

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

**EĞİTİM AMAÇLI BİNALAR İÇİN TOPOGRAFİK VE KENTSEL ONTOLOJİLERİN
OLUŞTURULMASI**

ZEYNEP ALTUNKAYA

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

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

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EĞİTİM AMAÇLI BİNALAR İÇİN TOPOGRAFIK VE KENTSEL ONTOLOJİLERİN
OLUŞTURULMASI**

Zeynep ALTUNKAYA tarafından hazırlanan tez çalışması 03.01.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. N. Necla ULUĞTEKİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tez çalışması süresince karşılaşılan zorlukların aşılmasında daima yol gösterici olan, değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali Melih Başaraner'e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Çalışmamda her zaman yanımda olarak beni destekledikleri, bana güvenerek çalışmalarımı iyi bir şekilde sürdürebilmem için hiçbir fedakarlıktan kaçınmadıkları için sevgili aileme teşekkür ederim.

Ocak, 2014

Zeynep ALTUNKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiv
BÖLÜM 1	
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
2.1 Heterojenlik Türleri	5
2.1.1 Sistemsel Heterojenlik	5
2.1.2 Yapısal Heterojenlik	6
2.1.3 Sözdizimsel Heterojenlik	6
2.1.4 Semantik Heterojenlik	6
2.2 Semantik Heterojenlik Türleri	7
2.2.1 Farklı Ayrıntı Düzeyleri	8
2.2.2 Kavramlar Arasındaki İlişki Farklılıkları	8
2.2.3 Semantik Farklılık	9
2.3 Mekansal Heterojenlik	9
2.4 Birlikte Çalışabilirlikte Ontolojilerin Kullanımı	10
BÖLÜM 3	
3.1 Semantik Web	12
3.2 Semantik Web'e Duyulan Gereksinim	14

3.2.1	Veri Entegrasyonu	14
3.2.2	Verilerin Sürekliliğini Sağlama	14
3.2.3	Verilerin Toplanması, Sınıflandırılması ve Kalite Kontrolü	15
3.2.4	Verilerin sunulması	15
3.3	Semantik Web Mimarisi.....	15
3.3.1	URI & Unicode Katmanı	17
3.3.2	XML & XML Şema Katmanı	18
3.3.3	RDF & RDFS (RDF Şema) Veri Katmanı	18
3.3.4	Ontoloji Katmanı.....	19
3.4	Semantik Web ve Ontoloji İlişkisi.....	20
3.5	Mekansal Semantik Web	20

BÖLÜM 4

4.1	Ontolojilerin Gerekliliği	24
4.2	Ontolojilerin Mekansal Veriler İçin Kullanımı	24
4.3	Ontoloji Geliştirme Dilleri	26
4.3.1	RDF(S)	26
4.3.2	OWL	28
4.4	Ontoloji Türleri.....	31
4.4.1	Global (Üst Düzey) Ontoloji	31
4.4.2	Alan Ontolojisi	32
4.4.3	Uygulama Ontolojisi	32
4.5	Ontolojinin Bileşenleri	33
4.5.1	Nesne Örnekleri (Individuals)	33
4.5.2	Sınıflar (Classes)	33
4.5.3	Özellikler (Properties)	33
4.5.4	İlişkiler	34
4.5.5	Kurallar	36
4.6	Ontolojilerde Hiyerarşi Yapısı	37
4.7	Ontolojide İlişki Kuralları.....	37
4.7.1	Fonksiyonel İlişki	38
4.7.2	Ters Fonksiyonel İlişki	38
4.7.3	Geçişli İlişki.....	39
4.7.4	Simetrik İlişki.....	40
4.7.5	Simetrik Olmayan İlişki	40
4.8	Ontoloji Geliştirme Yaklaşımları	41
4.8.1	Methontology	41
4.8.2	Ontology Development 101	42

BÖLÜM 5

5.1	Uygulama Yöntemi ve Geliştirme Aracı	43
5.2	Topografik ve Tematik Bakış Açıları ile Eğitim Tesisi/Kurumları Ontolojilerinin Geliştirilmesi	45
5.2.1	Sınıflar ve Hiyerarşik Yapıları	45
5.2.2	Nesne Örnekleri Kullanımı	48
5.2.3	Nesne Örnekleri İçin Özelliklerin Belirlenmesi	48

5.2.4	Nesnelere Özellik ve Değer Atanması	49
5.2.5	İlişki Türleri	51
5.3	Bulgular	51
5.3.1	Farklı Ayrıntı Düzeylerinde Heterojenlikler	52
5.3.2	Nesneler Arasındaki İlişki Farklılıkları	53
5.3.3	Ontolojilerdeki Semantik Farklılıklar	54
BÖLÜM 6		
SONUÇ VE ÖNERİLER		56
KAYNAKLAR		58
ÖZGEÇMİŞ		63

SİMGE LİSTESİ

A ₀	Betimleme mantığı ile kurulan aksiyomlar
C	Varlık
HC	Varlıklar arasında IS-A ilişkisi kullanan taksonomi veya kavram hiyerarşisi
R	İki varlık arasındaki ilişki
rel	İlişkiler arasındaki fonksiyon
O	Ontoloji

KISALTMA LİSTESİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DL	Description Logic
DAML	DARPA Agent Markup Language
ER	Entity Relationship
FGDC	Federal Geographic Data Committee
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
JDBC	Java Database Connectivity
NSDI	National Spatial Data Infrastructure
ODBC	Open Database Connectivity
OIL	Ontology Inference Layer
OO	Object Oriented
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
RIF	Rule Interchange Format
RPC	Remote Procedure Call
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
XML	Extensible Markup Language
XMLS	Extensible Markup Language Schema
URI	Uniform Resource Identifier
USGS	United States Geological Survey
WWW	World Wide Web
W3C	World Wide Web Consortium

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1	Veri entegrasyonu için birlikte çalışabilirlik hiyerarşisi..... 5
Şekil 2. 2	Farklı ayrıntı düzeyinden kaynaklanan heterojenlik 8
Şekil 2. 3	Kavramlar arasındaki ilişki farklılığından kaynaklanan heterojenlik..... 8
Şekil 2. 4	Semantik farklılıktan kaynaklanan heterojenlik..... 9
Şekil 2. 5	İki veri tabanının birlikte çalışabilirliği için alan ontolojilerinin kullanımı.... 11
Şekil 2. 6	Birlikte çalışabilirlikte arabulucu kullanımı 11
Şekil 3. 1	Web'in gelişim aşamaları 13
Şekil 3. 2	Semantik Web katmanları..... 17
Şekil 4. 1	RDF üçlüsü gösterimi 27
Şekil 4. 2	RDF örneği 28
Şekil 4. 3	OWL örneği 29
Şekil 4. 4	OWL dil seviyeleri..... 31
Şekil 4. 5	Ontoloji düzeyleri..... 32
Şekil 4. 6	IS – A ve PART – OF ilişkisinin bir arada kullanımı 35
Şekil 4. 7	Mekansal ilişkiler ve sınıfların gösterimi..... 36
Şekil 4. 8	Fonksiyonel ilişki örneği 38
Şekil 4. 9	Ters fonksiyonel ilişki örneği..... 39
Şekil 4. 10	Geçişli ilişki örneği 39
Şekil 4. 11	Simetrik ilişki örneği 40
Şekil 4. 12	Simetrik olmayan ilişki örneği 41
Şekil 5. 1	Topografik bakış açısı ile eğitim tesisleri ontolojisi sınıf hiyerarşisi..... 46
Şekil 5. 2	Tematik/Kent bakış açısı ile eğitim kurumları ontolojisi sınıf hiyerarşisi 47
Şekil 5. 3	Eğitim tesisi (topografik) ontolojisine eklenen nesne örnekleri..... 48
Şekil 5. 4	Eğitim kurumları (tematik/kent) ontolojisine eklenen nesne örnekleri 48
Şekil 5. 5	Eğitim tesisleri ontolojisindeki nesne örneklerinin özellikleri 49
Şekil 5. 6	Eğitim kurumları ontolojisindeki nesne örneklerinin özellikleri 49
Şekil 5. 7	Eğitim tesisleri ontolojisinde “Kandilli Kız Anadolu Lisesi” nesne örneği 50
Şekil 5. 8	Eğitim kurumları ontolojisinde “Kandilli Kız Anadolu Lisesi” nesne örneği . 50
Şekil 5. 9	Nesne örneği için fonksiyonel ilişki gösterimi..... 51
Şekil 5. 10	Nesne özellikleri tanımlamasında ilişki türlerinin tanımlanması 51
Şekil 5. 11	Eğitim tesisleri ontolojisinde nesnelerin ayrıntı düzeyi 52
Şekil 5. 12	Eğitim kurumları ontolojisinde nesnelerin ayrıntı düzeyleri..... 52
Şekil 5. 13	Topografik bakış açısı ile geliştirilen üniversite nesnesinin ilişkiselliği 53

Şekil 5. 14	Tematik/Kent bakış açısı ile geliştirilen üniversite nesnesinin ilişkiselliği ...	54
Şekil 5. 15	Topografik bakış açısı ile geliştirilen ontolojide ilköğretim okulu ve ilkokul ... nesnelerin semantik farklılıkları gösterimi	54
Şekil 5. 16	Tematik bakış açısı ile geliştirilen ontolojide ilköğretim okulu nesnelerinin... semantik farklılıkları gösterimi	55

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 5. 1 Uygulama yöntemi iş adımları.....	44

EĞİTİM AMAÇLI BİNALAR İÇİN TOPOGRAFİK VE KENTSEL ONTOLOJİLERİN OLUŞTURULMASI

Zeynep ALTUNKAYA

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali Melih BAŞARANER

Mekansal bilgilerin semantik webde kullanımı son yıllarda önemli bir araştırma konusu olmuştur. Mevcut teknolojiler; uygulamalar ve kullanıcılar için bilgi kaynaklarının ve alıcıların (kullanıcılar ve uygulamalar için veri tabanları) birbirleri ile etkileşimi için çeşitli fırsatlar yaratmaktadır. Bu fırsatlar genel olarak fiziksel birlikte çalışabilirliği sağlamaktadır. Ancak semantik birlikte çalışabilirlik için çeşitli zorluklar bulunmaktadır. Semantik birlikte çalışabilirliğin amacı, farklı kaynakların ve alıcıların anlamlı bir şekilde bilgi değişimi sağlamasıdır. Ancak kaynaklar ve alıcılar farklı içeriklere sahip olduklarında semantik birlikte çalışabilirliği sağlamak güçtür. Birlikte çalışabilirlik düzeyleri sağlandıktan sonra semantik webin gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır.

Ontolojiler, bilgilerin yakalanması, yeniden kullanımı ve mekansal semantiğin paylaşımında temel yöntem olarak kabul edilmektedir. Kullanışlı bilginin sistemler arasında paylaşımı ve yeniden kullanılabilirliği için ortak sözlük tanımlamaları önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, aynı gerçek dünya olgularının farklı bakış açılarıyla kavramsallaştırılmasına yönelik olarak ontolojik modellenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, ilk olarak birlikte çalışabilirlik incelenmiş ve karşılaşılan sorunlar irdelenmiştir. Ardından semantik web kavramı ve mekansal boyutu incelenmiştir. Daha sonra semantik web için birlikte çalışabilirliği sağlayacak anahtar olan ontoloji kavramı

incelenmiştir. Ontolojilerin önemi ve farklı kaynaklardaki ontolojilerin aynı platformda kullanılması durumunda karşılaşılan heterojenlikler ve düzeyleri irdelenmiştir. Son olarak Protégé yazılımı kullanılarak örnek iki farklı ontoloji (topografik ve tematik/kent) geliştirilmiş ve bu ontolojilerin semantik farklılıkları ve düzeyleri incelenerek birlikte çalışabilirliğe etkisi irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekansal ontoloji, birlikte çalışabilirlik, semantik web

CREATING OF TOPOGRAPHIC AND CITY ONTOLOGIES FOR EDUCATIONAL BUILDINGS

Zeynep ALTUNKAYA

Department of Geomatics Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Ali Melih BAŞARANER

The use of spatial information in the semantic web has become an important research topic in recent years. Current technologies have provided vast opportunities to link many distributed and autonomous information sources (e.g. relational databases, legacy systems etc.) to many information receivers (e.g. applications, users etc.). This link provides mainly for physical interoperability. But there are various difficulties for semantic interoperability. Semantic interoperability means that sources and receivers can exchange information in a meaningful way. Providing semantic interoperability is difficult when sources and receivers have different contexts. The Semantic Web will be possible once levels of interoperability have been established.

Ontologies have been acknowledged to be the core methodology for capturing, reuse and sharing semantics of geospatial information. To support the sharing and reuse of knowledge among systems, it is important to define the common vocabulary.

In this thesis study, it is aimed that ontological modeling for the conceptualization of same real world phenomena with different points of view. In this context, first interoperability problems were examined and discussed. Then the concept of semantic and geospatial semantic web were examined. Then being the key of semantic web and interoperability, ontologies were investigated. Then the importance of ontologies and using ontologies in the same platform from different sources were examined for levels

of heterogeneity. Finally, two examples of ontologies (i.e. topographic and thematic/city) were developed by using Protégé software. Semantic differences of this ontologies and their impact on interoperability were discussed.

Keywords: Spatial ontology, semantic web and interoperability

1.1 Literatür Özeti

Birlikte çalışabilirlik, sistem ya da ürünlerin belirli bir görevi yerine getirebilmesi için birlikte etkin ve verimli bir şekilde çalışabilmesi amacıyla mevcut kaynakların yeniden kullanımı, bilgi alışverişi, hizmetler ve yordamların bir arada çalışması yeteneğidir [1]. Bilgisayarlar için; uygulamaların çalışma mantığının ölçülebilmesi, uygulamalar üzerinden kestirimlerde bulunabilmesine bağlı olarak bilgi keşfinin yapılabilmesi ve bilgi sistemleri arasında veri standartının oluşturulabilmesinde birlikte çalışabilirlik önem arz etmektedir [2], [3].

Birlikte çalışabilirlik aşamasında verilerin farklı hiyerarşik yapılarından dolayı sistemsel, sözdizimsel, yapısal ve semantik heterojenlikler meydana gelmektedir [4]. Sistemsel heterojenlik; sistem farklılıkları, sözdizimsel heterojenlik; verilerin sunum formatı, yapısal heterojenlik; veri modellemeden kaynaklanan farklılıklar ile ilgilidir. Semantik heterojenlik ise, aynı olguların/varlıkların farklı kavramsallaştırılmasından ortaya çıkmaktadır [1]. Semantik, kavramlar arasındaki anlamsallık ile ilgilendiğinden birlikte çalışabilirlik aşamasında en önemli problem semantik heterojenlikten kaynaklanmaktadır [5]. Bu nedenle, semantik heterojenliğin giderilebilmesi ve birlikte çalışılabilirliğin artması için kavramlar arasındaki ilişkilerin açık bir şekilde tanımlanmış olması gerekmektedir [6]. Bölüm 2’de semantik birlikte çalışabilirlik kavramı ayrıntılı olarak incelenmektedir.

Semantik Web fikri, Tim Berners-Lee tarafından 2001 yılında ilk kez ortaya atılmıştır [7]. Semantik webin temel hedefi; günümüz web sayfalarının içerik bakımından semantik

olarak işlenebilir hale getirilmesidir. Semantik web, internet ortamında bulunan veriler ile daha otomatik ve etkili sorguların yapılabilmesi, farklı kaynaklarda bulunan verilerin entegrasyonu ve verilerin birçok uygulama tarafından tekrar kullanılabilmesi için tanımlanmış ve bağlanmış olma fikridir [8]. Bölüm 3’te semantik web ve semantik webin mekansal boyutuna değinilmiştir.

Bilgi sistemleri verilerin değerini ve güvenliğini arttırmak için çeşitli kaynakların entegrasyonuna ihtiyaç duymaktadır [9]. Web sayfalarının semantik olarak işlenebilmesi ve birlikte çalışabilirliğinin sağlanabilmesi için ontolojiler kullanılmaktadır.

Ontolojiler; hem nesneye yönelim (NY) hem de varlık ilişkisi (Vi) tekniklerine dayanmaktadır [10]. Ontolojiler, kavramsal modellemelerin yapılabilirdiği ontoloji dilleri ile oluşturulmaktadır. Ontoloji geliştirme dilleri olarak XML (Extensible Markup Language) tabanlı RDF (Kaynak Tanımlama Çerçevesi) ve OWL (Web Ontoloji Dili) kullanılmaktadır. XML teknolojisi verinin semantik olarak ne anlama geldiğini bilmeden sadece yapısal olarak sunulmasını sağlamaktadır. RDF teknolojisi, XML teknolojisindeki semantik ifade eksikliğini giderilmesi için geliştirilmiştir [11]. OWL ise bilgi yönetimi, yazılım etmenleri ve ileri düzeyde web aramalarını destekleyen ontolojilerin geliştirilmesi, tekrar kullanılabilmesi, birbiri ile etkileşimli çalışabilmesi ve paylaşımı için kullanılmaktadır [12].

Günümüzde ontolojiler ifade edildiği tanımlama diline bağlı olmadan birçok benzer ayrıntıya sahiptir. Genel olarak birçok ontoloji; birey, sınıf, özellik, ilişki, kural ve kısıtlamalardan oluşmaktadır [13], [14]. Ontoloji geliştirilirken, nesneler arasındaki ilişkilerin tanımlanması gerekmektedir. Ontoloji geliştirme aşamasında ilişkilerin oluşturulması için kullanılabilecek birçok ilişki çeşidi bulunmaktadır [15]. Bu ilişkiler OWL dili özellikleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Nesneler arasındaki ilişkiler tanımlanmazsa ortaya çıkan hiyerarşik yapı ontoloji değil taksonomi olur. Taksonomi ise alt sınıf – üst sınıf hiyerarşisine dayanmaktadır.

Mekansal bilgiler birçok farklı kaynaktan elde edilmekte olup ontolojiler aracılığıyla büyük bir bilgi sisteminin bir parçası olarak işlenmektedir. Mekansal ontolojilerin kullanımı ile ilgili temel sorun, farklı kaynaklardaki semantik heterojenliklerden dolayı veri paylaşımı ve birlikte çalışabilirliği aşamasında ortaya çıkmaktadır [16]. Semantik

heterojenlik probleminin aşılması için kullanılan yöntemlerden biri ontolojilerdir. Bir veri setinde geometrik veriler, diğer bir veri setinde zengin öznitelik verileri varsa bu mekansal bilgi sistemlerinde veri entegrasyonu yapılması mümkündür. Böylece farklı kaynaklardaki bilgilerin bir arada kullanılmasına olanak sağlayan entegre ontolojiler elde edilebilmektedir [9].

Ontoloji geliştirmede kullanılan ve literatürde kabul görmüş yöntemlerden bazıları [17], [18], [19] olarak gösterilebilir. [18]'te önerilen ontoloji geliştirme yöntemleri temel olarak [17] ve [19] da önerilen yöntemlere dayandığından, [17] ve [19]'daki yöntemler incelenmiştir. Bölüm 5'te ontoloji geliştirmede kullanılan yöntemler ve tez çalışmasında geliştirilen uygulamaya değinilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının ilk amacı, ontoloji geliştirme yöntemlerinin incelenmesi ve uygun yöntemle topografik ve tematik/kent bakış açısı ile eğitim binaları için iki farklı ontoloji örneği geliştirilmesidir. İkinci amacı ise farklı kaynaklı bilgilerin semantik heterojenlikleri arasındaki farklılıkların ortaya konulmasıdır. Üçüncü amacı ise heterojenliklerin semantik web açısından mekansal birlikte çalışabilirliğe etkisinin irdelenmesidir.

1.3 Hipotez

Bu çalışmada hipotez aşağıdaki gibi kurulmuştur:

- Farklı kaynaklı mekansal veriler, geliştirilme amaçları doğrultusunda farklı kavramsal modele sahip olması nedeniyle farklı düzeylerde semantik heterojenlik ortaya çıkabilir.
- Semantik heterojenlikler, farklı kaynaklardaki bilgilerin birlikte çalışabilirliğine etki eder.
- Semantik web çalışmaları, birlikte çalışabilirlik için ontolojilerin kullanılması doğrultusunda ortak ve standart ontolojilerin geliştirilmesi ile veri paylaşımına katkı sağlayabilir.

SEMANTİK BİRLİKTE ÇALIŞABİLİRLİK

Birlikte çalışabilirlik; iki ya da daha fazla bileşenin farklı dil, arayüz ve uygulama platformuna sahip olmasına rağmen bir arada çalışabilmesi yeteneğidir [20]. Birlikte çalışabilir sistemler; otomatik, yerel yönetilebilen ve heterojen bileşenlerden oluşan sistemlerdir.

Günümüzdeki teknolojiler; uygulamalar ve kullanıcılar gibi çeşitli bilgi alıcılarına yönelik dağıtık halde bulunan (örneğin ilişkisel veri tabanları, eski bilgi sistemleri gibi) dağıtık ve özerk bilgi kaynaklarının birbiri ile ilişkilendirilebilmesini gerektirmektedir. Fiziksel birlikte çalışabilirlik ile donanımsal ve yazılımsal heterojenlikler, iletişim protokollerine göre temel olarak sağlanabilmektedir. Ancak farklı kaynakların birlikte çalışabilirliği aşamasında heterojenliklerden kaynaklanan temel sorunlar, semantik birlikte çalışabilirlikte ortaya çıkmaktadır [21]. Şekil 2.1’de veri entegrasyonu için birlikte çalışabilirlik hiyerarşisi yer almaktadır.

