T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

WEB TABANLI MEKANSAL ANALİZLERİN AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Halil İbrahim ONYIL

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa ULUKAVAK danışmanlığında Halil İbrahim ONYIL'ın hazırladığı **"Web Tabanlı Mekansal Analizlerin Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar İle Gerçekleştirilmesi"** konulu bu çalışma 30/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oy çokluğu ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak Kabul edilmiştir.

İmza

Danışman	: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ULUKAVAK (Harran Üniversitesi)	……
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Nizar POLAT (Harran Üniversitesi)	……
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Şevket BEDİROĞLU (Gaziantep Üniversitesi)	……

Bu tezin Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiği Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikri ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Tezin Amacı 3
1.2. Hipotezler 4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Mekânsal Analiz Çalışmaları 5
2.2. Web Tabanlı Mekânsal Analiz Çalışmaları 9
3. MATERYAL ve YÖNTEM 12
3.1. Materyal 12
3.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri 12
3.1.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Tarihçesi 12
3.1.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri' nin Temel Bileşenleri 14
3.1.1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri' de Veri Türleri 18
3.1.1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri' de Coğrafi Veri Kaynakları 20
3.1.1.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri' de Sözel Veri Kaynakları 23
3.1.1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri' de Metaveri 24
3.1.1.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri Oluşturma Aşamaları 25
3.1.2. Web Coğrafi Bilgi Sistemleri 26
3.1.2.1. Web Kullanıcı Arayüz Tasarımı 27
3.1.2.2. Mekansal Veritabanları 30
3.1.2.3. Web Harita Servisleri 31
3.1.2.4. Web Sunucular 31
3.2. Yöntem 32
3.2.1. Mekansal Analiz 32
3.2.1.1. WPS İle Mekânsal Analiz 33
3.2.1.2. Turf. Js Kütüphanesi İle Mekânsal Analiz 34
3.2.2. Çalışma Alanı 38
3.2.3. Kullanılan Veriler 40
3.2.3.1. Temel Veriler 40
3.2.3.2. Yoğun Veri Kümesi 1: Denver Yaban Hayatı Ekolojisi Verisi 40
3.2.3.3. Yoğun Veri Kümesi 2: Ağrı Merkez İlçesi Sayısal Halihazır Verileri 41
3.2.3. Sistem 42
3.2.3.1. Sistem Analizi 42
3.2.3.2. Sistem Mimarisi 43
3.2.3.3. Sistemin Gerçekleştirilmesi 44
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 48
4.1. Sistemin Çalıştırılması ve Kontrolü 48
4.2. Sistemin Zaman ve Veri Yönüyle Performansının Karşılaştırması 50
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 52
KAYNAKLAR 55
ÖZGEÇMİŞ 60
YAYINLAR 61

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

WEB TABANLI MEKANSAL ANALİZLERİN AÇIK KAYNAK KODLU YAZILIMLAR İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Halil İbrahim ONYIL

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ULUKAVAK
Yıl: 2021, Sayfa:70

Bu tez çalışmasında web tabanlı cbs projelerinde coğrafi analiz yapma imkanı verecek açık kaynak kodlu bir sistemin analizi, sistem mimarisi ve sistemin gerçekleştirilmesi ele alınacaktır. Çalışma içerisinde, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımları kullanılmıştır. Bunlar masaüstü yazılımı QuantumGIS, mekânsal veritabanı PostGIS eklentili, PostgreSQL, Geoserver web-harita sunucusu, web harita sunucusuna uyumlu Web Processing Service (WPS), Turf. Js kütüphanesi, web kullanıcı arayüzü ve web sunucusu olarakta Apache Tomcat açık kaynak kodlu yazılımlardan seçilerek kullanılmıştır. Sonuç olarak çalışma içerisinde, sunucu ve tarayıcı tabanlı iki mekansal analiz yeteneği ile; yakınlık, tampon, birleştirme, kesiştirme analizleri, az ve çok yoğunluklu iki veri seti ile test edilmiştir. Mekânsal analizlerin gerçekleştirldiği, sistemin; çalışabilirliği sınanmıştır. Turf.Js kütüphanesinin az sayıda veriler ile daha hızlı olduğu, ancak yoğun verilerde yavaşlamaların meydana geldiği gözlemlenmiştir. WPS' nin yoğun verilerde kullanılmasının daha uygun olduğu belirlenmiştir

ANAHTAR KELİMELER: Webcbs, mekansal analiz, WPS, turf.js kütüphanesi, kullanıcı arayüz

ABSTRACT

MSc Thesis

WEB BASED SPATIAL ANALYSIS REALIZATION WITH OPEN SOURCE CODE SOFTWARES

Halil Ibrahim ONYIL

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatic Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mustafa ULUKAVAK
Year: 2021, Page: 70

In this thesis, the analysis of an open source system, which will allow spatial analysis in web-based GIS projects, the system architecture and the implementation of the system will ve discussed. Geografic information system (GIS) software was used in the study. These are desktop software QuantumGIS, spatial database PostGIS with plugin, PostgreSQL, web map server compatible Web Processing Service (WPS), Turf. Js Library, web user interface and web server Apache Tomcat. As a result, in the study, with two spatial analysis capabilities based on server and browser; proximity, buffer, coupling, and intersection analyzes were tested with low and high density. Spatial analysis is carried out, the operability has been tested. It has been observed thet the Turf.js library is faster with a small number of data, but slowdowns occur in dense data. It has been determined thar it is more appropriate to use WPS in dense data.

KEY WORDS: Webgis, spatial analysis, WPS, turf. js library, user interface

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçimimden, sonuçlandırılmasına kadar her aşamada beni cesaretlendiren, teşvik eden, özgür bir çalışma ortamı sağlayarak yönlendiren ve çalışmalarımın yayına dönüşmesi için emek harcayan, Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ULUKAVAK'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bugüne gelmeme vesile olan saygı değer hocalarım; Sayın Prof. Dr. Saffet ERDOĞAN 'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ' a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nizar POLAT' a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fred Barış ERNST' e ve Sayın Arş. Gör. Abdülkadir MEMDUHOĞLU ve Sayın Arş. Gör. Yunus KAYA' ya sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmada kullanılacak verilere ulaşmamız konusunda tüm destek ve yardımlarından dolayı, Dr. Micheal MİLLER 'a ve Ağrı Belediyesi' nin teknik ve idari personeline saygı ve şükranlarımı sunarım.

Emekleriyle bugünlere gelmemde büyük sabır, ihtimam ve gayret gösteren kıymetli annem ve babama, destekleriyle beni yalnız bırakmayan ablam ve kardeşime ve katkılarıyla bugüne gelmemde emeği olan bütün hocalarıma ve kadim dostlarıma saygı ve sevgilerimle…

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. CBS' nin işlevleri 12
Şekil 3.2. CBS ve Yeryüzü ilişkisi 13
Şekil 3.3. CBS' nin temel bileşenler 15
Şekil 3.4. CBS' de veri türleri 19
Şekil 3.5. CBS' de Coğrafi veriler ve Dünya 20
Şekil 3.6. Coğrafi veri kaynakları 21
Şekil 3.7. Vektör veri modeli 21
Şekil 3.8. Vektör veri modelinin temsili 22
Şekil 3.9. Raster veri modeli 22
Şekil 3.10. Raster veri modelinin temsili 23
Şekil 3.11. CBS' de sözel veriler 24
Şekil 3.12. Proje oluşturma aşamaları 25
Şekil 3.13. Hazır şablon web CBS İmkanı (qgis2web eklentisi) 29
Şekil 3.14. qgis2web Eklentisi İle WebCBS Örneği 29
Şekil 3.15. Açık kaynak kodlu brackets derleyicisi 30
Şekil 3.16. Web programlamada ön ve arka plan programlama dilleri 31
Şekil 3.17. Harita tabanlı uygulamalar için leaflet.js. kütüphanesi 31
Şekil 3.18. Mekansal veritabanları 32
Şekil 3.19. WMS servisinin gösterimi 32
Şekil 3.20. Web sunucusu bütünleşik programı XAMPP 33
Şekil 3.21. WPS operasyonları diyagramı 35
Şekil 3.22. Turf.Js. mekansal analiz kütüphanesi 36
Şekil 3.23. Turf.Js ile kesiştirme analizi 37
Şekil 3.24. Turf.Js. ile birleştirme analizi 38
Şekil 3.25. Temel mekânsal veriler (Nokta, Çizgi ve Alanlar) 39
Şekil 3.26. Çalışma alanı Denver 40
Şekil 3.27. Çalışma alanı Ağrı İli Merkez İlçesi 40
Şekil 3.28. Temel verilerin hazırlanması 42
Şekil 3.29. Yaban hayatı ekolojisi verileri/ Denver 42
Şekil 3.30. Ağrı İli Merkez İlçesi sayısal halihazır verileri 44
Şekil 3.31. Akış diyagramı 45
Şekil 3.32. Sistem mimarisi 46
Şekil 3.33. Uygulamanın işlem adımları 47
Şekil 3.34. Web kullanıcı arayüzün kodlanması 48
Şekil 3.35. Giriş sayfası 48
Şekil 3.36. Ana sayfa 49
Şekil 4.1. Veri giriş yöntemleri 50
Şekil 4.2. Turf. Js. kütüphanesi ile yakınlık ve tampon Analizi 51
Şekil 4.3. Turf. Js kütüphanesi analizler sayfasına geçiş 51
Şekil 4.4. Turf. Js. kütüphanesi analizler sayfası 52
Şekil 4.5. Yoğun veri kümesinin Turf. Js ile analizi 52
Şekil 4.6. WPS analiz penceresine geçiş 53
Şekil 4.7. WPS ile mekansal analiz 53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Ağrı İli 2010 yılı çevre düzen planı yerleşim alan miktarları 41
Çizelge 3.2. Yaban hayatı ekolojisi verilerinin dağılımı..... 43

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKK	: Açık Kaynak Kodlu
AMPD	: Alışveriş Merkezleri ve Perakendeciler Derneği
API	: Application Programming Interface
ASP	: Active Server Pages
AJAX	: Asynchronous JavaScript and XML
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CSS	: Cascading Style Sheets
CGDI	: Canada Geospatial Database Infrastructure
ÇDP	: Çevre Düzen Planı
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ERD	: Entity Relationship Diagram
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
GEOJSON	: Geospatial JavaScript Object Notation
GIS	: Geographic Information Systems
HTML	: Hyper Text Markup Language
PHP	: Hypertext Preprocessor
KB	: Kilobayt
KML	: Keyhole Markup Language
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
MB	: Megabayt
MVC	: Model View Controller
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
Pg	: Postgre
SHP	: Shape File
SQL	: Structured Query Language
STPK	: Sosyal Türkiye Perakende Kataloğu
OGC	: The Open Geospatial Consortium
ÖKK	: Özgür Kaynak Kodlu
VBA	: Visual Basic Application
VCI	: Vegetation Condition Index
VRP	: Vehicle Routing Problem
UML	: Unified Modeling Language
JS	: Java Script
WFS	: Web Feature Service
WMS	: Web Map Service
WPS	: Web Processing Service
ha	: Hektar
m	: Metre

1. GİRİŞ

Günümüz bilgi teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak, bir çok sahada olduğu gibi Harita Mühendisliği sahasında da gelişim ve değişim bütün hızıyla devam etmektedir. Bilginin varlığının en güçlü şekilde kendini hissettirdiği günümüz şartları, karar alma süreçlerini doğrudan etkileyen ve sonuçları itibariyle merkezi ve yerel yönetimlerin politikalarını şekillendiren bir hal almıştır.

Bilginin oluşma sürecinden, sonucuna kadar; bilginin temelini oluşturan verinin edinme şekli, kalitesi, boyutu kadar, işlenmesi ve analizi her geçen gün ayrı bir önem ve değer kazanmaktadır. Hayatımıza giren veri bilimi, veri görselleştirme ve verinin analizi kavramları içinde yaşadığımız dünyayı anlama açısından, daha çok önem kazanmaktadır. Bunlara ek olarak mekansal verilerin analizi ve görselleştirilmesi ise bunlardan yalnızca birkaçıdır.

Sahip olduğumuz bilgilerin temelinde %80 oranlara varan düzeyde mekansal veri içerdiği veya mekansal veri olduğu kabul edilmektedir (Güngör, 2011; Aydınoğlu, 2005). Bu kabulün aldığımız kararları ne düzeyde etkileyeceği aşikardır. Böyle bir durumda karar alırken kullandığımız analiz süreçlerinin, mekansal analizler olarak karşımıza çıkması pek muhtemeldir.

Mekansal analizlerin, gelişen yazılım ve donanım teknolojileri ile birlikte bir çok farklı veri türü, formatı, depolaması, sorgu ve analiz imkanını bir arada bulundurması sebebiyle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), çok güçlü bir araçtır.

CBS, günümüz dünyasının en önemli kavramlarından, stratejik yönetimin temel dayanağı haline gelmiştir. Politika üreticilerin, araştırmacı bireylerin; karar aşamalarında deyim yerindeyse, gözleri, elleri ve ayakları konumundadır.

CBS, mekana dayalı gözlem ve ölçmelerle elde edilen verilerin toplanması,

depolanması, proses edilmesi ve kullanıcı kesime görsel olarak sunulması fonksiyonlarını bir tamamiyet kapsamında ortaya koyan bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000).

Dünyamız, ülkemiz ve içinde yaşadığımız mekânlar karmaşa ve düzensizlik dolayısıyla, biz kullanıcılar tarafından tam olarak algılanması, çözümlenmesi zor bir yapıya sahiptir. Böyle bir durumda, gerçekleştireceğimiz mekansal analizler, dünyamızı daha iyi anlama konusunda bizlere yardımcı olmaktadır.

Mekansal analiz, konuma ve mekana ilişkin verileri, süreçleri ve sonuçları içerisinde barındıran yönüyle, hem istatistik sonuçlar elde etmeyi sağlar hemde karar vermede bizler için güçlü bir yöntemdir. Konumsal analiz çalışmaları, mekansal verileri belirli koşullar ve değerler altında değerlendirme fırsatı sağlaması ve karar destek aşamalarında mühendis ve yöneticilere yardımcı olması açısından önemlidir.

Karar almada, araştırmalarda bu denli önemli bir fırsatı, yalnızca masaüstü CBS yazılımı aracılığıyla gerçekleştirme yükümlülüğü, lisanslı yazılımı kullanma yükümlülüğü ve dahası, bu yazılımları kullanma bilgisinin olmaması; Coğrafi analiz imkânını kısıtlayabilir ve hatta herhangi bir analiz yapamama ile karşı karşıya kalmasına neden olabilir (Yılmaz, 2009; PSU, 2020).

Masaüstü yazılımlarla mekânsal nesnelerin gösterimi, daha doğru ele alınmasını ve yönetilmesini kolaylaştırmaktadır. Buna karşın, web uygulamalar ise; farklı amaçlar için birçok disiplin tarafından kullanılmakta ve birçok mekansal verinin gösterilmesinde kullanılmaktadır. Bu alandaki ihtiyaçlar her geçen gün artmaktadır.

Mekansal Bilgi Sistemlerinin hem donanımsal hem de yazılımsal bazı gereksinimleri vardır. İnternet sistemlerinin zaman içerisinde hızla gelişmesi ile

farklı veriler, rastgele bir mekan ve zaman sorunu olmadan web platformlar ile kullanıcı kitlelere ulaştırılabilmektedir (Güler, 2020).

Bu yüksek lisans tezi çalışması kapsamında CBS alanında ki birçok disiplin tarafından kullanılmakta olan ve kullanıcıların ihtiyacı karşılayan web tabanlı mekansal analiz yapabilme kabiliyetleri iki faklı yöntem ile ele alınacaktır. İki yöntemin veri boyutu, zaman açısından performans değerlendirmesi bu çalışma kapsamında değerlendirilecektir.

Tez kapsamında, birinci bölümde teze giriş yazısı, tezin amacı ve sınanması gerçekleştririlecek hipotezler anlatılmıştır, ikinci bölümde literatürde günümüze kadar yapılan masasütü ve web tabanlı mekansal analiz çalışmalarından örnekler ele alınmıştır, üçüncü bölümde CBS' nin geniş bir tanımına, Web CBS' nin yapısına, Mekansal Analizin WPS ve Turf.Js Kütüphanesi ile gerçekleştirilmesine, çalışma alanlarına, kullanılacak verilere ve yönteme değinilecektir, dördüncü bölümde araştırma bulguları ve tartışma kısmına yer verilmiştir. Son bölüm olan beşinci bölümde ise sonuçlar ve öneriler aktarılarak çalışma tamamlanmıştır.

1.1. Tezin Amacı

Harita/geomatik sektöründe, özgür ve açık kaynak web destekli teknolojilerin her geçen gün ilerlemesine bağlı olarak, kullanımı her geçen gün artmaktadır. Mesleğimizi icraa eden mühendislerin coğrafi bilişim algısı, günümüzün hızını yakalayabilmede büyük adımlar atmasına neden olmuştur; tez çalışmamızın hedefini ve amacını belirlemede önemli bir rol oynamıştır.

Açık kaynak kodlu – özgür web teknolojiler kullanılarak, kullanıcıya dost bir web uygulama geliştirilerek, coğrafi analizlerin gerçekleşmesine imkan sağlanacaktır. Bu minvalde, birçok farklı soruna çözüm önerisi üretecek coğrafi analizlerin gerçekleştirilmesi kolaylıkla sağlanmış olacaktır. Buna ek olarak, tez

çalışması içerisinde Turf.Js. Kütüphanesi ve WPS standardı kullanılarak, web destekli coğrafi analizlerin açık kaynak kodlu gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

1.2. Hipotezler

"Web Tabanlı Mekânsal Analizlerin Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar İle Gerçekleştirilmesi" başlıklı tez çalışması, coğrafi verilerin web ortamında kullanıcı arayüzü etkileşimi ile gerçekleşecek "coğrafi-konumsal analizler" konusunu tema edinmektedir. Bu kapsamda, aşağıdaki hipotezler kurulmuştur.

