

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ULUSAL KONUMSAL VERİ ALTYAPILARINDA SEMANTİK VERİ
TANIMLAMA ÇATISI**

DOKTORA TEZİ

Harita Yük. Müh. Gülten KARA

**TEMMUZ 2013
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ULUSAL KONUMSAL VERİ ALTYAPILARINDA SEMANTİK VERİ
TANIMLAMA ÇATISI**

Harita Yük. Müh. Gülten KARA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (HARİTA MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.05.2013
Tezin Savunma Tarihi : 01.07.2013**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Çetin CÖMERT

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Gülten KARA Tarafından Hazırlanan

ULUSAL KONUMSAL VERİ ALTYAPILARINDA SEMANTİK VERİ
TANIMLAMA ÇATISI

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2013 gün ve 1507 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Çetin CÖMERT

Üye : Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV

Üye : Prof. Dr. Celalettin KARAALİ

Üye : Prof. Dr. Mustafa TÜRKER

Üye : Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Ulusal Konumsal Veri Altyapılarında Semantik Veri Tanımlama Çatısı” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışması süresince ileri görüşlülüğü ile bana yol gösteren, değerli fikirleri ve önerileriyle çalışmalarına yön veren, ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Çetin CÖMERT’ e tez danışmanlığımı üstlendiği ve çalışmamın her aşamasında yanımda olarak desteğini hiç eksik etmediği için sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Doktora tez çalışmasının yürütülmesinde tez izleme komitesinde görev alarak, bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Vasif V. NABIYEV, Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR’ e teşekkür ederim. Tez izleme komitesinde görevli olan değerli hocam Prof. Dr. Aslan DİLAVER’ i saygı ve rahmetle anıyorum. Tez çalışmam sırasında karşılaştığım problemler ve yazılım konusunda yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Halil AKINCI, Andreas GRUNWALD, Sven SCHADE, Bernhard WAGNER’e veri sağlamada yardımlarından dolayı HGK Topoğrafya Şb. Md. Müh. Yb. Abdullah OKUL’ a teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince bana her konuda yardımcı olan, desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Cemre YILMAZ, Arş. Gör. Deniz YILDIRIM, Yrd. Doç. Dr. Nazan YILMAZ, Arş. Gör. Deniztan ULUTAŞ, Öğr. Gör. Dr. Leyla ÇAKIR, Arş. Gör. M. Emre YILDIRIM ve tüm KTÜ Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemde tüm hayatım boyunca ellerinden gelen her türlü fedakârlığı yapan, sonsuz destekleriyle he zaman yanımda olan anneme, babama ve kardeşime, eşime ve biricik oğluma teşekkürlerimi sunarım.

Gülten KARA
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Ulusal Konumsal Veri Altyapılarında Semantik Veri Tanımlama çatısı” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. etin CÖMERT'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, 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.
24/05/2013

Gülten KARA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Problemin Tanımı	2
1.3. Çalışmanın Amacı	3
1.4. Metodoloji.....	3
1.5. Benzer Çalışmalar ve Bu Tez Çalışmasının Farkı	4
1.5.1. ACE-GIS Projesi.....	4
1.5.2. Dağıtık Konumsal Servislerin Semantik Birlikte İşlerliği	5
1.5.3. SWING Projesi	7
1.5.4. Coğrafi Verinin Semantik Olarak Referanslandırılması.....	11
1.5.5. Konumsal Verinin Ontolojiler Aracılığıyla Dönüşümü.....	12
1.6. Semantik Web İçin Veri Tanımlama	16
1.6.1. Semantik Web ve Ontoloji Kavramları.....	16
1.6.1.1. Semantik Web Nedir?	16
1.6.1.2. Ontoloji Nedir?	17
1.6.1.2.1. Ontoloji Bileşenleri	18
1.6.1.2.2. Ontoloji ve Çıkarsama	19
1.6.1.3. Ontoloji Değerlendirme ve Seçme.....	21
1.6.1.3.1. Ontoloji Değerlendirme Ölçütleri	22
1.6.1.3.1.1. İç Değerlendirme Ölçütleri	22

1.6.1.3.1.1.1.	Ontolojinin Kapsamı.....	23
1.6.1.3.1.1.2.	Ontolojinin Semantik Zenginliği	25
1.6.1.3.1.1.3.	Ontolojinin Mantıksal Tutarlılığı.....	27
1.6.1.3.1.2.	Dış Değerlendirme Ölçütleri.....	27
1.6.1.3.1.2.1.	Ontolojinin Kullanılabilirliği	28
1.6.1.3.1.2.2.	Popülerlik.....	28
1.6.2.	RDF ile Semantik Referanslandırma	30
1.6.2.1.	Kavramlar ve Yazılım Araçları.....	30
1.6.2.1.1.	RDF.....	30
1.6.2.1.2.	RDFS.....	31
1.6.2.1.3.	SPARQL	32
1.6.2.1.4.	GEOSPARQL.....	33
1.6.2.2.	Bağlantılı Veri Yaklaşımı	34
1.6.2.2.1.	Bağlantılı Veri İlkeleri	35
1.6.2.2.2.	Bağlantılı Veri Setleri ile Referanslandırma.....	36
1.6.3.	OWL ile Semantik Referanslandırma.....	37
1.6.3.1.	Kavramlar ve Yazılım Araçları.....	37
1.6.3.1.1.	OWL	37
1.6.3.1.2.	SWRL	39
1.6.3.1.3.	SQWRL.....	39
1.6.3.1.4.	Ontoloji Editörleri.....	40
1.6.3.1.5.	Ontoloji Arama Motorları	42
1.6.3.1.6.	Ontoloji Çıkarsama Motorları.....	43
1.6.3.1.7.	Semantik Web Dillerine Dönüşüm Araçları	44
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	45
2.1.	RDF ile Semantik Referanslandırma	46
2.1.1.	Kullanılan Veri ve Araçlar.....	49
2.1.2.	Yaklaşımın Olumlu ve Olumsuz Yönleri	51
2.1.3.	UKVA Ortamında Gerçekleştirilebilecek Sorgular	52
2.2.	OWL ile Semantik Referanslandırma.....	57
2.2.1.	Kullanılan Veri ve Araçlar.....	59
2.2.2.	Yaklaşımın Olumlu ve Olumsuz Yönleri	60
2.2.3.	UKVA Ortamında Gerçekleştirilebilecek Sorgular	61

2.3.	UKVA’da Gerçekleştirilecek Sorguları Dağıttık Veri Tabanları, Portal ve Semantik Portal Üzerinden Yapmak	63
2.3.1.	Sorguları Dağıttık Veri Tabanları Üzerinden Yapmak.....	64
2.3.2.	Sorguları Mevcut Portal Mimarisinde Yapmak.....	65
2.3.3.	Semantik Portal Üzerinde Arama Yapmak.....	65
2.4.	Ontoloji Seçimi	67
2.4.1.	Semantik Veri Tanımlamanın Gereksinimleri	68
2.4.1.1.	Ontolojiler	68
2.4.1.2.	Semantik Web Dilleri	70
2.4.1.3.	Dönüşüm Araçları.....	71
2.4.2.	SWT ile Semantik Veri Tanımlamanın Gerçekleştirimi.....	71
2.4.2.1.	Veri Ontolojisinin Oluşturulması.....	72
2.4.2.2.	Semantik Eşleştirme (Wordnet ve GeoWordnet)	76
2.4.2.3.	Kullanılacak Ontolojilerin Belirlenmesi	77
2.4.2.3.1.	Üst Düzey Ontolojilerin Belirlenmesi	78
2.4.2.3.2.	Alan Ontolojilerinin Belirlenmesi.....	81
2.4.2.4.	Veri Ontolojilerinin Alan ve Üst Düzey Ontolojilerle İlişkilendirilmesi	84
2.4.2.5.	Semantik Eşleştirme (Üst Düzey ve Alan Ontolojileri).....	84
2.4.3.	UKVA için Üst Düzey Ontoloji Değerlendirme Ölçütleri	85
2.5.	Türkiye Konumsal Veri Modeli İhtiyacı ve INSPIRE.....	86
2.5.1.	Uluslararası Coğrafi Bilgi Standartları ve Ulusal Veri Modelleri	86
2.5.2.	Türkiye’de Konumsal Veri İçin Mevcut Ulusal Veri Standartları.....	89
2.5.2.1.	HGK Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu	89
2.5.2.2.	BÖHHBÜY Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu	89
2.5.2.3.	Ulusal Veri Değişim Formatı.....	90
2.5.2.4.	Veri Sözlükleri	90
2.5.2.4.1.	1:25k, 1:50k, 1:100k Ölçekli Kartografik Vektör Harita Veri Sözlüğü	91
2.5.2.4.2.	1:250k ve 1:500k Ölçekli Vektör Haritalar İçin Veri Sözlüğü	93
2.5.3.	Mevcut Durumun İncelenmesi ve Gereksinimler	94
2.5.4.	Ulusal Konumsal Veri Modeli İhtiyacı.....	96
2.5.5.	Uygulama Senaryoları ve INSPIRE Veri Temaları	97
2.6.6.	Ulusal Konumsal Veri Modelinin Geliştirilmesi için Gereksinimler	105
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER.....	108

3.1.	Semantik Referanslandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması.....	108
3.2.	UKVA’da Gerçekleştirilecek Sorguları Dağıtık Veri Tabanları, Portal ve Semantik Portal Üzerinden Yapılmasının İrdelenmesi	111
3.3.	Ontoloji Değerlendirme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması	112
3.4.	Semantik Veri Tanımlamak İçin Gereksinimlerin İrdelenmesi	116
3.4.	Ontoloji Seçimi İçin Gereksinimlerin İrdelenmesi	118
3.5.	INSPIRE Veri Modellerinin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin İrdelenmesi.....	119
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	121
5.	KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

ULUSAL KONUMSAL VERİ ALTYAPILARINDA SEMANTİK VERİ TANIMLAMA
ÇATISI

Gülten KARA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Çetin CÖMERT
2013, 132 Sayfa

UKVA, ülke genelinde tüm kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan bütün taraflar arasında “birlikte işlerliği” sağlayacak olan ve konumsal veri kullanıcılarına, ihtiyaç duydukları verilere anlık erişim ve kullanım olanağı tanıyacak olan bir altyapıdır. Ülkemizde UKVA’ nın kurulması, çok geç kalınmış olmakla birlikte, gündemdedir. Hiç kuşkusuz, ülkemiz yönetim organlarının, karar ve “iş” üreticilerinin ileri ülkelerdeki eşdeğerlerinin tarzlarını benimsemesi ile ulusal ve yerel ölçekteki KVA’ lara olan gereksinim hızla artacaktır. Herhangi bir KVA’ nın teknolojik altyapısı için halen kullanımda olan teknolojiler, “Sözdizimsel Web” teknolojileri olmakla birlikte, yakın gelecekte bu teknolojilerin, “Semantik Web Teknolojileri” (SWT) olması öngörülmektedir. Semantik tanımların oluşturulmasıyla ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde çok sayıda girişim, proje ve akademik çalışmalar bu yönde hızla devam etmektedir. Bu çalışmaların ilham kaynağı olduğu bu tez çalışmasında, UKVA’ da yer alacak herhangi bir kurum verisinin semantik tanımlarının oluşturulmasına yönelik bir semantik veri tanımlama çatısı geliştirilmiştir. Semantik veri tanımlama çatısı, a) kurum verilerinin semantik olarak referanslandırılması, b) ontoloji seçimi c) ortak ulusal model ihtiyacının irdelenmesi aşamalarını içerir. Kurum verilerinin semantik olarak referanslandırılması için RDF ve OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımlarının olumlu olumsuz yönleri ortaya konmuştur. Semantik referanslandırma yaklaşımları için ortak ulusal model ihtiyacının olup olmadığı irdelenmiştir. Semantik tanımlama gereği veri ontolojilerinin referanslandırılması gereken ontolojilerin seçimi önemli bir rol oynar. Konumsal alanda kullanılan ontolojiler ve değerlendirme ölçütleri incelenerek üst düzey ontoloji ve alan ontolojileri belirlenmiştir. Ortak ulusal model oluşturmaya yönelik bugüne kadar ulusal ve kurumsal düzeyde münferit çalışmalar bulunmakla birlikte, ülke geneli için bir çalışma yapılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Semantik referanslandırma, Semantik tanım, Ontoloji, UKVA, Semantik Web, OWL

PhD. Thesis

SUMMARY

FRAMEWORK OF SEMANTIC DATA DEFINITION IN NATIONAL SPATIAL DATA
INFRASTRUCTURE

Gülten KARA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatics Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Çetin CÖMERT
2013, 132 Pages

National Spatial Data Infrastructure (NSDI) is an infrastructure that will ensure “interoperability” between all public institutions, local governments, private sector and all parties working with spatial data and that will allow instant access and use to the data needed by spatial data users throughout the country. In Turkey, the establishment of NSDI is to be on the agenda, although it too late. Undoubtedly, for national and local SDI will quickly increase if the governing bodies, decision makers and work manufacturers adopt the styles employed in the advanced countries. Currently, “Syntactic Web” technologies are used to establish the technological infrastructure in any SDI, but it is expected that in the near future, these technologies will be “Semantic Web Technologies”. Regarding the creation of semantic definitions, a number of initiatives, projects and academic works are being developed at national and international level. These works about “Semantic definitions” are sources of inspiration for this thesis. In this thesis, the framework of semantic data definition has been proposed to create the semantic definition of an institution data in NSDI. The framework of semantic data definition includes a) semantic annotation of institution data, b) ontology selection, c) examining of the need of common national model. Advantage and disadvantage aspects of RDF and OWL annotation have been revealed. Whether there is a need of common national model for semantic annotation approaches are discussed. In accordance with the semantic data definition, the choice of required ontologies for the semantic annotation of data ontologies plays an important role. By examining the ontologies used spatial domain and ontology evaluation criteria, upper level ontology and domain ontologies are determined. Up till now, for creating a common national model, there are several works at the national and institutional level, but works throughout the country should be realized.

Key Words: Semantic Annotation, Semantic definition, Ontology, NSDI, Semantic Web, OWL.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Semantik olarak referanslandırılmış WSDL dosyası	5
Şekil 2.	Coğrafi bilgi ve operasyonlar için semantik birlikte işlerlik çerçevesini ifade eden UML diyagramı.....	6
Şekil 3.	Semantik olarak referanslandırılmış Web servisi WSDL dosyası.....	7
Şekil 4.	WFS ontolojisinin açıklaması için gerekli bilgi objeleri	8
Şekil 5.	Şema kavramlarının alan ontolojisindeki uygun kavramlarla eşleştirilmesi	9
Şekil 6.	Bir detay tipinin açıklamasında yer alan bilgi öğeleri	13
Şekil 7.	Semantik olarak referanslandırılmış XML Şema dokümanı	14
Şekil 8.	Dönüşüm kurallarını üretmek için operasyonların referanslandırılması	15
Şekil 9.	Semantik Web katmanlandırılmış mimari	17
Şekil 10.	Ontoloji.....	18
Şekil 11.	Objeye, veri ve açıklama özellikleri.....	19
Şekil 12.	Tanımlı sınıflar ve ilişkilerin OntoGraf gösterimi.....	20
Şekil 13.	Çıkarılma sonucu.....	20
Şekil 14.	RDF üçlüsü	31
Şekil 15.	Akademik personel ID için bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirme	34
Şekil 16.	Protégé mimarisi.....	41
Şekil 17.	Swoop mimarisi	41
Şekil 18.	Swoogle mimarisi	42
Şekil 19.	İlişkisel veri tabanı RDF dönüşümü	46
Şekil 20.	Seçilen veri setlerine ait tablolar	48
Şekil 21.	RDF çizge veri yapısı	48
Şekil 22.	D2R Server ile DSİ veri tabanının bağlantılı veri olarak yayınlanması	50
Şekil 23.	S1 için SPARQL sorgusu ve sonuçları.....	52
Şekil 24.	S2 için SPARQL sorgusu ve sonuçları.....	53
Şekil 25.	S3 için SPARQL sorgusu ve sonuçları.....	54
Şekil 26.	S4 için SPARQL sorgusu ve sonuçları.....	55
Şekil 27.	İlişkisel veri tabanı OWL dönüşümü.....	58
Şekil 28.	OWL ile semantik referanslandırma.....	58

Şekil 29. Protégé ontoloji editörü ile ilişkisel veri tabanlarını bilgi tabanına aktarma.....	59
Şekil 30. DSİ ve TKGM veri ontolojilerinin alan ontolojileri ile referanslandırılması.....	62
Şekil 31. Önerilen semantik konumsal portal mimarisi.....	66
Şekil 32. Önerilen ontoloji sınıflandırması ve Heyelan Riski Ontolojisi için gerekli ontolojiler	69
Şekil 33. HGK Karayolu Şemasının bir kısmı.....	73
Şekil 34. Dönüşüm adımları ve kullanılan yazılımlar	74
Şekil 35. Protégé Ontoloji Editöründe Karayolu Ontolojisi	75
Şekil 36. HGK ve INSPIRE ontolojilerinin S-Match ile eşleştirilmesi.....	76
Şekil 37. ONSET v1.2 değerlendirme ekran görüntüsü	80
Şekil 38. Sektör modellerinin geliştirilmesi	95
Şekil 39. HGK Ontolojisi	96
Şekil 40. Uygulama senaryosu UML diyagramı	98
Şekil 41. INSPIRE Kadastro Parseli uygulama şeması	99
Şekil 42. Fiziksel Sular konumsal obje tipleri UML diyagramının bir kısmı	102
Şekil 43. Fiziksel sular(insan yapımı yapılar) konumsal obje tipleri UML diyagramı ..	103

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. SWING Projesinde kullanılan ontolojiler	10
Tablo 2. RDF kelime hazinesi	31
Tablo 3. RDFS kelime hazinesi	31
Tablo 4. Bağlantılı veri setleri	36
Tablo 5. OWL kelime hazinesi	38
Tablo 6. SWRL built-ins.....	39
Tablo 7. SQWRL operatörleri.....	40
Tablo 8. Wordnet'e göre eşleştirme sonuçları	77
Tablo 9. GeoWordnet'e göre eşleştirme sonuçları	77
Tablo 10. Üst düzey ontolojiler ve özellikleri	80
Tablo 11. Swoogle tarafından bulunan ontolojiler	83
Tablo 12. DOLCE ve alan ontolojilerine göre eşleştirme sonuçları.....	84
Tablo 13. INSPIRE Veri temaları.....	87
Tablo 14. Detay sınıfı tablosu.....	90
Tablo 15. Kartografik Vektör Harita Detay Sınıfları.....	91
Tablo 16. Katman isimleri ve içerikleri	92
Tablo 17. Ana detay sınıfları ve katman isimleri.....	93
Tablo 18. Akarsu, nehir sınıfları ve öznitelikleri.....	101
Tablo 19. Ontoloji değerlendirme yaklaşımları ve değerlendirme ölçütleri.....	113

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
BOCO	: Bestuurlijke Overlegcommissie Overheidsautomatisering
BÖHHBÜY	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
DL	: Description Logic
DOLCE	: Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering
DÖKK	: Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu
DSİ	: Devlet Su İşleri
FACC	: Feature and Attribute Coding Catalog
FTO	: Feature Type Ontology
GeoSPARQL	: A Geographic Query Language for RDF Data
GFM	: General Feature Model
GML	: Geography Markup Language
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
INSPIRE	: Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO	: International Organization for Standardization
ISO TC 211	: ISO Technical Committee 211
IST	: Bilgi Toplumu Teknolojileri (Information Society Technologies)
LADM	: Land Administration Domain Model (Arazi Yönetimi Alan Modeli)
MDA	: Model Driven Architecture
MSB	: Milli Savunma Bakanlığı
OGC	: OpenGIS Consortium
OWL	: Web Ontology Language
RAVI	: Voorlopige Raad voor de Vastgoedin-formatie
RDF	: Resource Description Framework
RDF-S	: RDF Schema
SAIF	: Spatial Archive and Interchange Format
SEDA	: Semantics-based Service Discovery Assistant
SPARQL	: SPARQL Protocol and RDF Query Language

SQWRL	: Semantic Query-Enhanced Web Rule Language
SSVI	: Stichting Studiecentrum voor Vastgoedinformatie
SWING	: Semantic Web Services Interoperability for Geospatial Decision Making
SWSE	: Semantic Web Search Engine
SWRL	: Semantic Web Rule Language
SWT	: Semantik Web Teknolojileri
TEIEN	: Turkish Environmental Information Exchange Network
TKGM	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
UKVA	: Ulusal Konumsal Veri Altyapısı
UVDF	: Ulusal Veri Değişim Formatı
URI	: Uniform Resource Identifier
W3C	: World Wide Web Consortium
WFS	: Web Feature Service
WSDL	: Web Service Description Language
WSML	: Web Service Modeling Language
WSMO	: Web Service Modeling Ontology
XML	: Extensible Markup Language
XSD	: XML Schema Definition

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Günümüzde web üzerindeki bilginin büyük bir çoğunluğu insanların anlayıp yorumlayabileceği şekilde kodlanmıştır. Ancak bilgisayarlar web sayfalarında kodlu olan bilginin anlamını analiz edememektedir. Web üzerindeki bilginin bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir hale getirilmesi ve işlenebilmesi için yeni bir web modeline gereksinim duyulmuştur. Bu yeni web modeli Tim Berners Lee tarafından öne sürülmüştür. Semantik Web, bilginin iyi tanımlanmış anlamıyla birlikte verilmesiyle bilgisayarlar ve insanların birlikte çalışmasını daha da iyileştiren ve bilgisayarların birbirlerinin dilinden anlamasını sağlayan bugünkü webin uzantısıdır (Berners-Lee vd., 2001).

Semantik webin gerçekleştirilmesi için “Semantik Web Teknolojileri” (SWT) geliştirilmiştir. SWT’ nin en önemli bileşenlerinden birisi ontolojilerdir. Ontolojilerin tasarımı ve geliştirilmesi üzerine çok sayıda uluslararası ve ulusal düzeyde girişim ve çok sayıda akademik çalışma bulunmaktadır. Tez içeriğinde bu çalışmalar ayrıntılı olarak incelenecektir.

Ülkemizde gelinen noktada Ulusal Konumsal Veri Altyapısının (UKVA) kurulması gecikmiş olmakla birlikte bu yönde yapılan çalışmalar yetersizdir. UKVA, ülke genelinde tüm kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan bütün taraflar arasında “birlikte işlerliği” sağlayacak olan ve konumsal veri kullanıcılarına, ihtiyaç duydukları verilere anlık erişim ve kullanım olanağı tanıyacak olan bir altyapıdır. Dünya genelinde KVA’ nın kurulması ile ilgili uluslararası ve ulusal düzeyde önemli çalışmalar yürütülmektedir.

Mevcut durumda kurumlar arasında veri paylaşımı geleneksel yöntemlerle sözdizimsel teknolojilerle gerçekleştirilmektedir. Gelecek “Semantik Web” dir ve bu yönde çalışmalar hızla devam etmektedir. Semantik Web alanındaki çalışmaların ilham kaynağı olduğu bu tez çalışmasında UKVA ortamında yer alacak kurumların semantik birlikte işlerliğini sağlamak için semantik tanımların oluşturulmasına ve bunun için gereksinimlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

1.2. Problemin Tanımı

Bu tezin temel çıkış noktası, “Semantik Web Teknolojileri” (SWT) kullanılarak “Semantik KVA” nın nasıl gerçekleştirilebileceğinin belirlenmesi olarak ortaya konmuştur. UKVA ortamında yer alacak kurum verilerinin SWT ile semantik tanımlarının nasıl gerçekleştirilebileceğinin belirlenmesi ve bu yönde gereksinimlerin neler olacağını ortaya koymaktır.

Semantik Web, son yıllarda farklı alanlardaki uygulamalarla dikkat çeken ve her geçen gün hızla gelişmekte olan araştırma ve uygulama alanlarından biri durumundadır. Semantik Web kavramının ortaya çıkması ile genel anlamda bilginin anlamını ortaya çıkarmaya yönelik olarak çok sayıda girişim ve sayıları her geçen gün hızla artan akademik ve bilimsel çalışma bulunmaktadır. Gerek SWT alanında hızla artan ticari ve açık kaynak kodlu yazılımlar ve bu yönde geliştirilen ve geliştirilmeye devam eden standart geliştirme çalışmaları, gerekse dünya çapında gerçekleştirilen Semantik Web projeleri, ulusal düzeyde gerçekleştirilen semantik web uygulamaları çok yakın bir gelecekte semantik web uygulamalarının günlük yaşantımızın hemen her alanına gireceğinin habercisidir.

Gelinen noktada “Semantik UKVA” gerçekleştirimi için semantik birlikte işlerlik alt yapısının SWT kullanılarak nasıl gerçekleştirilebileceğine yönelik henüz bir yöntem önerilmemiştir. Bu durum, yakın gelecekte “Semantik UKVA” gerçekleştirimi için “Semantik KVA” kurmak ve sürekliliğini sağlamak isteyen kurum ve kuruluşların nasıl bir yol izleyeceği noktasında belirsizliğe neden olmaktadır. “Semantik UKVA” gerçekleştirimi için gerekli olan semantik tanımların oluşturulmasına yönelik uygulamaları gerçekleştirilebilmek ve tez çalışmasına yön vermek amacıyla literatür çalışması sırasında aşağıdaki çalışma soruları belirlenmiştir:

- Ontoloji tanımlama, bulma ve ontoloji eşleştirme için hangi teknoloji, araç, standart, ya da belirtiler kullanılmalıdır?

- Ontoloji aramak ve bulmak için hangi arama motoru tercih edilmelidir?

- Ontoloji değerlendirme nasıl gerçekleştirilecek ve ontoloji değerlendirme ölçütleri nasıl seçilecektir? Mevcut ontoloji değerlendirme araçları ontolojileri değerlendirmek ve seçmek için yeterli midir?

- Kurumların mevcut verilerinin (lexical data) semantik tanımlarının SWT ile gerçekleştirimi sağlanabilecek midir? Kurum verilerini SWT ile tanımlayabilmek için

hangi ticari ve/veya açık kod kaynaklı yazılımların tercih edileceğine nasıl karar verilecektir? Semantik tanımları oluşturmak için mevcut yazılımlar yeterli midir?

Tez çalışmasının amacını gerçekleştirmek ve tüm araştırma sorularına cevap bulmak için UKVA ortamında yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulabilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, son yıllarda yaygın araştırma ve geliştirme çalışmaları bulunan Semantik Web uygulamalarından ve bu alanda yapılan çalışmalardan esinlenerek UKVA' da yer alacak olan kurum verilerinin semantik tanımlarının SWT ile gerçekleştirilebilmesi için bir çatı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gereksinimlerin belirlenmesi ve UKVA' da semantik tanımlama gerçekleştiriminin nasıl yapılabileceğinin belirlenmesi olarak amaçlanmıştır.

1.4. Metodoloji

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde sırasıyla aşağıdaki gibi bir yol izlenmiştir:

- Semantik tanımları oluşturabilmek için gerekli teknolojilerin tanınması,
- SWT' nin anlaşılması ve uygulama alanlarının belirlenmesi,
- Semantik Web ve SWT konusunda mevcut durum analizi,
- Ontoloji oluşturma, arama, değerlendirme çalışmalarının incelenmesi,
- Konumsal alanda gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılan üst düzey ontolojilerin ve alan ontolojilerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi,
- Konumsal alanda gerçekleştirilen semantik uygulamalara yönelik olarak uluslararası ve ulusal girişimler, geliştirilen standartlar, çok sayıda akademik ve bilimsel çalışma, mevcut yazılım ve araçları ile ilgili dokümanlar, uluslararası ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen çalışmaların ayrıntılı olarak incelenmesi,
- Veri kaynaklarının semantik olarak referanslandırılması ile ilgili çalışmaların ve konumsal alandaki çalışmaların ve standartların incelenmesi,
- Semantik referanslandırma için gerekli kavramların anlaşılması ve yazılım araçlarının incelenmesidir.

1.5. Benzer Çalışmalar ve bu Tez Çalışmasının Farkı

Semantik veri tanımlama ile ilgili benzer çok sayıda proje, akademik çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları izleyen bölümde incelenmiştir ve bu tez çalışmasının farkı ortaya konmuştur.

1.5.1. ACE-GIS Projesi

Bilgi Toplumu Teknolojileri (IST- Information Society Technologies) programı kapsamında finanse edilen bir Avrupa projesidir. Proje 2002 yılı Haziran ayında başlatılmış ve 2004 yılının Eylül ayında bitirilmiştir. Proje dağıtık coğrafi bilginin ve e-ticaret servislerinin birleşimine özel vurgu yapan web servislerinin gelişimi dağıtımı, bulunması ve kompozisyonu daha iyi ve daha etkili araçlar sağlar. Projede alan ontolojileri (localization, meteorology, Spatial Representation, Observation and Measurement, Geographic Entities, Auxiliary ontolojileri vb.) ve uygulama ontolojileri (AirportWeather, PreEmergencyPlan, CalculateGasDispersionPlume, CreateGasDispersionMap ontolojileri vb.) geliştirilmiştir (Probst vd., 2003).

Proje kapsamında semantik tabanlı servis bulmayı gerçekleştirmek için Semantik Tabanlı Servis Bulma Yardımcısı (SEDA-Semantics-based Service Discovery Assistant) yazılım aracı geliştirilmiştir. Servis tarafından sağlanan bilgi içeriğini tanımlayan kavramları semantik olarak referanslandırmak için Web Servisi Tanımlama Dili (WSDL-Web Service Definition Language) tanımlarına semantik etiketler eklenmiştir (Şekil 1). WSDL dosyalarını uygulama ontolojileri ile ilişkilendirmek için tip tanımına yeni bir öznitelik eklenmiştir. Bu öznitelik semRef olarak adlandırılmıştır. Onun değeri semRef özniteliğinin ait olduğu kavramın anlamının tanımlandığı uygulama ontolojisine referans veren bir URL dir. semRef özniteliği <<http://musil.uni-muenster.de/onto/ACE/xsd/semRef.xsd>> dosyasında tanımlıdır.

```

wsdl:message="calculatePlumeRequest">
  <wsdl:partname="origin" type="tns1:Point" SeDA:semRef="http://musil.uni-
muenster.de/onto/ACE/A_CalPl.owl#Origin"/>
  <wsdl:partname="windSpeed" type="xsd:float" SeDA:semRef="http://musil.uni-
muenster.de/onto/ACE/A_CalPl.owl#WindSpeed"/>
  <wsdl:partname="windDirection" type="xsd:float" SeDA:semRef="http://musil.uni-
muenster.de/onto/ACE/A_CalPl.owl#WindDirection"/>
  <wsdl:partname="emissionRate" type="xsd:float" SeDA:semRef="http://musil.uni-
muenster.de/onto/ACE/A_CalPl.owl#EmissionRate"/>
</wsdl:message>

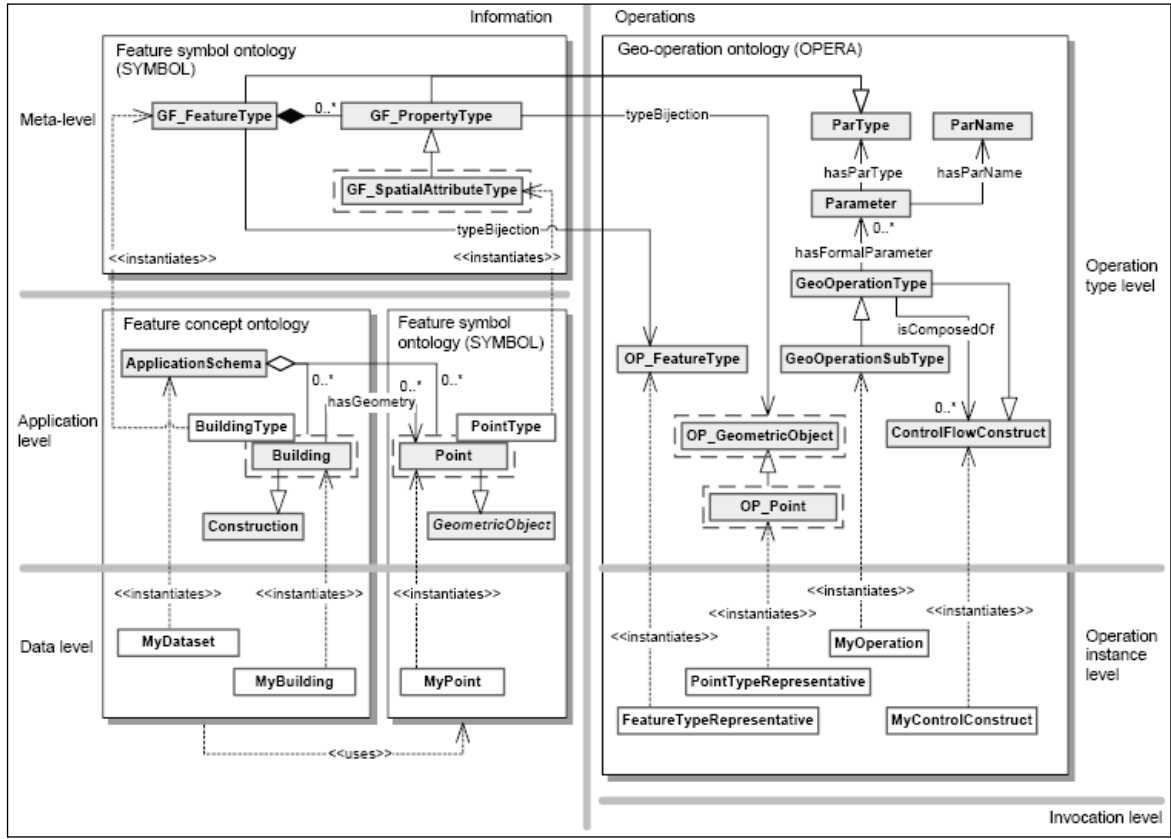
```

Şekil 1. Semantik olarak referanslandırılmış WSDL dosyası (Probst vd., 2003).

1.5.2. Dağıtık Konumsal Servislerin Semantik Birlikte İşlerliği

Lemmens (2006) çalışmasında konumsal servisler için semantik birlikte işlerlik çerçevesi geliştirmiştir. Bu çerçeve ISO TC211 19109 Genel Detay Modeli (GFM-General Feature Model)' ne dayandırılan konumsal bilgi modelleme ontolojilerini içermektedir. Aynı zamanda Hollanda Topografya servisi tarafından kullanılan veri modeline dayalı alana özel ontolojiler oluşturulmuştur ve konumsal operasyon modelleme ontolojisi oluşturulmasının ardından ontoloji tabanlı servis tanımları oluşturulmuştur.

Semantik birlikte işlerlik çerçevesi içinde geliştirilen ontolojiler Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekilde bilgi kısmı, ISO 19101 standardının kavramsal şema modellemede kullanılan mimari katmanlarına göre; meta düzeyi, uygulama düzeyi ve veri düzeyi olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Meta düzeyi ISO 19109'da tanımlanan ISO GFM sınıflarını içermektedir. Meta sınıflar gerçek dünyanın bir soyutlaması olan detayların ve onlar arasındaki ilişkilerin sınıflandırılması için kullanılmaktadır. Uygulama düzeyinde "GF_FeatureType" gerçek dünya olaylarının bir sınıfını gösteren özel bir detay tipidir ve bir detay çok özel özellikleri ile birlikte verilmektedir. Veri düzeyinde ise detay tiplerinin örnekleri yer almaktadır.



Şekil 2. Coğrafi bilgi ve operasyonlar için semantik birlikte işlerlik çerçevesini ifade eden UML diyagramı (Lemmens, 2006).

Semantik birlikte işlerlik çerçevesinde, Hollanda konumsal bilgi alanında NEN3610, Hollanda Topoğrafik harita alanında TOP10NL, risk harita alanında RiskMap ve seyahat/yolculuk alanında Travel ontolojileri oluşturulmuştur. Ontolojiler mevcut veri modellerinden oluşturulmuştur ve OWL dilinde uygulanmıştır. Bu ontolojilerin hepsi ISO ontolojileri ve operasyon ontolojisi ile birlikte süper ontoloji olarak adlandırılan OntoGeo ontolojisini oluşturmaktadır. Ontolojiler Manchester House Style sözdizimi ile oluşturulmuştur (Horridge vd., 2009; Rector vd., 2004). Tez çalışması kapsamında geliştirilen semantik birlikte işlerlik çerçevesi konumsal bilgi ve servis tanımlarını oluşturmak ve onlar arasında eşleştirmeyi gerçekleştirmek için kullanılmıştır.

Tez çalışmasının genel amacı; ISO ve OGC (OpenGIS Consortium) Coğrafi Bilgi Standartlarına dayanarak, ontolojilerin tasarım ve uygulanmasıyla dağıtık heterojen konumsal bilgi ve konumsal servislerin semantik tanımlarını oluşturmak için çözüm sağlamaktır. Konumsal operasyon ontolojisi ile coğrafi bilgi ve kavramsal ilişkilerin katmanlı soyutlamasına dayanan, ontoloji tiplerinin ayrımı için bir teori önerilmiştir. Servis

tanımları için referans olarak kullanılabilir konumsal operasyon ontolojisi geliştirilmiştir. SWT kullanılarak semantik servis tanımları yardımıyla konumsal çıkarsama gerçekleştirilmiş konumsal servisi bulma ve servis kompozisyonunda kullanıcıya yardımcı olmak amaçlanmıştır. Web servislerinin semantik olarak referanslandırılması için WSDL dökümanlarına “wssem” etiketleri eklenerek Ontogeo ontolojisi içinde ilgili kavramlara referans verilmiştir.

```

xmlns:wssem="http://www.ibm.com/xmlns/Webservices/WSSemantics"
xmlns:Ontology0="http://geoserver.itc.nl/lemmens/owl/ontogeo.owl"
...
<wsdl:message name="getCoordinatesRequest">
<wsdl:part name="name" element="xsd1:RequestType"
wssem:modelReference="Ontology0#OP_Address"/>
</wsdl:message>
<wsdl:message name="getCoordinatesResponse">
<wsdl:part name="output" element="xsd1:ResponseType"
wssem:modelReference="Ontology0#OP_Point"/>
</wsdl:message>
...

```

Şekil 3. Semantik olarak referanslandırılmış Web servisi WSDL dosyası (Lemmens, 2006).

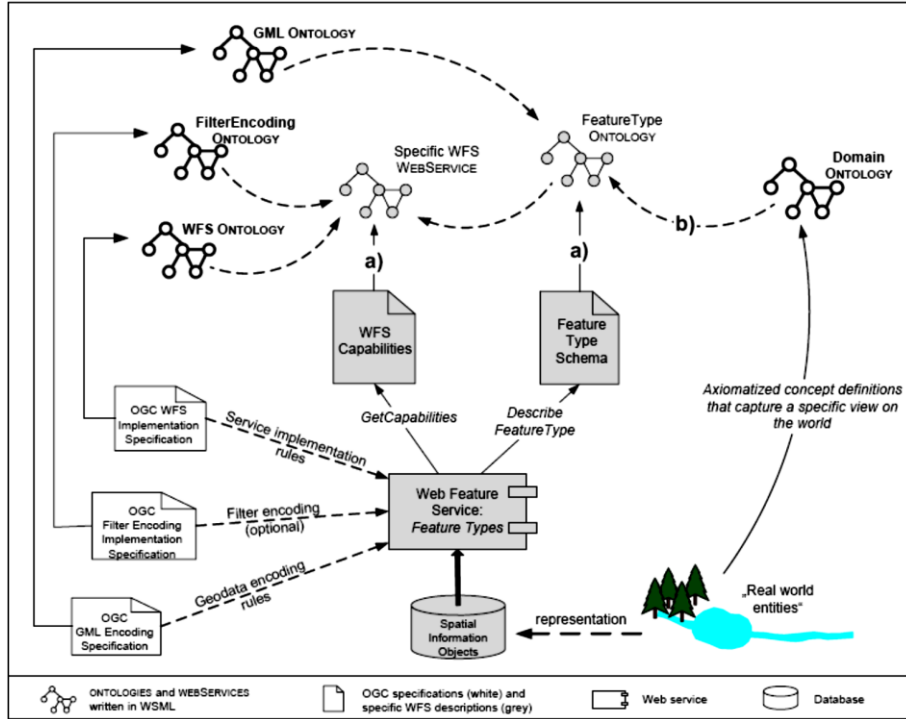
Tez kapsamında çözüm bekleyen konulardan birisi yarı otomatik ontoloji eşleştirme problemidir. Ontoloji eşleştirme elle gerçekleştirilmiştir. Semantik tanımlar oluşturulmuş ancak kural tabanlı dillerle bir sorgulama yapılmamıştır.

1.5.3. SWING Projesi

Avrupa Komisyonunun 6. Çerçeve programı (Sixth Framework Programme of the European Commission) kapsamında araştırma, teknoloji gelişimi ve gösterimi için Bilgi Toplumu Teknolojileri Programının (Information Society Technologies Program for Research, Technology Development & Demonstration) bir projesidir. Proje 2006 ve 2009 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. SWING (Semantic Web Services Interoperability for

Geospatial Decision Making) Projesinin amacı Semantik Web çerçevesinde ontolojilerin açık ve kolay kullanımını sağlamak ve açıklama, bulma ve kompozisyon için çıkarsama araçlarının kullanımını sağlamak ve konumsal web servislerinin çağrılmasını sağlamaktır. SWING projesinde Web Servisi Modelleme Dilinde (WSML-Web Service Modeling Language) (W3C, 2005) bazı ontolojiler geliştirilmiştir. Location Ontolojisi, ISO 19111 ve ISO 19112 Standartlarından esinlenerek geliştirilmiştir. Coğrafi İşaretleme Dili (GML-Geography Markup Language) ontolojisi OGC GML Kodlama belirtenlerinden yararlanılarak WSML-flight dilinde geliştirilmiştir (URL-1). SWING Projesi kapsamında konumsal web servislerinin açıklanması, bulunması, kompozisyonu ve yürütülmesi için uygun ontolojilerin ve çıkarsama araçlarının semantik web servisleri çerçevesinde açık ve kolay kullanımını sağlamaktır (Klien vd., 2007).

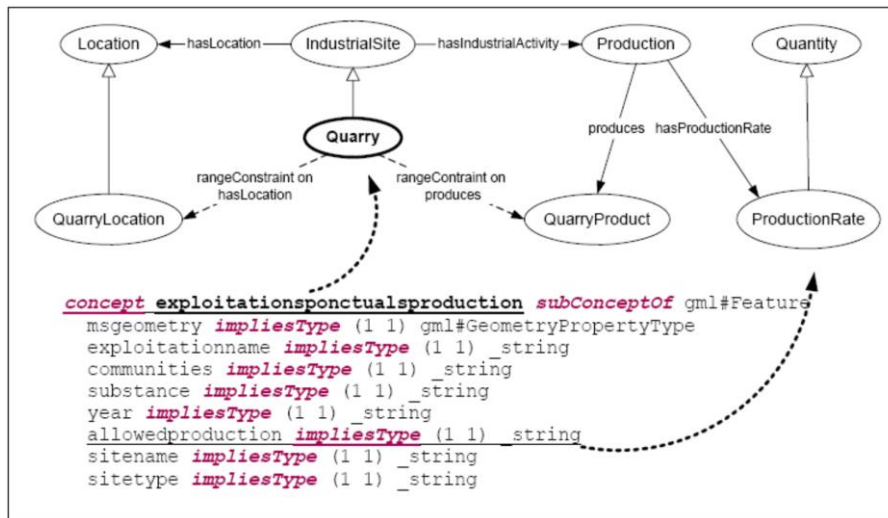
Projede ontoloji oluşturma yöntemi olarak METHONTOLOGY kullanılmıştır. Uygun görülen kısımlarda diğer ontoloji geliştirme yöntemlerinin işlem adımlarından genişletmeler yapılmıştır. Örneğin, projede bilgi elde etme yönteminin bir kısmı kullanılan senaryolara dayanan yetkinlik sorularının formüle edilmesine dayanmaktadır.



Şekil 4. WFS ontolojisinin açıklaması için gerekli bilgi objeleri (Klien vd, 2007).

Gerçek dünya varlıkları konumsal bilgi objeleri olarak gösterilmektedir. Konumsal bilgi objeleri GML' de detaylar olarak kodlanmaktadır. Web Detay Servisleri (WFS-Web Feature Service) bu bilgi objelerine yani verilere erişmek için standartlaştırılmış operasyonlar sağlamaktadır. WFS' in standartlaştırılmış operasyonları GetCapabilities (Servis yeteneklerinin bir tanımını döndürür), DescribeFeatureType (WFS tarafından sağlanan bütün detay tiplerini içeren uygulama şeması döndürür) gibi operasyonlardır. Detay tipi şemasına dayanarak her detay tipi WSMML' deki gösterimine dönüştürülür. Detayların geometrik özelliklerinin tanımlanması için şemada yer alan kavramlar GML ontolojisindeki uygun kavramlarla referanslandırılır. Dönüşüm adımı sonunda WFS tarafından sağlanan bütün detay tiplerinin yapısal bilgilerini içeren Detay Tipi Ontolojisi (FTO-Feature Type Ontology) oluşmaktadır. Projede OGC servisleri kullanıldığı için OGC WFS Uygulama Belirtiminde (OGC, 2005) belirtildiği gibi servis uygulama kurallarını tanımlayan genel bir WFS ontolojisine ihtiyaç vardır. Aynı mantıkla genel bir GML ontolojisi ve FilterEncoding ontolojisine ihtiyaç vardır. Daha sonra bu OGC ontolojileri import edilir, WFS ve FTO kavram tanımları içinde referanslandırılır.

Proje kapsamında yukarıda belirtilen ontolojiler dışında alan ontolojisi (Quarry Ontology) geliştirilmiştir. Bu alan ontolojisi BRGM (The French Geological Survey) işbirliği ile oluşturulmuştur. Ontolojinin merkez kavramı Quarry dir ve diğer kavramlarla ilişkisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Aynı zamanda şemada yer alan varlıkların alan ontolojisi ile eşleştirilmesi örneklendirilmiştir.



Şekil 5. Şema kavramlarının alan ontolojisindeki uygun kavramlarla eşleştirilmesi (Klien vd, 2007).

Proje Kapsamında Tablo 1’de verilen ontolojiler kullanılmıştır.

Tablo 1. SWING Projesinde kullanılan ontolojiler (Klien vd, 2007).

İlgi Alanı	Bilgi Tabanı
SÖYLEM EVRENİ	
Taşocağı Ontolojisi (merkez)	Alan uzmanları ile birlikte gerçekleştirilen 1. Bilgi Edinme Çalıştayı (Temmuz 2006)
Gelecek uygulama senaryoları gereğince sürekli genişletme çalışmaları	Alan uzmanları ile birlikte gerçekleştirilen 2. Bilgi Edinme Çalıştayı (2007) Dış Kaynaklar (Eşanlamlılar sözlüğü, Ansiklopediler, Sınıflandırma standartları, ...)
KONUMSAL VERİ KODLAMA VE İŞLEME	
Genel Detay Modeli Ontolojisi	ISO/TC211: 19109 Coğrafi Bilgi – Uygulama şeması için kurallar
Konumsal Şema Ontolojisi	ISO/TC211: 19107 Coğrafi Bilgi – Konumsal şema.
Zamansal Şema Ontolojisi	ISO/TC211: 19108 Coğrafi Bilgi – Zamansal şema
GML Ontolojisi	OGC: GML (GML) Uygulama Belirtimi, OGC.
OGC SERVİSLERİ	
Web Servisi Ortak Ontolojisi	OGC: OpenGIS® Web Servisi Ortak Uygulama Belirtimi, OGC.
Web Harita Servisi Ontolojisi	OGC: OpenGIS® Web Harita Servisi (WMS) Uygulama Belirtimi, OGC.
Web Detay Servisi Ontolojisi	OGC: OpenGIS® Web Detay Servisi Uygulama Belirtimi, OGC.
Web Coverage Servisi Ontolojisi	OGC: OpenGIS® Web Coverage Servisi (WCS) Uygulama Belirtimi, OGC.
Filtre Kodlama Ontolojisi	OGC : OpenGIS® Filtre Kodlama Uygulama Belirtimi, OGC.
Web İşleme Servisi Ontolojisi	OGC: OpenGIS® Web İşleme Servisi. Tartışma yazısı, OGC.

Alan ontolojisinin kapsamını belirlemek çok zordur. Çünkü alan ontolojileri ortak bir kavramsallaştırmanın temel kavramlarını içermelidir. Kavramları ve onlar arasındaki ilişkilerin tanımlanmasında özel bir önem gösterilmelidir. Çünkü alan ontolojileri kullanıcı topluluğu için ve belirli bir kapsam içinde tanımlanması gerekmektedir.

Uygulama senaryolarının ve kuralsız yetkinlik sorularının kullanımına dayalı olan ontolojinin kapsamını belirlemek için yöntemler bilgi elde etme stratejisinin bir parçasıdır.

SWING uygulamasının ana konusu taşocaklarının yönetimi bilgisidir. Karar destek sağlamak amacıyla bazı sorular hazırlanmıştır. “Bir taş ocağı nerede açılır?” Bir taşocağı nasıl açılır? Ve bir taşocağı için en uygun yeri bulmak vb. gerekli tanımlar yapılarak ontoloji kavramları ve arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Bilgi elde etme çalıştayında (Knowledge Acquisition Workshop) alan uzmanlarının işbirliği ile SWING

kullanım örneklerinin analizine dayanarak taşocağı ile ilgili birçok alan belirlenmiştir. Alanlar alt alanlara ayrılabilir ve onlar farklı alanlardan bilgiyi içerebilir.

Bir ontolojinin kapsamını belirlemenin bir yolu da soruları ontolojiye dayalı bir bilgi tabanının cevaplayabileceği yetkinlik sorularının bir listesinin çıkarılması gerekmektedir. SWING’ de SWING Kullanım örnekleri kapsamında kullanıcı sorgularını ifade etmek ve semantik açıklamaları üretmek için ihtiyaç duyulan alan kelimelerini değerlendirmek için yetkinlik soruları yöntemi benimsenmiştir.

1.5.4. Coğrafi Verinin Semantik Olarak Referanslandırılması

Klien (2008), elle veya metin tabanlı yöntemlerle oluşturulan referansların doğruluğunu ve genişletilebilirliğini değerlendirmek için yöntem önermiştir. Bu, gösterilen varlığın kategori üyeliğinin yatkınlığını değerlendirerek yapılır. Önerilen yöntem fiziksel özellikler ve coğrafi varlıkların konumsal ilişkilerine dayanmaktadır. Varlıkların kategori üyeliğini değerlendirmek için gerekli kurallar konumsal alan ontolojilerinin bir parçası olarak oluşturulur. Oluşturulan bu kurallar coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan konumsal operasyonlarla veriler üzerinde gerçekleştirilen konumsal analiz işlemlerine dönüştürülür. Konumsal alan ontolojisi ve Semantik Web Kural Dili (SWRL-Semantik Web Rule Language) kuralları mantık tabanlı bir ontoloji dili olan WSML ile kodlanmıştır. Tezin katkıları:

1. Coğrafi bilgi web servisi ortamında semantik referanslandırma için kavramsal model tanımlanmıştır.
2. Konumsal alanda coğrafi varlıkların sınıflandırılması için kurallı ontoloji temeli oluşturulmuştur.
3. Mevcut referansların doğruluğunu değerlendiren ve mümkün yeni bir referans öneren referanslandırma işlemini otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlayan bir yöntem önerilmiştir.

