

Harita Dergisi



Ocak 2025
Sayı:173

ISSN 1300-5790
E-ISSN 2667-4084

Böge, S., Bildirici, İ. Ö. : **Büyük Ölçekli Bina Verilerinin Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Genelleştirilmesinde Ön İşlemler** (Preprocessing for Generalizing Large-Scale Building Data to Medium-Scale Topographic Maps)

Kaya, S., Bildirici, İ. Ö., Çobankaya, O. N. : **Açık Kaynaklı QGIS Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı ile 1:25.000 Ölçekli Topografik Harita Tasarımı** (1:25,000 Scale Topographic Map Design with Open Source QGIS Geographic Information System Software)

Duran, M., Eyimaya, O. S. : **Göktürk-1 Stereo Uydu Görüntülerinden Doğrudan Yöneltime ve Yer Kontrol Noktası Kullanılarak Üretilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Doğruluğu** (Accuracy of Digital Elevation Models Produced from Göktürk-1 Stereo Satellite Images Using Direct Orientation and Ground Control Point)

Aktaş, A. S., Yılmaz, İ., Yılmaz, M. : **Kartografyanın Geçmişi, Günümü ve Geleceği Üzerine İnceleme** (Review of The Past, Present and Future of Cartography)

HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, ANKARA
www.harita.gov.tr/harita-dergisi



HARİTA DERGİSİ

Ocak 2025

Yıl: 91 Sayı: 173

ALTI AYDA BİR YAYIMLANIR.
HAKEMLİ VE BİLİMSEL
BİR DERGİDİR.
YEREL SÜRELİ YAYINDIR.
YAZI DİLİ TÜRKÇE, İNGİLİZCE'DİR.

Sahibi

Harita Genel Müdürlüğü Adına
Tümgeneral Dr. Osman ALP

Sorumlu Müdür

Harita Yük.Tek.Ok.K.lığı Adına
Müh.Alb. Selçuk CEYLAN

Editör

Müh.Yb. Levent ARSLANBEK

Editör Yardımcısı

Müh.Ütöm. Ahmet Faruk KARAHAN

Yönetim Kurulu

Müh.Alb.Dr. Abdullah DEĞER
Müh.Alb.Dr. Yavuz Selim ŞENGÜN
Müh.Alb.Dr. Orhan FIRAT
Müh.Alb. Selçuk CEYLAN (Bşk.)
Müh.Alb.Dr. Erdiñç SEZEN

Yönetim Yeri Adresi

Harita Genel Müdürlüğü
Harita Dergisi Yönetim Kurulu
Başkanlığı
06590 Cebeci / ANKARA

Tel: (312) 595 21 21-22

Faks: (312) 320 14 95

web: www.harita.gov.tr/harita-dergisi

e-posta: haritadergisi@harita.gov.tr

Basım Yeri

Harita Genel Müdürlüğü Matbaası
ANKARA

ISSN 1300 – 5790

E-ISSN 2667 – 4084

Bu dergide yayımlanan makaleler,
yazarlarının özel fikirlerini yansıtır.



TOİZİN
Mühendislik ve Temel
Bilimler Veri Tabanı

İ Ç İ N D E K İ L E R

ARAŞTIRMA MAKALELERİ

Büyük Ölçekli Bina Verilerinin Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Genelleştirilmesinde Ön İşlemler
(Preprocessing for Generalizing Large-Scale Building Data to Medium-Scale Topographic Maps)

Sevgi BÖGE, İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ

1 – 7

Açık Kaynaklı QGIS Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı ile 1:25.000 Ölçekli Topografik Harita Tasarımı (1:25,000 Scale Topographic Map Design with Open Source QGIS Geographic Information System Software)

Semih KAYA, İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ,
Osman Nuri ÇOBANKAYA

8 – 21

Göktürk-1 Stereo Uydu Görüntülerinden Doğrudan Yönelme ve Yer Kontrol Noktası Kullanılarak Üretilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Doğruluğu (Accuracy of Digital Elevation Models Produced from Göktürk-1 Stereo Satellite Images Using Direct Orientation and Ground Control Point)

Mustafa DURAN, Osman Semih EYİMAYA

22 – 29

DERLEME MAKALESİ

Kartografyanın Geçmişi, Günümüzü ve Geleceği Üzerine İnceleme (Review of The Past, Present and Future of Cartography)

Ahmet Sezgin AKTAŞ, İbrahim YILMAZ,
Mustafa YILMAZ

30 – 38

Bilim Kurulu

Tümg.Dr. Osman ALP (HGM)
Prof.Dr. Bahadır AKTUĞ (AÜ)
Prof.Dr. Ali Melih BAŞARANER (YTÜ)
Prof.Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ (KTÜN)
Prof.Dr. Çetin CÖMERT (KTÜ)
Prof.Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK (İTÜ)
Prof.Dr. Hande DEMİREL (İTÜ)
Prof.Dr. Uğur DOĞAN (YTÜ)
Prof.Dr. Semih ERGİNTAV (BÜ)
Prof.Dr. Oğuz GÜNGÖR (AÜ)
Prof.Dr. Cevat İNAL (KTÜN)
Prof.Dr. Hakan KARABÖRK (KTÜN)
Prof.Dr. Fevzi KARSLI (KTÜ)
Prof.Dr. Taşkın KAVZOĞLU (GTÜ)
Prof.Dr. Şenol Hakan KUTOĞLU (BEÜ)
Prof.Dr. Hakan MARAŞ (ÇÜ)
Prof.Dr. Nebiye MUSAOĞLU (İTÜ)
Prof.Dr. Haluk ÖZENER (BÜ)
Prof.Dr. Ayşe Filiz SUNAR (İTÜ)
Prof.Dr. Doğan Uğur ŞANLI (YTÜ)
Prof.Dr. Dursun Zafer ŞEKER (İTÜ)
Prof.Dr. Mustafa TÜRKER (HÜ)
Prof.Dr. Nesibe Necla ULUĞTEKİN (İTÜ)
Prof.Dr. Aydın ÜSTÜN (KOÜ)
Prof.Dr. Naci YASTIKLI (YTÜ)
Prof.Dr. Ferruh YILDIZ (KTÜN)
Prof.Dr. Cemal Özer YİĞİT (GTÜ)
Prof.Dr. Orhan ALTAN
Prof.Dr. Ahmet Tuğrul BAŞOKUR
Prof.Dr. Fatmagül KILIÇ GÜL
Prof.Dr. Şerif HEKİMOĞLU
Prof.Dr. Mahmut Onur KARSLIOĞLU
Prof.Dr. Ahmet KAYA
Prof.Dr. Ali KOÇYİĞİT
Prof.Dr. Sıtkı KÜLÜR
Prof.Dr. Cankut ÖRMECİ
Prof.Dr. Fatma Gönül TOZ
Doç.Dr. Hakan AKÇIN (BEÜ)
Doç.Dr. Onur LENK (İÜ)
Doç.Dr. Mustafa Tevfik ÖZLÜDEMİR (İTÜ)
Müh.Alb.Doç.Dr. Mehmet SİMAV (MSÜ)
Dr. Mustafa KURT (OÜ)
Müh.Alb.Dr. Yavuz Selim ŞENGÜN (HGM)
Doç.Dr. Ali KILIÇOĞLU
Doç.Dr. Hasan YILDIZ
Dr. Mustafa ATA
Dr. Coşkun DEMİR
Dr. Oktay EKER
Dr. Mustafa ERDOĞAN
Dr. Altan YILMAZ

Büyük Ölçekli Bina Verilerinin Orta Ölçekli Topografik Haritalar İçin Genelleştirilmesinde Ön İşlemler

(Preprocessing for Generalizing Large-Scale Building Data to Medium-Scale Topographic Maps)

Sevgi BÖGE^{1*}, İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ²

¹Selçuk Üniversitesi, Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu, Harita ve Kadastro Programı, Kadınhanı, Konya

²Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya

*Sorumlu yazar: sboge@selcuk.edu.tr, iobildirici@ktun.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 02.11.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 21.01.2025

ÖZ

Bugüne kadar olan genelleştirme çalışmalarına bakıldığında teknolojiye paralel olarak daha hızlı ve otomatik genelleştirme işlemleri mümkündür. Bilgisayar teknolojisi ile entegre çalışan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) temelini verilerden oluştuğu ve güncel verinin önemi dikkate alınırca çoklu gösterimler ve bunların veri tabanları da önem kazanmıştır. Birçok kaynakta ve çalışmada genelleştirme için temel işlemler kullanılmıştır. Bunlar genel ifadeyle basitleştirme, işaretleştirme, abartma, sınıflandırma, öteleme gibi sınıflandırılabilir. Ülkemizde Harita Genel Müdürlüğü (HGM) bünyesinde üretilen 1:25.000 ölçekli haritalar, verilerinin ağırlıklı olarak fotogrametrik yöntemle elde edildiği ve TOPOVT (Topografik Vektör Veri Tabanı) olarak isimlendirilen topografik sayısal veri tabanından üretilmektedir. 1:50.000 ve 1:100.000 ölçekli haritalar ise 1:25.000 ölçekli haritaların genelleştirilmesi ile üretilmektedir. TOPOVT ülkenin tamamını kapsayan ve güncel verilerden oluşan bir coğrafi veri tabanıdır. Bu çalışmada 1:1.000 ölçeğindeki bina ve yol verilerinin TOPOVT veri tabanına dönüştürülmesi amaçlanan bir çalışmada geometrik olarak iyileştirmenin tartışması yapılacaktır. Bu kapsamda yürütülen bir doktora tezinde veri temini Konya Büyükşehir Belediyesi'nden (KBB) ve Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) yapılmıştır. Çalışma bölgesi olarak Konya iline denk gelen 1:25.000 ölçekli bir pafta ele alınmıştır. Seçilen 25.000'likte büyük ölçekli verilerin geometrik genelleştirilmesi ve beraberinde iyileştirmesi planlanmıştır. Bina ve yol verileri için yapılacak olan genelleştirmenin iş akışı belirlenmiş, geometrik iyileştirme yapılırken tercih edilen yollardan hangisinin daha avantajlı olduğu tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kartografik Genelleştirme, Genelleştirme, Basitleştirme, Bina Genelleştirmesi, TOPOVT

ABSTRACT

Considering the generalization studies carried out to date, faster and more automatic generalization processes are possible in parallel with technology. Considering that the basis of Geographic Information Systems (GIS) integrated with computer technology consists of data and the importance of current data, multiple representations and their databases have also gained importance. In many sources and studies, basic

operations have been used for generalization. These can be classified in general terms as simplification, collapse, exaggeration, classification and displacement. In our country, 1:25.000 scale maps produced by the Directorate General for Mapping (DGM) are produced from the topographic digital database called TOPOVT (Topographic Vector Database), where the data is obtained mainly by photogrammetric method. 1:50.000 and 1:100.000 scale maps are produced by generalizing 1:25.000 scale maps. TOPOVT is a geographical database covering the entire country and consisting of up-to-date data. In this study, a discussion of geometrical improvement will be made in a study aimed at converting 1:1.000 scale building and road data into the TOPOVT database. In a doctoral thesis conducted within this scope, data was provided by Konya Metropolitan Municipality (KBB) and the Directorate General for Mapping (DGM). A 1:25.000 scale map corresponding to Konya province was considered as the study area. The geometric generalization and subsequent improvement of the selected 25.000 large-scale data was planned. The workflow for generalization of building and road data was determined, and it was discussed which of the preferred methods was more advantageous when performing geometric optimization.

Keywords: Cartographic Generalization, Generalization, Simplification, Building Generalization, TOPOVT

1. GİRİŞ

Haritalar, yeryüzünün amacına göre basitleştirilmiş bir gösterimdir. Üretim yöntemine göre topografik haritaları temel ve türetme olarak iki sınıfa ayırabiliriz. Çoğunlukla daha büyük ölçekli temel harita baz alınarak türetme haritalar elde edilir. Temel haritalar arazi ölçmeleri veya fotogrametrik kıymetlendirmelerden üretilir. Ülkemiz için temel topografik harita ölçeği 1:25.000 olarak kabul edilebilir (Bildirici, 2023). Üretilen haritalar ise (1:50.000, 1:100.000 gibi), temel harita ölçeği olan 1:25.000 ölçeğindeki haritalardan yararlanarak üretilen daha küçük ölçekteki haritalardır. Bunların üretiminde kartografyanın temel konularından biri olan,

genelleştirme yöntemleri kullanılır. Hatta haritanın varoluş amacına inerse, üzerinde sembollerin dili olduğu ve iletişim aracı olduğunu söyleyebiliriz. İletişim, yazılı, sözlü, işaretler ve grafik olarak gerçekleşir. Yeryuvarı ve diğer gök cisimlerine ilişkin bilgilerin aktarılmasında rol alan haritalar, grafik iletişime örnek teşkil ederler. Haritalar objeleri küçültürken tasvir ettiklerinden her tür bilgiyi gösterebilme yeteneğine sahip değildir. Haritalar ancak amacı ve ölçeği doğrultusunda bilgi aktarabilir. Bu aşamada da bilgilerin elimine edilmesi ya da genelleştirilmesi gerekir (Bildirici, 2023; Bildirici, 2000).

Mekâna dayalı veriler, kartografik olarak tasvir edilirken, ölçek, amaç, bilgi, yapım şekli vb. farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Haritanın amacı, içeriği tayin eder. Fakat ölçeğin çoğu kez küçük olması sebebiyle kısmen genelleştirme yoluna gidilir. Bu sebeple genelleştirmeye tabi olan haritaların bir çoğundaki değerler kesin değil, yaklaşık olur (Bilgin, 2013). Genelleştirme haritadaki karmaşıklığı azaltırken; önemli detayları koruyarak vurgular, daha az önemli detayları ise eleyerek nesnelere arası mantıksal ilişkileri ve estetik kaliteyi korur (Weibel ve Dutton, 1999). Kaynak haritadan hedef haritaya geçerken ölçek küçüldüğünden harita üzerindeki fiziki alan da azalır. Bu durumda objelerin görünebilmesi için büyütme gerekebilir, objenin okunabilmesi için gösterimi abartılabilir, sadeleştirilebilir, verilerin yalnızca bir kısmı gösterilebilir, çakışmadan dolayı yer değiştirme yapılabilir. Kartografik genelleştirmenin operatörleri ya da temel işlemleri olarak adlandırılan bu adımlar farklı kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. En bilinen temel işlemler basitleştirme, geometrik birleştirme, abartma, öteleme olarak söylenebilir (Hake, Grünreich ve Meng, 2002; Bildirici, 2023).

Türkiye Topografik Vektör Veritabanı (TOPOVT); Topografik objelerin, 1:25.000 ölçeğinde ve daha yüksek çözünürlükte olan hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden üretilen topolojik ve üç boyutlu topografik vektör verilerle, topoğrafyanın ise eş yükseklik eğrileri ile temsil edildiği, mevki isimlerini de içeren, tüm ülkeyi kapsayan vektör veri tabanıdır (Yılmaz, Okul ve Canıberk, 2017; Yüksel, Canıberk ve Yılmaz 2019; Kalle, 2022). Yerel yönetimler ve diğer kamu kurumları, harita çalışmalarını 1:1.000 ölçeğinde gerçekleştirmektedir. Bu verilere bakıldığında, mükerrer çalışmaların olması kaçınılmazdır. Veri tutarlılığı gözetilerek ortak bir veri tabanı birliğinin ortaya konulabilmesinin, veri toplanmasındaki iş gücü ve maliyetin azaltılması adına çok faydalı bir çalışma olacağı aşikardır. Büyük ölçekli verilerin TOPOVT veri tabanına aktarılması iyi bir seçenek

olarak öngörülebilir. Topografik haritaların güncellenmesi özelinde bakıldığında öncelik bina ve yol verilerine verilebilir. Hızlı kentleşmenin varlığı göz önünde bulundurulursa en çok ihtiyacı bina ve yol objelerinde olduğu açıktır.

TOPOVT, 1:25.000 ölçeği baz alarak oluşturulan verilerden meydana geldiği için diğer kurumların topladığı verilerin bozulmadan aktarılması söz konusu olamaz. Verilerin 1:25.000 ölçeğine göre genelleştirilmeleri gerekir. Bina genelleştirilmesi açısından uygulanan temel işlemler, bina dış kontur çizgisinin genelleştirilmesi, öteleme, birleştirme ve geometri değişimidir. Bilhassa 1:25.000 ölçeğinde mevcut olan binalar, yeterli alana sahip değilse nokta geometrisiyle temsil edilmelidir. Yol genelleştirme çalışmasında ise çizgi genelleştirme ve eleme operatörleri öne çıkar.

Bu çalışmada açık kaynak kodlu GDAL (Rouault ve diğerleri, 2025) ve PyQGIS (Sünsüli, 2021) modüllerinden yararlanarak daha iyi kartografik bir gösterim için bina ve yol objelerinin özelinde uygulanacak genelleştirmede, geometrik bakımından daha sağlıklı bir algoritmanın varlığını ortaya koyabilecek yöntemler tartışılmıştır. Daha iyi bir kartografik tasarım ve kalitesini artırmak amacıyla çalışılmıştır. Bina geometrisindeki iyileştirme yerleşim planlaması için önem arz etmektedir. Bina öteleme ve döndürülmesi işlemi de yol-bina ilişkisindeki konumunu düzeltmek için önemlidir.

2. GENELLEŞTİRME

Genelleştirmenin çalışma alanı kartograflara ait denilebilir. Çoğu zaman temel haritadan türetme haritaya geçiş yapılarak daha küçük ölçekteki haritalar oluşturulduğundan bu düzenleme sahası kartografların çalışma alanına girmektedir. Genelleştirme, ölçek değişikliği, haritanın amacı, hedef kullanıcı veya teknik kısıtlamalar nedeniyle haritaların bilgi içeriğini azaltma sürecidir. Örneğin, 1:24.000 ölçekli bir haritayı (büyük ölçekli), 1:250.000'e (küçük ölçekli) düşürürken, harita alanı önemli ölçüde azaldığı için bazı coğrafi objeler ya ortadan kaldırılmalı ya da değiştirilmelidir. Ölçek ne olursa olsun, gerçek dünyadaki tüm özellikleri bir harita üzerinde temsil etmek imkânsız olduğundan, elbette tüm haritalar bir dereceye kadar genelleştirilmelidir (Slocum, McMaster, Kessler ve Howard, 2005). Genelleştirmeye haritanın ölçek ve amacı doğrultusunda bilgi içeriğinde karar kılınır. Temel amaç konu ve ölçeğe uygun olarak doğru bilgi aktarımını yapmaktır. (Robinson, Morrison, Muehrcke ve Kimerling, 1995).

Bina Genelleştirilmesi: Yerleşim yerlerinde bina genelleştirilmesi önemli bir yer tutar. Çeşitli bina tiplerinin varlığı halihazırda bina genelleştirmesini yapacak bir algoritmanın varlığını zorlaştırmaktadır. Algoritmaların oluşum sürecindeki bu zorluğunun yanı sıra kullanıcı için de bir o kadar anlaşılabilir ve kullanılabilir ürünler ortaya çıkarmak gereklidir. Alan geometriye sahip bina objelerinin cephe çizgilerinin basitleştirilmesi, ortogonal bir yapıya sahip olmasından dolayı genelleştirme algoritmaları ile sadeleştirilmesi zordur. Bu alanda, Bildirici (2000) gerçekleştirdiği bir çalışmada Hannover Üniversitesi tarafından geliştirilen CHANGE yazılımı yardımıyla çözüm sunmuştur. Genelleştirme yöntemlerinin bina verileri üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında her bir çalışmanın kendince bir çözüm önerisi olmuştur. Bunlardan bir diğeri de Tutic (2024) tarafından geliştirilen Kartografik Çizgi Genelleştirilmesi isimli açık kaynak eklentisidir. Bu eklenti kurallara uygun olarak genelleştirme yapıyor olsa da bazı eksiklikler mevcuttur. Bina verilerini genelleştirirken, alansal anlamda sıkıntılarının olduğu görülmüştür. Belli bir alanın altındaki binaların siliniyor olması bu eklentinin eksik yanıdır.

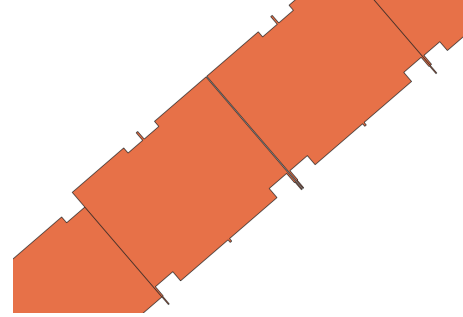
3. UYGULAMA

Bu uygulama kapsamında TOPOVT'de değerlendirmek üzere bina ve yol verileri Konya Büyükşehir Belediyesi'nden (KBB) temin edilmiştir. Temin edilen veriler Transversal Mercator (TM, 3°) dilimde ED50 datumundadır. Veriler 1:1.000 ölçekli olup, alan geometrisinde ESRIShape dosya formatındadır.

Binalara ait özniteliklerin TOPOVT özniteliklerine katkı sağlaması mümkün olabilir. KBB'den özniteliklere ait bilgiler ayrıca edinilmeye ve elde edilen bilgilere göre KBB özniteliklerinin TOPOVT'de kullanım olanakları üzerinde ayrıca çalışılacaktır. İlk incelemede bina kullanım amaçlarına yönelik bilgilerin kullanılabilirliği değerlendirilebilir. Yol verileri çizgi geometri olup, yalnızca string türünde ADI_NUMARA adlı bir öznitelik mevcuttur. Bu öznitelikte yol isimleri bulunmaktadır. Yolların sınıflandırılması için yeterli bilgi mevcut değildir. Bu da binaların yollara göre ötelenmesinde önemli bir eksiklik oluşturmaktadır.

Temin edilen veriler incelendiğinde 1:1.000 ölçeğinde gösterilemeyecek kadar ince detayların varlığı tespit edilmiştir. Şekil 1'deki örnekte binadaki çıkıntının yaklaşık boyutları 0.25×3 m'dir. Bu çıkıntıların ne olduğunun tespit edilebilmesi için Google Earth görüntüleri üzerinde incelemeler

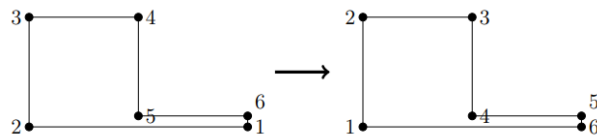
yapılmıştır. Bu tür ince çıkıntıların görüntülerde olmadığı fark edilmiştir. Bu tür ince çıkıntıların bina genelleştirilmesi öncesi çalışma akışını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülerek kaldırılması gerektiği değerlendirilmiştir.



Şekil 1. KBB Bina Verilerinde İnce Çıkıntılara Örnek

Çalışma boyunca dört aşamalı bir ön hazırlık öngörülmüştür;

- TOPOVT'de alanı, gösterilemeyecek kadar küçük olan binaların elimine edilmesi
 - Çokgen ilk noktalarının uzun kenarlardan başlatılması
 - Kendi kendini keme testi
 - İnce uzun çıkıntıların kaldırılması
- 1:25.000 ölçeğinde minimum uzunluk 0.2 mm×25000=5 m olduğundan alanı 25 m²'den küçük binaların elenmesi gerekmektedir. Bu koşulu sağlamayan binalar otomatik olarak veri setinden çıkarılacaktır. Minimum alan parametresi seçime bağlı olup farklı değerler verilmesi de mümkündür. Alanı küçük binalar QGIS (Madry, 2021) ortamında da elenebileceğinden özel bir kod çalışması yapılmamıştır. İleride geliştirilecek eklentide buna yönelik bir seçenek yer alacaktır. Çokgen ilk noktası konumu, kendi kendini keme ve ince çıkıntıların kaldırılması işlemleri aşağıda ele alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. İlk Noktanın Sırasının Değiştirilmesi

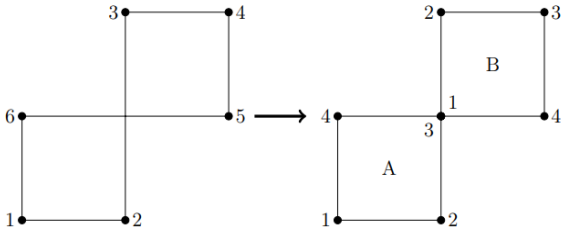
a. Çokgen İlk Noktası Problemi

Bir çokgenin ilk noktasının komşu ya da komşu olmayan noktalara minimum uzunluktan daha yakın olması, kontur genelleştirmesindeki işlemleri olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu

durumun olup olmadığına bakılması, gerekli ise nokta sıralamasının kaydırılarak ilk noktanın yerinin değiştirilmesi sağlanmalıdır (Şekil 2). Yapılan kodlama çalışmalarında buna yönelik bir fonksiyon hazırlanmıştır.

b. Kendi Kendini Kesen Problemi

CBS verilerinde çeşitli hata kaynaklarına bağlı olarak kendi kendini kesen çokgenler olabilir. Bu tür çokgenlerin kendini kesen noktalardan parçalara ayrılması gerekir (Şekil 3).



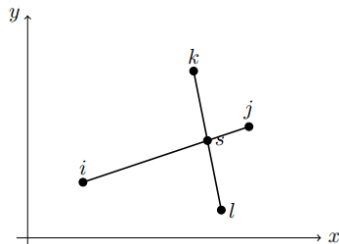
Şekil 3. Kendi Kendini Kesen Çokgen Örneği

Çalışmanın bu aşamasında aşağıdaki işlem sırası uygulanmıştır;

- Çokgen kenarları kendilerine komşu olmayan çokgen kenarları ile karşılaştırılarak kesişen kenar olup olmadığına bakılır.
- Kesişen kenarlar var ise bu kenarlar kesişim noktasından ikiye ayrılır. Bunun sonucunda çokgen üzerinde aynı koordinata sahip noktalar oluşur.
- Çokgen aynı koordinatlı köşe noktalarından parçalara ayrılır.
- Bu parçalardan alanı minimum alandan küçük olanlar elenir.

