

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇIK KAYNAKLI YAZILIMLAR İLE OGC WEB SERVİSLERİ ÜZERİNDEN
GÖREREK UÇUŞ BİLGİLERİNİN KARTOGRAFİK SUNUMU**

ABDULKADİR MEMDUHOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALİ MELİH BAŞARANER**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AÇIK KAYNAKLI YAZILIMLAR İLE OGC WEB SERVİSLERİ ÜZERİNDEN
GÖREREK UÇUŞ BİLGİLERİNİN KARTOGRAFİK SUNUMU**

Abdulkadir MEMDUHOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 19.11.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Dr. Müh. Yb. Yavuz Selim ŞENGÜN
Harita Genel Komutanlığı

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Yavuz Selim ŞENGÜN
Harita Genel Komutanlığı

Doç. Dr. Türkay GÖKGÖZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Necla ULUĞTEKİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Bu alışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun 115E652 numaralı 1002 projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım ve yaşantımın tüm süreçlerinde bana verdiği destek ve bitmez tükenmez anlayışı için sevgili eşim Bahar'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ve hayatımın her anında bana gösterdikleri anlayış ve verdikleri destekten dolayı annem Müyesser, babam Abdurrahman, kardeşlerim Esra ve Burak'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim, akademik faaliyetlerim ve tez çalışması süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, ayrıca bana gösterdiği anlayıştan dolayı, tez danışmanım ve değerli hocam sayın Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER'e, verdiği destek ve sorularım için ayırdığı vakit dolayısıyla değerli eş - danışmanım sayın Dr. Müh. Yb. Yavuz Selim ŞENGÜN'e teşekkürlerimi sunarım.

Derslerinde ve akademik yayın hazırlama konularında sağladıkları bilgi ve tecrübeleri için değerli hocalarım Doç. Dr. Türkay GÖKGÖZ, Doç. Dr. Fatih GÜLGEN ve Yrd. Doç. Dr. Alper ŞEN'e teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımda kullandığım verileri sağlayan Harita Genel Komutanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım dönemimde sağladıkları motivasyon ve desteklerinden dolayı çalışma arkadaşlarım; Dr. Sinan ÇETİNKAYA, Müslüm HACAR, Mert GÜRTÜRK, Zeynel Abidin POLAT, Hüseyin DUMAN, Batuhan KILIÇ ve Kadir ŞAHBAZ'a teşekkür ederim.

Kasım, 2015

Abdulkadir MEMDUHOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Tezin Amacı	7
1.3 Hipotez / Orijinal Katkı	8
BÖLÜM 2	9
MEKANSAL WEB SERVİSLERİ	9
2.1 Servis Odaklı Mimari (SOA) ve Web Servisleri	10
2.1.1 W3C Web Servisleri.....	11
2.1.2 REST Web Servisleri	11
2.1.3 W3C ve REST Web Servislerinin Karşılaştırılması.....	12
2.2 OGC Web Servis Standartları	12
2.2.1 Web Harita Servisi (WMS) Standardı	12
2.2.2 Web Detay Servisi (WFS) Standardı	14
2.2.3 Web Raster Servisi (WCS) Standardı	15
2.2.4 Web İşlem Servisi (WPS) Standardı.....	15
2.2.5 Web Haritaları Görselleştirme Standartları	15
2.2.5.1 Stilli Katman Tanımlayıcı (SLD) ve İşaret Kodlama (SE) Standartları	15
2.2.5.2 Diğer Standartlar	19

2.3	Mekansal Veri Altyapısı.....	21
BÖLÜM 3		22
AÇIK KAYNAKLI MEKANSAL YAZILIMLAR.....		22
3.1	GeoServer	23
3.2	PostgreSQL/PostGIS.....	25
3.3	OpenLayers	25
3.4	GeoExt.....	26
3.5	GeoExplorer	26
3.6	GeoWebCache	28
3.7	Jetty.....	28
3.8	OpenGeo Suite	29
BÖLÜM 4		30
HAVA HARİTALARI.....		30
4.1	Ülkemizde Hava Haritaları	30
4.1.1	Müşterek Harekât Haritalarının Hava Serileri (JOG-A)	31
4.1.2	Alçak İrtifa Özel Hava Haritası (AİÖHH)	32
4.2	Havacılık Standartları	33
BÖLÜM 5		34
UYGULAMA		34
5.1	Çalışma Bölgesi ve Kullanılan Veriler	34
5.2	Yöntem.....	36
5.3	Gerçekleştirme.....	38
5.3.1	Verilerin Hazırlanması ve Yazılımlara Aktarımı	38
5.3.2	İşaretleştirme	39
5.3.2.1	Havacılık Çizgi İşaretlerinin Kodlanması.....	39
5.3.2.2	JOG-A Serisi Hava Haritalarında Kullanılan Nokta İşaretlerin Kodlanması.....	46
5.3.3	Verilerin Web Tarayıcısında GeoExplorer ile Gösterimi	49
5.3.4	Ölçeğe Bağlı Gösterim.....	52
5.4	Bulgular	52
BÖLÜM 6		54
SONUÇ VE ÖNERİLER		54
KAYNAKLAR.....		57
ÖZGEÇMİŞ.....		63

KISALTMA LİSTESİ

AIÖHH	Alçak İrtifa Özel Hava Haritaları
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ACC	Area Control Centre
AIXM	Aeronautical Information eXchange Model
AIP	Aeronautical Information Product
API	Application Programming Interface
ATS	Air Transport System
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CTR	Control Zone
DHMI	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
FES	Filter Encoding Standard
FIR	Flight Information Region
GML	Geography Markup Language
HGK	Harita Genel Komutanlığı
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
ICAO	International Civil Aviation Organization
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO	International Organization for Standardization
JAG	Joint Advisory Group
JOG-A	Joint Operations Graphic - A
JSON	JavaScript Object Notation
MTMA	Military Terminal Control Area
MVA	Mekansal Veri Altyapısı
TMA	Terminal Control Area
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OGC	Open Geospatial Consortium
OWS	OGC Web Services
PARC	Palo Alto Research Center
REST	REpresentational State Transfer
SDK	Software Development Kit
SE	Symbology Encoding
SLD	Styled Layer Descriptor

SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SVG	Scalable Vector Graphics
UMVA	Ulusal Mekansal Veri Altyapısı
UOM	Unit of Measure
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
VFR	VFR Corridors
W3C	World Wide Web Consortium
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WKT	Well-Known Text
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tile Service
WPS	Web Processing Service
WSDL	Web Services Description Language
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Mekansal verilerin dağıtımında gelişim süreci [5].....	2
Şekil 2.1 İstemci-sunucu mekanizması	10
Şekil 2.2 WMS istekleri ile istemci-sunucu ilişkisinin gösterimi [51]	13
Şekil 2.3 Örnek URL ile oluşturulan WMS isteğine sunucudan gelen cevap	14
Şekil 2.4 Farklı yakınlık seviyelerindeki SLD gösterimleri [64]	18
Şekil 2.5 Sulak alanları temsil eden sınırı koyu mavi, içi ise açık mavi olarak SE standardında işaretleştirilen çokgen detay örneği [62]	18
Şekil 2.6 OGC standartlarının birbiriyle olan ilişkisi [9]	19
Şekil 2.7 Yosemite Ulusal Parkı yürüyüş haritası üzerinde örnek bir güzergah [65]	20
Şekil 2.8 OGC/ISO ve INSPIRE ilişkisi [68]	21
Şekil 3.1 Ücretsiz ve açık kaynaklı coğrafi bilgi yazılımlarına ait 2012 yılı [34]	23
Şekil 3.2 Yönetici Paneli ile birlikte GeoServer yazılımının ana ekranı	24
Şekil 3.3 OpenLayers ile örnek bir görünüm	25
Şekil 3.4 Web tarayıcısında görüntülenen GeoExplorer ana ekranı	27
Şekil 3.5 GeoExplorer yardımcı butonları	27
Şekil 3.6 Mozaik-ön bellek mekanizması	28
Şekil 4.1 Gaziantep çevresine ait JOG-A Serisi Hava Haritası görüntüsü [78]	31
Şekil 4.2 Gaziantep çevresine ait Alçak İrtifa Özel Hava Haritası görüntüsü [78]	32
Şekil 4.3 Hava Trafik Kontrol Sahaları [77]	33
Şekil 5.1 NJ 35-7 paftasını gösteren 1:250.000 ölçekli pafta bölümlenmesi	35
Şekil 5.2 Çalışma bölgesine ait 1:250.000 ölçekli JOG-A raster haritasından bir kesit ...	35
Şekil 5.3 Uygulamadaki açık kaynaklı mekansal yazılımların birbirleriyle olan ilişkisi	36
Şekil 5.4 OpenGeo Suite yazılımlarının birbirleriyle olan ilişkisi [80]	37
Şekil 5.5 Verilerin temininden gösterimine kadar olan süreç	38
Şekil 5.6 AİÖHH pafta lejantında yer alan çizgi tipindeki özel işaretler	40
Şekil 5.7 JOG-A haritasında kullanılan nokta tipi özel işaretler	46
Şekil 5.8 JOG-A haritasında kullanılan bazı nokta tipi işaretlerin etiket gösterimi	47
Şekil 5.9. SE ile kodlanmış nokta ve etiket gösterimi	48
Şekil 5.10 Config.yaml dosyasında yer alan kodların bir parçası	49
Şekil 5.11 GeoExplorer yazdırma önizleme ekranı	50
Şekil 5.12 Yazdır butonu kullanılarak oluşturulan örnek bir harita kesiti	51

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1. Çizgi tiplerinin karşılaştırılması	46

**AÇIK KAYNAKLI YAZILIMLAR İLE OGC WEB SERVİSLERİ ÜZERİNDEN
GÖREREK UÇUŞ BİLGİLERİNİN KARTOGRAFİK SUNUMU**

Abdulkadir MEMDUHOĞLU

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER

Eş Danışman: Dr. Müh. Yb. Yavuz Selim ŞENGÜN

Son yıllarda gelişmelerin yoğun olarak yaşandığı Web olgusundan diğer birçok disiplin gibi kartografya da büyük ölçüde etkilenmiş ve haritaların tasarımı, üretimi, yayımı ve sunumu Web üzerinden gerçekleştirilir hale gelmiştir. Önceleri Web üzerinde basit ve statik görüntüler biçiminde sunulmaya başlayan haritalar, günümüzde her zaman her yerden ulaşılabilir Web servisleri anlayışıyla kullanıcıların isteğiyle anında üretilebilmekte ve sunulmaktadır.

Web servisi kısaca, kullanıcıya sonuç ürünü sunmak üzere sağlayıcı tarafından üretilen yazılım bileşeni şeklinde tanımlanmaktadır. Web servisleri, genelde Servis Odaklı Mimari (SOA) ile kullanılırlar ve iki tür gerçekleştirme yöntemi vardır. Bunlar, World Wide Web Consortium (W3C) ve REpresentational State Transfer (REST) Web servisleridir. Mekansal standartlar üreten organizasyonların başında gelen Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından üretilen standartlar (örn. Web Harita Servisi) çoğunlukla REST yapı örüntüsünü kullansa da, W3C Web servisleriyle gerçekleştirilmeleri de mümkündür.

Bilgisayarlarla birlikte hayatımıza giren en önemli kavramlardan biri yazılımdır. Günümüzde, şirketler tarafından ticari amaçlar için üretilen yazılımların yanında, ticari

bir amaç gütmeyen ve gönüllü yazılımcılar tarafından ücretsiz olarak kullanıma sunulan açık kaynaklı yazılımlar da mevcuttur. Son yıllarda yazılım firmalarının da benimsediği ‘yazılıma değil, desteğe ücret de’ felsefesi ile açık kaynaklı yazılımların üretimi ve gelişimi hızlanmıştır. Bu felsefe ile mevcut açık kaynaklı yazılımları kullanarak baştan sona Web üzerinden mekansal bilgi sunumuna olanak sağlayan OpenGeo Suite yazılımı geliştirilmiştir.

Topografik haritalar üzerine belirli havacılık bilgi ve işaretleri eklenerek oluşturulan havacılık haritalarında, havacılık bilgileri topografik bilgilere göre daha sık güncellenmektedir. Basılı haritalarda bu güncelleme hızlı yapılamadığından havacılar bu süre zarfında güncel bilgilere erişimde güçlük yaşamaktadırlar.

Bu çalışmada, yukarıda ifade edilen problemin çözümü için açık kaynaklı yazılımlar ve OGC standartları kullanılarak bir web harita uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama ile havacıların ihtiyaç duyduğu görerek uçuş bilgileri, OGC İşaret Kodlama standardı aracılığıyla işaretleştirilerek topografik harita üzerine eklenmiş ve Web üzerinden kullanılabilir, güncelleştirilebilir ve çıktısı alınabilir durumda bir hava haritası elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Web haritaları, havacılık haritaları, mekansal web servisleri, açık kaynaklı mekansal yazılımlar, OGC İşaret Kodlama Standardı

**CARTOGRAPHIC PORTRAYAL OF VISUAL FLIGHT INFORMATION ON OGC
WEB SERVICES USING OPEN SOURCE SOFTWARE**

Abdulkadir MEMDUHOĞLU

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Ali Melih BAŞARANER

Co-Adviser: Dr. Yavuz Selim ŞENGÜN

Cartography, as many other disciplines, has also substantially been affected from the remarkable progress of the Web phenomenon in recent years and the use of the web for design, production, dissemination and portrayal of maps has gained popularity. In the past, maps were simple images on the Web, but today there is ubiquitous Web services approach, which makes instant production of maps possible according to the requests of users.

Web service is briefly defined as a software component produced by service provider, which delivers the final product to the user. Web services are typically performed together with Service Oriented Architecture (SOA) pattern with two common ways. These are World Wide Web Consortium (W3C) and REpresentational State Transfer (REST) Web services. Besides, the standards such as WFS and WMS, issued by Open Geospatial Consortium (OGC), a leading organization for open geospatial standards, mostly conform to the REST pattern but they can also be implemented with the W3C Web services.

Software is the one of the most important concepts, which comes into our lives together with the computers. Today, there are commercial softwares, produced by the

companies as well as free and open source softwares, produced by volunteered programmers in the market. In recent years, the production and development of open source software has gained momentum along with the adoption of 'pay for the support not for the software' philosophy by some companies. With this philosophy, a software stack called OpenGeo Suite has been released using existing open source softwares for head to toe Web mapping applications.

In aviation maps, which are produced by adding special aviation information and symbology on topographic maps, the update of aviation information is more frequent than topographic information. For this reason, aviators have confronted with outdated maps.

In this study, a Web mapping application was implemented using open source software and OGC standards so as to solve the problem mentioned above. In this application, visual flight information that aviators need has been encoded with OGC Symbology Encoding standard and added on the topographic map and thus an aviation map has been obtained, which is ready for updating or printing purposes.

Keywords: Web mapping, aviation maps, geospatial web services, open source software, OGC Symbology Encoding standard

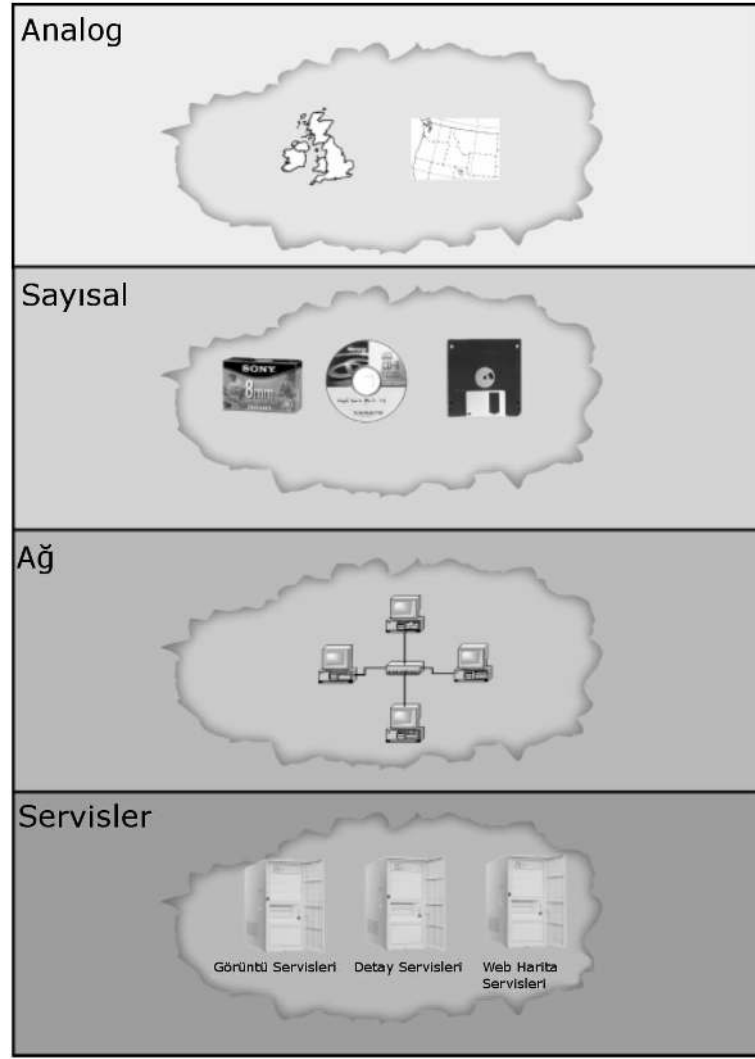
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Başlangıçta araştırma odaklı olarak ortaya çıkmış olan World Wide Web (WWW - kısaca Web), kısa süre içerisinde bilgi alışverişi için hızlı ve ucuz bir iletişim aracı olarak herkes tarafından kullanılabilen bir karaktere bürünmüştür [1]. Web temelli teknolojilerde yaşanan hızlı gelişim her alanda olduğu gibi haritacılık alanında da kendini göstermiş ve bu süreç el yordamıyla harita üretiminden mekansal Web servislerine doğru evrilmiştir (Şekil 1.1). Başka bir ifadeyle, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) önceden istemci-sunucu modeli çerçevesinde veriler ve araçlar üzerine odaklanırken günümüzde Web servisi modeline yönelmiştir. Bu yeni mimaride Web, sadece verileri dağıtan değil birlikte çalışabilen yazılım parçaları olan Web servislerinin coğrafi işlem gücünü de kullanan bir olgu halini almıştır [2], [3].

Günümüzde internet'in harita yayımı ve aktarımında birincil seçenek olması, Web haritalarını mekansal bilginin dağıtımı için ana platform haline getirmiştir [4]. Kullanılan haritaların büyük bir kısmı çevrimiçi olarak kullanılabilir hale gelmiş, kurumlar ve şirketler, coğrafi ürünleri Web üzerinden kullanıcıya sunan çözümler geliştirmişlerdir.

Masaüstü CBS'lerin Web 2.0 ile başarılı bir şekilde birleşmesi, Web üzerinden harita sunum (gösterim) teknolojilerinin her zaman ve her yerden ulaşılabilen (ubiquitous) çevrimiçi bir servis olmasını sağlamıştır. Bu teknolojilerin birlikte uyumlu çalışabilmeleri için belirli kişi, kurum ve devletlerden oluşan bazı organizasyonlar çeşitli standartlar üretilip yayınlamışlardır. Bu standartlar kullanılarak herhangi bir ölçekteki kuruluş tarafından üretilen veriler veya sistemler birbirleriyle kolayca entegre edilerek kamu kurumlarına bu sistemlerin bütününe yönetmek için gerekli altyapı sağlanmaktadır.



Şekil 1.1 Mekansal verilerin dağıtımında gelişim süreci [5]

Bu tez çalışmasında, mekansal Web servisleri üzerine araştırmalar yapılmış (bk. Bölüm 2), Web servislerinin gerçekleştirimi için gereken açık kaynaklı yazılımların seçimi ve kullanımı üzerinde durulmuş, seçilen yazılımlar hakkında özet bilgiler verilmiştir (bk. Bölüm 3). Sonrasında havacılık haritaları, ülkemizdeki durumu ve ilgili standartlar hakkında bilgiler verilmiş (bk. Bölüm 4), seçilen açık kaynaklı yazılımlar ve sistem mimarisine dayalı olarak ülkemiz hava haritalarındaki görerek uçuş bilgilerinin Web üzerinden özel işaretlerle sunulmasına yönelik bir uygulama geliştirilmiştir (bk. Bölüm 5). Araştırma ve uygulama sonucunda elde edilen bulgulara göre sonuç ve öneriler ortaya konmuştur (bk. Bölüm 6).

1.1 Literatür Özeti

Palo Alto Araştırma Merkezi (PARC) tarafından yayınlanan Web harita uygulaması ile 1993 yılından itibaren haritalar da Web üzerinden yayımlanmaya başlanmıştır. Ardından Google tarafından ortaya konan teknolojiler ve açık kaynaklı yazılımların bu eğilimi hızla yakalamasıyla Web kartografya alanında çok sayıda uygulama geliştirilmiştir [6].

Anderson ve Moreno-Sanchez [2] açık standartlı bir coğrafi veri kodlama ve transfer formatı olan Coğrafi İşaretleme Dili (GML), gösterim formatı olarak ise Ölçeklenebilir Vektör Grafikleri (SVG)'nden yararlanarak Meksika'daki arazi kullanımına yönelik bir web temelli mekansal bilgi sistemi modeli oluşturmuşlardır. Açık kaynaklı harita sunucusu yazılımı Mapserver ve mekansal veritabanı yazılımı PostGIS kullanmışlardır.

Li vd. [7] çalışmasında Stilli Katman Tanımlayıcı (SLD) kullanarak bir zincirleme sistem tasarımı ile detay stillerinin üretilmesini sağlamıştır. Zipf [8] ise mobil haritalar için dinamik olarak SLD üretiminin otomatikleştirilmesi konusunu ele alan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada yaygın kullanımlı bir ticari CBS yazılımı olan ArcGIS için SLD formatına dönüşüm yapan bir araç geliştirilmiştir.

Rita vd. [9] en çok kullanılan açık kaynaklı harita sunucularından biri olan GeoServer için İşaret Kodlama (SE) standardını kullanan ve kartogram türü tematik harita sunumu gerçekleştiren bir eklenti geliştirmiştir.

