı ve yönlendirme gibi ikazları veren bilgilendirme çubuğundan oluşur. Bu çalışmada Netcad’ in orman kadastro harita projelendirilmesinde makro yazılım

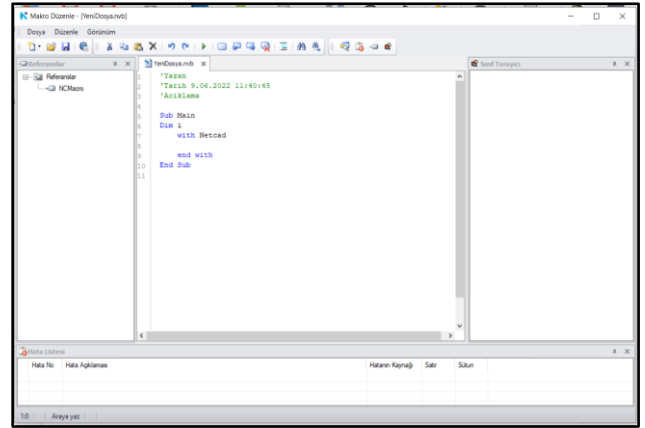
geliştirilmesi ve proje üretiminde kullanımı ele alınmıştır. Kullanılan obje tipleri çizgi, nokta, çoklu doğru ismi verilen alan objesi, yazı objesi ve sembol objeleridir. Orman Kadastro projesi OGM teknik izahname'sinde belirtilen alan objelerini tutan ORMAN, 2/B, ZİRAAT, SU, CALALANI, DAVALI tabakaları, nokta objelerini tutan NOKTA, OSN, POL, NIR, CASN tabakaları, çizgi objelerini tutan OSH, 2BH, DSH, CASH tabakaları ve yazı objelerini tutan PARSELADI, NOKTAADI ve YAZI tabakalarından oluşur (Orman Kadastrosu ve teknik, 2014). Her bir objenin tabaka rengi, kalem kalınlığı ve çizgi tipi bulunur. Bu objeler bir çalışma alanı objesi içerisinde diğer objeler olacak biçimde şekillenir. Proje ekranında bir dış alan ve bu alan içerisinde o birime ait hangi alanlar mevcut ise alanın bir adı, bağlı olduğu tabakadaki rengi ve her bir alanın köşe kısmında nokta objeleri bulunur. Bu alanlar üzerinden geçecek olan çizgi ve projedeki alanların anlamlarını ifade eden yazı objeleri ise kartografik gösterim amaçlıdır. Netcad üzerinde makro programlama yapabilmek için öncelikle Netcad programının Makro yazılım araç setleri incelenmiştir. Araçlar bölümünde mevcut Makro Düzenleyici (Şekil 2).



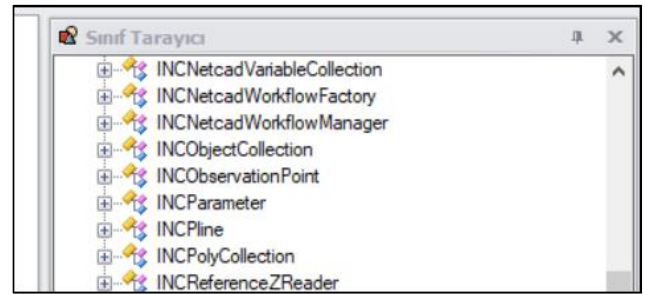
Şekil 2. Araçlar, Makro düzenleyici butonu

Komutuna tıklayınca "Netcad Makro Düzenle" ismi verilen kodlama penceresi açılır (Şekil 3). Bu pencerede yeni script dosyası oluşturma, kaydetme ve düzenleme özellikleri bulunmaktadır. Pencerenin üst kısmında komut menüleri, Orta kısmında kodlama alanı, sol tarafta Referanslar bölümü, sağ tarafta Sınıf tarayıcı bölümü ve alt kısmında ise hata ayıklama ekranı bulunmaktadır. Daha sonra ise NCMacro ismi verilen Netcad sınıf kütüphanesi incelenmiştir (Şekil 4). Çalışma konusu işlevlerin yapılabilmesini sağlayan fonksiyonlar tespit edilerek not edilmiştir. Netcad yazılımında program genelinde olmayan bu yeni komutların geliştirilebilmesi ve bir dosya olarak kaydedilmesi için makro editör bulunmaktadır. Dosya kaydetme biçimleri *.nvb ve *.npsx dir. *.nvb dosyası geliştiriciler için kodlama bilgilerini taşır. *.npsx dosyası ise makro dosyasının hangi lisans numaralı Netcad kilidinde çalışacağı veya hangi modüle çalışacağı ya da geliştirici tarafından bir şifre belirlenerek sadece bu şifrenin girilmesi sonucu çalışan dosya biçimidir. Bu script dosyalara kaydedilen kodlar daha sonra Netcad makro düzenle editöründe çalıştırılarak ya da ana menüye, araç seti şeklinde

eklenerek kullanılabilir. Bu dosyalar üzerinde daha sonra değişiklikler yapılarak yeni özellikler eklenebilir.

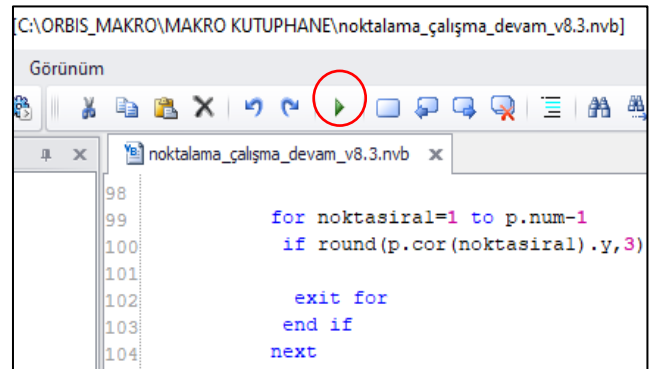


Şekil 3. Makro Düzenle penceresi



Şekil 4. NCMacro kütüphanesi

Netcad Macro Kütüphanesi içinde Netcad yazılımı tarafından erişime açılmış olan Netcad objeleri (Objects), Metotlar (Methods), Netcad Sabitleri ve özellikler (Properties), VBScript yazılım dili kullanılarak Makro Düzenle editöründe kodlanarak geliştirilir ve bu kodlar çalıştır komutu ile tetiklenir ve grafik ekranda istenilen çizim meydana gelir (Şekil 5).



Şekil 5. Kodlama ekranı, çalıştır butonu

Netcad makro yazılımı bir Sub Main açılışı ve End sub ile kapanır. Tüm kodlar bu aralık içerisinde oluşur. Bu gövde içerisinde Netcad objelerini kullanabilmemiz için gerekli olan with Netcad- end with gövdesi bulunur. Bu kısım Netcad içerisinde kodlamanın temelini oluşturur (Şekil 6).

```

1 'Yazan
2 'Tarih 9.06.2022 14:39:34
3 'Aciklama
4
5 Sub Main
6 Dim i
7     with Netcad
8
9         end with
10 End Sub
11

```

Şekil 6. Kodlama ekranı

2.3. Makro Menü Oluşturma

Her bir script dosyasının Netcad menü penceresine eklenebilmesi için “Menü Düzenle” penceresi bulunmaktadır. Izgara şeklinde satır ve sütunlardan oluşan pencerede; ilk sütunda script dosyasının PC’deki “dosya yolu”, ikinci sütunda “Komut adı”, üçüncü sütunda “Sekme” adı, dördüncü sütunda “Grup” adı, beşinci sütunda PC’deki İkon yolu, altıncı sütunda “Görünüm” şekli ve son olarak yedinci sütunda ise “Alt Menü” adı istenir. Ekle, sil, tümünü sil, dosya yükle ve dosya sakla özellikleri vardır (Şekil 7).

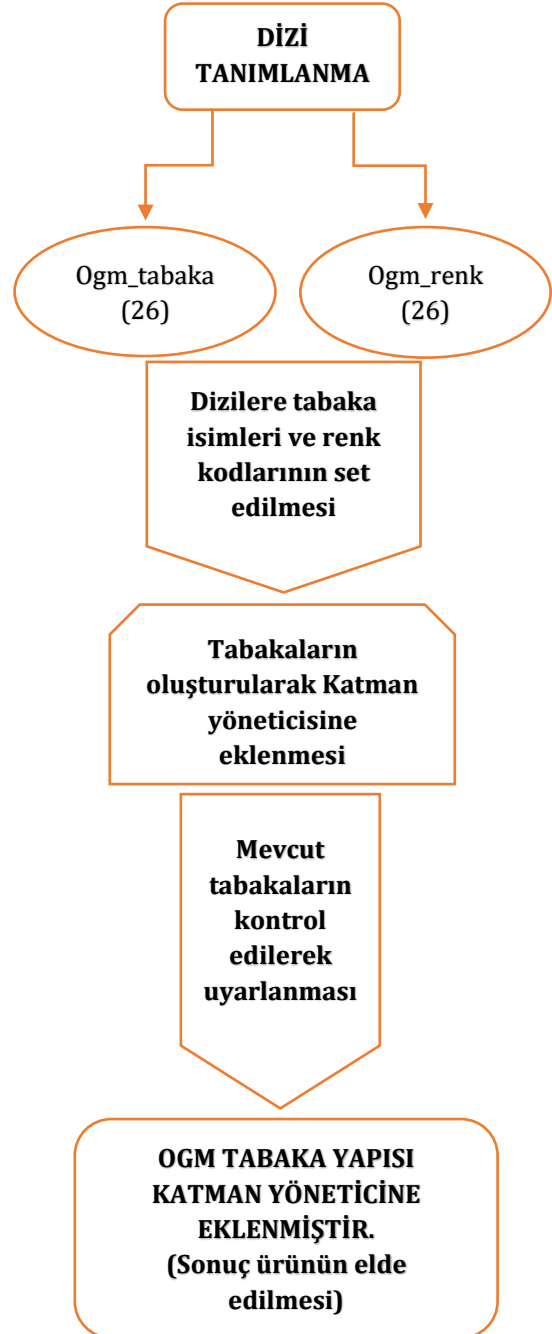
Menü Düzenleyici			
Makro/İş Akışı	Komut Adı	Sekme	Grup
C:\ORBIS_MAKRO\...	OGM TABAKA OLUŞ...	OGM MAKRO	TABAKA
C:\ORBIS_MAKRO\...	OTOMATİK OS	OGM MAKRO	ARAÇLAR
C:\ORBIS_MAKRO\...	NOKTA TABAKA DEĞ...	OGM MAKRO	ARAÇLAR
C:\ORBIS_MAKRO\...	ZB PARSEL ADLARIN...	OGM MAKRO	ARAÇLAR
C:\ORBIS_MAKRO\...	OGM ALAN TOPLA	OGM MAKRO	ARAÇLAR
C:\ORBIS_MAKRO\...	KOT SIFIRLA	OGM MAKRO	ARAÇLAR
C:\ORBIS_MAKRO\...	ORBİSE OTOMATİK ...	OGM MAKRO	ORBİS
C:\ORBIS_MAKRO\...	ORBİSE UYARLA	OGM MAKRO	ORBİS
C:\ORBIS_MAKRO\...	CALALAN	OGM MAKRO	ORBİS
C:\ORBIS_MAKRO\...	NOKTA	OGM MAKRO	ORBİS
C:\ORBIS_MAKRO\...	PARSEL	OGM MAKRO	ORBİS
C:\ORBIS_MAKRO\...	SADECE OGM TABA...	OGM MAKRO	TABAKA
C:\ORBIS_MAKRO\...	OGM TABAKA DIŞI SİL	OGM MAKRO	TABAKA

Şekil 7. Menü dosyası oluşturma

2.4. Makro Uygulama Geliştirme

Uygulama 1: OGM TABAKA OLUŞTURMA, Netcad yazılımında yeni bir proje açıldığında katman yöneticisinde sadece 0 tabakası bulunur, bu uygulama ile tek komut tıklaması yaparak kod içerisinde önceden tanımlı OGM tabaka yapısında, tabaka adı ve tabaka renklerini katman yöneticisine eklenecektir. OGM tabaka sayısı güncel durum itibarıyla Orman Bilgi sistemi (ORBİS) öz nitelik bilgilerine göre 26 adettir. Program tasarımı şu şekildedir: Önce tabaka bilgilerini hafızasında tutacak olan iki adet dizi tanımlanacaktır, daha sonra bu diziler içine sırayla tabaka adları ve tabaka renkleri atanacaktır. Bu işlemten sonra dizi değişkenleri artık hafızalarında orman tabaka bilgilerini tutuyor olacaktır. Devamında ise dizi içerisindeki tabakalar oluşturularak grafik ekranda katman yöneticisine eklenmesi sağlanacaktır. Son olarak, çalışılan proje önceden hazırlanmış bir proje ise ve projede OGM yapısında önceden tanımlı tabakalar var

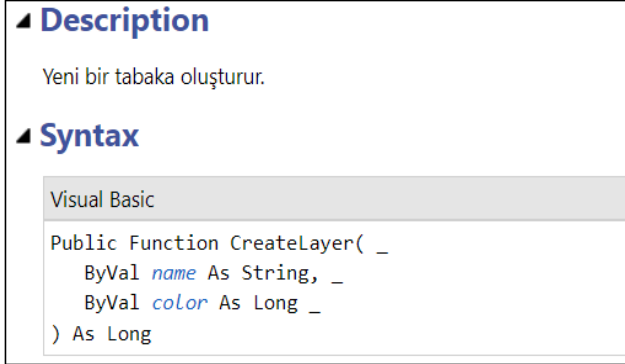
ise bunların renk, çizgi tipi ve kalem no gibi özellikleri karşılaştırılarak kontrol edilerek OGM tabaka yapısına uygun hale getirilmesi sağlanacaktır. Grafik ekranda güncelleme prosedürü tetiklenerek kullanıcının değişimleri görmesi sağlanır. Geliştirilen kodlar daha sonra Netcad üzerinde kullanılmak üzere, bir script dosyası şeklinde, korumalı veya açık kaynak kodlu bir şekilde, dosya ismi verilerek bilgisayarda istenilen bir klasöre kaydedilir. Bu script dosyası çağrılarak çizim işlemlerinde defalarca kullanılabilir. Bu işlemleri gösteren akış diyagramı şekil 8’de gösterilmiştir.



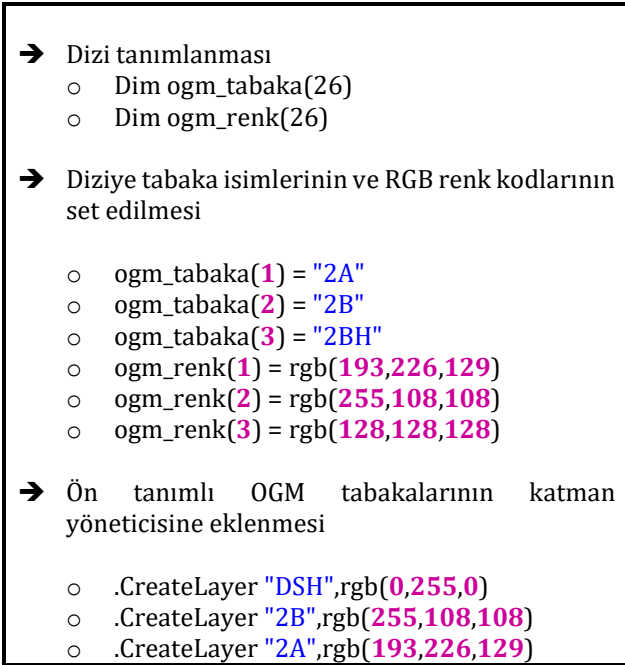
Şekil 8. OGM TABAKA OLUŞTUR iş akışı

Öncelikle “Netcad Makro Düzenle” kodlama penceresinde VBScript yazım kurallarına uygun olarak “Dim” deyimi ile 26 adet obje barındıran ogm_tabaka ve ogm_renk isimli iki ayrı dizi tanımlanmıştır. Bu dizilere önceden isimleri ve renkleri belli olan tabaka değeri “=” operatörü ile atanır (set) edilir. Sonra NCSObj sınıfı

içerisinde “CreateLayer (tabakaadı,renk)” prosedürü (Netcad resmi web) String karakter tipinde bir tabaka ismi ve Long karakter tipinde RGB formatında bir renk parametresi ile tetiklenir (Şekil 9). Bu işlemle tabaka isim ve renklerinin katman yöneticisine eklenmesi sağlanır (Şekil 10).

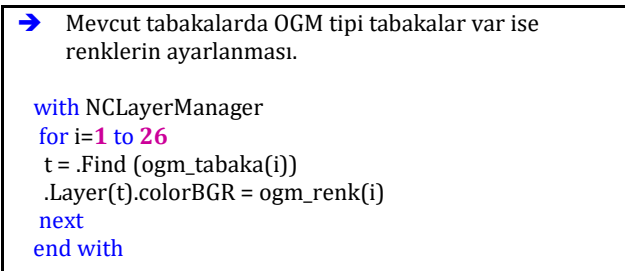


Şekil 9. NCMacro tabaka oluşturma işlevi



Şekil 10. Kodlama kısmından bir örnek

Netcad makro kütüphanesinde bulunan tanımlı NCLAYERMANAGER sınıfı kullanılarak tabaka bulma fonksiyonu (.find) ve tabaka rengi parametresine (.Layer(t).colorBGR) erişilerek, VBScript dili özelliği olan FOR NEXT döngüsü ile tüm tabaka isimleri taranır, koşulu sağlayan tabakaların rengi değiştirilir. Böylece projedeki OGM tipindeki tabakaların renkleri de OGM formatına uygun hale getirilir (Şekil 11).



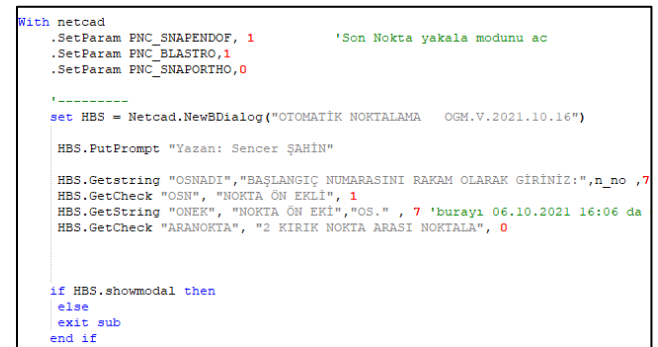
Şekil 11. Kodlama kısmından bir örnek

Son olarak yapılan değişikliklerin, grafik ekranda yenilenmesini ve görülmesini sağlayan (.Netcadcommand("REGEN")) komutu ile OGM TABAKA OLUŞTUR makro yazılımı tamamlanmıştır. Geliştirilen script dosyası *.nvb formatında kaydedilmiştir. Bu komut OGM MAKRO ismi altında bir araç seti olarak kullanıma hazır şekilde menüye eklenmiştir.

Uygulama 2: OTOMATİK OS, Netcad yazılımında Orman ve 2/B alanları GPS koordinat değerlerine göre çizilir. Bir blok alan oluşur. Daha sonra bu alanın köşe kısımlarına orman sınır noktası ismi verilen nokta objesi eklenir. Her bir noktanın bir ön eki ve rakam numarası vardır (Ör: OS.2001, OTS.26). OS 'nın anlamı Orman sınır noktası, OTS 'nın anlamı ise Orman tahdit sınır noktasıdır. Bu uygulama ekranda çizili bir alan ya da çoklu doğru objesinin seçilen başlangıç noktasından bitim noktasına kadar sırayla ve istenilen yönde grafik ekrana eklenmesini sağlamaktadır.

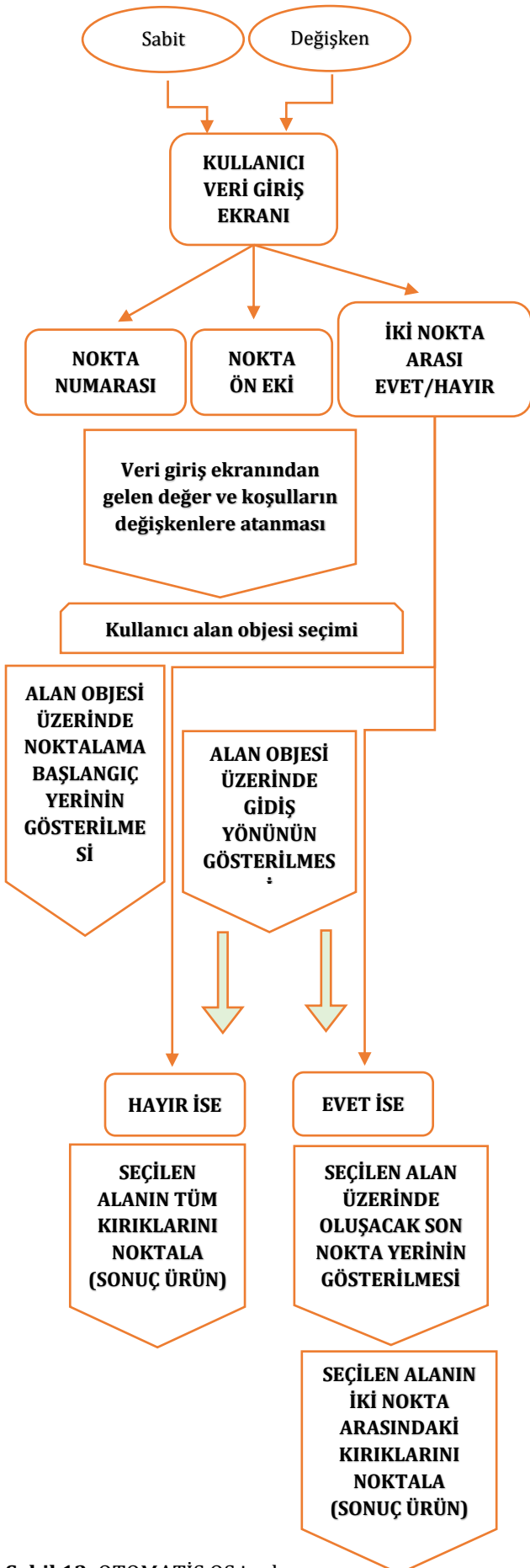
Önce hangi verilere ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bir orman kadastro projesinde orman sınır noktaları ve çalışma alanı sınır noktaları bulunmaktadır. Tüm nokta adları harf karakteri ve rakamların birleşmesinden oluşmaktadır. Ör: OS.2005, KS.125. Etrafına nokta tesis dilecek alan objesinin tamamı da noktalanabilir veya bir kısmı da gereklilik dâhilinde bu parametrede dikkate alınarak pencere tasarımına geçilmiştir.

Veri girişi ara yüzü olarak kullanılacak bu pencerede operatör, OS ön eki ile OS nokta numara verisini girebilecek ve seçilen iki nokta arası noktalama özelliğini tercih edebilecektir. Bunun nedeni birbirine komşu alanların ortak kırık noktalarında daha önce tesis edilen OS noktaları olabileceği ve bu kırık noktalara mükerrer nokta numarası verilmesine engel olunmasıdır. Netcad ortamında pencere tasarımı görsel olarak yapılamamaktadır, ancak bu işlem için Netcad NCSObj sınıfı içerisinde NewBDialog fonksiyonu bulunmaktadır. Bu pencere Netcad tarafından önceden şablon olarak hazırlanmıştır. Geliştiriciler tarafından kodlarla şekillendirilmektedir. Bu fonksiyon bir başlık ismini string formatında istemektedir. "OTOMATİK NOKTALAMA" ismi verilerek daha önceden "HBS" ismiyle tanımlı değişkenine atanmıştır. HBS değişkeni ile alt prosedürlere erişilerek etiket, textbox ve Checkbox şekilleri pencereye eklenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Kodlama kısmından bir alıntı

Uygulama çalışma prensibini gösteren akış diyagramı şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 13. OTOMATİS OS iş akışı

Kullanıcı gerekli bilgileri kutucuklara doldurduktan sonra ekranda bir alan seçmesi istenmiştir. Bu işlem için “. SelectObjectInstant” fonksiyonu kullanılmıştır. Daha sonra seçilen alan üzerinde kullanıcının başlangıç kırığını göstermesi istenmiştir bu işlem içinde “. SelectPoint” methodu kullanılmıştır. Kullanıcının nokta yerini seçmesi ile birlikte ekran tıklanan noktanın gözükmesi için “. AddObject(.MakePoint(c, NB & n_no, "", .GetCurrentLayer))” methodu ile nokta, program belleğine alınarak grafik ekrana eklenecek ve gösterilecektir (Şekil 14).

```

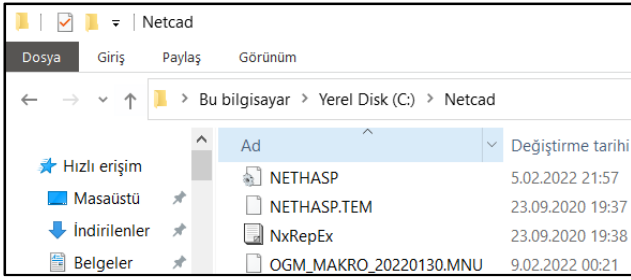
set ss = .NewSelectStatus ' Anlık Secim objesi yarat
'---
while .SelectObjectInstant("OTOMATİK NOKTALANACAK KAPALI OBJEYİ SEÇİNİZ",1,
set o = ss.objects(0) ' Secim objesinin ilk objesini al
set p = .getplineext(o) ' objenin noktalarını tutan pline yapısını
'msgbox p.num-1

.DrawObject o,251
noktasiral=0
noktasira2=0

set c = .newc(0,0,0)
while .SelectPoint ("Nokta Başlangıç yerini gösterin!",c,-1)
.AddObject (.MakePoint(c, NB & n_no, "", .GetCurrentLayer ) )
  
```

Şekil 14. Nokta objesi oluşturma

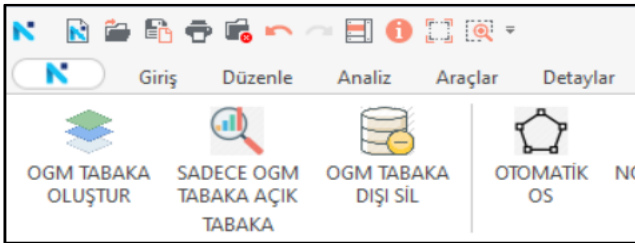
Bir sonraki aşamada ise noktanın gidiş yönü sorulmuştur. Kullanıcı bir yön belirlemek için daha önceden seçtiği alan üzerindeki bir kırık nokta yerini tıklayarak belirlemesi beklenmiştir, bu işlem için yine “. SelectPoint” metodu kullanılmıştır. Aynı şekilde bu nokta da grafik ekranda gösterilecek şekilde eklenmiştir. Bu son tıklanan nokta ile bir önceki noktanın çoklu doğru dizisi içerisindeki sırası karşılaştırılarak saat yönünde mi yoksa tersi yönde mi olduğu tespit edilerek, çoklu doğru köşelerinin kırıklarını takip ederek noktalama işlemi tamamlanır. Bu işlemi yapabilmek için “. getplineext(obje)” prosedürü ile daha önceden seçilen alan objesinin “pline” yapısı bir değişkene alınır. Alınan değişken alt prosedür olarak koordinat bilgisine erişim verir ve pline yapısındaki tüm kırık noktalara tek tek ulaşılır. Böylece kullanıcının yön için tıkladığı yer ve başlangıç için tıkladığı yerin noktaların pline içindeki index sırası belirlenir, “.num” alt prosedürü ile pline yapısının toplam nokta sayısı öğrenilir daha sonra FOR...NEXT döngüsü içinde tıklanan noktalar ve pline noktalarının x ve y koordinat değerleri IF...THEN koşul deyimi kullanılarak karşılaştırılır ve pline içinde hangi indekste oldukları bir değişkene atanır. İkinci tıklanan nokta ilk tıklanan noktaya göre dizinin ilerisinde o yöne doğru, gerisinde ise o yöne doğru yeni noktalar grafik ekranda oluşturulur. Bunun için yeniden bir FOR...NEXT döngü işlemi yapılır ve pline yapısı içinde artı yönde veya eksi yönde ilerletilerek yeni noktalar oluşturulur ve uygulama işlevini tamamlar. Geliştirilen iki adet makro uygulaması, kullanıcı tarafından çalıştırılabilmesi için “Netcad menü düzenleyici” de script dosyasının yolu, buton tipi, Icon dosyası seçilerek OGM MAKRO başlığı altında Netcad menü dosyasına eklenmiştir. *.mnu isimli bir menü dosyası oluşmuştur. Bu menü dosyası c:\Netcad klasörü altına kopyalanarak Netcad ana modülüne bir araç seti olarak gelmesi sağlanmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Menü dosyası oluşturma

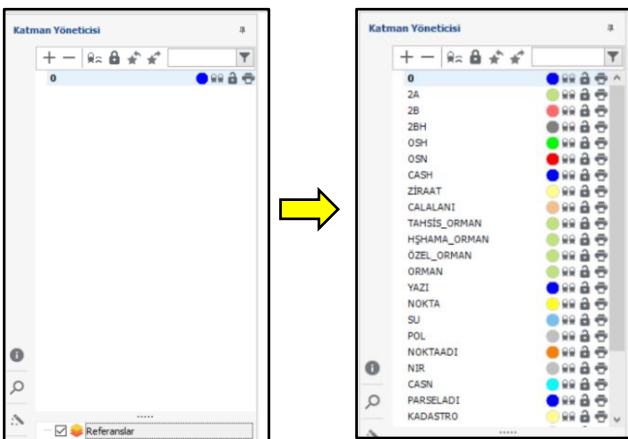
3. BULGULAR

Makro yazılımın script dosya yolunun menüye eklenmesi sonrasında OGM MAKRO menüsü altında komutların işlevini anlatan üzerinde yapacağı görevi ifade eden resimli bir buton ortaya çıkmıştır. OGM TABAKA OLUŞTUR makro yazılımı CAD ekranında kullanıcıya bir veri giriş penceresi sunmamakta, arka planda kod penceresinde ön tanımlı tabaka isimlerini hafızasında tutarak kullanıcının komut butonuna tıklaması ile tetiklenmektedir (Şekil 16).



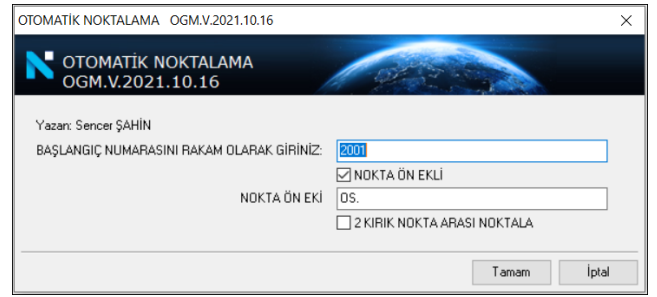
Şekil 16. Menülere eklenmiş araçlar

Geliştirilen uygulama Netcad üzerinde boş bir proje açılarak denenmiştir. Menüye eklenen OGM TABAKA OLUŞTUR komut butonuna tıkladığında; 26 adet tabakanın katman yöneticisine doğru isimlerle ve doğru renklerde eklendiği görülmüştür (Şekil 17).



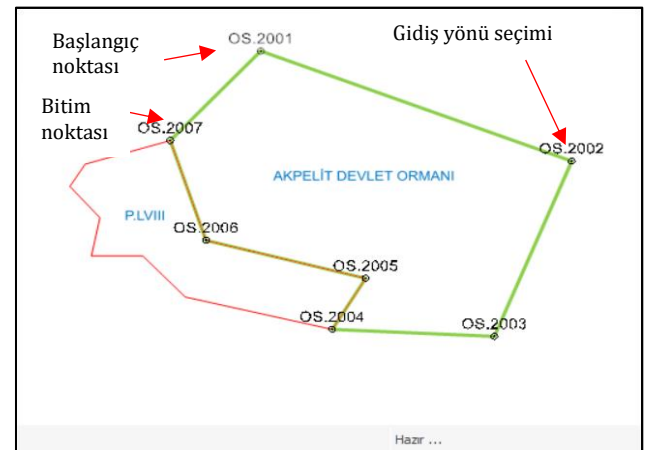
Şekil 17. Katman yöneticisine eklenen tabakalar.

OTOMATİK OS makro yazılımı örnek olarak hazırlanan bir proje üzerinde denenmiştir. CAD ekranında OGM MAKRO başlığı altında menülere eklenmiş olan OTOMATİK OS butonunun tıklanması ile kullanıcı veri giriş ekranı açılmıştır, çıkan pencerede kullanıcıya nokta başlangıç numarası ve kullanılacak nokta ön eki sorulmaktadır (Şekil 18).



