

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İLGİ ÇEKİCİ NOKTA VERİLERİNİN BAĞLANTILI VERİ OLARAK YAYINLANMASI VE  
GÖRSELLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Huriye AKCAN**

**OCAK 2022  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İLGİ ÇEKİCİ NOKTA VERİLERİNİN BAĞLANTILI VERİ OLARAK YAYINLANMASI  
VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ**

**Huriye AKCAN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce  
"HARİTA YÜKSEK MÜHENDİSİ"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 /01 /2022**

**Tezin Savunma Tarihi : 20 /01 /2022**

**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Gülten KARA**

**Trabzon 2022**

## ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan “İlgi Çekici Nokta Verilerinin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması ve Görselleştirilmesi” konulu tezin ortaya çıkış sürecinde birçok kişinin önemli katkıları olmuştur. Öncelikle bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan ve çok değerli zamanını benden esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Gülten KARA’ya çok teşekkür ederim. Değerli katkı ve eleştirileri için jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım. Harita Genel Müdürlüğü Askeri Coğrafya Daire Başkanlığı ve Fotogrametri Daire Başkanlığı’na katkılarından dolayı teşekkür ederim. Hayatım boyunca her konuda yardımını ve desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen Şule Nazlı ARSLAN’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Benden hiçbir konuda desteğini esirgemeyen Arslan ailesi fertlerine ve bugünlere gelmemde sonsuz emekleri olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Huriye AKCAN  
Trabzon, 2022

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İlgi Çekici Nokta Verilerinin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması ve Görselleştirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Gülten KARA’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/01/2022

Huriye AKCAN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Çalışması.....	1
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	4
1.4. Semantik Web.....	5
1.5. Semantik Web Bileşenleri.....	6
1.5.1. URI/IRI .....	7
1.5.2. XML.....	10
1.5.3. RDF.....	12
1.5.4. RDFS.....	16
1.5.5. RDF Graph.....	17
1.5.6. Ontoloji .....	18
1.5.7. Ontoloji Dilleri.....	21
1.5.7.1. RDF/RDFS.....	21
1.5.7.2. SKOS .....	21
1.5.7.3. DAML+OIL.....	22
1.5.7.4. OWL .....	22
1.5.8. SPARQL-GeoSPARQL.....	24
1.6. Bağlantılı Veri.....	27
1.7. Konumsal Bağlantılı Veri .....	31
1.8. Bağlantılı Veri Uygulamaları.....	32

1.9.	Bağlantılı Veri Teknolojileri.....	35
1.9.1.	RDF Veri Modeline Dönüşüm Araçları.....	35
1.9.1.1.	Geometry2RDF.....	35
1.9.1.2.	Shp2GeoSPARQL .....	36
1.9.1.3.	GeomRDF .....	36
1.9.1.4.	TripleGeo .....	36
1.9.1.5.	GeoTriples.....	37
1.9.1.6.	OpenRefine RDF Extension .....	38
1.9.1.7.	Karma – A Data Integration Tool .....	38
1.9.2.	SPARQL Endpoint.....	39
1.9.2.1.	OpenLink Virtuoso .....	39
1.9.2.2.	Fuseki.....	40
1.9.2.3.	D2R Server.....	40
1.9.2.4.	4store SPARQL Server .....	40
1.9.2.5.	PublishMyData .....	40
1.9.3.	Ontoloji Editörleri.....	41
1.9.3.1.	Protégé .....	41
1.9.3.2.	Swoop .....	41
1.9.4.	Bağlantılı Verinin Yayınlanması .....	42
1.9.4.1.	Pubby .....	42
1.9.4.2.	CKAN .....	42
1.9.4.3.	DataHub .....	42
1.9.4.4.	LOD Cloud.....	43
1.9.5.	Konumsal Üçlü Depoları .....	43
1.9.5.1.	Parliament .....	43
1.9.5.2.	Strabon .....	44
1.9.5.3.	Fuseki.....	44
1.9.6.	Bağlantılı Verinin Doğrulanması .....	45
1.9.6.1.	RDFShape-RDF Playground .....	45
1.9.6.2.	Vapour.....	45
1.9.6.3.	RDF Triple Checker.....	46
1.9.6.4.	W3 RDF Validator.....	46
1.9.7.	Bağlantılı Verinin Görselleştirilmesi .....	46

1.9.7.1.	Map4RDF .....	46
1.9.7.2.	Facete .....	47
1.9.7.3.	Sextant.....	47
1.9.7.4.	Spacetime.....	48
1.9.7.5.	DBpedia Atlas .....	48
1.9.8.	Bağlantılı Veri Platformları .....	49
1.9.8.1.	Datalift .....	49
1.9.8.2.	GeoKnow .....	50
1.9.8.3.	GeoLift.....	50
1.9.9.	Bağlantılı Veri Tarayıcıları .....	51
1.9.9.1.	DBpedia Mobile.....	51
1.9.9.2.	Fenfire .....	51
1.9.9.3.	Tabulator .....	52
1.9.9.4.	LODatlas .....	52
1.9.9.5.	LodLive.....	53
1.9.9.6.	LinkedGeoData Browser .....	53
1.9.9.7.	LODmilla .....	53
1.9.9.8.	Disco .....	54
1.9.9.9.	Noadster .....	54
1.9.9.10.	Sig.ma .....	54
1.9.9.11.	Piggy Bank.....	55
1.9.9.12.	Marbles .....	55
1.9.9.13.	URIBurner .....	55
1.9.9.14.	OpenLink Data Explorer.....	56
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	57
2.1.	Çalışma Alanının Belirlenmesi .....	58
2.2.	Alan Adı ve Host Alımı .....	58
2.3.	HGM-POI Verilerinin OpenStreetMap'ten Çıkarılması.....	59
2.4.	Mevcut Ontolojilerin Bulunması ve POI Ontolojisinin Oluşturulması .....	67
2.5.	POI Verilerinin Semantik Tanımlarının Oluşturulması.....	70
2.6.	RDF Olarak Yayınlanan POI Verilerinin Görselleştirilmesi .....	74
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER.....	77
3.1.	HGM POI Verilerinin Çıkarılması ve Karşılaştırılması .....	77

3.2.	HGM POI Verileri İçin Gerekli Ontolojilerin İrdelenmesi.....	83
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	90
5.	KAYNAKLAR .....	92
ÖZGEÇMİŞ		





Yüksek Lisans

ÖZET

İLGİ ÇEKİCİ NOKTA VERİLERİNİN BAĞLANTILI VERİ OLARAK YAYINLANMASI VE  
GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Huriye AKCAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Gülten KARA  
2022, 104 Sayfa

Günümüzde web üzerinde kullanıcılar tarafından üretilen konumsal verinin miktarı her geçen gün büyük bir hızla artmaktadır. Bu da özellikle konumsal uygulamaların geliştirilmesi için web üzerindeki konumsal verileri önemli bir bilgi kaynağı haline getirmektedir. Özellikle açık veri politikası ile birlikte kitle kaynak girişimlerinin yaygınlaşması ve başarısı, konumsal veri üreticisi kurum ve kuruluşların veri toplamada kitle kaynaklı coğrafi bilgileri kullanma olasılıklarını değerlendirmeye sevk etmiştir. Bu bağlamda ulusal harita kurumları, veri tabanlarını güncellemek için ya açık web kaynaklarını kullanmakta ya da kitle kaynak yaklaşımıyla veri toplamak için mobil ve web uygulamaları geliştirmektedir. Bu noktadan hareketle, Harita Genel Müdürlüğü uygulamaları kapsamında belirlenen POI verileri, OpenStreetMap, Wikimapia ve GoogleMaps harita servislerinden indirilmiştir ve değerlendirilmiştir.

POI verilerinin Semantik Web uygulamalarında kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması gerekir. POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak için mevcut POI ontolojileri değerlendirilerek kullanılacak ontolojiler belirlenmiştir ve HGM-POI ontolojisi geliştirilmiştir. POI verileri, Karma yazılımı kullanılarak ontolojiler ile ilişkilendirilmiştir ve bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır. POI verilerinin bağlantılı veri olarak yayınlanması ile web üzerinde diğer ilgili veri kaynakları tarafından bulunabilirliğini sağlar. Bağlantılı veri olarak yayınlanan POI verileri, bağlantılı veri görselleştirme aracı olan Sextant kullanılarak görselleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İlgi çekici nokta, Semantik Web, Bağlantılı veri, OpenStreetMap.

Master Thesis

SUMMARY

PUBLISHING AND VISUALIZATION OF POINTS OF INTEREST DATA AS  
LINKED DATA

Huriye AKCAN

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Geomatics Engineer Graduate Program  
Supervisor: Assistant Prof. Gülten KARA  
2022, 104 Pages

Today, the amount of spatial data produced by users on the web is increasing rapidly day by day. This transform spatial data on the web into an important source of information especially for the development of spatial applications. Particularly with the open data policy, the spread and success of crowdsourced initiatives has prompted spatial data producer institutions and organizations to evaluate the possibilities of using crowdsourced geographic information in data collection. In this context, national mapping agencies either use open web resources to update their databases or develop mobile and web applications to collect data with a crowdsourced approach. From this point of view, POI data determined as part of The General Directorate of Mapping applications were downloaded and evaluated from OpenStreetMap, Wikimapia and GoogleMaps map services.

To ensure usability of POI data in Semantic Web applications, semantic definitions of POI data should be created. In order to create semantic definitions of POI data, the ontologies to be used have been determined to evaluating the existing POI ontologies and the HGM-POI ontology was developed. POI data was associated with ontologies using Karma software and published as linked data. Publishing POI data as linked data makes it discoverable on the web by other relevant data sources. POI data published as linked data have been visualized using Sextant which be a linked data visualization tool.

**Key Words:** Points of interest, Semantic Web, Linked Data, OpenStreetMap.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.	Semantik Web yapısı .....	7
Şekil 2.	URI, URL ve URN ilişkisi .....	8
Şekil 3.	Bir kaynağa ait URI ve tanımlayıcı dokümanı .....	9
Şekil 4.	Basit XML kod örneği .....	11
Şekil 5.	RDF üçlüsü .....	12
Şekil 6.	RDF çizgesi örneği .....	13
Şekil 7.	RDF/XML serilizasyonunda RDF üçlüsü .....	14
Şekil 8.	N-Triples serilizasyonunda RDF üçlüsü .....	14
Şekil 9.	Turtle serilizasyonunda RDF üçlüsü .....	15
Şekil 10.	JSON-LD serilizasyonunda RDF üçlüsü .....	15
Şekil 11.	RDFS örneği .....	17
Şekil 12.	RDF çizgesi örneği .....	18
Şekil 13.	RDF çizgesine ait RDF/XML serilizasyonu .....	18
Şekil 14.	SPARQL örnek sorgusu .....	26
Şekil 15.	RDF verilerinin grafik sunumu .....	31
Şekil 16.	Linked Open Data Cloud .....	32
Şekil 17.	Çalışma alanı .....	58
Şekil 18.	Avm için SPARQL sorgusu .....	65
Şekil 19.	SPOI Ontolojisi .....	68
Şekil 20.	SLIPO Ontolojisi .....	69
Şekil 21.	HGM-POI Ontolojisi .....	69
Şekil 22.	Karma ara yüzünde bank.csv dosyasının görüntülenmesi .....	71
Şekil 23.	Karma ara yüzünde semantik tiplerin tanımlanması .....	72
Şekil 24.	Karma ara yüzünde semantik ilişkilerin tamamlanması .....	72
Şekil 25.	Karma ara yüzünde RDF dosyasının oluşturulması .....	74
Şekil 26.	RDF dosyası .....	74
Şekil 27.	Renklendirilmiş POI Türleri .....	75
Şekil 28.	Bütün POI Türlerinin Gösterilmesi .....	76
Şekil 29.	Farklı POI verilerinin tek katman olarak Sextant ile görselleştirilmesi a) Okul b)Park c)Futbol sahası d) Otopark .....	76

Şekil 30. Google Maps atm verilerinin Karma'ya yüklenmesi .....	89
Şekil 31. Google Maps atm verilerinin Karma ara yüzünde semantik ilişkilerinin tamamlanması.....	86
Şekil 32. OSM, Wikimapia ve Google Maps otel türündeki veriler .....	87
Şekil 33. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps hastane POI türündeki veriler .....	87
Şekil 34. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps benzin istasyonu POI türündeki veriler .....	88
Şekil 35. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps banka POI türündeki veriler.....	88
Şekil 36. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps mezarlık POI türündeki veriler .....	89



## TABLULAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. RDF, RDFS, OWL dillerinin karşılaştırılması .....	24
Tablo 2. RDF veri modeline dönüşüm araçlarının karşılaştırılması.....	39
Tablo 3. HGM POI detayları ve öznitelikleri .....	60
Tablo 4. HGM POI türlerinin OSM anahtar=değer karşılıkları .....	63
Tablo 5. OSM-Wikimapia-GoogleMaps POI kategorilerinin karşılıkları.....	79
Tablo 6. Çıkarılan POI verilerinin veri sayıları ve aynı verilerin karşılaştırılması .....	81
Tablo 7. Çıkarılan POI verilerinde eksikliklerin ve farklılıkların değerlendirilmesi .....	82

## KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
API	Application Programming Interface
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CKAN	Comprehensive Knowledge Archive Network
CSS	Cascading Style Sheets
CSV	Comma Separated Values
DAML	DARPA Agent Markup Language
ETL	Extract- Transform- Load
FTP	File Transfer Protocol
GeoSPARQL	A Geographic Query Language for RDF Data
GML	Geography Markup Language
GPS	Global Positioning System
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
HTML	Hyper Text Markup Language
http	Hyper Text Transfer Protocol
https	Secure Hypertext Transfer Protocol
IRI	Internationalized Resource Identifier
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JSON	JavaScript Object Notation
KML	Keyhole Markup Language
LOD	Linked Open Data
LOV	Linked Open Vocabularies
MySQL	My Structured Query Language
OGC	Open Geospatial Consortium
OIL	Ontology Inference Layer
OS	Ordnance Survey
OSM	OpenStreetMap
OWL	Web Ontology Language
PDF	Portable Document Format

POI	Points of Interest
RDF	Resource Description Framework
RDFa	Resource Description Framework in Attributes
RDFS	Resource Description Framework Schema
RIF	Rule Interchange Format
RML	RDF Mapping Language
SGML	Standard Generalized Markup Language
SHACL	Shapes Constraint Language
ShEx	Shape Expressions
SKOS	Simple Knowledge Organization System
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
SPOI	Smart Points of Interest
SQL	Structured Query Language
stRDF	spatial/temporal RDF
stSPARQL	SPARQL for stRDF
TIFF	Tagged Image File Format
TSV	Tab Separated Value
UCS	Universal Character Set
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
URN	Uniform Resource Name
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi
W3C	World Wide Web Consortium
WGS	World Geodetic System
WKT	Well-known Text
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Bağlantılı veri prensipleriyle birlikte kamu ve diğer veri sağlayıcıları verilerini açık ve tekrar kullanılabilir şekilde yayınlamasına teşvik edilmiştir. Bu sayede veri üreticileri tarafından üretilen verilerin farklı formatta yayınlanmasının ya da kullanıcının veriyi kullanırken yaşadığı zaman ve emek kayıplarının önüne geçilmiştir. Özellikle birçok uygulama tarafından temel veri kaynağı olarak kullanılan konumsal verilerin açık veri olarak yayınlanması önem taşımaktadır. Konumsal veriler nesneye ait konum bilgisini oluşturan yeryüzü koordinatları, nesne özellikleri ve zamansal bilgilerinin bir araya getirilmesinden oluşmaktadır. Konumsal veriler birçok kamu ve özel kuruluş tarafından toplanmaktadır.

Son yıllarda GPS sisteminin kullanılmasındaki artışa paralel olarak konumsal verilerin çoğu kullanıcılar tarafından kitle kaynaklı olarak üretilmeye başlanmıştır. Bu da veri üreticisi kurumları webde bulunan bu kitle kaynaklı coğrafi verileri kullanmaya teşvik etmiştir. Bu amaçla ulusal harita kurumları tarafından açık web kaynakları ve kitle kaynak yaklaşımı ile verilerini toplamak amacıyla çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir.

Kitle kaynaklı veriler ayrıca gönüllü coğrafi bilgi olarak adlandırılmaktadır. Gönüllü coğrafi bilginin en başarılı kanıtlarından biri OpenStreetMap'tır. OpenStreetMap, birçok uygulama tarafından altlık olarak kullanılmaktadır. OpenStreetMap gibi kitle kaynaklı veri tabanlarından POI verilerinin alınması ve verilerin semantik tanımlamalarının yapılarak mevcut veri tabanının zenginleştirilmesi harita kurumlarının bu verileri kullanmada karşılaştığı sorunlardandır.

### **1.2. Literatür Çalışması**

Tez çalışması kapsamında POI verilerinin açık veri kaynaklarından çıkarılması ve POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması ile ilgili çalışmalar bu bölümde incelenmiştir.



Mummidi ve Krumm (2008), gönüllü coğrafi bilgi kalitesinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Uygulamada kullanıcıların işaret ettiği noktaları temel alarak yeni POI noktaları bulmak amacıyla algoritma geliştirilmiş ve yaklaşık olarak hakkında açıklamaların olduğu 40.000 nokta incelenmiştir. Algoritma ile noktaya ilişkin metinlerden kullanım sıklığı temel alınarak POI isimleri belirlenmiştir. Belirlenen bu POI'lerin veri tabanında karşılaştırılması yapılarak POI'lerin mevcut olduğu ya da olmadığı bilgisine ulaşılmıştır. Bulunan POI'nin doğruluğu bölge sakinlerine sorularak elde edilen sonuçların kalite değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

Ciepluch ve diğerleri (2010), İrlanda için OSM verilerinin doğruluğunun Google Maps ve Bing Maps ile karşılaştırıldığı çalışmalarında POI verilerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma bölgesi olarak 5 şehir ve kasaba seçilmiştir. Yapılan POI karşılaştırmasında OSM'nin POI'ler için doğru konum bilgisi sağladığı varsayılmış ve buna göre analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda Google Maps bazı POI türleri için konumsal hatalar içerdiği görülmüştür. Bing Maps'ın az miktarda POI verisine sahip olduğu ayrıca Google Maps ile elde edilen verilerin güncel olmadığı ya da yanlış veri içerdiği görülmüştür.

Bakillah ve diğerleri (2014), bina düzeyinde yapılan nüfus çalışmalarında POI verilerinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Bina verileri ve POI'lere ait veriler OSM'den alınmıştır. Nüfus dağılımında kullanılacak POI'leri sınıflandırmaya ve belirlemeye yönelik yöntem geliştirmiştir.

Lamprianidis ve diğerleri (2014), DBpedia, OSM, Wikimapia, Google Places, Foursquare, Eventful gibi popüler web kaynaklarından Londra, Viyana ve Atina için kitle kaynaklı POI verileri çıkarılmıştır. Web kaynaklarının veri erişim yöntemi, şemaları ve veri formatları farklılık göstermektedir. Belirtilen web kaynaklarından çıkarılan POI verilerinin karşılaştırılması ve entegre edilmesi, ancak orijinal şemaların ortak bir şema ile ilişkilendirilmesi sayesinde mümkündür. Bu amaçla web kaynaklarının şemaları incelenmiştir ve ortak bir şema geliştirilmiştir. Geliştirilen ortak şema, Foursquare tarafından kullanılan kategori hiyerarşisine dayanmaktadır, çünkü bu hiyerarşinin diğer kaynaklara kıyasla daha geniş bir kapsamı ve daha fazla POI türü çeşitliliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ruta ve diğerler (2014), artırılmış gerçeklikte POI verilerinin bulunması amacıyla araç ve çerçeve geliştirmiştir. Buna göre kullanıcı profili ile ilişkili cihaza ait anlık kamera görüntüsünde yakın çevredeki POI'ler belirtilir. Kullanıcı konumu ve yakın çevredeki POI

verileri arasında eşleştirme gerçekleştirilir. Kullanıcılar POI verilerinin ayrıntılı tanımında eşleşen ya da eksik unsurları belirleyebilir.

Chen ve diğerleri (2015), çalışmalarında bisiklet istasyonlarının en uygun yerleşiminin yapılabilmesi amacıyla bisiklet yolculuğu tahmini açık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. POI verileri Google Places API kullanılarak alınmıştır ve gruplandırılmıştır. Alanın işlevi POI'lerin dağılımına göre nitelendirilmektedir.

Bao ve diğerleri (2017), POI ve akıllı kart verilerinin birleştirilerek bisiklet seyahat modeli ve yolculuk amaçlarının araştırılması yapılmıştır. Kullanılan POI'ler Google Places API ile alınmıştır. Çalışmada POI verileri kullanılarak ve POI verileri kullanılmadan elde edilen modeller karşılaştırılmıştır. POI kullanılarak elde edilen modellerden daha fazla veri elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Touya ve diğerleri (2017), OSM POI verilerinin kalite değerlendirilmesi 4 farklı yöntem önerilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan OSM verileri Geofabrik kullanılarak elde edilmiştir. Kullanılan yöntemler tek başına kalite değerlendirmesi için yeterli olmadığı ve önerilen yöntemlerin ayrı ayrı güçlü ve zayıf noktalarını birleştirerek gelecek çalışmalara yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur.

Cheng ve diğerleri (2018), OSM'den alınan yol, POI ve Nighttime light verileri ile kentsel arazi çıkarımı gerçekleştirilmiştir. OSM verileri Geofabrik indirilmeden elde edilmiştir. Yapılan değerlendirmede OSM'den alınan verilerle gerçekleştirilen işlemin daha doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Zhang ve diğerleri (2018), coğrafi bilgilerin web üzerinden elde edilmesinde web arama motorlarının kullanıldığı bir yaklaşım incelenmiştir. Google Maps ile elde edilen POI türleri ve OSM'den elde edilen cadde isimleri Google arama motoruna koyularak POI'ler için olası adresler elde edilmektedir. POI'lerin yer adlarının elde edilmesi amacıyla arama motoru tekrar elde edilen POI adresleriyle birlikte kullanılır. Google arama motoru son olarak öğrenilen yer adları ve karşılığı adresleri ile doğrulama yapmak için çalıştırılır. Elde edilen yer adı veri seti yaklaşımında Google Maps referans alınarak OSM ve Wikimapia sonuçları ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yaklaşım, Google Maps ile eşit miktarda, OSM ve Wikimapia'dan daha iyi olduğunu göstermektedir.

Andrade ve diğerleri (2020), çalışmalarında kentsel alanların planlama ve yönetimine ilişkin arazi kullanımını sınıflandırmasında pahalı ve zahmetli veriler yerine kullanılacak POI verilerinin potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan POI verileri Facebook Places verileridir. Elde edilen sonuçlarda POI verilerinin arazi kullanımını

sınıflandırılmasında yüksek bir doğruluğa sahip olduğu ve bu amaçla kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

Klinkhardt ve diğçerleri (2021), yolculuk talebi modellemesi uygulamalarında kullanmak üzere POI verilerinin OSM'den çıkarılmasına yönelik yöntem ortaya koymaktadır. OSM'den veriler Geofabrik ile elde edilmiştir. OSM'den elde edilen POI verileri ile resmi kaynaklardan gelen veriler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda OSM verilerinin kalitesinin POI türüne göre değışiklik gösterdiği ve resmi verilerle büyük oranda denk olduğu görülmüştür. Bu verilerin uygulamalarda kullanılabilceği, açık ve gerçek olması dolayısıyla uygulamayı daha güvenilir hale getirdiği açıklanmıştır.

Wang ve diğçerleri (2021), OSM verileri ve POI verileri birleştirilerek kente ait işlevsel alanları belirlemeye yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir. Kente ait yol verisi OSM'den elde edilmiş ve POI verileri Çin'de dijital harita içeriğı sağlayıcısı olan AutoNavi Maps API ara yüzü kullanılarak alınmıştır. OSM ve POI veri yöntemlerinin gerçek zamanlı ve yeterli olması yapılan çalışmanın farklı kentsel bölgelerin işlevselliğinde de kullanılabilceğini gösterirken hataya sahip olan POI'ler kullanılmayan arazilerin ve tarımsal arazilerin tespitini zorlaştırmıştır.

### **1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı**

Konumsal verilerin web üzerinde sürekli bir artış göstermekte ve bu konumsal verilerin büyük miktarda kullanıcılar tarafından üretilerek elde edilmektedir. Kullanıcılar tarafından üretilen kitle kaynaklı verilerin potansiyel gücünden yararlanmak isteyen veri üreticileri verilerini bu yolla güncellemenin ya da veri toplamanın yollarını aramaktadır. Bu noktada “İlgi Çekici Nokta Verilerinin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması ve Görşelleştirilmesi” konulu tezin amacı; kitle kaynak yaklaşımı ile oluşturulan OpenStreetMap, Wikimapia gibi açık harita hizmetlerinden çeşitli POI türlerinde verileri çıkarmak ve farklılıkları irdelemektir. Farklı veri kaynaklarından çıkarılan POI verilerinin semantik eşleştirmelerin gerçekleştirilmesi için POI ontolojisi geliştirmek ve POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmaktır. Ayrıca POI verilerinin web üzerinde diğçer veri kaynakları tarafından bulunabilirliğini sağlamak için bu verileri bağlantılı veri olarak yayınlamaktır.

Tezde Bağlantılı Veriler ile ilgili olarak genel bilgiler ve araçlar açıklanmıştır. Trabzon ili için belirlenen POI türlerindeki veriler ile uygulama yapılmıştır.

#### 1.4. Semantik Web

World Wide Web (WWW veya Web) kavramı Tim Berners-Lee tarafından 1989 yılında ortaya atılmıştır. Tim Berners-Lee tarafından önerilen bu kavram aslında çeşitli bilgisayar sistemleri arasında belgelerin web üzerinde paylaşımının sağlandığı bir ortamın oluşturulmasıdır. 1990'lı yıllara gelindiğinde ise web tarayıcısı, HTML sunucusu ve web sunucusu gibi farklı sistemlerin ilk kez bir arada kullanılması ile evrensel veri paylaşımı sağlanmış ve World Wide Web artık internet dünyasının en popüler buluşu olarak kabul edilmiştir. İnternet her geçen gün artan sayıda veri üretilmesi ve yayınlanması için kullanılmaktadır. Ancak bilgilerin farklı formatlarda yayınlanması sebebiyle ortak bir standart yakalanamamıştır. Ayrıca bu büyük miktardaki bilginin bulunduğu ortamda kullanıcılar ve web tarayıcıları için ihtiyaç duyulan verinin bulunması ya da kullanılması aşamalarında sorunlarla karşılaşmaktadır. Verinin düzenlenmesi ve kullanılmasında anahtar kelime kullanımı gibi çözüme yönelik yaklaşımlar geliştirilmiş ama yetersiz kalmıştır (Hitzler vd., 2009). Diğer bir ifade ile yaşanan sorunların çözümünde ortaya atılmış olan teknolojik gelişmeler veri artışındaki yaşanan gelişmelere oranla oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Bu noktada geleneksel webde bulunan ve yalnızca insanlar için anlamlı olan web içeriklerin makinelerce anlamlı hale getirilmesi yaklaşımı mevcut sorunlara çözüm olarak düşünülmüştür. Geliştirilmiş olan bu yaklaşım Semantik Web olarak adlandırılmıştır. Semantik Web aslında var olan webe alternatif olarak üretilmiş, yeni bir web olarak tasarlanmamıştır. Tamamıyla yeni olmak yerine mevcut webden gelişim gösteren özelliğe sahip olmuştur. Web kaynakları makinelerce kullanılabilir bir biçimde temsil edebilecek ve aynı zamanda bu kaynaklardan tekrar yararlanılabilecek biçimde tasarlanmıştır (Antoniou ve Van Harmelen, 2008).

Semantik kelimesi “anlam” olarak ifade edilmekte ve Semantik Web “anlamsal ağ” anlamına gelmektedir. Semantik Web, 2001 yılında yine Berners-Lee, Hendler ve Lassila tarafından Scientific American isimli dergide yayınlanan bir makale ile önerilmiştir. Semantik Web günümüz webinden ayrı ve yeni bir web değil mevcut webin devamı niteliindedir. Bu web verilere iyi tanımlı anlamlar verebilmekte, insan ve bilgisayarlar birlikte çalışabilmektedir (Berners-Lee vd., 2001).

Semantik Web, web bilgilerinden daha iyi ve daha anlamlı ilişkiler oluşturulması amacıyla geliştirilmiştir. World Wide Web belgelerden oluşmaktadır ve bu belgeler yalnızca insanlar tarafından okunabilmektedir. Burada farklı belgeler birbirlerine URL

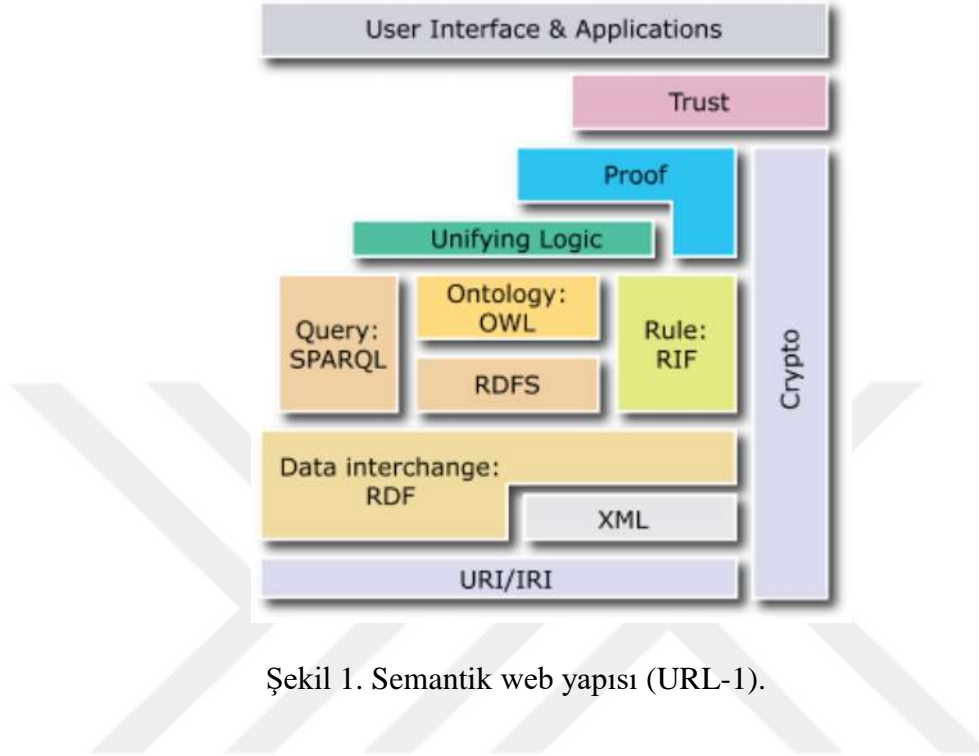
(Uniform Resource Locator) yardımıyla bağlanmaktadır. Ayrıca anlamsallık kullanıcılar tarafından göz ardı edilmektedir. Yani içerik herhangi bir mantıksal yapıya sahip olmadan yalnızca insanların kullanımına uygun bir yapıya sahip olarak oluşturulmaktadır. Semantik Web’de ise uygulamalar tarafından anlaşılabilir ifadelerden oluşturularak tanımlanmış anlamlı bir yol ile içerikler birbirine bağlanmaktadır (Hebeler vd., 2011).

Geleneksel webde bulunan web sayfaları tercih edilebilecek en kolay veri paylaşım yollarından biri olarak görülmektedir. Buna ek olarak insanlar arasındaki bilgi alışverişinde web sayfaları birer araç olarak kullanılmıştır. Mevcut web sayfalarındaki çoğu bilgiden çıkarılacak anlam yalnızca insan kullanıcıların çözebileceği biçimde kodlanarak oluşturulmuştur. Bu nedenle web sayfalarında bulunan verilerin değerlendirilmesi, seçimi ve sınıflandırılması esnasında insan özelliklerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Makineler yalnızca web sayfalarının içeriğinde bulunan başlık ve bağlantıların çözümlenmesi işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Veri hacminin çok fazla olduğu webde veri yönetimi yükünün bilgisayarlar yerine insanlar üzerinde olması web sayfalarının meta verileri içermemesinden kaynaklanmaktadır (Breitman vd., 2007). Geleneksel webde metin ya da resimlere gizlenen ve insan tarafından anlaşılabilen web sayfası içerikleri Semantik Web’de bilgisayar tarafından anlaşılabilir meta veriler şeklinde RDF dili kullanılarak oluşturulmaktadır. Web belgelerindeki bilgilere anlam kazandırılması için açıklamalar RDF ile oluşturulurken XML sözdizimi formatı kullanılmaktadır. Semantik Web’de kullanılan kavramlar ve aralarındaki ilişkileri tanımlamak için ontolojiler kullanılmaktadır. Ayrıca RDF verilerinin sorgulanması için SPARQL sorgulama dili kullanılmaktadır. Verilerin webden erişim ve paylaşımını artırmak anlamsal ağın hedefleri arasında yer almaktadır. Ayrıca veri setlerinin birbiri ile bağlantısının olması ve bilgi için otomatik çıkarımlar yapılması sonucunda web verilerinin daha güçlü bir konuma getirilmesi Semantik Web ile sağlanmıştır (Albiston vd., 2018)

### **1.5. Semantik Web Bileşenleri**

Semantik Web insan ve makinelerin birlikte çalışabilecekleri bir ortam olarak düşünülmüştür. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için Semantik Web’e ait teknoloji ve standartlar World Wide Web Consortium (W3C) tarafından geliştirilmektedir. Bu standartlar Şekil 1’deki Semantik Web katmanlı yapısı ile gösterilmektedir. Bir sonraki

bölümde Semantik Web mimarisine ait URI/URL, XML, RDF, RDFS, Ontoloji ve SPARQL bileşenleri ele alınacaktır.



Şekil 1. Semantik web yapısı (URL-1).

Semantik Web yapısında Semantik Web mimarisine ait URI/IRI, XML, RDF, RDFS, OWL, RIF, SPARQL, Logic, Proof, Trust gibi bileşenler yer almaktadır.

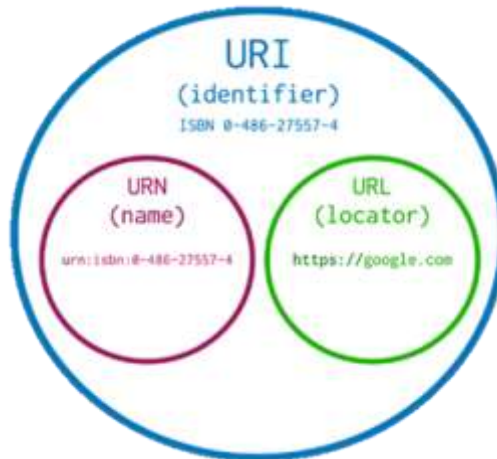
### 1.5.1. URI/IRI

Tekdüzen Kaynak Tanımlayıcısı anlamına gelen URI (Uniform Resource Identifier), soyut ya da fiziksel bir kaynağı tanımlayan karakter dizisidir. Burada kaynak belge, görüntü ya da bilgi kaynağı; internet üzerinden erişim olmayan nesnelere ya da rakam gibi sayısal değerler gibi soyut nesnelere olabilmektedir. Yani kaynak URI ile tanımlanabilecek her şey olabilmektedir. URI aynı zamanda kaynağı tanımlamak için basit, genişletilebilir bir yol sağlamaktadır. Bir URI rakamlar, harfler ve grafik sembollerinin bulunduğu karakter kümesinden oluşmaktadır. Bu küme bazı ayrılmış karakterler hariç US-ASCII ile sınırlandırılmıştır ve izin verilmeyen karakterler yüzde kodlaması kullanılarak temsil edilebilmektedir. Bir URI ayrıca bir konumlayıcı, isim veya her ikisi olarak kullanılabilir (Masinter vd., 2005).

IRI (Internationalized Resource Identifier) , URI karakter kümesinin UCS (Universal Character Set) karakter kümesine genişletilmesiyle oluşturulmuştur. Yine URI'ye benzer şekilde tanımlanmaktadır ve UCS karakter setinin desteklediği durumlarda URI'nin yerine kullanılması amaçlanmıştır. Bu nedenle her URI bir IRI'dir ve URI yerine IRI kullanılabilir. Mevcut yazılımlarla olabilecek olumsuzlukları önlemek amacıyla URI tanımını değiştirmek yerine IRI geliştirilmiştir (Dürst ve Suignard, 2005). IRI, URI'nin sınırlı karakter kümesinin dünya dillerindeki kaynak tanımlayıcıları karşılayabilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Hansen vd., 2006). Ayrıca URI kaynağı benzersiz ve tek bir biçimde tanımlayan dizedir. URL ve URN olmak üzere iki alt kümeyle sahiptir.