Iosifescu-Enescu vd. [10] Open Geospatial Consortium (OGC) standartlarını (Web Harita Servisi (WMS), SLD, SE vb.) kullanarak çevresel risk yönetimi ile ilgili sistemlerde kartografik gösterimleri sağlayan servisleri ortaya koymuştur. Geliştirilen bu servis ve yazılımlar Avrupa'nın iki önemli projesi olan Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management (ORCHESTRA) ve Sensors Anywhere (SANY) projelerindeki kartografik görselleştirme aşamalarında kullanılmıştır. Ayrıca, Iosifescu-Enescu Kartografik Web Servisleri adındaki doktora tezi kapsamında [1] Web servisleri ile ilgili gerekli literatür araştırmasını yaparak kartografik gösterimlerin standartlar bazında ve genel bir çerçevede nasıl gerçekleştirilebileceğini açıklamıştır.

Rautenbach vd. [11] OGC'nin Web İşlem Servisi (WPS) standardı ile diğer Web standartlarının (WMS, Web Detay Servisi (WFS) ve SLD) birlikte kullanıldığı tematik harita yapımına yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Sayar vd. [12] OGC standartlarına göre oluşturulacak CBS servislerinin W3C Web servisleri yaklaşımıyla gerçekleştirmesi konusunu ele almıştır. Çalışmada özellikle WMS standardına odaklanılmış, WMS'in Web temelli olmayan servislerle etkileşimini sağlayan, köprü servisler kurma gibi, yaklaşımlarda bulunulmuştur.

Best vd. [13] mekansal Web servislerini kullanarak deniz memelilerinin izlenmesi ve yaşam alanlarının belirlenmesi için gereken deniz biyo-coğrafi bilgileri elde ederek, istatistik modelleri oluşturan bir sistemi ortaya koymuştur. Çalışmada ticari ve açık kaynaklı yazılımlar birlikte kullanılarak sistemin baştan sona otomatik bir şekilde ilerlemesi sağlanmıştır.

Kulawiak vd. [14] deniz kirliliklerini görselleştirme, izleme ve önceden tahmin etmek üzerine bir sistemi açık kaynaklı yazılımlar ile Web ortamına taşımıştır. Petrol sızıntısı olan bölgeleri ve yayılımını gösteren animasyonlu sonuçlar ile zamansal ve mekansal verileri aynı anda kullanıcıya gösteren etkileşimli bir Web CBS ortaya konarak risk değerlendirmesi ve yönetiminin hızlı bir şekilde yapılmasına olanak sağlanmıştır.

Fujioka vd. [15] Okyanus Biyo-coğrafyası Bilgi Sistemini (OBIS) PostGIS, GeoServer ve OpenLayers gibi açık kaynaklı yazılımları kullanarak yenilemiştir. Yenilenen standart uyumlu ve birlikte çalışabilir olan bu sistem ile performans ve çevrimiçi kullanıcı deneyiminde iyileştirmeler sağlanmıştır. Projenin dağınık doğası ve depolama, ölçekleme, yayılma esnekliği gibi ihtiyaçlarını karşılamak üzere tüm yazılım ve donanım birimleri bulut bilişim ortamında inşa edilmiştir.

Gao vd. [16] hastalıkların yayılımını Web haritalarıyla gösteren bir Web CBS uygulamasını OGC standartlarını kullanarak üretmiştir. Hastalık olgusu, mekan ve zaman ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğundan hastalık bilgilerinin anlık olarak dinamik bir şekilde harita üzerinde gösterilmesi hızlı çözümler üretilmesi anlamında büyük önem arz etmektedir. Benzer bir şekilde MacEachren vd. [17] açık kaynaklı CBS yazılımlarını (GeoServer: harita sunucusu, PostGIS: mekansal veritabanı) kullanarak Web temelli CBS ile bir kanser atlası geliştirmiştir.

Evans ve Sabel [18] açık kaynaklı yazılımları birleştirerek, sağlık ve çevre sektörüne hizmet eden bir mekansal görselleştirme aracı ve Web temelli CBS tasarımını gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçları Avrupa Birliği tarafından desteklenen Health and

Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment (HEIMTSA) projesinden derlenmiştir.

Supak vd. [19] halk sağlığını tehdit eden unsurlara karşı yiyeceklerin takibini yapan sağlık kurumlarının kullanımı için Web temelli açık kaynaklı yazılım kullanan bir CBS geliştirmiştir. Bu sistemde GeoServer, PostGIS, GeoExt, OpenLayers gibi açık kaynaklı yazılımların bir araya getirildiği OpenGeo Suite yazılım paketi kullanılmıştır.

Moncrief vd. [20] sağlık verilerinin analiz edilmesi amacıyla açık kaynaklı, sunucu temelli bir Web harita uygulaması ortaya koymuştur. Çalışmanın amacı, mekansal referanslı sağlık verilerinin keşif ve analizini kolaylaştırmak adına dinamik ve esnek bir görselleştirme yöntemi geliştirmek olarak tanımlanmıştır. Bu amaçla yazar mevcut OGC standartlarını geliştirerek dinamik tematik Web haritaları oluşturmak üzerine odaklanmıştır.

Salvati vd. [21] aşırı yağış sonucu meydana gelen toprak kayması ve sel olaylarını önceden belirlemek amacıyla açık kaynaklı yazılımlar ile geliştirilmiş bir Web CBS uygulamasını ortaya koymuştur. Benzer bir şekilde Wang [22] Yüksek Lisans tezinde olası bir sel felaketi senaryosunda kullanılmak üzere bir acil durum coğrafi bilgi sistemini açık kaynaklı yazılımlar kullanarak üretmiştir. Yazılım içerisindeki coğrafi veriler OpenStreetMap'den elde edilmiştir.

Phaneuf vd. [23] jeolojik arazi çalışmalarının yönetimi için (keşif, gzergh planlama vb.) açık kaynaklı yazılımlar ve OGC standartlarını kullanarak bir Web CBS uygulaması geliştirmiştir. Çalışmada geliştirilen uygulamada en kısa yol ve sorgu analizleri gibi temel CBS işlemleri de yapılabilmektedir.

Miler vd. [24] açık kaynaklı yazılımları kullanarak şehir yönetimi ve planlamasına odaklanan, Hırvatistan'ın Zagreb kentinin model olarak kullanıldığı bir Web CBS uygulaması yapmıştır. OpenLayers, açık kaynaklı JavaScript kütüphanesi, harita ve bilgilerin Web tarayıcısında görüntülenmesi için, GeoExt ise Web sayfasının düzeni ve yazdırma gibi ek özellikler sağlanması amacıyla kullanılmıştır.

D'Amore vd. [25] GeoServer ve PostGIS gibi açık kaynaklı yazılımları kullanarak hava kalitesi yönetim bilgi sistemi oluşturmuştur. Diğer çalışmalardan farklı olarak burada

metaveri kavramı önemsenmiş, metaveriler Avrupa Mekansal Veri Altyapısı (INSPIRE) direktifi ve OGC standartları gözetilerek sisteme entegre edilmiştir.

Guan vd. [26] Harvard Üniversitesi'nde World Map adında Web temelli açık kaynaklı bir mekansal bilgi sistemi kurmuştur. World Map, işbirlikçi çalışmaların ve akademik araştırmaların gönüllülük esasıyla yer aldığı herkese açık bir sistem olarak tasarlanmıştır. Yazar, bu sistemi kurmaktaki amacını dünyanın farklı yerlerinden bir araya gelen farklı disiplinlerden araştırmacıların kolayca bilgi ve tecrübe paylaşımında bulunması ve ortak çalışma yapması olarak tanımlamaktadır.

Okoth vd. [27] açık kaynaklı yazılımlar ve Web harita uygulamalarını kullanarak insani yardımları ve sosyal programları izleme amaçlı bir uygulama yapmıştır. UNICEF Somali örneğini ele aldığı çalışmasında insani yardımlar için hayati önem taşıyan Kim, Ne, Nerede ve Ne Zaman (4W matrix) sorularına Web üzerinden ilgili kişilerin anında cevap bulmasını sağlayan bir sistem geliştirmiştir.

Muthu vd. [28] tarihi harita koleksiyonunun Web üzerinden meta verileriyle birlikte sunulmasını ve mekansal katalog haline getirilerek içerisinde ilgili aramaların yapılabilmesini sağlayan açık kaynaklı bir sistem tasarlamıştır. Bu sistemde GeoNetwork adında açık kaynaklı yazılım için metaveri kısmıyla ilgilenirken, JQuery adındaki JavaScript kütüphanesi de tarihi haritalara saydamlık özelliği kazandırarak birbirleri üzerinde görüntülenmesini sağlamıştır.

Tasoulas vd. [29] yaptığı çalışmada açık kaynaklı Web yazılımlarını kullanarak belediyeler, araştırmacılar ve duyarlı vatandaşların kullanımı için kent ağaçlarını ve bitki örtüsünün yönetimi amacıyla bir CBS uygulaması geliştirmiştir. Çalışmanın amacı kent bitkilerini daha iyi yöneterek kent nüfusunun daha iyi ve kaliteli bir yaşam sürmesini sağlamaktır.

Kulawiak ve Lubniewski [30] belediye gibi kurumlar için kimyasal atık vb. oluşabilecek çeşitli tehlike senaryolarında, analiz ve risk değerlendirmelerinde kullanılacak SafeCity adındaki Web CBS uygulamasını açık kaynaklı yazılımlar kullanarak gerçekleştirmiştir.

Delipetrev vd. [31] su kaynaklarının verimli bir şekilde yönetimi için açık kaynaklı yazılımlar kullanarak bir Web uygulaması model tasarımı yapmış ve eşzamanlı çoğul kullanıcılar tarafından sistemi test etmiştir. Geliştirilen Web uygulaması; her zaman

kullanılabilirlik, her yerden erişilebilirlik, gerçek zamanlı işbirliği için bir ortam sağlama, kullanılan yazılım parçalarının birlikte çalışabilirliği ve dağıtık bilgisayar ortamına uyumluluğu, farklı servisler ve parçalar ile genişletmeye elverişli olması ve son olarak iş yüküne göre ölçeklenebilir nitelikte olması gibi avantajlara sahiptir. Benzer bir şekilde Zhang vd. [32] havza yönetimi için açık kaynaklı yazılım kullanan Web temelli bir karar destek sistemini yaptığı çalışmada tanıtmıştır.

Çığ yönetiminde gerekli coğrafi bilgilerin tamamlanması ve kritik kararların verilmesi için genelde çok sayıda devlet kurumunun ve çeşitli ajansların birlikte çalışması gerekmektedir. Bu nedenle Gupta vd. [33] çığ yönetimi için dinamik, birlikte çalışabilir ve açık kaynaklı yazılım çözümleri sunan bir Web CBS model önerisi geliştirmiştir.

Steiniger ve Hunter [34] ücretsiz ve açık kaynaklı CBS yazılımları ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapmış, bu yazılımları kategorize ederek aynı kategoride yer alan bazı yazılımları kendi aralarında kıyaslamış ve ilgili literatür çalışmalarına yer vermiştir. Yazarın yaptığı araştırmaya göre son yıllarda en çok gelişim CBS yazılımları Web temelli yazılımlardır.

Ballatore vd. [35] Web CBS ile ilgili on dört açık kaynaklı yazılım ve yazılım kütüphanesini incelemiş ve sonuçları bu yazılımları kullanan toplulukla yapmış olduğu çevrimiçi anket ile irdelemiştir. Örneğin yazar, popüler iki açık kaynaklı harita sunucusu arasında performans, ölçeklenebilirlik ve kararlılık açısından MapServer, genişletilebilirlik ve Web standartlarını izleme açısından ise GeoServer yazılımını önermektedir.

Kommana [36] yaptığı çalışmada GeoServer, OpenLayers ve JQuery kullanarak kıyı ve göllerin son yedi bin yıl içerisindeki gelişimini gösteren haritaları animasyonlu olarak gösteren bir Web uygulaması gerçekleştirmiştir.

Pakdil [37] I. faz kalkış haritalarının üretimine yönelik olarak CBS ile entegre edilebilen akıllı uçuş haritaları yönetim sistemi tasarımını ortaya koymuştur.

1.2 Tezin Amacı

Havacılık sektörünün doğası gereği, haritalar üzerinde yer alan ve havacıların ihtiyaç duyduğu havacılık bilgileri belirli aralıklarla güncellenmektedir. Geleneksel yöntemlerle bu işlem belirli aralıklarla basılı haritaların üretilmesi şeklinde yapılmaktadır. Bu şekilde

elde edilen haritalar, uçuş bilgileri değiştiği anda güncelliğini kaybetmekte ve haritaların tekrar basımı ve dağıtımı için geçen sürede havacılar güncel bilgilere ulaşmakta güçlük çekmektedirler. Bu güncellemelerin havacılar a hızlı bir şekilde aktarılması için Web temelli bir sistemin kullanılması yerinde olacaktır. Böylece, farklı kaynaklardan gelen verilerin birleştirilerek sunulması ile hem kâğıt harita üretiminden tasarruf sağlanmış hem de doğru ve güncel bilgilere gerçek zamanlı erişim sağlanmış olacaktır.

Bu tez, Harita Genel Komutanlığı'nın yukarıda söz edilen gereksinimleri doğrultusunda 1:250.000 ölçekli havacılık haritalarında oldukça sık güncellenen görerek uçuş bilgilerinin açık kaynaklı yazılımlar ve OGC web servisleri aracılığıyla SLD/SE standartlarına dayalı olarak bir raster topografik harita altlığı üzerinde kartografik sunumunun gerekleştirebilirliğinin incelenmesini ve buna yönelik bir uygulama geliştirilmesini amaçlamaktadır.

1.3 Hipotez / Orijinal Katkı

Tez çalışmasında şu hipotezler ortaya konmuştur:

- Havacılık işaretleri SLD/SE standartlarında kodlanabilir.
- İşaretleştirilen vektör veriler, OGC Web Servisleri aracılığıyla mevcut altlık topografik haritaya eklenerek web temelli dinamik hava haritası biçiminde sunulabilir.
- Bu Web haritasından bir harita çıktısı üretilebilir.

Havacılığa özgü harita işaretlerinin SLD/SE standartlarında üretilmesi ülkemizde ilk kez uygulanması yönünden ulusal literatüre zgn katkı sağlamaktadır.

BÖLÜM 2

MEKANSAL WEB SERVİSLERİ

Web haritacılığı; Web üzerinde haritaların tasarımı, gerçekleştirimi, oluşturulması ve dağıtımı süreçlerinden oluşmaktadır. Web haritacılığı öncelikli olarak teknolojik sorunlarla ilgilenirken, Web kartografya ek olarak Web haritalarının kullanımı ve kullanılabilirliği, gelişim ve optimizasyon teknikleri, sosyal yönleri gibi konuları teorik açıdan da ele almaktadır [6].

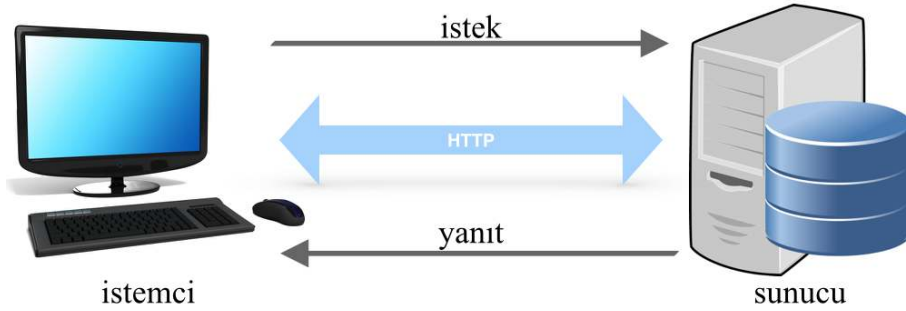
1993 yılında PARC tarafından yayınlanan Web harita uygulaması ilk olması bakımından bu alanda bir dönüm noktası olarak görülmektedir. Ardından 1994 yılında Kanada Ulusal Atlası çevrimiçi olarak yayınlanmıştır. 2005 yılına gelindiğinde Google tarafından geliştirilen Google Maps uygulaması ise kullanılan kodlama örüntüsü (Asynchronous JavaScript and XML - AJAX) açısından Web temelli harita uygulamaları alanında yeni ufuklar açmıştır. AJAX ile kullanıcılar Web sayfalarında etkileşimli araçları kullanabilme yeteneğine kavuşmuştur. Örneğin, ekrandaki harita görüntüsü fare yardımıyla istenen yöne doğru kaydırılarak haritanın farklı kısımları ekrana getirilebilir, yakınlaştırma, uzaklaştırma veya tutma gibi aksiyonlar anlık olarak (sayfa yenilenmeden) kullanılabilir. Web kartografya alanında yaşanan bu gelişmeler sonrasında hareketsiz ve etkileşimsiz Web haritalarından dinamik ve etkileşimli Web haritaları veya servislerine geçiş başlamıştır. Web haritaları için Uygulama Geliştirme Arayüzlerinin (API) geliştirilmesiyle coğrafi bilgi sağlayan Web servislerinin ve standartlarının ortaya çıkması bu alanda yaşanan önemli gelişmelerdendir. Özellikle 2000 yılından itibaren OGC tarafından sunulan Web servis standartları haritaların Web ortamına taşınması konusunda büyük bir etki yaratmıştır. Açık kaynaklı yazılımların artması ve

OpenStreetMap gibi projelerin ortaya çıkışı ile bu etki geniş tabanlara yayılarak gelişmiştir [38].

2.1 Servis Odaklı Mimari (SOA) ve Web Servisleri

Web, Tekbiçimli Kaynak Konumlayıcısı (URL) ile birbirine bağlantılı olan kaynakların (diğer sayfalar, resimler, videolar vb.) oluşturduğu siteler veya sayfalar için gerekli altyapı mekanizmasını sağlar. Web sunucuları üzerindeki Hiper Metin İşaretleme Dili (HTML) dosyaları sabit sayfalara örnek olarak gösterilebilirken, kaynak çağırıldığı anda oluşturulan hava durumu, trafik durumu, haberler gibi içerikler ise dinamik Web kaynakları olarak nitelendirilmektedir [1]. Web Servisleri bakış açısına göre, her farklı sistem veya bileşen diğer sistem veya bileşenler için bazı servisler önerir. Her sistem de internet üzerinden uygun servisleri amacını gerçekleştirir. [39].

Web servisi en basit şekilde; servis kullanıcısına sonuç ürünü sağlamak amacıyla servis sağlayıcısı tarafından ortaya konan yazılım bileşeni olarak tanımlanabilir [1]. Servis kullanıcısı (istemci), servis sağlayıcısına (sunucu) istekte bulunur. Servis sağlayıcısı da bu isteklere cevap verir. Bu kavrama istemci-sunucu (client-server) mekanizması denir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 İstemci-sunucu mekanizması

Servis Odaklı Mimari (SOA), iş fonksiyonlarının gevşek bağlı (loosely coupled) ve dağıtık servisler şeklinde bir koleksiyon olarak paketlenildiği yazılım mimarisidir [40]. SOA mimarisinde servisler, ana yapıyı oluşturur ve birbirleriyle ağ üzerinden iletişim kurabilirler. Yaygın kanının aksine SOA, teknolojik bir altyapı değil, yazılım mimarilerine ilişkin örüntülerin anlamlı bir bütünüdür [41].

SOA farklı varyasyonlar ile kullanılabilmesine rağmen genelde Web servisleri ile gerçekleştirilir. URL ile tanımlanan Web servisleri, iletişim için Hiper Metin Transfer Protokolü (HTTP) gibi Web standartlarını kullanmaktadırlar [1]. SOA ile gerçekleştirilen World Wide Web Consortium (W3C) ve REpresentational State Transfer (REST) Web servisleri aşağıdaki kısımda incelenecektir.

2.1.1 W3C Web Servisleri

W3C'ye göre bir Web servisi ağ üzerinde birlikte çalışabilen makineler arası etkileşimi desteklemek için tasarlanmış bir yazılım sistemidir. Makineler tarafından işlenebilen bir formatta (özellikle Web Servisleri Tanımlama Dili (WSDL)) tanımlanmış bir dile sahiptir. Diğer sistemler Web servisleriyle önceden tanımlanmış; Basit Nesne Erişim Protokolü (SOAP) mesajlarını, HTTP üzerinden Genişletilebilir İşaretleme Dili (XML)'ni ve diğer ilgili Web standartlarını kullanarak iletişime geçer [42]. WSDL kısaca Web servislerini tanımlamak amacıyla XML formatında bir model sağlar [43]. SOAP ise merkezi olmayan, dağıtık ortamlarda bilgi alışverişini sağlayan hafif bir protokoldür [44]. SOAP, XML temellidir ve içerisinde 'envelope' ve 'body' gibi öğeler bulunduran mesajların aktarımını sağlar. SOAP/WSDL Web servisleri için endüstri tarafından benimsenmiş standartlar olarak bu alanda geniş bir desteğe sahiptir [1].

2.1.2 REST Web Servisleri

REST Web servisleri, W3C Web servislerinin ardından SOAP/WSDL karmaşıklığına ve katı standart anlayışına alternatif olarak geniş kullanım alanına sahip, basit bir mimari şeklinde ilk kez Fielding tarafından doktora tezinde ortaya konmuştur [45]. REST mimarisi, HTTP protokolü üzerinde kullanılır. Merkezinde Tekbiçimli Kaynak Belirleyici (URI) kavramı vardır. URI ile kaynaklar kendilerine özel tanımlayıcılar ile tanımlanırlar (Her URL aynı zamanda bir URI'dir). Bilgi alışverişi konusunda esnek bir yapıya sahip olan REST ile; JavaScript Object Notation (JSON), XML, HTML gibi formatlar kullanılabilir.

REST Web servisleri dört temel teknoloji ilkesine sahiptir:

- Kaynakların URI ile tanımlanması
- HTTP isteklerini kullanma (GET, POST vb.)

- Kendinden tanımlı mesajlar (metaveri içeren ve formattan bağımsız)
- Kaynakla olan her etkileşimin durumdan bağımsız olması.

2.1.3 W3C ve REST Web Servislerinin Karşılaştırılması

W3C ve REST Web servislerinin güçlü ve zayıf yönleri ile ilgili karşılaştırmalar ve tartışmalar günümüzde de devam etmektedir [46]. Her iki Web servisinin avantajlı olduğu kısımlar vardır. Örneğin, REST Web servisleri hafiflik, kolay genişletilebilirlik, iletilen veri boyutu ve yapısı, tasarım kolaylığı, platform bağımsızlığı gibi konularda avantaj sağlarken, W3C Web servisleri güvenlik, şema ve dokümantasyon, geliştirici araçları bakımından REST Web servislerine üstünlük sağlamaktadır [47].