Semantik birlikte çalışabilirlik, kavramlar arasında ortak bir anlam ve dil oluşturmak için ontolojileri kullanmaktadır. Çünkü ontolojiler, verilerin bağımsızlığını ve uygunluğunu yansıtarak verilere erişmeden semantik olarak tanımlama yapmaktadır. Ayrıca ontolojiler semantik olarak tanımlanmış verilerin yeniden kullanılabilirliğine olanak sağlamaktadır [22]. Ayrıca farklı kaynaklardaki bilgilerin bir sunulmasına imkan vermektedir.



Şekil 2. 1 Veri entegrasyonu için birlikte çalışabilirlik hiyerarşisi [23]

2.1 Heterojenlik Türleri

Bir ontoloji, geliştirilme amacına göre tüm genel özellikleri kapsamalı ve uygulamadan bağımsız olmalıdır. Birlikte çalışabilirlik farklı kaynaklardaki bilgilerin aynı ortamda sunulmasını amaçlandığı için, kullanıcının semantik sorguları; servis sağlayıcısının ise sorgulara verilen cevapları anlayabilecek yetkinliğe sahip olması gerekmektedir. Ancak ontoloji birlikte kullanımı aşamasında, semantik açıdan ontolojilerin heterojenliğinden kaynaklanan çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır [24]. Heterojenlikleri dört farklı biçimde kategorize etmek mümkündür: sistemsel, sözdizimsel (sentaktik), yapısal ve semantik heterojenlik [4], [25].

2.1.1 Sistemsel Heterojenlik

Farklı sistemlerde oluşturulmuş veri tabanları, birlikte çalışabilirlik için birbiri arasında iletişim sağlayabilecek bir bağlantıya gereksinim duyar [4]. Bilgisayar teknolojilerinde iletişim protokol ve ağının gelişmesiyle (Ethernet, İletim Kontrol Protokolü/ İnternet Protokolü (İKP/İP), Uzaktan İşlem Çağrısı (UIÇ), Dosya Devir Protokolü (DDP), Hiper Metin Transfer Protokolü (HMTTP) gibi) farklı işletim sistemleriyle (Linux, Windows etc.) çalışan sistemlerin birbiri ile iletişimi artık mümkündür. Örneğin farklı türdeki veri

tabanları verileri paylaşmak için, Açık Veritabanı Bağlantısı (AVTB), Java Veritabanı Bağlantısı (JVTB) ve diğer uygulamalar aracılığıyla bağlantı kurabilmektedir.

Sistemsel heterojenlikte verilerin sunulmasında kullanılacak gerekli altyapı sağlanarak çözüm üretilmektedir.

2.1.2 Yapısal Heterojenlik

Veri modellemekten kaynaklanan farklılıklar ile ilgilidir. Bazı veri tabanlarında, herhangi bir şey bir kavram olarak tanımlanırken bir başka veri tabanında kavramın bir içeriği olarak tanımlanabilir [25]. Örneğin “cadde” bir veri tabanında kavram olarak tanımlanırken diğerinde “yol” un bir içeriği olarak tanımlanabilir.

2.1.3 Sözdizimsel Heterojenlik

Verilerin sunum formatı ile ilgilidir (Örn. XML veri formatı). Kullanılan işaretler ve işaretlerin taşıdığı mesajların sırası önemlidir [4].

Sözdizimsel ve yapısal heterojenlikte verilerin sunulmasında, standart kabul edilen diller OWL veya RDF kullanılarak heterojenlikler giderilebilmektedir.

2.1.4 Semantik Heterojenlik

Semantik birlikte çalışabilirlik ile genel olarak bilgi alış veriş, bilgilerin tekrar kullanımı ve farklı kaynaklardaki bilgilerin semantiklerini koruyacak şekilde verilerin bir arada sunulması amaçlanmaktadır. Birlikte çalışabilirlik alanında, semantik kavramı en karmaşık ve gerçekleştirilmesi zor olan kısmı oluşturmaktadır. Çünkü verilerin semantik entegrasyonunda kavramların heterojenlik düzeyi, değişkenlik gösterebilir [1].

Semantik birlikte çalışabilirlik, bilgisayar sistemlerinin veri transferinde anlamsal paylaşım yeteneği ile ilgilenmektedir. Çünkü metaveriler, bağlantılanmış veriler ve paylaşılan sözlükler semantik birlikte çalışabilirliğe eşlik etmektedir. Bilgisayarların; uygulamaların çalışma mantığını ölçebilmesi, uygulamalar üzerinden kestirimlerde bulunabilmesine bağlı olarak bilgi keşfinin yapılabilmesi ve bilgi sistemleri arasında veri standardının oluşturulabilmesinde semantik birlikte çalışabilirlik önem arz etmektedir [2].

Semantik, kavramlar arasındaki anlamsallık ile ilgilenmektedir. Semantik webte ontoloji eşleştirme ya da entegrasyonu aşamasında en sık karşılaşılan heterojenliklerden biri semantik heterojenliktir. Çünkü aynı nesne için birden fazla tanımlama yapılmış olabileceği gibi bir tanımlama farklı nesneleri ifade ediyor olabilir. Örneğin bir ontolojide bir bölüm, mühendislik ve mimarlık fakültesinin parçası olarak tanımlanmışken, başka bir ontolojide aynı bölüm, inşaat fakültesinin parçası olarak tanımlanmış olabilir. Bu nedenle, semantik heterojenliğin giderilebilmesi ve birlikte çalışılabilirliğin artması için mekansal veriler arasındaki ilişkilerin açık bir şekilde tanımlanmış olması gerekmektedir.

İki ontoloji, bilgi bakımından aynı sınırları ve kapsamaları, ayrıntı düzeylerini ve bakış açılarını paylaşmayabilir. Semantik heterojenlik ise genellikle iki ontolojinin aynı kavramlar ile ilgilendiği ancak farklı ayrıntı düzeyine sahip olduğunda ortaya çıkar [21].

Semantik heterojenlik kaynakları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir [9]:

- Kapsam
- Semantik ayrıntı düzeyi,
- Bakış açısı

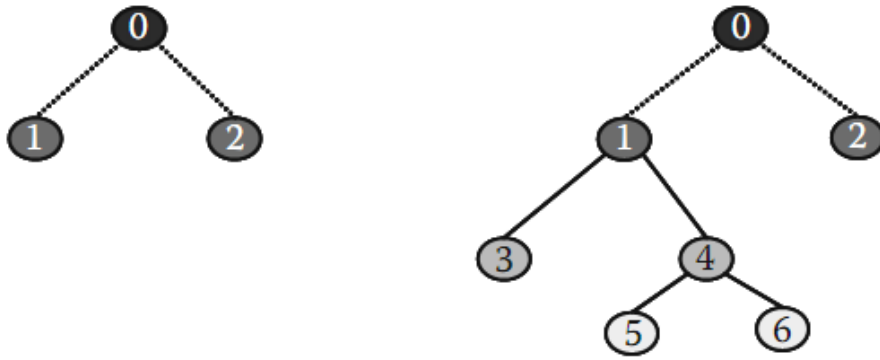
Semantik birlikte çalışabilirlik, kaynaklar ve alıcılar arasındaki etkileşim ile ilgilendiğinden dolayı kaynaklar ve alıcılar arasındaki verilerin içerik farklılığı, semantik birlikte çalışabilirliğin gerçekleşmesini güçleştirmektedir. Alıcılar; verilerin amacını, tercihlerini ve altında yatan temel nedenleri göz önüne alır. Kaynaklar ise bağımsız, örtülü ve alıcı ile tutarlı olmayabilir. Bu durumu basit bir örnek ile açıklamak gerekirse; bir ontolojide otel ticari tesis olarak olarak tanımlanmışken, başka bir ontolojide otel konaklama tesisi olarak tanımlanmış olabilir.

2.2 Semantik Heterojenlik Türleri

Semantik heterojenlik, aynı olguların/varlıkların farklı kavramsallaştırılmasından ortaya çıkmaktadır [1]. İsimlendirmeden kaynaklanan farklılıklar heterojenliğin en basit halidir. Ontolojiler arasındaki farklılıklardan kaynaklanan semantik heterojenlikler alt bölümlerde açıklanmaktadır.

2.2.1 Farklı Ayrıntı Düzeyleri

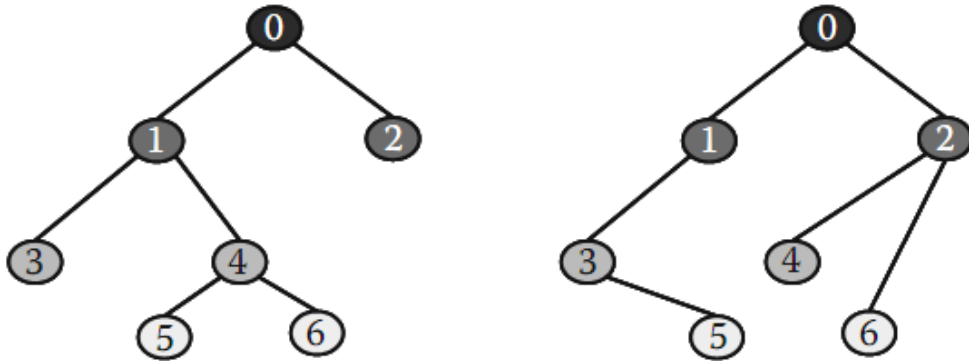
Ayrıntı düzeyi kullanım amacına göre değişim göstermektedir. Örneğin bir ontoloji, tarım için genel tanımları içerirken, başka bir tarım ontolojisi daha ayrıntılı olacak şekilde farklı ayrıntı düzeylerinde tanımlar içerebilir [1]. Farklı ayrıntı düzeylerindeki ontolojiler ile çalışılırken dikkat edilmesi gereken nokta, genel kavramların her iki ontoloji için de ortak olmasıdır. Detaylar ağaç yapısında daha alt ayrıntı düzeyinde tanımlanmaktadır. Şekil 2.2 de farklı ayrıntı düzeyi heterojenliği ile ilgili ağaç yapısında tanımlanmış örnek gösterim yer almaktadır.



Şekil 2. 2 Farklı ayrıntı düzeyinden kaynaklanan heterojenlik [1]

2.2.2 Kavramlar Arasındaki İlişki Farklılıkları

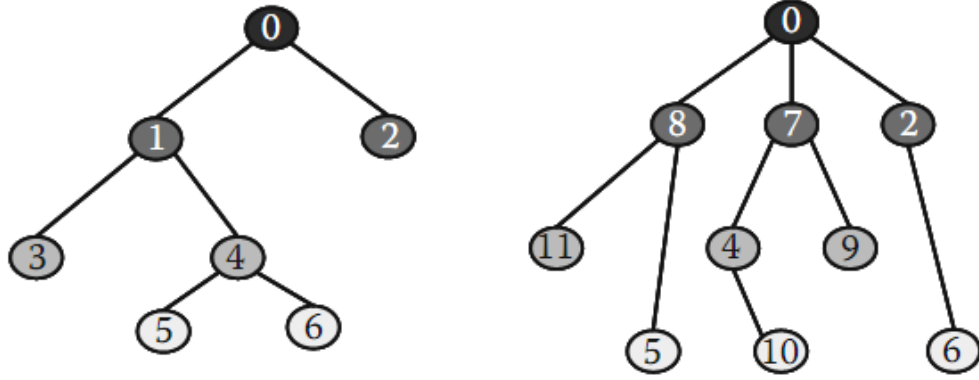
Kavramlar arasındaki ilişki farklılıkları sınıflandırmalarda tekli kalıtımın olmasını genellikle engellemektedir [1]. Dikkat edilmesi gereken nokta alt sınıfların her iki ontolojide ortak, ilişkilerin farklı olması gerekliliğidir. Şekil 2.3 de kavramlar arasındaki ilişki farklılıkları ile ilgili ağaç yapısında tanımlanmış örnek gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2. 3 Kavramlar arasındaki ilişki farklılığından kaynaklanan heterojenlik[1]

2.2.3 Semantik Farklılık

Semantik farklılık, kavramlar arasında hem farklı kavramsallaştırma hem de farklı sınıflandırmalara sebep olmaktadır [1]. Bu durum gerçekliğin farklı ifade edilmesinin doğal bir sonucudur. Şekil 2.4 de semantik farklılık heterojenliği örnek gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2. 4 Semantik farklılıktan kaynaklanan heterojenlik [1]

2.3 Mekansal Heterojenlik

Mekansal bilgi sistemleri, farklı disiplinler ile etkileşimde olduğundan genellikle semantik heterojenlik ile karşı karşıya kalmaktadırlar [9]. Çünkü mekansal veriler, çoklu kaynaklardan oluşturulur ve ontoloji yoluyla büyük bir bilgi sisteminin bir parçası olarak işlenir. Bu uygulamalar, her kurum ve kuruluşun kendi ihtiyacı doğrultusunda geliştirilmiş bir hiyerarşik yapıya sahiptir. Farklı iki ya da daha fazla uygulamanın entegrasyonu ya da eşleştirilmesi sırasında ontolojilerin heterojenliğinden kaynaklanan sorunlar ortaya çıkabilmektedir [26].

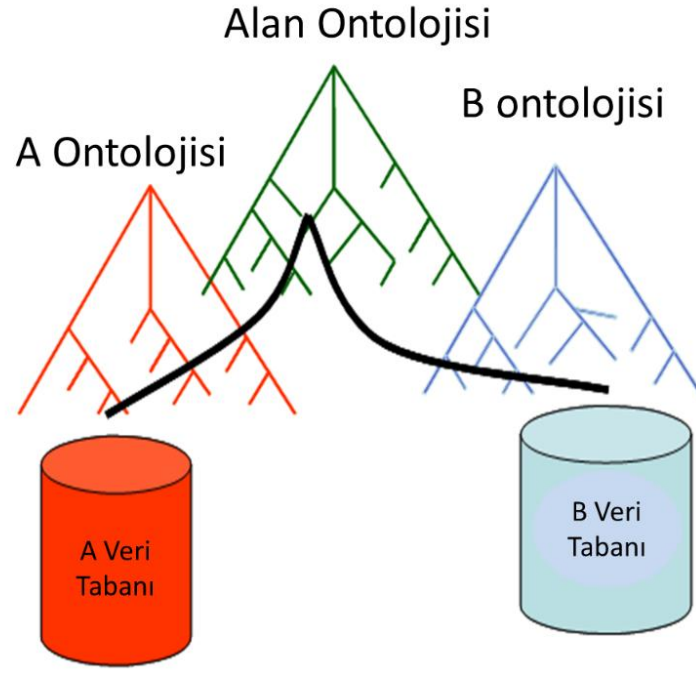
Yeni nesil bilgi sistemlerinin internet üzerinden elde edilen ve dağıtık sistemlerden gelen semantik heterojenliği dikkate alması gerekmektedir [27]. Semantik entegrasyonda çoklu ontolojilerin kullanımı ve yönetimi, modern bilgi sistemlerinin temel özelliği olmalıdır. Çünkü ontolojiler, karmaşık hiyerarşik ilişkileri kurabildiği için mekansal bilgi sistemlerinin entegrasyonu için kavramların soyutlanması (özetlenmesi) ve modellenmesinde önemli rol oynamaktadırlar [28].

Mekansal birlikte çalışabilirlikte mekan, zaman ve verileri etkileyebilecek potansiyel diğer öğelerin içerik bakımından ilişkilendirilmesi amaçlanmaktadır. Ancak, mekansal

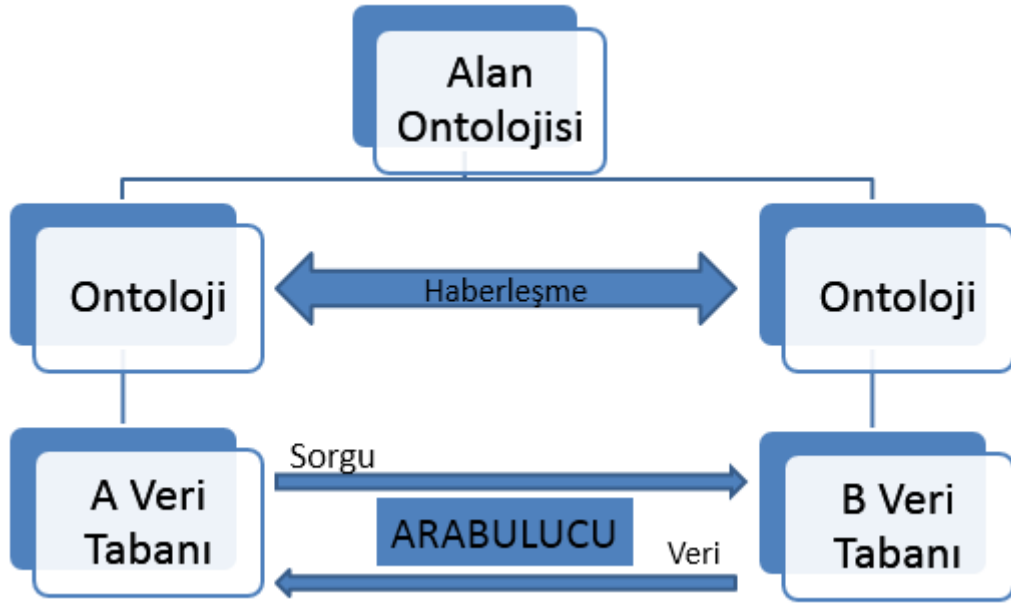
özellikler, genel olarak semantik heterojenliğe yatkındır. Çünkü mekansal özellikler, globalden lokale, projeksiyondan kavramsal ifadeye kadar bir çok alanda değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, mekansal birlikte çalışabilirlikte semantik heterojenliğin dikkate alınması önem arz etmektedir [29]. Heterojen yapıdaki mekansal bilgilerin birbirleri ile ilişkilendirilip, paylaşımını sağlamak amacıyla semantik web teknolojisi kullanılmaktadır. Semantik web ile mekansal bilgilerin semantik olarak birbirlerini anlamaları ve birbirleri arasında veri alışverişi yapılabilmesi için ontolojilerin oluşturulmasında ontoloji geliştirme dilleri kullanılmaktadır. Ontoloji eşleştirme, heterojen ontolojilerde kavramlar arasında semantik ilişkiler sağlayarak köprü görevini üstlenmektedir. Ayrıca web tabanlı mekansal bilgi sistemlerinin veri entegrasyonu ile otomatik etkileşimde bulunması gerekmektedir [30].

2.4 Birlikte Çalışabilirlikte Ontolojilerin Kullanımı

Ontolojilerin kullanımı birlikte çalışabilirliğin sağlanmasında kullanılan yollardan biridir [26]. Genel çerçeveden bakılırsa her veri tabanının uygulama ontolojisi, oluşturulduğu kavramsal modelin izini taşımaktadır. Alan ontolojileri, uygulama ontolojilerden yararlandığından uygulama ontolojileri arasında köprü görevi görmektedir. Bu ontolojiler sayesinde çift yönlü bir ara bulucu (mediator) oluşturulur ve bir yanı ikinci veri tabanı tarafından kabul edilen sorguları iletirken, diğer yanı sonuçları döndürür. Şekil 2. 5' de alan ontolojisinin veri tabanları ile kullanımı gösterilmektedir. Şekil 2. 6 de alan ontolojilerinin etkileşiminde arabulucu kullanımı gösterilmektedir.



Şekil 2. 5 İki veri tabanının birlikte çalışabilirliği için alan ontolojilerinin kullanımı [26]



Şekil 2. 6 Birlikte çalışabilirlikte arabulucu kullanımı

SEMANTİK WEB VE MEKANSAL BOYUTU

Semantik web, internet ortamında bulunan veriler ile daha otomatik ve etkili sorguların yapılabilmesi, farklı kaynaklarda bulunan verilerin entegrasyonu ve verilerin birçok uygulama tarafından tekrar kullanılabilmesi için tanımlanmış ve bağlanmış olma fikridir [31]. Semantik Web fikri, ilk olarak bugünkü web'in de fikir sahibi sayılan Tim Berners-Lee tarafından 2001 yılında ortaya atılmıştır. Berners-Lee'ye göre semantik web, bugünkü web üzerindeki verilere iyi tanımlanmış anlamlar yüklenerek, insan-bilgisayar işbirliğinin daha ileri seviyelere taşınmasına imkân vereceği için, bugün kullandığımız web'in bir uzantısı olarak düşünülebilir [31].