H1: Web tabanlı mekânsal analizlerin yapılması işlemi; kolay, ulaşılabilir, kullanılabilir ve sürdürülebilirdir.

H2: Turf.Js Kütüphensi ile mekânsal analizleri web tabanlı hızlı ve etkin yapma yeteneğine sahiptir.

H3: WPS ile mekânsal analizleri web tabanlı hızlı ve etkin yapma yeteneğine sahiptir.

H4: Mekânsal analizlerin yapılması karar-destek aşamalarına katkı sağlar.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) günümüze kadar gelen literatür kapsamında birçok çalışma içerisinde konu olarak seçildiğini görmekteyiz. CBS'nin masaüstü ve web tabanlı mekânsal analiz çalışmalarına konu olan örnek literatür çalışmalarına aşağıda yer verilmiştir.

2.1. Mekânsal Analiz İle İlgili Çalışmalar

Literatürde, masaüstü CBS yazılımları ile mekânsal analiz çalışmalarının, Harita Mühendisliği ve birçok farklı disiplin tarafından, farklı amaç ve hedeflere hizmet etmesi amacıyla kullanıldığını görmekteyiz. Coğrafi bilgi sistemlerinin, sahip olduğu veri depolama, güncelleme, sorgulama, analiz ve farklı çıktı olanakları, mekânsal analiz yönünden, mekânsal verinin anlaşılmasında etkin ve saygın bir yöntem olarak kabul görmüştür. Yapılan çalışmalarda, CBS' nin mekânsal analiz imkânının; ağ, tampon, yakınlık, çakıştırma, birleştirme vb. analizleri ile, hem istatistiksel hemde görsel olanak sunması yönleri ile tercih edildiği görülmüştür (Snow, 1854; Fortheringam ve Rogerson, 1994; Emür, 1995; Goodchild ve Longley, 1999; Bozyazı Daylan ve İncecik, 2002; Yomralıoğlu ve Döner, 2005; Bailey ve Gatrell, 2005; Bielecka, 2020).

Snow (1854), kolera hastalığının nedeni araştırmak amacıyla başladığı çalışmalarına, hastaların gelmiş oldukları evleri, sokakları ve caddeleri dikkate alarak hazırladığı harita ile hem CBS' nin hemde mekânsal analizin temelini atmış olduğunu söyleyebiliriz. Çalışması kapsamında, koleranın çok yaygın olduğu ve kendisininde oturduğu Londra' nın Soho Mahallesi'nde 127 kişinin hayatını kaybetmesi ve her geçen gün artan vaka ve ölüm sayıları Snow' un dikkatini çekmiştir. Bunun üzerine öncelikle oturduğu mahallede hasta olanların listelerini

çıkarmıştır sonra bu verileri grafikler yoluyla göstermenin bir yolunu düşünmüştür. Uzun bir araştırma ve gözlemler sonrası Soho 1854 Kolera Salgını Haritasını oluşturmuştur. Harita üzerinde Soho Mahallesi'ni, cadde, sokak ve evlerini göstermiştir. Evlerin içerisinede, ölüm sayılarını ifade eden çizgili çubuklar çizmiştir. Bu çizgisel verilerden, yoğunlaşmanın, mahalledeki su tulumbası etrafında olduğunu görmüştür. Kolera salgınının nedeninin, mahalledeki su tulumbası olabileceğini düşünerek, aldığı su numunelerine yaptığı kimyasal ve biyolojik deneylerde suların temiz olduğunu, ancak; şüpheleri dolayısıyla, su tulumbasının kolunu kırmasından kısa bir süre sonra kolera salgınının, azaldığını ve bir süre sonra salgının sona erdiğini gözlemlemiştir.

Bayar (2005), Ankara' da gerçekleştirilen çalışma kapsamında; 9 büyük market alanının ve müşteri özelliklerinin, Sosyal Türkiye Perakende Kataloğu 2004 ve AMPD Tüketici alışkanlıkları raporlarından edinilen verilere göre, nüfus verileri ve yapılan anket çalışmaları dikkate alınarak, CBS yazılımları ile mekânsal analiz uygulaması yapılmıştır. Yapılan kullanım yoğunluğu, yakınlık, çakıştırma, tampon gibi mekânsal analizlere göre alışveriş merkezlerinin nüfus ve ekonomik etki alanları dolayısıyla, Ankara şehrinin batı ve güney yönlü alanlarının alışveriş merkezleri için uygun olacağı tespit edilmiştir.

Demirci (2005), Türkiye Florası' nın mekânsal olarak incelenmesini konu edinen çalışmada, ülkeye has ve nesli tehlike altında olan bitkilere ait veriler, coğrafi olarak referanslandırılarak, veri kümesi oluşturulmuştur. CBS yazılımları aracılığıyla çok değişkenli fonksiyonlarla istatistiksel analizler yoluyla, bitkilerin dağılım durumları incelenmiştir. Gerçekleştirilen çakıştırma analizleri sonrası, kuşların diğer canlılarla aynı öneme sahip alanların ne kadar çakıştığı analiz edilmiştir. Çalışmanın hem var olan hemde yeni açılabilecek koruma alanlarını analiz etmesi açısından flora alanlarının yönetimi açısından kullanılablir bir metodolojiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Erdoğan ve diğerleri (2008), kaza verilerinin analizi ve görselleştirlmesini konu edinen çalışmasında, Afyonkarahisar İli özelinde, 1996-2005 yılları arasında meydana gelen kazaların konuma ilişkin verileri ve sahip oldukları özelliklere göre mekânsal analizi ve istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Cuma, Cumartesi ve Pazar günlerinin kaza riskinin en çok olduğu günler olarak belirlenmiştir. Kazalarda, %29 oranla 12-18 saatleri arasında, %27 ile 6-12 saatleri arasında kazaların olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmanın, kazaların analizi ve sıcak kaza noktaların belirlenmesi açısından bir yönetim sistemi olarak kullanılması önerilmektedir.

Yavuz (2010), Türkiye' nin 1975-2007 yılları arası iklim verilerinin parametrelerinin değişiminin ve dağılımının incelendiği bu çalışmada CBS analizleri yoluyla belirlenmesi hedeflenmiştir. İklim parametreleri, Kruskall-Wallis türdeşlik sınaması yardımıyla verilerin homojenliği ortaya koyulmuştur. Mann Kendall testi ile bölgesel olarak, artış ve azalışlar istatistiki olaraktest edilmiştir. Zamansal ve konumsal değişim, jeoistatistiksel olarak mekânsal olarak modellenmiştir. Çalışma sonucunda en uygun enterpolasyon yöntemi olarak, Kriging yöntemi olduğu belirlenmiştir. Verilen meteroloji istasyonlarında, kümelemenin olup olmadığı bakıldı ve hatalarda kümelenmelerin olmadığı görülmüştür.

Pişkin (2011), İzmir'in Aliağa ilçesi ve çevresinin Arkeolojik alanlarının mekânsal analizini tema edinen çalışmasında, topografya ile arkeolojik alanların ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, 17 yerleşim yerinin koordinatları belirlenerek, dönemsel ve kültürel değişimler dikkate alınarak farklı CBS katmanları veri seti olarak eklenmiştir. Arkeolojik alanların; yükselti, eğim, bakı ve akarsularla olan mekânsal analizi gerçekleştirilmiştir. Prehistorik dönem yerleşim alanlarının %37.5'i, akarsulara 500-700 m arası, %25'i 100-200m arasında olduğu belirlenmiştir. Demir Çağı yerleşimlerinin akarsulara olan mesafeleri ise; %50'si 200-300 m arası, %20' si 0-100 m arası olarak belirlenmiştir.

Dereli ve diğerleri (2015), trafik kaza kara noktalarının belirlenmesini konu edinen çalışmada, Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve Emniyet Genel Müdürlüğü'nden alınan 2006-2011 yılları Afyonkarahisar - Konya illerinin kara yollarında meydana gelen kaza verileri kullanılmıştır. Yollara ait bilgiler coğrafi bilgi sistemleri yazılımı ile birer kilometrelik bölümlere ayrılmıştır ve 1415 yol bölümü oluşturulmuştur. Bu yollarda meydana gelen kazalar, 32 sınıfta öznitelik bilgisi bulundurmaktadır. Kaza tahminleri Ampirik Bayes yöntemi ile hesaplanmıştır. Tahminler ile performans dizinleri belirlenerek, performans dizinleri birden büyük olanlar kara nokta olarak nitelendirilmiştir. CBS yazılımları aracılığıyla 2006-2011 yılları arası meydana gelen kazaların haritaları çakıştırılarak, çakıştırma analizi gerçekleştirilmiştir.

Topaloğlu (2019), İzmir şehir merkezinin kent içi yolları, şehir ulaşım altyapısı ve var olan bisiklet ağı incelenerek, coğrafi ölçekte dağılımları, nitelikleri CBS ile belirlenerek, coğrafi olarak referanlandırılmıştır. Tüm veriler ile konumsal veritabanı oluşturulmuştur. CBS yazılımı ortamında, konumsal veritabanındaki veriler, mekânsal analizlere tabii tutulmuştur. Analizler sonucunda, kente ait bisiklet yollarına ulaşma analizleri, bisiklet yolu istasyonlarına ait yeterlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bir diğer hedefi İzmir'in bisiklet yolu planlama ve çalışmalarına yol gösterici olmaktır.

Sönmez ve Avaroğlu (2019), çalışma kapsamında Mersin Üniversitesi fiber - optik ağ altyapı mekânsal bilgi sistemi kurulmuştur. Şebeke (Ağ) analizleri gerçekleştirilerek, sorun oluşabilecek bölgeler, sorgu ve analizler yoluyla, nelerden etkilenebileceği görülebilmektedir. Önemli bir nokta olarak, mekânsal veritabanı ile web sunucusu ayrı sunuculara kurularak kullanılması tavsiye edilmektedir. Zaman içinde meydana gelebilecek, sorunlar ve sistem çökmelerinin önüne geçilebilmesi için ayrı sunucular önem arz etmekte olduğu ifade edilmektedir.

Yalçınkaya (2020), İzmir'in Çiğli ilçesi için uygulanan çalışmada, katı atık ve taşıma sisteminden doğan hava kirleticilerin, emisyonlarının hesaplanması ve toplama araçlarının kapasitelerinin, emisyona etkisini ortaya koymaya yönelik bir çalışmadır. CBS yazılımları ile Vehicle Routing Problem (VRP) yöntemi ile en uygun güzergâh, toplamda alınan yol ve toplamda araç çalışma süreleri hesaplanmıştır. Ağ analizleri gerçekleştirilerek, farklı araçlarla kapasite hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Büyük araçlar ile yapılan taşımaların, daha az işçi ve araç sayısı gerektirdiğini ancak; yakıt miktarını azaltığını ve emisyon oranını %17 oranında artırdığını göstermektedir. CBS temel kullanıcısı bir planlayıcının en uygun yol güzergahını ve emisyonunu hesaplaması için daha az veri, uygulanabilir, kullanımı kolay, hızlı bir model metodu sunmaktadır.

2.2. Web Tabanlı Mekânsal Analiz ile İlgili Çalışmalar

Literatürde, web tabanlı mekânsal analiz konusunu ele alan, birçok uluslararası çalışma bulunmaktadır. Ancak, ulusal kaynaklarda web tabanlı mekânsal analiz çalışmalarına rastlanmamıştır. Literatür kapsamında konu edinilen başlıklara baktığımızda; mekânsal verileri web ortamda WPS servisleri ve mekânsal analiz kodlama kütüphanesi olan Turf.Js ile analizlerin gerçekleştirildiği görülmektedir (Meng ve ark., 2009; Pross ve Stach, 2009; Foerster ve ark., 2011; Granell ve ark., 2012).

Gao ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada; Kanada Mekânsal Veri Altyapısı (Canadian Spatial Data Infrastructure: CGDI) aplikasyonlarını ve New Brunswick Akciğer Derneği'nin sağlığa dair verilerini kullanılarak bir sağlık durum analizi projesi gerçekleştirmişlerdir. Web temelli olarak çalışacak sistem, sağlık kurumu mensubu kişiler, hasta kişiler ve yöneticiler tarafından kullanılabilecektir. Bu aplikasyon ile sağlık verilerinin konumsal analizler yapılabilecek ve sonuçları haritalar üretilmesi ile daha kolay analiz edilme imkânı olacaktır. Sonuç olarak,

hastalıkların coğrafi dağılımı, kaynağı ve büyümesinin önüne geçilmesi için bir kamu sağlığı mekansal bilgi sistemi oluşacaktır.

Tan ve ark. (2015), web tabanlı bir çalışma ile, WPS'nin yüksek performans ile kullanabilme ve daha az işlem süresi ile sonuç elde edebilmeyi hedeflemektedir. Web ortama aktarılan uydu görüntüleri üzerinden belirlenen alanları, işleme tabii tutarak The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Vegetation Condition Index (VCI) hesap ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Geleneksel olarak 3500 sn' de gerçekleşen işlem, web tabanlı WPS ile, 250sn gibi daha az bir sürede yapıldığı görülmüştür, böylece; daha hızlı sonuç elde edilmesi yönüyle WPS' nin yüksek performansı ortaya konmuştur.

Khan ve ark. (2015), coğrafi alanda ortaya çıkan olguları anlamak için CBS' nin önemli görevlerini konu edinen uygulamasında, coğrafi verilerin haritalarının üretilmesi, sorgularının yapılması ve coğrafi analizlerin gerekli olduğunu söylemektedir. Çalışma kapsamında, Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) ve WPS kullanılmıştır. Çalışma, kullanıcı bireyler için birçok veriyi sorgulayabilme, analiz edebilme ve böylece kullanıcı için bir karar-destek ünitesi olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

Ehbrect ve ark. (2018), toplumun katılımına ve kullanımına açık bir yazılım projesini konu edinmektedir. Proje kapsamında, WPS işlemleri ile birçok mekânsal veri setini yönetmek ve sonuçlar almak hedeflenmektedir. Farklı ülkelerdeki, meteoroloji istasyonlarından, gözlemevlerinden, kurumlardan gelecek olan iklime ilişkin verilerin bir araya toplanması ve analiz edilmesini tema edinmektedir. Böylece, herhangi bir kâr amacı gütmeyen kurum ve kuruluşların, iklimi analitik olarak ele alınması olanağı vermektir. Çalışmanın temel faydası birlikte çalışılabilir bir yazılım mimarisi ile, kullanıcıların verilerini, masaüstü bir ortamdan ziyade web ortamda gönderme imkanının sağlanmasıdır. Böylece, hem verilerin toplanmasında zamandan ve mekândan bağımsız bir sistem ortaya konmuş olacaktır.

Piyathamrongchai (2018), web destekli haritalar ile yön bulma servisinin, bir konumdan diğer bir konuma gitmek için en uygun rotayı önerebilmektedir. Fakat; acil durum, kaza ve doğal olaylar gibi kompleks durumlarda mobil kullanıcıyı yardımcı olamamaktadır. Çalışmada, coğrafi alana ilişkin mekansal veriler Google Harita API ile temin ediliyor, Turf.Js kütüphanesi ile, tekrar web destekli olarak uygun yol yönünü bulabilmek için coğrafi analizi gerçekleştirerek, uygun yön tespitini gerçekleştirebilmektedir.

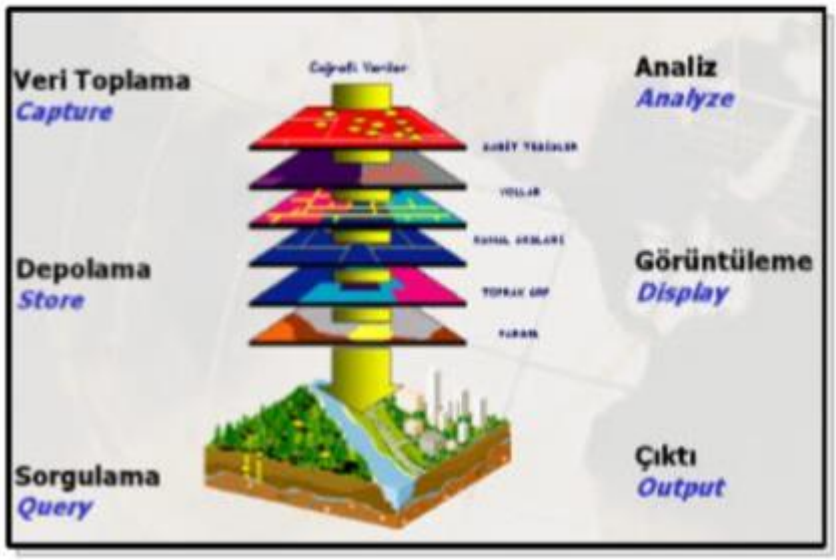
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

3.1.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Tarihçesi

Coğrafi alana ilişkin verilerin yönetimi ve organizesi, Mekansal Sistemleri'nin ana temasını oluşturmaktadır (Karaş, 2001). Mekansal Bilgi Sistemleri (MBS) mekana ait olan verilerin toparlanması, saklanması, korunması, sorgusu, görüntüleme imkanı ve analiz edilmesi uygulamalarını yerine getiren bilgisayar tabanlı yazılım, donanım ve personelleri içerisine alan bir bütün sistemdir (Burrough, 1998).



Şekil 3.1. CBS' nin işlevleri (ArcGIS, 2010)

Bir diğer şekilde ifade etmek gerekirse; CBS, konuma ait toplanan verilerin bir araya getilmesi, depolanması, işlenmesi ve kullanıcının hizmetine sunulması fonksiyonlarını bir birliktelik içerisinde gerçekleştirme yeteneğine sahip bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000).

CBS, çağımız dünyasının en önemli kavramlarından, stratejik organizasyonun altlığı durumuna gelmiştir. Politika üreticilerin, araştırmacı bireylerin; karar destek sırasında, kullanıcının, gözü, elleri ve ayakları konumundadır.