Ontolojilerdeki kurallı kategori tanımları bilgiyi açığa çıkarmak için kullanılabilir. Bilgiyi açığa çıkarma işlemi semantik referanslandırma olarak isimlendirilmektedir. Semantik referanslandırma ile veri kaynağının içeriği birçok kavramsallaştırma ile ilişkilendirilir ve böylece bulunabilir, farklı bağlamlarda kullanılabilir olur. Semantik referanslandırmanın gerçekleştirilmesi için başlangıç referanslandırmanın ya bilinmesi ya da belirlenmesi gerekir. Başlangıç referanslandırma ya veri modelleyicisi tarafından ya da

metin tabanlı yöntemlerle gerçekleştirilir. Referans veri setlerinin başlangıç referanslarının belirlenmesinin ardından referanslandırmanın doğruluğu test edilir. Alan ontolojisinde yer alan kavramlar ve kavramlar arasındaki kurallar yardımıyla semantik referanslandırma gerçekleştirilir. Ayrıca bu kurallar yardımı ile kategori üyeliği değerlendirilir ve semantik olarak referanslandırılır.

Web servisi ortamında coğrafi bilgi kaynaklarının semantik olarak nasıl referanslandırılması gerektiğine yönelik bir kavramsal modelin oluşturulduğu tez çalışmasında çözüm bekleyen araştırma konuları mevcuttur.

- Konumsal alanda coğrafi varlıkların sınıflandırılması için oluşturulan kurallı ontoloji temeli için işlem adımlarını içeren bir yöntem önerilmemiştir.

- Konumsal alan ontolojisi ve FTO arasındaki ilişkilendirme elle yapılmıştır ve çözüm bekleyen konulardan biridir.

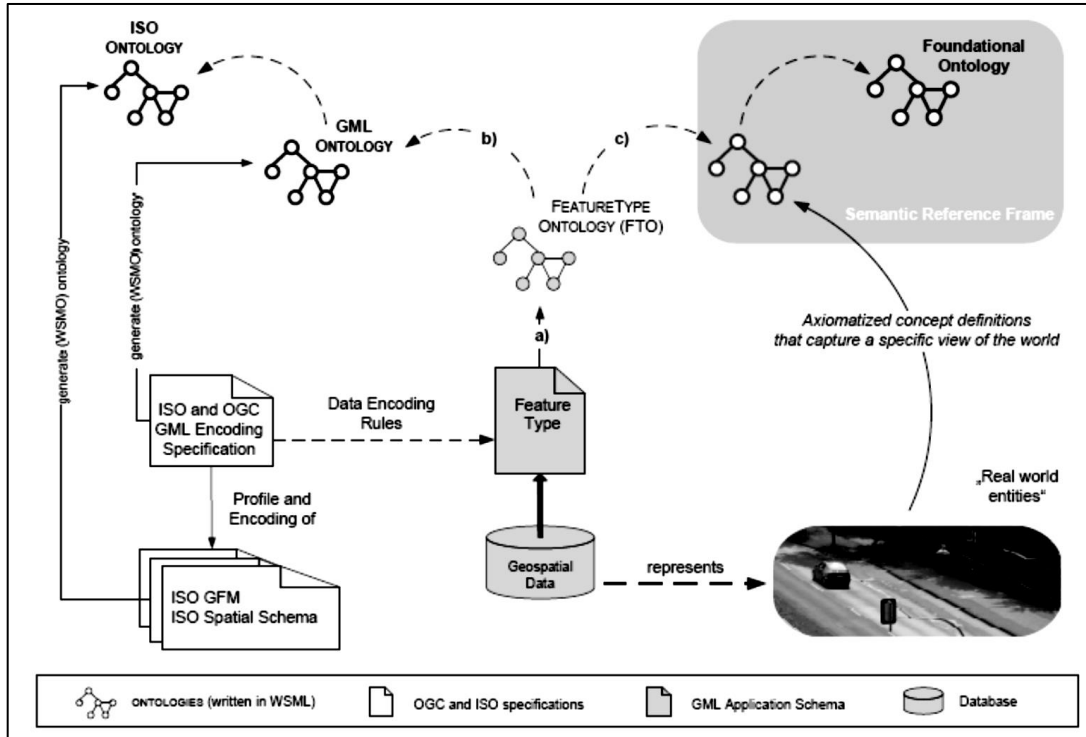
- Veri kaynaklarında veriler farklı ölçeklerde tutulmaktadır. Ölçek kavramının bu bağlamda nasıl değerlendirileceği ve ontoloji içerisinde nasıl kavramsallaştırılacağı çözüm bekleyen araştırma konularından birisidir.

1.5.5. Konumsal Verinin Ontolojiler Aracılığıyla Dönüşümü

Schade (2009) konumsal verinin ontoloji yardımıyla dönüşümü için bir yaklaşım önermiştir. Konumsal verinin dönüşüm ihtiyacı farklı şemalardaki verinin, sözdizimsel, yapısal ve semantik olarak heterojen olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Sözdizimsel ve yapısal şema eşleştirme için farklı yaklaşımlar önerilmiştir (Kashyap ve Sheth, 1998; Stuckenschmidt, 2003). Veri modellerini tanımlamak için mevcut yöntemler veri tiplerini, öznitelikleri, öznitelik değerlerini ve operasyonları gösteren iyi tanımlı açıklamaları eksiktir. Kaynak ve hedef veri modelleri arasındaki ilişkiler hesaplanamadığı için veri modelleri için dönüşüm kurallarını tanımlamak imkânsızdır. Bunun yanı sıra dönüşüm sırasında kavramsal heterojenlik ve ölçü hatalarından kaynaklanan belirsizlik dikkate alınmalıdır. Konumsal veri için semantik referans çerçevesi sağlamak için DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) kullanılmıştır ve DOLCE üst düzey ontolojisinin mevcut uzantıları kullanılmıştır ve topolojik ilişkiler gibi konumsal özellikler eklenmiştir. Konumsal veri modellerini tanımlamak için kullanılan semantik referanslandırma ve semantik referans çerçevesi öznitelik düzeyinde uygun dönüşüm kurallarını seçmeye izin verir. Mantık tabanlı yaklaşım kullanarak semantik olarak

referanslandırılmış veri modelleri kaynak ve hedef öznitelikleri arasındaki ilişkileri çıkarsamaya izin verir.

Konumsal verinin dönüşümü için önerilen yaklaşım, SWING projesinde geliştirilen semantik referanslandırma yaklaşımının geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Yaklaşım GML detay tiplerinin özellikleri arasında semantik eşleştirmenin yapılmasına ve uygun dönüşüm operasyonunun bulunmasına izin vermektedir. Önerilen yaklaşımda gerçek dünya varlıkları, ontolojiler ve şema arasındaki ilişkiler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 6. Bir detay tipinin açıklamasında yer alan bilgi öğeleri (Schade, 2009).

Şekil 6’da a) adımı GML detay tipinin ontoloji diline dönüştürülmesini ifade etmektedir ve bu ontoloji Detay Tipi Ontolojisi (FTO-Feature Type Ontology) olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan diğer ontolojiler Veri Kodlama ontolojileri ve yaklaşımda önerilen semantik referans çerçevesini oluşturan ontolojilerdir. Semantik referans çerçevesi, üst düzey bir ontoloji olarak ve alan ontolojilerinin tanımlanmasında gerekli ilişkilerin kurulması için gereklidir. Şekildeki b) adımı ise FTO içerisindeki detayların geometri tanımları için GML ontolojisine bağlantıların oluşturulmasını göstermektedir. Şekildeki c) adımı ise FTO ile semantik referans çerçevesindeki ontolojiler arasındaki linklerin oluşturulmasını ifade etmektedir.

```

xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:sawsdl="http://www.w3.org/ns/sawsdl"
elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/schemas/atkis">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>

  <xsd:complexType name="StrasseType" sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisStrasse">
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="achsen" type="StrassenachseType"
sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisStrassenachse"/>
          ...
        <xsd:complexType name="StrassenachseType" sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisStrassenachse">
          <xsd:complexContent>
            <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
              <xsd:sequence>
                <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="the_geom" nillable="true"
type="gml:MultiLineStringPropertyType" sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisGeometrie"/>
                ...
              <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="BDU" nillable="true"
type="AX_BDU_Strasse" sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisBDU"/>
              <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="BRF" nillable="true" type="xsd:int"
sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisBRF"/>
              <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="BRV" nillable="true" type="xsd:int"
sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisBRV"/>
              <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FKT" nillable="true" type="AX_FKT_Strasse"
sawsdl:modelReference="http://ifgi.uni-
muenster.de/~schades/Phd/FeatureTypeOntologies/ATKISFTO/current#atkisFKT"/>
            
```

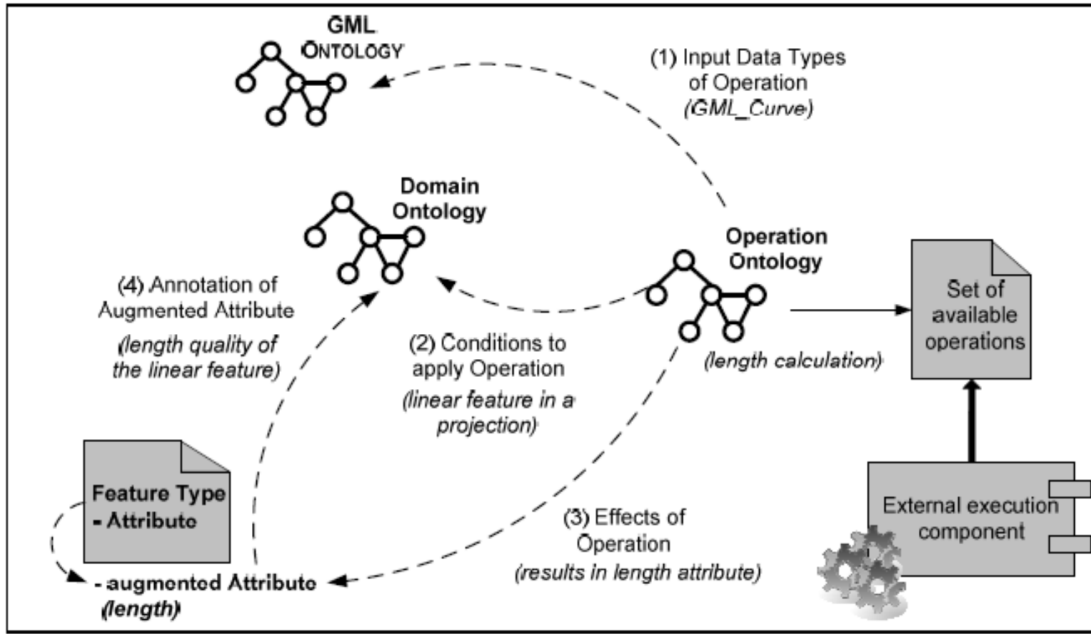
Şekil 7. Semantik olarak referanslandırılmış XML Şema dokümanı (Schade, 2009).

GML uygulama şeması semantik olarak FTO ile referanslandırılmıştır. WSDL (Web Service Description Language) ve XML Şema dosyalarını semantik olarak referanslandırmak için WSMO (Web Service Modeling Ontology) Studio, Radiant, Lumina gibi yazılım araçları mevcuttur. Semantik olarak referanslandırılmış GML uygulama şeması Şekil 7’de gösterilmektedir.

Kullanılan ontolojiler WSMO ontoloji dilinde kodlanmıştır. GML ve ISO (International Organization for Standardization) ontolojileri otomatik olarak üretilmiştir. Semantik referans çerçevesinde DOLCE ontolojisinden çıkış alınarak oluşturulan taksonomiler vardır. (Probst, 2007) gözlemler ve ölçümler taksonomisi ve (Klien, 2008) Coğrafi Objeler Taksonomisi geliştirmiştir. Dönüşüm amaçlı geliştirilmeyen bu taksonomilerin bir kısmı kullanılarak WSMO (Web Service Modeling Language) ile

DOLCE genişletilmiştir. Böylece DOLCE, uzantıları ve tez kapsamında DOLCE' ye eklenen konumsal özellikler sayesinde veri modellerinin bilgisayarca izlenebilir tanımlarının oluşturulması için bir temel oluşturulması amaçlanmıştır.

Ontolojiler oluşturulduktan sonra semantik eşleştirmelerin yapılabilmesi için dönüşüm operasyonlarına ihtiyaç vardır. Lehto (2007) tarafından sınıflandırılan dönüşüm operasyonlarından bazıları kullanılmıştır. Bu operasyonlar filtreleme, yeniden isimlendirme, konumsal özelliklerin iyileştirilmesi ve özellikler arasında birim dönüşümlerdir. Dönüşüm operasyonlarının ontolojiler yardımıyla gerçekleştirilmesi için operasyonların ontoloji dilinde ifade edilmesi gerekmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Dönüşüm kurallarını üretmek için operasyonların referanslandırılması (Schade, 2009).

Tez çalışmasının iki amacı vardır. Bunlardan birincisi konumsal veri modellerinin semantik olarak tanımlanması için semantik referans çatısı önermektir. Diğeri ise dönüşüm kurallarını tanımlamak ve veri dönüşüm operasyonlarının gerçekleştirilmesi için semantik referans çatısını kullanmaktır. Konumsal veri modelleri için geliştirilen semantik referans çerçevesi öznitelik düzeyinde bilgisayar tarafından izlenebilir dönüşümün gerçekleştirilmesine imkan verir. Dönüşüm için cebirsel teori geliştirilmiştir.

1.6. Semantik Web İçin Veri Tanımlama

Tez kapsamında semantik veri tanımlama, UKVA' da yer alacak kurumlar için veri ontolojilerinin oluşturulması, st düzey ontolojilerle ilişkilendirme ve kurum verilerinin semantik referanslandırılması anlamına gelmektedir. Bu bölümde Semantik Web, Ontoloji kavramları, Semantik referanslandırma konuları ayrıntılı olarak incelenecektir. Semantik referanslandırma Klien (2008), FTO ve alan ontolojisi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi işlemine "Semantic Annotation" olarak isimlendirmiştir. Tez içeriğinde, kurum verilerinin semantik tanımları için gerekli olan ontolojilerle ilişkilendirilmesi işlemi "semantik referanslandırma" olarak ifade edilecektir.

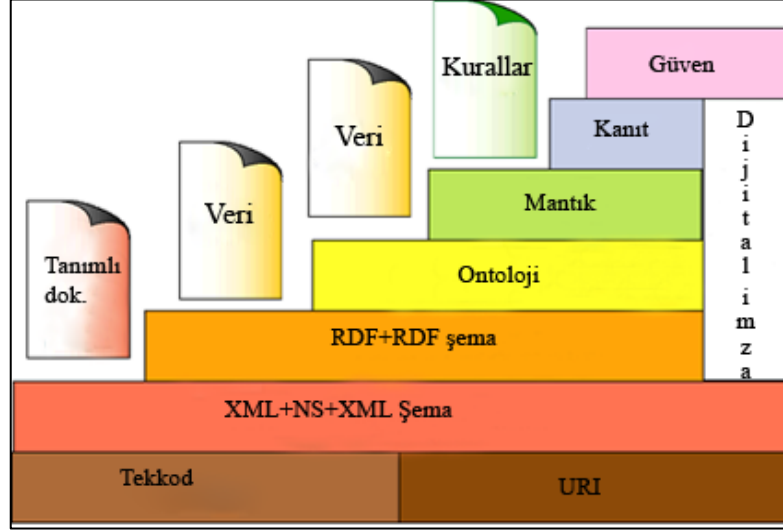
1.6.1. Semantik Web ve Ontoloji Kavramları

1.6.1.1. Semantik Web Nedir?

Günümüzde web üzerindeki bilginin büyük bir oğunluğ insanların anlayıp yorumlayabileceğ şekilde kodlanmıştır. Web üzerinde bulunan bilginin boyutunun ve bilgiye olan ihtiyacın hızla artması, bilginin yalnızca insanlar tarafından değil bilgisayarlar tarafından da anlaşılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu gereksinimin farkına varan Tim Berners-Lee 2001 yılında "Semantik Web" i önermiştir. Tim Berners-Lee "Semantik Web" i "verinin webi" olarak tanımlamaktadır. "Semantik Web" in temelinde yatan düşünce, web üzerinde bulunan bilgiye ontolojiler yardımıyla semantik açıklama eklemektir. Böylece web dokümanının ieriğ bilgisayarlar tarafından okunabilir ve anlaşılabilir olacaktır. Semantik Web, web sayfalarının semantik içeriğinin geliştirilmesi sayesinde web sayfaları arasında gezinen yazılım ajanlarının (software agents) kullanıcılar için kolaylıkla karmaşık görevleri yerine getirebilmesidir (Berners-Lee vd., 2001).

Guha vd., (2003) göre Semantik Web, web ortamındaki kaynakların daha etkili bir şekilde bulunması, otomatikleştirilmesi, entegrasyonu ve birçok uygulama tarafından tekrar kullanılabilirliğini sağlayacak şekilde tanımlanmış ve ilişkilendirilmif olması fikridir. Semantik Web yeni ve ayrı bir web olmayıp, bilgilere iyi tanımlanmış anlamların verildiğ, bilgisayarların ve insanların birlikte çalışmalarına imkân veren bugünkü web' in bir uzantısıdır (URL-2). Buradaki temel amaç iyi tanımlanmış ve ilişkilendirilmif olan bilgilerin ve servislerin web ortamında kolay bir şekilde bilgisayarca-okunabilir ve

bilgisayarca anlaşılabilir olmasını sağlayacak standartların ve teknolojilerin geliştirilmesidir (Berners-Lee vd., 2001). Semantik web mimarisi aşağıda gösterilmektedir.



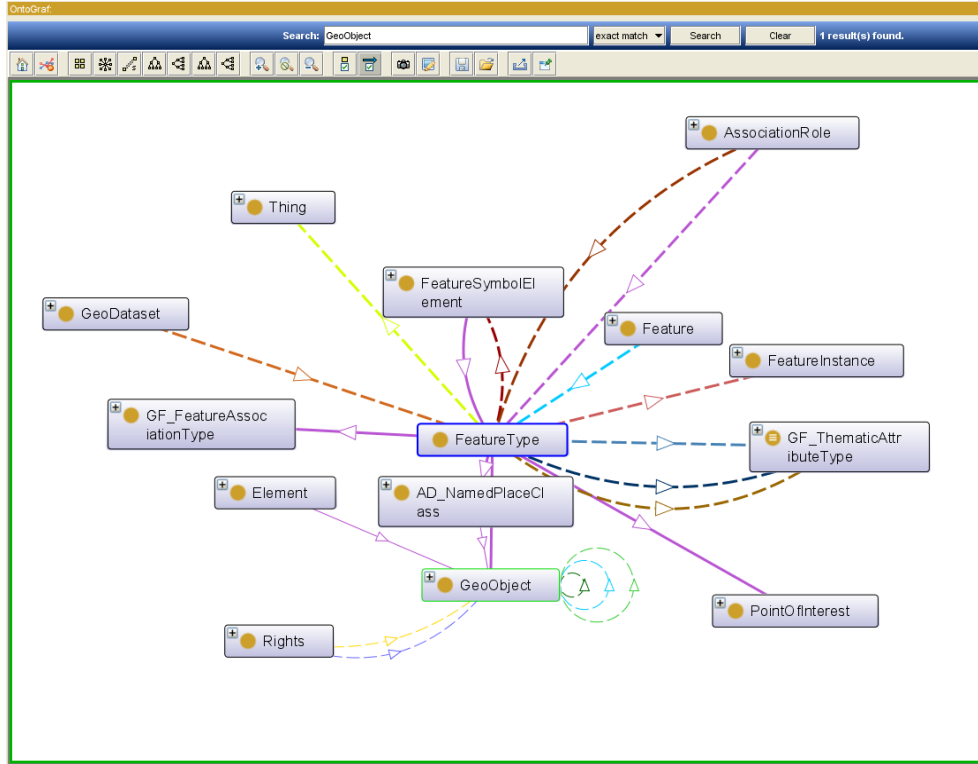
Şekil 9. Semantik Web katmanlandırılmış mimari (Berners Lee vd., 2001).

1.6.1.2. Ontoloji Nedir?

Belirli bir ilgi alanındaki kavramları, bu kavramların özelliklerini, birbirleri ile olan ilişkilerini ve kısıtlamalarını ifade eden bir modeldir. Ontoloji sayesinde sınıflandırmanın ötesinde kavramlar arasında semantik ve mantıksal ilişkiler kurulmaktadır. Gruber (1993, 1995) ontolojiyi şu şekilde tanımlamaktadır: “*Ontoloji, paylaşılan bir kavramsallaşmanın biçimsel ve açıkça belirtimidir*”. Burada kavramsallaştırma ile belirli bir alanı ifade eden kavramlar topluluğundan oluşan bir model oluşturmak ifade edilmektedir. Biçimsel ve açıkça belirtim ise kavramların kurallı bir şekilde ifade edilmesi anlamına gelmektedir.

Ontoloji bir alanı modellemek için standart olarak kullanılacak ortak bir sözcük kümesini veya terminolojiyi belirler. Yani gerçek dünya objelerinin ya da kavramların tip tanımlarını, özelliklerini ve ilişkilerini ifade eder. Örneğin, baba tipinde bir sınıf olduğu varsayılırsa bu sınıfın üst sınıfı, özneliği ve kısıtlaması şu şekilde belirtilir. “Baba erkektir.” Erkek sınıfı ile is-a ilişkisi kurulur. Yani “erkek” sınıfı “baba” sınıfının üst sınıfıdır. “Baba 40 yaşındadır”. Baba sınıfına yaş özneliği eklenir ve değeri 40 olarak belirlenir. “Baba en az bir çocuğu olan kişidir.” Bir erkeğin baba olabilmesi için en az bir çocuğunun olması koşulu baba sınıfına kısıtlama getirmektedir.

Ontoloji, taksonomide yer alan alt sınıf-üst sınıf ilişkilerine ek olarak, farklı ilişkiler, kısıtlamalar ve kurallar koymaktadır. Bu yönüyle taksonomiden ayrılmaktadır. Şekil 10’da bir ontoloji örneği gösterilmiştir.



Şekil 10. Ontoloji (Farklı renkler farklı ilişkileri göstermektedir).

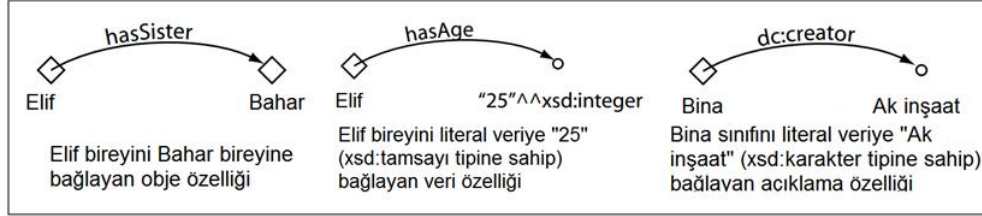
1.6.1.2.1. Ontoloji Bileşenleri

Bir ontoloji bireyler, özellikler, sınıflar gibi bileşenleri içerir.

Bireyler (Individuals): Ontolojinin en temel bileşenidir ve gerçek dünya varlıkları olarak adlandırılır. Benzer özelliklere sahip gerçek dünya varlıkları aynı sınıfın bireyleridir. Örneğin, “Anne” sınıfı bu sınıfın özelliklerine uyan bireyleri içerir. Bireyler aynı zamanda örnek (instance) olarakta bilinir.

Özellikler (Properties): Özellikler bireyler arasındaki ilişkileri gösterir. Öznitelikler olarak ta bilinir. Objeler özellikleri (Object properties), veri özellikleri (data properties) ve açıklama özellikleri (annotation properties) olmak üzere üçe ayrılır. Objeler özellikleri iki ayrı sınıfta bulunan bireyler arasında ilişki kurmak için kullanılır. Veri özelliği bir sınıftaki bireyi literal veri ile ilişkilendirmek için kullanılır. Açıklama özelliği ise sınıfa, bireye ve

özelliklere açıklama eklemek için kullanılır. Özellik çeşitleri Şekil 11’de gösterilmiştir (Horridge, 2011).



Şekil 11. Objeler, veri ve açıklama özellikleri (Horridge, 2011).

Sınıflar (Classes): Ontoloji içerisinde modellenen alan kapsamında gerçek dünyadaki varlıklar tip, tür, kategori veya sınıf olarak adlandırılır. Sınıflar soyut sınıf (abstract class) ve somut sınıf (concrete class) olmak üzere iki kısma ayrılır. Soyut sınıflar genel düzeyde tanımlanan ve herhangi bir bireyi bulunmayan sınıflardır. Somut sınıflar ise aynı özelliklere sahip bireyleri içeren sınıftır. Ontoloji dilinde owl:class yapısı ile gösterilir.

Gerçekler, Aksiyomlar (Axioms): Tanımlanan ontoloji alanı ile ilgili insanlar tarafından yaygın olarak bilinen gerçeklerdir. “Baba erkektir. Bina yapıdır. Elma meyvedir.” gibi ifadeler aksiyoma örnektir.

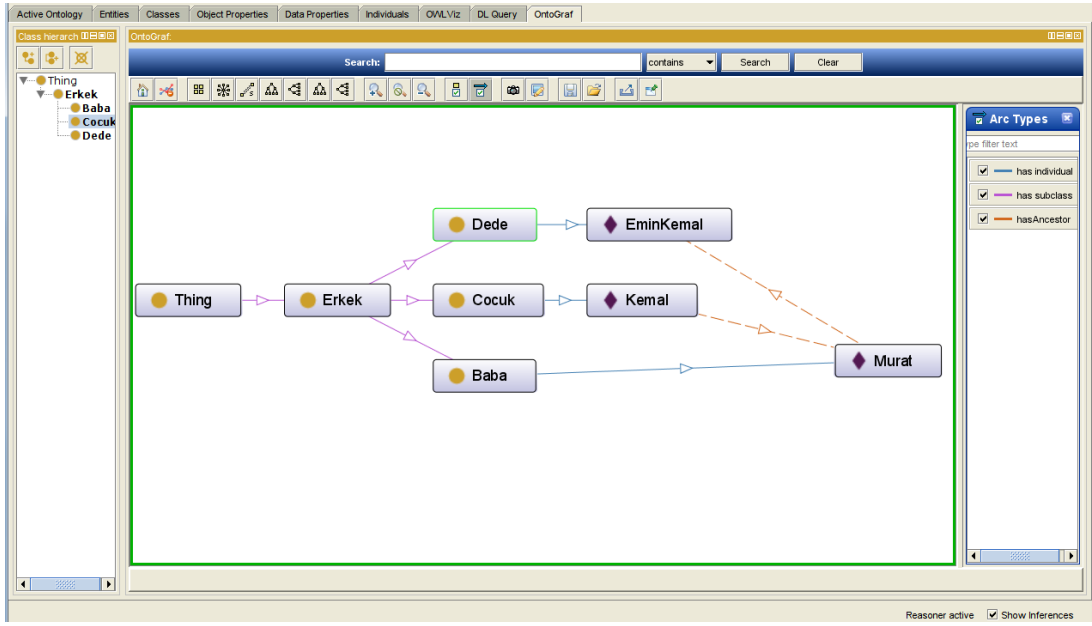
İddialar (Assertions): Herhangi bir sınıfa ait bireyler hakkındaki gerçeklerdir. “Kemal çocuktur. Elif annedir.” gibi ifadeler iddialara örnektir.

1.6.1.2.2. Ontoloji ve Çıkarsama

Ontolojide kavramlar sınıflar yardımıyla ifade edilmektedir. Sınıflar arasında tanımlanan ilişkiler yardımıyla çıkarsama gerçekleştirilir. Böylece ontoloji içerisinde doğrudan ifade edilmeyen bilgiler çıkarsama sonucunda elde edilmektedir. Şekil 12’de örnek sınıflar oluşturulmuş ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir. “Erkek” sınıfı ve bu sınıfın alt sınıfları olan “Cocuk”, “Baba”, “Dede” sınıfları oluşturulmuştur. “Cocuk” sınıfı için “Kemal”, Baba sınıfı için “Murat” ve Dede sınıfı için “EminKemal” bireyleri tanımlanmıştır. Bireyler arasında aşağıdaki ilişkiler tanımlanmıştır:

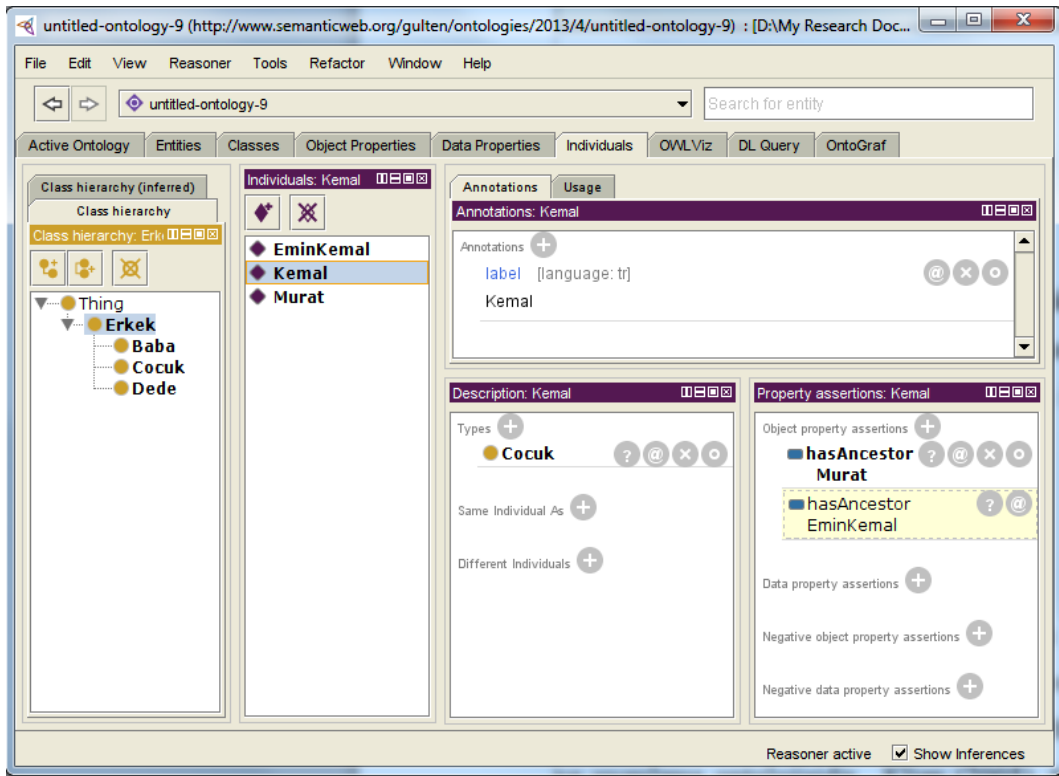
Kemal hasAncestor “Murat”

“Murat hasAncestor “EminKemal”



Şekil 12. Tanımlı sınıflar ve ilişkilerin OntoGraf gösterimi

Çıkarılma motorunun çalıştırılmasıyla elde edilen çıkarılma sonucu Şekil 13'te gösterilmektedir.



Şekil 13. Çıkarılma sonucu

Gerçekleştirilen çıkarsama sonucunda “Kemal hasAncestor EminKemal”, “Murat hasSon Kemal”, “EminKemal hasSon Murat” ve “EminKemal hasSon Kemal” iddiaları çıkarsama sonucunda elde edilmiştir (Şekil 13). Ayrıca çıkarsama sonucunda Dede, Baba ve Çocuk sınıfları için tanımlanan bireyler Erkek sınıfının da bireyleri olarak gösterilmiştir.

Çıkarsama sonucu bulunan “EminKemal hasSon Kemal” iddiası doğru bir iddia değildir. İki birey arasındaki ilişkinin “hasGrandson” olması gerekir. Ancak bu çıkarsama sonucunun bulunması için “bir bireyin oğlunun oğlu o bireyin erkek torunudur” ifadesini ontoloji de tanımlamak gerekir. Bu şekilde en az iki ilişki grubundan oluşan ilişkilerden yeni bir ilişki tanımlamak için OWL sözcük hazinesi yeterli değildir. Bunun için daha ileri derecede semantiğin ifade edildiği bir dile ihtiyaç vardır. SWRL ileri ve karmaşık semantik ilişkilerin tanımlanmasında kullanılan bir dildir. SWRL (W3C, 2004e), OWL dilinin alt dilleri olan OWL-Lite ve OWL-DL ile Kural İşaretleme Dilinin (Rule Markup Language) alt dili olan Tekli/İkili Datalog Kural İşaretleme Dillerinin (Unary/Binary Datalog RuleML) birleşimine dayanmaktadır.

1.6.1.3. Ontoloji Değerlendirme ve Seçme

Ontolojileri geliştirmek için önerilen yöntemler ontolojinin geliştirilmesine göre iki farklı şekilde değerlendirilmiştir. Ontolojinin yeni baştan geliştirilmesi ve diğeri ise mevcut ontolojilerin kullanılmasıyla ontoloji geliştirilmesidir. Literatürde çok sayıda ontoloji geliştirme yaklaşımı önerilmiştir (Lenat ve Guha, 1990; Uschold ve King, 1995; Uschold, 1996; Grüninger ve Fox, 1995; Bernaras vd., 1996; Fernandez vd., 1997; Swartout vd., 1996; Staab vd., 2001). Gómez-Pérez vd., (2004) ontoloji geliştirme yaklaşımlarını incelemiştir ve karşılaştırma yapmıştır. Ontoloji geliştirme yaklaşımları incelendiğinde genellikle üst düzey ontolojilerin geliştirilmesi sırasında yeni baştan ontoloji geliştirme yaklaşımı kullanılmıştır.

Ontoloji değerlendirme; ontolojinin geliştirilmesi, yeniden kullanımı ve yönetimi gibi ontolojinin bütün aşamalarında önemlidir. Ontoloji değerlendirme, birçok ontoloji arasından en uygun ontolojiye karar verme ve seçme işlemidir. Web ortamında kullanıcıların ihtiyaç duyduğu bilgiyi içeren birçok ontoloji bulunmaktadır. Bu ontolojilerin belirli ölçütler esas alınarak bir düzen içinde sıralanmaları, ontolojilerin belirli ölçütlere göre değerlendirilmesi ile sağlanır. Belirli bir uygulama için bir ontolojiyi seçme problemi ile karşılaşıldığında çok sayıda benzer ontoloji bulunabileceği için hangi

ontolojinin uygulama için en uygun olduğuna karar vermek zordur. Bu ontolojiler arasından belirli değerlendirme ölçütlerini dikkate alarak ontolojilerin değerlendirilmesi gerekir.

1.6.1.3.1. Ontoloji Değerlendirme Ölçütleri

Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının kullandığı değerlendirme ölçütleri incelendiğinde genel olarak ontolojinin iç ve dış değerlendirme ölçütlerinin olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ontoloji değerlendirme ölçütleri iç değerlendirme ölçütleri ve dış değerlendirme ölçütleri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

1.6.1.3.1.1. İç Değerlendirme Ölçütleri

İç değerlendirme ölçütleri ontolojinin kendi iç yapısındaki ölçütleri değerlendirir. İç değerlendirme ölçütleri, ontolojinin kapsamı, semantik zenginliği, olarak belirlenmiştir.

Ontolojinin kapsamı farklı yöntemlerle belirlenmektedir. Bu yöntemlerden ilki yetkinlik sorularının (competency questions) belirlenmesidir. Yetkinlik soruları seçilen uygulama senaryolarına göre belirlenir ve bu soruların belirlenmesi ve cevaplanması alan uzmanları ve ontoloji mühendislerinin işbirliği ile gerçekleştirilir. Böylece uygulama senaryoları için gerekli olan kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin oluşturulması ile ontolojinin kapsamı belirlenir. Ontoloji kapsamının belirlenmesine yönelik benzer çalışmalar SWING Projesi ve Ordnance Survey ontoloji geliştirme çalışmalarında yapılmıştır. Ayrıca Grüniger ve Fox (1995), yeni ontoloji tasarımı veya mevcut ontolojinin genişletilmesi için yetkinlik sorularını kullanmışlardır. Ontolojinin kapsamının belirlemek için anahtar kelimeler, corpus veya gold-standard, görev tabanlı yöntemler de kullanılmaktadır. Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının kullandığı değerlendirme ölçütleri ayrıntılı olarak incelenecektir.

Ontolojileri değerlendirmek için genel veya belirli bir görevden bağımsız otomatik ontoloji değerlendirme yöntemi en azından tezin yazıldığı tarih itibarıyla mevcut değildir. Porzel ve Malaka (2004) görevden bağımsız bir ontoloji değerlendirmenin çok zor olduğunu ve eldeki bir görev için değerlendirme ölçütlerinin seçilmesi gerektiğini ifade ederek buna işaret etmiştir.

1.6.1.3.1.1.1. Ontolojinin Kapsamı

Ontolojinin kapsamı; anahtar kelime, corpus, altın standart (gold standard), gibi belirli bir amaca yönelik belirlenen kavramlar topluluğuna uygunluğu ifade eden bir değerlendirme ölçütüdür. Ontolojinin kapsamı, farklı ontoloji değerlendirme yaklaşımlarında farklı isimlerle adlandırılmıştır (scope, vocabulary, coverage,...). Bu değerlendirme ölçütü, anahtar kelimeler, corpus (corpus), altın standart (gold standard, task based, data driven, vb.) gibi kastedilen anlamın (intended meaning) ontoloji kavramlarıyla eşleşme sayısı ile hesaplanır. Ontolojide yer alacak kavramların belirlenmesi ve bu kavramların ontoloji kavramlarıyla eşleşme sayısı ile hesaplanır. Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının büyük bir çoğunluğu bu değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır.

Porzel ve Malaka (2004) ontolojileri değerlendirmek için görev tabanlı (task based) yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşımda belirli bir göreve göre ontolojilerin performansını ölçmek için altın standart kullanılmıştır. Ontolojiler ve altın standart karşılaştırılarak ontolojilerin performansı değerlendirilmiştir.

Gangemi vd., (2005), ontolojileri değerlendirmek ve doğrulamak için bir teorik çerçeve önermişlerdir. Bu çerçeve birçok ontoloji değerlendirme ölçütlerini içermektedir. Bunlardan birisi fonksiyonel değerlendirme ölçütleridir. Fonksiyonel ölçü türleri ontolojinin kapsamı ile ilgilidir. Ontolojiler ontolojinin içerdiği kavramların sayısı açısından değerlendirilir.

Jones ve Alani (2006), ontolojileri değerlendirmek için ontoloji kapsamının corpus aracılığı ile belirlendiği bir sistem önermiştir. Sistem, bilgi mühendisi tarafından belirlenen bilgi alanı ile ilgili dokümanlar corpusundan çıkarılan kavramları ontoloji kavramlarıyla eşleştirerek ontolojileri sıralamaktadır. Ontolojileri sıralamak için sistem öncelikle kullanıcı gereksinimlerini belirleyen alan ile ilgili corpusları bulur. Alan ile ilgili kavramları içerip içermediği ve ilgilenilen alan kapsamını ne kadar iyi kapsadığını belirlemek için corpus analiz edilir. Corpus içerisinde en yüksek Tf-idf değerini alan kavramlar seçilir.

Alani ve Brewster (2006), ontolojileri değerlendirmek için bir prototip sistem olan AKTiveRank' ı geliştirmiştir. AKTiveRank ontoloji kapsamını belirlemek için anahtar kelimeleri kullanmaktadır. Sınıf eşleştirme ölçütü (class match measure) ile arama terimlerinin ve ontoloji sınıflarının eşleşme oranı hesaplanır.

Yu vd., (2007) ontolojilerin yapısını ve semantiğini dikkate alarak OS_RANK (Ontology Structure Ranking) yaklaşımını önermiştir. Ontolojinin kapsamını belirlemek için anahtar kelimeler kullanılmıştır.

Dividino vd., (2008) göstergebilimi kuramını (semiotic theory) kullanarak ontolojinin kalitesini değerlendirmeyi amaçlayan S-OntoEval (Semiotic-based Ontology Evaluation Tool) aracını geliştirmişlerdir. S-OntoEval fonksiyonel düzeyde ontolojileri değerlendirirken ontolojinin kapsamını değerlendirme ölçütlerini kullanır.

Oh ve Yeom (2010), belirli bir kapsamda kullanıcı gereksinimlerini karşılayan en uygun ontolojiyi seçmek için kullanıcı merkezli değerlendirme modeli geliştirmiştir. Model ontoloji kapsamını belirlemek için kavramların kapsamı (coverage of terms) ölçütü ile anahtar kelimelerin eşleşme oranını hesaplar.

Brewster vd., (2004) ontolojileri değerlendirmek için veriye dayalı bir yaklaşım (data driven approach) önermişlerdir. Bu yaklaşım kelime hazinesi ölçütünü kullanmaktadır. Dokümanlardan çıkarılan kavramlar ile verilen bir ontolojideki kavramlar karşılaştırılır.

Sabou vd., (2006) ontolojileri değerlendirmek ontoloji değerlendirme ölçütlerini sınıflandırmıştır. Konu kapsamı (topic coverage) ölçütüne göre ontolojiler belirli bir konuyu içermesine dayalı olarak değerlendirilmektedir. Bu ölçüt ontoloji kavramlarını dikkate alır ve onları arama terimleri ile karşılaştırır.

OntoSelect ontoloji seçmeyi sağlayan dinamik bir kütüphanedir (Buitelaar vd, 2004). OntoSelect ontolojileri seçmek için farklı ölçütler kullanmaktadır. Bunlardan birisi kapsam ölçütüdür. Bu ölçüt corpustan elde edilen kavramlar ile ontoloji kavramlarını karşılaştırır.

OntoKhoj, ontoloji aramak, sıralamak (rank) ve sınıflandırmak için bir semantik web portalıdır (Patel vd., 2004). OntoKhoj ontolojileri sıralamak için anahtar kelimelerin ontolojilerde yer alan kavramlarla eşleşme oranını hesaplar. Seçilen her bir anahtar kelime için ilişkili eşanlamlısı, sınıf hiyerarşisi Wordnet' ten alınır.

OntoQA (Tartir ve Arpınar, 2007), ontoloji kapsamını belirlemek için kullanıcılar tarafından belirlenen anahtar kelimeleri kullanır ve alan kapsamını genişletmek için Wordnet' i kullanarak anahtar kelimelerle ilişkisi olabilecek kavramlar belirlenir.

Swoogle Semantik Web için arama ve meta veri motorudur (Ding vd, 2004, 2005). Swoogle ontoloji kapsamını belirlemek için anahtar kelimeleri kullanır. Arama terimleri ile ontolojilerdeki kavramlar karşılaştırılarak eşleşme oranı hesaplanır.

1.6.1.3.1.1.2. Ontolojinin Semantik Zenginliği

Ontolojinin semantik zenginliği ontoloji çizgesinde is-a ve is-a olmayan ilişkilerin sayısı ile ölçölür. is-a ve is-a olmayan ilişkiler kullanılarak ontoloji çizgesi üzerinde ölçülebilen birçok ölçü yöntemi vardır. Bu ölçülerden bazıları derinlik, genişlik, vb. dir. Ontoloji çizgesinin derinliği arttıkça ontoloji kavramları daha detaylı olarak tanımlanmaktadır. Ontoloji çizgesinin genişliğinin artması genel düzeyde kavram sayısının artması demektir. Bu ölçüt ontoloji çizgesine ne kadar anlam yüklendiğini gösterir.

Bu ölçüt birçok ontoloji değerlendirme yaklaşımda kullanılmıştır. Aşağıda sırasıyla bu yaklaşımlar incelenmiştir.

Gangemi vd., (2005) ontoloji değerlendirmek ve doğrulamak için önerdikleri yaklaşımda ontoloji çizgesi üzerinde ölçülebilen yapısal değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır. Bu ölçüt ile ontoloji çizgesi üzerinde derinlik (depth), genişlik (breadth), birden fazla is-a ilişkisine sahip olma (tangledness), yaprak düğümlerin dağılımı (fan-outness), yoğunluk (density), modülerlik (modularity), gibi ölçüler ölçülebilmektedir.

AKTiveRank (Alani ve Brewster, 2006) sisteminde ontolojileri değerlendirmek için bazı yapısal ölçütler tanımlanmıştır. Bunlardan ilki yoğunluk (density) ölçütüdür. Yoğunluk ölçütü ontoloji içinde ilişkilerin üst, alt ve aynı düzeydeki sınıfların sayısını değerlendirir. Yoğunluk ölçütü ontoloji sınıflarının bilgi detay seviyesini hesaplar ve ontolojideki kavramların zenginliğini belirlemek için kullanılır. Diğer bir ölçüt semantik benzerlik (Semantic Similarity) tir. Semantik benzerlik ölçütü bir ontolojide arama terimiyle eşleşen sınıfların birbirine ne kadar yakın olduğunu hesaplar. Sınıflar birbirine ne kadar yakınsa bilgi o kadar çok kapsamlı ve tutarlı bir şekilde ifade edilir. İlgili sınıfların birbirine yakın olması ontolojinin modülerliğini arttırır. Son ölçüt ise arada olma (Betweenness) dir. Bu ölçüt ontoloji çizgesi üzerinde her bir düğüm üzerinden geçen en kısa yolların sayısını hesaplar. Sınıfın arada olma değerinin yüksek olması yapısal olarak sınıfın merkezde olduğu anlamına gelir. Eğer sınıf merkezde veya merkeze yakınsa o muhtemelen kendi alanıyla ilgili daha fazla kavram tanımı içerecektir ve birçok kavram tanımı için kullanılacaktır.

Porzel ve Malaka (2004) görev tabanlı yaklaşımlarında is-a ve is-a olmayan ilişkilerin ontoloji değerlendirme ölçütü olarak kullanılmasını önermişlerdir. Önerdikleri yaklaşımda seçilen herhangi bir görev için ontolojilerin performansları değerlendirilmiştir. Görev olarak kavram etiketleme görevi seçilmiştir. Kavram etiketleme bir sözcüğün

semantik olarak belirlenmesi olarak düşünülebilir. Bu çalışmada ise ontoloji ilişkilerini etiketleme ontoloji yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ontolojilerin performansını değerlendirmek için anahtar kelimeler ilgili yorumcular tarafından belirlenmiştir. Anahtar skelimeler Altın Standart olarak adlandırılmaktadır. Porzel ve Malaka (2004) ontoloji değerlendirme ölçütlerini kelime hazinesi (vocabulary), hiyerarşik ilişkiler ve hiyerarşik olmayan ilişkilerin uygunluğu olmak üzere üçe ayırmıştır.

Dasgupta vd., (2007) Pan-Onto-Eval (Panoramic Approach to Integrated Evaluation of Ontologies) yaklaşımını önermiştir. Pan-Onto-Eval ontolojideki is-a ve is-a olmayan ilişkilerin sayısına göre ontolojileri değerlendirir. Bilgi içeriği ölçütü ile hiyerarşiyle ilişkisi olan dizi (range) kavramlarının sayısına göre ilişkilerin sayısını hesaplar. Bilgi ekleme ölçütü ile bir dizi kavramının bir hiyerarşi ile ilişkili olan diğer dizi kavramları ile karşılaştırıldığında ne kadar önemli olduğunu hesaplar.

Brewster vd., (2004) önerdikleri yaklaşımda corpus ve ontoloji arasındaki eşleştirmeleri belirlemek amacıyla Wordnet is-a ilişkilerinden ve kavramların eşanlamlarından faydalanmıştır.

Sabou vd., (2006) sınıflandırdığı ontoloji değerlendirme ölçütlerinden birisi bilginin zenginliğidir. Bu ölçüt ontolojinin yapısını analiz ederek ontolojinin ifade ettiği bilginin zenginliğini belirler.

Yu vd., (2007) OS_RANK yaklaşımında ontolojinin yapısını değerlendirerek is-a ve is-a olmayan ilişkileri değerlendirmek için ontoloji yapısı ve semantik ilişki ölçütlerini kullanmıştır.

S-OntoEval yapısal düzeyde ontolojileri değerlendirirken is-a ve ilişkilerini dikkate alarak ontoloji çizgesinin derinliğini hesaplamaktadır.

Oh ve Yeom (2010) tarafından önerilen değerlendirme modeli ilişkilerin kapsamı ölçütünü kullanarak ontoloji kavramları arasında kaç tane ilişki olduğunu değerlendirir.

OntoSelect yapı ölçütünü kullanmaktadır. Yapı ölçütü değeri basitçe ontolojideki sınıf ve özellik sayısı ile ilişkilidir.

OntoSearch (Thomas vd, 2005) ontoloji kapsamını belirlemek için anahtar kelimeleri kullanır. Anahtar kelimeler ontoloji kavramlarıyla karşılaştırılır.

OntoQA ontolojileri değerlendirmek için şema ve örnek ölçütü olmak üzere iki ana ölçüt kullanır. Şema ölçütünde is-a ve is-a olmayan ilişkileri hesaplar ve çizgenin yatayda ve düşeyde kavram sayısını hesaplayarak şemanın derinlik-genişlik durumunu değerlendirir. Örnek ölçütünde çizge içerisinde tüm örneklerin yerleşimini, belirli bir

sınıfın örneklerini diğer sınıf örnekleriyle karşılaştırır. Bir sınıf örneklerinin diğer sınıf örnekleriyle olan ilişkilerini de dikkate alarak değerlendirme yapar. Ontolojide bazı sınıflar veri içerir. Örnek değerlendirme ölçütleri ontoloji içerisinde örnek çıkarımı (instance extraction) ve değerlendirme sürecinde kullanılır.

1.6.1.3.1.1.3. Ontolojinin Mantıksal Tutarlılığı (Logical Consistency)

Ontoloji çizgesi üzerinde ölçülebilen diğer bir ölçüttür. Bu değerlendirme ölçütü genellikle ontoloji tasarımcısı tarafından dikkate alınmaktadır.

OntoClean (Illert ve Welty, 2002) yöntemi belirli bir alandan bağımsız olarak herhangi bir ontolojide kullanılabilir kadar genel olan kurallı kavramlara dayanır. Yöntem ontoloji çizgesi üzerinde varlık (essence), değişmezlik (rigidity), benzerlik (identity), bütünlük (unity) değerlendirme ölçütlerini kullanarak ontolojilerin doğruluğunu değerlendirmektedir.

S-OntoEval aracı ontolojinin doğruluğunu ölçmek için tutarlılık (consistency) değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır.

Odeval yaklaşımında ontolojilerde tutarsızlık (inconsistency), eksiklik (incompleteness) ve fazlalık (redundancy) gibi hiyerarşik problemleri belirlemek için kullanılır.

Fahad ve Qadir (2008) ontoloji değerlendirmek için çatı önermiştir. Ontoloji değerlendirme çatısı sınıflandırma hataları üzerine odaklanmıştır. Sınıflandırma hatalarını düzeltmek ve ontolojinin doğruluğunu arttırmak için kullanılan değerlendirme ölçütleri tutarsızlık (inconsistency), eksiklik (incompleteness) ve fazlalık (redundancy) dir.

Gangemi vd., (2005) ontoloji değerlendirme ve doğrulama çatısı için kullanılan değerlendirme ölçütlerinden ontolojinin doğruluğunu sağlamak için kullanılan değerlendirme ölçütleri tutarlılık (consistency), karışıklık (complexity) tır.

1.6.1.3.1.2. Dış Değerlendirme Ölçütleri

Ontoloji hakkındaki genel bilgiler, diğer ontolojilerle ilişkisi, kullanıcı açısından ontolojilerin değerlendirilmesi, ontoloji hakkındaki meta veri bilgileri bu değerlendirme ölçütü içinde değerlendirilebilir.

1.6.1.3.1.2.1. Ontolojinin Kullanılabilirliği (Usability)

Bu ölçüt kullanıcı perspektifinden ontolojileri değerlendirir. Kullanıcı odaklı olan bu değerlendirme ölçütü, ontolojinin yapısı, kapsamı, ontoloji ve ontoloji kavramları hakkındaki açıklamaları (annotations) içerir. Bu açıklamalar ontoloji mühendisleri veya ontoloji kullanıcıları tarafından eklenmektedir.

S-OntoEval, kullanılabilirlik düzeyinde, kullanıcılar için ontolojinin kullanılabilirliğini değerlendirmek üzere ontoloji meta veri analizini gerçekleştirmektedir. S-OntoEval bu değerlendirme ölçütü ile ontoloji meta verisinin kullanıcılar açısından önemini vurgulamaktadır. Ontoloji ve ontoloji kavramları hakkındaki açıklamaların kalite düzeyini ifade eder.