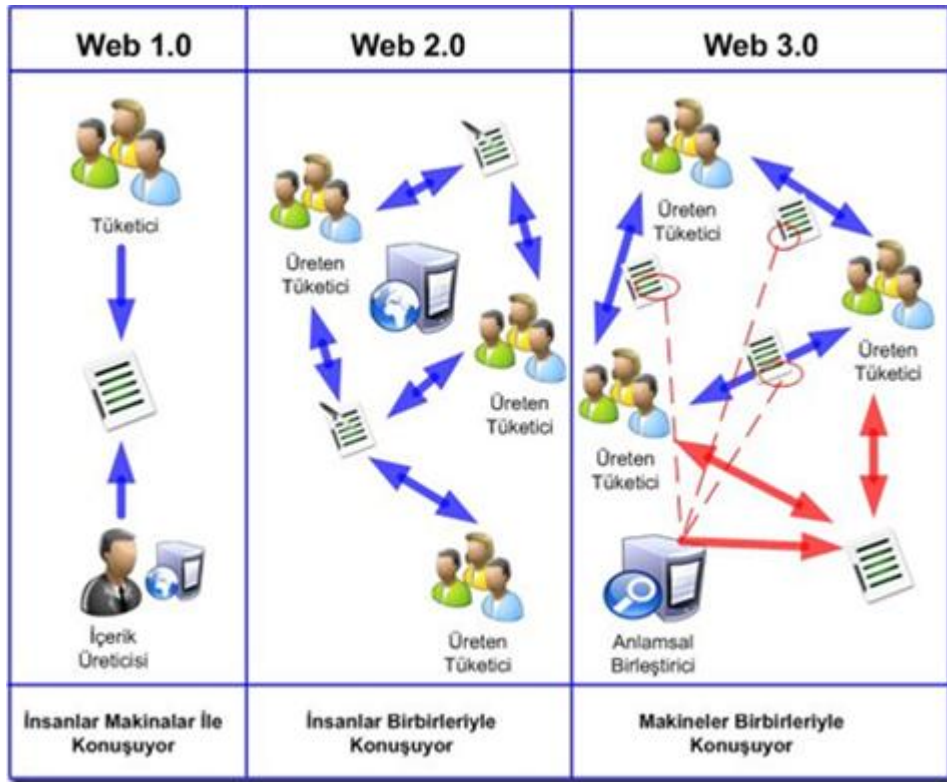
Verinin yapısal olarak bilgisayarlar tarafından tam olarak ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması oldukça zahmetli ve karmaşık bir iş gibi görünmektedir. Ancak bunun yapılabilirliği ve uygulanabilirliği düşünüldüğünde, elde edilecek kazanımların göz ardı edilmesi mümkün değildir.

Semantik web geliştikçe ve kullanım alanı arttıkça, ontolojilerin önemi ve karmaşık hiyerarşik ilişkiler sunabilen gelişmiş ontolojilere duyulan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Ontolojiler, gelişen web teknolojileriyle beraber mekansal bilişim teknolojisi ve coğrafi bilgi sistemlerinin gelişmesi ve yaygınlaşması için de önem arz etmektedir.

3.1 Semantik Web

İnternet ilk olarak Web 1.0 ile ortaya çıkmıştır. Web 1.0 ile kullanıcıların internet uygulamalarına katılımı söz konusu değildi. İnternet kullanıcıları, sunucular üzerinden

komutlarla sadece arama yapabilme hakkına sahipti. 2004 yılında Web 2.0 teknolojisi geliştirildi. Bu teknoloji ile internet, sadece arama yapılmasını sağlayan bir ortam olmaktan çıkıp bilginin paylaşımı esasına dayalı bir platforma dönüşmüştür [32]. Web 2.0 ile kullanıcıların katılım sağladığı siteler ve bloglar geliştirilebilmektedir. Web 3.0 (Semantik Web) ise verilerin web'i olarak adlandırılmaktadır. Web 3.0 farklı web sayfalarındaki verilerin bir arada kullanılması ve paylaşılmasına olanak sağlamaktadır. Şekil 3. 1 Web'in gelişim süreçlerini göstermektedir.



Şekil 3. 1 Web'in gelişim aşamaları [33]

Günümüzde kullanılan web içeriği insanlar tarafından anlaşılabilir şekilde geliştirildiğinden bilgisayar yazılımları web'de bulunan veriyi anlamsal olarak işleyememektedir. Web sayfaları yapısal olarak bilgisayarlar tarafından ayrıştırılabilir, sayfa içeriği, başlık, bağlantılar gibi alanları işlenebilmekteyken farklı web sayfalarında bulunan bilgilerin, karşılaştırılması ve entegrasyonu günümüz teknolojisiyle mümkün değildir.

Semantik web, web sayfalarının yazılımlar için de anlamlı bir içeriğe sahip olmasını sağlayacak bir mimari sunmaktadır. Bu kapsamda düşünüldüğünde semantik web bir veri ağı ya da global bir veri tabanı olarak da düşünülebilir [8].

Semantik web'in uygulanabilmesi için, bilgisayarlar yapısal olarak çok iyi organize edilmiş verilere ve veriler üzerinden otomatik muhakeme (reasoning) yapabilecek anlam çıkarma kurallarına erişebilmelidir. Veri organizasyonu ve anlam çıkarma kuralları ontolojiler aracılığıyla yapılabilmektedir.

Semantik web'in mimarisi ontolojiye dayanmaktadır. Ontoloji, bir ilgi alanı tanımlayarak, bu alan içerisinde farklı ortamlar tarafından kullanılacak ortak bir anlayış geliştirerek, alandaki kavramları ve kavramlar arası ilişkileri belirleyebilen ortak bir yapı oluşturulmasını sağlamaktadır [34].

3.2 Semantik Web'e Duyulan Gereksinim

Mekansal bilgi sistemlerinde semantik web teknolojisinin kullanımı temel olarak aşağıdaki yararları sağlamaktadır [18]:

3.2.1 Veri Entegrasyonu

Günümüzdeki mevcut teknolojiler ile farklı kaynaklardaki karmaşık mekansal verilerin (ya da veri tabanlarının) entegre edilip bir arada sunulması oldukça zordur. Ortaya çıkan sorun, ortak bir format oluşturarak sentaktik biçimlendirmenin daha ötesinde bir çözüm gerektirmektedir. Çünkü aynı kavram için başka bir anlamda ya da hiyerarşide tanımlama yapılmış olabilir. Kavramsal tanımlamadaki farklılıklar sorgularda hangi tanımın cevap olarak verileceği bilinmediği için hatalı sorgu sonuçlarına sebep olmaktadır.

3.2.2 Verilerin Sürekliliğini Sağlama

Semantik teknolojinin önemli bir yararı da kavramlar arasında ortak bir dil ve format oluşturmasıdır. Bu sayede verilerin farklı uygulamalar tarafından tekrar kullanılabilirliğine olanak sağlanmaktadır. Bundan dolayı, aynı veriler için tekrardan veri üretimine gerek kalmamaktadır.

3.2.3 Verilerin Toplanması, Sınıflandırılması ve Kalite Kontrolü

Ontolojiler, farklı kaynaklardaki verilerin birlikte kullanımına olanak sağladığından verilerin ortak bir platformda toplanmasına olanak sağlamaktadır. Ontolojiler, hiyerarşik yapıda oluşturuldukları için organizasyonların gerçekten hangi veriye ihtiyacı olduğunu, hangi veriyi istediğini daha sağlıklı saptamada yardımcı olmaktadır. Verilerin hiyerarşileri tanımlanırken geleneksel sınıflandırma yöntemlerinde yapılan genel bir hata, hiyerarşilerin yanlış adımdan başlamasıdır. Kullanım amacı ile kavram tanımının birbirine karıştırılması da hiyerarşi tanımlamasının yanlış yapılmasından kaynaklanan ve sık rastlanan bir yanlışlıktır. Arazi kullanım sınıflandırmalarında, kullanım amacı futbol olan bir alanın futbol stadı olarak tanımlanması bu yanlışlığa örnek olarak gösterilebilir. Bu nedenle semantik farklılıkların değerlendirilmesi süreçlerinde semantik web ile daha doğru analiz sonuçları elde etmek mümkündür.

Semantik teknolojisi kendi iç süreçlerini oluşturan ya da yayınlayan kuruluşlar için yarar sağlamaktadır. Semantik ile kavramların en özeline kadar tanımlama, eşleştirme ve entegre etme olanağı olduğundan dolayı, en küçük parçaların bile kavramsal yapısına, hiyerarşik ilişkisine erişebilme olanağı bulunur. Bu nedenle araştırmalar için CBS veri toplayıcıları ya da kullanıcılarına yardımcı kaynak olmaktadır.

3.2.4 Verilerin sunulması

İlişkilendirilmiş verilerin temel yararı, web’de yayınlamak için standart bir yol oluşturarak farklı kaynaklardaki verilere hızlı erişimi sağlamaktır. Veri yayınlamak için standart bir yapı oluşturmak, semantik arama motorlarında veri setinin kullanılabilmesi ve bağlantılı olduğu diğer dokümanlara ve verilere web üzerinden erişilebilmesine, ortak veri setinden yeni verilerin çıkarım yolu ile elde edilebilmesine olanak vermektedir. Buna olanak veren durum ise sayfaları birbiri ile ilişkilendirilmesi yerine, verilerin kendilerinin birbirleri ile ilişkilendirilmesidir.

3.3 Semantik Web Mimarisi

Semantik web, felsefe, tasarım ilkeleri, birbiri ile etkileşimli alanlar ve yardımcı teknolojilerden oluşan kollektif bir yapıya sahiptir. Bu bütünleşik sistemde, belirli bir

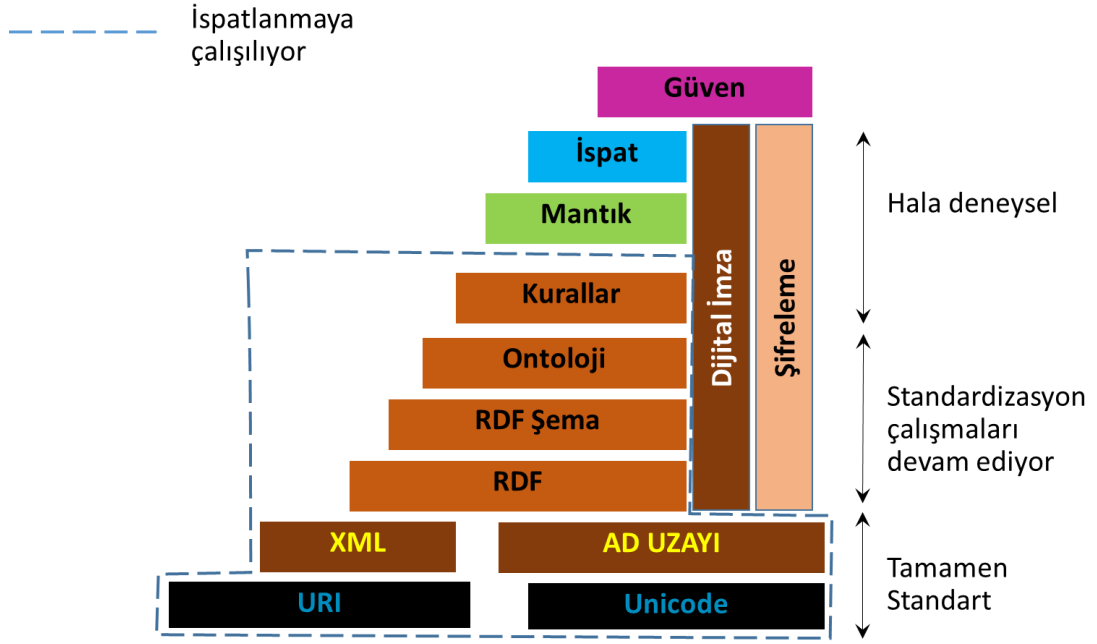
Çalışma prensibi ile kavramların, terimlerin ve ilgili bağlantıların ortak bir dilde tanımlanması beklenmektedir.

W3C alışma grupları ve bu grubun ortaya koyduğu standartlar semantik web'in başlangıcından itibaren çalışmalara yön vermektedir. Bu standartlar, RDF ve OWL gibi diller ile semantik web için gerekli altyapının sağlanması için geliştirilmiştir. W3C'nin belirlediği standartlar doğrultusunda RDF ve OWL ile ontoloji geliştirmek, geliştirilen ontolojiler üzerinde SPARQL (RDF Sorgu Dili) ile sorgulama yapabilmek için geliştirilmiş çok sayıda araç bulunmaktadır. Daha karmaşık ilişkilerin tanımlanabilmesi ve birlikte çalışabilirliğin arttırılmasına yönelik olarak araçlar geliştirilmeye devam etmektedir.

Semantik web, diğer kaynaklarla olan ilişkileri de içerecektir. Guha'ya göre (2003) semantik web'de veri; yönlü etiketli çizge (directed labeled graph) olarak modellenir ve her nokta bir kaynağa karşılık gelirken her kenar bir ilişki tipi olarak etiketlenir [35].

Semantik webin amacı, web sayfalarında arama yaparken bilgisayarların anlayacağı şekilde arama yapabilmektir. Bu amaç için semantik web mimarisi birbiriyle etkileşimli farklı katmanların birleşiminden oluşmaktadır. şekil 3.2'de Semantik Web katmanları gösterilmektedir.

Semantik web henüz gelişme sürecinde olduğu için bazı kısımları henüz gerçekleştirilmemiş fakat gelecekte yapılması planlanan çalışmaları belirlenmiş bir alan olarak ifade edilir [36].



Şekil 3. 2 Semantik Web katmanları [37]

Semantik web, tanımlayıcı kelimelerle birlikte bilgiyi birbirine bağlayan ortak veri formatları kullanmaktır. Terimlerin anlamlarını ve bu terimler arası ilişkileri ifade etmek için ontolojilerden yararlanmaktadır. Ortak veri formatı ile çeşitli kaynaklarda bulunan verilerin eşleştirilmesi ve birleştirilmesi mümkündür. Verilerin tek bir yapıda sunulması ve entegrasyonu büyük veri kümelerinin birleşerek webin büyük bir veri tabanı gibi olmasını sağlayacaktır [8].

3.3.1 URI & Unicode Katmanı

Unicode ve URI (Evrensel Kaynak Tanımlayıcısı) katmanlarında semantik web için verilerin tanımlanabilmesini sağlayan uluslararası karakter kümeleri kullanılmaktadır. Web sayfalarında metaveri tanımlamak ve görüntülemek için farklı RDF modelleri geliştirilmiştir.

Semantik web çalışmalarında aynı nesne için farklı ad tanımlamalarının yapılmış olması, farklı kaynaklardaki verilerin sorgulanması, analizi ya da entegrasyonu aşamasında isim çatışmalarına sebep olmaktadır. Örneğin, RDF’de kaynak tanımlanırken bir kaynak “Sağlık Kurumları” yerine “Sağlık Merkezi” olarak tanımlanmış olabilir. RDF modellemesi aşamasında bu sorunu çözmek için XML’de isim alanı kullanılmaktadır. URI’ler isim alanı kullanılarak tanımlanmakta ve kaynağa isim sağlayarak kaynak kimliği (ID) ile

ilişkilendirilmektedir. Böylece, RDF’de kaynaklar tek bir kimlik ile tanımlanmış olur. RDF içerisinde belirtilmiş olan her isim, ismin kaynağını belirtmektedir. Bu sebeple RDF’de modelleme elemanları tek bir URI’den oluşan kaynaklardır ve böylece değişik isimler değişik anahtarlara karşılık gelmektedir [38].

Unicode (Evrensel Kod), Unicode Consortium organizasyonu tarafından geliştirilen ve her karaktere bir sayı değeri karşılığı atayan bir standarttır [39]. Unicode kodlardan oluşan karakter setlerini (metinleri) bilgisayarda verimli bir biçimde saklayabilmek amacıyla çeşitli karakter kodlamaları geliştirilmiştir.

3.3.2 XML & XML Şema Katmanı

XML, web yazılımları için veri değişimini sağlayan bir standart olarak kabul edilmektedir. Verinin kodlanması ve sunulmasına esneklik getirdiğinden, farklı kaynaklardaki verilerin analizi ve entegrasyonunda ortaya çıkan problemlerin çözümü olarak önerilmektedir. XML dili kullanıcıların dokümanlarına veri eklemesine olanak sunmaktadır, ancak verinin ne anlama geldiği konusunda kullanıcılara herhangi bir fikir vermez.

XML, semantik web için sınırlıdır. Çünkü, XML dokümanın yapısına odaklanmıştır ve verinin ortak olarak yorumlayamamaktadır [40]. XML katmanı, isim alanları ve şema tanımları ile birlikte, semantik web tanımlarının diğer XML tabanlı standartlar ile bütünleştirilmesi olanağını sağlamaktadır [7].

XML Şema, XML dökümanlarının uyması gereken kuralları belirlemek için geliştirilmiştir [40]. Bir XML belgesinin geçerli olup olmadığı şema kullanılarak anlaşılabilir. Oluşturulan dökümanda hangi elementlerin olacağı, elementlerin ne tür özellikleri olacağı, bir element içinde hangi elementler olabileceği gibi kurallar şema ile tanımlanmaktadır.

3.3.3 RDF & RDFS (RDF Şema) Veri Katmanı

RDF, URI’ler aracılığıyla tanımlanan bilgilerin gösterimi için kullanılan bir standarttır. RDF, 10 Şubat 2004 tarihinde W3C onayını almış, web kaynakları için kullanılan standartlaşmış bir tanımlama dilidir [11].

RDF, Semantik Web'in gerçekleştirilmesinde temel olarak kullanılabilecek bir yapı sunmaktadır [8]. Altyapısındaki yalınlık değişik uygulamaların birlikte çalışabilmeleri için kolaylık sağladığı gibi RDF'in bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir yapısı Web kaynaklarının otomatik olarak işlenebilmesi olanağını sunmaktadır[41].

Aslında, XML ve XML şema'ları farklı sistemler arasında veri alış verişinde kullanılabilmektedir. Ancak, bu yapının semantik eksikliği, bu sistemlerin veri alış verişinde farklı XML sözcük hazinesine sahip makineler arasındaki iletişimi güvenli şekilde sağlamalarını engellemektedir [12]. Bu engele örnek vermek gerekirse, aynı nesne için farklı bir ontolojide farklı tanımlamalar kullanılmış olabilir. Bununla beraber, farklı nesnelerin ya da özelliklerin aynı nesneyi ya da özelliği betimlemede kullanılmış olabileme ihtimali bulunmaktadır.

RDF ve RDFS, XML'den farklı olarak tanımlayıcılarla ilişkilendirilmiş semantik sözcükleri eklemeye olanak sağlamaktadır. Sınıflar ve özelliklerin özne ve nesne bilgilerine ek olarak birbirleri arasında birtakım hiyerarşik ilişkiler tanımlanabildiğinden RDF aynı zamanda bir ontoloji dilidir. Ancak, veri yoğunluğu ve hiyerarşinin karmaşıklığı arttıkça semantik olarak yeterli olamayacaktır. Bu sebeple semantik olarak RDFS'ten daha yetenekli bir ontoloji diline ihtiyaç vardır. Bunun için de OWL dili geliştirilmiştir.

3.3.4 Ontoloji Katmanı

Ontoloji kelimesi Latince'de "ontos" ve "logos" kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. "Ontos" varoluş, "logos" ise bilim anlamına gelmektedir [42]. Ontoloji kelimesinin kökü felsefenin bir alt dalı olan dil bilimine (dil felsefesine) dayanmaktadır [43]. Ontolojiler, kelimelerin anlamlarından yola çıkılarak, cümle ve hatta cümle yaklaşımlarının anlaşılması ve tam olarak var olup olmadıkları, varsa nasıl oldukları ve hangi gruba ait oldukları ve hatta bu gruplar arası ilişkileri incelemektedir[44] .

Sözlük anlamı olarak "varolma bilimi" olarak tanımlanan ontolojiyi; Gruber (1993), günümüzde de ifade edildiği gibi; "kavramlaştırmanın açık belirtimi" olarak tanımlamıştır [45] . Bilgisayar biliminde ise Noy ve McGuinness (2001) ontolojiyi, "Kullanıcıların bir alan içerisindeki bilgilerin paylaşılabilmesi için ortak bir sözlük" olarak tanımlamaktadır [17].

Web’de ontoloji kullanan uygulamalar ve sayfalar arttıkça, farklı web sayfalarındaki verilerin analizi, entegrasyonu gibi durumlarda oluşan terminoloji problemlerine çözüm üretme gerekliliği de ortaya çıkmaktadır. Örnek vermek gerekirse, adres bilgisi içeren bir ontolojiyi ele alalım. Bir kullanıcı ya da uygulama servisi zip kodu içeren bir adres tanımlarken, başka bir kullanıcı ya da uygulama servisi aynı adresin posta kodu içeren halini kullanmış olabilir. Bu durumda, elimizde bulunan iki adres bilgisinin de aslında aynı adresi belirttiğini anlayabilmek için, ontolojilerin bir takım eşitlik ilişkilerini içermesi gerekmektedir. Yani, tanımlanan ontolojilerden biri ya da her ikisi, bir servisin içerdiği zip kodu bilgisinin diğer servisin içerdiği posta kodu bilgisine eşit oluşunu tanımlamalıdır [8].

3.4 Semantik Web ve Ontoloji İlişkisi

Ontolojiler birçok uygulamada temel unsur olarak kullanılmaktadır [46]. Bunlardan bazıları, yazılım etmeni, bilgi yönetim sistemleri, e-ticaret platformları, bilgisayarlar için doğal dil geliştirme, bilgi entegrasyonu ve semantik web olarak gösterilebilir [47].