CBS, sosyolojik çalışmalardan, suç araştırmalarına; sağlık, siyaset, istihbarat alanına ilişkin bir çok alanı içerisine aldığı gibi, kente ilişkin belediye hizmetlerinin yapılmasına optimum çözümün üretilmesi için; gereksinim I olan temel hizmetler, mühendislik, altyapı, planlama ve idari verileri ivedi ve sıhhatli bir tarzda irdelemek hedefiyle oluşturulan, mekansal bilgi sistemlerinin kentsel alan düzeyinde aplikasyonu olan mekansal bilgi sistemlerinden bir tanesidir (Yomralıoğlu, 2000).



Şekil 3.2. CBS ve Yeryüzü ilişkisi (Başarsoft, 2021)

1950'lerin sonuna doğru, Amerika Birleşik Devletleri'nde ulaşım uzmanları trafik verileri temelli haritaların sayısal olarak dönüştürülmesi ile başladılar. 1950'lerin sonuna doğru Washington Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde konumsal istatistik ve bilgisayar temelli harita üretimi uygulamaları ile başlandı.

1960'lı yılların başında, Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi geliştirdi (CGIS) ve geliştirilen bu sistem; sahanın, tabii kaynakların, özel alanların verilerinin bir araya getirilmesinde kullanmaya başladı. Aynı yıllarda ABD' nin bir eyaleti olan Minnesota'da plan ve proje dairesi tarafından, CGIS'e benzer saha verilerinin yönetimi sistemi hayata geçirildi (Düzgün, 2010).

Tekrar 1960'lı yıllarda ABD'nin nüfus istatistik kurumu nümerik nüfus bölgelerini çalıştı. Geokodlama yardımıyla mekansal eşleştirmesini yaptılar. 1964 yılında Harward Üniversitesi Bilgisayar Grafikleri ve Mekansal Analiz Laboratuvarında SYSMAP bilgisyar programının arayüzü burada geliştirildi, 1960'ların sonunda CALFORM, SYMVU, GRID programları ile 1970'lerin ilk yarısında POLYVRT ve 1970'ler de, ODYSSEY programları CBS' nin temelini oluşturan ilk yazılımları oluşturdu (Düzgün, 2010).

1969'da ilk hususi saha çalışması olarak Environmental Systems and Research Institute (ESRI) firması kuruldu ve kapalı kaynak kodlu CBS programı geliştirme çalışmalarına başladı. 1970'li yıllarda ABD' nin ordusunda kullanılmak üzere, Açık kaynak kodlu (AKK) GRASS GIS yazılımı US Army Corps of Engineer geliştirdi. 1982 yılına kadar geliştirilen ArcINFO yazılımı ESRI firması tarafından ticari olarak üretildi ve satışa sunuldu. 1980' li yıllarda ticari yazılımlarla birlikte ayrıca AKK CBS programları birden çok CBS projesinde aktif olarak kullanılmaya başlandı (Düzgün, 2010). Günümüzde ise; olanca hızıyla, açık kaynak koda olan rağbet giderek artmakta, bulut sistemler ile birlikte kullanılarak daha iyi çalışmalara imza atılmaktadır (Mekansal Planlama, 2020).

3.1.1.2. CBS' nin Temel Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kurulabilmesi için gerekli elemanları ifade eden bileşenler (Şekil-3).



Şekil 3.3. CBS'nin Temel Bileşenleri (Şahinsoy, 2011)

Yazılım

"Bilgisayarda, donanıma hayat veren ve bilgi işlemde kullanılan programlar, yollar ve yazılım dilleri ve belgelemenin tümüdür." olarak tanımlanan yazılım (TDK, 2021). Bakıldığında, CBS yazılımları; mekansal verileri toplama, depolama, işleme ve analiz etme yetenekleri ile kapalı kaynak kodlu-ticari ve açık kaynak kodlu-ücretsiz programlar olarak iki kısımda incelenebilir.

Kapalı-ticari yazılımlar:

- ArcGIS
- MapINFO
- IDRISI

- Intergraph
- TNT-Mips

Özellikleri:

Ticari yazılımlar olması nedeniyle, kaynak kodları kapalıdır ancak yazılımda özelleştirme yaparak istediğin fonksiyonları bir araya getirebilmesi

için her yazılıma eklenti yapılabilir ancak ArcGIS gibi bazı yazılımlar bu eklenti özelliğini 2025' te sonlandırmayı hedeflemektedir. Eklenti geliştirme işlemi yazılıma göre farklı yüksek seviyeli programlama dillerinde yapılabilir. ArcGIS ortamında, VBA eklentisi ile, Visual Basic.Net kullanılarak yapılabilmektedir. Bu kapalı kaynak kodlu yazılımlar, bir firma ya da gönüllü bir yönetimce geliştirilmişlerdir. Birçok ülkede daha çok ücretli programlar kullanılmaktadır. Program, ile ilgili teknoloji desteği, üretici firma tarafından genellikle yıllık bazlı ücreti mukabilinde verilmektedir. Her güncelleme ve/veya onarım işlemi için mali bir kaynağın ayrılması gerektirmektedir.

Açık kaynak kodlu-ücretsiz yazılımlar:

- QGIS
- Grass
- uDig
- openJUMP
- Openmap

Ücretsiz olup herkes tarafından internetten indirilip kullanılabilir. Kaynağı açık olduğundan herkes tarafından değiştirebilir. Daha çok gönül kişi ve gruplar ile geliştirilmişlerdir ve kullanıcı destekleri ile bu kullanıcıların oluşturduğu platformlardan, yazılımlar ücretsiz bir şekilde temin edilebilir. Açık kaynak kod standartları gereği benzer açık kaynak kodlu yazılımların birbiriyle olan entegrasyonu kolaydır.

Donanım

Donanım, "bir bilgisayarda bulunan bütün fiziksel birimler" olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2021). CBS, bir çok bilgisayar donanımını ve bilgisayarı kullandığı gibi. Günümüzün son teknoloji ürünleri olan taşınabilir bir çok donanımına uygun bir şekilde hayatımıza girmiştir.

Günümüzde CBS:

- Masaüstü bilgisayarlar
- Ağ yapıları
- İnternete Dayalı Yapılar
- Mobil/El Tableti Cihazlarda

olmak üzere bir çok farklı donanımda kullanılmaktadır (Düzgün, 2010).

Veri

Bir araştırmanın ana ögesi olan done olarak tanımlanan veri, mekansal anlamda da saha gözlemlerine dayalı olarak elde edilen konumsal verileri ifade etmektedir (TDK, 2021; Yomralıoğlu, 2000; Karaş, 2001).

Coğrafi bilgi sistemleri' nde veri her proje için değişkendir ancak iki temel formata sahiptir.

- **Sayısal Veriler** (Haritalar, Hava Fotoğrafları, Uydu Görüntüleri)
- **Sözel Veriler** (Sayısal Veriler İle Bağlantı Kurulabilecek Tablosal Veri)

Veri elde edilirken ve CBS ortamında kullanımında, kıymetine ait özellikler dikkatle incelenmesi gerekir. Veri kriteri için ana değerler şunlardır:

- **Doğruluk:** Verilerin gerçek kavramını özümleme düzeyini belirler
- **Hassasiyet:** Verilerin ayrıntı düzeyini dolayısı ile değerini belirler

- **Sıklık:** Verilerin bir araya getirilme aralığını yani frekansını
- **Güncellik:** Verilerin ne kadar yeni olduğunu ifade eder
- **Kapsama Alanı:** Coğrafi alandaki ne kadarlık bir sahayı ifade ettiğini belirler.

Personel/İnsan

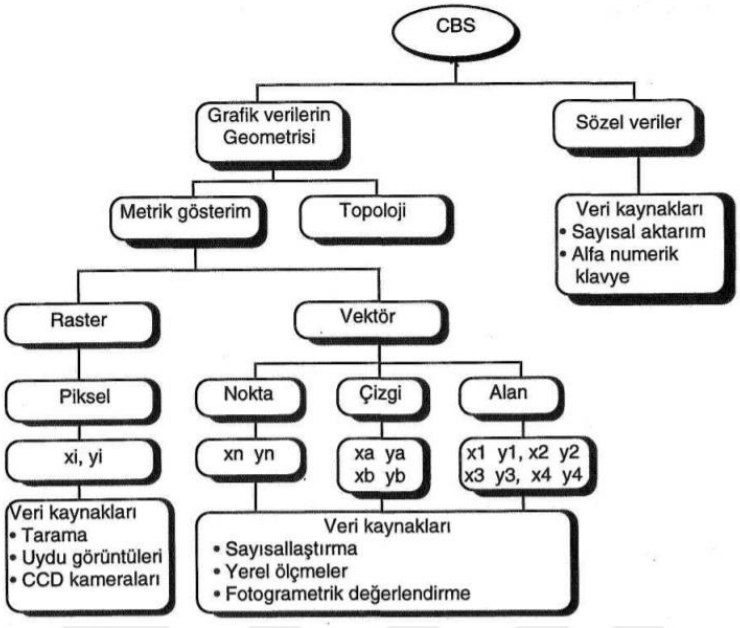
CBS personeli, CBS hizmetlerinin yerine getirilebilmesi için "bir iş yerinde, kurumda çalışan" bireyler olarak tanımlanan operatör, uzman, yönetici ve kullanıcı personellerin tamamını kapsamaktadır (TDK, 2021). Çok gelişmiş imkan ve kabiliyetler olsa bile, hiç bir zaman insan faktörü göz ardı edilemez. Sahip olduğunuz, yazılım, donanım ve kalitesi yüksek veri olsa bile, CBS' nin etkin bir araç olarak kullanılabilmesi için bilgi sahibi, yetkin ve deneyimli kullanıcının olması şarttır. CBS'nin aktif kullanımı CBS becerilerini bilen, CBS'nin yapısına vakıf ve konuma ait verilerin temel özelliklerini anlamış kullanıcı bireylerle sağlanabilir. Bu özellikteki kullanıcılar için CBS çalışan kurum ve kuruluşların kullanıcılar yetiştirmeye çok değer vermesi gereklidir (Düzgün, 2010).

Bu bağlamda, bir çok üniversitede CBS Lisans, Yüksek Lisans ve Doktara seviyesinde ders olarak verilmektedir. Ayrıca, önlisans düzeyinde halizhazır 10 üniversitede (2'si açık öğretim) CBS Önlisans eğitimi verilmektedir (YÖKATLAS, 2020). Özel firmalar ve üniversitelerin Sürekli Eğitim Merkezleri (SEM), CBS alanında kısa süreli, uygulamaya dayalı eğitimler vermektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü (CBSGM) CBS Operatörlüğü sınavları yapmaktadır. Kullanıcıların yetkinlik seviyelerini göstermeleri açısıdnan önem arz etmektedir. Bu çalışmaların tamamı CBS alanında yetişmiş personelin oluşması açısından hayatidir.

3.1.1.3. CBS' de Veri Türleri

CBS'nin en önemli unsurlarından biri olan veri, kendi içerisinde kısımlara ayrılmaktadır. Keza, CBS içerisinde %50'ye yakın bütçenin ayrıldığı kısım olması nedeni ile de ayrı bir önem arz eder.

- **Coğrafi Veriler:** İçinde vektör ve raster veri türlerini barındıran mekânsal verilerdir.
- **Sözel Veriler:** Mekana ilişkintablolar halinde kullanabileceğimiz, mekanı tanımlayıcı verilerdir.



Şekil 3.4. CBS'de veri türleri (Erdoğan, 2021)

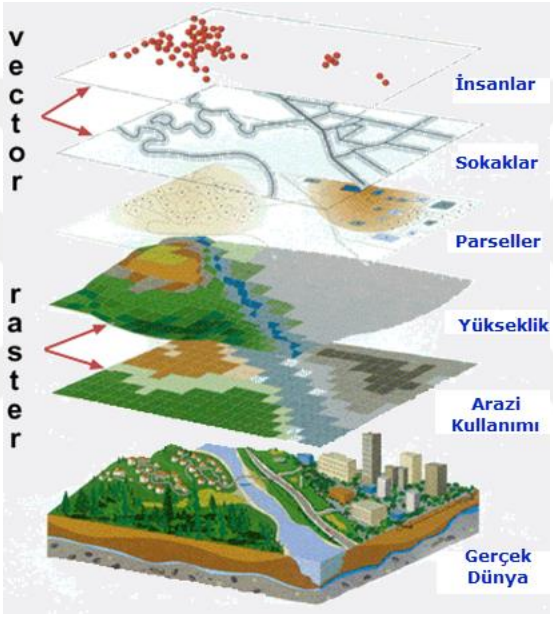
CBS'de verilerin belli başlı özelliklerinin olması gerekir. Coğrafi ve sözel veriler ile birlikte veya tek başına anlamlı kullanılabilir olabilmesi için;

- İçeriğinin,
- Veri toplama yönteminin,
- Datumunun, projeksiyon sisteminin/ koordinat sisteminin
- Doğruluğunun

- Toplanma zamanının, güncelleştirme ihtiyacının
- İşlenme sürecinin
- Kalitesinin
- Üzerindeki yasal kısıtların
- Erişebilecek yerlerin, fiyatının bilinmesi gerekir (Türk, 2014).

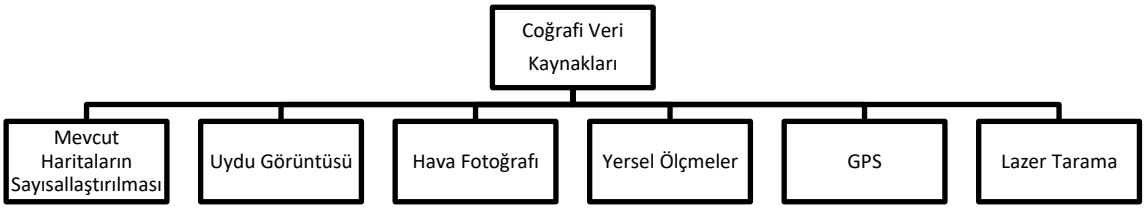
3.1.1.4. CBS de Coğrafi Veri Kaynakları

Mekâna ilişkin konumsal verileri içeren raster ve vektör veri modellerini ifade eden farklı jeodezik ve fotogrametrik yöntemler sonucu elde edilmiş yeryüzüne ilişkin verilerdir (Şekil-5). Günümüz teknolojisi ile bu her geçen gün daha teknolojik bir yapıya bürünmektedir (Şekil-7).



Şekil 3.5. CBS'de Coğrafi veriler ve Dünya (ÇŞB, 2021)

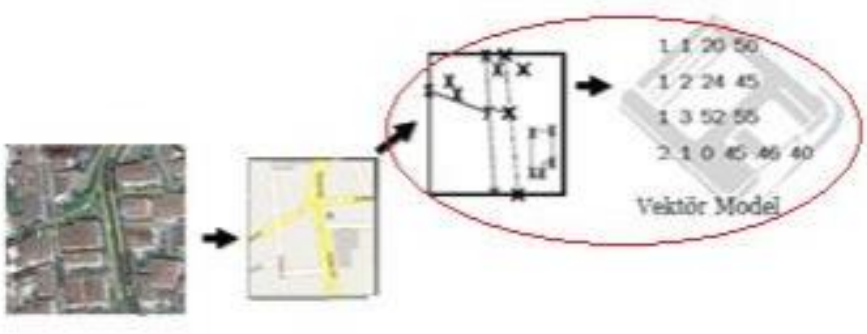
Daha genel bir yaklaşımla coğrafi veri kaynakları aşağıdaki gibidir (Şekil-6),



Şekil 3.6. Coğrafi Veri Kaynakları (Türk, 2014)

Vektör Veriler

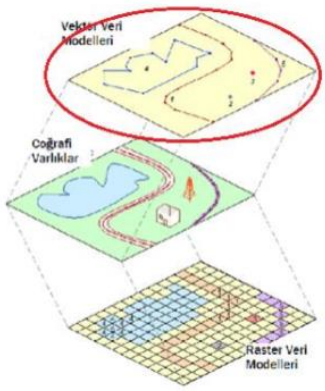
Belirli koordinat (x, y) değeri ile depolanan verileridir. Gerçek dünya varlıkları, vektörel olarak CBS ortamında Nokta (Point), Çizgi (Line), Alan (Polygon) olarak temsil edilir (Türk, 2014).



Şekil 3.7. Vektör Veri Modeli (GTÜ, 2021)

Vektör verinin temsil edilişi (Şekil-8);

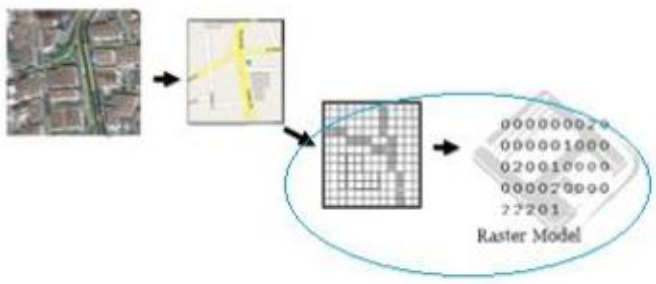
- **Nokta Verisi:** Direk, logar kapağı, ağaç…
- **Çizgi Verisi**: Yol, fay hattı, kanalizasyon hattı…
- **Poligon Verisi:** Göl, ev, parsel, ada, şehir, ülke, orman alanı…



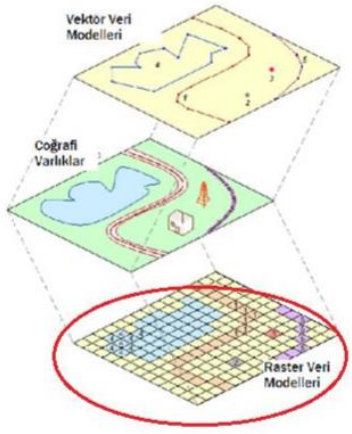
Şekil 3.8. Vektör veri modelinin temsili (Cbsakademi, 2021)

Raster Veriler

Birbirine komşu grid yapılardaki ve aynı boyuttaki matrislerin bir landa toplanması ile oluşur. Tarama işlemi yapılan sayısal paftaların bilgisayara tanıtılması ve vektör verilerden dönüştürme işlemleriyle temin edilirler. Raster verilerde, en alt birim piksel olarak tanımlanmaktadır ve her piksel bir ölçüye-değere sahiptir. Raster verilerde verinin doğruluğu ve duyarlılığı piksel boyutuna göre değişiklik gösteren çözünürlük(resolution) kavramı ile tanımlanır (Türk, 2014).