Gangemi vd., (2005) önerdikleri ontoloji değerlendirme ve doğrulama yaklaşımında kullanılabilirlik profili (usability-profiling) ölçütünü kullanmıştır. Ontoloji profili üzerine odaklanan bu ölçüt ontolojinin yapısal, fonksiyonel ve kullanıcı odaklı özellikleri hakkındaki açıklamaları içerir.

Ontoloji meta veri bilgisi ontolojinin hangi proje veya uygulama için geliştirildiğini, sürüm bilgisini, içe aktardığı ontolojileri, ontolojinin geliştiricisi, hangi tarihte oluşturulduğu gibi bilgiler sunmaktadır. Mevcut ontoloji motorlarından Swoogle ontolojiler hakkında meta veri bilgisini sunmaktadır.

Kullanılabilirlik ölçütü ontolojilerin değerlendirilmesinde şüphesiz önemli değerlendirme ölçütlerinden biridir fakat ontolojinin yapısı, kapsamı, ontoloji ve ontoloji hakkındaki açıklamaları eklemek ne yazık ki kullanıcı inisiyatifindedir. Bu nedenle web üzerinde bulunan her ontoloji de ontoloji meta verisine veya açıklamalara rastlamak beklenemez. Diğer bir dezavantajı ise ontoloji kullanıcılarına göre değerlendirme ölçütleri kullanıcı düşüncelerine göre değişmektedir.

1.6.1.3.1.2.2. Popülerlik (Popularity)

Web üzerinde ontolojiler birbirlerine ilişkiler yardımıyla bağlıdır. Bu ilişkiler gerçekte web dokümanları arasındaki bağlantılara (hyperlink) benzemektedir. Ontolojiler arasındaki bu ilişkiler farklı tiplere ayrılmaktadır ve her bir tipin farklı bir ağırlığı bulunmaktadır. Farklı ontolojiler arası ilişki tiplerinin ağırlıkları ontoloji sıralamada büyük rol oynamaktadır. Bir ontoloji diğer ontolojilerden ne kadar çok link alırsa onun sırası o

kadar yüksek olur. Ancak diğer ontolojilere referans vermeyen yani diğer ontolojilerle arasında ilişki bulunmayan ontolojiler vardır. Bu ontolojiler içinde kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak ontolojiler bulunabilir. Ontolojiler arasındaki referans derecesini dikkate alan bu değerlendirme ölçütü diğer ontolojilere referans vermeyen ontolojileri değerlendirmekte yetersiz kalmaktadır. Alani vd., (2006) ontoloji değerlendirmede ontolojiler arasındaki referansların hesaplanmasının ontolojilerin öneminin ortaya çıkarılamayacağını belirtmektedir. Web üzerinde mevcut olan ontoloji arama motorlarının birçoğu bu ontoloji değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Mevcut ontoloji arama motorları, arama terimlerini içeren ontolojileri bulmak ve ontolojiler arasındaki ilişkileri değerlendirmekle sınırlıdır.

Oh ve Yaem (2010) tarafından önerilen değerlendirme modeli bağlılık (connectedness) ölçütünü kullanarak ontolojinin diğer ontolojilere verdiği referans sayısını değerlendirmektedir.

Swoogle ontolojileri sıralamak için PageRank benzeri bir yöntem olan, ontolojiler arasındaki ilişkilere (imports, uses-term, extends, etc.) ağırlık vererek sıralayan OntoRank yöntemine göre sıralamaktadır. Bu ilişkiler birbirine referans veren ontolojileri birbirine bağlamaktadır. Fakat bu ölçüt başka bir ontolojiye referans vermeyen ya da almayan ontolojilerin sıralanmasında yetersiz kalmaktadır. Swoogle ontoloji arama motorunun ontoloji sıralama yöntemi ilerleyen bölümde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

OntoKhoj ontolojileri ontolojiler arasındaki referans tiplerinin ağırlığına göre ve orijinden hedefe olan referansların mesafelerine göre ontolojileri sıralamaktadır. Ontolojide aranan alanlar owl:class, rdfs:subclassof, rdfs:comment, vd. gibi özel etiketlerdir.

OntoSelect'in bağlılık ölçüsü (Connectedness measure) ontolojiler arasındaki linklerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu ölçü her bir ontolojinin kaç tane ontoloji import ettiğini ve aynı zamanda her bir ontolojinin kaç tane ontoloji tarafından import edildiğini hesaplar.

OntoSearch ontolojiler arasındaki URI referanslarının sayısına göre ontolojileri sıralar.

Geliştirilen ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının kullanılabilir bir yazılım araçları yoktur. Mevcut ontoloji arama motorları ise anahtar kelime tabanlı ve popülerlik gibi kısıtlı sayıda değerlendirme ölçütlerine göre ontoloji değerlendirmektedir.

1.6.2. RDF ile Semantik Referanslandırma

Semantik Web alanında aktif araştırma alanlarından birisi, Semantik Web ve veri tabanlarını bütünleştirme (integrating) problemidir. Şüphesiz Semantik Web uygulamaları verilerin büyük bir çoğunluğunun tutulduğu veri tabanlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu iki farklı dünyayı bütünleştirmek için farklı yaklaşımlar üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu yaklaşımlardan bazıları aşağıda gösterilmiştir:

- 1- İlişkisel veri tabanlarından ontoloji elde edilmesi
- 2- Mevcut ontoloji ile ilişkisel veri tabanlarının eşleştirilmesi
- 3- İlişkisel veri tabanları üzerinden doğrudan semantik sorguların gerçekleştirilmesi
- 4- Önceden tanımlanmış veri setlerine uyan ve veri tabanının içeriğini yansıtan RDF ifadelerinin oluşturulması (Bağlantılı veri yaklaşımı)

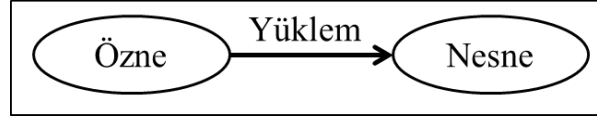
Tez çalışması kapsamında doğrudan ilişkisel veri tabanlarının RDF olarak ifade edilip sorgulandığı yaklaşımlar üzerinde durulacaktır.

1.6.2.1. Kavramlar ve Yazılım Araçları

RDF ile semantik referanslandırma için gerekli kavram tanımları ve mevcut yazılım araçları bu bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir.

1.6.2.1.1. RDF (Resource Description Framework)

RDF kaynak tanımlama çatısı anlamına gelmektedir ve web kaynaklarının içeriklerinin bilgisayarlar tarafından okunup anlaşılması için geliştirilmiş olan ilk W3C standardıdır. RDF, web sayfasının başlığı, yazarı, değiştirme tarihi, içeriği ve web sayfasının telif hakkı bilgileri gibi web kaynaklarının içeriğini tanımlar. RDF kaynakları tanımlamak için web tanımlayıcılarını yani URI (Uniform Resource Identifier)'leri kullanmaktadır. Web kaynakları, RDF üçlüleri olarak adlandırılan; kaynak (resource), özellik (property) ve özellik değeri (property value) olarak ifade edilir ve aynı zamanda RDF ifadeleri özne (subject), nesne (object) ve yüklem (predicate) olarak tanımlanmaktadır. RDF çizgesi ise RDF üçlüleri setidir (W3C, 2004a).



Şekil 14. RDF üçlüsü (W3C, 2004a).

RDF belirtiminde tanımlanan RDF kelime hazinesi (RDF vocabulary) Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. RDF kelime hazinesi (W3C, 2004a).

rdf:type	rdf:List
rdf:Property	rdf:first
rdf:XMLLiteral	rdf:rest
rdf:Statement	rdf:value
rdf:Bag	rdf:subject
rdf:Seq	rdf:predicate
rdf:Alt	rdf:object

1.6.2.1.2. RDFS (RDF Vocabulary Description Language: RDF Schema)

RDF, sınıflar, özellikler ve değerlerle kaynakları tanımlamanın yanı sıra uygulamaya özel sınıflar ve öznitelikleri tanımlamak için bir yöntem ihtiyacı duyar ve uygulamaya özel sınıflar ve öznitelikler RDF genişletilerek tanımlanmıştır. RDFS, ilk kez önerilen bir semantik şema tanımlama dilidir. RDFS kelime hazinesi Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. RDFS kelime hazinesi (W3C, 2004b).

rdfs:Resource	rdfs:subPropertyOf
rdfs:Literal	rdfs:domain
rdfs:Class	rdfs:range
rdfs:Datatype	rdfs:comment
rdfs:Container	rdfs:member
rdfs:ContainerMembershipProperty	rdfs:seeAlso
rdfs:subClassOf	rdfs:isDefinedBy

RDFS, RDF' yi genişleten ve herhangi bir alanda kullanılacak olan kavramları tanımlayan bir tip tanımlama dilidir. RDF' den farklı olarak; sınıf bazında tanım, sınıflar ve sınıflar arası hiyerarşik ilişkiler ve aynı zamanda ilişkiler üzerinde kısıtlamalar (domain ve range) oluşturmayı sağlar (W3C, 2004b).

1.6.2.1.3. SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)

RDF, web üzerindeki bilgiyi ifade etmek için yönlü ve ilişkili çizge veri biçimidir. SPARQL, RDF için bir sorgulama dilidir. SPARQL, verinin RDF olarak depolandığı veya ara yazılımlar (örneğin D2RQ) aracılığı ile RDF olarak görüntülediği farklı veri kaynakları arasında sorguları ifade etmek için kullanılır. SPARQL sorgu formlarının çoğu temel çizge deseni (graph pattern) olarak adlandırılan üçlü desenlerinden (triple pattern) oluşur. Üçlü desenler RDF üçlülerine benzerdir. Ancak bu üçlüer değişkenlerle tanımlanır (W3C, 2008).

İlişkisel veri tabanları için SQL ne anlama geliyorsa RDF için de SPARQL aynı anlama gelmektedir. İlişkisel veri tabanlarını sorgulamak için SQL, RDF çizgesi üzerinde RDF üçlülerini sorgulamak için SPARQL kullanılır. İlişkisel veri tabanlarının RDF ile ifade edilmesi, ilişkisel veri tabanında mevcut ilişkilerin yazılımlar tarafından anlaşılabilmesini sağlar. RDF ile ifade edilen veri üzerinde ilişkiler temel olarak RDF, RDFS kelime hazinesi (rdf:property, rdfs: subclassOf,...) ile kurulur. Bu ilişkilerden faydalanarak farklı veri tabanları arasında sorgulama yapılır. SPARQL sorgularını gerçekleştirmek için SPARQL sorgu ifadeleri kullanılmaktadır.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX pos: <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#> (1)
```

ifadesi ile Bir SPARQL sorgusunda kullanılacak PREFIX ifadeleri örnekleri ile tanımlı referansların URI' leri örnekleri ile birlikte tanımlamaktadır.

SELECT ?adı, ?soyadı, ?yaşı, ?mail (2)

ifadesi ile sorgu sonucunda döndürülecek olan değişkenler tanımlanır. Sorguda geçen tüm değişkenleri seçmek için SELECT* ifadesi kullanılır.

WHERE ifadesi ile bir veya birden fazla veri kaynağını sorgulamak için değişkenlerle tanımlanan RDF üçlülerini içerir.

FROM ifadesi sorgulanacak veri kaynağını tanımlamak için kullanılır.

CONSTRUCT, ORDER BY, DISTINCT, ASK, DESCRIBE gibi SPARQL ifadeleri de mevcuttur (W3C, 2008).

SPARQL sorgularını gerçekleştirmek için ARQ, OpenLink's Virtuoso, Redland's Rasqal, Snorql gibi SPARQL sorgulama editörleri geliştirilmiştir.

Bağlantılı veri ve RDF teknolojilerinin gelişmesiyle verileri depolamak amacıyla çok sayıda “Triple Store” olarak adlandırılan çizge veri tabanları geliştirilmiştir. Bu çizge veri tabanlarından bazıları Virtuoso, AllegroGraph, 4Store, 5Store, BigData, Triplify, BigOWLIM, YARS2, Jena, Sesame, vb. dir.

SPARQL sorgu sonuçları JSON, JSV/TSV, XML (Extensible Markup Language) gibi farklı formatlarda sunulur (W3C, 2013).

1.6.2.1.4. GEOSPARQL (A Geographic Query Language for RDF Data)

OGC GeoSPARQL standardı Semantik Web için konumsal veriyi ifade etmeyi ve sorgulamayı destekler. GeoSPARQL, RDF ile konumsal veriyi ifade etmek için kelime hazinesi tanımlar ve konumsal veriyi işlemek için SPARQL sorgu dilinin özelleştirilmiş bir genişletmesidir. (OGC, 2012).

GeoSPARQL standardı modüler bir tasarımı izler ve farklı bileşenlerden oluşur:

- 1- Temel bileşeni, konumsal objeler için üst düzey RDFS/OWL sınıfları tanımlar.
- 2- Topoloji kelime hazinesi bileşeni, konumsal objeler arasındaki topolojik ilişkileri belirtmek ve sorgulamak için RDF özellikleri tanımlar.
- 3- Geometri bileşeni, geometri verisini serileştirmek için RDFS veri tiplerini, geometri ile ilgili RDF özellikleri ve geometrik objeler için topolojik olmayan konumsal sorgu fonksiyonları tanımlar.
- 4- Geometri topoloji bileşeni, topolojik sorgu fonksiyonlarını tanımlar.

5- RDFS gereklilik (entailment) bileşeni, RDF ve RDFS semantiğine dayalı elde edilen RDF üçlülerini eşleştirmek için bir teknik tanımlar.

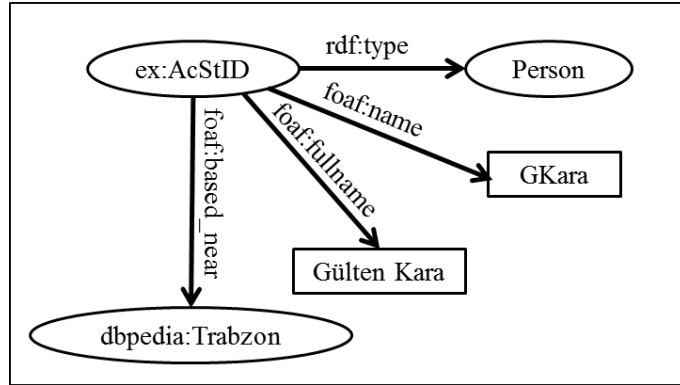
6- Sorgu yeniden yazma bileşeni, iki detay arasındaki topolojik ilişkiyi somut geometriler ve topolojik sorgu fonksiyonlarını içeren eşit sorguya dönüşümü test eden basit bir sorgu ifadesini dönüştürmek için kuralları tanımlar.

İlişkisel veri tabanlarını RDF olarak yayınlamak, SPARQL ile sorgulamak için D2RQ, Virtuoso, METAmorphoses, OntoAccess, SquirrelRdf, Spyder, Sparqlify Triplify gibi yazılım araçları geliştirilmiştir.

1.6.2.2. Bağlantılı Veri Yaklaşımı

Bağlantılı veri kısaca farklı veri kaynakları arasında tipli bağlantılar oluşturmak için bağlantılı veri bulutunda yer alan veri setlerini kullanarak RDF verilerini oluşturmak anlamına gelmektedir. Bağlantılı veri yaklaşımının ana amacı; dağıtık veri kaynaklarında bulunan verileri yapılı veri olarak yayınlamak için RDF kullanarak ve farklı veri kaynaklarındaki veriler arasında tipli bağlantılar oluşturarak global bir veri uzayı ile webi genişletmektir. Teknik olarak bağlantılı veri, verinin yazılımlar tarafından okunabilir olduğu, verinin anlamının açıkça tanımlandığı, verinin bağlantılı veri bulutunda yer alan veri setleri ile ilişkili olduğu ve dolayısıyla farklı veri kaynakları ile bağlantıların olduğu böyle bir şekilde web üzerinde yayınlanan veriler anlamına gelmektedir (Bizer vd., 2009).

Verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için bağlantılı veri setleri ile referanslandırılmalıdır. Şekil 15'te Akademik Personel ID için referanslar gösterilmektedir.



Şekil 15. Akademik personel ID için bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirme

Web üzerinde yayınlanan veriler RDF üçlülere şeklinde ifade edilmektedir. RDF üçlülünün öznesinin bir veri kaynağının isim uzayındaki URI referansı ve nesnesinin diğer veri kaynağının URI referansı olduğu yerde veri kaynaklarını birleştiren bağlantılar RDF üçlülere şeklinde ifade edilir (Bizer vd., 2007).

Bağlantı veri ile ilgili çok sayıda proje yapılmıştır ve bu yönde çalışmalar hızla devam etmektedir. İngiltere Harita Kurumu (Ordnance Survey), verilerini bağlantılı veri olarak yayınlamış ve kullanıcıların hizmetine sunmuştur (URL-3). Bu alanda diğer bir proje ise LinkedGeoData projesidir. LinkedGeoData Projesi “Verinin Webine” konumsal boyut eklemeyi amaçlayan bir projedir. LinkedGeoData projesi OpenStreetMap Projesi kapsamında toplanan bilgi ve verileri kullanmaktadır ve bağlantılı veri ilkelerine göre bu veriler bir RDF olarak mevcuttur. Bu RDF verileri Bağlantılı Veri Girişimi için oluşturulan bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmiştir (URL-4).

W3C’ nin RDB2RDF Çalışma Grubu veri tabanı ve RDF eşleştirmesi için standartlar geliştirmektedir. R2RML (RDB to RDF Mapping Language) (W3C, 2012a), W3C tarafından geliştirilmekte olan D2RQ eşleştirme diline benzer veri tabanı RDF eşleştirme dilidir. İlişkisel veri tabanından RDF’ ye doğrudan eşleştirme, D2RQ varsayılan eşleştirme dosyasına benzer bir W3C belirtimidir (URL-5).

1.6.2.2.1. Bağlantılı Veri İlkeleri

Semantik Web, web üzerinde verileri yayınlamaktan ibaret değildir. Kullanıcıların veya bilgisayarların verinin webinde istedikleri veri ve bilgiye ulaşmaları için bağlantılar oluşturmaktır. Bağlantılı veri ile verinin bir kısmının bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmesi durumunda ilişkili diğer bilgi ve veriler de bulunabilir (Berners-Lee, 2006). Web üzerinde bağlantılı veriyi yayınlamak için Berners-Lee bağlantılı veri ilkelerini önermiştir.

- 1- Web üzerinde tanımlanacak her şey için URI isimleri kullanılmalıdır.
- 2- İnsanların bu isimleri bulabilmesi için HTTP URI leri kullanılmalıdır.
- 3- URI isimlerinin referansları için standartlar (RDF, RDFS, SPARQL) kullanılmalıdır.
- 4- Çok daha fazla bilgi ve veri bulunması için bağlantılı veri setlerine referanslar oluşturulmalıdır (Berners-Lee, 2006).

1.6.2.2.2. Bağlantılı Veri Setleri ile Referanslandırma

İlişkisel veri tabanlarının bağlantılı veri olarak yayınlanması için önceden tanımlanmış bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda konumsal alanda ilişkisel veri tabanlarının bağlantılı veri olarak yayınlanması sırasında gerekli olan bağlantılı veri setlerinden bazıları örnekleri ve adresleri ile birlikte Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Bağlantılı veri setleri

Önek	URI	Adı
dbpedia	http://dbpedia.org/resource/	Dbpedia
dbpedia-owl	http://dbpedia.org/ontology/	Dbpedia ontolojisi
dc	http://purl.org/dc/elements/1.1/	Dublin Core Metaveri
foaf	http://xmlns.com/foaf/0.1/	Friend of a Friend
geo	http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#	WGS84 coğrafi konum
geonames	http://www.geonames.org/ontology#	Geonames ontolojisi
georss	http://www.georss.org/georss	Georss
gs	http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql#	GeoSPARQL
gml	http://www.opengis.net/gml	GML
xsd	http://www.w3.org/2001/XMLSchema#	XML Şema
rdf	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#	RDF
rdfs	http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#	RDFS
owl	http://www.w3.org/2002/07/owl#	OWL

İlişkisel veri tabanlarındaki verinin bağlantılı veri olarak yayınlanması için bu verilerin bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. İlgili bağlantılı veri setlerinin bulunması için Swoogle, Sindice, Falcon-S (Wu vd., 2006), Semantic Web Search Engine (SWSE) gibi bağlantılı veri arama motorları geliştirilmiştir. Ayrıca yayınlanan bağlantılı veriler içinde gezinmek için Marbles, LinkSailor, Disco, Tabulator, Explorer, Zitgist, OpenLinkDataexplorer gibi bağlantılı veri tarayıcıları geliştirilmiştir.

LIME, SILK gibi yazılım araçları, bağlantılı veri setleri arasında ilişkilerin kurulması için geliştirilmiştir.

1.6.3. OWL ile Semantik Referanslandırma (OWL Annotation)

OWL ile semantik referanslandırma OWL dili tarafından sağlanan özelliklerin kullanılarak verilerin ontolojilerle ilişkilendirilmesi anlamına gelmektedir.

1.6.3.1. Kavramlar ve Yazılım Araçları

OWL ile semantik referanslandırma için gerekli olan kavram tanımları ve yazılım araçları bu bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir.

1.6.3.1.1. OWL (Web Ontology Language)

Ontolojiler, semantik web dilleri ile tanımlanmaktadır. Bu dillerden en çok kullanılanları RDF ve OWL' dir. RDF' de her kaynağın bir URI (Uniform Resource Identifier)' ye sahip olması ile ve nesne, yüklem, özne üçlüsünün yer alması, anlamın ifade edilmesini sağlamaktadır. İlgili üçlüler de XML etiketleri ile ifade edilmektedirler (W3C, 2004a). RDFS gösterimi, RDF veri modelini genişleten bir tip sistemidir. Bu tip sistemi, bir alanda kullanılacak olan kelime hazinesini tanımlar. Bu kelime hazinesi de bir alanda kullanılacak olan nesnelere, nesnelere arasındaki alt/üst sınıf ilişkileri, özellikler, özelliklerin alabileceği değerleri tanımlar (W3C 2004b). Bir başka çok sık kullanılan ontoloji dili ise OWL dir. OWL Full, OWL DL, OWL Lite olmak üzere üç alt dile ayrılmıştır. OWL dili ile özellikler, obje ve veri tipleri sınıf işlemleri, özelliklerin alabileceği değerler üzerinde kısıtlamalar koyabilme ve eşleşme ilişkileri tanımlayabilme sağlanmıştır (W3C, 2004c).

OWL 10 Şubat 2004'te W3C tarafından önerilerin bilgisayarların anlayacağı şekilde tasarlanmış XML tabanlı ontoloji tanımlama dilidir (W3C, 2004c; W3C, 2004d). RDF kelime hazinesini genişletmiş ve DAML-OIL' den üretilmiştir. OWL, XML, RDF ve RDF(S)'den daha fazla sözcük yapısına sahiptir. RDF' den farklı olarak, Tanımlama Mantığı (DL-Description Logic) tabanlı olduğu için sınıf bazında daha fazla tanım ve kısıtlama yapmayı sağlar. OWL insanlara bilgiyi sunmak yerine bilgilerin içeriğini işlemeye ihtiyaç duyan uygulamalar tarafından kullanılması için tasarlanmıştır. OWL web içeriğinin bilgisayarlarca anlaşılabilirliğini büyük ölçüde kolaylaştırır. OWL, OWL Lite, OWL DL, ve OWL Full olmak üzere üçe ayrılır (W3C, 2004c).

OWL Lite başlıca bir sınıflandırma hiyerarşisi ve basit kısıtlamalara ihtiyaç duyan kullanıcılara hitap eder. Örneğin, OWL Lite nicelik kısıtlamalarını destekler ancak o sadece 0 ve 1 kısıtlama değerlerine izin verir. OWL Lite araçlarını desteklemek için diğer OWL türlerinden daha basit olmalıdır. OWL Lite eş anlamlılar sözlüğü ve diğer taksonomiler için hızlı bir geçiş yolu sağlar. OWL Lite OWL DL den daha basittir.

OWL DL sayısal bütünlüğü (tüm sonuçların hesaplanabilir olması) ve karar verilebilirliği (tüm hesaplamaların sonlu sürede bitirilmesi) koruyarak en çok anlamlılık isteyen kullanıcılara hitap eder. OWL DL tüm OWL dil yapılarını içerir fakat bu yapılar sadece belirli kısıtlamalar altında kullanılabilir (örneğin, bir sınıf birçok sınıfın alt sınıfı olabilirken bir sınıf diğer bir sınıfın bir örneği olamaz). OWL DL mantığa uygunluğundan dolayı bu adı almıştır.

OWL Full en çok anlamlılık ve hesap garantisi olmayan RDF' nin sözdizimsel özgürlüğünü isteyen kullanıcılara hitap eder. Örneğin, OWL Full' de bir sınıf aynı anda bir bireyler topluluğu olarak ve kendi başına bir birey olarak davranabilir. OWL Full önceden tanımlı (RDF veya OWL) sözcük dağarcığının anlamını arttırmak için bir ontolojiye izin verir. Günümüzde herhangi bir çıkarsama yazılımının OWL Full' ün her bir özelliği için tam bir çıkarsamayı destekleyebilmesi mümkün değildir.

Tablo 5. OWL kelime hazinesi (W3C, 2004c).

owl:AllDifferent	owl:equivalentClass	owl:onProperty
owl:allValuesFrom	owl:equivalentProperty	owl:Ontology
owl:AnnotationProperty	owl:FunctionalProperty	owl:OntologyProperty
owl:backwardCompatibleWith	owl:hasValue	owl:priorVersion
owl:cardinality	owl:imports	owl:Restriction
owl:Class	owl:incompatibleWith	owl:sameAs
owl:complementOf	owl:intersectionOf	owl:someValuesFrom
owl:DataRange	owl:InverseFunctionalProperty	owl:SymmetricProperty
owl:DatatypeProperty	owl:inverseOf	owl:Thing
owl:DeprecatedClass	owl:maxCardinality	owl:TransitiveProperty
owl:DeprecatedProperty	owl:minCardinality	owl:unionOf
owl:differentFrom	owl:Nothing	owl:versionInfo
owl:disjointWith	owl:ObjectProperty	
owl:distinctMembers	owl:oneOf	

OWL 2 Web Ontoloji Dili, Semantik Web için 11 Aralık 2012 yılında W3C standardı olarak önerilmiştir. OWL 2, OWL 2 EL, OWL 2 QL ve OWL 2 RL olmak üzere üç profili mevcuttur (W3C, 2012b).

1.6.3.1.2. SWRL (Semantic Web Rule Language)

SWRL, OWL dilinin alt dilleri olan OWL DL OWL Lite ile Kural İşaretleme Dilinin (Rule Markup Language) alt dilleri olan Unary/Binary Datalog RuleML ile birleşimine dayanmaktadır (W3C, 2004e). SWRL sözdizimi ile OWL genişletilerek daha ileri düzeyde çıkarsama gerçekleştirilmektedir. SWRL kurallarının yazılmasında kullanılan sözdizimlerden bazıları (SWRL Built-ins) Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. SWRL built-ins (W3C, 2004e).

Built-ins For Comparisons	Math Built-ins	Built-ins for Strings	Built-ins for Date, Time and Duration	Built-Ins for URIs
swrlb:equal	swrlb:add	swrlb:stringEqualIgnoreCase	swrlb:yearMonthDuration	swrlb:resolveURI
swrlb:notEqual	swrlb:subtract	swrlb:stringConcat	swrlb:dayTimeDuration	swrlb:anyURI
swrlb:lessThan	swrlb:multiply	swrlb:substring	swrlb:dateTime	
swrlb:lessThanOrEqual	swrlb:divide	swrlb:stringLength	swrlb:date	
swrlb:greaterThan	swrlb:integerDivide	swrlb:normalizeSpace	swrlb:time	
swrlb:greaterThanOrEqual	swrlb:mod	swrlb:upperCase	swrlb:addYearMonthDurations	
	swrlb:pow	swrlb:translate	swrlb:subtractYearMonthDurations	
	swrlb:unaryPlus	swrlb:contains	swrlb:multiplyYearMonthDuration	

1.6.3.1.3. SQWRL (Semantic Query-Enhanced Web Rule Language)

SQWRL, OWL için bir sorgulama dilidir. SQWRL sorguları OWL ontolojisine yüklü olan bireyler üzerinden yapılır. Sorgular SWRL sözdizimi ile birlikte yazılır ve

SWRL' nin güçlü semantiğini kullanır. SQWRL sözdizimleri ile SWRL kurallarıyla çıkarsanan bilgiyi almakta kullanılır (O'Connor ve Das, 2009).

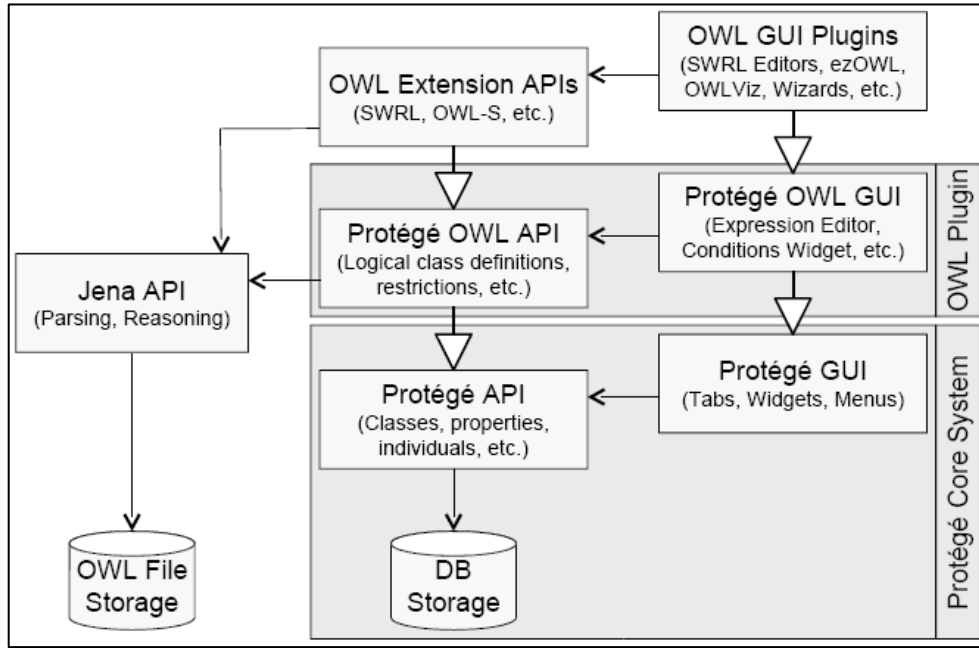
Tablo 7. SQWRL operatörleri (O'Connor ve Das, 2009).

CoreOperator	SetOperator
sqwrl:select	sqwrl:makeSet
sqwrl:orderBy	sqwrl:isEmpty
sqwrl:count	sqwrl:size
sqwrl:avg	sqwrl:union
	sqwrl:difference
	sqwrl:intersection

1.6.3.1.4. Ontoloji Editörleri

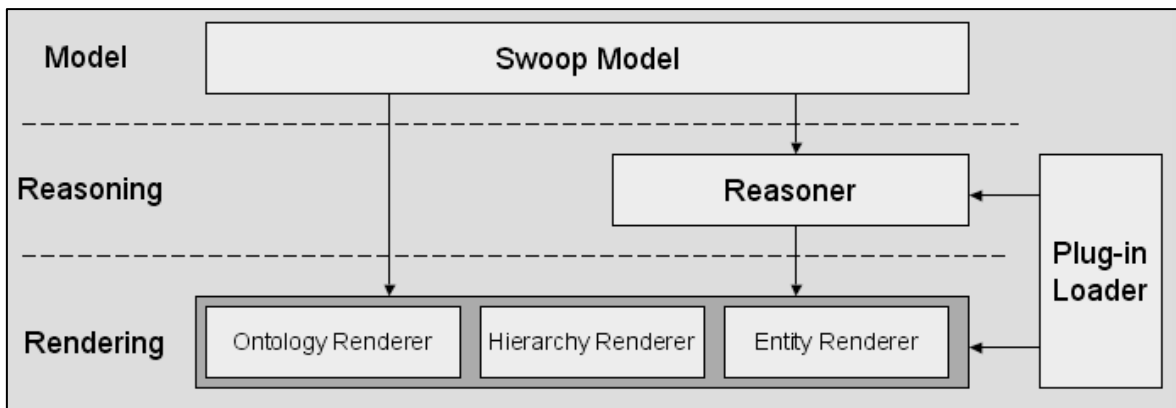
Ontolojileri oluşturmak, web üzerinde yayınlamak ve onları yeniden kullanmak için birçok ontoloji editörü geliştirilmiştir. Bu ontoloji editörleri Protégé, Swoop, Oiled, Ontotrack, OntoEdit, Prompt, Kaon vb.dir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan Protégé ve Swoop ontoloji editörleri aşağıda açıklanmıştır.

a) Protégé: Protégé açık kaynak kodlu ontoloji editörü ve bilgi tabanı (knowledgebase) dir. Stanford Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir (URL-6). Semantik Web uygulamalarının temel yapıtaşı ontolojilerdir. Ontoloji oluşturmak için ontoloji editörü ihtiyacını gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Ontoloji oluşturma Protégé' nin eklentisi olan OWL Plugin' i ile gerçekleştirilmektedir (Knaublauch vd., 2004). Ontoloji oluşturma, görselleştirme ve işleme yapabilen ve bunları değişik formatlarda sunabilen (clips, rdf, xml, OWL ve ilişkisel veri tabanları) birçok eklenti (plug-in) ile genişletilebilen kullanıcı dostu (userfriendly) bir yazılımdır. Kendi içinde bilgi tabanı ve çıkarsama araçları ile (reasoners) iletişimi sağlayan DIG ara yüzüne sahiptir (URL-6). Şekilde Protégé mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 16. Protégé mimarisi (Knublauch vd., 2004).

b) Swoop: Swoop Maryland Üniversitesi tarafından geliştirilmiş açık kaynak kodlu web tabanlı ontoloji tarayıcısı ve editörüdür. Swoop Protégé den farklı olarak, harici bir ontoloji import ederken ontolojinin tamamını ya da bir bölümünü import edebilir. Bunu yaparken DL çevresi (Grau vd., 2004) tarafından geliştirilmiş yeni bir ontoloji eşleştirme yazılımı ya da (Kalyanpur vd., 2004, 2005)'de açıklanan, ontolojinin sadece belirli bir bölümünü almayı sağlayan kopyala-yapıştır mekanizmasını kullanır ancak kullanımı kısıtlıdır. Swoop mimarisi Şekil 17'de gösterilmektedir.

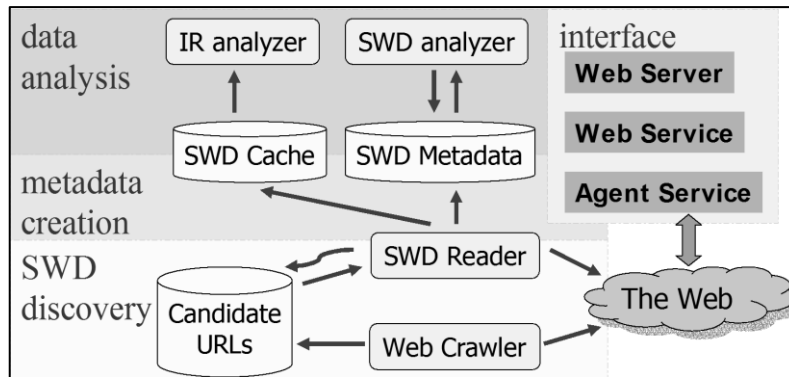


Şekil 17. Swoop mimarisi (Kalyanpur vd., 2004, 2005).

1.6.3.1.5. Ontoloji Arama Motorları

Web üzerinde mevcut olarak bulunan ontolojileri aramak için arama motorları geliştirilmiştir. Bunlar Swoogle, Watson, Sindice, Falcon-S, OntoSearch, OntoSelect, OntoKhoj, SchemaWeb, vb.dir.

a) Swoogle (Semantic Web Search Engine and Metadata Engine): DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) ve NSF (National Science Foundation) desteğiyle Maryland Üniversitesi tarafından Semantik Web için geliştirilmiş arama motorudur. Swoogle, RDF ya da OWL gibi dillerde yazılmış web dokümanlarını “crawler” tabanlı indeksleme ve elde etme (retrieval) sistemidir. Bulunan her web dokümanının meta verisini çıkarır ve dokümanlar arasındaki ilişkiyi hesaplayarak semantik web dokümanının önemini gösteren rank değeri (Google’ın rank hesaplamasının semantik dokümanlara uyarlanmış şeklini kullanır) hesaplar (Ding vd., 2004). Şekilde Swoogle ara yüzü ve mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 18. Swoogle mimarisi (Ding vd., 2004).

b) SchemaWeb: SchemaWeb; RDFS, OWL ve DAML+OIL dillerinde tanımlanmış RDF şemalarının dizinidir. Web’de yayınlanmış şema tanımlarına ait bilgileri toplar ve dizinine kaydedilmiş bütün RDF şemalarından, RDF ifadelerini birleştirir Triple Store’da depolar.

Herhangi bir konuda şema tanımı arayan bir kullanıcı SchemaWeb dizininde kayıtlı şemaları tarama (browse) ara yüzünden tarayabilir ve her şemaya ait detayları inceleyebilir. Anahtar kelime tabanlı şema meta verisi ve RDF/XML araması yapabilir. Ayrıca, sorgulama ara yüzünden SchemaWeb Triple Store’u sorgulayabilir. SchemaWeb dizininde

şemalar kaydedilebilir. Bir yazılım ajanı standart web servis belirtimlerini kullanarak SchemaWeb dizinini ve Triple Store' u sorgulayabilir (URL-7).

c) Watson: Anahtar kelimeleri kullanarak ontolojileri aramak için geliştirilen online arama motorudur. Semantik Web uygulamalarının gereksinimlerini karşılamak için geliştirilmiştir. Watson, kullanıcılar ve uygulamalar için farklı erişim mekanizmaları kullanan web üzerindeki semantik bilgiyi toplar ve indeksler. Semantik bilgiler farklı kaynakları tarayan tarayıcılar (crawlers) sayesinde bulur. Bu tarayıcılar geleneksel web tarayıcılarıyla karşılaştırıldığında semantik ilişkileri dikkate alarak tarama yapar. Bulunan semantik web dokümanları onların içeriklerine, karmaşıklığına, kalitesine, diğer dokümanlarla olan ilişkilerine göre indekslenir. Semantik web dokümanlarının analiz aşaması, semantik web uygulamaları için ontolojileri seçme, değerlendirme, kullanma ve bu kaynakları birleştirme uygulamalarına yardımcı olan anahtar bilgiyi çıkarmaya imkân veren en önemli işlem adımıdır. Watson, Bilgi Toplumu Teknolojileri (IST) programının bir parçası olarak Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen Açık bilgi ve NeOn projeleri (Open Knowledge and NeOn projects) kapsamında geliştirilmiştir (d'Aquin vd., 2008).

d) OntoSearch: Ontosearch2 Semantik Web üzerinde bulunan ontoloji ve ontoloji verileri için arama ve sorgulama motorudur. Ontolojiler arasında SPARQL dilinde sorgulama yapmaya izin verir. Anahtar kelime tabanlı ve SPARQL olmak üzere iki türlü arama yapılabilir (Pan vd., 2006).

e) OntoKhoj: Ontolojileri aramak, sıralamak ve sınıflandırmak için geliştirilen bir semantik web portalıdır. OntoKhoj ontoloji mühendisliği ve yazılımlara ontolojileri yeniden kullanmak için yardım eder. Semantik web yapısı geleneksel web ortamından daha karmaşık olduğu için web tarayıcıları ile birlikte semantik web tarayıcılarında kullanılmıştır. Ontoloji ve semantik web dokümanları içinde kavram adı, rdfs:comment yapısı, anahtar kelimelerle işaret edilen tüm literaller analiz edilir. Anahtar kelime tabanlı aramanın ontolojileri seçmek için doğru kapsamı belirlemede yeterli olmadığı için farklı ara yüzler geliştirilmiştir (Patel vd., 2004).

1.6.3.1.6. Ontoloji Çıkarsama Motorları

OWL ontolojilerinde mevcut bilgi ve verilerin kullanılarak çıkarsama yapılmasını sağlamak için Pellet, Jess, Racer, FACT, FACT++, HermiT, Cyc, KAON2 gibi ontoloji çıkarsama motorları geliştirilmiştir.

1.6.3.1.7. Semantik Web Dillerine Dönüşüm Araçları

Kurum verilerinin sözdizimsel tanımları; XML şema, veri tabanı şeması, UML şemaları şeklinde ifade edilebilir. Sözdizimsel tanımların OWL' ye dönüştürülmesi için yazılım araçları geliştirilmiştir. Bunlar, Top Braid Composer (URL-8), XSD2OWL (URL-9), UML2OWL (URL-10), Protégé-UMLBackend (URL-11), DBtoOWL (Cullot vd, 2007) dir. Top Braid Composer ve XSD2OWL gibi yazılım araçları sözdizimsel tanımların XML Şema olmasını gerektirir. Eclipse-UMLtoOWL ve Protégé-UMLBackend gibi araçlar sözdizimsel tanımların UML formatında olmasını gerektirir. İlgili yazılım araçlarından bazıları, onların dönüşüm için gereksinimleri ve yetenekleri aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

a) TopBraidComposer: Semantik web ontolojilerini geliştirmek, semantik uygulamaları gerçekleştirmek için bir modelleme yazılımıdır. Yazılım XML şema dosyasını OWL dosyasına dönüştürmektedir.

b) XSD2OWL: XML şema dosyasından OWL dosyasına dönüşüm gerçekleştiren, XSL'e dayalı çevrimiçi bir araçtır.

c) UML2OWL: UML sınıf diyagramlarını OWL ontolojisine dönüşümünü sağlayan bir araçtır. Sınıf ve öznelik düzeyinde dönüşüm gerçekleştirmektedir.

d) Protégé UML Backend Plugin: Bu eklenti UML sınıf diyagramlarını OWL ontolojilerine dönüştürür. Yalnızca UML1.4 sürümü için dönüşüm gerçekleştirilmektedir.

e) DBtoOWL: Veri tabanı şemasından otomatik olarak OWL üretmek için geliştirilen ilk örnek yazılımdır.

1) RDB2ONT: İlişkisel veri tabanı sistemlerinden ontolojileri elde etmek için geliştirilen bir araçtır (Trinh vd., 2006). İlk örnek olarak geliştirilmiş olup kullanılabilir bir yazılım aracı mevcut değildir.

g) RDB2OWL: İlişkisel veri tabanlarının bağımsız olarak geliştirilen ontolojilere eşleştirmek için önerilen bir yaklaşımdır. Yaklaşım ilişkisel veri tabanı şemasının ontolojiye eşleştirilmesini ve veri düzeyindeki dönüşümün SQL komut dosyaları (scripts) ile gerçekleştirilmesine dayanmaktadır (Bümans ve Čerāns, 2010).

Veri tabanı ontolojisi, ilişkisel veri tabanı şemasında yer alan kavramları ilişkileri içerir. Veri tabanı ontolojisinin oluşturulması tamamen otomatik bir işlemdir. Veri tabanı ontolojisinin oluşturulması için Relational.OWL, DataMaster, ROSEX, RDB2ONT, AutoMapper, FDR2, UML2OWL gibi çok sayıda yazılım aracı geliştirilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Ulusal Konumsal Veri Altyapısı (UKVA), konumsal veri erişimi ve kullanımını etkin kılacak bir altyapı olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de konumsal veriyi kullanan kurumların ihtiyaç duydukları veriye erişebilmeleri için UKVA ortamına ihtiyaç vardır. Ülkemizde UKVA’ nın kurulması, çok geç kalınmış olmakla birlikte, gündemdedir. Hiç kuşkusuz, ülkemiz yönetim organlarının, karar ve “iş” üreticilerinin ileri ülkelerdeki eşdeğerlerinin tarzlarını benimsemesi ile ulusal ve yerel ölçekteki KVA’ lara olan gereksinim hızla artacaktır. Herhangi bir KVA’ nın teknolojik altyapısı için halen kullanımda olan teknolojiler, “Sözdizimsel Web” teknolojileri olmakla birlikte, yakın gelecekte bu teknolojilerin, SWT olması öngörülmektedir.

Semantik veri tanımlama, herhangi bir veri kaynağında yer alan verilerin, bilgisayarların anlayabileceği, yorumlayabileceği ve çıkarsama yapabileceği şekilde kodlanmasıdır. Semantik veri tanımları ontolojiler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Ontolojiler “Semantik Web” in en önemli ve temel yapı taşlarından birisidir. Ontolojiler ve diğer SWT teknolojileri kullanılarak verinin anlamlı bir şekilde kodlanması, mevcut sınıf ve ilişkilerden faydalanılarak doğrudan tanımlanmayan sınıf, aksiyom veya verilerin çıkarsama ile elde edilmesine imkân verecektir.

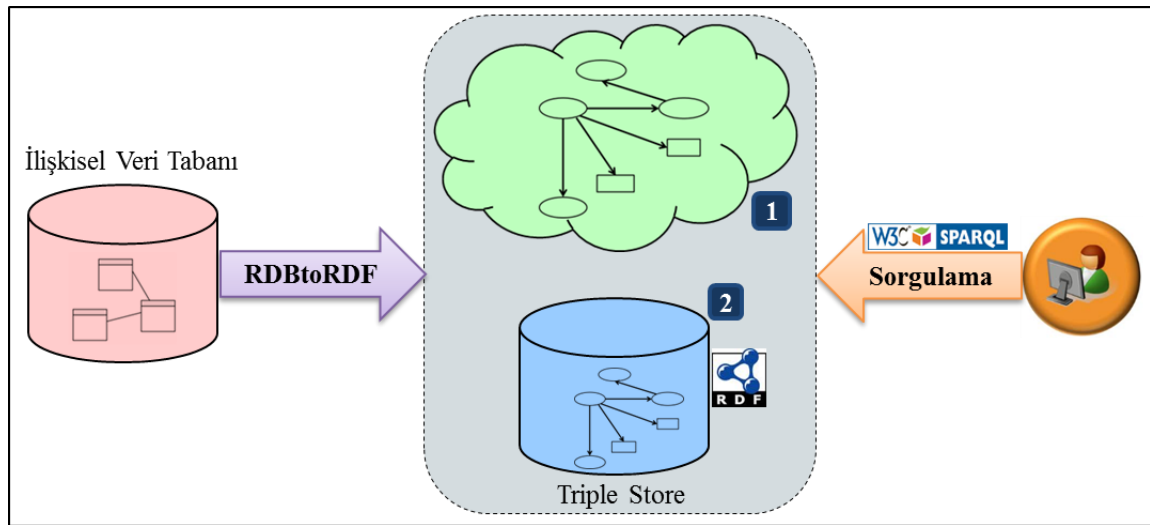
Bu bölümde, UKVA’ da yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için semantik veri tanımlama çatisi geliştirilmiştir. Semantik veri tanımlama çatisinin gereksinimlerinden ilki “veri ontolojileri” dir. İkinci gereksinim, “ortak ulusal model ihtiyacı” dır. Kurum verilerinin semantik tanımları için gerekli ontolojilerin belirlenmesinde ontoloji seçimi önemli bir rol oynamaktadır.

UKVA’ da yer alacak herhangi bir kurum verisinin semantik tanımlarının oluşturulması için RDF ve OWL ile semantik olarak referanslandırma yaklaşımlarında hangi gereksinimlerin olduğu ve bu gereksinimlerin nasıl karşılanacağı ayrıntılı olarak incelenecektir. Her iki yaklaşımın olumlu ve olumsuz yönleri incelenerek UKVA ortamında kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması ve UKVA uygulamaları için kullanılacak yaklaşım belirlenecektir. Son olarak UKVA ortamında ortak model ihtiyacı ve mevcut durum analizi yapılacaktır.

2.1. RDF ile Semantik Referanslandırma

UKVA, ülke genelinde tüm kamu kurumları, yerel yönetimler, özel sektör ve konumsal veri ile iş yapan bütün taraflar arasında “birlikte işlerliği” sağlayacak olan ve konumsal veri kullanıcılarına, ihtiyaç duydukları verilere anlık erişim ve kullanım olanağı tanıyacak olan bir altyapıdır. UKVA ortamında farklı kurum verilerine ihtiyaç duyan uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu durumda farklı kurum verilerinin eşleştirilmesi gerekir. Farklı kurum verilerinin eşleştirilmesindeki en büyük problem, bir kurum veri tabanında yer alan verinin diğer kurum veri tabanında “aynı anlama” sahip veriyi bulmaktır. UKVA’ da kurum verilerinin büyük bir çoğunluğu ilişkisel veri tabanlarında tutulmaktadır. “Semantik birlikte işlerliği” sağlamak için öncelikle ontolojilere ihtiyaç vardır. Bu nedenle bu iki farklı dünyanın ilişkilendirilmesi gerekir. Bu bölümde UKVA’ da yer alacak kurum verilerinin RDF ile semantik referanslandırılması için gereksinimler belirlenmeye çalışılacaktır.

İlişkisel veri tabanlarını ontolojilere dönüştürmek için geliştirilen yazılım araçları iki farklı yaklaşım kullanmaktadır (Şekil 19). Bu yaklaşımlardan birincisinde veriler ilişkisel veri modelinde tutularak ikinci bir veri tabanına aktarılmaksızın sanal RDF çizgesi oluşturularak sorgulama gerçekleştirilir. İkinci yaklaşım ise; ilişkisel veri tabanında yer alan verilerin çizge veri tabanı olarak adlandırılan Triple Store’ lara aktarılması ve sorgulamaların Triple Store üzerinde gerçekleştirilmesidir. Bu durumda veriler çizge veri formatındadır ve ilişkisel veri tabanlarından bağımsızdır.



Şekil 19. İlişkisel veri tabanı RDF Dönüşümü

İlişkisel veri tabanından RDF ye doğrudan eşleştirme, ilişkisel veri tabanlarında yer alan verilerin RDF gösterimini tanımlar. Doğrudan eşleştirme, girdi olarak ilişkisel veri tabanını (veri ve şema) alır ve RDF çizgesi oluşturur (W3C, 2012c). Bu yaklaşım ile sorgulama iki şekilde yapılabilir. İlişkisel veri tabanında tutularak RDF' ye eşleştirme ile SPARQL ile sorgulanabilir. Ya da SPARQL sorgusu SQL sorgusuna dönüştürülerek ilişkisel veri tabanları sorgulanabilir.

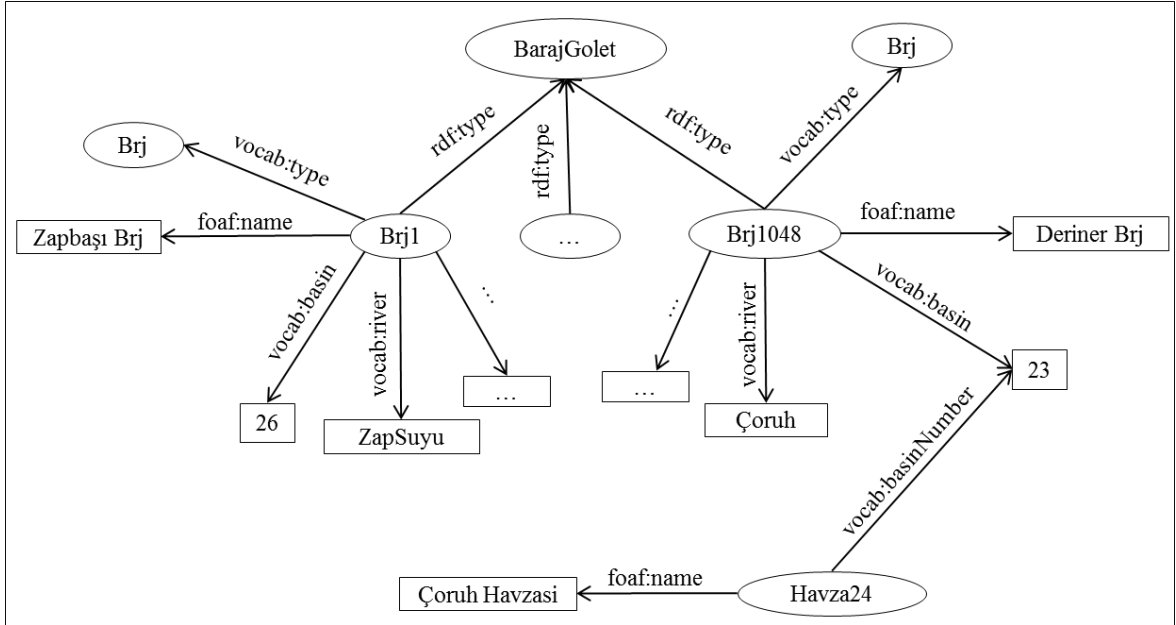
İlişkisel veri tabanlarında yer alan verileri RDF' ye eşleştirmek için çok sayıda çalışma mevcuttur. W3C RDB2RDF Incubator Grubu, ilişkisel veri tabanlarından RDF' ye eşleştirme yaklaşımlarını kapsamlı bir karşılaştırmasını yapmıştır ve bir çalışma raporu yayınlamıştır (W3C, 2009). Grup çalışma raporunda ilişkisel veri tabanı şemasını RDF veya OWL' ye eşleştirmek için standart bir dil geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. W3C RDB2RDF Çalışma Grubu, bu yönde çalışmalarını yürütmektedir. W3C RDB2RDF Çalışma Grubu'nun ana amacı ilişkisel veri tabanı şemalarını RDF' ye eşleştirmek için standart bir dil oluşturmaktır. Standart bir dilin oluşturulması, ilişkisel veri tabanlarında tutulan verilerin web üzerinde yayınlanmasına imkân verecektir. Ayrıca farklı veri tabanlarında yer alan verileri bütünleştirmek mümkün olacaktır. İlişkisel veri tabanlarında yer alan verinin semantiğine daha fazla semantik eklenecektir. Bu bölümde, W3C RDB2RDF Çalışma Grubu'nun yürüttüğü çalışmalar esas alınarak ilişkisel veri tabanı verilerinden RDF' ye doğrudan eşleştirme gerçekleştirilecektir. Doğrudan eşleştirme, çok daha karmaşık dönüşümleri karşılaştırmak ve tanımlamak için bir temel sağlayan basit bir dönüşüm tanımlar (W3C, 2012a). Keza doğrudan eşleştirme, RDF çizgelerini gerçekleştirmek (materialize-çok daha etkili sorguların çalıştırılabilmesi için çıkarsanan üçlülerin hesaplanması ve depolanmasını içeren bir işlemdir) veya SPARQL ile sorgulanabilen sanal RDF çizgelerini tanımlamak içinde kullanılır.

İlişkisel veri tabanında yer alan verileri RDF' ye eşleştirmek için Devlet Su İşleri (DSİ) Hidrografya veri setinde dsi_barajgolet ve dsi_havzalar tabloları seçilmiştir (Şekil 20). Tablolarda yer alan veriler için RDF çizge veri yapısının nasıl oluşturulduğu Şekil 21'de gösterilmiştir. İlişkisel veri tabanındaki veriler RDF üçlülerine dönüştürülür. Tabloda yer alan bir satırın her bir sütunu için RDF üçlülerini oluşturularak çizge veri yapısı oluşturulur. Her bir üçlünün öznesi birincil anahtar olarak atanan ID değeridir. Üçlünün yüklemi tablonun sütun adından oluşurken üçlünün nesnesini ise sütun adının aldığı değer oluşturur. Ayrıca yabancı anahtar ile diğer tablolara verilen referanslar otomatik olarak referanslandırılır (DSI_BarajGolet/DSI_HAVZA=>DSI_Havzalar/HAVZA_NO).

OBJECTID*	HAVZA NO	HAVZA ROME*	HAVZA AD	SHAPE LENG
1	19	XXC	Asi Havzasi	679932,123308
2	17	XVII	Dogu Akdeniz Havzasi	935928,184815
3	08	VIII	Bati Akdeniz Havzasi	2082190,63275
4	10	X	Burdur Havzasi	508872,208612
5	09	IX	Antalya Havzasi	1038511,79618
6	20	XX	Ceyhan Havzasi	1090820,95647
7	06	VI	Kucuk Menderes Havzasi	936938,556741
8	26	XXVI	Dicle Havzasi	1640847,01491
9	07	VII	Buyuk Menderes Havzasi	1225277,9877
10	11	XI	Akarçay Havzasi	552758,719514
11	18	XVIII	Seyhan Havzasi	1069311,98536
12	05	V	Gediz Havzasi	962827,404822

OBJECTI	BAR	PR	ASAMA	BARAJ AD	TIP	SIRA	BARAJ ILI	NICK	AKARSUYU	PROJE TI	AMACI	DSI BOLGE	DSI HAVZ	HAVZA R	GOVDF	DOLG
1	PL	PY		Zapbasi Brj	Brj	0	Van	894	Zap suyu	BSI	S	17	26	XXVI		Toprak
2	PL	PY		Ozburun Brj	Brj	0	Afyon	866	Degirmen dere	BSI	S	18	11	XI		Toprak
3	PL	PH		Kirkartepe Brj	Brj	0	Bayburt	639	Haho	BSI	S	22	23	XXIII		Toprak
4	PL	PH		Camur Brj	Brj	0	Bayburt	578	Camur	BSI	S	22	14	XIV		Toprak
5	PL	PH		Aysehatur Brj	Brj	0	Bitlis	559	Keyburan	BSI	E	17	26	XXVI		Toprak
6	PL	PY		Ergani Brj	Brj	0	Diyanbakir	598	Kalhana	BSI	S	10	26	XXVI		Kaya
7	PL	PY		Kuruçay Brj	Brj	0	Diyanbakir	651	Kuruçay	BSI		10	26	XXVI		Kaya
8	MP	PY		Pervari Brj	Brj	0	Siirt	512	Botan	BSI	E	10	26	XXVI		Kaya
9	PL	PH		Çamli Brj	Brj	0	Izmir	577	Kocadere	BSI	I	2	06	VI		Kaya
10	IH	IH		Kavakdere Brj	Brj	0	Izmir	62	Kavakdere	BSI	S	2	06	VI		Toprak
11	PL	PH		Cizre Brj	Brj	0	Mardin	586	Dicle	BSI	SE	10	26	XXVI		Kum-Çakıl
12	MP			Gömikan Brj	Brj	0	Adiyaman	457	Çat ve Han	BSI		20	21	XXI		Kaya
13	MP			Koçalı Brj	Brj	0	Adiyaman	496	Terasa Cayı	BSI		20	21	XXI		Kaya
14	PL	PY		Karakurt Brj	Brj	0	Manisa	634	Bogaz Deresi	BSI	S	2	04	IV		Toprak
15	PL	PY		Sungurlu Brj	Brj	0	Istanbul	676	Çanak D	BSI	I	14	02	II		Toprak
16	MP			Kizkayasi Brj	Brj	0	Bursa	495	Emet	BSI	E	1	03	III		Kaya

Şekil 20. Seçilen veri setlerine ait tablolar



Şekil 21. RDF çizge veri yapısı

2.1.1. Kullanılan Veri ve Araçlar

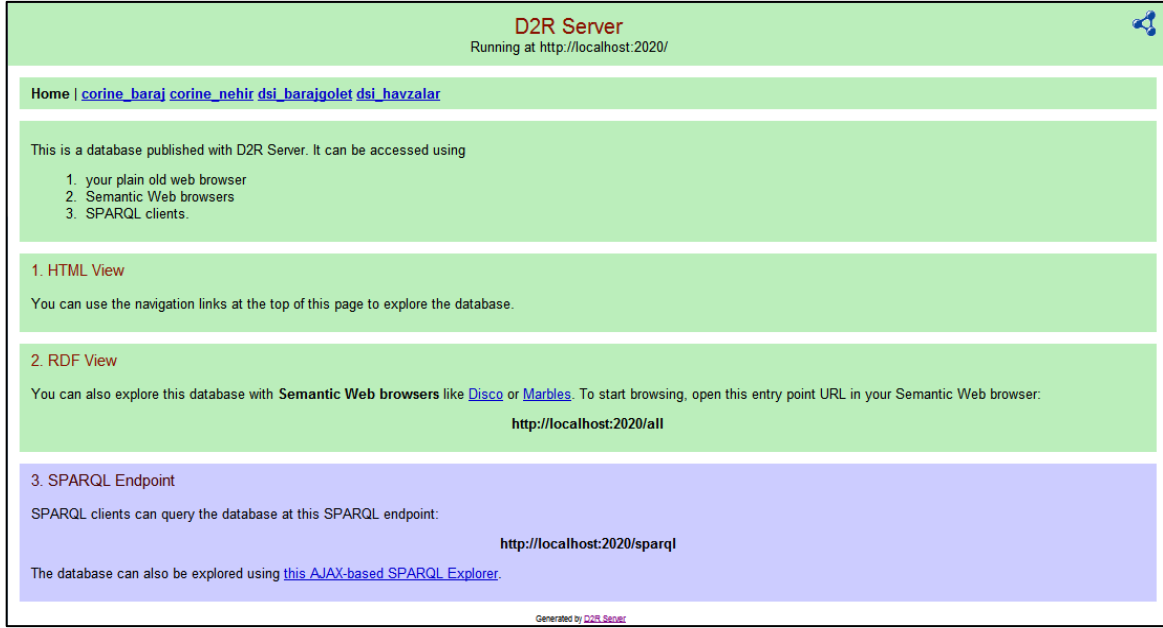
RDF ile semantik referanslandırma için UKVA' da yer alacak olan kurumlardan birisi olan DSİ seçilmiştir. DSİ veri setleri ARCGIS geodatabase formatındadır. Mevcut yazılımlar genellikle JDBC desteği ile belirli veri tabanlarına bağlanmaktadır. Bu yazılımlardan, DSİ veri setlerini RDF ile semantik referanslandırma için kullanımı oldukça yaygın olan D2RQ yazılımı seçilmiştir. D2RQ yazılımı, Oracle, MySQL, PostgreSQL, SQL Server, HSQLDB, Interbase/Firebird veri tabanlarına JDBC ve MS Access veri tabanına ODBC desteği ile bağlanmaktadır. D2RQ yazılımının, ODBC desteği ile sınırlı özellikleri kullanıldığı için JDBC ile bağlantı önerilmektedir. Bu nedenle mevcut veri setleri MySQL veri tabanına aktarılmıştır.

D2RQ yazılımı doğrudan RDF' ye eşleştirmeyi gerçekleştirmek için sanal ve salt okunur RDF çizgeleri aracılığı ile ilişkisel veri tabanlarına erişim sağlayan açık kaynak kodlu bir yazılımdır. D2RQ, verileri bir RDF deposuna kopyalamaksızın ilişkisel veri tabanlarının içeriğine erişim sağlamaktadır.

D2RQ yazılımı çalıştırılarak JDBC desteği ile MySQL veri tabanına bağlanılmıştır. D2RQ yazılımında <generate-mapping> komutu ile eşleştirme dosyası adı, kullanıcı bilgileri, veri tabanı adresi verilerek veri tabanının varsayılan eşleştirme dosyası otomatik olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan eşleştirme dosyası üzerinde metin editöründe kullanıcı tarafından gerekli değişiklikler yapılabilir. Bağlantılı veri setlerine referanslar varsayılan eşleştirme dosyası üzerinde kullanıcı tarafından eklenebilmektedir.

Eşleştirme dosyasının oluşturulmasının ardından komut satırında <d2r-server mapping.ttl> komutu ile server başlatılır ve web tarayıcısında <http://localhost:2020/> adresi ile açılır (Şekil 22). Otomatik olarak oluşturulan eşleştirme dosyası veri tabanının RDF' ye dönüştürüldüğü bir dosyadır. Yalnızca veri tabanında yer alan tablo ve özniteliklerin RDF dönüşümünü içermektedir. Örneğin baraj tablosunda yer alan ID sütunu için D2RQ eşleştirme dosyasındaki RDF tanımı şu şekildedir:

```
map:baraj_OBJECTID a d2rq:PropertyBridge;
    d2rq:belongsToClassMap map:baraj;
    d2rq:property vocab:baraj_OBJECTID;
    d2rq:propertyDefinitionLabel "baraj_OBJECTID";
    d2rq:column "baraj.OBJECTID";
    d2rq:datatype xsd:integer;
```



Şekil 22. D2R Server ile DSİ veri tabanının bağlantılı veri olarak yayınlanması

D2RQ tarafından otomatik olarak oluşturulan eşleştirme dosyası bağlantılı veri setlerine referansları içermemektedir. Gerekli bağlantılı veri setlerinin belirlenerek kullanıcı tarafından eşleştirme dosyası metin editöründe yeniden düzenlenmelidir. Eşleştirme dosyası D2RQ eşleştirme dili ile kodlanmıştır.

D2RQ eşleştirme dili, ilişkisel veri tabanı şeması ve RDFS kelime hazineleri veya OWL ontolojileri arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir bildirim dilidir. D2RQ eşleştirme dosyası Turtle sözdizimi ile yazılan bir RDF dokümanıdır. D2RQ, eşleştirme işleminin daha hızlı gerçekleştirilmesi için veri tabanı şemasından varsayılan eşleştirme dosyası üreten bir yazılımla (mapping tool) başlar. Eşleştirme dosyasının oluşturulmasının ardından bağlantılı veri setleri ile ilişkiler kullanıcı tarafından belirlenir ve gerekli değişiklikler yapılır. Yani eşleştirme dosyası içerisinde bağlantılı veri setlerine referanslar belirlenir ve bu referanslar, Turtle sözdiziminde D2RQ eşleştirme dili kullanılarak eşleştirme dosyası içerisinde referans verilecek yerlere kullanıcı tarafından eklenir. D2r-server tekrar çalıştırılarak eklenen referanslar ile birlikte eşleştirme dosyası tekrar çağrılır. Bu durumda DSİ bağlantılı verisi bağlantılı veri setlerine referanslandırılmış olarak yayınlanmış olacaktır.

DSİ varsayılan eşleştirme dosyası içerisinde sınıf ve öznitelik tanımları için foaf, rdf ve rdfs gibi bağlantılı veri setleri kullanılmıştır.

2.1.2. Yaklaşımın Olumlu ve Olumsuz Yönleri

RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımın olumlu olumsuz yönleri vardır ve burada bunlar açıklanacaktır.

Yaklaşımın Olumlu Yönleri

1. UKVA ortamında farklı kurum veri tabanlarını içeren sorgulamalar yapılabilir.
2. UKVA ortamında yer alacak olan kurum verilerinin servislerle (WFS) sunulmasına gerek yoktur.
3. Aynı veri tabanında yer alan tablolar arasındaki ilişkilerin bilinmesine gerek yoktur. Bağlantılı veri ile bu referanslar otomatik olarak oluşturulmaktadır.
4. UKVA' da kurum verilerinin bağlantılı veri olarak sunulması durumunda iş yükü azalmaktadır. Çünkü veriler ortak ulusal bir modelle ilişkilendirilmeksizin RDF olarak yayınlanmaktadır.
5. UKVA ortamında her kurumun, verilerini RDF olarak yayınladıkları varsayılırsa sorgulama sırasında sorgu içerisinde ilişkili olan ilgili tüm kurum verileri elde edilir. Çünkü kurum verilerinin RDF olarak yayınlanması sırasında referans verilen veri setleri sayesinde bu ilişkiler otomatik olarak bulunmaktadır.

6. Kurum verilerinin RDF olarak yayınlanması ile kurum verileri web üzerinde HTML, SPARQL ve Bağlantılı Veri olarak bulunabilir ve sorgulanabilir hale gelmektedir.

Yaklaşımın Olumsuz Yönleri

1. Kurum verilerinin bağlantılı veri setlerine referans vermek için bağlantılı veri setlerinin belirlenmesi ve bağlantılı veri setlerine referans verilecek ilişkilerin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekir.
2. Bağlantılı veri setlerine referansların oluşturulması için belirlenen bağlantılı veri setlerinin çizge veri yapısı bilinmelidir.
3. Yayınlanan veri setlerini sorgulamak için veri kaynağının (sunucu) ve veri kaynağının çizge veri yapısının (şema) bilinmesi gerekir.
4. Verilerin sorgulanması, elde edilmesi ve kullanılması durumunda iş yükü artmaktadır.
5. Kullanıcıların sorgulama yapabilmesi için RDF, RDF çizge veri yapısı, SPARQL, GEOSPARQL gibi konularda deneyim sahibi olmaları gerekmektedir.
6. UKVA ortamında ortak anlama sahip kurum verilerinin bulunabilir olması ancak aynı referans veri setlerine referans verilmesi ile mümkündür.

2.1.3. UKVA Ortamında Gerçekleştirilebilecek Sorgular

Bağlantılı veri olarak yayınlanan DSİ verileri üzerinde farklı sorgular gerçekleştirilecektir.

a) Herhangi bir tabloda yer alan öznitelik değerine göre sorgulama

S1- “Artvin ilindeki barajları listele”

Snoql: Exploring http://localhost:2020/sparql

SPARQL:

```

PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX map: <http://localhost:2020/resource/#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX vocab: <http://localhost:2020/resource/vocab/>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>

SELECT *
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
          vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
          vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
          vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI "Artvin";
}

```

Results:

Browse:

- [Classes](#)
- [Properties](#)

SPARQL results:

resource	name	akarsuyu	ili
db:dsi_barajgolet/296	"Artvin Brj"	"Çoruh"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/506	"Ürünli Glt"	" "	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/849	"Çamlıca Brj"	"Kapistre"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/884	"Bayram Brj"	"Berta"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/885	"Bağlık - Karcıl Brj"	"Berta"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/1046	"Muratlı Brj"	"Çoruh"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/1047	"Borçka Brj"	"Çoruh"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/1048	"Deriner Brj"	"Çoruh"	"Artvin"
db:dsi_barajgolet/1591	"Yusufeli Brj"	"Çoruh"	"Artvin"

Powered by [D2R Server](#)

Şekil 23. S1 için SPARQL sorgusu ve sonuçları

```

SELECT*
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
          vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
          vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
          vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI "Artvin";
}

```

(3)

b) Birden fazla değer alan özniteliklere göre sorgulama

S2-“Amacı elektrik üretimi ve taşkın koruma olan tüm barajları listele”

Snoql: Exploring http://localhost:2020/sparql

```

SPARQL:
PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX map: <http://localhost:2020/resource/#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX vocab: <http://localhost:2020/resource/vocab/>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>

SELECT *
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
vocab:dsi_barajgolet_DSI_BOLGE ?dsibölge;
vocab:dsi_barajgolet_GOVDE_DOLG ?gövdedolgu;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI ?amacı;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI "ET";
}

```

Results:

SPARQL results:

resource	name	akarsuyu	ili	dsibölge	gövdedolgu	amacı
db:dsi_barajgolet/185	"Hirfanlı Brj"	"Kızılırmak"	"Kirsehir"	"12"	"Kaya"	"ET"
db:dsi_barajgolet/204	"Çamlığöze Brj"	"Kelkit"	"Sivas"	"19"	"Toprak-kay"	"ET"
db:dsi_barajgolet/637	"Kayraktepe Brj"	"Göksu"	"Içel"	"6"	"Kaya"	"ET"
db:dsi_barajgolet/1119	"Köprübasi Brj"	"Devrek"	"Bolu"	"23"	"Kaya"	"ET"
db:dsi_barajgolet/1129	"Çatalan Brj"	"Seyhan"	"Adana"	"6"	"Toprak"	"ET"
db:dsi_barajgolet/1553	"Karkamis Brj."	"Firat"	"Sanliurfa"	"15"	"Beton-topr"	"ET"
db:dsi_barajgolet/1589	"Yedigöze Brj"	"Seyhan"	"Adana"	"6"	"Kaya"	"ET"

Powered by D2R Server

Şekil 24. S2 için SPARQL sorgusu ve sonuçları

```

SELECT*
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
vocab:dsi_barajgolet_DSI_BOLGE ?dsibölge;
vocab:dsi_barajgolet_GOVDE_DOLG ?gövdedolgu;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI ?amacı;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI "ET";
}

```

(4)

- c) Herhangi bir öznitelik değerinin belirli bir değer üzerinde olduğu sorgulama
S3-“Kurulu gücü 300 GW üzerinde olan tüm barajları listele”

Snorql: Exploring http://localhost:2020/sparql

SPARQL:

```

PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX map: <http://localhost:2020/resource/#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX vocab: <http://localhost:2020/resource/vocab/>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>

SELECT *
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
  vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
  vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
  vocab:dsi_barajgolet_DSI_BOLGE ?dsibölge;
  vocab:dsi_barajgolet_KURULU_GUC ?kurulugüç.
FILTER (?kurulugüç > 300)}

```

Results: Browse Go! Reset

SPARQL results:

resource	name	akarsuyu	ili	dsibölge	kurulugüç
db:dsi_barajgolet/30	"Boyabat-Kepez Brj"	"Kizilirmak"	"Sinop"	"7"	513.0E0
db:dsi_barajgolet/166	"Altinkaya Brj"	"Kizilirmak"	"Samsun"	"7"	700.0E0
db:dsi_barajgolet/296	"Artvin Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"26"	332.0E0
db:dsi_barajgolet/358	"Berke Brj"	"Ceyhan"	"K. Maras"	"6"	510.0E0
db:dsi_barajgolet/456	"Ilisu Brj"	"Dicle"	"Diyarbakir"	"10"	1200.0E0
db:dsi_barajgolet/547	"Birecik Brj."	"Firat"	"S. Urfa"	"15"	672.0E0
db:dsi_barajgolet/548	"Atatürk Brj."	"Firat"	"Adiyaman"	"15"	2400.0E0
db:dsi_barajgolet/637	"Kayraktepe Brj"	"Göksu"	"Içel"	"6"	421.0E0
db:dsi_barajgolet/896	"Keban Brj"	"Firat"	"Elazig"	"9"	1330.0E0
db:dsi_barajgolet/1048	"Deriner Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"26"	670.0E0
db:dsi_barajgolet/1128	"Karakaya Brj."	"Firat"	"Diyarbakir"	"10"	1800.0E0
db:dsi_barajgolet/1165	"Oymapinar Brj."	"Manavgat"	"Antalya"	"13"	540.0E0
db:dsi_barajgolet/1282	"Hasan Ugurlu Brj"	"Yesilirmak"	"Ordu"	"7"	500.0E0
db:dsi_barajgolet/1591	"Yusufeli Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"26"	540.0E0

Powered by [D2R Server](#)

Şekil 25. S3 için SPARQL sorgusu ve sonuçları

```

SELECT*
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
  vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
  vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
  vocab:dsi_barajgolet_DSI_BOLGE ?dsibölge;
  vocab:dsi_barajgolet_KURULU_GUC ?kurulugüç.
FILTER (?kurulugüç>300)
}

```

(5)

- d) Seçilen veri seti içinde farklı tabloları içeren sorgulama
S4-“Çoruh havzasında yer alan bütün barajları listele”

SPARQL:

```

PREFIX db: <http://localhost:2020/resource/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX map: <http://localhost:2020/resource/#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX vocab: <http://localhost:2020/resource/vocab/>

SELECT * WHERE {
?resource foaf:name ?adı;
vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI ?amacı;
vocab:dsi_barajgolet_DSI_HAVZA ?havzano.
?havzano vocab:dsi_havzalar_HAVZA_AD ?havzaadı;
vocab:dsi_havzalar_HAVZA_AD "Çoruh Havzasi".
}

```

Results: Browse Go! Reset

Browse:

- [Classes](#)
- [Properties](#)

SPARQL results:

resource	adı	akarsuyu	ili	amacı	havzano	havzaadı
db.dsi_barajgolet/3	"Kirkartepe Brj"	"Haho"	"Bayburt"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/89	"Laleli Brj"	"Çoruh"	"Erzurum"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/260	"Tortum I Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/296	"Artvin Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/302	"Sehitler Brj"	"Karapinar Deresi"	"Erzurum"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/497	"Turali Glt"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/506	"Ürünlü Glt"	" "	"Artvin"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/508	"Kapakaya Glt"	" "	"Erzurum"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/595	"İspir Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/596	"Güllübag Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/597	"Aksu Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/598	"Arkun Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/599	"Ovet Glt"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/600	"Ayvalı Brj"	" "	"Erzurum"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/803	"Demirözü Brj"	"Lori"	"Bayburt"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/884	"Bayram Brj"	"Berta"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/885	"Baglik - Karcali Brj"	"Berta"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1046	"Muratlı Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1047	"Borçka Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1048	"Deriner Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1239	"Salyazi Glt"	" "	"Gümüşhane"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1240	"Kitre Glt"	" "	"Bayburt"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1241	"Berne Brj"	" "	"Bayburt"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1242	"Tat Glt"	" "	"Bayburt"	" "	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1451	"Pazaryolu Brj"	"Degirmen"	"Erzurum"	"S"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"
db.dsi_barajgolet/1591	"Yusufeli Brj"	"Çoruh"	"Artvin"	"E"	db.dsi_havzalar/24	"Çoruh Havzasi"

Şekil 26. S4 için SPARQL sorgusu ve sonuçları

```

SELECT*
WHERE {
?resource foaf:name ?name;
vocab:dsi_barajgolet_AKARSUYU ?akarsuyu;
vocab:dsi_barajgolet_BARAJ_ILI ?ili;
vocab:dsi_barajgolet_AMACI ?amacı;
vocab:dsi_barajgolet_DSI_HAVZA ?havzano.
?havzano vocab:dsi_havzalar_HAVZA_AD ?havzaadı;
vocab:dsi_havzalar_HAVZA_AD "Çoruh Havzasi".
}

```

(6)

e) Bağlantılı veriler ile konumsal ilişkilere göre sorgulama

S5- “Baraj göl suları altında kalacak olan taşınmaz malları listele”

DSİ ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) bağlantılı verileri arasında konumsal ilişkilere göre sorgulama yapılabilmesi için kurum şemalarında yer alan geometri tiplerinin ve detayların semantik olarak referanslandırılması gerekir. Bunun için OGC tarafından GeoSPARQL standardı geliştirilmiştir ve gerekli şemalar oluşturulmuştur. OGC GeoSPARQL standardı Semantik Web üzerinde konumsal veriyi ifade etmek ve sorgulamak için geliştirilmiştir. GeoSPARQL, RDF ile konumsal veriyi ifade etmek için bir şema tanımlar ve konumsal veriyi tanımlamak için SPARQL’ in genişletilmiş halidir. Kurum şemalarından geliştirilen bu şemalara gerekli referansların oluşturulmasının ardından bu sorgulama gerçekleştirilir.

Kadastro parseli sınıfının GeoSPARQL ile referanslandırılması için aşağıdaki ifadelerin eşleştirme dosyasına eklenmesi gerekir.

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>

PREFIX geo: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>

PREFIX tkgm: <http://www.tkgm.gov.tr/ont/tkgm#>

...

tkgm:CadastralParcel a owl:class;

rdfs:subclassof geo:Feature

geo:hasGeometry geo:Polygon; geo:asGML

...

(7)

ifadesi ile TKGM şemasında yer alan “CadastralParcel” sınıfı GeoSPARQL şemasındaki “Feature” sınıfı ile ilişkilendirilmiş olur. Diğer bir deyişle TKGM şeması GeoSPARQL şeması ile referanslandırılmış olur. Benzer referanslandırma DSİ baraj sınıfı için de yapılabilir. S5 için GeoSPARQL sorgusu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

PREFIX geo: < <http://www.opengis.net/ont/geosparql#> >

SELECT ?cp, ?area, ?owner, ?share

WHERE{


```

?cp rdf:type CadastralParcel.
?cp geo:hasGeometry ?gcp.
?gcp geo:asGML ?gcpGML.
?brj rdf:type Dam.
?brj geo:hasGeometry ?gd.
?gd geo:asGML ?gdGML.
FILTER (geo:intersects (?gcpGML, ?gdGML))}

```

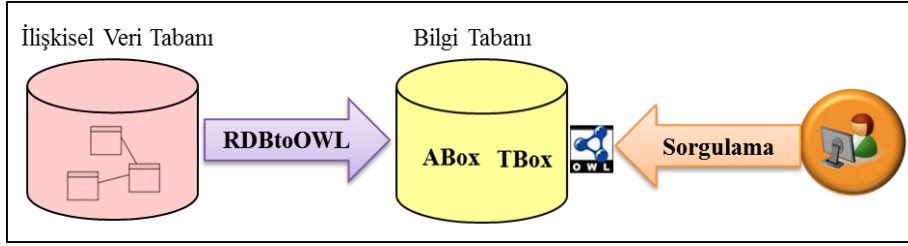
(8)

2.2. OWL ile Semantik Referanslandırma (OWL Annotation)

İlişkisel veri tabanlarını OWL' ye dönüştürmek için farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan bazıları R2O (Barrasa Gómez-Pérez 2006), D2OMapper (Xu vd., 2006), DB2OWL (Cullot vd., 2007), RDB2OWL (Būmans ve Čerāns 2010), DB2OWL (Gherabi vd., 2012)' dir. Green vd., (2008) ilişkisel veri tabanlarındaki konumsal verinin uyumu için veri ontolojileri, alan ontolojileri ve uygulama ontolojilerini içeren bir yaklaşım önermiştir. Mevcut yaklaşımlarda genellikle şema düzeyinde eşleştirme gerçekleştirilmektedir.

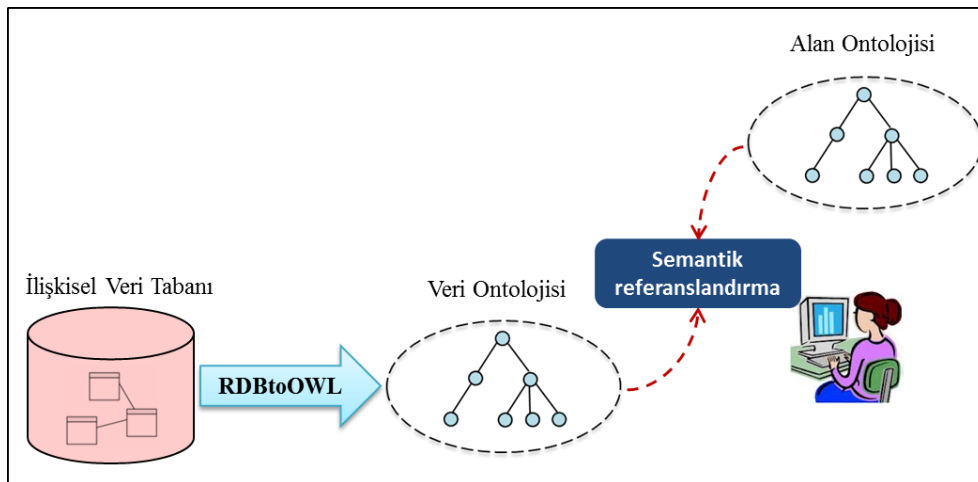
OWL, RDF ve RDFS kelime hazinelerine ek olarak Bölüm 1.6.3 Tablo 5'te görüldüğü gibi daha kapsamlı bir kelime hazinesine sahiptir. OWL' nin RDF ve RDFS' e üstünlüğü sahip olduğu kelime hazinesinden kaynaklanmaktadır. OWL kelime hazinesi kullanılarak yeni ilişki ve aksiyomlar tanımlamaya gerek kalmaksızın mevcut ilişkiler ve aksiyomlar kullanılarak çıkarsama ile yeni ilişkiler ve aksiyomlar elde edilebilir. Örneğin; “Riverowl:disjointWithDam” ifadesi ile Nehir sınıfı, Baraj sınıfı ile ayrı olarak tanımlanmaktadır. Bu aksiyom ile Nehir sınıfının bireyleri Baraj sınıfına, Baraj sınıfının bireylerinin ise Nehir sınıfına ait olamayacağı ifade edilmektedir. “RiverflowsIntoSea” aksiyomunun mevcut olduğu varsayılırsa ve “flowsInto owl:inverseOf feedsFrom” ifadesi kullanılarak bir denizi besleyen tüm akarsular çıkarsama sonucunda elde edilebilir. “RiverconnectsToRiver” aksiyomu ile nehrin nehrele bağlandığı ifade edilmektedir. Mevcut aksiyomun “DicleRiverconnectsToFıratRiver” olduğu varsayılırsa ve “connectsTo a owl:symmetricProperty” ifade edilmesi durumunda “FıratRiverconnectsToDicleRiver” ifadesi çıkarsama sonucunda elde edilecektir. Kullanılan OWL ifadeleri RDF ve RDFS kelime hazinelerinde yer almadığı için bahsedilen çıkarsamalar RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımı ile gerçekleştirilemez.

RDB2OWL dönüşümünde, ilişkisel veri tabanı tablosu OWL sınıfına, ilişkisel veri tabanı özneliği OWL veri tipi özelliğine ve ilişkisel veri tabanı yabancı anahtarları OWL nesne özelliğine dönüştürülür. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında ilişkisel veri tabanı bilgi tabanına aktarılır (Şekil 27).



Şekil 27. İlişkisel veri tabanı OWL dönüşümü

Veri ontolojisi mevcut alan ontolojisi ile ya da yeniden oluşturulan bir alan ontolojisi ile ilişkilendirilir. Bu ilişkilendirme işlemi “Semantik Referanslandırma” olarak adlandırılır ve ontoloji mühendisi ve alan uzmanlarının işbirliği ile gerçekleştirilir. Semantik Referanslandırma için gerekli olan ontolojilerin kapsamını veri ontolojisinde yer alan kavramlar ve gerçekleştirilecek olan uygulama senaryoları belirleyecektir. Semantik Referanslandırma sayesinde alan ontolojisindeki ilişkiler kullanılarak veri ontolojisi sınıfları arasında çıkarsama gerçekleştirilir. Veriler ya bilgi tabanına aktarılır ya da veri ontolojisi elde edilir ve veriler ilişkisel veri tabanında kalır. Tez kapsamında veri tabanı bilgi tabanına aktarılarak uygulama gerçekleştirilecektir (Şekil 28).



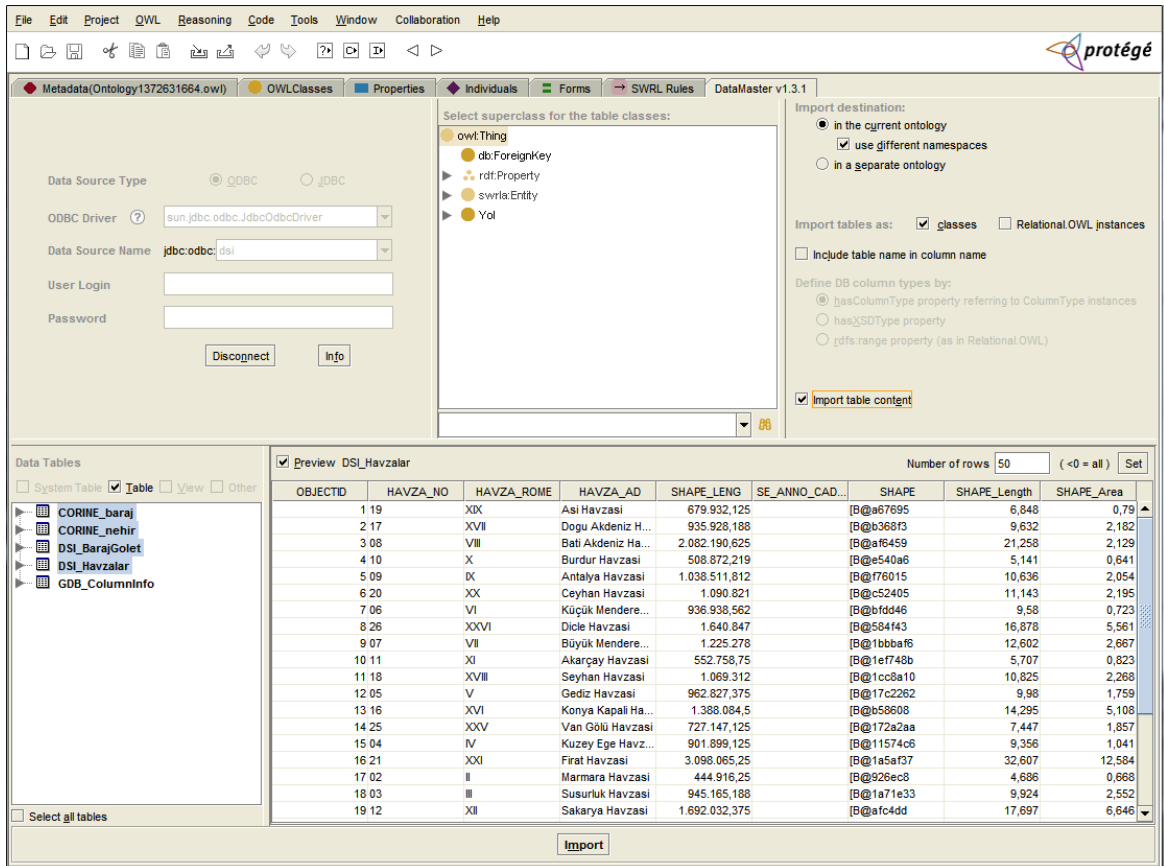
Şekil 28. OWL ile semantik referanslandırma (Klien 2008)’den değiştirilmiştir.

2.2.1. Kullanılan Veri ve Araçlar

OWL ile semantik referanslandırma için öncelikle veri ontolojilerinin oluşturulması gerekir. Veri ontolojileri, ilişkisel verilerin bilgi tabanına aktarılması ile otomatik olarak oluşturulur. Protégé ontoloji editörü JDBC/ODBC ile ilişkisel veri tabanlarına bağlanarak verilerin Protégé bilgi tabanına aktarılmasını sağlar.

Protégé DataMaster ara yüzü ile DSİ ve TKGM ilişkisel veri tabanları Protégé bilgi tabanına aktararak veri ontolojileri otomatik olarak oluşturulur (Şekil 29). Veri ontolojilerinin oluşturulması ile ilişkisel veri tabanında yer alan veriler Abox ve Tbox içeren bilgi tabanına aktarılmıştır.

Veri ontolojilerinin oluşturulmasının ardından veri ontolojileri alan ontolojileri ile ilişkilendirilir. SWRL kuralları aracılığı ile mevcut OWL aksiyomları ve ilişkileri kullanılarak yeni OWL aksiyomları ve ilişkileri tanımlanır. SWRL kurallarının oluşturulmasının ardından Jess kural motoru çalıştırılarak kural tabanlı çıkarsama sağlanır.



Şekil 29. Protégé ontoloji editörü ile ilişkisel veri tabanlarını bilgi tabanına aktarma

2.2.2. Yaklaşımın Olumlu ve Olumsuz Yönleri

OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımının olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Yaklaşımın olumlu olumsuz yönleri aşağıda açıklanacaktır.

Yaklaşımın Olumlu Yönleri

1- Veri ontolojisi otomatik olarak elde edilir ve sınıf bireyleri ve veri özellikleri otomatik olarak oluşturulur.

2- Ontoloji içerisinde mevcut sınıflar ve ilişkiler kullanılarak OWL kelime hazinesi yardımıyla yeni gerçekler çıkarsama yoluyla elde edilir.

3- SWRL kuralları ile yeni sınıflar ve ilişkiler oluşturulur. SWRL kurallarını sağlayan bireyler sorgu tanımına göre ilgili sınıfın bireyleri olarak atanır.

4- OWL, SWRL ve çıkarsama motoru sayesinde çıkarsama gerçekleştirilir.

5- OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında OWL kelime hazinesinin kullanılması, mevcut ilişkilerden elde edilebilecek ilişkilerin yeniden aksiyoym tanımlamaksızın çıkarsama ile elde edilmesini sağlar.

6- OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında OWL kelime hazinesi ile verilerin ve bilgilerin doğruluğunun kontrolü sağlanmaktadır.

Yaklaşımın Olumsuz Yönleri

1- OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında verilerin bilgi tabanına aktarıldığı durumda performans problemi ortaya çıkabilir.

2- Çıkarsama için mevcut aksiyoym ve ilişkiler kullanılarak yeni kuralların tanımlanması gerekir. OWL kelime hazinesi, SWRL kuralları ve çıkarsama motorları hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.

3- UKVA' da yer alacak kurumların veri ontolojileri oluşturulmalı ve veri ontolojileri alan ontolojileri ilişkilendirilmelidir. Farklı alanları içeren veri tabanlarının semantik olarak referanslandırılması için ortak modele ihtiyaç vardır. Farklı alan uzmanlarının katılımıyla UKVA' da gerçekleştirilecek bütün uygulama senaryolarına ve kurum veri ontolojilerine göre alan ontolojilerinin oluşturulması gerekir. Bu konu Bölüm 2.5'te ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

4- OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında verilerin yayınlanması durumunda yani veri ontolojilerinin üst düzey ve alan ontolojileri ile ilişkilendirilmesi durumunda iş yükü artmaktadır. Buna karşılık verilerin sorgulanması, elde edilmesi ve yeniden kullanılması durumunda iş yükü azalmaktadır.

2.2.3. UKVA Ortamında Gerçekleştirilebilecek Sorgular

“Baraj göl suları altında kalacak olan taşınmaz malları listele” sorgusunun OWL semantik referanslandırma yaklaşımı ile gerçekleştirimi yapılacak ve sonuçlar incelenecektir.

RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımı ile karşılaştırma yapmak ve kurumların bağlantılı verilerini kullanarak uygulama gerçekleştirmek için veri ontolojilerini oluşturmak yerine S5’i gerçekleştirmek için gerekli bağlantılı verilerin Protégé bilgi tabanına aktarıldığı varsayılmaktadır. S5’in gerçekleştirilmesi için öncelikle SPARQL sorgularının gerçekleştirilerek sonuçların elde edilmesi gerekir.

```
PREFIX rdfs: http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#
```

```
PREFIX pos: <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#>
```

```
PREFIX gn: <http://www.geonames.org/#>
```

```
SELECT ?brj , ?lat, ?long
```

```
WHERE{ ?brj a gn:dam.
```

```
      ?brj gn:name “Deriner Barajı”.
```

```
      ?brj pos:lat ?lat.
```

```
      ?brj pos:lon ?lon.}
```

(9)

ifadesi ile DSİ bağlantılı verisi üzerinde baraj adına göre baraj konumu elde edilir. Sorgu sonucunda elde edilen Deriner Barajı koordinatına göre belirlenen BoundingBox koordinatları içerisinde kalan taşınmaz malların sorgulanması için;

```
PREFIX geo: < http://www.opengis.net/ont/geosparql#>
```

```
PREFIX ex: <http://www.ktu.ed.tr/gulten/example#>
```

```
SELECT ?cp
```

```
WHERE {
```

```
  ?cp a ex:CadasralParcel.
```

```
  ?cp hasGeometry ?gGML.
```

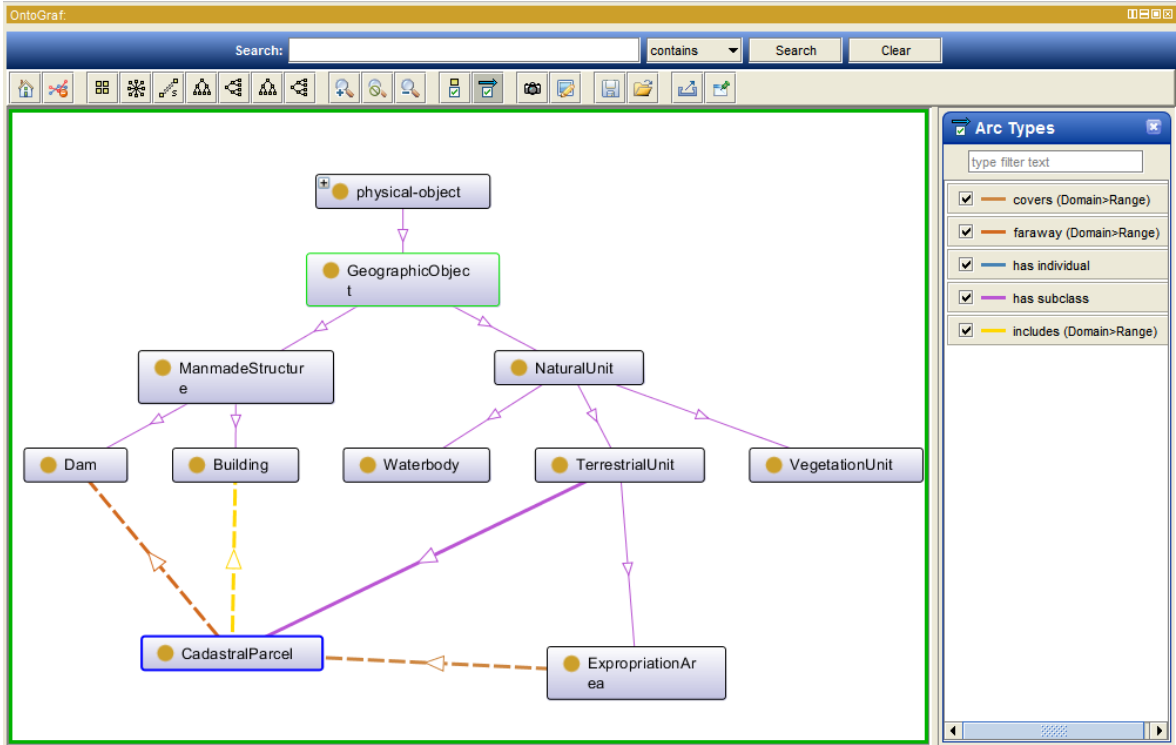
```
  ?gGML a geo:Polygon; geo:asGML.
```

