

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, iobildirici@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

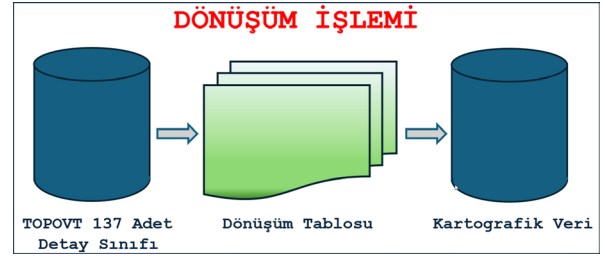
a. Ülkemizde Topografik Harita Üretim Süreçleri

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 (Bildirici, 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, Bildirici 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 saklanması 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.



```

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;

```

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 (Sünsülü, 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.

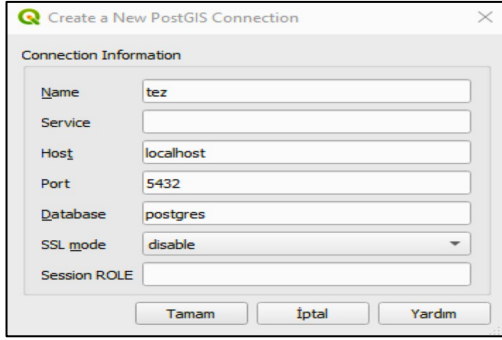
Tablo 2. Manuel İşlem Adımları

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 kurulabilmesi 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.



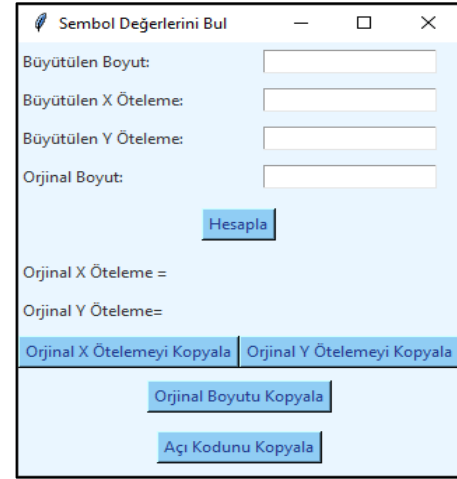
Şekil 3. QGIS'den PostgreSQL veri tabanına bağlantı kurulması (Bağlantı parametreleri çalışma ortamına göre değişiklik gösterebilir).

(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, açısı ve merkezden

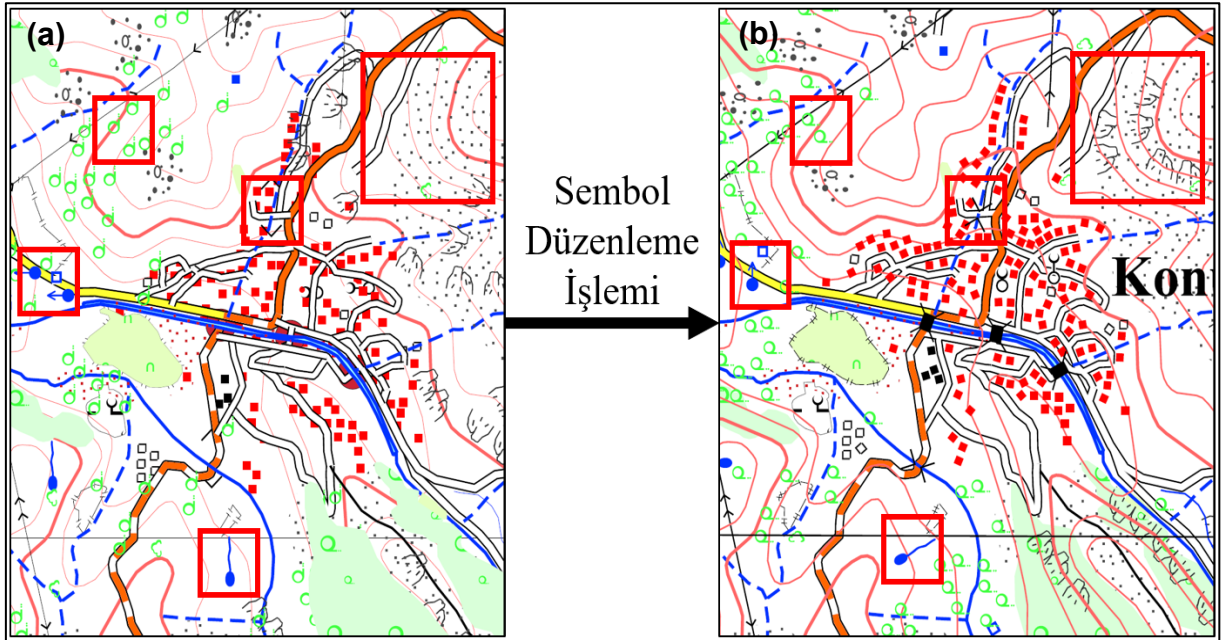
uzaklaşma problemlerinden kaynaklanan hatalar tespit edilmiştir. Bu nedenle, sembollerin manuel olarak boyutunun büyütülmesi veya küçültülmesi, döndürülmesi ve öteleme işlemleriyle düzeltilmesi gerekmektedir.

