

Konumsal Verilerin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayınlanması

Gülten Kara^{1,*}, Deniztan Ulutaş Karakol¹, Cemre Yılmaz¹, Çetin Cömert¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon.

Özet

Bağlantılı Veri, “Verinin Webi” olarak bilinen Semantik Web’ in temel yapı taşlarından biridir. Semantik Web, hem insanlar hem de bilgisayarlar tarafından anlaşılabilen veri setleri arasında linkler/bağlantılar oluşturmakla ilgilidir. “Bağlantılı Açık Veri” den söz edebilmek için öncelikle “Açık Veri” ve “Bağlantılı Veri” kavramlarının anlaşılması gerekir. Veriler herkes tarafından serbest bir şekilde kullanılıp paylaşıyorsa (yalnızca atıfta bulunma ve paylaşım şartıyla) bu şekilde verilere “Açık Veri (Open Data)” denir. “Açık Veri” diğer veri setleri ile bağlantı kurulmaksızın herkes tarafından kullanılabilir. Aynı zamanda veriler yeniden kullanmak ve paylaşmak için kısıtlama olmaksızın birleştirilebilir. Bağlantılı Veri, RDF veri setleri arasındaki linkleri kurmak için en iyi uygulamaları sunar. Diğer bir deyişle, Bağlantılı Veri, web üzerinde bilgisayarlar tarafından okunabilir bağlantılı verilerin paylaşımı için bir dizi tasarım ilkeleri gerektirir. Özellikle, farklı veri kaynaklarındaki çok büyük miktarlardaki veriler arasında link kurmak, birleştirmek ve entegre etmek için bazı temel kuralların yerine getirilmesi gerekir. Bunun için Tim Berners-Lee, “Bağlantılı Veri İlkeleri”ni önermiştir. Verilerin semantik web dillerinden biri olan RDF formatına dönüştürülmesi ve “Bağlantılı Veri İlkeleri”ni sağlayarak web üzerindeki veri kaynakları ile ilişkilendirilmesi ile “Bağlantılı Veri” elde edilir. Verilerin ilişkilendirilmesi ile oluşan çizge (graph) farklı veri kaynaklarında bulunan farklı formatlardaki veriler arasında anlamsal olarak birbirlerine link kurulması söz konusu olduğundan mevcut bilgilerin dışında yeni bilgilerin elde edilmesini sağlar. Ayrıca, veri modellerinin genişletilmesini kolaylaştırır ve kolay bir şekilde güncellenmesine izin verir. Veriler ve web üzerindeki veri setleri arasında linkler yardımıyla veri, çok daha kolay ulaşılabilir hale gelir. Son yıllarda “Açık Veri Yaklaşımı” ile birlikte web üzerindeki konumsal verilerin boyutu artmıştır. “Bağlantılı Açık Veri Yaklaşımı” ile daha da büyük artış göstereceği öngörülmektedir. Konumsal alanda “Bağlantılı Açık Veri”lerin yayınlanması, mevcut veri ve bilgilerin optimum kullanımını sağlamak ve onlardan yeni bilgiler çıkarmak ve en önemlisi farklı konumsal veri sağlayıcıları arasında veri paylaşımını semantik olarak gerçekleştirilmesine imkân verecektir. “Bağlantılı Açık Veri” yaklaşımı, web üzerinde verinin birleştirilmesi ve paylaşımı için alternatif bir yol sunar. Verilerin anlamlandırılması için web üzerinde çok sayıda veri kaynağı mevcuttur. Belirli bir alandaki verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için gerekli veri setlerinin bulunması, veri setlerinin yeniden kullanılabilirliğinin önündeki en büyük engeldir. Konumsal verilerin daha anlamlı hale getirilmesi, link kurulacak veri setlerinin bulunması ve eldeki konumsal verilerle veri setleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ile gerçekleştirilir. Diğer bir deyişle, “anlam” referans verilecek veri setlerinden gelir. Bu noktadan hareketle çalışmanın odak noktası, konumsal verilerin “Bağlantılı Açık Veri” olarak yayınlanması için gerekli metodolojinin belirlenmesidir. Bu bağlamda idari sınırlar veri seti Bağlantılı Açık Veri olarak yayınlanmıştır. Bunun için öncelikle geodatabase formatındaki verilerden RDF verileri elde edilmiştir. Sonrasında idari sınırlar RDF verisinin semantik olarak tanımlanması için Web üzerindeki bağlantılı veri setleri incelenmiştir. Belirlenen veri setleri ve idari sınırlar RDF verisi arasındaki linkler SILK kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca konumsal verilerin Bağlantılı Açık Veri olarak yayınlanması için mevcut veri setleri incelenmiştir. İdari sınırlar RDF verisinin daha anlamlı hale getirilebilmesi için hangi veri setlerine link kurulacağına belirlenmesi ve ontoloji kullanılması gerekliliği irdelenmiştir.