```
  FILTER (geo:sfwithin (?gGML, “POLYGON ((lat1 lon1, lat2 lon2, lat3 lon3, lat4 lon4, lat1 lon1))”^^ geo:gmlLiteral))
```

(10)

ifadesi kullanılır.

Kurum verilerinin bağlantılı veriler olarak elde edilmesinin ardından kullanıcının bu uygulamayı gerçekleştirmesi için DSİ ve TKGM verilerini ortak bir modelle ilişkilendirmesi gerekir.



Şekil 30. DSİ ve TKGM veri ontolojilerinin alan ontolojileri ile referanslandırılması

$$\text{CadastralParcel}(?c)^{\wedge}\text{Dam}(?d)^{\wedge}\text{faraway}(?c,?d)^{\wedge}\text{hasElevation}(?c,?cElv)^{\wedge}\text{hasElevation}(?d,?dElv)^{\wedge}\text{swrlb:subtract}(?difElv,?cElv,?dElv)^{\wedge}\text{swrlb:lessThan}(270,difElv) \Rightarrow \text{ExpropriationArea}$$
 (11)

ifadesine göre kadastro parselleri nokta geometrisi ile tanımlanan baraj konumuna belirli bir uzaklıktadır ve kadastro parsellerinin ve baraj kret kotunun (projede belirlenen yükseklik) yükseklik farkının 270 m den az olan tüm kadastro parselleri kamulaştırma alanı sınıfının bireyi olarak atanır. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında kural tabanlı çıkarsama gerçekleştirilebilir ve çıkarsama sonucu elde edilen bireyler bir sınıf oluşturur. Ayrıca ontolojide “Kadastro Parselleri” sınıfı “Bina” sınıfı ile ilişkilidir. Çıkarsama sonucunda “Kamulaştırma Alanı” sınıfında yer alan kadastro parselleri eğer

varsa üzerindeki bina ile ilişkilendirilir. Bağlantılı veri ile böyle bir çıkarsama söz konusu değildir. Bu verinin kullanıcıya sunulması ancak kullanıcının kadastro parselleri ve bina ilişkisini içeren bir sorgu yapması ile mümkündür.

S6- “Türkiye’de genişliği 10 m den daha büyük genişliğe sahip yolları listele”

S6’yı gerçekleştirmek için yol verisi sunan tüm kurumların veri ontolojileri oluşturulmalıdır ve alan ontolojileri ile referanslandırılmalıdır.

$$10\text{mdenGenisYollar}(?x)=\text{Yol}(?x)^{\text{db:genislik}(?x,?y)^{\text{swrlb:greaterThan}(?y,10)} \quad (12)$$

S7- “Türkiye’de kesişen tüm yolları listele”

$$\text{KesisenYollar}(?x)=\text{Yol}(?x)^{\text{spatialswrlb:Intersection}(?x,?x)} \quad (13)$$

S8- “Baraj yapımına yasak alanları listele”

$$\text{BarajYapımınaYasakAlan}(?x)=\text{KorunanAlan}(?x)^{\text{Nehir}(?y)^{\text{spatialswrlb:Buffer}(?y,50,z)^{\text{spatialswrlb:Intersection}(?z,?x,?res)} \quad (14)$$

S7 ve S8 konumsal ilişkiler içerdiği için Protégé ontoloji editöründe çıkarsama sonucu elde edilememiştir. Çünkü SWRL konumsal operasyon kuralları ilk örnek olarak geliştirilmiş olup “SpatialSWRL” (Karmacharya vd., 2010) ontolojisi henüz kullanıma sunulmamıştır. “SpatialSWRL” ontolojisinin kullanılabilir olduğu varsayılarak SWRL kuralları yazılmıştır ve bu SWRL kurallarının yürütülmesi için gerekli olan veri ontolojileri, alan ontolojileri ve üst düzey ontoloji ile referanslandırılmıştır. “SpatialSWRL” ontolojisi gelişim aşamasındadır. “SpatialSWRL” ontolojisi ve Protégé SpatialSWRL ara yüzü yakın gelecekte kullanıma sunulacağı ifade edilmektedir (Karmacharya vd., 2010).

2.3. UKVA’da Gerçekleştirilecek Sorguları Dağıtık Veri Tabanları, Portal ve Semantik Portal Üzerinden Yapmak

RDF ve OWL referanslandırma ile gerçekleştirilen sorgular mevcut durumda UKVA ortamında geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde, UKVA ortamında

gerçekleştirilecek sorguların dağıtık veri tabanları üzerinden ve mevcut portal üzerinden yapılması sırasında karşılaşılan sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sorunların RDF ve OWL ile referanslandırma yaklaşımları ile çözüme kavuşturulacağı ortaya konmuştur ve örnek bir sorgunun “Semantik Portal” üzerinden nasıl gerçekleştirileceği aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Sorguları Dağıtık Veri Tabanları Üzerinden Yapmak

Dağıtık veri tabanlarında kurum şemaları birbirinden farklıdır ve bu farklılık sorgulama ve veri transferi için önemli bir problemdir. Dağıtık veri tabanları üzerinden sorgu yapabilmek için veri tabanı şemalarının bilinmesi gereklidir. Veri tabanlarının fazlalığı ve şemaların farklılığı göz önüne alınırsa, kullanıcı şemaların içeriğini yorumlamakta zorlanabilir. Ayrıca her bir kurum veri tabanında tablolar arasındaki yabancı anahtarlar bilinmelidir. Verilerin ve tabloların fazlalığı dikkate alınırsa kullanıcının hangi tablolar arasında hangi ilişkilerin olduğunu ve tablolar arasındaki yabancı anahtarları aklında tutması beklenemez. Dağıtık veri tabanları üzerinde sorgulama ve veri transferi işlemleri için dağıtık veri tabanları arasında veri tabanı bütünlüğünün (database integrity) sağlanması gerekir. Buda ancak farklı veri tabanı şemaları arasında öncelikle eşleştirmelerin belirlenmesi ile mümkündür.

Bölüm 2.1’ de verilen S3’ü, dağıtık veri tabanları üzerinden gerçekleştirmek için her bir DSİ Bölge Müdürlüğü şemasının bilinmesi gerekir. Tüm veri tabanlarında baraj tablosunda kurulu gücün 300 GW üzerinde olan barajlar sorgulanır ve sonuçlar birleştirilir.

S4, DSİ_BarajGolet ve DSİ_Havzalar tabloları üzerinden gerçekleştirilmektedir. Öncelikle Çoruh Havzası içerisinde sorumlu DSİ Bölge Müdürlüklerinin belirlenmesi gerekir. Her bir bölge müdürlüğü veri tabanı içerisinde tablolar arasında DSİ_BarajGolet/DSİ_HAVZA ve DSİ_Havzalar/HAVZA_NO ilişkisi kurularak sorgulama yapılır ve sonuçlar birleştirilir.

Dağıtık veri tabanları üzerinde S3 ve S4 gibi veri tabanı bütünlüğü gerektiren sorguların gerçekleştirilmesi, veri tabanı şemaları arasında “anlam” olarak benzer olan eşleştirmelerin belirlenmesini gerektirir. Mevcut durumda dağıtık veri tabanları üzerinden yapılan sorgulamalarda bu eşleştirmeler kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Bu eşleştirmelerin otomatik olarak gerçekleştirilmesi ancak dağıtık veri tabanları arasında semantik tutarlılığın sağlanması ile mümkün olacaktır.

2.3.2. Sorguları Mevcut Portal Mimarisinde Yapmak

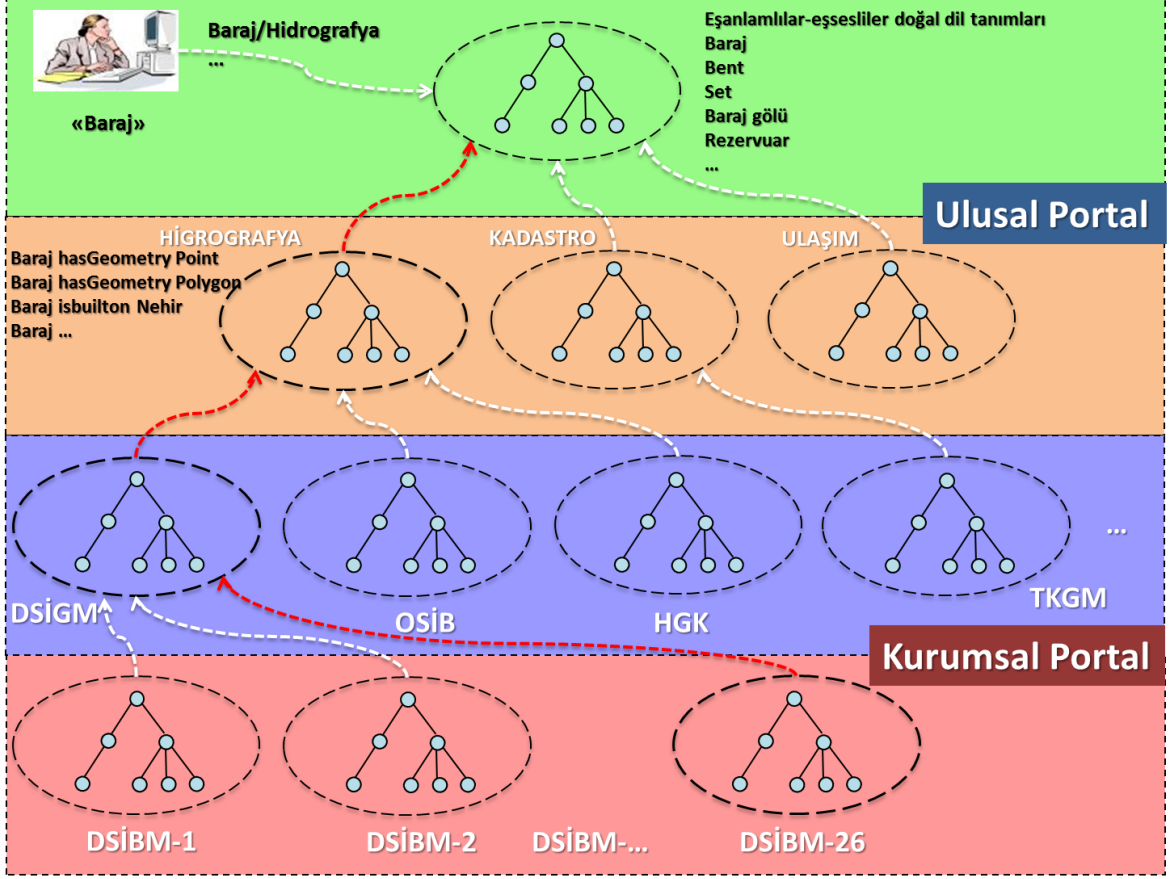
Mevcut portal mimarisinde kullanıcılar sorgularını anahtar kelime tabanlı olarak gerçekleştirmektedir. Arama sonucunda anahtar kelimeyi içeren çok sayıda veri kaynağı kullanıcıya döndürülmektedir. Anahtar kelime tabanlı aramalar, aynı anlama sahip farklı kavramları kullanan veri kaynaklarını devre dışı bırakmaktadır. Ayrıca anahtar kelimeyi içeren farklı alanlardaki veri kaynaklarını sonuç olarak döndürmektedir. Anahtar kelimelerin eşanlamlıları, eş seslileri ve anahtar kelimenin diğer kelimelerle olan ilişkileri dikkate alınmaksızın yapılan arama sonucunda gereksiz sonuçlar listelenmektedir.

Dağıtık veri tabanları ve portal üzerinden yapılan aramalarda; Sözdizimsel farklılık (veri tabanı şemaları arasında), Yapısal farklılık (farklı dönüşüm formatları arasında) ve Anlamsal farklılık (farklı alanlar arasında) nedeniyle problemlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Sözdizimsel ve anlamsal farklılıktan kaynaklanan problemler semantik referanslandırma yaklaşımları ile giderilebilir.

2.3.3. Semantik Portal Üzerinde Arama Yapmak

Dağıtık veri tabanları üzerinden ve mevcut portal üzerinden yapılan aramalarda karşılaşılan problemler RDF ve OWL semantik referanslandırma ile aşılabilir. Mevcut portal üzerinde verilere yalnızca insanlar tarafından erişilebilir. UKVA ortamında kurum veri tabanlarının ontolojilerinin oluşturulduğu ve alan ontolojileri ile ilişkilendirildiği varsayılırsa kullanıcı anahtar kelimesine göre ilgili alan ontolojisinde arama yapma imkânına sahip olacaktır. Semantik portal ortamında veri tabanı şemaları ve veriler yazılımlar tarafından anlaşılabilir duruma getirilmiş olacaktır. Kullanıcıya çok sayıda alan ontolojisi içerisinde gezinme, kavram ve ilişkilere göre arama yapma imkânı sunulacaktır. Kullanıcı anahtar kelimesini belirledikten sonra ilgili anahtar kelimenin bütün alan ontolojilerinde eşanlamlısı ve eş seslisi doğal dil tanımları ile birlikte kullanıcıya döndürülür. Kullanıcının ilgilendiği kavramı belirlemesinin ardından ilgili alan ontolojisine yönlendirilir ve belirlenen kavram ile ontoloji içerisinde ilişkili olan kavramlar ilişkileri ile birlikte kullanıcıya sunulur. Kullanıcı istediği ilişkiye sahip veriye bu şekilde ulaşabilir. Mevcut portal aramasında belirli bir sınıflandırmaya göre arama yapılabilirken semantik portal ortamında kurumlar veri ontolojilerini kavramlar, ilişkiler ve sınıflandırmalarla genişletebildikleri için semantik arama gerçekleştirilmektedir.

RDF ve OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımı ile anahtar kelimeler anlamlarına göre ilişkilendirildiği için ve yazılımlar tarafından okunabilir hale geldiği için verinin ve bilginin bulunabilirliği artmaktadır.



Şekil 31. Önerilen semantik konumsal portal mimarisi

Portal mimarisinde arama sonucu çok sayıda veri kaynağı döndürülür. Buradaki ana problem anahtar kelimeye dayalı arama sonucu, kullanıcıya ilgisiz veri kaynaklarının döndürülmesidir. Ontolojilerle kullanıcının ilgilendiği alandaki kavramlar ve öznitelikleri belirlemesi sağlanır. Semantik Portal, sunulan tüm veri kaynaklarının ontolojilerini içereceği için kullanıcı, veri kaynakları ontolojilerinin referans verdiği alan ontolojileri üzerinde arama yapabilecektir. Anahtar kelimenin alanı, üst ve alt sınıfı, eş anlamlısı ve öznitelikleri veya ilişkili olduğu kavramlar gibi bilgiler kullanıcıya sunulacağı için istenilen bilgilere en yakın sonuçların döndürülmesi sağlanır.

Dağıtık veri tabanları, mevcut portal ve bağlantılı veri üzerinde yapılan aramalarda veri kaynağının sunucusunun ve şemasının bilinmesi gerekmektedir. Şekil 31’de önerilen

semantik portal ortamında buna gerek kalmaksızın alan ontolojileri üzerinden sorgulama yapılması sağlanacaktır. Buna karşılık kurum veri ontolojileri ve alan ontolojileri arasındaki ilişkilerin bir defaya mahsus olarak belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin, kullanıcının Türkiye’de genişliği 20 m den büyük olan yolların içinde uluslararası ulaşım ağında olan yolları öğrenmek istediğini varsayalım. Dağıtık veri tabanı ortamında bu sorguyu gerçekleştirmek için yol verisi sunan tüm kurumların sunucusunun ve şemasının bilinmesi gerekir. Genişliği 20 m den büyük olan yolları sorgulayıp uluslararası ulaşım ağında olup olmadığını sorgulaması gerekir. Bu durumda yol verisi sunan her kurumun veri tabanı şemasında uluslararası ulaşım ağına ait bilgi olmayabilir. Semantik portal ortamında kullanıcı bu sorgusunu yol verisi sunan kurum sunucularını ve şemalarını bilmeye ihtiyaç duymaksızın alan ontolojisi üzerinden tek bir sorgu ile gerçekleştirecektir. Acil durum yönetimi sırasında gerçekleştirilecek uygulamalar dikkate alınırse ontoloji tabanlı arama yapmanın anlamı çok daha iyi anlaşılacaktır.

2.4. Ontoloji Seçimi

UKVA ortamında kurumların semantik tanımlarını oluşturmak için ontolojilere ihtiyaç vardır. Ontolojilerin geliştirilmesi için “yeni baştan ontoloji geliştirme” ve “mevcut ontolojilerin yeniden kullanımı ile ontoloji geliştirme” olmak üzere iki yaklaşım söz konusudur. UKVA ortamında gerçekleştirilecek semantik uygulamalar için gerekli ontolojilerin yeni baştan mı geliştirileceği veya mevcut ontolojilerin mi kullanılması gerektiği belirlenmeye çalışılacaktır. Bunun için Harita Genel Komutanlığı (HGK) Karayolu Şeması ve INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) Road Transport Network (RTN) GML Uygulama şeması arasında semantik eşleştirme gerçekleştirilecektir.

Uygulama senaryosu için UKVA’ da yer alacak temel kurumlardan birisi olan HGK seçilmiştir. SWT ile INSPIRE RTN GML Uygulama Şeması ve HGK (URL-12) Karayolu Şeması arasında semantik eşleştirme gerçekleştirilmesi için öncelikle semantik tanımların oluşturulmasına ihtiyaç vardır. INSPIRE RTN GML Uygulama Şeması ve HGK Karayolu şeması arasında S-Match (URL-13) yazılımı ile semantik eşleştirme gerçekleştirimi yapılacaktır. UKVA ortamında semantik eşleştirmenin gerçekleştirilmesi için semantik tanımların oluşturulmasına ilişkin metodoloji önerilecek ve semantik eşleştirmenin gerçekleştirimi için kullanılacak ontolojiler belirlenecektir.

2.4.1. Semantik Veri Tanımlamanın Gereksinimleri

Semantik veri tanımlamanın temel gereksinimleri; Ontolojiler, “Semantik Web” Dilleri, Dönüşüm Araçları ve Ontoloji Arama Motorları, Ontoloji Editörleri, Ontoloji Değerlendirme Araçlarıdır. Sözü edilen bu gereksinimler aşağıda incelenmiştir.

2.4.1.1. Ontolojiler

Verinin semantik olarak tanımlanabilmesi için, gereksinimlerden ilki “ortak kavramsallaştırmalar” olarak ta anılan ontolojilerdir. Ontoloji “sınıflar”, “öznitelikler”, “ilişkiler” ve “kısıtlayıcılar” yardımı ile belirli bir alandaki kavramları tanımlar. Ontoloji belirli bir alanda varlıkların belirli bir bağlama göre sınıflandırılmasıdır. Ontolojide kavramların kapsamı, genellikle uygulamanın gerektirdiği kavramlara göre belirlenmektedir.

Ontolojiler için literatürde, ayrıntı düzeylerine göre farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Guarino (1997), belirli bir göreve veya bir bakış açısına göre ontolojileri dört sınıfa ayırmaktadır. Bu ontoloji sınıfları üst düzey ontoloji, alan ontolojisi, görev ontolojisi ve uygulama ontolojisidir. Klien (2005), üç katmanlı ontoloji mimarisinde; üst düzey ontoloji, veri temsili için ontolojiler ve konumsal ontoloji, uygulama ontolojisi olarak sınıflandırmıştır. Dolbear vd., (2005) alan ontolojisi, görev ontolojisi, uygulama ontolojisi ve veri ontolojisi olmak üzere dört tip ontoloji tanımlamaktadırlar. Ordnance Survey, veri ontolojisini geliştirmiştir çünkü geliştirilen uygulama ontolojisi ile arasında eşleştirme yapma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Farklı ontoloji sınıflandırma yaklaşımlarında kullanılan farklı ayrıntı düzeyindeki ontolojiler aşağıda tanımlanmıştır:

Üst düzey ontoloji: Belirli bir olay veya herhangi bir alandan bağımsız olarak en genel kavramları tanımlar (uzay, zaman, madde, obje, olay vb.) (Guarino, 1997).

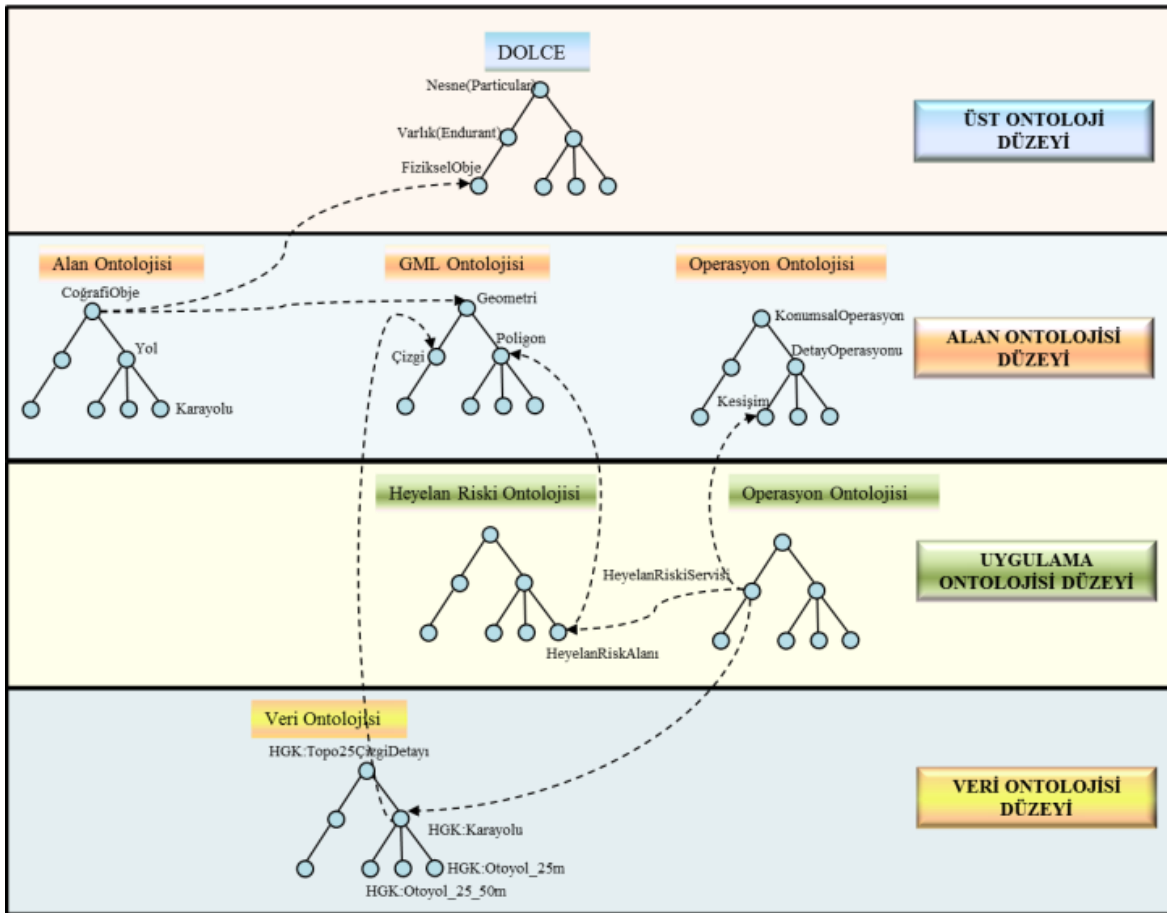
Alan ontolojisi: Herhangi bir alanla (tıp, hidrografya, topoğrafya, ekoloji, vb.) ilgili kavramları tanımlar. Alan ontolojisi üst düzey ontolojide yer alan kavramları detaylı olarak tanımlar (Guarino, 1997; Dolbear vd., 2005).

Görev ontolojisi: Herhangi bir olay veya görevle ilgili kavramları üst düzey ontoloji kavramlarını özelleştirerek tanımlar (Guarino, 1997).

Uygulama ontolojisi: Belirli bir alana ve göreve bağlı olarak, alan ve görev ontolojilerinde yer alan ilgili kavramları özelleştirerek tanımlar (Guarino, 1997).

Veri ontolojisi: Bir veri kaynağı veya servisi tanımlayan ontolojidir (Dolbear vd., 2005). Veri ontolojisi veri tabanı şemasında yer alan kavram tanımlarını içerir.

Farklı ontoloji sınıflandırmalarının olması ve bütün ayrıntı düzeylerindeki ontolojilerin tek bir sınıflandırma ile temsil edilememesi karmaşıklığa neden olmaktadır. Ontoloji sınıflandırmasındaki karmaşıklığı aydınlığa kavuşturmak için bir ontoloji sınıflandırması önerilmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. Önerilen ontoloji sınıflandırması ve Heyelan Riski Ontolojisi için gerekli ontolojiler

Üst düzey ontolojide kavramlar için genel tanımlar yer almaktadır. Alan ontolojisi üst düzey ontolojideki kavramları özelleştirerek tanımlar. Şekil 32’de üst düzey ontolojilerden biri olan DOLCE “Fiziksel Objeler” sınıfına sahiptir. Alan ontolojisinde “Coğrafi Objeler”, “Fiziksel Objeler” nin alt sınıfıdır. Alan ontolojisi alan uzmanları tarafından oluşturulur. Örneğin, harita mühendisleri kendi alanlarına düşen ontolojilerin oluşturulmasında alan uzmanı olarak görev alacaklardır. Alan ontolojisi düzeyinde; alan

ontolojisi, operasyon ontolojisi, GML ontolojisi yer alacaktır. Alan ontolojisi düzeyinde tanımlanan bu ontolojiler üst ontoloji düzeyindeki kavramları özelleştirerek tanımlar. Uygulama ontolojisi düzeyinde, belirlenen uygulama kapsamındaki kavramlar tanımlanacaktır. Bu kavramlar alan ontolojisindeki kavramlara referans eder. Uygulama ontolojisinde, Şekil 32’de alan ontolojisinde yer alan kavramlardan başka Heyelan Risk Alanı için “risk derecesi” özniteliğini tanımlamak gerekmektedir. Yine bu düzeyde, alan düzeyindeki konumsal operasyon kavramlarını özelleştirerek tanımlayan operasyon ontolojisi yer alacaktır. Bu ontoloji seçilen örnek uygulamayı gerçekleştirebilmek için gerekli işlemlerin tanımlarını ve onlar arasındaki ilişkileri ifade eden ontolojidir. Bu operasyonlardan birisi Heyelan Risk Servisi tarafından gerçekleştirilecek operasyonlardır. Çizgi geometri tipine sahip “HGK: Karayolu” sınıfına, Heyelan Risk Alanı sınıfına ve Kesişim operasyonuna referans veren Heyelan Riski Servisi, karayolunun heyelandan etkilenme durumunu harita olarak sunacaktır. Veri ontolojisi düzeyinde, bir veri kaynağı (veri tabanı veya servis) şemasındaki kavramları tanımlayan veri ontolojisi yer almaktadır. Bu düzeydeki ontolojiler alan ve uygulama ontolojisinde yer alan kavramları özelleştirerek tanımlamaktadır.

Farklı ontoloji düzeylerinde birçok ontoloji bulunmaktadır. Bu ontolojilerin birbirlerine dönüştürülebilmesi önemli bir konudur. Ontoloji sınıflandırması, belirli düzeydeki ontolojilerin yeniden kullanılabilirliğini sağlamaktadır. Örneğin, Heyelan Riski Ontolojisinde Heyelan Risk Alanı sınıfının geometri tipi poligon olarak tanımlanmaktadır (Şekil 32). Böylece uygulama ontolojisi düzeyinde tanımlanan bir ontoloji için alan ontolojisi düzeyindeki GML Ontolojisi kullanılmıştır. GML Ontolojisi konumsal alanda farklı uygulamalarda kavramların geometri tiplerini tanımlamak için tekrar kullanılabilir.

2.4.1.2. Semantik Web Dilleri

Semantik veri tanımlamanın diğer gereksinimi, tanımlamaların yapılacağı dillerin belirlenmesidir. Semantik tanımların oluşturulması için geliştirilen “Semantik Web” dilleri RDF, RDFS, OWL, OWL2 dir. Yapılan çalışmalarda ontoloji dilinin seçilmesi farklı ölçütlere göre yapılmaktadır. Bu ölçütlerden ilki, ontoloji geliştirmek için kullanılacak olan yazılım araçlarıdır. Ontoloji geliştirmek için mevcut yazılım araçları bulunmaktadır ve bunlar farklı Semantik Web dilleri kullanmaktadır. Örneğin; Protégé ve Swoop ontoloji editörleri RDF, OWL semantik web dillerini kullanmaktadır. WSMT (URL-14), WSML

semantik web dilini kullanmaktadır. Bu nedenle Semantik Web dilinin seçilmesi büyük ölçüde mevcut yazılım araçlarına bağlıdır. Diğer ölçüt ise semantik web dillerinin sağladığı semantik zenginliktir. Her semantik web dilinin; kavramları, kavramlar arasındaki ilişkileri ve bunlar üzerindeki kısıtlamaları ifade edebilme yeteneği farklıdır. Çünkü her semantik web dili farklı mantık dillerini kullanmaktadır. Örneğin, OWL DL, DL dilini kullanırken WSML-Flight DL ve Horn Logic dillerini kullanmaktadır.

Örnek uygulama senaryosunda, kullanılan dönüşüm araçları RDF/OWL dillerinde dönüşüm gerçekleştirdiği için RDF/OWL semantik web dilleri kullanılmıştır.

2.4.1.3. Dönüşüm Araçları

Semantik veri tanımlamanın diğer bir gereksinimi ise, sözdizimsel tanımların semantik tanımlara dönüştürülmesini sağlayan yazılım araçlarıdır.

2.4.2. SWT ile Semantik Veri Tanımlamanın Gerçekleştirimi

INSPIRE RTN ile HGK Karayolu Şeması arasında semantik eşleştirme yapılabilmesi için şemaların semantik web dillerinde ifade edilmesi gerekmektedir. HGK Karayolu Şeması için semantik tanımların oluşturulmasına ilişkin gerçekleştirim aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Kurum verilerinin semantik olarak tanımlanması için seçilen örnek uygulama senaryosunda, UKVA' da yer alacak kurumlardan biri olan HGK seçilmiştir. Örnek kurum olarak HGK' nın seçilmesinin nedeni UKVA' da yer alacak temel kurumlardan birisi olması ve sözdizimsel tanımlarını oluşturmuş olmasıdır.

Kurum verilerin sözdizimsel tanımları için Türkiye'de konumsal alanda standart olarak kullanılan ortak bir Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu (DÖKK) yoktur. Türkiye'de mevcut durumdaki standartlar; HGK DÖKK, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY) DÖKK tür. HGK DÖKK 1:25k ölçekli topoğrafik haritalar için oluşturulmuştur. BÖHHBÜY DÖKK 1:5k ve daha büyük ölçekli haritalar için oluşturulmuştur. UKVA' da kurumlar farklı uygulamalar için farklı ölçeklerde veri üretmektedir. Mevcut durumda kurumlar arası veri paylaşımı geleneksel yöntemler ve teknikler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Konumsal alanda ulusal bir veri

modeli mevcut değildir. Türkiye için ulusal konumsal veri modeli ihtiyacı ve mevcut durum analizi Bölüm 2.5' te detaylı olarak incelenecektir.

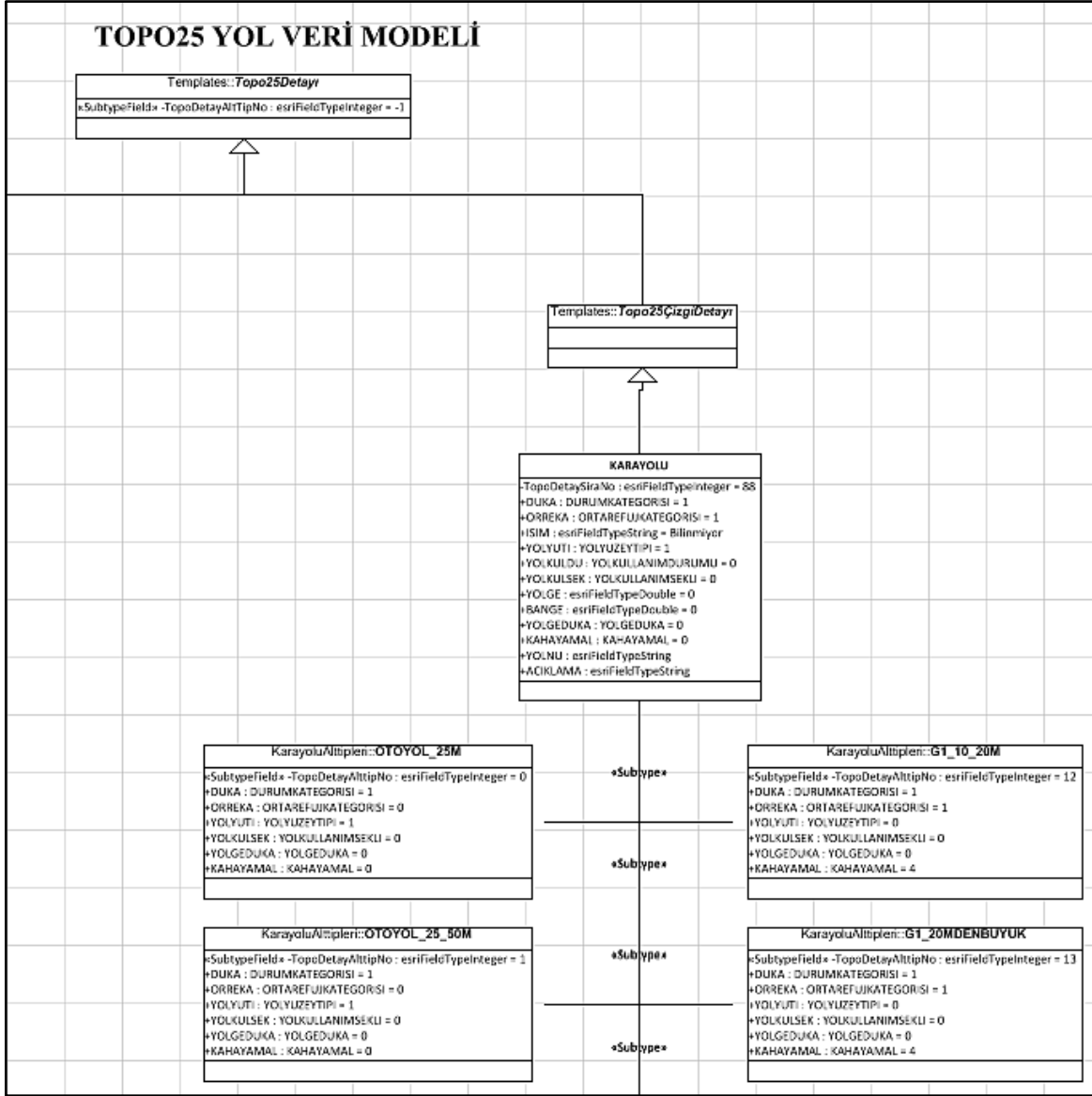
Örnek uygulama senaryosunda, HGK' dan temin edilen HGK Karayolu Şemasının semantik tanımlarının oluşturulması amaçlanmıştır. Ayrıca oluşturulan semantik tanımlar kullanılarak INSPIRE RTN Ontolojisi ve HGK Karayolu Ontolojisi arasında semantik eşleştirme gerçekleştirilecektir. İzleyen bölümde HGK Karayolu Ontolojisi' nin ve INSPIRE RTN Ontolojisi' nin semantik tanımlarının oluşturulması için metodoloji gerçekleştirim adımları detaylı olarak incelenecektir. Her adımda yapılan çalışmalar ve kullanılan yazılım araçları detaylı olarak incelenecektir.

2.4.2.1. Veri Ontolojisinin Oluşturulması

UKVA' da yer alacak kurumların semantik tanımların oluşturulması için kurum veri tabanı şemalarından veri ontolojilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Veri ontolojilerinin oluşturulması için aşağıdaki işlem adımlarının gerçekleştirilmesi gerekir.

a) Sözdizimsel Tanımların Oluşturulması: Semantik veri tanımlamanın öncelikli gereksinimi, kurum verilerinin sözdizimsel tanımlarının oluşturulmasıdır. Sözdizimsel tanımlar, UKVA' da yer alacak kurumların kullandıkları veya sundukları verilerin şemasını ve detay ve özniteliklerin tanımlarını içermektedir. Kurumun, verilerini WFS (Web Feature Service) aracılığıyla sunduğu varsayılırsa; WFS-Detay tipi şeması, WFS-Capabilities dokümanları sözdizimsel tanımlardır (XML Şema). Ya da kurum verilerinin ilişkisel veri tabanında tutulduğu varsayılırsa veri tabanı şeması ve detay-öznitelik tanımları kurumun sözdizimsel tanımlarıdır.

HGK' dan temin edilen Karayolu Şeması Microsoft Office Visio programında oluşturulmuştur. TOPO25 yol veri modeli Şekil 33'te gösterilmektedir. HGK Karayolu Şeması'nda yer alan kavram tanımları HGK DÖKK' ten alınmıştır. DÖKK' te bulunmayan kavram tanımları ise HGK ile yapılan görüşmeler sırasında temin edilmiştir.

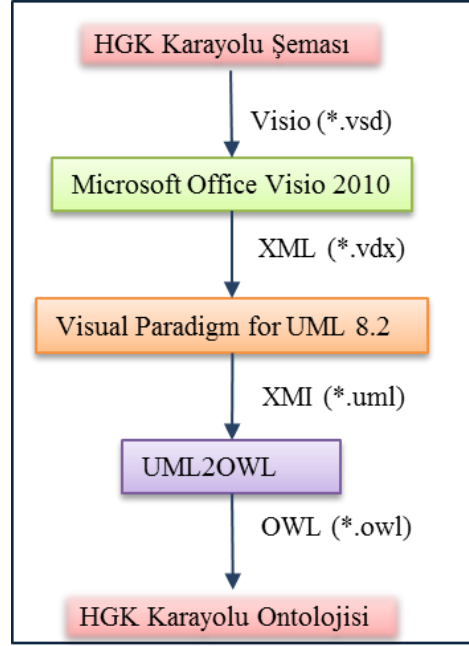


Şekil 33. HGK Karayolu Şemasının bir kısmı (HGK).

b) Kullanılacak Dönüşüm Programlarının Belirlenmesi: Örnek uygulama senaryosunda, INSPIRE RTN Şeması XML şema formatındadır (URL-15). Bu nedenle XML şema dosyasını OWL dosyasına dönüştüren yazılım aracı gerekir. Top Braid Composer yazılımı bu dönüşüm için en uygun yazılım olarak düşünülmüştür. HGK Karayolu Şeması, Microsoft Visio yazılımında oluşturulduğundan semantik web dillerine doğrudan dönüştürülemez. Visio formatındaki şemanın semantik web dillerine dönüşümünü doğrudan sağlayan bir yazılım aracı bulunmamaktadır. Visio yazılımı ile oluşturulmuş olan UML diyagramları öncelikle XML dosya formatına dönüştürülmüştür. Bu nedenle Visual Paradigm for UML (URL-16) yazılımı ile XML dosya formatı XMI

dosya formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra UML2OWL yazılımı ile UML dosyası OWL dosyasına dönüştürülmüştür.

Dönüşüm adımları, kullanılan yazılım araçları ve ilgili dosya formatları Şekil 34’te gösterilmiştir. Ayrıca dönüşüm programlarının sözü geçen dosya formatlarında import-export yeteneklerinin olması gerekmektedir.



Şekil 34. Dönüşüm adımları ve kullanılan yazılımlar

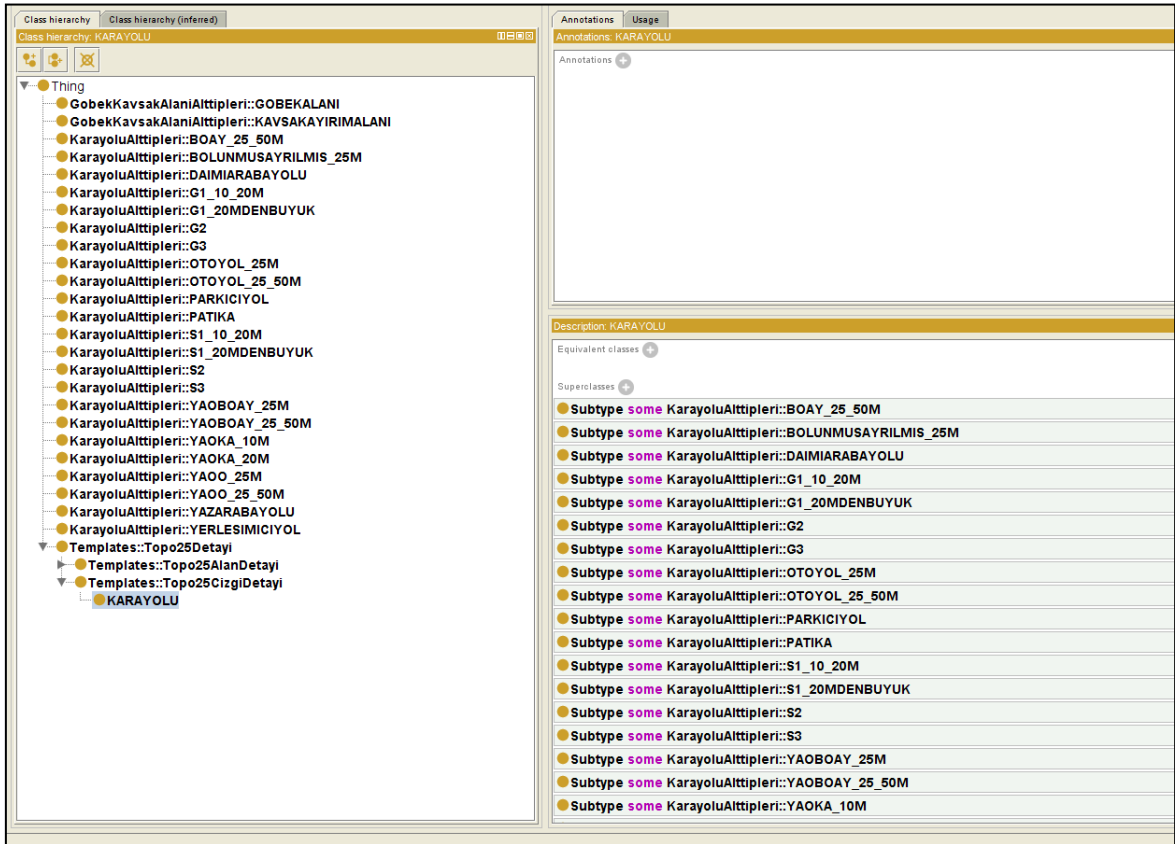
c) Şemanın Semantik Web Dillerine Dönüştürülmesi: Dönüşümün gerçekleştirilmesi için öncelikle Microsoft Office Visio 2010 (URL-17) yazılımı ile mevcut şema XML dosya formatına dönüştürülmüştür. XML-UML dönüşümü, Visual Paradigm for UML 8.2 Enterprise Edition yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu dönüşümde Visual Paradigm for UML yazılımının seçilmesinin nedeni Visio XML dosya formatını UML dosya formatına dönüşümü destekleyen bir yazılım olmasıdır.

XMI, XML ile meta veri bilgisinin değişimi için geliştirilen bir Object Management Group (OMG) standardıdır ve UML araçları arasında XML tabanlı bir değişim formatı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

UML sınıf diyagramı OWL ye dönüştürülür. UML-OWL dönüşümü, UML2OWL yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. HGK Karayolu Şemasında yer alan sınıf ve öznelik isimleri Türkçe karakterler içermektedir. Ayrıca, HGK Şeması “esriFieldTypeInteger” veri

tipini içermektedir. UML-OWL dönüşümü gerçekleştiren yazılımlar XSD (XML Schema Definition) ve UML veri tipleri (integer, string, date, vb) ile uyumlu olarak geliştirilmiştir. Bu veri tipleri içinde yer almayan “esriFieldTypeInteger” veri tipi OWL dosya formatına dönüştürülemez.

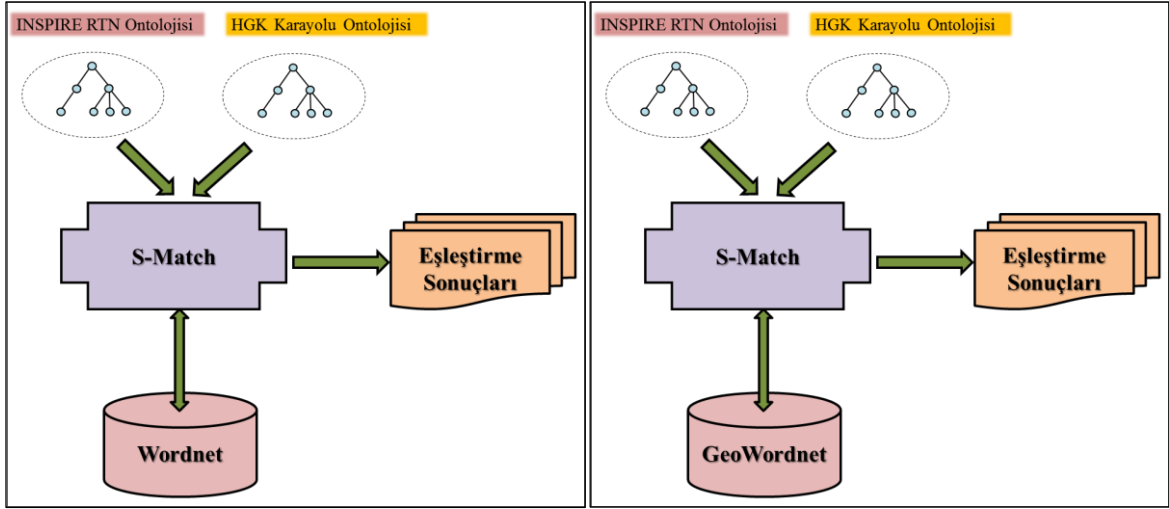
HGK Karayolu Şemasındaki sınıf ve öznitelik isimlerinde yer alan Türkçe karakterler düzeltilmiştir. Ayrıca “İyi/KuruHavalarda”, “Yıkılmış/Harap” ve “Kesme/Parke” gibi öznitelik isimlerinde yer alan “/” işareti nedeniyle öznitelikler UML’ye dönüştürülemez. İlgili özniteliklerde gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra dönüşüm gerçekleştirilmiş ve düzeltmelerden sonra bütün sınıf ve öznitelikler OWL dosyasına aktarılmıştır. Ancak “esriFieldTypeInteger” veri tipi yazılım tarafından desteklenmediği için “esriFieldTypeInteger” veri tipi OWL dosyasına aktarılamamıştır. UML2OWL yazılımı ile UML-OWL dönüşümünün gerçekleştirilmesi ile HGK Karayolu Şeması semantik web dillerinde ifade edilmiştir. HGK Karayolu Ontolojisi’ nin bir ontoloji editörü olan Protégé 3.4 yazılımındaki görüntüsü Şekil 35’te verilmiştir.



Şekil 35. Protégé Ontoloji Editöründe Karayolu Ontolojisi

2.4.2.2. Semantik Eşleştirme (Wordnet ve GeoWordnet)

INSPIRE RTN ve HGK Karayolu ontolojileri oluşturulduktan sonra bu iki ontoloji arasında S-Match yazılımı ile semantik eşleştirme gerçekleştirilecektir. S-Match yazılımı semantik eşleştirme için Wordnet (URL-18) veri tabanını kullanmaktadır.



Şekil 36. HGK ve INSPIRE ontolojilerinin S-Match ile eşleştirilmesi

Şekil 36’da gösterildiği gibi HGK Karayolu ve INSPIRE RTN ontolojileri arasında arka plan bilgi tabanı (background knowledgebase) olarak Wordnet ve GeoWordnet kullanılarak S-Match ile semantik eşleştirme gerçekleştirilmiştir.

S-Match iki şemayı (xml, xsd, owl) alır, Wordnet sözlük veri tabanını kullanarak şema da yer alan sınıflar arasında semantik ilişkiler kurar. Semantik eşleştirme işlemi öncesinde ilk adımda, iki şemanın tüm sınıfları için Wordnet anlamlarını bulur. Tüm sınıflar için sözdizimsel (antonym, pertainym, participle and also see) semantik (hypernym, hyponym, holonym, meronym) ilişkileri elde edilir. İkinci adımda, her iki şemada yer alan sınıfların hiyerarşideki konumları dikkate alınarak sınıfların anlamları hesaplanır. Semantik eşleştirme aşamasında ise karakter, anlam ve WordNet sözlük tanımlarına dayalı eşleştiricileri kullanılmaktadır.

HGK Karayolu ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisi S-Match yazılımı ile eşleştirilmiştir ve her iki ontolojideki yol sınıfı dikkate alınarak eşleştirme sonuçları incelenecektir.

Tablo 8. Wordnet'e göre eşleştirme sonuçları

Wordnet (background knowledgebase)
\Thing\Topo25Feature\Topo25LineFeature\Road < \Thing
\Thing\Topo25Feature\Topo25LineFeature\Road < \Thing\AbstractFeature
\Thing\Topo25Feature\Topo25LineFeature\Road < \Thing\AbstractFeature\ERoad
\Thing\Topo25Feature\Topo25LineFeature\Road < \Thing\AbstractFeature\Road

Wordnet' e göre yapılan eşleştirme sonucu Tablo 8'de gösterilmektedir. Tablonun sol tarafı HGK Karayolu Ontolojisi sınıflarını sağ tarafı ise INSPIRE RTN Ontolojisi sınıflarını göstermektedir ve arada eşleştirme ilişkisi bulunmaktadır. Tablo 8 4. satırdaki eşleştirme sonucuna göre INSPIRE RTN ontolojisi Yol sınıfı HGK Karayolu Ontolojisi Yol sınıfından daha genel bulunmuştur.

Tablo 9. GeoWordnet'e göre eşleştirme sonuçları

GeoWordnet (background knowledgebase)
\Thing\Topo25Feature\Topo25LineFeature\Road < \Thing

GeoWordnet (URL-19) kullanılarak eşleştirme sonuçları Tablo 9'da gösterilmektedir. GeoWordnet'e göre yapılan eşleştirme sonucu HGK Karayolu ontolojisinde Yol sınıfı yalnızca INSPIRE RTN Ontolojisinde Thing sınıfı ile eşleştirilmiştir. Bu eşleştirmeden başka yol sınıfı için herhangi bir eşleştirme sonucu bulunmamıştır.

Eşleştirme sonuçlarının iyileştirilmesi için arka plan bilgi tabanı olarak HGK Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisinin referanslandırılacağı ortak bir ontoloji geliştirilecektir ve eşleştirme sonuçları incelenecektir.

2.4.2.3. Kullanılacak Ontolojilerin Belirlenmesi

HGK Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisi arasında semantik eşleştirme yapılabilmesi için her iki ontolojinin üst düzey ontoloji veya ontolojilerle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Şekil 32'de ontoloji sınıflandırmasına göre değerlendirme yapılırsa HGK

ontolojisi veri veya uygulama ontolojisi olarak değerlendirilebilir. Bu durumda semantik eşleştirme için üst düzey ontolojilerin ve alan ontolojilerinin belirlenmesi gerekir.

Mevcut ontoloji değerlendirme yaklaşımları ontolojileri genel değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirmektedir. Ayrıca mevcut değerlendirme yaklaşımları, ontoloji sınıflandırmasına göre farklı ontoloji düzeyleri için değerlendirme ölçütü kullanmamıştır.

Ontoloji değerlendirme alanında çok sayıda yaklaşım bulunmasına rağmen ontoloji seçme ve değerlendirme aracı mevcut değildir. Semantik web uygulamaları için geliştirilen Swoogle, Watson, OntoSearch, SchemaWeb, OntoKhoj, Sindice, SWSE gibi ontoloji arama motorları ise anahtar kelime ve ontolojinin popülerliği gibi kısıtlı sayıda ontoloji değerlendirme ölçütü kullanmaktadır. Ayrıca ontoloji arama motorları anahtar kelimelerin alanı veya semantik ilişkilerini dikkate almaksızın arama yapmaktadır. Bu durum kullanıcının aradığı ontolojiye en yakın ontolojileri bulmasına engel olmaktadır. Kullanıcı ihtiyacına en yakın ontolojiyi bulmak için ontolojinin içeriğini incelemek zorunda kalmakta ve bu durum ontoloji seçimini zorlaştırmaktadır.

2.4.2.3.1. Üst Düzey Ontolojilerin Belirlenmesi

Üst düzey ontoloji, farklı alanlar arasında ortak olarak kullanılabilen ve mevcut ontolojilerdeki bütün kavramlar ile bağlantılı olması gereken genel kavramları tanımlar (Gómez Pérez vd., 2004). Üst düzey ontoloji ilgili literatürde “foundational ontology”, “upper ontology”, “top level ontology” “base ontology” gibi farklı isimlerle adlandırılmaktadır. İlgili literatürde, Cyc, DOLCE, SUMO, BFO, GFO, OCHRE, PROTON, Sowa’ nın üst düzey ontolojisi, Guarino ve meslektaşları tarafından geliştirilen üst düzey ontolojiler gibi çok sayıda üst düzey ontoloji bulunmaktadır ancak burada konumsal alanda en çok kullanılan üst düzey ontolojiler incelenecektir.

a) Cyc: Cyc üst düzey ontolojisi Cyc Bilgi tabanı içinde yer almaktadır (Lenat ve Guha, 1990). Bilinen en eski ve en büyük boyuta sahip üst düzey ontolojidir. Cyc ontolojisinin ticari ve açık kaynak kodlu (Open Cyc) sürümü bulunmaktadır. CY şirketi (CY Corporation) tarafından 1984 yılında geliştirilmeye başlanmıştır. Ontolojinin konumsal kavramları içeren ontolojileri (Geodesy, Linear Object, Map Projection, Open Geospatial Consortium, Surface Geometry, Terrain and Topology) mevcuttur. Özellikle askeri alanda kullanımı yaygındır. OpenCyc Mayıs 2013 itibariyle 239000 kavram

2093000 triple içermektedir. Cyc ise 500000 kavram, 5000000 iddia ve 26000 ilişki içermektedir (URL-20).

b) DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering: IST projesi olarak WonderWeb projesi kapsamında Uygulamalı Ontoloji Laboratuvarı (Laboratory for Applied Ontology) tarafından geliştirilmiştir ve üst düzey ontoloji kütüphanesinin ilk modülüdür. Semantik web için ontoloji altyapısı kurmak için ve kütüphanede yer alacak diğer ontolojiler için bir başlangıç noktası olacağı düşünülerek geliştirilmiştir. DLP_397 sürümü 242 sınıf, 328 özellik (veri tipi özelliği:4, obje özelliği:322, açıklama özelliği:2) ve 12 birey içermektedir (URL-21).

c) SUMO (Suggested Upper Merged Ontology): İlk versiyonu SUO (Standard Upper Ontology) olan Teknowledge Şirketi (Teknowledge Corporation) tarafından 2001 yılında geliştirilmiş SUO-KIF dilinde kodlanmıştır. İletişim, hükümet, ekonomi, finans, ulaşım, coğrafya, askeriye gibi çok sayıda alan ontolojisi SUMO ile eşleştirilebilir. Ayrıca SUMO için WordNet desteği de sağlanmıştır. SUMO üst düzey ontolojisi boyut olarak DOLCE ontolojisinden daha küçük ve Upper Cyc ontolojisinden daha büyüktür. SUMO bilgi çıkarma, bilgi alma ve doğal dil işleme uygulamalarında kullanılmıştır (URL-22). Mayıs 2013 itibarıyla SUMO 25000 kavram ve 80000 iddia içermektedir.

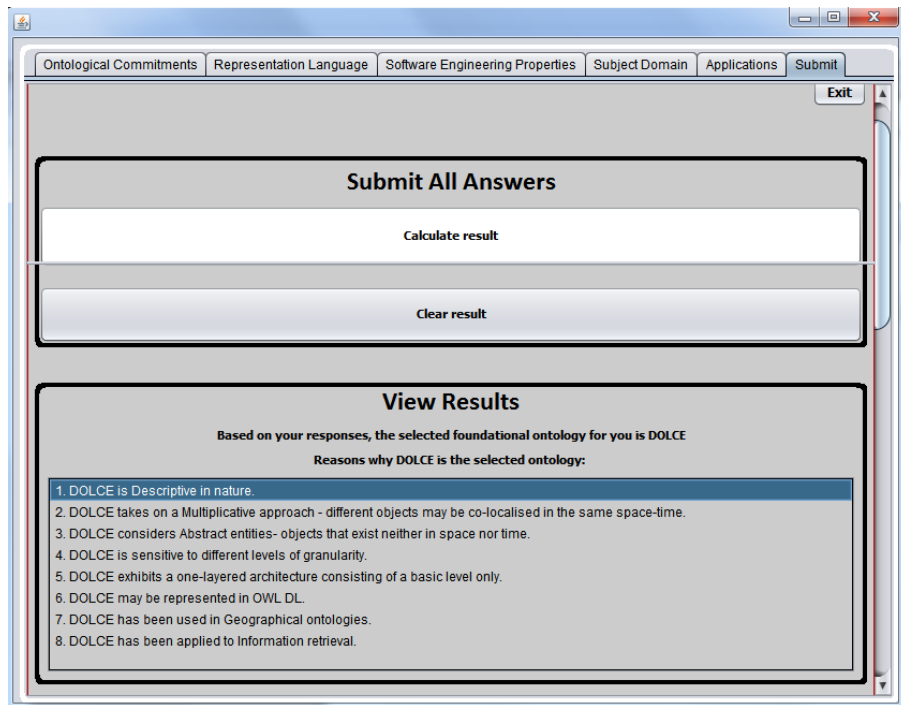
Mascardi vd, (2006) 7 üst düzey ontoloji arasında karşılaştırma yapmıştır. Bu ontolojiler BFO, Cyc, DOLCE, GFO, PROTON, Sowa' nın Ontolojisi ve SUMO' dur. En uygun üst düzey ontolojiyi belirlemek için ölçütler belirlemişlerdir. Bu ölçütler ontolojinin boyutu, ontolojinin dili, ontolojinin modülerliği, geliştirilen uygulamalar, WordNet ile bağlantı, lisans gibi ölçütlerdir.

Uygulama senaryosu için gerekli üst düzey ontolojiyi belirlemek için ontolojinin boyutu, ontolojinin dili ve lisansı değerlendirme ölçütleri seçilmiştir. SUMO, DOLCE, Cyc gibi ontolojiler üst düzey ontolojilerden bazılarıdır. Bu ontolojilerle ilgili bilgiler Tablo 10' da verilmiştir. Üst düzey ontolojilerin boyutu dikkate alınarak boyutu en küçük olan ontoloji seçilmiştir. Çünkü ontolojinin boyutunun artması ontoloji yazılım araçlarının performansını düşürmektedir.

Tablo 10. Üst düzey ontolojiler ve özellikleri

	DOLCE	SUMO	Cyc
Ontolojinin Boyutu	250 kavram, 320 özellik, 10 alt ontoloji	1000 kavram. 4.000 aksiyom (axiom)	300.000'den fazla kavram, 3.000.000 iddia, 15.000'den fazla ilişki
Uygulama Dili	First Order Logic, KIF, DLP-OWL	SUO-KIF, OWL	CycL, OWL
Lisans	Kullanıma açık	Kullanıma açık	Open cyc kullanıma açık çoğu kısmı ticari-kısıtlı

Uygulama senaryosu için Tablo 10'da belirlenen ölçütlere göre üst düzey ontoloji olarak DOLCE seçilmiştir. Bu çalışmamızdan sonra üst düzey ontolojileri seçmek için yazılım aracı geliştirilmiştir. Khan ve Keet (2012), ontoloji mühendisleri ve alan ontolojisi geliştirecek olan kullanıcılar için üst düzey ontoloji seçme aracı olan ONSET (URL-23) i geliştirmiştir. Üst düzey ontolojileri değerlendirme ölçütleri; ontolojik bağlılık (ontological commitments), temsil dili (representation language), yazılım mühendisliği özellikleri (software engineering properties), konu alanı (subject domain), uygulamalar (applications) dır. Üst düzey ontolojileri seçmek için verilen cevaplara göre üst düzey ontoloji belirlenmektedir.



Şekil 37. ONSET v1.2 değerlendirme ekran görüntüsü

Uygulama senaryosu için ONSET yazılımı kullanılarak değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirme sonucu Şekil 37’de gösterilmektedir.

2.4.2.3.2. Alan Ontolojilerinin Belirlenmesi

Alan ontolojileri (Mizoguchi vd, 1995; van Heijst vd, 1997) tıp, mühendislik, hukuk, gibi belirli bir alanda yeniden kullanılabilen ontolojilerdir. Alan ontolojileri bir alan içindeki kavramları ve ilişkileri, ilgili alanda gerçekleştirilecek tüm aktiviteleri ve alanı ilgilendiren temel ilke ve teorileri içerir. Alan ontolojileri içindeki kavramlar daima üst düzey ontolojiler içindeki kavramların daha özel bir halidir. Ticaret, ekonomi, biyoloji, tıp, matematik, kimya gibi daha birçok alanda alan ontolojileri geliştirilmiştir. Konumsal alanda geliştirilen alan ontolojileri:

a) Genel Detay Ontolojisi: ISO/TC 211-19109 uygulama şemalarını oluşturmak için kurallar tanımlayan standartta yer alan Genel Detay Modeli (GFM-General Feature Model) dikkate alınarak geliştirilen bir ontolojidir.

b) Detay Tipleri Ontolojisi: Bu ontoloji konumsal alanda tüm kullanıcıların kullanabileceği detay tiplerini içeren bir ontoloji olarak düşünülebilir. Bu ontolojiye bir örnek Ordnance Survey tarafından hazırlanan ontolojiler gösterilebilir. Ordnance Survey’in Semantik Grubu (GeoSemantics Group), Ordnance Survey’in Obje Kataloğu (Master Map Real World Objects Catalogue) ve diğer sözlükleri kullanarak alan ontolojileri (Hydrology, Topography, Administrative Geography ve Buildings and Places) geliştirmiştir (URL-24).

c) Konumsal İlişkiler Ontolojisi: Yaygın olarak kullanılan 2 boyutlu topooloji ilişkilerini içeren ontolojidir. Şüphesiz çok daha kapsamlı konumsal ilişkilerin bu ontolojiye eklenmesi gerekir. Bu anlamda geliştirilen ontolojiye Ordnance Survey tarafından geliştirilen ontolojiler (Mereological Relations, Network Relations ve Spatial Relations) ontoloji modülleri örnek gösterilebilir (URL-24).

d) Yer Adları (Geonames) Ontolojisi: Yer adları (place names) konumsal anlamda yapılan çalışmalarda önemli bir yere sahiptir ve yakınlık yer bulma gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. Global olarak yer adları ontolojisi (URL-25) geliştirmek anlamında çalışmalar yapılmıştır. Yer adları ontolojisi webe konumsal semantik bilgi eklemeyi mümkün kılar. 6.2 milyondan fazla yer adı uygun RDF web servisleri ile tek bir URL’ye sahiptir.

e) Koordinat Referans Sistemleri Ontolojisi: WGS84 global olarak gerçekleştirilen uygulamalarda yeterli olabiliyorken, bölgesel ölçümlerde diğer koordinat sistemleri gerekli olabilir. ISO TC211 19111 koordinatlarla konumsal referanslandırma standardı dikkate alınarak Koordinat Referans Sistemleri Ontolojisi geliştirilmiştir.

f) Konumsal Meta veri Ontolojisi: Meta veriyi tanımlamak için ISO 19115 standardında genel bir yaklaşım belirlenmiştir. Bu standart dikkate alınarak Konumsal Metaveri Ontolojisi oluşturulmuştur.

g) GML Ontolojisi: OGC GML Kodlama Standardı dikkate alınarak geliştirilen ontolojidir. Geliştirilen ISO ve OGC ontolojileri Drexel Üniversitesi tarafından 2004 yılında taslak olarak geliştirilmiş olup halen gelişim aşamasındadır.

Görüldüğü gibi konumsal ontolojilerin gelişiminde konumsal alanda ortak bir standart yoktur. Bu eksikliğin farkına varan W3C Konumsal Incubator Grubu (Geospatial Incubator Group) 2007 yılında mevcut konumsal ontolojileri inceleyerek konumsal ontolojilerle ilgili bir rapor yayınlamıştır. Raporunda, daha kapsamlı konumsal ontolojiler için mevcut W3C Kelime Hazinesi'nin güncellenmesi ve genişletilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca konumsal alandaki çalışmalar için görüş birliğine veya bilginin birlikte işlerliğinin temeli olmaya izin verecek ölçüde bir standarda henüz ulaşamadığı belirtilmektedir (Lieberman vd., 2007).

Alan ontolojisinin kapsamını belirlemek zor bir iştir. Çünkü ilgili alan düzeyinde temel kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri içeren ortak bir modelin oluşturulması söz konusudur. Böyle bir model ilgili alan kapsamında tüm kullanıcı gruplarının gereksinimlerini karşılayacak düzeyde olması gerekir. Böyle bir model ise ancak tüm alan uzmanlarının ve ilgili kullanıcıların gereksinimleri dikkate alınarak birlikte hareket etmeleriyle oluşturulabilecek bir modeldir. Bu nedenle tez çalışması kapsamında uygulama senaryosuna göre alan ontolojisi kavramları belirlenecektir.

Ulusal düzeyde ise alan ontolojileri için "Ulusal Konumsal Veri Modeli" nin oluşturulması gereklidir. Bu konu Bölüm 2.5'te ayrıntılı olarak incelenecektir.