Şekil 3.9. Raster veri modeli (GTÜ, 2021)



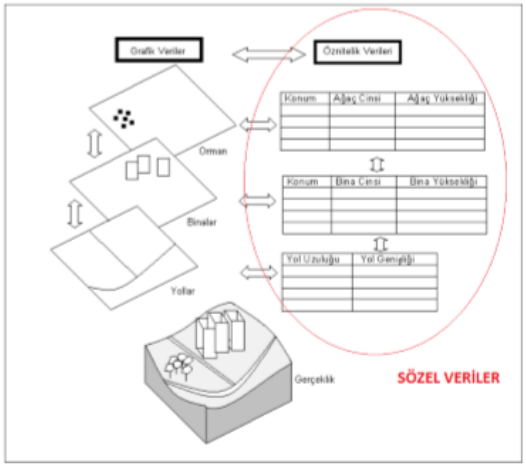
Şekil 3.10. Raster veri modelinin temsili (Cbsakademi, 2021)

Raster ve Vektör Veri Arasındaki Farklılıklar

- CBS çalışmalarında, amaç ve hedefler doğrultusunda, raster veya vektör veriler ya tek yada birlikte kullanılabilir.
- Çağımızda her iki veri aynı projelerde kullanılabilmektedir.
- Vektör ve raster verilerin belirli amaçlar doğrultusunda birbirine göre güçlü ve zayıf yönleri vardır.
- Bazı mekânsal analizler (maliyet analizi, en uygun mekan analizi vb.) raster verilerle daha kolaydır.
- Raster verilerde, verilerin hassasiyeti matris boyutuyla (pixel size) orantılı olduğundan, hassasiyet isteyen çalışmalarda verilerde kayba sebep olabilir (Türk, 2014).

3.1.1.5. CBS' de Sözel Veri Kaynakları

Coğrafi veriler için tanımlayıcılar (öznitelikler) ve coğrafi konum ile ilgili verilerdir (Türk, 2014). Öznitelik verisi, sayısal-grafik (mekansal) veri ile ilişkilendirilmiş her türlü tablosal veridir (Düzgün, 2010).



Şekil 3.11. CBS' de Sözel Veriler (Türk, 2014)

3.1.1.6. CBS' de Metaveri

Coğrafi veri hakkında tanımlayıcı bilgilerdir. CBS' de veri dosyasının yanı sıra veriyi tanımlayan bir metaveri (metadata) dosyasının bulunması (XML) günümüzde zorunlu hale gelmiştir. Bu tür dosyalar yardımıyla veri tanınmaktadır. Ayrıca internet ortamında verilere erişim için bu tür dosyalar vazgeçilmez araçlardır.

Metaveri dosyasında genel olarak aşağıdaki bilgiler yer alır:

- Türü, formatı
- Veri toplama yöntemi, zamanı
- Datum ve projeksiyon bilgisi ve parametreleri
- Veri işleme aşamaları
-

- Doğruluk
- Öznitelikler
- Yasal Kısıtlar
- Erişebilecek yerler vb.

Metaveriler yardımıyla verinin;

- Hangi tarihlerde
- Kim ve kimler tarafından
- Hangi metod ile
- Hangi metrik doğrulukta vb.

üretildiği verisine sahip olabilmektedir. Böylece, sisteme aktarılacak verilerin güncel, uyumlu ve sistemde öngörülen geometrik doğruluğu karşılayabilecek düzeyde olup olmadığı gibi konular tespit edilerek gereksiz yere kaynak ve zaman israfı önlenebilir (Türk, 2014).

3.1.1.7. CBS Oluşturma Aşamaları

CBS oluştururken uyulması gereken aşamalar vardır. Bunlar sistemin daha sağlıklı ilerlemesi ve organizasyonu açısından güvenilir çıktılar elde edilmesi açısından önem arz etmektedir.



Şekil 3.12. Proje Oluşturma Aşamaları

Proje Planlama, olabilirlik araştırmalarının yapılması, fayda maliyet analizinin yapılması, proje süreçlerinin, görevlilerin ve zamanlamanın planlanması gibi işlemler yapılmaktadır. Olabilirlik araştırmasında yapılacak olan projenin yasal teknik ve ekonomik açıdan uygunluğu incelenir. Fayda maliyet analizinde yapılan yatırımın kaç yıl sonra kâra dönüşeceği, yatırım için yapılan para girişinin kaç yıl sonra kâra dönüşeceği gibi bilgiler belirlenerek karar verilebilir. Proje süreçlerinin belirlenmesi ise projenin ne kadar süreceği, hangi zamanlar arasında hangi işlemlerin yapılacağı belirlenir.

Analiz, CBS projelerinde mevcut durumun belirlenmesi, sistem gereksinimlerinin ortaya konulması, yazılım ve donanıma karar verilmesi işlemleri CBS oluşturma işlem adımlarının analiz kısmında yapılır.

Tasarım, mekânsal veri tabanı modelinin hazırlanması, işlemlerin tasarımı, fiziki ortam ve iletişim tasarımı gibi işlemler tasarım kısmında yapılır. Kavramsal modelin oluşturulması UML sınıf diyagramı ve E-R varlık ilişki diyagramları ile oluşturulur. Kullanılacak yazılım doğrultusunda kavramsal şema mantıksal şemaya dönüşür. Varlık-ilişki diyagramında ki varlıklar veya UML

sınıf diyagramında ki sınıflar birer tablo olarak düşünülür. Anahtar öznitelikler belirlenerek, normalizasyon kurallarına uygunluğu kontrol edilir.

Verilerin özellikleri değerlendirilerek katmanlar tasarlanır. Verilerin depolanacağı coğrafi sınır belirlenir. Uygulama yazılımı için tasarım tanımlamaları uygulama tasarımı olarak adlandırılır. Yeniden kullanılabilmesi adına, ayrı ayrı hazırlanan yazılımların bir arada kullanılması için standartlar oluşturulmalıdır.

Fiziksel tasarımda ise; işlemler arasında veri akışının nasıl olacağı, tasarlanır. Kullanılan yazılım ve donanıma göre farklılık göstermektedir.

Kurulum, kuruluş aşamasında tasarlanan veri tabanı dosyaları ve katmanlar sisteme aktarılır. Veriler hazır halde kullanılacak ise veriler üzerinde metaveri dosyalarına bakılarak fikir edinilmelidir.

Uygulama ve Bakım, kurulmuş olan sistem izlenerek oluşturulan sistem üzerindeki faaliyetler izlenir, varsa değişikliklerin ve ilavelerin yapılması ile sistemin sürekliliği sağlanır. Gerekli güncelleştirmeler yapılır.

3.1.2. Web Coğrafi Bilgi Sistemleri

Web kavramı öncelik olarak, internet fikrinin ortaya çıkması ile gündeme gelmiştir. ABD İleri Savunma Araştırma Projeleri Teşkilatı tarafından, 1969’ da bir savaşın veya harekâtın çıkması durumunda iletişim yollarının ve verilerin korunması amacıyla, ortaya konan internet ile birçok bilgisayarla birleşerek 1983 yılından sonra beynelminel bilgisayar ağları olarak karşımıza çıkmıştır (Karaş, 2001).

Sahip olduğu sınırsız imkânlarla, ilk başlarda teknik alanlarda daha sonra gelişen internet ağı ile diğer birçok meslek ve disiplin alanı tarafından kullanılmıştır. Hootsuide ve We Are Social tarafından gerçekleştirilen, araştırma çalışmasına göre;

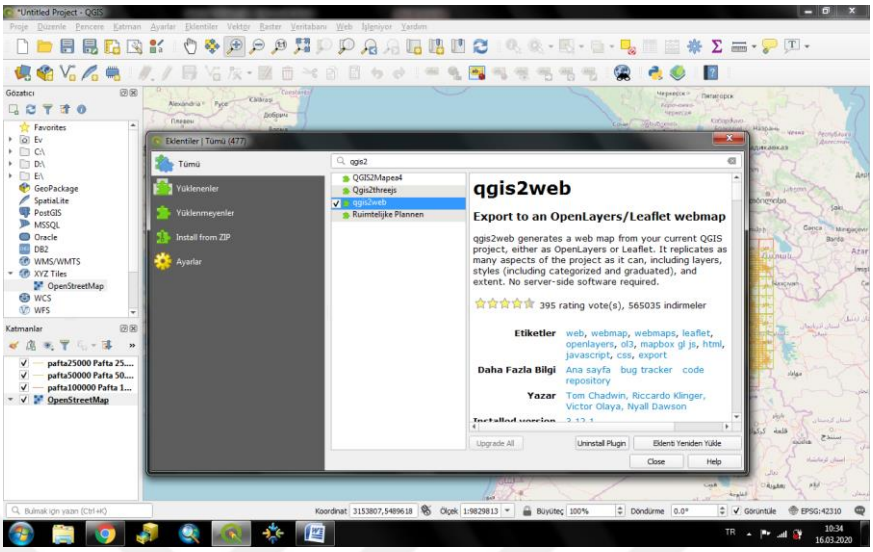
2020 yılı dünya internet kullanım oranının, yeryüzü nüfusunun %59 ile 4.54 milyar kişi olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde internet kullanıcısı kişi sayısı ise, toplam nüfusun %74'ü, toplam 62 milyon internet kullanıcısı olduğu belirlenmiştir (W&H, 2020).

Çağımız yoğun coğrafi veri setleri ile yeryüzümüzü modellememiz oldukça kompleks bir durum almıştır, bu yönleri ile CBS ile belirlenen hedeflere, amaçlara varma noktasında bizlere bir metod ve yol olarak, karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda belirlenecek amaç ve hedefler doğrultusunda web tabanlı CBS projelerinin\uygulamalarının, web ortamda geliştirilmesi ile herhangi bir CBS bilgisine ihtiyaç duymadan kullanıcının sorgu ve analiz gerçekleştirmesini sağlayan; web kodlama ile mekânsal bütün işlemlerin tek tek, adım adım yapılabilme olanağı sağlanmasıdır.

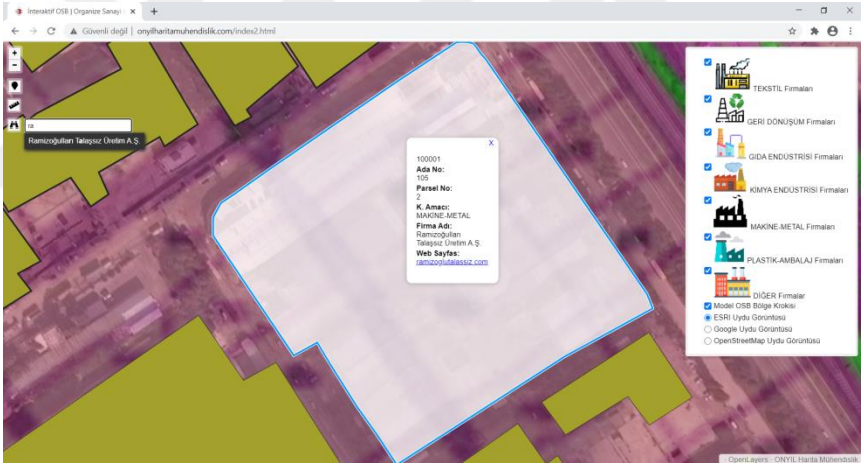
Web ortamda CBS çalışmaları, tarayıcı ve sunucu tabanlı olarak iki farklı şekilde gerçekleştirlebilmektedir. Tarayıcı tabanlı çalışmalarda web sunucusu ve web sayfası yeterli iken; sunucu tabanlı çalışmalarda daha geniş çaplı bir sistem mimarisine ihtiyaç duyulmaktadır. Sunucu tabanlı web CBS projelerinde, web sayfalar, mekânsal veri tabanları, web harita servisleri ve web web sunucuları, aktif bir şekilde kullanılmaktadır.

3.1.2.1. Web Kullanıcı Arayüzü Tasarımı

Web uygulamaların geliştirilebilmesi için hazır platform arayüzleri kullanılması ilk ve en kolay yöntemdir (Sarı ve Türk, 2019). Buna Şekil 13' deki QGIS ortamında sağlanan qgis2web eklentisi örneği verilebilir (QGIS, 2020). Hazırlanan projeyi, birkaç küçük adım Şekil 14' te olduğu gibi hızlı bir şekilde webCBS' ye dönüştürülebilir.



Şekil 3.13. Hazır şablon web CBS imkanı (qgis2web eklentisi)



Şekil 3.14. qgis2web Eklentisi ile webCBS örneği (OHM, 2021)

Diğer bir yöntem ise, tamamen kodlama ile gerçekleştirebilecek, daha ayrıntılı kullanıcı arayüzler ile sorgu, analiz ve çıktı imkânlarının kullanabileceği platformlardır. Bu aşamada programlama bilgisinin önemi ortaya çıkmaktadır. Önplan(front-end) ve arkaplan(back-end) programlama yapısı daha iyi olan projelerde daha güçlü sorgu ve analizler yapılabilmektedir.

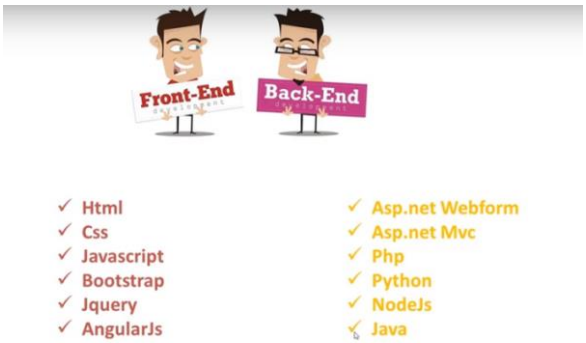
Programlamaya dayalı web CBS projelerinde, web sayfanın kodlanancağı, derleyici platformuna ihtiyaç duyulur. Bunu kapalı ve açık kaynak kodlu yazılımlar ile veya bilgisayarlarda bulunan Notdefteri aracılığıyla gerçekleştirmek mümkündür.

Şekil'15 te gösterilen Brackets yazılımı ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir derleyici ortamıdır.



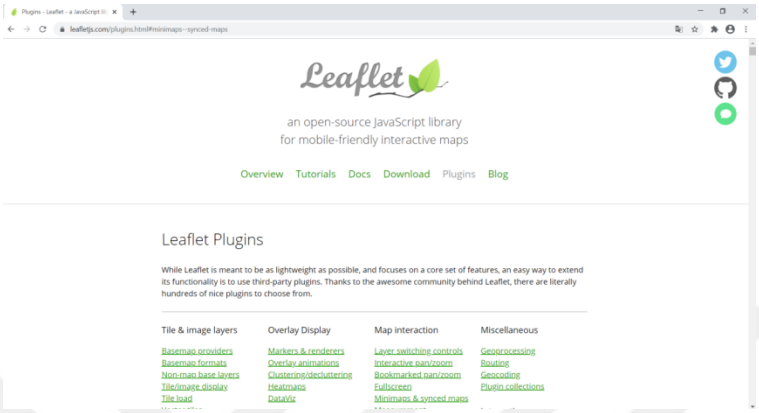
Şekil 3.15. Açık kaynak kodlu brackets derleyicisi

Bu derleyici ortamında, HTML, CSS ve JavaScript ile temel kodlamalar yapılabilmektedir (W3Schools, 2020). Her geçen gün gelişen teknolojiler ile uzun uzun kodlama satırları yerine daha kısa kodlama imkânları gelişmiştir. Bunlara örnek olarak, Şekil 16' da gösterilen Bootstrap, Jquery, AngularJs kütüphaneleri verilebilir (Booststrap, 2020). Daha hızlı, daha görsel projeler üretilebilir. Diğer taraftan sunucu tabanlı çalışan projeler, ayrıca web sunucu ortamı içinde PHP, Asp.net Mvc gibi kodlamalar kullanılmaktadır (PHP, 2020).



Şekil 3.16. Web programlamada ön ve arka plan kodlama dilleri

Harita tabanlı web çalışmalarında, haritalara özgü kodlama imkânı sunan ve Şekil'17 gösterilen Leaflet Javascript kütüphanesi kullanılmaktadır (Leaflet, 2021).



Şekil 3.17. Harita tabanlı uygulamalar için leaflet.js. kütüphanesi (Leaflet, 2021)

3.1.2.2. Mekânsal Veriatabanları

Konumsal verilerle ilişkilendirdiğimiz, sözel verilerin aktif kullanımını sağlayan mekânsal veritabanları, dinamik ve sunucu tabanlı web CBS çalışmalarında kullanılmaktadır.

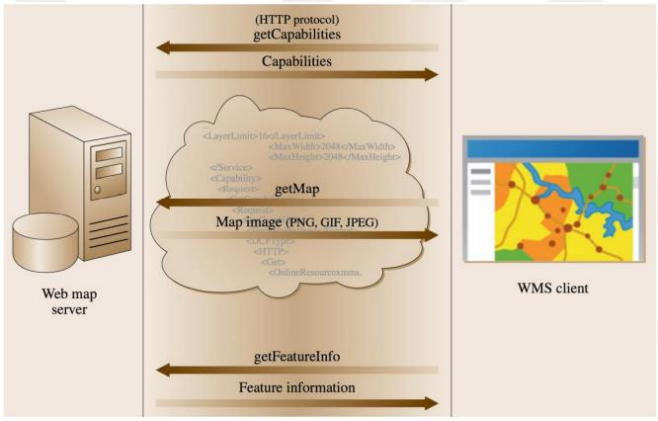
Günümüzde, PostgreSQL, OracleSpatial, MySQL gibi veritabanları bunlardan yalnızca birkaç tanesidir (Pg, 2020).