Anahtar Sözcükler

Bağlantılı Veri, Açık Veri, Bağlantılı Açık Veri, Semantik Web

Abstract

Linked Data is one of the basic building blocks of the Semantic Web, known as the Web of Data. Semantic Web is about creating typed links between datasets that can be understood by both people and computers. In order to talk about Linked Open Data, it is necessary to understand the concepts of Open Data and Linked Data. If the data is freely used and shared by everyone, the data is called Open Data. Everyone can use Open Data without linking other datasets. Also, it can be combined without restriction to reuse and share data. Linked Data offers best practices for creating links between RDF datasets. In other words, Linked Data requires a number of design principles for sharing data that can be read by computers on the web. Especially, some basic rules must be fulfilled to link between large amounts of datasets in different data sources and integrate them. For this, Tim Berners Lee has proposed Linked Data Principles. Converting the data into RDF format, which is one of the Semantic Web languages, and linking the datasets based on Linked Data Principles on the web create Linked Data. Since graph forming by linking between datasets in a wide range of formats in different data sources, it enables to obtain new information. Therefore, it facilitates the expansion of the data models and allows to be updated easily. With the help of links between data and datasets on the web, the data becomes much easier to access. In recent years, the size of spatial data on the web has increased with the Open Data Approach. It is foreseen that it will show an even bigger increase with the Linked Open Data Approach. The publication of Linked Open Data in a spatial domain will allow the optimal use of existing data and the extraction new information from them, and most importantly, the data sharing between different spatial data providers to be performed semantically. The Linked Open Data Approach provides an alternative way to merge and share data on the web. A large number of datasets are available on the web to make sense of the data. The finding the datasets that are required to publish data in a specific area as linked data is the biggest obstacle to reuse of datasets. In order to make the spatial data more meaningful, it is necessary to find the datasets to be linked and to determine the relationships between the spatial data and datasets. That is to say, meaning comes from the datasets to be referenced. From this point of view, the focus of the study is to determine the methodology required for the publication of spatial data as Linked Open Data. In this context, the administrative boundary dataset was published as Linked Open Data. For this purpose, RDF data were obtained from the data in geodatabase format. Then, to be making the semantic

* Sorumlu Yazar: Tel: (0462)3772772 Faks: (0462)3280918

E-posta: gispir@ktu.edu.tr (Kara G.)

definition of RDF data of administrative boundaries are examined linked datasets on the web. Links between the selected data sets and RDF data of administrative boundaries are identified using SILK. In addition, to make more meaningful of RDF data of administrative boundaries are examined the necessity to use ontology.

Keywords

Linked Data, Open Data, Linked Open Data, Semantic Web

1. Giriş

Bağlantılı Veri, web üzerinde yapıli verileri ilişkilendirmek ve yayınlamak için en iyi uygulamalar anlamına gelir (Bizer vd., 2009; Heath ve Bizer, 2011). Bağlantılı Veri Teknolojileri web üzerinde yapıli veriyi yayınlamak için RDF dilini ve HTTP protokolünü kullanır. Son yıllarda birçok alanda kullanılan verilerin Bağlantılı Veri İlkeleri'ne göre yayınlanmasının yanı sıra çok sayıda kitle kaynakli girişim gerçekleştirilmiştir. Bunların başında DBpedia¹ gelir. DBpedia, Wikipedia dan yapısal bilginin çıkarılmasıyla oluşturulan Bağlantılı Veri setlerinden biridir. Bir diğer Bağlantılı Veri girişimi ise; GeoNames² yer adları dizinidir. GeoNames, 8 milyon yerin bağlantılı verisini yayınlamış olan açık lisansli konumsal veri tabanıdır. Bu veri tabanı için GeoNames Ontolojisi³ oluşturulmuştur. Dünyanın büyük bir bölümünü kapsayan OpenStreetMap⁴, gönüllülerin işbirliğiyle konumsal bilgi tabanı oluşturmak amacıyla oluşturulan açık bir ortamdır. OpenStreetMap verisi bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır. Özellikle Bağlantılı Veri yaklaşımı ile web üzerinde verileri bağlantılı veri olarak yayınlamak için veri setlerinin geliştirildiği Bağlantılı Açık Veri Bulutu⁵ (LOD Cloud) şüphesiz en önemli girişimlerden birisidir.