2.2 OGC Web Servis Standartları

Standartlar, farklı sağlayıcıların sunduğu servislerin birlikte kullanımını sağlayarak, mekansal kaynakların geniş bir şekilde kullanılabilirdiği ağların oluşturulmasına olanak sağlar [48]. OGC gibi standart üreten kurumlar tam da bu noktada devreye girerek bu gelişime ön ayak olmaktadır.

Günümüz itibari ile 500'den fazla şirket, üniversite, devlet kurumu ve kar amacı gütmeyen araştırma kuruluşunun bir araya gelerek oluşturduğu uluslararası bir konsorsiyum olan OGC, 1994 yılında kurulduğu günden bu yana mekansal standartlar üretmekte ve birlikte çalışabilirlik amacıyla bu standartları açık formatlarla sağlayıcı ve kullanıcılara sunmaktadır. OGC bugüne kadar 30'dan fazla standart yayınlamıştır.

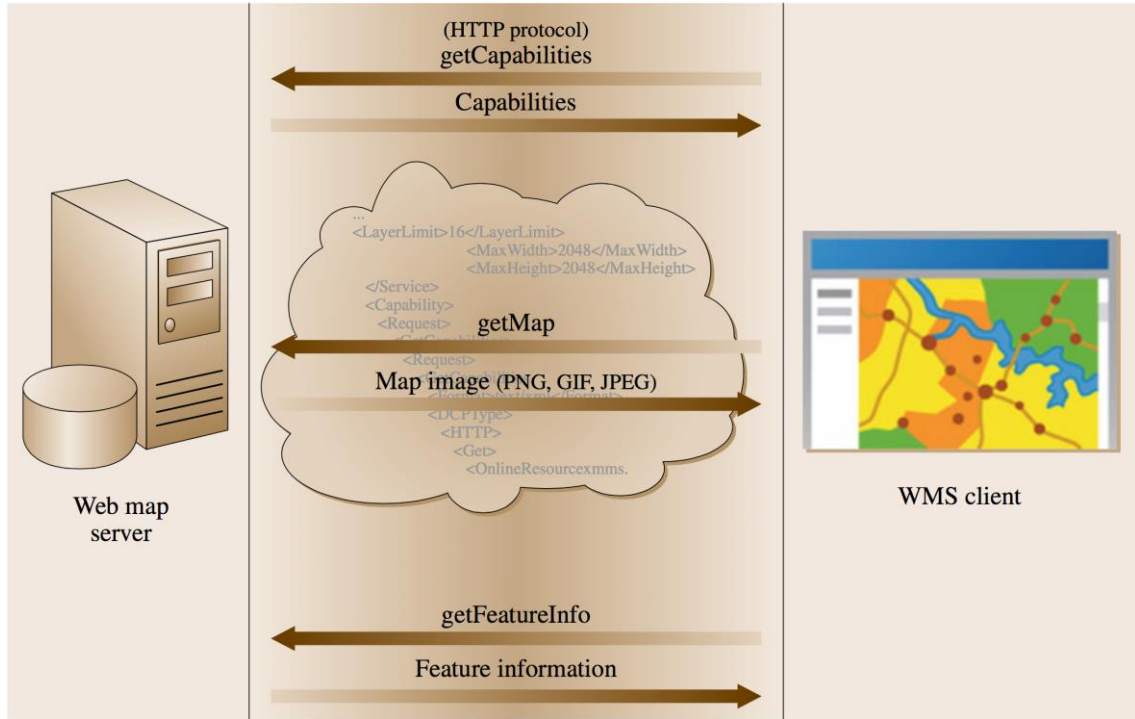
Ülkemizden de bu organizasyona NETCAD Ulusal CAD&GIS Çözümleri A.Ş.'nin "associate" üyeliği bulunmaktadır [49].

OGC Web Servisleri genel olarak REST Web servisleri kategorisine girmektedir fakat çeşitli uygulamalarda SOAP/WSDL şeklinde tasarlanarak W3C Web servisleri olarak gerçekleştirilmişlerdir.

2.2.1 Web Harita Servisi (WMS) Standardı

Haritalar ve Web denince akla ilk gelen standart WMS standardıdır. WMS, 2000 yılında Web istemcilerinin oluşturduğu harita isteklerini standartlaştırmak adına OGC

tarafından geliştirilmiştir [50]. WMS işlemleri, standart Web tarayıcıları kullanılarak, URL formunda isteklerin (GetCapabilities, GetMap ve GetFeatureInfo) yapılmasıyla başlatılır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 WMS istekleri ile istemci-sunucu ilişkisinin gösterimi [51]

GetCapabilities, servisin metaverisini öğrenmek üzere yapılan istektir. GetMap isteğine, parametreleri belirtilen haritanın sayısal hali ile cevap verilir. GetFeatureInfo ise varsa istenen bölgeye ait detay bilgilerini cevaplayan istektir. Her WMS işlemi için URL ile belirtilmesi gereken zorunlu ve seçmeli parametreler bulunmaktadır. Örneğin GetMap isteği yapıldığında, URL; harita üzerinde hangi bilginin gösterileceğini, dünyanın hangi kısmının haritasının oluşturulacağını, istenen referans koordinat sistemini, sonuç görüntünün genişliğini ve yüksekliğini aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi RESTful sorgulaması olarak belirtir [52].

"http://localhost:8080/geoserver/Turkiye/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=Turkiye:Turkiye_region&styles=&bbox=25.663497,34.563135,44.818124,42.106239&width=837&height=330&srs=EPSG:4326&format=image/png"

Oluşturulan URL'nin sonuç haritası ise raster (JPEG, PNG vb.) temelli görüntü formatında olabileceği gibi vektör (örn. SVG) temelli bir görüntü de olabilmektedir. Başka bir ifadeyle, WMS GetMap isteğine verilen cevap, haritanın kendisinden ziyade bu

haritadan belirli parametreler ve harita stilleri ile oluşturulmuş bir görüntüsüdür (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Örnek URL ile oluşturulan WMS isteğine sunucudan gelen cevap

WMS 1.3 sürümü 2005 yılında Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından da standart olarak kabul edilmiştir [53].

WMS, dinamik veya önbelleğe alınmış (cached) olarak iki şekilde kullanılabilir. Harita servisinin istemciye önceden oluşturulmuş hazır görüntüleri sunmasına önbelleğe alınmış harita (cached) servisi veya mozaikli harita servisi (tiled map service) denir. OGC bu bağlamda Web Harita Mozaik Servisi (WMTS) standardını ortaya koymuştur [54].

2.2.2 Web Detay Servisi (WFS) Standardı

Web Detay Servisi (WFS) standardı istemcinin, farklı WFS'lerde tutulan vektör formatındaki veriye erişimini ve düzenlenmesini sağlayan servis olarak 2002 yılında OGC tarafından yayınlanmıştır [55]. WFS, coğrafi detaylara erişim için HTTP kullanır ve GetCapabilities, GetFeature, DescribeFeatureType, Transaction, LockFeature gibi işlemleri vardır. Örneğin, GetFeature, serviste mevcut olan detayların vektör formatta sunulduğu istektir. DescribeFeatureType ise, servisteki detaylar hakkındaki bilgilerin istemciye sunulduğu istek tipidir.

WFS standardı genelde iletişim için diğer bir OGC standardı olan GML vektör veri formatını kullanır. Sunucularda tutulan GML formatındaki veriye WFS ile ulaşılabilir ve bu veri üzerinde çeşitli düzenlemeler yapılabilir.

2.2.3 Web Raster Servisi (WCS) Standardı

Web Raster Servisi (WCS) uydu görüntüleri, sayısal hava fotoğrafları, sayısal yükseklik verileri ve nokta bazlı gösterilen diğer coğrafi bilgiler gibi grid yapıdaki mekan/zaman belirten verilerin gösterimini ve paylaşımını sağlayan servis standardıdır [40],[56]. WMS ve WFS gibi WCS standardı da mekansal kısıtlar ve sorgu kistaslarına dayalı olarak mekansal bilgilere erişime izin verir. WCS özelleştirilmiş bir sınıf detaylar olarak mekan/zaman değişkenli olguları gösteren raster veriler sunar. WMS standardı ile sağlanan statik görüntülere karşın WCS standardı ayrıntılı tanımlamalar içeren veriler sağlar [57].

2.2.4 Web İşlem Servisi (WPS) Standardı

WPS standardı algoritma, hesaplama ve mekansal veriler üzerinde çalışan herhangi bir modele ait girdi ve çıktıları (istek ve yanıtları) kurallara bağlayan standarttır [58] . WPS standardı aynı zamanda kullanıcılar için işlemleri başlatma ve işlem sonuçlarını yönetme konularına açıklık getirmektedir. WPS standardı, WSDL ve SOAP gibi iki önemli Web servis standardı ile de uyumludur.

2.2.5 Web Haritaları Görselleştirme Standartları

Web haritalarında kullanılan görselleştirme standartlarında en bilinenleri WMS ile kullanılan SLD ve SE standartlarıdır. Bunların dışında kullanılan SVG ve Canvas gibi standartlar da vardır.

2.2.5.1 Stilli Katman Tanımlayıcı (SLD) ve İşaret Kodlama (SE) Standartları

WMS standardının yayınlanmasından iki yıl sonra OGC dört önemli standart yayınlamıştır. Bunlardan konuyla ilgili olan ikisi SLD ve Filtre Kodlama Standardıdır (FES) [59],[60]. SLD, WMS ile yayınlanan vektör veya raster verilerin yer aldığı katmanlar için kullanıcı tarafından tanımlanmış işaretleştirmelerin kullanılmasını sağlayan standarttır. 2005 yılında SLD standardı WMS için SLD profili [61] ve SE [62] olarak iki ayrı standarda bölünmüştür. Bunun nedeni işaretleştirme (symbolology) ile ilgili kısmı WMS kısmından ayırarak SE standardının diğer servisler veya yazılımlar tarafında da kullanılmasına olanak sağlamaktır.

SLD, genel olarak WMS için XML formunu kullanan kullanıcıların kendi harita işaret ve stillerini istemci tarafında oluşturmalarını ve düzenlemelerini sağlayan bir standarttır. SLD, başka bir ifadeyle SE standardının WMS içerisinde nasıl kullanılacağını gösteren standarda verilen isimdir. Harita işaret ve stillerini oluşturma yanında SLD, nesneler üzerinde bazı temel seçim, filtreleme ve sınıflandırma işlemlerini de desteklemektedir. Ayrıca SVG ve diğer grafik formatları (PNG, JPG vb.) SLD içerisine dışarıdan dâhil edilerek işaret gösterimlerinde kullanılabilirler [63].

SE Standardı da XML temellidir ve herhangi bir metin editöründe olduğu gibi GeoServer yazılımında da oluşturulup düzenlenebilir. Kural temelli yapısından dolayı, kartografik gösterimler için belirli kurallar ortaya konarak oluşturulur. Bu kurallar içerisinde yer alan parametrelerin belirlenmesi ile detayların kartografik gösterimleri oluşturulabilmektedir.

```
<xsd:element name="Rule" type="se:RuleType">
</xsd:element>
<xsd:complexType name="RuleType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element ref="se:Name" minOccurs="0"/>
    <xsd:element ref="se:Description" minOccurs="0"/>
    <xsd:element ref="se:LegendGraphic" minOccurs="0"/>
    <xsd:choice minOccurs="0">
      <xsd:element ref="ogc:Filter"/>
      <xsd:element ref="se:ElseFilter"/>
    </xsd:choice>
    <xsd:element ref="se:MinScaleDenominator" minOccurs="0"/>
    <xsd:element ref="se:MaxScaleDenominator" minOccurs="0"/>
    <xsd:element ref="se:Symbolizer" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

Yukarıda verilen SE standardından alınmış XML Şema Tanımlaması (XSD) kural ile ilgili kısmı tanımlamaktadır. Görüldüğü gibi kural içerisinde filtreleme (*ogc:Filter*), ölçek kısıtları (*se:MinScaleDenominator*, *se:MaxScaleDenominator*) ve işaret (*se:Symbolizer*) tanımlamaları yer almaktadır.

Belirli bir detay türüne, gerekli işaretleştirilmenin ve kartografik gösterimin uygulanması için filtreleme yapmak gerekmektedir. Filtreleme ile ilgili kurallar OGC tarafından ortaya konulan FES ile belirlenmiştir. SE filtreleme işlemi için FES standardından yararlanmaktadır. Filtreleme yapmak için; karşılaştırma (comparison), mekansal (spatial) ve mantık (logic) operatörleri kullanılır.

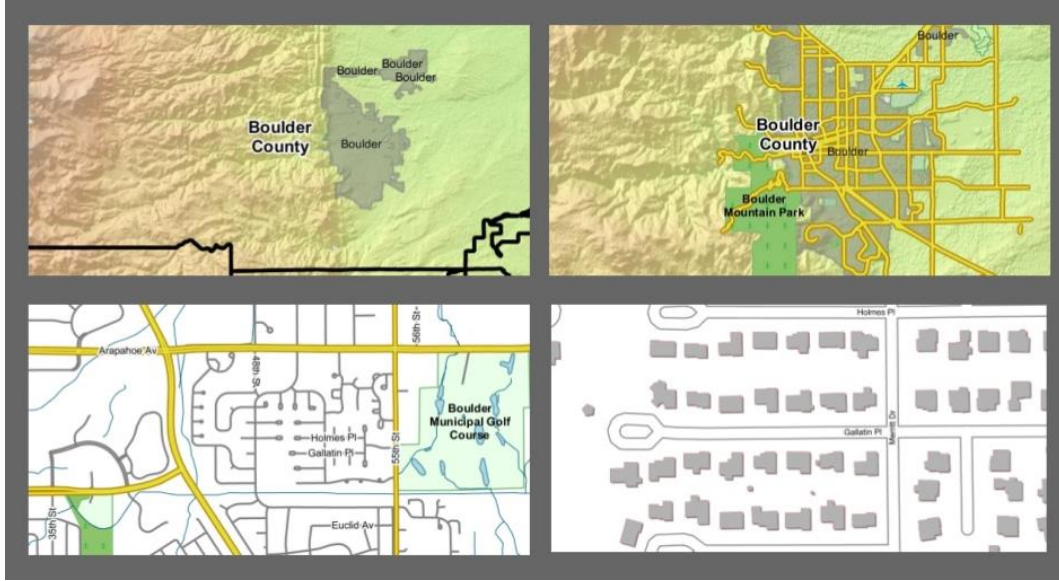
Karşılaştırma operatörü ile iki ifadenin nümerik veya alfanümerik olarak karşılaştırılması yapılır, ifade sağlanıyorsa nesneler seçilir. `PropertyIsEqualTo` (ÖznitelikEşittir), `PropertyIsLessThan` (ÖznitelikKüçüktür), `PropertyIsBetween` (ÖznitelikArasındadır) gibileri karşılaştırma operatörlerinden bazılarıdır. Örneğin, aşağıdaki SE kod parçasığında `PropertyIsEqualTo` operatörü kullanılarak belirli bir detay türüne (HSN= "104") ait nesneler seçili hale getirilmiştir.

```
<se:Name>Ucus Bilgi Bolgesi</se:Name>
<se:Description>
  <se:Title>FIR</se:Title>
</se:Description>
<ogc:Filter xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc">
  <ogc:PropertyIsEqualTo>
    <ogc:PropertyName>HSN</ogc:PropertyName>
    <ogc:Literal>104</ogc:Literal>
  </ogc:PropertyIsEqualTo>
</ogc:Filter>
```

Mekansal operatör, iki geometrik nesne arasındaki mekansal ilişkiyi test eder. Belirtilen ifadeler sağlanıyorsa nesneler seçilir. Mekansal operatörlerden bazıları şunlardır: `Equals` (Eşit), `Touches` (Temas eder), `Within` (İçinde), `Intersect` (Kesişir).

Mantık operatörleri ise bir veya daha çok ifadenin birleştirilerek bir arada kullanılmasını sağlar. `And` (Ve), `Or` (Veya), `Not` (Değil) olarak üç adettir.

Ölçek kısıtları, belirli ölçeklerde belirli detay türlerinin veya nesnelerin görünürlüğüne değiştirerek veya gizleyerek farklı gösterimler oluşturmak için kullanılmaktadır (Şekil 2.4). `MinScaleDenominator` ve `MaxScaleDenominator` ifadeleri minimum ve maksimum ölçek düzeyleri için gereken değerleri tanımlamak için kullanılır.



Şekil 2.4 Farklı yakınlık seviyelerindeki SLD gösterimleri [64]

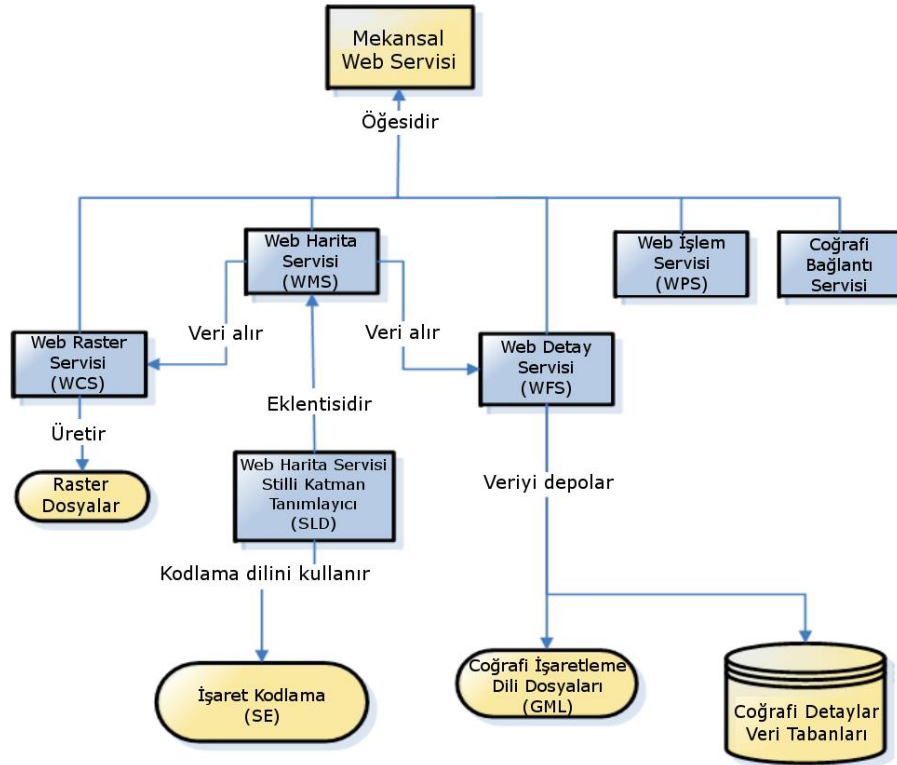
İşaretleştirme (symbology) ise SE standardının özü niteliğindeki stillerin ve işaretlerin tanımlandığı kısımdır. *Symbolizer* XML etiketi altında oluşturulurlar. Çokgen, Çizgi, Nokta, Metin ve Raster olmak üzere beş adet olan *symbolizer*'ın her biri seçilen detay türüne ait işaretleştirmeleri tanımlar. Örneğin, *PolygonSymbolizer* ile çokgen türündeki nesneler ile ilgili işaretleştirmeler yapılmaktadır (Şekil 2.5). Çokgenin sınır rengi, kalınlığı (*stroke*, *stroke-width*) ile iç dolgusunun (*fill*) rengi gibi parametreler belirlenmektedir. Benzer şekilde *TextSymbolizer* ile nesnelerin isimlerini yazdırmak için gerekli font tipi, boyutu gibi parametreler tanımlanmaktadır.