Düzlemde doğrular paralel değilse kesişirler. İki doğru parçasının kesişimi probleminde kesişimin doğru parçaları üzerinde mi uzantılarında mı olup olmadığına belirlenmesi gerekir.

Birinci doğru parçası i, j , ikinci doğru parçası k, l noktaları ile tanımlı olsun (Şekil 4).



Şekil 4. İki Doğrunun Kesişimi ($0 \leq p_1 \leq 1$ ve $0 \leq p_2 \leq 1$ durumu)

1. d parametresi bulunur.

$$d = (x_j - x_i)(y_k - y_l) - (y_j - y_i)(x_k - x_l) \quad (1)$$

2. $d = 0$ ise doğrular paraleldir. Değilse işleme devam edilir.

3. p_1, p_2 parametreleri hesaplanır.

$$p_1 = \frac{(x_k - x_l)(y_i - y_k) - (y_k - y_l)(x_i - x_k)}{d}$$

$$p_2 = \frac{(x_i - x_k)(y_j - y_i) - (y_i - y_k)(x_j - x_i)}{d} \quad (2)$$

4. $0 \leq p_1 \leq 1$ ve $0 \leq p_2 \leq 1$ ise kesişim doğru parçaları üzerindedir.

5. Kesişim noktası koordinatları,

$$x_s = x_i + p_1(x_j - x_i)$$

$$y_s = y_i + p_1(y_j - y_i) \quad (3)$$

olarak bulunur.

c. İnce Uzun Çıktılar Problemi

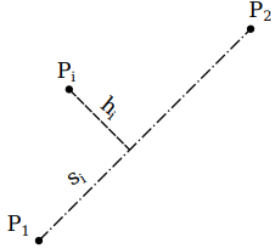
KBB verilerinde ince uzun çıkıntılar olduğu görülmüş, buna yönelik bir ön hazırlık işlemi yapılmasına karar verilmiştir. Şekil 1'de bu tür bina örnekleri görülmektedir.

Kendi kendine kesen çokgenlerde yapılan uygulamaya benzer şekilde bu problemde de bir nokta bir kenara yakınsa o noktadan kenara dik inilerek çokgen ikiye ayrılabilir. Bu şekilde ayrılan parçalardan alan olarak yeterince büyük olmayanları elimine edilir.

İnce uzun çıkıntı stratejisi aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Çokgen kenarlarına kenarı oluşturan noktalar dışındaki noktalardan dik inilir.
- Dik, kenarın üzerinde ve verilen minimum uzunluktan küçük ise, kenar üzerinde dik ayağında bir nokta eklenerek kenar bölünür.
- Komşu olmayan ve birbirlerine minimum uzunluktan yakın olan noktalardan çokgen parçalara ayrılır.
- Oluşan parçalardan minimum alan büyüklüğünden küçük olanlar elimine edilir.

Minimum alan ölçütü kullanılarak ince uzun çıkıntılar alan olarak büyük olanlarının otomatik elenmesinin önüne geçilmiştir. Minimum alan büyüklüğü düşük tutularak tüm çıkıntılar ana çokgenden kopartılıp ayrı çokgenler olarak korunabilir. Bir noktadan bir doğruya inilen dik boyu ve dik ayağı (Şekil 5) aşağıdaki bağıntılardan hesaplanır.



Şekil 5. Yan Nokta

$$s_i = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} (x_i - x_1) + \frac{y_2 - y_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} (y_i - y_1) \quad (4)$$

$$h_i = \frac{y_2 - y_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} (x_i - x_1) + \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} (y_i - y_1)$$

$0 \leq s_i \leq s_{12}$ ise P_i 'den inilen dik P_1P_2 doğru parçası üzerindedir.

Dik ayağının koordinatları;

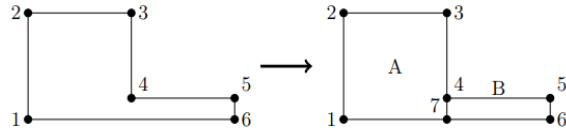
$$x_i = x_1 + \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} s$$

$$y_i = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} s \quad (5)$$

olarak hesaplanır.

İnce uzun çıkıntılar probleminde $0 \leq s_i \leq s_{12}$ ve $h_i \leq h_{min}$ ise P_1P_2 kenarı üzerinde dik ayağında bir nokta oluşturulur. Örneğin Şekil 6'de 4'ten 6-1 doğrusuna inilen dik boyu minimum uzaklıktan küçük olduğundan 7 nolu nokta oluşturulur. Daha sonra çokgen ikiye ayrılır. Bu şekilde bazı noktalar bir önceki ve sonraki noktalar ile aynı doğru üzerine gelir. Verilen bir minimum açı ölçütüne göre bu tür noktaların elimine edilmesi gerekir. Şekilde A çokgenindeki 4 noktası 3-7 doğrusu üzerinde olduğundan elimine edilir. Ancak bu nokta B çokgeninde bir değişikliğe uğramaz. B çokgeni alan olarak minimum alan büyüklüğünün

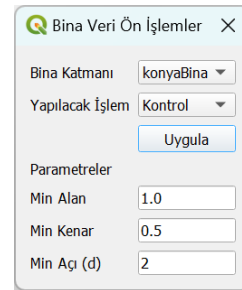
üzerinde ise korunur, değilse silinir. Geliştirilen Python modülünde nokta eliminasyonuna yönelik bir fonksiyon yer almaktadır.



Şekil 6. Küçük Çıkıntılar Probleminde Ayırma

ç. QGIS'de Kodlama ve Eklenti Oluşturma

Genelleştirme öncesi ön hazırlık işlemlerini çözmeye yönelik bir QGIS eklentisi geliştirilmiştir. Eklenti "Bina Veri Ön İşlemler" olarak adlandırılmıştır (Şekil 7).

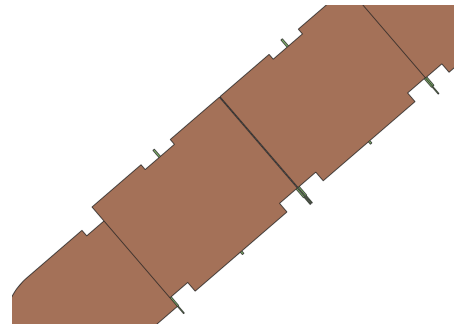


Şekil 7. "Bina Veri Ön İşlemler" isimli eklenti

İki temel işlevi vardır:

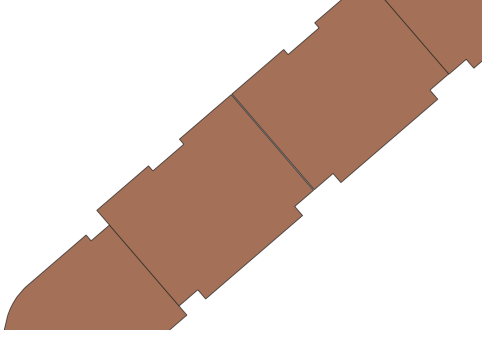
1. Kendi kendini kesen çokgenlerin analizi (Kontrol Seçeneği)
2. Küçük çıkıntıları olan çokgenlerin bu kısımlarının ayrılması (Kırpma Seçeneği)

Her iki işlemde de çokgenlerden (binalar) küçük parçalar ya da kendi kendini kesen parçalar ayrılmaktadır. Ayrılan bu parçalar verilen minimum alan değerinden büyük ise korunmakta değil ise silinmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Binalardaki küçük çıkıntılarının eklenti ile elimine edilmesi

Eklentinin QGIS ortamına uyarlanmasının ardından, veriler üzerinde çalışır duruma gelmesi için binalar üzerinde testler yapılmış ve çıkıntılar ortadan kaldırılmış haliyle binalar elde edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Binalardan çıkıntıların elimine edilmiş hali

d. Eklenti Parametreleri

Minimum alan: Kendi kendini kesme ya da kırma nedeniyle ayrılan alanın silinme ya da korunma ölçütüdür. Ana çokgenden elimine edilecek alan bu ölçütten büyük ise yeni bir çokgen olarak işlenmiş verilere eklenir. Aksi halde silinir. 1:1.000 ölçekli verilerle yapılan uygulamalarda bu ölçüt 1 m² olarak seçilmiştir.

Minimum kenar: Çıkıntıların elimine edilmesinde çıkıntının eni için kullanılan bir ölçüttür. Şekil 6'daki örnekte 4-7 uzaklığına tekabül etmektedir. Bu ölçüte göre çıkıntının ana çokgenden kopartılıp kopartılmamasına karar verilmektedir. 1:1.000 ölçekli verilerde yapılan örnek uygulamalarda 0.5 m değeri seçilmiştir. Örnek verilerde bu tür çıkıntıların eni genel olarak 0.4 m'den küçüktür.

Minimum açı: Çıkıntılar koparıldıktan sonra elimine edilmesi gereken noktalar için minimum açı ölçütüdür. Şekil 6'daki örnekte B parçası ayrıldıktan sonra 4 numaralı noktanın elimine edilmesi için kullanılan ölçüt olup, 7-4 ve 4-3 doğrultuları arasındaki farka karşılık gelmektedir. Bu değer Şekil 6 gibi örneklerde sifıra çok yakın olmakla birlikte, sifırdan farklı olabildiği durumlar da oluşabilmektedir. Örnek uygulamalarda 2° alınmıştır.

e. Eklentinin Testi

Eklentinin ön test çalışmaları Konya Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen verilerde seçilen bir bölgede yapılmıştır. Şekil 8 ve Şekil 9'da görülen örnekler bu veri setinde seçilmiştir. Ön test ile eklentinin stabil çalıştığı

görülmüş ardından KBB'den temin edilen M29a1 paftası içine düşen bina katmanındaki tüm veriler üzerinde kırma işlemi çalıştırılmıştır. Veriler 38184 çokgen (bina) içermektedir. Eklenti parametreleri minimum alan 1 m², minimum kenar 0.5 m ve minimum açı 2° olarak seçilmiştir. Tablo 1'de elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak özetlenmiştir.

Tablo 1. Eklenti Kırma Performansı

İşleme Giren Çokgen	38153
1 Noktası Elenen Çokgen	3134
2 Noktası Elenen Çokgen	1733
3 ve Daha Fazla Noktası Elenen Çokgen	1574
Başarısız İşlem Yapılan Çokgenler	28

1 ve 2 noktası elenen çokgenlerde genel olarak çıkıntı değil yaklaşık aynı doğru üzerinde bulunan fazladan noktalar söz konusudur. Dolayısı ile eklenti Verilerde binalar şekil bakımından çok çeşitlidir. Ender rastlanacak silindirik biçimli binalar dahi mevcuttur. Sonuç olarak 38184 çokgen içinde kırma gerektiren 1602 çokgenden 1574 adedi başarı ile işlenmiştir. Kırma işlemi başarısı bu veri setinde %98 olarak gerçekleşmiştir. Eklentinin başarısız olduğu 28 çokgen üzerinde de inceleme yapılacak ve yakın gelecekte kod iyileştirilerek başarı performansı daha artırılabilecektir.

Aynı veri seti ile eklenti, kontrol seçeneği ile de çalıştırılmış, veri setinde kendi kendini kesen çokgen olmadığı, dolayısı ile verilerin herhangi bir değişikliğe uğramadığı görülmüştür.

Eklentinin her iki seçenekte de test verilerinde (38184 çokgen) çalışma süresi yaklaşık 30 sn olarak gerçekleşmiştir. Bu amaçla kullanılan donanım i7 işlemci, 16GB RAM, 500GB SSD Disk özelliklerine sahiptir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER


Bu çalışmada yerel yönetimlerdeki bina verilerinin TOPOVT veri tabanında kullanılabilirliği değerlendirilirken, Python dili ile GDAL ve PyQGIS kütüphaneleri ile kodlama çalışmaları yapılmakta ve nihayetinde QGIS yazılımı altında çalışabilen bir eklenti oluşturulması hedeflenmektedir. Aynı zamanda lisansüstü tez çalışması olduğundan, daha önceki aşamalarında bina dış cephe yani kontur genelleştirmesi kısmı kodlanmıştır. Çalışmanın bu aşamasında iyileştirme yöntemleri ortaya konulmuştur.


Küçük çıkıntılarının kopartılması ve kendi kendini kesen çokgenlerin düzeltilmesi amaçlı yöntemler QGIS eklentisi olarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen eklenti temin edilen veriler üzerinde yeteri başarı ile çalışmaktadır. Eklenti kodları, kurulum dosyası ve örnek veriler https://github.com/iobildirici/build_proc adresinden paylaşıma açılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı oluşturan veriler Millî Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ve Konya Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir. Çalışmanın lisansüstü tez kısmı ise Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü 231105010 numaralı projesi ile desteklenmektedir. Yazarlar desteklerinden ötürü kurumlara teşekkür eder.

ORCID

Sevgi BÖGE 
<https://orcid.org/0000-0001-6159-9721>

İ. Öztuğ BİLDİRİCİ 
<https://orcid.org/0000-0001-7717-586X>

KAYNAKLAR

- Bildirici İ. Ö. (2000). *1:1.000-1:25.000 Ölçek Aralığında Bina ve Yol Objelerinin Sayısal Ortamda Kartografik Genelleştirilmesi*, (Doktora Tezi). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bildirici, İ. Ö. (2023). *Kartografya Harita Tasarımı ve Kullanımı için Gerekli Bilim, Sanat ve Teknik*, (3. Baskı). Atlas Akademi Yayınevi, Konya, ISBN 978-625-8101-16-4.
- Bilgin, T. (2013). *Genel Kartoğrafya II, Harita ve Diagramların Hazırlanışı ve Çizimi (Temel Bilgiler ve Metodlar)*, (6. Baskı). Filiz Kitabevi, İstanbul.
- Hake, G., Grünreich, D. ve Meng, L. (2002). *Kartographie: Visualisierung raum-zeitlicher informationen*. Walter de Gruyter.
- Kalle, F. (2022). *1:25.000 Ölçekli Topografik Haritalarda Yerleşim Sınıfı için Kartografik Güncelleme Sistemi Tasarımı*, (Doktora Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Madry, S., (2021). *Introduction to QGIS: Open Source Geographic Information System*. USA, Locate Press LLC, ISBN 978-1734464313.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C. Ve Kimerling, A. J. (1995). *Elements of Cartography*, (6th Edition). New York: John Wiley & Sons, USA.
- Rouault, E., Warmerdam, F., Schwehr, K., Kiselev, A., Butler, H., Łoskot, M., Szekeres, T., Tourigny, E., Landa, M., Miara, I., Elliston, B., Chaitanya, K., Plesea, L., Morissette, D., Jolma, A., Dawson, N., Baston, D., de Stigter, C. ve Miura, H. (2025). GDAL (v3.10.1). Zenodo.
doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.14639689>
- Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C. ve Howard, H. H. (2005). *Thematic Cartography and Geographic Visualization*, (2th Edition). Pearson Education, USA.
- Sünsüli, M. (2020). *QGIS ile Python Programlamaya Giriş PyQGIS Sıfırdan İleri Seviyeye PyQGIS*. Erişim Adresi: <https://play.google.com/books/reader?id=4arUDwAAQBAJ&pg=GBS.PP1>.
- Tutic, D., (2024). CartoLineGen Erişim Adresi: <https://github.com/dtutic/CartoLineGen>
- Weibel, R. ve G. Dutton. (1999). Generalizing Spatial Data and Dealing with Multiple Representations. *Geographical Information Systems*, 1,125–155.
- Yılmaz, A., Okul A. ve Canıberk, M. (2017). Türkiye Topografik Vektör Veri tabanı (Topovt) Gerçek Zamanlı Güncelleme Sistemi. *TUFUAB IX. Teknik Sempozyumu*, Afyonkarahisar.
- Yüksel, B., Canıberk, M. ve Yılmaz, A. (2019). Türkiye Topoğrafik Vektör Veritabanı'nın (TOPOVT) Farklı Ölçek ve Alanlardaki Kullanımı için Veri Modeli Değişikliği 75 Yaklaşımının Belirlenmesi: Karayolu Şeması Örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 1(1), 27-39.

Açık Kaynaklı QGIS Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı ile 1:25.000 Ölçekli Topografik Harita Tasarımı

(1:25,000 Scale Topographic Map Design with Open Source QGIS Geographic Information System Software)

Semih KAYA¹, İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ², Osman Nuri ÇOBANKAYA³

¹Harita Genel Müdürlüğü, Harita Yüksek Teknik Okulu, Cebeci, Ankara

²Konya Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Selçuklu, Konya

³Harita Genel Müdürlüğü, Kartografya Dairesi, Cebeci, Ankara

semih.kaya@harita.gov.tr, iobildirci@ktun.edu.tr, osmannuri.cobankaya@harita.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 01.10.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 21.01.2025

ÖZ

Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından fotogrametrik kıymetlendirme ve topografik bütünleme çalışmaları sonucunda elde edilen vektör veriler, Türkiye Topografik Vektör Veri Tabanı (TOPOVT)'na aktarılmaktadır. TOPOVT'de bulunan 135 detay sınıfı, 28 detay sınıfından oluşan kartografik veri modeline (KARTOVT) dönüştürülmektedir. HGM KARTO25 üretim sisteminde kartografik tasarımı yapılan 1:25.000 ölçekli topografik haritalar son aşamada basılmaktadır. Bu üretim sisteminde, HGM'de ArcGIS yazılımı kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, açık kaynaklı mekânsal veri tabanı PostGIS ve açık kaynaklı coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımı QGIS kullanılarak, KARTOVT'de bulunan 1:25.000 ölçekli vektör verilerin sembolleştirilmesi sürecinin otomatikleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. QGIS ortamında sembol düzenleme, sembol kütüphanelerinin oluşturulması, sembolleştirme ve çıktı alma işlemlerini gerçekleştirecek QGIS eklentileri geliştirilmiştir. Pilot bölge olarak seçilen bir 1:25.000 ölçekli pafta verileri üzerinde önce manuel işlemlerle pafta sembolleştirilmiş, ardından elde edilen bilgi ve deneyimlere dayanarak Python dilinde QGIS eklentileri geliştirilmiştir. Elde edilen sonuç, ArcGIS yazılımı ile elde edilen paftanın belirli bir kısmını karşılamaktadır. Sonuç olarak, 1:25.000 ölçekli pafta sembolleştirme sürecinin açık kaynak bir yazılım QGIS ile de gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: QGIS, PostGIS, Python, Sembolleştirme, Açık Kaynak Yazılım, Vektör Veri, CBS, TOPOVT, KARTOVT.

ABSTRACT

Vector data obtained through photogrammetric evaluation and topographic integration studies conducted by the Directorate General for Mapping (DGM) are transferred to the Turkey Topographic Vector Database (TTVDB). The 135 detail classes in TTVDB are converted into a cartographic data model (CARTODB) consisting of 28 detail classes. In the DGM KARTO25 production system, 1:25,000 scale topographic maps, whose cartographic designs are prepared, are finalized for printing. ArcGIS software is utilized in this production system at DGM.

In this study, the automation of the symbolization process for 1:25,000 scale vector data in CARTODB

was achieved using the open-source spatial database PostGIS and the open-source geographic information system (GIS) software QGIS. QGIS plugins were developed to perform symbol editing, create symbol libraries, apply symbolization, and generate outputs within the QGIS environment. For a selected pilot region, a 1:25,000 scale map sheet was first symbolized manually, and then, based on the insights and experience gained from this process, QGIS plugins were developed using Python. The resulting product corresponds to a specific portion of the map sheet produced with ArcGIS software.

In conclusion, it has been demonstrated that the symbolization process for 1:25,000 scale map sheets can also be effectively carried out using the open-source software QGIS.

Keywords: QGIS, PostGIS, Python, Symbolization, Open Source Software, Vector Data, GIS, TTVDB, CARTODB.

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), karar verme süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir. CBS'nin sağladığı veri işleme ve analiz yetenekleri, coğrafi verilerin anlaşılır ve işlevsel haritalara dönüştürülmesini sağlar. Bu makale, QGIS yazılımını kullanarak 1:25.000 ölçekli vektör verilerin kartografik tasarımını ve "pdf" formatında çıktı hazırlanması süreçlerini otomatikleştirilmesini hedefleyen bir bitirme tezinin sonuçlarını paylaşmaktadır (Kaya, 2024) (Yayımlanmamış Bitirme Tezi). Çalışma, Karto25 standartlarına uygun olarak vektör verilerin sembolleştirilmesi, sembol kütüphanelerinin oluşturulması, yüklenmesi, ölçeklendirme ve çıktı alma işlemlerini kapsamaktadır.

CBS kullanıcıları için, özellikle orta ölçekli topografik harita yapımında sembolleştirme, zaman alıcı ve ayrıntılı bir süreç olabilir. Bu süreçlerin manuel olarak yürütülmesi, hatalara açık olmakla birlikte, iş verimliliğini ve etkinliğini olumsuz etkileyebilir. Araştırma çalışması kapsamında, QGIS yazılımında vektör veri sembolleştirme sürecinin verimliliğini artırmak için

dört ana program geliştirmiştir. Bu programlar, kullanıcı dostu arayüzlerle süreci hızlandırmakta ve kolaylaştırmaktadır. Böylece sembolleştirme işlemindeki hata oranı azalmakta ve sonuçların tutarlılığı artmaktadır (Kaya, 2024).

İkinci bölümde, çalışmada kullanılacak olan yazılımlar hakkında bilgi ile vektör verilerin sembolleştirilmesi süreçlerine genel bir bakış sunulmaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmada yapılan manuel işlemlerin kodlanması ve otomatikleştirilme süreçleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde ise, açık kaynaklı yazılım kullanılarak oluşturulan araçların değerlendirilmesi yapılmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

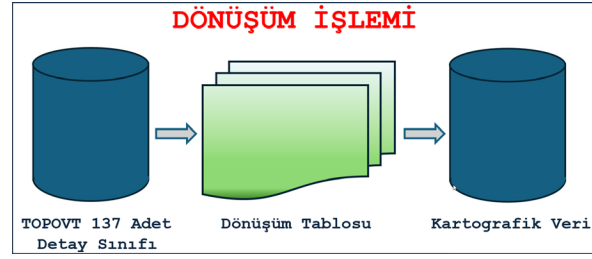
a. Ülkemizde Topografik Harita Üretim Süreçleri

Türkiye'de, orta ve küçük ölçekli Standart Topografik Haritaların (STH) üretimi HGM tarafından gerçekleştirilmektedir. 1999 yılına kadar bu haritaların üretiminde geleneksel yöntemler kullanılmış olup bu yıldan itibaren, 1:25.000 ölçekli STH üretimi bilgisayar destekli hale getirilmiş ve sayısal veriler elde edilmeye başlanmıştır. Daha önce, 1:50.000 ve 1:100.000 ölçekli STH'lar 1:25.000 ölçekli haritalardan klasik genelleştirme yöntemleriyle türetilmekteydi. Ancak sayısal veri üretimine geçilmesiyle birlikte, bu ölçeklerdeki haritaların otomatik genelleştirme yöntemleriyle üretilmesi gündeme gelmiştir. Bu doğrultuda, 2002 yılında HGM bünyesinde bir proje ekibi kurulmuş ve sayısal genelleştirme konusundaki araştırma ve geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır (Aslan, 2011).

Türkiye'de hem askerî hem de sivil harita kullanımı bakımından temel harita ölçeği 1:25.000 kabul edilmektedir (Bildirci, 2023). Bu ölçekteki STH'lar, ulusal düzeyde dengelemesi yapılmış nirengi ağı temel alınarak, fotogrametrik yöntemlerle ve arazi ile büro çalışmalarının birleşimiyle üretilip güncellenmektedir. Üretim sürecinin sonucunda elde edilen vektör veriler, TOPOVT'ye aktarılır. TOPOVT'deki veriler, kartografik düzenleme işlemleri ile KARTOVT'ye dönüştürülür. Bu aşamada, verilere sembolleştirme, eleme, öteleme ve pafta yazılarının eklenmesi gibi işlemler uygulanarak kartografik tasarım gerçekleştirilir. Bu işlemlerin ardından paftaların kontrolü yapılır ve baskı onayının ardından baskı yapılarak süreç tamamlanır.

TOPOVT'den elde edilen 135 farklı detay sınıfı, HGM Kartografya Dairesi tarafından tanımlanmış dönüşüm tablosu kullanılarak 28 katmanlı

KARTOVT'ye dönüştürülür (Akgül, Bildirci ve Çobankaya, 2023). Süreç, Şekil 1'de özetlenmiştir.



Şekil 1. TOPOVT'den KARTOVT'ye dönüşüm süreci.

Dönüşüm sonucu oluşan sınıflar, sayısal topografik haritalarda kavramsal yapıyı oluştururken, detay sınıfları temel verileri içerir. Detaylara ait sözel ve geometrik veriler bu sınıflarda depolanır. Her bir ana sınıf içinde, farklı geometrilere sahip nokta, çizgi ve alan şeklinde üç detay sınıfı bulunur.

Bir paftada, Tablo 1'deki gibi 9 ana sınıf için her birinde farklı geometrilere toplam 27 detay sınıfı bulunur. Ayrıca, yazılar da farklı bir detay sınıfında depolandığından, bir sayısal topografik harita için toplam 28 detay sınıfı oluşturulur. Tüm detay sınıflarının isimleri belirli bir düzen içerisinde listelenir ve bu isimler, verilerin sınıflandırılarak işlenmesinde önemli rol oynar (Akgül ve diğerleri, 2023).