Şekil 18. Veri giriş ekranı

Kullanıcı veri giriş ekranında başlangıç noktası giriş kutusunda "2001" rakamı yazılı şekilde hazır sunulduğu görülmüştür, ayrıca nokta ön eki koşulu aktif durumdadır ve giriş kutusunda "OS" ön eki hazır yazılı olarak gelmiştir. İlk etapta bu koşul parametresinde herhangi bir değişiklik yapılmadan tamam butonuna basılmıştır. Bu işlem sonrasında CAD ekranının alt kısmında bulunan çubuk toolbarda "Otomatik noktalanacak kapalı objeyi seçiniz" uyarısı çıkmıştır. Proje üzerinde bir alan seçilmiştir sonrasında uyarı çubuğunda "Nokta başlangıç yerini gösterin" yazısı çıkmıştır, önceden hazırlanmış örnek projede bir orman alanı üzerinde herhangi bir kırık nokta tıklanmıştır, bu işlemden sonra kullanıcı uyarı çubuğunda "nokta gidiş yönünü gösterin" uyarısı gelmiştir. Gidiş yönünü belirlemek için ilk tesis edilen noktanın sağ ve veya sol tarafında çoklu doğrunun herhangi bir kırığı tıklanmıştır. Bu işlem sonrasında seçilen alanın başlangıç noktasından pline yapısındaki son kırık noktasına kadar 2001-2007 arası OS noktaları CAD ekranında oluşturularak projeye eklendiği görülmüştür (Şekil 19). Yeni oluşan noktalar aktif tabakada depolanmıştır. Bu durum kullanıcının otomatik noktalama yapmadan önce noktaların yer alacağı tabakayı seçmesi gerektiğini gösterir.

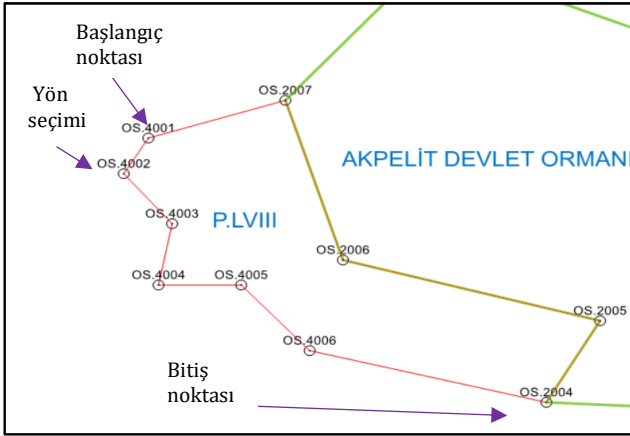


Şekil 19. Seçili alanın tamamının noktalanması

Bu seferde kullanıcı giriş ekranında ön ek koşulu kaldırılarak ve farklı nokta no rakamları girilerek deneme yapıldığında, uygulamanın ön eksiz olarak numaralandırma yaptığı ve noktaları pline etrafında doğru bir şekilde oluşturduğu tespit edilmiştir.

Geliştirilen OTOMATİK OS aracı seçilen alanın etrafını noktalamıştır, bu sefer "iki kırık nokta arası noktala" işaret kutusu tıklanarak aktif hale getirilmiştir. Aynı işlemler tekrar edilip tamam tuşuna basıldığında,

bir alan seçilmesi istenmiştir, bu kez de önceden seçilen orman alanına komşu bir 2/B parseli seçilmiştir, daha sonra çoklu doğru üzerinde oluşacak ilk noktanın yeri olan başlangıç kırık noktasının yeri sorulmuştur, bu nokta seçildikten sonra gidiş yönü seçilmesi istenmiştir, gidiş yönü için çoklu doğru üzerinde noktalanacak yönde bir kırığa tıklanmıştır, bir sonraki aşamada noktalamanın tamamlanacağı son nokta yerinin seçilmesi istenmiştir. Bu işlem de yapıldıktan sonra çoklu doğru (birden fazla çizginin birleşiminden oluşan obje) üzerinde istenilen iki nokta arasında 4001-4006 arası yeni OS noktaları oluştuğu görülmüştür (Şekil 20).



Şekil 20. İki kırık arası noktalama sonucu

Geliştirilen OGM TABAKA OLUŞTUR komutu, verilen isim ve renkte tabakaları tek seferde katman yöneticisine eklemekte aynı zamanda var olan OGM tabakalarının renklerini de olması gereken renk kodunda değiştirmektedir. Manuel olarak tek tek eklenen tabakalar makro ile otomatik olarak eklenebilmiştir. Ancak burada kodlama esnasında ortaya çıkan bir husus var ki; tabaka katmanında çizgi tipi ve kalem numarasına erişim sağlayan değişkenler, Netcad Makro Kütüphanesinde bulunmadığı için bu özelliklere bir müdahale yapılamamıştır. Bu durum bir makro yazılımın yeteneklerinin bir kısmını kısıtlamakta ve makro yazılım özgürlüğünün ana yazılım geliştiricisinin, makro yazılımcılar için kullanıma açtığı sınıf ve fonksiyonlara bağlı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Çünkü makro yazılım eklenti platformu sıfırdan bir program yaratmaz, tıpkı Netcad de olduğu gibi var olan bir ana programa gömülü olarak gelir ve yazılım geliştiriciler için programa bir takım ek özellikler katmak amacıyla sunulur. Ana programın çekirdek yapısı yazılım geliştiriciler için ne kadar erişime açılırsa makro uygulamalar ana programa o kadar ek özellikler getirebilir ve kullanıcıların kendi ihtiyaçları doğrultusunda daha sınırsız araç setleri geliştirmesini sağlar.

Yüzlerce, bazen binlerce çizginin oluşturduğu orman ve 2/B parsel alanlarının etrafındaki çizgi uçlarına nokta eklenmesi gerekmektedir. Çünkü orman sınır noktaları projenin ayrılmaz bir parçasıdır, tutanakla tarif edilmekte ve bir koordinat dökümü alınarak dosyasına konmaktadır. Bu koordinatlara göre parselin alanı hesaplanmaktadır. Bu işlem bir operatör tarafından tek tek tıklanarak manuel olarak yapılmaktadır. Netcad programında "ada etrafında adlandır" gibi otomatik noktalama komutları olsa da

başlangıç yerinin seçilememesi, gidiş yönünün seçilememesi gibi durumlar bu komutun bu amaçla kullanımına imkân vermemektedir. Aynı zamanda bir alanın çevresinde daha önceden atılı noktalar olabilir, bu tip karşılaşmalarda iki kırık nokta arasında noktalama gerekmektedir. Bu işlem de manuel olarak yapılmaktadır. Operatörün çizgi ucu yakala komutunu açması gerekmektedir, eğer unutulursa noktalar parsel kırığına atılmak yerine köşe ucun yakınlığında bir yere konumlanacaktır. Bu da hatalı bir noktalama demektir ve baştan yapılması gerekir. Böylece noktalama eyleminin parsel etrafında yüzlerce kez tıklanarak yapılması yerine geliştirilen OTOMATİK OS komutu ile başlangıç noktası ve gidiş yönünü tayin eden nokta seçimi ile iki hamlede, eğer iki kırık nokta arası noktalama yapılacak ise ek olarak bitim noktasının seçimi ile üç hamlede başarılı bir şekilde yapıldığı görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Makale konusu çalışmada geliştirilen iki adet uygulama Orman Genel Müdürlüğünde hali hazırda kullanılmakta olup, proje çiziminde kullanıcı hatalarını minimuma indirdiği ve orman kadastro proje üretiminin daha pratik hale geldiği personel dönüşleri ile anlaşılmıştır. Netcad ortamında kurumsal bir ihtiyaca yönelik araç geliştirilebilir olması, aynı zamanda kurum içerisinde hali hazırda kullanılacak gelmesi, OGM deki birçok teknik personelin yeni eklenti taleplerine neden olmuştur. Kullanıcılardan gelen talepler ve hali hazırda orman kadastro proje çizimi esnasında tespit edilen, olması gerekli özellikler, yeni araç setleri şeklinde geliştirilmek üzere planlanmıştır.

Çalışmada tasarlanan komutlar başka CAD kullanım amaçları için dönüştürülebilir özelliktedir. Bu yönüyle esnek bir yapıya sahiptir, bu durum sadece bir amaca yönelik değil farklı amaçlar içinde kullanılabilmesini sağlamaktadır. Örneğin: Otomatik noktalama komutu sadece orman kadastro projelerinde değil tüm harita ve plan oluşturma işlemlerinde kullanılabilir. Birçok CBS uzmanı geçmişten günümüze açık kaynak kodlu yazılımlara ek olarak ticari yazılımlardan ArcGIS, MapInfo ve kısmen Microstation gibi yazılımlarda arayüz geliştirilmesine aşinadır. Bu çalışma ise bir CAD-GIS yazılımı olan Netcad programında kısıtlı dokümantasyon olmasına rağmen VBScript yazılım dili ve NCMacro kütüphanesindeki işlevler ve özelliklere erişilerek makro yazılım ile yeni fonksiyonların geliştirilebileceğini ve kullanılabilirliğini göstermiştir. NCMacro kütüphanesinde veri tabanı işlemlerine ait sınıfların ve içindeki veri tabanı oluşturma, tablo oluşturma, tabloya veri ekleme gibi fonksiyonların işlevleri incelenerek CAD ortamından CBS ortamına dosya aktarımı sağlanabilir.

Üretilen Makro yazılım komut dosyaları bir lisansa bağlanabilir veya herkesin göre bileceği bir şekilde açık kaynak kodlu olabilir. Burada lisanstan kasıt makronun hangi lisanslı kilit üzerinde çalışacağını ayarlanmasıdır. Tasarlanan makrolar performans kontrolleri yapıldıktan sonra Netcad ana bileşenine modüller şeklinde eklenebilir veya makro komut dosyası olarak CAD paketi içinde ana üretici tarafından

kullanıcılara sunulabilir. Netcad'in başta Türkiye ve çeşitli dünya ülkelerinde kullanıldığı dikkate alındığında, bu çalışmanın birçok farklı hizmet sektöründe çalışan kurum ve firmaların ihtiyaçları doğrultusunda makro yazılım yaparak kendilerine özgü komutlar geliştirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda Netcad yazılım firmasının da NCMacro kütüphanesini daha genişleterek ana modül ve diğer tüm modellerdeki işlemlere erişim sağlaması durumunda, yazılımcıların daha farklı işlevleri olan araçların (sadece bir çizim operasyonu değil bir analiz ve kontrol işlemi gibi vb.) oluşturmasına ışık tutacağı ve Netcad üzerinde makro programlamaya olan ilginin artacağına kanaat edilmektedir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışmada makro yazılımın test edildiği ve hali hazırda kullanıldığı Orman Genel Müdürlüğü ve makro tasarımı ilgili teknik bilgi konusunda yardımını esirgemeyen Netcad A.Ş'ye teşekkür ederiz. Bu makale, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde Doç. Dr. Özgün AKÇAY danışmanlığında Sencer ŞAHİN tarafından hazırlanan yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarının bir kısmını içermektedir.

Yazarların Katkısı

Yazar1: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Görselleştirme, Yazılım.

Yazar2: İnceleme, Düzenleme, Doğrulama.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Bulut H (2010). Bilgisayar destekli mobilya tasarımında Autolisp uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 83 s.
- Eyigün E, Dündar K & Durman M (2010). Autocad VBA Uygulamalı Geçme Tasarımı, *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2010/01,39-46.
- FAU (2022) Florida Atlantic Üniversitesi, <https://www.cse.fau.edu/~roy/cop4020.01c/VBScript.htm> [Erişim Tarihi: 25.04.2022]
- Güneş İ (2007). Kamu kurumlarında açık kaynak kodlu yazılımların kullanılmasının ekonomik faydaları: Yerel yönetimler için pilot uygulama önerisi, *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi*, 2007/Yerel ekonomiler özel sayısı, 151-162.
- Güngör B & Külür S (2010). 1:25000 Ölçekli coğrafi veri tabanı tasarımında topografik detaylar arasındaki

topolojik ilişkilerin tanımlanması. *İTÜ Dergisi/d mühendislik*, 9(6), 51-58.

- Krawczyk A & Owsianka P (2019). Using the Bentley MicroStation environment to program calculations of predicted ground subsidence caused by underground mining exploitation, 5. *Uluslararası İnşaat Mühendisliği-Altyapı-Madencilik Bilimsel Konferansı*, in E3S Web of Conferences, 106, 01003 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910601003>
- Netcad (2022). Netcad web sitesi, http://www.Netcad.com.tr/NCDNFiles/NCMacro/apidoc/webframe.html#NCMacro_P.html [Erişim Tarihi: 11.06.2022]
- Orhan O (2021). Land suitability determination for citrus cultivation using a GIS-based multi-criteria analysis in Mersin, Turkey, *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106433. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106433>
- Orre J (2013). MicroStation V8i işletim ortamı, *Yüksek Lisans Tezi*, Kemi-Tornio University of Applied Sciences, 2013/11, 54 s.
- Özge R E (2009). Mimarlık pratiğinde yapı bilgi sistemleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 43 s.
- Saralioğlu E (2015). Python programlama dili kullanılarak uzaktan algılama amaçlı arayüz tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 100 s.
- Saralioğlu E, Yıldırım D & Güngör O (2014). Uzaktan algılama araştırmacılarına yönelik Python ara yüzü ve ArcGIS yazılımı eklentisi. 5. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU, İstanbul, Türkiye. SS64 (2022). Veritabanı ve işletim sistemi için örnekler içeren başvuru kılavuzu, [VBScript Commands - SS64.com](https://www.vbscript.com/SS64.com) [Erişim Tarihi: 09.06.2022]
- Şenaras A. E & İnanç Ş (2018). Dinamik programlama ile agv hattı için VBA uygulaması. *Journal of Life Economics*, 5(4), 255-264. <https://doi.org/10.15637/jlecon.273>
- Tecim V (2008). Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. Renk Form Ofset Matbaacılık, ISBN: 978 - 605-60047-0-4.
- Tutorialspoint (2022) Simply easy learning <https://www.tutorialspoint.com/vbscript/index.htm> [Erişim Tarihi: 29.04.2022]
- Yılmaz O Y (2006). Coğrafi bilgi teknolojilerinde özgür yazılım, *Jeodezi-Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 95, 36-44.
- 16778 Sayılı Orman Kadastrosu ve 2/B Uygulama Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmî Gazete Tarihi: 20.11.2012 ve Sayısı: 28473, Yayımlandığı Düstur; Tertip: 5.
- 2014/17 olur nolu Orman Kadastrosu Teknik İzahname'si. Yayımlandığı OGM Tarihi: 16/03/2014 ve Sayısı: 17324243-020/481053.



© Author(s) 2022.

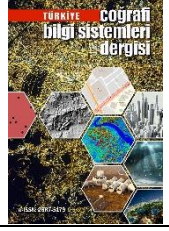
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Aydın İli Biyoklimatik Konfor Şartlarının Turizm Konfor İndeksi ile Analizi

Betül Gülay Kaya*¹, Şenay Güngör²

¹Nevşehir Hacı Bektaş-ı Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Nevşehir, Türkiye

²Nevşehir Hacı Bektaş-ı Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Nevşehir, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Aydın İli
Coğrafi Bilgi Sistemleri
(CBS)
Mekânsal Analiz
Turizm İklim İndeksi (Tİİ)
QGIS Yazılımı

Geçtiğimiz birkaç on yılda turizm birçok ülkede en önemli ekonomik faaliyetlerden biri haline geldi. Son yıllarda Dünya genelinde hem salgın hem de savaş nedeniyle turizm faaliyetlerinde düşüş görülmektedir. Özellikle soğuk ülkelerden yaz aylarında Türkiye'ye turistler gelmektedir. Salgın ve savaşların yanı sıra küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklık turizm aktivitelerini de etkilemektedir. İnsanlar bu artan sıcaklık karşısında kendilerini en rahat hissettiği ortamlarda turizm faaliyetlerini sürdürmek istemektedir. İnsan faaliyetlerine etki eden en önemli faktör biyoklimatik konfor koşullarıdır. Bu koşulların belirlenmesi önemlidir. Biyokonfor koşulları için çeşitli indeksler geliştirilmiştir. Bu çalışmada Aydın İli 2021 yılı haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait sıcaklık, aylık ortalama ve maksimum bağıl nem (%), aylık ortalama rüzgâr şiddeti (km/saat), aylık ortalama yağış (mm) ve aylık ortalama güneşlenme süresi (saat) verileri temin edilmiştir. Veriler excel ortamında düzenlenmiştir. Veriler düzenlendikten sonra turizm iklim konforunun hesaplanmasında en yaygın olarak turizm konfor indeksi (TCI) formülü ile çalışma alanında yer alan meteorolojik gözlem istasyonlarına ait TCI değeri hesaplanmıştır. Açık kaynak koldu QGIS yazılımı içerisinde meteorolojik gözlem istasyonları ve TCI değerleri atılmıştır. Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait TCI haritası üretilmiştir. Bu haritalar üzerinde Aydın İli turizm iklim konforu değerlendirilmiştir.

Analysis of Bioclimatic Comfort Conditions with Tourism Comfort Index in Aydın Province

Keywords:

Aydın City
Geographical Information
Systems (GIS)
Spatial Analysis
Tourism Climate Index (TCI)
QGIS Software

ABSTRACT

In the past few decades, tourism has become one of the most important economic activities in many countries. In recent years, there has been a decrease in tourism activities worldwide due to both epidemic and war. In Particular, Tourists come to Turkey from cold countries in the summer months. In addition to epidemics and wars, increasing temperature due to global climate change also affects tourism activities. People want to continue their tourism activities in environments where they feel most comfortable in the face of this increasing temperature. The most important factor affecting human activities is bioclimatic comfort conditions. It is important to identify these conditions. Various indices have been developed for bio comfort conditions. In this study, it was used for the data which are the temperature, monthly average and maximum relative humidity (%), monthly average wind speed (km/hour), monthly average precipitation (mm) and monthly average sunshine duration (hours) data for the months of June, July and August 2021 in Aydın Province has been provided. The data were organized in an excel environment. After the data were arranged, the TCI value of the meteorological observation stations in the study area was calculated with the most common Tourism Comfort Index (TCI) formula in calculating the tourism climate comfort. Meteorological observation stations and TCI values were imported into the open-source QGIS software. TCI maps for the months of June, July and August were produced using the inverse distance-weighted interpolation method. It has been evaluated on these maps for Aydın Province tourism climate comfort.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

(krctbetulgulay@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-8576-9801
(senaygungor@nevu.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5453-5930

Kaya B G & Güngör Ş (2022). Aydın İli Biyoklimatik Konfor Şartlarının Turizm Konfor İndeksi ile Analizi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 65-70.

1. GİRİŞ

Turizm, Dünya'da Ülkeler için en önemli gelir kaynaklarının başında gelmektedir. Turizm sektörü ülkelerin ekonomilerine büyük katkılar sağlamaktadır. Ülkeler bu sektörden doğrudan ve dolaylı olarak çok yüksek seviyede gelir elde etmektedir. Dolayısı ile ülkeler dört mevsime yayılan farklı turizm aktiviteleri oluşturmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmaları etkileyen en önemli faktör iklimdir.

18. ve 19. yy.'da Avrupa'da yaşanan gelişmeler neticesinde sanayi devri ortaya çıkmıştır. Sanayi devrimi sonrasında ısınma, ulaşım, enerji üretimi gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla fosil yakıt kullanımı artmış, başta karbondioksit ve diğer sera gazlarının (CH₄, N₂O, CFCs vb.) ışınları tutmasıyla dünya yüzeyinde kış sıcaklıklarda artış gözlenmesine neden olmuştur (Öztürk, 2002).

Turizm, iklimin dönemsel olarak değişiminden ve değişkenliğinden en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Birçok insanın planlamaya çalıştığı turizm faaliyetlerinde, karar verme sürecinde, nereye, ne zaman gideceklerinin planlamasında etkili rol oynamaktadır. (De Freitas, 2003). Günümüzde tatil planı yapan bireylerin destinasyon noktası seçimi sırasında göz önünde bulundurduğu anahtar faktör hava ve iklim koşullarıdır. Bu koşullar tercih edilen turizm destinasyon noktalarının seçimini etkilemektedir (Mieczkowski, 1985). Hava ve iklim koşulları insanların biyometeorolojik konforunu doğrudan etkilemektedir. Dolayısı ile biyoklimatik konfora etki eden sıcaklık, nem, öztürüzgâr hızı, güneşlenme süresi gibi meteorolojik etkiler göz önünde bulundurularak analizler gerçekleştirilerek turizm faaliyetlerine yön verilebilir.

Yaz aylarında yapılan turizm aktiviteleri dünya genelinde belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşir. Turizm aktivitelerinin bir bölgede gerçekleştiği dönemin uzunluğu o bölgedeki iklim ve hava durumu şartlarına bağlı olarak değişir. İklim ve termal konfor şartlarını turizm aktivitelerinde bağlı olarak saptayabilmek için farklı meteorolojik değişkenler incelenebilir. Bu değişkenler ile bilim insanları tarafından bazı indisler geliştirilmiştir (Tzenkova vd., 2007). İklimsel anlamda konforlu alanların belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan indis Turizm İklim İndeksi (TCI)'dir. TCI çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Wang vd. tarafından (2022), Çin'de yapılan çalışmada 1979 ile 2020 yılları arasındaki iklim trend analizi ERA5 verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Çin üzerindeki turizm politikaları, stratejik kararların alınmasında ve turizm için yeni yatırım stratejileri geliştirilmiştir. Dube & Nhamo tarafından (2020), Zimbabwe'nin Kariba bölgesinde yapılan çalışmada doğa odaklı turizm iklim çeşitliliğinin hassasiyeti incelenmiştir. Doğa turizmi iklim değişimine karşı hassastır. Ekstrem hava olaylarından çok fazla etkilenmektedir. Sürdürülebilir hedefler geliştirilerek Kariba bölgesinde geleceğe yönelik iklim senaryoları geliştirilmiştir. Pathak vd. (2021) tarafından Bahama Adalarında yapılan çalışmada, iklim değişiminin turizm sektörüne doğrudan ve dolaylı etkileri küçük bir ada düzeyinde incelenmiştir. Analiz aşamasında birçok farklı etmen kullanılarak kategorilere ayrılmıştır. Kategorilere

ait çeşitli senaryolar üretilmiştir. Üretilen senaryolar neticesinde adanın farklı kıyı bölgelerine farklı stratejiler geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca entegre kıyı yönetim planı farklı kıyı bölgeleri için oluşturulması gerektiği ortaya konmuştur. Li vd. (2022) tarafından Amerika Birleşik Devletleri (ABD) kuzey Karolina kıyılarında yapılan çalışmada, çoklu bakış açısı optimizasyonu yaklaşımı kullanılarak kıyı bölgelerde turizm destinasyonlarında kültürel mirasların korunmasına yönelik planlama yapılmıştır. Farklı modelleme teknikleri ile 30 yıllık planlama yapılmıştır. Modeller içerisinde tek bakış açılı optimum koruma modeli yaklaşımı daha dönüştürülebilir, açık ve transfer edilebilir sonuçlar üretmiştir. Roshan vd. (2016) tarafından yılında yapılan çalışmada İran genelinde 40 istasyon kullanılarak TCI değişimleri 1961'den 2010'a kadar geçen zamanda incelenmiştir. Hejazizadeh vd. (2019) tarafından İran'ın çöl bölgelerinde ve Makran kıyılarında yapılan çalışmada tatil iklim indeksi (Holiday climate index HCI; TIİ) ve TCI kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Noome & Fitchett (2019) tarafından Afriski dağlarında yapılan çalışmada dış mekân turizm aktivitelerinin sürdürülebilirliği araştırılmıştır. Alonso-Pérez vd. (2021) tarafından Kanarya adalarında yapılan çalışmada, İspanya devlet Meteoroloji Ajansı veritabanı kullanılarak TCI değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler sınıflandırılarak Kanarya adalarında yapılacak turizm faaliyetlerine yönelik politikalar geliştirilmiştir. Miszuk (2021) Polonya'nın Kłodzko bölgesinde hava koşulları ile turizm arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Küresel Termal İklim indeksi kullanılarak ısı stresi belirlenmiştir. Bu koşullarda turizm açısından hava koşullarının hangi etkinliklere daha yatkın olduğu çıkarılarak planlama yapılmıştır. Zhao & Wang (2021) tarafından Çin'in Henan bölgesinde yapılan çalışmada, son 61 yılda bölgedeki iklimsel konforun değerlendirilmesi amacıyla TCI hesaplanmıştır. Geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılarak uzun vadeli değişim eğilimi tahmin edilmiştir. Zamansal olarak değişim belirlenip gelecekte turizm planlayıcıların destinasyon noktalarındaki rotasyonları hakkında öneriler sunulmuştur. Pecelj vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Sırbistan'ın Belgrad şehrinde 43 yıllık veri ile fizyolojik eşdeğer sıcaklık indeksi (FES), düzeltilmiş fizyolojik eşdeğer sıcaklık indeksi (dFES) ve TCI hesaplanmıştır. Mevsimsel farklılıklar, sıcaklık eğilimleri incelenerek geleceğe yönelik planlamalar yapılmıştır. Huang vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada küresel buzul alanları üzerine küresel ısınma kaynaklı 1979'dan 2019'a kadar geçen zamandaki değişim incelenmiştir. Özellikle yaz mevsiminde turizm faaliyetlerinin olduğu buzul alanlara ait konfor düzeyleri zamansal ve mekânsal olarak incelenmiştir. Gao vd. (2021) tarafından Çin'in kıyı şehirlerinde yapılan çalışmada turizm iklim uygunluğu kıyı turizmi iklim indeksi, tatil iklim indeksi gibi farklı indeksler yardımı ile incelenmiştir. Masoudi (2021) tarafından İran'da yapılan çalışmada, 2006 yılından 2016 yılına kadar geçen zamanda TCI hesaplanmıştır. TCI hesaplandıktan sonra mekânsal dağılımın görüntülenmesi amacıyla ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak harita üretilmiştir. Adigüzel vd. (2022) tarafından yayınlanan çalışmada, İzmir ilinde iklimsel elementler ile termal konfor analizi

yapılarak turizm aktiviteleri arasındaki ilişki TCI ile incelenmiştir. Kapetanakis vd. (2022) tarafından Yunanistan'ın başkenti Atina'da yapılan deneysel çalışmada farklı turizm destinasyon noktalarında iklim değişkenleri ve turistler için konforlu alanlar arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Çalışma ile kentsel iklim konfor indeksi geliştirilmiş ve bu indeks ile Atina şehrinin turizm konforu incelenmiştir. Yang vd. (2022) tarafından yayınlanan çalışmada Çin'in son dönemlerinde hava kirliliği sorunu nedeniyle farklı turizm anlayışının hâkim olduğundan bahsedilerek alternatif turizm etkinlikleri konusunda planlama yapılmıştır. Çalışmada hava kalitesine göre değerlendirme yapmaya imkân temiz doğal hava mikro iklim konfor indeksi kullanılmıştır.

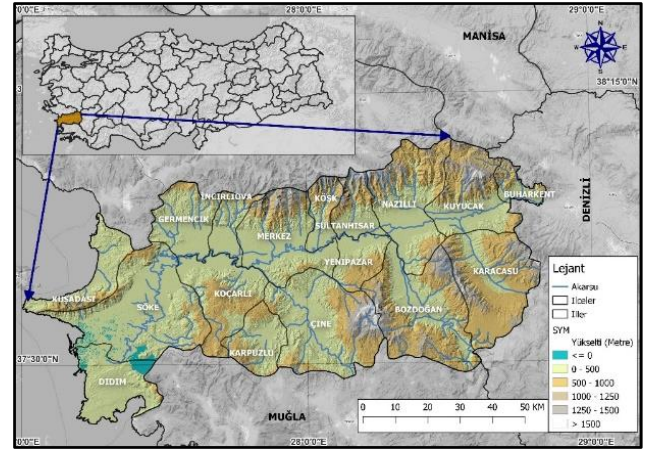
TCI, Türkiye için yapılan çalışmalarda da kullanılmıştır. Güçlü (2010) tarafından yılında Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölümü kıyı kuşağında yapılan çalışmada iklim koşullarına bağlı olarak kıyı turizmi ele alınmıştır. Çalışmada TCI, sıcaklık-nemlilik indeksi ve yeni yaz indeksi kullanılmıştır. Güçlü (2015) tarafından Batı Karadeniz kıyı kuşağında yapılan çalışmada TCI, sıcaklık-nemlilik indisi ve yeni yaz indisi kullanılarak deniz turizminin mevsimsel koşullara göre analizi yapılmıştır. Batı Karadeniz'de 18 Haziran - 6 Eylül arasında deniz banyosuna uygun olduğu çıkmıştır. Türker vd. (2016) tarafından Muğla ilinde yapılan çalışmada TCI kullanılarak iklim konforu analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Nisan ayında en konforlu ilçeler Bodrum ve Datça'dır. İl genelinde Aralık, Ocak, Şubat aylarında iklim konforu düşmektedir. Çünkü Muğla kış mevsiminde yoğun yağış almaktadır. Kum & Gönençgil (2018) tarafından Türkiye'nin güney ve güneybatı sahillerinde yapılan çalışmada kıyı destinasyonlarındaki konfor şartları TCI ile analiz edilmiştir. Öztürk & Kalaycı (2018) tarafından yapılan çalışmada, Kastamonu Çatalzeytin ve çevresinde iklim konforu şartları TCI kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma alanı eko turizm aktivitelerine elverişliliği yönünden incelenmiştir. İnceleme sonucunda kıyı turizmüne alternatif olarak eko turizm aktivitelerinin de iyi derecede kullanılabilir olduğu ortaya çıkmıştır. Efe & Gözet (2021) tarafından Samsun ilinde yapılan çalışmada 1990-2019 yıllarına ait veriler kullanılarak TCI hesaplanmıştır. Daha sonra Şen yenilikçi trend analizi ve Mann-Kendall yöntemleri kullanılarak trend analizi yapılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Çalışma alanı olarak belirlenen Aydın ili Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Aydın ilinin batısında Ege denizi yer alırken, kuzeyinde batıdan doğuya sırasıyla İzmir, Manisa ve Uşak illeri, doğusunda Denizli ili ile güneyde Muğla İli bulunmaktadır. Kuzey güney doğrultusunda 37°51'10.92"K ve 37°48'52.53"K kuzey enlemleri ile 27°50'33.64"D ve 27°50'3.13"D boylamları arasında yer alır. Aydın ilinin yüzölçümü 8.116 km²'dir. Aydın İli sınırları içerisinde batıdan doğuya Kuşadası, Didim, Söke, Germencik, Koçarlı, Karpuzlu, İncirliova, Merkez, Yenipazar, Çine, Köşk, Sultanhisar, Bozdoğan,

Nazilli, Kuyucak, Karacasu ve Buharkent olmak üzere 17 ilçe bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Materyal

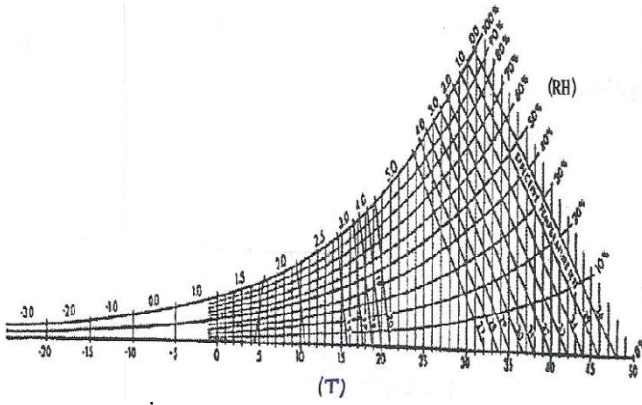
Bu çalışmada materyal olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) arşivinden alınan Aydın İli sınırları içerisinde kalan istasyonlara ait aylık ortalama sıcaklık (maksimum ve ortalama), toplam yağış, toplam güneşlenme süresi, ortalama rüzgâr hızı ve bağıl nem (minimum ve ortalama) verileri değerlendirilmiştir.

2.3. Metot

Aydın İli turizm iklim konforu özelliklerinin belirlenmesi amacıyla MGM'den elde edilen iklim verilerini coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanarak analiz etmek için QGIS yazılımı içerisine aktarılmıştır. Aydın iline ait turizm iklim konforunun değerlendirilmesi amacıyla Mieczkowski (1985) tarafından geliştirilen Turizm İklim indeksi (Tİİ, Tourism Climate Index-TCI) kullanılmıştır. Bu indeks turizm konfor alanların tespitinde kullanılan en yaygın indekslerden biridir. Gezi, alışveriş ve diğer spesifik olmayan turistik faaliyetleri gibi açık hava etkinlikleri ve rekreasyonları temsil etmektedir. Konu ile ilgili çalışmalar incelenerek yapılan araştırma neticesinde TCI hesaplanmasında eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$TCI = 2[(4 * CID) + CIA + (2 * P) + (2 * S) + W] \quad (1)$$

Eşitlik 1'de CID (Daytime comfort index-gündüz konfor indeksi); maksimum sıcaklık ve minimum bağıl nemin oranılanmasında oluşur, CIA (Daily comfort index-günlük konfor indeksi); ortalama sıcaklık ve ortalama nemin oranılanmasından oluşur, P (Precipitation-yağış); toplam yağış değerinin kullanılarak oranlamadan oluşur, S (Sunshine- güneşlenme süresi); çalışma alanındaki örnek istasyonların toplam güneşlenme sürelerinin oranılanmasından oluşur, W (Wind-rüzgâr hızı) ise ortalama rüzgâr hızlarının oranılanmasından oluşur. Eşitlikte yer alan değerlerin karşılıklarını bulabilmek için şekil 2 kullanılmıştır.