```
<PolygonSymbolizer>
  <Geometry>
    <ogc:PropertyName>the_area</ogc:PropertyName>
  </Geometry>
  <Fill>
    <SvgParameter name="fill">#aaaaff</SvgParameter>
  </Fill>
  <Stroke>
    <SvgParameter name="stroke">#0000aa</SvgParameter>
  </Stroke>
</PolygonSymbolizer>
```

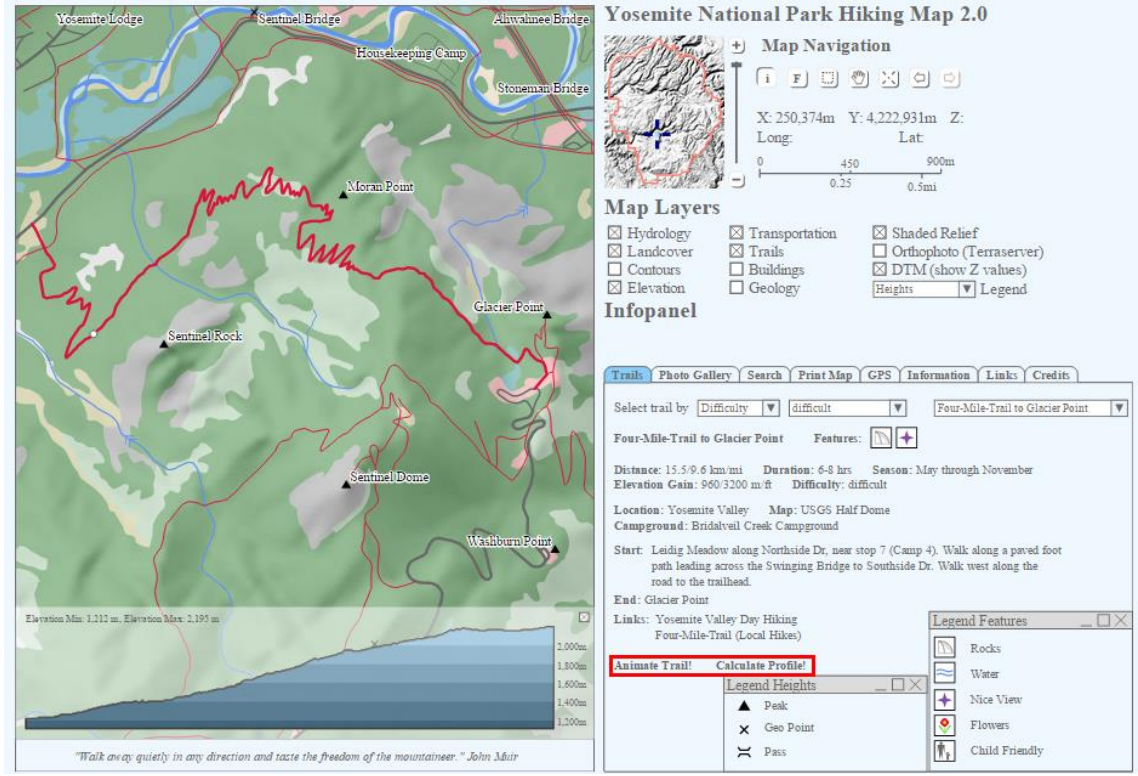


Şekil 2.5 Sulak alanları temsil eden sınırı koyu mavi, içi ise açık mavi olarak SE standardında işaretleştirilen çokgen detay örneği [62]

Genel olarak SLD ve SE katmanların nasıl görüneceği ile ilgili kullanıcılar için basit biçimlendirme ve stil olanağını sağlarken FES, GML, Basit Detaylar (Simple Features) gibi standartlar hem daha genel, hem de model ve formattan bağımsız bir temsil sağlamaktadırlar [1].



2.2.5.2 Diğer Standartlar



Şekil 2.7 Yosemite Ulusal Parkı yürüyüş haritası üzerinde örnek bir güzergah [65]

Yine W3C tarafından önerilen ve günümüzde geniş kullanım alanına sahip olan HTML5 standardı içerisinde bir grafik gösterim standardı olan Canvas ögesini barındırmaktadır. Canvas ögesi, Web tarayıcılarının eklentisiz desteklediği JavaScript komutları ile iki boyutlu karmaşık veya basit çizimlerin (örn. dörtgenler, yollar, metinler vb.) yapılabilirdiği bir HTML5 ögesidir [63]. Canvas'ta JavaScript kodları ile oluşturulan vektör çizimler piksellere dönüştürülerek raster şeklinde ekranda görüntülenmektedirler.

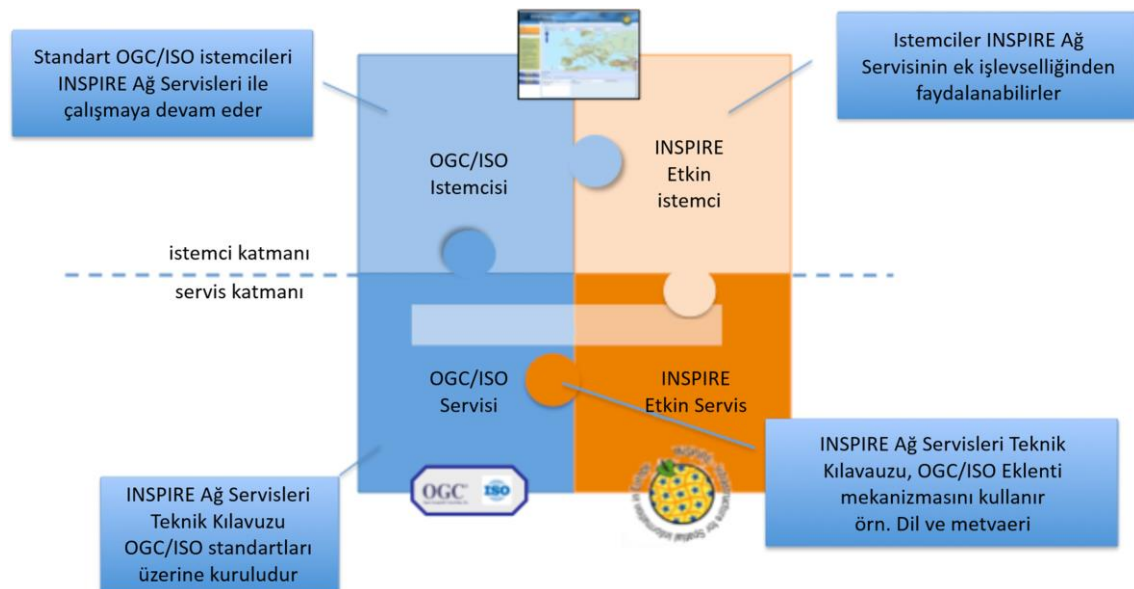
ISO 211 no.lu teknik komitesi (ISO/TC 211 - Geographic information/Geomatics), coğrafi bilgi ve geomatik alanında çeşitli standartlar üretmektedir. ISO/TC 211 ve OGC'nin yakın olarak birlikte çalışabilmesi ve standartların harmanlanabilmesi adına iki organizasyon arasında ortak danışma grubu (JAG) kurulmuştur [11]. İşbirliği içerisinde üretilen bu standartlar iki organizasyon tarafından ayrı ayrı yayınlanır ve tamamen aynı değildir. Genel olarak OGC standartları daha belirli ve kesin iken ISO standartları daha kavramsal ve soyuttur [40].

Bu organizasyonların dışında Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) da 1993 yılından beri bilgi teknolojileri alanında standartlar üretmektedir.

Kısaca özetlemek gerekirse W3C; teknoloji temelinde standartlar üretirken, ISO/TC 211; özet fakat ayrıntılı standartlar ortaya koymakta, OGC; uygulama esasına dayalı olarak ISO/TC 211 standartlarının çizdiği çerçeveye uygun standartlar üzerine odaklanırken, OASIS; güvenlik ve e-ticaret alanlarında Web servis standartları üretmektedir [66].

2.3 Mekansal Veri Altyapısı

Ülkeler, 90'lı yıllardan itibaren mekansal verilerin üretimi ve erişimini yönetmek amacıyla kendi Mekansal Veri Altyapılarını (MVA) kurmaya başlamışlardır. Mekansal veriler, hükümetler tarafından tıpkı diğer kamu hizmetleri gibi vatandaşlara sunulması gereken bir hizmet haline gelmiştir. Ancak üretim ve tüketim kurallarının belirsizliği; erişim, paylaşım, güncelleme vb. süreçlerde birlikte çalışabilirliğin önünde bir engel olarak durmaktadır [67]. İşte bu noktada Mekansal Veri Altyapılarının belirlemiş olduğu standartlar devreye girerek, ortaya çıkabilecek olan uyumsuzluk sorunlarına çözüm olmaktadır. Uluslararası standartlar gözetilerek ortaya konan sistemler diğer büyük mekansal veri sistemleri ile kolayca entegre edilebilmektedir. Örneğin, INSPIRE yayınladığı teknik doküman ile üye ülkelerden görüntüleme servislerini (view services) ilgili ISO ve OGC standartlarına uyarlamasını istemektedir [68]. Sözü geçen standartlar arasında WMS, WMTS, SLD ve SE gibi standartlar da yer almaktadır.



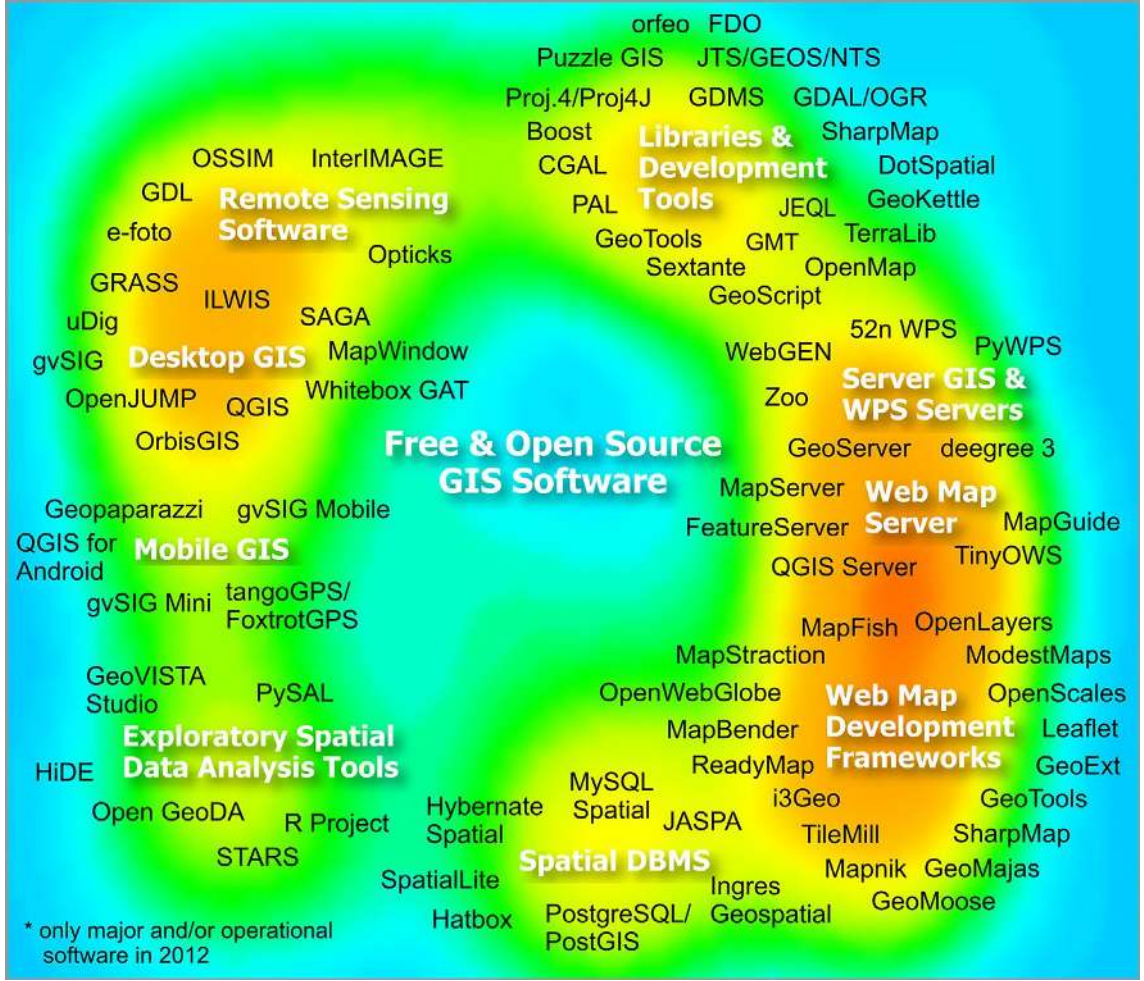
Şekil 2.8 OGC/ISO ve INSPIRE ilişkisi [68]

AÇIK KAYNAKLI MEKANSAL YAZILIMLAR

Son yıllarda coğrafi verilerin toplanması, depolanması, analizi ve görselleştirilmesiyle ilgili çok sayıda açık kaynaklı yazılım ortaya konmuştur. Steiniger ve Hunter [34] 2013 yılında yaptığı çalışmada CBS ile ilgili var olan yazılımları dokuz kategoriye ayırmıştır. Bunları:

- Masaüstü CBS
- Mekansal veritabanı yönetim sistemleri
- Sunucu CBS ve WPS sunucuları
- Mobil CBS
- Mekansal veri madenciliği ve analiz yazılımları
- Uzaktan algılama yazılımları
- Yazılım kütüphaneleri
- CBS eklentileri
- İnternet haritacılığı yazılımları

olarak sıralamıştır. Bu kategorilerde yer alan 2012 yılına ait verilere göre açık kaynaklı yazılımlar incelendiğinde en çok gelişim gösteren kategorilerin internet haritacılığı ve masaüstü CBS yazılımları olduğu görülmektedir (Şekil 3.1).

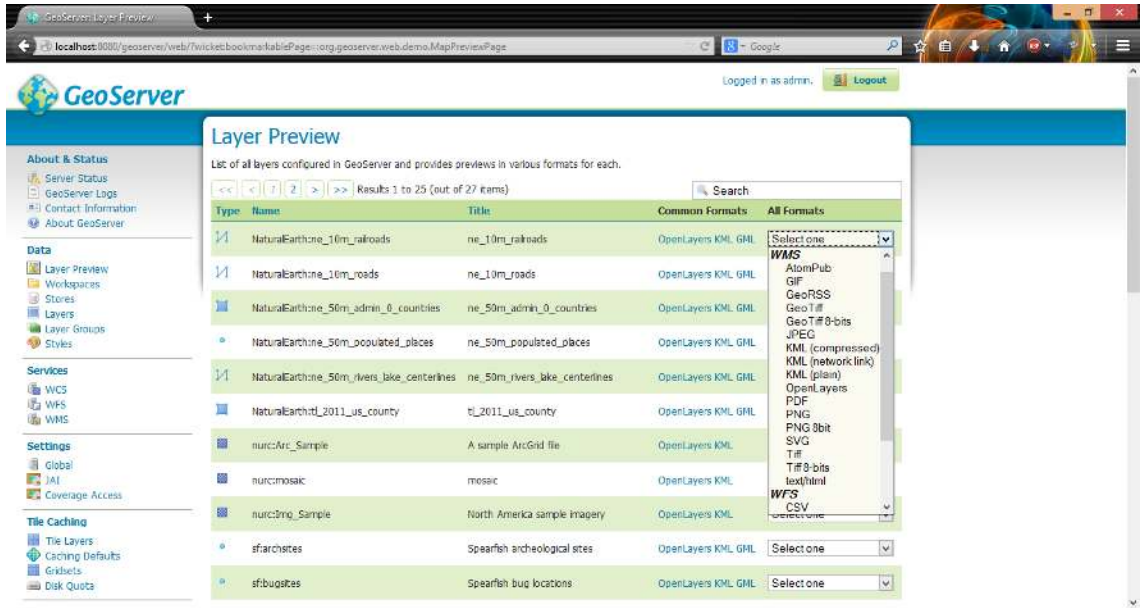


Şekil 3.1 Ücretsiz ve açık kaynaklı coğrafi bilgi yazılımlarına ait 2012 yılı [34]

Açık kaynaklı yazılım ekosisteminde uygun olanlarının seçimi önemli bir aşamadır ve Steiniger ve Hunter [34], Ballatore [35] çalışmalarında bu konuya değinmişlerdir. Bu bilgiler ışığında tez çalışması için seçilen uygun yazılımlar ve bu yazılımlar ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1 GeoServer

GeoServer, kullanıcıların mekansal verileri görüntülemesine ve düzenlemesine imkan veren, Java temelli ve açık kaynaklı bir Web harita sunucusu yazılımıdır (Şekil 3.2). GeoServer aynı zamanda, WFS, WMS ve WCS gibi, OGC tarafından geliştirilen açık standartları da desteklemektedir [69].



Şekil 3.2 Yönetici Paneli ile birlikte GeoServer yazılımının ana ekranı

GeoServer, dünyanın farklı yerlerindeki kuruluşlardan oluşan özel bir grup tarafından geliştirilmekte ve geniş bir kitle tarafından desteklenmektedir. Bu şekilde yazılımın sürekli güncel kalması ve ihtiyaçlar doğrultusunda özelleştirilmesi kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir.

Birgören [52] yapılan web isteklerine sunucudan gelen yanıt sürelerini karşılaştırmış ve bu karşılaştırma sonucunda GeoServer yazılımının genel olarak piyasada var olan diğer rakiplerinden (Mapserver, ArcGIS Server) daha iyi yanıt sürelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Ayrıca, GeoServer, haritaların görsel tasarımına yönelik diğer bir OGC standardı olan SLD/SE ve istemci tarafında detay servislerinin düzenlenmesini sağlayan WFS-Transactional standartlarını da desteklemektedir.

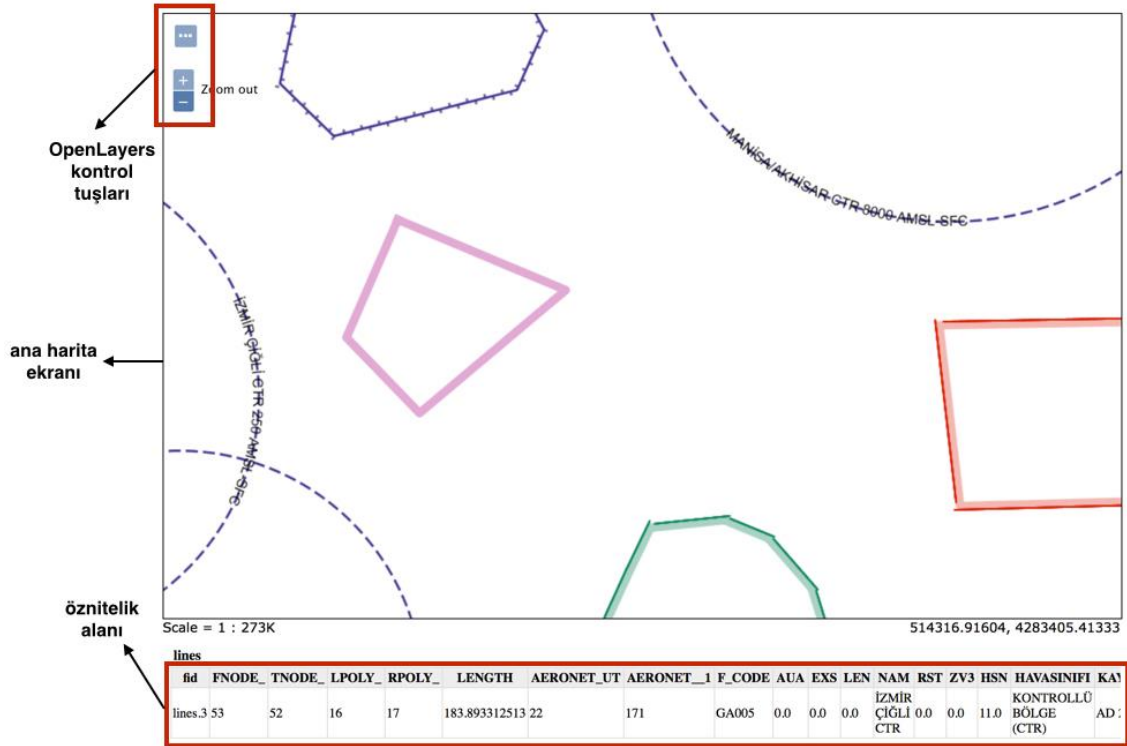
GeoServer tarafından desteklenen raster ve vektör veri formatları, OGC standartları çerçevesinde HTTP isteklerine (GetMap, GetCapabilities vb.), verilen yanıtlar şeklinde Web ortamında sunulabilmektedir. GeoServer, içerisinde gömülü olarak barındırdığı OpenLayers, GeoWebCache gibi diğer açık kaynaklı kütüphaneler ile güçlü bir harita sunucusu karakteri çizmektedir. Yazım tarihinde son sürümün desteklediği ve sunabildiği formatlar şu şekilde sıralanabilir: AtomPUB, GIF, GeoRSS, GeoTiff, JPEG, KML, OpenLayers, PDF, PNG, SVG, Tiff, CSV, GML, GeoJSON ve Shapefile.

3.2 PostgreSQL/PostGIS

PostGIS, PostgreSQL nesne-ilişkisel veri tabanında coğrafi detayların kullanımını sağlar. PostGIS ile birlikte PostgreSQL sunucusu, ESRI SDE veya Oracle Spatial eklentisi gibi coğrafi bilgi sistemleri için bir mekansal sunucu olarak görev yapabilmektedir. PostGIS ayrıca, OGC'nin "Simple Features Specification for SQL" standardını da desteklemektedir [70]. PostGIS, çok sayıda açık kaynaklı harita sunucusu tarafından kullanılmaktadır ve geniş çapta desteğe sahiptir [35].

3.3 OpenLayers

OpenLayers, mekansal verilerin sunucu değişkenlerinden bağımsız olarak Web tarayıcılarında görüntülenmesini sağlayan bir JavaScript kütüphanesidir [35]. Web tarayıcısına haritalar üzerinde tutma-kaydırma (pan), yakınlaştırma (zoom) gibi işlemleri yapma yeteneği kazandırır (Şekil 3.3). OpenLayers kütüphanesi WMS ve WFS gibi endüstri standartlarını da desteklemektedir.



Şekil 3.3 OpenLayers ile örnek bir görünüm

OpenLayers kütüphanesi GeoServer yazılımında gömülü olarak gelmesine karşın, Web sayfalarının tasarımı aşamasında harici olarak kullanılabilir. Harita üzerinde

gezinme araçlarının yanı sıra katmanlar üzerinde bazı düzenlemelere olanak sağlayan araçları da kütüphanesinde barındırmaktadır [71].

3.4 GeoExt

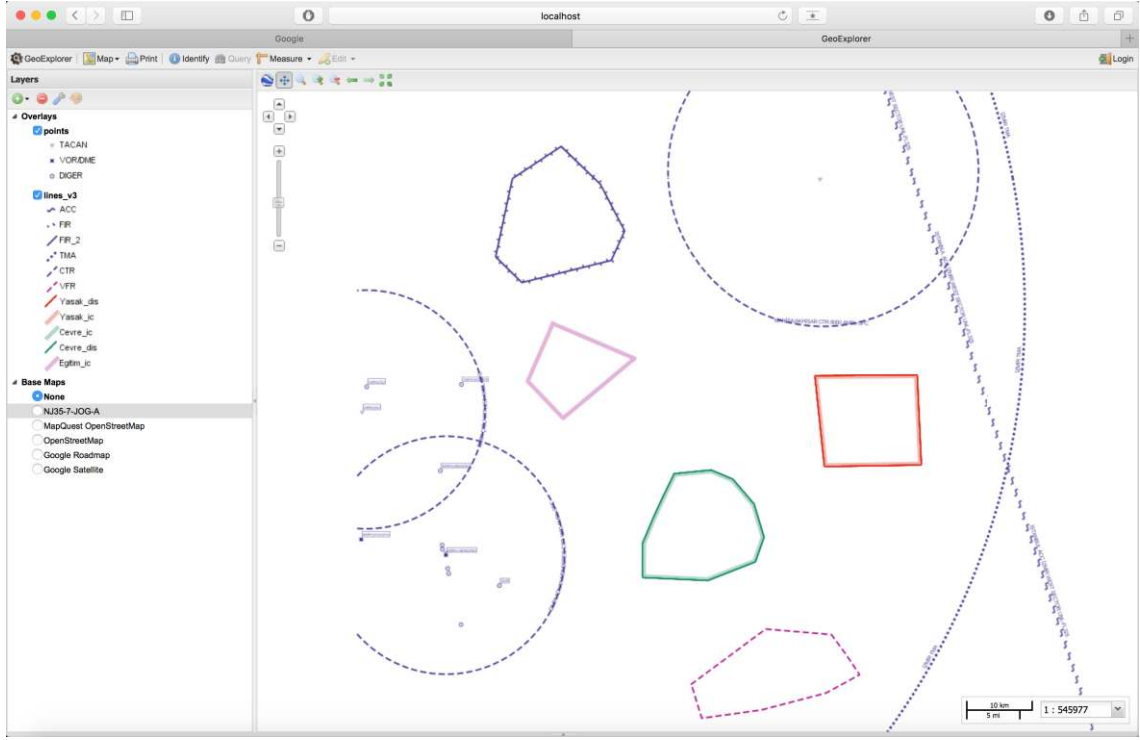
GeoExt, ExtJs JavaScript kütüphanesini kullanarak Web sayfaları için çeşitli CBS araç setleri sunmaktadır. Örneğin, lejant (işaret tablosu) gösterimleri için bir panel eklenmesini sağlayabilmektedir. Ayrıca, hazırlanan haritaların yazdırılması için gerekli panelleri de sağlayan kodları içerisinde barındırmaktadır.

3.5 GeoExplorer

GeoExplorer, GeoExt JavaScript kütüphanesi üzerine kurulmuş, harita oluşturmak ve yayımlamak için geliştirilmiş açık kaynaklı bir Web uygulamasıdır. GeoExplorer uygulaması, GeoServer’da veya herhangi başka bir WMS üzerinde yer alan haritaları kolayca bir araya getirebilmekte, Google Maps, Bing Maps ve OpenStreetMap gibi firmaların sunduğu haritalar ile birleştirebilmektedir. Bu uygulama ile aynı zamanda harita işaretleri değiştirilebilmekte, oluşturulan haritalar farklı Web sayfalarında gösterilebilmekte veya PDF çıktısı şeklinde görüntülenebilmektedir [72].

GeoExplorer, katmanların (WMS veya WFS) görüntülenmesi ve yönetilmesi ile birlikte bu katmanlar içinde sorgu ve arama yaparak sonuçları gösterebilen bir uygulama şeklinde kullanılmaktadır [19] (Şekil 3.4).

Şekil 3.4’te GeoExplorer ana ekranı görülmektedir. Sağ tarafta harita paneli, sol tarafta katmanlar paneli ve üstte çeşitli yardımcı fonksiyonların kullanımını sağlayan butonlar paneli yer almaktadır.



Şekil 3.4 Web tarayıcısında görüntülenen GeoExplorer ana ekranı

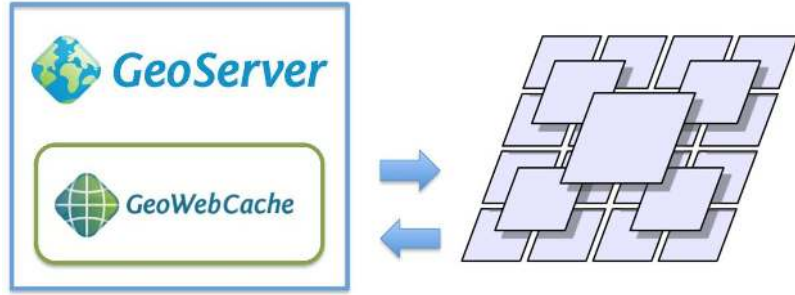
En üstte yer alan ince panelde GeoExplorer uygulaması için çeşitli yardımcı butonlar yer almaktadır (Şekil 3.5). Bunlar sırayla; Harita, Yazdır, Bilgi, Sorgu, Ölçü ve Düzenle butonlarıdır. Harita butonu, eklenen katmaların tüm ayarlarıyla kaydedilmesi veya başka bir Web sitesinde kullanılmak üzere alıntılanması için kullanılır. Yazdır butonu, haritayı istenen ölçekte ve çözünürlükte (dpi) basit bir başlık ve açıklama girerek PDF formatında yazdırmaya yarar. Bilgi ve sorgu butonları ekranda yer alan harita detaylarıyla ilgili bilgi almak veya var olan semantik bilgiler içerisinde sorgulamalar yapmak için kullanılır. Ölçü butonu ile seçili koordinat sistemi birimiyle (örn. metre) harita üzerinde mesafe veya alan ölçüsü yapmak mümkündür. Düzenle butonu ile de harita üzerinde sağlayıcının izin verdiği düzeyde (örn. sadece yol katmanında) düzenlemeler yapılabilir.



Şekil 3.5 GeoExplorer yardımcı butonları

3.6 GeoWebCache

Haritalardaki geometrik yapı, genelde çok sık değişmez. Çoğu harita istemcisi WMS verilerini her sorgu yapıldığında tekrar istek yaparak işleme aldığından, bu durum gereksiz işlem yapılmasına ve bekleme süresinin artmasına neden olmaktadır. GeoWebCache burada devreye girerek, bu deneyimi önceden ön belleğe alınmış (cache) harita görüntülerini veya mozaikleri (tile) kullanarak en iyi şekilde yönetir ve istemci (örn. OpenLayers, Google Maps) - sunucu (örn. GeoServer, herhangi bir WMS) arasında proxy görevi görür (Şekil 3.6). Yeni harita veya mozaik isteği yapıldığında, GeoWebCache bu istekleri alır ve varsa ön belleğe alınmış mozaikleri veya sunucudan gelen yeni mozaikleri gönderir. Bu şekilde mozaikler bir kez ön belleğe alındığında haritaların görüntülenme hızı fazlasıyla artmakta ve kullanıcı deneyimi iyileşmektedir.



Şekil 3.6 Mozaik-ön bellek mekanizması

GeoWebCache ile istenen mozaikler için belirli son kullanım süreleri belirlenerek mozaiklerin güncel kalması sağlanabilmektedir. Bu bağlamda GeoWebCache sadece sabit haritalar söz konusu olduğunda kullanılan bir yazılım olmaktan ziyade çok amaçlı bir hızlandırıcı yazılım olarak nitelendirilebilir [73].

GeoServer içerisinde gömülü olarak gelen GeoWebCache, ayrı bir bileşen şeklinde de gereken sistemlerde kullanılabilmektedir.

3.7 Jetty

Jetty Java temelli, açık kaynaklı bir HTTP (Web) sunucusu ve sunucu taşıyıcısıdır. Web sunucuları belgeleri kullanıcılara sunma ile ilgilenirken, Jetty geniş yazılım çerçeveleri içerisinde makineler arası iletişimi sağlamaktadır. GeoServer yazılımı Jetty veya Apache Tomcat gibi sunucu taşıyıcısı yazılımlar üzerinden hizmet vermektedir. OpenGeo Suite

yazılım paketinde ise Jetty yazılımının özelleştirilmiş bir sürümü olan OpenGeo Jetty kullanılmaktadır [74].

3.8 OpenGeo Suite

OpenGeo Suite, Boundless firması tarafından hazırlanmış olan ve içerisinde yukarıda adı geçen açık kaynaklı yazılımların bulunduğu bir yazılım paketidir. OpenGeo Suite Community sürümü içerisinde: PostGIS, GeoServer, GeoWebCache ve GeoExplorer uygulamaları yer almaktadır. Ayrıca Boundless Uygulama Geliştirme Araçları (SDK) ile GeoExt ve OpenLayers ile Web harita uygulamaları geliştirme olanağı sağlamaktadır [75]. OpenGeo Suite ile Web harita uygulaması geliştirmek için gereken tüm açık kaynaklı yazılımlar tek bir çatı altında toplanarak kurulumu ve kullanımı kolay bir hale getirilmiştir.

BÖLÜM 4

HAVA HARİTALARI

Meine'ye [76] göre havacılık kartografyası 19. yüzyılın sonlarında başlamıştır. Bu amaçla, önceleri topografik harita üzerine özel harita işaretlerin basılması ile elde edilen haritalar görsel navigasyon için kullanılmış, daha sonra bu üretim anlayışı yerini navigasyon ve yerden trafik kontrolü için özel olarak üretilen haritalara bırakmıştır. 1919 yılında havacılığın uluslararası alanda gelişmesi, havacılık kartografyasında uluslararası bir işbirliği ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Burada devreye Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) girerek ilgili standartların oluşumunda büyük rol oynamıştır [76]. ICAO, uluslararası havacılık konusundaki faaliyetlerini günümüzde de sürdürmektedir.

4.1 Ülkemizde Hava Haritaları

Ülkemizde hava haritaları Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından, VMAP L1 veritabanı kullanılarak, PLTS/MPS (Production Line Tool Set/Map Production System) ile tamamen sayısal olarak üretilip basılı olarak kullanıma sunulmaktadır. Üretilen bu hava haritaları kısa, orta ve uzun mesafeli uçuş planlama, görerek seyrüsefer (navigasyon), taktik hava/kara harekâtı ve helikopter harekâtında kullanılmaktadır. Bu haritalar askeri amaçların yanında, kalkınma amacıyla ve sivil hava seyrüseferi için de kullanılmaktadır. Fakat tek bir harita tüm bu ihtiyaçları karşılayamamakta, farklı uçuş türleri farklı haritalar gerektirmektedir. Örneğin, yüksek veya düşük irtifa, görerek (VFR) veya aletli (IFR) seyrüsefer, iniş için yaklaşma vb. durumlar için HGK tarafından 1:250.000 ölçekli Müşterek Harekât Haritalarının Hava Serileri (JOG-A) ve Alçak İrtifa Özel Hava Haritaları (AİÖHH) ile 1:500.000 ölçekli Özel Hava Haritası üretilmektedir [77].

4.1.1 Müşterek Harekât Haritalarının Hava Serileri (JOG-A)

JOG-A serisi haritalar görerek seyrüsefer için en ayrıntılı ve en büyük ölçekli (1:250.000) hava haritasıdır. Aynı zamanda daha küçük ölçekli hava haritaları (1:500.000 - Tactical Pilotage Chart, 1:1.000.000 - Operational Navigation Chart) için de temel teşkil etmektedirler.

JOG-A serisi haritalarda konumlamaya yardımcı referans sistemleri ve projeksiyonlara ilişkin bilgilerin yanı sıra, hidrografiya, yerleşim yerleri, ulaşım, bitki, fizyografiya, yükseklik, idari sınırlar, endüstri ve kolaylık tesisleri gibi tematik bilgiler de yer almaktadır (Şekil 4.1).



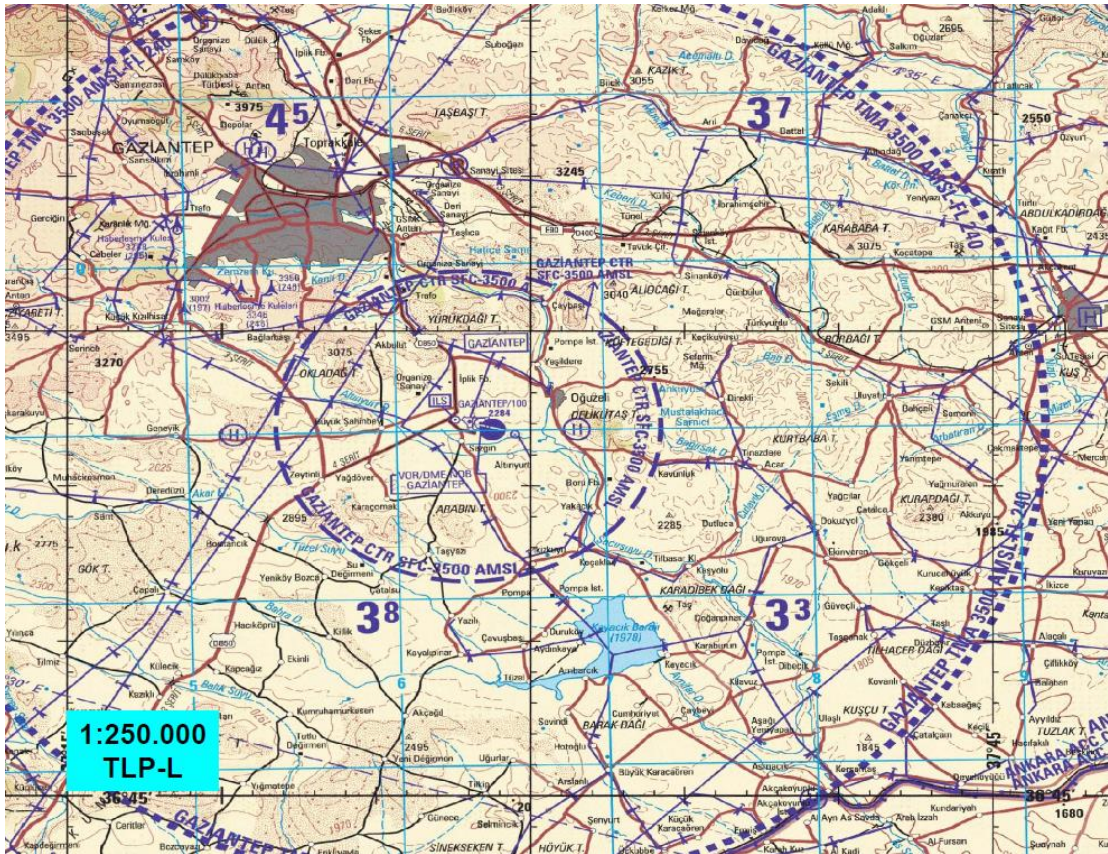
Şekil 4.1 Gaziantep çevresine ait JOG-A Serisi Hava Haritası görüntüsü [78]

JOG-A serisi haritalarda, havacıların ihtiyaç duyduğu havacılık bilgileri yer almaktadır. Bunlar; her bir 15'x15' dörtgenler için maksimum yükseklik, normal eş manyetik eğrileri (izogonlar), yıllık manyetik sapma değeri, uçaklara mesafe ve yön bilgisi sağlayan radyo seyrüsefer aletlerinin konumları, hava limanları (konumu, yüksekliği, pist uzunluğu,

pistin yönü, pist kaplaması), düşey engeller (konumu, boyu, kotu), enerji nakil hatları, helikopter iniş yerleri bilgileri bulunmaktadır [77].

4.1.2 Alçak İrtifa Özel Hava Haritası (AiÖHH)

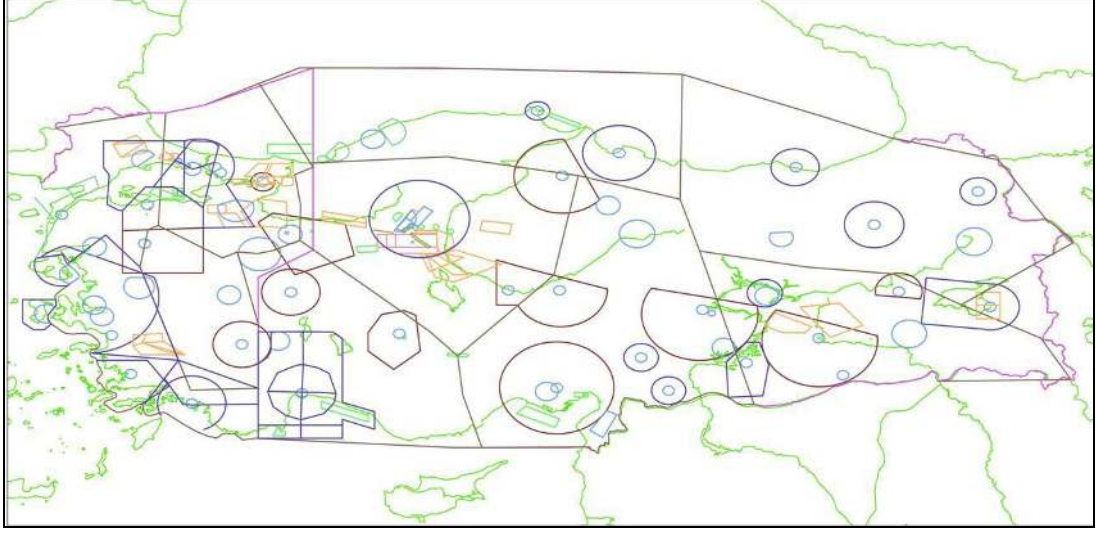
AiÖHH; planlama, seyrüsefer, hava desteği ve kara/hava ortak harekâtında kullanılan, topografik bilgi üzerine havacılık ve engel bilgileri eklenerek üretilen hava haritasıdır (Şekil 4.2). AiÖHH üretimi ile ilk olarak havacılar için güvenli hava seyrüsefer ve harekât yeteneğinin artırılmasına katkı sağlayacak bir hava haritasının üretilmesi, ikinci olarak edinilecek deneyim ile Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütünde (NATO) üretilmekte olan diğer hava haritalarının tasarlanarak milli kaynaklarla üretilmesi amaçlanmıştır [77].



Şekil 4.2 Gaziantep çevresine ait Alçak İrtifa Özel Hava Haritası görüntüsü [78]

Söz konusu havacılık (Terminal Kontrol Alanı, Kontrollü Bölge, Yasak, Tahditli ve Tehlikeli sahalar vb.) ve engel (Mânialar) bilgileri Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI) tarafından yayımlanan Havacılık Bilgi Yayınından (AIP) alınmaktadır (Şekil 4.3). Özetle AiÖHH üretimi, mevcut 1:250.000 ölçekli JOG-A üretim sistemine, Türkiye - AIP dokümanından elde edilen havacılık bilgilerinin (Terminal Kontrol Alanı,

Kontrollü Bölge, Yasak, Tahditli ve Tehlikeli sahalar vb.) entegre edilmesiyle gerçekleştirilmektedir [77].



Şekil 4.3 Hava Trafik Kontrol Sahaları [77]

4.2 Havacılık Standartları

Günümüzde küresel havacılık topluluğu ağ-merkezli iletişimi sağlayacak küresel çapta birlikte çalışabilir bir Hava Ulaşım Sistemi (ATS) için uluslararası standartlar kabulüne doğru hızla ilerlemektedir. Böyle bir sistemin kurulması ve diğer havacılık faaliyetleri için de konum bilgisi kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda OGC'nin halihazırdaki konum temelli servisleri ve kodlama standartları OGC'yi ATS için önemli bir hale getirmektedir [48]. OGC Web Servisleri (OWS) girişimi 6, 7, 8 ve 9. faz test grupları, Havacılık Bilgileri Yönetimi (AIM) konusunda bazı çalışmalar yapmış ve bu çalışmaların sonuçlarını raporlar halinde yayınlamıştır. Yayınlanmış olan raporlar uçuş planlama, navigasyon, yeniden güzergah belirleme ve havacılık bilgilerinin baştan sona yönetimi ile ilgili öneriler sunmaktadır. OGC Web Servisleri 8. faz (OWS-8) girişimi Havacılık Bilgilerinin Gösterimi bölümü, Havacılık Bilgi Değişim Modeli (AIXM) formundaki havacılık işaretleri ve bilgi gösterimlerinin ICAO'ya uygun olarak SLD/SE standartları ile kodlanması ve uygun OGC servisleri (WMS, WFS vb.) yardımıyla Web gösterimini konu alan çalışmaları içermektedir [79].

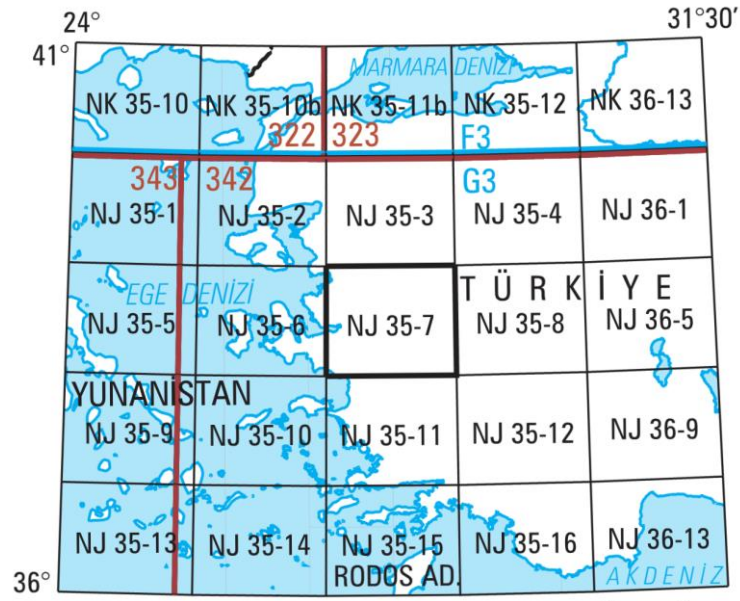
BÖLÜM 5

UYGULAMA

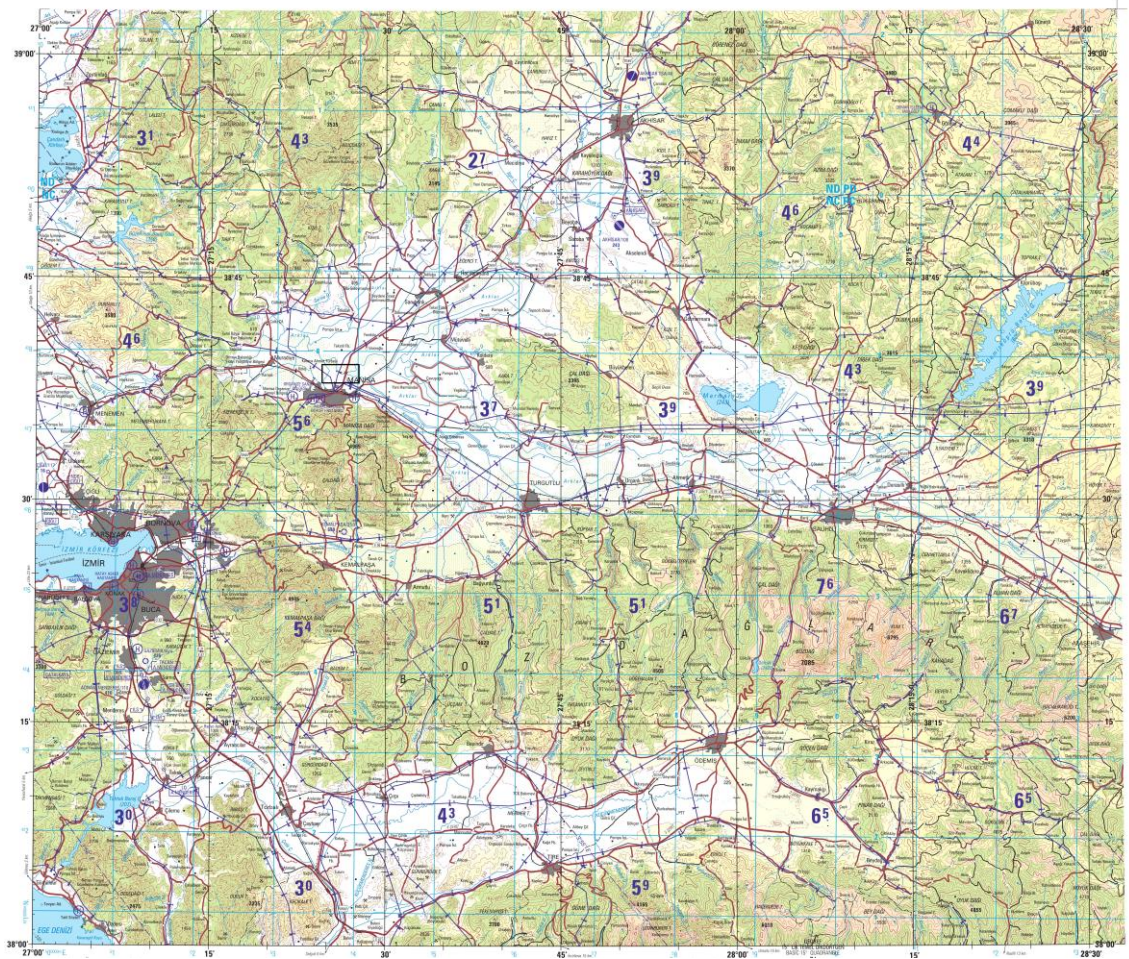
Tez uygulaması, OGC Web servisleri REST temelli olarak URL ve HTTP istekleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde hava haritalarının açık kaynaklı yazılımlar kullanılarak OGC Web Servisleri üzerinden kartografik sunumu ile ilgili gerçekleştirilen uygulama ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

5.1 Çalışma Bölgesi ve Kullanılan Veriler

Tez çalışmasında, Ege bölgesine ait bir alan seçilmiş ve bu bölgeye ait 1:250.000 ölçekli NJ 35-7 paftası kullanılmıştır (Şekil 5.1). Bu bölgenin seçilme amacı hava trafiği bakımından orta yoğunlukta olmasıdır. İlgili veriler, raster ve vektör formatlarda Harita Genel Komutanlığı'na sağlanmıştır. Raster olarak JOG-A (Topografya ve belirli havacılık bilgileri) düzeyinde bilgi içeren hali alınmış (Şekil 5.2), vektör olarak ta AİÖHH için gereken çizgi detay tipinde yer alan veriler, ArcGIS yazılımına ait veritabanı (.mdb) formatında temin edilmiştir. Elde edilen vektör veriler arasında HGK tarafından DHMİ'den temin edilmiş AIP bilgileri de yer almaktadır. Tez kapsamında, JOG-A haritasında yer alan bazı nokta detayların SE standardı ile kodlanmasına da ayrıca yer verilmiştir.



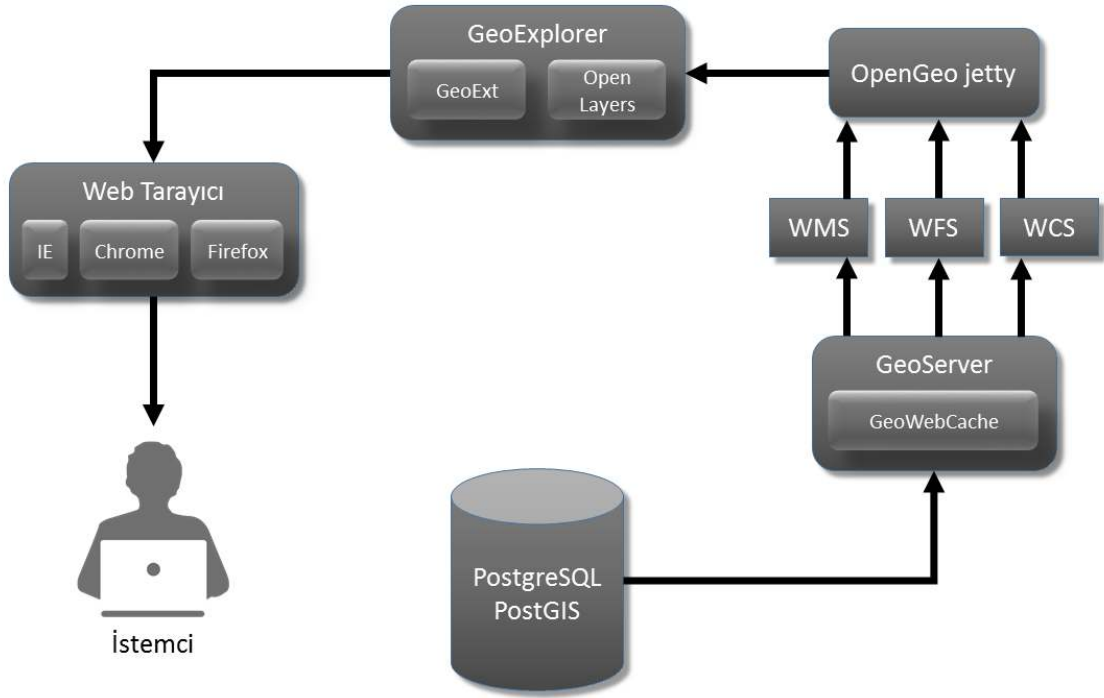
Şekil 5.1 NJ 35-7 paftasını gösteren 1:250.000 ölçekli pafta bölümlemesi



Şekil 5.2 Çalışma bölgesine ait 1:250.000 ölçekli JOG-A raster haritasından bir kesit

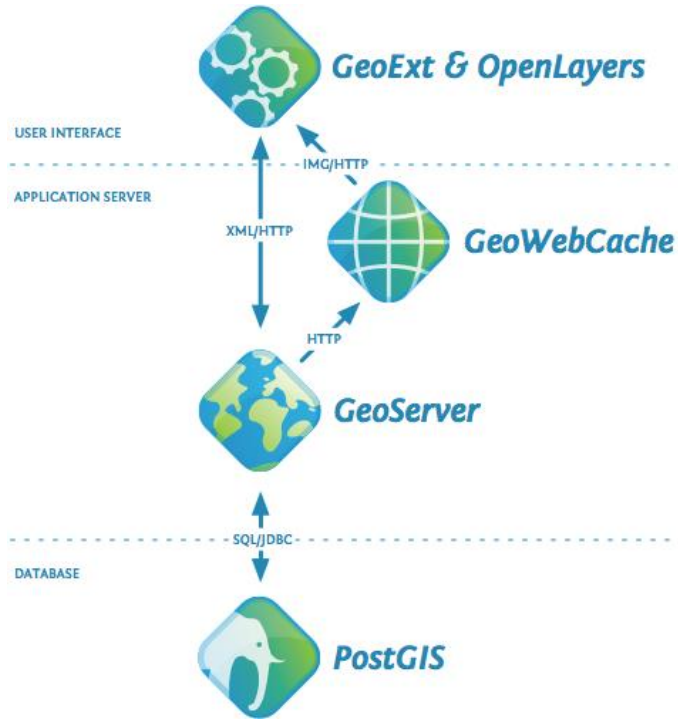
5.2 Yöntem

Sistemin özünü harita sunucusu olan GeoServer yazılımı oluşturmaktadır. GeoServer, PostGIS ile bütünleşik çalışarak gerekli raster veya vektör verilerin HTTP istekleriyle Web arayüzünde görüntülenmesini sağlamaktadır. Genel çalışma prensibi Şekil 5.3'te görülmektedir.



Şekil 5.3 Uygulamadaki açık kaynaklı mekansal yazılımların birbirleriyle olan ilişkisi

OpenGeo Jetty, Web sunucusu olarak görev yapar ve GeoServer yazılımının sağladığı verileri güvenli bir şekilde Web ortamına taşır. Bu verilerin Web ortamında belirli bir arayüz veya gerekli bir altlık harita ile sunulması gerekiyorsa (OpenStreetMap, Google Maps vs.) bu altlıkların sunulması ve kullanılmasına GeoExplorer ve OpenLayers yardımcı olur (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 OpenGeo Suite yazılımlarının birbirleriyle olan ilişkisi [80]

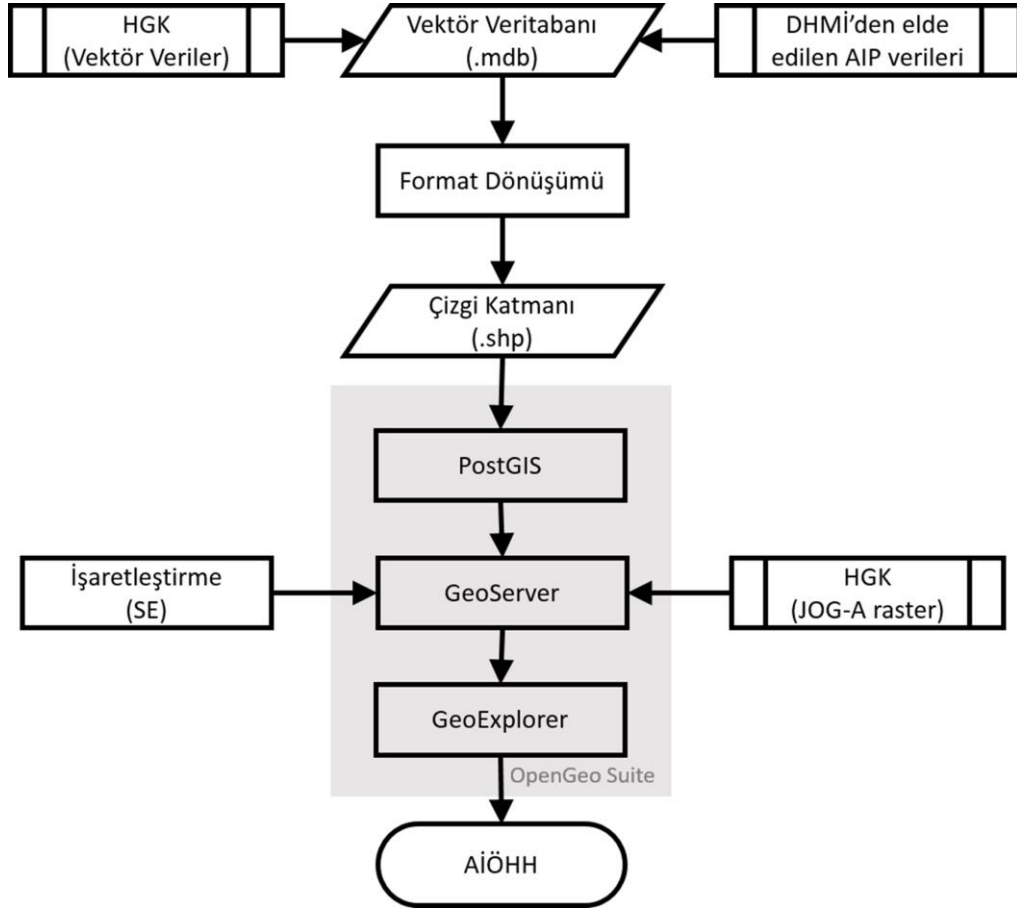
Sistemi oluşturmak için gerekli işlem adımları genel olarak aşağıdaki gibidir:

- HGK'dan elde edilen topografik harita ve havacılığa ilişkin mekansal bilgilerin GeoServer ve PostGIS sunucu yazılımlarına uyumlu ve kullanıma hazır hale getirilmesi.
- Havacılık bilgilerinin harita gösteriminde kullanılacak özel işaretlerinin SLD/SE standartları ile manuel bir şekilde metin editörleri yardımıyla (Piyasada mevcut otomatik SLD/SE'ye dönüşüm yapan yazılımlar incelenmiş fakat hiç birinden istenen verim alınamamıştır) kodlanması ve sunuma (portrayal) hazır hale getirilmesi.
- Gösterimi yapılacak verilerin uygun bir arayüz ile Web sayfası veya uygulaması şeklinde Web tarayıcısında görüntülenmesi ve gerektiğinde PDF çıktısı alınabilecek durumda olması.

5.3 Gerçekleştirme

5.3.1 Verilerin Hazırlanması ve Yazılımlara Aktarımı

Çalışma kapsamında tasarlanacak olan sistem ile JOG-A serisi hava haritası üzerine gerekli işaretleştirmeleri yapılmış vektör veriler eklenerek Web üzerinden sunumu yapılacak ve PDF formatında çıktı alınabilecektir. Bu amaç doğrultusunda verilerin elde edilmesinden sunumuna kadar olan süreci özetleyen şema Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.5 Verilerin temininden gösterimine kadar olan süreç

Vektör veriler öncelikle ArcGIS veritabanı (.mdb) formatından, daha yaygın olarak diğer yazılımlarda kullanılan, shapefile (.shp) formatına, koordinat sistemi olarak UTM Dilim 35/WGS84 (EPSG:32635) seçilerek dönüştürülmüştür. Mekansal verilerin Web ortamında görüntülenmesi için günümüzde Web harita sağlayıcılarınca (Google Maps, Bing Maps ve OpenStreetMaps gibi) kullanılan en popüler projeksiyon, Web Mercator (EPSG: 900913)'dur. Bu projeksiyonda, coğrafi koordinatlar, WGS84 elipsoidine dayalı olmalarına rağmen hesaplamalar, kolaylık ve hızlı görüntüleme açısından küreye

dayalıymış gibi kabul edilerek gerçekleştirilir [81]. Bu nedenle vektör veriler Google, Bing veya OpenStreetMaps gibi haritaların üzerine yerleştirildiğinde GeoServer yazılımı bu verileri otomatik olarak Web Mercator projeksiyonuna dönüştürmekte ve verilerin haritalar üzerinde doğru bir konumda gösterilmesini sağlamaktadır. Vektör veriler JOG-A raster haritası üzerinde görüntülendiğinde ise orijinal koordinat sistemi (EPSG: 32635) kullanılmaktadır.

Shapefile formatı, açık kaynaklı yazılımlar tarafından da tanınan bir format olduğundan tercih edilmiştir. Nokta ve çizgi katman şeklinde olan veriler PostGIS yazılımına pgShapeLoader yazılımıyla yüklenmiştir. PostGIS yazılımının GeoServer bağlantısı yapılarak vektör veriler GeoServer yazılımında kullanılabilir hale gelmiştir. Son olarak yine HGK tarafından sağlanmış olan JOG-A raster haritası GeoServer yazılımına GeoTIFF formatında koordinatlı (EPSG: 32635) bir şekilde aktarılmıştır.

Bu aşamadan sonra veriler ham halleriyle (işaretleştirme olmadan) GeoExplorer yardımıyla Web tarayıcısında görüntülenebilir hale gelmiştir. Fakat amaca uygun haritanın tamamlanabilmesi için en önemli aşama olan işaretleştirmenin vektör verilere uygulanması gerekmektedir.

5.3.2 İşaretleştirme

Vektör verilerin uygun işaretleştirme ile gösteriminin yapılması için OGC tarafından geliştirilen SLD/SE standardı kullanılmıştır. İşaretleştirme kısmı genel olarak SE standardıyla ilgili olduğundan bu bölümde SE hakkında uygulamaya yönelik ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

5.3.2.1 Havacılık Çizgi İşaretlerinin Kodlanması

AiÖHH için gerekli çizgi işaretler Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Bu çizgi detayların, SE standardı ile nasıl işaretleştirildiği ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar Prohibited, Restricted and Danger Areas	LT-P6 ANKARA SFC-5000 AMSL
Çevre Koruma Alanı-Environmental Protected Area	LT-B1 MSL-3000
Askeri/Terminal Kontrol Sahası Military/Terminal Control Area (MTMA/TMA)	ANTALYA TMA 1500 AMSL-FL 245
Uçuş Bilgi Bölgesi-Flight Information Region (FIR)	ANKARA FIR GND-UNL
Saha Kontrol Merkezi-Area Control Centre (ACC)	ANKARA ACC NORTH EAST SECTOR GND-UNL
Eğitim Sahaları-Training Areas	BURSA/YENİŞEHİR CTR LTYENT1 GND-7000
Görerek Uçuş Koridorları -VFR Corridors	KOBRA KORİDORU MSL-4000
Kontrollü Bölge-Control Zone (CTR)	ANKARA/ESENBOĞA CTR SFC-4500 AMSL

Şekil 5.6 AİÖHH pafta lejantında yer alan çizgi tipindeki özel işaretler

Askeri/Terminal Kontrol Sahası (MTMA/TMA), Görerek Uçuş Koridorları (VFR Corridors) ve Kontrollü Bölge (CTR) çizgi tipleri daha az karmaşık olduğundan *LineSymbolizer* etiketi altında diğer çizgi tiplerine oranla daha basit bir biçimde kodlanabilmektedir.