Tablo 1. Detay Sınıfları

SINIFLAR	NOKTA	ÇİZGİ	ALAN
Sınırlar	✓	✓	✓
Yükseklik	✓	✓	✓
Fizyografya	✓	✓	✓
Endüstri	✓	✓	✓
Yerleşim	✓	✓	✓
Ulaşım	✓	✓	✓
Tesis	✓	✓	✓
Bitki	✓	✓	✓
Hidrografya	✓	✓	✓

b. Veri Tabanı

Veri tabanı, verilerin depolandığı, düzenlendiği ve yönetildiği bir ortam olarak tanımlanır. Klasik anlamda, verilerin ayrı dosyalarda gruplanarak saklanması ve yönetilmesi yaklaşımı benimsenmiştir. Ancak, zamanla verilerin artması ve aynı anda birden fazla kullanıcının verilere erişim ihtiyacının ortaya çıkması, geleneksel yaklaşımın yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu

İhtiyaçlar doğrultusunda geliştirilen veri tabanları, verilerin merkezi olarak saklanması, denetlenmesini ve tutarlılığının sağlanmasını mümkün kılar. Ayrıca, kullanıcılara ilgilendikleri verileri anlaşılır ve organize bir yapıda sunar (DeMers, 2008).

CBS için veri tabanı temel bir bileşen olarak kabul edilir. Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS), verilerin ilişkili dosyalarının organize yapılarını yöneterek, verilerin anlamlı bir bütünlük içinde saklanmasını sağlar (Duckham, Sun ve Worboys, 2023).

Veri tabanlarının tasarım aşamasında, veri modeli yapıları ve kavramları kullanılarak mantıksal yapılar belirlenir. İlişkisel veri modeli, günümüzde en çok kullanılan veri modeli olup, verilerin tablolar halinde saklanmasını sağlar. Ancak, büyük veri setlerinin yönetilmesi ve analiz edilmesinde ilişkisel veri tabanlarının yetersiz kalabileceği durumlar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, ilişkisel olmayan veri tabanı yönetim sistemleri, büyük verilerin depolanması ve işlenmesinde alternatif çözümler sunar.

Sonuç olarak, veri tabanları ve VTYS'ler, CBS'nin verileri etkin bir şekilde yönetmesi, saklaması ve analiz etmesi açısından kritik öneme sahiptir. Veri tabanı teknolojilerindeki gelişmeler, CBS uygulamalarının daha geniş veri setleri üzerinde çalışmasına ve daha karmaşık analizler yapmasına olanak tanımaktadır (Kalle, 2022).

c. PostgreSQL ve PostGIS

PostgreSQL, ilişkisel ve ilişkisel olmayan veri yönetimini destekleyen, açık kaynaklı ve güçlü bir veri tabanı sistemidir. SQL (Structured Query Language - Yapılandırılmış Sorgu Dili) diline dayalı sorgulama yeteneklerinin yanı sıra, karmaşık veri iş yüklerini verimli bir şekilde işleyebilmesi için ek özellikler sunar ve bu sayede kurumsal düzeyde kullanılabilirliği artırır (PostgreSQL, 2022). Şekil 2'de SQL dilinde kod örneği ve çıktısı verilmiştir.

```

Query History
1 -- Tablo Oluşturma
2 CREATE TABLE kişiler (
3     isim1 VARCHAR(50),
4     soyisim1 VARCHAR(50),
5     isim2 VARCHAR(50),
6     soyisim2 VARCHAR(50)
7 );
8
9 -- Veri Ekleme
10 INSERT INTO kişiler(isim1, soyisim1, isim2, soyisim2) VALUES
11 ('Ahmet', 'Yılmaz', 'Ayşe', 'Kaya');
12
13 -- Yazdırma
14 SELECT * FROM kişiler;
Data Output Messages Notifications

```

isim1	soyisim1	isim2	soyisim2
Ahmet	Yılmaz	Ayşe	Kaya

Şekil 2. SQL dilinde kod ve çıktı.

PostGIS, PostgreSQL veri tabanı yönetim sistemine coğrafi verilerin depolanması, sorgulanması ve işlenmesi yeteneklerini kazandıran açık kaynaklı bir eklentidir. Nokta, çizgi ve alan gibi geometrik detayların depolanması ve sorgulanmasında gelişmiş veri türleri ve işlevler sunar. PostGIS, coğrafi verilerin etkin şekilde yönetilmesi için güvenilir, ölçeklenebilir ve yüksek performanslı bir çözüm sunarak PostgreSQL ile bütünlük bir yapıda olmaktadır. Bu özellikleri sayesinde, coğrafi verilerle çalışan uygulamalar için en çok tercih edilen araçlardan biridir (PostGIS, 2022).

ç. QGIS ve Python

Yaygın kullanılan açık kaynak CBS yazılımı olan QGIS'e Python desteği ilk olarak QGIS 0.9 sürümü ile eklenmiştir. Python, kolay kullanımı, geniş kütüphane yapısı ve sunduğu çeşitli kolaylıklar sayesinde, QGIS eklentilerinin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, QGIS ve Python versiyonları arasındaki uyum, QGIS'te Python kullanılırken üzerinde özellikle durulması gereken bir konudur. QGIS 2.x sürümleri için Python 2.x desteklenirken, QGIS 3.x ve üzeri sürümler için Python 3.x desteklenir. Python 2 ve 3 versiyonlarının birbirinden farklılıkları olduğu dikkate alınmalıdır (QGIS, 2024).

QGIS ve Python entegrasyonu, PYQGIS API ile sağlanmaktadır. Bu API, Python dilini kullanarak QGIS'in işlevselliğini genişletir ve otomatikleştirme imkanı sunar. Python, QGIS içerisinde çeşitli işlemler için kullanılabilir. PYQGIS API sayesinde Python konsolu üzerinden doğrudan komutlar çalıştırılabilir, QGIS açıldığında otomatik olarak belirli Python kodlarının çalışması sağlanabilir ve QGIS arayüzünün özelleştirilmesi amacıyla kod yazılabilir. Ayrıca, katmanların ve işlemler bölümünün ihtiyaca göre özelleştirilmesi, arka planda çalışan toplu (batch) kodların yazılması ve QGIS için eklenti (plugin) oluşturulması gibi işlemler Python kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu tür kodlamalarda grafik arayüz çoğunlukla QtDesigner yazılımı veya Python PyQt modülü kullanılarak tasarlanır (Sünsüli, 2020).

d. QGIS'te Python Kullanarak Eklenti Geliştirme

QGIS, açık kaynaklı ve esnek yapısı sayesinde geliştiricilere Python kullanarak eklenti geliştirme imkanı sunmaktadır. 1 Mayıs 2018'de QGIS'te yalnızca 97 adet eklenti bulunurken, 25 Mart 2024 itibarıyla bu sayı 1217'ye yükselmiştir. Bu artış, QGIS'in yaygınlaşması ve Python diline olan

ilginin artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Ujaval Gandhi, 2024).

QGIS'te eklenti geliştirme, manuel olarak veya yardımcı eklentiler kullanarak iki farklı yaklaşımla gerçekleştirilebilir. Manuel yöntem, belli bir düzeyde programlama bilgisi gerektirirken, geliştirme sürecini hızlandırmak ve kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiş eklentiler de vardır. Örneğin, Plugin Builder eklentisi, temel eklenti dosyalarını otomatik olarak oluşturarak, geliştiricilerin eklenti yapısını hızla kurmasına olanak tanımaktadır.

3. UYGULAMA ve DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, HGM tarafından STH yapımında kullanılan sembollerin QGIS ortamında yeniden düzenlenmesi ele alınacaktır. Bu işlemler başlangıçta manuel olarak yapılmış ve aşamalar kaydedilmiştir. Manuel işlem aşamaları, Python programlama dilinde kodlanarak fonksiyonlar haline getirilmiştir. İşlem adımlarını gerçekleştirecek fonksiyonları kullanacak kodlar yazılmış ve bir arayüz eklenmiştir. Bu kodlar, QGIS yazılımında kullanılmak üzere eklenti biçiminde yeniden düzenlenmiştir. Son olarak, bu eklentiler QGIS yazılımına yüklenebilir olarak hazırlanmıştır.

a. Çalışma Alanı

Uygulamada kullanılmak üzere HGM tarafından üretilen 1:25.000 ölçekli KIRŞEHİR İ31-d1 paftası seçilmiştir.

b. Veriler ve Kullanılan Yazılımlar

HGM'de ArcGIS yazılımı topografik harita üretiminde kullanılmaktadır. Bu yazılımda, mekânsal/coğrafi verilerin depolanması, sorgulanması ve yönetilmesi "gdb" (Geodatabase) formatı tercih edilmektedir.

Çalışmada kullanılan yazılımlar şunlardır:

- ArcGIS: ArcGIS, 1969 yılında ABD'de kurulan ESRI (Environmental Systems Research Institute - Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü) firması tarafından geliştirilen ticari yazılımdır. Harita oluşturma, mekânsal analiz ve coğrafi veri yönetimi gibi işlemler için kullanılır (Esri, 2024).
- QGIS: QGIS, 2002 yılında Gary Sherman tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. 2007 yılından itibaren OsGeo (Open Source Geospatial Foundation - Açık Kaynak Coğrafi Mekânsal Vakfı) tarafından desteklenen ücretsiz yazılımdır. Harita oluşturma, veri analizi ve coğrafi veri işleme gibi işlevleri sunar (QGIS, 2024).

- PGAdmin: PostgreSQL VTYS'yi yönetmek için kullanılan bir arayüzdür. Veri tabanı sorgulama, yönetim ve yapılandırma işlemleri için kullanılır (pgAdmin, 2024).
- Spyder IDE: Python programlama dili için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir bütünleştirilmiş geliştirme ortamıdır (IDE). Python programlama dili, kodlama amaçlı oldukça yaygın kullanılan bir araçtır (Spyder IDE, 2024).

c. Çalışmada Yapılan Manuel İşlemler

Çalışma kapsamında, 1:25.000 ölçekli topografik haritanın sembolleştirilmesi amacıyla yapılan manuel işlem adımları Tablo 2'de sırasıyla verilmiştir. Aşağıda her adım kısaca açıklanacaktır.

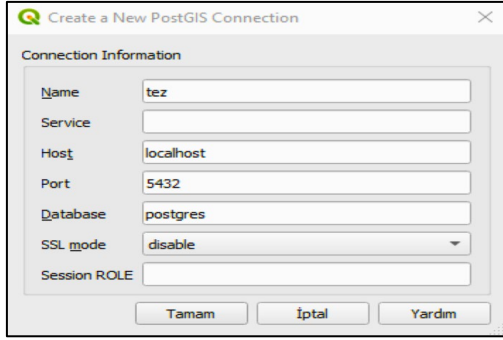
Tablo 2. Manuel İşlem Adımları

SIRA	İŞLEM AÇIKLAMASI
1	Vektör verinin QGIS yazılımına yüklenmesi.
2	Sembol oluşturulması ve QGIS sembol kütüphanesine yüklenmesi.
3	Katmanların sembolleştirilmesi.
4	Haritanın sembol referans ölçeğinin ayarlanması.
5	Sonucun QGIS yazılımından "pdf" formatında kaydedilmesi.

(1) Vektör Verinin QGIS Yazılımına Yüklenmesi

QGIS'e yüklenen "gdb" formatındaki verinin görüntülenmesi genellikle sorunsuz bir şekilde gerçekleşir. Ancak, çalışmanın ilerleyen aşamalarında, bazı katmanların ölçek kurallarına bağlı olarak görüntülenmediği ve bu soruna QGIS ortamında müdahale edilemediği tespit edilmiştir.

Bu sorunu çözmek için, "gdb" formatındaki veri öncelikle PostGIS eklentisine sahip PostgreSQL veri tabanına aktarılmış ve ardından QGIS'e yüklenmiştir. PostgreSQL veri tabanı yerel ya da uzak sunucularda olabilir. Bu çalışma kapsamında yerel sunucu (localhost) tercih edilmiştir. PostgreSQL'de oluşturulan veri tabanı ile QGIS yazılımının bağlantı kurabilmesi için Şekil 3'te belirtilen parametreler girilerek veri tabanı bağlantısı yapılarak QGIS yazılımına "gdb" formatında yüklenen katmanlar PostgreSQL veri tabanına aktarılmıştır. "gdb" formatının QGIS ortamındaki kısıtlamaları aşılmıştır.



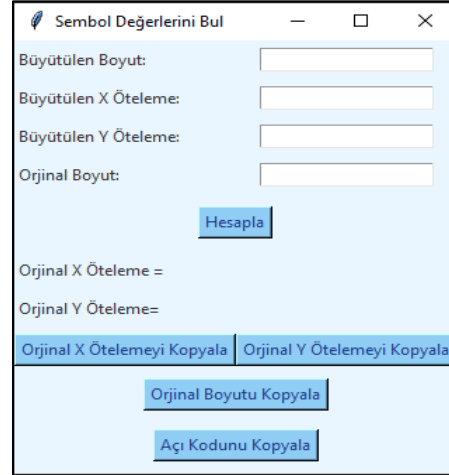
Şekil 3. QGIS'den PostgreSQL veri tabanına bağlantı kurulması (Bağlantı parametreleri çalışma ortamına göre değişiklik gösterebilir).

(2) Sembol Oluşturulması ve QGIS Sembol Kütüphanesine Yüklenmesi.

ArcGIS yazılımında kullanılan semboller, "style" formatında nokta, çizgi, alan ve yazı olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. Sembollerin dört bölümünün birlikte çevrilme işleminin başarılı olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle vektör veriler ArcMap Style Manager'de dört parçaya ayrılarak kaydedilmiştir. Dönüşüm işlemi, QGIS üzerinde paylaşılan açık kaynak kodlu SLYR eklentisi ile yapılmaktadır. Bu eklenti ile "style" formatındaki dosyaların "xml" formatına dönüştürülmesi, ArcGIS'te tanımlanan semboloji ve stil ayarlarının QGIS'te kullanılabilmesini sağlar (North Road, 2021; North Road, 2024). Dönüşüm işleminden sonra tüm sembollerde boyut, açı ve merkezden

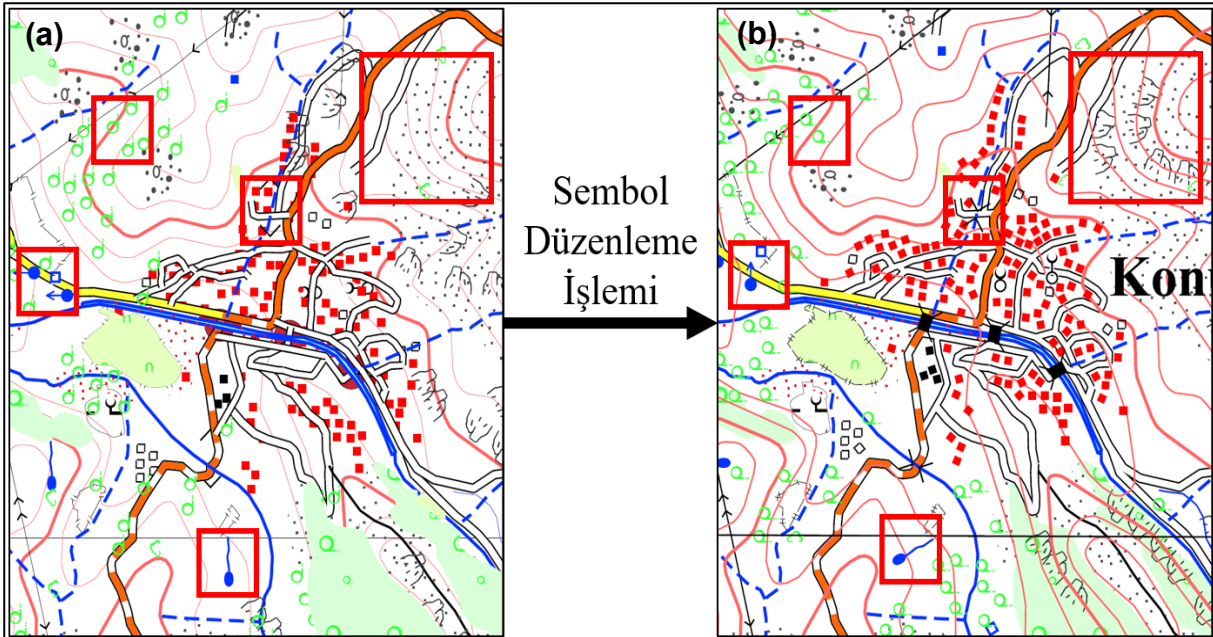
uzaklaşma problemlerinden kaynaklanan hatalar tespit edilmiştir. Bu nedenle, sembollerin manuel olarak boyutunun büyütülmesi veya küçültülmesi, döndürülmesi ve öteleme işlemleriyle düzeltilmesi gerekmektedir.

Sembol düzenleme işlemlerinin hızlandırılması amacıyla Şekil 4'te arayüzü görülen uygulama hazırlanmış ve hesaplanan değerler sembol parametrelerine girilerek semboller düzenlenmiştir.

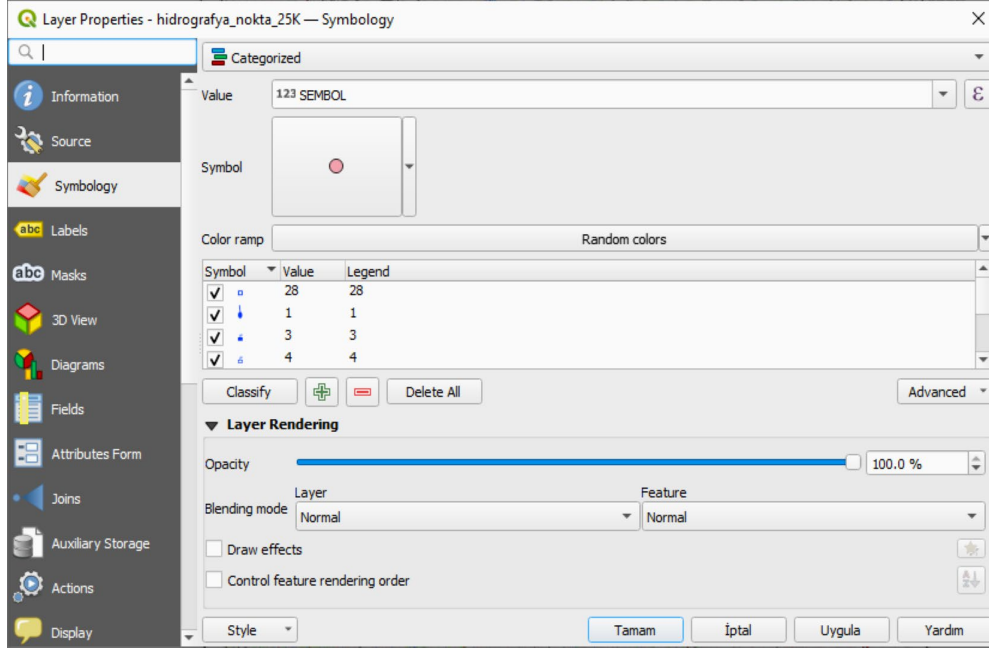


Şekil 4. Sembol Değerlerini Bul uygulaması.

HGM'nin oluşturduğu talimatlara uygun şekilde düzenlenen semboller, Şekil 5'te gösterildiği şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 5. Sembollerin düzenlenmesi işlemi sonucu: (a) dönüşüm işleminden sonra semboller boyut, açı ve merkezden uzaklaşma hataları içerirken; (b) sembollerin boyut büyütme/küçültme, döndürme ve öteleme işlemleriyle düzeltilmiştir.



Şekil 6. QGIS sembol düzenleme penceresi.

(3) Katmanların sembolleştirilmesi.

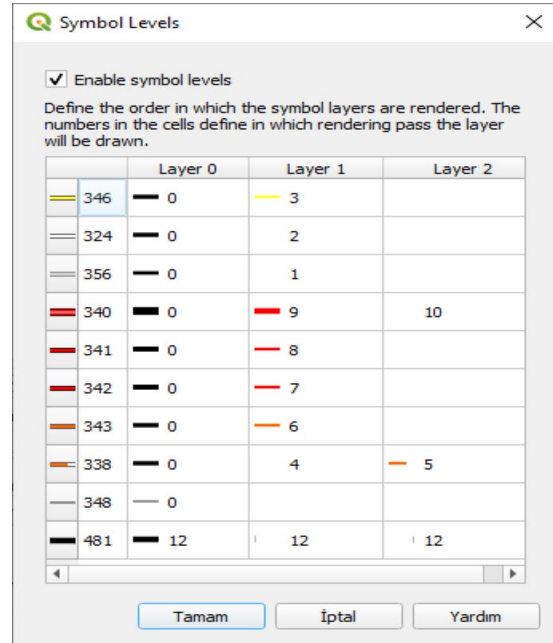
ArcGIS'te, HGM'nin geliştirdiği Kartogen eklentisi kullanılarak vektör verilere sembolleştirme işlemi uygulanmaktadır. Kartogen eklentisi, çeşitli sembol seçenekleri sunarak, kullanıcıların vektör verileri sembolleştirmesine olanak tanır. Bu şekilde HGM yönergelerine uygun kartografik tasarım işlemi hızlı bir biçimde gerçekleştirilir.

QGIS için de benzer bir eklenti geliştirilmesi planlanmış olup bu hedefe ulaşmak için öncelikle manuel sembolleştirme işlemi uygulanmış ve ardından eklenti geliştirilmiştir. Manuel sembolleştirme işlemine başlamadan önce, nokta, çizgi, alan ve yazı sembollerinin "xml" formatında QGIS Sembol Kütüphanesi'ne eklenmesi gerekmektedir. Böylece, semboller QGIS Sembol Kütüphanesi'nde bulunduğu için herhangi bir 1:25.000 ölçekli pafta ("gdb" formatında) için sembolleştirme işlemi kolaylıkla gerçekleştirilebilir.

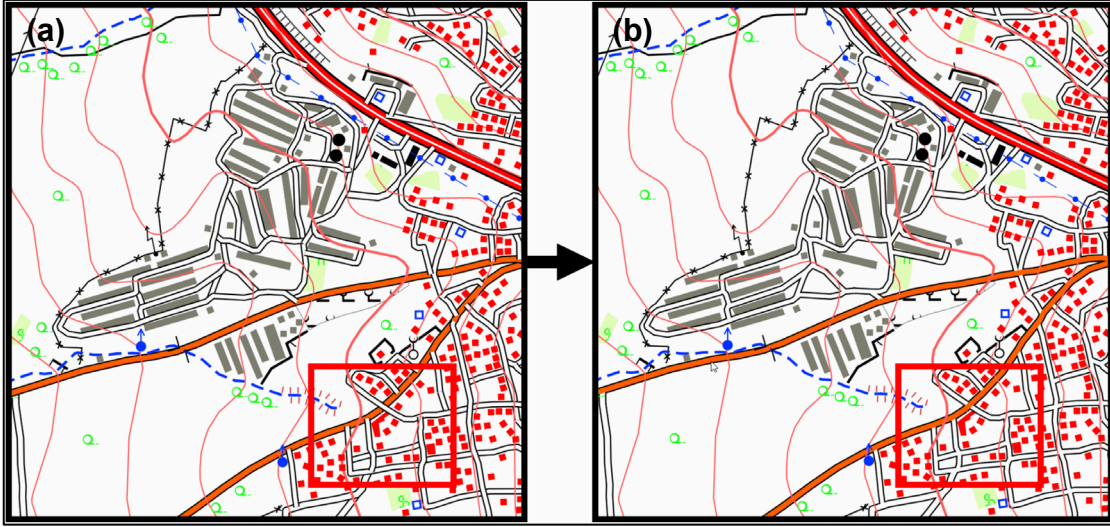
QGIS'te manuel sembolleştirme işleminin gerçekleştirildiği pencere Şekil 6'da gösterilmiştir.

'ulasim_cizgi_25K' katmanındaki yol vektör verilerinde, üst sınıf yolların alt sınıf yollardan üstte gösterilmesi gerekmektedir. Bu düzenlemeyi yapmak için QGIS'teki Katman Ayarları penceresinde 'Sembol Seviyesi' özelliği kullanılmalıdır. Bu özellik, harita üzerindeki farklı yol sınıflarının görsel hiyerarşisini düzenlemek amacıyla kullanılır.

Sembol Seviyesi özelliği sayesinde, üst sınıf yolların (örneğin, otoyollar veya bölünmüş/ayrılmış yollar) alt sınıf yolların (örneğin, yaz araba yolu veya yerleşim içi yollar) üzerinde gösterilmesi sağlanır. Bu, yolların harita üzerindeki önem derecesine göre sıralanması Şekil 7'de ayarlanmıştır. Bu düzenleme yapıldıktan sonra, örnek yol verisi Şekil 8'de gösterilmiştir ve bu düzenlemenin amaca uygun yapıldığı görülmektedir.

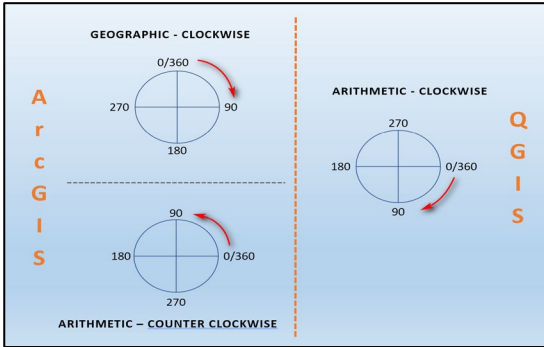


Şekil 7. Yolların sembol seviyesi.



Şekil 8. Sembol seviyelerinin düzeltilmesi: (a) üst sınıf yolların alt sınıf yolların üzerinde yanlış sıralandığı örnek; (b) sembol seviyelerinin yolların önem derecesine göre sıralandığı örnektir.

Şekil 9'da gösterildiği gibi, ArcGIS ve QGIS'te azimut açısı tanımının farklı olması nedeniyle, tablodan alınan açı değerleri '360 - ACI' formülü ile hesaplanmıştır.



Şekil 9. Açı kuralı (OpenGISLab, 2019).