URL (Uniform Resource Locator) , Tekdüzen Kaynak Bulucu anlamına gelmektedir. URL belirli bir kaynağın ağ üzerindeki konumunu ifade eden URI'dir. URL'ler URI'nin başlangıç kısmını oluşturmaktadır ve dolayısıyla her URL aynı zamanda bir URI'dir (URL-2). URI'nin en çok kullanılan çeşidi olarak URL bilinmektedir. URL'de web kaynağına ulaşmak için http ve https, dosya aktarımı için ftp protokolleri kullanılmaktadır.

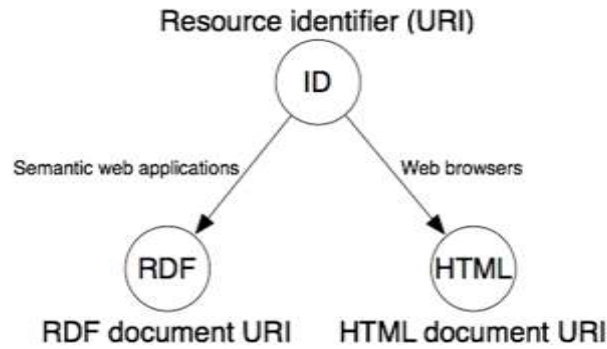
Tekdüzen Kaynak İsmi anlamına gelen URN (Uniform Resource Name) kaynağı eşsiz aynı zamanda geçici olmayan bir biçimde tanımlamaktadır. Diğer bir ifade ile konumdan bağımsız özgün bir isimdir. URN genellikle "urn:" ön eki kullanılarak yazılmaktadır (URL-3). URI, URL ve URN arasındaki ilişki URL ve URN, URI'nin alt kümesidir. Bu ifadeye ek olarak URI de IRI'nin alt kümesidir şeklinde özetlenebilir.



Şekil 2. URI, URL ve URN ilişkisi (URL-4).

Gerçek web belge ve kaynaklarının bilgisayarlar tarafından işlenebilir biçimde tanımlanması RDF ile mümkün olmaktadır. Semantik Web ise bu tanımlamaların webde yayınlanması ile oluşturulmuştur. RDF ile Semantik Web arasındaki bu bağlantı URI'lerle sağlanmaktadır (Sauermann vd., 2008). Geleneksel webde dokümanlar için URL kullanılmıştır. URL aynı zamanda bir URI olduğundan kaynaklar URI ile tanımlanmıştır.

Günümüzde web istemci ve sunucuları HTTP protokolünü kullanmaktadır (Fielding vd., 1999). İstemci ile farklı biçim ve dil tercih etmek HTTP ile mümkün olmaktadır. İsteğe uygun olarak eşleşme yapılarak istemciye içerik gönderilebilmektedir. Web belgeleri gibi gerçek nesnelere ya da soyut şeyler Semantik Web'de tanımlanmaktadır. URI tanımlandığında HTTP kullanılmalı ve insanlar tarafından HTML, makineler tarafından RDF verisi elde edilmelidir. Ayrıca URI web belgesi veya dünya nesnesinden yalnızca bir tanesini tanımlayabilmektedir (Sauermann vd., 2008). Tim Berners-Lee URI'nin kavramsal tasarımında basit, kalıcı ve sürdürülebilir olmasını kesinleştirmek için "iyi URI" kavramını ortaya atmıştır. Bunun için URI kullanılan ve kaynağı açıklayan teknolojiden bağımsız ayrıca meta verilerle kodlanmamış olmalıdır (Mezaour vd., 2014).



Şekil 3. Bir kaynağa ait URI ve tanımlayıcı dokümanı (Sauermann vd., 2008).

URI'nin kaynak ya da belgeden yalnızca birini tanımlayabilme sorununu çözmek için iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bu iki yaklaşım (Yu, 2011);

- İlk olarak 303 URI; burada kaynağın web belgesi olmadığı "303 See Other" kodu ile istemciye iletilmektedir. Sunucu, belge konumunu istemciye vererek tanımlanan şey hakkında başka bir belgeye yönlendirebilmektedir.
- İkinci olarak Hash URI kullanılmaktadır. Burada # sembolü ile URI'nin bir kısmı ayrılmaktadır. Ayrılan taraf parça kısım (fragment part) olarak



adlandırılmaktadır. URI'nin bu parça kısmını bulundurduğu durumda web belgesi tanımlanamamaktadır yani bilgi olmayan kaynak tanımlanmaktadır.

### 1.5.2. XML

Genişletilebilir İşaretleme Dili anlamına gelen XML (Extensible Markup Language), W3C tarafından 1998 yılında geliştirilmiştir. Farklı sistemler ve uygulamalar arasında veri alışverişinin tek tip yapılmasını sağlayan işaretleme dili olarak tanımlanmaktadır. XML verileri görüntülemek yerine verileri depolamak ve aktarmak için tasarlanmıştır.

XML, dil oluşturmak ve tanımlamak için bir meta dil olarak geliştirilmiştir. XML sözdizimi yazılması ve okunması basittir. XML büyük ya da küçük harfe duyarlıdır. Belgenin XML belgesi olduğunu bildiren ve XML sürümünün yazılı olduğu ilk satır her zaman yazılmaktadır. Webde bulunan verilerin anlamlarını tanımlama hedefi taşıyan XML, yeni nesil webin temelini oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle web verilerine bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir anlamlar eklenmesine imkân veren XML, anlamsal ağın temeli kabul edilmektedir (Geroimenko ve Chen, 2006).

XML tasarımının hedefleri (Bray vd., 2000).

- İnternet üzerinde doğrudan kullanılabilir olmalı,
- Çok çeşitli uygulamaları desteklemeli,
- SGML (Standard Generalized Markup Language) ile uyumlu olmalı,
- XML belgelerini işleyen programları yazmak kolay olmalı,
- İsteğe bağlı özellik sayısı minimum, idealde sıfır olmalı,
- XML belgeleri okunabilir ve açık olmalı,
- XML tasarımı hızla hazırlanmalı,
- XML tasarımı resmi ve kısa olmalı,
- Belgelerin oluşturulması kolay olmalı şeklinde tanımlanmaktadır.

XML text formatındadır ve aynı olmayan sistemler arasında veri alışverişini sağlamaktadır. Bu özelliği sayesinde içerik bilgisi ve ona ait meta verileri tutan metin dosyalarıdır. XML bir programlama dili değildir. XML okunup uygulanması kolay olan bir standarttır (Kılınç ve Kut, 2003).

XML sözdiziminde bir öge alfanümerik karakterler içerebilir. Alfanümerik karakterler Latin alfabesini ve 0'dan 9'a kadar rakamları birleştiren kümedir. Bu karakter

kümesine ek olarak kısa çizgi(-), alt çizgi(\_) ve nokta(.) karakterlerinin kullanımına izin verilmektedir. Ayrıca ögenin başlangıç ve bitiş etiketleri aynı olmalıdır. Bu bitiş etiketleri adından önce eğik çizgi(/) içermelidir ve etiketler büyük-küçük harfe duyarlıdır. Buna uygun olarak aşağıda örnek bir XML kod örneği bulunmaktadır

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<okul>
<ogrenci>
  <adi>Huriye</adi>
  <soyadi>Akcan</soyadi>
  <no>362524</no>
  <email>huriyakcan@gmail.com</email>
</ogrenci>
</okul>
```

Şekil 4. Basit XML kod örneği

XML, SGML'nin alt kümesi olarak gösterilen, daha yalın ve genişletilebilir işaretleme dilidir. SGML 1986 yılında ISO tarafından standart bir meta dil olarak adlandırılmıştır. Güçlü fakat karmaşık bir dil olması sebebiyle kullanımı azalmış ve yerine HTML geliştirilmiştir. 1989 yılında geliştirilen HTML'in genişletilebilir bir dil olmaması ve ihtiyaçları karşılayamaması nedeniyle yeni bir dil olarak XML tasarlanmıştır. SGML'nin daha basit bir biçimi ve HTML ile birlikte kullanılabilmesine olanak sağlayabilmek amacıyla oluşturulmuştur (URL-5).

XML tıpkı HTML gibi işaretleme dilidir ve geliştirilme amacı HTML'in yerini almak değil elektronik yayıncılıkta kullanılarak veri alışverişinin sağlanmasıdır (URL-6). XML veriyi tanımlamakta HTML ise veriyi görselleştirmektedir. XML'de HTML gibi etiketler (tags) bulunmaktadır. Fakat HTML'den farklı olarak önceden belirtilmiş etiketler yerine kullanıcıların kendi etiketlerini oluşturmasına imkân verilmektedir (Bikakis vd., 2013). Kullanıcıların kendi etiketlerini tanımlayabilmesi XML'in genişletilebilir olma özelliğini açıklamaktadır. Kullanılan bu etiketler sayesinde HTML'de verinin nasıl görüntüleneceği belirtilirken XML'de verinin tanımlaması yapılmaktadır (Alnaqeib vd., 2010).

### 1.5.3. RDF

RDF (Resource Description Framework), W3C tarafından meta verilerin işlenmesi için önerilmiş bir standarttır. RDF, 1999 yılında oluşturulmuştur ve Kaynak Tanımlama Çerçevesi anlamına gelmektedir. 2001 yılında Semantik Web kavramının geliştirilmesiyle RDF yalnızca web kaynaklarını değil aynı zamanda gerçek dünya nesnelere ve ilişkilerini tanımlamak için kullanılmaya başlanmıştır. RDF yaşadığı bu kapsam genişlemesi nedeniyle 2004 yılında W3C tarafından güncellenmiştir (Yu, 2011).

RDF, ana fikri webde bulunan bilgi kümelerini görüntülemek, değiştirmek ve ilişkilendirmek için yeni bir sistem belirlenmesidir. RDF özellikle web kaynaklarının ve kaynağın tarihi, konusu, yazarı gibi meta verilerinin tanımlanmasına izin vermektedir. Farklı bir ifade ile webde herhangi bir konu hakkındaki verileri ve bu veriye ait meta verileri kodlayan standart bir veri yapısı sağlamaktadır. RDF ilk olarak XML sözdiziminin tavsiye edilmesinden kısa süre sonra yayınlanmıştır (Gandon vd., 2011). XML sayesinde makineler tarafından anlaşılabilir bilgiler sağlanmakta ve sınırları bununla kısıtlanmaktadır. Fakat RDF belge içeriği ve içindeki varlıklar arası ilişkiyi açıklamakta bunun yanı sıra birlikte çalışabilirlik sağlamaktadır. Bu yönüyle de XML'in tamamlayıcısı olmaktadır (Thuraisingham, 2002). RDF, meta verilerin bilgisayar tarafından işlenebilmesi için XML özelliklerinden yararlanmaktadır. Yani RDF, XML tabanlıdır ve Semantik Web'in temeli olarak görülmektedir (Miller, 1998).

RDF, bir dil değil verileri temsil eden bir modeldir. RDF'ye ait olan bu veri modeli grafik veri modelidir. RDF'nin temel veri modeli kaynak (resource), özellik (property) ve ifadeden (statement) meydana gelmektedir. Kaynaklar webdeki şeyler, özellik ise kaynağa ait öznitelik ya da ilişkidir. İfade ise özne (subject), yüklem (predicate) ve nesne (object) yapısından oluşmaktadır (Klein, 2001). RDF üçlüsünü oluşturan özne-yüklem-nesne yapısı Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5. RDF üçlüsü

RDF’de herhangi bir ifade her biri özne, yüklem ve nesneden oluşan üçlülerden oluşmaktadır. Bu üçlü gruplara RDF çizgesi (graph) adı verilmektedir. RDF üçlülerinde özne ve nesne ile düğüm, yüklem ile iki düğüm arasındaki ilişki tasvir edilmektedir. Düğümler arasındaki ilişki yönü önemlidir ve yönü nesneyi göstermektedir. Bir düğüm tanımlanırken URI, literal ya da boş düğüm ile tanımlanmaktadır. Ayrıca literaller nesne konumunda bulunmaktadır. Literaller, sayı ya da tarih gibi basit değerlerden oluşmaktadır. RDF üçlülerinin öznesi aynı zamanda kaynağı tanımlayan URI’dir. Yüklem URI tarafından tanımlanmaktadır (Klyne, 2004).

RDF kaynakları özne, yüklem, nesne şeklinde tanımlayan bir veri modelidir. RDF verilerinin görsel yardımıyla daha kolay anlaşılabilmesi bu model ile sağlanmaktadır. RDF grafiği, RDF sözdizimi ile serileştirildikten sonra yayınlanmaktadır. RDF grafiklerinin makine tarafından okunabilir bir biçimde yazılması RDF serileştirmesi olarak tanımlanmaktadır. W3C tarafından standartlaştırılan serileştirmeler RDF/XML ve RDFa’dır. Ayrıca Turtle, N-Triples, RDF/JSON gibi serileştirme formatları bulunmaktadır (Heath ve Bizer 2011).



Şekil 6. RDF çizgesi örneği (Ngomo vd., 2014)

RDF/XML, W3C tarafından ilk RDF serileştirmesi olarak kullanılan formattır. Bu format ilgili RDF belgelerinin XML şeklinde yazılmasıdır ve RDF grafiklerinin standart temsilidir. Sözdiziminin detaylı yazılması nedeniyle okunması zordur. XML sözdiziminden kaynaklanan zorluklar nedeniyle Turtle gibi daha basit olan formatlar geliştirilmiştir (Hyvönen, 2012). Bilgisayar ya da tasarımcısı tarafından anlaşılabilirken kullanıcılar tarafından okunamamaktadır (Gandon vd., 2011). RDF serileştirilmesinde XML tabanlı formatlar küçük RDF grafikleri ile sınırlandırılmıştır. Kullanıldığı ilk zamanlarda RDF/XML’in RDF grafikleri için uygunluğunun mükemmel olduğu

düşünülürken zamanla XML tabanlı formatlar ilgilerini kaybetmişlerdir (Sakr ve Zomaya, 2019).

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:dbpp="http://dbpedia.org/property/"
  xmlns:geo="http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#">
  <rdf:Description rdf:about="http://dbpedia.org/resource/Leipzig">
    <property:hasMayor rdf:resource="http://dbpedia.org/resource/Burkhard_Jung" />
    <rdfs:label xml:lang="de">Leipzig</rdfs:label>
    <geo:lat rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float">51.3333</geo:lat>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Şekil 7. RDF/XML serilizasyonunda RDF üçlüsü (Ngomo vd., 2014)

N-Triples, RDF grafiklerinin serileştirilmesi için geliştirilmiş satır tabanlı metin formatıdır. Turtle'nin alt kümesi olarak tasarlanmıştır. Oldukça basit olmasının yanında ayrıştırılması ve oluşturulması kolay bir sözdizimdir. N-Triples'da her satır bir RDF ifadesini yansıtmaktadır (Beckett, 2014). Özne, yüklem ve nesne boşlukla ayrılabilir, her üçlü sonunda "." ya da bir satır boşlukla bitirilebilir. Ayrıca URI'ler "<" ve ">" sembolleri arasında eklenmektedir. Her RDF ifadesinde URI tekrarıdan dolayı basit ama oldukça ayrıntılıdır. Bu sebeple diğer dosya türlerinden daha fazla boyuta sahip olmaktadır (Sakr ve Zomaya, 2019).

```
<http://dbpedia.org/resource/Leipzig> <http://dbpedia.org/property/hasMayor>
  <http://dbpedia.org/resource/Burkhard_Jung> .
<http://dbpedia.org/resource/Leipzig> <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label>
  "Leipzig"@de .
<http://dbpedia.org/resource/Leipzig> <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat>
  "51.333332"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float> .
```

Şekil 8. N-Triples serilizasyonunda RDF üçlüsü (Ngomo vd., 2014)

Turtle, RDF/XML formatına alternatif olarak üretilmiştir. RDF için somut ve metin tabanlı bir sözdizimdir. Turtle, desteklediği kısaltmalar sayesinde en basit ve okunabilir sözdizimdir. Başka bir ifade ile ad alanı önekleri ve kısaltmaları desteği nedeniyle serileştirme formatları arasından RDF üçlülerini okuma ve yazma için tercih edilmektedir (Heath ve Bizer, 2011). Turtle, N-Triples ile uyumlu ancak yazımı daha kısa ve özür. Bu formatta RDF sorgu dili SPARQL ile benzer sözdizimi kullanılmaktadır (Hyvönen, 2012).

```

@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" .
@prefix dbp="http://dbpedia.org/resource/" .
@prefix dbpp="http://dbpedia.org/property/" .
@prefix geo="http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#" .

dbp:Leipzig dbpp:hasMayor dbp:Burkhard_Jung ;
rdfs:label "Leipzig"@de ;
geo:lat "51.333332"^^xsd:float .

```

Şekil 9. Turtle serilizasyonunda RDF üçlüsü (Ngomo vd., 2014).

JSON-LD, bağlantılı verilerin serileştirilmesinde kullanılan W3C standardıdır. JSON-LD basit bir sözdizimine sahiptir ve serileştirmede JSON dilinin özelliklerinden faydalanmaktadır. JSON (JavaScript Object Notation), bağlantılı verilerin serileştirilmesi için kullanılan metin tabanlı veri değişim biçimidir. Bu nedenle okuma, yazma ve ayrıştırma işlemi basittir. Ayrıca JSON verisi kolaylıkla RDF'ye dönüştürülebilmektedir (Sporny vd., 2019).

```

{
  "@context": {
    "rdfs": "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#",
    "hasMayor": { "@id": "http://dbpedia.org/property/hasMayor", "@type": "@id" },
    "Person": "http://xmlns.com/foaf/0.1/Person",
    "lat": "http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat"
  },
  "@id": "http://dbpedia.org/resource/Leipzig",
  "rdfs:label": "Leipzig",
  "hasMayor": "http://dbpedia.org/resource/Burkhard_Jung",
  "lat": { "@value": "51.3333", "@type": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float"
}

```

Şekil 10. JSON-LD serilizasyonunda RDF üçlüsü (Ngomo vd., 2014 ).

Webde bulunan veri kaynakları ve bu kaynakların diğer kaynaklar ile arasındaki ilişkiler RDF ile tanımlanmaktadır. İki kaynak arasındaki bağlantı RDF linkleri ile sağlanmaktadır. İç (internal) ve dış (external) RDF linki ismi verilen iki türü bulunmaktadır. Burada iç RDF linkleri tek bir bağlantılı veri seti içerisindeki kaynakları birleştirmektedir. Dış RDF linkleri ise bağlantılı veri için hayati önem taşımaktadır. Dış RDF linkleri ile bağlantılı veri kaynaklarına ait veri setlerini ilişkilendirerek yeni veri kaynaklarının keşfedilmesi sağlanmaktadır (Kara vd., 2019).

RDFa, RDF verilerini HTML, XHTML ve çeşitli XML dillerine gömmek için önerilmiş veri formatıdır. W3C tarafından XHTML modülü 2004 yılında, HTML ve HTML5 için uyumlu RDFa 1.1 modülü 2012 yılında, son olarak RDFa Lite versiyonu eş zamanlı oluşturulmuştur. RDF ifadelerine RDFa ile açıklama eklenirken web verileri

makine tarafından okunabilir verilere dönüştürülmesi için HTML'e gömülmektedir (URL-7). RDFa ile HTML ve yapılandırılmış meta veri açıklamaları için yazma miktarını azaltmak amaçlanmıştır. Bunun için RDFa, yapılandırılmış verilerin HTML sayfalarını makinelerin kullanabilmesi için gömülmesidir (Hyvönen, 2012). RDFa Lite, RDFa'nın daha basit alt kümesidir ve yalnızca beş özellik bulundurmaktadır. Bunlar vocab, typeOf, property (özellik), resource (kaynak) ve prefix (önek)'tir. Vocab ile RDFa'da öge etiketlerinin temeli olan kelimeler tanımlanır. TypeOf ile seçili sözcük dağılımına göre belirli içerikler atanmaktadır. Property ile öğelere özellikler verilmektedir. Resource ile tanımlayıcı terimler farklı öğelere atanmaktadır. Prefix ile etiketlemede sözcük dağılımının yetersiz kaldığı durumlarda birden fazla kelime belirlenebilmektedir (URL-7).

#### **1.5.4. RDFS**

RDFS ya da RDF Schema, W3C tarafından geliştirilmiştir. İlk olarak 2004 yılında RDFS 1.0 sürümü ile ortaya çıkmış daha sonra 2014 yılında RDFS 1.1 olarak güncellenmiştir. RDF'nin anlamsal genişlemesi olarak tanımlanmaktadır. RDF, bazı türler için temel gösterim olarak tasarlanmıştır. RDF grafiklerinde kullanılan IRI kelime hazinesinin anlamlandırılabilir yapısı ile RDF'ler genişletilebilmektedir (Brickley vd., 2014). RDFS, RDF üçlüleri ve grafikleri ile tanımlanmıştır. Bu nedenle RDF sorgu dili SPARQL ile veri ve şemalar sorgulanabilmektedir (Gandon vd., 2011).

RDF'de kaynak hakkındaki açıklamalar URI ile mümkün olmakta ama anlamlandırma sağlanamamaktadır. RDF bilgisinin anlamı ortak kullanılacak kelime dağılımının geliştirilmesi ile sağlanmaktadır. Bu noktada RDFS kelime tanımlamak yerine kendinize ait sözcük dağılımınızı geliştirebileceğiniz bir dil sunmaktadır (Hebel vd., 2011). RDFS, RDF' de bulunan basit ontolojileri tanımlamak için kullanılmaktadır. RDFS sözcük dağılımı sınıf ve özellik tipi tanımlarından meydana gelmektedir (Heath ve Bizer, 2011). Şekil 11'de kaynak (horse), sınıfın (animal) alt sınıfı olarak tanımlanmaktadır.



```

<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xml:base="http://www.animals.fake/animals#"

<rdf:Description rdf:ID="animal">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description rdf:ID="horse">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#animal"/>
</rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

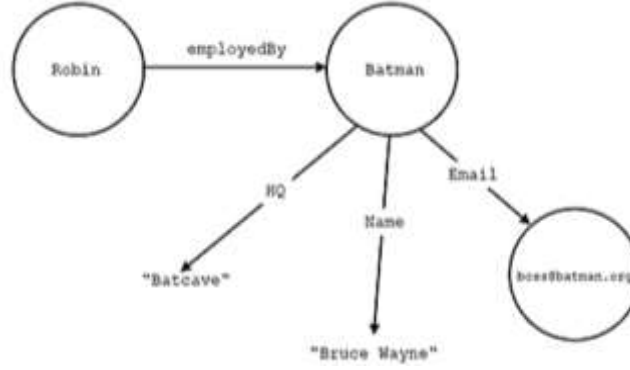
Şekil 11. RDFS örneği (URL-8).

RDFS temelde rdfs: Resource, rdf:Property ve rdfs:Class ana sınıflarından oluşmaktadır. Kaynaklar rdfs:Resource sınıfına ait örnekleri oluşturmaktadır. Burada kaynak RDF ile tanımlanmış her şeyi belirtmektedir. Yani RDF ifadeleri ile tanımlı her şey rdfs:Resource sınıfına ait örnekler olmaktadır. rdf:Resource sınıfına ait örnekleri tanımlamak için kullanılan özelliklerin sınıfı rdf:Property sınıfıdır. Kavram tanımlaması için rdfs:Class sınıfı kullanılmaktadır. Özelliklerin aralık ve etki alanı kısıtları rdfs:domain ve rdfs:range ile sağlanmaktadır (Broekstra vd., 2001). rdfs:label kaynağa isim sağlamak için kullanılmaktadır. Kaynak hakkında ek bilgi sağlamak rdfs:comment ile mümkün olmaktadır. Ayrıca rdfs:seeAlso kaynak ve kaynakla ilgili bilgileri artırabilecek kaynakları birleştirmek için kullanılabilir. Bilgiyi zenginleştirmek için kullanılan kaynak şema ya da tanım gibi herhangi bir şey olabilmektedir ve bununla ilgili kısıt bulunmamaktadır. rdfs:isDefinedBy, rdfs:seeAlso'nın alt özelliğidir ve kaynağı tanımlamak için kullanılan RDF şemasını göstermek için kullanılmaktadır (Brickley vd., 2014).

### 1.5.5. RDF Graph

RDF ile kaynaklar hakkında açıklamalar yapılabilen veri modeli sağlamaktadır. Burada kaynak tanımı üçlüler ile belirtilmektedir. Özne, nesne ve yüklemden oluşan üçlüler RDF ifadelerini temsil etmektedir. Bir ya da birden fazla RDF ifadesi ile RDF graph (çizge) oluşturulmaktadır. Bu nedenle RDF çizge, düğümler (node) ve çizgiler (arc) ile temsil edilen ifadelerden meydana gelmektedir (Sayers ve Karp, 2004)





Şekil 12. RDF çizgesi örneği (Fiorelli, 2017).

```

<rdf:RDF
  xml:base = "http://www.Batman.org"
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:mySchema = "http://www.Batman.org/mySchema/">
  <rdf:Description rdf:about = "http://www.Batman.org#Robin/">
    <mySchema:employedBy rdf:resource = "#Batman"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:ID = "Batman">
    <mySchema:HQ>Batcave</mySchema:HQ>
    <mySchema:Name>Bruce Wayne</mySchema:Name>
    <mySchema:Email rdf:resource = "mailto:boss@batman.org" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
  
```

Şekil 13. RDF çizgesine ait RDF/XML serilizasyonu (Fiorelli, 2017).

RDF çizgesi bir dizi RDF üçlüsü olarak ifade edilmektedir. Bu sebeple RDF veri kümeleri RDF çizgesidir (Hayes, 2004).

### 1.5.6. Ontoloji

Semantik Web ayrı bir web değil, bilgilere iyi tanımlanmış anlamlar kazandırılması, bilgisayarlar ve insanların beraber çalışmasını sağlayan uzantısıdır (Berners-Lee vd., 2001). Geleneksel web HTML dilinde yazılmış belgelerden oluşmaktadır. Bu belgeler yalnızca insanlar tarafından okunup anlaşılakta, bilgisayar ise yalnızca bu belgeleri görüntüleme aracı olarak kullanılmaktadır (Cardoso, 2007). Geleneksel webde bulunan bilgilerin yalnızca görüntülenmesi ile değil aynı zamanda makine tarafından okunabilir anlamlar kazandırılması ile Semantik Web oluşturulmaktadır. Burada XML ve RDF

bilgilerin tanımlanmasında kullanılırken terimler ve ilişkileri ontolojiler kullanılarak tanımlanmaktadır (Giri, 2011).

Ontolojiler Semantik Web'de bulunan farklı veri kaynakları arasındaki bilgi alışverişinde kullanılmaktadır. Bu nedenle webin farklı isimler ve yollara sahip olan bir verisi için heterojenlik sorununa çözüm yolu olarak düşünülmektedir (Xue vd., 2015). Belirli bir alan hakkında ortak bir fikir sağlamaktadır. Ontolojiler anlamlı üst düzey bilgilerin oluşturulması için kabul edilmiş kelime hazineleri olarak bilinmektedir (Cardoso, 2007).

Ontolojiler ile kavramlar, kavramlara ait özellikler ve kavramlar ile özelliklerin arasındaki ilişkiler tanımlamaktadır. Web kaynaklarının anlamsallığı makinelerce anlaşılabilir bir şekilde ve somut olarak belirlenebilmektedir. Geleneksel webde belgeler yalnızca insanlar için anlam ifade ederken ontoloji ile kaynakların içerikleri makineler tarafından anlaşılabilir ve yorumlanabilir şekilde kavramsallaştırılmaktadır (Jacob, 2003). Ayrıca ontolojiler insanlar ve bilgisayarlar arasındaki bağlantı miktarını arttırmak için kullanılabilir (Cardoso, 2007).

Ontolojiler, meta veri şemaları olarak kullanılmaktadır ve buna ek olarak tanımlı kelime hazineleri sağlamaktadır (Maedche ve Staab, 2001). Terimlerin anlamlandırılmasında ontoloji ile birlikte açıklanması gereken bir diğer konu taksonomilerdir. Taksonomiler ile obje sınıfları ve aralarındaki ilişkiler tanımlanmaktadır. Taksonomi, en basit ontoloji olarak adlandırılmaktadır (Berners-Lee vd., 2001). Ontolojiler ile taksonomilere göre terimler arası daha fazla ilişki tanımlanabilmektedir. Ontolojilerin sınıf, özellikler ve ilişkiler arasında ayrıntılı farklar ortaya koymasının nedeni olarak mantık tabanlı dillerde açıklanması gösterilmektedir (Cardoso, 2007).

Ontolojilerin kullanım amacı; bireylerin arasındaki iletişimi desteklemek, sistemler arası iletişim sağlamak, sistemlerin kalitesini artırmak şeklinde sınıflandırılabilir (Jasper ve Uschold, 1999). Ontolojiler genel olarak; sınıflar (classes), özellikler (attributes), ilişkiler (relations), kurallar (rules), olaylar (events) ve kısıtlamalar (restrictions) bileşenlerini bulundurmaktadır (Giri, 2011).

Ontolojiler geçmişten günümüze kadar literatürde farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma şekilleri içeriklerine göre farklılık göstermektedir. Ontolojilere ait sınıflandırma yöntemlerinden bazıları şu şekildedir:

- Van Heijst vd. (1997) çalışmalarında; terminolojik ontoloji, bilgi ontolojisi ve bilgi modelleme ontolojisi olarak sınıflandırma yapmıştır.

- Guarino (1997) tarafından yapılan çalışmada ontolojiler; üst düzey ontoloji, alan ontolojisi, görev ontolojisi ve uygulama ontolojisi olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır.
- Corcho vd. (2003) çalışmalarında ontolojiler (lightweight) basit ontoloji ve (heavyweight) kompleks ontoloji olmak üzere iki gruba ayırmıştır.
- Fensel (2004)'e göre ontolojiler; alan ontolojisi, üst veri ontolojisi, genel ontolojiler ve temsili ontolojiler, yöntem ve özel görev ontolojileri olarak gruplandırılmıştır.
- Klien ve Probst (2005) çalışmasında üst düzey ontoloji, veri temsil ontolojisi ve konumsal ontoloji, son olarak uygulama ontolojisi olmak üzere sınıflandırma yapılmıştır.
- Dolbear vd. (2005) ontoloji sınıflandırması alan ontolojisi, görev ontolojisi, uygulama ontolojisi ve veri ontolojisi şeklinde oluşturulmuştur.

Ontolojiler ve veri tabanları bilgisayar sistemleri içerisinde bilgiyi temsil için kullanılan iki temel veri modelidir. Ontolojiler ve veri tabanları birbirine benzer özellikler taşımaktadır. Bu iki model arasında uygun eşleşme sağlandığında aralarında iletişim kurulabilmektedir. Ontolojiler veri tabanlarına göre bilgilere daha fazla anlam kazandırılması için tasarlanmıştır (Martinez-Cruz vd., 2012). Veri tabanı veri saklamaya yönelik tasarlanmışken ontolojiler iletişim yani insan ve bilgisayar arasındaki bağ olarak tasarlanmıştır. Ontoloji ve veri tabanının kısıtlamalara sahip olması her ikisi içinde ortak özellik olarak bilinmektedir. Ayrıca bir ontoloji kullanımda mevcut ontolojiler varsa onları yeniden kullanırken veri tabanı baştan oluşturulmaktadır (Sir vd., 2015).

Ontolojinin geliştirilmesi sürecinde tanımlı metotlar kullanılmaktadır. Başka bir deyişle ontolojiler daha önceden kabul görmüş metodolojiler kullanılarak oluşturulmaktadır. Noy ve McGuinness'a (2001) göre ontoloji geliştirme metodolojisi; ontolojiye ait alan ve kapsamının belirlenmesi, mevcut ontolojilerin yeniden kullanılabilmesinin sorgulanması, ontolojide önemli olan terimlerin belirtilmesi, sınıflar ve sınıflar arası hiyerarşinin belirlenmesi, sınıflara ait özelliklerin tanımlanması, özellik yönlerinin tanımlanması ve sınıflara ait örneklerin oluşturulması işlem adımlarından oluşmaktadır. Ontolojilerin yeniden kullanılabilir olarak geliştirilmesi ile farklı ontolojilerin tarafından kullanılabilir olması sağlanmaktadır (Fisseha, 2003). Tamamı ile yeni bir ontolojinin geliştirilmesi oldukça pahalı bir işlemdir. Bu nedenle ontoloji geliştirilme sürecinde mümkünse mevcut ontolojiler kullanılarak yeni bir ontoloji

oluşturulmaktadır. Mevcut ontolojinin kullanılması ile sıfırdan oluşturulacak ontolojiye göre emek tasarrufu sağlanmakta ayrıca ontolojinin kalitesi arttırılmaktadır (Lonsdale vd., 2010).

### **1.5.7. Ontoloji Dilleri**

Semantik Web’de nesnelerin tanımlanabilmesi için ontoloji dilleri kullanılmaktadır. Ontoloji dilleri ile Semantik Web verilerinin anlamsal şekilde belirlenebilmesi için gerekli olan sözcük dağarcıkları oluşturulmaktadır. Ontolojilerin temsilinde kullanılan bu diller sayesinde ontolojiler yazılımlar aracılığı ile anlaşılabilir. Ayrıca yeni ontolojiler üretilebilmektedir (Ding vd., 2007). Ontolojileri tanımlamakta kullanılan bu dillerden bazıları RDF, RDFS, SKOS, DAML+OIL ve OWL’dir.

#### **1.5.7.1. RDF/RDFS**

RDF, web üzerinde bulunan kaynakların tanımlanması için W3C tarafından geliştirilmiş bir standarttır. Bu veri modeli XML dilinde yazılmıştır. Verilerin anlam kazanması standart olarak gösterilmesi için model ve sözdizimi sağlamak tasarım hedeflerindedir (Kalibatiene ve Vasilecas, 2011). RDFS ise RDF sözdizimi kullanılarak sınıf ve özellik arasındaki ilişkileri tanımlayan yöntemi sağlamaktadır. Burada sınıf ve özellik ilişkisi RDFS ile oluşturulmaktadır. RDFS sınırlı bir ontoloji dilidir ve bu nedenle ontoloji tanımlanmasında daha gelişmiş olan DAML+OIL ve OWL gibi ontoloji dilleri kullanılmaktadır (Pan ve Horrocks, 2003).

#### **1.5.7.2. SKOS**

SKOS bir veri paylaşım standardıdır. W3C tarafından geliştirilen bu standart ile aynı olmayan bilgi ve uygulama alanları arasında bağlantı kurulmaktadır. SKOS; taksonomiler, sözlükler, sınıflandırma şemaları için kullanılan ortak veri modelidir. SKOS, bir RDF uygulaması ya da RDF kelime hazinesi olarak ifade edilmektedir. RDF söz dizimi ile üretilebilmektedir. SKOS, RDF temelli olduğundan temsil edilenler makineler tarafından

okunabilmekte ve webde yayınlanabilmektedir. SKOS veri modeli temsili RDF üçlülere ile sağlanmaktadır (URL-9).

### **1.5.7.3. DAML+OIL**

DAML, ABD hükümeti desteğinde 2000 yılında geliştirilmiştir. OIL ontoloji dili ise OntoKnowledge projesi kapsamında tasarlanmıştır (Gómez-Pérez ve Corcho, 2002). Daha sonra ABD ve Avrupa Birliği destekleriyle DAML ontoloji dili ve OIL dili öğeleri ile birleştirilerek DAML+OIL dili ilk sürümü 2000 yılında yayınlanmıştır. Bu dil RDF ve RDFS'yi temel olarak almasının yanı sıra bu Semantik Web dillerine özellik ve sınıfların eklenmesiyle oluşturulmuştur. DAML+OIL dilini RDFS dilinin üzerine kurulmuştur ve makinelerin okuyabildiği tanımlamaları RDFS ile sağlanmaktadır (Connolly vd., 2001)

### **1.5.7.4. OWL**

OWL (Web Ontology Language) standart bir ontoloji dili olarak W3C tarafından 2004 yılında önerilmiştir. Bu ontoloji dili DAML+OIL dilinden türetilmiş ve bu dilin devamı olarak ortaya çıkarılmıştır (McGuinness ve Van Harmelen, 2004). Tasarımı XML ve RDF gibi diğer W3C standartlarıyla çalışabilecek şekilde hazırlanmıştır. OWL, RDF üzerine kurulmuştur. OWL ontolojisinde RDF sözdizimi kullanıldığından hem RDF hem de XML belgesi niteliği taşıyabilmektedir (Heflin, 2007). Ayrıca OWL temelde RDF/XML sözdizimi formatını temel almaktadır. Bu dil XML, RDF ve RDFS 'ye göre daha fazla anlam gücü sağlamaktadır.