```
<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:SvgParameter name="stroke">#443593</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-width">400</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-dasharray">500 500</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>
```

Yukarıdaki SE kod parçası ile gerçek dünya ölçülerinde 400 m çizgi 400 m boşluğa sahip olan ve 500 m kalınlığında bir kesikli çizgi oluşturulmuştur. Bu çizgi tipi 1:250.000 ölçekli haritada 2 mm kalınlığında ve 1.6 mm çizgi 1.6 mm boşluk şeklinde Askeri/Terminal Kontrol Sahası gösterimi için uygulanmış çizgi tipidir. Benzer şekilde uygun kesikli çizgi (*dasharray*) ve kalınlık (*width*) parametreleri ile Görerek Uçuş Koridorları ve Kontrollü Bölge çizgi tipleri de oluşturulmuştur.

Uçuş Bilgi Bölgesi (FIR) ise daha farklı bir yöntemle iki aşamada oluşturulmuştur. İlk aşamada orta çizginin üstünde ve altında yer alan dikey kesik çizgiler SVG formatında çizilmiş ve aynı formatta dışarıdan SE içerisine dâhil edilmiştir. SVG formatında çizimler

Inkscape, Adobe Illustrator vb. yazılımlar ile yapılabilmekteyken, çalışmada yer alan SVG şekilleri nispeten basit olduğundan SVG-Edit [82] adında Web tarayıcısında çalışan bir SVG düzenleyicisi kullanılarak oluşturulmuştur.