Bir kavramın semantikliği genellikle bir ontoloji tarafından tanımlanmaktadır [1]. Kavramlar arasında semantik tabanlı karşılaştırmalar, ilişkilendirmeler, farklı alandaki bilgilerin entegrasyonu gibi çalışmalarda ontolojiler temel alınmaktadır.

Yeni geliştirilen ontoloji temelli uygulamalar ve bilgi sunum mimarileri genel olarak semantik web teknolojisi için oluşturulmaktadır. Ontolojilerin bir arada kullanımı için semantik farklılıklardan kaynaklanan heterojenliklerin daha efektif bir şekilde düzenlenmesi, veri ve veriler arasında semantik kayıplara sebep olmaması için geliştirmeler devam etmektedir.

3.5 Mekansal Semantik Web

Semantik web fikrini takiben 2002 yılında mekansal semantik web ile ilgili çalışma düşünceleri başlamıştır. Mekansal semantik web’in hedefi, semantik web kavramını genişletmek, web üzerinde mekansal bilgilerin semantik birlikte çalışabilirliğini sağlamaktır.

Mekansal semantik web konusu, temel olarak basit semantik web araştırmalarının yetersiz kaldığı mekansal bilgiler için çözüm geliştirme ile ilgilenmektedir [28]. Semantik web'in mekansal bilgilerde kullanımı, mekansal verilerin eşsiz (unique) yapısına uygun olmalıdır. Çünkü mekansal verilerin semantik web'de kullanımı daha çok çıkarımsama ve verilerin entegrasyonu/eşleştirilmesi ile ilgilidir [18].

Mekansal semantik web'te çoklu ontolojilerin desteklenmesi ve kullanımı yeni bilgi sistemlerinin temel özelliğı olmalıdır. Çünkü ontolojiler, karmaşık hiyerarşik ilişkileri kurabildiğı için mekansal bilgi sistemlerinin birlikte çalışabilirliğı için kavramların soyutlanması ve modellenmesinde önemli rol oynamaktadırlar [28].

Mekansal semantik web, mekansal bilginin birlikte çalışabilirliğıne önemli yetkinlikler getirmektedir. Mekansal semantik web, alan ontolojileri arasında birlikte çalışabilirliğe izin vermektedir. Bundan dolayı değışik disiplinlerdeki kullanıcıların, kendi özel uygulamalarına mekansal bilgileri entegre etme olasılığı artmaktadır.

Semantik birlikte çalışabilirlik ve mekansal bilgiyle ilgili araştırma toplulukları, kavramsal eşleştirme ve ontoloji entegrasyonu sorunlarını çözmek için önemli çaba sarf etmektedirler. Bu araştırmalar sonucunda öngörülen, web'deki çoklu kaynaklardan gelen mekansal veriler arasındaki muhakeme yetenekleri ve aralarındaki etkileşimi yükseltmektedir.

ISO/TC 211 ve OGC araştırma grupları tarafından mekansal bilgilerin standartlaştırılması için çalışmalar yürütölmektedir. ISO/TC 211 mekansal kapsamlı bir ontoloji tanımlamıştır. Bu ontoloji; geometri, topoloji, zamansal bilgi, mekansal referans sistemleri, özellikler, karakteristikler, davranışlar, ilişkiler, kalite, metaveri, görüntüler, servisler vb. kavramları içine alan mekansal bilginin tanımlanması için oluşturulan bir standarttır [4]. Buna ilaveten servis arayüzleri; keşif, erişim ve mekansal bilginin sağlanması için detaylandırılmıştır.

Mekansal bilgilerin semantik web'de genel olarak iki kullanım alanı bulunmaktadır. Mekansal bilgiler, mekansal analizler gerektiren durumlarda ve konuma bağılı olarak veri entegrasyonunda önem arz etmektedir. Web'de mekansal veri analizi yapılması, mekansal verilerin entegrasyon yeteneğı olmadan oldukça zordur.

Mekansal veri tabanlarından alınan veriler ile yapılan sorgularda alınan sonuçların geliştirilmesi için farklı disiplinler ile çalışma, çoklu mekansal geliştirmeler ve terminolojik ontolojiler kullanmak yerine mekansal kavramların ve terimlerin daha iyi tanımlanması için çalışmalar yapılmaktadır [48].

ONTOLOJİ GELİŞTİRME

Ontoloji; verinin sunulması ve üzerinde bir takım mantıksal çıkarım işlemlerin yapılabilmesi, verinin farklı sistemler tarafından kullanılabilmesi için paylaşılması, sözdizimsel ve semantik olarak bilgisayarlar tarafından işlenebilmesi için kullanılmaktadır. Genel uygulama alanı bilgi sistemleridir, ancak bilgi paylaşımı, yeniden kullanılabilirlik, veri entegrasyonu ve birlikte çalışılabilirlik gibi farklı amaçlarla da kullanılabilmektedir [26].

Ontolojiler mevcut kavramsallaştırmanın mantıksal yapısını ortaya koymada önemli bir role sahiptir. İlgili kavramları belirleme ve açıklama, mantıksal yapısını kurma ve taksonomik ilişkilerini oluşturmak için ontoloji araçları geliştirilmiştir. Ayrıca bu işlemlerin yapılabilmesi için hem veri, hem de veriler ile ilgili birtakım kuralların girilebileceği ortak bir dil gerekmektedir.

RDF(S) ve OWL ontoloji geliştirme dilleri olarak kullanılmaktadır. RDF teknolojisi, kavramların semantik olarak ifade edilebilmesini sağlamaktadır. OWL ise bilgi yönetimi, yazılım ajanları ve ileri düzeyde web aramalarını destekleyen ontolojilerin geliştirilmesi, tekrar kullanılabilmesi, birbiri ile etkileşimli çalışabilmesi ve paylaşımı için kullanılmaktadır [12].

Genel olarak ontolojiler belirli bir alan için iyi tanımlanmış veriler ile oluşturulmaktadır. İyi tanımlanmış veriler var olan veri tabanı şemasından muhakeme yolu ile elde edilmiş bilgileri ve semantik modeli de içermektedir.

4.1 Ontolojilerin Gerekliiği

Semantik birlikte çalışabilirlik için uygulamalar ontolojilere ihtiyaç duymaktadır [49], [50]. Ontolojilerin kullanım gereksinimlerine aşağıdaki sebepler gösterilebilir [51]:

- Bilgisayar ajanları ve insan anlama yeteneği arasında ortak bir bilgi yapısı sağlayarak birlikte çalışabilirliği artırır.
- Alana ilişkin kullanışlı bilgilerin yeniden kullanımını sağlayarak maliyet ve zamandan kazanç sağlar.
- Alansal varsayımların yapılabilmesine olanak verir.
- Operasyonel bilgilerden uygulamaya özgü kullanışlı bilgilerin elde edilmesinde ontolojiler kolaylık sağlar. Tanımlanan bilgiler doğrultusunda kavramlar ve bileşenleri ile uyumlu bir görev tanımlanır. Görev, ontolojiler aracılığı ile kavramlar ve bileşenlerden bağımsız olarak programlar tarafından uygulanır.
- Alansal kullanışlı bilgilerin analizinde kullanımları söz konusudur. Ontoloji içerisinde kavramların özel tanımları verilmiş ise, alansal bilginin analizi mümkündür. Kavramların analizi, var olan ontolojilerin yeniden kullanımı sırasında artı değer kazandırmaktadır.

4.2 Ontolojilerin Mekansal Veriler İçin Kullanımı

Mekansal veriler; bilgi paylaşımı, yeniden kullanılabilirlik, veri entegrasyonu ve birlikte çalışılabilirlik gibi farklı amaçlar için ontolojiler ile doğrudan ilgilidir. Mevcut teknolojiler ile farklı mekansal bilgi sistemleri arasında birlikte çalışılabilirlik aşamasında; farklı kentsel etki alanları (kadaströ, nüfus, planlama, çevre vd.), ölçek, verinin kalitesi ve verinin oluşulma amacı (2B, 2.5B, 3B), topolojik hassasiyet gibi olgular uygulamalarda semantik bakımdan sorunlara neden olmaktadır [26].

Ontolojiler, semantik birlikte çalışabilirliğin gerçekleşmesine hizmet etmektedir. Çünkü ontolojiler, her uygulamanın kullanabileceği genel terimlerin tanımlanması olanağını sağlamaktadır. Ayrıca ontolojiler, farklı kavramsal yapıya sahip fakat aynı amaca hizmet eden verilerin eşleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ontoloji eşleştirme, sorgu kapsamlarının genişletilmesi için anahtar sözcüklerin tanımlanmasına ve mekansal

semantik web aramalarında eş sözcükler tanımlayarak daha anlamlı sonuçların elde edilmesine olanak vermektedir [49].

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) sektöründe ontoloji kavramı; gerçek dünya nesneleri ya da olgularını belirtmek, diğer disiplinler ile ilişkisini sağlamak için resmi olarak tanımlanmış bir sözlük olarak kullanılmaktadır [18]. Mekansal bilgilerin semantik birlikte çalışabilirliğin sağlanabilmesi, CBS yazılımları, teknolojileri ve mekansal veri tabanları açısından ontolojilerin geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır [51]. Çünkü mekansal ontolojiler; uzmanlar, paydaşlar ve karar vericiler arasında ortak bir kültür oluşturulabilmesi için bilginin paylaşımı ve tekrar kullanımına olanak sağlamaktadır [49].

Mekansal ontolojilerlerinin geliştirilmesi ve standartlaştırılması için ilgili komiteler çalışmalar yapmaktadır. Bunlardan bazıları; Açık Mekansal Konsorsiyum (OGC), Amerikan Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC), Amerikan Jeoloji ve Harita Kurumu (USGS)'dur [29], [49].

Mekansal ontolojiler bir çok yönden klasik yöntemlerle sistem geliştirmeden daha avantajlıdır. Aşağıda birkaç avantaja değinilmektedir [22]:

- Farklı alan ontolojilerinde mekansal varlıkların ya da ilişkilerin birbirleri ile etkileşimine izin verilmektedir.
- Sistem geliştiricisi, yönetici ve kullanıcılar ile iletişimde bulunduğu için daha iyi bilgi sistemlerinin oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır.
- Sistem geliştirmede kullanıcı merkezli bir yaklaşıma olanak tanımaktadır.
- Veri tabanlarının birlikte çalışabilmesi için gerekli kavramları ve teknolojiyi sağlamaktadır.
- Farklı katmandaki mekansal bilgileri üst üste çakıştırarak ya da entegre ederek farklı bir bakış açısıyla mekansal veri tabanı tasarımı yapabilmektedir.
- Ortak bir veri oluşturarak bilgilerin yeniden kullanımını arttırmaktadır. Örneğin İstanbul için farklı amaçlar doğrultusunda topografik veya tematik ontoloji geliştirecek farklı kurumlar olduğunu varsayalım. Geliştirilecek ontolojide ortak alanların yeniden kullanımı söz konusu olacaktır. Tekrardan kullanım, veri üretimi

için gerekli olan maliyet ve zaman kaybını minimize etmek için yardımcı olmaktadır.

- Alan ve uygulama düzeylerinde çıkarımların yapılabilmesine olanak vermektedir. Örneğin mekansal alanlardaki varsayımların yapılabilmesi, genellikle belirli bir alandaki bilgi değişimi ile belirlenmektedir. Ontolojilerin sağladığı hiyerarşik yapı mekansal değişim analizi yapacak kullanıcılar için yarar sağlamaktadır.

Mekansal ontolojiler ile topolojik ilişkilerin (sınırı olma, içerme, içinden geçme, ayrık olma, eşit olma, kesişme, çakışma, temas etme, içinde) tanımlanması mümkündür. Mevcut topolojik ilişkiler, doğal dilin ifadesinde belirsizlikler ve hassasiyet bakımından yeterli değildir [30]. Mekansal analizlerde topolojik ilişkilerde belirsizliklerin giderilebilmesi için (içerisinde olma, dışında olma, çevrili olma, diğerleri ile kesişme) daha zengin topolojik sözlük tanımlaması yapılabilir ya da bulanık mantık yaklaşımlarından da yararlanılabilir [30].

Mekansal ontolojiler farklı ontoloji dillerinde özel geliştirme araçları ya da UML diyagramları kullanılarak oluşturulabilir. Ontoloji geliştirme işlemi ve dokümantasyonu veri tabanlarının kavramsal modellemesinin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır [18]. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta; kavramsal şemanın amacı veri tabanı yapısını tanımlamak iken, ontolojinin amacı verilerin anlamları, ilişkileri ve özelliklerini işlemektir. Ayrıca ontoloji yapısı ile veri tabanının kavramsal modelinin doğrudan ilgili olmasına da gerek yoktur.

4.3 Ontoloji Geliştirme Dilleri

Ontolojiler, yaygın olarak bilinen ve standartlar ile tanımlanmış veri modelleme dilleri olan RDF(S) ve OWL ile geliştirilmektedir [52].

4.3.1 RDF(S)

RDF; ontolojilere verilerin kodlanması, değiş-tokuşu, entegrasyonu ve tekrardan kullanılmasını sağlayan bir yapı sunmaktadır. Özellikle web alanında birçok uygulama için verinin gösteriminde kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları mekansal teknolojiler, dijital kütüphaneler ve kişisel bilgi yönetim sistemleridir.

RDF mimari olarak, RDF üçlüleri olarak adlandırılan; özne (subject), yüklem (predicate) ve nesne (object)’den oluşmaktadır [12]. Kaynaklar noktalarla, kaynaklar arasındaki ilişkiler ise kenarlarla temsil edilmektedir. Kaynaklar arasındaki ilişkiden kasıt, özne ve nesne arasındaki ilişkidir ve yönü her zaman özneden nesneye doğrudur şekil 4. 1 RDF   l s  ve ilişki yönünü göstermektedir. Kaynak olarak ifade edilen özne ve nesnelerdir. Özne, nesne ve eylemler de URI aracılığıyla tanımlanmaktadır. Böylece herkes web üzerinde bir kavram ya da fiili, bir URI ile tanımlayarak oluşturma şansına sahiptir [8].



şekil 4. 1 RDF   l  gösterimi

RDF’in temeli XML teknolojisine dayanmaktadır. Semantik bilgiler özne, yüklem ve eylemler aracılığıyla ifade edilmektedir şekil 4. 2 RDF gösterimi yer almaktadır.

RDF şema (RDFS); kullanıcılar için uygulamalarda kullanabilecekleri belirli bir alan oluşturabilmelerine olanak tanımaktadır [53]. Oluşturulan bu alanda bilgi; sınıflar, özellikler ve öznitelikler şeklinde tanımlanmaktadır [47].

RDF ve RDFS, URI’ler aracılığıyla nesneler hakkında ifadeler oluşturulmasına ve ilişkilendirilen sözlükler hazırlanmasına olanak sağlamaktadır. Bağlantı ve kaynakların tipleri bu katman ile tanımlanmaktadır.

```

<!-- http://www.semanticweb.org/zynp/ontologies/2013/3/untitled-
ontology-61#betonarme -->

<ObjectProperty rdf:about="&untitled-ontology-61; betonarme ">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&untitled-ontology-
61;insaat_turu"/>
</ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/zynp/ontologies/2013/3/untitled-
ontology-61#hasRevir -->

<ObjectProperty rdf:about="&untitled-ontology-61;hasRevir"/>

<!-- http://www.semanticweb.org/zynp/ontologies/2013/3/untitled-
ontology-61#ahsap -->

<ObjectProperty rdf:about="&untitled-ontology-61;ahsap">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&untitled-ontology-61;
insaat_turu "/>
</ObjectProperty>

<!-- http://www.semanticweb.org/zynp/ontologies/2013/3/untitled-
ontology-61#insaat_turu -->

<ObjectProperty rdf:about="&untitled-ontology-61; insaat_turu ">
  <rdfs:domain rdf:resource="&untitled-ontology-
61;EgitimKurumlari"/>
</ObjectProperty>

```

Şekil 4. 2 RDF örneği

4.3.2 OWL

Semantik webde sınıflar ve web dökümanlarında kullanılan özellikleri tanımlamak için kullanılan ve ontoloji dillerinden biri de OWL'dir. OWL; nesne ve ilişki tanımlamalarında semantik web araçlarının, web üzerinden ontolojiler tarafından daha fazla anlam çıkarımları yapılabilmesi için geliştirilmiş ve W3C onayı almıştır [54]. OWL dili ile özellikler; nesne ve veri tipi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Verilerin alabileceği değerler için kısıtlamalar getirilebilmektedir. Ayrıca nesne ve veriler ile eşleme yapılabilmesi için gerekli tanımlamalar sağlanmıştır. Şekil 4.3 de OWL örneği gösterimi yer almaktadır.

```

<Declaration>
  <Class IRI="#AnadoluLisesi"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
</Declaration>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#DevletLisesi"/>
  <Class IRI="#Lise"/>
</SubClassOf>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#AnadoluLisesi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
</ClassAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasRevir"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasGeometri"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty IRI="#Adresi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <Literal datatypeIRI="&xsd:string">Istanbul Uskudar</Literal>
</DataPropertyAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty IRI="#DerslikSayisi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <Literal datatypeIRI="&xsd:integer">45</Literal>
</DataPropertyAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty IRI="#OgretmenSayisi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <Literal datatypeIRI="&xsd:integer">36</Literal>
</DataPropertyAssertion>
<DataPropertyAssertion>
  <DataProperty IRI="#katSayisi"/>
  <NamedIndividual IRI="#Kandilli_Kiz_Lisesi"/>
  <Literal datatypeIRI="&xsd:integer">4</Literal>
</DataPropertyAssertion>

```

Şekil 4. 3 OWL örneği

OWL dilinin geliştirilmesi fikri temel olarak, web üzerinden ontolojilerin karar verme yöntemlerinde efektif olarak kullanılabilmesine dayanmaktadır. OWL, farklı ontolojiler içerisinde bulunan terimleri ya da kavramları RDF ile sağlanan ilişkilendirme özelliği kullanılarak aynı ontolojide sunulmasına olanak sağlamaktadır. Böylece ontolojiler, farklı sistemlerde dağınık durumda bulunan bilgileri entegre etmede ya da analiz etme işlemleri için uygulamalar tarafından kullanılabilir.

OWL, sınıflandırma ve hiyerarşik ağaç dizilimi yapısını kullanarak kendi içinde çıkarımlar yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunun yanında otomatik muhakeme araçları ile de çıkarımlar yapmak mümkündür. Birçok web sayfasında bulunan bilgilerin tamamını kapsayabilecek yorum ve muhakeme yeteneğine sahip bir tasarım biçimi sunmak zor olacağından, web'deki bilgilerden çıkarım yapabilecek farklı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple, farklı kural-temelli formatların birlikte çalışabilmeleri ve desteklenmeleri için RIF (Kural Değişim Formatı) adında bir format geliştirilmiştir [12].

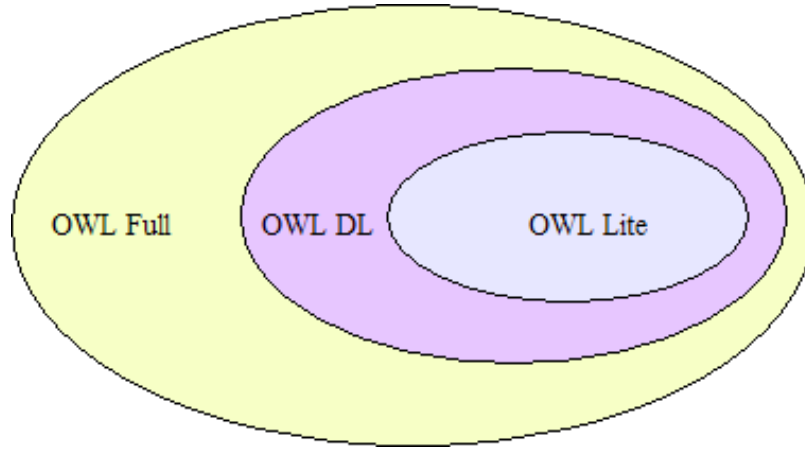
OWL, DAML+OIL (DAML: DARPA Etmen İşaretleme Dili; OIL: Ontoloji Sonuç Çıkarma Katmanı) birleşiminden oluşur. OWL'de 3 anlatım seviyesi vardır. Bunlar temelden gelişmişe doğru Lite, DL (Betimleme Mantığı) ve Full seviyeleridir.

OWL Lite: OWL'a yeni başlayan kullanıcılara basit bir ontoloji geliştirmek için işlevsel bir dil sunmaktadır [31]. Ontoloji geliştirme aşamasında sınıflandırma hiyerarşisi ve temel kısıtlılıkları desteklemektedir. Sınıflar arasında eşitlik ve alt sınıf ilişkileri tanımlamak mümkündür. OWL Lite, sınıf ilişkileri ve sınıflar arasında işlem yaparken mantıksal sonuçlarını değerlendirerek iki değer gönderir. Bu değerler 0 ve 1 değerleridir. Mantıksal çıkarım varsa 1, diğer durumlar için 0 değeri atanmaktadır.