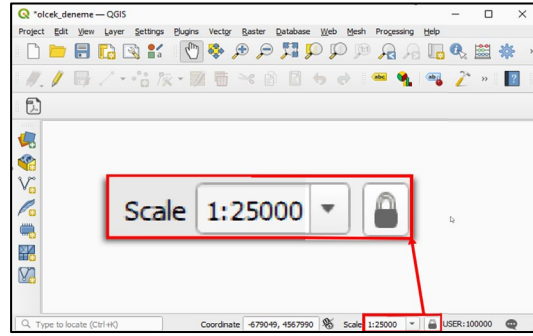
(4) Haritanın Sembol Referans Ölçeğinin Ayarlanması.

QGIS yazılımındaki Şekil 10'da gösterilen araç kullanılarak haritanın sembol referans ölçeği 1:25.000 olarak ayarlanabilir. Ayrıca, ölçek ayarlama aracının sağ tarafındaki kilit butonu, haritada yakınlaştırma veya uzaklaştırma yapılırsa bile sembol referans ölçeğinin sabit kalmasını sağlar.

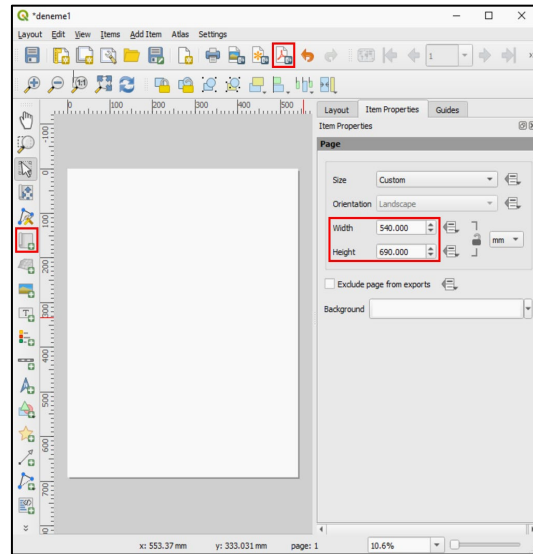
(5) Sonucun QGIS yazılımından "pdf" formatında kaydedilmesi.

QGIS yazılımında, detayların yüklenmesi ve sembolleştirme işleminin ardından, haritanın çıktısını almak üzere çıktı alma aracı çalıştırılır. Açılan pencerede, Şekil 11'de gösterildiği gibi, kağıt boyutunu 540x690 mm olarak ayarlayarak

haritanın kağıda aktarımı sağlanır. Ölçek 1:25.000 ve çıktı formatı "pdf" olarak seçilerek çıktı alma işlemi gerçekleştirilmektedir.



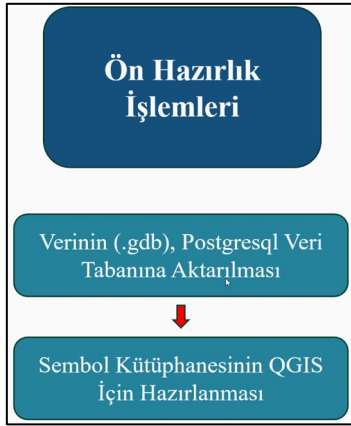
Şekil 10. Ölçek ayarlama aracı.



Şekil 11. Çıktı alma aracı.

ç. Manuel İşlemlerin Otomatikleştirilmesi

Manuel olarak yapılan tüm bu işlemler, QGIS yazılımının Python Konsolu bölümünde Python dili kullanılarak otomatik hale getirilmiştir. Kodlama sürecinde, Python PyQGIS modülü kullanılarak yazılımın programlama arayüzüne erişilir ve QGIS'in işlevselliği genişletilip özelleştirilir. Bu şekilde QGIS'in özelliklerine erişim, katmanların işlenmesi, harita işlemleri, eklenti geliştirme ve QGIS ile etkileşim gibi işlevler gerçekleştirilir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen kodlama adımları Şekil 12 ve Şekil 13'te gösterildiği gibi iki aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 12. Ön hazırlık işlemleri.

(1) Ön Hazırlık İşlemleri

PostgreSQL veri tabanına "gdb" formatındaki verinin aktarım süreci, QGIS yazılımına verinin yüklenmesini gerektirir. Çalışmaya özgü hazırlanan bir fonksiyon, dosya yolunu alarak "gdb" verisini (tüm katmanlar) QGIS'te açar. Bu şekilde çok sayıda katmanın tek tek açılması gerekmez. Bir sonraki aşamada yine çalışmaya özgü bir başka fonksiyon ile "gdb" verileri PostgreSQL veri tabanına aktarılır. Bundan sonraki işlemler PostgreSQL veri tabanı ile gerçekleştirileceğinden "gdb" verilerine ait katmanlar kapatılır.

Sembol kütüphanesinin hazırlanması, manuel işlemlerle gerçekleştirilmektedir. Manuel işlemlerin otomatikleştirilmesi, 'Sembol Değerlerini Bul' programı kullanılarak kolaylaştırılmıştır. İşlem sonucunda uygun semboller;

- nokta.xml - çizgi.xml
- alan.xml - yazi.xml

adlarıyla 4 adet dosya olarak kaydedilir (Kaya, 2024).

(2) Genel İşlemler

Sembol düzenleme işlemi tamamlandıktan sonra, oluşturulan "xml" formatındaki sembol dosyalarını QGIS yazılımına yüklemek için yazılan kod ile işlem yapılır (Kaya, 2024). PostgreSQL veri tabanının QGIS'te açılması için de bir kod yazılmıştır.

Vektör verilerde nokta, çizgi ve alan geometrilerine sahip detaylar bulunur. Bu konumlara ait sembol kimlik numaraları mevcuttur. Her bir katman, bu sembol kimlik numaralarına göre gruplandırılır ve eşleştirme yöntemiyle semboller atanarak sembolleştirme işlemi yapılır. Katman içi sınıflandırma işlemi yazılan kod tarafından her katman işlenerek sembol kimlik numarasına göre yapılmaktadır.

Sembolleştirme işlemi tamamlandıktan sonra, yollar arasında bazı uyumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, ara yolların anayolların üzerine gelmesi. Çözüm için sembol seviyelerinin (symbol levels) düzenlenmesi gerekmektedir. Bu işlemlerin tamamlanmasıyla, toplamda 30 (27+3) katman doğru bir şekilde sembolleştirilmektedir.

Yazı katmanının, PostgreSQL veri tabanından çekilmesi gerekmektedir. Öncelikle, yazı katmanı ve kitabe katmanı çekilmelidir. Bunun sebebi yazı katmanı ve kitabe yazı katmanında sembolleştirme yerine etiketleme yapılmasının gerekmesidir. Etiketleme, yazıların gösterimini yapmaktadır. Sembolleştirme, vektör verideki detaylara sembol atama işlemidir.

Yazı ve kitabe yazı katmanlarının PostgreSQL veri tabanına bağlanarak yüklenmesi için de bir fonksiyon hazırlanmıştır. Yazı katmanında yapılacak işlemler de kodlama ile gerçekleştirilmiştir. Yazı katmanındaki sütunlarda bulunan veriler çekilerek oluşturulacak olan yazının, boyutu, yazı tipi, açısı vb. özellikleri ayarlanmaktadır. Oluşturulan yazı, vektör verideki konumunda gösterilmektedir.

Kitabe katmanları; kitabe nokta, kitabe çizgi, kitabe alan ve kitabe yazı olarak dört farklı katmandan oluşmaktadır. Kitabe nokta, çizgi ve alan katmanlarına sembolleştirme işlemi uygulanırken, kitabe yazı katmanı sembolleştirme için uygun olmadığından etiketleme işlemi yapılmaktadır.

Kitabe yazı katmanı da yazılan kod ile düzenlenmektedir. Kitabe yazı katmanındaki yazılacak yazının olduğu sütundaki değerler "html" formatındadır ve sütunda yazdığı formatta ekrana yazılmaktadır. Bu sorun, Tablo 3'te detaylandırılmış olup, yazılan kod ile düzeltilmiştir.



Şekil 13. Genel işlemler.

Gerçekleştirilen işlemler sonrasında, haritanın yakınlık seviyesinin değiştirilmesiyle sembol referans ölçeği değişmekte ve bu durum sembollerin iç içe geçerek görsel karmaşıklıklara yol açmasına neden olmaktadır. Bu sorunu gidermek için ölçeği 1:25.000 olarak ayarlayan ve sabitleyen bir kod yazılmıştır.

Çıktı alma işlemi, QGIS yazılımında mevcut olan, EzPrinter Aracı adlı bir eklenti ile gerçekleştirilmektedir (Kanahiro Iguchi, 2020). Kullanım kolaylığı sağlamak için bu açık kaynaklı eklentinin arayüzü Türkçe'ye çevrilmiş ve amaca uygun şekilde yeniden kodlanmıştır. Yapılan düzenlemelerden biri kağıt seçeneklerine 540x690 mm boyutunun eklenmesidir (1:25.000 ölçekli paftalar için kullanılan boyut).

Bu otomatik işlemde, ölçek varsayılan olarak 1:25.000 ayarlanmıştır. Kullanıcı, 'Harita' olarak adlandırılan 540x690 mm kağıt boyutunu seçtikten sonra, seçilen haritanın "pdf" formatında çıktı dosyasını üretebilmektedir.

Tablo 3. Kitabe Yazı İşlemi

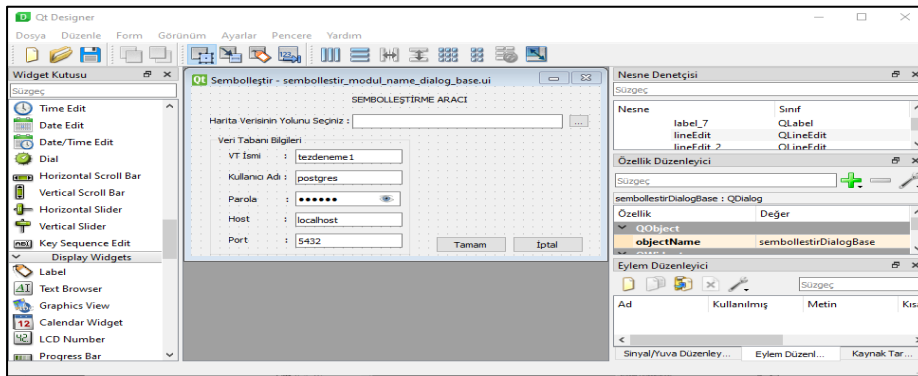
Sütundaki Değer	ANKARA
Çıktı	ANKARA
Düzenleme Sonrası Çıktı	ANKARA

d. Arayüz ve QGIS Eklentileri Oluşturulması

Otomatikleştirilen işlemler için oluşturulan fonksiyonlar, belirli amaçlara hizmet edecek programlar oluşturmak üzere birleştirilmiştir. Bu şekilde aşağıdaki eklentiler hazırlanmıştır.

- Sembol Yükleme Aracı
- Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı
- Sembolleştirme Aracı
- PDF Kaydetme Aracı (Yeniden düzenleme yapılmıştır.)

Eklentiler (programlar), QGIS Plugin Builder eklentisi kullanılarak taslak bir yapı oluşturulmuş ve ardından gerekli kodlama ve düzenlemeler yapılarak geliştirilmiştir. Bu süreçte, QGIS için standart bir buton, arayüz penceresi ve eklentinin çalışması için gerekli dosyalar üretilmiştir. Eklentinin arayüz penceresi, QT Designer programı kullanılarak düzenlenmiştir. Sembolleştirme Aracının arayüzü, Şekil 14'te gösterildiği gibi oluşturulmuştur. Arayüz penceresinde kullanıcı tarafından seçilen dosya yolu ve veri tabanı bilgileri, ilgili fonksiyonlara aktarılmaktadır.



Şekil 14. Arayüz tasarımı.

QGIS yazılımında butonlar standart olarak gelir ve bu nedenle buton ikonları da standarttır. Butona eklenecek ikon, en fazla 24x24 piksel (px) boyutlarında olacak şekilde yeniden düzenlenerek PNG formatında kaydedilmelidir. Arayüz oluşturma ve eklentiye dönüştürme işlemleri, Sembol Yükleme Aracı ve Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı için de benzer şekilde gerçekleştirilmiştir (Kaya, 2024).

e. Eklentilerin Tanıtımı



Şekil 15. Oluşturulan programlar.

Çalışma kapsamında ilk olarak, 1:25.000 Ölçekli Topografik Harita için gerekli olan "gdb" formatındaki vektör verinin talimatlara uygun şekilde QGIS yazılımında görüntülenmesi amacıyla yapılan manuel işlemlerin her biri QGIS Python Konsolu kullanılarak Python dilinde kodlanmıştır. Bu kodlar, QGIS yazılımı kullanan personele kolaylık sağlaması amacıyla fonksiyon olarak düzenlenerek bir bütün olarak çalışacak eklentiler oluşturulmuştur. Bu eklentiler kullanılarak basıma hazır "pdf" formatında 1:25.000 ölçekli pafta elde edilmektedir.

QGIS yazılımında üç adet eklenti oluşturulmuş bunlara ek olarak bir adet açık kaynak yazılım olan EzPrinter eklentisi kullanım amacına göre düzenlenerek arayüz ekranı Türkçe diline çevrilmiştir. Oluşturulan eklentiler, QGIS yazılımı ile sorunsuz bir şekilde çalışmaktadır (Şekil 15).

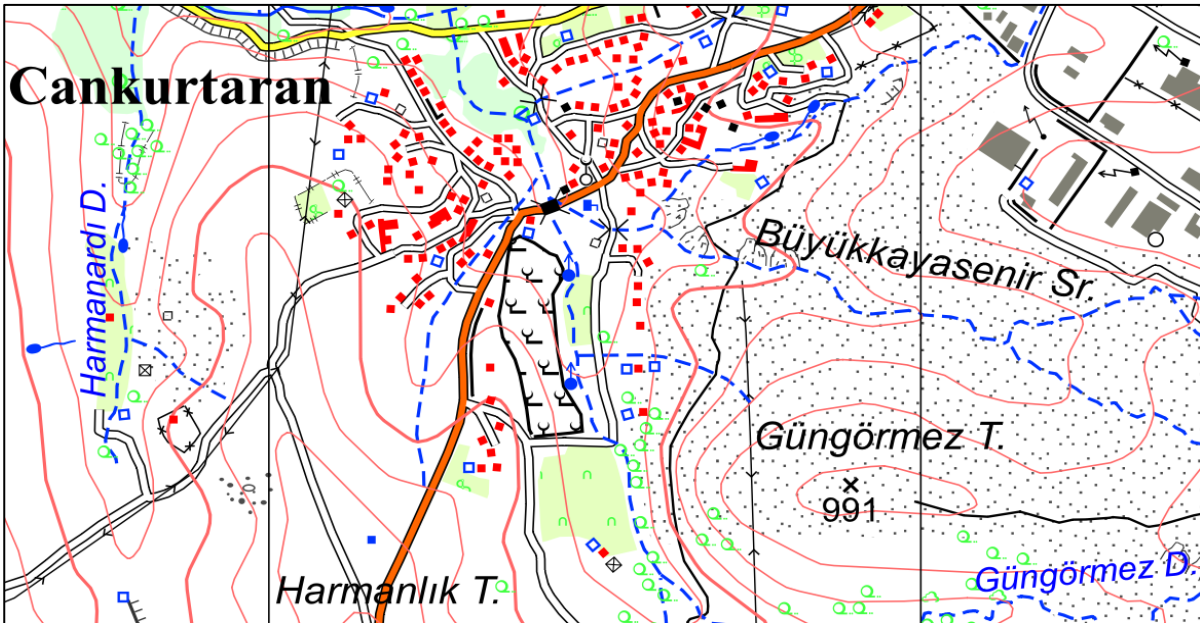
Geliştirilen eklentiler, TOPOVT'den alınarak HGM Karto25 sisteminde kartografik işlemlere tabi tutulması sonucu elde edilen 1:25.000 ölçekli KIRŞEHİR İ31-d1 paftasına ait "gdb" formatındaki veri üzerinde test edilmiştir. Test verileri 28 adet harita ve 4 adet kitabe katmanından oluşmaktadır.

Katmanların üzerinde işlem yapabilmek için, QGIS yazılımına entegre edilen Sembol Yükleme Aracı ile sembol kütüphanesi oluşturulmuştur.

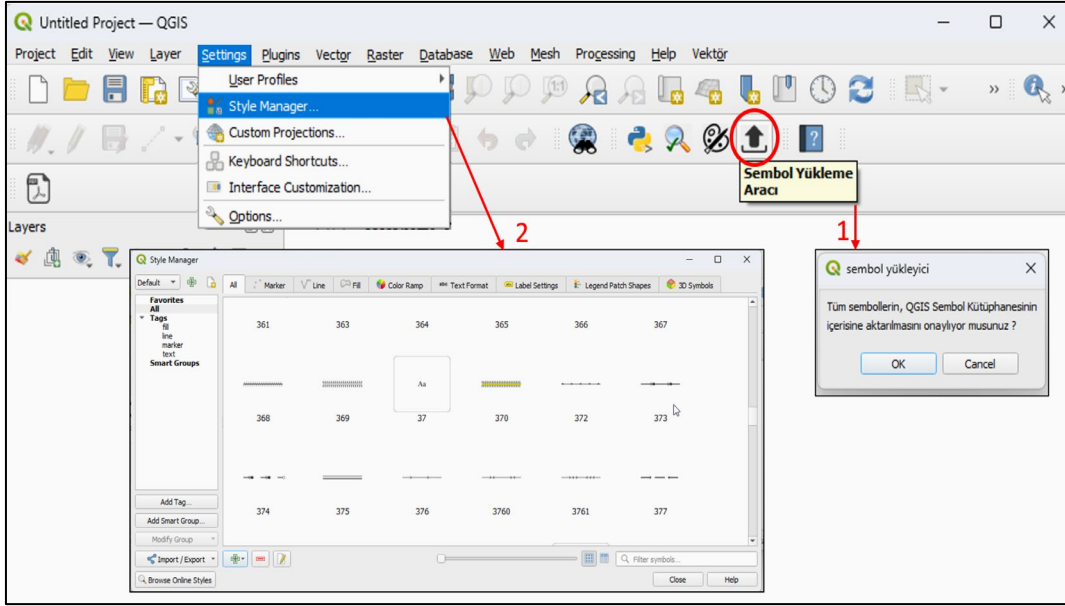
Katmanların sembolleri, kendi içinde sırası ve sembol referans ölçeği talimatlara uygun olarak düzenlenmiştir. Bu işlemler için Sembolleştirme Aracı kullanılarak veri tabanında bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Bu çalışma alanı verinin kullanılması ve depolanması için gereklidir. Verinin okunmasının ardından katmanlara sembolleştirme yapılmaktadır.

Oluşturulan haritanın ölçeği Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı tarafından düzenlenmiştir.

Şekil 16'da PDF olarak hazırlanan 1:25.000 ölçekli KIRŞEHİR İ31-d1 paftasından bir kesit görülmektedir. Paftanın tamamı incelenmiş, yapılan çalışmaların başarılı sonuç verdiği değerlendirilmiştir.



Şekil 16. Programlar ile elde edilen çıktıdan bir kesit.



Şekil 17. Sembol yükleme aracı kullanımı.

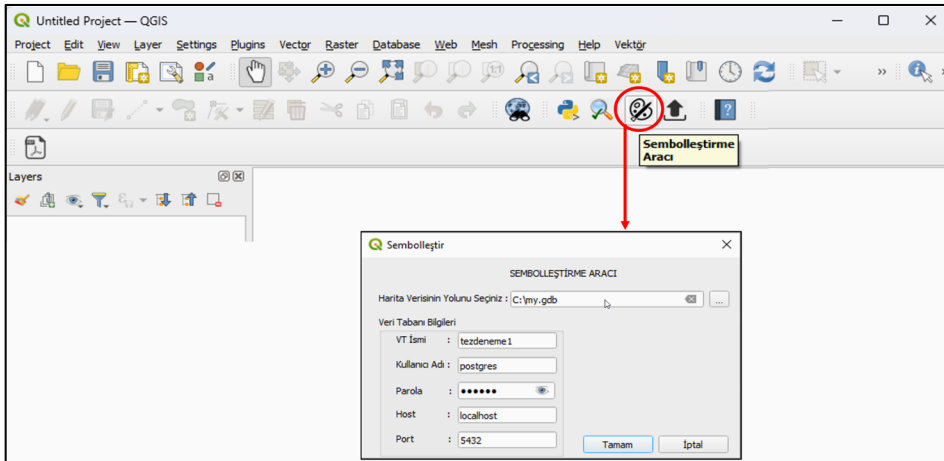
(1) Sembol Yükleme Aracı

QGIS yazılımında eklenti olarak yüklenebilen araçlardan biri olan Sembol Yükleme Aracı, "xml" dosya formatında oluşturulan nokta.xml, çizgi.xml, alan.xml ve yazi.xml sembol kütüphanelerini QGIS Sembol Kütüphanesine başarıyla yüklemektedir. Yükleme işlemi 1 saniye gibi kısa bir sürede 4.42 MB boyutundaki veriyi QGIS yazılımına aktararak gerçekleştirilmektedir. Program kullanımı Şekil 17'de gösterilmiştir. Bu araç çalıştırmak için ilgili butona tıklandığında sembol yükleyici adlı pencere açılır ve program çalışmaya başlar. Yüklenen sembollerin doğrulanması için, QGIS yazılımının ayarlar bölümünden stil yöneticisi penceresi açılarak yüklenen semboller kontrol edilebilir.

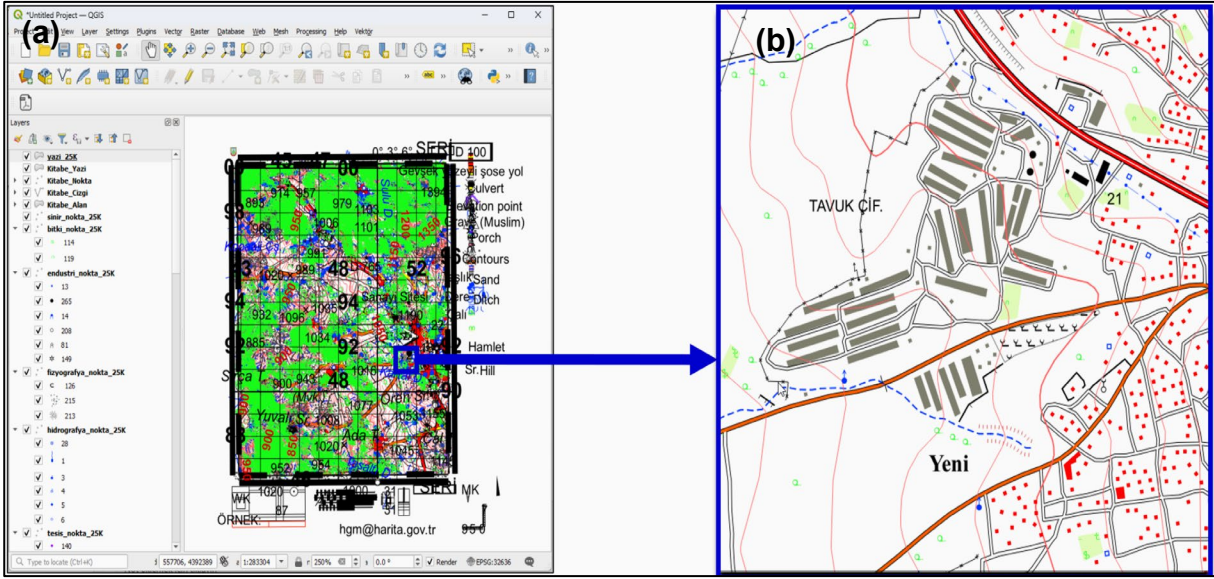
(2) Sembolleştirme Aracı

Bu araç, 800 satırdan fazla ve 13 adımdan oluşan kodu çalıştırmak için tasarlanmıştır. Sembolleştirme Aracı butonuna tıklanarak açılan Sembolleştir penceresinde, "gdb" formatındaki dosya seçilir ve çalışma alanı için veri tabanı bilgileri girilir. Uygulama verileri ile programın çalışma süresi ortalama 15 saniye olup, bu süre PGAdmin yazılımının kullandığı RAM miktarı ve bilgisayarın özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Eklenti arayüzü ve işlemi başlatan buton Şekil 18'de gösterilmiştir.

İşlem tamamlandıktan sonra QGIS yazılımında elde edilen görüntü Şekil 19'da yer almaktadır. Şekil 19 (b) ölçek belirtilmediği için sembollerin orantısız boyutları nedeniyle sembollerin iç içe geçtiği görülmektedir.



Şekil 18. Sembolleştirme aracı kullanımı.



Şekil 19. Sembolleştirme sonucu; (b) şekli, (a) şeklinin yakınlaştırılmış halini göstermektedir.

Bu görüntüyü yakınlaştırdığımızda, Şekil 19 (b) 1:25.000 ölçekli topografik haritaya uygun olmayan sembol boyutları görülmektedir.

(3) Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı

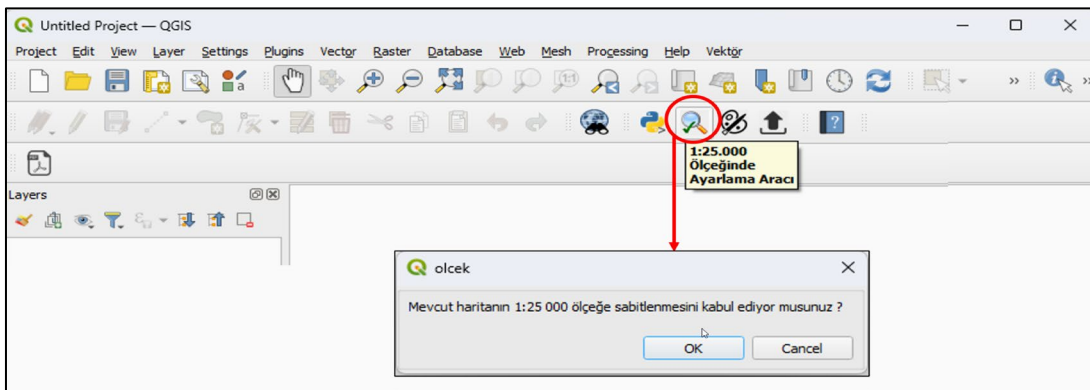
Bu araç, sembolleştirme işlemi sonrasında vektör veriye atanan sembollerin orantısız boyutlarından kaynaklanan karmaşıklığı çözmek için kullanılmaktadır. Program, Şekil 20'de gösterildiği gibi Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı butonuna tıklayarak çalışmaktadır.