```
<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:GraphicStroke>
      <se:Graphic>
        <se:ExternalGraphic>
          <se:OnlineResource
            xlink:type="simple"
            xlink:href="symbols/fir2.svg" />
          <se:Format>image/svg+xml</se:Format>
        </se:ExternalGraphic>
        <se:Size>1000</se:Size>
      </se:Graphic>
    </se:GraphicStroke>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>
```

Yukarıda yer alan SE kod parçasında SVG görüntüsünün kullanıldığı kısım, aşağıda ise ‘fir2’ adlı işaretin SVG kodu yer almaktadır

```
<svg width="85" height="40" xmlns="http://www.w3.org/2000/svg">
  <!-- Created with SVG-edit - http://svg-edit.googlecode.com/ -->
  <g>
    <title>Layer 1</title>
    <line id="svg_15" y2="20" x2="22.5" x1="22.5" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-
width="10" stroke="#443593" fill="none"/>
    <line id="svg_17" y2="40" x2="62.5" y1="20" x1="62.5" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null"
stroke-width="10" stroke="#443593" fill="none"/>
  </g>
</svg>
```

İkinci aşamada se:Stroke etiketiyle kalınlığı 250 m (1:250.000 ölçekli haritada 1 mm) olan kesintisiz bir çizgi oluşturulmuştur.

```
<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:SvgParameter name="stroke">#443593</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-width">250</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>
```

Yukarıda yer alan iki kod parçacığıyla SE standardının SVG özelliğinden de yararlanılarak FIR gösterimine uygun çizgi tipi oluşturulmuştur.

Saha Kontrol Merkezi (ACC) için yine SE standardının SVG özelliğinden yararlanılmış, çizgi tipi SVG formatında oluşturulup SE koduna harici grafik (ExternalGraphic) olarak dâhil edilmiştir.

```
<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:GraphicStroke>
      <se:Graphic>
        <se:ExternalGraphic>
          <se:OnlineResource
            xlink:type="simple"
            xlink:href="symbols/acc5.svg" />
          <se:Format>image/svg+xml</se:Format>
        </se:ExternalGraphic>
        <se:Size>1000</se:Size>
      </se:Graphic>
    </se:GraphicStroke>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>
```

Yukarıda ACC gösteriminin yapıldığı SE kod parçası verilmiştir. Aşağıda ise SVG-Edit yazılımıyla oluşturulmuş SVG çiziminin XML yapısındaki kodu yer almaktadır.

```
<svg width="85" height="40" xmlns="http://www.w3.org/2000/svg">
  <!-- Created with SVG-edit - http://svg-edit.googlecode.com/ -->
  <g>
    <title>Layer 2</title>
    <line id="svg_12" y2="20" x2="62.5" y1="20" x1="22.5" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null"
      stroke-width="10" stroke="#443593" fill="none"/>
    <line id="svg_15" y2="20" x2="22.5" x1="22.5" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null" stroke-
      width="10" stroke="#443593" fill="none"/>
    <line id="svg_17" y2="40" x2="62.5" y1="20" x1="62.5" stroke-linecap="null" stroke-linejoin="null"
      stroke-width="10" stroke="#443593" fill="none"/>
  </g>
</svg>
```

Yukarıda yer alan SVG ve SE kod parçaları ile ACC için uygun çizgi tipi gösterimi yapılmıştır.

Eğitim Sahalarını gösteren çizgi tipi için orijinal haritada nokta dokulu örüntü kullanılmıştır. Uygulamada ise, tamamen aynısı yapılamadığından (GeoServer yazılımının SE standardının bazı kısımlarını desteklememesi nedeniyle) , aynı hissi vereceği düşünülen aynı kalınlık ve renk tonunda saydam çizgi tipi kullanılmıştır.


```

<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:SvgParameter name="stroke">#b30f8e</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-opacity">0.35</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-width">750</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-linejoin">round</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-linecap">square</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>

```

Yukarıda verilen SE kod parçasıyla 750 m (1:250.000 ölçekli haritada 3 mm) kalınlığında yüzde 35 saydamlık değerine sahip bir çizgi tipiyle Eğitim Sahalarının gösterimi yapılmıştır.

Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar ile Çevre Koruma Alanlarını gösteren çizgi tipleri de saydam ve mat çizgiler şeklinde yine iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

```

<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:SvgParameter name="stroke">#de1e05</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-opacity">0.35</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-width">750</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-linejoin">round</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-linecap">square</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>

```

Yukarıda verilen SE kod parçasıyla 750 m (1:250.000 ölçekli haritada 3 mm) kalınlığında yüzde 35 saydamlık değerine ve kendilerine özel renk kodlarına sahip çizgi tipleriyle Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar ile Çevre Koruma Alanlarının ilk aşama gösterimi yapılmıştır.

İkinci aşama olarak yukarıda sözü geçen saydam kalın çizginin dış kenarına mat ince bir çizginin çizdirilmesi gerekmektedir. Bu durum için SE standardının merkezdeki nesneden belirli bir uzaklıkta çizim yapmayı sağlayan *perpendicularOffset* özelliği kullanılabilir. Fakat SE standardının bu özelliği GeoServer yazılımında henüz desteklenmediğinden, farklı çözümler denenerek en uygun olan Well-Known Text (WKT) özelliği kullanılmıştır.

WKT, vektör geometrili nesneleri tanımlamak veya koordinat referans sistemleri arasında dönüşüm yapmak için kullanılan bir işaretleme dilidir.