OWL DL: OWL içerisinde tanımlama mantığının kullanılabilmesi için geliştirilmiştir. Yargılama yapabilme kapasitesine sahip sistemlerin hesaplama işlemlerinin gerçekleştirilebilmesine olanak tanımaktadır. OWL DL ile dilin semantik yapısından en üst düzeyde faydalanılmaktadır [31]. Semantik olarak tüm sonuçların hesaplanabilir bir yapıda ve yapılan hesaplamaların belirli aralıklarla tamamlanabilir olması sağlanmıştır.

OWL DL, OWL Full'un bir alt dilidir ve terimlerin anlamlarını tanımlamada kolaylık sağlamaktadır. Kullanımda tanımlama mantığı bağlantısını sağlayan kısıtlar da bulunmaktadır. Otomatik hesaplamalar ve çıkarımlar ile akıl yürütme kolaylaşmaktadır.

OWL Full: OWL DL'nin üzerindeki bazı kısıtların kaldırılarak, birçok veri tabanı ve bilgi sistemleri ile uyumlu bir hale getirilmesi için geliştirilmiştir [31]. OWL Full diğer seviyelerden farklı olarak, RDF nin sentaktik (sözdizimsel) özelliğini semantik özelliğe entegre ederek anlam kapasitesini artırmaktadır. Böylece, bir sınıf ya bireylerden oluşan bir küme, kendi başına bir birey olabilmektedir. Şekil 4.4 de OWL dilinin seviyeleri gösterimi yer almaktadır.



Şekil 4. 4 OWL dil seviyeleri [55]

4.4 Ontoloji Türleri

Ontolojiler farklı düzeylerde incelenebilir, ancak temel olarak global (üst düzey), alan ve uygulama ontolojisi olarak sınıflandırmak mümkündür [4], [56]. Şekil 4.5 de ontoloji düzeylerinin gösterimi yer almaktadır.

4.4.1 Global (Üst Düzey) Ontoloji

Üst düzey ontolojiler, alan ve uygulama ontolojisine dayalı olarak geliştirilen genel bir sözlük olarak tanımlanabilir [57]. Bu ontolojiler ile ilgili problem; insan bilgisi dahilinde oluşturulmuş olduğundan karmaşık bir yapıya sahip ve uzman olmayan sistemler olmasıdır. Genel kullanıma uygun değildir, daha çok akademik çalışmalarda kullanılmaktadır. Global ontoloji, alan ontolojisinin üst yapısı olduğu için, alan ontolojisinde eksik olan ya da yapısal olarak uyumsuz olan durumları denetlemesi yeterli değildir. Ayrıca bu ontolojiler geniş kapsamlı olduğu için özel alanlarda kullanımı yanlış sonuçlara sebep olabilir.

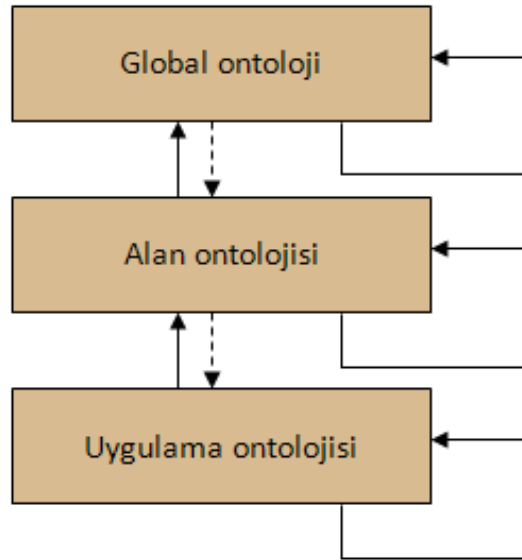
Global ontolojiler, sadece muhakemeci (reasoner) tarafından sağlanan mantıksal tutarlılığa değil aynı zamanda ontolojik tutarlılığa da yardımcı olmaktadır. Global ontolojinin üzerine alan ontolojisini eklemek, alan ontolojisi ve uygulama ontolojisinin zenginleşmesini sağlayabilir.

4.4.2 Alan Ontolojisi

Alan ontolojisi katmanı, semantiklikten kaynaklanan heterojenliği engellemek için ilgi alanı içindeki uygulamaların kullandığı entegre edilmiş ve genişletilmiş temel terimleri ve tanımları içermektedir [58]. Uygulamadan bağımsız bir yapıya sahiptir. İlgi alanındaki tüm tanımlar ve ilişkileri kapsadığından uzman bir seviye olarak nitelendirilmektedir. Bilgilerin ontolojilerde hiyerarşik düzenlenmesi ve sunulması uygulama ontolojisi katmanının altlığını oluşturmaktadır. Mekansal ontolojiler açısından alan ontolojisi katmanını, doğru ve yüksek ölçüde stabil bir standartta geliştirmek önem arz etmektedir.

4.4.3 Uygulama Ontolojisi

Uygulama ontolojisinin alan ontolojisinden farkı belirli bir özellik için tanımlanmış, görevlendirilmiş veya referans edilmiş olmasıdır. Uygulama ontolojisi oluşturmak için alan ontolojisi alt yapı olarak kullanılabilir. Genel olarak alan ontolojisinin özellenmesi ile elde edilirler [10]. Aynı alan ontolojilerine sahip uygulama ontolojilerde karşılaştırma yapılabilir. Uygulamalara özgü olduğundan alan ontolojisi kadar tekrar kullanılabilme özelliği göstermemektedir.



Şekil 4. 5 Ontoloji düzeyleri [4]

4.5 Ontolojinin Bileşenleri

Bir ontoloji genel olarak beş değişkenden oluşmaktadır: $O := \{C, R, HC, rel, A_0\}$ [59], [60]. C, alan ontolojisinde varlığı temsil eden kavramı ifade etmektedir. R, iki varlık arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. HC, varlıklar arasında IS-A ilişkisini kullanan taksonomi veya kavram hiyerarşisini ifade etmektedir. Rel, ilişkiler arasındaki fonksiyonu temsil etmektedir. A_0 ise betimleme mantığı ile kurulan aksiyomları ifade etmektedir. Bu biçimsel ontoloji yapısı mekansal varlıklar ve ilişkileri de kapsamaktadır [59].

Günümüzde ontolojiler ifade edildiği tanımlama diline bağlı olmadan birçok benzer özelliğe sahiptir. Genel olarak birçok ontoloji; birey, sınıf, özellik, ilişki, kural ve kısıtlamalardan oluşmaktadır.

4.5.1 Nesne Örnekleri (Individuals)

Nesne örnekleri, ontolojilerin temel seviyedeki bileşenleridir. Bunlar; somut (insan, hayvan, araba, molekül, bina, yol) nesneler olabileceği gibi soyut (sayılar ve kelimeler) gibi nesneler de olabilirler. Ontolojilerde nesne örneklerinin kullanımı zorunlu değildir, herhangi bir üyesi bulunmayan ontolojiler de olabilir.

4.5.2 Sınıflar (Classes)

Ontolojide sınıflar, somut ya da soyut gruplar ve kümelerden oluşurlar. Başka sınıfları içerebildiği gibi birkaç sınıfın birleşiminden de oluşturulabilirler. Örneğin;

- Bina: Tüm binaların sınıfı
- Yol: Tüm yolların sınıfı

4.5.3 Özellikler (Properties)

Ontoloji tanımlanırken nesnelere özellikler atamak mümkündür. Her özelliğin bir adı ve en az bir değeri olmak zorundadır. Örneğin, üniversite nesnesine atanan özellikler ve bu nesne kapsamında tanımlanmış bir nesne örneği aşağıdaki gibi olabilir:

- Adı: Yıldız Teknik Üniversitesi
- Türü: Devlet
- İlçesi: Beşiktaş
- Yılı: 1911

Eğer kullanılan kavramlar için özellikler tanımlanmadıysa, oluşan hiyerarşik yapı bir ontoloji değil, taksonomidir (aşamalı sınıflandırma).

4.5.4 İlişkiler

Ontolojileri güçlü kılan, nesneler arasında ilişki tanımlayabilmeleridir. Ontoloji geliştirme sırasında oluşturulan özelliklerin verimli kullanılabilmesi, nesneler arasında ilişkilerin tanımlanması ile sağlanmaktadır. Bu ilişki, değeri başka bir nesne olan bir özellikten meydana gelmektedir.

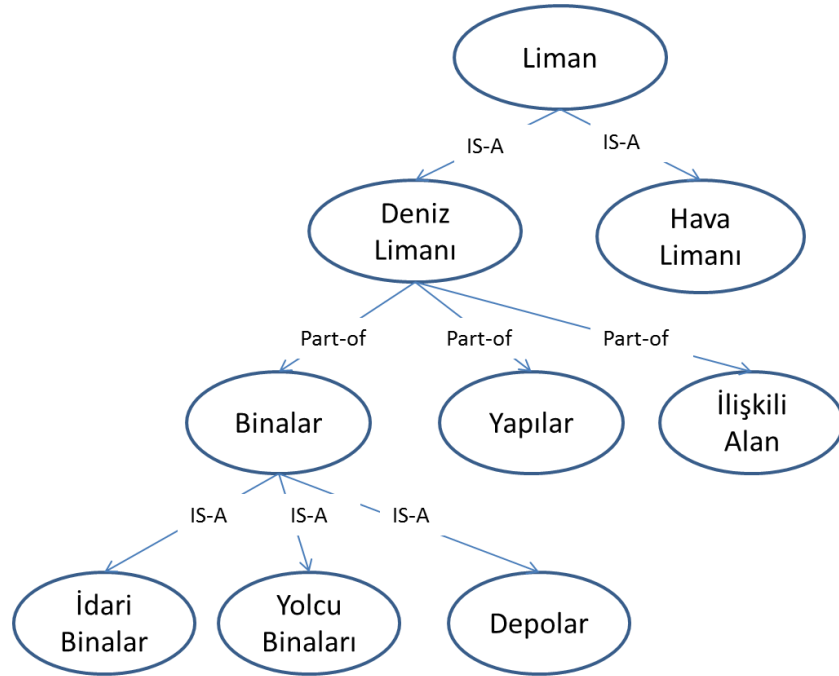
Ontolojilerde farklı ilişki yapıları bulunmaktadır. Bir sınıflandırmada alt sınıf üst sınıf durumları genelleme/özellemeye bağlı olarak yapılıyorsa bu sınıflandırma taksonomidir. Eğer sınıflandırma parça – bütün ilişkisine bağlı olarak bütün sınıflar ve parça sınıflar şeklinde yapılıyorsa bu sınıflandırma türü de partonomidir [61].

Ontolojilerde en önemli ilişki kapsama ilişkisidir (IS-A, has_a). Bu ilişki, bize hangi nesnelerin hangi sınıflara ait olduğunu, nesnelerin birbiriyle ilişkilerini tasvir eden ağaç şeklinde bir taksonomi oluşturmamızı sağlamaktadır. Örneğin Anadolu Lisesi, Lise nesnesinin bir alt kümesidir. Böyle bir ontolojide her nesne bir sınıfın çocuk veya aile sınıfına tabi olur.

Diğer önemli bir ilişki türü ise parçası olma ilişkisidir (PART-OF). Örneğin, elimizdeki mahalle ve yol bilgilerini tutan bir ontoloji olsun. Bu ontolojide yollar, mahallenin parçasıdır ilişkisi ile tanımlanır. PART-OF ilişkisinin bir ontolojiye eklenmesi, ontolojinin karmaşıklık düzeyini artırır. Çünkü bir nesnenin birden fazla nesnenin parçası olması durumu söz konusu olabilir.

Parçası olma ilişkisi, mekansal kavramlarda sıkça kullanılmaktadır. Örneğin LİMAN kavramı BİNA, YAPI ya da ORTAK ARAZİ olarak tanımlanmış olabilir. Kavramın parçalarını bilmek, bütünü anlamak için yardımcı olmaktadır. Kavramsal bir yapıda IS – A ve PART –

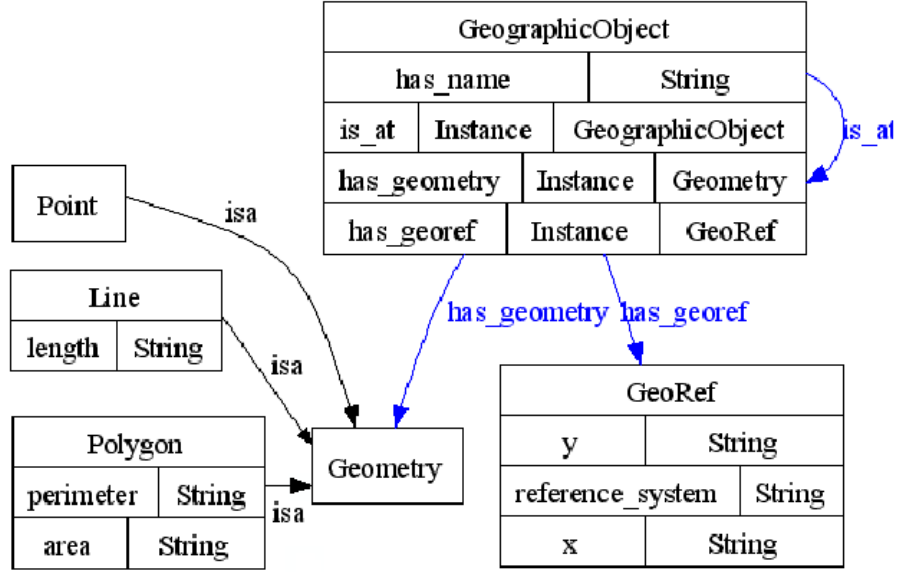
OF ilişkisi teorik olarak birbirine karıştırmak mümkündür. Bundan dolayı bu ilişkilerin bir arada kullanımı söz konusu ise karışıklık yaratmaması için kavramsal tasarım aşamasında dikkatli olmak gerekir. Şekil 4. 6 de PART – OF ve IS – A ilişkisinin bir arada kullanıldığı bir örnek gösterim bulunmaktadır.



Şekil 4. 6 IS – A ve PART – OF ilişkisinin bir arada kullanımı [1]

Standart ontoloji ilişkileri dışında ontoloji için tanım kümesine özgü ilişkiler de oluşturmak mümkündür. Örneğin, ontolojiye yılı özelliği ekleyebiliriz. Bu, ontolojiyi kullanan yazılımların artık “Bu okul hangi yıl yapıldı?” sorusuna cevap verebilmesini sağlar.

Mekansal bir ontoloji oluşturulurken, mekansal veriler arasındaki ilişkilerin açık bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Konum bilgisi ile ilgili ilişki tanımlamaları yapılırken karmaşık ilişkilerden dolayı üst düzey kavramlara başvurulur. Şekil 4. 7 de mekansal ilişkiler ve sınıflar ile ilgili grafik bir gösterim yer almaktadır.



Şekil 4.7 Mekansal ilişkiler ve sınıfların gösterimi [59]

GeographicObject, geometrik objeler için kök sınıf olarak tanımlanmıştır. Bu sınıf GeoRef (konum bilgisi içeren sınıf) ve Geometry (polygon, line ve point) sınıfının üst sınıfıdır. Ayrıca is_at, has_geometry ve has_georef özelliklerinin ana sınıfıdır. Şekil 4. 7 de grafik olarak gösterilmiş ilişkiler aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- has_georef(GeographicObject, GeoRef): A has_georef B denildiğinde; A varlığı, B varlığının koordinatlarına sahip demektir.
- is_at(GeographicObject, GeographicObject): A is_at B ifadesi; eğer B has_georef C ve A has_georef C ise A varlığı ile B varlığı aynı konum bilgisine sahip demektir. Sorgulama dilinde “A varlığı nerede?” sorusuna sistemin cevabı, B varlığının konum bilgisidir.
- has_geometry(GeographicObject, Geometry): A has_geometry B ifadesi A varlığı, B varlığının geometrisine sahip demektir.

4.5.5 Kurallar

Ontolojiler, taksonomik bilgilere ek olarak bir takım kural kümelerine de sahip olabilirler. Kurallar ontolojilerde genel olarak çıkarım yapmada kullanılmaktadır. Bu çıkarım kuralları, ontoloji dilinin ifade gücünü arttırmasını sağlamaktadır. Bilgisayarlar, bu kuralları ontolojilerle birlikte kullanarak, terimleri ve kavramları kullanıcılar için daha anlamlı ve kullanışlı olacak şekilde kullanmaktadır.

Ontoloji kuralları if – then yapısına dayanır. Bu yapıların ontoloji ile birleşimi sağlandığında, ontoloji üzerinde sorgu yoluyla çıkarım yapmak mümkündür.

4.6 Ontolojilerde Hiyerarşi Yapısı

Sınıf hiyerarşilerinin tanımlanabilmesi için birçok farklı yaklaşım bulunmaktadır [34]. Ancak temel olarak üç farklı şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- Yukarıdan – aşağıya ontoloji geliştirme yaklaşımı, alan içerisinde en genel kavramların tanımı ile başlar ve varlıkların özelleştirilip alt sınıfların tanımı ile devam eden bir yöntemdir [17]. Örneğin bir bina sınıfı tanımlanır ve bu bina sınıfı daha sonra konut, resmi binalar, ticari binalar, hastaneler, eğitim kurumları gibi alt sınıflar ile özelleştirilebilir.
- Aşağıdan – yukarıya ontoloji geliştirme yaklaşımı, en spesifik sınıfın tanımı ile başlar ve daha sonra hiyerarşinin adımları doğrultusunda en genel sınıfın tanımı ile devam eden bir yöntemdir [17]. Örneğin Dere, Çay ve Nehir gibi üç alt sınıf nesnesi tanımlanması ile başladığını düşünürsek; alt sınıfları kapsayacak bir üst sınıf için Akarsu nesnesi tanımlaması yapılabilir.
- Bir diğer ontoloji geliştirme yaklaşımı ise hem yukarıdan – aşağıya hem de aşağıdan – yukarıya ontoloji geliştirme yaklaşımlarının kombinasyonu olan melez yöntemdir [17]. En belirgin nesneler önce tanımlanır. Daha sonra genelleme ve özelleme olarak düzenleme yapılır [62]. Bu yöntemde, diğer sınıflar ile entegrasyon için genellikle bir orta sınıf oluşturulmaktadır.

Bu yöntemlerden hiçbirisi bir diğerinden daha iyi ya da daha kötü değildir. Seçilecek yöntem amaç doğrultusunda belirlenmelidir. Eğer ontoloji geliştiricinin elinde sistematik bir yukarıdan- aşağıya hiyerarşisi varsa, yukarıdan – aşağıya yöntemini kullanması kolaylık sağlayacaktır. Kombinasyon yöntemi, genellikle bir orta sınıf gerektirdiği için daha anlaşılır bir nesne tanımlaması varsa kullanışlı olmaktadır [63].

4.7 Ontolojide İlişki Kuralları

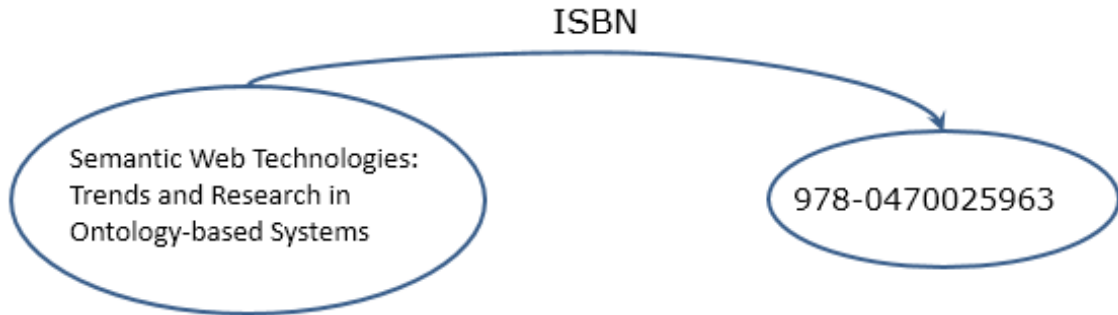
Bir ontoloji geliştirilirken nesneler arasındaki ilişkilerin tanımlanması gerekmektedir. Ontoloji geliştirme aşamasında ilişkilerin oluşturulması için kullanılabilecek birçok ilişki

çeşidi bulunmaktadır [15]. Bu ilişkiler OWL dili özellikleri kullanılarak oluşturulmaktadır [64].

OWL'in temel özelliği, ilişki tanımlaması yapılırken nesne ve veri tipi özellikleri olarak iki şekilde tanımlama yapma olanağı sunmasıdır. Nesne özellikleri iki farklı nesne arasındaki ilişki anlamına gelmektedir. Nesneler arasındaki ilişkiler ise fonksiyonel, ters fonksiyonel, geçişli, simetrik, anti-simetrik, dönüşlü ve dönüşsüz olarak çeşitlendirilebilir. Veri tipi özellikleri ise nesne ile veri değeri arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Ayrıca not özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar da sınıflar ve nesneler için tanımlayıcı bilgi eklemede kullanılmaktadır. Aşağıda bu ilişkilerden bazıları tanımlanmıştır.