OWL dili; OWL Lite, OWL DL ve OWL Full olmak üzere üç alt dilden oluşmaktadır (McGuinness ve Van Harmelen, 2004). OWL dili daha gelişmiş ve geniş kapsamlı olarak OWL 2 versiyonu ile güncellenmiştir. Bu yeni versiyonunda OWL 2 EL, OWL 2 QL ve OWL 2 RL alt dilleri tanımlanmıştır (URL-10).

İlk olarak OWL Lite, en basit söz dizimine sahip OWL alt dilini oluşturmaktadır (Horridge vd., 2004). Tasarımı kullanıcıların basit modelleme gereksinimini karşılamak üzere oluşturulmuştur (Heflin, 2007). Bu nedenle basit sınıf hiyerarşisi ve basit kısıtlamalara gereksinim duyulduğunda kullanılmaktadır (Horridge vd., 2004). İkinci olarak OWL DL, hesaplama bütünlüğü ve karar verebilirliği korurken anlamsallığı en üst

seviyede isteyen kullanıcılar için tasarlanmıştır. OWL DL ile tüm dil yapıları kullanımlarına sınırlama getirilerek içeriğinde bulundurulmaktadır. OWL Full dilinin alt dili olarak bilinmektedir (McGuinness ve Van Harmelen, 2004). Son olarak OWL Full alt dilinde OWL DL ile getirilmiş kısıtlamalar ortadan kaldırılmıştır. Bu alt dilde RDF sözdiziminde kısıt olmadan ifadeler kullanılmaktadır. Bu nedenle RDF ile tam uyum sağlanmakta ve OWL Full diline ait belge yapısı RDF belge yapısı ile eş tutulmaktadır (Maier vd., 2009). Tüm OWL Lite belgeleri aynı zamanda OWL DL belgeleri ve tüm OWL DL belgeleri de OWL Full belgeleri olduğu bilinmektedir. Bu diller arasında yapılacak olan seçim kullanıcının ihtiyacına göre belirlenmektedir. OWL Lite ve OWL DL arasındaki seçim ihtiyaç duyulan yapının ifade gücünün daha fazla olmasına bağlı olarak yapılmaktadır. OWL DL ve OWL Full arasındaki seçim ise kullanıcıların RDF şemasının imkânlarını kullanma isteğine bağlı olarak yapılmaktadır (McGuinness ve Van Harmelen, 2004).

OWL dilinin revize edilerek OWL 2 güncellenen sürümünün tasarımının ardından OWL dilinden artık OWL 1 dili olarak bahsedilmiştir. OWL 2 dili de OWL 1 gibi ontoloji geliştirmek ve bunları web üzerinde yayınlamak amacıyla tasarlanmıştır. OWL 2 dilinde, OWL 1 diline ait olan tasarım özellikleri ve dil kuralları korunmaktadır. Buna ek olarak OWL 1 diline kıyasla daha fazla ifade gücü, geliştirilmiş ek açıklama özelliği, daha fazla veri tipini destekleme gibi ilave özellikler eklenerek daha gelişmiş bir dil ortaya çıkarılmıştır (URL-11). OWL 2 EL alt dili fazla sayıda kavram ve ilişkinin var olduğu alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca OWL 2 QL ve OWL 2 RL dillerine kıyasla daha fazla sınıf ifadesine sahip olarak tasarlanmıştır. OWL 2 QL, veri miktarının fazla olduğu ve sorgu yanıtlanmanın asıl görev olduğu durumlarda kullanılmaktadır. OWL 2 RL ise ifade etme gücünden vazgeçmeyerek mantıklı düşünme gerektiren uygulamalara yönelik olarak tasarlanmıştır (URL-12). Ontoloji dillerinin karşılaştırılması Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. RDF, RDFS ve OWL dillerinin karşılaştırılması (Ehimwenma vd., 2020)

RDF	RDFS	OWL	OWL 2
<p>Belirli bir alandan bağımsızdır.</p> <p>Kaynakları üçlüler biçiminde belirtir ve özne nesne arasındaki ilişkiyi kurar.</p>	<p>Belirli alanı tanımlamak için mekanizma sağlar.</p> <p>Sınıf ve özellik ilişkisini ifade eder.</p> <p>Sınıflandırmada sınıf ve alt sınıfları ifade eder, özellik ve alt özellik, alan (domain) ve aralık (range) kısıtlamasını destekler.</p> <p>RDFS kullanımının ötesinde mantıksal kombinasyon sağlar.</p>	<p>OIL, DAML-OIL gibi birkaç mevcut ontoloji ile uyumludur.</p> <p>RDF kaynak belirtme, RDF sınıfı ve özelliği belirtme yeteneğini genişletir.</p> <p>Sınıflandırma hiyerarşisinde sınıf ve alt sınıfları ifade eder. Sınıflar diğer sınıfların mantıksal kombinasyonları (kesişim, birleşim, eksiklik) ya da belirli nesnelerin listesi olabilir.</p> <p>Özellikleri geçişli, simetrik, işlevsel veya ters olarak ifade ederek RDFS'yi genişletir.</p> <p>Ayrıklığı, eşdeğerliliği, nesnenin bireyselliğini, nicelleştirme ve değer kısıtlamasını ifade eder.</p> <p>Veri tiplerini listelemek için XML şemasına (xsd) dayanır.</p> <p>SHOIN(D) ve NExpTime-complete temellidir.</p>	<p>OWL ile uyumludur. Veri tipi tutmayı iyileştirir ve genişletir.</p> <p>Nitelikli kardinalite kısıtlamalarına sahip ek özellik ve adresler sağlar.</p> <p>Basitleştirilmiş veri modelleme ve genişletilmiş açıklama sağlar.</p> <p>Temel değişim sözdizimi RDF/XML'dir. OWL gibi OWL2'de Turtle, XML, RDF çizge, Manchester gibi diğer sözdizimlerine sahiptir.</p> <p>İfade için değiş tokuşlu OWL2 EL, OWL2 QL, OWL2 RL profillerine sahiptir.</p> <p>STROIQ(D) ve 2NExpTime-complete temellidir.</p>

### 1.5.8. SPARQL – GeoSPARQL

SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language), RDF veri modelinin sorgulanabilmesi amacıyla kullanılan sorgu dili ve veri kaynaklarına erişim protokolü olarak tanımlanmaktadır. SPARQL, 2008 yılında W3C tarafından standart olarak kabul edilmiştir. 2013 yılında ise SPARQL 1.1 olarak güncellenmiştir (URL-13).

Semantik Web verilerinin bağlantılı hale getirilebilmesi ve yayınlanabilmesi amacıyla RDF veri modeli standart olarak kullanılmaktadır. Semantik Web'de RDF veri modeli ile yayınlanmış bu verilerin sorgulanması ve üzerinde değişiklikler yapılabilmesi

için bu modele özgü bir sorgu diline ihtiyaç duyulmuştur (URL-14). Bu amaçla Semantik Web için SPARQL sorgu dili W3C tarafından önerilmiştir. SPARQL standardı Semantik Web ile tamamen uyumlu olarak çalışmaktadır. Bu nedenle SPARQL’de verilerin RDF grafikleri olarak ve kaynakların IRI’ler aracılığıyla temsil edildiği varsayılmaktadır. SPARQL yapısal anlamda ya da söz dizimsel olarak SQL diline benzetilmektedir (Valle ve Ceri., 2011). SQL dili ile ilişkisel veri tabanları sorgulanmaktadır. SPARQL ile RDF verileri, LOD (Linked Open Data) dosyaları ve grafik veri tabanları için sorgulama yapılabilmektedir. Ayrıca aynı anda birden fazla veri kaynağı SPARQL ile sorgulanabilmektedir (Sikos, 2015).

SPARQL dilinin SELECT, CONSTRUCT, ASK ve DESCRIBE olmak üzere dört sorgu formu bulunmaktadır.

SELECT, belirtilen bu formlar içerisinde en fazla kullanılan sorgu biçimi olarak bilinmektedir. Bu sorgu ile kaynaklar içerisinde sonuç çıktısı olarak alınmak istenen değerler tanımlanabilmektedir.

CONSTRUCT, veri kaynağından üçlüler değişime uğramadan alınabilmekte ve bu verilerle yeni üçlüler oluşturulabilmektedir (DuCharme, 2013). Bu sorgu ile döndürülmüş olan grafikler diğer grafikler ile birleştirilebilmekte veya RDF depolarına eklenebilmektedir. Bu sayede RDF verileri kopyalama ve dönüşümüne imkân verilmektedir.

ASK, sorgulanan bir grafiğin veri kümesi üzerinde var olup olmadığının sorgulanması amacıyla kullanılmaktadır. Yapılan sorguya “true” ya da “false” olarak geri yanıt verilecektir. Bu sorgu ile SELECT ve CONSTRUCT sorgularına gerek duyulmadan uç noktalara ait sorgulamalar yapılabilmektedir (Hebeler vd., 2011).

DESCRIBE sorgusu ile kaynağı tanımlayan ayrıntıların cevapta tek bir RDF grafiği olarak istendiği durumlarda kullanılmaktadır (Sakr vd., 2018). Sorgu ile kaynağı tanımlamakta kullanılan üçlüler istenilmektedir. Sorguya yanıt olarak hangi üçlülerin geri döneceğinin kararı sorgu işlemcisine ait olduğundan kararsızlıklar oluşmaktadır. Bu nedenle çok yaygın olarak kullanılmamaktadır (DuCharme, 2013).

SPARQL sorgu dilinin ilk versiyonunda sorgu sonuçları için XML biçimi desteklenmiştir (URL-13). SPARQL 1.1 versiyonu ile sorgu çıktıları JSON, CSV ve TSV formatlarında alınabilmektedir. Ayrıca SPARQL 1.0 sürümünde kullanılan dört temel sorgu formatından farklı olarak SPARQL 1.1 versiyonunda grafik güncelleme ve yönetim işlemleri eklenmiştir (URL-15). SPARQL 1.0 sürümünde ortalama, minimum ve



maksimum değerin bulunması gibi bazı matematiksel işlemler desteklenmemektedir. Fakat SPARQL 1.1 sürümü ile matematiksel sorgulamalara imkân verilmiştir. SUM fonksiyonu ile grup içindeki değerlerin toplanması, MIN/MAX ile en küçük ve en büyük sayısal değerin bulunması, SAMPLE fonksiyonu ile sorgu sonucunda elde edilen küme verilerinden rastgele bir değerin ulaştırılması ve AVG ile gruba ait ortalama değerin hesaplanması gibi bazı işlemler SPARQL 1.1 versiyonu ile desteklenmiştir (URL-16). SPARQL sorgularının doğrudan çalıştırılabilmesi için bazı veri kümelerine ait veriler SPARQL Endpoint olarak yayınlamaktadır. Buradan sorgulamalar direkt olarak yapılabilmektedir. Semantik Web'in tüm kaynaklarını sorgulayabilecek yetenekte SPARQL Endpoint bulunmamaktadır. Fakat bazı uç noktalar oldukça büyük veri kapasitesine sahip veri kümelerini sorgulayabilmektedir. Bunlardan bazıları Datahub, DBpedia, Geonames, Sindice ve URIBurner olarak örneklendirilebilir (Sikos, 2015). Şekil 14'te etrafı karalar ile çevrili ve nüfusu 15 milyondan fazla olan ülkeler için DBpedia sorgusu örneği görülmektedir.

```

SELECT ?country_name ?population
WHERE {
  ?country a type:LandlockedCountries ;
    rdfs:label ?country_name ;
    prop:populationEstimate ?population.

  FILTER(langMatches(lang(?country_name), "en"))
  FILTER (?population > 15000000) .
}
ORDER BY DESC (?population)

```

Şekil 14. SPARQL örnek sorgusu (DeWeese ve Segal, 2014).

Semantik Web'de bulunan konumsal verilerin sunulması ve sorgulanması GeoSPARQL ile sağlanmaktadır. GeoSPARQL, OGC (Open Geospatial Consortium) tarafından 2011 yılında geliştirilmiştir. GeoSPARQL, RDF veri modeli ile konumsal verilerin temsil edilebilmesi için ontolojiler tanımlamaktadır. Konumsal verilerin RDF veri modeli ile açıklanmasına izin veren GeoSPARQL tarafından bu verilerin sorgulama ve filtreleme seçenekleri karşılanmaktadır. Ayrıca bu verilerin işlenmesi için SPARQL dilinin eklentisini tanımlamaktadır (Perry ve Herring, 2012). Bu standart konumsal verilere ulaşılabilmesi için SPARQL sorgularının geliştirilmesi ile oluşturulmuştur (Albiston vd., 2018).

GeoSPARQL nitel ve nicel hesaplamalar kullanan sistemleri içerecek biçimde tasarlanmıştır. Nicel sistemler ile özelliklere ait geometrilerle topolojik ilişkiler hesaplanabilirken nitel sistemler geometrinin bilinmediği özellikler için topolojik çıkarımlar yapılmaktadır. Ayrıca nicel uygulamalara ait sonuçlar nitel uygulamalar tarafından kullanılmasına GeoSPARQL tarafından imkân verilmektedir (Perry ve Herring, 2012).

GeoSPARQL üç ana bileşenden oluşturulmuştur. Bu bileşenler; geometri ve ilişkileri tanımlamak için kelime dağarcığı, etki alanına özgü konumsal fonksiyonlar ve sorgu dönüşüm ilkeleri olarak sıralanmaktadır. Konumsal verilerin oluşturulması ve sorgulanmasının temeli geometri ve özellikleri temsil etme ontolojisinden oluşturulmuştur. Bu ontoloji `geo:SpatialObject` sınıfı aynı zamanda `geo:Feature` ve `geo:Geometry` alt sınıflarını içermektedir. Ayrıca geometri ve özellikler arasındaki bağlantılar `geo:hasGeometry` özelliği ile tanımlanmaktadır. GeoSPARQL ile geometri değişmezleri ve ilişki türleri için WKT ve GML kullanılmaktadır. GeoSPARQL topolojik ilişkilerin istenmesi için standart sağlamaktadır. GeoSPARQL, konumsal verilerin birbiri ile bağlantılar oluşturması ve aralarındaki ilişkilerden daha fazla anlamlar ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır (Battle ve Kolas, 2011).

## 1.6. Bağlantılı Veri

Bağlantılı veri düşüncesi 2006 yılında Tim Berners-Lee tarafından önerilmiştir. Semantik Web standartlarında olduğu gibi bu fikirde yine W3C tarafından desteklenmiştir. Bağlantılı veriler; web üzerinde anlamı açık bir şekilde tanımlanmış, yalnızca insanlar tarafından değil makineler tarafından da okunabilen, başka veri kümelerine bağlanabilen ve diğer veri kümelerinin kendisine bağlanılmasına imkân verebilecek şekilde yayınlanmış veriler olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle verilerin webde yayınlanması ve bağlantılı hale getirilebilmesi için en iyi yöntemler grubu olarak tanımlanmaktadır. Bağlantılı verilerin yayınlanması ve aralarında bağlantı kurulması aşamalarında Semantik Web teknolojileri ve standartları kullanılmaktadır (Yu, 2011).

Web farklı formatlarda yayınlanmış olan verilerden oluşturulmuştur. Bu veriler PDF, TIFF, CSV, Excel ya da farklı düz metin biçimlerinde yayınlanmıştır. Tüm bu veri biçimlerinin ortak noktası insanlar tarafından kullanılabilir olmaları ve bilgisayarlar tarafından kullanılmak istenmesi durumunda yine insanlar tarafından fazla işleme ihtiyaç

duyulmasıdır. Bu nedenle uygulamaların bu verilere erişimleri ya da kullanması zor işlemler olarak nitelendirilmektedir (Wood vd., 2014). Webde yapılandırılmamış olan metin belgeleri HTML sayfaları şeklinde yayınlanmaktadır. Aynı zamanda bu web sayfaları üzerinde anahtar kelimeye dayalı arama motorları kullanılarak sorgulama yapılmaktadır. Kısacası web arama ve sorgulama işlemleri için bir altlık olarak kullanılmaktadır. Burada belgeler ağında olduğu gibi verilerin bulunduğu dosyalara bağlantılar kurmak yerine direkt olarak verilere bağlantı verilebilmektedir. Bağlantılı veri ile webe koyulabilen yapılandırılmış veriler anahtar kelime aramasına göre daha yüksek anlama sahip sorgulamalara izin verilmektedir. Bağlantılı veri ile yapılandırılmış verilerin kısıtlamaları kaldırılarak herkesin kullanımına izin verilmektedir. Böylelikle farklı kaynaklara ait olan veriler kolaylıkla paylaşım, sorgulama veya birleşme ihtiyacını karşılayabilmektedir (Ngomo vd., 2014).

Bağlantılı veri ilkeleri olarak bilinen dört temel ilke ile web üzerinde verilerin Semantik Web teknolojileri kullanılarak yayınlanabilmesi ve birbirleri ile bağlantılı hale getirilebilmesi için gerekli koşullar açıklanmaktadır. Verilerin evrensel bir kümenin parçası olabilmesi için gerekli olan kurallar;

- URI'ler “Şey”leri adlandırmak için kullanılır,
- İnsanların bu adları arayabilmesi için http URI'leri kullanılır,
- Bir URI arandığında, RDF ve SPARQL gibi standartları kullanılarak yararlı bilgiler sağlanır,
- Daha çok şey keşfedilebilmesi için diğer URI'lere bağlantılar eklenmelidir (Berners-Lee, 2006).

Bağlantılı veri ilkelerinin ilk kuralında verilerimizdeki şeyler için URI'lerin ad olarak kullanımı belirtilmektedir. Webde bulunan belgelere ek olarak soyut kavramların ve dünya nesnelere URI referanslarının kullanılarak tanımlanmaktadır. Örneğin; insanlar, yapılar gibi gerçek nesnelere veya herhangi soyut kavram URI referansları ile belirtilmektedir. Semantik Web'de adı olan her şey URI tanımlayıcıları kullanılarak tanımlanmaktadır (Sikos, 2015). Bağlantılı veri ilkelerinin ikinci kuralında, HTTP protokolü URI'lerle tanımlı nesnelere erişmek için kullanılmaktadır. Diğer bir ifadeyle HTTP URI'leri, HTTP protokolü üzerinden tanımlı nesneye ait dokümanlara erişim sağlamak için kullanılır (Heath ve Bizer, 2011). Üçüncü kural ise bir URI aranması durumunda anlamsal ağ standartları kullanılarak bilgilere erişim belirtilmektedir. Burada yayınlanan veriler ile ilgili meta verilere istemciler tarafından erişim sağlandıktan sonra

veriler için değerlendirme yapılabilmekte ya da seçim yapılabilmektedir. Yayınlanan yapılandırılmış veriler için tek bir veri modeli kullanılmalıdır. Son kural ise bağlantılar ile gerçek bir veri ağının oluşumu sağlanmaktadır. Burada bağlı veriler arasındaki ilişkiler takip edilerek ağ keşfedilmektedir. Kullanıcılar bilgi bulabilmek için kurulan RDF bağlantıları takip ederek veri ağında gezinebilmektedir (Sikos, 2015).

Bağlantılı veri ilkelerine uygun şekilde yayınlanmış olan veriler bağlantılı veri olarak nitelendirilmektedir ve bu veriler başkaları tarafından kullanılabilir. Bağlantılı verilerin kullanımı için en iyi sebep verilerin kolayca keşfedilebilir ve diğer veriler ile kolaylıkla birleştirilebilir olmasından kaynaklanmaktadır. Geleneksel webde verilerin bulunması, dönüştürülmesi ve birleştirilmesi için programlar gerekiyken bağlantılı veri ile bu gereksinim ve zorluk ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca bağlantılı verilerin kendi kendisine doküman sağlaması yani belgelemesi başka bir iyi özelliği olarak bilinmektedir. Yani verilerin kendisini tanımlayabilir olması sayesinde veri web üzerinde çözümlenerek taşıdığı anlam kolayca anlaşılabilir. Bağlantılı verilerin web platformu üzerine kurulu olmasından dolayı webe ait olumlu ve olumsuz özellikler bağlantılı verilerde de görülmektedir. Örneğin, yayınlanmış olan veri düşük bir kaliteye sahip ise bağlantılı veri olarak yayınlandığında aynı kalite değerine sahip olmakta ve bağlantılı veri olarak yayınlanması onun kalitesini değiştirememektedir (Wood vd., 2014).

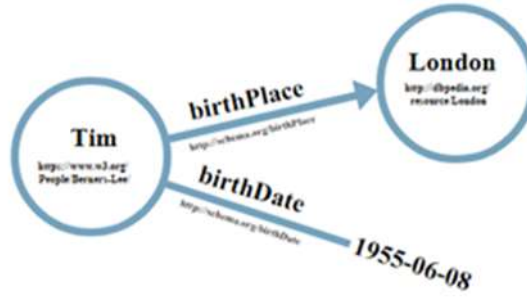
Bağlantılı veri prensiplerine uygun olarak devlete ait verilerin odak noktasını oluşturduğu açık ve tekrar kullanılabilir biçimde yayınlanan veriler bağlantılı açık veriler olarak tanımlanmaktadır. Tim Berners-Lee tarafından bağlantılı veriler için insanların desteklenmesi amacıyla 5 yıldızlı bir derecelendirme sistemi geliştirilmiştir (Berners-Lee, 2006).

- ★ : Web üzerinde verilerin herhangi bir formatta fakat açık lisansla mevcut olmalı,
- ★★ : Veriler, makine tarafından okunabilir yapılandırılmış veriler olarak bulunmalı,
- ★★★ : Veriler özel olmayan bir biçimde olmalı,
- ★★★★ : Üstteki maddelere ek olarak, şeyler tanımlanırken için W3Cnin açık olan standartları kullanılarak veriler yayınlanmalı,
- ★★★★★ : Üstteki maddelerin tümüne ek olarak diğer kullanıcıların verilerine bağlantılar kurulmalıdır.

Bağlantılı veriler, Semantik Web'in önemli bir kısmını oluşturmakla birlikte onun ayrılmaz bir kısmı olarak düşünülmektedir. Web belgeleri arasında bağlantı için hyperlinkler kullanılır ve bu sayede farklı sunucularda bulunan belgeler arasında gezinilebilir. Ayrıca bu hyperlinkler ile farklı sunuculara ait veriler tek bir bilgi alanına bağlanabilmektedir. Bağlantılı veride ise veri kümelerinde bulunan veriler arasında RDF linkleri ile bağlantı kurulmaktadır. Bu nedenle bağlantılı veriler sadece veri olarak değil bağlantılara sahip veriler olarak görülmektedir. Esas olarak bağlantılı veri fikrinde verilerin evrensel bir çerçevede paylaşımı webe ait olan standartlar kullanılarak mümkün olmuştur. Bu standartlar benzersiz bir tanımlama için kullanılan URI, belgelerde içerik formatı olarak kullanılan HTML ve erişim mekanizması olarak kullanılan HTTP'den oluşmaktadır. Webde bulunan belgelerde standart format HTML iken bağlantılı verilerde yapılandırılmış olan veriler tek bir formata sahip biçimde RDF veri modeli kullanılarak yayınlanmaktadır. Webde belgeler arasında bağlantı kurulması için kullanılan hyperlinkler bağlantılı veriler için RDF linkleri olarak adlandırılmaktadır (Heath ve Bizer, 2011). RDF linkleri, RDF üçlüleri kullanılarak ifade edilirken yine her bir üçlü URI ile temsil edilmektedir. URI referansları ile oluşturulan RDF bağlantıları iki kaynak arasındaki ilişkileri tanımlamaktadır. Ayrıca yüklem ile özne ve nesne arasındaki ilişki yine URI olarak temsil edilmektedir. Nesne konumundaki öğeler için tarih ya da sayı gibi değişmez değerler kullanılabilir. Bağlantılı verilerde kaynaklar arası bağlantı kurulması için kullanılan RDF linkleri ile kullanıcılar bir kaynaktan başlayarak diğer kaynakları gezinerek veri kümesi keşfedilmektedir (Bizer vd., 2009).

Şekil 15'te Tim kişisine ait doğum yerini gösterir bağlantı örneği bulunmaktadır. İlk üçlünün nesnesi olan London diğer kaynaklara başka bağlantılar ile bağlanmaktadır. Diğer üçlüye ait olan "155-06-08" nesnesi değişmez bir değeri ifade etmektedir ve kaynak olmadığı için herhangi bir özellik taşımamaktadır. Burada;

- <https://www.w3.org/People/Berners-Lee/> ögesi ile özne URI,
- <http://dbpedia.org/resource/London> ögesi ile nesne URI,
- <http://schema.org/birthPlace> ögesi ile de yüklem URI temsil edilmektedir.



Şekil 15. RDF verilerinin grafik sunumu (URL-17).

Bağlantılı veriler bilginin yönetilmesini kolaylaştırmak için şirketler, devletler ya da çeşitli topluluklar tarafından kullanılmaktadır. Bağlantılı verilere ait kaynak güncellendiğinde dönüşüm ya da yeniden yükleme işlemleri gerekmediğinden bu yeni kaynağa erişim daha kolay olarak nitelendirilmektedir (Ngomo vd., 2014).

### 1.7. Konumsal Bağlantılı Veri

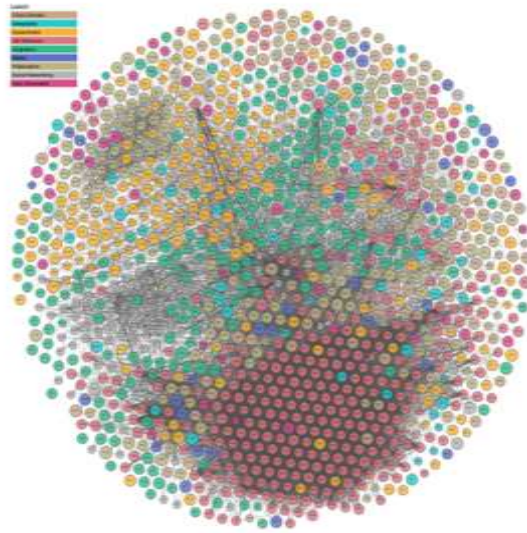
Konumsal veriler, nesnelerin dünya yüzeyindeki yer ve durumları ile ilgili olan bilgilerden meydana gelmektedir. Bu veriler nesnelere ait konum bilgisini oluşturan yeryüzü koordinatlarını, nesneye ait özellik ve zaman bilgilerinden oluşan meta verilerin bir araya getirilmesidir. Burada durağan ya da hareketli bir nesneye olan verilerden konum bilgisi oluşturulmaktadır. Konumsal veriler birçok farklı kamu ya da özel kuruluşlar tarafından toplanmakta ve kullanılmaktadır. Kullanıcılara rahatlıkla erişim imkânı verilebilmesi için büyük miktarlarda konumsal veriler açık veri olarak yayınlanmaktadır (Stock ve Guesgen, 2016).

Web tasarlandığı günden günümüze kadar geçen sürede gelişim ve büyümesini sürdürmektedir. Fakat birbirinden farklı formatlarda yayınlanan bu veriler web içeriğini birbirinden farklı olan birer bilgi kaynağına dönüşmesine sebep olmaktadır. Bu noktada webden veri elde etmek için sorgu mekanizmaları yetersiz kalmakta ayrıca ilişkili olduğu bilinen ayrı veri kaynakları arasında bağlantı kurmada zorluklar yaşanmaktadır. Bağlantılı veri teknolojilerinin kullanılması webde yaşanan olumsuzluklar için bir çözüm yolu sunmaktadır. Bir veri kümesine ait verinin farklı bir kaynaktaki veriye referans olması ve bağlantılar kurması bağlantılı veri olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcılar sorgulama yaptığında artık bu bağlantılar takip edilerek farklı veri kümelerine ulaşılabilecek ve gerekli tüm bilgilere erişim sağlanacaktır (Kritikos vd., 2015). Ayrıca çeşitli kuruluşlar

tarafından referans olarak kullanılması ile önemi artan konumsal veriler webde açık olarak sunulmaktadır. Bu veriler bağlantılı veri ilkeleri uygulanarak RDF ve SPARQL gibi bağlantılı veri teknolojilerinin kullanılması ile web ortamında konumsal bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır (Sakr ve Zomaya, 2019). Konumsal verilerin bağlantılı veri biçiminde yayınlanması ile sorguların veriler üzerinden yapılması ve webde bu sonuçların görüntülenebilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlantılı konumsal veriler Triple Store isimindeki veri tabanlarında saklanarak RDF sorgulamaları yapılmaktadır. Konumsal bağlantılı verilerin sorgulanabilmesi için GeoSPARQL sorgu dili kullanılmaktadır (Kara ve Cömert, 2016).

### 1.8. Bağlantılı Veri Uygulamaları

Linked Open Data Cloud (LOD Cloud), bağlantılı veri standartlarına uygun biçimde yayınlanmış veri kümeleri ve bu kümeler arasındaki bağlantıları göstermektedir. LOD Cloud diyagramında alanlar arası, coğrafya, hükümet, yaşam bilimleri, dilbilim, medya, yayınlar, sosyal ağ, kullanıcı tarafından üretilen içerik kategorilerinde veriler sınıflandırılmıştır. Kullanıcılar anahtar kelime ile veri kümesinde arama yapabilmektedir. LOD Cloud, 2007 yılında 12 veri kümesi içerirken Aralık 2021 tarihi itibarıyla 1301 veri kümesi ve 16,283 link içermektedir (URL-18).



Şekil 16. Linked Open Data Cloud (URL-18).

DBpedia, Wikipedia'da bulunan makalelerden başlık, bilgi kutuları, bağlantılar gibi yapılandırılmış verilerin elde edilmesi ve bu bilgilerin webde kullanılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu işlemlerden en basit olanı Wikipedia makalesinin kenarında tablo şeklinde görüntülenen bilgi kutuları olarak bilinmektedir (Sikos, 2015). Wikipedia'dan elde edilen verilerin sorgulanması ve diğer web verilerine bağlantılar kurulması DBpedia ile gerçekleştirilmektedir. Wikipedia üzerinde yapılan aramalar metin araması ile sınırlı olduğundan bu veri kümesinde bulunan bilgilere kısıtlı erişime sebep olmaktadır. DBpedia projesi ile veriler RDF veri modelinde yani bağlantılı veri olarak yayınlanmaktadır (Auer vd., 2007). DBpedia, LOD Cloud veri kümesinde bulunan en büyük RDF veri kümesini oluşturmaktadır. RDF verilerine erişim sağlayabilmek için DBpedia verileri sorguların çalıştırılıp sonuçların görüntülenebildiği SPARQL Endpoint olarak sunulmaktadır (URL-19).

GeoNames, içerisinde coğrafi bilgilerin bulunduğu ücretsiz, evrensel ve kullanıcıların erişimine açık bir veri tabanıdır. Bu veri tabanı içerisinde yer adları, nüfus, yükseklik, şehir posta kodu, enlem ve boylam gibi verileri bulundurmaktadır. GeoNames, 10 milyondan fazla coğrafi özellik için RDF açıklamaları sağlamaktadır. Bulundurulmuş tüm özellikler 9 adet özellik sınıfından biri olarak sınıflandırılmaktadır. Yer adları veri tabanı içerisinde depolanırken birden fazla dil kullanılmaktadır. İçerisinde bulunan coğrafi bilgiler kullanıcılar tarafından düzenlenebilmektedir. Ayrıca bulunan ara yüz yardımıyla kullanıcılar için düzenleme ve yeni isimler ekleme imkânı verilmektedir. Koordinat bilgileri WGS84 standardı kullanılarak temsil edilmektedir (URL-20).

Ordnance Survey (OS), İngiltere'nin coğrafi verilerini sağlamakla görevli olan harita kuruluşudur ve bu kuruluş İngiltere'nin en iyi konumsal veri kaynağı olarak kabul edilmektedir. Konumsal verilerin birçok uygulama için temel verileri sağlıyor olması nedeniyle verilerin açık veri olarak yayınlanmasının önemi bilinmektedir. Bu nedenle Ordnance Survey verileri herkese açık biçimde yayınlanması girişimini desteklemek amacıyla verileri OS OpenData olarak sunulmuştur. Bu adımın bir aşaması olarak bir kısım veriler bağlantılı veri biçiminde yayınlanmıştır. Ayrıca Ordnance Survey tarafından OS Open Data'ya ait üç bileşen bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır. Bunlar 250 binden fazla yer adı içeren 1:50 000 Scale Gazetteer, posta kodu öğelerini içeren Code-Point Open ve son olarak idari sınırları içeren Boundary Line'den oluşturulmuştur. Birleşik OS Linked Data setinde veri erişimini desteklemek amacıyla bu ürünler tek bir veri tabanı olarak



birleştirilmiştir. Bu veri kümesinden veriler XML, Turtle ya da JSON formatlarında dışarıya aktarılmaktadır (URL-21).

LinkedGeoData, projede bağlantılı veri ilkelerine bağlı kalınarak konumsal verilerin RDF bilgi tabanı olarak kullanılması sağlanmaktadır. Burada kullanılan verilerin önemli bir kısmı OpenStreetMap projesi tarafından toplanan konumsal verilerden oluşturulmaktadır (URL-22). LinkedGeoData projesinin temel hedefi, OpenStreetMap projesine ait verilerin esas alınması ile anlamsal ağa açık ve diğer veriler ile bütünleşebilecek konumsal verilerin sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda veriler, OpenStreetMap projesine ait verilerin önce RDF veri modeline dönüştürülerek ve sonrasında ontoloji üretilerek elde edilmektedir. Bu işlem adımlarının yanı sıra veriler diğer bilgi tabanları ile bağlantılı hale getirilmeli ve yayınlanmalıdır. Ayrıca veriler DBpedia ve GeoNames ile bağlantılıdır. LinkedGeoData projesinde REST ara yüzü ve herkesin erişimine açık olan SPARQL Endpoint arama işlevlerinin gerçekleştirilebilmesi için geliştirilmiştir (Stadler vd., 2012).

TELEIOS, Dünya gözlem verilerinin her geçen gün artmakta olan veri arşivlerinde büyük miktarlarda ulaşılmayan verilere ulaşabilmek ve saklı kalan bilgilere erişim sağlayabilmek amacıyla proje olarak 2010 yılı Eylül ayında Avrupa'da başlatılmıştır (Koubarakis vd., 2012). TELEIOS projesi ile yeryüzü gözlemlerine ait verileri RDF'ye dönüştürmek ve diğer bağlantılı konumsal verilerle birleştirmek üzere alandaki ilk örnek uygulamaların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla geliştirilmiş ilk uluslararası çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Örneğin anlık yangın izleme ve yanık izlerinin haritalandırılması uygulamaları bu proje kapsamında geliştirilmiştir. Bu proje kapsamında orman yangınlarının izlenmesi için geliştirilen uygulama 2012-2013 yıllarında Yunanistan'da gerçekleşen orman yangınlarında aktif olarak kullanılmıştır (Koubarakis vd., 2014).

Linked Data Finland, 2012-2014 yılları arasında birçok kamu kurumu ve kuruluşun bulunduğu bir konsorsiyum tarafından desteklenip finanse edilmiş araştırma projesidir. Proje ile verilerin açık veri olarak yayınlanması ve kullanılması için yeni uygulamalar geliştirmek amaçlanmıştır (URL-23). Linked Data Finland projesi kapsamında LDT.fi platformu kurulmuş ve bu platform üzerinden veri toplayarak veri kalitesini artırmak için çeşitli hizmetler verilmiştir. Projeye göre Tim Berners-Lee tarafından geliştirilmiş olan 5 yıldızlı veri modeli bağlantılı veri yayınlamak için sadece başlangıç olarak görülmüştür. Bu nedenle veri kümelerinin tam anlamıyla kullanılabilmesi, kullanıcıların veriye

ulaşabilmesi için yardıma ihtiyaç duyulmaktadır ve yine kullanıcılar tarafından verinin sahip olduğu kalite gerçek anlamda anlaşılmalıdır. Bu nedenle 5 yıldızlı veri modeli genişletilmiştir. Buna göre altıncı yıldız, veri kümesine ait kelime hazineleri webde bulunmuyorsa veri kümesinin yanında tanımlanmalı ve yayınlanmalıdır. Yedinci yıldız, kullanıcıların veri kalitesine göre veri kümesinin ihtiyaçlarına uygun olup olmadığına karar verebilmesi için veri kümesinin kalitesi açıklanmalıdır. Ayrıca bağlantılı verilerin yüklenmesi, indirilmesi, sorgulanması için SPARQL Endpoint servisi sunulmuştur (URL-24).