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

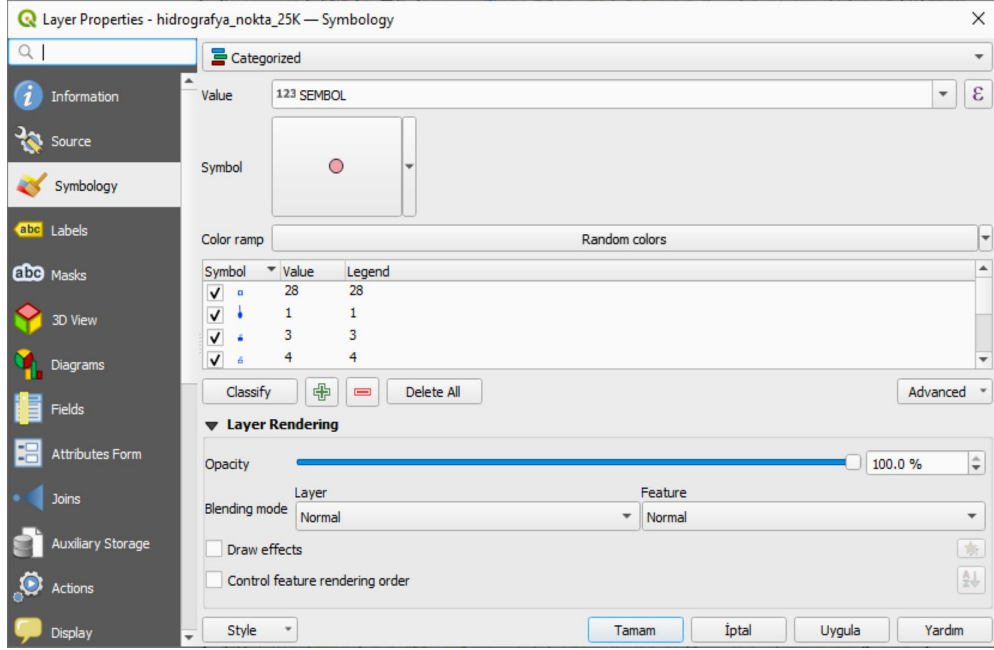


Şekil 4. Sembol Değerlerini Bul uygulaması.

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, açısı ve merkezden uzaklaşma hataları içerirken; (b) sembollerin boyut büyütme/küçültme, döndürme ve öteleme işlemleriyle düzeltilmiştir.



Şekil 6. QGIS sembol düzenleme penceresi.

(3) Katmanların sembolleştirilmesi.