4.7.1 Fonksiyonel İlişki

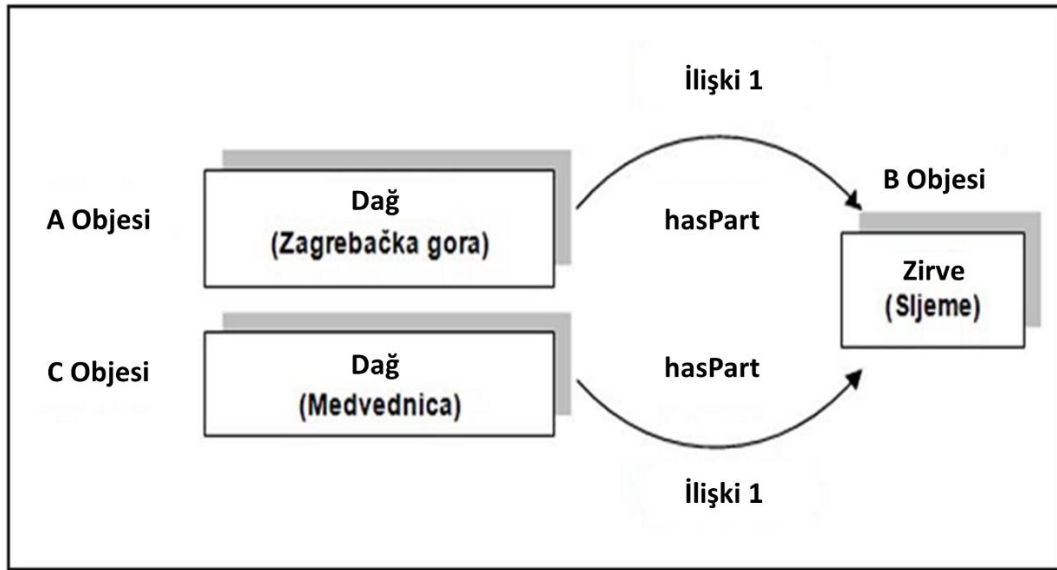
Fonksiyonel ilişki; tanımlandığı nesnenin sadece bir değer almasını sağlayan ilişki türüdür [15]. Kitap ve ISBN arasındaki ilişki fonksiyoneldir. Çünkü her kitabın kendisine özgü tek bir ISBN değeri olabilir (Şekil 4. 8).



Şekil 4. 8 Fonksiyonel ilişki örneği [31]

4.7.2 Ters Fonksiyonel İlişki

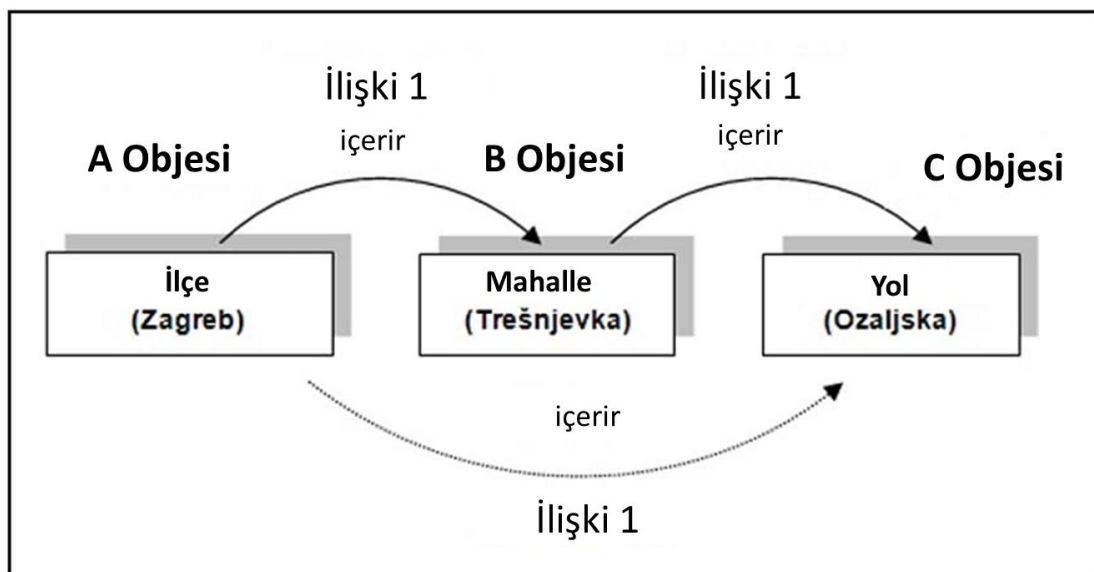
Ters fonksiyonel ilişki; tanımlanan iki nesnenin aynı nesneyi temsil ettiği ilişki türüdür. Elimizde A ve C nesnelerinin olduğunu düşünürsek; A nesnesi ve B nesnesi arasındaki ilişki ve değer ile A ve C nesnesi arasındaki ilişki ve değer aynı ise A ve C nesneleri aynıdır ve aradaki ilişki ters fonksiyoneldir (Şekil 4.9).



Şekil 4. 9 Ters fonksiyonel ilişki örneği [15]

4.7.3 Geçişli İlişki

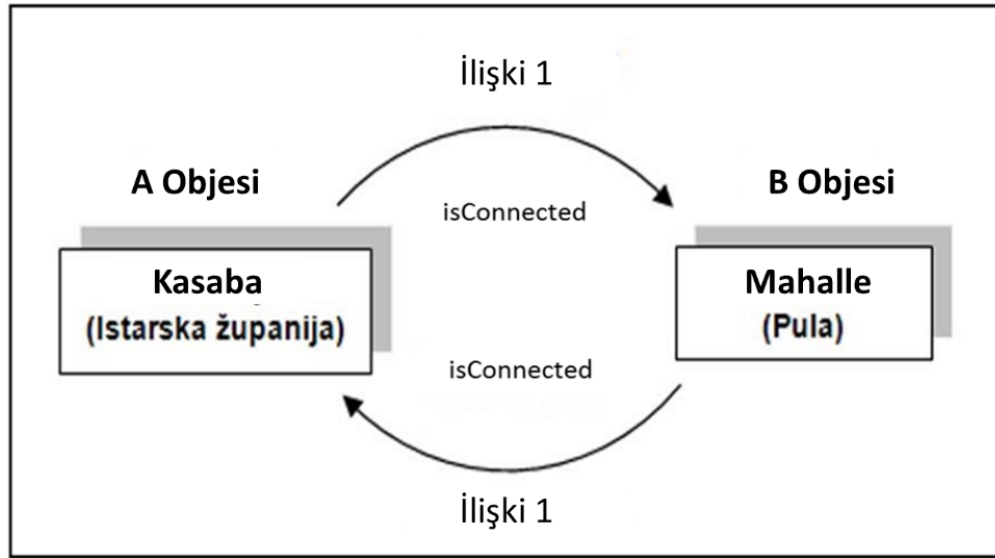
Geçişli ilişki de A nesnesini B'ye, B nesnesini de C'ye bağlayan bir ilişki geçişli ise, A'nın da ilgili ilişki ile C'ye bağlı olduğu çıkarılabilir [31]. Matematikteki alt küme işlemleri bu özelliğe örnek verilebilir. Şekil 4.10 de A nesnesi, B nesnesinin, B nesnesi ise C nesnesinin alt kümesi olarak tanımlanmıştır. Alt küme özelliği geçişli olarak tanımlandığı için A nesnesi, C nesnesinin de alt kümesi sayılır. Örneğin Şahin Caddesi, Mehmet Akif Mahallesi'nin, Mehmet Akif Mahallesi ise Bakırköy İlçesi'nin alt kümesi olsun. Aradaki ilişki geçişli ise Şahin Caddesi'ne Bakırköy İlçesi'nin alt kümesidir denir.



Şekil 4.10 Geçişli ilişki örneği [15]

4.7.4 Simetrik İlişki

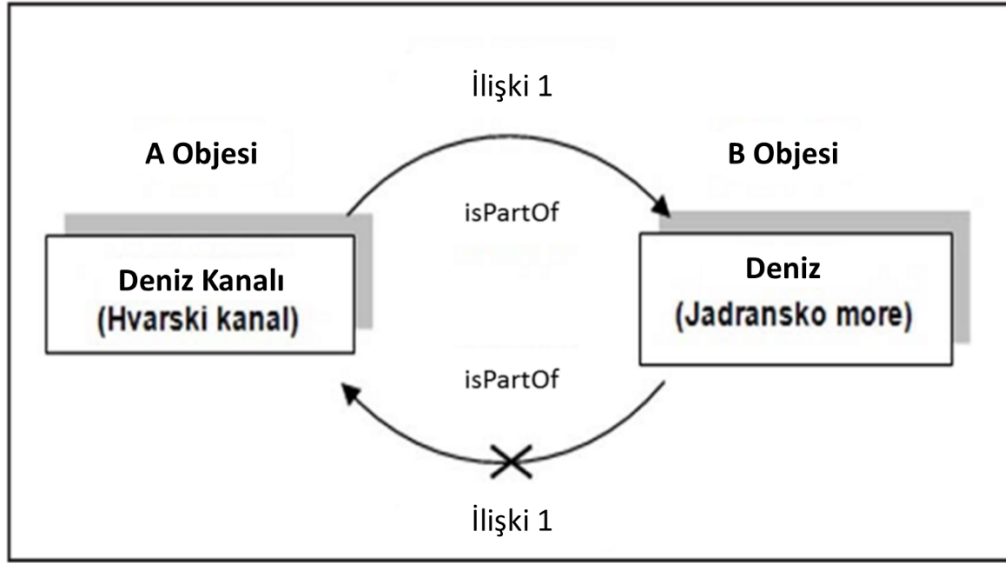
Simetrik ilişki; A nesnesi ile B nesnesi arasında ilişki, aynı zamanda B nesnesi ile A nesnesi arasındaki ilişkiye eşit olması durumudur. Örneğin Küçükçekmece ve Sarıyer ilçeleri kardeş ilçeler olarak tanımlanırsa aradaki ilişki simetrik olacaktır. Şekil 4.11 de simetrik ilişki örneği yer almaktadır.



Şekil 4.11 Simetrik ilişki örneği [15]

4.7.5 Simetrik Olmayan İlişki

Simetrik olmayan ilişki; A nesnesi ile B nesnesi arasındaki ilişkinin hiçbir durumda B nesnesi ile A nesnesi arasındaki ilişkiye eşit olmamasıdır. Örneğin Boğaziçi Köprüsü İstanbul Boğazı'nın bir parçasıdır ancak İstanbul Boğazı, Boğaziçi köprüsünün bir parçası değildir. Bu durumda aradaki ilişki asimetriktir. Şekil 4. 12 da simetrik olmayan ilişki örneği yer almaktadır.



Şekil 4. 12 Simetrik olmayan ilişki örneği [15]

Ontoloji kavramları çok sayıda farklı ilişkiler ile geliştirilebilir ancak ontolojinin karmaşıklığı ve fonksiyonelliği bakımından dengeli bir sayıda olması gerekmektedir. Çünkü karmaşık ontolojiler, karmaşık veri tabanı sorgularına sebep olmaktadır [15]. Ancak bu konuda belirli bir standart yoktur. Ontolojinin kullanım amacı doğrultusunda ilişkiler tanımlanmalıdır.

4.8 Ontoloji Geliştirme Yaklaşımları

Ontoloji geliştirmede kullanılan ve literatürde kabul görmüş birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bazıları: [17], [18], [19] şeklindedir. Yöntem seçimi, geliştirilecek uygulamanın amacına göre belirlenmesi gerekmektedir.

[18]'te önerilen ontoloji geliştirme yöntemleri iş adımları [17] ve [19]'a benzer bir yapı sunmaktadır. Bu sebeple [17] ve [19]'ta önerilen yöntemleri incelenmiş olup, [18]'te önerilen yöntemler incelenmemiş.

4.8.1 Methontology

Fernández vd. bu çalışmalarında ontoloji geliştirme sürecini genel olarak altı adımda gerçekleştirmişlerdir [19]. (1) Amacın belirlenmesi, (2) ontolojinin geliştirileceği alan için bilgi edinilmesi, (3) kavramsal modelin tanımlanması, (4) ontolojinin üst düzey ontolojiler ile bütünleştirilmesi, (5) ontoloji dilinin seçilmesi ve (6) değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır.

Bu yöntemde değerlendirme aşamasında mekansal ontolojiler için gerekli olan karmaşık hiyerarşik ilişkileri sağlamada yeterli altyapıya sahip değildir.

4.8.2 Ontology Development 101

Noy ve McGuinness ontoloji geliştirme yöntemi olarak çalışmalarında önerdiği adımlar mekansal bir ontoloji oluşturmada kullanılabilir yapıdadır. Yöntem 7 adımdan oluşmaktadır. Bunlar; (1) ontolojinin geliştirileceği alanının sınırlarının belirlenmesi, (2) varsa mevcut ontolojilerin tekrar kullanılması, (3) varlıkların ve aralarındaki ilişkilerin tanımlanması, (4) sınıfların ve sınıf hiyerarşilerinin tanımlanması, (5) özelliklerin belirlenmesi, (6) özelliklerin yönlerinin belirlenmesi ve (7) nesnelerin oluşturulmasıdır [31].

BÖLÜM 5

UYGULAMA

Uygulamada, farklı bakış açısıyla mekansal ontolojiler oluşturulması ve mekansal birlikte çalışabilirlik kapsamında aralarındaki semantik farklılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma için BÖHHBÜY detay ve öznitelik kataloğu EK-1 ve İBB Kent Bilgi Sistemindeki hiyerarşik yapı esas alınmıştır. Bu doğrultuda eğitim amaçlı binalar/yapılar için topografik ve tematik/kent bakış açısıyla iki farklı ontoloji oluşturulmuştur.

5.1 Uygulama Yöntemi ve Geliştirme Aracı

Mekansal ontoloji geliştirmek için literatürde kabul görmüş yöntemler [17] ve [19]'da incelenmiştir. Geliştirme yöntemi olarak Noy ve McGuinness'in (2001) çalışmalarında önerdikleri adımlar benimsenmiştir. Bu yöntemin tercih nedenleri arasında ontoloji geliştirme adımlarının açık ve anlaşılabilir bir düzende verilmesi, daha önce ontoloji geliştirme adımları ile ilgili yapılan çalışmaları içermeleri, geliştirme için literatürde kabul görmüş bir geliştirme aracı ile ontoloji oluşturmuş olmaları sayılabilir. Fakat bu yöntemin seçilmesindeki en temel neden, literatür çalışmaları sırasında yapılan incelemelerde diğer yöntemlerden daha fazla atıf almış olmasıdır. Çizelge 5. 1' de uygulama yönteminin iş adımları bulunmaktadır.

Çizelge 5. 1 Uygulama yöntemi iş adımları

Adım 1: Ontolojinin geliştirileceği alanın ve sınırlarının belirlenmesi
Adım 2: Terimlerin ve terimler arası ilişkilerin alana bağlı olarak belirlenmesi
Adım 3:Sınıfların ve sınıf hiyerarşilerinin belirlenmesi
Adım 4: Sınıfların özelliklerinin belirlenmesi
Adım 5: Özelliklerin yönlerinin belirlenmesi
Adım 5: Nesnelerin oluşturulması

Ontoloji geliştirmek için çok sayıda geliştirme aracı (Protégé, SWOOP, Top Braid composer, OilED, WebODE, Ontolingua, OntoTrack, ...) mevcuttur. Ama bu çalışmada ontoloji geliştirme aracı olarak açık kaynak kodlu Protégé yazılımı tercih edilmiştir. Ontoloji geliştirmede Protégé aracı;

- Çok aktif bir geliştirici ve kullanıcı topluluğuna sahip olması,
- Daha gelişmiş ve kullanıcı dostu bir kullanım arayüzüne sahip olması,
- Eklentilerle ontolojideki kavram ve ilişkileri görsel olarak ifade edebilmesi,
- Ontoloji geliştirme, sorgulama, muhakeme, çıkarım vb.. işlemler için geliştirilmiş pek çok yardımcı anlamsal web araç ve teknolojiyle (Jena, SPARQL, ARQ, SWRL, Fact++, RacerPro, Pellet vb.) uyumlu çalışabilmesi,
- Daha yetkin ve alternatif ontoloji görüntüleme eklentilerine sahip olması,
- Yeterli derecede dökümantasyona sahip olması,

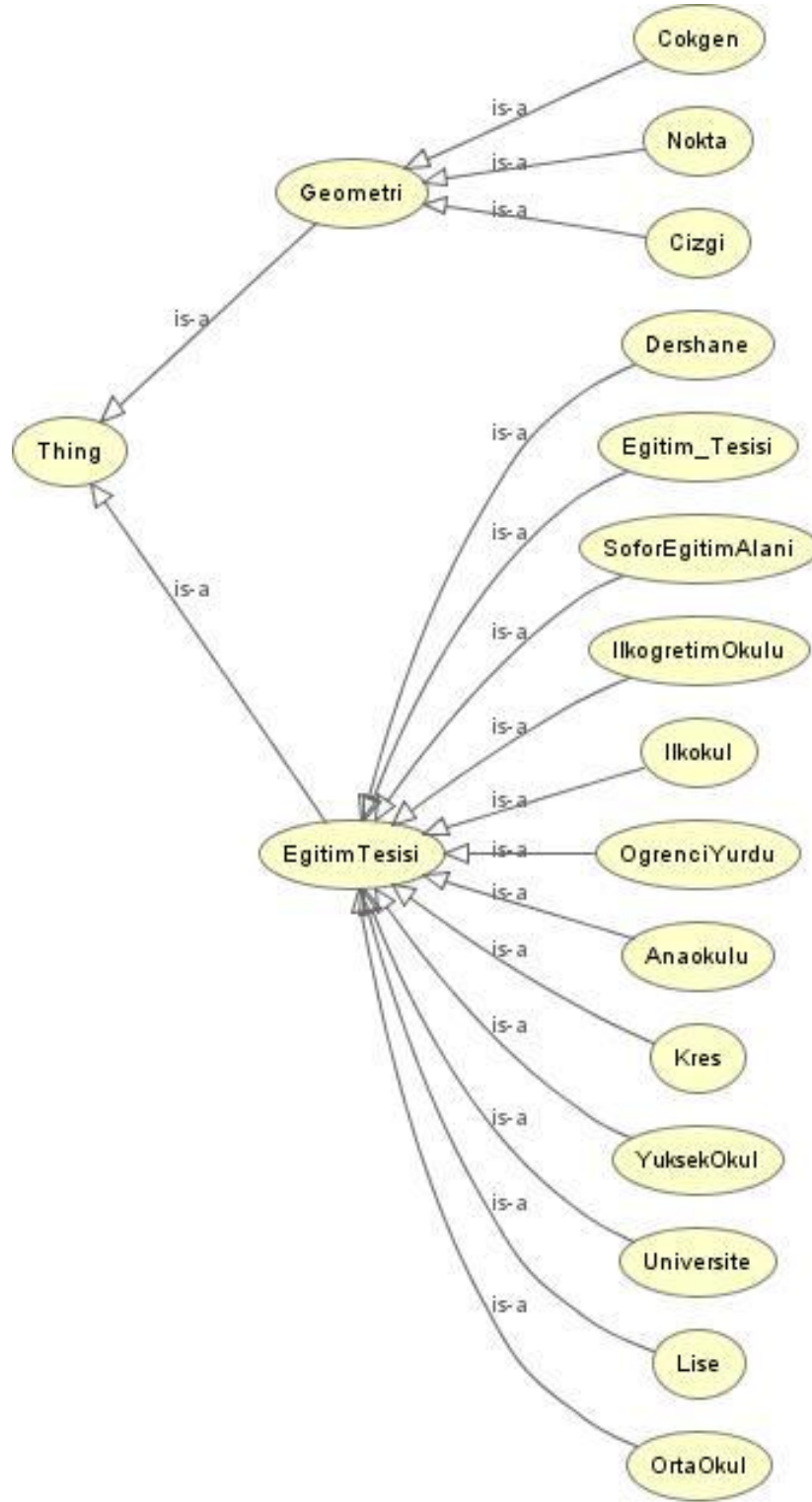
gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmiştir. Bu çalışmada Protégé 4.2 versiyonu kullanılmıştır.

5.2 Topografik ve Tematik Bakış Açıları ile Eğitim Tesisleri/Kurumları Ontolojilerinin Geliştirilmesi

Çalışma esasında farklı kaynaklardaki semantik heterojenliğin etkisinin incelenebilmesi için iki kaynaktaki eğitim tesisleri/kurumları kısımları seçilmiştir. Her iki kaynak için ayrı ontolojiler geliştirilip ortak ve farklı noktaları belirlenmiş, birlikte çalışabilirlik için irdellemeler yapılmıştır.