## **1.9. Bağlantılı Veri Teknolojileri**

Bağlantılı veri, webde bulunan tüm verilerin insan ve makinelerin erişebileceği biçimde bağlantılı ve yapılandırılmış olarak yayınlandığı kurallar bütünüdür. Dokümanlardan oluşan mevcut webinin verilerin bağlantılı olarak yayınlandığı veri webine dönüşümünün sağlanması için bağlantılı veri teknolojileri kullanılmaktadır. Bu bölümde geliştirilmiş teknolojiler incelenmiştir.

### **1.9.1. RDF Veri Modeline Dönüşüm Araçları**

Web verileri Word, Excel, PDF, TIFF gibi biçimlerde insan tüketimine uygun şekilde yayınlanmıştır. Bu farklı kaynaklarda ve biçimlerde yayınlanmış veriler arasında bağlar kurularak bilgisayar uygulamaları tarafından kullanılabilir hale getirilmesi bağlantılı veriyi tanımlamaktadır. Bağlantılı veriler belirli bir veri modeline dayandırılmış olan yapılandırılmış verilerdir. Web verilerinin bağlantılı veri olarak yayınlanabilmesi için RDF veri modeline dönüşümleri gerçekleştirilmelidir. Bu bölümde RDF veri modeline dönüşüm için geliştirilmiş araçlardan bazıları incelenmiştir.

#### **1.9.1.1. Geometry2RDF**

Geometry2RDF, veri webini coğrafi veri ile zenginleştirmeyi amaçlamış Geo.LinkedList (.es) girişimi tarafından 2011 yılında geliştirilmiştir. Coğrafi verilerin RDF üçlülerine dönüşümü amacıyla tasarlanmış ilk araçtır. Dönüşümde kullanılan coğrafi

verilerin girdi dosyaları olarak ESRI shapefile, GML ya da coğrafi veri tabanında tutulan veriler kullanılabilir. Coğrafi içerikler RDF’de yapılandırılmış bilgiler olarak belirtilirken WGS84 koordinat referans sistemi kullanılmaktadır. Kullanılan veri tabanı yönetim sistemi MySQL, Oracle vb. olabilir. Dönüşümde NeoGeo kelime hazinesi kullanılmaktadır (Hamdi vd., 2015).

#### **1.9.1.2. shp2GeoSPARQL**

shp2GeoSPARQL, Geometry2RDF aracını temel alan ve eksik yönlerinin tamamlandığı RDF veri modeline dönüşüm aracıdır. RDF verilerinin oluşturulmasında GeoSPARQL desteği sağlanmaktadır. Veri kümelerinde bulunan coğrafi bilgilerin RDF’ye dönüşümü için tasarlanmıştır. RDF dönüşümü yalnızca ESRI Shapefiles için gerçekleştirilmektedir (Saavedra vd., 2014).

#### **1.9.1.3. GeomRDF**

GeomRDF CBS formatlarındaki verileri RDF verilerine dönüşümü için Datalift platformunun bir modülü olarak geliştirilmiştir. GeomRDF kaynak verileri için ESRI Shapefile, konumsal VTYS ve GML formatları desteklenmektedir. Koordinat referans sistemleri arasındaki dönüşümler desteklenmektedir (Hamdi vd., 2015).

#### **1.9.1.4. TripleGeo**

TripleGeo, GeoKnow projesi kapsamında geliştirilmiştir. TripleGeo bir ETL (Extract-Transform-Load) aracıdır. ETL, kaynaktan verinin alınıp işlenmesi ve sonrasında yüklenmesi işlemlerini temsil etmektedir. Bu sebeple TripleGeo ile farklı kaynaklarda bulunan konumsal öznitelikler elde edilip RDF’ye dönüşümü gerçekleştirildikten sonra RDF depolarında saklanabilmektedir. Bu araç farklı biçimlerdeki dosyalardan coğrafi verilerin elde edilerek RDF veri biçimine dönüştürülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Girdi olarak kullanılan veriler ESRI shapefile, GML ya da KML dosyalarında bulunan geometrik veriler olabileceği gibi Oracle Spatial, MySQL, PostGIS gibi konumsal veri tabanı yönetim sistemi tarafından tutulan verilerde olabilmektedir. Çıktı verileri RDF/XML, N3, N-

Triples, Turtle formatlarında elde edilmektedir (Patroumpas vd., 2014). Burada üçlülerin temsilinde GeoSPARQL standardı, WGS84 RDF Geoposition ve Virtuoso RDF kelime hazineleri kullanılmaktadır. Java dilinde yazılmış, açık kaynak kodlu ve ücretsiz bir yazılımdır (URL-25).

### 1.9.1.5. GeoTriples

GeoTriples, MELODIES ve LEO projeleri kapsamında geliştirilmiş açık kaynak kodlu ve yarı otomatik bir araçtır. Kullanılan girdi verileri için ESRI shapefile, XML, GML, KML, JSON, GeoJSON, CSV gibi vektör dosyaları, GeoTIFF ve netCDF gibi raster dosyaları ayrıca PostGIS, MonetDB gibi ilişkisel veri tabanı dosyaları desteklenmektedir. GeoTriples temel olarak üç ana bileşene sahiptir. Bu bileşenleri Mapping Generator (Eşleştirme Üreticisi), Mapping Processor (Eşleştirme İşlemcisi), stSPARQL/GeoSPARQL Evaluator (stSPARQL/GeoSPARQL Değerlendirici) oluşturmaktadır. Mapping Generator bileşeni ile verilen veri kaynağının türüne bağlı olarak R2RML/RML eşleştirme dosyası otomatik olarak üretilmektedir. Mapping Processor bileşeni ile oluşturulan R2RML/RML dosyası kullanılarak RDF çizgesi oluşturulmaktadır. Son olarak Ontology Based Data Access (Ontoloji Tabanlı Veri Erişimi) modülü ile ilişkisel veri tabanı üzerinde stSPARQL/GeoSPARQL sorguları değerlendirilmektedir

GeoTriples ile konumsal verinin bağlantılı veriler şekline getirilmesinde sabit bir sözlüğe bağlı kalmaksızın GeoSPARQL ve stSPARQL gibi iyi bilinen kelime hazineleri kullanılmaktadır. Verilerin RDF'ye dönüşümünde oluşturulan eşleştirmeler için R2RML ve RML dilleri desteklenmektedir. İşlem sırasında R2RML dosyası otomatik olarak oluşturulmaktadır. R2RML eşleştirme dili W3C standardı olarak ilişkisel verilerin RDF'ye dönüşümü için kullanılmaktadır. RML ise R2RML diline daha fazla dosya biçimi desteği sağlanarak genişletilmesidir. GeoTriples ile dönüşüm süreci aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. İlk olarak R2RML ya da RML eşleştirmeleri oluşturulmaktadır. Alternatif olarak kullanıcılar ihtiyaçlarına göre bu eşleştirmeler üzerinde değişiklikleri farklı kelime hazineleri kullanarak yapabilmektedir. Daha sonra araç bu eşleşmeleri işleyerek RDF çizgeleri üretilmektedir. Oluşturulan RDF dosyaları konumsal RDF depolarında saklanabilir, sorgulanabilir ya da diğer verilerle bağlantılı hale getirilebilir (Kyzirakos vd., 2018).

GeoTriples kullanıcılara grafik ara yüzü sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcılar kaynaklara erişim sağlayabilmektedir. Kullanıcılar tarafında ontoloji yüklenebilmekte ve eşleştirmeler görüntülenebilmektedir. Bu eşleştirmelerde değişiklik yapılabilen ya da RDF çıktısı için işleme devam edilebilmektedir. RDF dosyaları için RDF/XML, N3, N-Triple, Turtle formatları desteklenmektedir. Koordinat sistemleri arasında dönüşüm gerçekleştirilebilmektedir (Kara vd., 2020).

#### **1.9.1.6. OpenRefine RDF Extension**

OpenRefine, karmaşık verilerin yönetilmesi amacıyla tasarlanmış bir web uygulamasıdır. Ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir araçtır. OpenRefine verilerin keşfedilmesi, temizlenmesi ya da dönüştürülmesi amacıyla kullanılmaktadır. Uygulama CSV, TSV, XML, JSON, metin dosyaları gibi çeşitli formatlarla çalışabilmektedir (URL-26). OpenRefine RDF Extension ile verilerin RDF verilerine dönüşümü için araç desteği sağlanmaktadır. Veriler ve öznitelikleri eşleştirilmektedir. Ayrıca SPARQL Endpoint ya da RDF dosyaları yardımıyla farklı veri kaynakları arasında linklerin keşfine izin verilmektedir (Angelis ve Kotis, 2021).

#### **1.9.1.7. Karma - A Data Integration Tool**

Karma, kullanıcılara veri tabanları, elektronik tablolar, sınırlandırılmış metin dosyaları, XML, JSON, KML ve Web API'leri dahil olmak üzere çeşitli veri kaynaklarından verileri hızlı ve kolay bir şekilde entegre etmelerini sağlayan bir veri entegrasyon aracıdır. Kullanıcılar, semantik tanımlama sürecinin çoğunu otomatikleştiren (örneğe göre programlama, öğrenme teknikleri ve bir Steiner ağacı optimizasyon algoritması) bir grafik kullanıcı ara yüzü kullanarak verileri kendi seçtikleri bir ontolojiye göre modelleyerek tanımlar. Karma, verilerin ilgili ontoloji sınıfları ile olan eşleştirmeleri yapılan eşleştirmelerden öğrenir ve sonraki ilişkilendirme adımlarında veri için ilgili ontoloji sınıflarını ve özniteliklerini önerir. Kullanıcılar daha sonra otomatik olarak oluşturulan semantik tanımları doğrudan seçebilir veya değiştirerek kaydeder. Bu işlem sırasında kullanıcılar, farklı formatlarda ifade edilen verileri normalleştirmek ve yeniden yapılandırmak için verileri gerektiği gibi dönüştürebilir. Model tamamlandığında,

kullanıcılar entegre verileri RDF olarak yayınlatabilir veya bir veri tabanında saklayabilir (URL-27). RDF veri modeline dönüşüm araçlarının karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. RDF veri modeline dönüşüm araçlarının karşılaştırılması

Yazılım Araçları	Tematik Veri Desteği	Doğrudan Eşleştirme	R2RML	RML	Otomatik Eşleştirme	GeoSPARQL Uyumu	RDBMS	ESRIShapefile dosyası	*.csv, *.xlsx
Geometry2RDF	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-
shp2GeoSPARQL	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-
GeomRDF	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-
TripleGeo	✓*	✓	-	-	-	✓	✓	✓	-
GeoTriples	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Karma	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	✓
OpenRefine	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	✓

### 1.9.2. SPARQL Endpoint

Bağlantılı veriler webde RDF dokümanları ya da SPARQL Endpoint olarak yayınlanmaktadır. Bu verilerin sorgulanması için SPARQL sorgu dili kullanılmaktadır. SPARQL Endpoint, SPARQL sorguları kullanılarak veri kümesine ait sorgulamaların yapılabildiği bir hizmettir. SPARQL Endpoint’lerin Semantik Web’e ait tüm dokümanları sorgulama kapasitesi bulunmamaktadır. Ancak büyük miktarda verilerin olduğu veri kümeleri için sorgulamalar yapılabilmektedir. Bu bölümde bazı SPARQL Endpoint’ler incelenmiştir.

#### 1.9.2.1. OpenLink Virtuoso

OpenLink Virtuoso Endpoint, webde RDF biçiminde temsil edilen verileri sorgulamak için SPARQL protokolünü uygulayan hizmetlerdendir. SPARQL sorguları alındıktan sonra HTTP üzerinden sonuçlar geri döndürülmektedir. Kullanıcılar tarafından en fazla tercih edilen SPARQL Endpoint’tir. Virtuoso, DBpedia, CKAN, data.gov gibi farklı veri setleri için Endpoint sağlamaktadır (Sikos, 2015).

### **1.9.2.2. Fuseki**

Fuseki, Apache Jena'ya ait SPARQL sunucusudur. İşletim sistemi hizmeti, Java web uygulaması ya da bağımsız sunucu olarak çalışmaktadır. SPARQL protokolünü kullanarak HTTP güncellemesi, SPARQL sorgusu ve güncellemesi sağlamaktadır. Fuseki indirildiğinde çeşitli hizmetler için destek sağlamaktadır. Bunlar; SPARQL sorgu, SPARQL güncelleme, dosya yükleme ve RDF veri setindeki tüm grafikleri okumak ve güncellemek için SPARQL Graph Store Protocol (Grafik Mağazası Protokolü) kullanan Endpoint hizmetleridir (URL-28).

### **1.9.2.3. D2R Server**

D2R Server, ilişkisel veri tabanlarının bağlantılı veri olarak yayınlanması amacıyla geliştirilmiş bir araçtır. Bunun yanında SPARQL 1.1 dili kullanılarak veri tabanı sorgulaması gerçekleştirilmektedir. Yapılan sorgulamalar için D2RQ eşleşmiş veri tabanı kullanılmaktadır. D2R Server ara yüzü yardımıyla kullanıcılar SPARQL sorgularını yapabilmektedir. Sorgu sonuçları XML ya da JSON biçimlerde elde edilmektedir (URL-29).

### **1.9.2.4. 4store SPARQL Server**

4store, 2009 yılında RDF deposu ve SPARQL sorgulama sistemi olarak geliştirilmiştir. SPARQL HTTP sorgu protokolü kullanılarak sorgular yanıtlanmaktadır. Açık kaynak koda sahiptir (Harris vd., 2009).

### **1.9.2.5. PublishMyData**

PublishMyData, bağlantılı veri yayınlama platformudur. Veri yayıncılarının kendi veri kümelerini oluşturup yönetimini gerçekleştirmelerine imkân verilmektedir. Ayrıca kullanıcılar SPARQL Endpoint ara yüzü kullanarak verilere erişim sağlayabilmektedir. SPARQL sorgu dilini kullanarak verileri sorgulayabilmektedir. Kullanıcılar ara yüz

yardımıyla verilerde gezinerek bu verileri indirebilmektedir. Kurulum gerektirmeden doğrudan erişim sağlanmaktadır (Kalampokis vd., 2014).

### **1.9.3. Ontoloji Editörleri**

Ontoloji editörleri, ontolojilerin oluşturulması ve kullanılmasına yönelik olarak tasarlanmış araçlardır. Sahip oldukları grafik ara yüzleri yardımıyla kullanıcılar tasarım ve düzenleme yapabilmektedir. Ontoloji editörleri kullanıcılara ontoloji oluşturma, geliştirme, birleştirme ya da görselleştirme gibi çeşitli özellikler sağlamaktadır. Bu bölümde ontoloji editörlerinden bazıları incelenmiştir.

#### **1.9.3.1. Protégé**

Protégé, Stanford Üniversitesi tarafından geliştirilmiş ontoloji editörüdür. Başlangıçta ham biyomedikal verilerin makineler tarafından okunabildiği bir forma dönüştürülmesi amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise modelleme ve ontoloji odaklı uygulamaların geliştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Sikos, 2015). Protégé grafik kullanıcı ara yüzüne sahip olan OWL ontolojisi geliştirme ortamıdır. Çeşitli format ve sözdiziminde ontolojilerin dışarı aktarımı sağlanmaktadır. Protégé, WebProtégé ve Protégé Desktop olmak üzere iki versiyonu bulunmaktadır. Protégé, ücretsiz ve açık kaynak kodludur. Java dilinde yazılmıştır (URL-30).

#### **1.9.3.2. Swoop**

Swoop, web ontolojileri için tarayıcı ve düzenleyici olarak geliştirilmiştir. Bütünüyle OWL'yi temel alan tek ontoloji editörü olduğu bilinmektedir. Swoop sahip olduğu bu yönüyle çeşitli OWL sözdizimleri kullanılarak ontolojiler oluşturulabilir. Çoklu ontolojilerin desteklendiği bir ortam sağlaması sebebiyle varlıklar ve ilişkiler için çeşitli düzenlemeler gerçekleştirilebilir. Tasarım ara yüzü standart tarayıcılara benzer olarak adres çubuğu, geçmiş butonu, yer imi vb. bileşenlerinden oluşturulmuştur. Kullanıcılar ontolojiye ait URL ya da dosya uzantısını adres çubuğuna girerek kolaylıkla ontolojiyi



yükleyebilmektedir. Yer imleri ile kullanıcılara ontolojileri depolama, sınıflandırma ya da yeniden yükleme kolaylığı sağlanmıştır (Kalyanpur vd., 2006).

#### **1.9.4. Bağlantılı Verinin Yayınlanması**

Bağlantılı verinin yayınlanması amacıyla kullanılan araçlar bu bölümde incelenmiştir.

##### **1.9.4.1. Pubby**

Pubby bağlantılı veri ara yüzüdür. Bu uygulama Java tabanlı web uygulaması olarak geliştirilmiştir. Pubby veri depolarına erişimde bağlantılı veri ara yüzü sağlamaktadır. Pubby ara yüzü ile verilerin HTML görünümü elde edilmektedir. Bu sayede kullanıcılar bağlantılı veriler üzerinden gezinebilir. Kaynağa ait bilgileri, ilişkileri görüntüleyebilir ya da meta verilerde değişiklik yapabilir. Pubby açık kaynaklı olarak webde bulunmaktadır (Cyganiak ve Bizer, 2008).

##### **1.9.4.2. CKAN**

CKAN günümüzde en yaygın kullanılan açık veri platformudur. Burada amaç verinin yayınlanması, kullanımı, paylaşımı ve bulunmasına yönelik gerekli araçların elde edilmesidir. CKAN sahip olduğu ara yüz ile kullanıcıya arama yapma imkânı sunmaktadır. Kullanıcılar ara yüzde amaçladıkları sonuçlara yönelik kelime kombinasyonlarıyla arama yapabilmektedir. Kullanıcılar hedef verilerini bulmak ve erişmek için yönlü arama özelliğini kullanabilir. Bu veriler kullanıcılar tarafından harita, grafik ve tablolar yardımıyla görüntülenebilir. CKAN 2006 yılında oluşturulmuş ve ücretsiz, açık kaynak kodlu bir yazılım olarak geliştirilmeye devam edilmektedir (URL-31).

##### **1.9.4.3. DataHub**

DataHub bir veri yönetim platformudur. Bu platform bir proje olarak Datopian ve Open Knowledge International tarafından başlatılmıştır. DataHub platformu kişi ve

kurumlara ait verilerin yayınlanması, kaydedilmesi ve paylaşılması için hizmet etmektedir. Kullanıcıların veri araştırması ve yayınlanmış veri setlerini bulması için bir web ara yüzüne sahiptir. DataHub ile kaliteli veri kümelerinin kullanımının yanı sıra diğer veri kümelerinden bilgi paylaşım ve güncellemelerin yapılabildiği bir ortamdır (URL-32).

#### **1.9.4.4. LOD Cloud**

LOD Cloud veri kümelerinin bağlantılı veri ilkelerine uygun biçimde yayınlandığı platformdur. LOD Cloud ilk kez 2007 yılında yalnızca bir veri kümesine sahip biçimde oluşturulmuştur. LOD Cloud'a eklenmek istenilen verilerin LOD Cloud diyagramında yayınlanan veri kümesine RDF linkleri ile bağlanması gerekmektedir. Ayrıca veri kümesine erişim RDF ya da SPARQL Endpoint ile gerçekleştirilebilir (URL-18).

#### **1.9.5. Konumsal Üçlü Depoları**

RDF Üçlü depoları ya da Triple Store, RDF verilerinin depolandığı ve bir sorgu dili aracılığıyla sorgulanabildiği veri tabanlarıdır. Bu bölümde mevcut bazı konumsal üçlü depolar incelenmiştir.

##### **1.9.5.1. Parliament**

Parliament, 2009 yılında açık kaynaklı proje olarak Semantik Web için tasarlanmış yüksek performansa sahip üçlü depodur. Açık kaynak kodlu olarak webde kullanıcıların erişimine açıktır. Parliament mimarisinde depolama katmanı C++ ile diğer kısımları Java kodu kullanılarak oluşturulmuştur. Semantik Web'in ihtiyaçlarına en uygun depolama şeklinin oluşturulması Parliament'in tasarım sebebi olarak bilinmektedir. Parliament üçlü depo ve kural motoru olmasına karşılık sorgu işleyicisi bulunmamaktadır. Fakat sorgular Jena veya Sesame çerçevelerinden Parliament'e erişimle sağlanmaktadır. Parliament sahip olduğu kural motoru sayesinde veriler arasındaki ilişkileri anlamlandırarak sorgu sonuçlarını güçlendirebilir. Parliament W3C'nin RDF, OWL ve SPARQL standartlarıyla uyumlu biçimde çalışmaktadır (Emmons, 2018). Bu üçlü depo R-tree konumsal indeksine sahiptir. R-tree indeksi konumsal veri tabanlarında kullanılan indeks türüdür. Kullanılan bu

R-tree indeksi sayesinde SPARQL sorguları çok parçalı olarak bölünürken sorgunun coğrafi ve coğrafi olmayan bileşenleri arasında en uygun sorgu planı yapılmaktadır. Parliament kullanıcıların karmaşık coğrafi sorgular yapmasını sağlayan GeoSPARQL standardına dayandırılmıştır (Battle ve Kolas, 2012).

### 1.9.5.2. Strabon

Strabon zamanla değişen verilerin depolanabildiği açık kaynak bir semantik veri tabanı sistemidir. Strabon ile zamanla değişen bağlantılı coğrafi veriler sorgulanabilir ve depolanabilir. Strabon’da sorgu ifadeleri stSPARQL sorgu dili ve GeoSPARQL’in alt kümesi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Strabon’da stRDF ile ifade edilerek depolanan bağlantılı coğrafi verileri sorgulamada stSPARQL kullanılmaktadır. stRDF zamanla değişen verilerin temsili için RDF’nin uzantısı olan veri modelidir. stSPARQL ise SPARQL 1.1 sorgu dilinin uzantısıdır. stRDF ve stSPARQL zamanla değişen verilerin hem ifade edilmesi hem de sorgulanması amacıyla geliştirilmiştir (Kyzirakos vd., 2012).

Strabon en büyük ve kullanışlı RDF depolarından biridir. Bunun sebebi Strabon’un Sesame genişletilerek oluşturulmasıdır. Bu Strabon’a tematik ve konumsal veriyi kullanma yeteneği kazandırmış ve onu mevcut veri tabanı yönetim sistemlerinde sağladığı coğrafi veri desteği ile en iyi performanslı RDF depolarından biri haline getirmiştir. Strabon farklı koordinat sistemlerini destekleyebilmektedir. Ayrıca Strabon’un WKT ve GML veri türleri desteklemesi ile geometrik cisimlerin temsil edilmesine izin verilmektedir. WKT dili geometrileri, koordinat referans sistemleri ve aralarındaki dönüşümleri desteklemek için kullanılan OGC standardıdır. GML ise coğrafi bilgilerin değiştirilmesi, depolanması için OGC standardı olan bir XML sözdizimidir (Kyzirakos vd., 2013).

### 1.9.5.3. Fuseki

Fuseki işletim sistemi servisi, Java web uygulaması, bağımsız uygulama olarak çalışabilen ve Apache Jena tarafından desteklenen bir SPARQL sunucusudur. Kullanıcıya sağladığı ara yüzle verinin güvenliği ve yönetimi gerçekleştirilmektedir Fuseki bunlara ek olarak hem bir üçlü veri deposu hem de RDF veri deposudur. Sağladığı SPARQL 1.1 protokolü desteğiyle RDF verilerini sorgulama ve güncelleme desteği vermektedir. Fuseki

yapılan SPARQL sorgularına HTTP üzerinden yanıt sağlamaktadır. SPARQL Endpoint desteği sunmaktadır (Chang-Su vd., 2019).

### **1.9.6. Bağlantılı Verinin Doğrulaması**

Bağlantılı veriler çoğunlukla doğrulama işlemi yapılamadan yayınlanmaktadır. Bu şekliyle yayınlamış veriler kullanım kalitesi ya da tekrar kullanılabilirlik için engel oluşturabilir. Bağlantılı verilerin korunması ve veri kalitesinin artırılması amacıyla doğrulama araçları geliştirilmiştir. Bu bölümde bağlantılı verinin doğrulanması amacıyla geliştirilmiş bazı araçlar incelenmiştir.

#### **1.9.6.1. RDFShape-RDF Playground**

RDF verilerini doğrulamak için tasarlanmış bir web hizmetidir. RDFShape, ShEx (Shape Expressions) ve SHACL (Shape Constraint Language) teknolojilerini kullanmaktadır. Kullanıcılar RDF verileri üzerinde SPARQL sorgular gerçekleştirebilmekte ve farklı RDF formatları arasında dönüşüm yapılabilmektedir. Bunlara ek olarak RDF görselleştirme, Endpoint tabanlı doğrulama ve sorgulama gibi işlemler gerçekleştirebilmektedir. Başlangıçta demo sürüm olarak tasarlanmış olan bu hizmet açık kaynaklı yazılım olarak webde mevcuttur (Labra Gayo vd., 2018).

#### **1.9.6.2. Vapour**

Vapour web tabanlı bir uygulama olarak geliştirilmiş bağlantılı veri doğrulayıcısıdır. Vapour ile webde yayınlanmış kelime dağarcıklarının bağlantılı verinin yayınlanma ilkelerine uygunluğu doğrulanmaktadır. Sahip olduğu basit tasarımıyla kullanıcılar web ara yüzünde uygulamanın diğer bileşenleri ile etkileşim kurabilir. Bu uygulama Python dilinde yazılmıştır ve kaynak kodları webde mevcuttur (Berrueta vd., 2008).

### 1.9.6.3. RDF Triple Checker

RDF Triple Checker ile RDF verilerinde bulunan yaygın hatalar tanımlanmaktadır. RDF şemasının kullanım doğruluğu ve hataları belirtilmektedir. URI ya da URL girişiyle kontrol işlemi sağlanmaktadır (Alenezi vd., 2020).

### 1.9.6.4. W3 RDF Validator

RDF belgelerinin hatalarının incelenmesi için geliştirilmiştir. Sorgulama doğrudan URI ya da doküman ile yapılabilmektedir. Sonuçlar üçlü, grafik veya ikisinin birleşimi şeklinde görüntülenip farklı formatlarda biçimlendirilebilmektedir. Bu araç web tabanlı ve ücretsizdir (URL-33).

## 1.9.7. Bağlantılı Verinin Görselleştirilmesi

Bağlantılı veri, yapılandırılmış verilerin webde yayınlanması ve birbirlerine bağlanması amacıyla en iyi uygulamalar olarak ifade edilmektedir. Yayınlanmış veriler ve içerikleri arasındaki bağlantıların keşfedilmesinde görselleştirme işlemi veri setlerinin grafik temsilini sağlayarak kullanıcılara veriyi daha kolay inceleme imkânı sunulmaktadır. Bu sebeple konu üzerinde bilgi sahibi olmayan kullanıcılar bile görselleştirme yoluyla veri kaynağının içeriği hakkında bilgiyi kolaylıkla anlayabilmektedir.

Bağlantılı verilerin görselleştirilmesi veri analizlerinin daha kolay bir biçimde gerçekleştirilmesi amacıyla veri kümelerinin ya da kullanıcı tarafından seçilmiş verilerin grafik olarak gösterilmesidir. Bu bölümde bağlantılı verinin görselleştirilmesi için kullanılan araçlardan bazıları incelenmiştir.

### 1.9.7.1. Map4RDF

Map4RDF haritalama için kullanılan açık kaynak kodlu bir tarayıcıdır. Bu tarayıcı ile görselleştirilen ve keşfedilen veri, coğrafi verilerle genişletilmiş RDF verisidir. Map4RDF sorgu sonuçlarını filtreleyebilir ve istatistiksel verilerin görselleştirilmesine imkân sağlayabilir. OpenStreetMap ve Google Maps yardımıyla görselleştirme yapabilir. Ayrıca

RDF verilerini düzenleyebilir ve depolayabilir. Map4RDF tarayıcısı iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlar üçlü depoya bağlanarak SPARQL Endpoint üzerinden sorgulama yapan Data Access Layer (DAO) bileşeni ve toplanan bilgilerin görselleştirmesini sağlayan Faceted Browsing Interface bileşenidir (de León vd., 2012 ).

### **1.9.7.2. Facete**

Facete, RDF verilerinin keşif ve görselleştirilmesi için GeoKnow projesi kapsamında geliştirilmiş web tabanlı bir uygulamadır. Tarayıcı kullanıcılara gelişmiş yönlü filtreleme özelliğine sahip arama sunmaktadır. Burada arama sonuçlarında elde edilen kaynaklar için sistem tarafından sürekli olarak geometrik bilgiler elde edilmeye çalışılmaktadır. Facete bu geometrik bilgiler ile harita görünümü sağlamaktadır ve kullanıcılar isteklerine bağlı biçimde özelleştirmeler yaptıkları tablolarda verileri görüntüleyebilmektedir. Bunlar tarayıcının kullanıcılara sunduğu temel özelliklerdir (Stadler vd., 2014). Tarayıcıda görselleştirme için belirlenen seçim kriterlerine göre anlık olarak güncellemeler yapılabilmektedir. Uygulamada SPARQL sorguları ile arama yapılamamaktadır. Ayrıca farklı kaynaklara ait veriler harita üzerinde birleştirilememektedir (Stamoulis, 2015). Facete 3 sütundan oluşan grafik kullanıcı ara yüzüne sahiptir. Bu sütunlardan ilki sınırlandırmaya ait kaynakların yönünü gösteren seçim sütunudur. İkincisi kaynak içeriklerine ait tablo görünümünün bulunduğu veriler sütunudur. Son olarak seçilen kaynak ve bağlantıya karşılık gelen görselin gösterildiği coğrafya sütunu bulunmaktadır (Mader vd., 2014).

### **1.9.7.3. Sextant**

Sextant zamana bağlı olarak değişen coğrafi verilerin sorgulanması, temsili ve görselleştirilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Sextant'ın geliştirilmesi ile yalnızca tek bir SPARQL Endpoint noktası tarafından sunulan ya da tek bir veri kümesi içinde bulunan verileri keşfedebilen ve görselleştirebilen araçların getirdiği kısıtlı kullanım sorunu aşılmıştır. Çoklu SPARQL Endpoint noktalarından sunulan coğrafi verilere ulaşılabilmesi ve bağlantılı coğrafi veriler ile coğrafi bilgilerin birleştirilmesiyle tematik haritaların oluşturulması, düzenlenmesi, paylaşılması Sextant'ın iki ana temel

fonksiyonu olarak ifade edilmektedir (Nikolaou vd., 2013). Sextant; bağlantılı zamana ve konuma ait veriler, KML ve GeoJSON gibi vektör formatlarının yanında JPEG, TIFF gibi raster formatlarında dosyalarla çalışabilmektedir. Sextant, GeoSPARQL sorgu dili ile RDF verilerini temsil ve sorgulama desteği sağlamaktadır. Sextant ön ve arka uç olmak üzere iki sorumlu bileşenden oluşmaktadır. Ön uç Chrome, Internet Explorer gibi tarayıcılar yardımıyla ara yüzlerde kullanıcıların zamansal-konumsal verileri görselleştirme, düzenlenme, sıralama, bilgilerin kapsam keşfi ve zaman aralığının yönetimi gibi işlevlerinden sorumlu olan sunum katmanıdır. Arka uç ise ön uça gerçekleştirilen işlemlerin hesap görevlerini yerine getirmektedir (Nikolaou vd., 2015). Sextant bağlantılı coğrafi verilerin görselleştirilmesinde en çok tercih edilen araçlardan biridir ve diğer araçlara kıyasla sahip olduğu özellikler nedeniyle kullanıcılar için değişilmezdir.

#### **1.9.7.4. Spacetime**

Spacetime, DBpedia verilerinde sorgulama yapmak için tasarlanmıştır. Bu sorgu sonuçları Spacetime’de kullanıcılara grafik biçimlerde sunulmaktadır. Bir başka deyişle konumsal-zamansal veriler üzerinde SPARQL sorguları yapılmakta ve bu sorgu sonuçları coğrafi harita üzerinde görselleştirilebilmektedir. Spacetime kullanıcı ara yüzü kullanıcılar için oldukça basit olarak tasarlanmıştır. Sorgu parametrelerini belirlenmesi ve haritaların kaydedilmesi-yüklenmesi için kontrol paneli, görselleştirme için bir harita ve son olarak olayların zamansal olarak gösterildiği bir şerit Spacetime’nin kullanıcı ara yüz tasarımı oluşturmaktadır. Spacetime’de gerçekleştirilen sorgunun arka planında filtre, araştırma ve kaynak sorguları gerçekleştirilmektedir. Yapılan sorgulama ve sonuçlar haricinde kullanıcıların daha sonra tekrar yararlanabilmesi için haritalar düzenlenebilir, yüklenebilir ya da kaydedilebilir. Tüm sonuçları aynı anda göstermenin yerine bir zaman şeridi üzerinde gösterilebilmekte ya da iki farklı haritayı birleştirilebilmektedir (Valsecchi ve Ronchetti, 2014).

#### **1.9.7.5. DBpedia Atlas**

DBpedia Atlas açık kaynaklı bir web uygulamasıdır. DBpedia sınıf, ilişki ve örneklerinin keşfedilmesi için geliştirilmiş web tabanlı görselleştirme aracıdır.

Uygulamanın temel hedefi farklı türlerde bulunan kullanıcıların DBpedia verilerinden yararlanabilmesi için genel bir tanıtım yapılmasını sağlamaktır. Alanda uzman olmayan fakat DBpedia’da öğrenme ve araştırma yapmak isteyen kullanıcılar uygulamanın hedef kullanıcıları olarak görülmektedir. Uygulama ara yüzü harita, arama kutusu ve bilgi kutusu olmak üzere 3 ana birimden oluşmaktadır. Harita, kullanıcılara sınıf ve örneklerin genel bir görünümünü sağlarken aynı zamanda kullanıcılar yaklaşma ve kaydırma işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Örnek harita üzerinde sarı renkte belirtilirken ilgili kaynak konumları kırmızı bağlantılar ile gösterilmektedir. Arama kutusu, kullanıcıların metin araması ile belirli bir örneği aramasını sağlamaktadır. Bilgi kutusu örneğe ait başlık, sınıf, özellik ve ilişkilerini gösteren bilgileri bulundurmaktadır. DBpedia Atlas ile Wikipedia ve DBpedia’ya bağlantılar gerçekleştirilebilir (Valsecchi vd., 2015).

### **1.9.8. Bağlantılı Veri Platformları**

Bağlantılı verilerin yayınlanması ve bu veriler üzerinde çeşitli uygulamaların kullanılmasını sağlayan platformlar bu bölümde açıklanmıştır.

#### **1.9.8.1. Datalift**

Datalift projesi açık kaynaklı bir platform olarak 2010 yılında başlatılmıştır. Datalift platformu sahip olduğu dönüşüm araçları ile ham verilerin RDF formatına dönüşümünün gerçekleştiği teknolojik bir tasarıma sahiptir. Yapılandırılmamış halde bulunan verilerin bağlantılı veriler haline getirilmesi projenin temel hedefini oluşturmaktadır. Uygulamada kullanılan ham girdi verileri shp, csv, xml formatında olabileceği gibi ilişkisel veri tabanına bir bağlantıda olabilir. Datalift ile girdi verilerinin tanımlı, kaliteli ve bağlantılı veri seti şekline getirildiği işlem sürecinde çözülmesi gereken bir takım sorunlar bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla veri yayınlamak için ontoloji seçimi, seçilen ontolojiyi kullanarak verinin RDF dönüşümü, diğer veri kaynaklarıyla verinin ilişkilendirilmesi ve erişim kontrolü adımlarıyla çözülmektedir (Kepeklian vd., 2014). Datalift ile bu işlemler entegre modüller yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Veri setine erişimde ilişkisel veri tabanları için SQL ve üçlü depolarda SPARQL sorguları kullanılmaktadır. Ontoloji seçiminde Datalift’te Linked Open Vocabularies (LOV) geliştirilmiştir. Datalift



platformuna bir modül olarak dahil edilen LOV modülü ontoloji seçimini kolaylaştırmaktadır. Ontoloji seçiminin ardından verinin RDF dönüşümü aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Ham verilerin sahip oldukları meta veriler korunarak başlangıç RDF modeline dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Ardından seçilen ontolojiye göre uygun eşleşmelerde iyi biçimlendirilmiş RDF dönüşümü tamamlanmaktadır. Daha sonra veriler SPARQL Endpoint'te yayınlanmakta ve diğer bağlantılı verilerle ilişkiler kurulmaktadır (Scharffe vd., 2012).