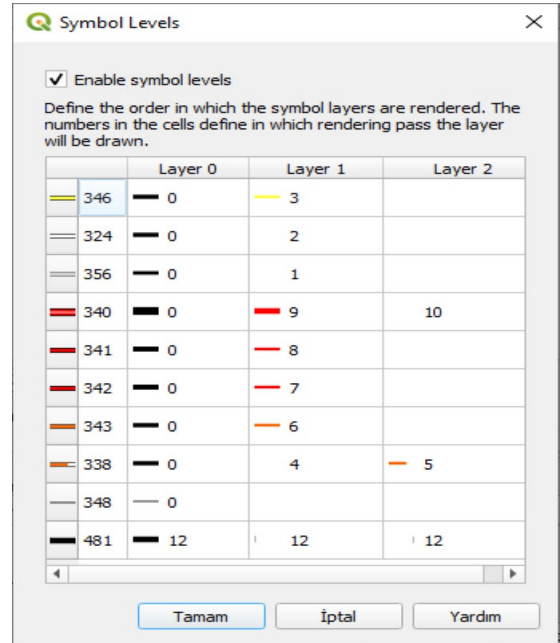
ArcGIS'te, HGM'nin geliştirdiği Kartogen eklentisi kullanılarak vektör verilere sembolleştirme işlemi uygulanmaktadır. Kartogen eklentisi, çeşitli sembol seçenekleri sunarak, kullanıcıların vektör verileri sembolleştirmesine olanak tanır. Bu şekilde HGM yönergelerine uygun kartografik tasarım işlemi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

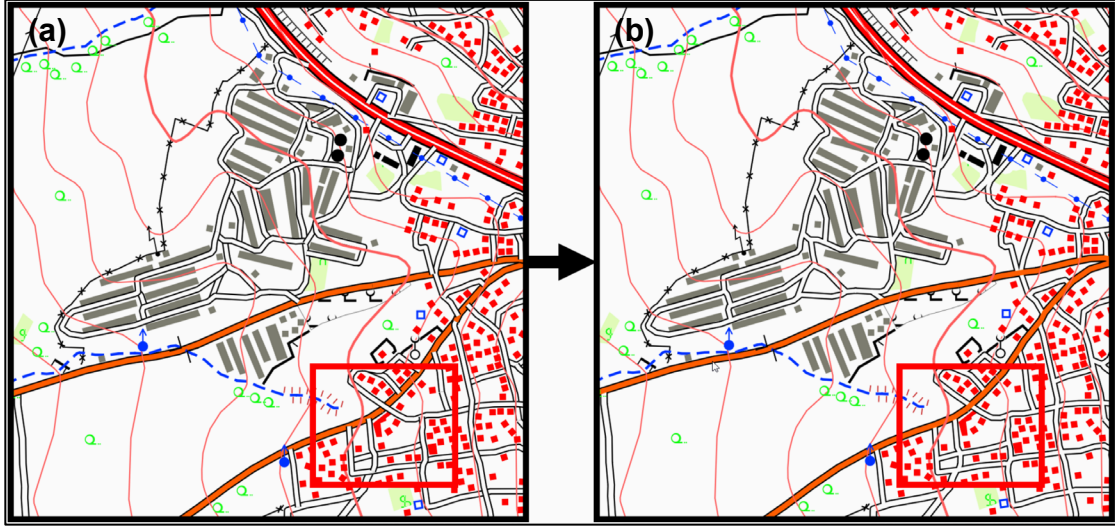
QGIS'te manuel sembolleştirme işleminin gerçekleştirildiği pencere Şekil 6'da gösterilmiştir.

'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.

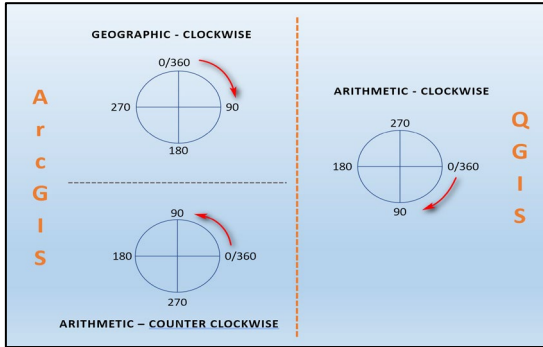


Şekil 7. Yolların sembol seviyesi.



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).

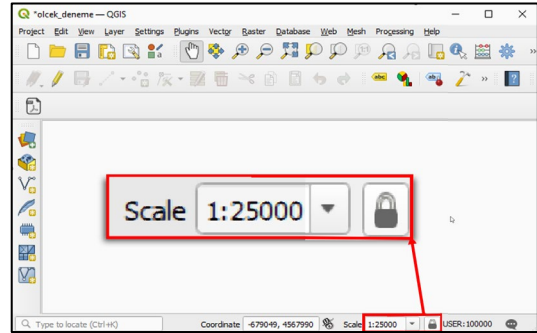
(4) Haritanın Sembol Referans Ölçeğinin Ayarlanması.