W3C RDB2RDF Çalışma Grubu herhangi bir ortak model kullanmaksızın ilişkişel veri tabanındaki tablolardan otomatik olarak RDF üretmek için Doğrudan Eşleştirmeyi (Direct Mapping) ve kelime hazinesi kavramlarını veri tabanı şemasına ilişkilendirmek için R2RML (RDB to RDF Mapping Language) önerir. R2RML W3C Tavsiyesi ilişkişel tabloların RDF ye eşleştirilmesini, RDF veri modelinin görüntülenmesini ve sorgulanmasını sağlamak için bir RDF notasyonu tanımlar (W3C, 2012). İlişkişel veri tabanlarını RDF ye dönüştürmek için çok sayıda yazılım aracı mevcuttur. Bunlardan bazıları, Triplify (Auer vd., 2009), D2R Server⁶, Virtuoso RDFizer Middleware⁷, OpenRefine⁸ RDF genişletmesi, vb. dir. Bu yazılım araçlarının yanı sıra farklı dosya formatlarındaki verileri RDF ye dönüştürmek için çok sayıda yazılım geliştirilmiştir⁹. Ancak belirtilen yazılım araçlarının hiçbirisinde konumsal veri tutma, sorgulama veya dönüştürme desteği yoktur.

Bağlantılı veri en genel tanımıyla farklı formatlardaki verilerin URI ler kullanılarak web üzerindeki veri setleri ile arasında link kurmaktır. Link kurmak hem kaynak veriyi hem de web üzerinde link kurulacak veri setlerini zenginleştirir. Verinin webi üzerinde veri ile ilişkişel olan veri setlerinin bulunarak ilişkilendirilmesi anlamına gelen link kurmak, Bağlantılı Veri'nin en temel sorunudur. Web üzerinde link kurulacak veri setlerinin kullanıcı tarafından bilinmesi gerekir. Bu bağlamda web üzerinde bağlantılı verilerin yayınlanması için gerekli veri setlerinin oluşturulması amacıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu oluşturulmuştur. Bulut üzerinde farklı veri setleri bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır ve veri setleri birbiri ile ilişkilendirilmiştir. Mart 2019 itibarıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu diyagramında bağlantılı veri olarak yayınlanan veri setlerinin sayısı 1239 a ulaşmıştır. Bu veri setleri arasında 16.147 link kurulmuştur.

Bağlantılı verilerin yayınlanmasında temel gereksinimlerden biri web üzerinde uygun veri setlerinin bulunmasıdır. Bu amaçla bağlantılı veri tarayıcıları, ontoloji arama motorları, Semantik Web arama motorları vb. kullanılabilir. "Verinin Webi" üzerinde linkleri bulmak ve eşleştirmek amacıyla SILK, LİMES, vb. geliştirilen araçlar mevcuttur. Web veri kaynakları arasında veri linklerini bulmak ve sağlamak için geliştirilen SILK ile kullanıcılar veri kaynaklarındaki veriler ile web üzerindeki bağlantılı veri setleri arasında linkler kurulur. Böylece hem veri kaynağındaki veriler web üzerindeki veri setleri ile hem de web üzerindeki veri setleri farklı veri kaynaklarında yer alan verilerle zenginleştirilerek yayınlanmış olur. Bağlantılı verilerin yayınlanmasından sonra bağlantılı veriler; yeniden referanslandırılabilir URI'lerle (dereferenceable URI-http protokolü kullanarak bir URI aranabiliyorsa ve veri kaynağının tanımı alınabiliyorsa bu URI yeniden referanslandırılabilir URI olarak adlandırılır) mevcut veri setleri, RDF Endpoint ve RDF Dump olmak üzere üç şekilde sunulur. Bağlantılı veriyi sorgulamak için SPARQL, tanımlamak için RDF standartları kullanılır. Bağlantılı verinin amacı, veriyi web üzerinde işlemek için RDF modeline dayanarak web üzerindeki bağlantılı veri setleri ile aralarındaki linklerin kurularak yayınlanması ve bu verilerin farklı Endpointler (uç noktalar) aracılığıyla SPARQL ile sorgulanmasını sağlamaktır.