### **1.9.8.2. GeoKnow**

GeoKnow, Avrupa Komisyonu tarafından 2012-2015 yılları arasında desteklenmiş bir araştırma projesidir. Bağlantılı veri ilkelerine coğrafi verilerin yayınlanabildiği, sorgulanabildiği ya da veriler arasında bağlantıların kurulabildiği bir web ortamı oluşturarak bu coğrafi verilere erişim sağlamak hedeflenmiştir. Bu amaçla coğrafi bağlantılı verilerin yönetilmesi için gerekli araç ve yöntemler GeoKnow projesiyle sağlanmıştır. Örneğin RDF veri depolarına yapılan sorgulamalar GeoKnow kapsamında geliştirilen teknikler ile hızlandırılarak iyileştirilmiştir. Bir bölge için farklı veri kaynaklarında bulunan benzer bilgiler geliştirilen yöntemlerle birleştirilmiştir. Harita yayımlamada coğrafi verilerle kaynağın zenginleştirilmesi için harita bileşeni geliştirilmiştir. Ayrıca coğrafi ve coğrafi olmayan veriler arasındaki bağlantıların kurulması, bütünleştirilmesi, sorgulanması ve görselleştirilmesi amacıyla GeoKnow Generator geliştirilmiştir. GeoKnow Generator dizi araçtan oluşturulmuştur. Sorgulama ve veri keşfi Virtuoso ile veriler arası bağlantılar LİMES kullanarak gerçekleştirilmektedir. Veri dönüşümlerinde TripleGeo kullanılır ve verilerin coğrafi verilerle geliştirilmesi GeoLift ile sağlanmaktadır (Lehmann vd., 2015).

### **1.9.8.3. GeoLift**

GeoLift aracı GeoKnow projesinin bir parçası olarak geliştirilmiştir. Tasarım amacı RDF verilerinin coğrafi veriler kullanılarak geliştirilmesidir. GeoLift girdi verisi olarak RDF verilerini N-Triples, Turtle, RDF/XML formatlarını desteklemektedir. Coğrafi verilerin zenginleştirilmesi yani RDF veri setlerine coğrafi verilerin eklenmesi işlemi

zenginleştirme katmanında gerçekleştirilmektedir. Bu amaç doğrultusunda bu katman üç birimlik bir yapıdan oluşturulmuştur. Bu birimlerle ilgili coğrafi veri setleri linkler kurularak zenginleştirilir ve zenginleştirilen veri setinde coğrafi ilişkilerin kurulması sağlanmaktadır. Sonuç ürünü olarak elde edilen zenginleştirilmiş RDF verileri de N-Triples, Turtle, RDF/XML formatındadır. Geolift açık kaynaklıdır ve Java dilinde yazılmıştır (URL-34).

### **1.9.9. Bağlantılı Veri Tarayıcıları**

Bağlantılı veri tarayıcıları kullanıcıların veri kaynağını taramasına ve kaynağın sahip olduğu bağlantıları kullanarak farklı veri kaynaklarına erişimin sağlamaktadır. Bu bölümde bazı bağlantılı veri tarayıcıları ile ilgili bilgiler verilmektedir.

#### **1.9.9.1. DBpedia Mobile**

DBpedia Mobile, mobil cihazlar ve web tarayıcıları kullanılarak DBpedia veri kümesinden kullanıcının bulunduğu fiziksel ortamdaki yakın konumlar hakkında bilgilendirici harita oluşturan bir uygulamadır. DBpedia Mobile ile kullanıcılar DBpedia, Geonames, Revyu, YAGO, EuroStat gibi bağlı veri kümelerinden veri alabilmekte ve görüntüleyebilmektedir. Diğer veri kümelerine RDF bağlantıları varsa DBpedia'dan farklı bağlantılı veri kaynaklarına erişim sağlanabilir. Kullanıcılar kaynakları basit ve SPARQL seçenekleriyle filtreleyebilmektedir. Sorgu, veri alma, depolama ve biçimlendirme Marbles motoru tarafından gerçekleştirilir (Becker ve Bizer, 2009).

#### **1.9.9.2. Fenfire**

Fenfire, RDF tarayıcısı ve düzenleyicisidir. Tarayıcı, bağlantılı verileri grafik görünümünde görüntüleyebilen masaüstü uygulamasıdır. Açık kaynak kodlu ve grafik görünümü kullanan bir yazılım olması onu tablo tabanlı diğer tarayıcılardan ayıran özelliğidir. URI ile sorgulama yapılmaktadır. Kullanıcı ara yüzünde aynı anda yalnızca bir merkezi düğüm ve çevresi görüntülenebilmektedir (Hastrup vd., 2008).

### 1.9.9.3. Tabulator

Tabulator, kullanıcı ve ya bilgi sağlayıcısı tarafından özel programlama gerektirmeksizin bağlantı ağında gezinmek için tasarlanan RDF tarayıcısıdır. Keşif ve analiz olmak üzere iki moda sahiptir. Kullanıcı tarafından URI gönderilerek ya da konum çubuğuna “? Uri = URI” eklenilerek tarayıcı kullanılmaya başlanmaktadır. Keşif modunda kullanıcı düğümleri genişleterek RDF grafiği keşfedilmektedir ve bu esnada Tabulator tarafından ilgili düğümler için daha fazla RDF verisi içeren bağlantılar izlenmektedir. Analiz moduna geçilebilmesi için belli alanlar seçilmekte ve Tabulator sorgu desenini kullanarak sorguyu gerçekleştirmektedir. RDF verilerinin görüntülenmesinde Tabulator; harita, tablo, takvim gibi çeşitli görünümlere sahiptir. Tabulator Javascript uygulaması olarak geliştirilmiştir ve veri ağına erişimini Javascript Kütüphanesi ile sağlamaktadır. W3C yazılım lisansı altında açık kaynak kodludur. Bunun yanında SPARQL’de sorgular görüntülenip düzenlenebilmektedir (Berners-Lee vd., 2006).

### 1.9.9.4. LODatlas

LODatlas bağlantılı veri kümelerini bulmak için geliştirilmiş web aracı projesidir. Arama veri kümelerine ait meta veri sorgularının eşleştirilmesiyle yapılmaktadır. LODatlas projesi açık kaynak kodludur ve kaynak kodları GitLab adresinde paylaşılmaktadır. LODatlas ile yapılan anahtar kelime/URI ya da yönlü gezinme olmak üzere iki çeşit sorgulama yapılmakta ve program her iki sorgunun aynı anda yapılabilmesine izin vermektedir. Kullanıcılar göz şekline benzer simgeye tıkladığında veri seti ile ilgili ayrıntıların bulunduğu sayfa açılmaktadır. Bu sayfada Catalog Data sekmesinden veri kümesine ait meta verilere erişim sağlanmaktadır. İkinci sekme olan RDF Quotients sekmesi ile RDF grafiklerinin özet görseline ulaşılmaktadır. Vocabularies; RDF kaynaklarını tanımlayan kelimeleri, ontoloji ya da şema bağlantılarını listeleyen sekmedir. Son olarak Analytics sekmesi ile veri kümesiyle sınırlı grafikler görüntülenmektedir (Pietriga vd., 2018).

### **1.9.9.5. LodLive**

W3C SPARQL standartlarında yayınlanan kaynaklara ulaşım ve kullanımın kolay olduğunu kanıtlama, kamu idareleri ya da büyük kapasitede veri sahiplerinin verilerini LOD'a eklenerek paylaşılması fikrine dayanmaktadır. LodLive, Javascript dili ile yazılmıştır. Tarayıcı; jQuery eklentisi, JSON konfigürasyon dosyası, HTML5 sayfası, resim dosyaları ve bazı eklentilerden oluşmaktadır. LodLive 15 farklı "kullanıma hazır" SPARQL uç noktası sunmaktadır. Herhangi bir uygulama sunucusu gerekmeden Javascript uygulama katmanı kullanılarak SPARQL uç noktalarına bakılabilmektedir.

LodLive, RDF/ontoloji denetleyicisi olarak kullanılabilir. Sorgu boyunca "owl:sameAs" özelliğine her erişildiğinde LodLive ilgili uç noktalara bağlanmakta ve aynı gezinme ortamında bulunan yeni kaynaklara erişim sağlanmaktadır. Böylelikle LOD bulutunun potansiyeli kanıtlanmış olmaktadır (Camarda vd., 2012).

### **1.9.9.6. LinkedGeoData Browser**

LinkedGeoData Browser, LinkedGeoData projesinde geliştirilmiş olan tarayıcı ve editördür. Tarayıcının ara yüzü kullanıcılara kayan harita (slippy map) sağlamaktadır ve bu sayede kullanıcı harita üzerinde tarama yapabilmektedir. Tarayıcıda seçilen bölgede bulunan nokta ve düğüm analizleri yapılmaktadır. Bu esnada filtreleme işlemi için oluşturulan yönlere kullanıcı tarafından seçildiğinde bu yönlere karşılık gelen unsurlar harita üzerinde işaretlenmiş olarak ve aynı zamanda bir liste içerisinde görüntülenmektedir. Bölge seçiminde değişiklik yapılırsa liste ve harita işaretçileri seçime göre güncellenmektedir. Ayrıca harita üzerinde her bir noktanın kaynağı OSM üzerine düzenlenebilmektedir (Stadler vd., 2012).

### **1.9.9.7. LODmilla**

LODmilla daha önceki metin ve grafik tabanlı LOD tarayıcılarda bulunan özellikler birleştirilmiş ve eşzamanlı olarak birden fazla veri setine hizmet verip bu veri setlerinde bulunan düğümler arasındaki bağlantıları sunma yeniliklerine sahip olmuştur. Amaç bağlantılı açık veri içerisinde gizli veri ilişkileri ya da bilgilerin çıkarılıp paylaşımını

sağlamaktır. LODmilla geleneksel web tarayıcılarında çalışan ve görsel olmasının yanında kaynakların metin temsillerini içeren grafik tabanlı bir tarayıcıdır. Sistem önyüzü Javascript, sunucu tarafı ise Java kullanılarak oluşturulmuştur. LODmilla HTML, CSS ve Javascript kullanılarak oluşturulmuş ve kaynak kodu GitHub adresinde paylaşımına açılmıştır (Micsik vd., 2013).

#### **1.9.9.8. Disco**

Disco – Hyper Veri Tarayıcısı, veri kaynağı kümesinde farklı RDF bağlantıları arasında gezinirken ilgili bilgilerin tamamını HTML sayfası olarak kullanıcıya sunan web tarayıcısıdır. Tarayıcı, bağlantılar arasında HTTP URI'leri yerine “rdfs:seeAlso” bağlantılarını izleyerek kaynak bilgilerini bir araya getirmektedir (Bizer ve Gauß, 2007). Arama motoruna URI girilerek aramaya başlanır ve kaynağa ait bilgileri Semantik Web üzerinden getirmektedir. Disco arama-tarama işlemlerine izin vermesine rağmen düzenlemeye izin vermemektedir (Khusro vd., 2013).

#### **1.9.9.9. Noadster**

Noadster, RDF depoları için verilerde özellik tabanlı kümeleme gerçekleştiren Semantik Web tarayıcısıdır. Tarayıcı yerel ve küresel olmak üzere iki ara yüze sahiptir. Yerel ara yüz, kaynağa ait RDF uçlülerindeki bilgileri göstermektedir. Küresel ara yüz yerel ara yüze bağlantı sıralamasını oluşturmaktadır. Noadster ile metin dizesinden oluşan bir arama dizesi ile sorguya başlanır ve sonuçlar karşılıklı eşleşmenin boyutuna göre sıralanmaktadır (Rutledge ve van Ossenbruggen, 2005).

#### **1.9.9.10. Sig.ma**

Sig.ma, Sindice ve Yahoo BOSS arama motorları üzerine kuruludur ve Semantik Web'den alınan heterojen verileri birleştirmektedir. Sig.ma kişi, konum, belge adı gibi özellikleri sorgulayarak kullanıcıların bilgi edinmesini sağlamakta ve bu bilgilerin genişletilmesinde veya iyileştirilmesinde kullanılabilir. Tarayıcı Java ve Javascript kullanılarak oluşturulmuştur. Tarayıcı; anahtar kelime, URL ya da URI girdileri

almaktadır. Veri toplama Sig.ma tarayıcının çalışma kapasitesini olumsuz etkilediğinden daha çok Sindice altyapısını kullanmaktadır (Tummarello vd., 2010 ).

#### **1.9.9.11. Piggy Bank**

SIMILE tarafından Java uygulama dilinde üretilmiş olan Piggy Bank Firefox tarayıcısının uzantısıdır. Piggy Bank mevcut Java tabanlı RDF kitaplıklarının Firefox ile bütünleşmesi sonucunda bu kitaplıklardan yararlanılması için Firefox uzantısı olarak tasarlanmıştır. Tarayıcı ile Semantik Web verileri sayfalardan toplanıp kaydedilebilmekte aynı zamanda etiketlenerek diğer Piggy Bank kullanıcıları ile paylaşılabilir (Huynh vd., 2005).

#### **1.9.9.12. Marbles**

Marbles farklı kaynaklardan gelen verileri tek bir görünümde birleştiren ve bu yanında veri kaynakları takip etme imkânı sunan Semantik Web tarayıcısıdır. Marbles SPARQL Endpoint olarak kullanılabilir. Marbles Java ile yazılmıştır ve Firefox uzantısı olarak kullanılmaktadır. Verilerin dışa aktarımı gibi gelişmiş özellikler Marbles'te bulunmamaktadır. Tam detay, özet ve fotoğraf olmak üzere üç çeşit görünüme sahiptir ve sorgulama URI ile yapılmaktadır. Marbles, Sindice ve Falcons arama motorlarını kullanmaktadır (Turner vd., 2011).

#### **1.9.9.13. URIBurner**

URIBurner, metin ve URI tabanlı tarama yapılarak kaynağa ait meta verilerin RDF grafiğini üreten bağlantılı veri tarayıcısıdır. Kullanıcılara bağlantılı olmayan verilerin Virtuoso kullanılarak bağlantı verilere dönüştürülmesi imkânı verilmektedir. URIBurner ile kullanıcılar veri setlerinin bağlı olduğu farklı bağlantılı veri alanlarında gezinebilmektedir (Alahmari, 2014).

#### 1.9.9.14. OpenLink Data Explorer

OpenLink Data Explorer, kullanıcıların ham verilere ve web sayfalarının ilişkilerine ulaşmasına imkân veren Firefox, Safari, Chrome, Opera ve Internet Explorer ile uyumlu web tabanlı RDF veri tarayıcısıdır (URL-35). Kurulum tamamlandıktan sonra kullanıcılar gezindikleri web sayfasından bağlantılı verileri elde etmek istediğinde yalnızca OpenLink Data Explorer uzantısına tıklamaları yeterlidir. Bu sayede web sayfası kullanıcıların tarayıcısında görüntüleyebildiği bağlantılı veri formatlarına dönüştürülmektedir (Alahmari vd., 2012).



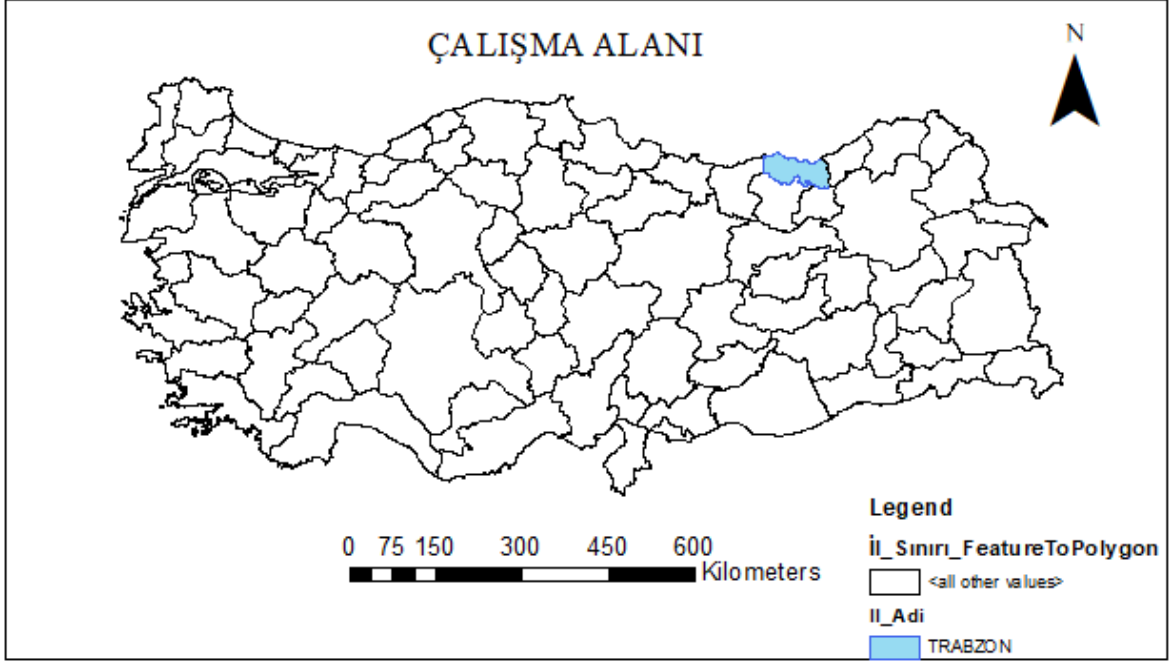
## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasında, HGM uygulamaları kapsamında kitle kaynak yaklaşımı ile toplanması gereken POI verileri belirlenmiştir. Belirlenen POI verilerinin, kitle kaynak yaklaşımı ile oluşturulan açık harita servislerinin başında gelen OpenStreetMap (OSM)'ten çıkarılması hedeflenmiştir. HGM POI türleri, OSM POI veri türleri kapsamında karşılaştırılarak anahtar ve değer (key=value) kavramları belirlenmiştir. Belirlenen anahtar-değer kavramları kapsamında Alışveriş, Antenler ve Yüksek Yapılar, Dini Tesisler, Eğitim Kurumları, Finansal Kurumlar, Kültürel Tesisler, Mezarlıklar, Resmi kurum, Sağlık Kurumları, Sanayi ve Üretim Alanları, Spor Tesisleri, Su, Kanalizasyon, Çöp, Tarım ve Hayvancılık, Tarihi ve Turistik Tesisler, Ulaşım ve Yeşil Alanlar kategorisinde yer alan bütün POI türleri SPARQL sorgu dili kullanılarak OSM Sophox ile sorgulanmıştır. SPARQL sorguları sonucunda elde edilen veriler \*.csv formatında kaydedilmiştir. POI verilerinin çıkarılması için bir diğer açık harita servisi Wikimapia olarak belirlenmiştir. Wikimapia API kullanılarak Trabzon sınırlandırıcı dikdörtgeni içinde kalan, bütün HGM POI kategorileri kapsamında yer alan POI verileri \*.geojson formatında çıkarılmıştır. Çıkarılan verilerin karşılaştırılması amacıyla Google Places API kullanılarak her bir POI türü için sınırlı sayıda (29 satır) veriler \*.xlsx formatında Google Maps'ten çıkarılmıştır. OSM, WikiMapia ve Google Maps'ten çıkarılan POI verileri etiket ve konum benzerliği yönüyle karşılaştırılmıştır. Belirlenen POI verilerinin Semantik Web uygulamalarında kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla semantik tanımlarının oluşturulması gerekir. POI verilerinin semantik tanımları için mevcut literatürde yer alan POI ontolojileri araştırılmıştır ve değerlendirilmiştir. POI verilerinin semantik tanımları için gerekli ontolojilerin belirlenmesinin ardından ontolojiler ve POI verileri, bir veri ve ontoloji birleştirme aracı olan Karma ile ilişkilendirilmiştir. Bütün kategorilerde yer alan POI verileri RDF olarak yayınlanmıştır. RDF olarak yayınlanan POI verileri, bir bağlantılı verileri görselleştirme aracı olan Sextant ile görselleştirilmiştir.



## 2.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Bu çalışma kapsamında uygulama bölgesi olarak Trabzon seçilmiş ve bu ildeki POI verilerinin semantik tanımlanması ve görselleştirilmesi için çalışma gerçekleştirilmiştir. Söz konusu POI verilerinin sorgulanması ve çıkarılması için Sophox kullanılmıştır.



Şekil 17. Çalışma alanı

## 2.2. Alan Adı ve Host Alımı

Bağlantılı veri ilkeleri gereği, oluşturulan bağlantılı verilerin URI'lere sahip olması gerekir. Bağlantılı veri ilkelerinin bu koşulunun sağlanması için alan adı ve hosting alınması gerekir. Diğer bir deyişle her internet sitesinin web üzerindeki dijital kimliği olan bir alan adı (domain) ve web sitesinin içeriklerinin depolandığı bir hosting vardır. Bağlantılı veri ilkeleri kapsamında her gerçek dünya varlığının, URI'ler ile isimlendirilmesi şartı gereği tez çalışması kapsamında üretilen POI verilerinin isimlendirilmesinde kullanılacak bir alan adı gerekmektedir. Bu nedenle <http://www.gultenkara.com> alan adı alınmış ve RDF verileri ve ontolojiler web sayfasında yayınlanmıştır.

### 2.3. HGM-POI Verilerinin OpenStreetMap'ten Çıkarılması

Points of Interest (POI), ilgi noktası ya da ilgi çekici nokta anlamına gelmektedir. Tez çalışmasının tamamında POI kısaltması ile kullanılmıştır. İlgi çekici noktalar, Wikipedia tarafından kişinin yararlı ya da ilginç bulduğu noktaların konumu olarak tanımlanmıştır. W3C POI Çalışma Grubu ise ilgi çekici noktaları, hakkında bilgilerin bulunduğu noktalar olarak tanımlamaktadır. İlgi çekici noktalar bir konumu isim, tür, adres gibi konuma ait verilerle tanımlamaktadır. Bu noktalar yalnızca bir koordinat olabilecek biçimde basit ya da çeşitli verilerden oluşan karmaşık bir model olabilir. İlgi çekici noktalar insanlar tarafından oluşturulmuştur ve çeşitli özelliklere sahiptir. Bu özellikler isim, geçerli bir konum, kategori veya tür, benzersiz bir tanımlayıcı, URI, adres ve iletişim bilgilerinden oluşmaktadır. İlgi çekici noktalara ait veriler çeşitli biçimlerde değiştirilebilir (URL-36). İlgi çekici nokta verileri haritalama, navigasyon sistemleri, turizm, lojistik gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

OSM, ücretsiz, açık kaynaklı ve evrensel bir harita oluşturma projesidir. 2004 yılında Steve Coast tarafından kurulmuştur. OSM verileri kullanıcılar tarafından gönüllülük esasına dayanarak toplanmaktadır. Veriler kullanıcılar tarafından düzenlenebilir ve tümüne ücretsiz olarak erişim sağlanabilir. OSM temel veri yapıları düğüm (node), yol (way) ve ilişki (relation)dir. Bu temel veri yapılarına etiketler (tags) eklenerek zemindeki fiziksel özellikler temsil edilmektedir. Etiketler nesne hakkında bilgilerin bulunduğu bir anahtar-değer (key-value) çiftinden oluşmaktadır. Örneğin bir banka “amenity=bank” etiketiyle temsil edilmektedir. OSM verileri kullanıcılar tarafından bu verilerle temsil edilir ve yaygın olarak kullanılan etiketler için anahtar-değer çiftleri oluşturulmuştur. Ayrıca etiketlerle ilgili detaylı bilgiler kullanıcılara sunulmuştur. OSM’ye ait tüm veriler üçlü depolarda özne-yüklem-nesne olarak depolanmaktadır. Kullanıcılar OSM ana sayfasından ilgili aramaları yaparak verileri dışa aktarabilir. Verilerin dışa aktarımında XAPI, Overpass API ya da dışa aktarım aracı kullanılır. OpenStreetMap veri tabanına ait güncel tüm veriler Planet OSM kullanılarak elde edilebilirken kıta, ülke ve şehirlere ait güncel veriler ise Geofabrik indirmelerden elde edilmektedir (URL-37). OSM, POI veri kaynakları arasında en önemli veri kaynağıdır. Bu kaynak POI verilerini temsil edecek biçimde özel olarak tasarlanmamıştır ve bu sebep verilerin elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca Wikimapia’da POI verileri için harita sağlayıcısıdır (Patroumpas vd., 2019). Çalışma kapsamında HGM Topo25 veri tabanının güncellenmesi ve zenginleştirilmesi için HGM

Fotogrametri Daire Başkanlığı ve Askeri Coğrafya Daire Başkanlığı ile yürütülen çalışmalar kapsamında HGM uygulamalarında kullanılacak POI detayları ve öznitelikleri Tablo 3'teki gibi belirlenmiştir.

Tablo 3. HGM POI detayları ve öznitelikleri

		Türü	Adı	Durumu	Yüksekliği
Alışveriş	AVM	✓	✓		
	İş Merkezi	✓	✓		
	Açık Pazaryeri	✓	✓		
	Kapalı Pazaryeri	✓	✓		
Ulaşım	Benzinlik	✓	✓		
	Dinlenme Tesisi	✓	✓		
	Havaalanı	✓	✓		
	Otopark	✓	✓		
	Araç Muayene İstasyonu	✓	✓		
	Otobüs Durağı	✓	✓		
	Metro Durağı	✓	✓		
	Tren İstasyonu	✓	✓		
	Otogar	✓	✓		
Dini Tesisler	Cami	✓	✓		
	Cemevi	✓	✓		
	Mescit	✓	✓		
	Kilise	✓	✓		
	Havra	✓	✓		
	Sinagog	✓	✓		
Eğitim Kurumları	İlkokul	✓	✓	✓	
	Ortaokul	✓	✓	✓	
	Lise	✓	✓	✓	
	Üniversite	✓	✓	✓	
	Kurs	✓	✓	✓	
Finansal Kurumlar	Banka Şubesi	✓	✓		
	ATM	✓	✓		
Kültürel Tesisler	Fuar Merkezi	✓	✓	✓	
	Kültür/Kongre Merkezi	✓	✓	✓	
	Kütüphane	✓	✓	✓	
	Müze	✓	✓	✓	
	Tiyatro	✓	✓	✓	
	Sergi Salonu	✓	✓	✓	
	Sinema	✓	✓	✓	
Resmi Kurum	Valilik	✓	✓		
	Belediye	✓	✓		
	Adliye	✓	✓		
	Noter	✓	✓		
	Lojman	✓	✓		
	Jandarma	✓	✓		
	Polis	✓	✓		

Tablo 3'ün devamı

Resmi Kurum	Gümrük Binası	✓	✓		
	İl Özel İdare	✓	✓		
Sağlık Kurumları	Hastane	✓	✓	✓	
	Sağlık Ocağı	✓	✓	✓	
	Poliklinik	✓	✓	✓	
Sanayi ve Üretim Alanları	Organize Sanayi Bölgesi	✓	✓		
	Küçük/Büyük Sanayi Sitesi	✓	✓		
	Fabrika	✓	✓		
	Atölye	✓	✓		
Spor Tesisleri	Stadyum	✓	✓	✓	
	Spor Salonu	✓	✓	✓	
	Futbol/ Basketbol/ Tenis/ Voleybol/ Golf Sahası	✓	✓	✓	
Su, Kanalizasyon, Çöp	Çöp Depolama Alanı	✓	✓		
	Arıtma Tesisi	✓	✓		
Tarihi ve Turistik Yerler	Anıt	✓	✓	✓	
	Otel	✓	✓	✓	
	Hamam	✓	✓	✓	
	Kaplıca	✓	✓	✓	
	Misafirhane	✓	✓	✓	
	Plaj	✓	✓	✓	
	Tarihi Alanlar	✓	✓	✓	
	Milli Parklar	✓	✓	✓	
Tarım ve Hayvancılık	Tarım/Hayvan Çiftlikleri	✓	✓	✓	
	Tarımsal Üretim Alanları	✓	✓	✓	
	Silo	✓	✓	✓	
Antenler ve Yüksek Yapılar	Baz İstasyonu	✓	✓	✓	✓*
	TV/Radyo Verici	✓	✓	✓	✓*
	Deniz Feneri	✓	✓	✓	✓*
	Baca	✓	✓	✓	✓*
	Vinç	✓	✓	✓	✓*
	Değirmen	✓	✓	✓	✓*
	Kuleler	✓	✓	✓	✓*
	Bayrak Direği	✓	✓	✓	✓*
	Havada Asılı Engeller	✓	✓	✓	✓*
Yeşil Alanlar	Park	✓	✓	✓	
	Mesire Alanı	✓	✓	✓	
Mezarlıklar	Müslüman Mezarlığı	✓	✓	✓	
	Hristiyan Mezarlığı	✓	✓	✓	
	Yahudi Mezarlığı	✓	✓	✓	

\* Yükseklik bilgisinin toplanmasının isteğe bağlı olması kararlaştırılmıştır.

POI detaylarına ait verilerin açık veri kaynaklarından çıkarılması hedeflenmiştir. Konumsal uygulamalarda en çok kullanılan açık veri kaynağı şüphesiz OpenStreetMap (OSM) 'tir. POI verileri OSM üzerinden Sophox kullanılarak çıkarılmıştır. Sophox, OSM

verileriyle çalışabilmek amacıyla geliştirilmiş hizmetler topluluğudur. OSM verileri ve OSM meta verilerine ek olarak harici veri kaynakları da kullanılabilir. Ayrıca OSM'nin düzenlenmesi için kullanılabilir. Sophox SPARQL sorgu dilini kullanmaktadır. Sophox bir harici kaynaktan tablo biçimli ve URL aracılığıyla erişilebilir olan verileri alabilir ve bunları diğer verilerle birleştirebilir (URL-38). Sophox ile OSM verilerinden RDF üçlülere oluşturulmaktadır. Fakat geometrik şekil bilgisi bir merkez noktası olacak biçimde sadeleştirilmektedir. Konumsal sorgular sadece verilen bir sınırları dikdörtgen (bounding box) içerisinde bulunan bu merkezi noktaların arasında gerçekleştirilmektedir (Bast vd., 2021).

OSM Sophox ile verilerin çıkarılması için öncelikle HGM POI verileri için belirlenen kategorilerde POI türlerinin OSM kategorilerinde hangi anahtar=değer (key=value) kavramlarına karşılık geldiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle HGM POI türlerinin OSM anahtar değer karşılıkları Tablo 4'te gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Tablo 4. HGM POI türlerinin OSM anahtar=değer karşılıkları

Tema	HGM POI Türleri	OSM anahtar=değer
Alışveriş	AVM	shop=mall
	İş Merkezi	building=office
	Açık Pazaryeri	amenity=marketplace
	Kapalı Pazaryeri	building=supermarket, shop=supermarket
Ulaşım	Benzinlik	amenity=fuel
	Dinlenme Tesisi	highway=services, highway=rest_area
	Havaalanı	aeroway=aerodrome
	Otopark	amenity=parking, building=parking
	Araç Muayene İstasyonu	amenity vehicle_inspection
	Otobüs Durağı	amenity=bus_station, highway=bus_stop, public_transport=stop_position
	Metro Durağı	public_transport=stop_area, public_transport=platform
	Tren İstasyonu	railway=station, public_transport=station, railway=halt, railway=tram_stop, public_transport=stop_position,
	Otogar	building=transportation, public_transport=platform
Dini Tesisler	Cami	building=mosque, amenity=place_of_worship + religion=muslim
	Cemevi	-
	Mescit	amenity=place_of_worship + religion=muslim
	Kilise	building=church, amenity=place_of_worship + religion=christian
	Havra	building=synagogue, amenity=place_of_worship + religion=jewish
	Sinagog	building=synagogue, amenity=place_of_worship + religion=jewish
Eğitim Kurumları	İlkokul	amenity=school
	Ortaokul	amenity=school
	Lise	amenity=school
	Üniversite	amenity=university
	Kurs	-
Finansal Kurumlar	Banka Şubesi	amenity=bank
	ATM	amenity=atm
Kültürel Tesisler	Fuar Merkezi	amenity=community_centre
	Kültür/Kongre Merkezi	amenity=arts_centre, amenity=community_centre
	Kütüphane	amenity=library
	Müze	tourism=museum
	Tiyatro	amenity=theatre
	Sergi Salonu	tourism=gallery
	Sinema	amenity=cinema
Resmi Kurum	Valilik	office=government
	Belediye	amenity=townhall
	Adliye	amenity=courthouse
	Noter	office=notary
	Lojman	-

Tablo 4'ün devamı

	Jandarma	building=military
	Polis	amenity=police
	Gümrük Binası	barrier=border_control
	İl Özel İdare	building=government
Sağlık Kurumları	Hastane	amenity=hospital, building=hospital
	Sağlık Ocağı	amenity=clinic
	Poliklinik	amenity=clinic
Sanayi ve Üretim Alanları	Organize Sanayi Bölgesi	landuse=industrial
	Küçük/Büyük Sanayi Sitesi	-
	Fabrika	man_made=works
	Atölye	craft=atelier
Spor Tesisleri	Stadyum	leisure=stadium, building=stadium
	Spor Salonu	leisure=sports_centre, building=sports_hall
	Futbol/ Basketbol/ Tenis/ Voleybol/ Golf Sahası	leisure=pitch + sport=soccer/basketball/tennis/volleyball/golf_course
Su, Kanalizasyon, Çöp	Çöp Depolama Alanı	landuse=landfill
	Aritma Tesisi	man_made=wastewater_plant
Tarihi ve Turistik Yerler	Anıt	historic=monument
	Otel	tourism=hotel, building=hotel
	Hamam	amenity=public_bath
	Kaplıca	amenity=public_bath
	Misafirhane	tourism=guest_house
	Plaj	natural=beach
	Tarihi Alanlar	historic=archaeological_site
Milli Parklar	boundary=national_park, boundary=protected_area, leisure=nature_reserve	
Tarım ve Hayvancılık	Tarım/Hayvan Çiftlikleri	landuse=farmyard
	Tarımsal Üretim Alanları	landuse=farmland
	Silo	man_made=silo
Antenler ve Yüksek Yapılar	Baz İstasyonu	man_made=mast
	TV/Radyo Verici	man_made=communications_tower
	Deniz Feneri	man_made=lighthouse
	Baca	man_made=chimney
	Vinç	man_made=crane
	Değirmen	man_made=watermill, man_made=windmill
	Kuleler	man_made=tower
	Bayrak Direği	man_made=flagpole
	Havada Asılı Engeller	-
Yeşil Alanlar	Park	leisure=park
	Mesire Alanı	tourism=picnic_site
Mezarlıklar	Müslüman Mezarlığı	landuse=cemetery (religion=muslim)
	Hristiyan Mezarlığı	landuse=cemetery (religion=christian)
	Yahudi Mezarlığı	landuse=cemetery (religion=jewish)

OSM Sophox ile SPARQL sorgularının gerçekleştirilmesi için kullanılan URI adresleri örnekleri ile birlikte aşağıda sıralanmıştır.

- prefix osmnode: <https://www.openstreetmap.org/node/>
- prefix osmway: <https://www.openstreetmap.org/way/>
- prefix osmrel: <https://www.openstreetmap.org/relation/>
- prefix osmt: <https://www.openstreetmap.org/wiki/Key:>
- prefix osmm: <https://www.openstreetmap.org/meta/>

Çalışma kapsamında POI verilerinin OSM den çıkarılması için OSM Sophox ile SPARQL sorguları çalıştırılmıştır. Şekil 18’de AVM için gerçekleştirilen SPARQL sorgusu verilmiştir.



Şekil 18. Avm için SPARQL sorgusu

SPARQL sorguları bütün POI detayları için gerçekleştirilmiştir ve \*.csv uzantılı veriler indirilmiştir.