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 yapılsa bile sembol referans ölçeğinin sabit kalmasını sağlar.

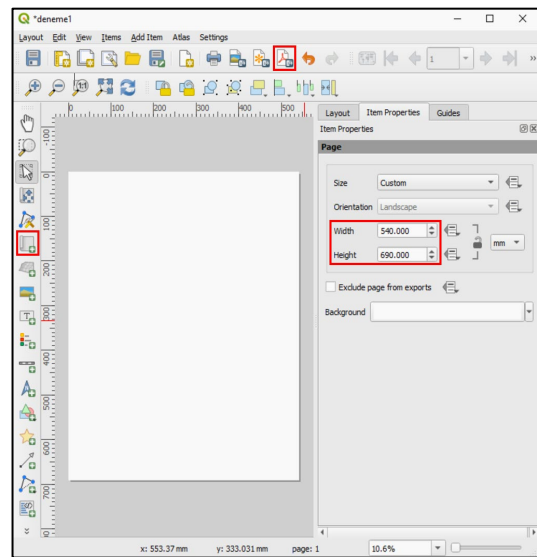
(5) Sonucun QGIS yazılımından "pdf" formatında kaydedilmesi.

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.



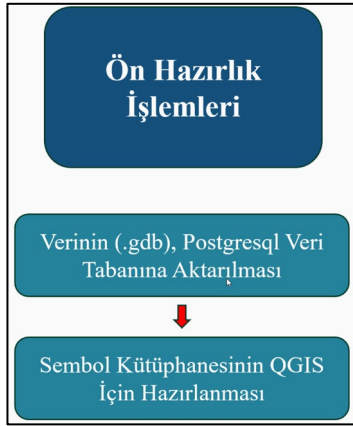
Şekil 10. Ölçek ayarlama aracı.



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 - yazı.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 katmanını 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

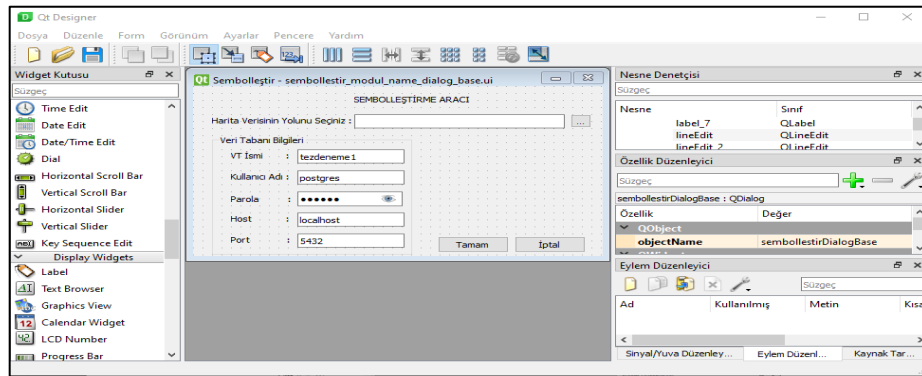
Sütundaki Değer	ANKARA
Çıktı	ANKARA
Düzenleme Sonrası Çıktı	ANKARA

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).