5.2.1 Sınıflar ve Hiyerarşik Yapıları

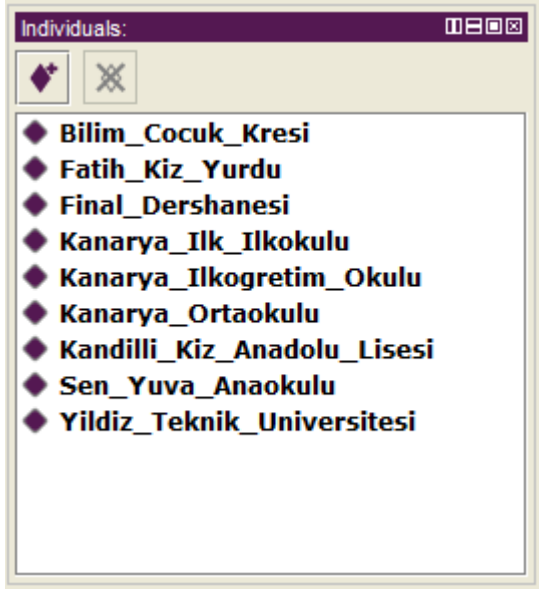
Bu çalışmada sınıflar hiyerarşik yapı olarak yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya ya da hem yukarıdan aşağıya hem de aşağıdan yukarıya yönteminin kombinasyonu şeklinde geliştirilebilirdi. Ancak en genel tanımdan başlayıp, ayrıntı düzeyine inmek eğitim kurumları/tesisleri ontolojisi açısından daha fazla esneklik tanıdığından dolayı yukarıdan aşağıya yöntemi tercih edilmiştir. Özelliklerin yönleri belirlenirken alan ve hedef olarak belirlenmiştir. Bu şekilde hangi sınıfın hangi sınıfa doğru olduğu belirlenmiş olur. Şekil 5. 1 de topografik bakış açısı ile eğitim tesisleri ontolojisi, Şekil 5. 2 de tematik/Kent bakış açısı ile eğitim kurumları sınıf hiyerarşisi yer almaktadır.



Şekil 5. 1 Topografik bakış açısı ile eğitim tesisleri ontolojisi sınıf hiyerarşisi

5.2.2 Nesne Örnekleri Kullanımı

Geliştirilen ontolojiye nesne örnekleri eklenmiştir. Şekil 5.3'te eğitim tesisleri ontolojisine eklenen nesne örnekleri, Şekil 5.4'te eğitim kurumları ontolojisine eklenen nesne örnekleri verilmiştir.



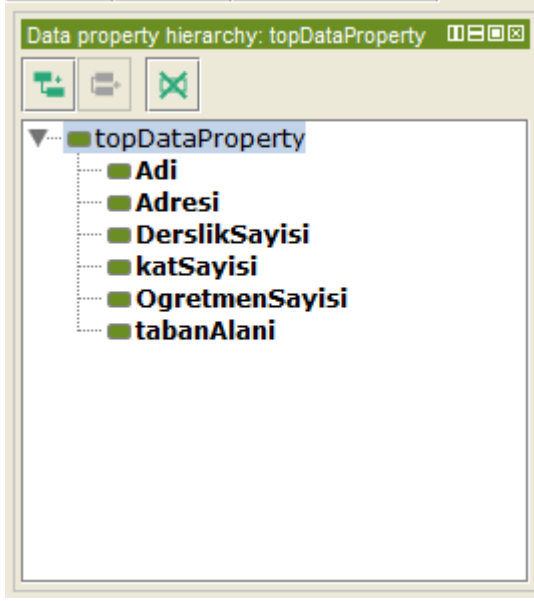
Şekil 5.3 Eğitim tesisleri (topografik) ontolojine eklenen nesne örnekleri



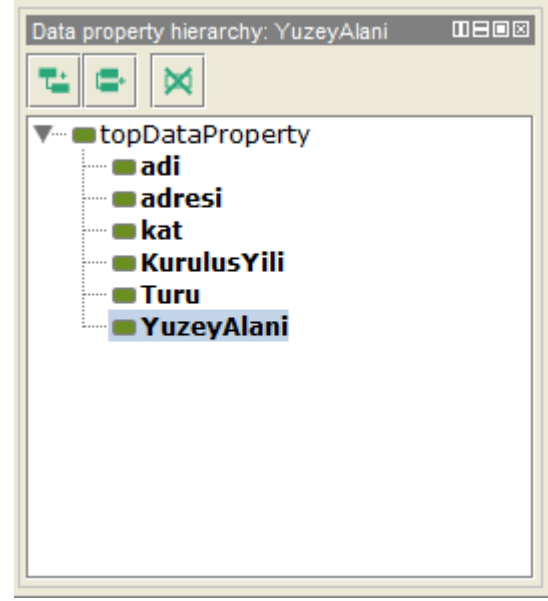
Şekil 5.4 Eğitim kurumları (tematik/kent) ontolojine eklenen nesne örnekleri

5.2.3 Nesne Örnekleri İçin Özelliklerin Belirlenmesi

Geliştirilen ontolojide kavramların semantik olarak daha iyi ifade edilebilmeleri için nesne örneklerine, kullanılacak özelliklerin tanımlanması gerekmektedir. Şekil 5.5 de eğitim tesisleri ontolojisindeki, Şekil 5.6 de ise eğitim kurumları ontolojisindeki nesne örnekleri için kullanılan özelliklerin bilgileri yer almaktadır.



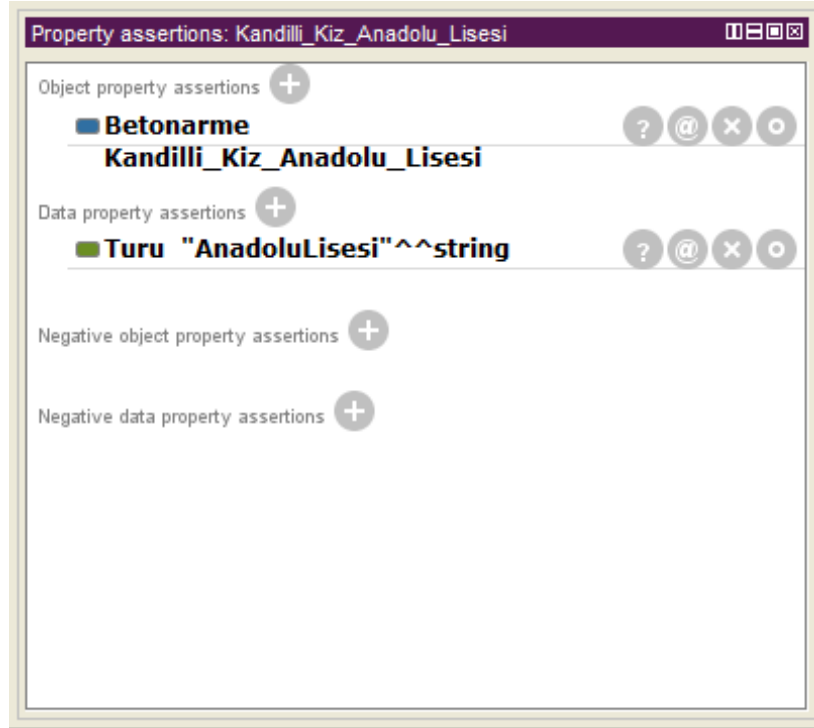
Şekil 5.5 Eğitim tesisleri ontolojisindeki nesne örneklerinin özellikleri



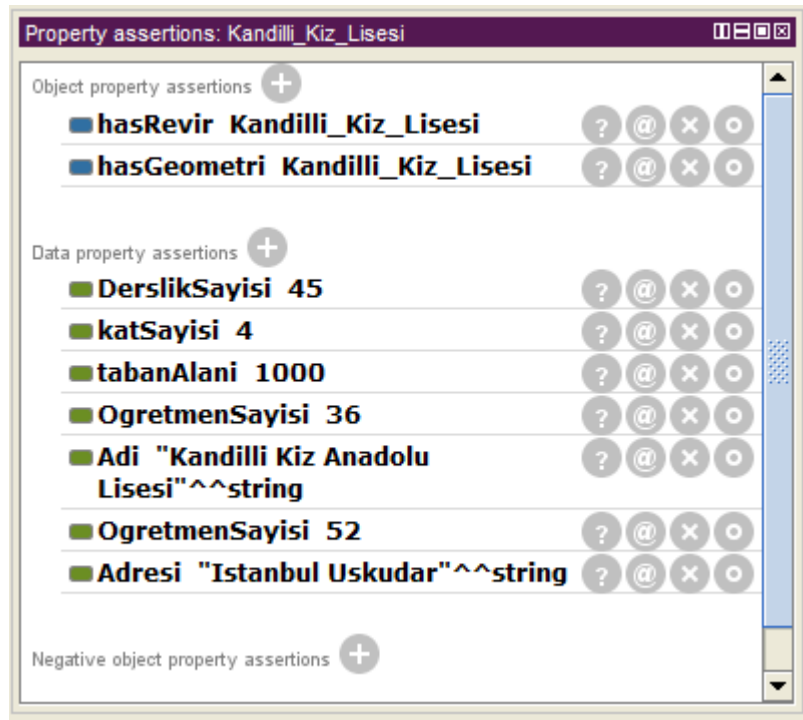
Şekil 5.6 Eğitim kurumları ontolojisindeki nesne örneklerinin özellikleri

5.2.4 Nesnelere Özellik ve Değer Atanması

Nesne örneklerinin ve özelliklerinin sınıflarda kullanımı aşamasında semantik olarak değerlerinin belirlenmesi işlemleri yapılabilir. Şekil 5.7 eğitim tesisleri ve Şekil 5.8 de eğitim kurumları ontolojisindeki nesne özellikleri ve değerleri örnek gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 5. 7 Eğitim tesisleri ontolojisinde “Kandilli Kız Anadolu Lisesi” nesne örneğinin değerleri



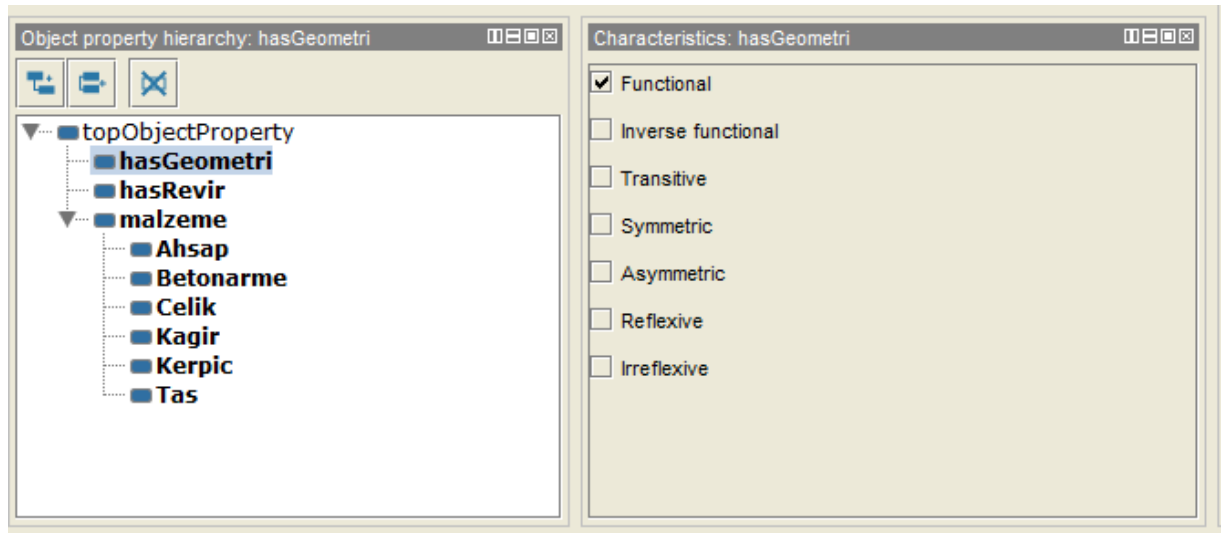
Şekil 5.8 Eğitim kurumları ontolojisinde “Kandilli Kız Anadolu Lisesi” nesne örneğinin değerleri

5.2.5 İlişki Türleri

Ontoloji geliştirme aşamasında verilerin sahip oldukları hiyerarşi doğrultusunda ilişki türlerinden sadece fonksiyonel ilişki kullanılmıştır. Şekil 5. 9 da Kandilli Kız Lisesi nesne örneğine fonksiyonel ilişkinin tanımlamasını örneği yer almaktadır. Şekil 5. 10 da ise nesne özelliklerine ilişki tanımlaması örneği yer almaktadır.



Şekil 5.9 Nesne örneği için fonksiyonel ilişki gösterimi



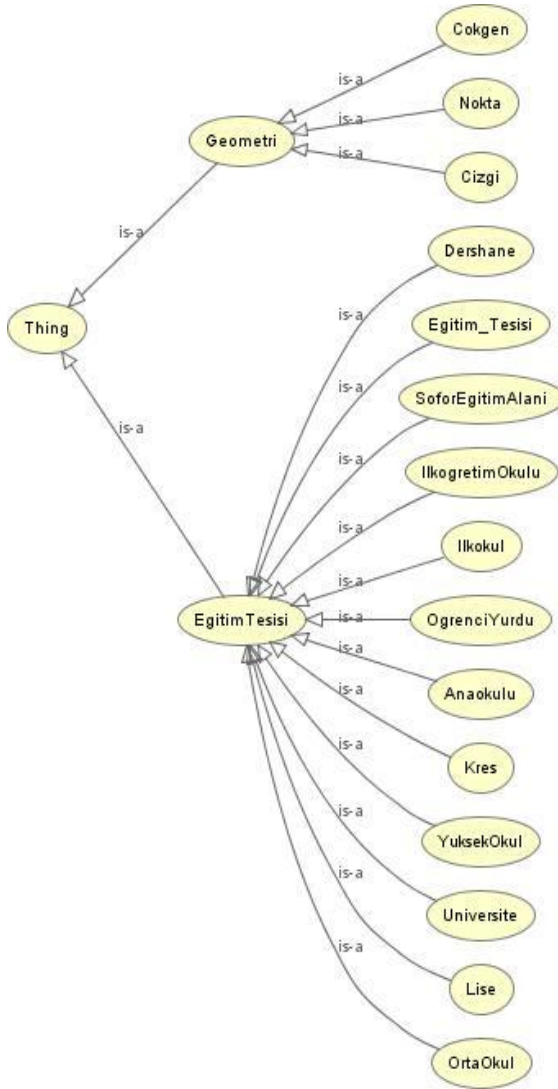
Şekil 5.10 Nesne özellikleri tanımlamasında ilişki türlerinin tanımlanması

5.3 Bulgular

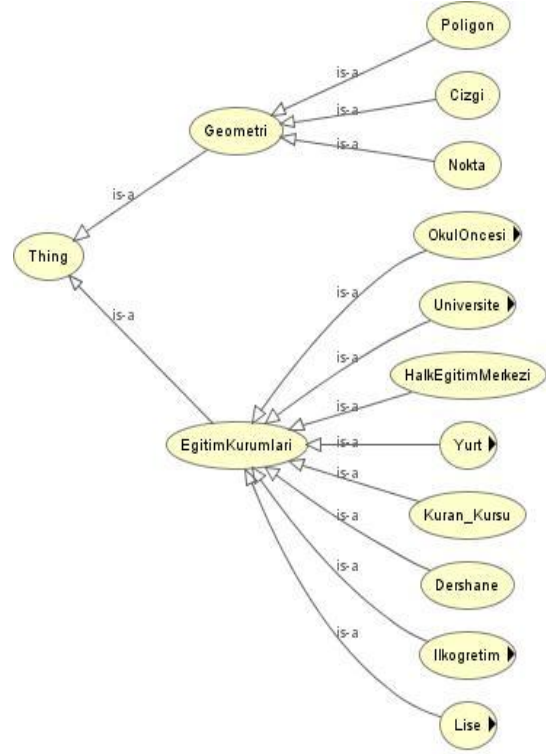
Bu çalışmada semantik birlikte çalışabilirlik için topografik ve tematik/kent bakış açısı ile geliştirilen mekansal ontoloji örnekleri irdelenmiştir. Uygulama sonucunda aynı yere ait bu iki ontoloji arasındaki çeşitli düzeylerde heterojenliklerin olduğu tespit edilmiştir. Heterojenliğin tespit edildiği alanlar aşağıdaki gibidir:

5.3.1 Farklı Ayrıntı Düzeylerinde Heterojenlikler

Geliştirilen örnek ontolojilerde nesnelerin farklı ayrıntı düzeylerde bulundukları tespit edilmiştir. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’de görüldüğü gibi nesnelerinin ontolojilerde kullanımı farklı düzeylerde. Eğitim tesisi ontolojisindeki “İlkokul” ve “İlköğretim okulu” sınıfları, Eğitim kurumları ontolojisinde sadece “İlköğretim” sınıfı olarak bulunmaktadır. Nesne örnekleri sınıflara eklendiğinde ontoloji hiyerarşisinden dolayı semantik farklılıklar yaşanacaktır. Bu da birlikte çalışabilirlikte heterojenliğe sebep olmaktadır.



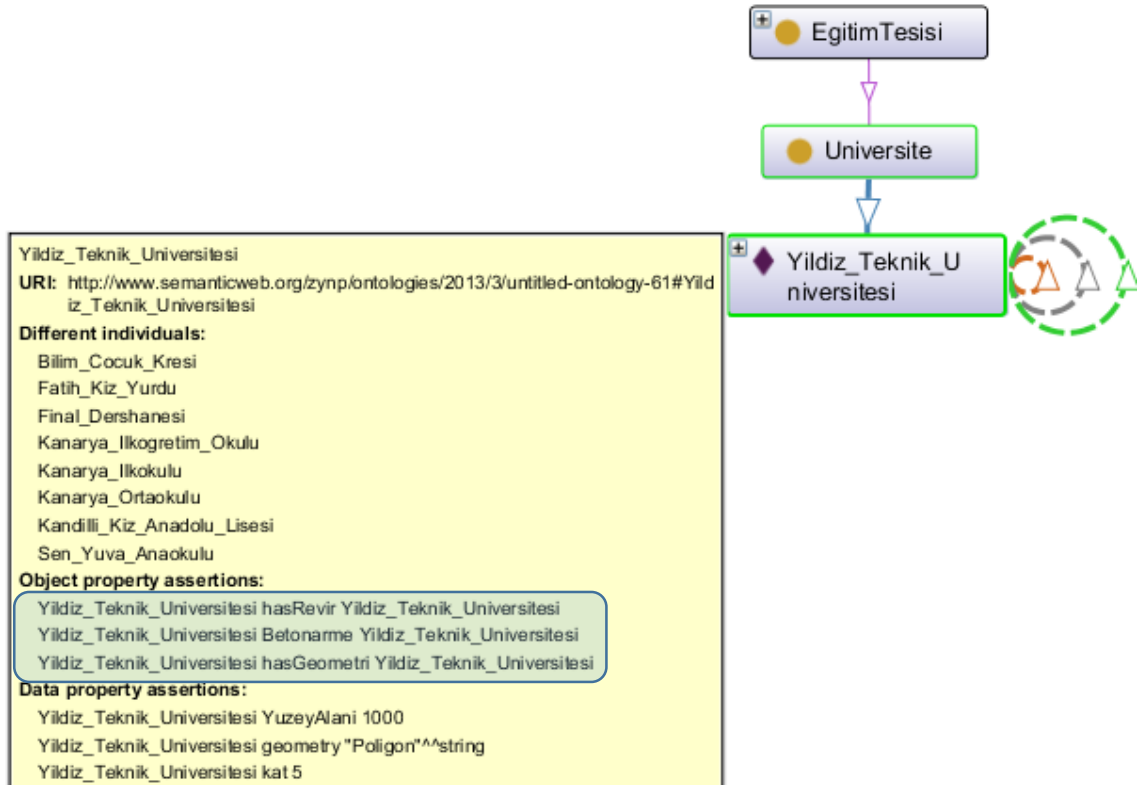
Şekil 5.11 Eğitim tesisleri ontolojisinde nesnelerin ayrıntı düzeyi



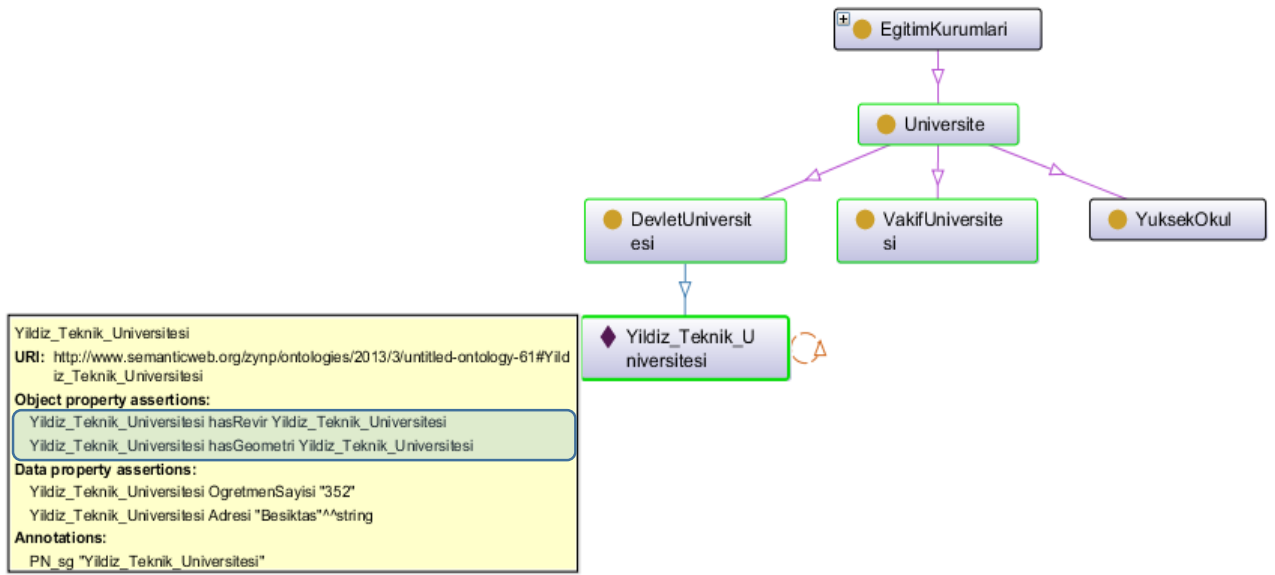
Şekil 5.12 Eğitim kurumları ontolojisinde nesnelerin ayrıntı düzeyleri

5.3.2 Nesneler Arasındaki İlişki Farklılıkları

Kavramlar arasındaki ilişki farklılıklarında dikkat edilmesi gereken nokta, alt sınıfların her iki ontolojide ortak veya farklı hiyerarşik yapıda olması ve ilişkilerin farklı olması gerekliliğidir. Şekil 5.11 de topografik bakış açısı, Şekil 5.12 de tematik bakış açısı ile geliştirilen “Üniversite” nesnesinin ilişkisel farklılıklarının gösterimi yer almaktadır. Bu iki örnekte “Üniversite” nesnesi temel olarak Eğitim Tesisi/Kurumları nesnesinin alt sınıfıdır (tematik/kent bakış açısı ile geliştirilen ontoloji de geçişli olarak alt kümesi durumunu taşımaktadır) ve nesne ilişkilerinde farklılık göstermektedir. Nesnelerin sahip oldukları nesne örneklerinin ilişkileri ve değerleri arasında da farklılıklar gözlenmiştir.