Şekil 2. TCI İçin Termal Konfor Derecelendirme Sistemi (Mieczkowski, 1985).

Türker vd. (2016)'a göre; Mieczkowski (1985)' in TCI yöntemi aşağıda anlatıldığı gibi hesaplanmaktadır:

- CID: Gündüz Konfor İndisi ($^{\circ}\text{C}$ cinsinden maksimum günlük hava sıcaklığı ve % cinsinden minimum bağıl nem değerlerine göre belirlenmektedir),
- CIA: Günlük Konfor İndisi ($^{\circ}\text{C}$ cinsinden ortalama günlük hava sıcaklığı ve % cinsinden ortalama günlük bağıl nem değerleri kullanılmaktadır).

CID, CIA tespitinde de Şekil 2 temel alınmaktadır.

- R: mm cinsinden aylık ortalama yağış miktarı (Tablo 1).

Tablo 1. TCI İçin R Değeri İndeksi

Puan	Aylık Ortalama Yağış Miktarı (mm)
5.0	0.0-14.9
4.5	15.0-29.9
4.0	30.0-44.9
3.5	45.0-59.9
3.0	60.0-74.9
2.5	75.0-89.9
2.0	90.0-104.9
1.5	105.0-119.9
1.0	120.0-134.9
0.5	135.0-149.9
0.0	150.0 ve üzeri

- S: saat olarak günlük ortalama güneşlenme süresi ifade eder (Tablo 2)

Tablo 2. TCI İçin S Değeri İndeksi

Puan	Güneşlenme Süresi (saat/dakika)
5.0	10 ve üzeri
4.5	9-9.59
4.0	8-8.59
3.5	7-7.59
3.0	6-6.59
2.5	5-5.59
2.00	4-4.59
1.5	3-3.59
1.0	2-2.59
0.5	1-1.59
0.0	1'den az

- W: m/sn veya km/saat cinsinden ortalama rüzgâr hızını ifade eder (Tablo 3).

Tablo 3. TCI İçin W Değeri İndeksi

Puan	Rüzgâr Hızı (km/saat)
5.0	<2.88
4.5	2.88-5.75
4.0	5.76-9.03
3.5	9.04-12.23
3.0	12.24-19.79
2.5	19.80-24.29
2.0	24.30-28.79
1.0	28.80-38.52
0.0	>38.52

İndeks sonuçları değerlendirildiğinde, %60-%69 arasında değer alan turizm uğrak noktaları turizm faaliyetleri için en uygun iklim alanlarına sahip olarak nitelendirilirken, sınıf olarak ise "iyi" olarak nitelendirilmektedir (Tablo 4).

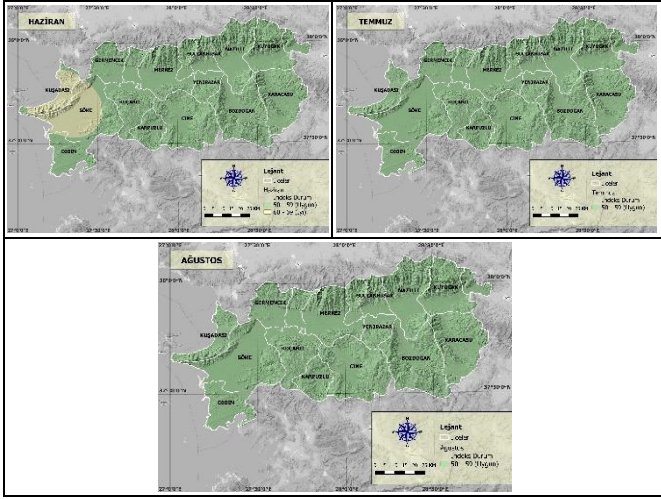
Tablo 4. Mieczkowski (1985)'in TCI (Tourism Climatic Index) İndisinin Şeması

TCI Değeri (%)	Kod	Turizm için iklim kategorisi
90-100	9	İdeal
80-89	8	Mükemmel
70-79	7	Çok iyi
60-69	6	İyi
50-59	5	Uygun (Kabul Edilebilir)
40-49	4	Sınırdadır
30-39	3	Elverişli Değil
20-29	2	Elverişsiz
10-19	1	Ziyadesiyle Elverişsiz
-9-9	0	İmkânsız
-20- -10	-1	İmkânsız

3. BULGULAR

Yapılan bu çalışmada, Aydın ili (Şekil 5) sınırlarında MGM'den alınan meteorolojik gözlem istasyonlarına ait bilgiler alındıktan sonra turizm iklim konforu eşitlik 1 kullanılarak her bir gözlem istasyonu için hesaplanmıştır. Daha sonra bu değerler haritaya QGIS yazılım içerisinde dönüştürülmüştür. Elde edilen raster formatlı TCI haritası Tablo 1'de yer alan sınıf aralıklarına göre gruplandırılmıştır.

Çalışma alanında turizm konforunun ortaya konulması ama ile iklimsel veriler kullanılmıştır. Eşitlik 1 kullanılarak haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait elde edilen Tİİ haritaları şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Turizm iklim indeksi haritaları

Şekil 3 incelendiğinde, 2021 yılı haziran ayında turizm aktiviteleri için iyi sınıfta olan yerler Kuşadası ve Söke ilçelerinin olduğu bölümlerdir. İlin diğer alanları ise turizm iklim sınıfı olarak uygun çıkmıştır. Aydın İli haziran ayı açısından turizm aktiviteleri incelendiğinde genel olarak uygun görülmektedir. Temmuz ve Ağustos ayları incelendiğinde ise, Aydın İlinin tamamı uygun turizm iklim sınıfında görülmektedir. Aylara göre iklim sınıfları incelendiğinde farklı turizm aktivite planlarının oluşturulabileceği görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Günümüzde istenmeyen anlık olarak gelişen küresel salgınlar nedeniyle insanların turizm ihtiyaçları da değişmektedir. Özellikle eko Turizm sektöründe farklı başlıklarda yeni aktiviteler ortaya çıkmaktadır. Eko Turizm alanında farklı aktiviteler ilin fiziki durumu, bitki örtüsü, iklimi, doğası, akarsuları, kültürel miraslarının konumu gibi durumlardan etkilemektedir. İnsanların verimli bir şekilde turizm aktivitelerini gerçekleştirebilmeleri biyoklimatik şartlara bağlı olarak değişebilmektedir.

Aydın İli Turizm iklim konforunun değerlendirilmesi amacıyla 2021 yılı yaz aylarına ait turizm iklim indeksi haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar incelendiğinde haziran ayında TCI indeksinin uygun ve iyi sınıfları görülmektedir. Kuşadası ve Söke ilçelerinde iyi iklim konforu görülmesi sebebiyle bu alanlarda rahatlıkla bütün turizm faaliyetleri gerçekleştirilebilir. Şehrin diğer bölgelerinde uygun sınıfı görülmektedir. Temmuz ve Ağustos ayları daha sıcak olduğu için tek iklim konforu sınıfı çıkmıştır. Diğer aylara göre turizm faaliyetlerinde daha dikkatli olunmalıdır.

Sürdürülebilir kıyı alanlarında turizm aktivite planları ve stratejileri oluşturulurken mutlaka Tİİ göz önünde bulundurulmalıdır. Ülkelerin finansal kaynakları olması açısından turizm aktiviteleri büyük önem arz etmektedir.

Bu tür planlamalar sayesinde ülkemizin turizm faaliyetlerinin artması beklenmektedir. Bu faaliyetlerin artmasına bağlı olarak ülkemize ekonomik anlamda büyük katkı sağlayacaktır.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma Betül Gülay Kaya'nın Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Doç. Dr. Şenay Güngör danışmanlığında devam etmekte olan "Aydın İlinde Turizm İklim Konforunun CBS ile Sosyo Mekânsal Değerlendirilmesi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Makaleye ait verilerin Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmesi nedeniyle teşekkürlerimizi sunarız.

Yazarların Katkısı

Yazar1: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Görselleştirme, Yazılım.

Yazar2: İnceleme, Yazma-İnceleme ve Düzenleme.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

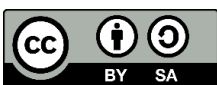
Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Adiguzel F, Bozdoğan Sert E, Dinc Y, Cetin M Gungor S, Yuka P, Dogan O S, Kaya E, Karakaya K & Vural E (2022). Determining the relationships between climatic elements and thermal comfort and tourism activities using the tourism climate index for urban planning: a case study of Izmir Province. *Theor Appl Climatol* 147, 1105–1120 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03874-9>
- Alonso-Pérez, S, López-Solano J, Rodríguez-Mayor L & Márquez-Martinón J M (2021). *Evaluation of the Tourism Climate Index in the Canary Islands. Sustainability*, 13, 7042. <https://doi.org/10.3390/su13137042>
- Dube K & Nhamo G (2020). Vulnerability of nature-based tourism to climate variability and change: Case of Kariba resort town, Zimbabwe. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100281>
- De Freitas C R (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48(1), 45-54. <https://doi.org/10.1007/s00484-003-0177-z>
- Efe B & Gözet E (2021). Samsun ilinin turizm iklim indeksi değerlerinin trend analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1164-1176. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.876949>
- Gao C, Liu J, Zhang S, Zhu H & Zhang X, (2022). The Coastal Tourism Climate Index (CTCI): Development, Validation, and Application for Chinese Coastal Cities. *Sustainability*, 14, 1425. <https://doi.org/10.3390/su14031425>

- Güçlü Y (2010). Doğu Karadeniz Bölümü Kıyı Kuşağında İklim Konforu Şartlarının Kıyı Turizmi Yönünden İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8 (2), 111-136. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000108
- Güçlü Y (2015). Batı Karadeniz kıyı kuşağında iklimik konfor ve deniz turizmi mevsiminin iklim koşullarına göre belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0 (53), 1-14.
- Hejazizadeh Z, Karbalaee A., Hosseini S A & Tabatabaei S A (2019). Comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in desert regions and Makran coasts of Iran. *Arab J Geosci* 12, 803 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4997-5>
- Huang Y, Zhang X, Zhang D, Zhang L, Zhang W, Ren C, Pan T, Chu Z & Chen Y (2021). Spatial-Temporal Characteristics of Arctic Summer Climate Comfort Level in the Context of Regional Tourism Resources from 1979 to 2019. *Sustainability*, 13, 13056. <https://doi.org/10.3390/su132313056>
- Kapetanakis D, Georgopoulou E, Mirasgedis S & Sarafidis Y (2022). Weather Preferences for Urban Tourism: An Empirical Study in the Greek Capital of Athens, Greece. *Atmosphere* 2022, 13, 282. <https://doi.org/10.3390/atmos13020282>
- Kum G & Gönençgil B (2018). Türkiye'nin Güneybatı Kıyılarında Turizm İklim Konforu, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 17 (1), 70-87, <https://doi.org/10.21547/jss.341541>
- Li P, Xiao X, Seekamp E, (2022). Climate adaptation planning for cultural heritages in coastal tourism destinations: A multi-objective optimization approach, *Tourism Management*, 88, 104380. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104380>
- Masoudi M (2021). Estimation of the spatial climate comfort distribution using tourism climate index (TCI) and inverse distance weighting (IDW) (case study: Fars Province, Iran). *Arab J Geosci* 14, 363 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12517-021-06605-6>
- Mieczkowski Z (1985). The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien* 1985, 29, 220-233. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x>
- Mizuk B (2021). Evaluation of Tourism-Climate Conditions in the Region of Kłodzko Land (Poland). *Atmosphere* 2021, 12, 907. <https://doi.org/10.3390/atmos12070907>
- Noome K & Fitchett J M (2019). An assessment of the climatic suitability of Afriski Mountain Resort for outdoor tourism using the Tourism Climate Index (TCI). *J. Mt. Sci.* 16, 2453-2469 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5725-z>
- Öztürk K (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 47-65.
- Öztürk S & Kalaycı M (2018). Kastamonu-Çatalzeytin ve Çevresinin İklim Konforu Şartlarının Ekoturizm Aktiviteleri Yönünden İncelenmesi, *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), 12-21.
- Pathak A, van Beynen P E, Akiwumi F A & Lindeman K C (2021). Impacts of climate change on the tourism sector of a Small Island Developing State: A case study for the Bahamas. *Environmental Development* 37, 100556. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100556>
- Pecelj M, Matzarakis A, Vujadinović M, Radovanović M, Vagić N, Đurić D & Cvetković, M. (2021). Temporal Analysis of Urban-Suburban PET, mPET and UTCI Indices in Belgrade (Serbia). *Atmosphere* 2021, 12, 916. <https://doi.org/10.3390/atmos12070916>
- Roshan G, Yousefi R & Fitchett J M (2016). Long-term trends in tourism climate index scores for 40 stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability. *Int J Biometeorol*, 60, 33-52. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1003-0>
- Türker A, Özaltın Türker G & Çelik A (2016). Dış Mekân Turizm ve Rekreasyon Faaliyetleri Açısından Muğla İli İklim Konforu Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(4), 555-577. <https://doi.org/10.16953/deusbed.36502>
- Tzenkova A, Ivancheva J, Koleva E & Videnov P (2007). The human comfort conditions at Bulgarian black sea side. *3rd International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, Freiburg, Germany.
- Wang H, You Q, Liu G & Wu F (2022). Climatology and trend of tourism climate index over China during 1979-2020. *Atmospheric Research*, 277, 106321. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106321>
- Yang X, Li C, Bilal M & Jin S (2022). Fresh Air-Natural Microclimate Comfort Index: A New Tourism Climate Index Applied in Chinese Scenic Spots. *Sustainability*, 2022, 14(3), 1911. <https://doi.org/10.3390/su14031911>
- Zhao J & Wang S (2021). Spatio-Temporal Evolution and Prediction of Tourism Comprehensive Climate Comfort in Henan Province, China. *Atmosphere* 2021, 12 (7), 823. <https://doi.org/10.3390/atmos12070823>



© Author(s) 2022.

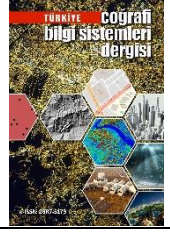
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Parametre Puanlama Yöntemi İle Hakkâri İli Çığ Tehlike Haritasının Oluşturulması

Sacit Mutlu^{*1}, İshak Cindioğlu², Ahmet Özkan Kul³, Azad Sağlam Selçuk¹

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Afet Yönetimi ve Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Van, Türkiye

²Van İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Van, Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Van, Türkiye

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Çığ
CBS
Hakkâri
Tehlike
Puanlama

Ülkemizde meydana gelen doğa kaynaklı bir afet olan çığdan dolayı can ve mal kayıpları yaşanabilmektedir. İklimsel koşullar ve topoğrafik etmenlerden ötürü Hakkâri İlinde geçmişten günümüze birçok çığ olayı yaşanmış ve yöre halkına ciddi kayıplar yaşatmıştır. Kaydedilen çığ vakaları dikkate alındığında Hakkâri İli 52 çığ afetine maruz kalarak ülke çapında bu afeti en fazla yaşayan illerden birisidir. Afet türüne ait parametrelerin ağırlık değerlerinin literatür verilerine göre belirlenmesi ve işlenmesi tehlike boyutunun anlaşılması açısından hayati öneme sahiptir. Çığ oluşumuna neden olan eğim, yükseklik, bakı, arazi kullanımı ve eğrisellik parametreleri bu çalışmada esas alınmıştır. Arazi kullanımı CORINE-CLC-2012 verilerinden, eğim, bakı ve eğrisellik haritaları ise sayısal yükseklik modelinden elde edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada puanlama yöntemi ile 7.095 km² yüzölçümüne sahip olan Hakkâri İlinin çığ tehlikesi ortaya konulmuştur. Tehlike haritasına bakıldığında yerleşim birimlerini etkileyecek çığ patikalarının yüksek oranda olduğu görülmüştür. Bu alanlar özellikle Hakkâri İlinin güneyi ve Hakkâri İli ile Şemdinli ilçesi arasındadır. Bu anlamda gerçekleştirilen bu çalışmada gelecekte oluşması muhtemel risklerin değerlendirilebilmesi, azaltılması, önleyici tedbirlerin alınması için bir altlık oluşturması ve karar vericileri yönlendirmesi amaçlanmıştır.

Hakkari Avalanche Hazard Map Creation Using Geographic Information System (GIS) and Parameter Scoring Method

Keywords:

Avalanche
GIS
Hakkâri
Hazard
Scoring

ABSTRACT

Loss of life, injury and material losses are experienced due to avalanche, which is a natural disaster that occurs almost every year in our country. Due to climatic conditions and topographic factors, many avalanches have occurred in Hakkari from past to present and have caused serious losses to the local people. Considering the recorded avalanche cases, Hakkari province is one of the provinces that experienced 52 avalanche disasters throughout the country. Determining and processing the weight values of the parameters of the disaster type according to the work area is of vital importance in terms of understanding the danger dimension. Slope, elevation, aspect, land use and curvature parameters that cause avalanche formation were taken as basis in this study. Land use was obtained from CORINE-CLC-2012 data and slope, aspect and curvature maps were obtained from Digital Elevation Model. In this study, the Avalanche hazard of Hakkari Province, which has a surface area of 7,095 km², was revealed with the subjective scoring method. When the hazard map is examined, it is seen that there is a high rate of avalanche paths that will affect the settlements. These areas are especially in the south of Hakkari Province and between Hakkari Province and Şemdinli District. In this sense, in this study, it is aimed to evaluate possible risks that may occur in the future, to reduce them, to form a base for taking preventive measures and to guide decision makers.

Sorumlu Yazar

*sacitmutu@yyu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-1632-722X
(Ishak.Cindioğlu@afad.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-4085-9501
(kulahmetozkan@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-1854-2206
(azadsaglam@yyu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-4943-3870

Kaynak Göster:

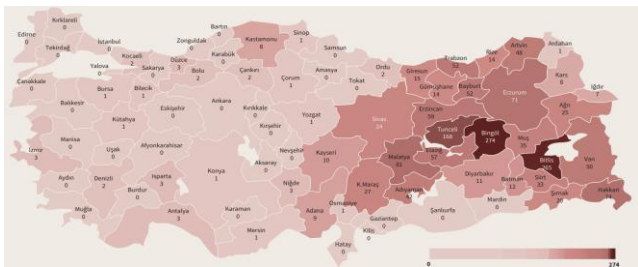
Mutlu S, Cindioğlu İ, Kul A Ö & Selçuk A S (2022). Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Parametre Puanlama Yöntemi İle Hakkâri İli Çığ Tehlike Haritasının Oluşturulması. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 71-78.

1. GİRİŞ

Çığ olayları, insan yaşamına, ekonomiye, alt ve üstyapılara, bitki örtüsüne ve çevreye zarar veren doğa kaynaklı afetler arasında yer almaktadır. Eğimli ve bitki örtüsünün olmadığı ya da çok seyrek olduğu yamaçlarda hızla hareket eden bir kar kütleli olarak tanımlanan çığ olayı özellikle afet yönetiminin tehlike ve risk değerlendirmesi açısından oldukça önemli bir doğa olayıdır (Gürer & Yavaş, 1994; Taştekin, 2003). Literatürdeki birçok çalışmada ifade edildiği gibi, çığ parametrelerine bakıldığında bölgenin meteorolojik, çevresel, topografik ve insan kaynaklı faktörleri sıralanmaktadır (Choubin vd., 2019; Kumar vd., 2019; Cetinkaya & Kocaman, 2022; Varol 2022).

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi sistemleri gibi coğrafi bilgi teknolojilerinden yararlanarak çığ tehlike ve risk haritalarının elde edilmesi maliyet, zaman, işgücü ve analiz doğruluğu açısından günümüzde etkin olarak uygulanmaktadır. (Yılmaz, 2010; Kumar & Snehmani Srivastava, 2018, Eckerstorfer vd., 2016; Bühler vd., 2018; Cetinkaya & Kocaman, 2022; Varol 2022).

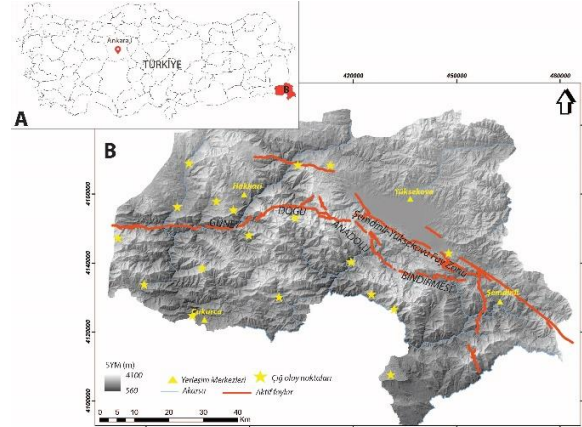
Ülkemiz geneline bakıldığında 124 yıllık verilere göre (1890-2014); oluşan çığ olayı sayısı 1997, hayatını kaybeden insan sayısı 1446 ve yaralı sayısı ise 420'dir (AFAD,2020). Meydana gelen bu çığların ülkenin doğu kesiminde daha fazla olduğu, özellikle Bitlis, Bingöl, Tunceli, Malatya ve Hakkâri illerinde meydana geldiği kayıt altına alınmıştır (AFAD, 2018) (Şekil 1).



Şekil 1. 1950-2019 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşmiş çığ olaylarının il bazında sayıları (AFAD, 2018).

Hakkâri İli Ülkemizin güneydoğu ucunda yer almakta (Şekil 2) olup İran ve Irak ülkelerine de sınır durumundadır. Hakkâri, Güney Doğu Anadolu Bindirmesi ile şekillenen yüksek dağları (Buzul Dağı-3620 m, Karadağ-3500 m, İkiyaka dağları-3798 m) ve doğrudan atımlı bir karaktere sahip olan Şemdinli Yüksekova Fay zonunun şekillendirdiği Yüksekova Havzası'na (1845 m) sahiptir (Koçyiğit, 2005; Sançar, 2018) (Şekil 2). Jeolojik ve tektonik parametrelere bağlı olarak Yüksekova Havzası dışında geniş düzlükleri olmayan, 4000 metrelere kadar yüksekliğe sahip olan Hakkâri İli dağlık, engebeli, derin akarsu ve ırmaklara sahip olan bir bölgedir. Topoğrafik yükseklik farkı oldukça yüksek olan bölge Çığıl (Zap suyu) tarafından drene olmaktadır. Çalışma alanı karmaşık tektonik yapısı, topoğrafik yüksekliği, kar örtüsü, meteorolojik özellikler ve tetikleyici etkenler nedeniyle çığ, deprem, sel, kaya düşmesi ve heyelan afetlerini yaşamaya uygun bir konumda yer almaktadır (İlerisoy vd., 2022) (Şekil 2).

İstatistiki çalışmalara bakıldığında Hakkâri'de meydana gelen afetler içerisinde birinci sırayı alan çığ afetinin Merkez ilçe başta olmak üzere 52 adet olduğu (Tablo 1) kaydedilmiştir (AFAD,2021). Meydana gelen çığ olaylarının çoğu yerleşim birimlerine zarar vermiş ve bu yerleşim birimleri genel hayata etkili ilan edilerek nakledilmiştir (AFAD,2021).



Şekil 2. (a) Çalışma alanının konumu, (b) Hakkâri İli'nin yükseklik, fay ve çığ noktaları haritası.

Tablo 1. Hakkâri'de 1970-2021 yılları arasında meydana gelen afetlerin sayısı (İRAP, 2021)

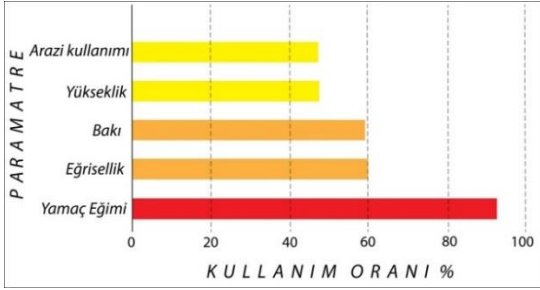
İlçe Adı	Çığ	Kaya	Heyelan	Su	Deprem
		Düşmesi			
Merkez	19	10	9	6	1
Çukurca	2	3	1	0	0
Derecik	6	0	0	0	0
Şemdinli	17	2	4	1	0
Yüksekova	8	1	2	1	1
Toplam	52	16	16	8	2

2. YÖNTEM

Çığ tehlike haritasının oluşturulması için 5 adet temel parametre kullanılmıştır. Bu çalışmada topoğrafya ilişkili olan parametrelerin üretilmesine olanak sağlayan Sayısal Yükseklik Modeli (20 m çözünürlükte) verisi USGS Yer Bilimleri Araştırma adresinden, arazi kullanımı verileri ise Corine Land Cover -CLC-2012 adresinden temin edilmiştir Eğim, eğrisellik ve baki haritaları ise SYM verilerinden üretilmiştir. Elde edilen raster ve vektör formattaki veriler Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı yardımıyla yeniden sınıflandırılarak sadeleştirilmiştir.

Şekil 3'te yer alan ve çığ tehlikesi için farklı ağırlıkta önemi olan parametrelere Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı bir değer atanmış olup, ağırlıklara göre yeniden sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan parametre puanlama sistemi literatür derlemelerine bağlı olarak oluşturulmuştur. Önceki çalışmalarda çığ oluşumu için etkin olan parametreler herhangi bir istatistiksel değerlendirme yapılmadan kullanılmıştır. İlk etapta ana parametreler önem derecesine göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre puanlama yapılmıştır (Şekil 3). Literatürde önem derecesine göre kullanılan ana parametreler içerisinde çığ oluşumunu etkileyen en önemli parametre eğimdir (Schweizer vd., 2003; Maggioni & Gruber,2003; Ghinoi & Chung,2005; NGU, 2010; Covasniuanu vd., 2011; Suk & Klimanek, 2011; Simea, 2012; Selçuk, 2013; Aydın vd., 2014;

Özşahin & Kaymaz, 2014; AFAD, 2015; Nasery & Kalkan, 2021; Varol, 2022). Dolayısıyla eğim parametresine puanlama tablosunda en yüksek değer (90) atanmıştır (AFAD, 2015). Eğrisellik ve Bakı parametreleri kullanım oranlarına göre bakıldığında ikinci sırada yer almaktadır (Moore vd., 1991; Maggioni & Gruber, 2003; Suk & Klimanek, 2011; Simea, 2012; Kumar vd., 2019; Singh vd., 2019). İkinci sırada yer alan bu parametreye en yüksek 60 değeri atanmıştır. Aydın vd. (2014), Özşahin & Kaymaz (2014) araştırmacıları tarafından hiç kullanılmayan arazi kullanımı ve yükseklik parametreleri ise önem derecesi ve kullanım oranlarına göre son sırada yer almaktadır (Ghinoi & Chung, 2005; Covasnianu vd., 2011; Simea, 2012). Arazi kullanımı ve yükseklik parametrelerine de en yüksek 45 değeri atanmıştır. Puanlama tablosunda her bir ana parametrenin alt gruplarına en yüksek 90 ve en düşük 0 değeri belirlenmiştir. Ana parametrelerin sınıflandırılması da literatür verilerine göre puanlandırılmıştır (Tablo 2.).

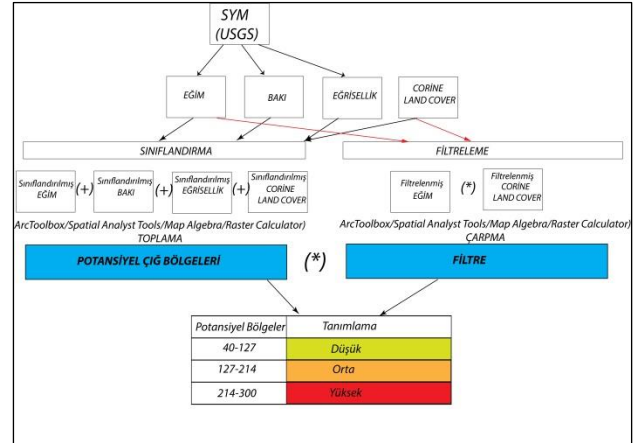


Şekil 3. Literatür çalışması temelli parametre kullanım oranlarına bağlı verilen puanlama (AFAD, 2015'ten değiştirilerek alınmıştır).

Tablo 2. Tehlike haritası için kullanılan puanlama tablosu.

Parametre	Sınıflandırma	Puan
Eğim °	0-12	0
	12-28	30
	28-45	90
	45-55	60
	55-65	30
SYM (M)	560-1500	0
	1500-2000	15
	2000-3000	30
	3000-4100	45
	Bakı °	Kuzey (0-22,5)
Kuzeydoğu		40
Doğu		20
Güneydoğu		20
Güney		20
Güneybatı		20
Batı		40
Kuzeybatı		60
Kuzey (337,5-360)		60
Arazi Kullanım	Ormanlık alan	0
	Seyrek ormanlık a.	15
	Karışık tarım a.	30
	Çıplak-kayalık a.	45
Eğrisellik	İçbükey	20
	Düz	40
	Dışbükey	60

Aşağıda yer alan yöntem alt başlıklarında sınıflamalara atanan puanların açıklamaları yer almaktadır. Her bir alt parametre atanana puana göre yeniden sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan alt parametreler bir bütün haline getirilmiş ve CBS yazılımı ile toplanmıştır. Puanlama tablosunda sıfır değeri verilen alt parametrelerinin analizde ayıklanması için filtreleme işlemi yapılmıştır. Filtreleme işleminde puanlama tablosunda sadece (0) değeri atanana eğim ve arazi örtüsü parametreleri için hesaplama yapılmıştır. Diğer parametreler filtreleme işlemine tabi tutulmamıştır. Filtreleme işlemi ve toplama işlemi ile elde edilen iki altlık harita çarpma işlemi ile çıktı haritası haline getirilmiştir. Bu işlemler sonucunda tüm puanlamaların karşılaştırması ile 40-300 aralığında bir değer elde edilmiştir. Tehlike haritasının duyarlılığını ortaya koymak adına değerler (Sınıf Aralığı=(300-40)/3=86,6) 3 sınıfa bölünmüştür (Düşük: 40-127, Orta: 127-214, Yüksek: 214-300). Bu değer sınıflamasına bağlı olarak çıktı haritası düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 sınıfa ayrılmıştır (Simea, 2012; Nagarajan vd., 2014) (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışmada kullanılan yöntemin akış şeması.

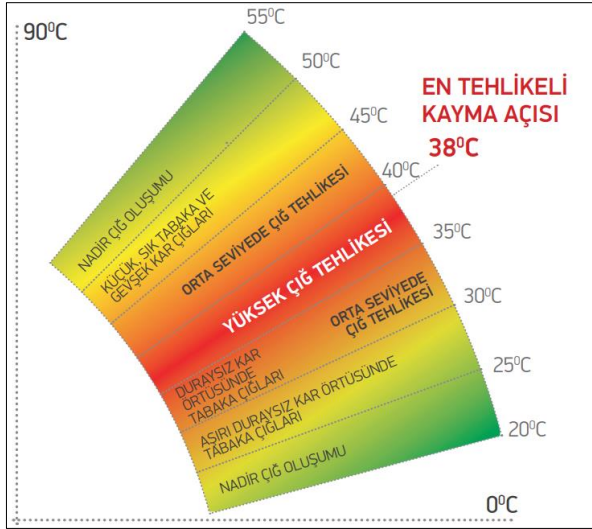
2.1. Eğim

Çiğ başlangıcı açısından duyarlı bölge, tehlike ve riskli bölgeler ile ilgili yapılan uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı çalışmaların çoğu yamaç eğimi parametresini kullanmıştır (Maggioni & Gruber, 2003; Ghinoi & Chung, 2005; NGU, 2010; Elmastaş & Özcanlı, 2011; Covasnianu vd., 2011; Suk & Klimanek, 2011; Simea, 2012; Selçuk, 2013; Aydın vd., 2014; Özşahin & Kaymaz, 2014; Nasery & Kalkan, 2021; Varol, 2022).

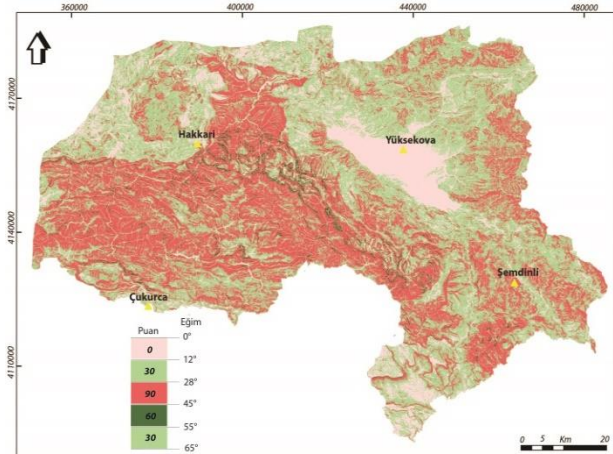
Çiğ duyarlılık haritalarının oluşturulmasında en önemli parametre olan yamaç eğimi derecesi genellikle 28 ile 60 derece arasındaki eğimler dikkate alınmıştır (LaChapelle, 1985; Butler & Walsh, 1990; Salm vd., 1990; McClung & Schaerer, 1993; Munter, 1999; Schweizer vd., 2003; Göl, 2005; Parshad vd., 2017; Singh vd., 2019; Varol, 2022). Çiğ olayının ayırt edilmesinde en önemli ayırt edici olan eğim parametresi, yer çekimi ve sürtünme arasında yer alan kesme kuvveti ile ilişkilidir (Albrecht vd., 1994; Ancey, 2009).