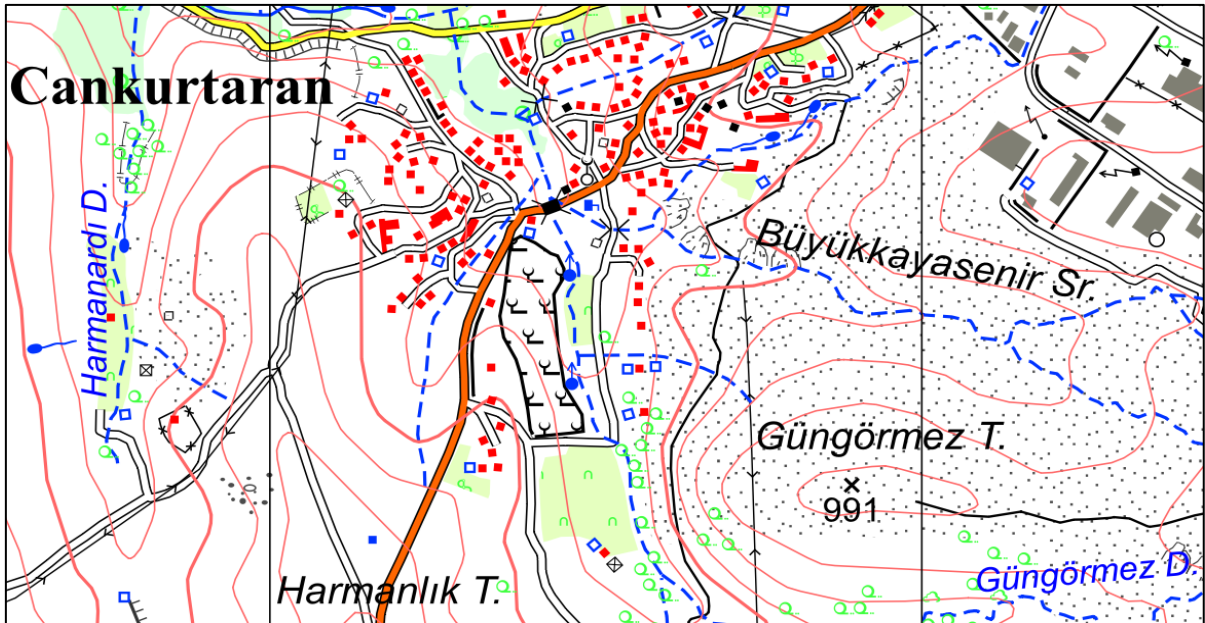
Geliştirilen eklentiler, TOPOVT'den alınarak HGM Karto25 sisteminde kartografik işlemlere tabi tutulması sonucu elde edilen 1:25.000 ölçekli KIRŞEHİR İ31-d1 paftasına ait "gdb" formatındaki veri üzerinde test edilmiştir. Test verileri 28 adet harita ve 4 adet kitabe katmanından oluşmaktadır.

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

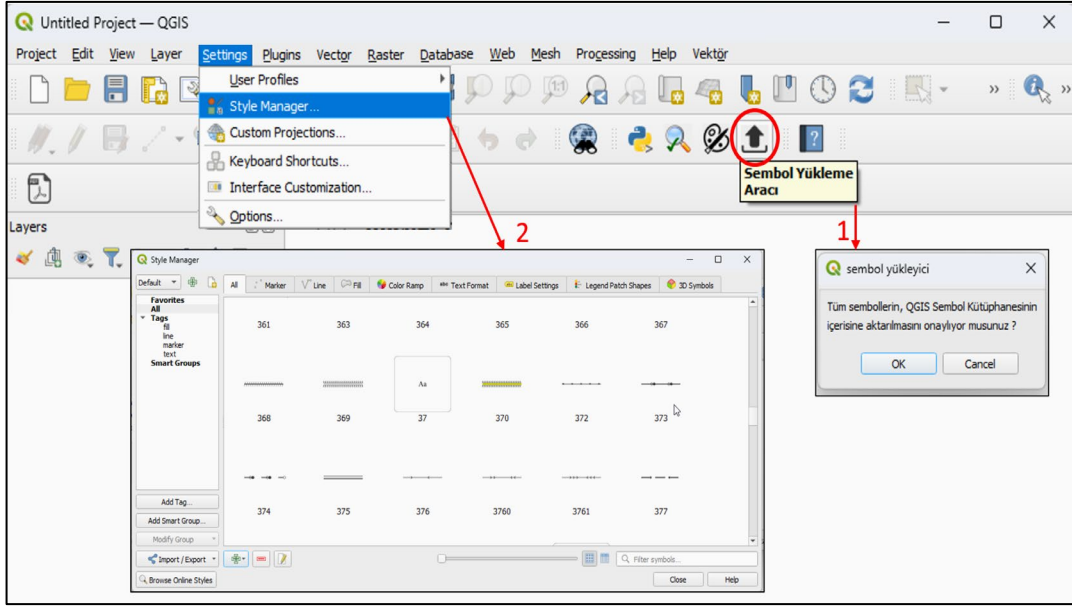
Katmanların sembolleri, kendi içinde sırası ve sembol referans ölçeği talimatlara uygun olarak düzenlenmiştir. Bu işlemler için Sembolleştirme Aracı kullanılarak veri tabanında bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Bu çalışma alanı verinin kullanılması ve depolanması için gereklidir. Verinin okunmasının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