Şekil 3.18. Mekansal Veritabanları

3.1.2.3. Web Harita Servisleri

Farklı sağlayıcılardan servis edilen ve birçok kullanıcı tarafından kullanma imkânı veren web servisler kullanılabilmektedir. Bunlar, Web Detay Servisi (WFS), Web Harita Servisi (WMS), Web İşlem Servisi (WPS), Web Raster Servisi (WCS) dir (Memduhoğlu, 2014). Bu serivsleri kapalı ve açık kaynak kodlu yazılımlar aracığıyla kullanmak mümkündür. GeoServer, MapServer, ArcServer kullanılan web harita sunucularındandır (Geoserver, 2020).

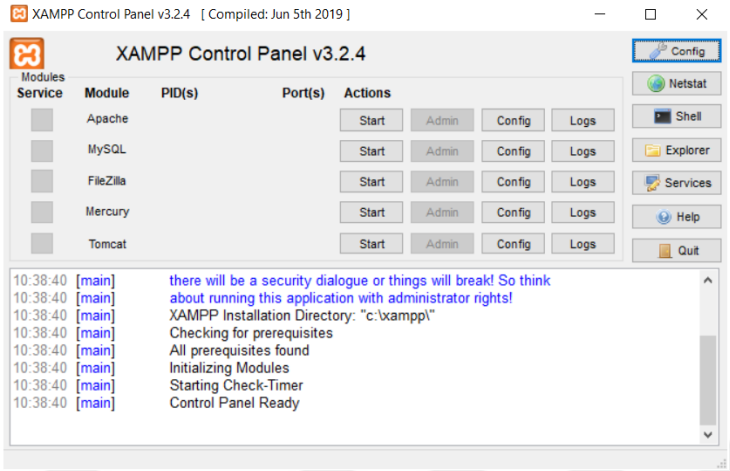


Şekil 3.19. WMS Servisinin Gösterimi (Schut, 2007; Memduhoğlu, 2015)

3.1.2.4. Web Sunucular

Konumsal veritabanları, web sayfaları içerisinde barındırma imkânı sağlayan sunuculardır. Bu sunuclara web harita servisleri kurulabilmektedir. Açık kaynak kodlu ve kapalı kaynak kodlu olarak önümüze çıkmaktadır.

Apache Tomcat kullanılan açık kaynak kodlu, ücretsiz web sunuculardan bir tanesidir (XAMPP, 2020). Son dönemlerde, Şekil' 20 de gösterilen XMAPP kontrol paneli ile bütünleşik, bir yapıda, Apache Tomcat, MySQL veritabanı ile birlikte kullanma imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, Geoserver web harita sunucusu, PostgreSQL mekânsal veritabanı entegre edilebilmektedir.



Şekil 3.20. Web Sunucusu Bütünleşik Programı XAMPP

3.2. Yöntem

3.2.1. Mekânsal Analiz

Konumsal analiz, coğrafi alanla ilgili nokta, çizgi ve alan verilerinin, biçimlerinin ve istatistiksel sonuçların çıkarımlanması için, ilişkisel bağıntılarının tespit edilmesi ve coğrafi verilerden faydalanarak; coğrafyayı anlamamıza fayda sağlayan, nümerik ve mekanı ortaya koyma süreçlerin bir bütünüdür (Giamond, 2020).

Konumsal analiz, mekansal alana ilişkin temel niteliklerin modellerini ve bağıntılarını anlamamız için kullanılan farklı teknik süreçleri içerir. Bu sürelerin yapılabildiği, sunucu temelli bir analiz servisi olan Web Processing Service (WPS), coğrafi analiz veri işlem esaslarının uygulanması ve bunların hedeflerini ve fonksiyonlarını açıklayan verilerden veri alınmasını sağlayan bir web proses servis hizmetidir. Bu servis hizmeti yoluyla konumsal veriler, web sunucularda kurulu olan WPS ile kolay bir şekilde, analiz edilebilir ve sonuçları web temelli gösterilebilmektedir (Granell ve ark. 2012). Bir diğer mekansal analiz sürecinin gerçekleşebildiği imkan ise, Turf. Js kütüphanesidir. Bu javascript kütüphanesi

aracılığıyla tarayıcı tabanlı, ücretsiz, açık kaynak kodlu mekansal analiz yapabilme imkanı bulunmaktadır. Web programlama olarak bilinen HTML, CSS ve JScript ile birlikte kullanılan ve Turf. Js kütüphanesinden alınan ve yazılan kod satırları ile mekansal analiz kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Turf, 2020; Miller, 2019).

3.2.1.1. WPS İle Mekânsal Analiz

Açık Mekânsal Konsarsiyum (OGC), 1994 yılında kurulan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) firmalarından, kamu kurumlarından ve dünyanın birçok farklı üniversitesinden oluşan, 500'den fazla üyesi olan, kar amacı olmayan bir endüstri birliğidir (OGC, 2020; Yılmaz, 2009).

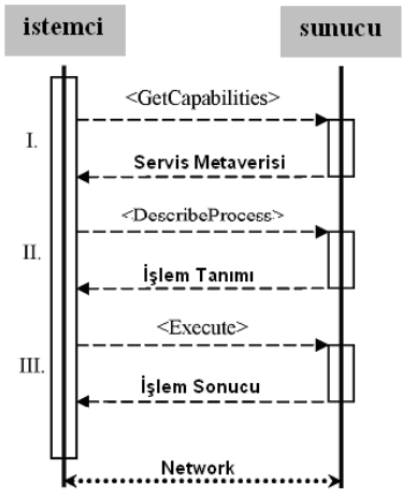
OGC tarafından konumsal veri sunmayı hedefleyen web servisleri vardır. Bu servisler "insan" odaklı servislerdir. Bu servislerin kullanımı belli operasyonlara bağlıdır (Yılmaz, 2009). OGC tarafından sunulan servisler ise şu şekildedir; Web Özellikler Servisi (WFS), Web Harita Servisi (WMS) ve Web İşlemler Servisi (WPS)'dir. Bu tez çalışmasının konusu mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesi olduğu için, WPS ile ilgili ayrıntılı bilgi verilecektir.

WPS, coğrafi verileri kullanarak çalışan algoritama, hesap ve bir modele ait girdiler ve çıktı verileri belli opsiyonlara bağlayan bir standarttır (Memduhoğlu, 2015; Schut, 2007). WPS sahip olduğu yönetim yeteneği ile kullanıcıya işlemleri istediği zaman başlatma, durdurma ve yönetme imkânı sağlamaktadır.

WPS'nin sahip olduğu çalışma prensibi Şekil 21'de gösterilmektedir. Bu operasyonlar şunlardır (OGC, 2005; Yılmaz, 2009).

1. GetCapabilities (zorunlu bir operasyondur): Kullanıcı, WPS servisinin metaverisi ile WPS' in sağladığı işlemlerin isismleri ve genel olarak tanımlarını içeren bir XML (veya Capabilities) dökümanı koşturulur.

2. DescribeProcess (zorunlu bir operasyondur): İstemciye, WPS'de koşan işlemler hakkında gerekli girdi veriler, desteklediği format yapıları ve çıktılar ile ilgili detaylı bilgi sağlar.
3. Execute (zorunlu bir operasyondur): Kullanıcının, WPS tarafından uygulanan bir işlemi, servis girdilerini kulnarak ve üretilen çıktıları geri çevirerek koşturma imkânı sağlar.

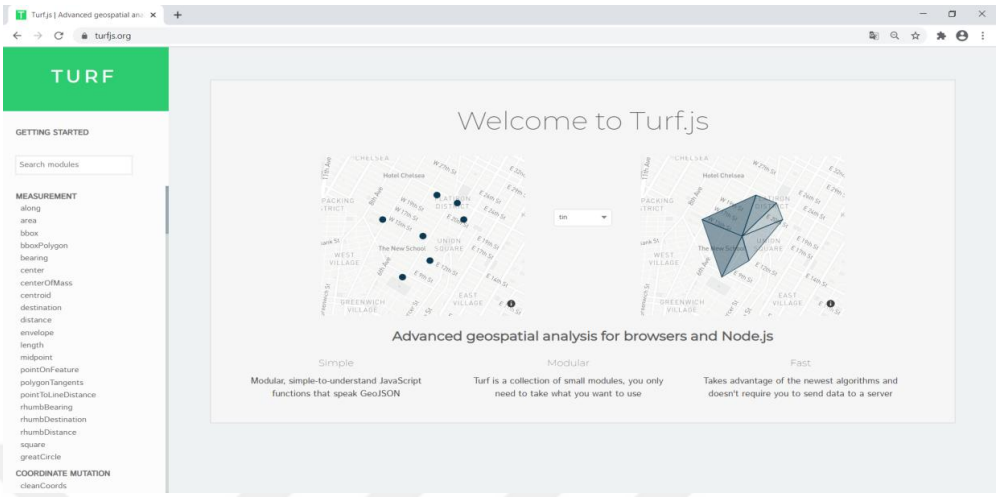


Şekil 3.21. WPS operasyonları diyagramı (OGC, 2018)

3.2.1.2. Turf. Js Kütüphanesi İle Mekânsal Analiz

Web ortamında, tarayıcı tabanlı mekânsal analiz yapma olanağı olarak karşımıza çıkan Turf.Js kütüphanesi, sahip olduğu script kodlarıyla, web sayfanın önplan kodlamasına dâhil edilmesi ile kolay bir şekilde mekânsal analizler yapma olanağı sunmaktadır.

Web sayfa ile kullanabilecek mekânsal analizlerin bulunduğu kurumsal web sayfası Şekil 22'de gösterilmektedir.



Şekil 3.22. Turf.Js. mekansal analiz kütüphanesi (Turf, 2020)

Turf.Js kütüphanesi, sahip olduğu javascript kod yapısını üç farklı yol ile web progrmlama kapsamında kullanma imkânı sağlamaktadır. Bunlar, doğrudan tarayıcıda kullanma, derleme yoluyla ve son olarak tarayıcıda özel yapılar kurarak kullanma yöntemleridir (Turf, 2020; Miller, 2019).

Doğrudan tarayıcıda kodlama yapılmak istenirse, Turf. Js kütüphanesi, url uzantısı olarak kodlandıktan sonra yapılmak istenen işlem, ilgili işlemin script kütüphanesi indirilmeden gerçekleştirlebilecektir.

```
<script src='https://unpkg.com/@turf/turf/turf.min.js'></script>
```

Diğer bir yöntem ise, derleme yoluyla mekansal analizlerin yapılmasıdır.

```
var collect = require('@turf/collect');

import collect from '@turf/collect';

collect(points, polys, 'population', 'populationValues');

import * as turf from '@turf/turf'
```

Son olarak özel bir fonksiyon tanımlama yolu ile mekansal analizlerin gerçekleştirilmesidir.

```
$ npm install @turf/collect @turf/buffer

module.exports = {
collect: require('@turf/collect'),
buffer: require('@turf/buffer')
};

$ browserify main.js -s turf > outTurf.js
```

İstenilen mekânsal analiz için, komut etiketleri kütüphaneden tanımlanarak, istenilen işlemler gerçekletirilebilir. Şekil 23' de gösterilen örnekte olduğu gibi, bir kesiştirme analizi gösterilmektedir (Turf, 2020).



Şekil 3.23. Turf.js ile kesiştirme analizi (Turf, 2020)

Bu kesişme analizinin gerçekleşebilmesi için, öncelikle alanlar tanımlanır daha sonrasında ise kesiştirme işlemi kodlanarak işlem tarayıcıya tanımlanmış olur.

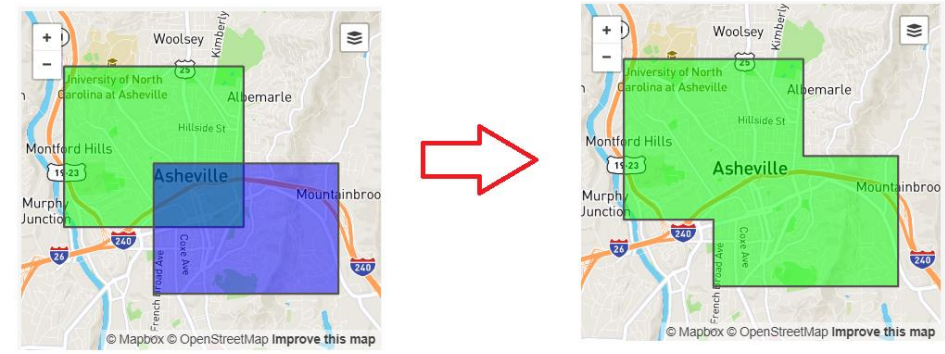
```
var poly1 = turf.polygon([[
        [-122.801742, 45.48565],
        [-122.801742, 45.60491],
        [-122.584762, 45.60491],
        [-122.584762, 45.48565],
        [-122.801742, 45.48565]
]]);


var poly2 = turf.polygon([[
[-122.520217, 45.535693],
[-122.64038, 45.553967],
```

```
        [-122.720031, 45.526554],
        [-122.669906, 45.507309],
        [-122.723464, 45.446643],
        [-122.532577, 45.408574],
        [-122.487258, 45.477466],
        [-122.520217, 45.535693]
        ]]);

        var intersection = turf.intersect(poly1, poly2);
```

Bir diğer örnekte ise birleştirme işlemini gerçekleştiren görseli Şekil 24'de gösterilmektedir.



Şekil 3.24. Turf.Js. ile birleştirme analizi (Turf, 2020)

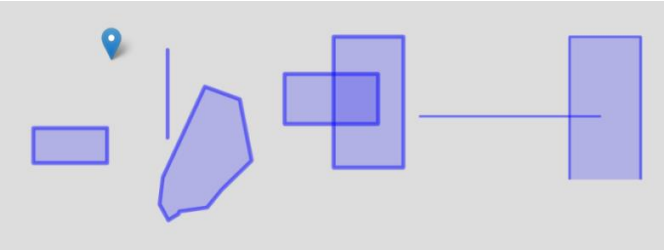
```
var poly1 = turf.polygon([[
        [-82.574787, 35.594087],
        [-82.574787, 35.615581],
        [-82.545261, 35.615581],
        [-82.545261, 35.594087],
        [-82.574787, 35.594087]
]], {"fill": "#0f0"});
var poly2 = turf.polygon([[
        [-82.560024, 35.585153],
        [-82.560024, 35.602602],
        [-82.52964, 35.602602],
        [-82.52964, 35.585153],
        [-82.560024, 35.585153]

        ]], {"fill": "#00f"});

var union = turf.union(poly1, poly2);
```

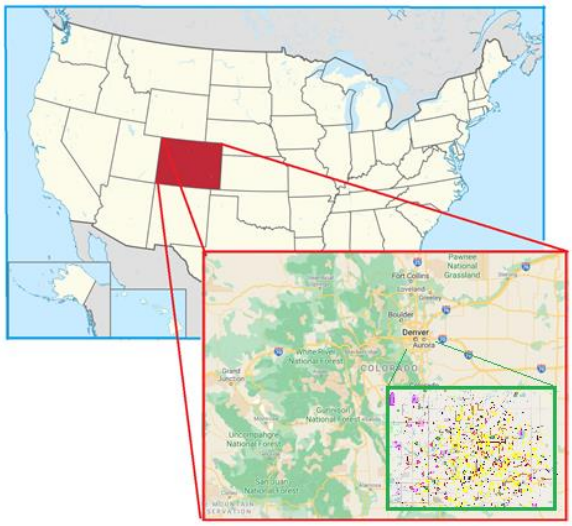
3.2.2. Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasında, geliştirilen web tabanlı mekânsal analiz platformunun performans ve zaman analizinin yapılabilmesi için iki farklı alana ait yoğun veri kullanılmıştır. Ayrıca, temel analiz yeteneklerinin test edilebilmesi için, yazar tarafından, nokta, alan ve çizgi verisi (Şekil 25) içeren az yoğunluklu veriler hazırlanmış ve kullanılmıştır.

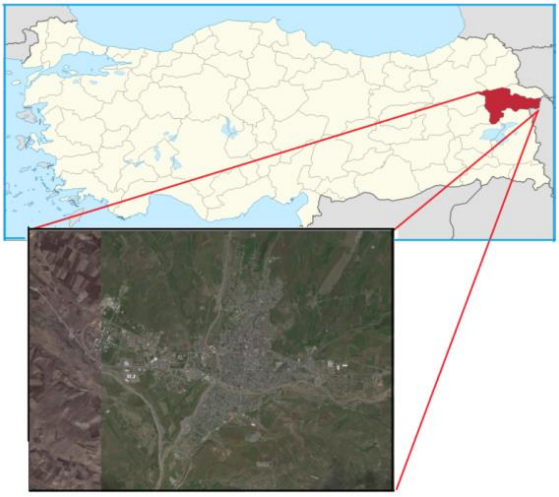


Şekil 3.25. Temel mekânsal veriler (Nokta, Çizgi ve Alanlar)

İlk yoğun veri kümesi, ABD Colorado Eyaleti'nin Başkenti Denver'in Yaban Hayatı Ekolojisi'ne ait mekânsal verilerdir (Şekil 26). Bu veriler Dr. Michael Miller' den alınan web CBS eğitimleri esnasında temin edilmiştir. Bir diğer veri ise, Ağrı Belediyesi'nden alınan Ağrı Merkez' e ait sayısal hali hazır verileridir (Şekil 27).



Şekil 3.26. Çalışma alanı Denver



Şekil 3.27. Çalışma alanı Ağrı İli Merkez İlçesi

Ağrı ili Merkez ilçesi toplam kentsel alanı 2010 yılı Çevre Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) Çevre Düzen Planı (ÇDP) verilerine göre, mevcut kentsel alan 1493.16 ha, mevcut planlı alan 2422.81 ha'dır. ÇDP' na göre, 2040 yılı için kentsel yerleşme alanı 2697.31 ha, planlı alan ise 4243.45 ha' dır (Çizelge -1) (ÇŞB, 2010).