Program, QGIS yazılımındaki ölçek ayarlama aracını 1:25.000 ölçeğine ayarlamakta ve harita üzerinde yapılan yakınlaştırma ve uzaklaştırma işlemlerinde ölçeğin sabit kalmasını sağlamaktadır.

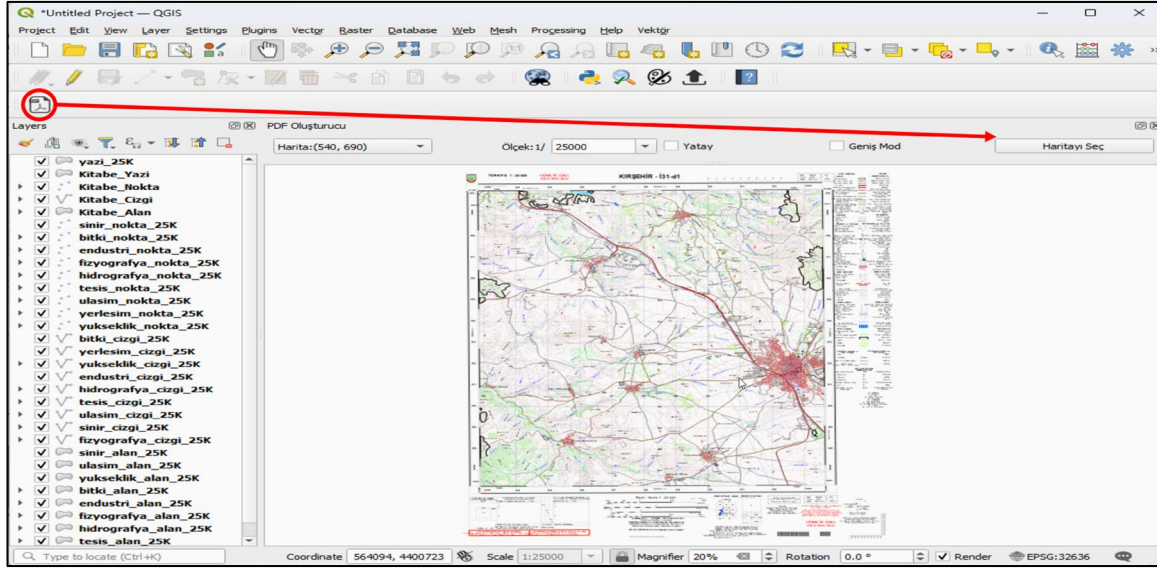
(4) PDF Kaydetme Aracı (EzPrinter eklentisi üzerinde yapılan değişikliklerle geliştirilmiştir.)

Kanahiro Iguchi tarafından geliştirilen ve açık kaynaklı olarak sunulan bir programdır (Kanahiro Iguchi, 2020). Programın orijinal parametreleri ve dili bu çalışmada kullanım için uygun olmadığından bazı düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler:

- HGM'nin ürettiği 1:25.000 ölçekli topografik haritalar için kullanılan kağıt boyutları, 540 milimetre (en) ve 690 milimetre (boy)'dir. Bu kağıt boyutu seçeneği, Harita: (540, 690) şeklinde eklenmiştir.
- Varsayılan ölçek 1:25.000 olarak ayarlanmıştır.
- Programın kullanımını kolaylaştırmak amacıyla arayüz Türkçe diline çevrilmiştir.



Şekil 20. Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı kullanımı.



Şekil 21. PDF kaydetme aracı kullanımı.

Program, Şekil 21’de gösterilen PDF kaydetme aracı butonuna basılarak açılan pencerede, harita boyutu seçimi yapılarak ve ‘Haritayı Seç’ ile belirlenen haritanın kaydedileceği konumun seçilmesiyle çalışır. Kaydedilen PDF dosyasının boyutu yaklaşık 53 MB olup, vektör verinin boyutuna göre değişiklik gösterir. Bu çalışma kapsamında, QGIS yazılımında kullanılan dört eklenti aracılığıyla “gdb” verisi işlenerek başarılı bir şekilde harita oluşturulmuştur.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, açık kaynaklı QGIS yazılımı kullanılarak 1:25.000 ölçekli KIRŞEHİR İ31-d1 2023 üretimli pafta örneğinde vektör verilerin sembolleştirilmesi sürecinin otomatikleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Sembol düzenleme işlemi, projenin ön hazırlık aşamasında gerçekleştirilmiş; bu süreçte, her bir sembol detaylı bir şekilde incelenmiş, düzenlenmiş ve QGIS sembol kütüphanesine entegre edilmiştir. Bu aşama, işlemlerin hızlandırılması için yazılan eklentilerle desteklenmiş ve böylece zaman alıcı süreçler önemli ölçüde basitleştirilmiş ve hızlandırılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen eklentiler; sembol kütüphanelerinin yüklenmesi, sembolleştirme, ölçeklendirme ve çıktı alma işlemlerini başarıyla yerine getirmekte olup, bu işlemlerin kontrolü için kullanıcı dostu arayüz ekranlarına sahiptir.


Çalışma seçilen uygulama paftasında başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak üretim bandında kullanılabilmesi için pilot paftada bulunmayan semboller özelinde ek çalışma yapılması ve farklı paftalarda test edilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.


Elde edilen sonuçlar, açık kaynaklı yazılım kullanımının, CBS teknolojisinin uygulama alanlarını genişletme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Geliştirilen otomatikleştirme süreçleri, sadece kullanıcıların zamandan tasarruf etmelerini sağlamakla kalmamış, aynı zamanda insan kaynaklı hataları minimize ederek daha kaliteli sonuçların elde edilmesine de olanak tanımıştır. Bu çalışma, yaygın kullanılan açık kaynaklı CBS yazılımı QGIS’in topografik harita yapımı özelinde kartografya alanındaki uygulamalara yönelik katkıda bulunabilecek potansiyelini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu alanda çalışan uzmanlar için faydalı olabilecek araçlar sunmuştur.


Kullanılan teknikler, açık kaynaklı yazılımın esnekliğini ve gücünü açıkça ortaya koymaktadır. Sembol düzenleme sürecinde kullanılan hesaplama araçları, manuel işlemleri otomatikleştirerek zaman tasarrufu sağlamış ve hata oranını önemli ölçüde azaltmıştır. Ayrıca, sembol kütüphanelerinin oluşturulması ve yüklenmesi süreci, kullanıcı ihtiyaçlarına uygun şekilde geliştirilerek CBS kullanıcılarının kendi harita üretim süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanımıştır. Bu otomatikleştirme süreçleri, açık kaynaklı yazılımın sadece maliyet açısından etkin bir alternatif olmadığını, aynı zamanda kullanıcıların ihtiyaçlarına göre yazılımı özelleştirmelerine olanak sağlayan güçlü bir araç olduğunu göstermektedir.

Gelecekteki çalışmalar, bu süreçleri daha da geliştirebilir söz konusu açık kaynaklı yazılımın uygulama alanlarını genişleterek CBS teknolojisinin etkin kullanımını sağlayabilir.

ORCID

Semih KAYA  <https://orcid.org/0009-0009-0390-3030>

İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ  <https://orcid.org/0000-0001-7717-586X>

Osman Nuri ÇOBANKAYA  <https://orcid.org/0009-0009-9770-332X>

KAYNAKLAR

- Akgül, M. F., Bildirici, İ. Ö. ve Çobankaya, O. N. (2024). Topografik Haritalarda Bina Verilerinin Geometrik İyileştirilmesi, *Harita Dergisi*, 171, 14-25.
- Aslan S. (2011). *Orta Ölçek Aralığında Binaların Kartografik Genelleştirmesi* (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bildirici, İ. Ö. (2023). *Kartografya, Harita Tasarımı ve Kullanımı İçin Sanat ve Teknik (3. Baskı)*. Konya: Atlas Akademi.
- DeMers, M. N. (2008). *Fundamentals of geographic information systems*. New Jersey: Hoboken.
- Duckham, M., Sun, Q. C. ve Worboys, M. F. (2023). *GIS: a computing perspective*. Florida: Boca Raton.
- Esri. (2024). ArcGIS Platformu Hakkında, Esri. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://www.esri.com/en-us/arcgis/geospatial-platform/overview#:~:text=What%20is%20ArcGIS%3F,through%20the%20context%20of%20geography>.
- Gandhi, U. (2024). Bir Günde PyQGIS, Mekansal Fikirler. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://courses.spatialthoughts.com/pyqgis-in-a-day.html#writing-plugins>.
- Iguchi, K. (2020). EzPrinter Eklentisi, QGIS Eklentileri. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://plugins.qgis.org/plugins/ezprinter/>.
- Kalle, F. (2022). *1:25.000 Ölçekli Topografik Haritalarda Yerleşim Sınıfı İçin Kartografik Güncelleme Sistemi Tasarımı* (Doktora Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Kaya, S. (2024). *Açık Kaynak Yazılım Kullanılarak 1:25.000 Ölçekli Topografik Harita Tasarımı* (Yayımlanmamış Bitirme Tezi). Harita Genel Müdürlüğü, Harita Yüksek Teknik Okulu, Ankara.
- North Road. (2021). SLYR Eklentisi. North Road. Erişim Adresi (17 Haziran.2024): <https://github.com/north-road/slyr>.
- North Road. (2024). SLYR Eklentisi. North Road. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://north-road.com/slyr/>.
- OpenGISLab. (2019). QGIS ve ArcGIS'de Etiket Döndürme Açılımları, OpenGISLab. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://opengislab.com/blog/2019/12/29/label-rotation-angles-in-qgis-and-arcgis>.
- pgAdmin. (2024). pgAdmin SSS, pgAdmin. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://www.pgadmin.org/faq/#1>.
- PostGIS. (2022). PostGIS Dokümantasyonu. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://postgis.net>.
- PostgreSQL. (2024). PostgreSQL Dokümantasyonu. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://www.postgresql.org/docs/>
- QGIS. (2024). PyQGIS Geliştirici Kitabı Giriş, QGIS. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/pyqgis_developer_cookbook/intro.html.
- QGIS. (2024). QGIS Projesi Genel Bakış, QGIS. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://www.qgis.org/project/overview/>.
- Spyder IDE. (2024). Spyder IDE Belgeleri, Spyder IDE. Erişim Adresi (12 Haziran 2024): <https://docs.spyder-ide.org/current/index.html>.
- Sünsüli, M. (2020). *QGIS ile Python Programlamaya Giriş PyQGIS Sıfırdan İleri Seviyeye PyQGIS*. Erişim Adresi: <https://play.google.com/books/reader?id=4arUDwAAQBAJ&pg=GBS.PP1>.

Göktürk-1 Stereo Uydu Görüntülerinden Doğrudan Yönelme ve Yer Kontrol Noktası Kullanılarak Üretilen Sayısal Yükseklik Modellerinin Doğruluğu (Accuracy of Digital Elevation Models Produced from Göktürk-1 Stereo Satellite Images Using Direct Orientation and Ground Control Point)

Mustafa DURAN¹ , Osman Semih EYİMAYA¹ 

¹Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Bakanlıklar, Ankara
m.duran@hvkk.tsk.tr, semihwymaya@hvkk.tsk.tr

Geliş Tarihi (Received): 27.11.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 22.01.2025

ÖZ

Bu makale çalışmasında yer kontrol noktasının (YKN) Göktürk-1 stereo uydu görüntüleri kullanılarak üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisinin doğruluğuna olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda söz konusu makale çalışmasında üretilen SYM verilerinin düşey yönde doğruluk analizini yaparken referans altlık veri olarak Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) temin edilen ve çalışma bölgelerine homojen olarak dağılan YKN'lerin yükseklik verileri kullanılmıştır.

Bu makalede çalışma bölgesi olarak Konya ili ve Bergama ilçesi sınırları içerisinde kalan iki farklı bölge seçilmiştir. Bu bölgelerin seçiminde arazi yapılarının homojen bir dağılım sergilemesine ve YKN'lerin homojen olarak dağılım göstermesine dikkat edilmiştir.

Söz konusu çalışma bölgelerini kapsayan Göktürk-1 stereo uydu görüntüleri kullanılarak YKN kullanılmadan üretilen SYM verisi ve YKN kullanılarak üretilen SYM verilerinin düşey yönde doğruluklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

SYM verisi üretiminde PCI Catalyst yazılımı kullanılmıştır. PCI Catalyst yazılımında SYM verisi üretiminde 3 farklı yol izlenmiştir. İlk olarak YKN verisi olmadan PCI Catalyst yazılımı tarafından bağlama noktalar toplanarak üretilen SYM verisi, ikinci olarak YKN kullanılıp bağlama noktaları kullanılmadan üretilen SYM verisi ve son olarak YKN ile beraber bağlama noktaları kullanılarak üretilen SYM verileri karşılaştırılarak düşey yönde doğruluk analizleri yapılması amaçlanmıştır. Söz konusu doğruluk analizini yaparken referans veri olarak HGM'den temin edilen ± 1 m doğruluğa sahip olan 53 adet yer kontrol noktalarının yükseklik verileri kullanılmıştır.

YKN kullanılmadan sadece PCI Catalyst yazılımı tarafından toplanan bağlama noktaları (Tie Points-TP) kullanılarak üretilen SYM verisinin doğruluk analizinde çalışma bölgelerinde homojen olarak dağılan toplam 53 adet noktadan farklar alınarak oluşan karesel ortalama hata (KOH) değerlerinin ortalaması 2.33 m ve Lineer Ortalama Hata 90% (LE90) değerlerinin ortalaması 3.83 m olarak analiz edilmiştir.

YKN kullanılarak Göktürk-1 stereo görüntülerinden üretilen SYM verisinin homojen olarak dağılan 53 adet noktadan farklar alınarak oluşan karesel ortalama hata (KOH) değerlerinin ortalaması 1.33 m ve LE90 değerlerinin ortalaması 2.18 m olarak analiz edilmiştir.

YKN ve toplanan bağlama noktaları kullanılarak üretilen SYM verisinin doğruluk analizinde homojen olarak dağılan noktaların farklarından oluşan karesel

ortalama hata (KOH) değerlerinin ortalaması 0.97 m ve LE90 değerlerinin ortalaması 1.59 m olarak analiz edilmiştir.

Sonuç olarak elde edilen bulgu ve analizlere göre YKN kullanılarak üretilen SYM verisinin YKN kullanılmadan üretilen SYM verisine göre düşey yönde doğruluğunun daha iyi olduğu analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), Göktürk-1, Yer Kontrol Noktası, Doğruluk, PCI Catalyst, Bağlama noktası

ABSTRACT

In this article, it is aimed to investigate the effect of ground control point (GCP) on the accuracy of Digital Elevation Model (DEM) data produced using Göktürk-1 stereo satellite images. In this context, while analyzing the vertical accuracy of the DEM data produced in the article in question, the height data of the GCPs obtained from the Directorate General for Mapping (DGM) and distributed homogeneously in the study areas were used as reference base data.

In this article, two different regions within the borders of Konya province and Bergama district were selected as the study area. In the selection of these regions, attention was paid to ensure that the land structures and GCPs were homogeneously distributed.

It is aimed to compare the vertical accuracy of DEM data produced without using GCP and DEM data produced using GCP using Göktürk-1 stereo satellite images covering the study regions in question.

PCI Catalyst software was used to produce DEM data. Three different methods were followed in generating DEM data in the PCI Catalyst software. It is aimed to perform vertical accuracy analyzes by comparing firstly the DEM data produced by collecting tie points by the PCI Catalyst software without GCP data, secondly the DEM data produced by using GCP but without using tie points, and finally the DEM data produced by using tie points together with GCP. While performing the accuracy analysis in question, the altitude data of 53 ground control points with an accuracy of ± 1 m obtained from DGM were used as reference data.

In the accuracy analysis of the DEM data produced by using only the tie points (TP) collected by the PCI Catalyst software without the use of GCP, the Root Mean Square Error (RMSE) values obtained by taking the differences from a total of 53 points distributed homogeneously in the study areas were analyzed as 2.33 m and the average of the LE90 values as 3.83 m.

The Root Mean Square Error (RMSE) values obtained by taking the differences from 53 homogeneously distributed points of the DEM data produced from Göktürk-1 stereo images using YKN were analyzed as 1.33 m and the average of the LE90 values as 2.18 m.

In the accuracy analysis of the DEM data produced using GCP and collected tie points, the Root Mean Square Error (RMSE) values consisting of the differences of homogeneously distributed points were analyzed as 0.97 m and the average of LE90 values as 1.59 m.

As a result, according to the findings and analysis, it has been analyzed that the DEM data produced using GCP has better vertical accuracy than the DEM data produced without using GCP.

Keywords: Digital Elevation Model (DEM), Göktürk-1, Ground Control Point, Accuracy, PCI Catalyst, Tie Point

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama bilimi, teknolojinin gelişimi ile beraber sürekli kendini yenileyen ve güncelleyen bir bilim dalıdır. Söz konusu bu yenileme ile beraber uzaktan algılama teknolojisi ile yer küre hakkında çeşitli bilgiler elde edilebilmektedir.

Uzaktan algılama biliminin en fazla gelişim gösterdiği alanın uzay bölümü olduğu görülmektedir. Bu kapsamda çeşitli gelişmiş uydu sistemleri uzaya fırlatılmıştır. Bu uyduların bazı teknik özelliklerine göre kullanım alanları değişmektedir. Uzayda yer alan uydu sistemlerinin genel olarak kullanımını, yer küredeki herhangi bir nokta veya bölge hakkında bilgi edinmek olarak özetlemek doğru olacaktır.

Ülkemiz uzaktan algılama bilimi üzerine son dönemlerde büyük gelişim göstermektedir. Bu gelişimin bir ürünü olan bir optik uydu sistemine sahip Göktürk-1 uydusu ile yer kürede herhangi bir bölgenin yüksek çözünürlükte görüntüleri elde edilebilmektedir. Elde edilen söz konusu uydu görüntüleri ile çeşitli yazılımlar kullanılarak farklı coğrafi bilgiler ve analizler üretilebilmektedir. Bu verilerden birisi de sayısal yükseklik modelidir (SYM). SYM verisi yeryüzünde herhangi bir noktanın veya bölgenin yükseklik bilgisini veren bir veri türüdür.

SYM verisi bir bölgenin, alanın ve yüzeyin karakteristik özelliklerinin yansıdığı, arazi üzerindeki yükseklik farklarının gösterildiği ve araziyi 3 boyutlu olarak tanımlayan bir coğrafi modeldir.

SYM verisi arazi üzerindeki tüm nesnelere yükseklik bilgilerinin olduğu doğal oluşumlar

(orman vb.) ve yapay (binalar vb.) detayların yüksekliklerini de içermektedir. SYM uzaktan algılama bilimi için önemli bir üründür. Anlamı olmayan ham uydu görüntüleri ortofoto yapımında kullanılmaktadır. Burada kullanılan SYM verisinin doğruluğu ortofotonun doğruluğuna büyük oranda artıracaktır.

Uzaktan algılama biliminde SYM verisi üretimi çeşitli teknikler kullanılarak yapılmaktadır. Bu tekniklerden en çok tercih edilen stereo görüntü çiftleri kullanılarak üretim ile birlikte, Lazer tarama (LIDAR), Radar İnterferometri (InSAR) ve izohipslerden SYM verisi üretimi de gerçekleştirilmektedir. Stereo görüntü çiftleri kullanılarak SYM verisi üretimini açıklayacak olursak, iki görüntü arasında karşılıklı örtüşen noktaların belirlenmesi gerekmektedir. Çeşitli uzaktan algılama yazılımları yardımıyla bağlama noktalar belirlenebilmektedir. Ancak belirlenen bu bağlama noktaları arazi yüzeyini tam olarak yansıtamamaktadır. Bu sorun toplanan noktaların konumlarının bilinmemesidir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için yüzeyin enterpolasyonu ve sıklaştırılması gerekmektedir. Söz konusu toplanan noktalar enterpole edildikten sonra arazi yüzeyi tam anlamıyla temsil edilmektedir. Son aşama olarak üretilen SYM verisinin kontrol edilmesi ve düzenlenmesi gereken kısımların düzenlenerek kullanıma sunulacak hale getirilmesi işlemidir. Yüksek çözünürlüklü optik uydu sistemlerinin var olması ve yaygın olması sebebi ile optik uydulardan elde edilen stereo görüntüler kullanılarak üretilen SYM verileri yüksek çözünürlük ve doğruluk istenen çalışmalarda sık sık kullanılmaktadır (Duran, 2024).

Öte yandan üretimi yapılan SYM'lerin doğruluğu, topoğrafyanın özelliğine, örnekleme sıklığına, seçilen enterpolasyona ve yersel çözünürlük gibi birtakım faktörlere bağlıdır. Söz konusu faktörler üretimi yapılan SYM'nin doğruluğu açısından çok önemlidir (Eyimaya, 2024).

Arasan ve diğerleri (2020) tarafından da, Göktürk1 uydusundan iki farklı bölgede elde edilen stereo görüntülerden farklı yöntemlerle üretilen SYM ve ortogörüntülerin yatay ve düşey doğrulukları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, Göktürk-1 uydu görüntülerinden üretilen ortogörüntü ve SYM doğruluklarının, ortogörüntü üretiminde kullanılan Sayısal Arazi Modeli (SAM), seçilen yöntem ve görüntünün çekim açısına göre değişiklik göstermekle birlikte Göktürk-1 uydusu için açıklanan; ± 2 m'den daha yüksek doğruluklu

ortogörüntü ve ± 3 m'den daha yüksek doğruluklu SYM elde edebildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Ağdaş (2022) tarafından yüksek çözünürlüklü elektro-optik uydu sistemleri arasında yer alan Göktürk-1 uydusunca alınan görüntülerden, uygun nitelik ve dağılımda YKN ve Bağlama Noktası (BN) kullanılması durumunda, uydu teknik özelliklerinde belirtildiği gibi %90 güven aralığında ± 3 m'den daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu makalede Göktürk-1 stereo uydu görüntüleri kullanılarak YKN kullanılmadan üretilen SYM verisi ile HGM'den temin edilen YKN'ler kullanılarak üretilen SYM verilerinin doğruluk analizleri yapılmış ve yer kontrol noktasının ve doğrudan yönelme elemanlarının üretilen SYM verisinin doğruluğuna olan etkisinin analizi amaçlanmıştır.

1. MATERYAL ve METOT

a. Çalışma Alanı ve Veriler

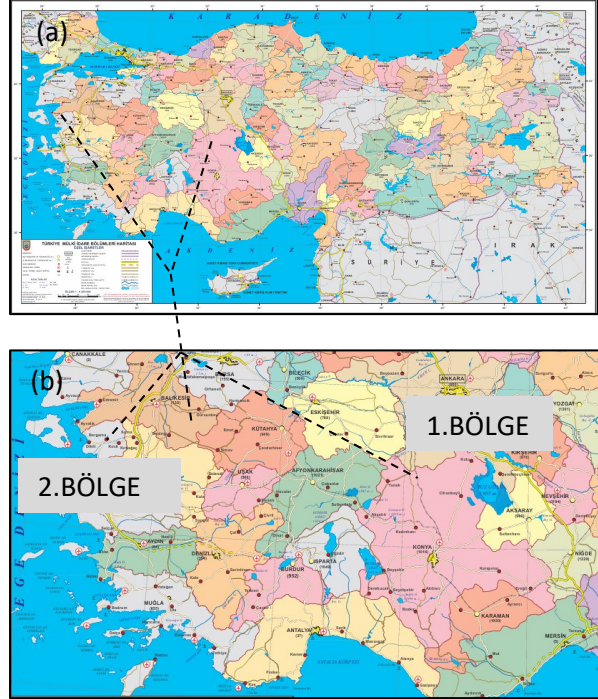
Bu makalede Konya ili ve Balıkesir ili Bergama ilçe sınırları içerisinde kalan iki farklı bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu bölgeleri kapsayacak şekilde Göktürk-1 stereo uydu görüntü çiftleri temin edilmiştir. Uydu görüntüleri temin edildikten sonra genel manada bulutluluk olmaması ve çalışma bölgesini kapsamı gibi bazı teknik kontroller yapılmıştır.

Makalede SYM verisi üretimi yapılırken söz konusu çalışma bölgelerinde bulunan ve HGM'den temin edilen YKN'ler kullanılmıştır. Üretilen SYM verilerinin düşey yönde doğruluk analizi yapabilmek için ise referans veri olarak yer kontrol noktalarının yükseklik bilgileri kullanılmıştır. Çalışma bölgeleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çalışma bölgelerinden alınan Göktürk-1 stereo uydu görüntü çiftlerinden PCI Catalyst yazılımı kullanılarak SYM verileri üretilmiştir. SYM verisi üretim aşamasında görüntü eşleme işlemi hızlandırmak için Japonya Uzay Araştırma Ajansına (JAXA) ait Advanced Land Observing Satellite (ALOS) verisi kullanılmıştır. ALOS yükseklik verisinin yer örnekleme aralığı 30 m'dir.