Bu çalışmada kullanılan eğim parametresine ait puanlama sisteminde literatürde en fazla kullanılan ve bölgeye konum olarak yakın olan çalışmalar dikkate

alınmıştır (Nasery & Kalkan, 2021; Selçuk, 2013) Çalışma alanı 0°-65° arasında eğim değerlerine sahiptir. 12° altındaki eğim değerlerine (0) puanı verilmiş ve filtreleme işlemi ile analize dahil edilmemiştir (Nasery & Kalkan, 2021). (12°-28°)- (55°-65°) arasındaki eğimlere 30 puan verilmiştir (Nasery & Kalkan, 2021). (45°-55°) arasındaki eğimlere 60 puan ve (28°-45°) arasındaki eğimlere ise en yüksek puan olan 90 verilmiştir. (Tablo 2, Şekil 5, 6), (Albrecht vd., 1994; Selçuk, 2013; AFAD, 2015).



Şekil 5. Yamaç eğimine göre çığ sıklığının dağılımı (AFAD, 2015).



Şekil 6. Eğim değerlerinin puanlama sistemi.

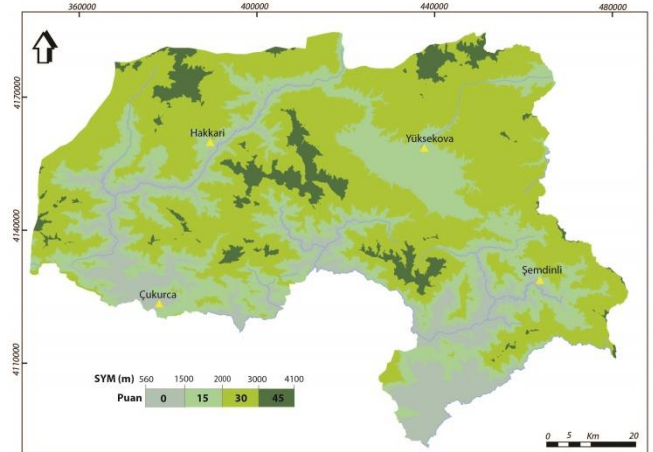
2.2. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)

Yükseklik çığ oluşumunda dolaylı etkili olan parametrelerden birisidir (Kumar vd., 2017, 2018). Yükseklik artışına bağlı olarak sıcaklık, kar yağışı, kar örtüsü kalınlığı ve rüzgâr hızı da artmaktadır (Covasianu vd. 2011; Selçuk, 2013; Nagarajan vd., 2014; Nasery & Kalkan, 2021). Düşük kotlarda sıcaklık yüksek olduğu için hem kar örtüsü içerisinde zayıf zonların oluşumuna neden olan metamorfizma azalır hem de çığ oluşumunu azaltan bitki örtüsü sıklaşmakta ve boyu artmaktadır. Aksine yüksek kotlara çıkıldıkça sıcaklık azalmasına bağlı olarak bitki örtüsü seyrekleşmekte ve kar örtüsü tabakası ve kar metamorfizmasının artmasına neden olmaktadır (AFAD,

2015; Parshad vd., 2017; Kumar vd., 2019; Singh vd., 2018).

Yapılan birçok araştırma 1000 m ve altındaki rakımlarda çığ oluşumunun çok nadir olduğunu ifade etmektedir (McClung & Schaerer, 2006; Selçuk, 2013; Nasery & Kalkan, 2021; Varol, 2022). Çalışma alanının yükseklik dağılımına bakıldığında minimum yüksekliğin 560 m ve maksimum yüksekliğin ise 4100 metre olduğu görülmektedir (Şekil 7). Hakkâri İli'nde daha önce kaydedilen çığ vakalarının çoğu 2500 metre ve üzeri rakımlardadır (Şekil 2B).

Sayısal yükseklik modelinin puanlama sistemi hem literatür çalışmaları hem de Hakkâri İli çığ geçmişi dikkate alınarak yapılmıştır (Tablo 2). 3000-4100 m yüksekliğe sahip alanlar 45 puan, 2000-3000 m aralığındaki yükseklikler 30 puan, 1500-2000 aralığındaki yükseklikler 15 puan ve 1500 m rakım altındaki alanlar ise 0 puan olarak yeniden sınıflandırılmıştır (Şekil 7), (LaChapelle, 1985; Butler & Walsh, 1990; Salm vd., 1990; McClung & Schaerer, 1993; Nasery & Kalkan, 2021).

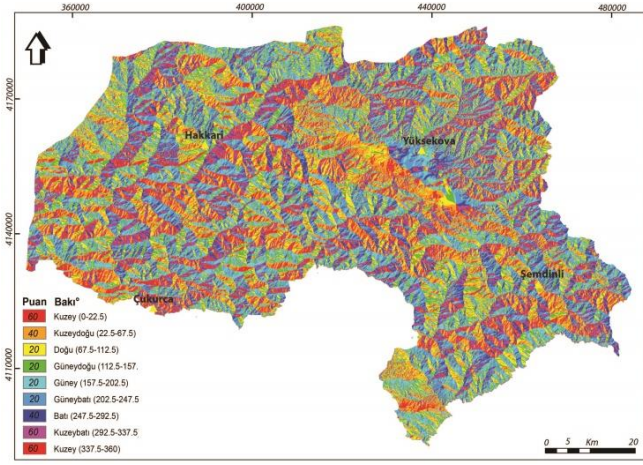


Şekil 7. Çalışma alanının ağırlıklandırılmış SYM haritası

2.3. Bakı

Çığ tehlikesine sahip alanların belirlenmesi ve değerlendirmesi açısından bakı önemli bir parametredir (Selçuk, 2013). Bakı, topoğrafya yüzeyinin maksimum eğim yönü olarak ifade edilmekte ve yamaç yönünün kuzeyle yapmış olduğu azimut cinsinden elde edilen açı olarak tanımlanmaktadır (Singh vd., 2018; AFAD, 2015).

Kar tabakasının stabilitesi bakı faktörüne göre; sıcaklık, buharlaşma, güneş ışığına maruz kalma ve su tutma özelliklerini değiştirmektedir. Avusturya ve İsviçre bölgelerinde yapılan çalışmaların istatistiklerine göre meydana gelen çığ olaylarının çoğu K, KB, KD yamaç yönelimine sahip alanlarda meydana gelmiştir (Benedikt, 2002). Dolayısıyla Kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu yamaçları yüksek puanlama ile (60) analize eklenmiştir. Fakat bakı değerleri açısından genel değerlendirme yapılacak olursa tüm değerlerde de (0° ile 359,9°) çığ oluşumu meydana gelebilir (AFAD, 2015). Bu değerlendirmelere bağlı olarak da çalışmada hiçbir bakı değerine (0) puanı atanmamıştır. Kullanılan bakı değerleri en düşük 20 puan ve en yüksek 60 puan olarak sınıflandırılmıştır (Nasery & Kalkan, 2021). (Şekil 8).

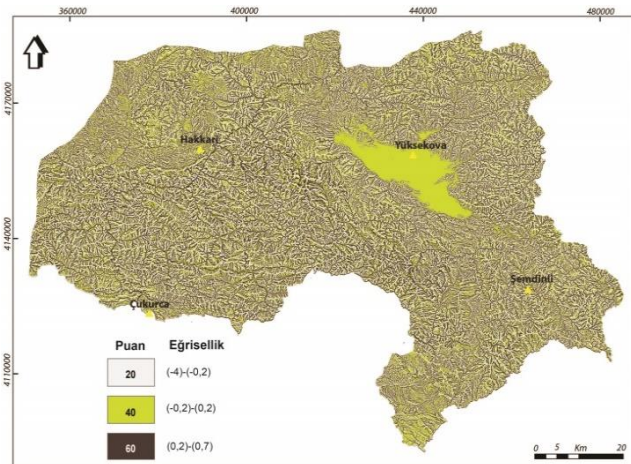


Şekil 8. Çalışmada kullanılan bakı değerlerinin puanlama haritası.

2.4. Eğrisellik

Kütle hareketlerinde önemli bir parametre olarak değerlendirilen eğrisellik, sayısal yükseklik modelinden (SYM) üretilmiştir. SYM'den üretilen bu harita düz ($-0,2-0,2$), içbükey ($<-0,2$) ve dışbükey ($0,2<$) olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Maggioni & Gruber, 2003). Bu üç sınıfta da çığ oluşumu meydana gelmekte iken her bir parametrenin ağırlığının diğer parametrelere göre daha fazla olduğunu ifade eden araştırmalar da mevcuttur (Moore vd., 1991; Maggioni & Gruber, 2003; NAC, 2014; Nagarajan vd., 2014).

Çalışmada üç eğrisellik sınıfı için de puanlama yapılmış olup; en yüksek çığ potansiyeline sahip dışbükey yamaçlara yüksek puan (60) verilmiştir (NAC, 2014; AFAD, 2015). Dış bükey yamaçlardan sonra çığ oluşumu düz yamaçlarda gözlemlendiğinden ötürü bu yamaçlara ise 40 puanı verilmiştir (AFAD, 2015). Çığ oluşumu açısından en düşük yamaç türü olan iç bükey yamaçlarda 20 puan verilerek analize eklenmiştir (AFAD,2015; Nasery & Kalkan, 2021) (Şekil 9).



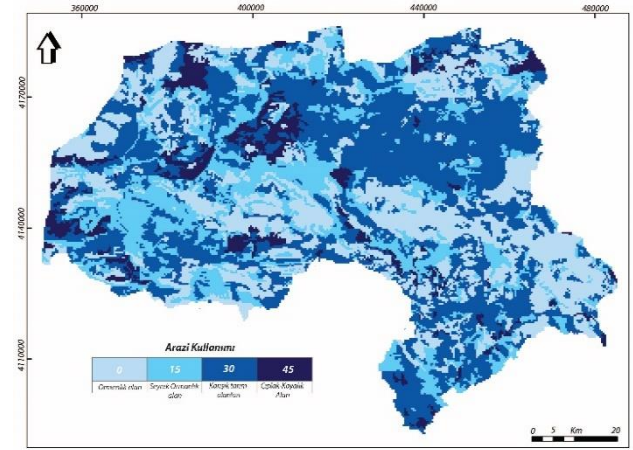
Şekil 9. Çalışma alanının eğrisellik haritası.

2.5. Arazi kullanımı

Arazi örtüsü çığ oluşumunu ve özellikle kar örtüsü ile ilgili özellikleri etkileyen önemli parametrelerden bir diğeridir. Bitki örtüsü/orman çığı durdurmayabilir, fakat yoğun bitki örtüsü/orman çığın başlamasına

katkıda bulunan kar tabakası kalınlığı ve miktarını önemli ölçüde tutabilir ve en aza indirebilir (Selçuk, 2013). Risk azaltma yöntemi olarak kullanılan çığ önleme yapıları arasında ormanların etkisi büyüktür. (Ciolli vd., 1998; Mohammed vd., 2015; Kumar vd., 2017). Dolayısıyla ormanlık alanlar en düşük çığ tehlikesine sahipken, çıplak arazi en yüksek çığ tehlikesine sahiptir.

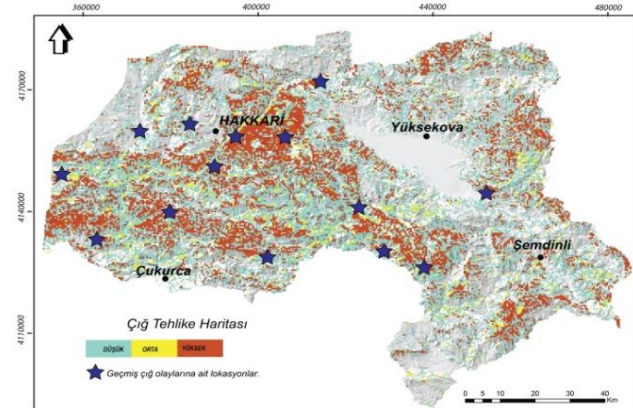
Çalışmada kullanılan arazi/bitki örtüsü verileri CORİNE (Coordination of Information on The Environment) altyapısı kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler CORİNE sınıflandırma sisteminden sadeleştirilerek ormanlık alan, seyrek ormanlık alan, karışık tarım alanları ve çıplak-kayalık alan şeklinde 4 sınıfta toplanmıştır. Puanlama sisteminde (Şekil 10) ormanlık alanlara 0 puanı atanmıştır. En yüksek puan (45 puan) çıplak-kayalık alanlar olarak belirlenmiştir. Karışık tarım alanlarına 30 ve seyrek ormanlık alanlara ise 15 puan değeri verilmiştir (AFAD,2015)



Şekil 10. Arazi kullanım puanlama haritası.

3. BULGULAR

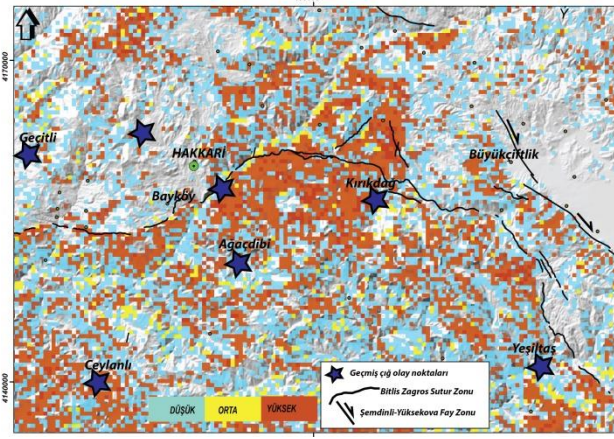
Bu çalışmada parametre puanlama yöntemi ile Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak Hakkâri İlinin çığ tehlikesi ortaya konulmuştur (Şekil 11).



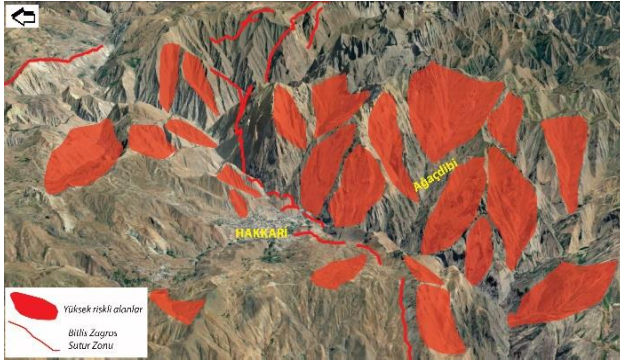
Şekil 11. Hakkâri İli çığ tehlike haritası

Çalışmada çığ tehlikesi düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 sınıfa bölünmüştür. Çığ tehlike haritasına bakıldığı zaman yüksek tehlikeye sahip alanların Hakkâri İlinin güneyinde yer alan Bayköy, Ağaçdibi, Keklikpınar ve Kırıkdağ köylerinde olduğu görülmektedir. (Şekil 12, 13). Bu bölgeler aynı zamanda

Bitlis-Zagros Bindirme Zonu ve Şemdinli-Yüksekova Fay Zonu'nun yer aldığı aktif sismik zonlardan biridir.



Şekil 12. Hakkâri güneyinde yer alan çığ tehlikesi olan alanlar.



Şekil 13. Hakkâri güneyinde yer alan çığ patikalarının Google Earth görünümü.

Sayısal yükseklik modeli, eğim, bakı, eğrisellik ve arazi kullanım parametrelerinin puanlama analizi ile ortaya çıkarılan çığ tehlike haritasına bakıldığında özellikle Hakkâri İli'nin kırsal kesimlerinin tehlikeli olduğu görülmektedir. Özellikle Bitlis Zagros Bindirme Zonu'nun topoğrafya üzerindeki etkisi batı kesimde daha fazla olduğundan, bu kesimdeki tehlikeli alanlar doğu kesime göre daha fazladır. Bölgede aktif birer sismik zon olan hem Bitlis Zagros Bindirme Zonu hem de Şemdinli Yüksekova Fay Zonu bölgede bulunan tehlikeli çığ patikalarını tetikleyecek dinamik unsurlardır. Hakkâri İli'nde tehlike arz eden çığ poligonları bu sismik zonlar üzerinde yer almaktadır.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmada kullanılan parametre puanlama sistemi maliyet, zaman, işgücü ve analiz doğruluğu açısından avantajlı bir yöntemdir. Fakat bu çalışma da sadece topoğrafik veriler ve arazi örtüsü verileri kullanılmıştır. Dolayısıyla çığ oluşumunu etkileyen meteorolojik, kar örtüsü ve çığ tetikleyicileri verileri ile de desteklenmesi gerekmektedir.

Hakkâri İli için oluşturulan çığ tehlike haritasına bakıldığında özellikle ilin güneyinde yer alan Bayköy, Ağaçdibi, Keklikpınar ve Kırıkdağ köylerinde çığ tehlikesinin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 12,13). Çalışma alanında tehlike teşkil eden diğer bölgeler ise Hakkâri İli ile Şemdinli İlçeleri arasında bir doğru

şeklinde uzanan Bitlis Zagros Bindirme Zonu üzerinde bulunan Darıca, Yeşiltas, Çevre ve Beyyurdu köyleridir (Şekil 11). Bu yerleşim birimleri aynı zamanda geçmiş yıllarda çığ olayına da maruz kalmışlardır. Hakkâri İli'nde önceki yıllarda meydana gelen çığ lokasyonları ile bu çalışma da oluşturulan tehlike haritası uyumludur. AFAD (2021) tarafından önceki yıllarda kaydedilen ve lokasyonları bilinen 14 çığ olayının tehlike haritasında 11'nin yüksek tehlikeli ve 3'ünde orta tehlikeli alanda olduğu görülmektedir (Şekil 11).

Hakkâri İli için oluşturulan çığ tehlike haritasına bakıldığında; yüksek tehlikeli bölgelerin yerleşim yerlerine yakın oldukları görülmektedir. Özellikle bu alanlara çığ oluşumuna neden olan tüm parametreleri (topoğrafik, meteorolojik, kar örtüsü özellikleri ve çığ tetikleyicileri) yansıtmak çığ istasyonlarının yapılması önemlidir.

Bu çalışmada ortaya konulan tehlikeli bölgeler afet risk yönetiminin gerçekleştirilmesinde, önlem alınmasında ve can/mal kaybının en aza indirilmesinde önemli bir çıktıdır. Bütünleşik afet yönetiminin Hakkâri merkez ve İlçelerinde uygulanabilmesi, ancak tehlike ve riski oluşturan tüm unsurların bir arada değerlendirilmesi ile gerçekleşir. Risk değerlendirmelerinin yapılarak önleyici faaliyetlerin (çığ saptırma duvarı, çığ tüneli, erken uyarı sistemi vb.) alınması önem arz etmektedir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Çalışmanın şekillenmesine ve yayınlanmasına katkı sunan sayın hakemlere ve editörlere çok teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar/lar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- AFAD (2015) Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması, Çığ Temel Kılavuz, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/3468/xfiles/cig_temel-kilavuz-tr.pdf [Erişim Tarihi: 02.02.2022].
- AFAD (2018). Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri Raporu, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf [Erişim Tarihi: 02.02.2022].
- AFAD (2020). Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_K

- [utuphane/KurumsalRaporlar/Afet Istatistikleri 2020 web.pdf](#): [Erişim Tarihi:02.02.2022].
- AFAD (2021). Hakkari İl Afet Risk Azaltma Planı, <https://hakkari.afad.gov.tr/kurumlar/hakkari.afad/irap-plani/Hakkari-IRAP-GUNCEL-.pdf> [Erişim Tarihi:17.08.2022],
- Albrecht V M, Jaeneke G, Sommerhoff W & Kellermann (1994). Wetter – Lawinen, In: Deutscher, Österreichischer A, herausgeber. *Alpin-Lehrplan* 9: 1–198.
- Ancey C (2009). Snow avalanches. In: Delage P, Schrefler B, editors. *Wiley & Sons*, New York.
- Aydın A, Bühler Y, Cristen M & Güner İ (2014). Avalanche Situation İn Turkey and Back Calculation of Selected Events. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1145-1154. <https://doi.org/10.5194/nhessd-2-581-2014>
- Butler D R & Walsh S J (1990). Lithologic, Structural, and Topographic Influences on Snow-Avalanche Path Location, Eastern Glacier National Park, Montana. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 80(3), 362–378. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1990.tb00302.x>
- Bühler Y, Von Rickenbach D, Stoffel A, Margreth S Stoffel L & Christen M (2018). Automated Snow Avalanche Release Area Delineation-Validation Of Existing Algorithms And Proposition Of A New Object-Based Approach For Large-Scale Hazard İndication Mapping. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 18, 3235–3251. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-3235-2018>
- Cetinkaya S & Kocaman, S. (2022). Snow Avalanche Susceptibility Mapping For Davos, Switzerland, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B3-2022, 1083–1090. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-1083-2022, 2022>
- Choubin B, Borji M, Mosavi A, Sajedi-Hosseini F, Singh V, P & Shamshirband, S. (2019). Snow Avalanche Hazard Prediction Using Machine Learning Methods. *Journal of Hydrology*, 577, 123929. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.123929>
- Ciulli M., Tabarelli S, Zatelli P (1998). 3D Spatial Data Integration for Avalanche Risk Management. In: Fritsch D, Englich M, Sester M, editors. *ISPRS Commission IV Symposium on GIS - Between Visions and Applications*, pp. 121–127.
- Corine Land Cover (2022). Land Cover. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012> [Erişim: 01.09.2022].
- Covasniuanu A, Grigoraş I R, State L E, Balin D, Hogaş S & Balin I (2011). Mapping Snow Avalanche Risk Using GIS Technique And 3D Modeling. Case Study-Ceahlau National Park. *Rom. Journ. Phys.*, 3-4, 476-483. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1884082>
- Eckerstorfer M, Bühler Y, Frauenfelder R & Malnes E (2016). Remote Sensing of Snow Avalanches: Recent Advances, Potential, and Limitations. *Cold Reg. Sci. Tehnol.* 121, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2015.11.001>
- Elmastaş N & Özcanlı M (2011), Bitlis İlinde Çığ Afet Alanlarının Tespiti Ve Çığ Risk Analizi, *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, Ankara, 303-314.
- Ghinoi A & Chung C J (2005). STARTER: A Statistical GIS-Based Model For The Prediction Of Snow Avalanche Susceptibility Using Terrain Features: Application To Alta Val Badia, Italian Dolomites. *Gemorphology*, 66, 305-325. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.09.018>
- Göl C (2005). Çığ Olgusu ve Ormancılık. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 49-63.
- Gürer İ & Yavaş Ö M (1994). Anadolu'da Çığ Olayları. *Sivil Savunma Dergisi*, 36-135, 15-30 994.
- USGS (2022). United States Geological Survey <https://earthexplorer.usgs.gov/> [Erişim: 01.09.2022].
- İRAP (2021). İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP), <https://hakkari.afad.gov.tr/kurumlar/hakkari.afad/irap-plani/Hakkari-IRAP-GUNCEL-.pdf>. [Erişim Tarihi: 29.08.2022].
- İlerisoy Z, Gökşen F, Soyluk A & Takva Y (2022). Deprem Kaynaklı İkincil Afetler ve Türkiye Örnekleme. *Online journal of Art and Design*, 10(2), 138-148.
- Koçyiğit A (2005). 2005.01.25, MW 5.9 Sütlüce (Hakkari) Depreminin Kaynağı: Başkale Fay Kuşağı, GD Türkiye, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, Türkiye.
- Kumar S & Snehmani Srivastava P K (2017) GIS-Based MCDA–AHP Modelling For Avalanche Susceptibility Mapping Of Nubra Valley Region, Indian Himalaya. *Geocarto International* 32(11):1254– 1267. <https://doi.org/10.1080/10106049.2016.1206626>
- Kumar S & Snehmani Srivastava P K (2018) Geospatial Modelling And Mapping Of Snow Avalanche Susceptibility. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 46(1):109–119. <https://doi.org/10.1007/s12524-017-0672-z>
- Kumar S, Snehmani Srivastava P K & Bhatiya S (2019) Geospatial Probabilistic Modelling For Release Area Mapping Of Snow Avalanches. *Cold Reg Sci Technol* 165(June):102813. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2019.102813>
- LaChapelle E R (1985). The ABC of Avalanche Safety. Seattle, Washington.
- Maggioni M & Gruber U (2003). The Influence of Topographic Parameters on Avalanche release Dimension and Frequency. *Cold Regions Science and Tecknology*, 37, 407-419. [https://doi.org/10.1016/S0165-232X\(03\)00080-6](https://doi.org/10.1016/S0165-232X(03)00080-6)
- McClung D M & Schaerer P (2006). The Avalanche Handbook, 3rd edition. *The Mountaineers Books*, Seattle, WA, USA.
- Mohammed A S, Naqvi AH & Firdouse Z (2015). An Assessment And İdentification Of Avalanche Hazard Sites İn Uri Sector And Its Surroundings On Himalayan Mountain. *Springer*, 1499-1510.
- Moore I D, Grayson R B & Ladson A R (1991). Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological, and Biological Applications. *Hydrol. Process.* 5, 3–30. <https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103>
- Munter W (1999). 3*3 Lawinen: Entscheiden in kritischen Situationen. Agentur Pohl and Schellhamer, *Garmisch-Partenkirchen*. ISBN 3-00-002060-8.

- NAC (National Avalanche Center), (2014). Snow, Weather, and Avalanches: Observational Guidelines for Avalanche Programs in the United States, [http:// www.fsavalanche.org/](http://www.fsavalanche.org/) [Erişim tarihi: 16.10.2014].
- Nagarajan R, Venkataraman G & Snehamani H (2014). Rule Based Classification of Potential Snow Avalanche Areas. *Natural Resources and Conservation*, 2, 11-24. <https://doi.org/10.13189/nrc.2014.020201>
- Nasery S & Kalkan K (2021). Snow Avalanche Risk Mapping Using GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis: The Case Of Van, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(9), 782. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07112-4>
- NGU (Geological Survey of Norway) (2010). Method For The Susceptibility Mapping Of Snow Avalanches in Norway. Technical Report, 14 p.
- Özşahin E & Kaymaz Ç K (2014). Avalanche Susceptibility and Risk Analysis of Eastern Anatolian Region Using GIS. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120, 663-672. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.147>
- Parshad R, Srivastava P K, Snehamani S G, Kumar S & Ganju A (2017) Snow Avalanche Susceptibility Mapping Using Remote Sensing And GIS İn Nubra-Shyok Basin, Himalaya, India. *Indian J Sci Technol* 10(31), 1-12. <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i31/105647>
- Salm B, Burkard A & Gubler H U (1990). Berechnung von Fliesslawinen. Eine Anleitung fuer den Praktiker mit Beispielen. Mitteilungen des Eidgeno'ssischen Institutes fur Schnee- und Lawinenforschung 47. Eidgeno'ssischen Institutes fur Schneeund Lawinenforschung - Davos.
- Sançar T (2018). Yüksekova Havzası'nın (Güneydoğu Türkiye) Yükselim Hızı Tarihçesi'nin Araştırılması. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 61(2), 207-240. <https://doi.org/10.25288/tjb.439182>
- Schweizer J, Bruce Jamieson J & Schneebeil M (2003). Snow Avalanche Formation. *Reviews of Geophysics*, 41(4). <https://doi.org/10.1029/2002RG000123>
- Selçuk L (2013). An Avalanche Hazard Model for Bitlis Province, Turkey, Using GIS Based Multicriteria Decision Analysis. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 523-535. <https://doi.org/10.3906/vet-1303-36>
- Simea I (2012). The Avalanches from Rodnei Mountains. *PhD Thesis*, Babeş-Bolyai University, Faculty of Geography, 30p.
- Singh D K, Mishra V D, Gusain H S, Gupta N & Singh AK (2019) Geospatial Modeling for Automated Demarcation of Snow Avalanche Hazard Areas Using Landsat-8 Satellite Images and in Situ Data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 47(3):513-526. <https://doi.org/10.1007/s12524-018-00936-w>
- Singh V, Thakur P K, Garg V & Aggarwal S P (2018). Assessment of Snow Avalanche Susceptibility of Road Network-A Case Study of Alaknanda Basin. *In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, Dehradun*. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-461-2018>.
- Suk P & Klimanek M (2011). Creation of the Snow Avalanche Susceptibility Map of the Krkonose Mountains Using GIS. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 28, 237-246. <https://doi.org/10.11118/actaun201159050237>
- Taştekin A T (2003). Meteoroloji ve Çığ. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/meteorolojivecig.pdf> [Erişim Tarihi:17.08.2022].
- Varol N (2022). Avalanche Susceptibility Mapping With The Use Of Frequency Ratio, Fuzzy and Classical Analytical Hierarchy Process For Uzungol Area, Turkey. *Cold Reg. Sci. Technol.* 194, 103439. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2021.103439>
- Yılmaz I (2010). Comparison of Landslide Susceptibility Mapping Methodologies for Koyulhisar, Turkey: Conditional Probability, Logistic Regression, Artificial Neural Networks, and Support Vector Machine. *Environmental Earth Sciences*, 61(4), 821-831. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0394-9>



© Author(s) 2022.

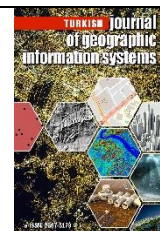
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Turkish Journal of Geographic Information Systems

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

e-ISSN 2687-5179



30 Years of Geographic Information Systems Studies in Turkey: A Bibliometric Analysis (1990-2020)

Merve Altundal Öncü¹, Ersin Ateş¹, Seçkin Fidan¹, Mutlu Yılmaz²

¹Ankara University, Vocational school of Ayaş, Geographic Information Systems, Ankara, Turkey

²Ankara University, Faculty Of Languages, History and Geography, Geography Department, Ankara, Turkey

Keywords:

Bibliometric Analysis
Literature Analysis
Geographic Information
Systems (GIS)
VOSviewer
Turkey

ABSTRACT

Today, Geographic Information Systems (GIS) are widely used in many fields, especially in the field of geography. GIS, which provides data storage, digitization, querying and reporting in computer environment, has become an effective tool in recent years thanks to various software and hardware. Although there is a trend increase in GIS studies in the world, no analysis has been made about the literature in Turkey. The aim of this study is to determine which concepts are studied on GIS in Turkey, how the change takes place over the years, and which concepts are the future trends. For this purpose, publications with 'GIS' in the title, keyword and abstract were scanned in the Scopus database. From 1990, which was the first publication, to 2020, 1325 articles were found among the researchers from Turkey (17.10.2022). The obtained data were analysed bibliometrically with the VOSviewer program. According to the results of the research, the most prominent concepts in the GIS literature in Turkey are concepts such as remote sensing, land use, landslide, slope, forest. Concepts such as Analytical Hierarchy Process (AHP), network analysis, urban planning, climate change and multi-criteria decision-making analysis are the most studied concepts in recent years. It has been determined that the most cited studies are in the field of geology. While on the basis of countries the most cooperation is made with the USA, England, Germany and Iran, countries such as Netherlands, Sweden and China have been identified as prominent collaborations in recent years. Finally, when the collaborations between the researchers were examined on an individual basis, it was determined that the individual relationship networks were weak and the researchers conducted partnerships with the same researchers in a limited environment.

1. INTRODUCTION

Geographic Information Systems (GIS) is a tool created for data storage, digitization, querying and reporting (Liu et al., 2016). In order to solve the worlds encountered economic, environmental and social problems, systematic collection, storage, updating and processing/analysis of spatial data (including re-use for the purpose of obtaining new data) are used in spatial decision-making processes of geographical information (Özcan et al., 2021). It is possible to use the outputs obtained as a result of visualizing, querying and analysing the attribute data in research reports. As a tool, GIS includes many different query and analysis

methods in the fields of maps, geology, physical geography, education, health, security, architecture, city planning and even archaeology. It is also widely used in academic, public and private sector/organizations

Even though the history of GIS goes back to the 1800s (Özcan et al., 2021; Değerliyurt & Çabuk, 2015), the use and spread of GIS has been with the development of computer technologies. The first theoretical study on GIS was conducted at Harvard University in 1966 (Yomralioğlu, 2000). In addition to the computer technology that started to become widespread in the 1980s, the field continues to grow cumulatively, thanks to the GIS software developed towards the end of the 1990s. In this sense, it has been

*Corresponding Author

Cite this article:

(maoncu@ankara.edu.tr) ORCID ID: 0000-0003-2402-9134
(ersinates@ankara.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-1956-2017
(seckinfidan@ankara.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-9970-0047
(mutlu.yilmaz@ankara.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-8914-1165

Oncu M A, Ateş E, Fidan S & yılmaz M (2022). 30 Years of Geographic Information Systems Studies in Turkey: A Bibliometric Analysis (1990-2020). *Turkish Journal of Geographic Information Systems*, 4(2), 79-86.

determined that the studies on GIS in the literature have increased both in the world and in Turkey as software and hardware opportunities have become widespread and their fees have become cheaper since the 1990s (Figure 1). Considering the widespread use of this tool, on the current state and future trends of the literature to date, Liu et al. 2016, he carried out a bibliometric analysis. According to the findings of the research, the first studies on GIS in the world started in 1975. Since 1990, there has been an annual increase of 63.7% in the number of studies. The most studied fields related to GIS are environmental sciences, earth sciences, ecology, physical geography, water resources, geography and remote sensing, respectively. One of the most striking findings of the study is related to the most productive countries in GIS. Accordingly, Turkey is the 13th country in the world in terms of productivity. On the other hand, out of a total of 416 articles by researchers from Turkey, only 41 were produced with international cooperation. In the light of these data, it is important to determine the current situation and future trends of the literature on GIS in Turkey.