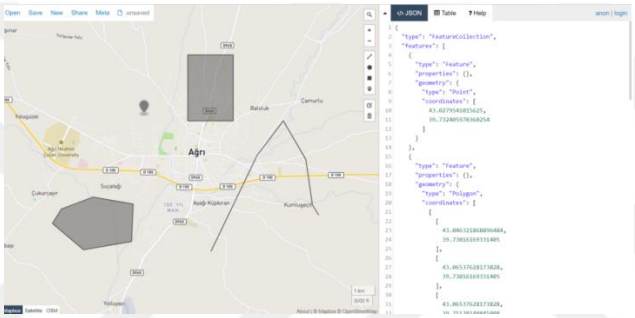
Çizelge 3.1. Ağrı İli 2010 Yılı Çevre Düzen Planı Yerleşim Alan Miktarları(ÇŞB, 2010)

YERLEŞME	2010 YILI ŞEHİR NÜFUSU	2010 YILI ŞEHİR NÜFUSU	MEVCUT KENTSEL YERLEŞME ALANI (ha)	MEVCUT PLANLI ALAN (ha)	2040 KENTSEL YERLEŞME ALANI (ha)	2020 YILI PLANLI ALAN (ha)
MERKEZ İLÇE	99336	146000	1493.16	2422.81	2697.31	4243.45
DOĞUBEYAZIT	69447	95000	791.32	969.55	2618.25	3662.77
DİYADİN	19484	30000	504.43	903.59	632.55	1095.14
PATNOS	60616	84000	1369.36	1805.03	2027.02	3331.75
DEDELİ	3444	7000	62.38	675.37	69.57	675.37
TUTAK	7170	14000	194.17	664.84	227.54	667.02
TAŞLIÇAY	6212	11000	127.63	179.48	318.72	376.84
ELEŞKİRT	10422	14500	330.09	534.42	428.36	650.43
TAHİR	1632	3000	82.36	384.65	84.28	384.65
YÜCEKAPI	1831	2500	110.98	298.68	128.62	302.83
YAYLADÜZÜ	1615	2500	ONANLI İMAR PLANI BULUNMAMAKTADIR.		33.06	33.06
HAMUR	3098	4500	63.89	83.90	100.38	129

3.2.3. Kullanılan Veriler

3.2.3.1. Temel Veriler

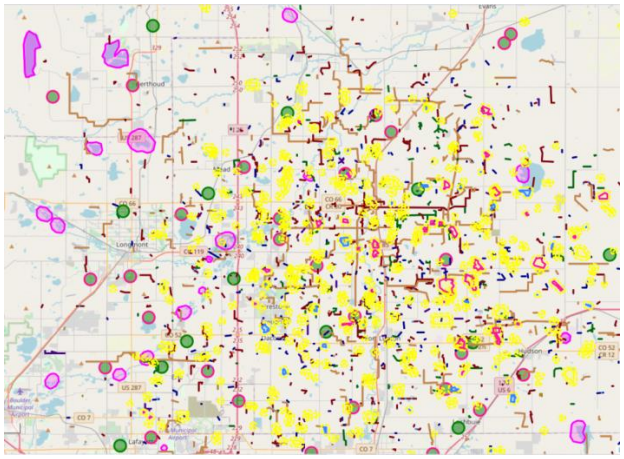
Çalışmada ilk olarak temel analizleri gerçekleştirebilmek için nokta, çizgi ve alan verisi içeren veri kümeleri hazırlandı (Şekil-28). Verilerin hazırlanması için, geojson.io uzantılı web sayfa kullanıldı (Ayrıca QGIS yazılımı ortamında da geojson formatında hazırlanabilir). Üretilen temel verilerin bu web sayfa aracılığıyla hem şekil hem de geoJson formatında görmek mümkündür.



Şekil 3.28. Temel Verilerin Hazırlanması

3.2.3.2. Yoğun Veri Kümesi 1: Yaban Hayatı Ekolojisi Verileri

Çalışmada kullanılan ilk yoğun veri kümesi, Amerika'nın Denver kentine ait, Yaban Hayatı Ekolojisi verileridir (Şekil-29).



Şekil 3.29. Yaban Hayatı Ekolojisi Verileri/ Denver

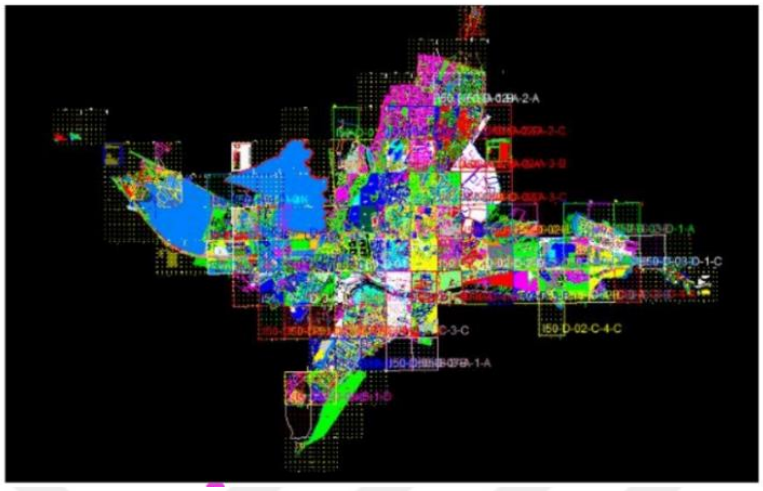
Verilerin toplam boyutu, 6.19 MB'tır. Veriler Ekolog Dr. Michael Miller'den alınan eğitimler esnasında temin edilmiştir. Veriler içerisinde birçok farklı mekânsal veri bulunmaktadır. Bu veriler, Çizelge-2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Yaban Hayatı Ekolojisi Verileri

Veri Adı	Geometrik Tipi	Boyutu	Formatı
Yuvalar	Nokta	16 KB	geoJSON
Ziyaretçi Yolları	Çizgi	376 KB	geoJSON
Ziyaret Alanları	Poligon	786 KB	geoJSON
Kertenkele Yuvaları	Nokta	289 KB	geoJSON
Su Kuyuları	Nokta	2833 KB	geoJSON
Yabani Hayat Alanları	Poligon	70 KB	geoJSON
Boğa Alanları	Poligon	361 KB	geoJSON
Kartal Yuvaları	Nokta	16 KB	geoJSON
Kertenkele Alanları	Nokta	254 KB	geoJSON
GBH Alanları	Poligon	57 KB	geoJSON
PMJM Alanları	Poligon	925 KB	geoJSON
Toplam Veri Hacmi		6.19MB	

3.2.3.3. Yoğun Veri Kümesi 2: Ağrı Merkez İlçesi Halihazır Verileri

Çalışmada kullanılan ikinci yoğun veri kümesi Ağrı İli Merkez İlçesine ait sayısal halihazır ve imar verileridir (Şekil-30). Veriler Ağrı Belediyesi'nden temin edilmiştir. Veriler içerisinde yoğun bir şekilde, nokta, çizgi ve alan verisi bulunmaktadır. Temel analizleri, belli senaryolarla test etme imkânı verecektir. Verinin toplamda 1493.16 ha'lık bir kentsel alanı kapsamaktadır.



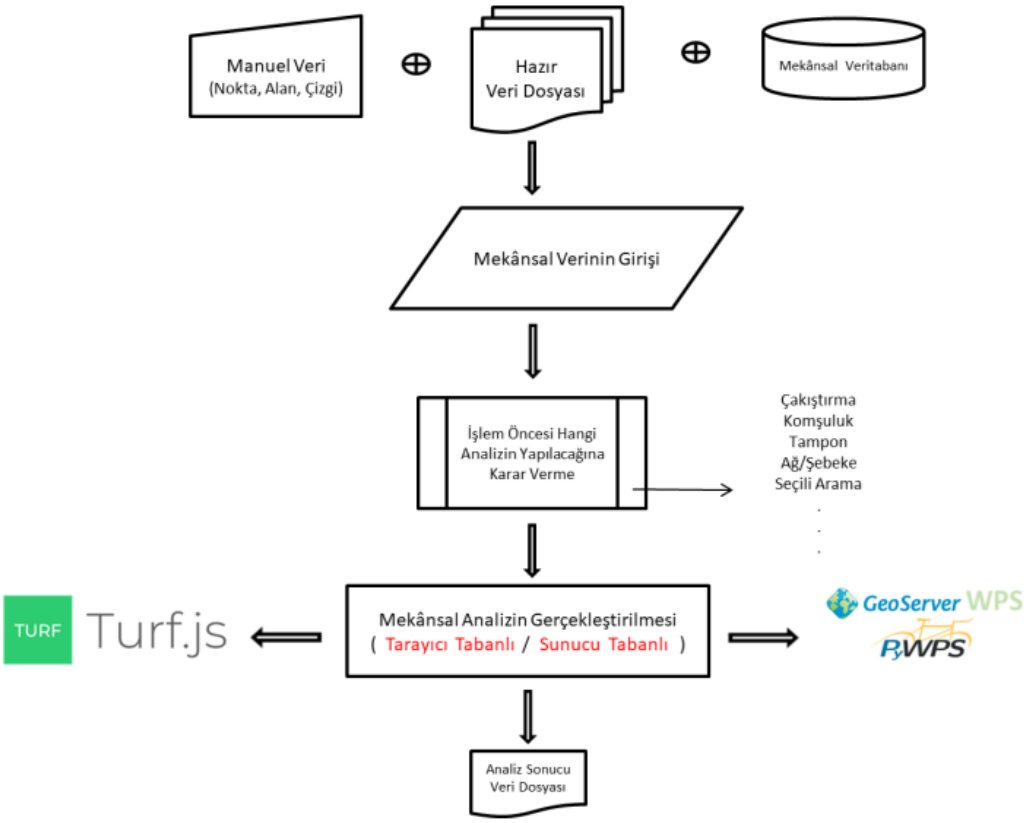
Şekil 3.30. Ağrı İli Merkez İlçesi sayısal halihazır harita verileri

3.2.4. Sistem

Çalışmada, coğrafi verilerin web temelli kullanıcı arayüzü ile gerçekleşecek "konumsal analizler" konusunu fikir edinmektedir. Bu noktada, uygulama; sistem analizi, sistem mimarisinin tasarımı ve sistemin gerçekleşmesi aşamalarından oluşmaktadır.

3.2.3.1. Sistem Analizi

Çalışmanın bu aşamasında; kullanıcı, coğrafi veriler, web teknolojiler ve coğrafi analiz süreçlerinin kuruluşuna dair ve fonksiyonlarına ait özellikler üzerine çalışılmıştır. Coğrafi analizlerin hayata geçirilebileceği bir sistem analizi akış diyagramı ortaya çıkmıştır. Ortaya konan akış diyagramı Şekil-31'de gösterilmiştir.



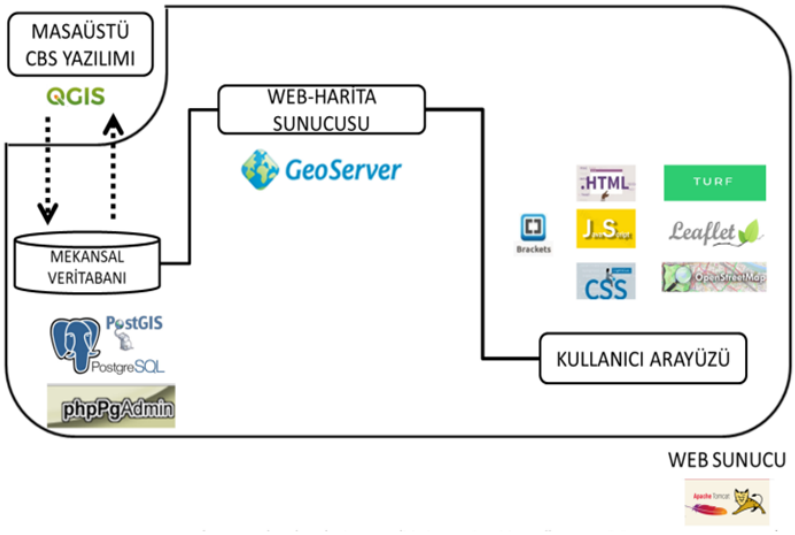
Şekil 3.31. Akış diyagramı

Bu diyagrama göre, kullanıcı web sisteme üç çeşit veri giriş metoduyla giriş yapabileceği varsayılmıştır. Bunlar ise; doğrudan veri girerek, var olan veri dosyasıyla veya konumsal veritabanlarıdır. Sonraki adımda, belirleyeceği coğrafi analiz çeşidine göre, tarayıcı tabanlı veya sunucu (WPS) tabanlı iki farklı yolla analiz işlemi gerçekleştirdikten sonra, sonuçları web de görebilecek, çıktı ve dosya olarak indirip alabilme imkanına sahip olacaktır. Son adımda ise, bu sistemin uygulanabilmesi için, sistem mimarisi tasarımı aşamasına geçilmiştir.

3.2.3.2. Sistem Mimarisi

Bu tez çalışmasında, sistem mimarisi yazılım olarak açık kaynak kodlu programlardan oluşturulmuştur; masaüstü CBS programı olarak QuantumGIS,

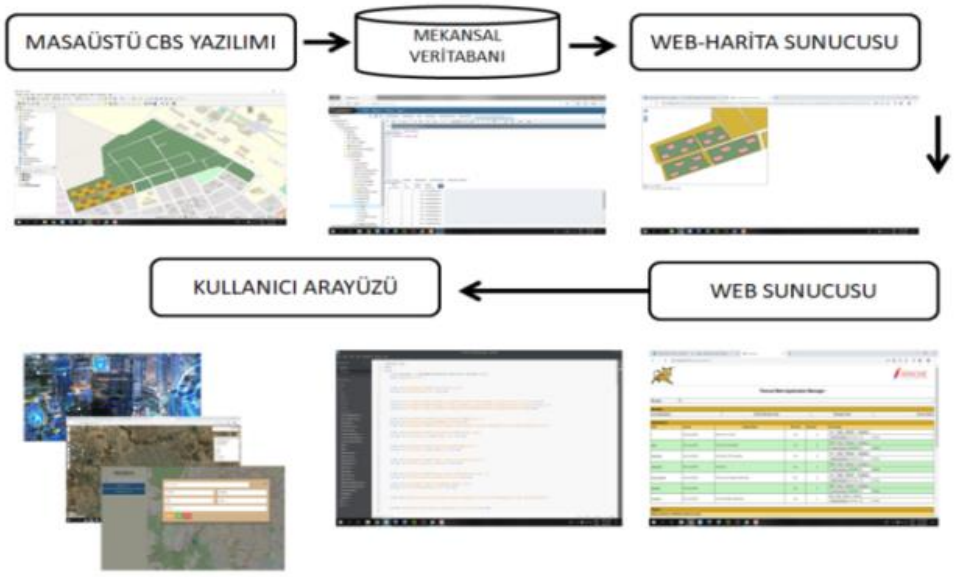
konumsal veritabanı olarak PostgreSQL, PostGIS eklenti desteği ile, Geoserver web harita sunucusu olarak, WPS ve Turf.js kütüphanesi konumsal analiz işlemleri için kullanılmıştır. Son adımında, web sunucu olarak Apache Tomcat kullanılmıştır. Bu web uygulama projesine özgün sistem mimarisi Şekil 32'te gösterilmektedir.



Şekil 3.32. Sistem mimarisi

3.2.3.3. Sistemin Gerçekleştirilmesi

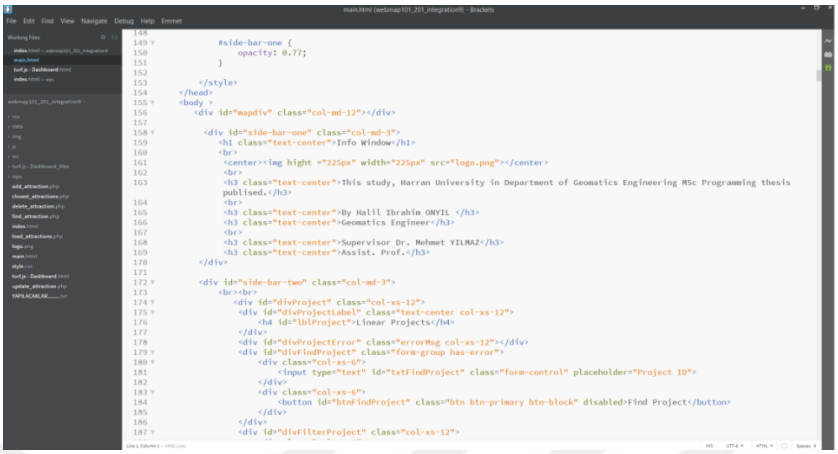
Çalışmada, sistem mimarisi ile uyumlu açık kaynak kodlu programların kurulması ve uyumu sonrasında, uygulama verileri kullanılarak coğrafi analizlerin gerçekleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Sistemin uygulama adımları görsel Şekil 33'te gösterilmiştir.