Gerek alan ontolojilerinin gerekse uygulama ontolojilerinin tasarımı sürecinde ontoloji mühendisleri öncelikle ilgili tüm kaynakları elde etmelidir. Bu kaynaklar:

- ISO ve OGC standartları
- Sözdizimsel tanımlar (web siteleri, detay ve öznitelik kodlama katalogları)
- Eşanlamlılar sözlüğü
- Mevcut ontolojiler

- Yazılı dokümanlardır

Metin (text) dokümanlarından ontoloji kavramlarının çıkarılmasına yönelik çok sayıda text mining teknikleri vardır (Fortuna, vd. 2005). Ancak bu konu ontoloji öğrenme (ontology learning) alanına girmekte olup tez kapsamı dışındadır.

Uygulama senaryosu için Swoogle ontoloji arama motoru kullanılarak ontoloji arama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Swoogle ontolojileri sıralamak için değerlendirme ölçütleri kullanmaktadır.

Uygulama senaryosunda oluşturulan ontolojiler için “Yol” sınıfı anahtar kelime olarak belirlenmiştir. Swoogle ile Karayolu sınıfını içeren ontolojiler aranmıştır. Swoogle arama sonucunda aşağıdaki ontolojileri döndürmüştür.

Tablo 11. Swoogle tarafından bulunan ontolojiler

Sıra No	Ontolojinin URL'si	Açıklama
1	http://frot.org/space/0.1	İstenen URL sunucu üzerinde bulunamadı.
2	http://tap.stanford.edu/data/	İstenen URL bulunamadı veya kullanılamaz olabilir.
3	http://lsdis.cs.uga.edu/~farshad/spatial/FeatureClasses.rdf	Uzak sunucuya bağlanılamadı.
4	http://www.vistology.com/ont/2004/supply/hasSupplyLineOnt.owl	Uygulama ontolojisi olarak geliştirilmiştir.
5	http://www.daml.org/experiment/ontology/infrastructure-elements-ont	Ontoloji daml dilindedir.
6	http://www.vistology.com/ont/2004/supply/hasSupplyLineOnt2.owl	4. sırada verilen ontoloji ile aynıdır.
7	http://www.daml.org/experiment/ontology/beta/infrastructure-elements-ont	Ontoloji daml dilindedir.
8	http://ontologies.isx.com/onts/groovy_sow_onts/axis-ontology.daml	Ontoloji daml dilindedir.
9	http://ontologies.isx.com/onts/saturn/2004/10/core.owl	İstenen URL sunucu üzerinde bulunamadı.
10	http://www.vistology.com/ont/2006/JC3IEDM3.0/JC3IEDM-Attributes.owl	Objeler ve veri tipleri özellikleri tanımlanmıştır.

Ontolojiler incelendiğinde alan ontolojisi olarak geliştirilen bir ontolojiye rastlanmamıştır. Swoogle ontoloji sonuçlarına göre uygulama senaryosu için uygun alan ontolojisi bulunamamıştır. İkinci düzey vektör harita (VMap2-1:50k) sınıflandırmasının Yol sınıfı ve öznitelikleri dikkate alınarak ontoloji oluşturulmuştur. VMap2 Yol Ontolojisi

INSPIRE RTN Ontolojisi ve HGK Karayolu Ontolojisi arasında eşleşebilecek ortak öznitelikleri içermektedir.

Klien (2008) Coğrafi Obje taksonomisi önermiştir. Bu sınıflandırmanın bir kısmı DOLCE ontolojisini coğrafi alanda genişletmek için kullanılacaktır.

2.4.2.4. Veri Ontolojilerinin Alan ve Üst Düzey Ontolojilerle İlişkilendirilmesi

Protégé ontoloji editörü kullanılarak DOLCE Lite Plus ontolojisi INSPIRE RTN ontolojisi ve kurum ontolojisi import edilmiştir. Klien'in "GeographicObject" sınıflandırmasının bir kısmı DOLCE ontolojisinin "Fiziksel Obje" sınıfı üst sınıf kabul edilerek oluşturulmuştur. Vmap2 Yol Ontolojisi Protégé ontoloji editörü ile VMap2 sınıflandırması esas alınarak oluşturulmuştur. HGK Karayolu ve INSPIRE RTN ontolojileri ile alan ve üst düzey ontolojiler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Örneğin; VMap2 Ontolojisi Road sınıfı, INSPIRE RTN Ontolojisi Road sınıfı ve HGK Karayolu Ontolojisi Yol sınıfı için üst sınıf ilişkisi ile ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde diğer sınıflar için is-a, sameas, hasGeometry gibi ilişkiler kullanılarak INSPIRE RTN ve HGK Karayolu Ontolojileri alan ontolojileri ile referanslandırılmıştır. Geometri tanımları için GML Ontolojisi kullanılmıştır. HGK Karayolu Ontolojisi' ndeki Yol sınıfı GML Ontolojisi' ndeki LineString sınıfı ile hasGeometry ilişkisi ile ilişkilendirilmiştir.

2.4.2.5. Semantik Eşleştirme (Üst Düzey ve Alan Ontolojileri)

HGK-Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE-RTN Ontolojisi üst düzey ontoloji ve alan ontolojileri ilişkilendirildikten sonra S-Match için arka plan bilgi tabanı olarak kullanılmıştır ve HGK Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisi arasında semantik eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Eşleştirme sonuçları Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. DOLCE ve alan ontolojilerine göre eşleştirme sonuçları

DOLCE+Alan ontolojileri (background knowledgebase)
\Thing\Feature = \Thing\AbstractFeature
\Thing\Feature\Topo25Feature = \Thing\AbstractFeature
\Thing\Feature\LineFeature\Highway = \Thing\AbstractFeature\Road

HGK Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisi için referanslandırılacak ortak bir ontolojinin kullanılmasıyla eşleştirme sonuçlarında iyileşme görülmüştür. Gerçekleştirilen eşleştirme sonuçlarına göre mevcut ontolojilerin değerlendirilerek ilgili ontolojilerin seçilmesi ve genişletilmesi semantik eşleştirme için daha avantajlı olarak görülmektedir. Bu nedenle UKVA ortamında gerçekleştirilecek uygulamalar için ontolojilerin değerlendirilmesi ve seçilmesi için ontoloji değerlendirme yaklaşımı ve değerlendirme yazılımına ihtiyaç vardır.

2.4.3. UKVA İçin Üst Düzey Ontoloji Değerlendirme Ölçütleri

Ontoloji değerlendirmek ve seçmek için çok sayıda farklı yaklaşım önerilmesine rağmen UKVA ortamında kullanılacak ontolojileri değerlendirmek ve seçmek için yazılım aracı mevcut değildir. Ontolojileri aramak için geliştirilen ontoloji arama motorları mevcuttur. Ancak bu arama motorları kısıtlı sayıda değerlendirme ölçütü kullanmaktadır. Bu yüzden mevcut arama motorlarının sorgulama sonucunda kullanıcının amacına uygun en yakın ontolojileri döndürme olasılığı çok düşüktür.

Mevcut ontoloji değerlendirme yaklaşımları incelendiğinde farklı ontoloji değerlendirme ölçütlerinin kullanıldığı görülmüştür. Değerlendirme ölçütleri kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve UKVA ortamında ihtiyaç duyulacak ontolojileri belirleyebilmek için gerekli olan ontoloji değerlendirme ve seçme yaklaşımının değerlendirme ölçütlerinin neler olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. UKVA' da yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulmasında kullanılacak olan üst düzey ontolojiyi belirlemek için aşağıdaki değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır.

a) Ontolojinin Boyutu: Ontoloji editörleri ve çıkarsama araçları dikkate alındığında önemli bir ölçüttür. Ontolojinin boyutunun artması ontolojinin import edilme süresini artırmakta ya da import gerçekleşmemektedir. Bu durumda ontolojinin boyutunun büyük olması, ilgili yazılım araçlarının performansını düşürmektedir. Bu nedenle kullanılacak ontolojinin boyutunun mümkün olduğu kadar küçük olmasına ve az sayıda import içermesine dikkat edilmelidir.

b) Ontolojinin Uygulama Dili: Farklı semantik web dillerinde ontolojiler geliştirilmektedir. OWL bu dillerin başında gelmesine rağmen diğer dillerde geliştirilmiş çok sayıda ontoloji mevcuttur. Bu nedenle mevcut araçlar ve uygulama senaryosu açısından ontolojinin uygulama dilinin değerlendirilmesi gerekli ölçütlerden birisidir.

2.5. Türkiye Konumsal Veri Modeli İhtiyacı ve INSPIRE

Gelecek “Semantik Web” dir ve son yıllarda hızla gelişen SWT ile birlikte, UKVA ortamında verinin anlam ve içeriğinin ortaya çıkarılması ve uygulamalar için gerekli veriye semantik olarak erişim ancak “Semantik UKVA” ortamında gerçekleşecektir. “Semantik UKVA” gerçekleştirimi için Semantik KVA” lara ihtiyaç vardır. “Semantik KVA” lardan söz edebilmek için semantik tanımların oluşturulması gerekir. Semantik tanımlar için ise sözdizimsel tanımlara ihtiyaç vardır. Söz konusu tanımlar için ulusal düzeyde mevcut durumun incelenmesi gerekir. Ayrıca uluslararası ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen proje ve girişimlerin incelenmesi faydalı olacaktır. Bu bölümde ulusal düzeydeki uygulamaların INSPIRE veri belirtimleri ile gerçekleştirilemeyeceği sebepleri ile birlikte ortaya konacaktır. Bunun için uygulama senaryoları seçilecek, gerekli veri temaları INSPIRE veri belirtimleri ile karşılaştırılacak ve sonuçlar ayrıntılı olarak irdelenecektir.

2.5.1. Uluslararası Coğrafi Bilgi Standartları ve Ulusal Veri Modelleri

Uluslararası düzeyde coğrafi bilgi standartları geliştirilmiştir. ISO bünyesindeki TC 211 tarafından 19100 serisi coğrafi bilgi standartları ve OGC tarafından Açık OGC Standartları geliştirilmiştir. Bu standartlar uluslararası ve ulusal düzeyde KVA’ ların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

Uluslararası düzeyde Global Konumsal Veri Altyapısı (GSDI-Global Spatial Data Infrastructure), INSPIRE gibi projeler gerçekleştirilmiştir. INSPIRE Projesi, çevresel politikaları ve çevre üzerinde etkisi olabilecek politikaları ve faaliyetleri desteklemek için Avrupa’da konumsal bilgi altyapısı kurmak amacıyla Mayıs 2007’de INSPIRE Direktifi (INSPIRE, 2007) ile yürürlüğe girmiştir. INSPIRE, Avrupa Birliğinin 27 üye devleti tarafından kurulan konumsal bilgi altyapılarına dayanmaktadır. Direktif, teknik uygulama kurallarıyla tanımlanan anahtar bileşenleri ile çevresel uygulamalar için ihtiyaç duyulan 34 konumsal veri temasını ele almaktadır. Bu konumsal veri temaları Tablo 13’ te gösterilmektedir.

Ulusal düzeyde ise Almanya, Amerika, Finlandiya, Hollanda, İngiltere, İspanya, Kanada gibi çok sayıda ülkenin UKVA çalışmaları bulunmaktadır. Söz konusu ülkeler bu çalışma kapsamında farklı veri modelleri geliştirmiştir.

Tablo 13. INSPIRE Veri temaları (INSPIRE, 2007).

Ek-1	Ek-3
Koordinat referans sistemleri	İstatistik birimleri
Coğrafi grid sistemleri	Binalar
Coğrafi isimler	Toprak
İdari birimler	Arazi kullanımı
Adresler	İnsan sağlığı ve güvenliği
Kadastro parselleri	Kamu ve toplum hizmetleri
Ulaşım ağları	Çevresel izleme tesisleri
Hidrografya	Üretim ve sanayi tesisleri
Korunan alanlar	Tarım ve su ürünleri tesisleri
	Nüfus dağılımı ve demografi
Ek-2	Bölge yönetimi/kısıtlama/düzenleme bölgeleri ve raporlama birimleri
Yükseklik	Doğal risk bölgeleri
Arazi Örtüsü	Atmosferik koşullar
Orto görüntü	Meteorolojik coğrafi özellikler
Jeoloji	Oşinografik coğrafi özellikler
	Deniz bölgeleri
	Biyo-coğrafi bölgeler
	Habitat ve yaşam alanları
	Türlerin dağılımı
	Enerji kaynakları
	Maden kaynakları

Finlandiya’ da SeCo (Semantic Computing Research Group) tarafından Ulusal Semantik Web Ontoloji (FinnOnto) Projesi (2003-2012) gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı Finlandiya’da ulusal düzeyde semantik web altyapısı oluşturmak için meta veri standardı, üst düzey ve alan ontolojileri, semantik portal oluşturma araçları gibi çok sayıda ontoloji, servis ve uygulama geliştirilmiştir (Hyvönen vd., 2008). Amerika’da İç Güvenlik Bakanlığı (DHS-Department of Homeland Security) tarafından konumsal birlikte işlerliği ve veri paylaşımını desteklemek için konumsal veri modeli (GDM-Geospatial Data Model) (URL-26) geliştirilmiştir. Almanya’da Federal Almanya Cumhuriyeti Devletlerinin Haritalama Kurumları Çalışma Komitesi (AdV-The Working Committee of the Surveying Authorities of the States of the Federal Republic of Germany) sorumluluğunda geliştirilen AAA Modeli üç farklı bilgi sistemini içerir. Jeodezi kontrol istasyonu bilgi sistemi (AFIS-

Official geodetic control station information system), Kadastro Bilgi Sistemi (ALKIS-Official Cadastral Information System 1:500-1:2k), Topoğrafik Kartografik Bilgi Sistemi (ATKIS-Official Topographic-Cartographic Information System 1:10k-1:1m) olmak üzere üç bilgi sisteminin bütünleştirilmesiyle tek bir veri modeli oluşturulmuştur (Seifert, 2006; Düren ve Seifert 2006). Hollanda'da NEN3610 veri modeli coğrafi alanda temel model olarak Hollanda Standartlaştırma Enstitüsü (NEN- nationale normalisatie-instituut) tarafından 1995 yılında standart olarak yayınlanmıştır. NEN3610 veri modelinin tasarımından standart olarak yayınlanmasına kadar yaklaşık 20 yıl (1978-1995) geçmiştir. Standart, gelişen teknoloji, standartlar (OGC, ISO) ve kullanıcı gereksinimleri özellikle de sektör modellerinde ortaya çıkan ihtiyaçlar dikkate alınarak 2005, 2010 ve 2011 yıllarında güncellenmiştir. NEN3610 veri modelinin gelişim aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

- Standartlaştırma çalışmaları başlamadan önce, Topoğrafya, Kadastro, Ulaşım ve Trafik Kontrol Bakanlığının Haritalama kurumları ve belediyeler farklı ölçeklerde harita üretmektedir ve detay tanımları her bir harita ölçeğine uyan lejantlar kullanılarak yapılmaktadır.

- Kullanıcılar arasında veri değişimini gerçekleştirmek amacıyla ortak detay tanımlama çalışmaları 1978 yılında Kamu Otomasyonu Danışmanlığı Yönetim Kurulu (BOCO-Bestuurlijke Overlegcommissie voor Overheidsautomatisering) ve Ulusal Jeodezi Harmonizasyon Komisyonu (Uniformering of the Rijkscommissie voor Geodesie) işbirliğiyle başlatılmıştır. Bu çalışma sınıflandırma, kalite, veri yapıları ve erişim-dönüşüm olmak üzere 4 alt başlığa ayrılmıştır.

- TU Delft Üniversitesinin Jeodezi Bölümü yürütülen sınıflandırma çalışması sonucunda çalışma raporu hazırlanmıştır. İzleyen zamanlarda (SSVI-Stichting Studiecentrum voor Vastgoedinformatie) farklı veri setlerinde kullanılan topoğrafik detaylar için ortak tanımlar oluşturmuştur. 400 detaydan oluşan şema zamanla farklı kullanıcı gereksinimleri için eklenen detay tanımları ile birlikte 700 detaya ulaşmıştır.

- Kadastro ve Kartografik Bilgi Sisteminin (LKI-Landmeetkundig en Kartografisch Informatiesystem) oluşturulmasıyla farklı detay tanımlarını içeren kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur ve büyük ölçekli topoğrafya (GKBN- Grootchalige Basiskaart van Nederland) olarak adlandırılmıştır. Veri tabanı oluşturulurken farklı detay tanımlarının kullanıldığı il bazındaki veriler toplanmıştır.

- Arazi Bilgi Kurulunun (RAVI-voorlopige Raad voor de Vastgoedin-formatie) Topoğrafik Veri Tabanları Komisyonu (CTB-Commissie Topografische Bestanden) farklı

detay tanımlarının sebep olduğu problemi çözmüştür ancak BOCO tanımlarından farklı bir sınıflandırma kullanmıştır. Kadastro kurumu ise bu farklılıklar için dönüşüm tabloları yayınlamıştır.

- Arazi Bilgi Bakanlığı, Konut, Fiziksel Planlama ve Çevre Bakanlığı Koordinasyonu RAVI' den Temmuz 1992 de konumsal detayların sınıflandırılması için resmi bir standart önermesi için talepte bulunmuştur. Standartlaştırma çalışmalarını hızlandırmak için NEN kurulmuştur. NEN3610 standardı Temmuz 1995'te ulusal bir standart olarak yayınlanmıştır (Aalders, 2002).

2.5.2. Türkiye'de Konumsal Veri İçin Mevcut Ulusal Veri Standartları

Kurum verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak için gereksinimlerden ilki “sözdizimsel tanımlar” dır. Bu anlamda konumsal veri için mevcut ulusal veri standartları aşağıda incelenecektir.

2.5.2.1. HGK Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu (HGK-DÖKK)

Türkiye'de sözdizimsel anlamda yapılan çalışmalara bakıldığında, Milli Savunma Bakanlığı (MSB) HGK tarafından hazırlanan DÖKK vardır. DÖKK, 1:25k ve daha küçük ölçekli ulusal düzeydeki Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yer alan detayların, özniteliklerin ve öznitelik değerlerinin tek tip tanımlanması ve kodlanmasına esas teşkil eder. DÖKK, detay sınıfları, detay alt sınıflarını, detayları, detay tanımlarını, detay kodlarını, öznitelikleri, öznitelik tanımlarını, öznitelik kodlarını ve ayrıca her detayın içerdiği öznitelikler ile her özniteliğin yer aldığı detayları içermektedir.

2.5.2.2. BÖHHBÜY Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu

Sözdizimsel anlamda yapılan diğer bir çalışma ise, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (Resmi Gazete, 2005) ekinde yayınlanan DÖKK' tür. BÖHHBÜY, 1:5k ve daha büyük ölçekli haritaların yapımında standart birliğini sağlamak ve bu haritaları kadastral duruma getirmek amacı ile hazırlanmıştır. Büyük ölçekli haritaların, ülke nirengi ve nivelman ağına dayalı ve ülke pafta bölümlenme sisteminde,

yersel veya fotogrametrik yöntemlerle günün gelişmiş teknolojisinden de yararlanarak topoğrafik nitelikli sayısal, çizgisel ya da fotoğrafik olarak yapılmasını sağlamaktır. DÖKK detay sınıfları Tablo 14' te gösterilmiştir.

Tablo 14. Detay sınıfı tablosu

Detay Sınıf Kodu	Detay Sınıf Adı
AR	Arazi Örtüsü
BR	Bitki Örtüsü
DN	Detay Noktası
DY	Demiryolu Ve Tesisleri
HA	Nakil Hatları Ve Haberleşme Tesisleri
HD	Hidrografi
IA	İdari Alan/Sınır/Merkez
KN	Kontrol Noktaları
KY	Karayolları Ve Tesisleri
MA	Mülkiyet Alanı
PA	Proje Alanı
YA	Yapılar

2.5.2.3. Ulusal Veri Değişim Formatı (UVDF)

1:5k ve daha büyük ölçeklere yönelik olarak Ulusal Veri Değişim Formatı (UVDF) geliştirilmiştir. UVDF, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Bünyesinde kurulan TAKBİS Projesi kapsamında oluşturulan harita bilgilerinin bütünlüğünü sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir XML dokümanıdır (TKGM, 2007). UVDF' nin birtakım eksikliklerinin bulunması ve kurumların ihtiyaçlarını karşılamaması nedeniyle UVDF kullanılmamıştır ve halen daha kullanılmamaktadır. Bu bağlamda UVDF' nin yeniden gözden geçirilmesi ve eksikliklerinin giderilmesi gerekir.

2.5.2.4. Veri Sözlükleri

HGK ürettiği vektör verileri geodatabase, arccoverage, dgn vb. formatlarda satışa sunmaktadır. Üretilen bu verilerin tema bazında sınıflandırılarak ölçeklerine göre

kullanıcıya sunulması bir yandan sevindirici bir gelişme olmakla birlikte kullanıcıları yazılıma bağımlı olmaya itmektedir. HGK tarafından üretilen veriler tema bazında sınıflandırılmış ve vektör harita veri sözlükleri hazırlanmıştır. Ölçeğe bağlı olarak geliştirilen bu veri sözlükleri aşağıda incelenecektir.

2.5.2.4.1. 1:25k, 1:50k, 1:100k Ölçekli Kartografik Vektör Harita Veri Sözlüğü

Kartografik vektör haritalarda veriler, katmanlar içerisinde saklanmaktadır. Katmanlar, detaylara ait hem grafik verileri (koordinatları) hem de grafik olmayan verileri (öznitelikleri) saklar. Her bir katman içinde farklı detay tipleri yer alabilir.

Kartografik vektör haritalarda veriler dokuz ana sınıf kullanılarak gruplandırılmıştır. Bu sınıflar içinde alt grup olarak katmanlar yer almaktadır. Her sınıf içinde nokta, çizgi ve alan olmak üzere üç katman yer almaktadır. Bu durumda bir pafta içerisinde 27 adet katman bulunmaktadır. Ayrıca, tüm yazılar da ayrı bir katman da saklandığından, bir adet kartografik vektör harita için toplam 28 adet katman oluşturulmaktadır.

Kartografik vektör haritalarda, detayları en üst grup olarak sınıflar temsil eder. Veriler üzerinde yapılan işlemler, detayların çeşitli sınıflara ayrılması ve bu sınıflar içinde işlem görmesi esasına dayanır. Bu sınıflandırmada; detay benzerlikleri, öznitelikleri, kartografik özellikleri dikkate alınmıştır. Sınıflandırma sonucunda, detayların anlaşılabilirliği artırılmış, buldukları katmanlar sorgulama, veri toplama, analiz ve harita üretimi açısından uygun hale getirilmiştir. Bu sınıflar Tablo 15' te gösterilmiştir.

Tablo 15. Kartografik Vektör Harita Detay Sınıfları (URL-27).

Sınıf(en)	Sınıf (tr)	Açıklama	Kısaltma
Boundary	Sınırlar	Sınırlar ile ilgili detaylar.	bnd
Elevation	Yükseklik	Yükseklik ile ilgili detaylar.	ele
Hydrography	Hidrografya	Hidrografya ile ilgili detaylar.	hyd
Industry	Endüstri	Endüstri ile ilgili detaylar.	ind
Physography	Fizyografya	Fizyografya ile ilgili detaylar.	phy
Population	Yerleşim	Yerleşim ile ilgili detaylar.	pop
Transportation	Ulaşım	Ulaşım ile ilgili detaylar.	tra
Utilities	Tesisler	Tesisler ile ilgili detaylar.	uti
Vegetation	Bitki Örtüsü	Bitki örtüsü ile ilgili detaylar.	veg

Sınıf içerisinde, her detay türü ayrı bir katmanda yer almaktadır. Çizgi detaylar, nokta detaylar ve alan detaylar ayrı bir katmanda olmak üzere, her bir sınıf için 3 katman ve 9 sınıf için toplam 27 katman açılmıştır (Tablo 16). Detay tiplerini ifade etmek üzere, p (point), l (line) ve a (area) harfleri kullanılır (URL-27).

Tablo 16. Katman isimleri ve içerikleri (URL-27)

Sıra No	Katman Adı	Anlamı
1	bnd_a	Sınırlara ait alan detaylar
2	bnd_l	Sınırlara ait çizgi detaylar
3	bnd_p	Sınırlara ait nokta detaylar
4	ele_a	Yüksekliğe ait alan detaylar
5	ele_l	Yüksekliğe ait çizgi detaylar
6	ele_p	Yüksekliğe ait nokta detaylar
7	hyd_a	Hidrografyaya ait alan detaylar
8	hyd_l	Hidrografyaya ait çizgi detaylar
9	hyd_p	Hidrografyaya ait nokta detaylar
10	ind_a	Endüstriye ait alan detaylar
11	ind_l	Endüstriye ait çizgi detaylar
12	ind_p	Endüstriye ait nokta detaylar
13	phy_a	Fizyografyaya ait alan detaylar
14	phy_l	Fizyografyaya ait çizgi detaylar
15	phy_p	Fizyografyaya ait nokta detaylar
16	pop_a	Yerleşime ait alan detaylar
17	pop_l	Yerleşime ait çizgi detaylar
18	pop_p	Yerleşime ait nokta detaylar
19	tra_a	Ulaşımına ait alan detaylar
20	tra_l	Ulaşımına ait çizgi detaylar
21	tra_p	Ulaşımına ait nokta detaylar
22	uti_a	Tesislere ait alan detaylar
23	uti_l	Tesislere ait çizgi detaylar
24	uti_p	Tesislere ait nokta detaylar
25	veg_a	Bitki örtüsüne ait alan detaylar
26	veg_l	Bitki örtüsüne ait çizgi detaylar
27	veg_p	Bitki örtüsüne ait nokta detaylar
28	Yazı	Harita içerisindeki yazılar

F_CODE, F_NAME, SYMBOL ve P_NAME öznitelikleri her katman ve detay tipi için açılmıştır. Bunlara ek olarak nokta detaylar için ANGLE ve SCALE ve alan detaylar için AREA ve PERIMETER öznitelikleri eklenmektedir (URL-27).

2.5.2.4.2. 1:250k ve 1:500k Ölçekli Vektör Haritalar İçin Veri Sözlüğü

HGK tarafından hazırlanan bu veri sözlüğü (Military Specification Vector Map- VMap Level 1) MIL-V-89033 ve DIGEST Feature and Attribute Coding Catalog (FACC) ile uyumludur. 1:500k ölçekli vektör harita üretimi 1:250k ölçekli harita üretiminin bir devamı olarak 1:250k ölçekli vektör harita verilerinden istifade edilerek yapılmaktadır (URL 28). Veri içerisinde 9 ana detay sınıfı, her bir ana detay sınıfı altında da ikişer katman bulunmaktadır. Katmanlar içerisinde de değişik sayılarda detaylar bulunmaktadır.

Tablo 17. Ana detay sınıfları ve katman isimleri (URL-28).

Ana Detay Sınıfı	Katman	Açıklama
Sınırlar (bd)	bndnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	bndpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Yükseklik (el)	elevnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	elevpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Hidrografiya (hy)	hyrdnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	hydropnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Endüstri (id)	indnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	indpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Fizyografiya (ph)	physnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	physpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Yerleşim (po)	popnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	poppnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Ulaşım (tr)	transnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	transpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Üstyapı/Atyapı Tesisler (ut)	utilnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	utilpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar
Bitki Örtüsü (ve)	vegnnet	Çizgi ve alan tipinde detaylar
	vegpnt	Nokta ve açıklama tipinde detaylar

2.5.3. Mevcut Durumun İncelenmesi ve Gereksinimler

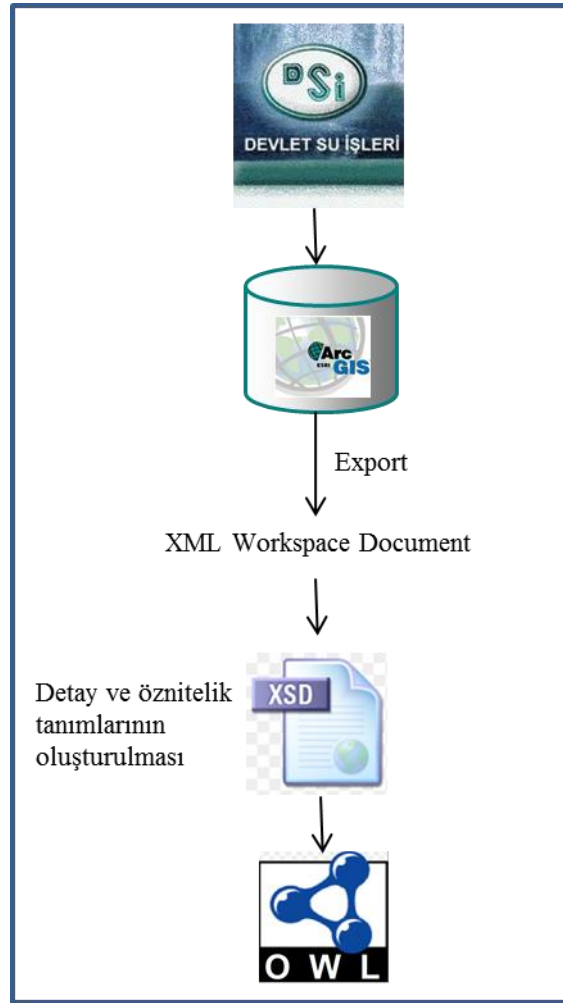
Mevcut çalışmalar incelediğinde, sözdizimsel anlamda birtakım çalışmaların olduğu görülmektedir ancak bu çalışmalar yetersizdir. Ülke ölçeğinde gerçekleştirilecek uygulamalar için ölçekten bağımsız standart detay tanımlarının ve veri değişim standardının eksikliği ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda ilk öneri aslında Cömert (1996) tarafından yapılmıştır. Cömert (1996), geometri bileşenine yönelik UKVA' da farklı kullanıcı gereksinimlerini karşılamak için taraflar arasında etkin veri paylaşımına olanak sağlayacak olan bir konumsal veri değişim standardı önermiştir. UKVA için en uygun değişim standardı olarak SAIF (Spatial Archive and Interchange Format-GML SAIF tabanlıdır) 'in seçilmesi gerektiğini, seçilen standarda Türkiye' ye özel standart detay/öznitelik katalogları ve sembol kitaplıklarının geliştirilmesi gibi, daha bir dizi gereksinimin karşılanması gerektiğini vurgulamıştır.

HGK' nın sözdizimsel tanımlar anlamında birtakım çalışmaları vardır. Ancak bu tanımlar sadece Topoğrafya temasını çözmektedir. Bu bağlamda Hollanda örneğinde, "fiziksel planlama, topoğrafya, su, kültürel miras, kablolar ve boru hatları, toprak ve yeraltı" gibi alanlarda sektör modelleri geliştirilmiştir. Bu durumda HGK gibi diğer kurumlar içinde benzer çalışmaların yapılarak sektör modellerinin geliştirilmesi gerekir. Mevcut durumda kurumlar farklı harita ölçeklerinde, yaygın olarak kullanılan (defacto) standartlarda (shape, dxf, vb.) veri sunmaktadır. Örneğin, HGK 1:25k-1:1000k ölçekleri arasında vektör verileri ArcInfo Coverage formatında sunmaktadır.

Sektör modellerinin geliştirilmesi için ilk olarak, her bir kurum için ölçek bazında veri tabanı şemasının elde edilmesi ve detay tanımlarının oluşturulması gerekir. İkinci olarak, detay sınıflandırması, detaylar arasındaki ilişkiler veya öznitelikler üzerindeki kısıtlamalar ortak bir dilde (UML, XSD) ifade edilmelidir. Sonrasında oluşturulan sektör modellerinin ilgili alan modelleri ve ulusal veri modeli ile ilişkilendirilmesi gerekir. Şekil 38' de DSİ temel alınarak sektör modelinin oluşturulması için gerekli işlemler ve dönüşümler gösterilmektedir. Sektör modelinin ortak bir dile dönüşümünden sonra semantik web dillerine dönüşümü gerçekleştirilir.

UKVA' da yer alacak diğer kurumlar için benzer yöntemle sektör modelleri oluşturulabilir. Kurumların gerçekleştirdikleri uygulamaların farklı olması nedeniyle sektör modelleri birbirinden farklı olacaktır. Örneğin, Hollanda'da Topoğrafya alanında iki farklı kurum farklı içerik ve anlama sahip veri toplamaktadır. Bu iki kurumdan birincisi büyük

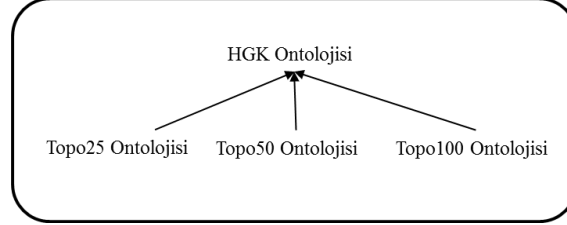
ölçeğe yönelik uygulamaları diğeri ise 1:10k ölçeğine yönelik uygulamaları gerçekleştirmektedir. Farklı sektör modelleri arasında veri paylaşımını gerçekleştirmek için ortak kavramları içeren bir model gereklidir. Stoter (2009), otomatik genelleştirme ve güncelleştirme amacıyla IMGEO (1:1k-1:2k) ve TOP10NL (1:10k) veri modellerini bütünleştirmek için ölçekten bağımsız bir model olan BMT (Base Model Topography) modelini önermiştir. Bu model farklı ölçeklerdeki topoğrafik detayların anlamlarını ve detaylar arasındaki ilişkileri modeller.



Şekil 38. Sektör modellerinin geliştirilmesi

Sektör modellerinin oluşturulmasından sonra HGK için geliştirilecek olan ontolojiler için Şekil 39'daki gibi bir tasarım önerilmektedir. HGK 1:25k ve daha büyük ölçeklerde harita üretmek amacıyla veriler toplamaktadır. HGK ontolojisi her ölçek için geliştirilen alt ontolojilerden oluşacaktır. Tek bir ölçek için geliştirilen ontoloji içerisindeki veri setleri ve

katmanlar ölçekleriyle belirtilir. Örneğin, Topo25 Ontolojisi içerisinde Hidrografya sınıfı Hidrografya25, alt sınıfları olarak hyd_l25, hyd_a25, hyd_p25 şeklinde isimlendirilebilir.



Şekil 39. HGK Ontolojisi

2.5.4. Ulusal Konumsal Veri Modeli İhtiyacı

Semantik tanımların oluşturulması için diğer bir gereksinim ise, “Ulusal Konumsal Veri Modeli” dir. Ulusal konumsal veri modelinin geliştirilmesi iki şekilde mümkündür. Birincisi, yeni baştan ulusal veri modelinin tasarımıdır. İkincisi ise mevcut bir veri modelinin genişletilerek ulusal modelin geliştirilmesidir. Ulusal veri modelinin yeni baştan tasarımı, coğrafi veri üreten kurumların alan uzmanlarını (domain expert) içeren çalışma grupları tarafından gerçekleştirilir. Model tasarımı sürecinde, alan uzmanlarının yürürlükteki kanun ve yönetmeliklerin gerektirdiği uygulamaları dikkate alarak tüm uygulama senaryolarını ve kullanıcı gereksinimlerini belirlemeleri gerekmektedir. Ulusal model tasarımı, bu ölçütlerin ışığında alan uzmanları tarafından yapılacak olan toplantılarda birlikte fikir alışverişinde bulunarak gerçekleştirilir.

İlgili literatürde, çok sayıda uygulama ve proje gerçekleştirilmiştir. Örneğin, INSPIRE veri belirtimlerinin geliştirilmesi ve GiMoDig (URL-29) projesinde ortak şemanın (global schema) oluşturulması sırasında da benzer işlem adımları gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de “Ulusal Konumsal Veri Modeli” ve “Sektör Modeli” geliştirilmesinde geç kalınmış olması ikinci yaklaşımın değerlendirilmesini gerektirir. Bu alanda dünya genelinde ulusal ve uluslararası düzeyde birçok çalışma mevcuttur. Uluslararası düzeyde yapılan çalışmalara örnek olarak Avrupa genelinde bir bilgi altyapısı kurmayı amaçlayan INSPIRE projesi verilebilir (INSPIRE, 2004). Ulusal düzeyde Amerika, Almanya, Hollanda gibi birçok ülkenin bu alanda çalışmaları mevcuttur. Türkiye, bu alanda geç kalmış olmakla birlikte bu ülkelerin geçtiği süreçlerden geçmek zorunda değildir. Ayrıca bu ülkelerin deneyimlerinden faydalanma ve son teknolojileri

kullanma şansına sahiptir. Türkiye’de ulusal bir veri modelinin olmaması “uluslararası ölçek için geliştirilmiş olan INSPIRE veri modeli Türkiye için veri modeli olarak kullanılabilir mi?” sorusunu akla getirebilir. Ulusal veri modelinin geliştirilmesinin uzun bir süreç alması ve ulusal veri modeli geliştirilmesinde geç kalınmış olması bu argümanın değerlendirilmesini gerektirir. Bu çalışma başka bir çalışma konusudur ancak hiçbir şekilde bu olduğu haliyle INSPIRE veri modeli, Türkiye için ortak model olarak kullanılamaz. INSPIRE veri modeli bir alternatif olarak düşünülebilir fakat Türkiye’de konumsal alanda gerçekleştirilen uygulamalar, kanun ve yönetmelikler dikkate alınarak genişletilmesi gerekir.

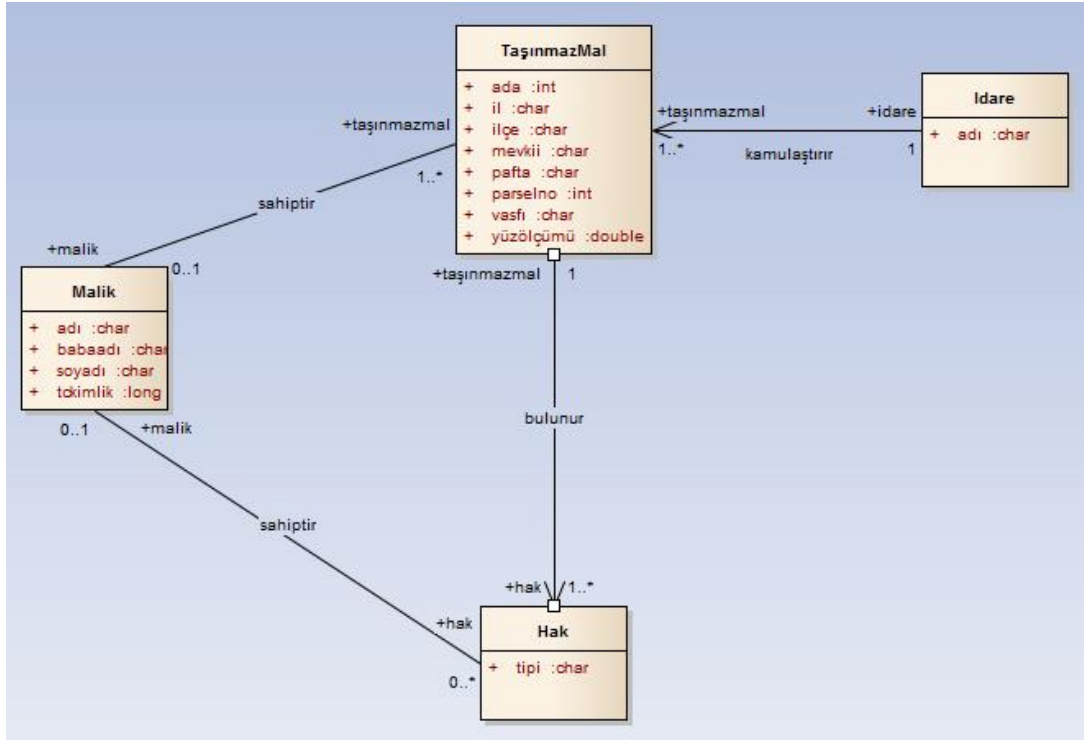
2.5.5. Uygulama Senaryoları ve INSPIRE Veri Temaları

Gelinen noktada çoğu kez INSPIRE’ in önerildiği gerek Türkiye Çevresel Bilgi Değişimi Ağı (TEIEN- Turkish Environmental Information Exchange Network) projesinde gündeme geldiği ardından Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Genel Müdürlüğü TUCBS Projesinde de benzer yaklaşım sergilendiği görülmüştür. Ulusal ölçekteki uygulamalarda, uluslararası ölçek için tasarlanmış bulunan bir veri modeli olan INSPIRE’ in kullanılamayacağı felsefi olarak zaten açıktır. Ancak konu daha iyi anlaşılсын diye bu bölümde detaylar sunulmuştur. Avrupa ölçeğinde gerçekleştirilen INSPIRE projesi kapsamında oluşturulan INSPIRE veri belirtileri Avrupa Birliği yasa ve direktiflerinin gerektirdiği uygulamaları gerçekleştirmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Veri belirtilerinin geliştirilmesi sırasında, kullanıcı gereksinimleri belirlenerek uygulama senaryoları geliştirilmekte ve tema alanlarıyla ilgili birçok AB direktifleri/mevzuatı kullanılmaktadır (INSPIRE, 2010). Türkiye’de ise yürürlükteki yasa ve yönetmeliklerin farklı olması nedeniyle kurum verilerinin ayrıntı düzeyleri, içerik ve anlamları farklılık arz etmektedir.

Uygulama senaryolarının belirlenebilmesi için öncelikle baraj ve hidroelektrik santrali (HES) projeleri için hazırlanan Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporları incelenmiştir. Raporun hazırlanması için gerekli temalar ve temin edildiği kurumlar belirlenmiştir. Temaların belirlenmesinin ardından sınıf ve özneliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için ÇED raporları ve ilgili kurum web sayfalarında yer alan sınıflandırmalar ve sunulan veriler incelenmiştir ve gerektiği durumlarda kurumlarla

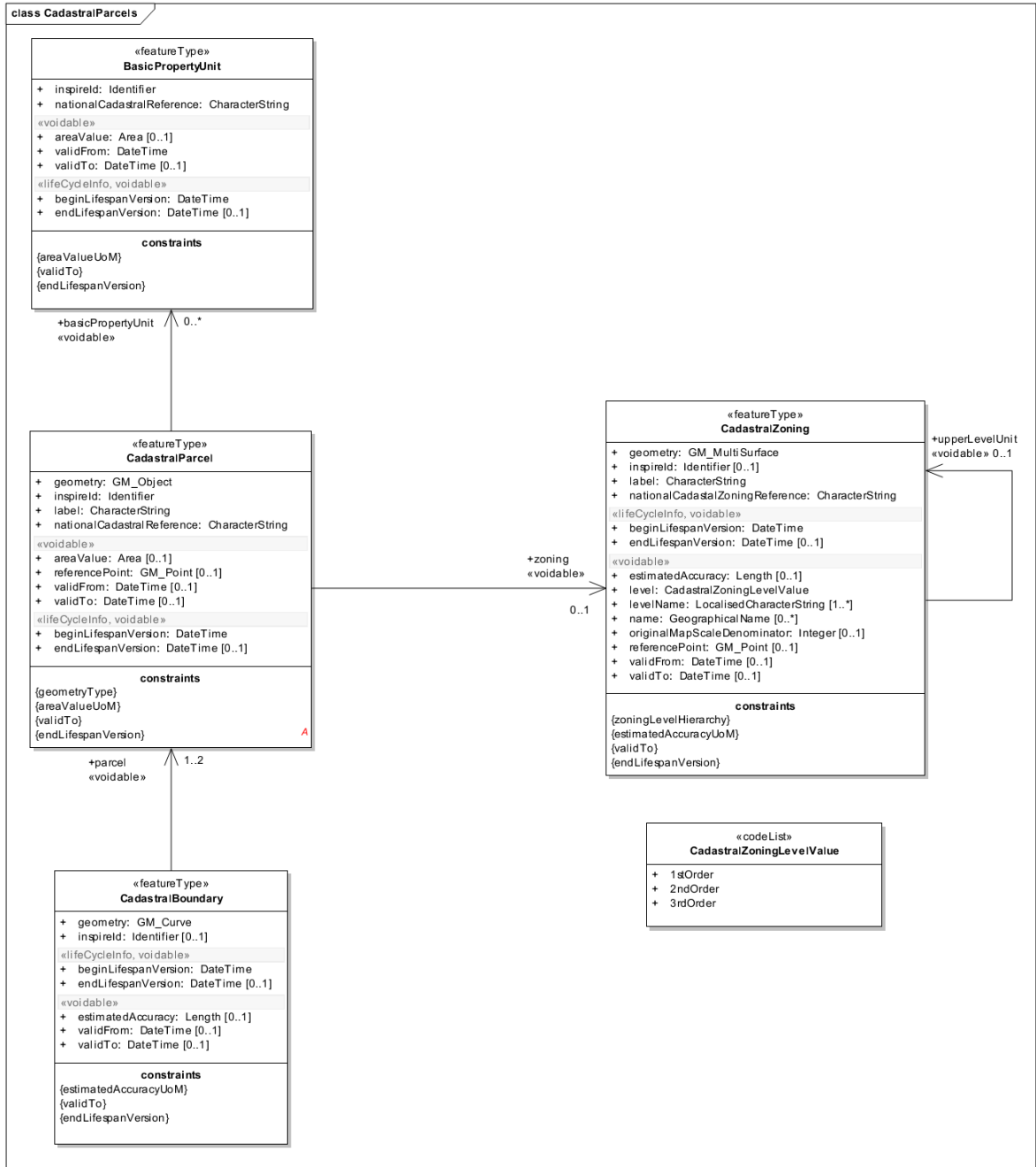
görüşmeler yapılmıştır. Sınıf ve özniteliklerin belirlenmesinin ardından INSPIRE veri belirtilimleri gözden geçirilmiştir. Veri belirtilimlerinde yer alan sınıf ve öznitelik tanımları, kod listeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Oluşturulan veri temaları ile “Kadastro Parseli”, “Hidrografya”, “Jeoloji”, “Yükseklik”, “Arazi Kullanımı”, “Koruma Alanları”, vb. veri belirtilimleri arasında karşılaştırma yapılmıştır ve INSPIRE veri modellerinde yer almayan özniteliklere rastlanmıştır. Bu farkları ortaya koyabilmek için ÇED raporu hazırlayacak kurum ve kuruluşların ihtiyaç duyduğu bilgiler dikkate alınarak uygulama senaryoları seçilmiştir.

Seçilen ilk uygulama senaryosu, “Baraj ve HES projelerinde baraj göl suları altında kalacak alanların belirlenmesi ve taşınmazların kamulaştırılması”dır. ÇED yönetmeliği (URL-30) kapsamında, ÇED raporu hazırlayıcısı, ÇED raporu genel formatına göre proje için kullanılacak alanın belirlenmesine ihtiyaç duymaktadır. Baraj gölünün maksimum su kotu kullanılarak baraj göl suları altında kalan alanların belirlenmesinden sonra Kamulaştırma Kanunu’nun (URL-31) 10. Maddesi gereğince, kamulaştırılacak taşınmaz malın tapuda kayıtlı bulunduğu yer, mevkii, pafta, ada, parsel numarası, vasfı, yüzölçümü, Malik veya maliklerin ad ve soyadları gibi bilgilere ihtiyaç vardır. Uygulama senaryosunun UML diyagramı Şekil 40’te gösterilmiştir.



Şekil 40. Uygulama senaryosu UML diyagramı

Referans veri olarak kullanılan Kadastro Parselleri teması INSPIRE Direktifi Ek-1 de yer almaktadır. Kadastro parselleri veri belirtimi INSPIRE Tematik Çalışma Grubu-Kadastro Parselleri tarafından hazırlanmıştır. INSPIRE Tematik Çalışma Grubu, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Macaristan, Hollanda, Norveç, İspanya, İsviçre, İngiltere ve Avrupa Komisyonu'ndan gelen alan uzmanlarından oluşmaktadır.



Şekil 41. INSPIRE Kadastro Parseli uygulama şeması (INSPIRE, 2010a).

INSPIRE Kadaastro Parselleri veri belirtiminde, parsellerle ilgili haklar ve sahiplik kavramları arasında uyum sağlamayı amaçlamamaktadır. Çünkü INSPIRE üye devletlerin ulusal sistemlerinde gösterildiği gibi detayların geometrik yönlerine odaklanmaktadır. INSPIRE veri belirtimlerinde seçilen uygulama senaryoları detay geometrilerine ve zamansal bilgilere dayanmaktadır (INSPIRE, 2010a). INSPIRE Kadaastro Parseli Uygulama Şeması Şekil 41’de gösterilmektedir.

INSPIRE Kadaastro Parselleri veri belirtimine göre Kadaastro Parselleri uygulama şeması genel bilgi bulma amacına hizmet etmektedir. INSPIRE Kadaastro parsellerinin bir özniteliği olarak ulusal kadaastro modellerine referans bulunması durumunda ulusal kaynaklara ulaşılabilir (INSPIRE, 2010a). Ancak uygulama senaryosu için gerekli olan öznitelikler, INSPIRE Kadaastro Parselleri uygulama şemasında bulunmamaktadır. Bu nedenle uygulama senaryosu için ulusal modelden INSPIRE Kadaastro Parselleri uygulama şemasına referans bulunmayacaktır. Kadaastro parselleri veri belirtimi, kadaastro parselleri üzerindeki sahiplik ve haklar gibi kavramları içermemektedir. Bu nedenle seçilen uygulama senaryosu INSPIRE Kadaastro Parseli veri modeli ile gerçekleştirilemez.

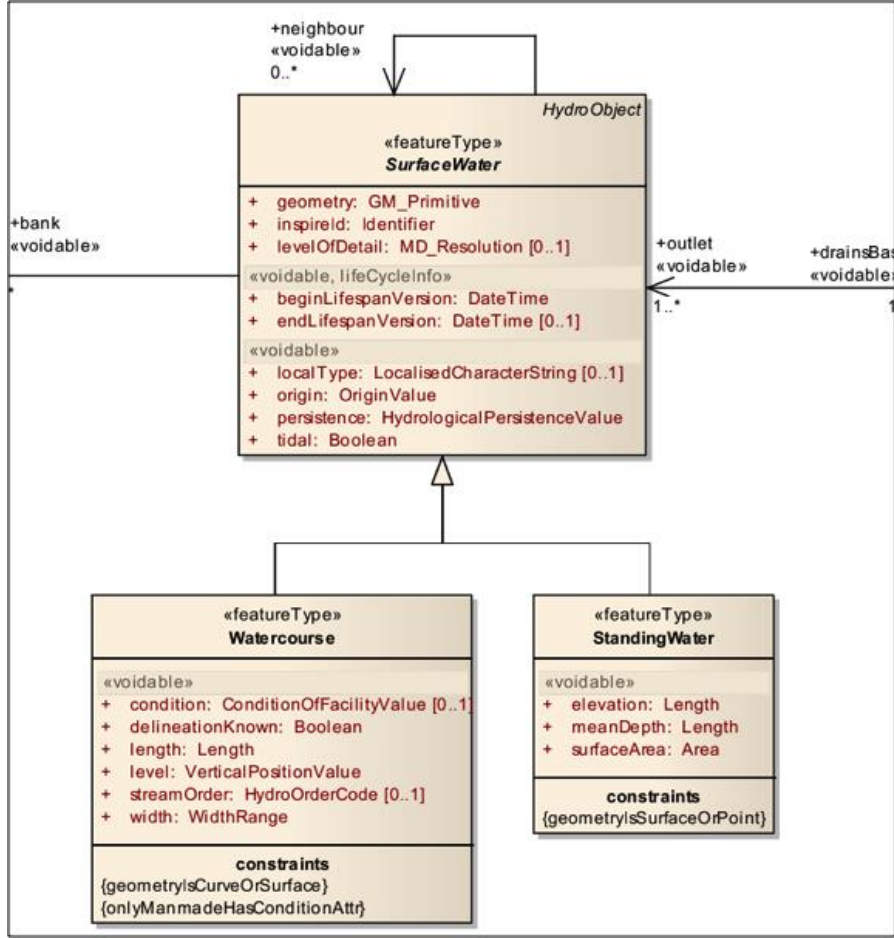
ISO/TC 211 tarafından 19152 Arazi Yönetimi Alan Modeli (LADM- Land Administration Domain Model) Haziran 2012’ de uluslararası standart olarak yayınlanmıştır. LADM, MDA (Model Driven Architecture) ya dayalı etkin ve verimli kadaastro sistemi gelişimi için genişletilebilir bir temel sağlamak ve hem ülke içindeki hem de farklı ülkeler arasındaki tarafların, model tarafından kapsanan ortak bir ontolojiye dayalı olarak iletişim kurmasını desteklemeyi amaçlamaktadır (ISO, 2012). Bu nedenle seçilen uygulama senaryosu için LADM genişletilebilir ve uygulama senaryosu LADM ile gerçekleştirilebilir.

Seçilen ikinci uygulama senaryosu ise “Baraj ve HES projelerinde baraj ve HES yapılarının özelliklerinin belirlenmesi” dir. Bu bilgiye de yine ilk senaryoda olduğu gibi, ÇED raporu hazırlayıcısı tarafından ihtiyaç duyulur. “Baraj ve HES yapılarının özelliklerinin belirlenmesi” uygulama senaryosu için farklı temalarda farklı sınıf ve özniteliklere ihtiyaç vardır. Ancak çalışma kapsamı Hidrografya veri teması için gerekli olan “Akarsu” “Baraj” ve “HES” sınıfları ile sınırlandırılmıştır. Çed kapsamında ve “Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” gereğince uygulama senaryosu için “Nehir”, sınıfı ile ilgili özniteliklere ihtiyaç vardır. Bu öznitelikler, Debi, Su derinliği, PH, İletkenlik, Alüvyon kalınlığı, Sediment miktarı ve Balık faunasıdır.

INSPIRE Hidrografya Veri Belirtimi üye devletlerarasında hidrografik bilginin birlikte işlerliğini kolaylaştırmak için gereklidir. INSPIRE Direktifi Ek-1 de yer alan Hidrografya veri teması, Ulaşım Ağları Veri Belirtiminde yer alan navigasyon ve Yükseklik Veri Belirtiminde (INSPIRE, 2013) yer alan derinlik bilgisini içermez (INSPIRE, 2010b). INSPIRE Hidrografya Veri Belirtiminde Akarsu sınıfının öznitelikleri uzunluk, yükseklik, dallanma derecesi, genişliktir. INSPIRE Hidrografya Akarsu sınıfı ile seçilen uygulama senaryosu için nehir sınıflarının karşılaştırılması Tablo 18’de verilmiştir. Uygulama senaryosu için gerekli olan debi, PH, iletkenlik, alüvyon kalınlığı, sediment miktarı gibi öznitelikler INSPIRE Hidrografya veri temasında bulunmamaktadır. INSPIRE Hidrografya Akarsu sınıfı ve öznitelikleri Şekil 42’de gösterilmektedir. Bu durum INSPIRE Hidrografya veri temasının, Avrupa Birliği yasa ve direktifleri kapsamında INSPIRE uygulamalarını gerçekleştirecek şekilde geliştirilmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

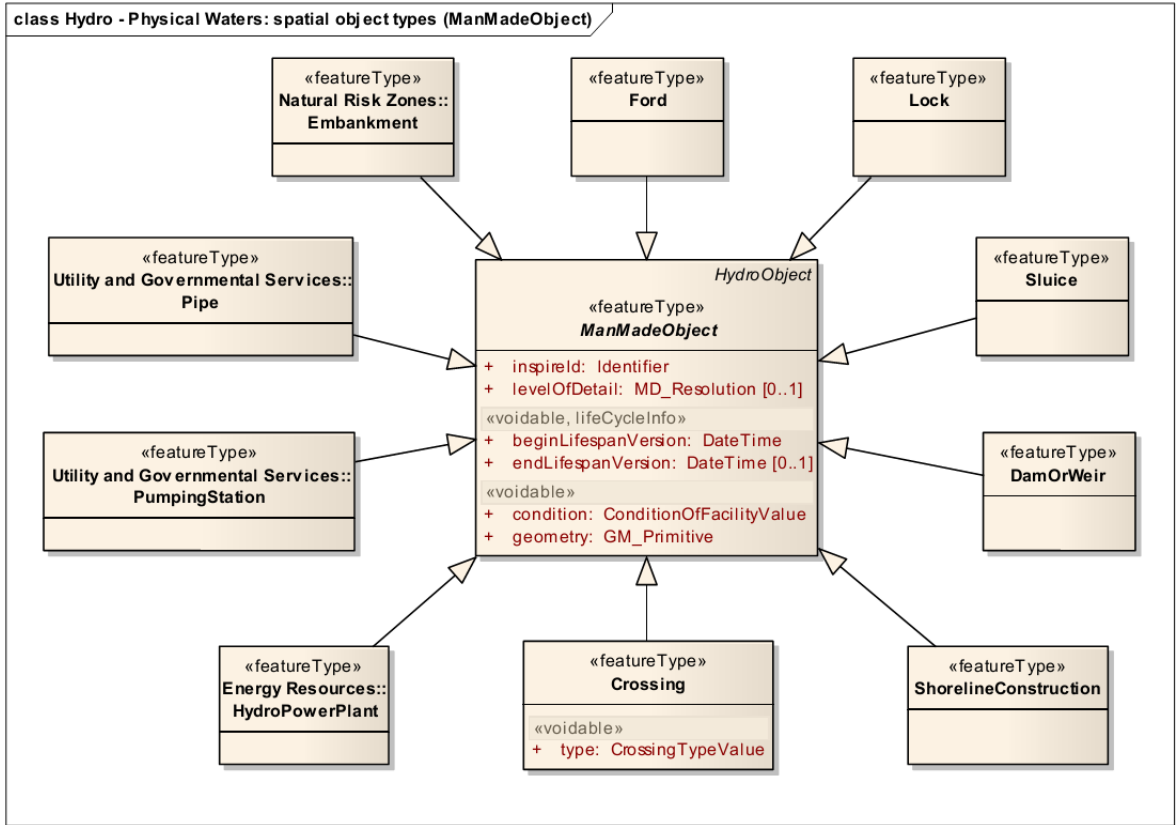
Tablo 18. Akarsu, nehir sınıfları ve öznitelikleri

Uygulama Senaryosu 2-Nehir	INSPIRE-Akarsu
Debi	-
Su derinliği	Derinlik-Yükseklik veri belirtimi (“ElevationVectorObject” sınıfının “propertytype” özniteliğinde bulunmaktadır.
PH	-
İletkenlik	-
Alüvyon kalınlığı	-
Sediment miktarı	-
Balık faunası	-
-	Uzunluk
-	Yükseklik
-	Dallanma derecesi
-	Genişlik



Şekil 42. “Fiziksel Sular” konumsal obje tipleri UML diyagramının bir kısmı (INSPIRE, 2010b).

Uygulama senaryosu kapsamında “Baraj” ve “HES” sınıflarının öznitelikleri ise; “Baraj” sınıfı için tipi, kret kotu, kret genişliği, kret uzunluğu, gövde hacmi, talveg kotu, talvegden yükseklik, temelden yükseklik gibi özniteliklerinin belirlenmesi gerekir. “HES” sınıfı için ise tipi, türbin tipi, türbin adedi, santral tipi, yük faktörü, toplam enerji, sekonder enerji, güvenilir enerji, kurulu güç, kuyruk suyu kotu gibi özniteliklere ihtiyaç vardır. INSPIRE Hidrografya “Baraj” ve “HES” sınıfları için herhangi bir öznitelik tanımlanmamıştır (Şekil 43). Yükseklik ve derinlik bilgilerinin Yükseklik Veri Belirtiminden elde edilebileceğini varsayarsak diğer öznitelikler INSPIRE veri belirtimlerinde yer almamaktadır. Dolayısıyla bu uygulama senaryosu da INSPIRE veri belirtimleri ile gerçekleştirilemeyecektir.



Şekil 43. “Fiziksel sular” (insan yapımı yapılar) konumsal obje tipleri UML diyagramı (INSPIRE, 2010b).

Seçilen diğer uygulama senaryosu “Nehir ve dere yataklarında su kalitesinin izlenmesi ve cezai işlem uygulanması” dır. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri nehir ve derelerde su kalitesinin izlenmesi ve denetimi yetkisine sahiptir. Sanayi bölgelerindeki katı-sıvı atıklar, evsel nitelikteki atıklar gibi çok sayıda kirletici su kirliliğine sebep olmaktadır. Atık suların alıcı ortama deşarj standartlarına göre su kalitesi değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Nehir ve derelerde özellikle kirliliğin olma olasılığının olduğu sıcak noktalarda belli aralıklarla numuneler alınmakta ve değerlendirilmektedir. Laboratuvar raporları sonucunda Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’ne göre su kalitesinde sınır değerler üzerinde çıkan parametreler incelenir. Özellikle “kimyasal oksijen ihtiyacı” “askıda katı madde”, “ağır metaller”, “bulanıklık”, “PH” gibi insan sağlığını tehdit edecek parametrelerin, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’nde belirtilen parametrelerin sınır değerlerinden fazla olması durumunda cezai işlem uygulanır. Su kalitesinin izlenmesi ve cezai işlem uygulanması sırasında Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri DSİ’den HES lerle ilgili AGİ’ den elde edilen “giriş can suyu” ve “çıkış can suyu” ile ilgili bilgi temin etmektedir.