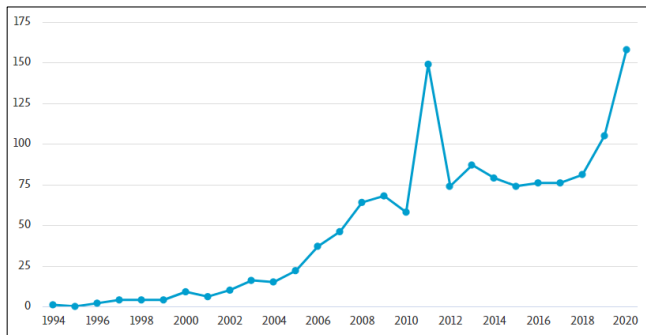


Figure 1. Studies from Turkey in the Field of GIS between 1990-2020 According to the Scopus Database
Explanatory note: The graph was obtained from the Scopus database on 07/10/2022

The development of GIS in Turkey started with service procurement from international GIS companies as a result of the initiatives of public institutions. Then, with the initiative of the same stakeholders, the establishment of GIS infrastructure in public institutions was ensured. GIS, which is used on the basis of independent projects in Turkey, has become a common tool that is tried to be standardized with the cooperation of the public and private sectors. It has been deduced that the main studies on GIS in Turkey are field-based studies, in which attribute and spatial data are analyzed and interpreted in the context of a research problem (Ateş et al. 2020; Yalcin et al. 2011; Erdogan et al. 2008; Akgün & Bulut, 2007; Şener et al., 2005; Süzen & Doyuran, 2004; Ercanoğlu and Gokceoglu, 2002). However, as mentioned before, while it is known that studies on GIS in the world have increased in the 1990s, there is no comprehensive literature review regarding the development of studies in Turkey. This study is aimed at filling the gap on how the developments in the field of GIS reflect on the academic field in Turkey and the quality of the studies.

2. PURPOSE AND QUESTIONS OF THE RESEARCH

The aim of this article is to determine which concepts in GIS from Turkey are mostly studied among international academic publications, how the temporal changes of concepts occur, who are the prominent researchers, international collaborations and future trends. The research questions are:

Research question 1: Which concepts have come to the fore in recent years?

Research question 2: Which authors are most cited?

Research question 3: What is the national and international cooperation of researchers working on GIS in Turkey?

In Turkey, literature analysis is carried out with the bibliometric method, especially on tourism (Güney & Somuncu, 2020; Kocak et al., 2019; Güzeller & Çeliker, 2018; Yalcin & Yayla, 2016; Garousi, 2015; Evren & Kozak, 2014). However, there is no bibliometric study on when the GIS literature began to develop and on which subjects it was studied. With this study, the current situation of the GIS literature in Turkey will be understood. It is possible to make inferences about future trends in the context of prominent concepts, researchers and collaborations. This study is important for researchers working on GIS in Turkey to understand the current situation, current research areas, methods and opportunities. Additionally, it will make it easier for researchers in Turkey to integrate into the world's GIS literature.

In the data and method section of the article, how the data was obtained and how it was analyzed were discussed. The following findings section includes the results of the analysis in the context of the research questions. Finally, in the conclusion and discussion section, the findings are discussed and implications for future studies are given.

3. METHOD

The bibliometric data required for the purpose of the research and answering the questions were obtained from the Scopus database. Reason for choosing Scopus is in case of searching with the same criteria in Web of Science (WOS), 1210 articles were reached. Since it lists more publications, Scopus was found to be more inclusive and preferred in the literature. As in all databases, Scopus processes the title, keywords and summary sections of the articles in the journals, as a data set. This data set can be obtained from Scopus in ready-made excel environment.

On 17/10/2022, publications with 'GIS' in the title, keyword and abstract were searched in the Scopus database. Since the abbreviation GIS refers to different concepts in fields such as medicine, mathematics and psychology, article studies in this and similar fields were excluded from the research. The article was determined as the type of document obtained. The last criterion regarding the screening is the selection of Turkey as the country of origin of the authors. Thus, in Scopus on 17/10/2022, there are researchers from Turkey among their authors; written in areas related to geographic information systems; document type is article; 1325 publications with 'GIS' in the title, keyword and abstract were found (Figure 2). According to the temporal

development of the scan results, the first publication was made in 1990. The last date covered by the

research is the end of 2020.

1,325 document results

```
TITLE-ABS-KEY (gis) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATH") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ENGI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHYS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATE") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHAR") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "IMMU") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BUSI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DECI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "NEUR") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "NURS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "VETE") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ECON") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "HEAL") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PSYC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "Undefined")) AND (LIMIT-TO(AFFILCOUNTRY, "Turkey")) AND (EXCLUDE(PUBYEAR, 2022)) AND (EXCLUDE(PUBYEAR, 2021)) AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "ar"))
```

Figure 2. Search and filter criteria in Scopus

In line with the purpose of the research and the data set obtained, the method of the research was determined as bibliometric network analysis. The main purpose of bibliometrics is to quantitatively analyse scientific publication, information and communication activities and to provide generalization by revealing concrete information about the literature of the relevant subject over the whole universe or the sample. Network analysis, on the other hand, is a method of visualizing the relationships about a subject by examining their changes in formal, space and time dimensions (Tindall & Wellman, 2001). The reason for performing the bibliometric analysis with network analysis in this research is to reveal where the data related to the GIS literature are formally knotted and how they change over time. In addition, it is possible to make descriptive interpretations on the current situation and future by revealing the relationships and clusters in the literature with the outputs of the network analysis (Van Eck & Waltman, 2010).

VOSviewer 1.6 bibliometric networks visualization application was used in the research. The VOS technique used in this application is a multidimensional scaling process for visualizing the similarities between elements and has features such as presentation of ideal coordinates, indirect analogy and multidimensional scaling (Artsin, 2020).

Bibliometric data of 1325 publications obtained from Scopus were analyzed in the VOSViewer application according to various threshold values. In the analysis of the most studied concepts in the field of GIS in Turkey, which is the first of the research questions, the repetition threshold of the concepts in the keywords was determined as 5. In the analysis made on the summary text, the repetition threshold was determined as 15. The same threshold values were used for the second question, the concepts that have come to the fore in recent years. Co-citation method was used to answer the third research question. This analysis method expresses the link established between the documents cited by the same document (Kurutkan & Orhan, 2018). The important thing here is the documents cited from the same source. When examining which studies are cited in bibliographic matching, the prominent topics of the GIS literature and the change in researchers can be observed. Identifying certain common cited studies also means identifying studies that direct the GIS literature. In the co-citation analysis stage, an analysis was carried

out according to the co-cited authors of the studies. The minimum citation threshold value for the authors was determined as 20. In order to answer the fourth of the research questions, it was examined which countries the authors cited the most. For this analysis, countries with at least three publications from different countries were evaluated. In this sense, the contribution of countries that have only one or two publications to the GIS literature is not considered to be weak in terms of relational and clustering. Finally, while examining the collaborations of the researchers within the scope of the authors, it was taken into account that the researchers included in the analysis had at least three publications and one citation.

As a result of the analysis, network maps were obtained and interpreted. In addition, detailed lists of clusters in the network maps were also used to interpret the analysis outputs.

4. RESULTS

In this section, each of the research questions is evaluated as a sub-title. Findings related to the research question are located under the related question.

The findings section first focuses on which concepts are used most by internationally published articles on GIS in Turkey. According to the conceptual network analyses made according to both the keywords and the words in the abstract, the temporal changes in the use of the concepts and which subjects were studied the most were determined.

Then, the most cited authors and study topics were determined. Again, the status of the national and international cooperation network was questioned in the publications of the authors.

4.1. Research Question 1: Which Concepts Are Mostly Studied In The Field Of GIS In Turkey?

Certainly, the most important finding in the bibliometric analysis of the GIS literature is which concepts are studied. Key words and summary text were analyzed separately to identify the concepts. According to the analysis made on the keywords, the first three prominent concepts in the field of GIS literature among the articles in the Scopus database are Geographical Information Systems (GIS), remote sensing and Turkey. Then comes the concepts of landslide, land use, AHP, spatial analysis and water

quality (Figure 3). According to the field study, the most repeated city names are Istanbul and Trabzon. When the relation of the most repetitive key concepts with other concepts is examined, it was observed that the GIS concept is located in the middle of the network. Regardless of the subject of the study, it can be deduced that the researchers determined the concept of GIS as one of the keywords. Remote sensing is the second most repeated keyword in Turkish. It has been determined that the concepts in the blue cluster, where the concept of remote sensing stands out, are mostly about, Corine, land use and change. The fact that the green cluster are located around the remote sensing cluster indicates that those who use the concepts here are working with remote sensing. Concepts related to urbanization, forest and land use stand out in the green cluster. The purple cluster is dominated by the concept of landslide. Concepts in other clusters with which the concept is related are multi-criteria decision analysis, logistic regression, etc. refers to statistical tools. In this sense, it should be noted that the studies on landslides were carried out by statistical methods.

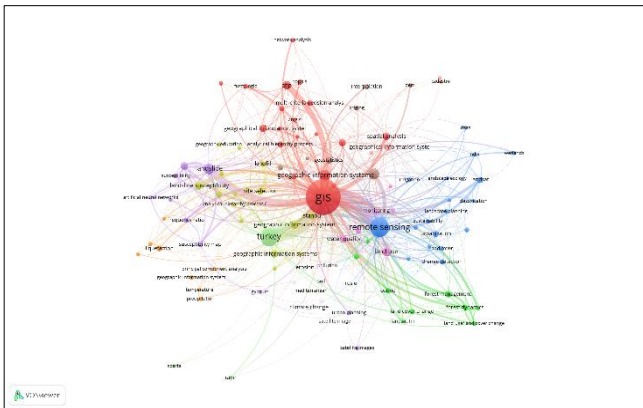


Figure 3. Analysis of the most studied concepts through keywords

According to the analysis made on the summary texts of the studies in the GIS literature, the prominent concepts differ from the keywords. According to the analysis, four concept clusters were obtained (Figure 4). It can be deduced that the concepts in the green cluster consist of 3D analysis tools of GIS and concepts related to landslides. It is possible that studies revealing the risk of landslides with various criteria can be included in this cluster. It can be deduced that the concepts in the blue cluster are mostly related to water and erosion issues. It has been observed that the studies in the aforementioned cluster calculate erosion risk with various analysis and correlations over the Digital Elevation Model (DEM). It has been determined that the concepts in the yellow cluster are related to agriculture, forestry, land use and ecosystem. It can be described that the concepts in this cluster are related to the studies on the pattern, change and period-dependent increase-decrease trends. The red cluster, on the other hand, is a more complex cluster that includes concepts from the field of social sciences. If it is necessary to evaluate the relationship between clusters, it is noteworthy that there is no relationship between the yellow cluster and the green cluster. Therefore, studies on agriculture and forestry are independent of land use

and landslides. On the other hand, it has been determined that the blue cluster, which includes the concepts related to water and erosion, is a transition cluster between these two clusters. It should be noted that the red cluster is related to all clusters since it contains more general concepts.

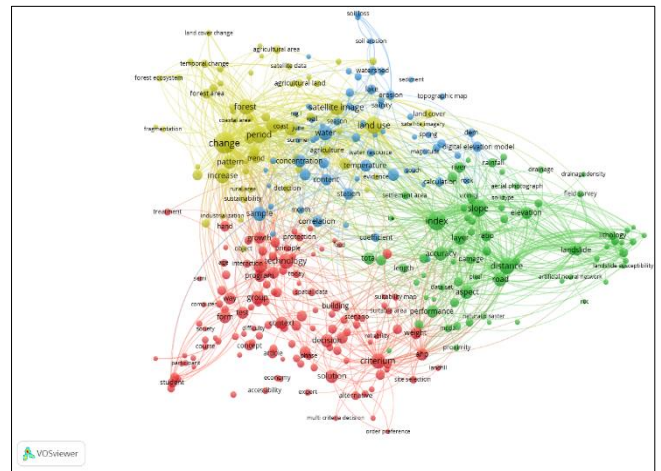


Figure 4. Analysis of the most studied concepts through the summary text

4.2. Research Question 2: Which Concepts Have Come To The Fore In Recent Years?

The analysis made according to the years, in which the most studied concepts are used, have been studied more recently. In this context, it is possible for researchers to become aware of the most up-to-date concepts discussed in the GIS literature. When the temporal distribution of the concepts was examined according to the analysis made on the key concepts, it was determined that the concepts on landslide, remote sensing and forestry were the early GIS study subjects (Figure 5). The concepts such as Analytical Hierarchy Process (AHP), network analysis, urban planning, and climate change and multi-criteria decision-making analysis have been studied more in recent years.

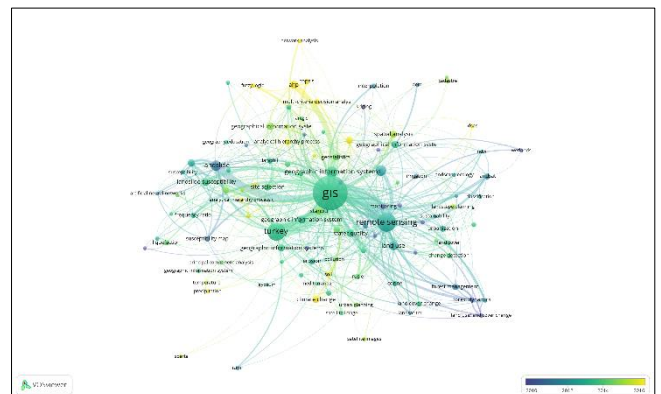


Figure 5. Analysis of the concepts that have come to the fore in recent years through keywords

According to the current concept analysis on the abstract text, the most studied concepts in recent years are concepts such as AHP, multi-criteria decision-making analysis, sustainability, weighting, and temperature (Figure 6). Subjects such as lithology and landslides and DEM are relatively outdated subjects. The fact that GIS studies were used predominantly in

the field of geology in the early periods is also evident in the temporal variation of the studied concepts. As the fields of study in which GIS is used diversify, the prominent concepts also diversify.

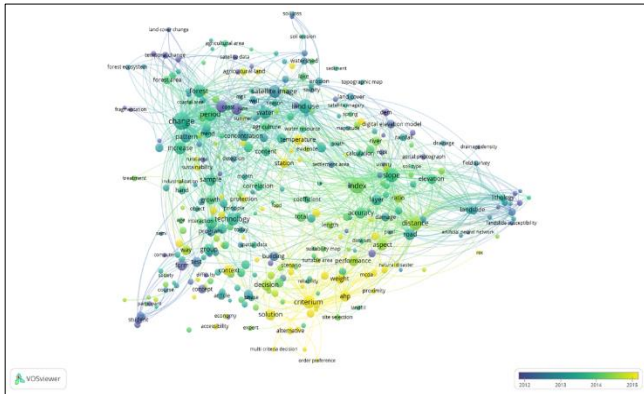


Figure 6. Analysis of the concepts that have come to the fore in recent years through the summary text

4.3. Research question 3: Which authors are most cited?

When the clustering and relationality of the most cited authors were examined, five clusters were formed (Figure 7). It has been determined that the researchers in the green cluster, where Gökçeoğlu stands out, come from the field of geology and geological engineering. Researchers in the purple cluster, which is almost intertwined with this cluster, define their study subjects directly as GIS. It has been determined that the researchers in the red cluster, which has a high correlation with the field of geology and GIS, come from different fields. Researchers such as Dengiz, Saaty, Yomralioglu, Şeker, Başkent work in the fields of surveying, forestry engineering, mathematics and geography. It has been determined that only the orange cluster, which is associated with this cluster, consists of researchers from the field of landscape architecture. Researchers in the field of landscape architecture could not find any relationship in the GIS literature with researchers working on geology, geological engineering and direct GIS analysis. Researchers such as Duman, Şengör, Doyuran, Ulusay and Erdik, who are in the blue cluster, which is not related to the orange cluster, also work in the field of geology. The striking finding here is that the researchers in the blue cluster are not researchers working directly on GIS. In other words, researchers in the blue cluster do not need to have work in the GIS literature. These researchers work in the field of geology and are often cited by researchers working in the GIS field. Since the geologists and geological engineers in the green cluster frequently refer to the researchers in the blue cluster, who are experts in their fields, the blue cluster took its place in the network analysis as a cluster that is only related to the green cluster.

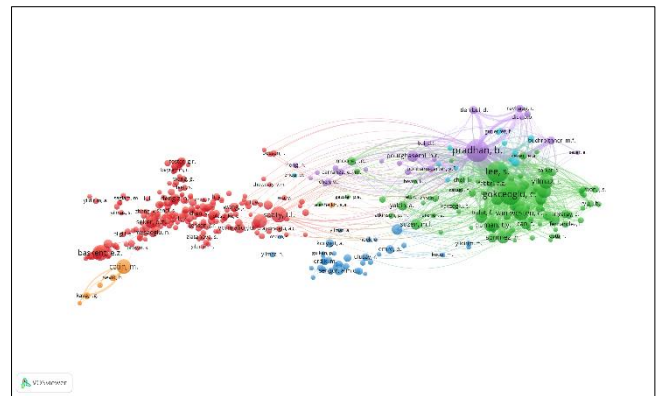


Figure 7. Network analysis of the most cited authors according to co-citation analysis

4.4. Research question 4: What is the national and international cooperation of researchers working on GIS in Turkey?

In the last 30 years, the international collaborations of researchers who have published internationally in the field of GIS in Turkey have been analyzed with researchers in which countries. According to the results of the analysis, it has been determined that the cooperation network of researchers from Turkey is narrow (Figure 8). The USA, England, Germany and Iran are among the countries with the most cooperation. Looking at the relationship clusters, it has been determined that the green cluster is Asian countries, the red cluster is continental European countries, the blue cluster is Northern European countries, the purple cluster is Eastern European countries.

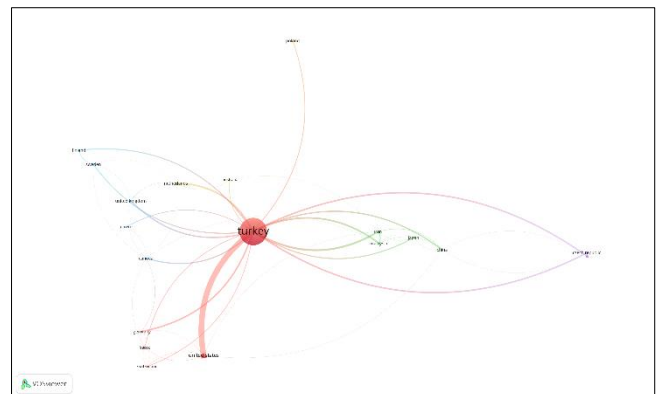


Figure 8. Analysis of the cooperation between the authors on the basis of countries

When the temporal trend of the analysis of the cooperation between the authors on the basis of countries is examined, it has been determined that the oldest partnerships are with countries such as USA, Germany, Canada, United Kingdom, Switzerland, while the new focus of cooperation is Netherlands, Sweden, Iran, China and Poland (Figure 9). In this context, it can be said that the cooperation network of researchers in Turkey has gradually expanded and joint studies with researchers from different geographies have become widespread. It has been determined that there is a development from relations with Continental Europe and the USA to relations with Asia and Northern Europe. It is thought that the most important factor in this situation is the R&D investments that accelerate the

scientific development in Asian countries. On the other hand, the use of GIS in fields other than geology in Turkey determines the countries with which we cooperate. Countries such as the USA and Germany, which dominate the geological literature in the world, express their former collaborations within the framework of changing study subjects. Multi-criteria decision analysis, sustainability, climate change, etc. Asian and Northern European countries offer important cooperation on these issues.

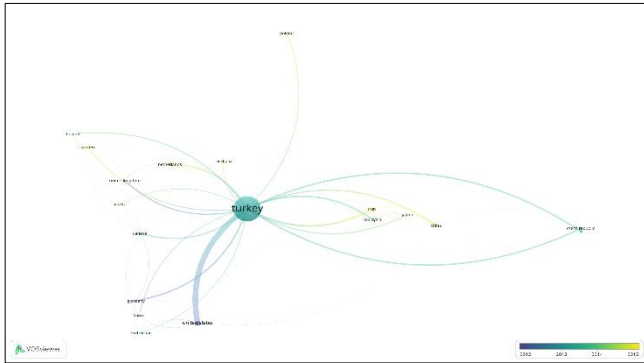


Figure 9. Temporal display of analysis of co-authorship by country

After questioning the cooperation between authors based on countries, it has been analysed with whom the authors collaborated more. According to the analysis in which the researchers working together were in the same cluster, many clusters were identified (Figure 10). The red cluster indicates forest engineers, the yellow cluster indicates geographers, and the brown and green clusters indicate geologists. The reason for obtaining an analysis output that is difficult to interpret is the collaboration of researchers with a limited number of people. For example, the fact that researchers A and B only work together and there is no collaboration with researcher C indicates that the collaboration network of researchers is narrow. Although there is not a complete network analysis output, the most important reason for including this output in the research is that it reveals the limited cooperation of researchers working on GIS in Turkey. According to the analysis findings, there are no specific researchers in the field of GIS with whom they often collaborate. Each researcher cooperates with his colleague who is influential in his field and institution. This level of cooperation shows that there is not yet an effective working group or network in the GIS literature in Turkey.

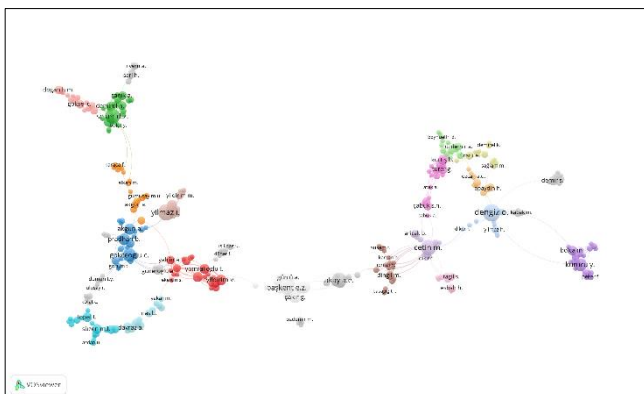


Figure 10. Author-to-author collaboration network

5. DISCUSSION, CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Within the scope of this research, the concepts studied on GIS in Turkey and the temporal change of the concepts and the collaborations between the authors were aimed. For this purpose, the data set was obtained by finding 1325 articles with researchers from Turkey among the authors from 1990 to 2020 in the Scopus database. The obtained data were analysed bibliometrically with the VOSviewer program. It is thought that the results obtained in the research will present an alternative perspective to the GIS literature in Turkey.

The first study in which an evaluation of the GIS literature on a global scale was made was Tian et al. (2008)'s work, covering the years 1997-2006. However, a period of 10 years is not enough to understand the literature on a subject. Liu et al. (2016) is also concerned with the analysis of the GIS literature on a global scale. In this study, a 50-year period covering the years 1961-2010 was investigated. Conducting such a study on Turkey covering a period of 30 years will also be an important reference point for researchers working on the subject in the future.

According to the results of the research, the most prominent concepts in the GIS literature in Turkey are concepts such as remote sensing, land use, landslide, slope, forest. It is known that the same concepts come to the fore in the analysis of the global GIS literature (Liu et al., 2016). The fact that research concepts in Turkey are the same as those in international research circles suggests that current literature is followed.

In recent years, interest in social issues has been increasing in the world with the effect of the postmodern period (Yanık & Öztürk, 2014). There is an increase in the number of studies on subjects that affect individuals such as population growth, migration from rural to urban, reproduction of urban space and climate change. In this sense, when the temporal development of the concepts in the GIS literature is examined, concepts such as Analytical Hierarchy Process (AHP), network analysis, urban planning, climate change and multi-criteria decision-making analysis come to the fore in recent years. From here, it can be deduced that researchers working on GIS in Turkey follow current issues in the world. On the other hand, it has been determined that the most cited studies are in the field of geology. The reason for this situation is that the subject of geology is the first studied subject in the literature. Since studies on GIS and climate change, for example, which have relatively low citations, are new studies, the number of citations is also low. Therefore, it is not correct to rank the subjects in order of importance by looking at the number of citations.

In the international GIS literature, Turkey ranks 13th among the 30 most productive countries (Liu et al., 2016). However Liu et al. (2016)'s study is far from the center of the network in terms of cooperation. Again, in the Duan et al. (2020)'s bibliometric analysis of the remote sensing literature, Turkey is at the far end of the cooperation network. Although this situation is productive, it shows that it lags behind in terms of

international cooperation. Within the scope of the findings overlapping with the analysis of the international GIS literature, when the collaborations of the researchers with each other were examined on an individual basis, it was determined that the individual relationship networks were weak. It has been determined that publications are mostly made independently or that researchers have partnerships with the same researchers in a limited environment. While the most cooperation is made with the USA, England, Germany and Iran on the basis of countries, Countries such as Spain, Sweden, Norway, China, Russia and Poland have been identified as prominent collaborations in recent years. In the findings section, it is stated that there may be a relationship between the countries with which the cooperation started to differ with the diversification of the study subjects. In addition, when Turkey's international student mobility is examined, there has been a significant increase since 2010. Both students who go abroad from Turkey and students who come to Turkey make joint publications by maintaining the academic relations they have developed when they return to their countries. In this sense, Iran ranks fourth among the students who preferred Turkey the most between 2003 and 2014 (Şimşek & Bakır, 2016). On the other hand, the USA, England, Germany, Poland and China are at the top of the countries where Turkey goes abroad the most. It is inevitable that this student mobility will determine the future focus of cooperation.

In addition to the development of hardware and software technologies in the field of GIS today, the transition of institutions and organizations in the world to a working environment suitable for GIS infrastructure will increase the importance of GIS in the near future. Therefore, it is foreseen that the GIS literature will continue to grow cumulatively. Although researchers working on GIS in Turkey follow current study topics, they are insufficient in interdisciplinary and international collaborations. In this sense, it is important that the studies aiming to have a place in the world literature have these qualifications.

Author Contributions

In the article, the processes of forming research questions, scanning the literature, determining the method, collecting data, analysing and interpreting the findings were provided with the contribution of all authors.

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

- Akgün A & Bulut F (2007). GIS-based landslide susceptibility for Arsin-Yomra (Trabzon, North Turkey) region. *Environmental geology*, 51(8), 1377-1387. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0435-6>
- Artsın M (2020). A Text Mining Application: VOSviewer *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B - Theoretical Sciences* 8(2), 334–354.
- Ateş E, Öncü M A, Bayar R & Yılmaz M (2020) Analysis of Eskişehir Urban Land Expansion With Cellular Automata and CAMarkov chains (1984-2056). *Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(2), 276-295. <https://doi.org/10.33688/auchd.803432>
- Değerliyurt M & Çabuk S (2015). Defining the Geography by Geographical Information Systems. *Eastern Geographical Review*, 20(33), 37-48. <https://doi.org/10.17295/dcd.88722>
- Duan P, Wang Y & Yin P (2020). Remote sensing applications in monitoring of protected areas: A bibliometric analysis. *Remote Sensing*, 12(5), 772. <https://doi.org/10.3390/rs12050772>
- Ercanoğlu M & Gökçeoğlu C (2002). Assessment of landslide susceptibility for a landslide-prone area (north of Yenice, NW Turkey) by fuzzy approach. *Environmental geology*, 41(6), 720-730. <https://doi.org/10.1007/s00254-001-0454-2>
- Erdogan S, Yılmaz I, Baybura T & Gullu M (2008). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1). <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.05.004>
- Evren S & Kozak N (2014). Bibliometric analysis of tourism and hospitality related articles published in Turkey. *Anatolia*, 25(1), 61-80. <https://doi.org/10.1080/13032917.2013.824906>
- Garousi, V. (2015). A bibliometric analysis of the Turkish software engineering research community. *Scientometrics*, 105(1), 23-49. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1663-x>
- Güney İ & Somuncu M (2020). New trends in tourism geography: A network analysis using bibliometric indicators. *Aegean Geographical Journal*, 29 (2), 297-319.
- Güzeller C O & Çeliker N (2018). Bibliometric analysis of tourism research for the period 2007-2016. *Advances in Hospitality and Tourism Research*, 6(1), 1-22. <https://doi.org/10.30519/ahtr.446248>
- Kocak M, García-Zorita C, Marugán-Lázaro S, Çakır M P & Sanz-Casado E (2019). Mapping and clustering analysis on neuroscience literature in Turkey: A bibliometric analysis from 2000 to 2017. *Scientometrics*, 121(3), 1339-1366. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03259-w>
- Kurutkan M N & Orhan F (2018). Bibliometric Analysis of Quality Principles by Visual Mapping Technique (Original name: Kalite Prensiplerinin Görsel Haritalama Tekniğine Göre Bibliyometrik Analizi – in Turkish). *Sage Publisher*, ISBN: 978-605-184-089-5.

- Liu F, Lin A, Wang H, Peng Y & Hong S (2016). Global research trends of geographical information system from 1961 to 2010: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 106, pp.751-768. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1789-x>
- Özcan C, Yılmaz E, Lafcı B, Küçükpehlivan T, Aksoy T, Ağaçasapan, & Sarı S (2021). Historical Development and Current Situation of Geographical Information Systems in Turkey. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 4 (1), 33-61. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aist/issue/56936/836363>
- Süzen M L & Doyuran V (2004). A comparison of the GIS based landslide susceptibility assessment methods: Multivariate versus bivariate. *Environmental Geology*, 45(5), 665-679. <https://doi.org/10.1007/s00254-003-0917-8>
- Şener E, Davraz A & Özcelik M (2005). An integration of GIS and remote sensing in groundwater investigations: A case study in Burdur, Turkey. *Hydrogeology Journal*, 13(5-6), 826-834. <https://doi:10.1007/s10040-004-0378-5>
- Şimşek B & Bakır S (2016). International Students Mobility and the Internationalization Process of Atatürk University. *Journal of Turkish Research Institute*, 0(55), 509-542.
- Tian Y, Wen C & Hong S (2008). Global scientific production on GIS research by bibliometric analysis from 1997 to 2006. *Journal of Informetrics*, 2(1), 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.10.001>.
- Tindall D B & Wellman B (2001). Canada as social structure: Social network analysis and Canadian sociology. *Canadian Journal of Sociology/Cahiers canadiens de sociologie*, 265-308.
- Van Eck N J & Waltman L (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Yalcin A, Reis S, Aydinoglu A C & Yomralioglu T (2011). A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey. *Catena*, 85(3), 274-287. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.014>
- Yalcin H & Yayla K (2016). Main dynamics of folklore discipline: A scientometric analysis. *Milli Folklor*, (112), 42-60.
- Yanık C & Öztürk M (2014). An Assessment on the Transformation on Social Movements. *Mukaddime*, 5(1), 45-63.
- Yomralioglu T (2000). Coğrafi bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamalar – in Turkish). Istanbul, Turkey: *Seçil Ofset*. ISBN: 975-97369-0-X



© Author(s) 2022.

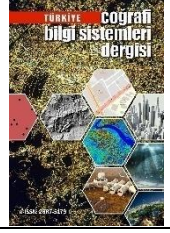
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Alternatif Havalimanı Konumlarının Belirlenmesi; Ankara Örneği

Doğa Fidan^{*1}, Ali Ulvi¹

¹Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Ana Bilim Dalı, Mersin, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Havalimanı
AHP
CBS
Sürdürülebilirlik

ÖZ

Havayolu modern dünyanın vazgeçilmez ulaşım yollarından biridir. Sağladığı güvenilirlik ve hızla beraber, insan ve kargo taşımacılığıyla ülkenin ve yerelin kalkınmasında büyük rol oynamaktadır. Günden güne artan talep doğrultusunda mevcut havalimanları ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalmakta bu da yeni havalimanlarının inşasını getirmektedir. İnşa edilecek havalimanlarının konumlandırılmasında birçok kriter etkili olmaktadır. Bu kriterlerin birlikte değerlendirilmesi ve önem derecelerine göre kıyaslaması çok kriterli karar verme yöntemleri kapsamında gerçekleştirilmektedir. Analitik hiyerarşi süreci (AHP) çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Problemin çözülmesinde etkili olan kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmasına ve bir hiyerarşik yapıda düzenlenmesine dayanmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri, (CBS) analiz, depolama, veri yönetimi, görselleştirme ve karar verme stratejilerinin geliştirilmesinde etkili bir yöntemdir. Aynı zamanda farklı yöntemlerle sağladığı uyum ile hızlı ve kullanışlıdır. Bu çalışmada inşa edilecek havalimanı için en elverişli konumun belirlenmesinde CBS ve AHP yöntemleri kullanılmıştır. Sürdürülebilir bir sonuç elde etmek amacıyla belirlenen teknik kriterlere çevresel ve kültürel kriterler de dâhil edilmiştir.