Şekil 3.33. Uygulamanın işlem adımları

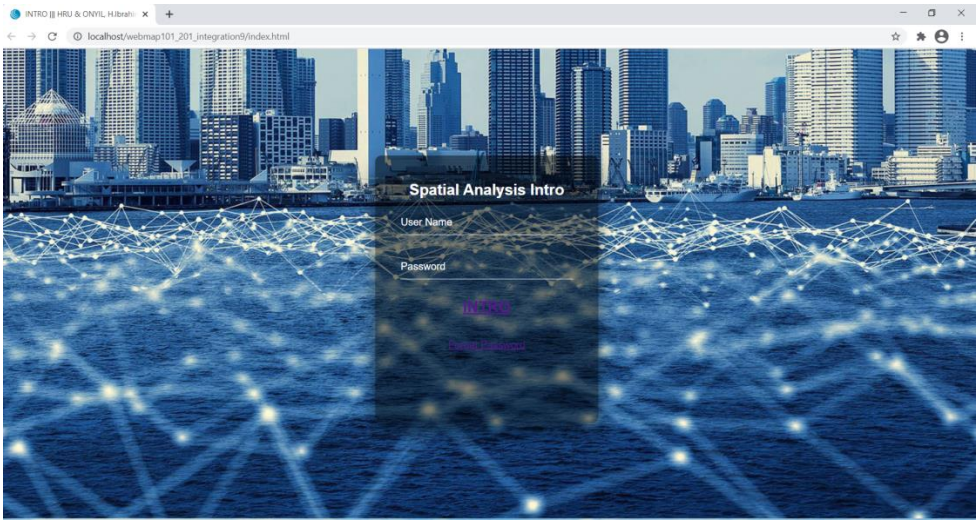
Çalışmada, konumsal veritabanı ve hazır veri girişleri için, Quantum GIS programında konumsal ve konumsal olmayan veriler üretildi. Mekansal veriler; nokta, çizgi ve alan verilerinden oluşmakta olan konumsal veri seti formatında hazırlandı. Nokta verileri olarak, mobese direkleri, duraklar verileri olarak üretildi. Çizgi verileri olarak, şoşe yol, sokak ve bulvar verileri hazırlandı. Sonrasında, PostgreSQL' e PostGIS eklentisi entegre edilerek konumsal veritabanına uygulama verileri gönderildi. Sonrasında, web-harita sunucusu ile Geoserver'ın uyumlaştırması gerçekleştirldi, Geoserver' da çalışma ortamına mekansal veriler aktarıldı. WPS ve Geoserver uyumlaştırması yapıldı.

Son adımda web işaretleme (HTML, CSS ve JS, Leaflet.js, Turf.Js, Bootstrap, Jquer, Ajax) ile 5'i birbirinden farklı kütüphane, 77 kütüphane desteği, 1974 satır kodlama ve ayrıca ek kütüphane kodlandırmalarıyla, coğrafi analizlerin yapılabileceği 2 sayfalık ana web arayüz; WPS ve Turf.Js kütüphanesiyle proses yapılabilecek 2 ek kullanıcı arayüzü kodlanarak geliştirilen çalışma, web sunucuya entegre edildi (Şekil-34).



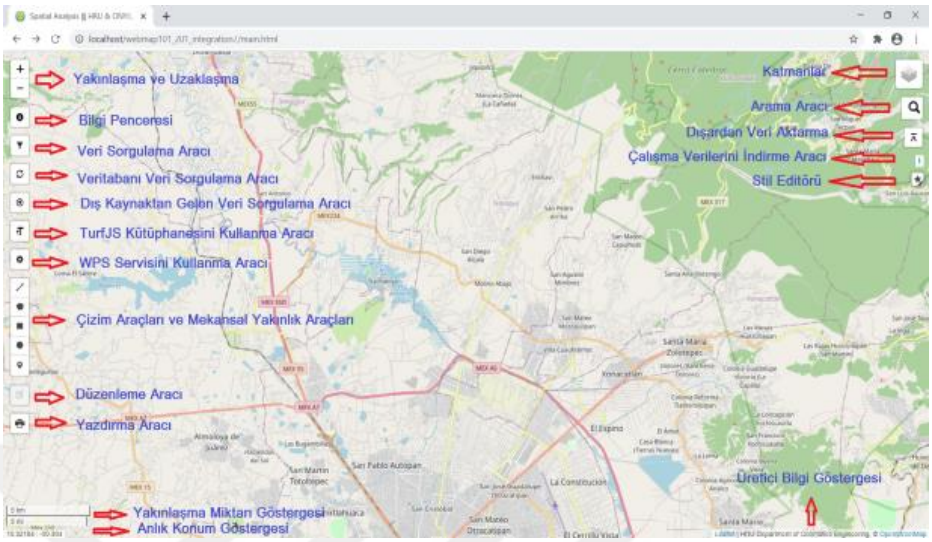
Şekil 3.34. Web kullanıcı arayüzün kodlanması

Bu aşamada çalışma kendi içerisinde giriş sayfası, ana sayfa, Turf.Js Analiz sayfası ve WPS İle Analiz sayfası olmak üzere dört sayfadan oluşmaktadır. Sistemin dosyaları web sunucuya entegre edilemesinden sonra XAMPP paket programı içerisindeki web uygulama, tarayıcı içerisinde ilk açıldığında Şekil 35' te gösterilen intro sayfası gelir, burada kullanıcı adı, şifresi ve şifremi unuttum ibareleri bulunur. Kullanıcı, sisteme gerekli ibareleri girerek, ana web sayfaya yönlendirilir.



Şekil 3.35. Giriş sayfası

Web kullanıcı, Şekil 36'da gösterilen ana web sayfaya giriş yapar. Burada hem veri girişlerinin hem de düzeltmelerin yapılabileceği bir sayfadır.



Şekil 3.36. Ana sayfa

Uygulama adımları sonrası gerçekleştirilen sorgulama ve analizlerle, doğrudan kullanıcının işaretliyerek, var olan veri dosyası veya konumsal veritabanı verilerinin coğrafi analizlerinin, uygulanabilmesi ile web uygulama sisteminin çalışırlığı ve kullanılırlılığı ortaya konmuştur.

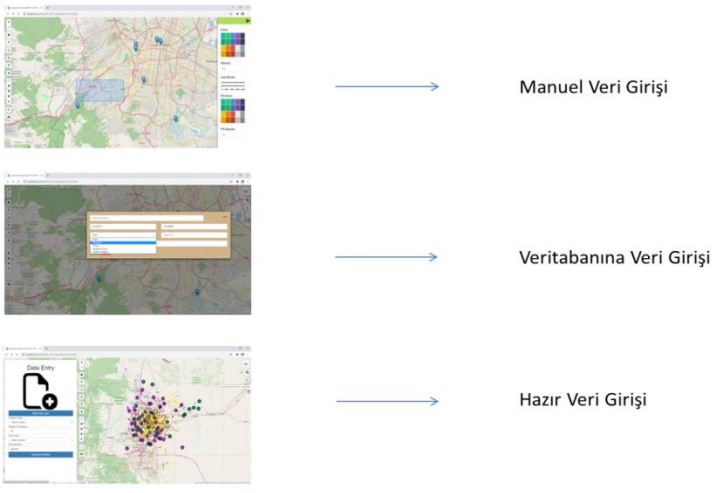
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez içerisinde, webCBS platformunda coğrafi analizlerin; Turf.Js kütüphanesi ve WPS' den faydalanılarak gerçekleştirilmesi ile şu bulgulara ulaşılmıştır.

4.2. Sistemin Çalıştırılması ve Kontrolü

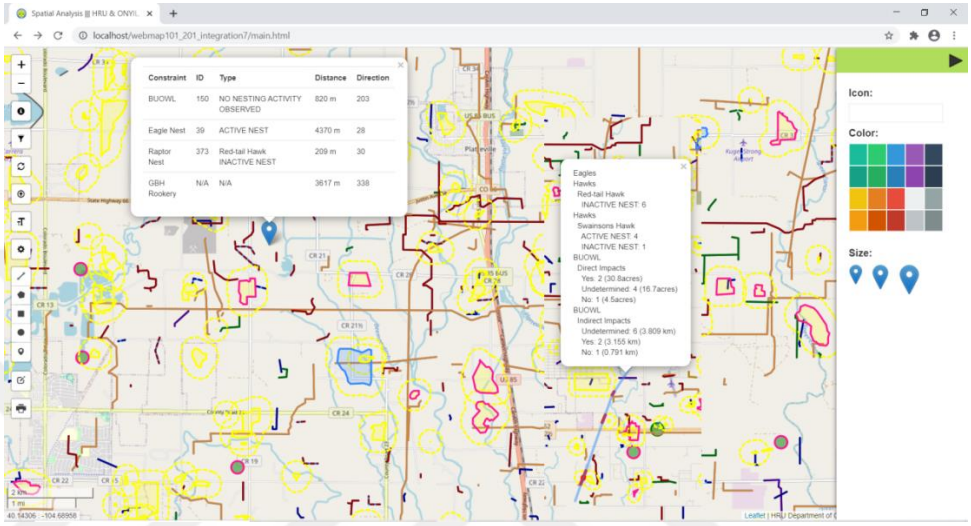
Sistemin ücretsiz ve açık kaynak kod programlar olması sebebiyle ile yazılım maliyetsiz, kolay erişilebilir ve kullanıcı dostu bir arayüzü olması nedeniyle kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Normal bir webcbs uygulamasının ilerisine geçilerek, verinin kullanıcı tarafından, üç farklı yoldan girilebilmesi ortamı sağlanmıştır. Bunlar, Şekil 37'de gösterildiği üzere; doğrudan kullanıcı tarafından el ile, hazır verilerin sisteme yüklenmesi, yolu ile sisteme yüklenmesi ve mekansal veritabanının dahil edilerek kullanılmasıdır.



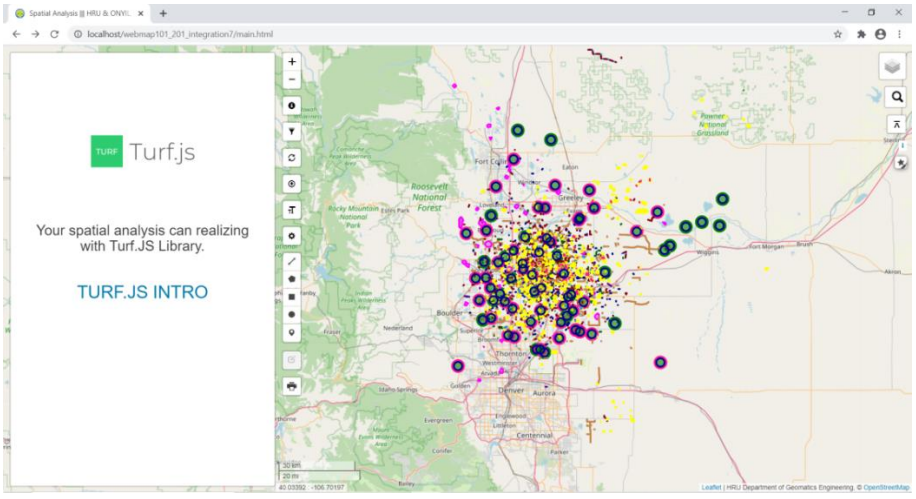
Şekil 4.1. Veri giriş yöntemleri

CBS programlarında gerçekleştirdiğimiz, yakınlık, mesafe, alan birleştirme, kesiştirme vb. coğrafi analizler Şekil 38'de olduğu gibi Turf.Js kütüphanesi ve WPS yordamıyla web tabanlı gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 4.2. Turf. Js. kütüphanesi ile yakınlık ve tampon Analizi

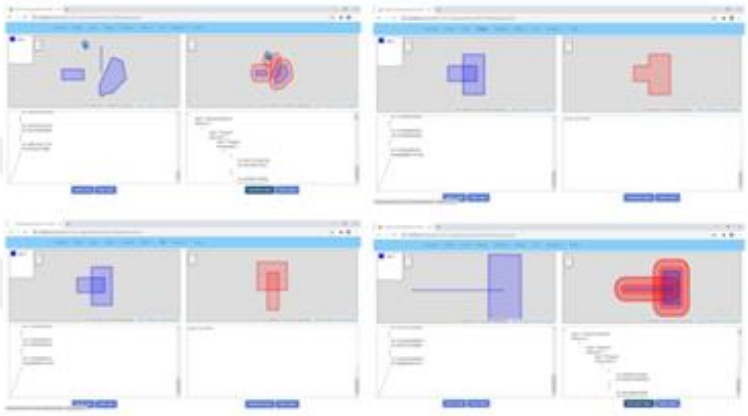
Ek olarak Şekil 39' da gösterildiği gibi ana sayfadan ayrı bir sayfaya, geçilerek yoğun veri ve daha fazla analizler yapma imkânının olmasıdır.



Şekil 4.3. Turf. Js kütüphanesi analizler sayfasına geçiş

4.3. Sistemin Zaman ve Veri Yönüyle Performansının Karşılaştırılması

Temel verilerle, temel analizlerden olan; yakınlık, tampon, birleştirme, kesiştirme, analizleri yönünden sistemin ana sayfası ve Turf. Js ile analiz sayfasında performansının Şekil 40' da olduğu gibi hızlı ve kolay gerçekleştiği gözlemlenmiştir.



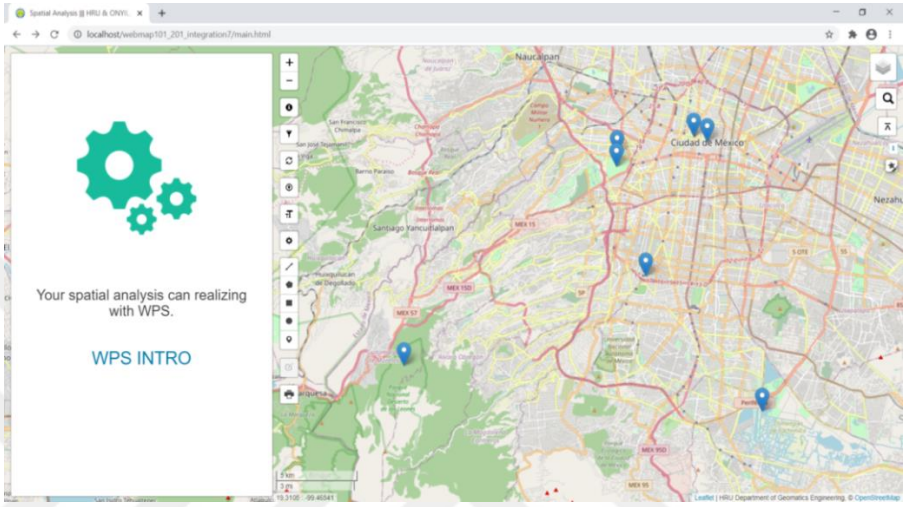
Şekil 4.4. Turf. Js. kütüphanesi analizler sayfası

Şekil 41'de gösterildiği üzere geliştirilen web sistem ile, nokta, çizgi ve alan verilerden oluşan, yoğun bir veri setinin hızlı, kolay bir şekilde coğrafi analizinin gerçekleştirilmiştir.



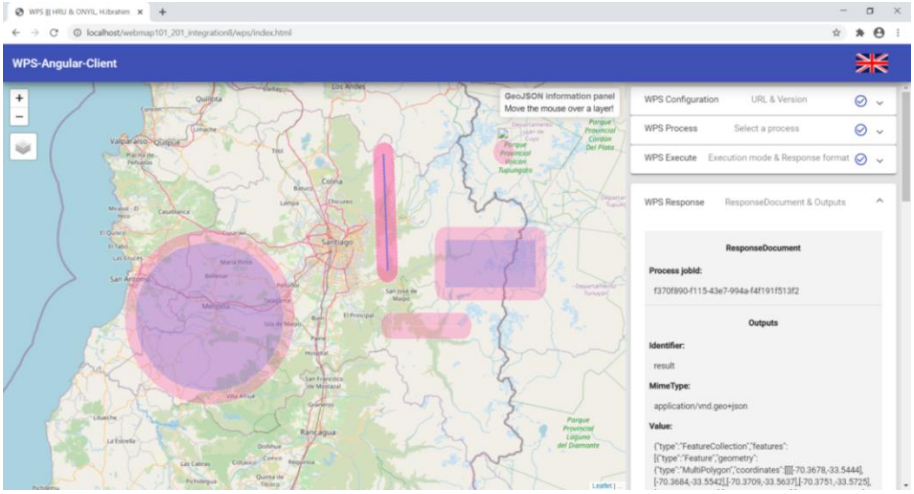
Şekil 4.5. Yoğun veri kümesinin Turf. Js ile analizi

Bir diğer taraftan, Şekil 42' de WPS yoluyla web platformada coğrafi analiz gerçekleştirme olanağı sistem içerisinde, diğer bir web sayfaya uyumlu hale getirilmiştir.



Şekil 4.6. WPS analiz penceresine geçiş

WPS, veri boyutuna göre yakınlık, tampon, birleştirme, kesiştirme analizlerinde kullanılabilecek bir diğer servis olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 43' de WPS ile mekansal verilerin analiz edilebilmesi gösterilmektedir.



Şekil 4.7. WPS ile mekansal analiz

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

CBS, coğrafi veriler üstünden belirlenen amaca, hedefe varma noktasında bizlere güçlü bir yöntem ve araç olarak, karşımıza çıkmaktadır. Bu yönleriyle uygulanacak olan CBS uygulamalarında öncelikle, hedefin ve amacın doğru tespit edilmesi; sistemin analizinin ve system mimarisinin şekillenmesinde çok önemli bir rol alacaktır (Onyıl ve Yılmaz, 2020).

Coğrafi analiz, mekansal özniteliklerin modellerini ve bağıntılarını anlamak için kullanılan çeşitli teknik süreçleri içerir. Bu dönemlerin, web temelli yapılması çağımızda gereklidir. Web temelli aplikasyonlar; birçok haritalar altlığı ile etkin kullanımı ve kolay bir arayüzünün olması ile bizler için kolaylık sağlamaktadır (Onyıl ve Yılmaz, 2020).

Coğrafi analiz süreçlerinin ücretisz, web destekli olarak, WPS ve Turf.js kütüphanesi ile hayata geçirilmesi büyük bir avantajdır. Bu avantajların bir çok proje çalışmalarında kullanılması önemlidir. Ek olarak, Turf.Js kütüphanesi, açık kaynak, ücretsiz ve kolay kullanımı sayesinde kullanıcı dostudur (Turf, 2020).