Bu uygulama senaryosu için “HES” sınıfı özniteliği olarak giriş ve çıkış can suyu miktarı bilgisi gereklidir. Ayrıca Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği gereğince su kalite parametrelerine ihtiyaç vardır. Bu uygulama senaryosu da INSPIRE veri belirtileri ile gerçekleştirilemeyecektir.

DSİ baraj ve HES yapımı, içme suyu, su kalitesi izleme, çevre ve taşkın, erozyon ve rusubat kontrolü, sulama gibi alanlarda uygulamalar gerçekleştirmektedir. Bu uygulamalarda elde edilen veriler GIS yazılımlarında depolanmaktadır. DSİ Hidrografya ile ilgili 1:100k, 1:250k ve 1:500k ölçeklerinde katmanlara sahiptir. Bunun dışında sanat yapıları, baraj yapımı gibi uygulamalarda 1:1k ölçeklerinde katmanlar oluşturulmaktadır. DSİ’ den Hidrografya teması ile ilgili veri talebinde bulunan kurumlar, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Üniversiteler, Tübitak, özel sektör, vb. dir. Kurumlar farklı ölçeklerde veri talep etmektedir ve uygulamalarında farklı ölçeklerde yer alan detayların farklı özniteliklerine ihtiyaç duymaktadır.

Seçilen uygulama senaryolarını INSPIRE veri belirtileri ile gerçekleştirmek mümkün değildir. INSPIRE veri modellerinin ülke kapsamında gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılabilirliği yoktur. Uygulama senaryolarında görüldüğü gibi farklı uygulamalarda kullanılan sınıflar için farklı öznitelikler gerekir.

INSPIRE veri modeli, AB ülkeleri arasında birlikte işlerliği sağlayan ve konumsal veri altyapısı için gerekli olan temaları uluslararası düzeyde genel olarak tanımlayan bir veri modelidir. Türkiye için INSPIRE veri modeli uygulamalar ve kullanıcı gereksinimleri dikkate alınarak sınıfların INSPIRE veri modellerinde bulunması durumunda genişletilebilir. Ancak, Kadastro Parselleri veri modelinde görüldüğü gibi genişletilemediği durumlar ortaya çıkabilir. Çünkü INSPIRE Kadastro Parseli veri modeli seçilen uygulama senaryolarını gerçekleştirmeye yönelik sınıflar içermemektedir. Bu nedenle Türkiye’de konumsal alandaki tüm uygulamaların belirlenerek bilgi içeriğinin belirlenmesi gerekir. Farklı uygulamaların her biri için farklı sınıf ve öznitelikler söz konusu olacaktır.

INSPIRE veri modeli AB ülkelerinden elde edilen referans materyalleri (reference materials) ve veri setleri INSPIRE çalışma grupları özellikle tematik çalışma grupları tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenerek INSPIRE veri modeli oluşturulmuştur. Türkiye içinde benzer işlem adımlarının yapılması gerekmektedir. Seçilen örnek uygulama senaryolarında görüldüğü gibi Türkiye’de konumsal alanda gerçekleştirilen uygulamalar INSPIRE veri modelinden daha fazla sınıf ve öznitelik gerektirmektedir.

2.5.6. Ulusal Konumsal Veri Modelinin Geliştirilmesi İçin Gereksinimler

Mevcut durumda Türkiye’de kurumlar arasında veri paylaşımı geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Kurumlar arasındaki veri paylaşımının ulusal bir konumsal veri modeli üzerinden gerçekleştirilmesi eşleştirme sayısını azaltacaktır ve servis ve veri bulma çok daha kısa sürede gerçekleşecektir. Ulusal konumsal veri modelinin oluşturulması sırasında ulusal düzeyde konumsal alanda gerçekleştirilen tüm uygulamaların belirlenmesi ve uygulama şemalarının oluşturulması öncelikli önem taşımaktadır.

Uluslararası ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen çok sayıda proje, girişim ve akademik çalışma bulunmaktadır. Uluslararası düzeyde gerçekleştirilen projelerden biri olan INSPIRE Projesinde geliştirilen ve tez içerisinde ilgili bölümlerde bahsedilen veri modellerinin geliştirilmesi sırasında uygulama senaryoları geliştirilmiştir ve mevcut mevzuat incelenmiştir. INSPIRE EK-1-2-3’te yer alan veri belirtimleri uygulama senaryolarının doğrudan sonucudur ve uygulama senaryoları hakkındaki bazı bilgiler veri belirtimlerinin geliştirilmesi sırasında alınan modelleme kararlarının daha iyi anlaşılmasını sağlar (INSPIRE, 2010b). Veri belirtimlerinin geliştirilmesi sırasında ilgili tema alanlarıyla ilgili birçok AB direktifleri / mevzuatı kullanılmaktadır. Örneğin; Hidrografya veri belirtiminin geliştirilmesi sırasında TWG üç ana uygulama senaryosu geliştirmiştir. Bunlar Haritalama, Raporlama ve modelleme-konumsal analizlerdir. Bu uygulama senaryoları geneldir ve hidrografya bilgisinden daha fazlasını gerektirir. Hidrografya veri belirtiminin geliştirilmesi sırasında belirlenen AB Direktifleri/Mevzuatı:

- 2000/60/EC Su Çerçeve Direktifi (yönerge, yönetmelik)
- Sel Risk Yönetimi COM(2004)472 final
- 2006/7 Kullanma Suları Direktifi
- 92/43/EEC Habitatlar Direktifi
- 79/409/EEC Kuşlar Direktifi
- 91/676/EEC Nitrat Direktifi
- 96/61/EC bütünleşmiş kirlilik önleme ve kontrolü ile ilgili Direktif
- WISE GIS Kılavuzu
- Eurostat GISCO

INSPIRE veri temaları AB Direktifleri/mevzuatı ile gerçekleştirilebilen uygulama senaryolarını içermektedir.

Ortak model oluşturulması ile ilgili Avrupa ülkelerinde birçok çalışma yapılmıştır. Geospatial info-mobility service by real-time data integration and generalisation (GIMODIG) Projesi'nin amacı, gerçek zaman entegrasyonunu ve gerçek zaman genelleştirmesini kullanarak mobil kullanıcılara harmonize edilmiş, Avrupa ölçeğinde büyük ölçekli topoğrafik veri sağlamaktır. Ülkeler arasında yapılacak uygulamalarda ulusal topoğrafik verilerin kullanılabilmesi için ortak şema tanımlanmalıdır. Proje kapsamında olan ülke şemaları ile ortak şema arasında eşleştirmeler tanımlanmalıdır (Illert ve Afflerbach,2003).

Gerçek dünya varlıklarının sınıflandırılması ve kodlanması için terimleri ve genel kuralları içeren, Hollanda Coğrafi Bilgi Ortak Modeli olarak ta bilinen NEN3610 (NEN, 1995) geliştirilmiştir. Bu model temel alınarak TOP10NL, IMGEO vb. birçok sektör modeli geliştirilmiştir ve bu yönde çalışmalar devam etmektedir. Stoter (2009) ortak bir topoğrafya modeli önermiştir. Hollanda'da topoğrafya için iki farklı veri modeli oluşturulmuştur. Coğrafi Bilgi Modeli (Information Model Geography-ImGeo) 1:1k-1:2k ölçekli topoğrafya için TOP10NL 1:10k ölçekli topoğrafya için oluşturulmuştur. ImGeo ve Top10NL, aynı alanda farklı uygulamalar gerçekleştiren iki kurumun uygulamalarında kullandığı detayları modeller. İki veri modeli aynı alanda benzer detay tiplerini içermektedir. Ancak gerçekleştirilen uygulamalar nedeni ile detay ve öznitelik tanımlarında, detay sınıflandırılmasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tek bir topoğrafya modeli ve topoğrafya için gelecekte Hollanda KVA içinde “verinin bir kez toplanması ve birçok kez kullanılması” notasyonuna hizmet etmesi için akademik çalışmalar yürütülmektedir.

Gerçekleştirilen proje, girişim ve akademik çalışmalar incelendiğinde ortak veri modellerinin ulusal uygulamalara ve ulusal mevzuata göre farklılık arz ettikleri görülmüştür. Bu nedenle Türkiye’de ulusal düzeyde mevzuata dayalı olarak konumsal alandaki tüm uygulamaların gerçekleştirilebileceği “Konumsal Veri Modeli” ne ihtiyaç vardır. “Ulusal Konumsal Veri Modeli” tüm kurum şemaları ile uyumluluk sağlayacak şekilde sınıf ve öznitelikleri içermelidir. Türkiye için “Konumsal Veri Modeli”nin olması kurum şemaları arasındaki eşleştirme sayısını azaltacak ve ihtiyaç duyulan veriye daha kolay ulaşılmasını sağlayacaktır. Farklı kurumlar aynı detaylar ile ilgili bilgileri farklı şekilde kullanmaktadır. Bu farklılığın ortaya çıkmasının sebebi kurumlar tarafından gerçekleştirilen uygulamaların farklılığından kaynaklanmaktadır. Kurumlar arası gerçekleştirilen uygulamalarda verilerin kullanılabilmesi için “Konumsal Veri Modeli”

tanımlanmalıdır ve kurum şemalarından ortak modele gerekli eşleştirme kuralları tanımlanmalıdır. “Ulusal Konumsal Veri Modeli” nin oluşturulması için işlem adımları:

- Konumsal veri üreten kurumların veri tabanı şemalarının elde edilmesi
- Veri tabanı şemasında yer alan detay ve özniteliklerin ve tanımlarının belirlenmesi
- Tüm kurumların alan uzmanları ile birlikte “Ulusal Konumsal Veri Modeli” nde bulunması gereken detay ve özniteliklere karar verilmesi
- Uluslararası standartlara uygunluk ölçütlerinin belirlenmesi
- Kurum bazında mevcut standartların incelenerek ulusal düzeyde ortak olarak kullanılacak detay ve öznitelik tanımlarının oluşturulması

“Ulusal Konumsal Veri Modeli” nin oluşturulması için konumsal veri üreten kurumların veri tabanlarında yer alan detay ve özniteliklerinin incelenmesi gerekir. Kurum veri tabanlarında yer alan detay ve özniteliklerin içinden ortak modelde yer alması gereken öznitelikler belirlenmelidir. Bu detay ve özniteliklerin belirlenmesi için kurumlar arasında alan uzmanlarının katıldığı toplantılar düzenlenmelidir.

Mevcut ulusal ve uluslararası standartlar incelenmelidir. Ortak modelin ISO 19100 standartları serisi OGC standartları vb. gibi uluslararası standartlara mümkün olduğu kadar uygunluğu sağlanmalıdır. Mevcut ulusal veya kurum bazında kullanılan standartlarında incelenmesi gerekir. HGK ve BÖHYBÜY Ek-1 de yer alan detay ve öznitelik kodlama katalogları ortak modelde detayların sınıflandırılması ve özniteliklerin belirlenmesinde büyük ölçüde katkı sağlayacaktır. Kurum standartları ve webde bulunan birçok sınıflandırma sistemleri ortak modelde yer alacak olan detay ve özniteliklerin tanımlarının daha da kapsamlı olmasını sağlayacaktır. Alan uzmanlarınca uzmanlık alanları ile ilgili standartları, sınıflandırmaları veya dokümanları hakkında detaylı bilgiye sahip olması “Ulusal Konumsal Veri Modeli” nin doğruluğunu ve güvenilirliğini artıracaktır.

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Tez çalışmasında öncelikle gelecekte “Semantik UKVA” ortamında kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gerekli olan Semantik Web ve Ontoloji kavramları incelenmiştir. UKVA ortamında kurum verilerinin semantik olarak referanslandırılması için mevcut yaklaşımlar, yaklaşımlar için gerekli olan kavram tanımları ve yazılım araçları incelenmiştir. Böylece SWT’ nin ve mevcut semantik referanslandırma yaklaşımlarının tanınması amaçlanmış, ardından UKVA ortamında kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için semantik referanslandırma yaklaşımları kullanılmıştır. UKVA ortamında gerçekleştirilecek sorgular belirlenerek semantik referanslandırma yaklaşımlarının olumlu olumsuz yönleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde, 2. bölümde ayrıntılarıyla sunulan, semantik tanımların oluşturulması, ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının kullandıkları değerlendirme ölçütlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar irdelenecektir. Ayrıca INSPIRE veri modellerinin UKVA ortamında gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılabilirliğinin olup olmadığı irdelenecektir.

3.1. Semantik Referanslandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

RDF ve OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımlarının birbirlerine göre olumlu ve olumsuz yönleri incelenecektir. Ayrıca her iki yaklaşım için ortak ulusal modelin kullanılabilirliği tartışılacak ve sonuçlar irdelenecektir.

1- RDF, RDFS ve OWL semantik web dillerinin sağladığı semantik zenginlik birbirinden farklıdır. RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımında RDF ve RDFS kelime hazineleri kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen çıkarsama RDF ve RDFS ile sağlanan semantik zenginliğin izin verdiği ölçüde gerçekleştirilmektedir. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında ise RDF, RDFS ve OWL kelime hazineleri kullanılmaktadır. Bölüm 2.2’de verilen örnekler üzerinde çıkarsamaların gerçekleştirilmesi için OWL kelime hazinesi gerekir. RDF ve RDFS ile ifade edilemeyen owl:disjointWith, owl:inverseOf, owl:symmetricProperty owl:allValuesFrom, owl:someValuesFrom gibi OWL ifadeleri ile gerek aksiyom gerekse verilerin tutarlılık kontrolü sağlanmaktadır.

2- RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımında veriler SPARQL ve GeoSPARQL ile sorgulanmaktadır. RDF üçlülere arasında yer alan ilişkilere (predicate) göre sorgulama yapılmaktadır ve bu ilişkileri içeren veriler kullanıcıya döndürülmektedir. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında veriler SQWRL ile sorgulanmaktadır. Ayrıca SQWRL, SWRL ile bütünleşik çalıştığı için SWRL kuralları ile çıkarsama yapılarak oluşturulan yeni ontoloji aksiyomlarını sorgulama yeteneğine sahiptir.

3- RDF ile semantik referanslandırma “Bağlantılı Veri” yaklaşımı bağlamında RDF olarak yayınlanan veriler üzerinde sorgulama yapılabilmesi için sorgunun içerdiği tüm veri kaynaklarının sunucusunun ve şemasının bilinmesi zorunludur. Buna karşılık OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında sorgular alan ontolojileri üzerinden yapılacağı için veri kaynaklarının sunucusunun ve şemasının bilinmesine gerek yoktur.

4- “Bağlantılı Veri” yaklaşımında ilişkisel veri tabanlarında mevcut olan semantik kadar bilgi ve veri elde edilmektedir. Buna karşılık OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında ilişkisel veri tabanlarında mevcut olan semantiğin üzerine alan ontolojilerinde mevcut olan semantikte dâhil edilmektedir ve böylece alan ontolojilerindeki ilişkilere göre çıkarsama yapılması sağlanmaktadır.

5- RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımında, Bölüm 1.6.2. Tablo 2. ve Tablo 3’te verilen RDF ve RDFS kelime hazineleri kullanılmaktadır. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında ise RDF ve RDFS kelime hazinesine ek olarak Bölüm 1.6.3. Tablo 5’te yer alan OWL kelime hazinesi de kullanılmaktadır. Her iki yaklaşım için kullanılan semantik web dillerinin dayandığı mantık dilleri ve sahip oldukları kelime hazinelerinden dolayı farklı semantik zenginliğe sahiptir. OWL ile sınıflar arasındaki ilişkiler (owl:disjointWith, owl:complementOf, owl:unionof, vb.), eşitlik (owl:sameas), özellikler (owl:transitive, owl:symmetric, owl:inverseOf, ...), sınıf öznitelik kısıtlaması (owl:allValuesFrom, owl:someValuesFrom,) gibi RDF ve RDFS ile ifade edilemeyen geniş bir kelime hazinesi sunar. OWL kelime hazinesinin sağladığı zenginlik, mevcut aksiyom ve ilişkiler kullanılarak SWRL aracılığı ile yeni sınıf, aksiyom ve ilişkilerin çıkarsama yolu ile elde edilmesini sağlar.

6- Her iki semantik referanslandırma yaklaşımında Bölüm 2.1 ve 2.2’de bahsedildiği gibi veriler ya ilişkisel veri tabanında kalabilir ya da RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımı için “Triple Store”, OWL ile semantik referanslandırma için “DL Bilgi Tabanı” na aktarılmaktadır. Bir yanda UKVA ortamında kurumlar tarafından kullanılan güvenilir ve yüksek performansa sahip olan veri tabanları diğer yanda ise semantik web

uygulamalarının getirdiği SWT yer almaktadır. Verilerin ilişkisel veri tabanında tutulması durumunda Bölüm 2.4'te açıklandığı gibi veri tabanı şeması semantik web diline dönüştürülür. Şema üzerinde sorgulama ve çıkarsama gerçekleştirilerek SPARQL ve SQWRL sorguları SQL'e dönüştürülerek veri tabanında sorgulama gerçekleştirilir. Bu durumda kurum verileri veri tabanında tutulacak ve çıkarsama şema düzeyinde gerçekleştirilecektir. SPARQL ve SQWRL sorgularının SQL'e dönüşümünde sorgulama dillerinin kullanıldığı dillere bağlı olarak problemler ortaya çıkabilir. Verilerin "Triple Store" ve "Bilgi tabanı" na aktarılması durumunda, veriler ilişkisel veri tabanından bağımsız hale gelmektedir. Buna karşılık veri tabanı şeması ve veriler (aksiyom ve gerçekler) bilgi tabanına aktarıldığı için veri düzeyinde çıkarsama gerektiren uygulamaların gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Her iki yaklaşımın avantajlı ve dezavantajlı olduğu durumlar ortaya çıkmaktadır.

RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımı "Bağlantılı Veri" yaklaşımı bağlamında önem arz etmektedir. Kurum verilerinin bağlantılı veri olarak yayınlanması farklı kurum verilerinin bağlantılı veri olarak sorgulanmasına imkan verir.

RDF ve OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımlarını karşılaştırma sonuçlarına göre yeni tartışma konuları ortaya çıkmıştır. Bağlantılı veride "ortak ulusal modelin rolü nedir?" "Bağlantılı veri üzerinde doğrudan dönüşüm mü dolaylı dönüşüm mü?"

Bağlantılı veri üzerinde doğrudan dönüşüm: UKVA ortamında kurumlar verilerini ortak ulusal bir modelle eşleştirme ihtiyacı olmadan yayınlatabilmektedir. Ancak UKVA ortamında farklı kurum verilerine ihtiyaç duyan uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamalardan herhangi birisini gerçekleştirmek isteyen bir kullanıcı kurum verilerini her bir kurumun kendi şemasında bağlantılı veri olarak elde etmektedir. Dolayısıyla her bir kurum gerçekleştirdiği uygulamalar gereği farklı şemalara sahiptir. Farklı şemalara sahip kurum verilerini kendi sistemine almak için yani veri transferi yapmak için kullanıcının eşleştirmeleri tanımlaması gerekir. Bu durum kullanıcıların UKVA ortamında tüm uygulamaların gerçekleştirilmesi esnasında her defasında farklı şemalar arasında eşleştirmelerin tanımlanması anlamına gelmektedir. Bu durum, ortak ulusal bir modelin olmadığı Türkiye'de ve ortak ulusal bir modelin oluşturulmasının uzun bir zaman süreci gerektirdiği düşünülürse (Hollanda örneği NEN3610-yaklaşık 20 yıl) bağlantılı veri üzerinde doğrudan dönüşüm avantajlı olarak görünmektedir.

Bağlantılı veri üzerinde dolaylı dönüşüm: Bağlantılı veriler için ortak ulusal bir modelin olduğu varsayılırsa, bu kez kurumlara bağlantılı veri setlerinin yanı sıra birde ortak ulusal modele referans vermeleri gerekecektir. Bu durumda UKVA ortamında:

1- Son kullanıcılar verilerini ulusal model şemasında alacaktır ve gerçekleştirilecek uygulamalar için kurum şemaları arasında eşleştirme gerekliliği ortadan kalkacaktır. Böylece şemalar arasındaki dönüştürücülerin sayısı azalacaktır.

2- Verilen ortak ulusal model ile referanslandırılması veri harmonizasyonu için önemli ölçüde kolaylık sağlar. Ortak ulusal model kurum şemaları arasında eşleştirilebilir şema rolü oynar.

3- Acil durum yönetimi gibi anlık veri gereksinimi duyulan uygulamalarda ortak ulusal modelin olması avantajlı olarak görünüyor. Bu durumda ortak ulusal model ile kurum veri tabanı şemalarının bir defaya mahsus ilişkilendirilmesi gerekir.

Sonuç olarak; her yaklaşımın avantajlı ve dezavantajlı olduğu durumlar mevcuttur.

3.2. UKVA’da Gerçekleştirilecek Sorguları Dağıtık Veri Tabanları, Portal ve Semantik Portal Üzerinden Yapılmasının İrdelenmesi

UKVA ortamında gerçekleştirilecek sorguların dağıtık veri tabanları ve portal üzerinden yapılması durumunda karşılaşılan sorunlara Bölüm 2.3’ te değinilmiştir. Ayrıca karşılaşılan sorunların RDF ve OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımları ile çözüme kavuşturulacağı ortaya konmuştur. Dağıtık veri tabanları ve mevcut portal üzerinde yapılan aramalarda temel sorun anahtar kelimeye dayalı gerçekleştirilen arama sonucu kullanıcıya ilgisiz sonuçların döndürülmesidir. Bu problem, semantik referanslandırma yaklaşımları ile giderilmektedir. Çünkü semantik referanslandırma ile kurumların veri ontolojilerinde yer alan kavramlar üst düzey ve alan ontolojileri ile referanslandırılmaktadır ve semantik web dillerinin sahip oldukları kelime hazineleri kullanılarak gerekli ilişkiler tanımlanmaktadır. Anahtar kelimenin eş anlamlıları, eş seslileri ve doğal dil tanımları ile birlikte ilgili oldukları alanlarla birlikte sunulacaktır. Kullanıcı tarafından ilgili kavramın belirlenmesi ile anahtar kelimenin farklı alanlardaki eş sesli kelimelerini içeren veri kaynakları aramaya dâhil edilmeyecektir. Ayrıca kullanıcı tarafından belirlenen kavramın ontolojiler içinde ilişkili olduğu kavramların listelenmesi istenen veri kaynağına ulaşılmasını sağlayacaktır.

3.3. Ontoloji Değerlendirme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Ontoloji değerlendirme, aktif ve gelişmekte olan araştırma alanlarından birisidir. Semantik Web için yayınlanan ontolojilerin sayısı arttıkça kullanıcı gereksinimlerini karşılamak için en uygun ontolojiyi seçme işlemi semantik web uygulamalarının önemli bir aşamasını oluşturmaktadır. Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının geneli dikkate alındığında farklı değerlendirme ölçütlerinin kullanıldığı görülmektedir. Farklı değerlendirme yaklaşımları tarafından farklı değerlendirme ölçütleri geliştirilmiştir. Ancak mevcut ontoloji arama motorları kısıtlı sayıda değerlendirme ölçütü kullanmaktadır. Ontoloji kullanıcısı ontoloji motorları tarafından döndürülen ontolojilerin içeriğini inceleyerek en uygun ontolojiye karar vermek durumundadır. Bu durum kullanıcının aradığı ontolojiye uzun ontoloji değerlendirme çalışmalarından sonra bulmasına veya bulamamasına neden olmaktadır.

Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarından OntoMetric, ontoloji kullanıcısına en uygun ontolojiyi seçme konusunda yardım edebilecek bir dizi işlem adımları sunmaktadır. OntoMetric yönteminin çoğu aşaması ontoloji mühendisinin müdahalesini gerektirir. Ayrıca tüm değerlendirme ölçütlerinin ve alt ölçütlerin içeriklerinin ontoloji mühendisi tarafından bilinmesini gerektirir. Dolayısıyla ontoloji seçme aşaması tamamen ontoloji kullanıcısının bilgi ve deneyimine dayanmaktadır.

Ontoloji değerlendirme yaklaşımları incelenmiştir ve yaklaşımlar tarafından kullanılan değerlendirme ölçütlerinin ontolojinin iç yapısını ve ontolojinin genel yapısını değerlendirdiği anlaşılmıştır. Ontoloji değerlendirme ölçütleri genel olarak iç değerlendirme ölçütleri ve dış değerlendirme ölçütleri olarak sınıflandırılmıştır. İç değerlendirme ölçütleri ontolojileri objektif olarak değerlendirmektedir. Dış değerlendirme ölçütleri ise ontolojileri genellikle kullanıcıların görüşüne göre değerlendirildiği için ontolojileri subjektif olarak değerlendirmektedir. Ontoloji çizgesi üzerinde sayısal olarak (quantitative) ölçülebilen çok sayıda ontoloji değerlendirme ölçütü vardır. Ancak bu değerlendirme ölçütlerinin büyük bir çoğunluğu ontoloji kullanıcısına gereksinimlerine uygun ontoloji bulmasında yardımcı olamamaktadır. Çünkü elde bulunan göreve veya uygulamaya göre ontoloji değerlendirme ölçütleri değişmektedir.

Değerlendirme yaklaşımlarında geliştirilen değerlendirme ölçütleri karşılaştırıldığında, Tablo 19'da görüldüğü gibi yaklaşımların büyük bir çoğunluğu anahtar kelime ve is-a ilişkilerine göre ontolojileri değerlendirmektedir.

Tablo 19. Ontoloji değerlendirme yaklaşımları ve değerlendirme ölçütleri

Yaklaşımlar	Ölçütler	İç Değerlendirme Ölçütleri						Dış Değerlendirme Ölçütleri		
		Kapsam				Semantik Zenginlik			Kullanılabilirlik	Popülerlik
		Anahtar Kelime	Görev Tanımı	Corpus	Gold Standard	is-a	non-is-a	Mantıksal Tutarlılık		
Pan-Onto-Eval	X					X	X			
S-OntoEval		X				X		X		
ODEval						X				
AKTiveRank	X					X				
OntoMetric	X					X			X	
OS-RANK	X					X	X			
OntoClean						X				
OntoQA	X					X				
OntoSearch2	X					X				
Swoogle	X								X	
Watson	X								X	
OntoKhoj	X								X	
Falcon-S	X						X			
OntoSelect	X					X			X	
OS_RANK	X					X	X			
A theoretical framework for ontology evaluation	X	X	X	X	X	X	X	X		
Content based ontology Ranking			X							
Task based approach for ontology evaluation				X	X	X				
Data driven ontology evaluation			X		X					
Structure based ontology evaluation	X					X				
User-centered evaluation model	X					X	X		X	

Mevcut durumda ontolojileri aramak için OntoSearch2, Swoogle, Watson, OntoKhoj gibi ontoloji arama motorları vardır. S-Onto-Eval, AktiveRank, OntoQA gibi ilk örnek olarak geliştirilen yazılımlar mevcuttur. Tabloda bunlar dışında kalan değerlendirme yaklaşımları için her hangi bir yazılım aracı geliştirilmemiştir.

Ontolojinin kapsamını değerlendirme ölçütü ontoloji içinde yer alacak kavramların belirlenmesini esas alır. Ontolojinin kapsamını belirlemek için gerekli ölçütlerden birisidir. Belirli bir görev için kelime gruplarının belirlenmesi gerekir. Örneğin, uygulama veya veri ontolojileri mevcut olan bir ontoloji kullanıcısının alan ontolojisine ihtiyacı vardır. Bu durumda kullanıcının uygulama ve veri ontolojileri için gerekli kelime gruplarını belirlemesi gerekir. Kelime gruplarının belirlenmesi aranan ontolojinin bulunmasında çok önemli bir ölçüttür.

Ontoloji değerlendirme yaklaşımlarının büyük bir çoğunluğu “ontolojinin kapsamı” değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır. Ontoloji değerlendirme yaklaşımları ontolojinin kapsamını belirlemek için anahtar kelime, altın standart, corpus gibi kelime gruplarını kullanmaktadır. Ontolojinin kapsamının en iyi ifade edildiği kavramlar topluluğu corpus ile sağlanmaktadır. Ancak mevcut ontoloji arama motorları corpus-tabanlı arama yeteneğine sahip değildir.

Ontolojinin iç değerlendirme ölçütlerinde yer alan ontolojinin semantik zenginliği ölçütü ontolojileri genel olarak (ontoloji çizgesinin derinliği, genişliği, is-a ve is-a olmayan ilişkiler vb.) değerlendirmektedir. AktiveRank bu yönüyle diğer yaklaşımlardan ayrılmaktadır. Anahtar kelimeler arasında semantik zenginlik ile ilgili değerlendirme ölçütleri mevcuttur. Ancak bu yaklaşımda ilk örnek yazılım olarak geliştirilmiş olup ontolojileri değerlendirmek için bir yazılım aracı mevcut değildir. Ontolojinin semantik zenginliğini değerlendiren değerlendirme ölçütleri ontolojinin kullanımına dair bir fikir verebilir ancak ontoloji kullanıcılarının gereksinimlerini karşılayacak bir ontolojinin belirlenmesinde öncelikli değerlendirme ölçütlerinden birisi olarak görülemez.

Ontoloji çizgesi üzerinde ölçülebilen çok sayıda ölçüt vardır. Bu ölçütler is-a ve is-a olmayan ilişkilerin sayısı dikkate alınarak hesaplanır. Bu değerlendirme ölçütü ontoloji çizgesine ne kadar anlam yüklediğini gösterir.

Derinlik: Ontoloji çizgesinin derinliği çizge üzerindeki is-a ilişkilerinin sayısı ile ilgili olan bir çizge özelliğidir. Ontoloji çizgesinin derinliği arttıkça belirli bir alandaki kavramlar daha ayrıntılı olarak tanımlanacaktır.

Genişlik: Ontoloji çizgesi üzerinde düzey sayısı ile ilgili olan bir çizge özelliğidir. Ontoloji çizgesinin genişliğinin artması aynı düzeydeki kavram sayısının arttığı anlamına gelmektedir. Bu da ontolojinin içerisinde birden fazla alanı içeren kavramlar olabileceği anlamına gelmektedir.

Birden fazla is-a ilişkisine sahip olma (tangledness): Bir sınıfın birden fazla is-a ilişkisinin olması durumudur. Bir sınıf için fazla is-a ilişkisinin olması istenen bir durum değildir çünkü çok sayıda is-a ilişkisinin olması sınıfa birden fazla anlam yüklediği anlamına gelmektedir.

Yaprak sınıfların dağılımı (fan-outness): Çizge üzerinde üst sınıfı aynı olan ve üst sınıf ile aralarındaki is-a ilişkisinden başka diğer sınıflarla ilişkisi olmayan sınıflara yaprak veya kardeş sınıf denir. Kardeş sınıf sayısının fazla olması üst sınıfın ayrıntılı olarak tanımlandığı anlamına gelmektedir. Kullanıcı gereksinimine göre yaprak düğümlerin fazlalığı istenen veya istenmeyen bir durum olabilir.

Ontolojinin yoğunluğu: Çizge üzerinde is-a ve is-a olmayan ilişkilere sahip sınıf sayısı ile hesaplanır. Ontolojinin yoğunluğunun artması aynı zamanda karmaşıklığını da arttırmaktadır. Yoğunluk ölçütü aslında ontolojide yer alan kavramların zenginliğini ifade eder.

Ontolojinin mantıksal tutarlılığını değerlendirmek için farklı yaklaşımlar farklı değerlendirme ölçütlerini kullanmıştır. Racer, Pellet gibi çıkarsama araçları ontoloji çizgesi üzerinde tutarlılık kontrolünü gerçekleştirmektedir. Ontolojinin mantıksal tutarlılığını değerlendirmek için geliştirilen yaklaşımların çoğunda değerlendirme ölçütleri büyük ölçüde bu konuda deneyimli uzmanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca ontoloji doğruluğunu değerlendiren değerlendirme ölçütlerinin genellikle ontoloji uyumlulaştırma, ontoloji eşleştirme ve ontoloji genişletme çalışmalarının öncesinde gerekli olduğu anlaşılmıştır.

Ontolojinin kullanılabilirliği değerlendirme ölçütü ontoloji kullanıcıları tarafından sağlanan meta veri bilgisi ile değerlendirilir. Ontoloji meta veri bilgisi ontoloji kullanıcılarına ontolojinin sürümü, kim tarafından geliştirildiği, uygulama alanı, oluşturulduğu tarih, gibi konularda ontoloji hakkında genel bilgiler verir. Mevcut ontoloji arama motorları ontolojiler hakkında meta veri sunsa da ontolojilerin büyük bir bölümü için meta veri bilgisi bulunmamaktadır. Ontolojinin webde yayınlanması sırasında ontoloji hakkında meta verilerin sunulması tamamen kullanıcının inisiyatifindedir.

Mevcut ontoloji arama motorları “popülerlik” değerlendirme ölçütünü kullanmaktadır. Bir ontoloji ne kadar çok ontolojiye referans veriyor veya diğer ontolojilerden ne kadar çok referans alıyorsa değeri o kadar yüksek olmaktadır. Bu durum birbirine referans vermeyen ontolojileri değerlendirme dışında bırakmakta ya da bu ontolojiler en düşük değere sahip olmaktadır. Ayrıca bir ontolojinin import ettiği

ontolojilerin import işlemi gerçekleştirildiği anda kaynağında bulunmaması durumunda ontoloji import edilememektedir. Bu durumda problem ontoloji arama motorlarında önbellekte tutulan ontoloji sürümü sabit diske kaydedilerek çözülür.

3.4. Semantik Veri Tanımlamak İçin Gereksinimlerin İrdelenmesi

Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gereksinimlerden ilki, “ortak kavramsallaştırmalar” olarak anılan “ontolojiler” dir. Ontolojiler semantik veri tanımlarının oluşturulmasında SWT’ nin en temel yapı taşlarından birisidir. Ontolojilerin semantik verilerin tanımlanmasında sağladığı en büyük yarar ontoloji çizgesinde yer alan kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkiler kullanılarak çıkarsama yapılabilmesidir. Ontolojilerin bu yeteneği ontoloji dillerinin dayandığı mantık dillerinden (First Order Logic, DL, Horn Logic) kaynaklanmaktadır.

Semantik tanımların oluşturulması için ikinci gereksinim, “semantik web dili” dir. Semantik web alanında yapılan uygulamalarda geliştirilen ontolojilerin farklı ontoloji dillerinde ifade edildiği görülmektedir. RDF, RDFS, OWL, DAML, DAML-OIL, WSMML gibi semantik web dilinde gösterime sahip çok sayıda ontoloji bulunmaktadır. Semantik web dillerinin dayandıkları mantık dilleri ve sahip oldukları kelime hazinelerinden dolayı kavramları, kavramlar arasındaki ilişkileri ve kısıtlamaları ifade etme yetenekleri farklıdır. Bu nedenle kullanılacak olan semantik web dilinin seçilmesi önemlidir. Semantik web dilinin seçilmesi, kullanılacak yazılım araçlarına, mevcut ontolojilere ve gerçekleştirilecek uygulamaların kapsamına göre belirlenmelidir.

Semantik tanımların oluşturulması için diğer bir gereksinim ise dönüşüm araçlarıdır. Semantik web dillerine doğrudan veya dolaylı dönüşümlerin yapılabilmesi için mevcut yazılım araçları ticari yazılımlardır. Sözdizimsel tanımların bulunduğu yazılım araçları (Microsoft Visio, ArcGIS) ticari yazılımlara bağımlı kalınmasını gerektirir. Açık kaynak kodlu yazılımların kullanılmayışının sebebi ise, sözdizimsel tanımların bulunduğu yazılımlar ile import-export yeteneğinin olmayışındır. Ayrıca, açık kaynak kodlu yazılımların sadece sınıf düzeyinde dönüşüm gerçekleştirmesi ve bazılarının ise XMI formatını desteklememesi dönüşüm için yazılım aracının seçilmesine engel olmuştur.

Semantik veri tanımlamanın gerçekleştirimi için sözdizimsel tanımlara ihtiyaç vardır. Ulusal ve kurumsal düzeyde sözdizimsel tanımlar anlamında yapılan çalışmalar Bölüm 2.5’ te ayrıntılı olarak incelenmiştir. Her ne kadar HGK tarafından oluşturulan sözdizimsel

tanımlar mevcut olsa da ne yazık ki ülkemizde ulusal ve kurumsal düzeyde mevcut sözdizimsel tanımlar ve standartlar yetersizdir. Ayrıca, semantik tanımların oluşturulması için ulusal düzeyde ortak olarak kullanılabilir detay sınıflandırması ve tanımlarına ihtiyaç vardır. Bu anlamda ulusal düzeyde detay ve özniteliklerin tanımını içeren bir DÖKK' ün olmayışı ve kurum bazında sözdizimsel tanımların bulunmayışı büyük bir eksikliklerdir.

Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için Bölüm 2.4'te geliştirilen metodolojinin ilk adımı veri ontolojilerinin oluşturulmasıdır. Bu adımda kurum veri tabanı şemasından veri ontolojisi elde edilmektedir. Veri ontolojisinin elde edilmesi aşamasında aşağıda bahsedilen problemlerle karşılaşmıştır:

1- Veri ontolojilerinin elde edilmesi sırasında en önemli eksiklik, kurum veri tabanı şemasında yer alan kavram tanımlarının bulunmayışıdır. Mevcut durumda kullanımda olan veri sözlükleri yetersizdir ve bu konudaki eksikliklerin tamamlanması gerekmektedir.

2- Kurum verileri için semantik tanımların oluşturulması sırasında özellikle ArcGIS XML Workspace dokümanında yer alan ESRI Veri Tipleri dönüşüm araçları tarafından tanınmadığı için dönüşümde sorunlarla karşılaşmıştır. Çünkü dönüşüm için kullanılan yazılım araçları UML veri tipleri ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Ayrıca Türkçe karakterlerin kullanılması sınıf ve öznitelik isimlerinde farklı karakterlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur ve dönüşüm bu karakterlerin düzeltilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda yazılımlara özel veri tiplerinin dönüşümünü ve Türkçe karakterlerin düzeltilmesini sağlayan yazılım araçları geliştirilmelidir.

Semantik tanımların oluşturulması semantik eşleştirme için gereklidir. Bölüm 2.4.2'de oluşturulan semantik tanımlar yardımıyla INSPIRE RTN Ontolojisi ve HGK Karayolu Ontolojisi arasında S-Match yazılımı ile semantik eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Arka plan bilgi tabanı olarak S-Match Wordnet'i kullanmaktadır. Wordnet ve GeoWordnet arka plan bilgi tabanı olarak kullanılmıştır ve eşleştirme sonuçları elde edilmiştir. Eşleştirme sonuçları incelendiğinde Tablo 8'de görüldüğü gibi INSPIRE RTN Ontolojisinde yer alan "Road" sınıfının HGK Karayolu Ontolojisinde yer alan "Road" sınıfından daha genel olduğu görülmüştür. Sonuçların iyileştirilmesi için arka plan bilgi tabanı olarak DOLCE ve alan ontolojileri kullanılarak S-Match ile eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Eşleştirme sonucunda INSPIRE RTN ve HGK Karayolu Ontolojilerinde yer alan Karayolu sınıfları eşit olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen eşleştirme sonuçlarına göre aşağıdaki irdelemeler yapılmıştır:

1- S-Match yazılımı lightweight ontoloji eşleştirme yazılımıdır ve taksonomi, eşanlamlılar sözlüğü, sınıflandırmalar gibi çizge benzeri yapıların eşleştirilmesi için kullanılır. Bu nedenle hiyerarşik ilişkiler (is-a, part-of, ...) içeren şemalar arasında sınıf düzeyinde eşleştirme gerçekleştirilebilir.

2- Eşleştirme gerçekleştirilecek ontolojiler eşleşebilir olmalıdır. Ontoloji içerisinde eşleştirilebilecek kavramlar için semantik ilişkiler arka plan bilgi tabanında yer alan tanımlar kullanılarak elde edilmektedir.

3- Wordnet ve GeoWordnet'in arka plan bilgi tabanı olarak kullanılması durumunda sonuçlar Bölüm 2.4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre INSPIRE RTN Ontolojisi Road sınıfı HGK Karayolu Ontolojisi Road sınıfından genel bulunmuştur. Arka plan bilgi tabanı olarak DOLCE+alan ontolojileri kullanılması durumunda ise her iki ontolojide yer alan yol sınıfları eşit olarak bulunmuştur. Eşleştirme sonuçlarına göre, arka plan bilgi tabanında her iki ontolojide yer alan kavram tanımlarının bulunması eşleştirme sonuçlarının iyileşmesini sağlamıştır. Arka plan bilgi tabanı her iki ontolojide yer alan kavram tanımlarını içerdiği ölçüde eşleştirme gerçekleştirilmektedir.

3.4. Ontoloji Seçimi İçin Gereksinimlerin İrdelenmesi

Semantik tanımların oluşturulması için üst düzey ve alan ontolojilerinin belirlenmesi gerekir. Üst düzey ontoloji seçimi için mevcut konumsal alanda kullanılan üst düzey ontolojiler belirlenmiştir. Ontoloji değerlendirme yaklaşımları incelenerek üst düzey ontoloji seçiminde kullanılacak değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir. Bu ölçütlere göre üst düzey ontoloji olarak DOLCE seçilmiştir.

Ontoloji seçiminde üst düzey ontolojiler ve alan-uygulama ontolojileri değerlendirme ölçütleri farklı olmalıdır. Ayrıca ontoloji seçiminde değerlendirme ölçütleri eldeki bir göreve göre belirlenmelidir. Ancak mevcut durumda ontolojiler ontoloji arama motorları ile aranmaktadır. Ontoloji arama motorları ise ontolojinin kapsamı ve ontolojinin popülerliği değerlendirme ölçütlerine göre ontolojileri değerlendirmektedir. Bu durumda kullanıcıların uygulamaları için gerekli olan alan ve uygulama ontolojilerini bulması için anahtar kelimeleri belirlemeleri çok önemlidir.

Ulusal ve kurumsal düzeyde sözdizimsel tanımlar anlamında çalışmaların hızlandırılması ve eksikliklerin tanımlanması gerekir. Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için ulusal ortak modele ve detay ve öznetelik tanımlarına

ihtiyaç vardır. Veri ontolojilerinin ulusal düzeyde detay tanımlarını içeren ontolojilerle referanslandırılması gerekir. UKVA ortamında alan ontolojilerinin oluşturulması için ise ortak ulusal bir modelin geliştirilmesi gerekir. Ortak ulusal modelin oluşturulmasının ardından oluşturulacak alan ontolojileri ile DOLCE genişletilmelidir. Kurumların veri tabanlarından kurum veri ontolojilerinin elde edilmesinin ardından üst düzey ontoloji ve alan ontolojileri ile semantik ilişkilerin belirlenmesi gerekir. Mevcut durumda bu ilişkiler alan uzmanları ve ontoloji mühendisleri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Tez kapsamında UKVA ortamında yer alacak kurumların semantik tanımlarını oluşturmak için nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini belirlemeye yönelik olarak metodoloji önerilmiştir. Ayrıca konumsal alanda bir ontoloji geliştirilmesi sırasında, kullanılacak üst düzey ontolojiler ve alan ontolojilerinin büyük bir çoğunluğu tez kapsamında incelenmiştir ve bunun yanı sıra UKVA ortamında kullanılacak üst düzey ontoloji olarak DOLCE' nin kullanılması uygun görülmüştür.

3.5. INSPIRE Veri Modellerinin Türkiye’de Kullanılabilirliğinin İrdelenmesi

“Semantik UKVA” ortamından söz edebilmek için UKVA’ da yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulmuş olması ve ulusal düzeyde kurum verilerinin tanımlanabilmesi için ulusal düzeyde tanımlanmış standart detay ve öznitelik tanımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kurum verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak ve “Semantik UKVA” ortamında kurumlar arasında veri paylaşımının semantik olarak gerçekleştirilebilmesi için “Ulusal Konumsal Veri Modeli” ne ihtiyaç vardır.

UKVA ortamında yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gerekli olan sözdizimsel tanımlar henüz istenen düzeyde değildir. Sözdizimsel tanımlar anlamında bazı çalışmaların bulunması sevindiricidir ancak semantik tanımlar için ulusal ve kurumsal düzeyde sözdizimsel tanımların oluşturulması gerekmektedir.

Uluslararası ve ulusal düzeyde yapılan çalışmalar, girişimler ve projeler incelendiğinde “ortak model” in alan uzmanlarını içeren çalışma grupları tarafından titizlikle yapılan çalışmalarla tasarlandığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda farklı veri modelleri incelenerek ortak modelde bulunması gereken detay ve öznitelikler belirlenmiştir. Ayrıca INSPIRE projesinde veri belirtimlerinin oluşturulması sırasında AB yasa ve mevzuatının gerektirdiği uygulama senaryoları belirlenmiştir. Bu nedenle Türkiye