PCI Geomatica yazılımında bağlama noktaları, Hızlı Fourier Dönüşümü Faz Eşleştirme (Fast Fourier Transform Phase Matching-FFTP) ve Normalleştirilmiş Çapraz Korelasyon (Normalized Cross Correlation-NCC) görüntü eşleme yöntemleri kullanılmıştır. Bağlama noktaları

oluşturduktan sonra "Otomatik DEM Çıkarımı (Automatic DEM Extraction)" modülü kullanılarak stereo uydu görüntülerinden SYM verisi üretimi gerçekleştirilmiş ve görüntü eşleme yöntemi olarak Semi-Global Matching (SGM) kullanılmıştır.



Şekil 1. (a) (b) Çalışma alanı (Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiştir.)

PCI Geomatica yazılımında otomatik SYM oluşturmak için, X yönünde yükseklik paralaksını korumak amacıyla ön ve arka stereo görüntülerden bir çift yarı epipolar görüntü oluşturulur. Daha sonra bu görüntülerin ilgili gri değerlerinin karşılaştırılması yoluyla SYM'yi oluşturmak için otomatik görüntü eşleme yöntemi kullanılır.

Sol ve sağ epipolar görüntülere karşılık gelen pikselleri bulmak için bu yöntem, sıralı şekilde normalleştirilmiş alt piksel ortalama çapraz korelasyon eşleştirme yapar. Kullanılan gerçek eşleştirme yöntemi, eşleşen her piksel için 0 ile 1 arasında korelasyon katsayıları üretir; bu katsayılardan 0 toplam uyumsuzluğu ve 1 en doğru eşleşmeyi temsil eder. Daha sonra, alt piksel doğruluğuyla eşleşme konumunu bulmak için maksimum korelasyon katsayılarının etrafına ikinci dereceden bir yüzey yerleştirilir. Görüntüler arasındaki konum farkı, arazi yükseklik farklarından kaynaklanan eşitsizliği veya paralaksı verir. Bu işlem sonrasında 3 boyutlu bir uzay-kesişme çözümü kullanılarak WGS84 elipsoidinin

uydusudur. Pushbroom prensibiyle çalışarak sırasıyla 0.5 m ve 2 m çözünürlükte pankromatik ve MS görüntüler elde etmektedir. Sensörün nadirdeki tarama genişliği 15 km'dir (Gültekin ve diğerleri, 2019).

Göktürk-1 uydusu yörünge istikametine ek olarak doğu-batı ve kuzey-güney istikametine çekim yapabilme kabiliyetine ve mevcut yer istasyonları ile günlük en fazla 902 spot görüntü indirme ve işleme kapasitesine sahiptir. Göktürk-1 uydusunun dünya etrafındaki bir turu yaklaşık 98 dakikadır. Göktürk-1 uydusuna ait teknik özellikler Tablo 2'de gösterilmiştir (Telespazio, 2017).

Tablo 2. Göktürk-1 Uydusu Teknik Özellikleri.

Özellikler	Göktürk-1 Uydusu
Yörünge Tipi	Güneş Eş Zamanlı
Yörünge İrtifası	681 km
Eğim Açısı	98.11°
Yörünge Hızı	7.5 km/saniye
Periyot	98 dk. 11 s.
Spot Boyutu	15x15 km
Şerit Genişliği	15 km
Şerit Uzunluğu	780 km (tek geçişte indirebilecek) 14.300 km (azami çekim kabiliyeti)
Çözünürlük	0.5 m Siyah-Beyaz 2 m Renkli
Görüntüleme Sıklığı	2-3 gün ($\pm 30^\circ$ yönelme açısıyla) 11 gün ($\pm 5^\circ$ yönelme açısıyla)

Kullanıcı isteklerine göre Göktürk-1 uydusu çekim planlaması yapılır. İlgili bölgeye ait uydu

çekimini yaptıktan sonra yer kontrol istasyonuna ham görüntü (L0) transferi gerçekleştirilir.

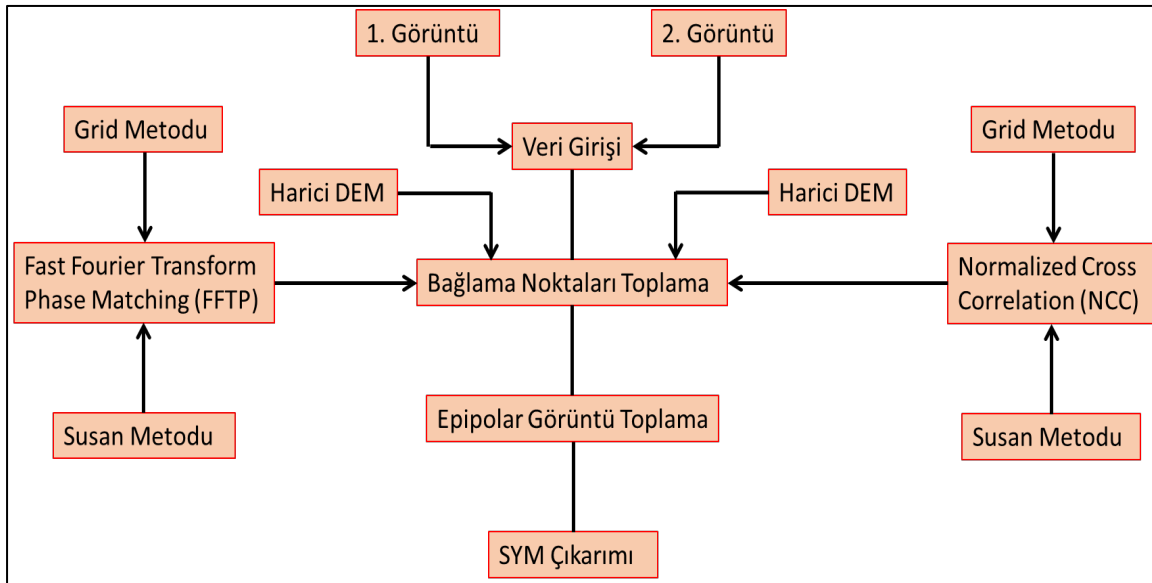
L0 seviye görüntü üzerinde çeşitli görüntü işleme algoritmaları çalıştırılarak radyometrik düzeltmesi yapılmış Seviye-1 (L1) görüntüler elde edilmiş olur.

Elde edilen L1 seviye görüntüler üzerinden geometrik düzeltme yapılarak Seviye-2A (L2A) görüntüler oluşturulur, bu görüntülere coğrafi düzeltme yapılarak Seviye-2B (L2B) görüntüler elde edilir. L2A görüntülerini kullanarak yükseklik verilerinin yardımıyla ortofoto elde etme işlemiyle L3A seviye görüntüler oluşturulurken, ortofoto yapma aşamasında yer kontrol noktaları kullanılırsa L3B seviye görüntüler elde edilir. Seviye-4 (L4A) görüntüler elde edilmesinde L2A seviye görüntüler kullanılır, ortofotolar (L3A, L3B) kullanarak mozaiklenmiş görüntüler (L5) ve tematik harita (L6) üretilir (Akdeniz, 2022).

2. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu makalede çalışma bölgelerini kapsayan iki farklı Göktürk-1 stereo görüntü çifti temin edilmiştir. Bu görüntü çiftleri kullanılarak PCI Catalyst yazılımında farklı metotlar kullanılarak SYM verisi üretimi gerçekleştirilmiştir.

SYM verisi üretilirken görüntü eşleme işlemi hızlandırmak için ALOS yükseklik verisi kullanılmıştır. Üretilen SYM verileri arasındaki düşey yönde doğruluk karşılaştırılması aşamasında homojenliği sağlamak amacıyla 0.5 m çözünürlüğünde yükseklik verileri üretilmiştir. PCI Catalyst yazılımında stereo görüntüleri kullanarak SYM verisi üretimi aşamasını gösteren iş adımları Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Stereo Görüntülerden SYM Üretimi İş Adımları.

Söz konusu iş adımları takip edilerek her iki bölgede üretilen SYM verileri 0.5 m çözünürlüğe sahip olarak üretilmiştir. Üretilen SYM verilerinin HGM'den temin edilen YKN'ler ile doğruluk analizi yapılmıştır.

Birinci bölgede YKN kullanılmadan sadece yazılım tarafından toplanan bağlama noktaları (Tie Point) kullanılarak SYM verisi üretilmiştir. Üretilen SYM verisinin düşey yönde doğruluk analizinde çalışma bölgesinde homojen olarak dağılan ve HGM'den temin edilen 34 adet YKN'ler ile farklar alınarak oluşan KOH değeri 2.44 m ve LE90 değeri 4.01 m olarak analiz edilmiştir.

Birinci bölgede üretilen SYM verisinin YKN'ler kullanılarak farklarından oluşan değerler Tablo 3'de ve bu farklara yönelik oluşturulan grafik Şekil 5'de sunulmuştur.

Tablo 3. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	1.9033 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	2.4394 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	4.0125 m



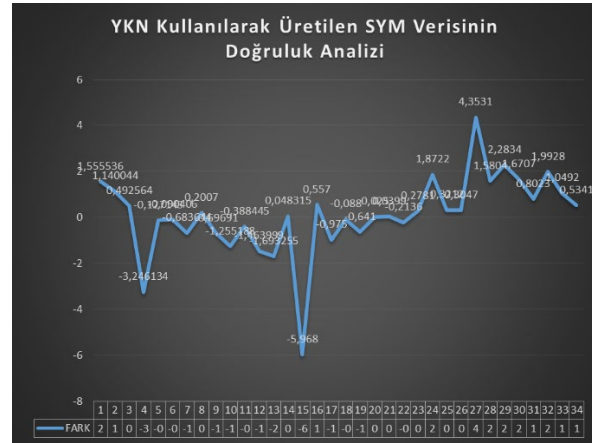
Şekil 5. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

Birinci bölgede HGM'den temin edilen YKN'ler kullanılarak Göktürk-1 stereo uydu görüntülerinden SYM verisi PCI Catalyst yazılımında üretilmiştir. Üretilen SYM verisinin düşey yönde doğruluk analizi yapılırken çalışma bölgesinde homojen olarak dağılan 34 adet yer kontrol noktasından farklar alınarak oluşan KOH değeri 1.70 m ve LE90 değeri 2.80 m olarak analiz edilmiştir.

Söz konusu farklara yönelik değerler Tablo 4'te ve nokta bazlı farkları gösteren grafik Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 4. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	1.1362 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	1.7049 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	2.8045 m



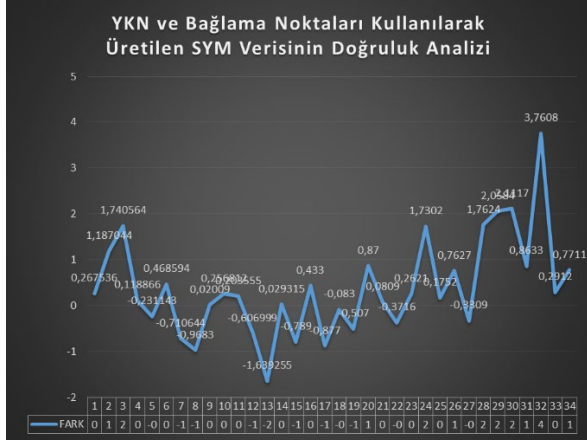
Şekil 6. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

Birinci bölgede HGM'den temin edilen YKN ve PCI Catalyst yazılımı tarafından toplanan bağlama noktaları (TP) kullanılarak üretilen SYM verisinin doğruluk analizinde homojen olarak dağılan noktaların farklarından oluşan KOH değeri 1.12 m ve LE90 değeri 1.85 m olarak analiz edilmiştir.

Birinci bölgede üretilen SYM verisinin YKN'lere göre farklarından oluşan değerler Tablo 5'de ve bu farklara yönelik oluşturulan grafik Şekil 7'de sunulmuştur.

Tablo 5. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	0.8041 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	1.1286 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	1.8564 m



Şekil 7. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

İkinci bölgede YKN kullanılmadan sadece PCI Catalyst yazılımı tarafından toplanan bağlama noktaları (Tie Point) kullanılarak SYM verisi üretilmiştir. Üretilen SYM verisinin düşey yönde doğruluk analizinde çalışma bölgesinde homojen olarak dağılan ve HGM'den temin edilen 19 adet YKN'leri ile farklar alınarak oluşan KOH değeri 2.22 m ve LE90 değeri 3.65 m olarak analiz edilmiştir.

İkinci bölgede üretilen SYM verisinin YKN'lere göre farklarından oluşan değerler Tablo 6'da ve bu farklara yönelik oluşturulan grafik Şekil 8'de sunulmuştur.

Tablo 6. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	1.4537 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	2.2202 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	3.6519 m

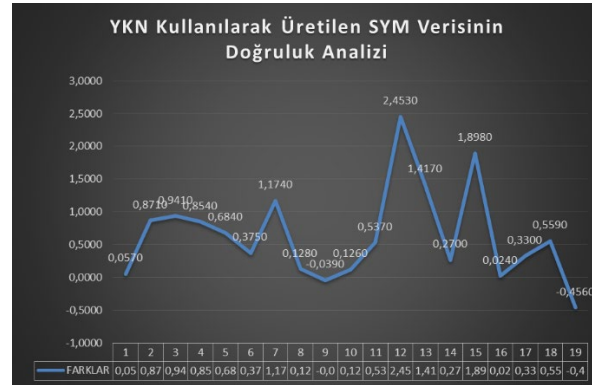


Şekil 8. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

İkinci bölgede HGM'den temin edilen YKN'leri kullanılarak Göktürk-1 stereo görüntülerinden SYM verisi PCI Catalyst yazılımında üretilmiştir. Üretilen SYM verisinin düşey yönde doğruluk analizi yapılırken çalışma bölgesinde homojen olarak dağılan 19 adet yer kontrol noktasından farklar alınarak oluşan KOH değeri 0.94 m ve LE90 değeri 1.55 m olarak analiz edilmiştir. Söz konusu farklara yönelik değerler Tablo 7'de ve nokta bazlı farkları gösteren grafik Şekil 9'da gösterilmiştir.

Tablo 7. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	1.1636 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	0.9463 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	1.5566 m



Şekil 9. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

İkinci bölgede HGM'den temin edilen YKN ve yazılım tarafından toplanan bağlama noktaları (TP) kullanılarak üretilen SYM verisinin doğruluk analizinde homojen olarak dağılan noktaların farklarından oluşan KOH değeri 0.80 m ve LE90 değeri 1.33 m olarak tespit edilmiştir. Söz konusu farklara yönelik değerler Tablo 8'de ve nokta bazlı farkları gösteren grafik Şekil 10'da gösterilmiştir.

Tablo 8. Farklardan Oluşan Metrik Değerler.

	Değerler (m)
Farkların Ortalaması	0.5648 m
Karesel Ortalama Hata (KOH)	0.8097 m
Lineer Ortalama Hata (LE90)	1.3318 m



Şekil 10. Nokta Bazlı Farklardan Oluşan Metrik Değerlere Ait Grafik.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Göktürk-1 stereo uydu görüntüleri kullanılarak farklı metotlar kullanılarak SYM verisi üretilmiştir. Bu metotların SYM verisinin kalitesine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.


Bu kapsamda yapılan çalışmada PCI Catalyst Yazılımı kullanılarak SYM verileri üretilmiştir. YKN'ler kullanılarak üretilen SYM verilerinin ortalama LE90 değeri yaklaşık 2.17 m olarak bulunmuştur. Bağlama noktalar kullanılarak üretilen SYM verilerinin ortalama LE90 değeri yaklaşık 3.83 m olarak bulunmuştur. Hem YKN'ler hem de bağlama noktalar kullanılarak üretilen SYM verilerinin ortalama LE90 değeri yaklaşık 1.59 m olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak SYM verisi üretiminde YKN noktalarının olmadığı bölgelerde bağlama noktalarının kullanılabileceği ve SYM verisinin doğruluğuna olumlu yönde etki edebileceği değerlendirilmektedir.

ORCID

Mustafa DURAN 

<https://orcid.org/0009-0001-2182-6747>

Osman Semih EYİMAYA 

<https://orcid.org/0000-0002-3267-1939>

KAYNAKLAR

Akdeniz, M. (2022). *Göktürk-1 Uydu Görüntülerinden Üretilen Sayısal Yükseklik Modelinin Doğruluğunun Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi)*. Konya. <https://gcris.ktun.edu.tr/handle/20.500.13091/3856>

Arasan, G., Yılmaz, A., Fırat, O., Avşar, E., Güner, H., Aygün, K. ve Yüce, D. (2020). Accuracy Assessments of Göktürk-1 Satellite Imagery. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 160-168. doi:10.26833/ijeg.650899

Ağdaş, T. (2022). *Göktürk-1 Uydu Görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli Üretimi ve Doğruluk Analizi (Yüksek lisans tezi)*. Konya. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/9094>

Cam, A. ve Topan, H. (2017). RASAT ve GÖKTÜRK-2 Görüntülerinin Gerçek Yer Örnekleme Aralığının Belirlenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*. doi:10.7212%2Fzku.fbd.v8i1.1055

Cheng, P. ve Chaapel, C. (2008). Using WorldView-1 Stereo Data with or without Ground Control Points - Automatic DEM Generation. *GEOInformatics*. https://www.researchgate.net/publication/263272412_Using_WorldView1_Stereo_Data_with_or_without_Ground_Control_Points_Automat%ic_DEM_Generation




Duran, M. (2024). *Kompsat-5 SAR Görüntüleri Kullanılarak Üretilen SYM Verisinin Hassasiyetinin Araştırılması (Yüksek lisans tezi)*. Zonguldak.

Eyimaya, O. S. (2024). *6 Şubat 2023 Depremlerinin Adıyaman Tut İlçesindeki Yükseklik Değişimine Etkisinin Göktürk-1 Verilerinden Üretilen Sayısal Yükseklik Modeli Kullanılarak İncelenmesi (Yüksek lisans tezi)*. Konya.

Gültekin, F. G., Atak, V. O., Ayaz, M. E. ve Arı, M. (2019, June). Geometric accuracy in satellite imagery: Test methods and göktürk-1 performance evaluation. In *2019 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)* (pp. 813-819). IEEE. doi: 10.1109/RAST.2019.8767793

Telespazio, 2017, Göktürk-1 Sistem Özellikleri Teknik Notu.

Kartografyanın Geçmişi, Günümüzü ve Geleceği Üzerine İnceleme (Review of The Past, Present and Future of Cartography)

Ahmet Sezgin AKTAŞ¹ , İbrahim YILMAZ² , Mustafa YILMAZ² 

¹Harita Genel Müdürlüğü, Kartografya Dairesi, Cebeci, Ankara

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Merkez, Afyonkarahisar
ahmetsezgin.aktas@harita.gov.tr, iyilmaz@aku.edu.tr, mustafayilmaz@aku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 10.12.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 22.01.2025

ÖZ

Kartografya, yüzyıllar boyunca toplumların coğrafi bilgiyi görselleştirme ve organize etme süreçlerinde merkezi bir rol oynamıştır. Tarih boyunca gelişen bu disiplin, özellikle dijital teknolojilerin ilerlemesiyle birlikte önemli dönüşümler geçirmiştir. Bu makalede, kartografyanın tarihsel gelişim süreci incelenmiş, günümüzdeki durumu değerlendirilmiş ve gelecekteki potansiyel yönelimleri irdelenmiştir. Kartografyanın temel prensipleri, teknoloji ile nasıl uyum sağladığı ve gelecekte hangi yenilikleri bünyesine katabileceği irdelenmiştir. Bu makale ile kartografya disiplininin giderek daha fazla dijitalleşeceği ve yapay zekâ, uzaktan algılama, otomatik haritalama, sanal gerçeklik gibi teknolojilerle daha entegre hale geleceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kartografya, Dijital Haritalar, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Bilgisayar Destekli Haritalar, Yapay Zekâ (YZ).

ABSTRACT

Cartography has played a central role in visualizing and organizing geographical information throughout centuries. This discipline, which has evolved significantly over time, has undergone remarkable transformations, particularly with the advancement of digital technologies. This article examines the historical development of cartography, evaluates its current state, and explores potential future directions. The fundamental principles of cartography, its adaptation to technology, and the innovations it may embrace in the future are discussed. The study predicts that the discipline of cartography will become increasingly digitized and more integrated with technologies such as artificial intelligence, remote sensing, virtual reality and automated mapping.

Keywords: Cartography, Digital Maps, Geographic Information Systems (GIS), Computer-Aided Maps, Artificial Intelligence (AI).

1. GİRİŞ

Kartografya, coğrafi verinin görselleştirilmesi ve mekânsal bilginin organize edilmesi için kullanılan bir bilim dalıdır (Tanrıku, 2019). İlk haritaların basit çizimler şeklinde mağara duvarlarında ortaya çıkmasından, dijital haritaların yaygınlaşmasına kadar uzun bir geçmişi bulunmaktadır. Tarih boyunca, haritalar çeşitli

amaçlarla kullanılmış; toplumların kültürel, ekonomik ve bilimsel gelişimlerinde önemli roller üstlenmiştir (Pickles, 2011). Bu çalışma, kartografyanın tarihsel gelişimini, günümüzdeki teknolojik yeniliklerle nasıl evrildiğini ve gelecekte hangi yönelimlerin öne çıkabileceğini incelemektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında kartografyanın tarihsel gelişim süreci, günümüz teknolojileri ve gelecekteki potansiyel yönelimleri incelenmiştir. İlk olarak, kartografyanın tarihsel gelişimi üzerine kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, dünyanın farklı bölgelerinde ve farklı zaman dilimlerinde ortaya çıkan önemli harita örnekleri analiz edilmiştir.

Elde edilen bilgiler, haritacılığın insanlık tarihi üzerindeki etkisini ve coğrafi bilgiye dayalı görselleştirme yöntemlerinin zaman içinde nasıl çeşitlendiğini ortaya koymak amacıyla değerlendirilmiştir.

3. KARTOGRAFYANIN GEÇMİŞİ

Harita, belirli bir referans sistemine göre konumlandırılmış coğrafi nesnelere ve bu nesnelere dair bilgilerin, özel işaretler ve yazılarla bir düzlem üzerine aktarılmasıdır. Bu aktarım, insanoğlunun ilgilendiği bir bölgenin bir kısmında ya da tamamında, belirli bir ölçek dâhilinde yapılır (Harley ve Woodward, 1987). Kartografya ise, Uluslararası Kartografya Birliği (International Cartographic Association) tarafından 1995 yılında; haritalar ile ilgili bilimsel verilerin işlenmesi ve sanat çalışmalarını kapsayan, harita yapım sanatı, bilimi ve teknolojisi olarak tanımlanmıştır (Çobanoğlu, 2016).

Kartografya tarihine dair önemli aşamalar tanımlanarak günümüzdeki durumu değerlendirilmiştir. Bölüm 3.a., 3.b, 3.c. ve 3.ç.'de insanoğlunun coğrafi bilgilerle harita oluştururken belirli sembollere gereksinim duyduğundan, bölüm 3.d'de yeryüzü düzleme aktarılırken belirli bir matematiksel formül ile yansıtılıp bozuklukların giderilmesi için projeksiyonların kullanıldığından, bölüm 3.e.'de 20. yüzyılda teknolojinin

gelişmesiyle yaygınlaşan Modern Dönem Dijitalleşme ve Bilgisayar Destekli Haritalardan bahsedilmektedir.

a. Mezhyrich'te Bulunan Harita (MÖ 12050)

1965 yılında bir çiftçinin arazisinde bulunan mamut kemiklerinin keşfiyle başlatılan arkeolojik kazılar, bu alanın tarih öncesi bir kamp veya konaklama merkezi olarak kullanıldığını ortaya koymuştur. CroMagnon adı verilen Avrupa Geç Paleolitik dönemi içerisinde yaşamış insanların kullandığı düşünülen bu kamp alanında fildişi üzerine kazılı figürler bir harita olarak yorumlanmaktadır. Alanın tarihlendirilmesi günümüzden önce (BP) 14.000 yıla (MÖ 12.050) karşılık gelmektedir. Mezhyrich haritası, dünya üzerinde bilinen en eski harita olarak kabul edilmektedir. (Çobanoğlu, 2016). Mezhyrich haritası Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Mezhyrich Haritası ("Mezhyrich archeological site", 2024)

b. Çatalhöyük Haritası (MÖ 6200)

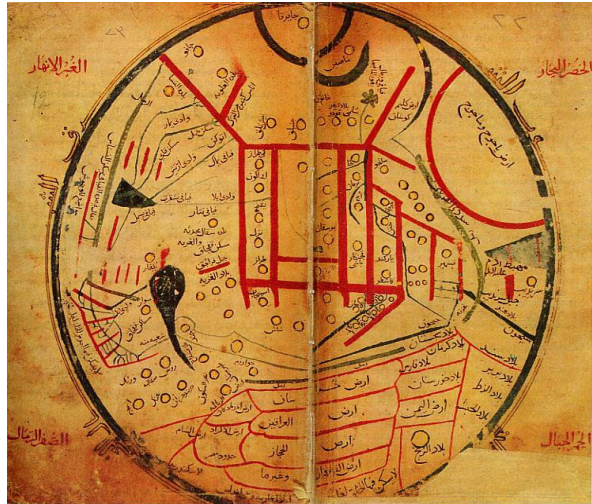
Çatalhöyük'te yer alan dünyanın en eski haritası olarak kabul edilen duvar resmi, Anadolu'da bulunmuş bir yerleşimi ve bir yanardağı tasvir eder (Mellaart, 1967). Çatalhöyük haritası, bu yerleşimin düzenini ve toplumsal yaşamı belgeleyen en eski örneklerden biridir. Kartografik açıdan düşünüldüğünde, toplumların mekansal bilgilerini kaydetme ihtiyacının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çatalhöyük Haritası Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Çatalhöyük Haritası ("Dünyanın en eski yerleşim yeri", 2024).

c. Dîvânü Lügâti't-Türk Haritası (1072-1074)

Kaşgarlı Mahmud'un Dîvânü Lügâti't-Türk adlı eserinde yer alan bu harita, Türk boylarının yaşadığı coğrafyaları sembollerle göstermektedir. Bu harita, Türk kültürünün geniş coğrafi alana yayılımını belgelemektedir (Kafesoğlu, 1984). Dîvânü Lügâti't-Türk'te yer alan bu harita, dönemin haritacılık bilgisi ve kültürel algısını yansıtarak Türk tarihinin kartografik açıdan önemli bir belgesi olarak kabul edilmektedir (Adalıoğlu, 2007), Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Dîvânü Lügâti't-Türk Haritası (Akalin, 2008)

ç. Pîrî Reis Haritası (1513)

Osmanlı döneminin ünlü denizcisi Pîrî Reis'in 1513 yılında hazırladığı harita, Amerika kıtasının bilinen ilk detaylı haritalarındandır. Pîrî Reis'in haritası, Osmanlı'nın denizcilik bilgisini ve haritacılık bilgisini ortaya koymaktadır (Kafesoğlu, 1984). Bu harita, Güney Amerika kıyılarını şaşırtıcı bir doğrulukla tasvir ederek, dönemin en

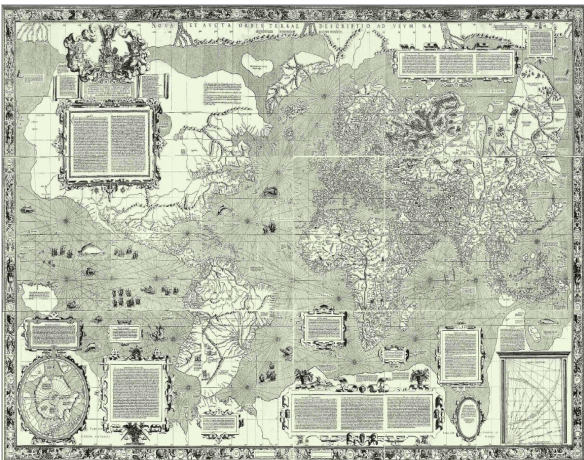
gelişmiş haritacılık tekniklerini sergiler. Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Piri Reis Haritası ("The Piri Reis World Map", 2024)

d. Coğrafi Keşifler Çağı ve Gerardus Mercator'un Haritası (1569)

Gerardus Mercator'un 1569 yılında geliştirdiği projeksiyon sistemi, haritacılıkta çığır açmıştır. Merkator projeksiyonu, özellikle denizcilikte kullanılabilirliği artırmıştır ve modern haritacılığın temel taşlarından biri olmuştur. Şekil 5'te Gerardus Mercator'un Dünya haritası yer almaktadır.