Determination of Alternative Airport Locations with Geographic Information Systems and Multi-Criteria Decision-Making Methods; Ankara Example

Keywords:

Airport
AHP
GIS
Sustainability

ABSTRACT

The airline is one of the indispensable means of transportation in the modern world. Along with the reliability and speed it provides, it plays a big role in the development of the country and the locality of human and cargo transportation. Due to the increasing demands day by day, the existing airports cannot meet the needs, and this situation brings the construction of new airports. Many criteria are effective in the positioning of the airports to be built. Evaluation of these criteria as a whole and comparison according to their importance takes place within the scope of multi-criteria decision-making methods. Analytical hierarchy process (AHP) is one of the multi-criteria decision making methods. It is based on the pairwise comparison of the criteria that are effective in solving the problem and their arrangement in a hierarchical structure. Geographic information systems (GIS) analysis is an effective method for developing storage data management, visualization and decision-making strategies. At the same time, it is fast and convenient thanks to its compatibility with different methods. In this study, GIS and AHP methods were used to determine the most suitable location for the airport to be built. In order to achieve a sustainable result, environmental and cultural criteria are also included in the technical criteria determined.

*Sorumlu Yazar

(dogafidan.61@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-0856-5594
(aliulvi@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-3005-8011

Kaynak Göster:

Fidan D & Ulvi A (2022). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Alternatif Havalimanı Konumlarının Belirlenmesi; Ankara Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 87-96.

1. GİRİŞ

Hava taşımacılığı, seyahat süresi, konfor ve güvenilirlik bakımından modern dünyanın vazgeçilmez ulaşım yollarından biridir ve günümüzde her geçen gün artan bir oranda tercih edilmektedir. Hava yolu ile ulaşım, küreselde ve yerelde ticaret için gerekli olan en önemli ulaşım ağını temsil etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyümeyi arttırmada önemli bir rol oynamaktadır (Erkan & Elsharida, 2020). Hava ulaşımı, sağladığı diğer imkânların yanında nüfus hareketliliğiyle beraber turizmin artmasında, ulusal ve bölgesel ekonomilerin kalkınmasında ve gelişmesinde önemli katkılar sağlamaktadır.

Havalimanları ürünlerin, hizmetin, sermayenin, teknolojilerin ve fikirlerin, ulusal ve uluslararası pazarlara erişimini kolaylaştırmakta, böylece ekonomileri desteklemektedir (Çelik, 2017). Ayrıca yeniden düzenlenen park yerleri, otoparklar, havalimanı bünyesindeki restoranlar kafeler gibi işletmeler sayesinde iş olanakları bakımından dolaylı olarak yerelde büyümenin artmasına ve bölgelerin kalkınmasını sağlamaktadır (Turan & Turan, 2008; Erkan & Elsharida, 2020).

Türkiye’de havalimanları, birçok kişiye hizmet etmekte ve önemini günden güne artırmaktadır. Uçak hareketliliğindeki artış, büyük uçakların üretilmesi, artan yolcu ve kargo trafiği, mevcut havalimanlarının geliştirilmesi ya da yeni havalimanları inşa edilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Mevcuttaki havalimanının talepleri karşılayamadığı durumlarda yeni havalimanlarının inşa edilmesi kaçınılmazdır (Fidan vd., 2021). Bu aşamada inşası planlanan havalimanı tesisinin konumunun belirlenmesi gereklidir. İnşa edilecek havalimanı konumunun belirlenmesi yörenin spesifik özelliklerini ve çoklu kriterlerin değerlendirmesini içeren kapsamlı bir süreçtir (Erkan & Elsharida, 2019).

En elverişli konumun belirlenmesinde havaalanlarının uzun süreler boyunca hizmet vermesi gereken tesisler olduğu unutulmamalı gelecekteki ihtiyaçlar ve değişen durumlar göz önünde bulundurulmalı, finansal kaynaklar boşa harcanmamalı ve sürdürülebilirliğin ilkeleri göz ardı edilmeden stratejiler geliştirilmelidir (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, 1987).

Uygun konumun belirlenmesi için çevresel, topoğrafik, ekonomik ve sosyal faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gereklidir (Yakar & Fidan 2019). Ancak bu gibi projelerde ekonomik ve çevresel hedefler arasında çeşitli ödünleşimler gerçekleşmektedir. Örnekle, yeni bir havalimanı, talepleri tamamen karşılayarak en üst düzeyde ekonomik faydalar sağlayabilirken, çevrenin kirlenmesine, ormanların kesilmesine, artan gürültü ve sera gazı salınımları vb. etkiler ile yerel sakinlere ve çevreye çeşitli zararlar verebilmektedir. Bu durum planlanan projeye yönelik iki farklı tutuma yol açmaktadır. Bu sebeple havalimanının sürdürülebilir kalkınma ilkelerine göre konumlandırılması, çevresel, ekonomik, sosyal etkenler ve gelecekteki ihtiyaçlar analiz edilerek problem bütüncül olarak ele alınmalıdır (Russu, 2021).

Genelde aynı tür ve aynı önem düzeyinde olmayan birden çok kriterle beraber, problemin karmaşıklığı artmakta ve karara ulaşmak daha da zorlaşmaktadır (Fidan vd., 2022). Çözümde etkili olan kriterlerin önem derecelerini belirlemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Problemlerin çözülmesi ve karar verme sürecine yardımcı olmak için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır (Palczewski & Salabun, 2019). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. 1977’de Saaty tarafından geliştirilen yöntem, çoklu kriterlerin ikili olarak karşılaştırılmasına ve kriterlerin hiyerarşik yapıda ağırlıklandırılmasına dayanmaktadır. AHP çok kriterli, büyük ölçekli ve karmaşık problemlere kolay uygulanabilirliğinin yanı sıra farklı yöntemler ile de başarılı bir şekilde çalışabilmektedir (Erkan & Elsharida, 2019). Farklı kaynaklardan edinilen büyük hacimli mekânsal verinin varlığıyla beraber, karar vericiler ve planlayıcılar, verilerin depolanması, entegrasyonu, analizi ve görüntülenmesinde zor bir süreçten geçmektedir (Fidan & Fidan, 2021).

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), farklı türden verilerle kesintisiz çalışma ve depolama olanağı, modelleme, simülasyon, karar destek, anlık görselleştirme yetenekleri sayesinde günümüzde pek çok alanda kullanımını artırmıştır. CBS çeşitli sorunları ele almak, politikaları yönetmek, yenilikçi yöntemsel yaklaşımları ortaya koymak, planlar yapmak, stratejiler geliştirmek, hızlı ve sürdürülebilir çözümler ortaya koymak için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Analiz ve planlama sürecinde, verilerin birbirlerine entegre edilmesinde ve çok sayıda farklı türden mekânsal verinin kullanıldığı projelerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Li et al., 2020). CBS veri yönetimi ve stratejilerinin geliştirilmesinde aynı zamanda farklı yöntemlerle sağladığı uyum ile çok yönlü ve hızlı bir yöntem olduğu için bu gibi konum belirleme problemlerinin çözümünde etkili olmaktadır (Erkan & Elsharida, 2019).

Erkan & Elsharida, (2019) tarafından 1969-2017 yılları arasında bilimsel dergilerdeki havaalanı konum belirlenmesine ilişkin makaleleri araştırmış ve elde ettikleri bilgileri derlemişlerdir. Araştırmada havalimanı dışındaki tesisler ile ilgili yapılan diğer çalışmalar göz ardı edilmiştir. Makalelerde kullanılan ve en fazla tekrar eden kriterlerin yüzdeler değeri ortaya koyulmuştur. Havalimanlarının konumlarının belirlenmesinde en çok kullanılan kriterler %15.2 ile erişim, % 11.4 ile maliyet, %8.6 ile çevresel kriterler olarak tespit edilmiştir. Tesisin yerini belirlemek için genellikle AHP, Monte Carlo, Ağırlıklı Toplam Model (SAW), ideal Çözüme Ulaşmada Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği (TOPSIS), Bulanık TOPSIS, Delphi Yöntemi, Eleme ve Seçimleri Gerçeğe Çevirme Yöntemi (ELECTRE), bazen de bu yöntemlerin kombinasyonlarının uygulandığı tespit edilmiştir. Çalışmada yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri incelenmiş problemin çözümünde CBS’nin güçlü yönleri ile bulanık mantığın birleştirilmesi ile kısa sürede doğru sonuca ulaşılacağına varılmıştır.

Sennaroglu & Celebi (2018), çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri kullanarak askeri havaalanı için en uygun konumun belirlenmesini amaçlanmıştır. Konumun belirlenmesinde; iklim, coğrafya, altyapı,

güvenlik, ulaşım gibi gereksinimlerinin yanı sıra çevresel ve sosyal etkiler de dikkate alınarak dokuz ana kriter ve otuz üç alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerine göre ağırlıkları AHP kullanılarak belirlenmiştir. Önceden belirlenen dört alternatif bölgenin sıralama ve seçim işlemleri ÇKKV yöntemlerinden Zenginleştirme Değerlendirmesi için Tercih Derecelendirme Yöntemi (PROMETHEE), Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmalı Çözüm (VIKOR), Karmaşık Orantılı Değerlendirme (COPRAS), Çoklu Nitelikli İdeal-Gerçek Karşılaştırmalı Analiz (MAIRCA) ve Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Karşılaştırması (MABAC) yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır ve sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar olduğu görülmüştür. Kullanılan yöntemlerin, yer seçimi problemlerinde ve sonlu sayıda alternatifli diğer çok kriterli karar problemlerinde başarılı bir şekilde kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Tablo 1).

Russu (2021), Portekiz’de yeni havalimanı için alternatif konumlar olarak Lizbon, Montijo, Beja ve Alcochete bölgelerini belirlemiştir. Kriterler ise; Lizbon’a olan mesafe, transfer sistemleri, altyapı durumu, korunan alanlara yakınlık (Çoruhlu & Çelik, 2022), arazinin topografik durumu, meteorolojik özellikler, sismolojik özellikler, hidrolojik özellikler, uçuş güvenliği, gürültü, alansal olarak büyüme (genişleme) potansiyeli, insan kaynağı, satın alma gücü, bölgesel kalkınma ve maliyet olarak belirlenmiştir. MACBETH yazılımında yapılan analiz sonucunda en uygun konumun Beja bölgesi olduğu tespit edilmiştir.

Erkan & Elsharida (2020), yaptıkları çalışmada, Afrika Kitası’nın kuzeyinde bulunan Libya’da yeni

havaalanı için uygun konumları araştırmıştır. Çalışmada karar etki eden kriterler beş ana kategoride sınıflandırılmıştır; bunlar, çevresel faktörler topografik koşullar, iklim faktörleri, altyapı tesisleri ve havalimanı işletme koşullarıdır. Her bir ana kriter alt kriterleri içermektedir. Toplam alt kriter sayısı 23’tür. Çalışmada ÇKKV yöntemi olarak AHP ve ROC yöntemleri kullanılmıştır. İki farklı yöntemle elde edilen sonuç haritalarının karşılaştırması yapılmış ve eşleşen piksellerin oranı %80.3 eşleşmeyen piksellerin oranı ise %19.7 olarak tespit edilmiştir.

Palczewska & Salabun (2019), Havalimanı konumunun belirlenmesinde PROMETHEE yöntemini kullanmıştır. Çalışmada ÇKKV modelinin çözümlenmesinde matrislerinin normalleştirilmesi aşamasında farklı yöntemleri işleme dâhil etmenin doğruluğu arttıracağını savunmuştur. Farklı kombinasyonlarda normalleştirme teknikleri üzerine çalışmıştır.

Badi et al. (2022), Kuzey Afrika’da inşa edilecek yeni havalimanının ÇKKV ile belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada Birleşik Mesafeye Dayalı Değerlendirme (Grey-CODAS) yöntemi kullanılmıştır.

Janic & Reggiani (2002), Avrupa Birliği için inşa edilmesi planlanan yeni havalimanının konumunun belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Çalışmada üç farklı ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. Bunlar, SAW, TOPSIS ve AHP yöntemleridir. ÇKKV yönteminin seçiminden ziyade, kullanılan kriterlerin ve kriter ağırlıklarının titiz bir şekilde belirlenmesinin çok daha önemli olduğunu vurgulamıştır.

Tablo 1. Havalimanı konumunun belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve seçilen kriterler

Referans	Yöntem	Çalışma bölgesi	Kriterler
Sennaroglu & Celebi (2018)	PROMETHEE, VIKOR, COPRAS, MAIRCA, MABAC	Türkiye	Askeri ihtiyaçlar, genişleme potansiyeli, maliyet, çevresel ve sosyal etki, iklim koşulları, altyapı tesisleri, arazi durumu, arazi yapısı
Palczewska & Salabun (2019)	PROMETHEE	Polonya	Nüfus, kent merkezine mesafe, altyapı durumu, doğal kaynaklara ve koruma alanlarına yakınlık, coğrafya, toplu taşımaya yakınlık
Ertunç & Çay (2019)	AHP	Türkiye, Gümüşhane-Bayburt	Nüfus yoğunluğu, sıcaklık, yağış koşulları, kent merkezine mesafe, karayollarına mesafe, yükseklik durumu, eğitim durumu
Erkan & Elsharida (2020)	AHP, ROC	Libya	Çevresel faktörler, topografik koşullar, iklim durumu, altyapı tesisleri,
Russu (2021)	SWOT, MACBETH	Portekiz, Lizbon	Ulaşılabilirlik, kent merkezine yakınlık, toplu taşımaya yakınlık, altyapı durumu, doğa ve çevreye etki durumu, korunan alanlara yakınlık, meteorolojik şartlar, hidrolojik durum, depremsellik, uçuş güvenliği, gürültü durumu, genişleme potansiyeli, finansal faktör

Bu çalışmada inşa edilecek yeni havalimanının konumlanacağı en elverişli konumunun belirlenmesi için CBS ve AHP yöntemleri kullanılmıştır. Uygulama bölgesi Ankara ili olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada üç ana kriter ve on sekiz adet alt kriter grubu kullanılmıştır. AHP yöntemi kullanılarak teknik, çevresel ve kültürel kriter

gruplarına giren alt kriterler kendi aralarında karşılaştırılmış, hiyerarşik yapı oluşturulmuştur ve ağırlıklar elde edilmiştir. Daha sonra ağırlıkların CBS ortamına entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Kriter haritaları üzerinde sınıflandırma, analiz ve görüntüleme işlemi gerçekleştirilmiştir. CBS yazılımı olarak ArcGIS 10.4

kullanılmıştır. Kriterlerin seçimi ve ağırlıkların hesaplanması çalışma bölgesinin spesifik özelliklerine, günümüzdeki geçerli kurallara (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı Havaalanları Master Planlama Esasları) ve literatür araştırmasına dayanmaktadır.

2. YÖNTEMLER

2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Tablo 2. AHP derecelendirme ölçeği ve tanımlar (Saaty, 1980)

Daha az önemli			Eşitlik				Daha çok önemli					
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9				
Aşırı	Çok güçlü	Güçlü	Orta	Aynı derece	Orta	Güçlü	Çok güçlü	Aşırı				
İndeks değerleri												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	

Birincil olarak kriterlerin önem derecelerine göre ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Eşitlik 1). Ardından her bir hücre değeri sütunlar toplamı değerine bölünür. Daha sonra oluşan matristeki satırlar toplamının ortalaması alınır. Elde edilen $n \times n$ boyutundaki matris ağırlık matrisi olarak adlandırılmaktadır (Eşitlik 2) (Saaty, 1980).

$$K = \begin{bmatrix} 1 & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & 1 & c_{23} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & 1 & \dots & x_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \\ \vdots \\ y_{n1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Tutarlılık vektörünü elde etmek için Ağırlık matrisiyle (A) karşılaştırma matrisi (K) çarpılır. Elde edilen matrisin satırlarının aritmetik ortalaması λ_{max} değerini vermektedir. Burada λ_{max} , ikili karşılaştırma matrisinin maksimum özdeğeridir ve karşılaştırma matrisinin tutarlılık analizinde kullanılmaktadır. Bu analizde ikili karşılaştırma matrisinde kullanılan derecelendirme değerlerinin tutarlılığı test edilmektedir. Tutarlılık oranı (CR) Eşitlik 3 ve 4 kullanılarak hesaplanmaktadır (Saaty, 1980; Malczewski, 1999).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

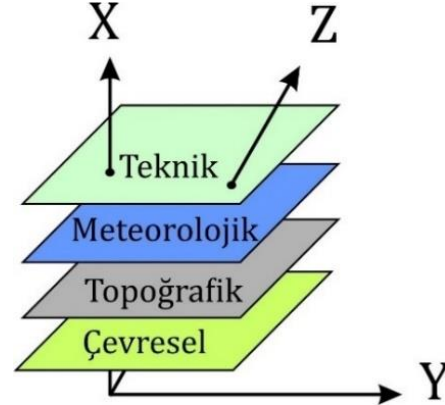
Eşitlik 4'te RI değeri rastgele indeks değeridir. Farklı kriter sayıları için RI değeri Tablo 2'de gösterilmektedir. Tutarlılık oranının 0.1 değerine eşit ya da daha küçük bir değer olması durumu karşılaştırma matrisindeki derecelendirme değerlerinin tutarlı olduğunu göstermektedir. Eğer tutarlılık oranı 0.1 değerinden büyük tespit edilir ise derecelendirme

AHP, temelde problemin çözümünde etkili olan kriterlerin kendi aralarında önem derecelerine göre karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Kriterlerin önem derecelerini belirlenirken göreceli önem ölçeği kullanılmaktadır (Tablo 2). Ölçekte bir puan, iki kriter arasında eşit önemi temsil ederken dokuz puan ise, bir kriterin diğerine göre aşırı derecede önemli olduğunu göstermektedir (Saaty, 2008).

değerlerini gözden geçirmek ve tekrar revize etmek gerekmektedir (Saaty, 1980; Malczewski, 1999).

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

CBS, grafik ya da grafik olmayan verileri birleştirme, depolama, değiştirme, analiz etme ve görüntüleme işlemlerini bir bütün içerisinde gerçekleştirme yeteneğine sahip bir yöntemdir (Clarke, 1986; Avcı & Kuşak, 2010). Verilerin işlenmesinde, yönetimde ve entegrasyonunda, sorgulamada ve analizlerde etkin rol oynamaktadır. Farklı verilerin katmanlar olarak depolanması aynı zamanda karmaşık analizlerin yapılması CBS sayesinde oldukça kolaylaşmaktadır (Tona vd., 2022). Şekil 1'de CBS'nin çok katmanlı mimarisi gösterilmektedir.



Şekil.1 CBS'nin çok katmanlı yapısı

CBS karmaşık problemlerin çözümünde çok yönlülüğü sayesinde karar verme stratejilerinin geliştirilmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. CBS, havaalanı tesisinin inşası için en elverişli alanın belirlenmesi probleminde, çeşitli teknik, meteorolojik, topoğrafik, çevresel, afet durumları vb. mekânsal kriterleri oluşturulan karar verme modeline kolayca dâhil edilebilmektedir. Ayrıca veriler üzerinde düzeltme, analiz sınıflandırma ve verilerin birbirleri arasında ilişkiler kurulmasında etkin olarak rol almakta, karar verme sürecine katkıda bulunmaktadır (Cheng et al., 2007).

3. UYGULAMA

3.1. Uygulama Bölgesi

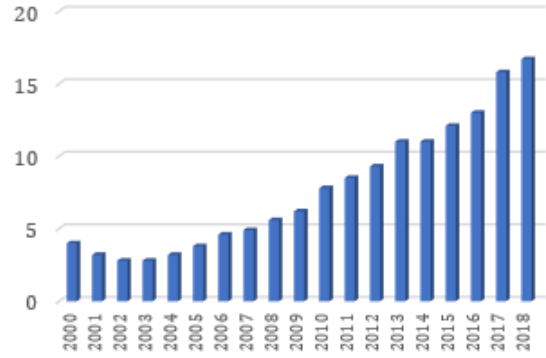
Uygulama bölgesi Türkiye Cumhuriyeti'nin başkenti ve en kalabalık ikinci kenti olan Ankara ili olarak belirlenmiştir. Ankara, başkent ilan edilmesinden bu yana özel ve kamu yatırımları bu bölgede yoğunlaşmış ve bu nedenle gerçekleşen göçlerle beraber kent nüfusunu günden güne artırmıştır. Kentin nüfusu 2021 yılı itibarıyla adrese dayalı nüfus kayıt sistemi verilerine göre 5,747,325'tir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021). Kent 25 ilçeden oluşmaktadır. Ankara, kuzeyde Batı Karadeniz Bölgesi'nde kalan kısımları hariç genel olarak Anadolu'nun orta kısmında ve İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Konya ve Sivas'tan sonra yüz ölçümü olarak Türkiye'nin üçüncü büyük kentidir.

Ankara kentinin yüzölçümü 26,281 kilometrekaredir. Kentin doğusunu Kızılırmak batısını ise Sakarya Irmağı beslemektedir. Kentin güneyinde Türkiye'nin en büyük ikinci gölü olan Tuz Gölü bulunmaktadır. Kuzeyinde Bolu ve Çankırı güneyinde Konya, doğusunda Kırıkkale, Kırşehir ve Çorum, batısında ise Eskişehir kentleri yer almaktadır (Şekil 2). Kentte kuzey kısımlarda yer yer Karadeniz iklimi görülürken kent bütününde genel olarak karasal iklim hâkimdir.



Şekil 2. Ankara ve çevre iller

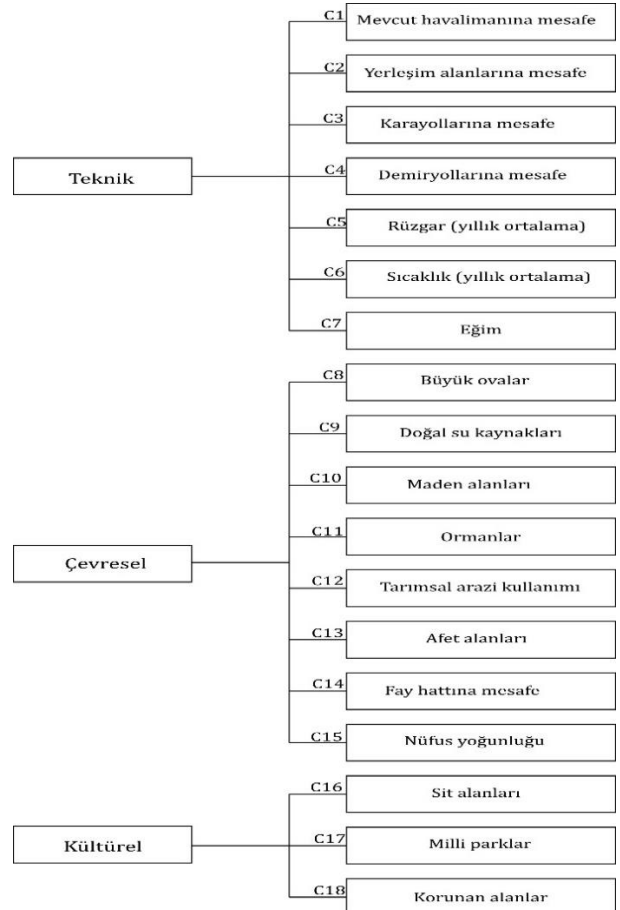
Ankara'da günümüzde askeri ve sivil olmak üzere beş havalimanı bulunmaktadır. Esenboğa Havalimanı Ankara'nın tek sivil havalimanıdır. Esenboğa Havalimanı 1955 yılından beri Ankara'ya hizmet eden uluslararası bir havalimanıdır. 18.2 hektarlık bir alan üzerine kurulu olan havalimanı iki adet (3.750x60 ve 3.750x45) piste sahiptir. İnşa edildiği günden bugüne yolcu ve kargo taşımacılığında başkentin hizmetinde olan Esenboğa Havalimanı'nda günden güne uçak hareketliliği ve yolcu sayısı artmaktadır. Şekil 3'te Esenboğa Havalimanı'nın 2000 ve 2018 yılları arasında iç ve dış hatlar toplam yolcu istatistikleri (milyon) verilmiştir (Devlet Hava Meydanları Genel Müdürlüğü, 2022).



Şekil 3. Toplam yolcu istatistikleri

3.2. Çoklu Kriterlerin Belirlenmesi

Çoklu kriterler göz önünde bulundurularak inşasına başlanacak havaalanı için uygun konumun belirlenmesi önemli bir karar verme aşamasıdır. Kullanılacak kriterlerin belirlenmesinde çalışma bölgesinin spesifik özellikleri, günümüzdeki geçerli kurallar ve yönetmelikler (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı Havaalanları Master Planlama Esasları) ve daha önce yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulmuştur. Teknik, çevresel ve kültürel kriter ana sınıflarında alt kriterler gruplandırılmıştır (Şekil 4). Hedef ve ihtiyaçlara ulaşırken doğal sistemin bütünlüğünü bozmadan, çevreye zarar vermeden ve yörenin kültürel niteliğini koruyacak şekilde stratejiler geliştirilmelidir. Problemin çözümü için belirlenen teknik kriterlere çevresel ve kültürel kriterleri dâhil etmek çalışmaya sürdürülebilir bir yaklaşım kazandırmaktadır.



Şekil 4. Ana kriterler ve alt kriterler

3.3. Çoklu Kriterlerin Sınıflandırılması

Çalışmada teknik, çevresel ve kültürel kriterler olmak üzere üç ana kategoriye ait olmak üzere toplam on sekiz adet kriter kullanılmıştır. Teknik kriterler, karayolları, demiryolları, eğim, rüzgâr, sıcaklık, mevcut havalimanı ve mevcut yapılaşma alanlarıdır. Çevresel kriterler, doğal su kaynakları, büyük ovalar, maden alanları, orman alanları, tarımsal arazi kullanımı, afet alanları, nüfus ve diri faylardır. Kültürel kriterler ise, korunan alanlar, milli parklar ve sit alanlarıdır. Kriterlere 0 ile 5 aralığında derecelendirme değerleri atanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Kriterlerin sınıflandırılması

Ana kriterler	Alt kriter	Sınıflandırma	Değer
Teknik	C1	0 - 10 km	2
		10 km - 20 km	3
		20 km - 30 km	4
		30 km <	5
		0 - 1 km	5
	C2	1 km - 2 km	4
		2 km - 3 km	3
		3 km - 4 km	2
		4 km <	1
	C3	0 - 1 km	5
		1 km - 2 km	4
		2 km - 5 km	3
		5 km - 10 km	2
	C4	10 km <	1
		0 - 10 km	5
		10 km - 20 km	4
		20 km - 30 km	3
		30 km <	2
	C5	4 m/s >	5
		4 m/s - 6 m/s	4
6 m/s <		3	
C6	8°C >	5	
	8°C - 12°C	4	
	12°C <	3	
C7	0° - 3°	5	
	3° - 5°	4	
	5° - 10°	3	
	10° - 15°	2	
	15° - 20°	1	
	20° <	0	
Çevresel	C8	0 - 500 m	0
		500 m <	5
C9	0 - 500 m	0	
	500 m <	5	
C10	0 - 500 m	0	
	500 m <	5	
C11	0 - 500 m	0	
	500 m <	5	
C12	Mera alanları	3	
	Çıplak alanlar	5	
	Su	0	
	Orman alanları	0	
	Tarımsal alanlar	0	
C13	0 - 500 m	0	
	500 m <	5	
C14	0 - 10 km	2	
	10 km - 20 km	3	
	20 km - 30 km	4	

Tablo 3'ün devamı

Ana kriterler	Alt kriter	Sınıflandırma	Değer
Çevresel	C15	30 km <	5
		500,000 >	5
		500,000 - 250,000	4
		250,000 - 100,000	3
		100,000 - 50,000	2
Kültürel	C16	50,000 <	1
		0 - 500 m	0
	C17	500 m <	5
		0 - 500 m	0
	C18	500 m <	5
		0 - 500 m	0
		500 m <	5

3.4. Çoklu Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Ağırlık matrisi, tutarlılık vektörü ve tutarlılık indeks değerlerinin oluşturulması işlemi MS Excel yazılımında gerçekleştirilmiştir. Ana kriterlerden gelen ağırlıklar alt kriterlere entegre edilmiştir (Tablo 4). Bu sayede hiyerarşik yapı kurulmuştur. Ağırlık değerlerinin tutarlılık indeks değerleri belirlenen 0.10 değerinin altında elde edildiğinden karşılaştırmalar tutarlıdır ve ağırlıklar kullanılabilir niteliktedir.

Tablo 4. Kriterler ve ağırlıklar

Ana kriterler	Ağırlık	Alt kriterler	Ağırlık	Toplam ağırlık		
Teknik	0.1429	C1	0.0341	0.0049		
		CR	0			
		C2	0.1452	0.0207		
		C3	0.2043	0.0292		
		C4	0.1726	0.0247		
		C5	0.0477	0.0068		
		C6	0.0398	0.0057		
		C7	0.3563	0.0509		
		CR	0.0263			
		Çevresel	0.4286	C8	0.0443	0.0190
				C9	0.1572	0.0674
				C10	0.0658	0.0282
				C11	0.1623	0.0696
				C12	0.2104	0.0902
C13	0.1211			0.0519		
C14	0.1057			0.0453		
C15	0.1331			0.0571		
CR	0.0946					
Kültürel	0.4286			C16	0.3338	0.1430
		C17	0.1416	0.0607		
		C18	0.5247	0.2249		
		CR	0.0464			
Toplam			1.0000			

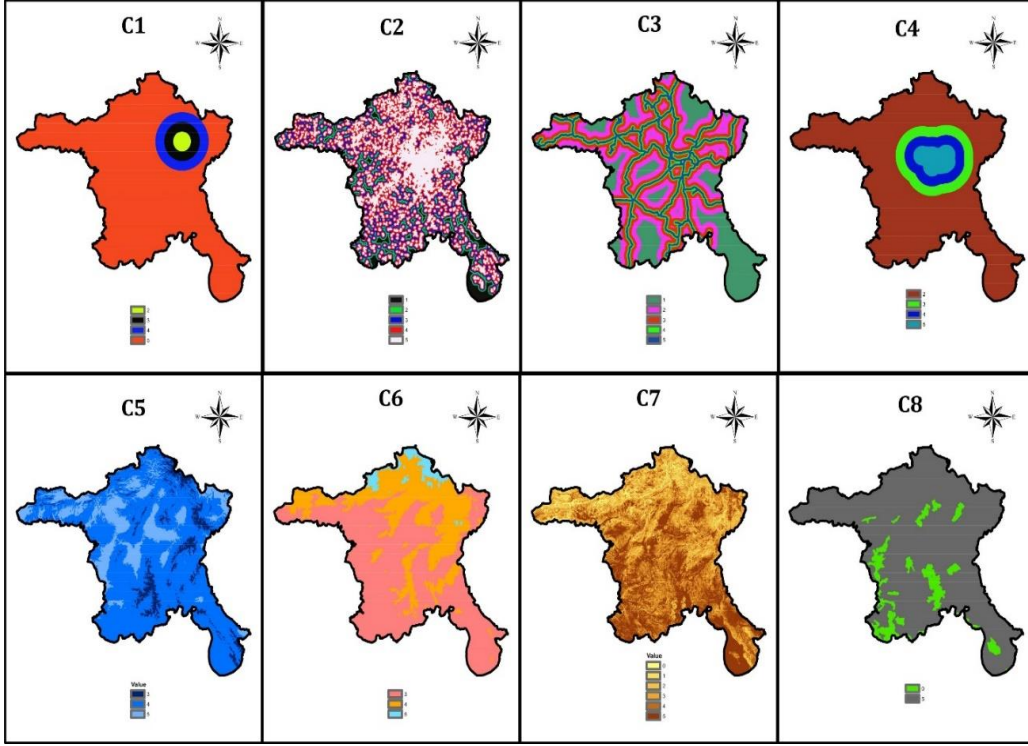
3.5. Kriter Haritalarının Oluşturulması

Veriler, Universal Transverse Mercator (UTM) 6 derece projeksiyon sisteminde, European Datum 1950 (ED50) datumunda tanımlanmıştır. Kriter haritalarında 100 metre x 100 metre piksel boyutu belirlenmiştir. Düzenleme ve kesme işlemlerinin ardından kriter haritalarının oluşturulmuştur. Kriterlerin belirlenen

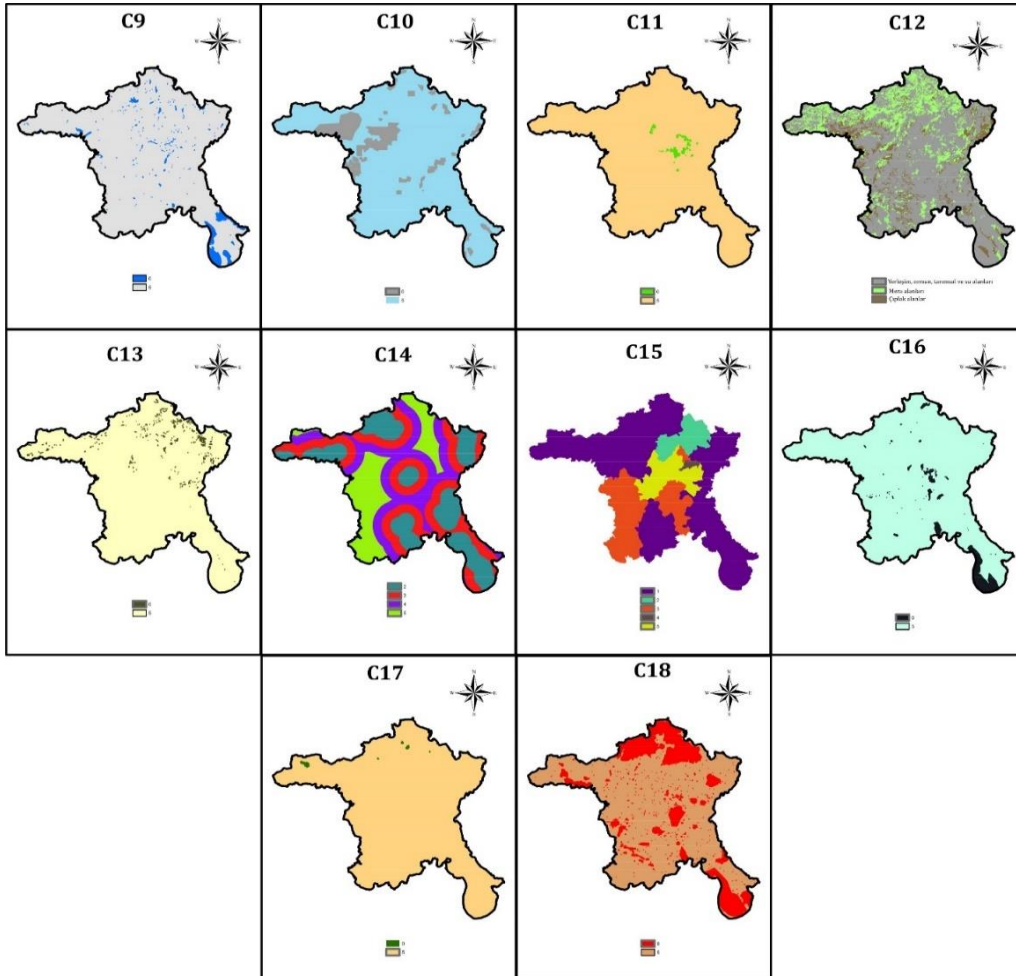
sınıf değerleri ve ağırlık değerleriyle birlikte haritalar sınıflandırılmıştır (Şekil 5 ve 6).