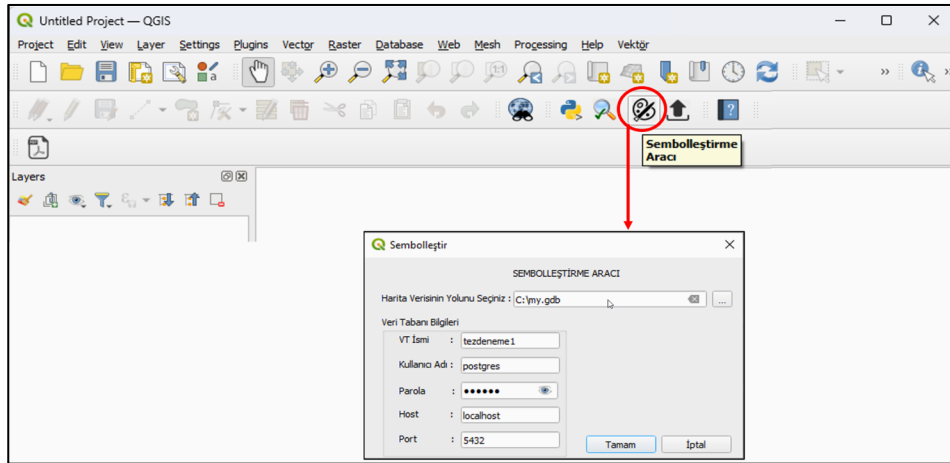
(1) Sembol Yükleme Aracı

QGIS yazılımında eklenti olarak yüklenebilen araçlardan biri olan Sembol Yükleme Aracı, "xml" dosya formatında oluşturulan nokta.xml, çizgi.xml, alan.xml ve yazı.xml sembol kütüphanelerini QGIS Sembol Kütüphanesine başarıyla yüklemektedir. Yükleme işlemi 1 saniye gibi kısa bir sürede 4.42 MB boyutundaki veriyi QGIS yazılımına aktararak gerçekleşmektedir. Program kullanımı Şekil 17'de gösterilmiştir. Bu aracı 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.