Şekil 5. 13 Topografik bakış açısı ile geliştirilen üniversite nesnesinin ilişkisel gösterimi



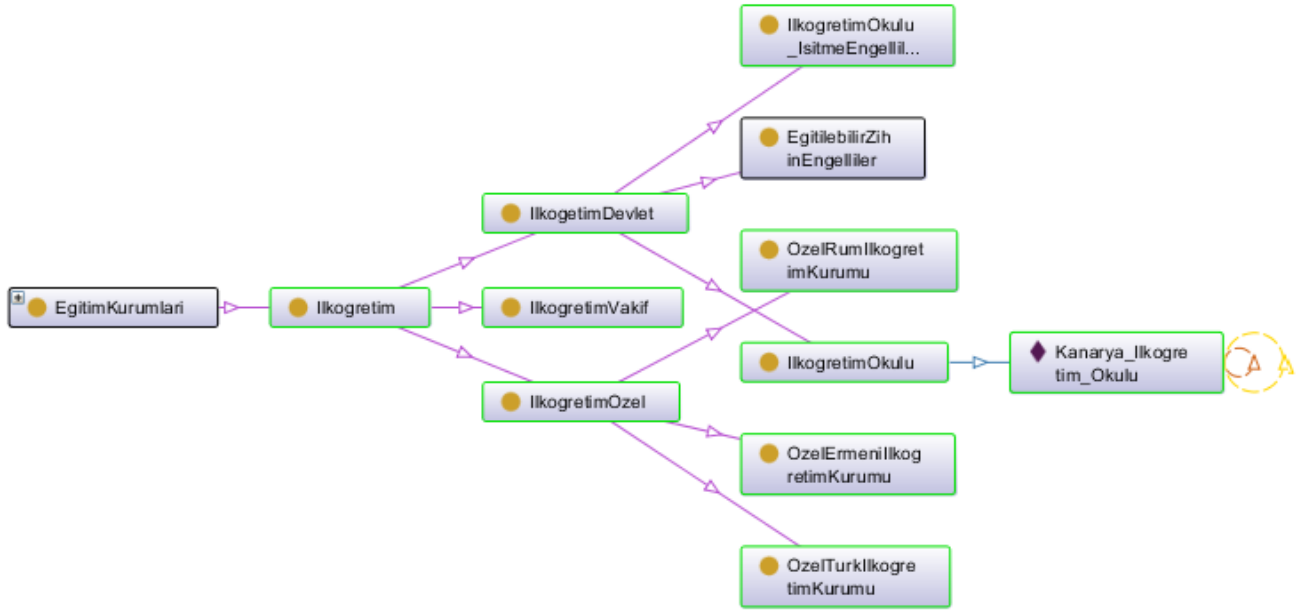
Şekil 5.14 Tematik/Kent bakış açısı ile geliştirilen üniversite nesnesinin ilişkisel gösterimi

5.3.3 Ontolojilerdeki Semantik Farklılıklar

Ontolojilerde; kavramlar arasında hiyerarşik düzenlerden dolayı semantik farklılıklar oluşmaktadır. Şekil 5. 13 ve 5. 14’de kavramlar arasındaki semantik farklılıklar, topografik ve tematik olarak gösterilmektedir. Semantik farklılıklara nesnelerin isimleri, nesne örneklerinin isimleri, nesne ve nesne örneklerinin özellikleri, farklı ayrıntı düzeyleri gibi durumlar sebep olmaktadır.



Şekil 5.15 Topografik bakış açısı ile geliştirilen ontolojide ilköğretim okulu ve ilkokul nesnelerin semantik farklılıkları gösterimi



Şekil 5.16 Tematik bakış açısı ile geliştirilen ontolojide ilköğretim okulu nesnesinin semantik farklılıkları gösterimi

Bulgular sonucunda benzer amaca hizmet eden iki farklı ontoloji arasında çeşitli düzeylerde semantik heterojenlik tespit edilmiştir. Farklı kaynaklarda verilerin birlikte çalışabilirliği için heterojenliklerin giderilmesi gerekliliği tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz teknolojisi ile web sayfalarının yapısal olarak bilgisayarlar tarafından ayrıştırılması, sayfa içeriği, başlık, bağlantılar gibi alanları işleyebilmesi, farklı web sayfalarında bulunan bilgilerin, karşılaştırması veya entegrasyonu mümkün değildir.

Semantik Web'in geleceği açısından var olan bilgi kaynaklarının semantik web'e dahil edilmesi önem arz etmektedir. Günümüzde bilginin büyük bölümünün farklı kaynaklarda olduğu göz önünde tutulduğunda bilgi sistemlerinin birlikte çalışabilirliği ön plana çıkmaktadır.

Semantik web'in gelişimine paralel olarak, birlikte çalışabilirlik için bilgi paylaşımlarında bilgisayarların hangi tür bilgilerin paylaşılacağına ve bilgiler arasında ortak bir anlayış sağlama görevini ontolojiler yerine getirmektedir. Çünkü ontolojiler verilerin kavramsal tasarımı ve uygulamalarında anlamsal belirsizliği giderip, ilişkiler arasında terminolojik tanımları sağlayarak semantik heterojenliği önleme yeteneğine sahiptir.

Mekansal veri tabanlarındaki veriler ile yapılan sorgulama sonuçların geliştirilmesi için farklı disiplinler ile çalışma, çoklu mekansal geliştirmeler, mekansal kavramların ve terimlerin daha iyi tanımlanması ve semantik heterojenliğin minimize edilmesi için çalışmalar yapılmaktadır.

Ontolojiler nesneye yönelim ve varlık-ilişki tekniklerine dayandıklarından ontoloji oluştururken, geliştirme yönteminin doğru seçilmesi, birlikte çalışabilirlik açısından önem arz etmektedir. Literatürde farklı ontoloji geliştirme yöntemleri bulunmaktadır. Bu

yöntemlerden hiçbirini bir diğlerinden daha iyi ya da daha kötü değildir. Seçilecek yöntem amaç doğrultusunda belirlenmelidir.

Bu çalışmada mekansal ontolojilerin nasıl oluşturulduğu ve farklı kaynaklardaki mekansal bilgilerin, birlikte çalışabilirlik aşamasında karşılaşılan heterojenlik düzeyleri irdelenmiştir.

Çalışmada eğitim tesisleri/kurumları için BÖHHBÜY detay ve öznitelik kataloğu esas alınarak topografik ve İBB Kent Bilgi Sistemi esas alınarak tematik/kent içerikli iki farklı ontoloji geliştirilmiştir. Ontoloji geliştirme aşamasından sonra kavramlar, nesne örnekleri, özellikler ve ilişkiler açısından aynı gerçek dünya olgularına ilişkin bu iki farklı ontolojilerdeki semantik heterojenlikler incelenmiştir.

Semantik birlikte çalışabilirlik, ontolojiler arasındaki heterojenliklerin giderilmesini gerektirmektedir. Mekansal semantik webin gerçekleştirilmesi, farklı kaynaklardaki mekansal bilgilerin eşleştirilmesi ya da entegrasyonu ile sağlanabilir. Heterojenliklerin giderilebilmesi için kavramlar arasındaki benzerlik ölçümleri hesaplanması gerekmektedir. Benzerlik hesaplaması yapıldıktan sonra ontoloji eşleştirme/entegrasyon teknikleri ile ortak bir ontoloji elde edilebilir. Bu yeni ontoloji, semantik webin gerçekleştirilmesinde kullanılabilir. Sonuç ontoloji üzerinden mantıksal çıkarımların ve sorguların yapılması ve semantik web servisleri ile web’de verilerin sunumu yapılması mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] Kavouras, M., ve Kokla, M. (2007). Theories of Geographic Concepts: Ontological Approaches to Semantic Integration, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- [2] Vikipedi Özgür Ansiklopedi, Semantic interoperability, http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_interoperability, 27 Ekim 2013.
- [3] Delgado, F., Martínez-González, M.M., ve Finat, J., (2013). "An Evaluation of Ontology Matching Techniques on Geospatial Ontologies", International Journal of Geographical Information Science", 27(12):1-23.
- [4] Kresse, W., ve Danko, D.M., (Eds.). (2012). Handbook of Geographic Information, Springer, Berlin, 291-310.
- [5] Fonseca, R.L., ve Llano, E.G., (2011). "Automatic Representation of Geographical Data from New Ontology and Classification Techniques", Transactions in GIS, 15(1): 61–85.
- [6] Hess, G. N., ve Lochpe, C. (2004). "Ontology-Driven Resolution of Semantic Heterogeneities in GDB Conceptual Schemas"; GeoInfo, 247-263.
- [7] Komesli, M., (2007). "Anlamsal Coğrafi Bilgi Sistemleri", Review of Social, Economic & Business Studies, 9(10):333-354
- [8] Berners-Lee, T., Hendler, J. ve Lassila, O., (2001). "The Semantic Web," Scientific America, 34–43.
- [9] Khatami, R., Alesheikh, A.A. ve Hamrah, M., (2010). "A Mixed Approach for Automated Spatial Ontology Alignment", Journal of Spatial Science, 55(2):237-255.
- [10] Fonseca, R.L., ve Llano, E.G., (2011). "Automatic Representation of Geographical Data from a Semantic Point of View through a New Ontology and Classification Techniques", Transaction in GIS, 15(1): 61–85.
- [11] Manola, F. (2004). RDF Primer from World Wide Web Consortium Web site: <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>, 18 Eylül 2013.

- [12] Türksoy, H., (2007). Ontoloji Tabanlı Etkinlik ve Öğrenme Nesnesi Paylaşım Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [13] Chaudhary, K. ve Malik, A., (2012). "Ontology Design and Quality Evaluation in Semantic Web", MIT International Journal of Computer Science & Information Technology, 2(2):91-96
- [14] Tuncay, G.S., (2010), Ontoloji ve Bilgisayar Bilimi, <http://e-bergi.com/2010/Mart/Ontoloji-ve-Bilgisayar-Bilimi>, 05 Haziran 2013.
- [15] Željka J., Željko H. ve Zvonko Š., (2011). "Place Names Ontologies", Advances in Cartography and GIScience, Springer, Berlin, 1:331-348.
- [16] Zhao, T., Chuanrong, Z., Wei, M., ve Penk, Z.R., (2008). "Ontology-Based Geospatial Data Query and Integration", Journal of Geographical Information Science, 5266: 370-392.
- [17] Noy, F. N., ve McGuinness, D.L., (2001). "Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology", Technical Report SMI-2001-0880, Stanford University Stanford Medical Informatics, Stanford.
- [18] Hart, G., ve Dolbear, C. (2013). Linked Data: A Geographic Perspective, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- [19] Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., ve Juristo, N., (1997). "Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering", 33-40
- [20] Eldrandaly, K., (2007). "Expert systems, Gis, and Spatial Decision Making: Current Practices and New Trends", Expert Systems Research Trends, Nova Science Publishers Inc, 207-228.
- [21] Lee, J., (1996). "Integrating Information from Disparate Contexts: A theory of semantic interoperability", Doktora Tezi, Massachusetts Institute of Technology, The Sloan School of Management, Cambridge.
- [22] Falquet, G., Métral, C., Teller, J., ve Tweed, C., (2011). Ontologies in Urban Development Projects, Springer, London.
- [23] Mohammadi, H., Rajabifard, A., ve Williamson, I. P. (2010). "Development of an Interoperable Tool to Facilitate Spatial Data Integration in the Context of SDI", International Journal of Geographical Information Science, 24(4):487-505.
- [24] Cotterell, M.E., ve Medina, T. (2013), "A Markov Model for Ontology Alignment", arXiv:1304.5566, (baskıda), <http://arxiv.org/pdf/1304.5566.pdf>, 28 Kasım 2013.
- [25] Noy, N., ve Stuckenschmidt, H. (2005). "Ontology Alignment: An Annotated Bibliography", Semantic Interoperability and Integration, 1-8.
- [26] Teller, J., Lee, J.R., ve Roussey, C., (Eds.), (2007). Ontologies for Urban Development, Springer, London.

- [27] Fonseca, F., Egenhofer, M., Agouris, P., ve Camara, C., (2002). "Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems", Transactions in GIS 6(3):1-29
- [28] Fonseca, F., ve Sheth, A., The Geospatial Semantic Web, <http://www.personal.psu.edu/faculty/f/u/fuf1/Fonseca-Sheth.pdf>, 28 Kasım 2013.
- [29] Mechouche, A., Abadie, N., ve Prouteau, E., (2011). "Ontology-Based Discovering of Geographic Databases Content", [Advances in Cartography and GIScience](#), Springer, Berlin, 1: 311-330.
- [30] Budak Arpinar, I., Sheth, A., Ramakrishnan, C., Lynn Usery, E., Azami, M., ve Kwan, M. P., (2006). "Geospatial Ontology Development and Semantic Analytics", Transactions in GIS, 10(4):551-575.
- [31] Kaya, G., (2008). E-Öğrenme Ortamları için Özlü Sözler Ontolojisinin Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [32] Web İmaj: İnternetteki İmajınız, <http://www.webimaj.net/makaleler/web-3-0-semantik-web-nedir>, 16 Mayıs 2013.
- [33] Babadağ, S., (2014), Web 3.0, <http://sadikbabadag0609.blogcu.com/web-3-0/5435228>, 15 Ocak 2014.
- [34] Uschold, M. ve Gruninger, M., (1996). "Ontologies: Principles, Methods and Applications", Knowledge Engineering Review, 11(2):1-69.
- [35] Guha R., ve McCool R., (2003). "TAP: A Semantic Web Test-bed", Journal of Web Semantics, 1(1):81-87.
- [36] Emiroğlu, B.G., (2009). "Semantic Web (Anlamsal Ağ) Yapıları ve Yansımaları", Akademik Bilişim'09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı, 11-13 Şubat 2009, Şanlıurfa.
- [37] Hazaël-Massieux, D., (2014), The Semantic Web and its applications at W3C <http://www.w3.org/2003/Talks/simo-semwebapp/all.htm>, 12 Ocak 2014.
- [38] Ulutaş, D., (2008). Semantik Web Servisleri ve Konumsal Veri Altyapıları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [39] Vikipedi Özgür Ansiklopedi, Unicode, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Unicode>, 21 Ekim 2013.
- [40] Decker, S., Melnik, S., Harmelen, F.V., Fensel, D., Klein, M., Broekstra, J., Erdmann, M. ve Horrocks, I. (2000). "The Semantic Web: The Roles of XML and RDF", IEEE Internet Computing, 63-74.
- [41] Urgancıoğlu, K., (2006). İlişkisel Veri tabanı ile Ontolojiler Arasında Dönüşümün Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- [42] Yeung, A.K.W., ve Hall, G.B., (2007). Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management, The GeoJournal Library, 87, Springer, The Netherlands.
- [43] Şeker, Ş.E., (2007), Varlık Bilim (Ontoloji (Ontology)) <http://www.bilgisayarkavramlari.com/2007/11/30/varlik-bilim-ontoloji-ontology/>, 14 Haziran 2013.
- [44] Indurkha, N., ve Damerau, F. J. (Eds.), (2010). Handbook of Natural Language processing, 2, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- [45] Gruber, T. (1993). "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications", Knowledge Acquisition, 5(2):199-220.
- [46] Gómez-Pérez, A., ve Corcho, O. (2002). "Ontology Languages for the Semantic Web", IEEE Intelligent Systems, 17(1):54-60.
- [47] Obrst, L. (2003). "Ontologies for Semantically Interoperable Systems", Proceedings of the Twelfth International Conference on Information and Knowledge Management, 03-08 Kasım 2003, New Orleans, Louisiana, 366-369.
- [48] Egenhofer, M. J., (2002). "Toward the Semantic Geospatial Web", Proceedings of the 10th ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems", 08-09 Kasım 2002, Virginia.
- [49] Wiegand, N., ve García, C., (2007). "A Task-Based Ontology Approach to Automate Geospatial Data Retrieval", Transactions in GIS, 11(3):355-376.
- [50] Choi, N., Song, I.Y., ve Han, H., (2006). "A Survey on Ontology Mapping", SIGMOD Record, 35(3):34-41.
- [51] Kipng'eno, K.W., (2010). Ontology Mapping for Geoinformation Integration, Yüksek Lisans Tezi, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, the Netherlands.
- [52] Oosterom, P., ve Zlatanov, S. (Eds.), (2008). Creating Spatial Information Infrastructures: Towards the Spatial Semantic Web, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- [53] Cai, J., Eske, V., ve Wang, X., Semantic Web & Ontologies, <http://www.mpi-inf.mpg.de/departments/d5/teaching/ss03/xml-seminar/talks/CaiEskeWang.pdf>, 02 Aralık 2013.
- [54] Abburi, S., (2012). "A Survey on Ontology Reasoners and Comparison", International Journal of Computer Applications, 57(17):33-39
- [55] Türkyılmaz, İ., (2008). "Semantik Web Teknolojileri", Akademik Bilişim'08, 30 Ocak – 01 Şubat 2008, Çanakkale.
- [56] Fonseca, F. T., ve Egenhofer, M. J. (1999). "Ontology-Driven Geographic Information Systems", Transactions in GIS, 6(3):231-257.
- [57] Kara, G., ve Cömert, Ç., (2011). "Ulusal Konumsal Veri Altyapısı için Semantik Veri Tanımlama", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31 Ekim – 04 Kasım 2011, Antalya.

- [58] Klien, E., ve Probst, F. (2005). "Requirements for Geospatial Ontology Engineering", 8th Conference on Geographic Information Science (AGILE 2005), 26-28 Mayıs 2005, Estoril, 251-260.
- [59] Baglioni, M., Masserotti, M. V., Renso, C., ve Spinsanti, L. (2007). "Building Geospatial Ontologies from Geographical Databases", GeoSpatial Semantics, 195-209.
- [60] Hess, G. N., Iochpe, C., Ferrara, A., ve Castano, S., (2007). "Towards Effective Geographic Ontology Matching", GeoSpatial Semantics, 51-65.
- [61] Uitermark, H.T., Oosterom, P.J.M., ve Mars, N.J.I., (2005). "Ontology-Based Integration of Topographic Data Sets", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 7: 97–106.
- [62] Cruz, I.F., Sunna, W., ve Chaudhry, A., (2004). "Semi-Automatic Ontology Alignment for Geospatial Data Integration", Third International Conference, GIScience 2004, 20-23 Ekim 2004, Adelphi, 51-66.
- [63] Margolis, E., ve Laurence, S. (Eds.), (1999). Concepts: Core Readings, MIT Press, Cambridge.
- [64] USGS, (2012). Introduction to Geospatial Semantics and Technology Workshop Handbook, <http://pubs.usgs.gov/of/2012/1109/of2012-1109.pdf>, Virginia.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zeynep ALTUNKAYA
Doğum Tarihi ve Yeri : Şırnak/İdil 01.07.1987
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : zaltunkaya@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Uzaktan Algılama ve CBS	Yıldız Teknik Üniversitesi	-
Lisans	Harita Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Kandilli Kız Lisesi	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
01.2013 -	Zorlu Enerji Grubu	CBS Uzmanı
04.2012 - 01.2013	Sampaş A.Ş.	CBS Uzmanı

YAYINLARI

Bildiri

1. Altunkaya, Z., “Mekansal Ontoloji ve Semantik Birlikte Çalışabilirlik”, 4. Coğrafi Bilgi ve Başaraner, M., Sistemleri Kongresi, Ankara.
(2013)
2. Altunkaya, Z., “Artırılmış Gerçeklik (AG) Destekli Afet Yönetimi Ve Mobil ve Pehlivanlı, B., Belediyecilik Uygulamaları”, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik
(2013) Kurultayı, Ankara.
3. Altunkaya, Z., “Ortogörüntüler Yardımıyla Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yöntemi ve Yastıklı, N., Kullanılarak Öznitelik Çıkarımı”, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi,
(2011) Antalya.