Kriter haritaları sahip oldukları ağırlıklarla beraber ağırlıklı bindirme işlemine alınmıştır. "Map Algebra,

Raster Calculator" mekânsal analiz komutu ile kriter haritaları sahip oldukları ağırlıklarla beraber üst üste bindirilmiş ve sonuç haritası elde edilmiştir.



Şekil 5. Sınıflandırılmış kriter haritaları



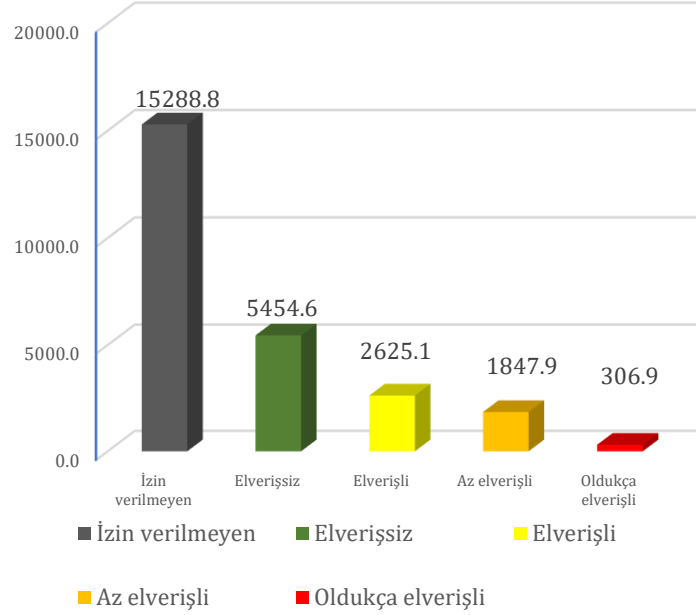
Şekil 6. Sınıflandırılmış kriter haritaları

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

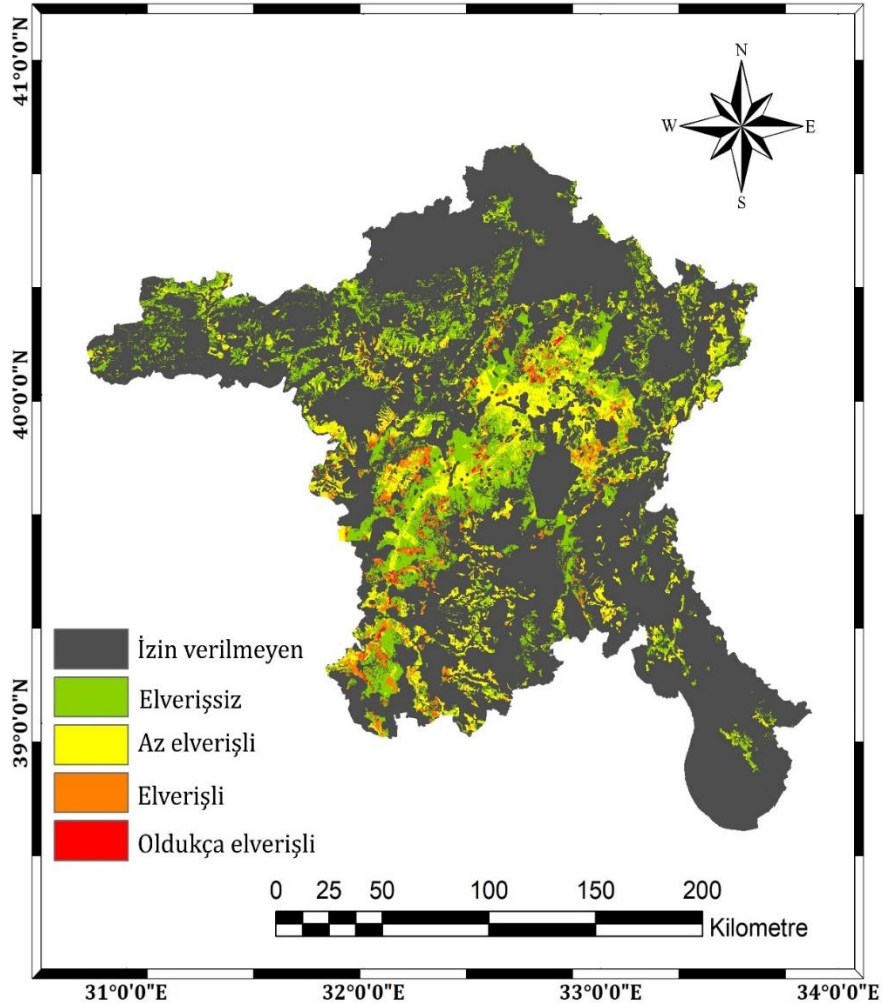
Sonuç haritasında havalimanı inşası için oldukça elverişli alanlar kırmızı renk ile ifade edilirken izin verilmeyen alanlar gri renk ile ifade edilmektedir. Şekil 7' de sınıflandırılmış sonuç haritasının belirttiği

bölgelerin alansal dağılımı gösterilmektedir. Değerler kilometrekare cinsinden verilmiştir.

Belirlenen parametrelere göre yapılan AHP analizi sonucunda oldukça elverişli ve elverişli sınıftaki piksellerin yol ağlarına ve mevcuttaki yapılaşmış bölgelere yakın olduğu görülmektedir (Şekil 8)



Şekil 7. Sonuç haritasının alansal dağılımı



Şekil 8. Sonuç haritası

Günümüzde havalimanları, birçok kişiye hizmet etmekte ve önemini günden güne artırmaktadır. Artan nüfus ve kargo trafiği yeni havalimanlarının inşa edilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu kapsamda yeni havalimanının konumunun belirlenmesi gereklidir.

Bu çalışmada CBS ve ÇKKV yöntemleri kullanılarak inşası planlanan bir havalimanı için elverişli alternatif potansiyel konumların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada günümüzde neredeyse her alanda aktif bir şekilde kullanılan yöntemi AHP kullanılmıştır. Konumun belirlenmesi probleminin çözümünde, bölgenin spesifik özellikleri de göz önüne alınarak üç ana kriter on sekiz adet alt kriter grubu belirlenmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırmaları sonucu ağırlıkları hesaplanmış ve ağırlık değerleri CBS ortamında kriter haritalarına işlenmiştir.

Teknik ana kriter grubunun içerdiği karayolu, demiryolu, yerleşim yerlerine yakınlık vb. kriterlere çevresel ve kültürel ana kriter grubu dahil edilmiştir. Bu sayede günümüzün talep ve ihtiyaçları karşılanırken insan-çevre dengesinin korunmasına, doğal çevrenin zarar görmemesine ve kültürel mirasın yaşatılmasına dayanan sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmiştir. Çevresel ve kültürel kriter ana sınıflarıyla birlikte; pek çok doğal koruma alanı, ormanlar, tabiat parkları, akarsu ve göl yakınları, milli parklar, vadiler, doğal sit alanları (1., 2. ve 3. derece), anıtlar, konaklar, hanlar, türbeler, mescitler, köprüler, camileri kiliseler, hamamlar, çeşmeler gibi kültürel ve tarihi yapılar; tümülüsler, höyükler, mağaralar, mezarlar, yeraltı şehirleri gibi arkeolojik kalıntılar, uygulama kapsamına dahil edilmiş ve bu bölgeler problemin çözülmesi aşamasında sınırlandırılmıştır.

CBS, mekânsal ve mekânsal olmayan verileri karar vericinin isteğine göre bilgiye dönüştüren güçlü araç ve yöntemlere sahiptir. ÇKKV için, gerekli olan mekânsal analiz, tamponlama, sınıflandırma ve bindirme gibi işlemleri kolaylıkla sağlayabilmektedir. Uygun olmayan bölgelerin ortadan kaldırılmaması (sınırlanamaması) durumu CBS kullanılarak kontrol edilebilmektedir. Ayrıca meteorolojik coğrafi verileri bu gibi karmaşık modellere entegre etmek için CBS'nin kullanılması gereklidir.

Ana kriter ağırlıkları alt kriterleri doğrudan etkilemektedir. Ana kriter gruplarından teknik kriterler %14 oranında bir ağırlığa sahipken çevresel ve kültürel kriterler %42 oranında ağırlıklara sahiptir. Bu durum çevresel ve kültürel ana kriterlerinin ve bu kriterlerden etkilenen alt kriter gruplarının sonuç haritasına etkisini arttırmaktadır. Elde edilen sonuç haritası yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, izin verilmeyen alanların kapsam dışı bırakıldığı durumda; yol ağına, kent merkezine, nüfusun yüksek olduğu bölgelere ve mevcuttaki yapılaşmış sahalara yakın bölgelerin havalimanı konumu için elverişli olduğu gözlemlenmektedir. Belirlenen kriterler ve kriterlerin oluşturduğu hiyerarşik yapı, sonuç haritasını doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple kriterlerin ikili karşılaştırılması yapılırken titiz davranılmalıdır. Bu aşamada uzman görüşüne, yürürlükteki ilgili yönetmeliklere ve kanunlara başvurulması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada yapılan uygunluk analizi teknik boyutta geçerli olabilir ancak, havalimanı projesinin uygulanabilir olması da nihai sonuca gitmede önem arz etmektedir. Bu sebeple karar verme sürecinde fizibilite çalışmalarının yapılması gereklidir. Elverişli tespit edilen araziler için gerekli bütün bilgilerin sistemli bir şekilde hem teknik hem de finansal açıdan değerlendirilmesi gereklidir. Sonuç haritasına finansal boyut kazandırmak için modele arazilerin güncel değerleri ve kamulaştırma maliyetleri dahil edilebilir. Ayrıca, kalkış ve iniş esnaslarında uçaklara kuş çarpma olaylarının önüne geçebilmek için kuşların göç rotaları ve benzeri kriterlerle birlikte çalışmanın sınırları genişletilebilir. Son olarak nihai sonuca karar vermeden önce sahada jeo-teknik analizlerin yapılmasının gerekli olduğu unutulmamalıdır.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sağladıkları karşılıksız veri için Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığına teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Yazarlar çalışmaya eşit derecede 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

- Avcı Z U & Kuşak L (2010). Mekânsal Planlamada Yeni Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Tekniklerinin Kullanımı. *TUJK'2010 Mekânsal Planlamada Jeodezi Sempozyumu*, İzmir, Türkiye.
- Badi I, Alost A, Elmansouri O, Abdulshahed A & Elsharief S (2022). An Application of a Novel Grey-CODAS Method to the Selection of Hub Airport in North Africa. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 6(1), 18-33. <https://doi.org/10.31181/dmame0313052022i>
- Cheng E W, Li H & Yu L (2007). A GIS Approach to Shopping Mall Location Selection, *Building And Environment*, 42(2), 884-892. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.10.010>
- Clarke K C (1986). Advances in Geographic Information Systems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 10(3-4), 175-184. [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(86\)90006-2](https://doi.org/10.1016/0198-9715(86)90006-2)
- Çelik D S (2017). Havayolu Taşımacılığı Endüstrisi ve Ekonomik Etkileri, *The Journal Of International Scientific Researchs*, 2(8), 82-89. <https://doi.org/10.23834/isrjournal.350019>
- Çoruhlu Y E & Çelik M Ö (2022). Protected Area Geographical Management Model From Design to

- Implementation for Specially Protected Environment Area. *Land Use Policy*, 122, 106357. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106357>
- Devlet Hava Meydanları Genel Müdürlüğü (2022). [Erişim Tarihi: 02.11.2022]. <https://www.dhmi.gov.tr/>
- Erkan T E & Elsharida W M (2019). Overview of Airport Location Selection Methods. *International Journal Of Applied Engineering Research*, 14(7), 1613-1618.
- Erkan T E & Elsharida W M (2020). Combining AHP and ROC with GIS for Airport Site Selection: A Case Study in Libya. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(5), 312. <https://doi.org/10.3390/ijgi9050312>
- Ertunç E & Çay T (2020). Havaalanı Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 200-210. <https://doi.org/10.36306/konjes.590605>
- Fidan D & Fidan Ş (2021). Yersel Lazer Tarama Teknolojileriyle Oluşturulan 3B Modellerin Akıllı Kent Uygulamalarında Kullanımı: Mersin Süslü Çeşme Örneği. *Türkiye Lidar Dergisi*, 3(2), 48-57. <https://doi.org/10.51946/melid.1021819>
- Fidan D, Oruç M E, Hamal S N G & Fidan Ş (2022). Tersine Mühendislik Uygulamalarında Yersel Lazer Tarayıcıların Kullanım Olanaklarının Araştırılması; Klasik Otomobiller Örneği. *Türkiye Lidar Dergisi*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.51946/melid.1109529>
- Fidan Ş, Karabacak A & Ünel F B (2021). Kent Çekim Merkezlerindeki Yoğunluğun Kent Dışı Alanlara Aktarılması için Alışveriş Merkezi Geliştirme Örneği: Mersin İli, Mezitli İlçesi, Esenbağlar Mahallesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 3(1), 32-39. <https://doi.org/10.51765/tayod.902378>
- Janic, M & Reggiani A (2002). An application of the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Analysis to the Selection of a New Hub Airport. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2(2/3).
- Li W, Batty M & Goodchild M F (2020). Real-time GIS for Smart Cities. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(2), 311-324. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1673397>
- Malczewski J (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis. *John Wiley & Sons*, ISBN: 978-0-471-32944-2.
- Palczewska K & Salabun W (2019). Influence of Various Normalization Methods in PROMETHEE II: An Empirical Study on the Selection of the Airport Location. *Procedia Computer Science*, 159, 2051-2060. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.378>
- Russu A (2021). Airport Site Selection Using Multiple-Criteria Decision Analysis-The Case of New Lisbon Airport, *Master's Thesis*, Nova School of Business and Economics, Lisbon, 68 p.
- Saaty T L (1980). The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation. *RWS Publications*, USA.
- Saaty T L (2008). Decision Making With the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Sennaroglu B & Celebi G V (2018). A Military Airport Location Selection by AHP İntegrated PROMETHEE And VIKOR Methods. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 59, 160-173. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.022>
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (1987). Havaalanı Planlama Kılavuzu, Master Planlama.
- Tona A U, Demir V, Kuşak L & Yakar M (2022). Su Kaynakları Mühendisliğinde CBS'nin Kullanımı, *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 23-33. <https://doi.org/10.56130/tucbis.993807>
- Turan F & Turan S K (2008). Havaalanlarının Sosyal Etkileri: Sabiha Gökçen Havaalanı Örneği. *Anlara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 5, 161-166.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021) [Erişim Tarihi: 02.11.2022], <https://data.tuik.gov.tr/>
- Yakar M & Fidan Ş (2019). Topografya, *Atlas Akademi*, ISBN 978-605-7839-21-3, Konya.



© Author(s) 2022.

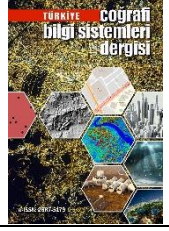
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

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

e-ISSN 2687-5179



3B Kent Modelleri oluşturma sürecinde İHA fotogrametrisi ve CBS Entegrasyonu: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Örneği

Seda Nur Gamze Hamal*¹, Ali Ulvi¹

¹Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

CBS
Mekânsal Analiz
İHA Fotogrametrisi
Bina
3B Model

ÖZ

İnsan nüfusunun artması ile beraber kentlerinde büyüme süreci hızlanmıştır. Hızla büyüyen kentlerin aynı oranda izlenmesi ve analizi edilmesi gerektiği için bir kente ait mekânsal verilerin hızlı ve doğru toplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Veriye hızlı erişim sürecinde çeşitli materyaller kullanılsa da ham veriler içerisinden gerekli donelerin tespiti de önemli bir süreçtir. Hızlı gelişen kentlerin izlenmesinde şüphesiz ki hava görüntüleri önemli bir araçtır. Özellikle gelişen İHA teknolojisiyle hava görüntülerine erişimde kolaylaşmıştır. Diğer yöntemlere göre hızlı olmasının yanı sıra içerisinde mekânsal bilgilerin olması İHA görüntülerinin sağladığı büyük avantajların başında gelmektedir. İHA görüntüleri ile mevcut kentsel alanları yönetmek ve izlemek kolaylaşmış olsa da daha verimli bir yönetim için 3B sanal kent modellerine giderek ihtiyaç duyulmaktadır. 3B bina modelleri ise 3B sanal kent modellerinin en önemli bileşenini oluşturduğu için İHA aracılığıyla elde edilen hava görüntülerinden fotogrametri yöntemi ile üretilen dijital ürünler kullanılarak mevcut binaların tespiti önemli bir adım oluşturmaktadır. Bu çalışmada İHA tarafından toplanan hava görüntülerinden üretilen sınıflandırılmamış nokta bulutları zemin, yüksek ve düşük gürültü ve binalar olmak üzere birkaç sınıfa ayrılmıştır. Sınıflandırma sonucunda oluşturulan yer yüzeyi ve bina olarak sınıflandırılan noktalara dayalı olarak gerçek geometrik yapıda 3B kent modelleri oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda oluşturulan 3B kent modelleri, yerleşimlerin altyapısını izlemek ve şehirlerin daha da gelişmesi ve mimarisi için önemli olan diğer analizler için bir temel olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

UAV Photogrammetry and GIS Integration for 3D City Model: a Case Study of Mersin University Çiftlikköy Campus

Keywords:

GIS
Spatial Analysis
UAV Photogrammetry
Building
3D Model

ABSTRACT

Because of the increase in the human population, the growth process in the cities has accelerated. In order to monitor and analyse cities with rapid strides, spatial data of the city must be collected quickly and accurately. Although various materials are used in the rapid data access process, the determination of the necessary data from the raw data is also an important process. Aerial images are undoubtedly an important tool in monitoring cities with rapid strides. Especially with the developing UAV technology, it has become easier to access aerial images. In addition to accessing data faster than other methods, the presence of spatial information is one of the major advantages of UAV images. Although it has become easier to manage and monitor existing urban areas with UAV images, 3D virtual city models are increasingly needed for more efficient management. 3D building models are the most important component of 3D virtual city models. Therefore, digital products produced by the photogrammetry method from aerial images obtained by UAVs are important in the detection of existing buildings. In this study, several classes of unclassified point clouds produced from aerial images were created: ground, high and low noise, and buildings. Based on the ground surface created as a result of the classification and the points classified as buildings, 3D city models in the real geometric structure were created. It has been revealed that the 3D city models created as a result of the study can be used as a basis for monitoring the infrastructure of settlements, further development, and the architecture of cities and analysis.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster:

*(sedanurgamzehamalae@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-1050-3088
(aliulvi@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-3005-8011

Hamal S N G & Ulvi A (2022). 3B Kent Modelleri oluşturma sürecinde İHA fotogrametrisi ve CBS Entegrasyonu: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 97-105.

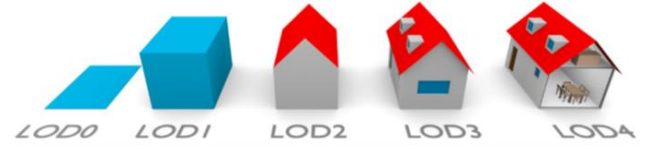
1. GİRİŞ

Teknolojideki hızlı gelişmeler ile üç boyutlu (3B) mekânsal-sayısal verilerin üretimi ve bu verilerin herkes tarafından anlaşılır olması sağlanmıştır. Bunun sonucu olarak iki boyutlu (2B) çizimlere göre algıyı çok daha fazla arttıran 3B kent modellerine olan ilgi hızla artmaktadır. 3B kent modelleri, yeryüzünün ve yeryüzündeki bina, yol ve diğer insan yapımı öğeler gibi yapay objelerin 3B geometrik bileşenlerini temsil eden ve bunları bilgisayar ortamında oluşturulan kent modellerine denilmektedir. 3B kent modelleri için kullanılan çeşitli terimler vardır ve bunlardan en çok tercih edileni “Sanal Şehir” veya “Dijital Şehir”dir”. Bu 3B kent modeller; şehir planlaması, çevresel gürültü haritası üretimi, güvenlik hizmetleri, afet yönetimi, telekomünikasyon, navigasyon, turizm ve uçuş simülasyonu vb. birçok alanda kullanılmaktadır (Mihalache et al., 2019; Carstens, 2019).

3B kent modelleme çalışmalarının en önemli bileşeni mekânsal verilerdir. Bu uygulamalarda kullanılan tipik bir 3B kent modeli; fotogrametri, lazer tarayıcılarla elde edilen veriler, yapay açıklıklı radar verileri, mimari modeller, 3B röleve çizimleri ve farklı ölçme ve veri toplama yöntemleri ile elde edilen verilerin bütünlük kullanımı ile üretilmektedir. 3B kent modelleri üretebilmek için; modellenilecek alanın 3B kaliteli (yeterli doğrulukta ve görsel zenginlikte), ekonomik ve güncel verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Yakar & Yılmaz, 2008; Yakar vd., 2016; Şasi & Yakar, 2017). Günümüzde fotogrametri ve LiDAR yöntemleri 3B modelleme çalışmalarında en çok tercih edilen mekânsal verilerdir. Fotogrametrik ve LiDAR yöntemleri ile elde edilen nokta bulutlarının temsil ettiği mekânsal verilerin, gelişen bilim ve teknoloji ile harmanlanarak kullanıcıya sunulması verilerin çok daha etkin ve nitelikli kullanımını sağlamaktadır. 3B şehirlerin ve binaların gösteriminde güvenilirlik ve güncellik için giderek artan gereksinimler nedeniyle, toplu ve hızlı veri toplama ihtiyacı duyulmaktadır. 3B kent modelleme çalışmalarında geleneksel veri toplama yöntemi ile yapılan çalışmalar çok fazla zaman alıcı olurken teknolojinin gelişmesiyle birlikte sıklıkla kullanılan 3B mekânsal bilgileri içinde barındıran nokta bulutları ile zamandan tasarruf edilmektedir. Aynı zamanda, geleneksel veri işleme prosedürü de doğrudan zaman alırken yeni teknoloji ve donanımlar sayesinde en kısa sürede sonuçlar elde edilebilmektedir (Şasi & Yakar, 2018; Sarı vd., 2020; Ulvi vd., 2020; Kaya vd., 2021).

Fotogrametri yöntemiyle elde edilen nokta bulutu verileri özellikle LiDAR verilerine kıyasla daha düşük maliyetli üretilebildiği için son zamanlarda 3B kent modelleme çalışmalarında daha etkin kullanılmaya başlanmıştır. Fotogrametri yöntemiyle üretilen 3B veriler tek tip kalitede noktaların nesneden bağımsız dağılımını kullanan belirli bir yüzey geometrisini temsil eder (Şasi & Yakar, 2017; Gergelova et al., 2020). Yapılan bu temsilin gerçekliği tam anlamıyla yansıtması altlık veri kullanımında istenilen seviyeye ulaşılmasında önemli rol oynar. Zaman içerisinde 2B verilerden 3B verilere geçiş süreciyle birlikte büyük alanlarda analizler kolaylaşmış olup teknolojinin gelişmesiyle modern ve kentsel gelecekle ilgili olan ve bu nedenle üçüncü bir

boyut gerektiren akıllı şehirler fikri doğmuştur. İlk 3B şehir modelleri, özellikle uygun uygulama araçlarının olmaması ve bu modellerin daha yaygın olarak kullanılmasını engelleyen standartların bulunmaması nedeniyle büyük zorluklarla yapılmıştır (Yastıklı vd., 2017). Bu nedenle 3B kent modellerinin standartlaşması ve gerçekleştirilen uygulamaların paylaşılabilmesi için Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından oluşturulan uluslararası City Geography Markup Language (CityGML) standartları geliştirilmiş ve bu alandaki ilk standart olmuştur. 3B verilerin geometrik ve semantik özelliklerini yapılandırmak için beş ardışık ayrıntı düzeyinde (Level of Detail/LoD) tanımlanmıştır, ancak bu LoD'ların belirsiz ve sınırlı olduğu gösterilmiştir (Şekil 1). LoD0 2.5 boyutlu Sayısal Arazi Modelini (SAM) içeren bölgesel model, LoD1 çatı yapıları olmayan bina bloğu, LoD2 çatı yapıları dâhil bina modeli, LoD3 detaylı mimari dâhil bina modeli ve LoD4 iç model dâhil bina modelini temsil etmektedir. Bu temsilin gerçekçi olabilmesi için altlık olarak kullanılan verilerin kalitesi ve gerçekliği yansıtması önemlidir (Yastıklı vd., 2017). Bu noktada fotogrametri yöntemiyle elde edilen görüntü tabanlı nokta bulutları ile 3B tam bir temsil gerçekleştirilebilir fakat bu veri kümesinde temsili gerçekleştirecek temel veriler dışında birçok veri bütünü bulunmaktadır. Bu yüzden yoğun veri içeren nokta bulutlarından istenilen temsil için anlamlı olanların otomatik ya da yarı otomatik olacak şekilde tespitlerinin gerçekleştirilmesi LoD seviyelerinin hızlı bir şekilde oluşmasına katkı sağlayabilir (Sharma et al., 2020; Yastıklı & Cetin, 2021).



Şekil 1. LoD seviyeleri (Biljecki, 2017; Rakićević, 2022).

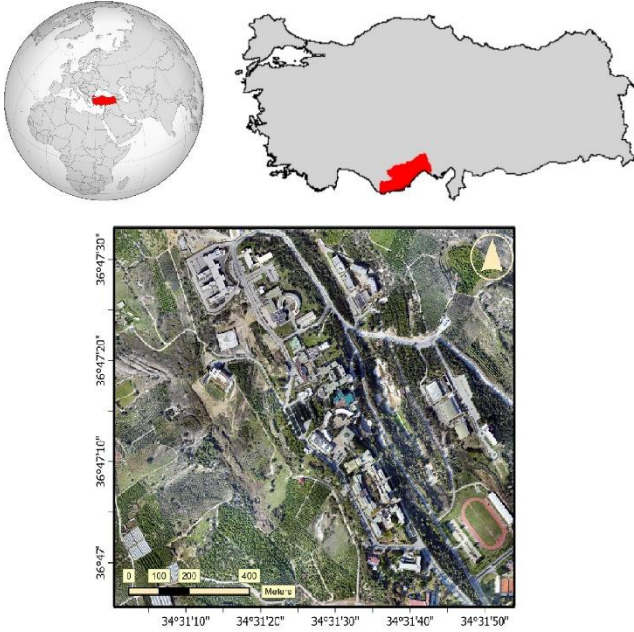
Bu çalışmada fotogrametri yöntemi kullanılarak İnsansız Hava Aracı (İHA) ile çekilen hava görüntülerinden üretilen yoğun nokta bulutlarına dayalı 3B sanal kent modeli geliştirilmiş ve bunun akıllı şehirler uygulamalarına uygulanabilirliğini analiz edilmiştir. İHA hava görüntülerinden üretilen yoğun nokta bulutlarından otomatik bina tespiti ile 3B kent modellerinin CBS entegrasyonunu ele alan bu çalışmada ilk olarak İHA fotogrametrik süreç irdelenmiştir. Daha sonra otomatik bir şekilde LoD'ları oluşturmak için yoğun nokta bulutlarından yapıların tespiti gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu tespit sonucunda LoD1 seviyesinde kullanılarak 3B kent modeli oluşturulmuş ve sonuçlar tartışılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada İHA görüntülerinden elde edilen nokta bulutlarından bina çıkarımı yapılarak LoD1 seviyesinde 3B kent modeli oluşturulmuştur. Bu kısım çalışma alanının tanıtımı, veri temini, 3B Kent Modeli Üretimi yönteminden oluşmaktadır.

2.1. Çalışma Alanı

3B kent modeli üretimi için, Mersin ilinin Yenişehir ilçesinde yer alan Mersin Üniversitesi ana kampüsünün yönetim ve dersliklerinin oluşturduğu bir bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Mersin Üniversitesi'nin ana kampüsü 1992 yılında inşa edilmiş olup kampüs alanının büyük bir kısmı bitki örtüsü ve doğal çevreden oluşmaktadır. Çalışmamız binaların tespitini içerdiği için bina yoğunluğunun fazla olduğu bir kısım çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Kampüs alanının geri kalanı spor alanları, kaldırımlar ve otopark için tasarlanmış ve kullanılmaktadır. Çiftlikköy Yerleşkesi özgün mimari tasarımı ve çağdaş düzenlemeleri, geniş ve göz alıcı binaları, yeşil ve orman alanları, birçok sosyal, kültürel ve spor tesisi ile ayrıcalıklı kampüsler arasında yer almaktadır. Çalışma için belirlenen ve şekil 2'de gösterilen alandaki yapılar birbirinin tekrarı olmayıp farklı geometrik özelliklere sahiptir ve bu durumun ortaya atılan metodolojinin etkinliğine katkı sunması beklenmektedir.



Şekil 2. Çalışma Alanı

2.2. Veri Temini

Çalışmada ilk olarak Şekil 3'te verilen sabit kanatlı bir İHA ile hava görüntüleri çekilmiştir. Uçuş alanı tüm kampüsü kapsamaktadır fakat çalışma alanı belli bir bölgede yapılmıştır. Tüm kampüs alanı 700 hektar büyüklüğünde olduğu için sabit kanatlı İHA tercih edilmesinde alanın büyüklüğü önemli rol oynamıştır. Çalışmada kullanılan İHA'nın havada kalma süresi yaklaşık 45 dakika olup muadili İHA'lara göre aynı çözünürlükte daha yüksek irtifadan veri toplayabilmektedir. Bu denli büyük bir alanda istenilen çözünürlükte görüntünün olabildiğince yüksekte alınması daha az sayıda görüntü verisi anlamına gelir. Ayrıca elde edilen hava görüntülerinde gölgelerden kaçınmak için güneş geliş açısına göre uçuş tarihi ve uçuş saati belirlenmiştir. Güneş geliş açısına bağlı olarak 26 Haziran tarihinde 11:00-13:00 saat aralığı belirlenmiştir.