Şekil 5. Gerardus Mercator'un Dünya Haritası ("Haritacılığın tarihsel gelişimi", 2024)

e. Modern Dönem Dijitalleşme ve Bilgisayar Destekli Haritalar (20. Yüzyıl)

20. yüzyılda bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle haritalar dijital ortama taşınmış, yüksek doğruluk oranlarıyla üretilmeye başlanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uydu görüntüleme, çevresel analizler ve kentsel planlamada önemli bir rol oynamaktadır.

4. GÜNÜMÜZ KARTOGRAFYA TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde, geçmişe kıyasla çok daha fazla konumsal verinin mevcut olması, çeşitli algılayıcılar aracılığıyla gerçek zamanlı veri toplanması ve bu verilerin entegre veri tabanlarında belirli standartlar ve kurallar doğrultusunda depolanabilmesi, harita oluşturma süreçlerine katkı sağlayan tüm disiplinleri ve dolayısıyla kartografyayı etkilemiştir (Monmonier, 1991). Haritalar, bu büyük veri setleriyle kullanıcılar arasında etkili bir ara yüz haline gelmeye başlamıştır. Bu bağlamda, teknoloji odaklı bir dönüşüm yaşansa da, birçok kartografik ilke değişmemiş, büyük veri yoğunluğu arasında bazıları daha da ön plana çıkmıştır.

Modern haritacılık ve kartografya bilimi, harita kullanıcılarına konumsal ilişkiler kurma, karar alıcıları destekleme ve genel olarak kalkınma, ekonomik gelişim ile risk yönetimi alanlarında kritik bir rol oynamaktadır. Bu rol, kartografyanın önemini vurgularken, aynı zamanda sürekli gelişen teknolojilerle etkileşim içinde kalarak, harita kullanıcılarının ilgisini çekecek ürünler üretmeye devam edeceğinin bir teminatı olmaktadır. Bu teknolojiler arasında en belirgin olanlar; Bölüm 4.b. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bölüm 4.c. Web Tabanlı Haritalar ve Mobil Uygulamalar ve Bölüm 4.ç. de yer alan Yapay Zekâ gibi araçlardır. Bu teknolojiler, coğrafi verilerin etkin bir şekilde yönetilmesi, karar alma süreçlerinin hızlanması ve yerel ile küresel ölçekte sorunların çözülmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

a. Projeksiyonlar ve Koordinat Sistemleri

Harita yapımında kullanılan projeksiyonlar ve koordinat sistemleri, yer yüzeyinin iki boyutlu bir düzleme aktarılmasında rol oynamaktadır. Projeksiyonlar, dünya yüzeyindeki noktaların harita üzerinde doğru bir şekilde temsil edilmesini sağlarken, farklı projeksiyon türleri, harita yapımında kullanılan alan, mesafe ve açı bilgilerini doğru yansıtabilmek amacıyla seçilir (Bildirici, 2023). Merkator Projeksiyonu, denizcilik haritalarında sıklıkla tercih edilen bir projeksiyon türüdür. Ancak, kutup bölgelerinde ciddi distorsiyonlara yol açmaktadır.

Tablo 1. Kullanım amacına göre projeksiyon seçiminin avantajları ve dezavantajları.

Projeksiyon	Kullanım Alanı	Avantajlar	Dezavantajlar
Merkator	Denizcilik, Deniz Yolları Haritaları	Yön ve mesafe doğruluğu, denizcilikte kullanılır.	Kutuplarda bozulmalar, alan yanlış temsil edilir.
Lambert Konformal Konik	Bölgesel Haritalar, Hava Haritaları	Orta enlemlerde doğru mesafe ve alan sağlar.	Kutuplara yakın bölgelerde bozulma yaşanır.
Transverse Merkator	Küçük Alanlar, Topograf Haritalar	Küçük alanlar, ekvatorda yüksek doğruluk.	Büyük alanlarda bozulmalar artar.

Merkator Projeksiyonu, doğrusal mesafe ve yön bilgisi sağlamakta başarılıdır, ancak kutuplara yakın bölgelerde büyük bozulmalar meydana gelmektedir. Lambert Konformal Konik ve Transverse Merkator gibi projeksiyonlar, özellikle bölgesel haritalar için daha uygundur ve belirli bölgelerde doğruluğu artırmaktadır (Bildirici 2019).

Projeksiyon seçimi, haritanın kullanım amacına göre yapılmalıdır. Kullanım amacına göre projeksiyon seçiminin avantajları ve dezavantajları Tablo 1'de yer almaktadır. Ayrıca, koordinat sistemleri, projeksiyonlarla birlikte kullanılarak, harita üzerindeki her noktanın dünya üzerindeki gerçek konumunu belirler. Enlem ve boylam gibi coğrafi koordinatlar veya düzlem koordinatları (X, Y, Z), harita üzerindeki konumları tanımlamak için kullanılır.

b. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal verilerin dijital ortamda toplanması, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi süreçlerini bütüncül bir şekilde yöneten yenilikçi bir teknolojidir. CBS, coğrafi verileri etkili bir şekilde işleyerek kullanıcılara kapsamlı analizler yapma imkânı tanır. Bu sistemler yalnızca verilerin depolanması ile sınırlı kalmaz; aynı zamanda bu verilerin harita üzerinde görselleştirilmesini, analize tabi tutulmasını ve anlamlı sonuçlar üretilmesini de sağlar (Uluğtekin ve Bildirici, 1997). CBS, özellikle şehir planlama, ulaşım yönetimi ve afet yönetimi gibi stratejik alanlarda kritik bir rol oynamaktadır.

Millî haritacılık kurumu olan Millî Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü (HGM) CBS'yi verilerin depolanması, görselleştirilmesi, veri analizi ile harita yapılması, işlemlerin otomatikleştirilerek hızlandırılması amacıyla kullanmaktadır. Ayrıca belediyelerde kentsel gelişim planlaması kapsamında, şehrin genişleme sürecine, altyapı ihtiyaçlarına ve çevresel

etkenlere ilişkin verilerin toplanması ve analiz edilmesinde CBS önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, Şehirlerin ulaşım ağı yönetiminde, trafik yoğunluğu, yol güvenliği ve toplu taşımanın verimli bir şekilde düzenlenmesi için CBS teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Bu gibi projeler, şehirlerin daha verimli yönetilmesini sağlamakta ve yerel yönetimlerin stratejik karar alma süreçlerini desteklemektedir. Tablo 2'de CBS'nin örnek kullanım alanları yer almaktadır.

Tablo 2. CBS ile planlanan projeler ve kullanım alanları.

Proje	Kullanım Alanı
Kentsel Gelişim	Altyapı ihtiyaçlarının belirlenmesi, çevresel etki analizi
Ulaşım Ağı	Trafik analizleri, toplu taşıma yönetimi, alternatif rota planlaması
Deprem Sonrası Hasar Tespiti	Hasar tespiti, etki analizi, hızlı müdahale planlaması

c. Web Tabanlı Haritalar ve Mobil Uygulamalar

Web tabanlı haritalar ve mobil uygulamalar, coğrafi bilgilere erişim süreçlerini hızlandırmakta ve kullanıcıların bu verilere etkileşimli bir şekilde ulaşmalarını sağlamaktadır. İnternet üzerinden erişilebilen harita platformları, kullanıcıların gerçek zamanlı veri görselleştirmelerine olanak tanırken, aynı zamanda bu verilerin aktif bir şekilde güncellenmesini ve paylaşılmasını da mümkün kılmaktadır. Web tabanlı haritalar, bireylerin

coğrafi verileri hızlı bir şekilde edinmelerine ve bu veriler üzerinde işlem yapmalarına imkân sağlar (Bildirici, Böge ve Alpsal, 2009).

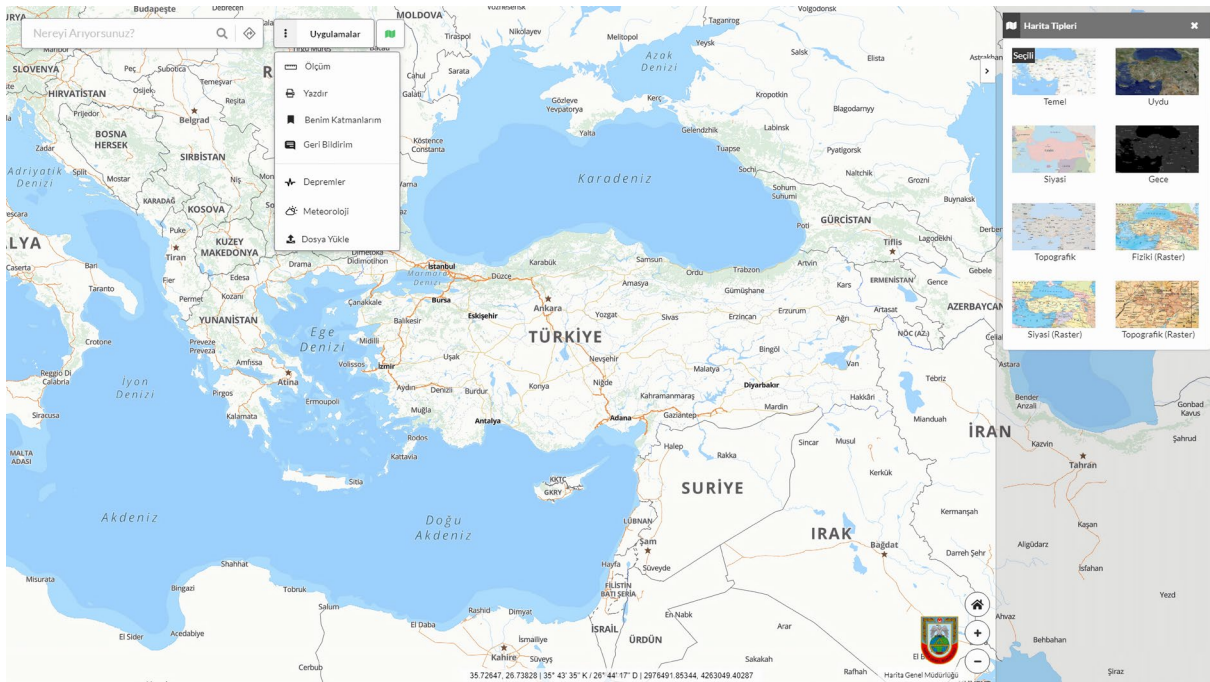
Google Maps gibi uygulamalar, anlık trafik bilgileri, yol tarifleri ve mekân aramaları gibi temel hizmetlerin yanı sıra, OpenStreetMap gibi katılımcı projeler, gönüllü katkılarla sürekli güncellenen haritalar sağlar. Bu tür uygulamalar, kullanıcılar ve topluluklar için önemli bir harita kaynağı oluşturmaktadır.

HGM tarafından vatandaşlar ile kamu kurum ve kuruluşlarının harita ihtiyaçlarının karşılanması, veri ve yazılımda dışa bağımlılığının azaltılması ve dijital dönüşüme altlık sağlanması için millî imkanlarla HGM Atlas uygulaması geliştirilmiştir. HGM Atlas uygulaması resmi Şekil 6'da yer almaktadır. Bu sayısal uygulama ile farklı tema ve içeriklerde haritalar ve görüntü altlıkları sunulmakta, cadde ve sokak seviyesine kadar yapılan görüntülemeler ile eczane, okul, kamu binası, otobüs durağı gibi sıkça ihtiyaç duyulan detaylara ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda Meteoroloji Genel Müdürlüğünden ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığından (AFAD web servisleri aracılığı ile alınan hava durumu ve deprem bilgileri canlı olarak sunulmaktadır. Mevcut durumda AFAD, TKGM Parsel Sorgu, E-Devlet gibi sayısal harita uygulamaları sunan 80 kamu kurumu uygulamasında HGM Atlas haritaları kullanılmaktadır.

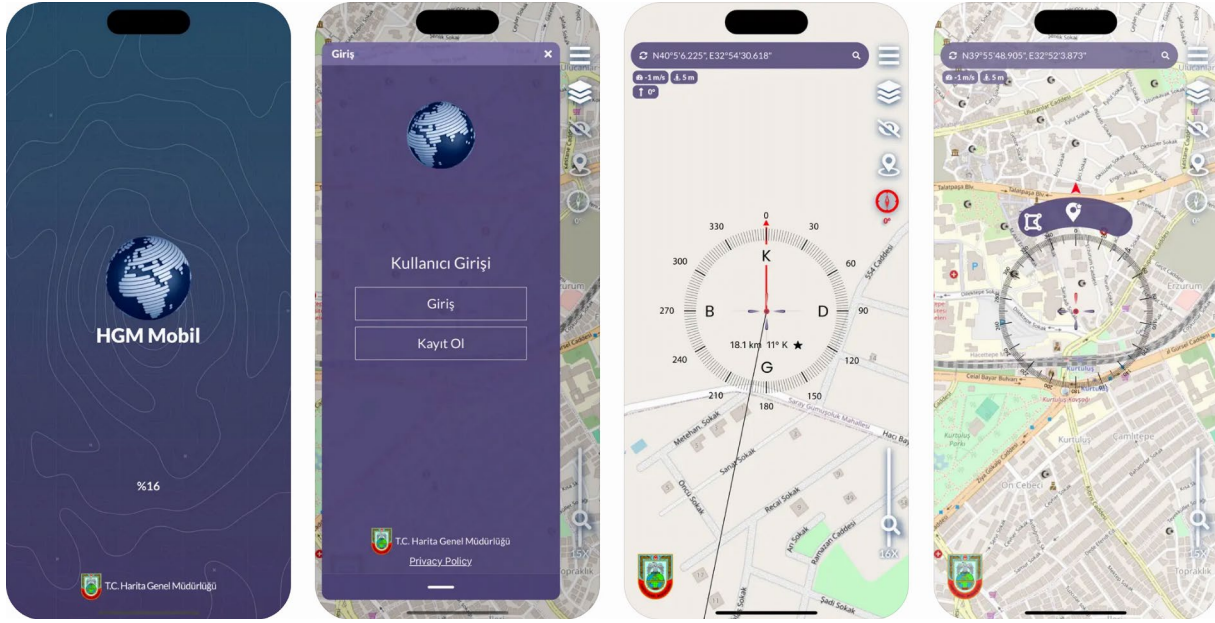
Ayrıca millî harita kullanımının yaygınlaştırılması için 2024 yılı içinde HGM Mobil uygulaması HGM tarafından yayımlanmıştır. HGM Mobil uygulaması resmi Şekil 7'de yer almaktadır. HGM Mobil, web tabanlı bir haritacılık, coğrafi bilgi sistemi ve coğrafi analiz platformudur. Millî menfaatlere uygun olarak hazırlanan siyasi, fiziki ve topografik haritalar ile ortofotoları sunan bu uygulama, konumsal arama ve sorgulama yeteneklerine sahip bir 3B mobil uygulamadır.

HGM Mobil, Android ve iOS işletim sistemli cihazlar için geliştirilmiş olup, her iki platformun uygulama marketlerinden ücretsiz olarak indirilebilir. HGM Mobil, yabancı menşeli harita ve coğrafi bilgi sistemleri uygulamalarına olan bağımlılığı ortadan kaldırmak, verileri millî sunucularda güvenli bir şekilde muhafaza etmek ve olası güvenlik sorunlarını engellemek amacıyla geliştirilmiştir.

Mobil cihazlar ile entegre edilen GPS özellikleri, harita kullanımını daha etkileşimli hale getirmektedir. Kullanıcılar, harita üzerindeki konumlarını belirleyebilir, rota oluşturabilir, ihtiyaç duyduğu ölçümleri yapabilir, vektör veri ekleyebilir ve harita üzerinde gezinerek ihtiyaç duydukları verilere kolayca ulaşabilirler. Ayrıca, afet durumlarında, anlık olarak mobil uygulamalar üzerinden coğrafi bilgilerin paylaşılması, toplumsal güvenlik açısından önemli bir rol oynamaktadır.



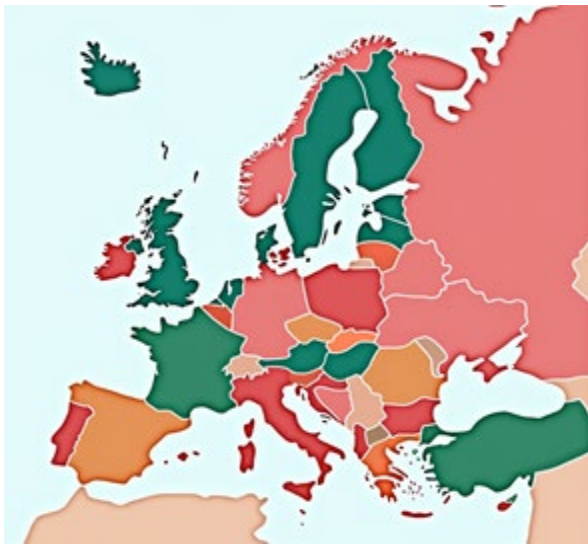
Şekil 6. HGM Atlas Uygulaması



Şekil 7. HGM Mobil Uygulaması

ç. Kartografyada Yapay Zekâ Kullanımı

Yapay Zekâ (YZ) büyük coğrafi verilerin işlenmesi ve yorumlanması için kullanılmaktadır. YZ raster veri ile çalışmaktadır ve vektör veri ile girdi-çıkı işlemleri için yeterince gelişmemiştir. Günümüzde yeterli seviyeye gelmemiş olmasına rağmen YZ kullanılarak, detay toplama, segmentasyon istenilen bölgenin tematik haritaları vb. yapılabilmektedir. Fakat oluşturulan haritanın özerk bölgeler ve tampon bölgeler vb. gibi millî menfaatlere uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. YZ ile oluşturulan Avrupa ülkeleri haritası Şekil 8'de yer almaktadır.



Şekil 8. FluxPro AI ile Oluşturulan Avrupa Haritası ("FluxPro AI", 2024)

5. KARTOGRAFİYANIN GELECEĞİ

Kartografya, gelişen teknoloji ile birlikte çok daha dinamik ve çok boyutlu bir hale gelmektedir. Bölüm 5.a. Yapay Zekâ (YZ), ve bölüm 5.b. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) gibi yeni nesil teknolojiler, haritaların analiz süreçlerini hızlandırarak daha etkileşimli bir kullanıcı deneyimi sunmakta ve çevresel verilerin izlenebilirliğini artırmaktadır. Bu bölümde, gelecekte öne çıkması beklenen bazı önemli teknolojik gelişmeler ele alınmaktadır.

a. Yapay Zekâ Destekli Haritalar

Gelecekte YZ, haritacılık alanında verilerin otomatik olarak işlenmesi ve analiz edilmesi süreçlerinde anahtar bir rol üstlenecektir. YZ algoritmalarının, afet sonrası hasar tespiti, trafik yoğunluğu analizi ve kullanıcı davranışlarına göre rota optimizasyonu gibi alanlarda insan müdahalesini en aza indirerek haritaların güncellenme hızını önemli ölçüde artırması beklenmektedir.

Örneğin, bir deprem sonrasında hasar gören alanların hızlı ve doğru şekilde tespit edilmesi, geleneksel yöntemlerle günler hatta haftalar sürebilirken, YZ destekli haritalar sayesinde bu analizlerin dakikalar içinde yapılabileceği öngörülmektedir. Drone veya uydular tarafından toplanan görüntüler, YZ algoritmalarıyla anında işlenerek doğrudan harita üzerinde görselleştirilecektir. Bu sayede, afet bölgelerinde hızlı ve etkili bir müdahale planı oluşturulabilecektir. Yine benzer şekilde, orman yangınları veya sel felaketleri gibi doğal afetlerde,

anlık veriler YZ tarafından işlenerek hasar haritaları oluşturulabilecek ve kurtarma operasyonları daha etkili bir şekilde koordine edilebilecektir.

YZ'nın şehir içi ulaşımda trafik akışını optimize etmek ve bireylerin seyahat tercihlerini analiz etmek için de kullanılması beklenmektedir. Yol güzergahı önerileri sunan harita uygulamaları, trafik yoğunluğunu anlık olarak analiz ederek kullanıcılara en hızlı veya en az trafik olan rotaları önerme kapasitesine sahip olacaktır. YZ algoritmalarının, kullanıcıların seyahat alışkanlıklarını analiz ederek güzergâh önerilerini kişiselleştirmesi ve trafiğin gün içindeki yoğunluk dağılımına göre optimize edilmiş öneriler sunması öngörülmektedir. Örneğin, her sabah aynı güzergahtan işe giden bir kullanıcının rotası, o anda mevcut trafik durumuna göre optimize edilerek kullanıcıya en hızlı yol önerilebilecektir. Bu tür YZ destekli harita uygulamalarının, trafik yoğunluğunu azaltarak şehir içi ulaşımı daha verimli hale getireceği düşünülmektedir.

Tarım sektöründe de YZ destekli haritaların kullanımı yaygınlaşacaktır. Uydu verileri ve YZ algoritmaları ile arazilerin verimliliği, toprağın besin değeri ve su ihtiyacı gibi detaylı bilgiler elde edilebilecek ve böylece tarımsal faaliyetler daha verimli bir şekilde planlanabilecektir. YZ destekli haritaların, ekim yapılacak alanların durumunu ayrıntılı bir şekilde haritalandırarak tarımsal verimliliği artırması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bu gelişmelerin, özellikle iklim değişikliği nedeniyle su ve besin kaynakları konusunda giderek artan zorluklarla başa çıkmak için kritik bir önem taşıyacağı öngörülmektedir.

b. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) ve Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) Teknolojileri

Gelecekte, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojilerinin haritacılık alanında kullanıcı deneyimini kökten değiştirmesi beklenmektedir. Bu teknolojilerin sağladığı imkanlarla kullanıcılar, mekânsal bilgilere daha etkileşimli bir şekilde erişecek ve çevrelerindeki dünyayı daha detaylı bir şekilde keşfedebileceklerdir. AR teknolojisi, gerçek dünya görüntüsünün üzerine dijital bilgilerin entegre edilmesiyle, kullanıcıların çevresindeki yapılar ve mekanlar hakkında anlık bilgi almalarını sağlayacaktır.

Öngörülere göre, AR destekli harita uygulamalarıyla bir şehirde yürüyen bir kişi, mobil cihazını veya AR gözlüğünü kullanarak etrafındaki

binaların iç planlarını, tarihçelerini ya da turistik değere sahip noktalar hakkında bilgi alabilecektir. Bu özellikler, özellikle turizm sektörü için büyük bir yenilik sunacaktır. Ziyaretçilerin şehirlerdeki tarihi ve kültürel alanları daha derinlemesine deneyimleyebilmeleri için AR destekli haritalar, onlara yalnızca yön bulma imkânı sağlamayacak; aynı zamanda ziyaret edilen mekanların tarihçesi, mimarisi ve kültürel önemi hakkında ayrıntılı bilgi sunacaktır. Bu sayede, turistler müzeler, anıtlar ve tarihi yapılar gibi noktalarda çok daha zengin ve kişiselleştirilmiş bir gezi deneyimi yaşayabileceklerdir.

Eğitim alanında da AR ve VR teknolojilerinin sağladığı etkileşimli haritalar, öğrencilerin coğrafi, tarihi veya bilimsel bilgileri deneyimleyerek öğrenmelerine olanak tanıyacaktır. Örneğin, VR gözlükleri ile öğrenciler antik bir şehrin haritasında sanal olarak gezinebilecek, dönemin coğrafi ve mimari özelliklerini görsel olarak inceleyebilecektir. Tarihte önemli olayların yaşandığı mekanların sanal ortamda deneyimlenmesi, tarih veya coğrafya derslerinde teorik bilgiyi somut hale getirerek öğrencilerin konuyu daha derinlemesine kavramalarına olanak tanıyacaktır. Eğitimde bu tür uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte, öğrenme sürecinin daha etkili hale gelmesi ve öğrencilerin mekânsal farkındalıklarının güçlenmesi beklenmektedir.