için de yasa ve yönetmeliklerin gerektirdiği şekilde konumsal alanda gerçekleştirilen uygulama senaryolarının belirlenerek konumsal veri modelinin oluşturulması gerekir.

Gelinen noktada çoğu kez INSPIRE' in önerildiği gerek TEIEN projesinde gündeme geldiği ardından CBS Genel Müdürlüğü TUCBS Projesinde de benzer yaklaşım sergilendiği görülmüştür. Bölüm 2.5'te ayrıntılı olarak incelendiği gibi seçilen uygulama senaryolarında gerekli sınıflar ve özniteliklerinin INSPIRE veri belirtimlerinde yer almaması sebebi ile uygulama senaryolarının INSPIRE veri belirtimleri ile gerçekleştirilemediği görülmüştür. Ülke düzeyinde gerçekleştirilecek uygulamalar için ulusal düzeyde standart detay tanımlarına ve veri değişim standardına ihtiyaç vardır.

Avrupa ölçeğinde gerçekleştirilen INSPIRE Projesi kapsamında geliştirilen veri belirtimleri Avrupa Birliği yasa ve direktiflerinin gerektirdiği uygulamaları gerçekleştirmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu nedenle INSPIRE veri modellerinin ülke kapsamında gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılabilirliği yoktur. Çünkü Türkiye'de yürürlükte olan yasa ve yönetmeliklerin gerektirdiği uygulamalar farklılık arz etmektedir. Bu nedenle ulusal düzeyde yasa ve yönetmeliklerin gerektirdiği uygulamaların belirlenerek farklı alan uzmanlarının işbirliğinde "Ulusal Konumsal Veri Modeli" nin geliştirilmesi gerekir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, UKVA’ da yer alacak kurum verilerinin SWT yardımıyla semantik tanımlarının nasıl oluşturulacağı ve kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için gereksinimlerin neler olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. UKVA’ da semantik veri tanımlama için semantik veri tanımlama çatısı geliştirilmiştir.

Semantik veri tanımlama çatısının gereksinimlerinden ilki, kurumların “veri tabanı şemaları” ve veri tabanı şemasında yer alan kavramların “sözdizimsel tanımları”dır. UKVA ortamında kurum verilerinin semantik referanslandırılması için iki farklı yaklaşıma göre semantik referanslandırma yapılmıştır. Her iki yaklaşımın olumlu ve olumsuz yönleri, Bölüm 2.1 ve 2.2’de incelenmiştir ve her iki yaklaşıma göre UKVA ortamında gerçekleştirilebilecek sorgular belirlenerek yaklaşımlar arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur.

RDF ve OWL ile semantik referanslandırma arasında RDF ve OWL arasındaki farklılık ne ise burada aynı durum söz konusudur. Bölüm 1.6.2 ve 1.6.3’te değinildiği gibi RDF, RDFS ve OWL semantik web dillerinin sağladığı semantik zenginlik farklılık gösterir. Bu farklılık OWL ile kavramlar, kavramlar arasındaki ilişkiler ve kısıtlamaları ifade edebilme gücünün RDF ve RDFS ile sağlanan semantik zenginlikten fazla olmasından kaynaklanır.

RDF ile semantik referanslandırma “Bağlantılı Veri” bağlamında önem arz etmektedir. Bağlantılı Veri yaklaşımı kurum verilerinin ortak ulusal modellerle ilişkilendirilmeksizin yayınlanmasına imkân vermektedir. İlişkisel veri tabanlarından RDF çizgesi otomatik olarak üretilmektedir. Üretilen RDF çizgesi üzerinde bağlantılı veri setlerine oluşturulacak referansları kullanıcılar belirlemektedir. Bağlantılı veri olarak yayınlanan veriler üzerinde SPARQL ve GeoSPARQL kullanılarak sorgulama gerçekleştirilir.

OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında, öncelikle kurumların veri ontolojilerinin elde edilmesi gerekir. Bunun için ilişkisel veri tabanındaki veriler bilgi tabanına aktarılır. Veri ontolojilerinin semantik olarak referanslandırılması için ortak kullanılacak ontolojiye ihtiyaç vardır. Bu ontolojinin oluşturulabilmesi için, ulusal düzeyde gerçekleştirilecek tüm uygulama senaryolarının dikkate alınarak kurumlardaki alan uzmanlarının işbirliğinde ortak ulusal modelin oluşturulması gerekir.

OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımının gücü OWL tarafından sağlanan semantik zenginlikten kaynaklanmaktadır. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında SWRL ile OWL kullanılarak ifade edilen mevcut sınıf, aksiyom ve ilişkiler kullanılarak yeni kurallar oluşturulur ve OWL genişletilir. OWL kural dili olan SWRL ile ontolojide mevcut sınıf, aksiyom ve ilişkiler kullanılarak yeni gerçekler çıkarsama sonucunda elde edilmektedir.

RDF ve OWL semantik referanslandırma yaklaşımlarında veriler ilişkisel veri tabanında kalabilir ya da ilişkisel veri tabanlarından “Triple Store” veya “Bilgi tabanı” na aktarılabilir. Bölüm 2.1 ve 2.2’ de ayrıntılı olarak incelendiği gibi iki yaklaşımında avantajlı ve dezavantajlı olduğu durumlar mevcuttur. Verilerin ilişkisel veri tabanında tutulması durumunda veri tabanı şeması semantik web dillerine dönüştürülerek gerekli sorgulamalar yapılır ve sorgular SQL ifadelerine dönüştürülerek veri düzeyinde sorgulama ilişkisel veri tabanı üzerinden gerçekleştirilir. Verilerin “Triple Store” ve “Bilgi tabanı” na aktarılması şema ve veri düzeyinde çıkarsama imkânı sunmaktadır. Ayrıca RDF ile semantik referanslandırma yaklaşımında “GeoSPARQL” ve OWL semantik referanslandırma yaklaşımında “SpatialSWRL” aracılığı ile konumsal operasyonlar kullanılarak sorgulama gerçekleştirilmektedir.

Semantik birlikte işlerliği sağlamak için semantik referanslandırma çok önemlidir. Ancak, semantik referansların oluşturulması için alan ontolojilerinin mevcut olması gerekir. Veri ontolojisinin elde edilmesi otomatik bir işlemdir. Fakat alan ontolojileri ve üst düzey ontolojilere referansların oluşturulması alan uzmanları ve ontoloji mühendisleri tarafından yapılmaktadır. Bu konu Semantik Web arenasında çözüm bekleyen konulardan birisidir ve bu eşleştirmelerin yarı otomatik olarak gerçekleştirilmesi için yazılım araçları geliştirilmelidir.

Semantik veri tanımlama çatısının gereksinimlerinden ikincisi, ortak kavramsallaştırmalar olarak adlandırılan “ontoloji” lerdir. Kurum verilerinin semantik olarak referanslandırılması için alan ontolojisi ve üst düzey ontolojiye ihtiyaç vardır. Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için DOLCE üst düzey ontolojisinin, detay tanımları için Klien (2008) “GeographicObject” sınıflandırması, geometri tanımları için GML ontolojisi kullanılarak genişletilmesini içeren bir ontoloji geliştirme yöntemi UKVA ortamında semantik referanslandırmanın gerçekleştirilmesi için uygun bir yöntemdir.

Semantik veri tanımlama çatısının gereksinimlerinden üçüncüsü, “semantik web dilleri” dir. Ontolojilerin temsili için farklı semantik web dilleri kullanılmaktadır. DAML-OIL, RDF, RDFS, OWL, WSML gibi semantik web dilleri farklı kelime hazinelerini ve farklı mantık dillerini kullanmaktadır. Bu durum ontoloji dillerinin farklı semantik zenginlik düzeyine sahip olmasına neden olmaktadır. Örneğin; Bölüm 2.2.3’te verilen kadastro parselleri ve baraj sınıfları arasındaki ilişkilere dayanarak kamulaştırma alanı sınıfının çıkarsama sonucu oluşturulması için ontolojinin semantik web dillerinden OWL DL ile ifade edilmesi gerekir. SWRL ile çıkarsamanın gücü OWL DL semantik web diline ve kural diline dayanmaktadır. Ontolojiler için kullanılacak olan semantik web dilinin belirlenmesi mevcut yazılım araçlarına ve gerçekleştirilecek uygulamanın kapsamına bağlı olarak belirlenmektedir.

Semantik veri tanımlama çatısının gereksinimlerinden dördüncüsü, “ontoloji seçimi” dir. Veri ontolojilerinin semantik olarak referanslandırılması için üst düzey ontoloji ve alan ontolojilerinin belirlenmesi gerekir. Bölüm 2.4’te seçilen uygulama senaryosu için kurum verilerinin semantik tanımları için gerekli ontolojilerin seçilmesi için metodoloji geliştirilmiştir. Üst düzey ontolojinin seçilmesi için konumsal alanda kullanılan üst düzey ontolojiler belirlenmiştir. Mevcut üst düzey ontoloji değerlendirme ölçütleri incelenerek üst düzey ontoloji değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir. Bu ölçütlere göre UKVA ortamında üst düzeyde kullanılabilecek ontoloji olarak DOLCE seçilmiştir. Alan ontolojileri için ulusal düzeyde standart detay ve öznetelik tanımlarının oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

Semantik Web uygulamalarında gerekli ontolojilerin belirlenmesi için öncelikle mevcut ontolojilerin değerlendirilmesi gerekir. Ontoloji değerlendirme alanında çok sayıda yaklaşım önerilmiştir ve her yaklaşım farklı değerlendirme ölçütü kullanmaktadır. Önerilen yaklaşımların kullanılabilir bir yazılım aracı mevcut değildir. Ayrıca ontoloji değerlendirme yaklaşımlarında üst düzey ontoloji, alan ve uygulama ontolojileri bazında bir değerlendirme yapılmamıştır. Ontoloji değerlendirme ölçütlerinin uygulama bazında yeniden belirlenmesi gerekir. Çünkü uygulama için gerekli olan değerlendirme ölçütleri farklılık gösterir. Uygulamadan bağımsız ontoloji değerlendirme düşünülemez. Porzel ve Malaka (2004) görevden bağımsız bir ontoloji değerlendirmenin çok zor olduğunu ve eldeki bir görev için değerlendirme ölçütlerinin seçilmesi gerektiğini ifade ederek buna işaret etmiştir.

Ontoloji aramak için geliştirilen arama motorları genel olarak anahtar kelimeleri içeren ontolojileri değerlendirmektedir. Önerilen bazı yaklaşımlarda Wordnet kullanımı ile anahtar kelime kapsamı genişletilmiştir. Ancak Wordnet kullanımı, anahtar kelimenin sınıf hiyerarşisi ve eşanlamlısı ile sınırlıdır. Arama sonuçlarının iyileştirilmesi için ontoloji arama, alana göre ve anahtar kelimeler arasındaki ilişkilere göre yapılmalıdır. Anahtar kelimelerin alanının belirtilmesi, farklı alanlardaki ontolojileri değerlendirme dışında tutar. Anahtar kelimelerin hangi kavramlarla hangi ilişkilerin olduğu kullanıcı tarafından bilinemeyebilir. Anahtar kelimelerin ontolojideki durumunu (sınıf, öznelik, ...) ve diğer kavramlarla ilişkileri gösterilebilir. Böyle bir yaklaşım Watson ontoloji arama motorunda mevcuttur. Ancak alana göre arama özelliği yoktur. UKVA ortamında kurumların veri ontolojilerinin, alan ontolojilerinin olduğu varsayılırsa, alana (hidrografya, ulaşım, topoğrafya, ...) göre arama yapmak kullanıcının aradığı ontolojiyi bulması için yeterli olacaktır. Ayrıca, belirli bir alana yönelik kavramların bir ontolojide bulunma olasılığı farklı alanlara ait kavramların tek bir ontolojide bulunma olasılığından çok daha fazladır. Bu nedenle anahtar kelimelerin seçiminde belirli bir alana ait olmasına dikkat edilmelidir (örneğin; baraj, nehir, hes).

Ontolojiler, arama (semantic search), eşleştirme (semantic mapping), analiz (semantic analysis of multimedia content and text-speech) gibi alanlarda çok sayıda uygulama mevcuttur. Tez çalışması, semantik arama ve eşleştirme uygulamalarına yönlendirilmiştir. Örneğin; “Trabzon’da kesişen tüm yolları göster” sorgusu bugünkü web ortamında ifade edilemez. Yol verisi sunan bütün kurumların verilerinin RDF veya OWL ile semantik olarak referanslandırılması bu sorgunun ifade edilmesini sağlar. RDF ile semantik referanslandırma için kesişim ilişkisi ve geometri ilişkisi için GeoSPARQL ontolojisine referans verilmesi gerekir. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında ise kurumların veri ontolojilerinin elde edilmesi ve ilgili alan ontolojileri ve üst düzey ontoloji ile ilişkilendirilmesi gerekir. Alan ontolojisinde yol sınıfının tanımı ve kesişim ilişkisi tanımlanmış olduğu varsayılırsa sorgu sonucu kullanıcılara çıkarsama sonucunda sunulacaktır. OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımında konumsal ilişkiler kullanılarak çıkarsama gerçekleştirilmesini sağlamak için SpatialSWRL ontolojisi yakın gelecekte kullanıma sunulacaktır. Böylece OWL ile semantik olarak referanslandırılan kurum verileri ile topolojik ve konumsal ilişkiler kullanılarak çıkarsama yapılması sağlanacaktır.

Semantik eşleştirme için semantik tanımlara ihtiyaç vardır. INSPIRE RTN GML Uygulama Şeması ve HGK Karayolu Şemasının semantik web dillerine dönüştürülerek elde edilen HGK Karayolu ve INSPIRE RTN ontolojileri arasında S-Match yazılımı kullanılarak semantik eşleştirme gerçekleştirilmiştir. Her iki ontolojinin Wordnet, GeoWordnet kullanılarak eşleştirilmesi sonucunda eşleştirme sonuçları bulunmuştur. Eşleştirme sonuçlarının iyileştirilmesi için belirlenen üst düzey ve alan ontolojileri kullanılarak S-Match ile tekrar eşleştirme sonuçları elde edilmiştir. Sonuçta arka plan bilgi tabanı her iki ontolojideki kavramların semantik tanımlarını içerdiği için Wordnet ve GeoWordnet'e göre eşleştirme sonuçlarının iyileştiği görülmüştür. Arka plan bilgi tabanı olarak kullanılan ontoloji, eşleştirilecek ontolojilerde yer alan kavram tanımlarını içermelidir. DOLCE+alan ontolojileri arka plan bilgi tabanı olarak kullanılması durumunda sonuçların iyileşmesinin sebebi HGK Karayolu Ontolojisi ve INSPIRE RTN Ontolojisi kavram tanımlarını içermesidir.

Semantik veri tanımlama çatısı için diğer bir gereksinim ise “Ulusal Konumsal Veri Modeli” dir. UKVA ortamında yer alacak kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için ulusal düzeyde detay ve öznitelik tanımlarının oluşturulması gerekir. Kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için tüm kurumlar tarafından kullanılacak standart detay tanımlarını içeren “Ulusal Konumsal Veri Modeli” nin geliştirilmesi gerekir.

Ulusal ve kurumsal düzeyde sözdizimsel tanımlar anlamında yapılan çalışmalar incelenmiştir ve bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. “Ulusal Konumsal Veri Modeli” için gelinen noktada çoğu kez INSPIRE’ in önerildiği gerek TEIEN Projesi’nde gündeme geldiği ardından CBS Genel Müdürlüğü TUCBS Projesi’nde de benzer yaklaşım sergilendiği görülmüştür. Avrupa ölçeğinde geliştirilen INSPIRE projesi kapsamında geliştirilen veri modelleri AB yasa ve mevzuatının gerektirdiği uygulamaları gerçekleştirmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Bölüm 2.5’te INSPIRE veri modellerinin ulusal düzeyde gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılabilirliğini irdelemek için uygulama senaryoları seçilmiştir. Seçilen uygulama senaryolarının INSPIRE veri modelleri ile gerçekleştirilemediği sonucuna varılmıştır. INSPIRE veri modelinin Türkiye’de yasa ve yönetmeliklerin gerektirdiği uygulamaları gerçekleştirmeye yönelik olarak uygulama senaryolarının gerektirdiği sınıfların INSPIRE veri modellerinde yer alması durumunda INSPIRE veri modelleri genişletilebilir. Ancak uygulama

senaryolarının gerektirdiği sınıfların INSPIRE veri modellerinde bulunmadığı durumda ise INSPIRE veri modelleri genişletilemez.

Sonuç olarak, UKVA ortamında kurum verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için semantik veri tanımlama çatısı geliştirilmiştir. Gerçekleştirilecek uygulamalar için veri ontolojisinin semantiği yeterli değildir. Veri ontolojilerinde olmayan ancak alan ontolojilerinde bulunan ilişkiler yardımıyla çıkarsama yapılabilmesi için veri ontolojileri alan ontolojileri ile semantik olarak referanslandırılmalıdır. Farklı kurum verilerine ihtiyaç duyan ve çıkarsama gerektiren bu uygulamalarda OWL ile semantik referanslandırma yaklaşımının kullanılması önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Aalders, HJGL., 2002. The Standardisation of Object Definition: Internationally and the Dutch Case, In HJGL Aalders & EM Fendel (Eds.), *There is More Than Geometry: A Collection of Articles in Honour of Prof. Dr. Theo Bogaerts, Liemeer, the Netherlands: VBK Editorial Management b.v., 1-13.*
- Alani, H., Brewster, C. ve Shadbolt, N., 2006. Ranking Ontologies with AKTiveRank, 5th International Semantic Web Conference (ISWC 2006), Athens, GA, USA, *Bildiriler Kitabı: 1-15.*
- Barrasa, J. ve Gómez-Pérez, A., 2006. Upgrading Relational Legacy Data to The Semantic Web, 15th International Conference on World Wide Web Conference (WWW 2006), Edinburgh, United Kingdom, *Bildiriler Kitabı: 1069-1070.*
- Bernaras, A., Laresgoiti, I. ve Corera, J., 1996. Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications, 12th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 1996), Budapest, Hungary, *Bildiriler Kitabı: 298-302.*
- Berners-Lee, T., Hendler, J. ve Lassila, O., 2001. The Semantic Web, Scientific American Magazine, 284,5, 34-43.
- Berners-Lee, T., Linked Data-Design Issues, Design Issues: Technical and Philosophical Notes on Web Architecture, W3C, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>, 21.12.2012.
- Bizer, C., Cyganiak, R. ve Heath, T., How to Publish Linked Data on the Web, <http://www4.wiwiss.fu-berlin.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/> 17.12.2012.
- Bizer, C., Heath, T. ve Berners-Lee, T., 2009. Linked Data-The Story So Far. (T Heath, M. Hepp, and C Bizer, Eds.), International Journal on Semantic Web and Information Systems, 5,3, 1-22.
- Brewster, C., Alani, H., Dasmahapatra, S. ve Wilks, Y., 2004. Data Driven Ontology Evaluation, International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'2004), Lisbon, Portugal, *Bildiriler Kitabı: 641-644 .*
- Buitelaar, P., Eigner, T. ve Declerck, T., 2004. OntoSelect: A Dynamic Ontology Library with Support for Ontology Selection, The Demo Session at the 3rd International Semantic Web Conference (ISWC'04), Hiroshima, Japan, *Bildiriler Kitabı, Paper No. 16.*
- Būmans, G. ve Čerāns, K., 2010. RDB2OWL: A Practical Approach for Transforming RDB Data into RDF/OWL, 6th International Conference on Semantic Systems, Graz, Austria, ACM International Conference Proceeding Series, ISBN 9781450300148, Article No. 25, 3, SCOPUS.

- Cömert, Ç., 1996. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı İçin Veri Değişim Standardının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Cullot, N., Ghawi, R. ve Yétongnon, K., 2007. DB2OWL: A Tool for Automatic Database-to-Ontology Mapping, 15th Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD'2007), Torre Canne di Fasano, Brindisi, Italy, Bildiriler Kitabı: 491-494.
- Dasgupta, S., Dinakarpanthian, D. ve Lee, Y., 2007. A Panoramic Approach to Integrated Evaluation of Ontologies in the Semantic Web, EON Workshop at the 6th International Semantic Web Conference (ISWC'2007), Busan, Korea, Bildiriler Kitabı: 31-40.
- d'Aquin, M., Sabou, M., Motta, E., Angeletou, S., Gridinoc, L., Lopez, V. ve Zablith, F., 2008. What can be done with The Semantic Web? An Overview of Watson-based Applications, CEUR Workshop-5th Workshop on Semantic Web Applications and Perspectives, Rome, Italy, Bildiriler Kitabı, 426, Article No. 18.
- Ding, L., Finin, T., Joshi, A., Peng, Y., Cost, R. S., Sachs, J., Pan, R., Reddivari, P. ve Doshi, V., 2004. Swoogle: A Semantic Web Search and Metadata Engine, 13th ACM Conference on Information and Knowledge Management, Washington, DC, USA, Bildiriler Kitabı: 652-659.
- Ding, L., Pan, R., Finin, T., Joshi, A., Peng, Y. ve Kolari, P., 2005. Finding and Ranking Knowledge on the Semantic Web, Gil, Y., Motta, E., Benjamins, V.R. ve Musen, M.A., 4th International Semantic Web Conference (ISWC 2005), Galway, Ireland, Bildiriler Kitabı, 3729, 156-170.
- Dividino, R., Romanelli, M. ve Sonntag, D., 2008. Semiotic-Based Ontology Evaluation Tool, Calzolari, N., Choukri, K., Maegaard, B., Mariani, J., Odijk, J., Piperidis, S., Tapias, D., Sixth International Language Resources and Evaluation (LREC 2008), Marrakech, Morocco, Bildiriler Kitabı: 2687-2692.
- Dolbear, C., Goodwin J., Mizen H. ve Ritchie J., 2005. Semantic Interoperability Between Topographic Data And A Flood Defence Ontology, Ordnance Survey Technical Report I001.
- Düren, U. ve Seifert, M., 2006. The German AAA Model: A New Approach to Spatial Information Management, EuroSDR Workshop on Feature/Object Data Models, Munich, Germany, Publication No. 49.
- Fahad, M. ve Qadir, M. A., 2008. A Framework for Ontology Evaluation, 16th International Conference on Conceptual Structures (ICCS'2008), Toulouse, France, Bildiriler Kitabı, 354, 149-158.
- Fernandez, M., Gomez-Perez, A. ve Juristo, N., 1997. Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering, AAAI-97 Spring Symposium on Ontological Engineering, Stanford, California, USA, Bildiriler Kitabı: 33-40.

- Fortuna, B., D. Mladenic, ve Grobelnik, M., 2005. Semi-Automatic Construction of Topic Ontology, Semantics, Web and Mining, 2nd International Workshop on Knowledge Discovery and Ontologies at ECML/PKDD 2005, 4289, Springer, Berlin, 121-131.
- Gangemi A., Catenacci C., Ciaramita M. ve Lehmann J., 2005. Ontology Evaluation and Validation: An Integrated Formal Model for the Quality Diagnostic Task, Technical Report.
- Gherabi, N., Addakiri, K ve Bahaj, M., 2012. Mapping Relational Database into OWL Structure with Data Semantic Preservation, International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), 10,1, 42-47.
- Gómez-Pérez, A., Fernandez-Lopez, M. ve Corcho, O., 2004. Ontological Engineering with Examples from the Areas of Knowledge Management E-Commerce and The Semantic Web, First Edition Series: Advanced Information and Knowledge Processing, 2nd printing, XII, Springer, London, 107-197.
- Green, J., Dolbear, C., Hart, G., Engelbrecht, P. ve Goodwin, J., 2008. Creating a Semantic Integration System Using Spatial Data, International Semantic Web Conference (Posters and Demos), Karlsruhe, Germany, Bildiriler Kitabı: 104, 54.
- Grau, B. C., Parsia, B. ve Şirin, E., 2004. Working with Multiple Ontologies on The Semantic Web, International Semantic Web Conference (ISWC 2004), Hiroshima, Japan, Bildiriler Kitabı: 620-634.
- Gruber, T., 1993. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications, Knowledge Acquisition, 5,2, 199-220.
- Gruber, T., 1995. Toward Principles for The Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing, International Journal of Human-Computer Studies, 43,5-6, 907-928.
- Grüninger, M. ve Fox, M. S., 1995. Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing at the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI95), , Montreal, Quebec, Canada, Bildiriler Kitabı: 6.1–6.10.
- Guarino, N., 1997. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration, Information Extraction: A Multidisciplinary Approach To An Emerging Information Technology Lecture Notes in Artificial Intelligence, Pazienza, M.T., 1299, Springer, Berlin, 139-170.
- Guarino, N., ve Welty, C., 2002. Evaluating Ontological Decisions with OntoClean, Communications of the ACM, 45,2, 61-65.
- Guha, R., McCool, R. ve Miller, E., 2003. Semantic Search, 12th International Conference on World Wide Web (WWW'2003), Budapest, Hungary, Bildiriler Kitabı: 700-709.
- HGK, 2011. HGK TOPO25 Karayolu Şeması, Bireysel İletişim, 25 Mayıs 2011.

- Horridge, M., Knublauch, H., Rector, A., Stevens, R. ve Wroe, C., 2009. A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protege 4 and CO-ODE Tools Edition, Technical Report, The University of Manchester.
- Horridge, M., 2011. A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools Edition 1.3, Technical Report, The University Of Manchester.
- Hyvönen, E., Viljanen, K., Tuominen, J. ve Seppälä, K., 2008. Building A National Semantic Web Ontology and Ontology Service Infrastructure-The Finnonto Approach, The Semantic Web: Research And Applications Lecture Notes in Computer Science, 5021, 95-109.
- Illert, A. ve Afflerbach, S., 2003. Report on Global Schema, Deliverable D5.2.1, IST-2000-30090, GIMODIG Project, Public EC Report.
- INSPIRE., 2004. Proposal for a Directive Of The European Parliament and of The Council Establishing an Infrastructure for Spatial Information in the Community (INSPIRE), Commission of The European Communities, Brussels, 23.7.2004, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/proposal/EN.pdf>.
- INSPIRE., 2007. A Directive of The European Parliament and of The Council Establishing An Infrastructure For Spatial Information in The Community (INSPIRE), 14.03.2007, EC JRC, Brussels.
- INSPIRE., 2010a. D2.8.I.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels-Guidelines, INSPIRE Thematic Working Group Cadastral Parcels, 26.04.2010.
- INSPIRE., 2010b. D2.8.I.8 INSPIRE Data Specification on Hydrography-Guidelines, INSPIRE Thematic Working Group Hydrography, 26.04.2010.
- INSPIRE., 2013. D2.8.II.1 Data Specification on Elevation-Draft Technical Guidelines, INSPIRE Thematic Working Group Elevation, 04.02.2013.
- ISO/TC211., 2001. Final Draft International Standard 19101 Geographic information-Reference model, Technical Report N 1197, International Organization for Standardization, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic information/Geomatics.
- ISO/TC211., 2003. Final Draft International Standard 19109 Geographic information - Rules for Application Schema. Technical Report, ISO/FDIS 19109:2003(E), International Organization for Standardization, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic information/Geomatics, 2003.
- ISO/TC211., 2012. ISO 19152: Geographic Information-Land Administration Domain Model (LADM).
- Jones, M. ve Alani, H., 2006. Content-based Ontology Ranking, 9th International Protégé Conference, Stanford, California, Bildiriler Kitabı: 96-99.

- Kalyanpur, A., Hashmi, N., Golbeck, J. ve Parsia, B., 2004. Lifecycle of a Casual Web Ontology Development Process, The WWW2004 Workshop on Application Design, Development and Implementation Issues in the Semantic Web, New York, USA, Bildiriler Kitabı, 105, Article No. 2.
- Kalyanpur, A., Parsia, B., Şirin, E., Grau, B. C. ve Hendler, J., 2005. Swoop: A 'Web' Ontology Editing Browser, In Journal on Web Semantics 4,2, .
- Karmacharya, A., Cruz, C., Boochs, F ve Marzani, F., 2010. Spatial Rules Through Spatial Rule Built-Ins in SWRL, Journal of Global Research in Computer Science, 1,2, 1-4.
- Kashyap, V. ve A. Sheth., 1998. Heterogeneity in Global Information Systems: The Role of Metadata, Context and Ontologies, Cooperative Information Systems: Current Trends and Directions, Papazoglou, M., ve Schlageter, G., Academic Press, San Diego, California, USA, 139-178.
- Khan, Z. ve Keet, C.M., 2012. ONSET:Automated Foundational Ontology Selection and Explanation, 18th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'12), Galway, Ireland, Bildiriler Kitabı: 237-251.
- Klien, E. ve Probst, F., 2005. Requirements For Geospatial Ontology Engineering, Toppen, F. ve Painho, M., 8th Conference On Geographic Information Science (Agile'2005), Estoril, Portugal, Bildiriler Kitabı: 251-260.
- Klien, E., S. Schade, ve J. Hoffmann, 2007. D3.1 Ontologies in the SWING Application-Requirement Specification, Deliverable of the SWING Project.
- Klien, E., 2008. Semantic Annotation of Geographic Information, PhD Thesis, University of Münster, Institute for Geoinformatics, Münster, Germany.
- Knublauch, H., Fergerson, R., Noy, N. ve Musen, M., 2004. The Protégé-OWL Plugin: An Open Development Environment for Semantic Web Applications, Third International Semantic Web Conference (ISWC 2004), Hiroshima, Japan, Bildiriler Kitabı: 3298, 229-243.
- Lenat, D. B. ve Guha, R. V., 1990. Building Large Knowledge-based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project, Artificial Intelligence, 61,1, 121-148.
- Lehto, L., 2007. Schema Translations in a Web Service-based SDI, 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Aalborg, Denmark, Bildiriler Kitabı: 1-15.
- Lemmens, R.L.G., 2006. Semantic Interoperability of Distributed Geoservices, PhD Thesis, ITC Dissertation, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.
- Mascardi, V., Cordi, V. ve Rosso, P., 2006. A Comparison of Upper Ontologies, Technical Report DISI-TR-06-21.

- Mizoguchi, R., Vanwelkenhuysen, J. ve Ikeda M., 1995. Task Ontology for Reuse of Problem Solving Knowledge, Mars, N., Second International Conference on Building and Sharing of Very Large-Scale Knowledge Bases (KBKS'95), Enschede, The Netherlands, Bildiriler Kitabı: 46-59.
- NEN 3610:1995. Basic Scheme For Geo-information - Terms, Definitions, Relations And General Rules For The Interchange Of Information Of Spatial Objects Related To The Earth's Surface. In Dutch, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft, The Netherlands.
- NEN 3610:2011. Nederlands Normalisatie Instituut Basis model Geo-informatie (in Dutch), NEN 3610, <http://www.nen.nl/web/Normshop/Norm/NEN-36102011-nl.htm>.
- OGC., 2005. OpenGIS® Web Feature Service Implementation Specification 1.1, Open Geospatial Consortium Inc.
- OGC., 2012. OGC GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data, <http://www.opengis.net/doc/IS/geosparql/1.0>, OGC 11-052r4, OGC Implementation Standard, 2012-09-10.
- Oh, S. ve Yeom, H., 2010. User-centered Evaluation Model for Ontology Selection, International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (2010 IEEE/WIC/ACM), Toronto, Canada, Bildiriler Kitabı, 1, 314-317.
- Pan, J. Z., Thomas, E. ve Sleeman D., 2006. ONTOSEARCH2: Searching and Querying Web Ontologies, IADIS International Conference on WWW/Internet 2006, Murcia, Spain, Bildiriler Kitabı: 211-218.
- Patel, C., Supekar, K., Lee, Y. ve Park, E. K., 2004. Ontokhoj: A Semantic Web Portal for Ontology Searching, Ranking and Classification, 5th ACM International Workshop on Web Information and Data Management (WIDM '04), New Orleans, USA, Bildiriler Kitabı: 58-61.
- Porzel, R. ve Malaka, R., 2004. A Task-based Approach for Ontology Evaluation, ECAI Workshop on Ontology Learning and Population (ECAI 2004), Valencia, Spain, Bildiriler Kitabı: 9-16.
- Probst, F., Kuhn, W. ve Patrick, M., 2003. ACE-GIS Adaptable and Composable E-commerce and Geographic Information Services, D6.2.0 Proposal for Extending W3C and OGC Standards with Semantic Modelling Capabilities, D6.2.1 Formal Model Extension to Handle Evolving Semantics, Project Deliverable, IST-2002-37724.
- Probst, F., 2007. Semantic Reference Systems for Observations and Measurements, Institute for Geoinformatics, PhD, University of Münster, Münster, Germany.
- Resmi Gazete, 2005. BÖHHBÜY-Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, 25876.

- O'Connor, M.J. ve Das, A., 2009. SQWRL: a Query Language for OWL, 6th International Workshop OWL: Experiences and Directions (OWLED'2009), Chantilly, VA, Bildiriler Kitabı, 529, Article No:26.
- Sabou, M., Lopez, V., Motta, E. ve Uren, V., 2006. Ontology Selection: Ontology Evaluation on the Real Semantic Web, EON'2006 Workshop at the 15th International World Wide Web Conference'2006, Edinburgh, United Kingdom, Bildiriler Kitabı, 179, Article No. 2.
- Schade, S., 2009. Ontology-Driven Translation of Geospatial Data, Institute for GeoInformatics, University of Münster, Münster, Germany.
- Seifert, M., 2006. The AAA Model as Contribution to the Standardisation of the Geoinformation Systems in Germany, XXIII FIG Congress.
- Staab, S., Schnurr, H. P., Studer, R. ve Sure, Y., 2001. Knowledge Processes and Ontologies. IEEE Intelligent Systems, 16,1, 26-34.
- Stoter, J. E., 2009. Towards one Domain Model and one Key Register Topography, Core Spatial Data, Peter J.M. van Oosterom, 1-23, KNAW/NGC Netherlands Geodetic Commission, Delft.
- Stuckenschmidt, H., 2003. Ontology-Based Information Sharing in Weakly Structured Environments, PhD Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, Netherlands.
- Swartout B., Patil R., Knight K. ve Russ T., 1996. Towards Distributed Use of Large-Scale Ontologies, R, G.B., A, M.M., 10th Knowledge Acquisition Workshop (KAW '1996), Banff, Canada, Bildiriler Kitabı: 32.1-32.19.
- Tartir, S. ve Arpinar, I. Budak., 2007. Ontology Evaluation and Ranking using OntoQA, International Conference on Semantic Computing (ICSC 2007), Irvine, California, Bildiriler Kitabı: 185-192.
- Thomas, E., Alani, H., Sleemen, D. ve Brewster, C., 2005. Searching and Ranking Ontologies on the Semantic Web, Workshop on Ontology Management: Searching, Selection, Ranking, and Segmentation at the 3rd International Conference on Knowledge Capture (K-CAP 2005), Banff, Canada, Bildiriler Kitabı: 57-60.
- TKGM., www.tkgm.gov.tr/turkce/dosyalar/diger/uvdf/anadokuman.doc, TAKBİS UVDF Dokümanı, 17.10.2007.
- Trinh, Q., Barker, K. ve Alhajj, R., 2006. RDB2ONT: A Tool for Generating OWL Ontologies From Relational Database Systems, Advanced International Conference on Telecommunications and International Conference on Internet and Web Applications and Services (AICT-ICIW'06), Guadeloupe, French Caribbean, Bildiriler Kitabı: 170-178.

- Uschold M, ve King M., 1995. Towards a Methodology for Building Ontologies, International Joint Conference on AI Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing (IJCAI'1995), Montreal, Canada, Bildiriler Kitabı: 6.1–6.10.
- Uschold, M., ve Grüninger, M., 1996. Ontologies: Principles, Methods and Applications. Knowledge Engineering Review 11,2, 93–155.
- URL-1, <http://138.232.65.156/swing/index.html> SWING (Semantic Web Services Interoperability for Geospatial Decision Making). 27.07.2010.
- URL-2, http://semanticweb.org/wiki/Main_Page Semantic Web. 12 .09.2010.
- URL-3, <http://data.ordnancesurvey.co.uk/> Ordnance Survey Linked Data Platform. 10.05.2013.
- URL-4, <http://linkedgeo.org/About> LinkedGeoData: Adding A Spatial Dimension to the Web of Data. 15.05.2012.
- URL-5, <http://www.w3.org/2001/sw/rdb2rdf/> W3C RDB2RDF Working Group. 15.05.2013.
- URL-6, <http://protege.stanford.edu/overview/> What is Protégé? 10.01.2008.
- URL-7, <http://www.schemaweb.info/> What is SchemaWeb? 03.03.2008.
- URL-8, http://www.topquadrant.com/products/TB_Composer.html TopBraid Composer. 13.12.2010.
- URL-9, <http://rhizomik.net/html/redefer/xsd2owl/> XSDtoOWL. 27.08.2009.
- URL-10, <http://sourceforge.net/projects/uml2owl/files/> UML2OWL. 27.08.2009.
- URL-11, <http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?UMLBackend> Protégé-UML Backend. 20.10.2010.
- URL-12, <http://www.hgk.msb.gov.tr/> Harita Genel Komutanlığı (HGK). 07.08.2010.
- URL-13, <http://semanticmatching.org/> S-Match. 12.10.2012.
- URL-14, <http://sourceforge.net/projects/wsmt/> Web Service Modeling Toolkit (WSMT). 07.08.2010.
- URL-15, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/541/downloadid/1698> INSPIRE. 06.06.2011.
- URL-16, <http://www.visual-paradigm.com/download/vpuml.jsp> Visual Paradigm for UML 8.2 Enterprise Edition. 18.06.2011.

- URL-17, <http://office.microsoft.com/tr-tr/visio/> Microsoft Office Visio Standard 2010. 12.07.2011.
- URL-18, <http://wordnet.princeton.edu/> Wordnet. 17.12.2010.
- URL-19, <http://geowordnet.semanticmatching.org/> GeoWordnet. 10.06.2011.
- URL-20, <http://www.cyc.com/platform/opencyc> OpenCyc. 01.05.2013.
- URL-21, <http://www.loa.istc.cnr.it/DOLCE.html> DOLCE: a Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering. 01.05.2013.
- URL-22, www.ontologyportal.org/index.html SUMO: Suggested Upper Merged Ontology. 09.10.2012.
- URL-23, <http://www.meteck.org/files/onset/#devel> ONSET: the Foundational ONtology Selection and Explanation Tool. 07.09.2012.
- URL-24, <http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/ontology/> Ordnance Survey- Ordnance Survey Ontologies. 20.11.2012.
- URL-25, <http://www.geonames.org/ontology/> Geonames Ontology. 15.12.2012.
- URL-26, <http://www.fgdc.gov/participation/working-groups-subcommittees/hswg/dhs-gdm/> Geospatial Data Model. 12.10.2012.
- URL-27, http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/veri_sozlugu_25-50-100.pdf 1:25k, 1:50k, 1:100k Ölçekli Kartografik Vektör Harita Veri Sözlüğü. 23.11.2012.
- URL-28, http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/250-500K_veri_sozlugu.pdf 1:250k ve 1:500k Ölçekli Vektör Haritalar için Veri Sözlüğü. 15.04.2012.
- URL-29, <http://gimodig.fgi.fi/> GiMoDig Projesi (Geospatial Info-mobility Service by Real-time Data-integration and Generalisation Project). 02.07.2010.
- URL-30, <http://www.cedgm.gov.tr/CED/AnaSayfa/yonetmelikler.aspx?sflang=tr> Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. 07.08.2012.
- URL-31, <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/655.html> Kamulaştırma Kanunu. 10.11.2012.
- Van Heijst, G., Schreiber, A. Th. ve Wielinga B. J., 1997. Using Explicit Ontologies in KBS Development, International Journal of Human-Computer Studies, 45, 183-292.
- Wu, H., Cheng, G. ve Qu, Y., 2006. Falcon-S: An Ontology-based Approach to Searching Objects and Images in the Soccer Domain, The 5th International Semantic Web Conference (ISWC2006), Athens, GA, USA, Bildiriler Kitabı: 1-8.

- W3C., 2004a. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax,, W3C Recommendation, 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/> 10 Şubat 2004.
- W3C., 2004b. RDF Vocabulary Description Language 1.0, RDF Schema, W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/> 10 Şubat 2008.
- W3C., 2004c. OWL Web Ontology Language Overview W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/OWL-features/> 20 Mayıs 2007.
- W3C., 2004d. OWL Web Ontology Language Reference, W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/OWL-ref/> 10 Şubat 2008.
- W3C., 2004e. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission, 21 May 2004, <http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-SWRL-20040521/> 21.06.2011.
- W3C., 2005. Web Service Modeling Language (WSML), W3C Member Submission 3 June 2005, <http://www.w3.org/Submission/WSML/> 25 Mayıs 2010.
- W3C., 2008. SPARQL Query Language for RDF, W3C Recommendation 15 January 2008, <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.
- W3C., 2009. A Survey of Current Approaches for Mapping of Relational Databases to RDF, W3C RDB2RDF Incubator Group, January 08 2009, http://www.w3.org/2005/Incubator/rdb2rdf/RDB2RDF_SurveyReport.pdf 15.05.2013.
- W3C., 2012a. R2RML: RDB to RDF Mapping Language, <http://www.w3.org/TR/r2rml/> 18.05.2013.
- W3C., 2012b. OWL 2 Web Ontology Language Profiles (Second Edition), W3C Recommendation 11 December 2012, <http://www.w3.org/TR/owl2-profiles/> 15.03.2013.
- W3C., 2012c, A Direct Mapping of Relational Data to RDF, W3C Recommendation 27 September 2012, <http://www.w3.org/TR/rdb-direct-mapping/> 07.05.2013.
- W3C, 2013, SPARQL Query Results XML Format (Second Edition), W3C Recommendation 21 March 2013, <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-XMLres/>.
- Xu, Z., Zhang, S. ve Dong, Y., 2006. Mapping Between Relational Database Schema and OWL Ontology for Deep Annotation, The 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, Hong Kong, China, Bildiriler Kitabı: 548-552.
- Yu., W, Li., Q, Chen., J. ve Cao. J., 2007. OS_RANK: Structure Analysis for Ontology Ranking, International Conference on Data Engineering (ICDE) Workshops, İstanbul, Türkiye, Bildiriler Kitabı: Workosop Proceedings, 339-346.

ÖZGEÇMİŞ

07.08.1980 tarihinde Ordu ilinin Fatsa ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Fatsa'da tamamladı. 1997 yılında başladığı Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Programlar Harita Kadastro programını 1999 yılında tamamladı. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'ne dikey geçiş yaptı. 2002 yılında Harita Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl içerisinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Yüksek Lisans programına girerek Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2006 yılında Kamu Ölçmeleri Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans programından mezun olarak "Harita Yüksek Mühendisi" unvanını aldı ve KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı Kartografya Bilim Dalında doktora eğitimine başladı. Bildiği yabancı dil İngilizcedir.