- Trabzon sınırlandırıcı dikdörtgeni içindeki AVM lerin bulunması için SPARQL sorgusu:

```
SELECT * WHERE {
  ?id osmt:shop "mall".

  OPTIONAL { ?id osmt:name ?name }
  OPTIONAL { ?id osmt:shop ?shop }

  SERVICE wikibase:box {
    ?id osmm:loc ?coordinates .
  }
}
```



```

bd:serviceParam          wikibase:cornerSouthWest      'Point(38.957520
40.467845)^^geo:wktLiteral.
bd:serviceParam          wikibase:cornerNorthEast       'Point(40.810089
41.117642)^^geo:wktLiteral.
}
}

```

- Trabzon sınırlandırıcı dikdörtgeni içindeki bankaların bulunması için SPARQL sorgusu:

```

SELECT * WHERE {
  ?id osmt:amenity "bank".

  OPTIONAL { ?id osmt:name ?name }
  OPTIONAL { ?id osmt:amenity ?amenity}

  SERVICE wikibase:box {
    ?id osmm:loc ?coordinates .
    bd:serviceParam          wikibase:cornerSouthWest      'POInt(38.957520
40.467845)^^geo:wktLiteral.
    bd:serviceParam          wikibase:cornerNorthEast       'POInt(40.810089
41.117642)^^geo:wktLiteral.
  }
}

```

SPARQL sorguları ile bütün POI verileri \*.csv formatında indirilmiştir. İndirilen verilerin koordinat sütunu enlem ve boylam ayrı sütunlarda olacak şekilde düzenlenmiştir.

POI verilerinin çıkarılması için bir diğer açık harita servisi Wikimapia'dır. Wikimapia, Alexandre Koriakine ve Evgeniy Saveliev tarafından 2006 yılında Moskova'da kurulmuştur. Wikimapia, online bir haritanın wiki sistemiyle birleştirilmesi fikrinden yola çıkılarak tasarlanmıştır. Dünya üzerinde bulunun tüm coğrafi nesnelere açık içerikli olarak haritalamak ve bu içeriklerle ilgili bilgiyi ücretsiz olarak sağlamak bu projenin temel amacıdır. Kullanıcılar etiket oluşturarak bu etiketlerle ilgili bilgiler paylaşabilir. Wikimapia 1.5 milyondan fazla kullanıcı ve 20 milyondan fazla işaretlemeye sahiptir. Dinamik yapısı ve her zaman güncel verilere sahip olmasının yanı sıra sade ve anlaşılır yapısıyla bu sayı her geçen gün artmaktadır. Veriler, kullanıcılar tarafından gönüllü olarak herhangi bir bedel alınmaksızın yer etiketleme ve açıklamalar ya da fotoğraf eklenerek yapılmaktadır. Ayrıca kullanıcılar bu verileri düzenleyebilir. Wikimapia

kullanıcılara çoklu dil desteği sağlamaktadır (URL-39). Wikimapia API kullanılarak HGM POI kategorileri kapsamındaki POI türleri Wikimapia'dan çıkarılmıştır. Çıkarılan POI verileri \*.geojson formatında kaydedilmiştir.

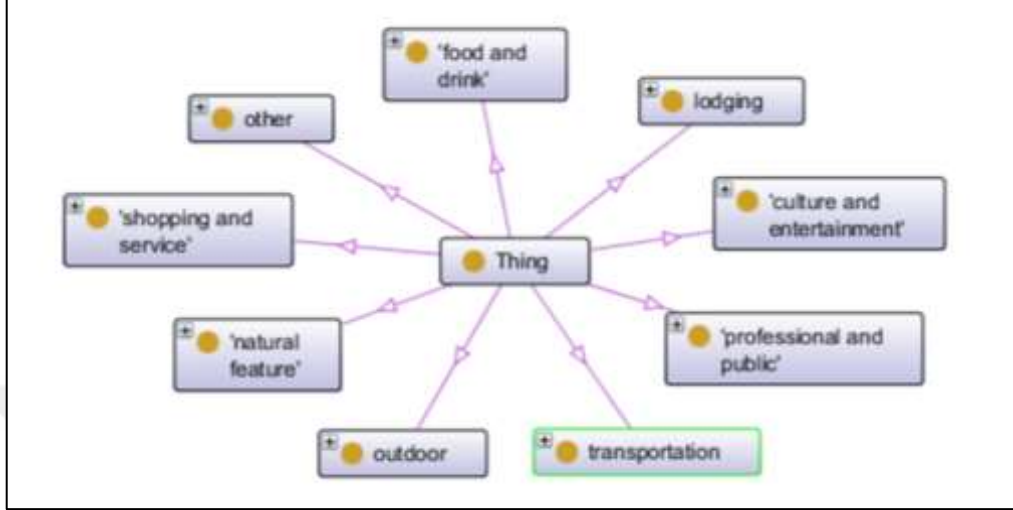
Google Maps uydu görüntüsü, sokak haritaları, seyahat rota planlaması gibi hizmetler sunan bir web haritalama platformudur. Başlangıçta C++ bir masaüstü uygulaması olarak geliştirilmiş daha sonra Google tarafından web uygulaması olarak sunulmuştur. Haritaların görüntülenmesinin yanı sıra Android, IOS, web tarayıcıları ile çalışabilmek için programlama ara yüzü ile çalışabilir. Google Maps görünümünde katman ve harita türü kullanıcının ihtiyacına bağlı olarak değiştirilebilir. Çeşitli kategorilerde bulunan konumlarla ilgili sorgulamalar Google Maps API yardımıyla gerçekleştirilmektedir (URL-40). HGM POI kategorilerinde yer alan POI verileri Google Places API kullanılarak çıkarılmıştır. Ancak sınırlı sayıda kategoride ve sınırlı sayıda veri \*.xlsx formatında çıkarılmıştır.

#### **2.4. Mevcut Ontolojilerin Bulunması ve POI Ontolojisinin Oluşturulması**

Çalışma kapsamında POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak için öncelikle mevcut ontolojilerin belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut literatür incelendiğinde geliştirilen POI ontolojileri aşağıda verilmiştir.

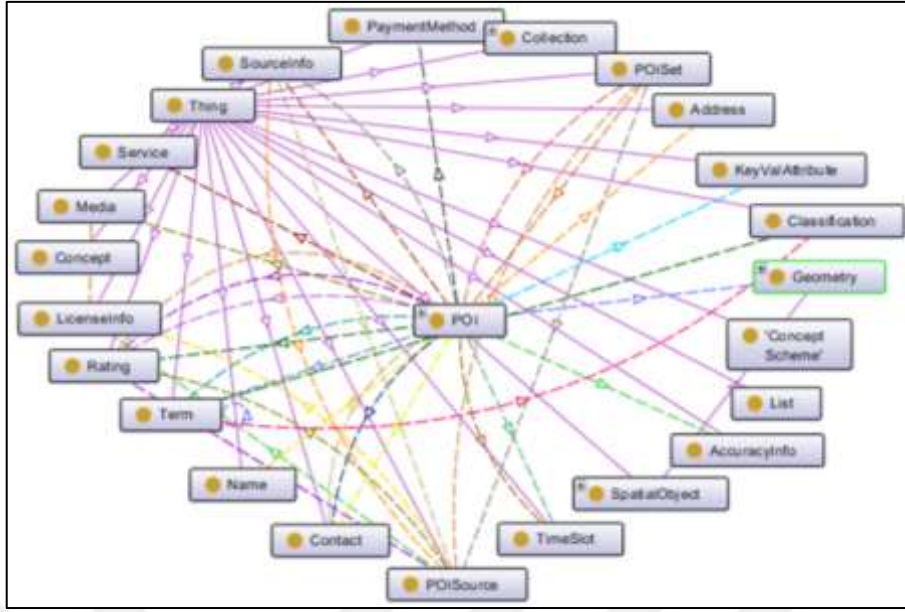
Braun ve diğerleri (2010), kullanıcıların POI noktaları oluşturabildiği, silebildiği ya da değişiklikler yapabildiği bir mobil uygulama olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamada kullanıcılar yeni bir POI oluşturma ya da alma işleminde doğrudan POI ontolojisini kullanırlar ve tüm POI'lere ilişkin meta veriler bu ontoloji içerisinde bulunmaktadır. Yılmaz ve Erdur (2012), mobil kullanıcıların yakınlarında bulunan POI'ler ile ilgili olarak bilgi alabildikleri ve kullanıcıların birbiriyle iletişim kurabildikleri bir sistem olarak geliştirilmiştir. Sistem tasarımına uygun olarak ontolojiler geliştirilebilir bir biçimde modellenmiştir. Bu modelde POI noktası isim, konum, zaman, tür, anahtar kelime ve hizmetlerden oluşmaktadır. Čerba ve diğerleri (2016), 2014 ve 2017 yılları arasında SDI4Apps Projesi kapsamında geliştirilen SPOI (Smart POInts of Interest) veri seti POI'ler için en büyük veri tabanını oluşturmaktadır. Bu POI'ler çeşitli uygulamalar tarafından kullanılabilir. Kullanılan SPOI Ontolojisi 290 sınıf içermektedir. Ontolojideki sınıfların büyük bir çoğunluğu OpenStreetMap detayları ve özniteliklerinin anahtar ve

değer çiftleri ile tanımlandığı harita detayları (Map Features) (URL-41) ya da kullanıcı taleplerine göre oluşturulan ontolojinin genel düzeyi Şekil 19’da verilmiştir.



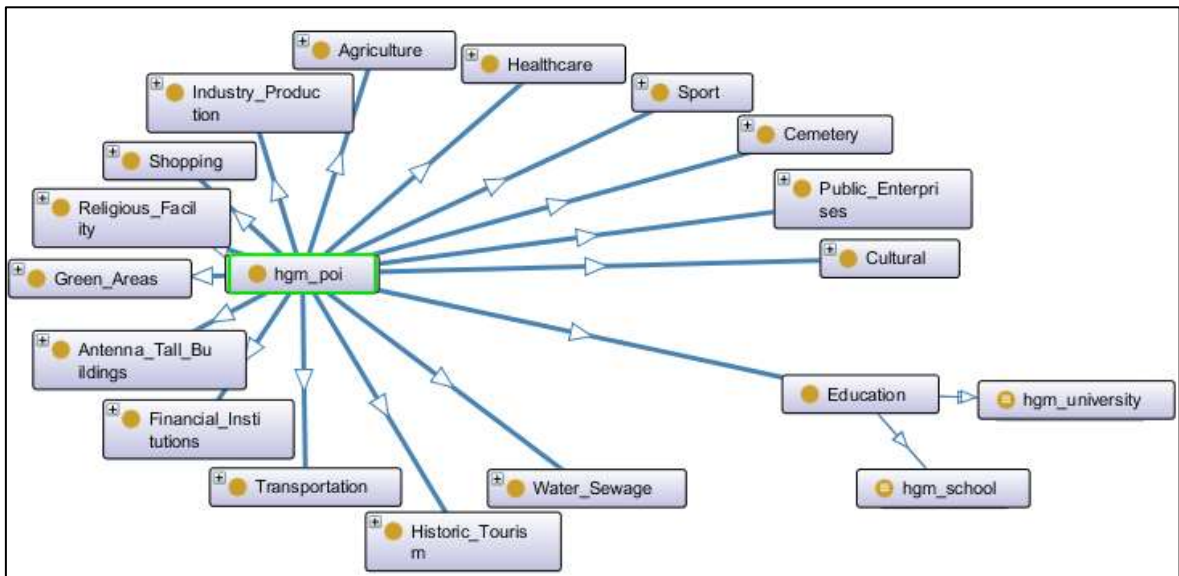
Şekil 19. SPOI Ontolojisi (Cerba vd., 2016).

Gao ve diğerleri (2016), günümüz bilgisayarın çoğunluğunu oluşturan sosyal ağ bilgisinin temeli POI verileri için birleşik bir yapının sağlanması ve çoğunlukla veri tabanlarında saklanan POI verilerinin işlenmesinde veri tabanlarının yetersiz kalması problemine çözüm olarak ontoloji tabanlı yaklaşımlara odaklanmıştır. Bu ontoloji modeli 14 sınıf ve 12 özellikten oluşmaktadır. Elde edilen sonuçlarda veri tabanına oranla daha hızlı veri depolama ve veri alışverişi sağlanmıştır. Yu ve diğerleri (2018), çalışmalarında 3 farklı POI veri seti tek bir veri seti olarak birleştirilmesi amacıyla bir ontoloji veri modeli tasarlanmıştır. Bu ontolojiden farklı veri kaynaklarının RDF formatına dönüşümü ve öznitelik verilerinin dönüşümünde yararlanılmaktadır. POI Ontolojisi POIClass, POISubtype ve POIDomain olmak üzere 3 sınıftan oluşmaktadır. Her düzeyden bireyler ve diğerleri arasındaki ilişkiler hakkında makineler tarafından çıkarımlar yapılmaktadır. Patroumpas ve diğerleri (2019), farklı kaynaklara ait POI verilerinin birleştirilmesi ve yönetilmesini sağlayan bir ontoloji geliştirmişlerdir. Farklı alan ve uygulamalara ait farklı türlerdeki POI'lerin ortak olarak bulunan özelliklerinin alınması amaçlanmıştır. Geliştirilen ontolojide tanımlı özellikler gösterilmektedir. Belirli türdeki POI'ler için özelliklerin eklenebilir olması ontolojinin uygulamanın gereksinimine göre genişletilebilmesini sağlamaktadır. Ontoloji sınıfları ve aralarındaki ilişkiler Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20. SLIPO Ontolojisi (Patrumpas vd., 2019).

Mevcut ontolojiler değerlendirildiğinde HGM-POI ontolojisi için geliştirilebilir ontolojinin SPOI Ontolojisi olduğuna karar verilmiştir. SPOI Ontolojisinde HGM-POI türleri için sınıflar oluşturulmuştur. Sınıflar için veri öznelikleri (data properties) tanımlanmıştır. Her bir sınıf için domain-range ve annotation alanlarında ilgili bilgiler tanımlanmıştır. SPOI Ontolojisi genişletilerek oluşturulan HGM-POI Ontolojisi Şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 21. HGM-POI Ontolojisi

POI verilerinin geometri tiplerinin semantik olarak tanımlanması için GeoSPARQL Ontolojisi kullanılmıştır.

## 2.5. POI Verilerinin Semantik Tanımlarının Oluşturulması

İndirilen POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gerekli ontolojilerin veriler ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Verilerin ontolojilerle ilişkilendirilmesi için Karma yazılımı kullanılmıştır. Karma, kullanıcıların veri tabanları, elektronik tablolar, sınırlandırılmış metin dosyaları, XML, JSON, KML ve Web API'leri dahil olmak üzere çeşitli veri kaynaklarından verileri hızlı ve kolay bir şekilde entegre etmelerini sağlayan bir bilgi entegrasyon aracıdır. Kullanıcılar, sürecin çoğunu otomatikleştiren bir grafik kullanıcı arabirimi kullanarak bilgileri kendi seçtikleri bir ontolojiye göre modelleyerek bütünleştirir. Karma, verilerin ontoloji sınıflarına eşlenmesini tanımayı öğrenir ve ardından bu sınıfları birbirine bağlayan bir model önermek için ontolojiyi kullanır. Kullanıcılar daha sonra otomatik olarak oluşturulan modeli ayarlamak için sistemle etkileşime girer. Bu işlem sırasında kullanıcılar, farklı formatlarda ifade edilen verileri normalleştirmek ve yeniden yapılandırmak için verileri gerektiği gibi dönüştürebilir. Model tamamlandığında, kullanıcılar entegre verileri RDF olarak yayınlayabilir veya bir veri tabanında saklayabilir (URL-27). Belirtilen yönleri ile Karma eşdeğeri yazılımlara üstünlük sağlamaktadır. Özellikle ontolojiler ve veriler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Ontolojiler ve verilerin import edilmesi için Karma ara yüzünde Import -> From File yolu izlenir. Ontolojiler ve veri import edildikten sonra veri Şekil 22'de verildiği gibi tablo formatında görüntülenmektedir.

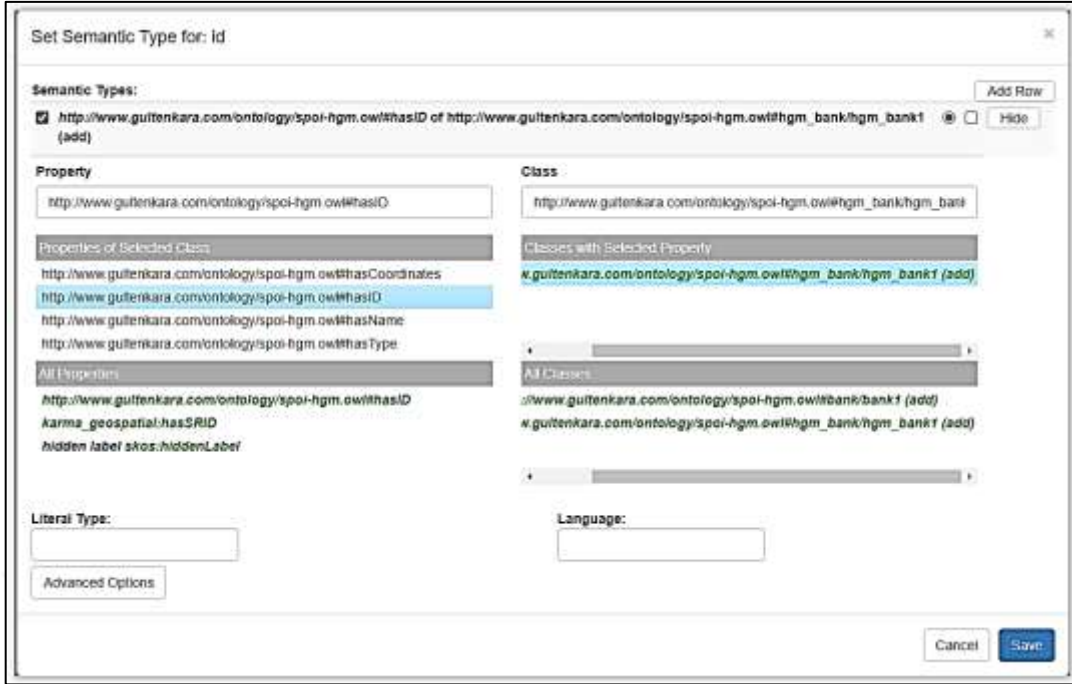
id	ismi	amenity	coordinates	longitude	latitude
https://www.opens...		bank	Point(39.2807412 41.0487459)	39.2807412	41.0487459
https://www.opens...	Merkez Bankası	bank	Point(39.6913666 41.0013288)	39.6913666	41.0013288
https://www.opens...	Ziraat Bankası	bank	Point(39.7273883 41.0061549)	39.7273883	41.0061549
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7260298 41.0062503)	39.7260298	41.0062503
https://www.opens...	Vakıfbank	bank	Point(39.7546362 40.9983717)	39.7546362	40.9983717
https://www.opens...	Yapı Kredi	bank	Point(39.7540492 40.9981541)	39.7540492	40.9981541
https://www.opens...	Türkiye İş Bankası	bank	Point(39.7476804 40.9978471)	39.7476804	40.9978471
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7543617 40.9983578)	39.7543617	40.9983578
https://www.opens...	Ziraat Bankası ATM	bank	Point(39.7684066 40.9963316)	39.7684066	40.9963316
https://www.opens...	YapıKredi	bank	Point(39.7684494 40.9963421)	39.7684494	40.9963421

Şekil 22. Karma ara yüzünde bank.csv dosyasının görüntülenmesi

Karma ile verilerin semantik tanımlarının oluşturulması için

- İndirilen verilerin POI türlerinin tanımlanması için HGM-POI.owl
- Geometri tipinin ilişkilendirilmesi için geosparql.rdf
- Verilerin enlem boylam bilgilerinin tanımlanması için geo\_2007.owl

Ontolojileri import edilmiştir. Semantik tanımlar için tabloda her bir öznitelik üzerine tıklanarak semantik tipler ilgili ontolojiler ile ilişkilendirilmiştir. Şekil 23'te gösterildiği gibi bank.csv dosyasındaki id özniteliği HGM-POI ontolojisindeki hgm\_bank sınıfı ile arasında hasID ilişkisi olacak şekilde tanımlanmıştır. Tablodaki verilerin her bir sütunu için semantik tip tanımı bu şekilde oluşturulmuştur.



Şekil 23. Karma ara yüzünde semantik tiplerin tanımlanması

Tablodaki bütün öznitelikler için ilişkilerin tanımlanmasından sonra Şekil 24'te verildiği gibi görüntülenmektedir.

id +	name +	amenity +	coordinates +	longitude +	latitude +
https://www.opens...		bank	Point(39.2807412 41.0407459)	39.2807412	41.0407459
https://www.opens...	Merkez Bankası	bank	Point(39.6913666 41.0013288)	39.6913666	41.0013288
https://www.opens...	Ziraat Bankası	bank	Point(39.7273883 41.0061649)	39.7273883	41.0061649
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7280298 41.0062503)	39.7280298	41.0062503
https://www.opens...	Vakıfbank	bank	Point(39.7540362 40.9983717)	39.7540362	40.9983717
https://www.opens...	Yapı Kredi	bank	Point(39.7540492 40.9981541)	39.7540492	40.9981541
https://www.opens...	Türkiye İş Bankası	bank	Point(39.7478804 40.9978471)	39.7478804	40.9978471
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7543617 40.9983578)	39.7543617	40.9983578
https://www.opens...	Ziraat Bankası ATM	bank	Point(39.7684066 40.9963316)	39.7684066	40.9963316
https://www.opens...	YapıKredi	bank	Point(39.7684494 40.9963421)	39.7684494	40.9963421

Şekil 24. Karma ara yüzünde semantik ilişkilerin tamamlanması



Veriler ile ontolojiler ilişkilendirildikten sonra RDF dosyası oluşturulabilir. Bunun için Şekil 25’te verildiği gibi Publish ->RDF yolu izlenir.

The screenshot shows a software interface with a menu open. The menu items are: Organize Columns, Suggest Model, Apply R2RML Model, Add Node, Add Literal Node, Publish, Print Model, Fold Columns, GroupBy, Glue Columns, Delete Worksheet, and Filters. The 'Publish' option is selected, and a sub-menu is visible with options: RDF, Model, and Raw JSON. The 'RDF' option is highlighted with a mouse cursor. In the background, there is a data table with columns: bank, coordinates, longitude, and latitude. The table contains 10 rows of data, including bank names like Halkbank, Vakıfbank, and Yapı Kredi, along with their coordinates.

bank	coordinates	longitude	latitude
bank	Point(39.2807412 41.0487459)	39.2807412	41.0487459
bank	Point(39.6913666 41.0013288)	39.6913666	41.0013288
bank	Point(39.7273883 41.0061649)	39.7273883	41.0061649
Halkbank	Point(39.7260298 41.0062503)	39.7260298	41.0062503
Vakıfbank	Point(39.7546362 40.9983717)	39.7546362	40.9983717
Yapı Kredi	Point(39.7540492 40.9981541)	39.7540492	40.9981541
Türkiye İş Bankası	Point(39.7476804 40.9978471)	39.7476804	40.9978471
Halkbank	Point(39.7543617 40.9983578)	39.7543617	40.9983578
Ziraat Bankası ATM	Point(39.7684066 40.9963316)	39.7684066	40.9963316
YapıKredi	Point(39.7684494 40.9963421)	39.7684494	40.9963421

Şekil 25. Karma ara yüzünde RDF dosyasının oluşturulması

RDF dosyasının oluşturulmasından sonra dosya adının sağ tarafında RDF üzerine tıklandığında RDF dosyası açılır.



```

@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix gk: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk#> .
@prefix gk2: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk2#> .
@prefix gk3: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk3#> .
@prefix gk4: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk4#> .
@prefix gk5: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk5#> .
@prefix gk6: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk6#> .
@prefix gk7: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk7#> .
@prefix gk8: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk8#> .
@prefix gk9: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk9#> .
@prefix gk10: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk10#> .
@prefix gk11: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk11#> .
@prefix gk12: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk12#> .
@prefix gk13: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk13#> .
@prefix gk14: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk14#> .
@prefix gk15: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk15#> .
@prefix gk16: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk16#> .
@prefix gk17: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk17#> .
@prefix gk18: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk18#> .
@prefix gk19: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk19#> .
@prefix gk20: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk20#> .
@prefix gk21: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk21#> .
@prefix gk22: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk22#> .
@prefix gk23: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk23#> .
@prefix gk24: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk24#> .
@prefix gk25: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk25#> .
@prefix gk26: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk26#> .
@prefix gk27: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk27#> .
@prefix gk28: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk28#> .
@prefix gk29: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk29#> .
@prefix gk30: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk30#> .
@prefix gk31: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk31#> .
@prefix gk32: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk32#> .
@prefix gk33: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk33#> .
@prefix gk34: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk34#> .
@prefix gk35: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk35#> .
@prefix gk36: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk36#> .
@prefix gk37: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk37#> .
@prefix gk38: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk38#> .
@prefix gk39: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk39#> .
@prefix gk40: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk40#> .
@prefix gk41: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk41#> .
@prefix gk42: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk42#> .
@prefix gk43: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk43#> .
@prefix gk44: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk44#> .
@prefix gk45: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk45#> .
@prefix gk46: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk46#> .
@prefix gk47: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk47#> .
@prefix gk48: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk48#> .
@prefix gk49: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk49#> .
@prefix gk50: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk50#> .
@prefix gk51: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk51#> .
@prefix gk52: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk52#> .
@prefix gk53: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk53#> .
@prefix gk54: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk54#> .
@prefix gk55: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk55#> .
@prefix gk56: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk56#> .
@prefix gk57: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk57#> .
@prefix gk58: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk58#> .
@prefix gk59: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk59#> .
@prefix gk60: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk60#> .
@prefix gk61: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk61#> .
@prefix gk62: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk62#> .
@prefix gk63: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk63#> .
@prefix gk64: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk64#> .
@prefix gk65: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk65#> .
@prefix gk66: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk66#> .
@prefix gk67: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk67#> .
@prefix gk68: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk68#> .
@prefix gk69: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk69#> .
@prefix gk70: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk70#> .
@prefix gk71: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk71#> .
@prefix gk72: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk72#> .
@prefix gk73: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk73#> .
@prefix gk74: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk74#> .
@prefix gk75: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk75#> .
@prefix gk76: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk76#> .
@prefix gk77: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk77#> .
@prefix gk78: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk78#> .
@prefix gk79: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk79#> .
@prefix gk80: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk80#> .
@prefix gk81: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk81#> .
@prefix gk82: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk82#> .
@prefix gk83: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk83#> .
@prefix gk84: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk84#> .
@prefix gk85: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk85#> .
@prefix gk86: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk86#> .
@prefix gk87: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk87#> .
@prefix gk88: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk88#> .
@prefix gk89: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk89#> .
@prefix gk90: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk90#> .
@prefix gk91: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk91#> .
@prefix gk92: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk92#> .
@prefix gk93: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk93#> .
@prefix gk94: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk94#> .
@prefix gk95: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk95#> .
@prefix gk96: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk96#> .
@prefix gk97: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk97#> .
@prefix gk98: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk98#> .
@prefix gk99: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk99#> .
@prefix gk100: <http://www.gultenkara.com/ontology/gk100#> .

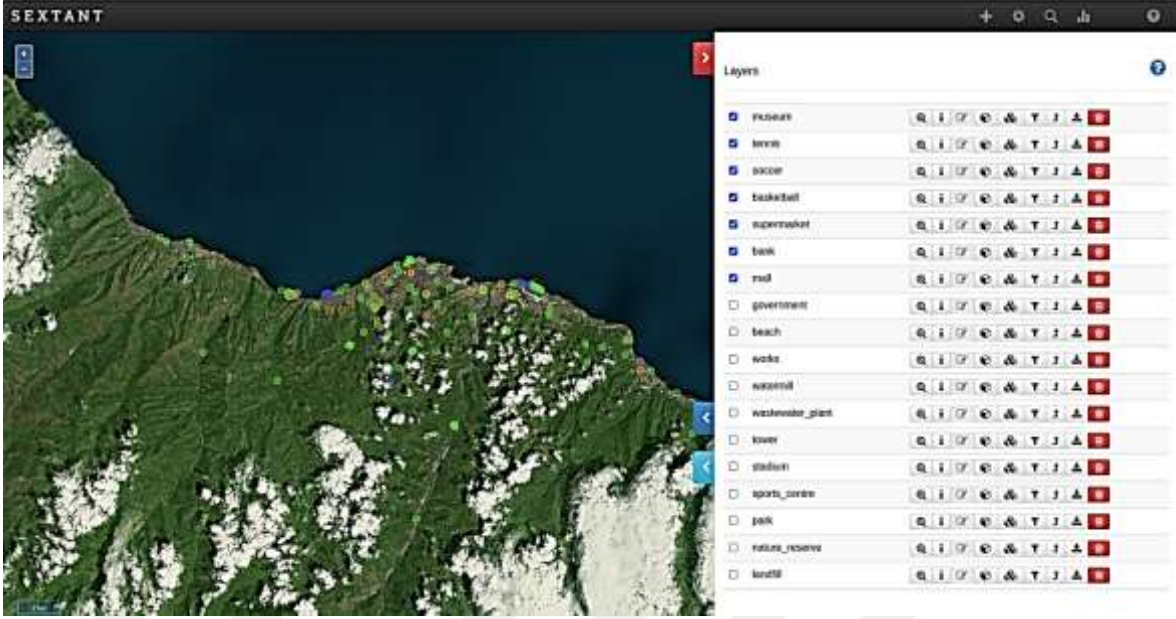
```

Şekil 26. RDF dosyası

Bütün POI verileri için oluşturulan RDF dosyaları <https://www.gultenkara.com/data/> linki altında yayınlanmıştır. Örneğin banka için bağlantılı veri <https://www.gultenkara.com/data/bank.ttl> şeklinde yayınlanmıştır.

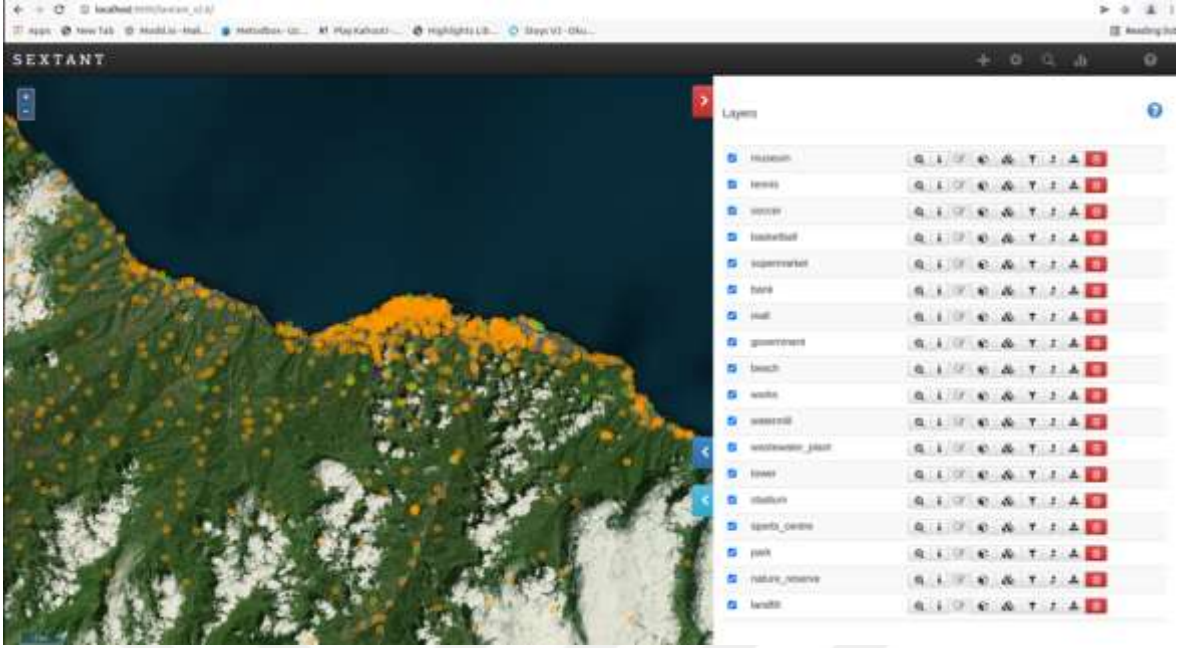
### 2.6. RDF Olarak Yayınlanan POI Verilerinin Görselleştirilmesi

Karma yazılımı ile verilerin ontolojilerle ilişkilendirilmesinden sonra yayınlanan bağlantılı veriler Sextant (URL-42) yazılımı ile görselleştirilmiştir. Sextant, bağlantılı konumsal verileri görselleştirmek, incelemek için web tabanlı ve mobil kullanıma hazır bir platformdur. Sextant KR-Suite (URL-43) Docker kapsamında kurulan bir yazılımdır. KR-Suite GeoTriples, Strabon ve Sextant yazılımlarını içerir. Ubuntu işletim sisteminde kurulum tamamlandıktan sonra KR-Suite klasöründe iken terminalde rocket.sh komutu ile GeoTriples, Strabon, Sextant başlatılır. Tarayıcıda localhost:8080 adresi ile Sextant yazılımı açılır. Şekil 27’de gösterildiği gibi müze, tenis sahası, basketbol sahası, süpermarket, banka, alışveriş merkezi katmanları renklendirilerek harita üzerinde gösterilmiştir. Bağlantılı verilerin yüklenmesinden sonra POI türleri katman rengi varsayılan olarak sarı renk ile gösterilmektedir. Belirtilen POI türleri için farklı renkler belirlenmiştir.



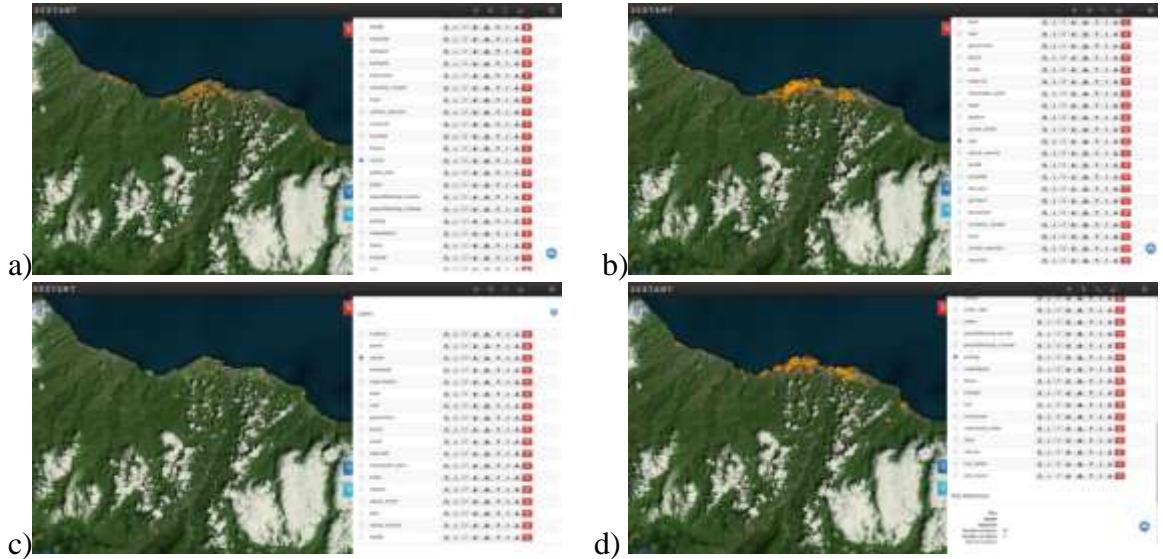
Şekil 27. Renklendirilmiş POI türleri

POI türlerinden müze, tenis sahası, futbol sahası, basketbol sahası, kapalı pazaryeri, banka, alışveriş merkezi, valilik, plaj, fabrika, değirmen, arıtma tesisi, kule, stadyum, spor salonu, park, milli park, çöp depolama alanı, organize sanayi bölgesi, tarım/hayvan çiftlikleri, tarımsal üretim alanı, anıt, müslüman mezarlığı, otel, araç muayene istasyonu, üniversite, belediye, tiyatro, okul (ilkokul, ortaokul, lise), hamam ve kaplıca, polis, cami, kilise, otopark, açık pazaryeri, kütüphane, hastane, benzinlik, adliye, fuar merkezi, sağlık ocağı ve poliklinik, sinema, otobüs durağı, kültür/kongre merkezi türündeki POI katmanlarının hepsi harita üzerinde açıldığında Şekli 28'deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 28. Bütün POI türlerinin gösterilmesi

Okul, park, futbol sahası ve otopark verilerinin ayrı ayrı gösterimi Şekil 29’da verildiği gibi Sextant ile gösterilmiştir.