AR ve VR teknolojilerinin gelecekteki gelişimi, haritaların yalnızca yön bulma veya bilgi sunma işlevinden çıkarak kullanıcılarla etkileşime geçen ve deneyim odaklı bir bilgi aracı haline gelmesini sağlayacaktır. Bu teknolojiler sayesinde insanlar, mekânsal ve tarihi bilgilere daha derinlemesine ulaşabilecek ve günlük yaşamda haritaları daha aktif bir şekilde kullanabileceklerdir.

6. BULGULAR

Yapılan incelemeler ve analizler doğrultusunda, kartografyanın hem geçmişte hem de günümüzde teknolojik gelişmelerle nasıl şekillendiği ve gelecekte nasıl evrileceği üzerine önemli bulgular elde edilmiştir. Özellikle dijital teknolojilerin haritalama süreçlerine etkisi, harita üretiminde doğruluk ve hız açısından önemli iyileşmelere yol açmıştır. CBS, uydu görüntüleme ve YZ teknolojilerinin entegrasyonu ile harita yapım süreci daha karmaşık ve interaktif hale gelmiştir. Bu bağlamda, geleneksel haritalama yöntemlerinin yerini daha esnek ve dinamik dijital haritalara bırakmaya başladığı gözlemlenmiştir.

Ayrıca, web tabanlı haritalar ve mobil uygulamaların kullanıcı etkileşimini artırarak harita kullanımını daha erişilebilir hale getirdiği tespit

edilmiştir. Yine, YZ ile tematik haritaların oluşturulması, harita üretiminde daha önce görülmeyen hız ve verimlilik seviyelerine ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin henüz tam anlamıyla olgunlaşmadığı ve bazı sınırlamaları barındırdığı da bulgular arasında yer almaktadır. Gelecekte, harita yapımında kullanılan algoritmaların geliştirilmesi ve veri doğruluğunun artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnsanoğlu, yeryüzünü anlamlandırmak ve çevresindeki dünyayı daha iyi kavrayabilmek amacıyla tarih boyunca haritalar yapmıştır. Bu haritalar, ilk çağlardan itibaren insanlığın coğrafi bilgileri toplama, kaydetme ve iletme biçimini şekillendirmiştir. Geçmişte olduğu gibi, gelecekte de coğrafi verilerin sunulduğu haritaların varlığı devam edecektir. Ancak, haritaların tasarımı, oluşturulma yöntemleri ve sunum şekilleri giderek daha fazla değişime uğrayacaktır. Bugün hâlâ geleneksel haritalar önemli bir yer tutmakla birlikte, dijital teknolojiler ve gelişen araçlar sayesinde haritaların işlevselliği artmıştır. Coğrafi verilerin sayısı hızla artmakta ve bu verilerin toplanması, yönetilmesi ve analiz edilmesi giderek daha karmaşık bir hale gelmektedir. Veri büyüdükçe, bu verilerin anlamlı bir biçimde işlenmesi ve kullanılması da güçleşmektedir. Bu noktada, gelecekteki harita oluşturma ve coğrafi analiz süreçlerinin büyük ölçüde YZ destekli sistemlerle şekilleneceği öngörülmektedir. YZ, özellikle büyük veri setlerinin analizinde büyük bir potansiyel taşımaktadır. YZ, karmaşık verilerin hızla işlenmesini ve anlamlı sonuçlara dönüştürülmesini sağlamakta daha etkili ve verimli bir çözüm sunmaktadır.

Özellikle raster tabanlı işlemler, YZ destekli sistemler tarafından daha hızlı ve performanslı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu, harita yapım sürecinde harita analizlerinin hızlanmasını ve daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ancak, gelecekte yalnızca raster veriler değil, aynı zamanda vektör tabanlı veriler üzerinde de YZ teknolojilerinin kullanılması beklenmektedir. Vektör veriler üzerinde analiz, genelleştirme, harita oluşturma gibi işlemler daha gelişmiş algoritmalarla yapılabilecek ve bu süreçlerin daha verimli hale gelmesi sağlanacaktır. Bunların yanı sıra, VR ve AR teknolojileri de coğrafi verilerin sunum şekillerini dönüştüreceklerdir.


VR teknolojileri, kullanıcıların haritalara ve coğrafi verilere daha etkileşimli bir biçimde erişmelerini sağlayacak, aynı zamanda harita


verilerini 3D ortamda görselleştirerek daha derinlemesine analiz yapılmasına imkân tanıyacaktır. Bu teknolojiler, harita kullanıcılarının verileri sadece ekranlarda değil, sanal ortamda da daha gerçekçi bir biçimde deneyimlemelerine olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, gelecekteki harita üretim süreçlerinin daha entegre, hızlı ve kullanıcı dostu olacağı; YZ destekli analizlerin, VR ve AR teknolojilerinin de katkılarıyla, harita ve coğrafi verilerin çok daha etkili bir şekilde sunulacağı ve kullanılacağı öngörülmektedir. Bu gelişmeler hem harita tasarımcıları hem de harita kullanıcıları için daha verimli ve interaktif bir deneyim yaratacak, coğrafi bilgi sistemleri alanında devrim niteliğinde yeniliklere yol açacaktır.

ORCID

Ahmet Sezgin AKTAŞ  <https://orcid.org/0009-0005-9818-0568>

İbrahim YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0003-0510-9446>

Mustafa YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0003-4192-3226>

KAYNAKLAR

- Adalıoğlu, H. H. (2007). Kaşgarlı Mahmud'un Dîvânü Lûgatî't-Türk adlı eserindeki Türk dünyası haritası üzerine düşünceler ve yorumlar. *Türk Kültürü İncelemeleri Dergisi*, 17, 1-28. doi: 10.24058/tki.212
- Akalın, Ş. H. (2008). *Binyıl Önce Binyıl Sonra Kaşgarlı Mahmud ve Divanü Lûgatî't-Türk*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Bildirici, İ. Ö. (2019). Harita projeksiyonları ve nümerik analiz. *Geomatik*, 4, 160-169. doi: 10.29128/geomatik.521988
- Bildirici, İ. Ö. (2023). *Kartografya: Harita tasarımı ve kullanımı için gerekli bilim sanat ve teknik* (3. baskı). Ankara: Atlas Akademi.
- Bildirici, İ. Ö., Böge, S. ve Alpsal, B. S. (2009, Kasım). Ücretsiz veri ve teknolojiler ile web haritalarının oluşturulması: Google Map API teknolojisi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, İzmir, Türkiye.
- Çobanoğlu, İ. S. (2016). *Kartografya ve uygulamaları ders notları*. Türkiye: Harita Genel Komutanlığı Matbaası.

- Dünyanın en eski yerleşim yeri (2024) Erişim Adresi (20 Ekim 2024): <https://www.altinrota.org/yazil-ar/dunyanin-en-eski-yerlesim-yeri/117>
- FluxPro AI. (2024). Erişim Adresi (3 Kasım 2024): <https://www.fluxpro.ai>
- Haritacılığın tarihsel gelişimi. (2024). Erişim Adresi (19 Ekim 2024): <https://www.denizbulten.com/haritaciligin-tarihsel-gelisimi-468yy.htm>
- Harley, J. B. ve Woodward, D. (1987). *The History of Cartography Volume:1* (1. baskı). Chicago: Chicago University Press.
- Kafesoğlu, İ. (1984). *Türk Millî Kültürü* (3. baskı). İstanbul: Ötüken Yayınları.
- Mellaart, J. (1967). *Çatalhöyük: A Neolithic town in Anatolia* (1. baskı). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mezhyrich archeological site. (2024). Erişim Adresi (20 Ekim 2024): <https://www.encyclopediaofukraine.com/display.asp?linkpath=pages%5CM%5CE%5CMezhyricharcheologicalsite.htm>
- Monmonier, M. (1991). *How to lie with maps* (3. baskı). Chicago: Chicago University Press.
- Pickles, J. (2011). *Uzamların tarihi: Haritacılık mantığı, haritalandırma ve coğrafi olarak kodlanmış dünya* (1. baskı). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Tanrıkulu, M. (2019, Ekim). Karikatür Haritalar ve Coğrafya Öğretimi. *UCEK 2019*, Eskişehir, Türkiye.
- The Piri Reis World Map (2024). Erişim Adresi (27 Ekim 2024): <https://www.unesco.org/en/memory-world/piri-reis-world-map-1513>
- Uluğtekin, N. ve Bildirici, İ. Ö. (1997, Mart). Coğrafi Bilgi Sistemi ve Harita. 6. *Harita Kurultayı*, 3-7 Mart 1997, Ankara, Türkiye, 85-95.

YAZIM ESASLARI

1. Harita Dergisine Yazı Hazırlama Esasları

a. Sayfa büyüklüğü A4 (210x297 mm) standardında olmalı; her sayfanın sağ kenarından 2 cm diğer kenarlarından 3'er cm boşluk bırakılmalıdır. Yazı zorunlu olmadıkça toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Yazı, bilgisayarda Microsoft Word formatında Arial Türkçe fontu bir satır aralığı ile yazılmalıdır. Paragraflar arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır.

b. Makale adı, Türkçe ve İngilizce olarak kelimelerin ilk harfleri büyük olacak şekilde 12 punto büyüklüğünde sayfanın üst ortasına gelecek şekilde yazılmalı ve iki satırı geçmemelidir. Makale adı, makale içeriğini en fazla ölçüde yansıtmalı; makale içeriğinde anlatılan konuların büyük çoğunluğu, makale adı ile doğrudan ilgili olmalıdır. Makale adından sonra bir satır boşluk bırakıp ortalayarak yazar adı ve soyadı koyu (bold) ve 10 punto harf büyüklüğünde yazılmalıdır (Soyadı büyük harflerle). Yazar adının altına ortalayarak adres ve elektronik posta adresi 9 punto harf büyüklüğünde yazılır.

c. Yazı; makalenin başlangıç kısmına yazılmış, tek paragraf Türkçe ve İngilizce olarak 100-250 kelime arası Türkçe "Öz" ile İngilizce "Abstract", ortalama 5 adet Anahtar Kelime içeren Anahtar Kelimeler ile Key Words (İngilizce anahtar kelimeler), Giriş, Bölümler, Sonuç ve Kaynaklar şeklindeki ana bölümlerden oluşur. Bu bölümlerin tamamı sayfada iki sütun olacak şekilde yazılır. Sütunlar arasında 0,5 cm boşluk bırakılır. Her ana bölüm ve alt bölüm başlığı öncesi ve sonrası bir satır boşluk bırakılır.

Öz bölümünde, yapılan çalışma tanıtılarak kullanılan yöntemler ve sonuçlar kısaca belirtilmeli; abstract bölümü, özün doğru ve eksiksiz tercümesini içermelidir. Giriş bölümünde, çalışmanın amacı ve konuyla ilgili diğer çalışmalar anlatılmalıdır. Ara bölümlerde, kullanılan yöntemler ve veriler açıklanmalı; sonuç bölümünde, bulgular başka araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmalı, yazarın yorumu belirtilmeli ve ayrıca bulgulardan çıkan sonuçlar ve varsa öneriler yazılmalıdır. Öz, abstract, anahtar kelimeler ve key words, 9 punto büyüklüğünde italik harflerle yazılmalıdır. Diğer bölümler 10 punto harf büyüklüğünde normal yazılır.

Ana bölüm başlıkları büyük harflerle koyu (bold) olarak ve alt bölümlerin başlıkları kelimelerin ilk harfleri büyük diğerleri küçük ve sadece birinci düzey alt bölümlerin başlıkları koyu (bold) olarak yazılmalıdır. Yazının geri kalan kısmı normal baskıda yazılmalı, italik ya da altı çizgili karakterler kullanılmamalıdır. Öz, Anahtar Kelime, Abstract (ingilizce özet), Key Words (İngilizce anahtar kelimeler) ve kaynaklar ana bölümleri dışındaki ana bölüm başlıkları 1., 2., 3.; alt bölüm başlıkları a., b., c.; (1), (2), (3); (a), (b), (c); (i), (ii), (iii); (aa), (bb), (cc) şeklinde hiyerarşik düzeyde numaralandırılmalı; ardışık düzeylerin numaraları arasındaki dikey fark 0.5 cm olmalıdır. Numaralandırılan bölümlerin başlıkları, numaralarının başlangıç hizasından 0.5 cm içeriden; bir alt satıra devam eden bölüm başlıkları sayfa başından; tüm paragraflar sayfanın 0.5 cm içerisinden başlamalıdır.

Noktalama ve imlâ için Türk Dil Kurumu tarafından en son yayımlanan İmlâ Kılavuzu ve Türkçe sözlüğüne, Haritacılık ile ilgili Yönetmeliklerde kullanılan deyimlere uyulmalıdır. İfadelerde üçüncü şahıs kullanılmalı; her sembol ilk geçtiği yerde tanımlanmalı; her kısaltma ilk geçtiği yerde parantez içinde yazılmalı (örneğin, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)); kelime ikiye bölünmemelidir. Noktalama işaretlerinden sonra bir karakter boşluk bırakılmalı; sayfa numaralama yapılmamalıdır.

ç. Tablo isimleri, tablonun üstüne sol üst köşesinden itibaren yazılmalı (örneğin, Tablo 1. Karesel ortalama hatalar.); şekil isimleri, şeklin altına ortalanarak yazılmalı (örneğin, Şekil 1. CBS tasarımı.); tablo isimlerinden ve şekillerden önce, şekil isimlerinden ve tablolardan sonra bir satır boşluk bırakılmalı; tablolar ve şekiller sayfaya ortalanmalıdır. Tablolar ve şekillerin boyutu tek sütundan büyük olduğu durumlarda, sayfanın tamamına ortalı olarak yazılabilir. Bu durumda tablo ve şekiller metni bölmemeli sayfanın en altında ya da en üstünde yer almalıdır.

d. Denklemlere verilen numaralar, kendi hizalarına ve sayfa sağ kenarına çıkışacak şekilde parantez içinde (1),(2),(3),... şeklinde yazılmalıdır. Metin içerisindeki denklemlerin kendi aralarında ve metin ile aralarında bir satır boşluk bırakılır.

e. Makaleler, "MAKALE ÖRNEĞİ"nde sunulan boşluk ve yapılandırılmalara uyularak; Şekil, Tablo ve Denklemler tek sütunda olacak ise metin

aralarına konularak; iki sütuna yayılan bir bütün halindeki metin bloğundan sonra veya önce sayfanın alt veya üstünde olacak ve okuma akıcılığını bozmayacak şekilde yazılır.

f. Yazarlar; unvanlarını, görev yaptıkları kurumları, iletişim adreslerini, telefon numaralarını, e-posta adreslerini ve ORCID (Open Researcher ve Contributor ID) numarasını bildirmelidir. <https://orcid.org>

g. Öz ve abstract bölümlerinde kaynak atfı yapılmamalıdır. Metin içinde kaynak gösterme şekilleri aşağıda verilmiştir:

Tek yazarlı çalışmada ilk gönderme ve diğer göndermeler aynı biçimde olacak; gönderme cümle içerisinde yapılıyorsa Ceylan (2018) **veya** gönderme cümlelerin sonunda yapılıyorsa (Ceylan, 2018)

İki yazarlı çalışmada ilk gönderme ve diğer göndermeler aynı biçimde olacak; gönderme cümle içerisinde yapılıyorsa Simav ve Türkezer (2019) **veya** gönderme cümlelerin sonunda yapılıyorsa (Simav ve Türkezer, 2019)

Üç, dört ve beş yazarlı çalışmalarda ilk göndermede tüm yazarların soyadları Şengün, Yılmaz ve Kurt (2013) ve diğer göndermelerde Şengün ve diğerleri (2013) **veya** ilk göndermede (Şengün, Yılmaz ve Kurt, 2013) ve diğer göndermelerde (Şengün ve diğerleri, 2013)

Altı ve daha fazla yazarlı çalışmalarda ilk ve diğer göndermelerde sadece ilk yazarın soyadı belirtilir. Yıldız ve diğerleri (2014) veya (Yıldız ve diğerleri, 2014)

Tüzel yazarlı çalışmalarda ilk göndermede Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA, 2017) ve diğer göndermelerde MTA (2017) **veya** ilk göndermede (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü [MTA], 2017) ve diğer göndermelerde (MTA, 2017)

ğ. Kaynakların hazırlanmasında Amerikan Psikoloji Birliği (American Psychology Association)'nin hazırladığı rehberin altıncı baskısı (Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition) kuralları uygulanacaktır. <https://www.apastyle.org>

Kaynaklar ana bölümü başlığı birer aralıklı büyük harflerle koyu (bold) ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır

Kaynaklar ilk yazarlarının soyadına göre alfabetik sırada sıralanır.

Makale veya bölüm başlığındaki ilk kelimenin ilk harfi ve eğer varsa özel adların ilk harfleri büyük yazılır.

İnternet üzerinden ulaşılan ve zaman içerisinde değiştiği düşünülen kaynağın erişim tarihi internet adresi verilmeden önce (Erişim Adresi (19 Mayıs 2018): ...) belirtilmelidir.

Özellikle faydalanılan elektronik kaynağın varsa doi numarası yoksa erişim adresi kaynağın sonuna eklenmelidir.

Elektronik Kaynaklar: Talimat, Rehber vb.

INSPIRE. (2014). *D2.8.1.1 Data Specification on Coordinate Reference Systems – Technical Guidelines* (D2.8.1.1_v3.2). Erişim Adresi: <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/rs>

ISO 19111. (2007). *Geographic information - Spatial referencing by coordinates*. Erişim Adresi: <https://www.iso.org/standard/41126.html>

Jekeli, C. (2016). *Geometric Reference Systems in Geodesy*. Erişim Adresi: https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/77986/Geom_Ref_Sys_Geodesy_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EU Official Journal. (2007). *Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007: Establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*, (L 108/1). Erişim Adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>

Teknik Rapor:

Demir, C. (1999). *Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı* (JEOFNIV-02-1999). Ankara: Harita Genel Komutanlığı.

Sürelî yayın:

Geymen, A., Yomralioglu, T. ve Baz, I. (2008). Developing an urban information system for local governments. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer: Published for the Institution of Civil Engineers*, 161(3), 163-173. doi: 10.1680/muen.2008.161.3.163

Moritz, H. (1988). Geodetic Reference System 1980. *Bulletin Géodésique*, 62(3), 348-358. doi:10.1007/bf02520722

Zandbergen, P.A. (2008). A Comparison of address point, parcel and street geocoding techniques. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, 214-232. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2007.11.006

Kitap:

Torge, W. ve Müller, J. (2012). *Geodesy* (4. baskı). Berlin: Walter de Gruyter.

Vaníček, P. ve Krakiwsky, E. (1986). *Geodesy: The Concepts* (2. baskı). Amsterdam: Elsevier.

Day, R.A. (2000). *Bilimsel bir makale nasıl yazılır ve yayımlanır?* (G. A. Altay, Çev.). Ankara: TÜBİTAK.

Sempozyum, Bildiri vb:

Kılıç B. ve Gülgen F. (2017, Kasım). *A Research on Standard Address Usage in Turkey*. UCTEA International Geographical Information Systems Congress 2017, Adana, Türkiye.

Bard, G.V. (2007, Ocak). *Spelling-error tolerant, order-independent pass-phrases via the Damerau-Levenshtein string-edit distance metric*. In Proceedings of the fifth Australasian symposium on ACSW frontiers, Ballarat, Avustralya.

Yakar, M. ve Doğan, Y. (2017, Nisan). Silifke Aşağı Dünya Obruğunun İHA Kullanılarak 3B Modellenmesi. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyum*, Afyonkarahisar.

Tez:

Kellison, M.T. (2012). *Address points and A Master address file: Improving efficiency in the city of Chino* (Doktora Tezi). ProQuest Dissertations and Theses veri tabanından erişildi. (UMI No. 1532831)

Gençerk, E. Y. (2016). *İnsansız Hava Aracı Fotogrametrisi Uygulaması İle İnşaat Projesi İmalat Durumunun Araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

2. Makalelerin Gönderilmesi

Makaleler, "haritadergisi@harita.gov.tr" adresine e-posta ile gönderilir.

(MAKALE ÖRNEĞİ)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (Makale Başlığı-Türkçe)
(XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Xxx) (Makale Başlığı- İngilizce)

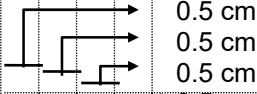
(1 satır boşluk)

XXXX XXXX (Yazar ismi)

XXXX XXXX XXXX, XXXX XXXX (Adres)

xxxxxxxx@xxxxxx (e-posta)

(1 satır boşluk)



ÖZ (1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXX; XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

(1 satır boşluk)

Anahtar Kelimeler: XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX
XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX

(1 satır boşluk)

ABSTRACT

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXXXXXXXXXX. XXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX XXXX XXXX.

(1 satır boşluk)

Keywords: XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 satır boşluk)

1. GİRİŞ

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXX XX
XXXX XXXXX /1/.

(1 satır boşluk)

a. XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX
XXXX XXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXX

(1 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXX

(1) XXXXXXXX Xxx Xxxx XXXXXXXXXXXX XXXXXXXX
XXXX XXXXX XXXXX XXXX.

(2 nci düzey alt bölüm)

(1 satır boşluk)

2. XXXXX XXXXX XXXX (Ana bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

a. XXXXXXXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

(1 nci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

(1 satır boşluk)

(1) XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXXXXXX

XXXXXXXX XXXXXXXX

(2 nci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX.

(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)

(1 satır boşluk)

(a) XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXX

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXX XXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXXXX

XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 satır boşluk)

(b) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX

(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 satır boşluk)

(I) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 satır boşluk)

(aa) XXXXX XXXXXXX XXXXXXX

(5 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 satır boşluk)

b. XXXXXXXXXXXX XXXXXXX

(1 inci düzey alt bölüm başlığı)

(1 satır boşluk)

XXXXXXXX XXX XXXXXXXXXXXXXXX XXX XXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(1 inci düzey alt bölüm 1 inci paragraf)

3 cm

0.5 cm

2 cm

xx

3 cm

1.25 cm

(MAKALE ÖRNEĞİ)

(1) Xxxxx XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX.
(2 nci düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX.
(2 nci düzey alt bölüm 1 nci paragraf)
(1 satır boşluk)
(a) Xxxxx XXXXXX XXXXXX XXXX
(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

(1 satır boşluk)
(b) Xxxxx XXXXXX XXXXXX XXXX
(3 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXX XXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX X
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX.

(1 satır boşluk)
(I) Xxxxx XXXXXX XXXXXX XXXX
(4 üncü düzey alt bölüm başlığı)
(1 satır boşluk)
Xxxx xxxxx xxx xxxxxxx xxxxxxx
XXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXX XXXX.

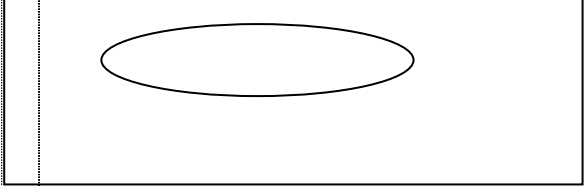
(1 satır boşluk)

Tablo 1. Xxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx
(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXX XXX XXXX XXXXXX XXXXXX.

(1 satır boşluk)

$$KOH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i - x_{i(RASAT)}}{n}} \quad (1)$$

(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX
XXXX XXX XXXX XXXX .
(1 satır boşluk)



(1 satır boşluk)
Şekil 1. XXXXXX XXX XXXXXXXXXXX XXXXXX
(1 satır boşluk)
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXX XXXXXXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XX XXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXX
XXXX.

(1 satır boşluk)
3. SONUÇ
(1 satır boşluk)
XXXX XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXX XXXX XXXX.
(1 satır boşluk)
KAYNAKLAR
(1 satır boşluk)

Sürelî Yayınlar:
Yazar, A. A., Yazar, B. B. ve Yazar, C. C. (Yıl).
Yazının başlığı. *Sürelî Yayının Başlığı*, Cilt, s-
s. doi:xx.xxxxxxxxx (veya Erişim Adresi:)

Kitap:
Yazar, A. A. (Yıl). *Eserin başlığı*. Yer: Yayıncı.
Yazar, A. A. (Yıl). *Eserin başlığı*. Erişim adresi:
<http://www.xxxxxxxxx>
Yazar, A. A. (Yıl). *Eserin başlığı*.
doi:xxxxxxxxxxxx

Editor, A. A. (Ed.). (Yıl). Eserin başlığı. Yer:
Yayıncı.
Yazar, A. A. ve Yazar, B. B. (Yıl). *Bölüm ya da
giriş başlığı*. A. Editör, B. Editör ve C. Editör
(Ed.), Kitap başlığı (s. xxx-xxx) içinde. Yer:
Yayıncı.

Doktora ve yüksek lisans tezleri:
Yazar, A. A. (Yıl). *Doktora ya da yüksek lisans
tezinin başlığı* (Yüksek lisans tezi/Doktora
tezi). ... veri tabanından erişildi (Erişim ya da
Sipariş No.).
Yazar, A. A. (Yıl). *Doktora ya da yüksek lisans
tezinin başlığı* (Yayımlanmamış doktora
tezi/yüksek lisans tezi). Kurum adı, Yer bilgisi.

Teknik raporlar ve araştırma raporları:
Yazar, A. A. (Yıl). *Çalışmanın başlığı* (Rapor No.
xxx). Yer bilgisi: Yayıncı.

Toplantı ve sempozyumlar:
Sunan, A. A. (Yıl, Ay). *Bildiri ya da poster başlığı*.
Kuruluş Adının toplantısında sunulan bildiri ya
da poster, Yer bilgisi.