```

<se:LineSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:GraphicStroke>
      <se:Graphic>
        <se:Mark>
          <se:WellKnownName>wkt://LINESTRING (-1.25 1, -1.25 1.5, 1.25 1.5, 1.25 1, -1.25
1)</se:WellKnownName>
          <se:Fill>
            <se:SvgParameter name="fill">#de1e05</se:SvgParameter>
          </se:Fill>
          <se:Stroke>
            <se:SvgParameter name="stroke">#de1e05</se:SvgParameter>
            <se:SvgParameter name="stroke-width">125</se:SvgParameter>
          </se:Stroke>
        </se:Mark>
      <se:Size>100</se:Size>
    </se:Graphic>
  </se:GraphicStroke>
</se:Stroke>
</se:LineSymbolizer>

```

Yukarıda yer alan SE kod parçası ile saydam kalın çizginin dış kenarına ince bir mat çizgi oluşturulmuştur. Bu işlem SE standardının *WellKnownName* özelliğiyle WKT kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Burada, WKT'nin iki boyutlu geometrik tanımlarından biri olan *LINESTRING* yani çizgi dizisi kullanılmıştır. Böylece ikinci aşama da tamamlanarak Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar ile Çevre Koruma Alanlarının gösterimi için gerekli çizgi tipleri ortaya konmuştur.

SE ile çizgi işaretlerin yanında işaretler için gerekli olan ve uygun şekilde yerleştirilmesi gereken etiketler de tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalar *se:TextSymbolizer* XML etiketi altında yapılmaktadır.

```

<se:TextSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Label>
    <ogc:PropertyName>NAM</ogc:PropertyName>
    <ogc:PropertyName>LIMIT</ogc:PropertyName>
  </se:Label>
  <se:Font>
    <se:SvgParameter name="font-family">Arial</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="font-size">1000</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="font-style">normal</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="font-weight">normal</se:SvgParameter>
  </se:Font>
  <se:LabelPlacement>
    <se:LinePlacement>
      <se:PerpendicularOffset>10.0</se:PerpendicularOffset>
    </se:LinePlacement>
  </se:LabelPlacement>
  <se:Fill>
    <se:SvgParameter name="fill">#443593</se:SvgParameter>
  </se:Fill>
  <se:VendorOption name="followLine">true</se:VendorOption>
  <se:VendorOption name="spaceAround">0</se:VendorOption>
  <se:VendorOption name="maxDisplacement">10</se:VendorOption>
  <se:VendorOption name="group">true</se:VendorOption>
</se:TextSymbolizer>

```

Yukarıda yer alan SE kod parçası ile çizgi etiketleri için gereken parametrelerin tanımları yapılmıştır. Kısaca açıklanacak olursa, ilk olarak etiket olarak yazdırılacak öznitelikler belirtilmiş, daha sonra kullanılacak font tipi, boyutu, rengi gibi özellikler tanımlanmış, son olarak da etiketler ile ilgili *followLine* gibi, etiketlerin çizgiler etrafında kalmasını sağlayan, ayrıntılı tanımlamalar yapılmıştır.

Örneklerle yukarıda açıklanan kodlar bir bütün olarak çizgi vektör katmanı için kullanılan SLD/SE dosyasında yer almaktadır. Yapılan bu gösterimlerin orijinal pafta lejantında yer alan (Şekil 5.6) gösterimleriyle karşılaştırılması Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çizgi tiplerinin karşılaştırılması

Çizgi Tipi	Orijinal	SE ile üretilen
Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar		
Çevre Koruma Alanı		
Askeri/Terminal Kontrol Sahası (MTMA/TMA)		
Uçuş Bilgi Bölgesi (FIR)		
Saha Kontrol Merkezi (ACC)		
Eğitim Sahaları		
Görerek Uçuş Koridorları (VFR)		
Kontrollü Bölge (CTR)		

5.3.2.2 JOG-A Serisi Hava Haritalarında Kullanılan Nokta İşaretlerin Kodlanması

SE standardı ile kodlanacak olan JOG-A serisi hava haritalarında kullanılan bazı nokta işaretler Şekil 5.7’de gösterilmiştir. Bu nokta detaylar HGK’dan temin edilen JOG-A düzeyindeki hava haritasında yer almaktadır. SE standardının bu nokta detaylara uygulanabilirliğinin denetlenmesi amacıyla yapılan ek çalışmanın ayrıntıları bu bölümde incelenmiştir.

SEYRÜSEFER RADYO YARDIMI

VOR VHF OMNI RANGE (VOR)	
VORTAC VORTAC	
TACAN TACAN	
VOR / DME VOR with DME.....	
Diğer Kolaylıklar Other facilities	

Şekil 5.7 JOG-A haritasında kullanılan nokta tipi özel işaretler

Şekil 5.7’de yer alan VOR, VORTAC, TACAN, VOR/DME ve Diğer Kolaylıklar nokta işaretleri havacılık için kullanılan standart işaretlerdir. Bu nedenle nokta tipi işaretler sıfırdan oluşturulmak yerine ESRI tarafından havacılık haritalarında kullanılmak üzere oluşturulmuş olan font kütüphanesi kullanılmıştır.

```
<PointSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <Graphic>
    <Mark>
      <WellKnownName>ttf://ESRIAERO#0x005F</WellKnownName>
      <Fill>
        <CssParameter name="fill">#443593</CssParameter>
      </Fill>
    </Mark>
    <Size>900</Size>
  </Graphic>
</PointSymbolizer>
```

Yukarıda yer alan SE kod parçasında nokta detay işaretleştirmeleri *PointSymbolizer* etiketi altında yapılmıştır. ESRIAERO adındaki font kütüphanesi SE’nin *WellKnownName* özelliği kullanılarak içe aktarılmış ve bu sayede orijinal paftada yer alan işaretlerin aynısı SE standardı ile kodlanmıştır.

Nokta işaretlerin etiketlenmesi için VOR, VORTAC, TACAN ve VOR/DME işaretlerinde sadece isim, Diğer Kolaylıklar işaretlerinde ise isim ve tip bilgisi kullanılmaktadır. Yazılar bir çerçeve içine alınarak gösterilmektedir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 JOG-A haritasında kullanılan bazı nokta tipi işaretlerin etiket gösterimi

SE ile yapılan gösterimde orijinal paftada kullanılan kesik dikdörtgen çerçeve içine alınmış yazılar yerine kesik olmayan, tam bir çerçeve içine alınmış yazılar kullanılmıştır. Bunun nedeni, orijinal çerçeve gösteriminin mevcut SLD/SE standardı ve GeoServer özellikleriyle gerçekleştirilemiyor olmasıdır. Aynı nedenle dolayı çerçeve ile nokta işareti birbirine bağlayan çizgi gösterimi de mevcut şartlarda gerçekleştirilememiştir.

```

<TextSymbolizer uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <Label>
    <ogc:PropertyName>NAM</ogc:PropertyName>
  </Label>
  <Font>
    <CssParameter name="font-family">Arial</CssParameter>
    <CssParameter name="font-size">600</CssParameter>
    <CssParameter name="font-style">normal</CssParameter>
    <CssParameter name="font-weight">normal</CssParameter>
  </Font>
  <LabelPlacement>
    <PointPlacement>
      <Displacement>
        <DisplacementX>300</DisplacementX>
        <DisplacementY>600</DisplacementY>
      </Displacement>
    </PointPlacement>
  </LabelPlacement>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#443593</CssParameter>
  </Fill>
  <Graphic>
    <Mark>
      <WellKnownName>square</WellKnownName>
      <Stroke>
        <CssParameter name="stroke">#443593</CssParameter>
        <CssParameter name="stroke-width">75</CssParameter>
      </Stroke>
    </Mark>
    <Size>1000</Size>
  </Graphic>
  <VendorOption name="graphic-resize">stretch</VendorOption>
  <VendorOption name="graphic-margin">200</VendorOption>
  <VendorOption name="autoWrap">10</VendorOption>
  <VendorOption name="spaceAround">0</VendorOption>
  <VendorOption name="maxDisplacement">100</VendorOption>
  <VendorOption name="group">true</VendorOption>
</TextSymbolizer>

```

Yukarıda yer alan SE kod parçası kısaca açıklanacak olursa; ilk olarak etiket olarak yazdırılacak olan öznitelik sütunu tanımlanmış, ardından font ile ilgili bilgiler belirtilmiştir. *LabelPlacement* özelliğiyle etiketlerin noktalardan uzaklıkları iki boyutlu olarak tanımlandıktan sonra kullanılacak *WellKnownName* grafik türü olarak kare seçilmiş ve buna ait parametreler belirtilmiştir. Bu şekilde SE ile kodlanmış olan bazı nokta detaylar için etiket gösterimi Şekil 5.9’da yer almaktadır.



Şekil 5.9. SE ile kodlanmış nokta ve etiket gösterimi

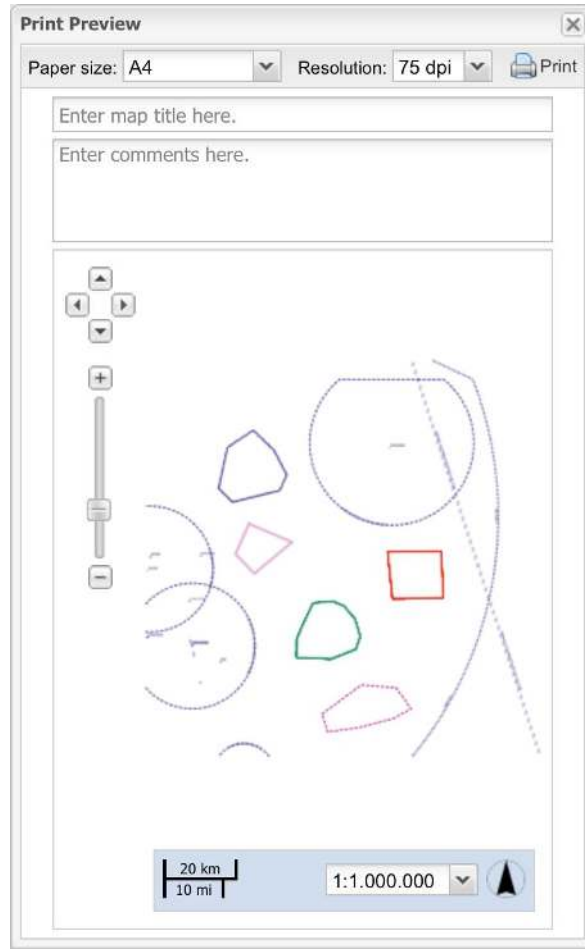
5.3.3 Verilerin Web Tarayıcısında GeoExplorer ile Gösterimi

GeoServer ve PostGIS yazılımlarında sunulmak üzere hazırlanmış ve işaretleştirmeleri yapılmış olan veriler son adımda GeoExplorer ile Web tarayıcısında görüntülenmiştir. GeoServer programcılarının, MapFish yazdırma kütüphanesinden faydalanarak, geliştirdiği yazdırma eklentisi kullanılarak oluşturulan haritalar PDF belgesi şeklinde yazdırmaya veya dağıtımına hazır hale getirilmiştir.

GeoServer Yazdırma (Printing) eklentisini kullanabilmek için eklenti indirilip kurulduktan sonra yazdırma ile ilgili parametrelerin tanımlamaların yapılması gerekmektedir. Bu tanımlamalar YAML formatındaki config.yaml dosyasında tanımlanır (Şekil 5.10). Bu dosyada; yazdırma çözünürlükleri (*dpi*), çıktı alınacak ölçekler, sayfa boyutları, başlıklar gibi çeşitli parametreler tanımlanmaktadır. GeoExplorer ise yazdırma için bir önizleme ekranı sağlayarak tanımlı parametrelerin kullanılmasını sağlamaktadır (Şekil 5.11).

```
1  dpis: [75, 150, 300]
2
3  scales:
4    - 1000000
5    - 500000
6    - 250000
7    - 100000
8    - 50000
9    - 25000
10   - 10000
11   - 5000
12   - 1000
13
14  hosts:
15
16  layouts:
17
18    A4:
19      metaData: &commonMetaData
20      title: "${mapTitle}"
21      author: "GeoExplorer"
22      subject: "Map printed with the OpenGeo Suite"
23      keywords: "map,print"
24      creator: "OpenGeo Suite"
25
26      mainPage:
27        pageSize: A4
28        rotation: true
29        #outputFilename: "AIOHH-${yyMMdd-hhmmss}"
30
31        items:
32          - !text
33            text: "${mapTitle}"
34            fontSize: 30
35            fontEncoding: Cp1254
36            spacingAfter: 30
37            align: center
```

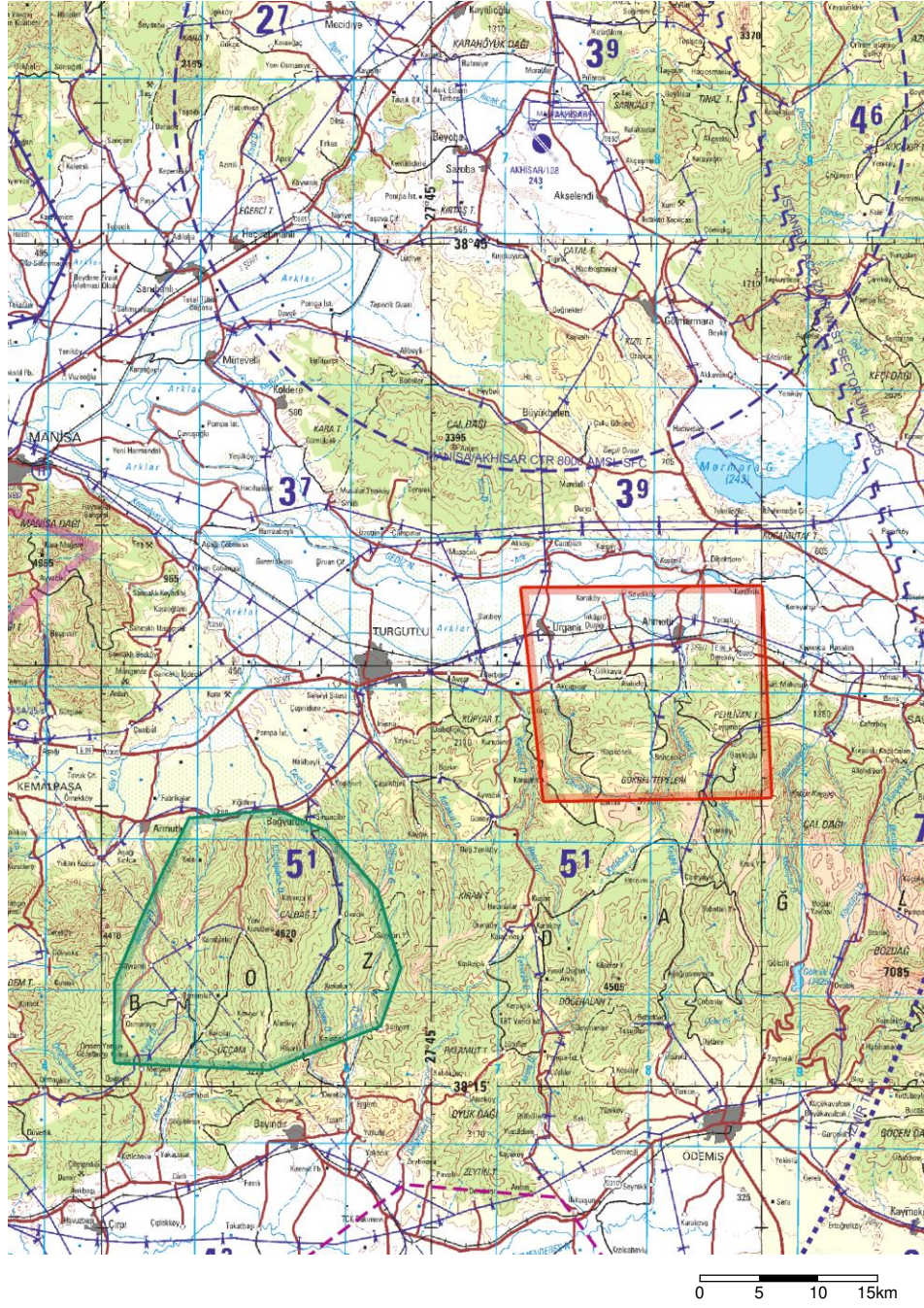
Şekil 5.10 Config.yaml dosyasında yer alan kodların bir parçası



Şekil 5.11 GeoExplorer yazdırma önizleme ekranı

Sonuç ürün olarak GeoExplorer ile Şekil 5.12’de gösterildiği gibi bir PDF çıktısı alınabilmektedir.

Alçak İrtifa Özel Hava Haritası



Not: Haritada yer alan havacılık bilgileri Ekim 2015 tarihi itibari ile günceldir.

1:500000 10.20.2015

Şekil 5.12 Yazdır butonu kullanılarak oluşturulan örnek bir harita kesiti

Altlık harita olarak raster JOG-A haritasının yanında OpenStreetMap, MapQuest, Google Maps ve Bing Maps gibi kuruluşların kullanıcılara sunduğu altlık haritalar da 'base map' olarak GeoExploer arayüzüne kullanılmak üzere eklenmiştir.

5.3.4 Ölçeğe Bağlı Gösterim

Önceki bölümlerde söz edildiği üzere (bk. Bölüm 2.2.5.1) SE standardı ile harita elemanları istenen ölçek aralığında görüntülenebilir. Bu uygulamada amaç var olan standart ölçekli (1:250.000) bir raster haritanın üzerine vektör katmanlar yerleştirmek olduğundan farklı ölçek düzeyleri için farklı işaret tasarımları yapılmamış, bunun yerine 1:250.000 ölçeğine uygun işaretler kullanılmıştır. Bu işlem için SE standardının son sürümü ile gelen 'unit of measure' (*uom*) özelliği kullanılmıştır. Uygulamada *uom* değeri öntanımlı olan 'pixel' yerine 'metre' olarak kullanılmış, gerçek dünya birimleri ile işaretlerin boyutları belirlenmiştir. Böylece raster haritada var olan ölçek aynen korunarak uzaklaşma ve yaklaşma durumlarında farklı ölçek gösterimlerinden kaçınılmıştır.