Şekil 29. Farklı POI verilerinin tek katman olarak gösterilmesi a) Okul b) Park c) Futbol sahası d) Otopark

### 3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte harita alanında uzman olan kullanıcılardan amatör kullanıcılara kadar geniş bir yelpazede kullanıcı grubu açık harita servislerini kullanarak konumsal verileri oluşturmakla veri tüketicisi konumundan veri üreticisi konumuna geçmiştir. Gerek kitle kaynak gerekse açık veri politikası gereği web üzerinde oluşturulan, paylaşılan konumsal verilerin büyük bir hızla artması, web üzerindeki konumsal verileri önemli bir bilgi kaynağı haline getirmiştir. Açık veri politikası ve kitle kaynak yaklaşımlar kapsamında oluşturulan girişimlerin yaygınlaşması ve başarısı, konumsal veri üreticisi kurum ve kuruluşlar veri tabanlarını güncellemek ve zenginleştirmek için sağladığı avantajları değerlendirmeye sevk etmiştir. Bu noktadan hareketle, ülkemizde ulusal düzeyde harita üreticisi konumunda olan Harita Genel Müdürlüğü uygulamaları kapsamında açık veri ve kitle kaynak yaklaşımları ile üretilen konumsal verilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. HGM uygulamaları kapsamında POI verilerinin çıkarılması ve semantik tanımlarının oluşturulması hedeflenmiştir.

#### 3.1. HGM POI Verilerinin Çıkarılması ve Karşılaştırılması

Her bir kategorideki POI türleri ve öznitelikleri belirlenmiştir. Belirlenen POI türleri öncelikle OSM anahtar\_değer çiftleri belirlenerek OSM Sophox ile sorgulanarak indirilmiştir. OSM anahtar değer çiftlerinin değerlendirilmesinde HGM uygulamaları kapsamında “cemevi, kurs, lojman, küçük/büyük sanayi sitesi, havada asılı engeller” kategorisindeki POI türlerinin karşılığı bulunamamıştır. Ancak HGM POI türlerinin büyük bir çoğunluğunun anahtar değer karşılıklarının OSM Harita Detayları (OSM MapFeatures) kapsamında değerlendirildiği, kategorilerin detaylı bir şekilde oluşturulduğu görülmüştür. OSM detayları toplamda 29 anahtar ve 1409 değer olmak üzere 740.980.0455 düğüm, 826.374.213 çizgi ve 953.8921 ilişki içermektedir.

Web üzerinde farklı kaynaklar üzerinden veri setlerinin tamamını içeren dosyalar yani veri dökümleri (data dumps), verileri çıkarmak için sorgu ara yüzleri yani sorgu uç noktaları (SPARQL Endpoint, RESTful API) ve web sitelerinden programlama desteği ile veri çıkarma (web scraping) teknikleriyle POI verileri çıkarılabilir. OSM verilerinin

sorgulanması için OSM Sophox ara yüzü kullanılmıştır. POI verileri SPARQL sorguları ile çıkarılmıştır. OSM Sophox nokta detaylarını sorgulamak için sınırlandırıcı dikkörtgeni kullanılmaktadır. Wikimapia API ile OSM POI türlerinin karşılıkları çıkarılmıştır. Google Maps sınırlı veri indirme işlemine izin verdiği için toplamda 280 kayıt veri indirilebilmiştir. POI türlerinin OSM, Wikimapia ve GoogleMaps kategori karşılıkları ile çıkarılan veriler Tablo 5’te verilmiştir.

HGM-POI türleri kapsamında belirlenen OSM, Wikimapia ve GoogleMaps kategori karşılıklarına bakıldığında OSM POI türlerinin, HGM-POI türlerini büyük ölçüde içerdiği görülmektedir.

Wikimapia API ile sağlanan POI türlerine bakıldığında HGM-POI kategorilerinin OSM ye göre daha az POI türü karşılığının olduğu belirlenmiştir. Wikimapia 2021 Aralık itibariyle 1976 kategoride yaklaşık 11 milyon POI verisi içermektedir. Wikimapia POI verileri her bir kategoride OSM POI verilerinden daha az sayıda veri içerdiği görülmüştür ve bazı OSM kategorilerinin ise Wikimapia POI kategorilerinde karşılığı bulunamamıştır.

GoogleMaps POI verilerinin çıkarılması için Google Places API kullanılmaktadır. Google Places, 96 adet POI türü ve 43 adet Places servisleri tarafından döndürülen ek tipleri içermektedir. Google Places API tarafından sağlanan HGM-POI kategorileri ise OSM ve Wikimapia POI kategorilerine göre daha azdır. Ayrıca Google Places API ile bank, bus\_station, gas\_station, hospital, library, church, hotel, cemetery, museum POI kategorilerinde toplamda 280 kayıt veri çıkarılabilmıştır. Tablo 5’te gösterilen bütün Google Places POI kategorileri için veriler indirilememiştir. Açık veri kaynaklarından OSM’de POI türlerinin daha kapsamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 5. OSM-Wikimapia-GoogleMaps POI kategorilerinin karşılıkları

OSM POI türleri	Wikimapia POI türleri	GoogleMaps POI Türleri*
amenity=arts_centre	-	-
amenity=bank	bank	bank
amenity=bus_station	bus_station	bus_station
amenity=cinema	-	movie_theater
amenity=clinic	clinic	-
amenity=community_centre	-	-
amenity=courthouse	courthouse	courthouse
amenity=fuel	petrol_gas_station	gas_station
amenity=hospital	hospital	hospital
amenity=library	library	library
amenity=marketplace	-	-
amenity=parking	parking	parking
amenity=place_of_worship+religion=christian	church	church
amenity=place_of_worship+religion=muslim	mosque	mosque
amenity=police	police_station	police
amenity=public_bath	-	-
amenity=school	school	school(primary,secondary)
amenity=theatre	-	movie_theater
amenity=townhall	townhall	local_government_office
amenity=university	university	university
amenity=vehicle_inspection	-	*
building=hotel	hotel	hotel
cemetery=muslim	cemetery	cemetery
highway=rest=area	-	-
historic=monument	-	-
landuse=farmland	-	-
landuse=farmyard	-	-
landuse=industrial	industrial_area	-
landuse=landfill	-	-
leisure=nature_reserve	nature_conservation_park	-
leisure=park	park	park
leisure=sports_centre	Sports_complex	-
leisure=stadium	football-soccer stadium	stadium
man_made=wastewater_plant	-	-
man_made=watermill	-	-
man_made=works	factory	-
natural=beach	beach	-
office=government	government	-
shop=mall	shopping_mall_center	shopping_mall
shop=supermarket	supermarket	supermarket
sport=basketball	basketball_court	-
sport=soccer	football-soccerfield,	-
sport=tennis	tennis_court	-
tourism=museum	-	museum
*Google Places API ile sınırlı sayıda veri indirildiği için bütün POI türleri için indirme işlemi gerçekleştirilememiştir.		



OSM verilerinin çıkarılması için OSM Sophox ara yüzü kullanılmıştır. OSM Sophox ara yüzünde POI verilerinin belirli bir sınırlayıcı dikdörtgen içinde arama yapılması Trabzon ili dışındaki verilerinde sorgu sonucunda döndürülmesine neden olmuştur. Bu problem OSM Sophox ile sunulan verilerin geometri tanımlarının birbiri ile ilişkilendirilmemesi ve konumsal ilişkilerin tanımlanmaması sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Bu problemi ele alarak Almanya OSM verilerinin sunulması için Qlever UI (URL-44) geliştirilmiştir. Qlever UI ile yalnızca Almanya için konumsal ilişkilere göre sorgulama yapılmaktadır. Bu nedenle QleverUI OSM POI verilerinin çıkarılmasında kullanılamamıştır. Almanya OSM verilerinin çıkarılması için örnek bir sorgu aşağıdaki gibidir.

Freiburg'daki tüm üniversiteleri listele:

```
PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
PREFIX osmkey: <https://www.openstreetmap.org/wiki/Key:>
PREFIX osmrel: <https://www.openstreetmap.org/relation/>
SELECT ?osm_id ?geometry WHERE {
  osmrel:62768 ql:contains ?osm_id .
  ?osm_id osmkey:building "university" .
  ?osm_id geo:hasGeometry ?geometry .
}
```

HGM-POI kategorilerinde belirlenen POI verileri, OSM, Wikipedia, GoogleMaps harita veri kaynaklarından çıkarılmıştır. HGM-POI kategorilerinden hotel, cemetery, fuel, bank, hospital için OSM, Wikimapia ve GoogleMaps'ten çıkarılan POI türlerine ait indirilen veri sayısı ve aynı veriler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Çıkarılan POI verilerinin veri sayıları ve aynı verilerin karşılaştırılması

POI Türleri	OSM	Wikimapia	GoogleMaps	OSM	Wikimapia	GoogleMaps
hotel	12	16	28	Aksular Otel		Aksular Otel
cemetery	28	16	28	Mezarlık	Mezarlık	
fuel	23	9	29	Petrol Ofisi	Petrol Ofisi	
bank	10	3	28	Ziraat Bankası, Halkbank, Vakıfbank		Ziraat Bankası, Halkbank, Vakıfbank
hospital	19	12	29	Of Devlet Hastanesi, Medical Park Trabzon	Of Devlet Hastanesi	Medical Park Trabzon, Medical Park Trabzon

OSM POI verileri OSM Sophox, Wikimapia verileri Wikimapia API ve GoogleMaps verileri Google Places API kullanılarak POI türlerine ait veriler çıkarılmıştır. Google Maps ile ise telif hakkından dolayı sınırlı sayıda veri indirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Google Maps ile indirilen POI türlerinin özniteliklerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Google Places API ile toplam 280 kayıt veri çıkarılmıştır.

Harita kaynaklarından çıkarılan veriler arasındaki eksiklerin ve farklılıkların belirlenmesi amacıyla Tablo 7 hazırlanmıştır. Tablo 7’de verildiği gibi POI türlerinin bazılarında isim özniteliğinin boş olduğu görülmüştür. Ayrıca tek bir kategori içinde farklı kategorilere ait verilerin bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle OSM’den çıkarılan verilerde isim özniteliğinin kullanıcılar tarafından girilmediği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra OSM, Wikimapia ve GoogleMaps’ten çıkarılan verilerde veri tekrarlarına da rastlanmaktadır.



Tablo 7. Çıkarılan POI verilerinde eksikliklerin ve farklılıkların değerlendirilmesi

POI Türü	OSM	Wikimapia	Google Places
bank	✓	✓	Banka isimleri ile birlikte ATM isimleri bulunmaktadır.
beach	Verilerin bir kısmında isim özniteliği boş bırakılmıştır.	✓	
bus_station	Terminal, Otogar ve kalkış alanı olmak üzere farklı kategoride veriler bulunmaktadır.	Dolmuş ve Minibüs Durak Alanı, Otobüs Terminali olmak üzere farklı kategoride veriler bulunmaktadır.	Otobüs Durağı, Dolmuş Durağı, büro, cadde ve yol isimleri bulunmaktadır.
cemetery	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	Veri tekrarı vardır.
church	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Veri tekrarı vardır.	Park, botanik bahçesi, müftülük, camii gibi farklı veri türleri mevcut. Ayrıca veri tekrarı bulunmakta
fuel	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	Ticari işletme, lokanta, LPG şirketleri
government	Hükümet konağı, belediye, kaymakamlık, asfalt şantiyesi, defterdarlık, gençlik spor il müdürlüğü, çocuk esirgeme kurumu vergi dairesi, aile ve sosyal politikalar il müdürlüğü, meteoroloji müdürlüğü, yurt müdürlüğü, dsi bölge müdürlüğü, ilbank bölge müdürlüğü, TMO gibi veriler bulunmaktadır.	Hükümet konağı	
hospital	✓	Sağlık ocağı ve aile sağlığı merkezi	Medikal, rehabilitasyon merkezi, sağlık ocağı, aile sağlığı birimi ve laboratuvar poliklinik. Veri tekrarı Ayrıca isim verilerinde eksiklik var
hotel	Apart verileri yer almaktadır İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Restoran verisi mevcut	Apart verileri mevcuttur
industrial	HES, Organize sanayi bölgesi verileri yoğunlukta İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Organize sanayi bölgesine ait veriler bulunmaktadır	
library	✓	✓	Kütüphane verilerine ek olarak okuma salonu verileri bulunmaktadır.

Tablo 7'nin devamı

man_made_works	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	
mosque	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Veri tekrarı vardır. İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	
museum	✓		Kale, heykel, anıt, manastır, ticari ve resmi kurum, cami, verileri bulunmaktadır. Veri tekrarı vardır.
park	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Restoran verisi bulunmaktadır.	
parking	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	
police	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	
school	Uygulama okulu, anaokulu ve eğitim merkezi verileri mevcut. Veri tekrarı var İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	Kuran kursu ve öğretmenevi verisi bulunmaktadır.	
sports_centre	Halı saha, yüzme havuzu gibi veriler mevcut İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	
stadium	İsim özniteliği boş bırakılan veriler bulunmaktadır.	✓	
townhall	✓	Kaymakamlık verisi bulunmaktadır.	

Farklı kategorileri içeren POI verileri HGM-POI türleri kapsamında bulunan POI verileri filtrelenerek kaydedilmiştir.

### 3.2. HGM POI Verileri İçin Gerekli Ontolojilerin İrdelenmesi

Farklı açık veri kaynakları POI verileri için farklı şemalara sahiptir. Bu nedenle ortak bir şemada ilişkilendirilmeleri gerekir. Açık veri kaynaklarında bulunan POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması halinde Semantik Web Teknolojileri kullanılarak bütün POI türlerinin sorgu sonucunda döndürülmesi mümkün olacaktır. Bu nedenle OSM ve Wikimapia için çıkarılan POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması gerekir.

Semantik tanımların oluşturulması için temel gereksinim ise mevcut POI ontolojilerinin belirlenmesi ve HGM-POI ontolojisinin geliştirilmesidir. Tez çalışmasının yürütüldüğü tarih itibarıyla ontoloji arama motorlarına erişim sağlanmadığı için ilgili literatürde POI ontolojileri ile ilgili literatür araştırılarak bulunan ontolojilerin içeriği ve kapsamı incelendiğinde;

SPOI Ontolojisi (Čerba vd., 2016) : SDI4Apps Projesi (URL-45) kapsamında dünya genelinde çok sayıda POI verisi toplanmıştır. Toplanan veriler OSM ve GeoNames kategorileri değerlendirilerek SPOI (Smart Points of Interest) Ontolojisi oluşturulmuştur. SPOI Ontolojisi, XML, XML Şema, RDF, RDFS, SKOS, GeoSPARQL veya FOAF gibi kelime hazinelerini kullanmıştır.

POI Ontolojisi (Gao vd., 2016): Twitter, Foursquare gibi sosyal medya uygulamalarında kullanıcılar tarafından bildirimde bulunan POI verilerinin toplanması ve semantik olarak eşleştirilmesi için POI türleri için ortak özelliklerin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş bir ontolojidir. POI verileri için name, city, region/country, category, type, latitude, longitude, altitude, website, phone, house number, street, zip code, opening hour sınıfları tanımlanmıştır. POI ontolojisi kapsamında POI verilerinin öznitelikleri kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. HGM-POI türleri kapsamında öznitelikler belirlendiği için POI Ontolojisi HGM POI ontolojisinin geliştirilmesinde kullanılmamıştır.

SLIPO Ontolojisi (Patroumpas vd., 2019): POI verilerini bağlantılı konumsal veriler olarak temsil etmek için genel, veri sağlayıcısından bağımsız ve genişletilebilir bir ontolojidir. Web üzerinde heterojen veri kaynaklardan gelen POI verilerini birleştirmek ve yönetmek için mevcut POI formatlarını içeren ve genişleten bir ontolojidir. SLIPO Ontolojisi, alan ontolojisi kategorisinde yer alan bir ontolojidir. Farklı POI şemalarının ilişkilendirilmesi amacıyla tanımlanmıştır.

Mevcut ontolojilerin kapsamı ve içeriği değerlendirildiğinde; POI Ontolojisi kullanıcılar tarafından bildirimde bulunan POI verilerinin toplanması ve semantik olarak eşleştirilmesi amacıyla geliştirilmiştir ve POI detayı için ortak öznitelikler belirlenmiştir. POI ontoloji şeması Gao ve diğerleri (2016) tarafından oluşturulmuştur ancak ontoloji web üzerinde yayınlanmamıştır. HGM-POI türlerinin öznitelikleri belirlendiği için POI ontolojisi kullanılmamıştır. SPOI Ontolojisi ise dünya genelinde toplanan POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması amacıyla geliştirilmiştir. Geonames ve OSM POI kategorileri değerlendirilerek geliştirilen bir ontoloji olması, HGM-POI türlerinin OSM kategorileri ile büyük oranda uyumu sebebiyle kullanılması uygun görülmüştür. HGM-

POI Ontolojisi SPOI ontolojisi kullanılarak geliştirilen bir ontolojidir. Ayrıca HGM-POI detaylarının geometri tipleri için GeoSPARQL Ontolojisi kullanılmıştır.

Gelecek çalışmalarda sadece açık harita kaynakları değil diğer açık veri kaynaklarındaki POI verilerinin uygulamaya dâhil edilmesi durumunda SLIPO Ontolojisinin de semantik tanımların oluşturulmasında alan ontolojisi olarak kullanılabilmesi öngörülmüştür.

Çıkarılan POI verilerinde farklılıkların ve benzerliklerin incelenmesi sırasında bir POI kategorisinde farklı POI kategorisinde değerlendirilebilecek verilerin bulunduğu belirlenmiştir. Bu veriler için POI ontolojisinde ilgili POI türleri tanımlanarak semantik tanımları ile ilişkilendirilmiştir.

Semantik Web ve Bağlantılı veri yaklaşımları kullanılarak tanımlanan veriler;

- URI'ler ile tanımlanır.
- Web üzerindeki diğer veri kaynakları ile ilişkilendirilir.
- Ontolojilerle ilişkilendirilir.
- Hem bilgisayarlar hem de kullanıcılar tarafından anlaşılabilir.

Her gerçek dünya varlığı için tek anlamlı URI'ler tanımlanır ve web üzerindeki diğer ilgili varlıkların URI'leri ile aralarındaki ilişkiler tanımlanır. Ayrıca ilgili ontolojiler ile ilişkileri tanımlanır ve web üzerinde yayınlanır. Böylece varlıklar arasındaki ilişki tipleri üzerinde ilgili varlıkların bulunmasını sağlar. Bu gezinme verilere sağladığı semantik zenginliğin ortaya çıkarılması ve konumsal verilerin semantik olarak zenginleştirilmesi Semantik Web uygulamaları için en önemli gereksinimlerin başında gelir. Özellikle gerçek dünya varlıklarının tek anlamlı olarak tanımlanması için URI'lerin tanımlanması çok önemlidir. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında üretilen RDF verileri \*.ttl ve \*.rdf uzantılı dosyalar ve ontolojiler web sitesi üzerinde yayınlanmıştır. Ancak veriler ve ontolojiler tarayıcıda URI linki ile açılmamakta ve doğrudan indirilmektedir. Bu problemin sebebinin anlaşılması amacı ile hosting.com teknik destek ekibi ile iletişime geçilmiştir. RDF verileri ve ontolojilerin yayınlandığı [www.gultenkara.com](http://www.gultenkara.com) adresinin varsayılan ayarlarında ilgili dosya uzantılarının açılmadığı belirtilmiştir. Problemin çözümü için sunucu tarafında varsayılan ayarlar değiştirilmiştir. Bunun için sunucu tarafında değişiklikler yapılarak kullanıcıların özelleştirebildiği htaccess (hypertext access file) dosyası kullanılmıştır. Bunun için aşağıda verilen kod satırları

```
<FilesMatch '\.owl$'
```

```
ForceType image/svg+xml
```

```
</FilesMatch>
```

\*.htaccess uzantılı dosyaya eklenerek kaydedilmiştir. Yapılan işlemlerin ardından \*.rdf, \*.owl, \*.ttl uzantılı dosyalar web adresi üzerinde görüntülenmiştir.

Çıkarılan POI verileri veri filtreleme işlemlerinden sonra hotel, fuel, bank, hospital POI türleri için HGM-POI ontolojisi GeoSPARQL, geo\_2007 ontolojileri ile ilişkilendirilmiştir ve RDF dosyası olarak kaydedilmiştir.

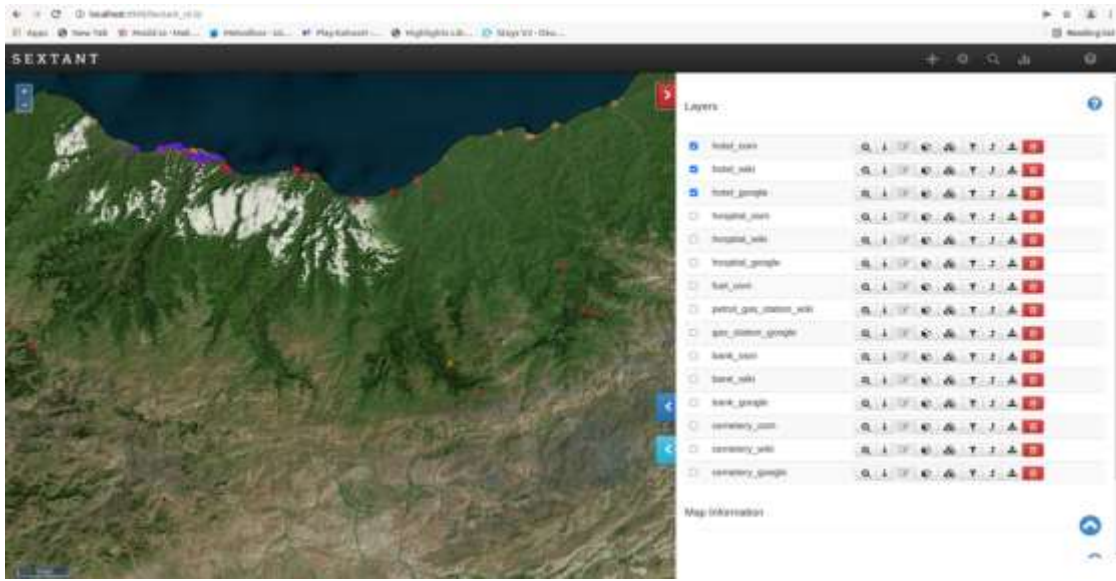
id	lat	rating	category	poi_location	longitude	latitude	rating	review_count	address	opening_hours	working_hours
4686ca1f08605	38.882212	3.8	ATM	[46.962212, 38.7884709]	38.7884709	40.862212		0	Halkın Para Bankası, Fıratlı Cad. No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
6c527b956186a	38.734173	4.0	ATM	[46.902573, 38.734173]	38.734173	40.902573		0	K.T. Karatopraklı, Fıratlı Cad. No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
6c527b956186a	38.734173	4.0	ATM	[46.902573, 38.734173]	38.734173	40.902573		0	K.T. Karatopraklı, Fıratlı Cad. No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
10318b0c8429a	38.726188	4.1	ATM	[46.902573, 38.726188]	38.726188	41.002573	1.0 stars	1 review	Atatürk Bulvarı, No: 4300, 61100, Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
648ca2a02470d	38.781708	4.0	ATM	[46.881822, 38.781708]	38.781708	40.881822		0	K.Ş. Fıratlı, Fıratlı Cad. No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
8184d7a3479a2	38.782047	4.0	ATM	[46.895027, 38.782047]	38.782047	40.895027	8.0 stars	1 review	Atatürk Bulvarı, No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours

Şekil 30. Google Maps atm verilerinin Karma'ya yüklenmesi

id	lat	rating	category	poi_location	longitude	latitude	rating	review_count	address	opening_hours	working_hours
10318b0c8429a	38.726188	4.1	ATM	[46.902573, 38.726188]	38.726188	41.002573		0	Atatürk Bulvarı, No: 4300, 61100, Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
648ca2a02470d	38.781708	4.0	ATM	[46.881822, 38.781708]	38.781708	40.881822		0	K.T. Karatopraklı, Fıratlı Cad. No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
6150b0c04818c	38.703047	4.0	ATM	[46.905027, 38.703047]	38.703047	40.905027		0	Atatürk Bulvarı, No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours
6150b0c04818c	38.703047	4.0	ATM	[46.905027, 38.703047]	38.703047	40.905027		0	Atatürk Bulvarı, No: 81000, Çarşıkapı/Tatvan, Turkey	Open now · Open 24 hours	Open 24 hours, Holiday hours

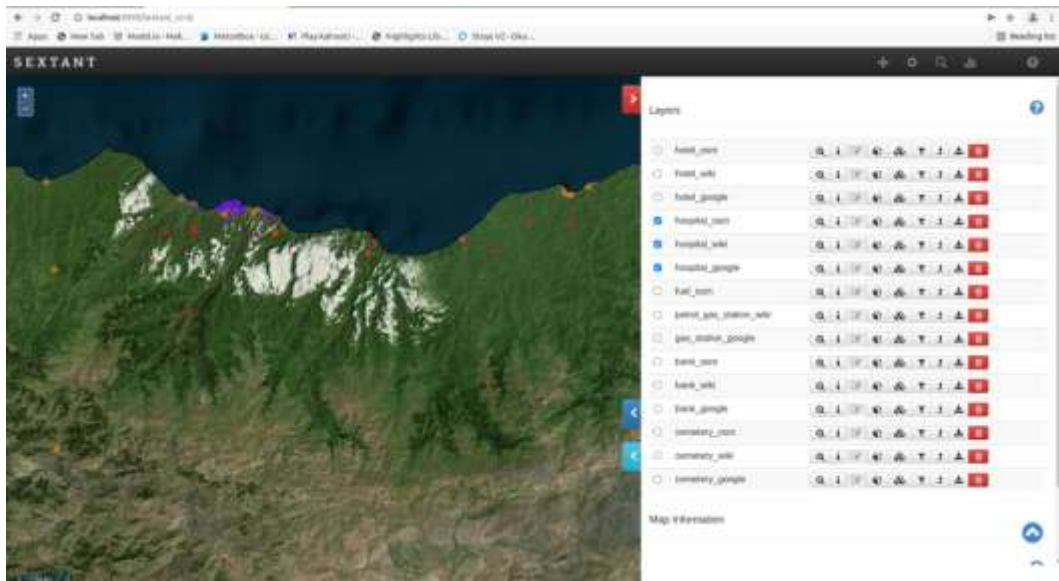
Şekil 31. Google Maps atm verilerinin Karma ara yüzünde semantik ilişkilerinin tamamlanması

Farklı harita kaynaklarından çıkarılan veriler ontolojilerle ilişkilendirildikten sonra Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35 ve Şekil 36’da verildiği gibi Sextant ile görselleştirilmiştir. Farklı harita kaynaklarından çıkarılan veriler de aynı detaya ait veriler çok azdır. POI verileri OSM, Wikipedia ve GoogleMaps olmak üzere farklı harita kaynaklarından gelen verileri ayırt etmek için ayrı RDF dosyaları olarak kaydedilmiştir.



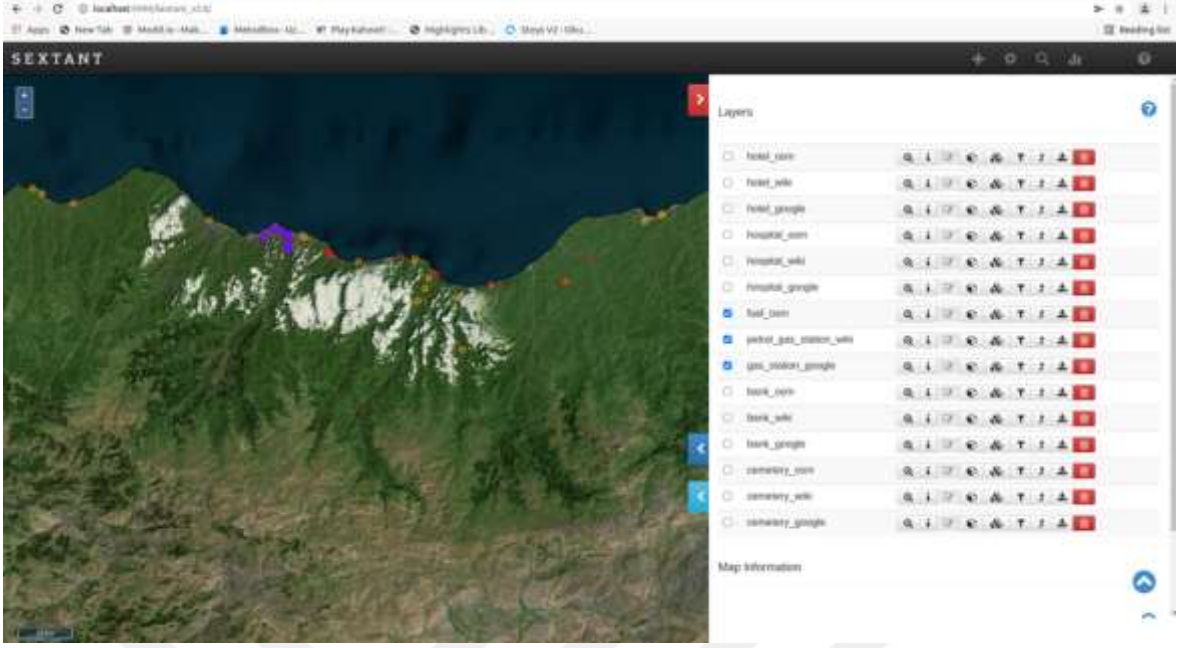
\* OSM POI verileri sarı, Wikimapia POI verileri kırmızı ve GoogleMaps POI verileri mor renkle gösterilmiştir.

Şekil 32. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps otel POI türündeki veriler

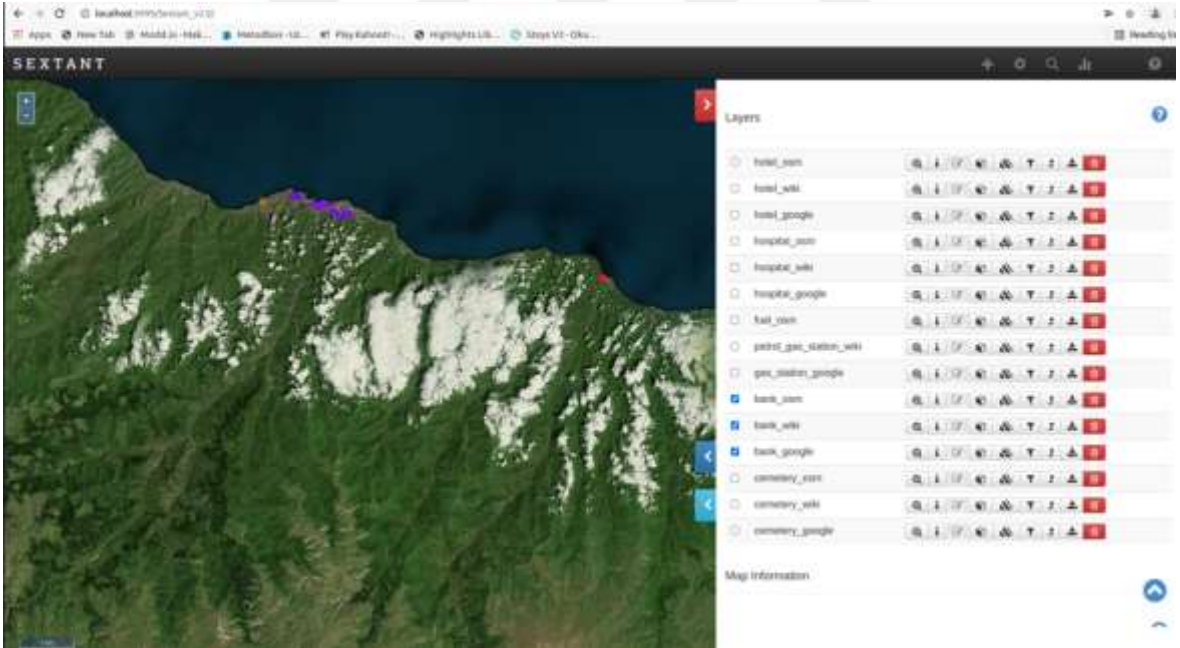


Şekil 33. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps hastane POI türündeki veriler

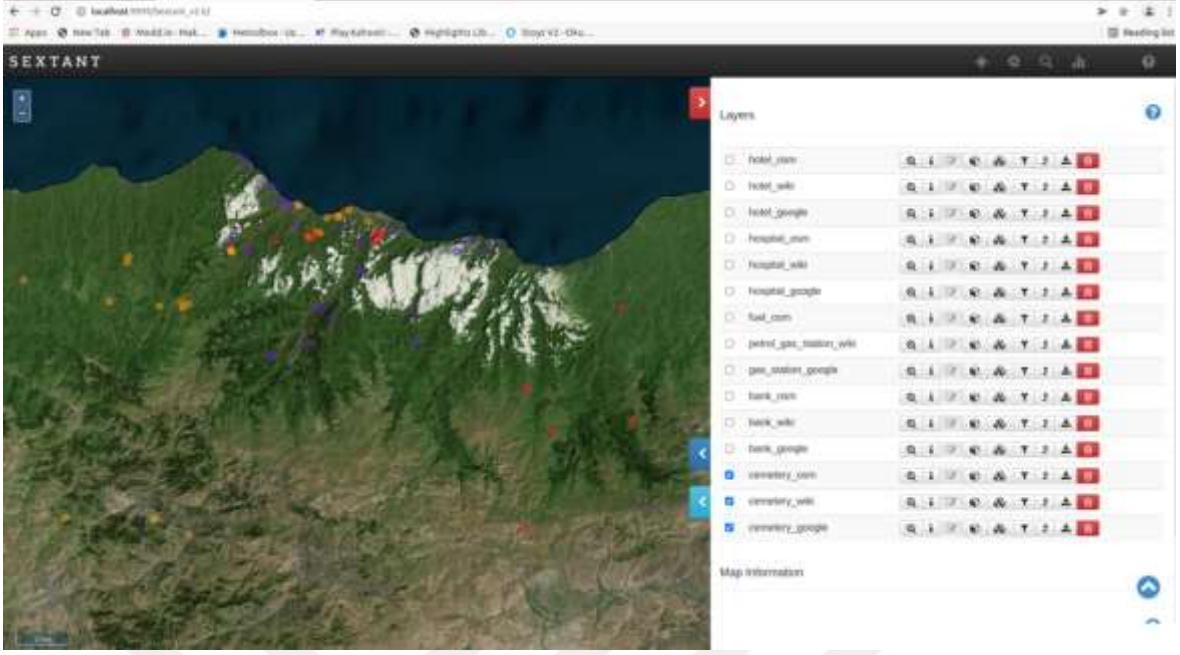




Şekil 34. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps benzin istasyonu POI türündeki veriler



Şekil 35. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps banka POI türündeki veriler



Şekil 36. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps mezarlık POI türündeki veriler

Seçilen POI kategorilerinde çıkarılan veriler Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35 ve Şekil 36’da verildiği gibi farklı harita kaynaklarından gelen verilerle daha fazla sayıda veri elde edilmiştir.