Söz konusu İHA RGB bantlara sahip 21 megapiksel S.O.D.A dâhili kameraya sahiptir. Dijital fotogrametride uçuş planlamasında yükseklik görüntü çözünürlüğü ile alakalıdır. Bir başka deyişle uçuş irtifası Yer Örneklem Aralığı (YÖA) ile isimlendirilen piksel çözünürlüğü ile alakalıdır. Çalışmada kullanılan İHA ile 5 cm/piksel çözünürlüğünde fotoğraflar çekilmek istenildiği için bu çözünürlük değeri yaklaşık 212 metre yüksekliğe tekâmül etmektedir. Çalışmada kullanılan İHA ile toplam uçuş süresi yaklaşık 230 dakikadır (5 uçuş). Çalışmanın belirlenen sınırları için toplam 312 fotoğraf çekilmiş olup tamamı kullanılmıştır. Çekilen görüntülerden oluşturulan 3B verilerin hem doğruluğunu test etmek hem de gerçek konumunda oluşturabilmek için araziye 16 adet yer kontrol noktası tesis edilmiştir. YKN'ler 30 epok şeklinde tekrarlı olmak üzere 2 kez GNSS alıcısı ile ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan İHA kameranın teknik özellikleri sırasıyla şekil 3 ve tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan İHA

Tablo 1. Çalışmada kullanılan İHA'nın teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Ağırlık/Boyut	1100 g/1100 mm
Hız	40-130 m/s
Maksimum uçuş süresi	~50 dk
Uydu Konumlandırma Sistemleri	GPS-GLONASS
PPK/RTK	+
Çözünürlük/ Odak Uzaklığı	5472*3648/10.6 mm
Sensor type/ Sensor size	20 megapiksel/1 inch

3. İHA FOTOGRAMETRİ SÜRECİ

Kentsel alanların gelişiminin izlenmesi için büyük verilerden hedef alanların tespitleri uydu görüntüleri ile yapılmaktaydı fakat düşük ve orta çözünürlüklü uydu görüntüleri düşük mekânsal çözünürlüğe sahip olması küçük alanlar için dezavantaj oluşturmaktadır (Oruç, 2021a). Bundan dolayı, küçük alanlar için yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip görüntülerin İHA ile toplanması iyi bir alternatif çözüm olmuştur. Son zamanlarda İHA'lar ile yüksek çözünürlüklü ortofotoların üretilmesi sonucunda bu görüntülerden

obje tespiti çalışmalarına ağırlık verilmeye başlansa da iki boyutlu olan bu ortofotolardan tespit edilen hedef objeler 3B kent modelleri için kullanılamamaktadır. Bu verilerin 3B kent modellemesinde kullanılması için yükseklik bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla içerisinde 3B bilgileri barındıran yoğun nokta bulutlarından hedef nesne tespiti ile çalışmalar 3B kent modellemesinde güncel konular arasında yer almaktadır. 3B bilgiler barındıran yoğun nokta bulut verilerinin İHA görüntülerinden üretimi için fotogrametri tekniği kullanılmaktadır.

Fotogrametri, objenin farklı açılardan çekilmiş fotoğraflardan yararlanarak yerini, konumunu ve şeklini hassas bir şekilde belirleyen bir bilim dalıdır (Yakar & Doğan, 2017; Ulvi, 2021). Teknolojinin ilerlemesi ile fotogrametri ve bilgisayarlı görüntüleme teknolojisinin entegrasyonu, 3B modelleme çalışmalarında daha fazla esneklik ile 3B model üretim otomasyonunda ilerlemelere yol açmıştır (Yakar, 2011; Oruç 2021b). Günümüzde, 3B modelleme çalışmaları yapılmasını sağlayan çeşitli yazılımlar bulunmakta ve bu yazılımların çoğu da, Structure from Motion (SfM) gibi özel algoritmalarla dayanmaktadır. SfM; sahnenin geometrisini, kamera konumlarını ve oryantasyonu, bilinen 3B konumlara sahip bir hedef ağının önceden tanımlanmasını gerektirmeden otomatik olarak çözen bir fotogrametrik algoritmadır (Yakar & Dogan, 2019). SfM algoritması; düşük maliyeti, son derece hızlı sonuç vermesi ve kolay 3B ölçüm kabiliyeti sebebiyle yer bilimleri araştırmaları üzerinde dönüştürücü bir etkisi olmuştur. SfM algoritmasında 3B yapıları oluşturabilmek için birbiri üzerine binen bir dizi resim çerçeveleri kullanılmaktadır. Bir dizi örtüşen fotoğraf boyunca ortak noktaları bularak ve eşleştirerek çalışır (Yiğit et al., 2020).

SfM algoritması ışın demetleri ile blok dengelemesi algoritması kullanılmaktadır. Bu algorithmada ilk aşama fotoğrafları sıralayarak ön bir dengeleme yapar ve seyrek

nokta bulutu (Sparse point cloud) oluşturur. İkinci aşama ise yoğun nokta bulutu oluşturma işlemidir. Bu aşamada kullanılan algoritma ise yoğun çoklu görüntülü stereo algoritmasıdır. Yoğun nokta bulutunun üretildiği bu süreçte, birbiriyle eşlenmesi gereken pikseller ve onların sanal olarak 3B konumlarının tahmini ile katı model ve nokta bulutu oluşturulur.

İHA hava görüntülerin toplanması tamamen otomatik bir süreç oluşturmakta ve bu uçuş tekniğinde görüntülerin örtüşme oranları boyuna ve enine olmak üzere sırasıyla %80 ve %60'tır. Toplam uçuş süresi tüm alan için yüz yirmi sekiz dakikadır. Fotoğraf çekimi aşamasında güneş ışınlarının geliş açısı da dikkate alınmıştır. Tüm alanın 1993 hava fotoğrafı çekilirken bu çalışmanın yapıldığı alana ait 312 hava fotoğrafı kullanılmıştır. Literatür taraması sonucunda, birçok araştırmacının yaptıkları çalışmalarda SfM tekniğini kullanan yazılımlardan biri olan Agisoft Metashape yazılım sonuçlarının birçok bağlamda güvenilir olduğunu belirttikleri için bu yazılım çalışmada kullanılmıştır. Yazılıma ilk olarak fotoğraflar aktarıldıktan sonra "fotoğrafları hizalama" işlemi ile süreç başlatılmıştır. SfM algoritması uygulandığı bu süreçte hesaplanan iç yönlendirme parametreleri tüm fotoğraflar için aynıdır. Bu işlem adımından sonra dış yönlendirme parametreleri tek tek optimize edilerek kameralar hizalanmıştır. Arazide ölçülen 16 noktadan 8 tanesi benzerlik (Helmert) dönüşümünde kontrol noktası olarak kullanılırken, 8 tanesi denetleme noktası olarak kullanılmıştır. Fotogrametrik verilerin işlenmesi Intel(R) Core(TM) i7-10750H CPU işlemci, 2.60GHz hızında, 16.0 GB ram ve NVIDIA GeForce GTX 1660 Ti 6gb ekran kartına sahip bir bilgisayarda gerçekleştirilmiştir. Toplam süre yaklaşık 72 dakika sürmüştür. Çalışma sonunda üretilen 3B nokta bulutu (~41 milyon) şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Farklı açılardan verilmiş yoğun nokta bulutu

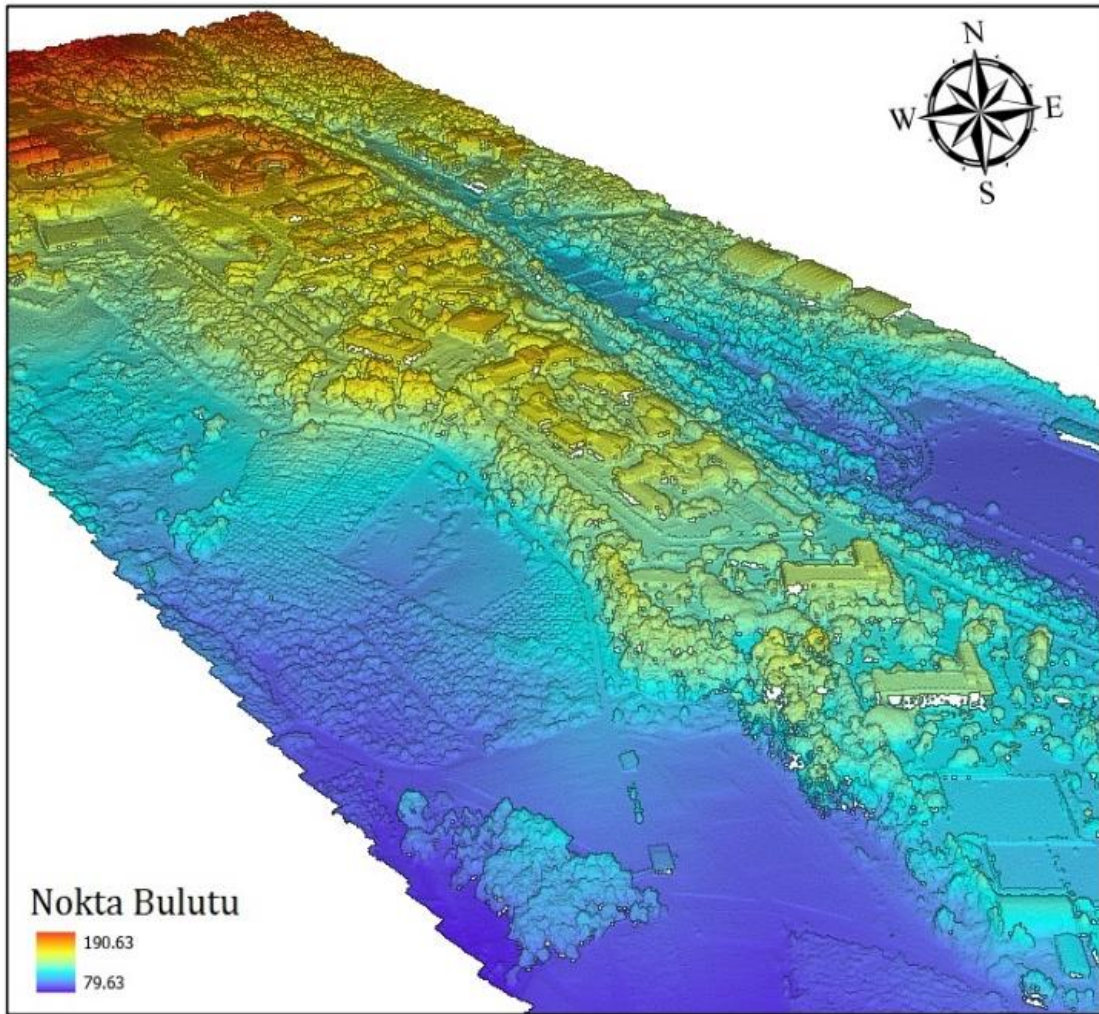
Şekil 3'te gösterilen İHA ile hava görüntülerinin fotogrametrik süreci Agisoft Metashape yazılımında yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak fotoğraflar dengelenmiş ardından Şekil 4'te verilen 3B kent modelinin temsili olan otomatik bina çıkartımı için nokta bulutu verileri CBS yazılımına aktarılmıştır.

3.1. 3B Kent Modeli Üretimi

3B kent modeli üretimi için otomatik bina çıkartımı ArcGISPro yazılımında gerçekleştirilmiştir. Bu yazılım 2B, 3B ve 4B olarak veri görselleştirme ve gelişmiş analizleri desteklemektedir. Ayrıca ArcGIS Online ve ArcGIS Enterprise gibi bir dizi ArcGIS ürünü arasında veri paylaşımını destekler ve kullanıcıların Web CBS

aracılığıyla ArcGIS sisteminde çalışmasına olanak tanımaktadır (Keranen & Kolvoord, 2017; Tickner, 2018). Yazılımda analiz yapmak ve fotogrametrik nokta bulutu veri setleri ile 3B olarak çalışmak için çeşitli araçlar kullanılabilir. ArcGISPro'da, haritalar, sahneler, düzenler, veriler, tablolar, araçlar ve diğer kaynaklara bağlantılardan oluşan ilgili bir çalışma grubu, tipik olarak bir projede düzenlenerek bir projenin kendi coğrafi veritabanı ve kendi araç kutusu sayesinde modeller oluşturularak analizler yapılmıştır.

Çalışmada İHA fotogrametri yöntemiyle üretilen nokta bulutu verisi kullanılmıştır. Görüntü verileri İHA aracılığıyla toplandıktan sonra ilk aşamada üretilen nokta bulutu verisi yazılıma aktarılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanının sınıflandırılmamış nokta bulutu

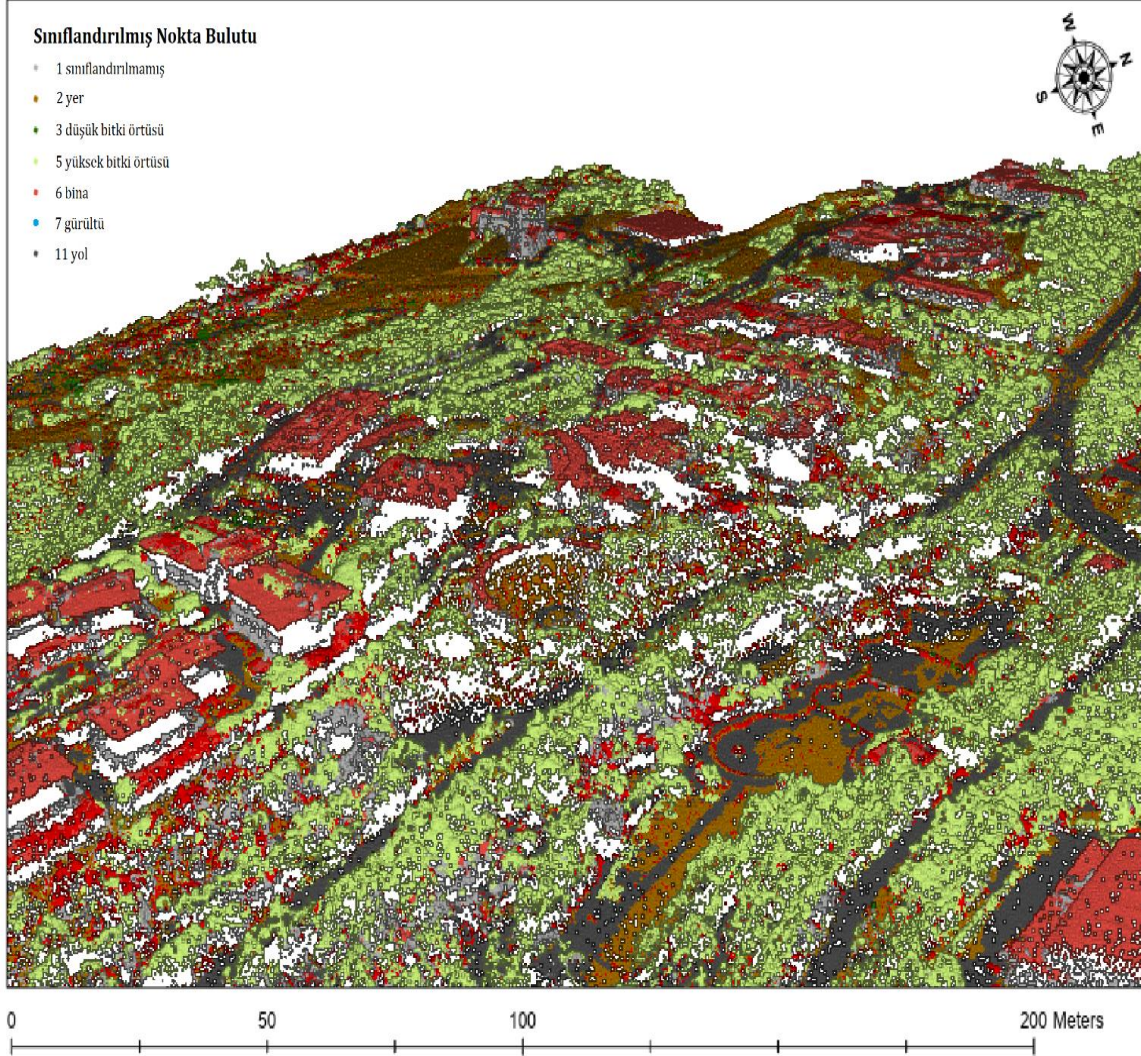
Nokta bulutu verisinin birkaç farklı amaç için kullanma olasılığı olduğundan girdi verileri ve çıktı verileri tamamen farklı adlarla isimlendirilmesine dikkat edilmiştir. Statik girişler ve çıkışlar yerine dinamik olarak parametre ayarlanmaları gerekmektedir. Girdi veya çıktı verileri parametre olarak ayarlandığında, verilerin girebilir ve çıktı yollarını veya depolama konumları ayarlanabilir. Sonraki adımda nokta bulutu verisi üzerinden sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. Ardından binaların çatılarının otomatik

tespiti amacıyla nokta bulutlarının sınıflandırılması yapılmıştır. Fotogrametri ile elde edilen nokta bulutu; zemin, yüksek ve düşük gürültü ve binalar sınıfına ayrılmıştır (Şekil 6).

İlk adımda yer noktaları sınıflandırılmıştır, ardından toprak yüzeyine göre düşük gürültü sınıflandırması yapılmış olup nokta bulutu içindeki gürültünün temizlenmesinden sonra, binaların çatılarının, yani ayak izlerinin sınıflandırılması yapılmıştır (Şekil 7a). Daha sonra bu noktalardan bir raster ve belirli araçların

uygulandığı bir çokgen oluşturulmuştur (Şekil 7b). Oluşturulan çokgenlerden bazıları doğru bina ayak izini temsil etmemektedir veyahut doğru ayak izlerini temsil eden çokgenler içerisinde yanlış temsiller bulunmaktadır. Tam ve doğru bina ayak izi temsili oluşturmak için şekil 7b'de gösterilen çokgenler analiz edilmiştir. Görsel analiz sonucunda en küçük bina ve bunu temsil eden çokgenler belirlenerek $70 m^2$ 'den daha küçük çokgenler temizlenmiştir. Aynı zamanda doğru bina ayak izi çokgenlerinin içerisindeki yanlış temsiller

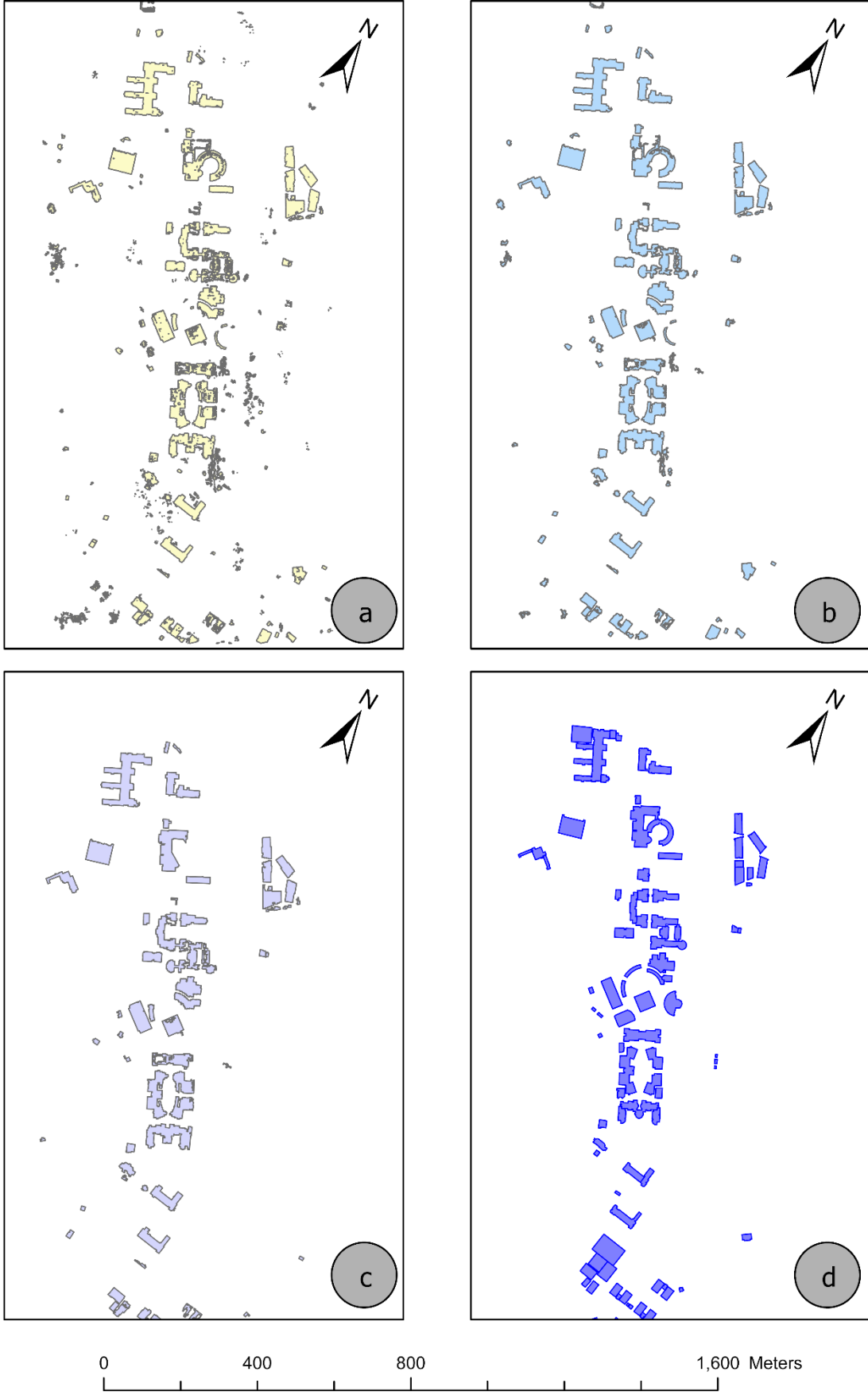
birleştirilerek şekil 7c'de gösterilen doğru bina ayak izi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ayak izleri raster veriden çokgene dönüştürüldüğü için basitleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlem ArcGISPro'da hem otomatik hem de manuel olarak yapılarak şekil 7d'deki düzenlenmiş bina ayak izleri oluşturulmuştur. ArcGISPro yazılımında bina çıkarım süreci yaklaşık 40 dakika sürmüştür.



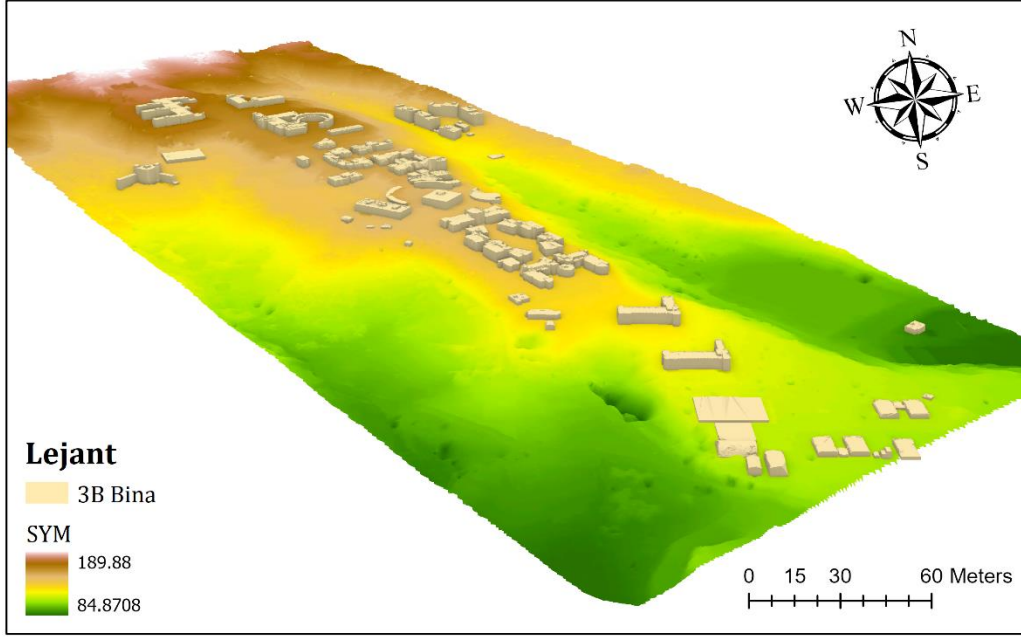
Şekil 6. Çalışma alanının sınıflandırılmış nokta bulutu

Son adım olarak, nokta bulutlarından elde edilen 2B çokgenlerden binaların gerçek geometrisinde 3B modelleri oluşturulmuştur. Nihai sonuç olarak, bir dizi

3B nesneyi, yani vektör formatındaki binaları ve ayrıca oluşturulan 3B nesnelere 2B çokgenlerini temsil eden gerçekçi 3B nesne modelleri şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Bina ayak izleri (a), çokgen bina ayak izleri (b), düzenlenmiş bina ayak izleri (c), basitleştirilmiş bina ayak izleri (d) düzenlenmiş bina ayak izleri



Şekil 8. Nokta bulutlarından tespit edilen 2B çokgenlerden oluşturulmuş LoD1 seviyesindeki Mersin Üniversitesi 3B kent modeli

4. BULGULAR ve SONUÇLAR

Yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntüleri, 3B dijital şehir için en önemli bilgi kaynaklarıdır. Uydu ve uçakla yapılan genel uzaktan algılama teknikleri, geniş bir alanın coğrafi bilgisini alabilir, ancak ayrıntılı bilgi edinmede bazı sınırlamalar vardır. İHA, yeni bir uzaktan algılama platformudur. İHA ile havadan alınan görüntüler uydu ve uçak görüntülerine göre çok yüksek çözünürlüğe sahiptir. Özellikle 3B kent modellemesinde kullanılacak olan fotogrametri yönteminde çözünürlük önemli bir etkidir. Bu anlamda kaliteli 3B kent modellemesinde İHA verileri oldukça avantaj sağlamaktadır. İHA görüntülerinden elde ettiğimiz tüm bilgileri kullanarak şehrin 3B modellerini yeniden oluşturulabilir. Görüntü alımından sonra fotogrametri ile İHA görüntülerinden geometri ve doku bilgisi çıkarılabilmektedir. İHA fotogrametrisinde veri işleme, fotogrametrik yazılımda uygulanan yoğun görüntü eşleştirme algoritmaları kullanılarak nokta bulutu üretimi için SfM tabanlı yaklaşımlar büyük avantaj sağlamaktadır. Bu algoritma sayesinde üretilen yoğun nokta bulutları ile bir kentin veya çalışma alanının yüksek çözünürlüklü 3B modeli elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, fotogrametrik nokta bulutu verilerinin otomatik nokta tabanlı sınıflandırmasına yönelik yeni bir yaklaşım ile bina ayak izlerinin tespiti ve 3B kent modelinin oluşturulması araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Mersin Üniversitesi kampüsüne ait, ham nokta bulutu verilerinin önerilen nokta tabanlı sınıflandırmasını test etmek için kullanılmıştır. Sınıflandırmanın doğruluğunu artırmak için kural setinde daha gerçekçi parametreleri belirlemek için ilk olarak yer yüzeyi belirlenmiştir. Nokta verilerinin önerilen sınıflandırması, zemin, bina ve bitki örtüsü sınıflarını elde etmek için kullanılmıştır. Son adımda, otomatik nokta tabanlı sınıflandırma sonuçları kullanılarak 3B bina rekonstrüksiyonu verimli bir

şekilde gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları, İHA aracıyla çekilen hava fotoğrafları kullanılarak fotogrametri yöntemiyle üretilen noktalarının önerilen otomatik nokta tabanlı sınıflandırmasının uzamsal özellikler kullanılarak başarıyla gerçekleştirilebileceğini doğrulanmıştır. Ayrıca, önerilen yaklaşımla sınıflandırılmamış nokta bulutu verisi kullanılarak kentsel ve telekomünikasyon planlaması, gerçek zamanlı simülasyonlar ve afet yönetimi gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılan 3B şehir modelleri için daha gerçekçi bir 3B yapı modeli oluşturulabileceği gösterilmiştir.

Yazarların Katkısı

Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar/lar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Biljecki F (2017). Level of detail in 3D city models. *Tu Delft*, ISBN: 978-946-1868-00-8.
- Carstens D A (2019). BIM & GIS-New dimensions of improved collaboration for infrastructure and environment. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 4, 114-121.
- Gergelova M B, Kuzevicova Z, Labant, S, Kuzevic S, Bobikova D & Mizak J (2020). Roof's potential and suitability for PV systems based on LiDAR: A case

- study of Komárno, Slovakia. *Sustainability*, 12(23), 10018. <https://doi.org/10.3390/su122310018>
- Kaya Y, Yiğit A Y, Ulvi A & Yakar M (2021). Arkeolojik alanların dokümantasyonunda fotogrametrik tekniklerinin doğruluklarının karşılaştırmalı analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72.
- Keranen K & Kolvoord R (2017). Making Spatial Decisions Using ArcGIS Pro: A Workbook. *Esri Press Academic*.
- Mihalache C E, Călugăru A & Moise C (2019). Identification of Critical Areas on Power Lines Using Lidar and ArcGIS Pro Software. *Journal of Young Scientist*, 7, 171-174.
- Oruç M E (2021a). Küçük objelerin modellenmesinde videogrametri ve fotogrametri yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 62-68. <https://doi.org/10.53030/tufod.1019385>
- Oruç, M. E. (2021b). The possibilities of data usage obtained from UAV. *Advanced UAV*, 1(1), 15-23.
- Rakićević N (2022). An Automated Process of Creating 3D City Model for Monitoring Urban Infrastructures. *Journal of Geographical Research/ Volume*, 5(02). <https://doi.org/10.30564/jgr.v5i2.4093>
- Sarı B, Hamal S N G & Ulvi A (2020). Documentation of complex structure using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetry method and Terrestrial Laser Scanner (TLS). *Turkey Lidar Journal*, 2(2), 48-54.
- Sharma K, Rawal R, Fennell P, Mathur A, Ruyssevelt P, Crawley D & Korolija I (2020). Developing a 3D geometry for urban energy modelling of Indian cities. *IBPSA, Scotland*.
- Şasi A & Yakar M (2018). Photogrammetric modelling of Hasbey Dar'ülhuffaz (Masjid) using an unmanned aerial vehicle. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(1), 6-11. <https://doi.org/10.26833/ijeg.328919>
- Şasi A & Yakar M (2017). Photogrammetric modelling of sakahane masjid using an unmanned aerial vehicle. *Turkish Journal of Engineering*, 1(2), 82-87. <https://doi.org/10.31127/tuje.316675>
- Tickner A (2018). Review of Making Spatial Decisions Using ArcGIS Pro: A Workbook. *Cartographic Perspectives*, (89), 59-60.
- Ulvi A (2021). İHA Fotogrametrisine Genel Bakış: Geleneksel Topoğrafik Harita Yapımı Tekniği ile Maliyet Karşılaştırması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 458-471. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.885579>
- Ulvi A Yakar M Yiğit, A Y & Kaya Y (2020). İHA ve yersel fotogrametrik teknikler kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu nokta bulutu ve modelinin üretilmesi. *Geomatik Dergisi*, 5(1), 22-30. <https://doi.org/10.29128/geomatik.560179>
- Yakar M & Doğan Y (2017). Mersin Silifke Mezgit Kale Anıt Mezarı Fotogrametrik Rölöve Alımı ve Üç Boyutlu Modelleme Çalışması. *Geomatik*, 2 (1), 11-17. <https://doi.org/10.29128/geomatik.296763>
- Yakar M (2011). Using close range photogrammetry to measure the position of inaccessible geological features. *Experimental Techniques*, 35(1), 54-59. <https://doi.org/10.1111/j.1747-1567.2009.00583.x>
- Yakar M & Yılmaz H M (2008). Kültürel miraslardan tarihi Horozluhan'ın fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23(2), 25-33.
- Yakar M & Dogan, Y. (2019). 3D Reconstruction of Residential Areas with SfM Photogrammetry. *Conference of the Arabian Journal of Geosciences*, Hammamet, Tunisia, 73-75. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01440-7_18
- Yakar M, Kabadayı A, Yiğit A Y, Çıkıkcı, K, Kaya Y & Catin, S S (2016). Emir Saltuk Kümbeti fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi. *Geomatik*, 1(1), 14-18. <https://doi.org/10.29128/geomatik.294073>
- Yastıklı N, Çetin Z, Üçok U & Koçdemir K H (2017). Fotogrametrik Harita ve LiDAR Verileri ile 3B Kent Modeli Üretimi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, Türkiye.
- Yastikli N & Cetin Z (2021). Classification of raw LiDAR point cloud using point-based methods with spatial features for 3D building reconstruction. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(3), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06377-5>
- Yiğit A Y, Orhan O & Ulvi A (2020). Investigation of the Rainwater Harvesting Potential at the Mersin University, Turkey. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(2), 64-75.



© Author(s) 2022.

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