```
<se:LineStyle uom="http://www.opengeospatial.org/se/units/metre">
  <se:Stroke>
    <se:SvgParameter name="stroke">#443593</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-width">250</se:SvgParameter>
    <se:SvgParameter name="stroke-dasharray">1250 600</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
```

Yukarıda yer alan kod örneğinde *LineStyle* etiketine eklenen *uom* ifadesi ile sonrasında gelen tüm işaretlerin boyutları yazılım tarafından metre biriminde algılanmıştır. Örneğin, çizgi kalınlığı (*stroke-width*) 250 metre olarak gerçek değer şeklinde girilmiş, bu çizgi kalınlığının haritada 1 mm boyunda sabit gösterimi sağlanmıştır.

5.4 Bulgular

Gerçekleştirilen uygulama ile ülkemizde de kullanılan havacılık bilgilerinin SLD/SE standardı ile orijinale yakın bir şekilde harita üzerinde gösteriminin mümkün olduğu görülmüştür.

Web üzerinden coğrafi bilgi sunumu üzerine oluşturulmuş böyle bir sistemin baştan sona açık kaynaklı yazılımlar ile gerçekleştirilebileceği ortaya konmuştur.

GeoServer yazılımının SE standardının tamamen kapsamadığı, bazı özelliklerini desteklemediği (*perpendicularOffset*) gözlenmiştir.

Uygulamada altlık olarak kullanılan JOG-A haritasının raster olmasından dolayı üzerine yerleştirilen vektör işaret ve etiketlerin raster haritada var olan işaret ve etiketler ile çakıştığı ve okunabilirlik problemlerine yol açtığı görülmüştür.

Nokta tipi işaretlerin etiket gösterimleri orijinal paftada üst kenarı kesik dikdörtgen içerisinde gösterilmekteyken, SLD/SE standardı ve GeoServer yazılımının bu tip bir gösterimi desteğinin olmamasından dolayı, kesik olmayan, tam bir çerçeve içerisinde yazı şeklinde gösterilebilmiştir.

Orijinal gösterimde nokta tipi işaretlerle etiket çerçeveleri arasında yer alan çizgi, SLD/SE ve GeoServer yazılımında böyle bir özelliğin yer almamasından dolayı gösterilememiştir.

GeoWebCache yazılımı ile tüm düzeylerdeki raster ve vektör veri görüntüleri PNG formatında önbelleğe alınarak istemcinin sonuç haritayı hızlı bir şekilde ekrana getirmesi sağlanmıştır. Günümüz konfigürasyonlarında bir bilgisayar (2.7 GHz İşlemci, 8 GB RAM) kullanılarak yaklaşık 5 dakikada tamamlanan işlemle 3 farklı katman için 256x256 piksel boyutunda toplam 78.464 adet mozaik (tile) oluşturulmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, açık kaynaklı yazılımlar kullanılarak nispeten statik karakterli 1:250.000 ölçekli JOG-A raster haritası üzerine eklenmek üzere havacılığa ilişkin dinamik mekansal bilgilerin OGC standartlarıyla kartografik gösterimleri elde edilmiş ve OGC web servisleri aracılığıyla sonuç haritanın sunumu ve çıktısını elde etmek olanaklı hale getirilmiştir.

İnternetin son yıllarda yaygın şekilde kullanılması ile devlet kurumlarının, şirket ve kuruluşların mekansal bilgileri Web ortamında Web servisleri aracılığıyla sunması bir gereklilik halini almıştır. Farklı kurum ve kuruluşlar tarafından üretilen verilerin tek bir çatı altında toplanması ve beraber bir uyum içerisinde kullanılması veya sunulması için de standartlar gereklidir. Bu yüzden OGC, ISO ve W3C gibi organizasyonlar bu görevi üstlenerek bileşenlerin birlikte çalışabilirliği için gerekli standartları üretmektedir. Fakat bu standartların sağlayıcılar, kurumlar ve kullanıcılar gibi tüm ilgili paydaşlar tarafından dikkate alınması ve kullanılması, standartların açık, kolay erişilebilir ve uygulanabilir olmasıyla doğru orantılıdır. Bu organizasyonlardan mekansal bilgi alanında standartlar üreten OGC, ürettiği standartları açık ve ücretsiz bir şekilde herkesin kullanımına sunmaktadır.

Açık kaynaklı yazılımlar son yıllarda hemen hemen tüm alanlarda gelişerek ticari rakipleri ile yarışır düzeye gelmiş, hatta bazıları ticari rakiplerini geride bırakıp kendi pazarında lider olmayı başarmıştır (örn. Apache HTTP Server). Coğrafi bilgi alanında da birçok açık

kaynaklı yazılım ortaya çıkmış, bu yazılımlardan özellikle Web haritacılığı ile ilgili olanları hatırı sayılır miktarda kullanıcı sayısına ulaşmıştır.

Havacılık kartografyası 19. yüzyılın sonlarında başlamış, havacılık kartografyası ile ilgili ürünler olan havacılık haritaları gelişerek günümüze kadar gelmiştir. Günümüzde bu alanla ilgili görsel standartlar konusunda söz sahibi olan organizasyon ICAO'dur.

Ülkemizde de havacılık ihtiyaçlarını karşılamak üzere askeri ve sivil amaçlar doğrultusunda HGK tarafından çeşitli tür ve ölçeklerde hava haritaları üretilmektedir. Belirli havacılık bilgi ve işaretlerinin topografik harita üzerine yerleştirilmesi şeklinde üretilen haritalar belirli aralıklarla güncellenmektedir. Fakat havacılık bilgilerinin daha sık değişime uğraması nedeniyle üretilen bu haritalar kısa sürede güncelliğini yitirmektedir.

Bu bağlamda, sözü geçen güncellik problemine çözüm bulmak ve ülkemizde bu konuda bilgi birikimi sağlamak amacıyla Web servisleri ve çeşitli standartlar kullanılarak ülkemiz verileriyle bir uygulama yapılmıştır. Uygulama ile hedeflenen havacılık bilgi ve işaretleri SLD/SE standartlarında kodlanmış, WMS ile Web tarayıcısında görüntülenmiş ve yazdırma işlemi için PDF çıktısı alınabilmesi sağlanmıştır.

Uygulamada kullanılan harita sunucusu, GeoServer, SE standardının *perpendicularOffset* yani dik öteleme şeklinde adlandırabileceğimiz özelliği desteklememektedir. *PerpendicularOffset* özelliği, bir nesneyi orijinal konumundan belirlenen dik bir mesafeye ötelemek için kullanılmaktadır. Bu nedenle çizgi tipleri oluşturulurken *perpendicularOffset* özelliğinden faydalanılamamıştır. Örneğin, çevre koruma alanları için oluşturulan çizgi tipinin dış kısmı basit bir şekilde ötelemeyle oluşturulabilecek iken özelliğin desteklenmemesinden dolayı daha karmaşık bir yöntem olan WKT yöntemi kullanılmıştır. Bu problemin çözümü için WKT kullanımından önce SVG ve PNG formatında oluşturulan çizgi tipleri kullanılmış fakat istenen sonuç alınamamıştır.

Çalışmanın en önemli kısımlarından biri de havacılık bilgilerinin SLD/SE standartlarında kodlanması aşamasıdır. Bu aşamada çizgi tipleri ayrı ayrı incelenmiş ve her biri metin editörü kullanılarak manuel bir biçimde kodlanmıştır. Bu işlemten önce yapılan araştırmalar sonucu bazı yazılımların otomatik SLD üretimi yaptığı fakat bu yazılımların tam bir vektör kodlama için yetersiz olduğu tespit edilmiştir. İncelenen yazılımların bir kısmının ArcGIS gibi ticari yazılımlarda üretilen işaretleştirmeleri SLD/SE standardına

dönüştürdüğü fakat yine vektörel kısmın tam olarak dönüştürülemediği daha çok raster gösterimlerde verimli dönüşümlerin yapılabildiği gözlenmiştir.

Uygulama sonucu ortaya çıkan en önemli problemlerden biri de raster üzerine vektör olarak yerleştirilen detay etiketlerinin okunabilirliğidir. Vektör katmana raster katman ile ilgili herhangi bir bağlantı kurulamadığından vektör katmanda yer alan yazılar raster katmanda yer alan yazılarla çakışarak okunabilirliği düşürmektedir.

Gelecek çalışmalarda okunabilirlik problemlerini ortadan kaldırmak, verilerin tamamını yönetebilmek adına hem topografik hem de diğer verilerin vektör olarak yer aldığı bir sistem tasarımı yapılabilir. GeoServer gibi diğer harita sunum yazılımlarının yetersiz olduğu veya SLD/SE standartlarının genişletilmesi gereken durumlar için de değiştirilmiş Web servislerinin yer aldığı bir çalışma gerçekleştirilebilir.

Sonuç olarak, Web üzerinde çalışabilen, havacıların ihtiyaç duyduğu güncel havacılık bilgilerine erişimi sağlayan, istenen kısmın ölçekli çıktısının alınabildiği ve sağlayıcılar tarafından kolayca güncellenebilen bir havacılık haritası uygulamasının açık kaynaklı yazılımlar ile tasarımı ortaya konmuştur. Üretilen sistem uluslararası standartlar gözetilerek oluşturulduğundan Ulusal Mekansal Veri Altyapısı'na (UMVA) veya uluslararası bir Hava Ulaşım Sistemi'ne (ATS) kolayca uyarlanabilir niteliktedir.

KAYNAKLAR

- [1] Iosifescu-Enescu, I., (2011). Cartographic Web Services. Diss., Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich, Nr. 19824, 2011.
- [2] Anderson, G. ve Moreno-Sanchez, R., (2003). "Building web-based spatial information solutions around open specifications and open source software", Transactions in GIS, 7: 447-466.
- [3] Dangermond, J., (2002). "Web services and GIS", Geospatial Solutions, 12: 56-57.
- [4] Lienert, C. Jenny, B. Schnabel, O. ve Hurni, L., (2012). Current Trends in Vector-Based Internet Mapping: A Technical Review, M.P. Peterson, ed. Online Maps with APIs and WebServices. Springer Berlin Heidelberg, 23-36.
- [5] Cammack, R.G., (2007). Cartographic Approaches to Web Mapping Services, W. Cartwright Peterson, M. ve Gartner, G., ed. Multimedia Cartography. Springer Berlin Heidelberg, 441-453.
- [6] Neumann, A., (2012). Web Mapping and Web Cartography, W. Kresse ve Danko, D.M., ed. Springer Handbook of Geographic Information. Springer Berlin Heidelberg, 273-287.
- [7] Li, J. Yang, C. Zhang, J. ve Yang, J., (2004). A new Web mapping architecture based on SLD and pattern. Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS '04., 2893-2895.
- [8] Zipf, A., (2005). Using Styled Layer Descriptor (SLD) for the Dynamic Generation of User- and Context-Adaptive Mobile Maps – A Technical Framework, K.-J. Li ve Vangenot, C., ed. Web and Wireless Geographical Information Systems. Springer Berlin Heidelberg, 183-193.
- [9] Rita, E. Borbinha, J. ve Martins, B., (2010). Extending SLD and SE for cartograms. GSDI 12 World Conference. Singapore.
- [10] Iosifescu-Enescu, I. Hugentobler, M. ve Hurni, L., (2010). "Web cartography with open standards - A solution to cartographic challenges of environmental management", Environmental Modelling & Software, 25: 988-999.

- [11] Rautenbach, V. Coetzee, S. ve Iwaniak, A., (2013). "Orchestrating OGC web services to produce thematic maps in a spatial information infrastructure", *Computers Environment and Urban Systems*, 37: 107-120.
- [12] Sayar, A. Aktas, M.S. Aydin, G. Fox, G. ve Pierce, M., (2005). Developing a Web Service-Compatible Map Server for Geophysical Applications. ACM-GIS Conference.
- [13] Best, B.D. Halpin, P.N. Fujioka, E. Read, A.J. Qian, S.S. Hazen, L.J. ve Schick, R.S., (2007). "Geospatial web services within a scientific workflow: Predicting marine mammal habitats in a dynamic environment", *Ecological Informatics*, 2: 210-223.
- [14] Kulawiak, M. Prospathopoulos, A. Perivoliotis, L. Luba, M. Kioroglou, S. ve Stepnowski, A., (2010). "Interactive visualization of marine pollution monitoring and forecasting data via a Web-based GIS", *Computers & Geosciences*, 36: 1069-1080.
- [15] Fujioka, E. Berghe, E.V. Donnelly, B. Castillo, J. Cleary, J. Holmes, C. McKnight, S. ve Halpin, P., (2012). "Advancing Global Marine Biogeography Research with Open-source GIS Software and Cloud Computing", *Transactions in GIS*, 16: 143-160.
- [16] Gao, S. Mioc, D. Anton, F. Yi, X. ve Coleman, D., (2008). "Online GIS services for mapping and sharing disease information", *International Journal of Health Geographics*, 7: 1-12.
- [17] MacEachren, A.M. Crawford, S. Akella, M. ve Lengerich, G., (2008). "Design and Implementation of a Model, Web-based, GIS-Enabled Cancer Atlas", *Cartographic Journal*, 45: 246-260.
- [18] Evans, B. ve Sabel, C., (2012). "Open-Source web-based geographical information system for health exposure assessment", *International Journal of Health Geographics*, 11: 1-11.
- [19] Supak, S. Luo, H. Tateosian, L. Fang, K. Harrell, J. Harrelson, C. Bailey, A.D. ve Devine, H., (2012). "Who's Watching Your Food? A Flexible Framework for Public Health Monitoring", *Transactions in GIS*, 16: 89-104.
- [20] Moncrieff, S. West, G. Cosford, J. Mullan, N. ve Jardine, A., (2014). "An open source, server-side framework for analytical web mapping and its application to health", *International Journal of Digital Earth*, 7: 294-315.
- [21] Salvati, P. Balducci, V. Bianchi, C. Guzzetti, F. ve Tonelli, G., (2009). "A WebGIS for the dissemination of information on historical landslides and floods in Umbria, Italy", *Geoinformatica*, 13: 305-322.
- [22] Wang, P., (2012). Web-Based Public Participation GIS Application - A Case Study on Flood Emergency Management. Department of Physical Geography and Ecosystem Science Master Thesis. Lund University.
- [23] Phaneuf, M. Germain, M. Hipkin, V. Williamson, M.-C. ve Béné, G., (2011). "Development of a Web-Based Geographic Information System for Planetary Geological Mission Planning and Analysis", *GEOMATICA*, 65: 157-166.

- [24] Miler, M. Odobašić, D. ve Medak, D., (2010). Efficient Web-GIS Solution based on Open Source Technologies: Case-Study of Urban Planning and Management of the City of Zagreb, Croatia. The XXIV FIG International Congress. Sydney, Australia.
- [25] D'Amore, F. Cinnirella, S. ve Pirrone, N., (2012). "ICT Methodologies and Spatial Data Infrastructure for Air Quality Information Management", Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of, 5: 1761-1771.
- [26] Guan, W.W. Bol, P.K. Lewis, B.G. Bertrand, M. Berman, M.L. ve Blossom, J.C., (2012). "WorldMap - a geospatial framework for collaborative research", Annals of GIS, 18: 121-134.
- [27] Okoth, O.G. ve Ngigi, M.M., (2014). "Using Open Source Web Mapping Application to Monitor Social Programmes: A Case Study of UNICEF Somalia", International Journal of Science and Research, 3: 1650-1653.
- [28] Muthu, S.S. Gkadolou, E. ve Stefanakis, E., (2013). "Historical Map Collections on Geospatial Web", GEOMATICA, 67: 163-171.
- [29] Tasoulas, E. Varras, G. Tsirogiannis, I. ve Myriounis, C., (2013). Development of a GIS Application for Urban Forestry Management Planning. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment. 70-80.
- [30] Kulawiak, M. ve Lubniewski, Z., (2014). "SafeCity - A GIS-based tool profiled for supporting decision making in urban development and infrastructure protection", Technological Forecasting and Social Change, 89: 174-187.
- [31] Delipetrev, B. Jonoski, A. ve Solomatine, D.P., (2014). "Development of a web application for water resources based on open source software", Computers & Geosciences, 62: 35-42.
- [32] Zhang, D.J. Chen, X.W. ve Yao, H.X., (2015). "Development of a Prototype Web-Based Decision Support System for Watershed Management", Water, 7: 780-793.
- [33] Gupta, A. Sharma, M. ve Snehmani, M.S., (2014). "Development of Web GIS Based Digital Avalanche Atlas", International Journal of Science, Engineering and Technology Research, 3: 684-687.
- [34] Steiniger, S. ve Hunter, A.J.S., (2013). "The 2012 free and open source GIS software map - A guide to facilitate research, development, and adoption", Computers Environment and Urban Systems, 39: 136-150.
- [35] Ballatore, A. Tahir, A. McArdle, G. ve Bertolotto, M., (2011). "A comparison of open source geospatial technologies for web mapping", International Journal of Web Engineering and Technology, 6: 354-374.
- [36] Kommana, K., (2013). Implementation of a Geoserver Applicatoion For GIS Data Distribution and Manipulation. Department of Physical Geography and Quaternary Geology Master's Thesis. Stockholm University.

- [37] Pakdil, M.E., (2014). Akıllı Uçuş Haritaları Yönetim Sistemi Tasarımı: I. Faz Kalkış Haritalarının Üretimi. Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği Programı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [38] Krimbacher, A., (2014). Service-oriented Architecture for Thematic Cartography on the Web. Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, Master Thesis. Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Institute of Cartography and Geoinformation.
- [39] Cömert, Ç. ve Akinci, H., (2004). WEB Services, NSDI and E-government. FIG Working Week. Athens, Greece.
- [40] Fu, P. ve Sun, J., (2010). Web GIS: Principles and Applications: Esri Press.
- [41] Amini, A. Riahi, H. Karimzadegan, D. ve Vahdat, D., (2010). GIS software architecture based on SOA concept and OGC standards. Computer Engineering and Technology (ICCET), 2nd International Conference. Chengdu, 424-431.
- [42] Booth, D. Haas, H. McCabe, F. Newcomer, E. Champion, M. Ferris, C. ve Orchard, D., (2004). Web Services Architecture. W3C Working Group Note. W3C.
- [43] Chinnici, R. Moreau, J.-J. Ryman, A. ve Weerawarana, S., (2007). Web Services Description Language (WSDL) version 2.0 part 1: Core Language. W3C recommendation. W3C.
- [44] Box, D. Ehnebuske, D. Kakivaya, G. Layman, A. Mendelsohn, N. Nielsen, H.F. Thatte, S. ve Winer, D., (2000). Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1. W3C Note. W3C.
- [45] Fielding, R.T., (2000). Architectural Styles and The Design of Network-Based Software Architectures. Diss., Information and Computer Science. University of California, Irvine.
- [46] Pautasso, C. Zimmermann, O. ve Leymann, F., (2008). Restful web services vs. 'big' web services: making the right architectural decision. Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web. Beijing, China: ACM, 805-814.
- [47] İrgin, D., (2012). "REST ve RESTful Web Servis Kavramı", <http://www.denizirgin.com/post/2012/05/28/REST-RESTful-Web-Service.aspx>. 10 Ekim, 2015.
- [48] Trakas, A., (2012). Standards: The foundation for service-oriented mapping, M. Jobst, ed. Service-Oriented Mapping 2012. Wien: Jobstmedia Management Verlag, 27-38.
- [49] Consortium, O.G., (2015). "OGC Members", <http://www.opengeospatial.org/ogc/members>. 10 Ekim, 2015.
- [50] de La Beaujardiere, J., (2006). OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, version 1.3.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 06-042.

- [51] 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.
- [52] Birgören, M., (2009). İnternetten OGC Standartları ile Harita Sunumu. Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Uzaktan Algılama ve CBS Programı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [53] ISO, (2005). Geographic information - Web map server interface. ISO/TC 211. ISO: 19128:2005
- [54] Maso, J. Pomakis, K. ve Julia, N., (2010). OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard, version 1.0.0. Open Geospatial Consortium OGC: 07-057r7
- [55] Vretanos, P.A., (2005). Web Feature Service Implementation Specification, version 1.1.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 04-094.
- [56] Zhang, C. Zhao, T. ve Li, W., (2015). Geospatial Data Interoperability, Geography Markup Language (GML), Scalable Vector Graphics (SVG), and Geospatial Web Services, ed. Geospatial Semantic Web. Springer International Publishing, 1-33.
- [57] Baumann, P., (2010). OGC WCS 2.0 Interface Standard - Core: Corrigendum, version 2.0.1. Open Geospatial Consortium. OGC: 09-110r4.
- [58] Schut, P., (2007). OpenGIS Web Processing Service, version 1.0.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 05-007r7.
- [59] Lalonde, W., (2002). Styled Layer Descriptor Implementation Specification, version 1.0. 0. Open Geospatial Consortium. OGC: 02-070.
- [60] Vretanos, P.A., (2002). Filter Encoding Implementation Specification, version 1.0.0. Open GIS Consortium. OGC: 02-059.
- [61] Lupp, M., (2005). Styled Layer Descriptor Profile of the Web Map Service Implementation Specification, version 1.1.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 05-078.
- [62] Müller, M., (2005). Symbology Encoding Implementation Specification, Version: 1.1.0. Open Geospatial Consortium. OGC: 05-077.
- [63] Memduhoğlu, A. Başaraner, M. ve Şengün, Y.S., (2015). Web Haritalarının Tasarımı için Vektör Tabanlı Grafik Kodlama ve Standartlar. 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara.
- [64] Aime, A. ve Giannecchini, S., (2011). "Advanced cartographic map rendering in GeoServer", http://demo.geo-solutions.it/share/foss4g2011/gs_styling_aaime_foss4g2011.pdf. 10 Ekim, 2015.
- [65] Carto.net, (2015). "Yosemite Natioanal Park - Interactive Hiking Map", <http://www.carto.net/williams/yosemite/index.svg>. 14 Şubat, 2015.

- [66] Zhang, C. ve Li, W., (2005). "The roles of web feature and web map services in real-time geospatial data sharing for time-critical applications", *Cartography and Geographic Information Science*, 32: 269-283.
- [67] Hacı, M., (2015). Mekansal Veri Altyapılarında Geometrik Entegrasyon. Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Uzaktan Algılama ve CBS Programı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [68] INSPIRE, (2011). Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services. Regulation. Initial Operating Capability Task Force.
- [69] GeoServer, (2015). "About GeoServer ", <http://geoserver.org/about/>. 10 Ekim, 2015.
- [70] PostGIS, (2015). "About PostGIS", <http://postgis.net/>. 10 Ekim, 2015.
- [71] Santiago, A., (2014). The book of OpenLayers 3: Leanpub.
- [72] GeoExplorer, (2015). "Community Docs", <http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/geoexplorer/>. 10 Ekim, 2015.
- [73] GeoWebCache, (2015). "What Is GeoWebCache?", <http://geowebcache.org/docs/current/introduction/whatis.html>. 10 Ekim, 2015.
- [74] Wikipedia, (2015). "Jetty (web server)", [https://en.wikipedia.org/wiki/Jetty_\(web_server\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Jetty_(web_server)). 10 Ekim, 2015.
- [75] Suite, O., (2015). "What is OpenGeo Suite?", <http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/intro/whatis.html>. 10 Ekim, 2015.
- [76] Meine, K.-H., (1966). "Aviation cartography", *The Cartographic Journal*, 3: 31-40.
- [77] Ceylan, S. Arslanoğlu, M. ve Kaya, A., (2011). Hava Serisi Harita Üretimleri. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara.
- [78] Nalcı, İ., (2012). 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 ve 1:250.000 Ölçekli Harita Üretim Faaliyetleri. Bakanlıklar arası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulu (BHİKPK) Toplantısı. Ankara.
- [79] Tagesson, D., (2011). OGC OWS-8 Engineering Report - Guidelines for International Civil Aviation Organization (ICAO) portrayal using SLD/SE. Open Geospatial Consortium. OGC: 11-089.
- [80] Boundless, (2015). "OpenGeo Suite Architecture", <http://boundlessgeo.com/whitepaper/opengeo-architecture/>. 10 Ekim, 2015.
- [81] Battersby, S.E. Finn, M.P. Usery, E.L. ve Yamamoto, K.H., (2014). "Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping", *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 49: 85-101.
- [82] SVG-Edit, (2015). "Powerful SVG-Editor on your browser", <https://github.com/SVG-Edit/svgedit>. 10 Ekim, 2015.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdulkadir MEMDUHOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 06.06.1987 - Siirt
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : akadirm@yildiz.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Harita Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Fen Bilimleri	Siirt Atatürk Anadolu Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013	Yıldız Teknik Üniversitesi Harita Müh. Böl. Araştırma Görevlisi	
2012-2013	Emi Grup Bilgi Teknolojileri A.Ş.	Harita Müh.

YAYINLARI

Makale

1. Gökgöz, T., Sen, A., Memduhoglu, A., & Hacı, M. (2015). A New Algorithm for Cartographic Simplification of Streams and Lakes Using Deviation Angles and Error Bands. ISPRS International Journal of Geo-Information, 4(4), 2185-2204.

Bildiri

1. Memduhoğlu, A., Başaraner, M., & Şengün, Y. S. (2015, Mart). Web Haritalarının Tasarımı için Vektör Tabanlı Grafik Kodlama ve Standartlar. TMMOB 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart 2015, Ankara.
2. Memduhoğlu, A., Özmen, G., Göyçek, G., & Kılıç, F. (2014, Ekim). Rüzgar Türbini Kurulacak Alanların CBS - Çok Ölçütlü Karar Analizi Kullanılarak Belirlenmesi: Davutpaşa Kampüsü. V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim 2014, İstanbul.

Proje

1. Açık Kaynak Kodlu Yazılımlar Kullanarak Havacılık Haritalarının Mekansal Web Servisleri Aracılığıyla Tasarımı ve Üretimi, Tübitak 1002 Projesi, 2015-2016 (Bursiyer)