#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İlgi Çekici Nokta (POI) verileri, navigasyon, turizm, sosyal ağ oluşturma, lojistik ve daha pek çok şeyle ilgili birçok uygulamada ve hizmette yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle açık veri politikası ve kitle kaynak yaklaşımların birçok alanda yaygınlaşması ve başarısı, konumsal veri üreticisi kurum ve kuruluşları bu yaklaşımlarla üretilen konumsal verileri kullanabilme olasılıklarını değerlendirmeye sevk etmiştir. Ulusal düzeyde temel veri üreticisi konumunda olan HGM kapsamında gerçekleştirilen uygulamalarda kitle kaynak yaklaşımların konumsal veri elde etme ve güncelleme avantajlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Fotogrametri Daire Başkanlığı ve Askeri Coğrafya Daire Başkanlığı ile yapılan toplantılarda bu yaklaşımların değerlendirilmesi amacıyla öncelikle POI verilerinin çıkarılması gerektiğine karar verilmiştir. Uluslararası düzeyde konumsal veri üreticileri kitle kaynak yaklaşımları ile konumsal veri toplamak ve veri tabanlarını güncellemek amacıyla iki yöntem kullanmıştır. İlk yöntem, kitle kaynak yaklaşımlarla üretilen açık veri kaynakları kullanılarak veri tabanlarını güncellemektir. Diğer yöntem ise; verilerin kullanıcılar tarafından toplanabileceği mobil ve web uygulaması geliştirmektir. Bu tez çalışması kapsamında ilk yöntemin uygulanması amaçlanmıştır. Bu noktadan hareketle HGM uygulamaları kapsamında gerekli POI türleri ve öznitelikleri belirlenmiştir. Açık harita uygulamalarından OSM ve Wikimapia kullanılarak POI verileri çıkarılmıştır. Google Maps detaylı POI verileri içermesine rağmen sınırlı sayıda veri çıkarmaya izin vermektedir.

HGM POI verileri için belirlenen detay ve öznitelikleri kapsamında farklı açık web harita kaynaklarından POI verileri çıkarılmıştır. Gelecek çalışmalarda harita kaynakları yanında diğer veri kaynaklarından da POI verilerinin çıkarılması hedeflenmektedir. Farklı veri kaynaklarından gelen POI verileri farklı şemalara sahiptir. Ortak bir şemada bu verilerin otomatik olarak eşleştirilmesi için semantik tanımların oluşturulması gerekir. Tez çalışması kapsamında daha zengin kitle kaynaklı bir POI veri seti elde etmek için birden fazla kaynaktan gelen POI verileri için HGM POI ontolojisi geliştirilmiştir. Geliştirilen ontoloji SPOI ontolojisi genişletilerek oluşturulmuştur. POI verileri HGM POI ontolojisi ile ilişkilendirilerek semantik tanımları oluşturularak bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır.

Gelecek çalışmalarda diğer açık veri kaynaklarından POI verilerinin çıkarılması hedeflenmektedir. Veri kaynaklarının şemasına göre geliştirilen ontoloji

genişletilebilecektir. Ayrıca ıkarılan POI verilerinin veri kalitesinin değerlendirilmesi ve mobil ve web uygulaması ile veri toplama sürecine kullanıcıların dâhil edilmesi amaçlanmaktadır.

Veri kalitesi değerlendirme işlemlerinin ardından uygun görülmesi halinde ulusal düzeyde tüm POI verilerinin çıkarılması hedeflenmektedir. Çıkarılan POI verileri kullanarak konumsal analizlerin gerçekleştirilmesi için QLeverUI ara yüzünün Türkiye için geliştirilmesi gerçekleştirilebilir.

Bağlantılı verilerin görselleştirilmesi için kullanılan Sextant yazılımında sembol kütüphanesi eklenebilir. Sextant ile konumsal sorguların ve zamana bağlı değişimlerin sorgulanması için Strabon Triple Store kullanılmaktadır. Strabon Triple Store girişi için konfigürasyon dosyasında gerekli bilgilerin girilmesi ve Google API Key alınmış olmasına rağmen giriş yapılamamıştır. Bu problemin zm için gerekli girişimler yapılarak konumsal sorguların ve zamansal sorguların yapılması ve Sextant ile görselleştirilmesi hedeflenmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Alahmari, F., Thom, J. A., Magee, L. ve Wong, W., 2012. Evaluating semantic browsers for consuming linked data, Twenty-Third Australasian Database Conference, January, Melbourne, Australia, 124, 89-98.
- Alahmari, F., 2014. User Interfaces Supporting Entity Search for Linked Data, Doctoral Dissertation, RMIT University, Melbourne.
- Albiston, G. L., Osman, T. ve Chen, H., 2018. Geosparql-Jena: Implementation and Benchmarking of a Geosparql Graphstore, Semantic Web Journal.
- Alenezi, M., Basit, H. A., Khan, F. I. ve Beg, M. A., 2020. A Comparison Study of Available Software Security Ontologies, EASE '20: Evaluation and Assessment in Software Engineering, April, Norway, 499-504.
- Alnaqeib, R., Alshammari, F. H., Zaidan, M. A., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B. ve Hazza, Z. M., 2010. An Overview: Extensible Markup Language Technology, Journal of Computing, 2, 6, 177-181.
- Andrade, R., Alves, A. ve Bento, C., 2020. POI mining for land use classification: A case study, ISPRS International Journal of Geo-Information, 9, 9, 493.
- Angelis, S. ve Kotis, K., 2020. Generating and Exploiting Semantically Enriched, Integrated, Linked and Open Museum Data, Metadata and Semantic Research: 14th International Conference, December, Spain, Revised Selected Papers, 1355, 367-379.
- Antoniou, G. ve Van Harmelen, F., 2008. A Semantic Web Primer, Second Edition, 288, The MIT Press, London.
- Auer S., Bizer C., Kobilarov G., Lehmann J., Cyganiak R. ve Ives Z., 2007. DBpedia: A Nucleus for a Web of Open Data, 6th International The Semantic Web And 2nd Asian Conference On Asian Semantic Web Conference, November, Busan, Korea, Lecture Notes in Computer Science, 4825, 722-735.
- Bakillah, M., Liang, S., Mobasheri, A., Jokar Arsanjani, J. ve Zipf, A., 2014. Fine-resolution population mapping using OpenStreetMap points-of-interest, International Journal of Geographical Information Science, 28, 9, 1940-1963.
- Bao, J., Xu, C., Liu, P. ve Wang, W., 2017. Exploring bikesharing travel patterns and trip purposes using smart card data and online point of interests, Networks and Spatial Economics, 17,4, 1231-1253.
- Bast, H., Brosi, P., Kalmbach, J. ve Lehmann, A., 2021. An Efficient RDF Converter and SPARQL Endpoint for the Complete OpenStreetMap Data, In Proceedings of the 29th International Conference on Advances in Geographic Information Systems, November, China, 536-539.

- Battle, R. ve Kolas, D., 2012. Enabling the Geospatial Semantic Web with Parliament and Geosparql, Semantic Web, 3, 4, 355-370.
- Battle, R. ve Kolas, D., 2011. Geosparql: Enabling a Geospatial Semantic Web, Semantic Web Journal, 3, 4, 355-370.
- Becker, C. ve Bizer, C., 2009. Exploring the Geospatial Semantic Web with Dbpedia Mobile, Web Semantics, 7, 4, 278-286.
- Beckett, D., Rdf 1.1 N-Triples, <https://www.w3.org/TR/n-triples>, 10 Ocak 2020.
- Berners-Lee, T., Chen, Y., Chilton, L., Connolly, D., Dhanaraj, R., Hollenbach, J., Lerer, A. ve Sheets, D., 2006. Tabulator: Exploring and Analyzing Linked Data on the Semantic Web, 3rd International Semantic Web User Interaction Workshop, November.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. ve Lassila, O., 2001. The Semantic Web, Scientific American, 284, 5, 34-43.
- Berners-Lee, T., Linked Data-Design Issues, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.Html>, 15 Ocak 2020.
- Berrueta, D., Fernández, S. ve Frade, I., 2008. Cooking HTTP Content Negotiation with Vapour, 4th Workshop on Scripting for the Semantic Web, June, Spain.
- Bikakis, N., Tsinaraki, C., Gioldasis, N., Stavrakantonakis, I. ve Christodoulakis, S., 2013. The XML and semantic web worlds: technologies, interoperability and integration: a survey of the state of the art. In Semantic hyper/multimedia adaptation, Anagnostopoulos I., Bieliková M., Mylonas P., Tsapatsoulis N., Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bizer, C. ve Gauß, T., Disco–Hyperdata Browser: A Simple Browser for Navigating the Semantic Web, <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/ng4j/disco/>, 20 Ağustos 2020.
- Bizer, C., Heath, T. ve Berners-Lee, T., 2009. Linked data: The story so far. International Journal on Semantic Web and Information Systems, 5, 3, 1-22.
- Braun, M., Scherp, A. ve Staab, S., 2010. Collaborative creation of semantic points of interest as linked data on the mobile phone.
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M., Maler, E. ve Yergeau, F., Extensible markup language (XML) 1.0., <https://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>, 10 Ocak 2020.
- Breitman, K., Casanova, M. A. ve Truszkowski, W., 2007. Semantic web: Concepts, Technologies and Applications, First Edition, 327, Springer, London.
- Brickley, D., Guha, R. V. ve McBride, B., RDF Schema 1.1. W3C Recommendation, <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>, 19 Ocak 2020.

- Broekstra, J., Klein, M., Decker, S., Fensel, D., Van Harmelen, F. ve Horrocks, I., 2001. Enabling Knowledge Representation on the Web by Extending RDF Schema, 10th International Conference on World Wide Web, April, Hong Kong, 467-478.
- Camarda, D. V., Mazzini, S. ve Antonuccio, A., 2012. LodLive, exploring the web of data, In Proceedings of the 8th International Conference on Semantic Systems, September, Austria, 197-200.
- Cardoso, J., 2007. Semantic Web Services: Theory, Tools and Applications, 372, IGI Global.
- Čerba, O., Charvát, K., Mildorf, T., Bērziņš, R., Vlach, P. ve Musilová, B., 2016. SDI4Apps Points of Interest Knowledge Base, In Progress in Cartography, First Edition 480.
- Chang-Su, L. E. E., Cheung, S. W., Seong-Soon, J. O. O. ve Kahng, H. K., 2019. Design and Implementation of Autonomous Collaboration System of Smart Things using accumulated Experience knowledge. 21st International Conference on Advanced Communication Technology, February, Korea, 305-313.
- Chen, L., Zhang, D., Pan, G., Ma, X., Yang, D., Kushlev, K., Zhang, W. ve Li, S., 2015. Bike sharing station placement leveraging heterogeneous urban open data, In Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September, Japan, 571-575.
- Cheng, F., Liu, S., Hou, X., Zhang, Y., Dong, S., Coxixo, A. ve Liu, G., 2018. Urban land extraction using DMSP/OLS nighttime light data and OpenStreetMap datasets for cities in China at different development levels, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 11, 8, 2587-2599.
- Ciepluch, B., Jacob, R., Mooney, P. ve Winstanley, A. C., 2010. Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps. In Proceedings of the Ninth International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, July, England, 337.
- Connolly, D., van Harmelen, F., Horrocks, I., McGuinness, D. L., Patel-Schneider, P. F. ve Stein, L. A., DAML+ OIL (March 2001) Reference Description, <https://www.w3.org/TR/daml+oil-reference>, 21 Şubat 2020.
- Corcho, Ó., Gómez-Pérez, A., Léger, A., Rey, C. ve Toumani, F., 2003. An ontology-based mediation architecture for e-commerce applications. In Intelligent Information Processing and Web Mining, June, Poland, 477-486.
- Cyganiak, R. ve Bizer, C., Pubby-a linked data frontend for sparql Endpoints, <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/pubby/>, 7 Mart 2021.
- de León, A., Wisniewki, F., Villazón-Terrazas, B. ve Corcho, O., 2012. Map4rdf-faceted browser for geospatial datasets. In Proceedings of the First Workshop on USING OPEN DATA, June.

- DeWeese, K. P. ve Segal, D., 2014. Libraries and the Semantic Web. Synthesis Lectures on Emerging Trends in Librarianship, First Edition, 60, Morgan & Claypool Publishers.
- Ding, L., Kolari, P., Ding, Z. ve Avancha, S., 2007. Using Ontologies in the Semantic Web: A Survey, In Ontologies: A Handbook of Principles, Concepts and Applications in Information Systems, Kishore, R., Ramesh, R., First Edition, 930, Springer US.
- Dolbear, C., Goodwin, J., Mizen, H. ve Ritchie, J., 2005. Semantic interoperability between topographic data and a flood defence ontology. Southampton, UK: Ordnance Survey Research & Innovation.
- DuCharme, B., 2013. Learning SPARQL: querying and updating with SPARQL 1.1., 2nd Edition, 386, O'Reilly Media, Inc.
- Dürst, M. ve Suignard, M., Internationalized resource identifiers (IRIs), RFC 3987, <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3987>, 5 Ocak 2020.
- Ehimwenma, K. E., Crowther, P., Beer, M., ve Al-Sharji, S., 2020. An SQL Domain Ontology Learning for Analyzing Hierarchies of Structures in Pre-Learning Assessment Agents, *SN Computer Science*, 1,6, 1-19.
- Emmons, I., Parliament User Guide, Raytheon BBN Technologies, <https://usermanual.wiki/Pdf/ParliamentUserGuide.1438980087/help>, 9 Mart 2021.
- Fensel, D., 2004. Ontologies: Silver bullet for knowledge management and electronic commerce 2nd Edition, 172, Springer-Verlag.
- Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H., Masinter, L., Leach, P. ve Berners-Lee, T., Hypertext transfer protocol-HTTP/1.1, <https://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>, 5 Ocak 2020.
- Fiorelli, M., <http://www.cs.uniroma2.it/upload/2017/IA2/RDF-RDFS%20-%20EN.pdf>, 19 Ocak 2020.
- Fisseha, F., The basics of Ontologies, [https://www.slideshare.net/CIARD\\_AIMS/the-basics-of-ontologies](https://www.slideshare.net/CIARD_AIMS/the-basics-of-ontologies), 20 Şubat 2021.
- Gandon, F., Krummenacher, R., Han, S. K. ve Toma, I., 2011. Semantic Annotation and Retrieval:RDF, In Handbook of Semantic Web Technologies, Domingue, J., Fensel, D., Hendler, J. A., 1035, Springer.
- Gao, J., Cao, B. ve Fan, H., 2016. Point of interest data storage using ontology, In 2016 3rd International Conference on Systems and Informatics, November, China, 1122-1126.
- Geroimenko, V. ve Chen, C., 2006. Visualizing the Semantic Web: XML-based internet and information visualization. Springer Science & Business Media, 2nd Edition, 248, Springer-Verlag London.

- Giri, K., 2011. Role of ontology in semantic web, DESIDOC Journal of Library & Information Technology, 31,2, 116-120.
- Gómez-Pérez, A. ve Corcho, O., 2002. Ontology languages for the semantic web, IEEE Intelligent systems, 17, 1, 54-60.
- Guarino, N., 1997. Semantic matching: Formal ontological distinctions for information organization, extraction, and integration. In International Summer School on Information Extraction, July, Italy, 139-170.
- Hamdi, F., Abadie, N., Bucher, B. ve Feliachi, A., 2015. Geomrdf: A geodata converter with a fine-grained structured representation of geometry in the web, arXiv.
- Hansen, T., Hardie, T. ve Masinter, L., Guidelines and registration procedures for new URI schemes. IETF Request for Comments-RFC, <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4395>, 5 Ocak 2020.
- Harris, S., Lamb, N. Ve Shadbolt, N., 2009. 4store: The design and implementation of a clustered RDF store. In 5th International Workshop on Scalable Semantic Web Knowledge Base Systems, October, USA, 94-109.
- Hastrup, T., Cyganiak, R. ve Bojars, U., 2008. Browsing linked data with fenfire, In Proceedings of LDOW 2008, April, China.
- Hayes, J., A graph model for RDF, Master's Thesis, Darmstadt University of Technology/University of Chile.
- Heath, T. ve Bizer, C., 2011. Linked data: Evolving the web into a global data space, Synthesis lectures on the semantic web: theory and technology, First Edition, 136, Morgan & Claypool.
- Hebeler, J., Fisher, M., Blace, R. ve Perez-Lopez, A., 2011. Semantic web programming, First Edition, 652, John Wiley & Sons.
- Heflin, J., 2007. An introduction to the OWL web ontology language, Lehigh University. National Science Foundation (NSF).
- Hitzler, P., Krotzsch, M. ve Rudolph, S., 2009. Foundations of semantic web technologies. First Edition, 456, CRC press., New York.
- Horridge, M., Knublauch, H., Rector, A., Stevens, R. ve Wroe, C., A practical guide to building OWL ontologies using the Protégé-OWL plugin and CO-ODE tools edition 1.0. University of Manchester.
- Huynh, D., Mazzocchi, S. ve Karger, D., 2005. Piggy bank: Experience the semantic web inside your web browser, In International Semantic Web Conference, November, Ireland, 413-430.
- Hyvönen, E., 2012. Publishing and using cultural heritage linked data on the semantic web, Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology, 159, Morgan and Claypool Publishers.

- Jacob, E. K., 2003. Ontologies and the semantic web, Bulletin of the American Society for Information Science and Technology, 29, 4, 19-22.
- Jasper, R. ve Uschold, M., 1999. A framework for understanding and classifying ontology applications. In Proceedings 12th Int. Workshop on Knowledge Acquisition, Modelling, and Management KAW, October, Germany, 99, 16-21.
- Kalampokis, E., Karamanou, A., Nikolov, A., Haase, P., Cyganiak, R., Roberts, B., Hermans, P., Tambouris, E. ve Tarabanis, K., 2014. Creating and Utilizing Linked Open Statistical Data for the Development of Advanced Analytics Services. In SemStats@ ISWC, October, Italy.
- Kalibatiene, D. ve Vasilecas, O., 2011. Survey on ontology languages, In International Conference on Business Informatics Research, October, Latvia, 124-141.
- Kalyanpur, A., Parsia, B., Sirin, E., Grau, B. C. ve Hendler, J., 2006. Swoop: A web ontology editing browser, Journal of Web Semantics, 4, 2, 144-153.
- Kara, G. ve Cömert, Ç., 2016. Konumsal Verilerin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması, 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Ekim, Adana, Bildiriler Kitabı, 733-741.
- Kara, G., Akyazı, İ. ve Cömert, Ç., 2020. Konumsal Verilerin Bağlantılı Veri Olarak Yayınlanması: Trabzon Örneği, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 36, 2, 228-237.
- Kara, G., Karakol, D. U., Yılmaz, C. ve Cömert, Ç., 2019. Konumsal Verilerin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayınlanması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Nisan, Ankara.
- Kepeklian, G., Bihanic, L. ve Troncy, R., 2014. Datalift: A platform for integrating big and linked data, In Proceedings of the International Conference on Big Data from Space, November, Italy, 370-373.
- Khusro, S., Khan, A., Mahfooz, S., Rauf, A. ve Ali, S., 2013. Navigating and Browsing Linked Open Data: State-of-the-Art, Life Science Journal, 10, 11, 349-358.
- Kılınç, D. ve Kut, A., XML Teknolojisine Gerçekçi Yaklaşım, <http://docplayer.biz.tr/5194048-Xml-teknolojisine-gercekci-yaklasim.html>, 20 Şubat 2021.
- Klein, M., 2001. XML, RDF, and relatives, IEEE Intelligent Systems, 16, 2, 26-28.
- Klien, E. ve Probst, F., 2005. Requirements for geospatial ontology engineering. In 8th conference on geographic information science (AGILE 2005), July, USA, 251-260.
- Klinkhardt, C., Woerle, T., Briem, L., Heilig, M., Kagerbauer, M. ve Vortisch, P., 2021. Using OpenStreetMap as a Data Source for Attractiveness in Travel Demand Models, Transportation Research Record, 2675, 8, 294-303.
- Klyne, G., Resource description framework (RDF): Concepts and abstract syntax, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/>, 18 Ocak 2021.



- Koubarakis, M., Datcu, M., Kontoes, C., Di Giammatteo, U., Manegold, S. ve Klien, E., 2012. TELEIOS: a database-powered virtual earth observatory, Proceedings of the VLDB Endowment, August, Istanbul, 2010-2013.
- Koubarakis, M., Kyzirakos, K., Nikolaou, C., Garbis, G., Bereta, K., Smeros, P., Gianakopoulou, S., Dogani, K., Karpathiotaki, M. ve Vlachopoulos, I., 2014. Linked earth observation data: The projects TELEIOS and LEO, In Proceedings of the Linking Geospatial Data Conference, March, London.
- Kritikos, K., Rousakis, Y. ve Kotzinos, D., 2015. A Cloud-Based, Geospatial Linked Data Management System, In Transactions on Large-Scale Data-and Knowledge-Centered Systems XX, First Edition, 159, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kyzirakos, K., Karpathiotakis, M. ve Koubarakis, M., 2012. Strabon: A semantic geospatial DBMS, In International Semantic Web Conference, November, USA, 295-311.
- Kyzirakos, K., Karpathiotakis, M., Bereta, K., Garbis, G., Nikolaou, C., Smeros, P., Giannakopoulou, S., Dogani, K. ve Koubarakis, M., 2013. The spatiotemporal RDF store strabon, In International Symposium on Spatial and Temporal Databases, August, Germany, 496-500.
- Kyzirakos, K., Savva, D., Vlachopoulos, I., Vasileiou, A., Karalis, N., Koubarakis, M. ve Manegold, S., 2018. GeoTriples: Transforming geospatial data into RDF graphs using R2RML and RML mappings, Journal of Web Semantics, 52, 16-32.
- Labra Gayo, J. E., Fernández-Álvarez, D. ve García-González, H., 2018. RDFShape: An RDF playground based on Shapes, In Proceedings of International Semantic Web Conference, October, USA.
- Lamprianidis, G., Skoutas, D., Papatheodorou, G. ve Pfoser, D., 2014. Extraction, integration and analysis of crowdsourced points of interest from multiple web sources, In Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Crowdsourced and Volunteered Geographic Information, November, Texas, 16-23.
- Lehmann, J., Athanasiou, S., Both, A., García-Rojas, A., Giannopoulos, G., Hladky, D., Le Grange, J. J., Ngonga Ngomo, A.C., Sherif, M. A., Stadler, C., Wauer, M., Westphal, P. ve Zaslowski, V., 2015. Managing Geospatial Linked Data in the GeoKnow Project, In The semantic web in earth and space science: Current status and future directions, 210, the Netherlands: IOS Press.
- Lonsdale, D., Embley, D. W., Ding, Y., Xu, L. ve Hepp, M., 2010. Reusing ontologies and language components for ontology generation, Data & Knowledge Engineering, 69, 4, 318-330.
- Mader, C., Martin, M. ve Stadler, C., 2014. Facilitating the Exploration and Visualization of Linked Data, In Linked Open Data--Creating Knowledge Out of Interlinked Data: Results of the LOD2 Project, Auer, S., Bryl, V. ve Tramp, S., 8661, First Edition, 215, Springer.

- Maedche, A. ve Staab, S., 2001. Ontology learning for the semantic web, IEEE Intelligent systems, 16, 2, 72-79.
- Maier, R., Hädrich, T. ve Peinl, R., 2009. Enterprise knowledge infrastructures, 2nd Edition, 445, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Martinez-Cruz, C., Blanco, I. J. ve Vila, M. A., 2012. Ontologies versus relational databases: are they so different? A comparison, Artificial Intelligence Review, 38, 4, 271-290.
- Masinter, L., Berners-Lee, T. ve Fielding, R. T., Uniform resource identifier (URI): Generic syntax, <https://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>, 5 Ocak 2020.
- McGuinness, D. L. ve Van Harmelen, F., OWL web ontology language overview. W3C recommendation, <https://www.w3.org/TR/owl-features/>, 22 Şubat 2020.
- Mezaour A., Van Nuffelen, B. ve Blaschke, C., 2014. Building Enterprise Ready Applications Using Linked Open Data, In *Linked Open Data--Creating Knowledge Out of Interlinked Data: Results of the LOD2 Project*, Auer, S., Bryl, V. ve Tramp, S., 8661, First Edition, 215, Springer.
- Micsik, A., Tóth, Z. ve Turbucz, S., 2013. LODmilla: Shared visualization of linked open data, In *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*, September, Malta, 89-100.
- Miller, E. (1998), 1998. An introduction to the resource description framework, Bulletin of the American Society for Information Science and Technology, 25, 1, 15-19.
- Mummidi, L. N. ve Krumm, J., 2008. Discovering points of interest from users' map annotations, GeoJournal, 72, 3, 215-227.
- Ngomo, A. C. N., Auer, S., Lehmann, J. ve Zaveri, A., 2014. Introduction to linked data and its lifecycle on the web, In *Reasoning Web International Summer School*, September, Greece, 1-99.
- Nikolaou, C., Dogani, K., Bereta, K., Garbis, G., Karpathiotakis, M., Kyzirakos, K. ve Koubarakis, M., 2015. Sextant: Visualizing time-evolving linked geospatial data, Journal of Web Semantics, 35, 35-52.
- Nikolaou, C., Dogani, K., Kyzirakos, K. ve Koubarakis, M., 2013. Sextant: browsing and mapping the ocean of linked geospatial data, In *Extended Semantic Web Conference*, May, France, 209-213.
- Noy, N. F. ve McGuinness, D. L., Ontology development 101: A guide to creating your first ontology, [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf), 15 Şubat 2020.
- Pan, J. Z. ve Horrocks, I., 2003. RDFS (FA): A DL-ised Sub-language of RDFS, *Proceedings of the 2003 International Workshop on Description Logics*, September, Italy, 95-102.

- Patroumpas, K., Alexakis, M., Giannopoulos, G. ve Athanasiou, S., 2014. TripleGeo: an ETL Tool for Transforming Geospatial Data into RDF Triples. In Edbt/Icdt Workshops, March, Greece, 275-278.
- Patroumpas, K., Skoutas, D., Mandilaras, G., Giannopoulos, G. ve Athanasiou, S., 2019. Exposing POInts of Interest as Linked Geospatial Data, In Proceedings of the 16th International Symposium on Spatial and Temporal Databases, August, Austria , 21-30.
- Perry, M. ve Herring, J., OGC GeoSPARQL-a geographic query language for RDF data. Version 1.0, OGC 11-052r4, Open Geospatial Consortium, [https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=47664](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=47664), 2 Nisan 2021.
- Pietriga, E., Gözükan, H., Appert, C., Destandau, M., Čebirić, Š., Goasdoué, F. ve Manolescu, I., 2018. Browsing Linked Data Catalogs with LODAtlas, In International Semantic Web Conference, October, USA, 137-153.
- Ruta, M., Scioscia, F., De Filippis, D., Ieva, S., Binetti, M. ve Di Sciascio, E., 2014. A semantic-enhanced augmented reality tool for OpenStreetMap POI discovery. *Transportation Research Procedia*, 3, 479-488.
- Rutledge, L. ve van Ossenbruggen, J., 2005. Cruising the semantic web with noadster. In Proceedings of the sixteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia, September, Austria, 290-291.
- Saavedra, J., Vilches-Blázquez, L. M. ve Boada, A., 2014. Cadastral data integration through Linked Data, Proceedings of the AGILE 2014 International Conference on Geographic Information Science, June, Spain, 81-85.
- Sakr, S. ve Zomaya, A. Y., 2019. Encyclopedia of big data technologies, First Edition, 1820, Springer International Publishing.
- Sakr, S., Wylot, M., Mutharaju, R., Le Phuoc, D. ve Fundulaki, I., 2018. Linked Data: Storing, Querying, and Reasoning, First Edition, 223, Springer International Publishing.
- Sauermann, L., Cyganiak, R. ve Völkel, M., Cool URIs for the Semantic Web, W3C Interest Group Note, <https://www.w3.org/TR/cooluris/>, 8 Aralık 2019.
- Sayers, C. ve Karp, A. H. (2004). Computing the digest of an RDF graph, <https://www.semanticscholar.org/paper/Computing-the-digest-of-an-RDF-graph-Sayers-Karp/e49756a0bf7bcf6ce4b033c4f5261b283d0be394>, 22 Ocak 2020.
- Scharffe, F., Ateazing, G., Troncy, R., Gandon, F., Villata, S., Bucher, B., Hamdi, F., Bihanic, L., Képéklian, G., Cotton, F., Euzenat, J., Fan, Z., Vandebussche, P. ve Vatant, B., 2012. Enabling linked data publication with the Datalift platform, Workshops at the Twenty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence-Semantic Cities, France, 25-30.

- Sikos, L., 2015. Mastering structured data on the Semantic Web: From HTML5 microdata to linked open data, First Edition, 256, Apress.
- Sir, M., Bradac, Z. ve Fiedler, P., 2015. Ontology versus database, IFAC-PapersOnLine, 48, 4, 220-225.
- Sporny, M., Longley, D., Kellogg, G., Lanthaler, M., Champin, P. A. ve Lindström, N., JSON-LD 1.0 A JSON-based Serialization for Linked Data, <http://www.w3.org/TR/json-ld/>, 26 Ocak 2020.
- Stadler, C., Lehmann, J., Höffner, K. ve Auer, S., 2012. Linkedgeodata: A core for a web of spatial open data, Semantic Web, 3, 4, 333-354.
- Stadler, C., Martin, M. ve Auer, S., 2014. Exploring the web of spatial data with facete. In Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web, April, Korea, 175-178.
- Stamoulis, G., 2015. Visualizing and Exploring Time-Evolving Linked Geospatial Data, Master's Thesis, National and Kapodistrian University of Athens, Athens.
- Stock, K. ve Guesgen, H., 2016. Geospatial Reasoning With Open Data. In Automating Open Source Intelligence, 211, Syngress.
- Thuraisingham, B., 2002. XML databases and the semantic web, First Edition, 336, CRC Press, United States.
- Touya, G., Antoniou, V., Olteanu-Raimond, A. M. ve Van Damme, M. D., 2017. Assessing crowdsourced POI quality: Combining methods based on reference data, history, and spatial relations, ISPRS International Journal of Geo-Information, 6, 3, 80.
- Tummarello, G., Cyganiak, R., Catasta, M., Danielczyk, S., Delbru, R. ve Decker, S., 2010. Sig. ma: Live views on the web of data, Journal of Web Semantics, 8, 4, 355-364.
- Turner, E. K., Hinze, A. ve Jones, S., A review of user interface adaption in current semantic web browsers, <https://researchcommons.waikato.ac.nz/handle/10289/5044>, 27 Eylül 2019.
- URL-1, <https://www.w3.org/2007/03/layerCake.svg>, 11 Mart 2020.
- URL-2, <https://prateekvjoshi.com/2014/02/22/url-vs-uri-vs-urn/>, 12 Ocak 2020.
- URL-3, <https://www.itprotoday.com/url-uri-and-urn>, 12 Ocak 2020.
- URL-4, <https://danielmiessler.com/study/difference-between-uri-url/>, 12 Ocak 2020.
- URL-5, <https://www.w3.org/MarkUp/html3/HTMLandSGML.html>, 12 Ocak 2020.
- URL-6, <http://www.w3.org/XML/#intro>, 12 Ocak 2020.

- URL-7, <https://www.ionos.co.uk/digitalguide/websites/website-creation/tutorial-rdfa-markup-with-schemaorg/>, 29 Ocak 2020.
- URL-8, [https://www.w3schools.com/xml/xml\\_rdf.asp](https://www.w3schools.com/xml/xml_rdf.asp), 1 Şubat 2020.
- URL-9, <https://www.w3.org/TR/skos-primer/>, 9 Şubat 2020.
- URL-10, <https://www.w3.org/TR/owl-primer/>, 8 Şubat 2020.
- URL-11, <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, 15 Şubat 2020.
- URL-12, <https://www.w3.org/TR/owl2-profiles/>, 15 Şubat 2020.
- URL-13, <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> 12 Mart 2020.
- URL-14, <https://www.w3.org/standards/semanticweb/query>, 12 Mart 2020.
- URL-15, <https://www.w3.org/TR/sparql11-update/>, 19 Mart 2020.
- URL-16, <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/>, 19 Mart 2020.
- URL-17, <https://ontola.io/what-is-linked-data/>, 28 Mart 2020.
- URL-18, <https://lod-cloud.net/>, 20.12.2021.
- URL-19, <https://wiki.dbpedia.org/about>, 30 Mart 2020.
- URL-20, <https://www.geonames.org/about.html>, 31 Mart 2020.
- URL-21, <http://data.ordnancesurvey.co.uk/>, 1 Nisan 2020.
- URL-22, <http://linkedgedata.org/About>, 1 Nisan 2020.
- URL-23, <https://seco.cs.aalto.fi/projects/ldf/>, 2 Nisan 2020.
- URL-24, <http://www.ldf.fi/index.html>, 2 Nisan 2020.
- URL-25, [https://web.imsi.athenarc.gr/redmine/projects/geoknow\\_public/wiki/TripleGeo/35](https://web.imsi.athenarc.gr/redmine/projects/geoknow_public/wiki/TripleGeo/35), 17 Ocak 2020.
- URL-26, <https://openrefine.org/>, 20 Ocak 2020.
- URL-27, KARMA-A Data Integration Tool, <https://usc-isi-i2.github.io/karma/>, 22.10.2021.
- URL-28, <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/>, 10 Nisan 2021.
- URL-29, <http://d2rq.org/d2r-server>, 11 Nisan 2021.
- URL-30, <https://protege.stanford.edu/>, 5 Nisan 2021.
- URL-31, <https://ckan.org/>, 18 Ocak 2020

- URL-32, <https://datahub.io/>, 19 Ocak 2020.
- URL-33, <https://www.w3.org/RDF/Validator/>, 7 Mart 2021.
- URL-34, <http://blog.geoknow.eu/geolift/index.html>, 20 Mart 2021.
- URL-35, [http://ode.openlinksw.com/#What\\_is\\_the\\_OpenLink\\_Data\\_Explorer\\_Extension](http://ode.openlinksw.com/#What_is_the_OpenLink_Data_Explorer_Extension), 7 ekim 2019.
- URL-36, [https://www.w3.org/2010/POI/wiki/Main\\_Page](https://www.w3.org/2010/POI/wiki/Main_Page), 09.10.2021.
- URL-37, [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main\\_Page](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page), 01.10.2021.
- URL-38, Sophox, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Sophox>, 11.10.2021.
- URL-39, <http://wikimapia.org/about/>, 01.10.2021.
- URL-40, <https://developers.google.com/maps>, 01.10.2021.
- URL-41, [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_features](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_features), 12.10.2021.
- URL-42, Sextant, <http://sextant.di.uoa.gr>, 07.11.2021.
- URL-43, KR-Suite, <https://github.com/GiorgosMandi/KR-Suite-docker>, 07.11.2021.
- URL-44, <http://osm2ttl.cs.uni-freiburg.de:8080/osm-planet/TwJREB>, 02.10.2021.
- URL-45, <https://sdi4apps.eu/>, 02.10.2021.
- Valle, E. D. ve Ceri, S., 2011. Querying the Semantic Web, In Handbook of Semantic Web Technologies, Domingue, J., Fensel, D., Hendler, J. A., First Edition, 1035, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Valsecchi, F. ve Ronchetti, M., 2014. Spacetime: a two dimensions search and visualisation engine based on linked data, In Eight International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAPRO 2014), August, Italy, 8-12.
- Valsecchi, F., Abrate, M., Bacciu, C., Tesconi, M. ve Marchetti, A., 2015. Dbpedia atlas: Mapping the uncharted lands of linked data, In Proceedings of the Workshop on Linked Data on the Web, LDOW 2015, co-located with the 24th International World Wide Web Conference (WWW 2015), January, Italy.
- Van Heijst, G., Schreiber, A. T. ve Wielinga, B. J., 1997. Using explicit ontologies in KBS development, International journal of human-computer studies, 46, 2-3, 183-292.
- Wang, Z., Ma, D., Sun, D. ve Zhang, J., 2021. Identification and analysis of urban functional area in Hangzhou based on OSM and POI data, Plos one, 16, 5.
- Wood, D., Zaidman, M., Ruth, L. ve Hausenblas, M., 2014. Linked Data, First Edition, 336, Manning Publications Co.

- Xue, X., Wang, Y. ve Hao, W., 2015. Optimizing Ontology Alignments by using NSGA-II, International Arab Journal of Information Technology (IAJIT), 12, 2, 176-182.
- Yılmaz, Ö. ve Erdur, R. C., 2012. iConAwa–An intelligent context-aware system, Expert Systems with Applications, 39, 3, 2907-2918.
- Yu, F., McMeekin, D. A., Arnold, L. ve West, G., 2018. Semantic web technologies automate geospatial data conflation: conflating points of interest data for emergency response services, In LBS 2018: 14th International Conference on Location Based Services, January, Switzerland, 111-131.
- Yu, L., 2011. A developer's guide to the semantic Web, First Edition, 608, Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
- Zhang, Y., Gao, M., Zhang, X., Yang, P., Ma, Q., Wang, C., He, H. ve Hu, X., 2018. An automatic approach to extracting geographic information from Internet, IEEE Access, 6, 36732-36743.

## **ÖZGEÇMİŞ**

2011 yılında Adapazarı Anadolu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'ni, 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans programına başladı.