Bu aşamada, yapılan uygulamanın, web temelli coğrafi analizlerin yapılması, kullanımı ve maliyeti açısından uygulanabilir olduğunu göstermesi açısından çok önemlidir (Onyıl ve Yılmaz, 2020). Kurumların, ücretsiz ve açık CBS programları, konumsal veritabanlarını, web-harita sunucularını, WPS ve Turf.Js kütüphanesi gibi coğrafi analiz imkanı sunan bir yolu sınamaları etkin ve geçerlidir.

Tez çalışmasında, farklı veri hacmine sahip Yaban Hayatı Verileri, Ağrı İli Merkez İlçesine ait Sayısal Halihazır ve İmar Planı verileri Turf.Js kütüphanesi ve WPS ayrı ayrı tampon, kesiştirme, birleştirme analizleri ile test edildi. Test sonuçları aşağıdadır.

Veri yoğunluğuna göre zaman zaman sistemde duraksamaların olduğu belirlenmiştir. Verinin az sayıda olduğu yerlerde Turf.Js kütüphanesinin daha hızlı olduğu, veri yoğunluğunun çok olduğu konumsal analizlerde WPS'nin zaman ve performans yönüyle, daha aktif rol aldığı gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, gerçekleştirilen uygulamanın tüm aşamalarında, klasik bir web tabanlı CBS' nin ilerisine geçilerek, sadece sorgular uygulayan değil, aynı vakitte; veri girişi imkanı, analiz ve verileri indirme imkânı sunanan bir web platform geliştirilmiştir.

Çalışmada, Turf.Js. kütüphanesi ile WPS kullanımı ile, hedefler ve amaçlar çerçevesinde, verinin yoğunluğuna göre, iki yöntem ile de coğrafi analiz gerçekleştirilebilir. Fakat, veri boyutu arttıkça WPS'nin coğrafi analiz için kullanımının daha uygun olacağı görülmektedir.

Tez kapsamında geliştirilen sistemin, kullanıcı girişi ile verilerin farklı kurum ve bireyler tarafından güncellenmesi ve yeni projelerde kullanılması açısından güvenilir ve kullanılabilir olduğunu belirtimek gerekir. Ana sayfada ve diğer geçiş yapılan sayfaların olması kullanıcı açısından ve verilerin değerlendirilmesi açısından güçlü bir kolaylık sağlamaktadır. Böylece, farklı işlemleri yapabilme ve çakışmasını önleme açısından ergonomiktir.

Ancak, gerçekleştirilen çalışmanın web programlama ile geliştirildiği düşünüldüğünde, web programlama bilgisinin geliştirici için ve geliştirici adayları açısından dezavantajları olduğu ifade edilmelidir. Temel web programlama bilgisinin ötesine geçilerek ön ve arka plan kodlama ve harita ile mekansal analiz kütüphenelerinin de kullanılma yeteneklerinin zorlayıcı olduğu ifade edilmelidir.

Ülkemizde her gecen gün CBS çalışmalarına, bir destek ünite olarak webCBS sistemlerinin artıyor olması; beraberinde analiz imkânını barındırmaması, yalnızca mekansal sorgu yeteneğinin olması, ücretli programların kullanılması, birçok kurum açısından maliyetli bir uygulama olmanın ilerisine geçememektedir.

Bu durum, kurum ve kişiler için açık kaynak kodlu bir yazılım revizyonu gerektirmektedir.

Çalışmanın daha sonra gerçekleştirilecek çalışmalara ayna tutması ve ülkemiz webCBS çalışmalarına katkıda bulunacağı ümid edilmektedir. Zaman ile, WPS ve Turf.Js kütüphanesinin bir çok çalışmada kullanılabileceği, ülkemizin son dönem Kutup Araştırmaları ve Yaban Hayatı Ekolojisi alanı gibi bakir sahalarda bu imkan ve teknolojilerin kullanılabileceği ön görülmektedir (Onyıl ve Yılmaz, 2020).

Web programlama konusunda harita mühendisleri olarak, temelden ileriye programlama konusunda söz sahibi olabilmemiz için, ön ve arka plan kodlama bilgimizin geliştirilmesi gerekmektedir. Eğitim kaynak ve dökümanlarının arttırılması yolu ile, bu konulara ilgi duyan meslaktaşlarımız teşvik edilmelidir. Lisans öğreniminde; Harita Mühendisliği Bölümlerinde, web programlamaya giriş dersleri verilmelidir. Yüksek lisans ve doktora düzeyindeki çalışmaların artması için, derece veren programların müfredatlarına, web programlama, web cbs programlama ve mobil cbs programlama derslerinin konulması önemlidir. Böylece yaşanan sorunlara, bilgisayar destekli, programlanabilir uygulamalar ile etkin çözümlerin üretilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

ARCGIS, 2010. ARCGIS Uygulama Dökümanı, İşlem Şirketler Grubu Eğitim Dökümanı.Ankara.

AYDINOĞLU, A.Ç., DEMAEYER, P. ve YOMRALIOĞLU, T., 2005. Avrupa Konumsal Veri Altyapısı Politikaları. Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

BAILEY, C. T. and GATRELL, A. C., 2005. Interactive Spatial Data Analysis. Longman.

BAŞARSOFT., 2021. Başarsoft Web Sayfası https://www.basarsoft.com.tr/cografi-bilgi-sistemleri-cbs-nedir/adresinde 20.02.2021tarihinde alındı.

BAYAR, R., 2005. CBS Yardımıyla Modern Alışveriş Merkezleri İçin Uygun Yer Seçimi: Ankara Örneği, Coğrafi Bilimler Dergisi, 3(2), 19-38.

BIELECKA, E., 2020. GIS Spatial Analysis Modeling for Land Use Change A Bibliometric Analysis of the Intellectual Base and Trend. Geoscience, 10, 421, doi:10.3390//geosciences10110421.

BURROUGH, P. A., 1998. Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford: Oxford University Press, 333p, New York.

BOZKURT, V., 2000. Enformasyon Toplumu ve Türkiye, Sistem Yayıncılık, İstanbul.

BRACKETS, 2020, http://brackets.io/ web sayfasından alındı.

BOZYAZI DAYLAN, E. G. ve İNCECİK, S., 2002. İstanbul'da Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Hava Kalitesinin İncelenmesi. İTÜ Dergisi/d Cilt:1, Sayı:2, 51 62 İstanbul.

BOOTTRAP, 2020. https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction/ adresinden alındı.

CBSAKADEMİ. 2021. https://cbsakademi.ibb.istanbul/cografi-uygulamalarda-veri-sunum-metodolojisi/ adresinden 23.02.2021 tarihinde alındı.

ÇEVRE VE ŞEHIRLIK BAKANLIĞI (ÇŞB)., 2010. 1/100000 Ölçekli Çevre Düzen Planları Raporu. Ankara.

ÇEVRE VE ŞEHIRLIK BAKANLIĞI(ÇŞB)., 2021. Plan CBS Masaüstü Ugulaması. http://bulut-kbs.gov.tr/Giris/Plan adresinden 20.02.201 tarihinde alındı.

DERELİ, M., ERDOĞAN, S. ve SOYSAL, Ö., vd., 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Trafik Kaza Kara Nokta Belirleme: Ampirik Bayes Uygulaması, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(2) 36-42, doi: 10.15659/hartek15.06.69

DÜZGÜN, Ş., 2010. Coğrafi Bilgi Sistemleri Notları, TÜBA Açık Ders Malzemeleri, Ankara.

DEMİRCİ, B., 2005. A Geographic Information Systems Tool Development for Geostaticsal Analysis of Endangered Endemic Vascular Plants of Turkey. METU, MSc Thesis. Ankara.

EBRECHT, Carsen., LANDRY, T. and HEMPELMAN, N., vd., 2018, Projects Based

on The Web Processing Service Framework Birdgouse. The International of the Photogrametry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XLII-4/W8, FOSS4G,29-31 Agust, Dar es-Salam, Tanzania.

EMÜR, S. H., 1995. The Modelling of the location tools of geographic information system as a transaction of data. METU, MSc Thesis. Ankara.

ERDOĞAN, M. A., 2021. CBS' de Veri/ Kaynak Analizi Ders Notları, https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2017/CSS119/878121946_veri_kaynak_analizi_final_ders_notu.pdf adresinden 20.02.2021 tarinde alınmıştır.

ERDOĞAN, S., YILMAZ, I. ve BAYBURA, T., vd., 2008. Geograpical İnformation Systems Aided Traffic Accident Analysis System Case Study: city of Afyonkarahisar. Accident Analysis and Preventions 40,174-181.

FILIZ, B.G., 2013. Implementation of a search and rescue monitor system based on spatial data on web based maps. MS Thesis, Turk Air Force Academy University, Istanbul (in Turkish).

FOERSTER, T., BRÜHL, A. and SCHAFFER, B., 2011. RESTful Web Processing Service,

FORTHERİMGAM, S. and ROGERSON, P., 1994. Spatail Analysis and GIS. Burgess Press.Taylor and Francis Ltd. Honk Kong.

GAO, SHENG., MIOC, D., YI, X., ANTON, F., OLFIELD, E., COLEMAN, D., 2009. Towards Web-based repsentations and processing of health information. International Journal Helath Geografichs. 8:3DOI:10.1186/1476-072X-8-3.

GRANELL, C., DIAZ, L., TAMAYO, A., HUERTA, J., 2012. Assessment of OGC Web Processing Services for REST principles. International Journal of Data Mining, Modelling and Management, Spain.

GIAMOND, M., 2020. Geodesic geometry. Spatial Analysis: https://.github.io/ Spatial/introGIS.html#what-is- spatial-analysis adresinden alındı.

GEOSERVER, 2020. http://geoserver.org/ web adresinden alındı.

GÜLER, E., 2020. Developing A Web Based Mobile GIS Application for Soil Mapping Studies, Konya Technical University, PhD Thesis, Konya, Turkey.

GÜNGÖR, H.C. ve ÖZKAN, G., 2011. Mekansal Verinin Doğruluğu ve Kalitesi. 6.International Advanced Techologies Sysmposium (IATS!11), 16-18 May, Elazığ, Turkey.

GOODCHILD, M. F. and LONGLEY, P. A., 1999. The future of GIS and Spatial Analysis. 567-580.

GTÜ. 2021. GTÜ Uzalcbs Laboratuvarı adresinden https://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/80/jeodezi/uacbs/index.html 23.02.2021 tarihinde alınmıştır.

KARAŞ, İ.R., 2001. Coğrafi Bilgi Sistemlerine Yönelik İnternet Uygulamaları ve Yazılım Geliştirme, Gebze Yüksek Teknoloji Enstisüsü, Yüksek Lisans Tezi (Danışman: Prof. Dr. İbrahi BAZ), Kocaeli.

KHAN, A., BOTHALE, V. M. and REDDY, K. S., 2015. Web Based Spatial Query Sytem for Decision Making. International Journal of Engineering and Computer Science. ISSN:2319-7242, Volume 4Issue 7 July, Page No. 13002-13006.

KRESSE, W. DANKO, D. ve FADAIE, K., 2012. Standardization, W. Kresse ve

Danko, D. M, ed. Springer Handbook of Geographic Information. Springer Berlin Heidelberg, 245-271.
LEAFLET, 2021. https://leafletjs.com/index.html adresinden alındı.
HTML, 2020. https://www.w3schools.com/html/ web adresinden alındı.
MEMDUHOĞLU, A., 2015. Açık Kaynak Yazılımlar İle OGC Web Servisleri Üzerinden Görerek Uçuş Bilgilerinin Kartografik Sunumu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
MENG, X., BIAN, F. and XIE, Y., 2009. Geospatial Services Chaining with Web Processing Service, Proceedings of International Sysmposium on Intelligent Information Systems and Applications (IJSA'09). Oct. 28-30, 28-30, Pages: 007-010, China.
MİLLER, M., 2019. Introduction to Spatial Databases, Udemy Course Lecture Notes, USA.
MİLLER, M., 2020. Cient-side WebGIS and Turf.Js Library, Udemy Course Lecture Notes, USA.
MİLLER, M., 2019. Introduction to Web Programming for GIS Applications, Udemy Course Lecture Notes, USA.
MİLLER, M., 2020. PHP Programming, Udemy Course Lecture Notes, USA.
MİLLER, M., 2020. Server-side WebGIS, Udemy Course Lecture Notes, USA.
OGC, 2018. OGC Standarts, Internal reference number of this OGC® document: 14-065r2.
OGC, 2020. https://www.ogc.org/about web adresinden alındı.
QGIS, 2020. https://www.qgis.org/en/site/ web adresinden alındı.
ONYIL, Hİ., ve YILMAZ, M., 2020. Açık Kaynak Kodlu Yazılımlarla Web Tabanlı Mekansal Analizlerin Gerçekleştirilmesi. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, Cilt 2(2), s.76-82, Mersin, Turkey.
ONYIL Harita Mühendislik (OHM)., 2021. http://onyilharitamuhendislik.com/index2.html adresinden 20.02.2021 tarihinde alındı.
PHP, 2020. https://www.php.net/ web adresinden alındı.
PİŞKİN, G., 2011. Aliağave Çevresindeki Arkeolojik Yerleşimlerin CBS İle Mekansal Analizi. Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
PSU., 2020. Depaartment of Geography GEO 585-Open Web Mapping. WPS, Tur.js and spatial data processing on the web: https://www.eeducation.psu.edu/geog585/node/7 78 adresinden alındı.
PİYATHAMRONGCHAİ, K., 2018. Extended Web Direction, Service to Avoid Obstacle on Road using Turf.Js. The International Conference on Geoinformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth&Allied Sciences (GIS-IDEAS) Vietnam.
POSTGIS, 2020. http://postgis.net/ web adresinden alındı.
POSTGRESQL, 2020. https://www.postgresql.org/ web adresinden alındı.
PROSS, B. and STACH C., 2018. Introduction to Web Processing Services. Geospatial Sensor Web Conference.
SARI, S. ve TÜRK, T., 2020. Depremde Meydana Gelebilecek Bina Hasarlarının

Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İncelenmesi. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 17-25. Mersin.

SÖNMEZ, F. ve AVAROĞLU, E., 2020. Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanarak Mersin Üniversitesi'nin Fiber Optik Ağ Altyapısının Oluşturulması. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 01-04, Mersin.

SNOW, J., 1854. Cholera, John Churchill, Princes Street, Soho Londo, United Kingdom.

SCHUT, P., 2007. OpenGIS Web Processing Service, version 1.0.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 05-007r7.

JQUERY, 2020. https://jquery.com/ web adresinden alındı.

ŞAHİNSOY, A.K., 2011. Açık Kaynak Kodlu CBS Yazılımlarının İmar Planı Verilerinin Yönetilmesinde Kullanımı İstanbul Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TDK., 2021. Türk Dil Kurumu Online Sözlüğü. https://sozluk.gov.tr/ adresinden 20.02.2021 tarihinde alındı.

TAN, X., DI, L. and DENG, M., vd., 2015. Building an Elastic Paralel OGC Web Processing Service on a Cloud-Based Cluster: A Case Study of Remote Sensing Data Processing Service, Sustainability, 14245-14258; doi:10.3390/su71014245.

TOPALOĞLU, B., 2019. Spatial Anlaysis of Bicycle Roads via Geografical, Information Systems and Questioning Their Efficiceny Case of Izmir. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.

TÜRK, T., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemleri Ders Notları (Yayınlanmamış), Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Sivas.

TURF., 2020. Turf.Js Getting Started: https://turfjs.org/getting-started/ adresinden alındı.

YILMAZ, C., 2009, Developing Spatial Web Services with Free and Open Source Software. MS Thesis, Karadeniz Technical University. Trabzon, Turkey.

YALÇINKAYA, S., 2020. Katı Atık Toplama ve Taşıma Sisteminden Kaynaklanan Hava Kirleticileri Emisyonlarının Mekansal Analiz Teknikleri İle Farklı Araç Kapasiteleri İçin Hesaplanması: İzmir Çiğli Örneği, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(2), 366-376.

YILMAZ, C., 2009. Developing Spatial Web Services with Free and Open Source Software. MS Thesis, Karadeniz Technical University. Trabzon, Turkey.

YOMRALIOĞLU, T. ve DÖNER, F., 2000. MobilGIS: Gezici Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uygulamaları. HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi. Sayı 93.

YOMRALIOĞLU, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Birinci Baskı, Seçil Ofset, İstanbul.

YÖKATLAS, 2020. https://yokatlas.yok.gov.tr/tercih-sihirbazi-t3-tablo.php?p=tyt web adresinden alındı.

XAMPP, 2020. https://www.apachefriends.org/tr/index.html web adresinden alındı.

WE ARE SOCIAL and HOOTSUIDE (W&H)., 2020.

https://dijilopedi.com/2020-dunya-internet-sosyal-medya-ve-mobil-kullanim istatistikleri/ adresinden alındı.

YAYINLAR

ONYIL, Hİ., ve YILMAZ, M., 2020. Açık Kaynak Kodlu Yazılımlarla Web Tabanlı Mekansal Analizlerin Gerçekleştirilmesi. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, Cilt 2(2), s.76-82, Mersin, Turkey. (Yüksek Lisans Tezinden yapılmıştır)

ONYIL, Hİ., ve YILMAZ, M., 2020. Realization of Web Based with Turf.JS Library of Spatial Analysis in Open Source Softwares. 1st Intercontinental Geoinformation Days (IGD) – 25 -26 November 2020 – Mersin, Turkey. (Kabul Edildi).(Yüksek Lisans Tezinden yapılmıştır)

ONYIL, Hİ., TÜRK, T., 2016. Açık Kaynak Kodlu Yazılımlarla Web Tabanlı Kent Rehberi Oluşturulması. 6. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (UZALCBS) Sempozyumu, Adana, Türkiye.

ONYIL, Hİ., 2015. CBS Tabanlı Tematik Kent Haritalarının Üretilmesi: Baltalimanı Örneği, Internatıonal Students Scientific Multilingual Journal Of Agrı İbrahim Cecen University, e-ISSN:2149-4061, s.20-28, Turkey.