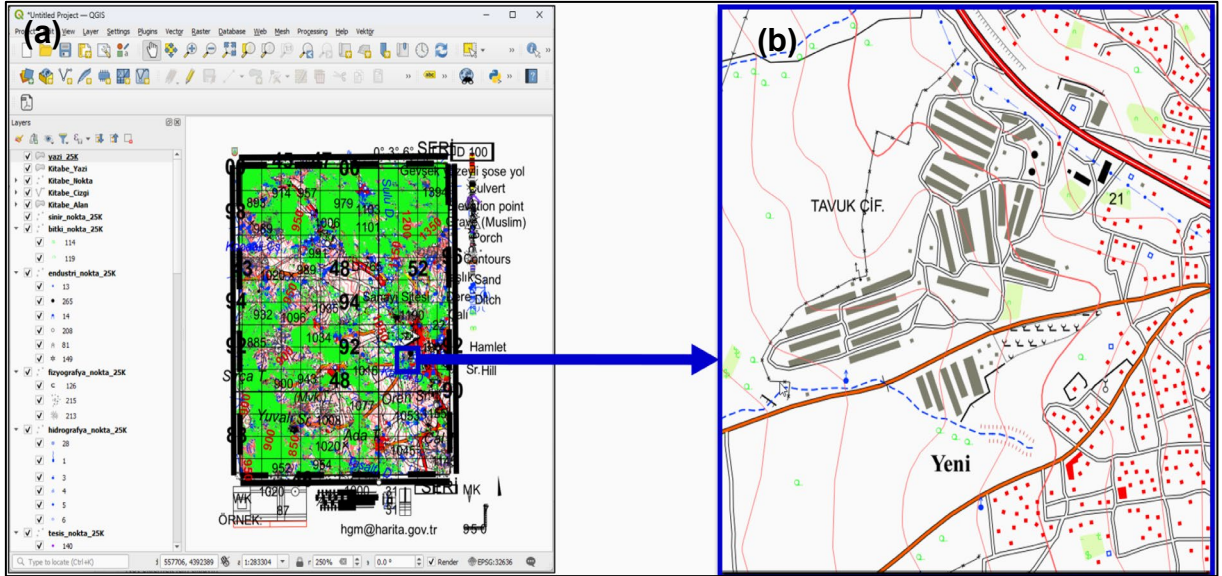
(2) Sembolleştirme Aracı

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

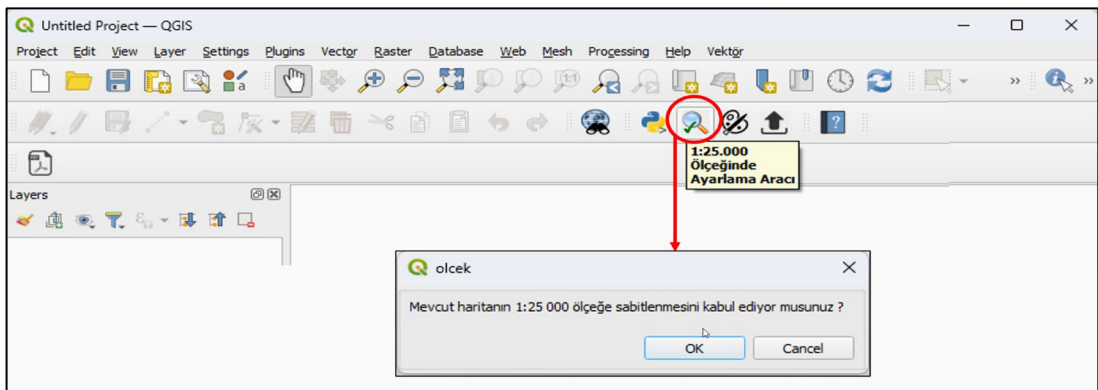
Bu araç, sembolleştirme işlemi sonrasında vektör veriye atanan sembollerin orantısız boyutlarından kaynaklanan karmaşıklığı çözmek için kullanılmaktadır. Program, Şekil 20'de gösterildiği gibi Haritanın Sembol Referans Ölçeğini Ayarlama Aracı butonuna tıklayarak çalışmaktadır.

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

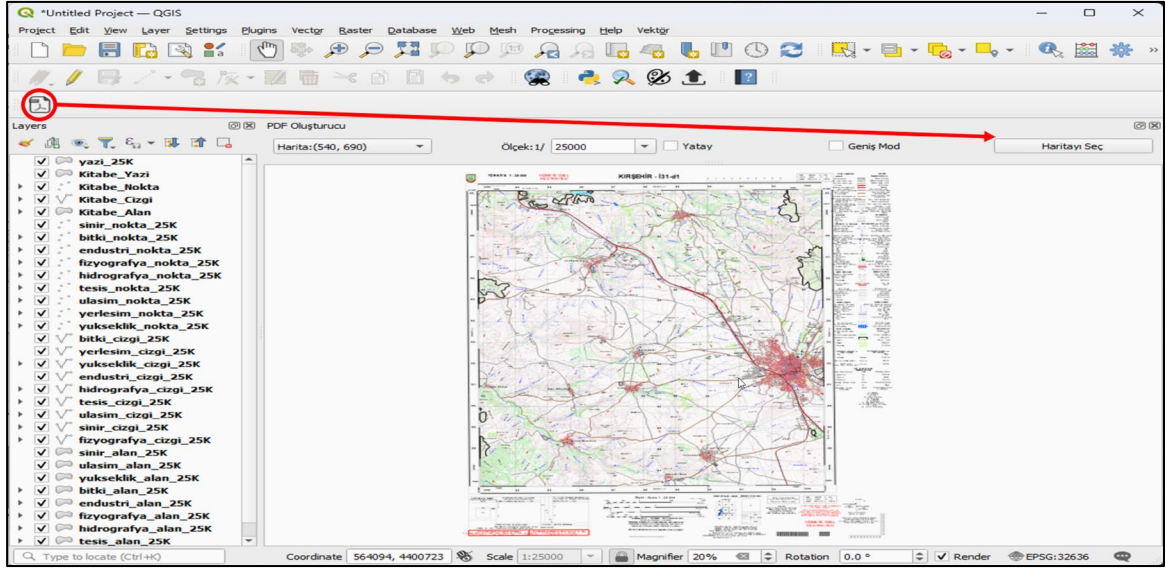
(4) PDF Kaydetme Aracı (EzPrinter eklentisi üzerinde yapılan değişikliklerle geliştirilmiştir.)

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_dev_elooper_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>.