¹ <http://wiki.dbpedia.org>

² <http://www.geonames.org>

³ <http://www.geonames.org/ontology/documentation.html>

⁴ <https://www.openstreetmap.org/#map=7/39.031/35.252>

⁵ <https://lod-cloud.net>

⁶ <http://d2rq.org/d2r-server>

⁷ <http://docs.openlinksw.com/virtuoso/virtuososponger.html>

⁸ <http://openrefine.org>

⁹ <https://www.w3.org/wiki/ConverterToRdf>

2. Bağlantılı Konumsal Veri

Kitle kaynaklı konumsal verilerin gerçekleştirilen girişimlerle web üzerinde sunulması, Açık Konumsal Veri Anlayışının yaygınlaşmasına öncülük etmiştir. Buna paralel olarak konumsal gösterim ve Bağlantılı Veri Yaklaşımına göre farklı veri kaynaklarının semantik tanımları kullanılarak çıkarsama gerçekleştirilmesi Semantik Web uygulamaları için son derece önemlidir.

Konumsal verilerin Semantik Web uygulamalarında kullanılması için web üzerinde veya konumsal veri tabanlarında tutulan verilerin web üzerindeki uygun bağlantılı veri setleri ile aralarında link kurulması gerekir. RDF ve OWL gibi semantik web dilleri ve SPARQL¹⁰ gibi sorgulama dilleri sayesinde konumsal verilerin paylaşımı ve yayınlanmasını kolaylaştırmak amacıyla konumsal verileri bağlantılı veri olarak yayınlamak için çok sayıda proje girişim ve akademik çalışma yapılmıştır. nemli girişimlerden birisi, OpenStreetMap projesiyle elde edilen verinin bağlantılı veriye dönüştürülmesiyle oluşturulan LinkedGeoData¹¹ dır. LinkedGeoData, OpenStreetMap projesiyle toplanan bilgileri kullanır. Linked Sensor Data, sensör verilerinin REST ve Bağlantılı Veri lkeleri'nin birlikte kullanımıyla İngiltere Kanal Kıyı Gözlemevi (Channel Coastal Observatory) tarafından elde edilen verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasını amaçlar (Page vd., 2009). GeoLinkedData (es)¹² İşpanya'da konumsal veri ile Semantik Web i zenginleştirmek için açık bir girişimdir. Konumsal verilerin en temel kaynağını teşkil eden kadastral verileri dikkate alan Saavedra vd., (2014) ISO 19152 Arazi Yönetimi Alan Modeli (Land Administration Domain Model - LADM) (ISO, 2011) kullanarak kadastral alanda Bağlantılı Veri ülkelerine uygun olarak kadastral verilerin Bağlantılı Açık Veri Bulutunda ilgili veri setleri ile link kurulması ve Bağlantılı Veri olarak yayınlanması üzerine bir çalışma yapmıştır. Ordnance Survey Büyük Britanya için Ordnance Survey Linked Data, Code Point Open Linked Data, Open Names Linked Data, 50K Gazetteer Linked Data ve Boundary Line Linked Data olmak üzere veri setlerini bağlantılı veri olarak yayınlamışlardır. Ordnance Survey, konumsal verilerini bağlantılı veri olarak yayınlayan ilk harita kurumudur. Yayınlanan bağlantılı veriler için gerekli ontolojiler Ordnance Survey tarafından Tablo 1'de grldği gibi oluşturulmuştur.

Tablo 1: Ordnance Survey ontolojileri

Ontoloji	Tanımı	Import edilen ontolojiler
Postcode Ontology	İngiltere'deki posta kodu coğrafyasını tanımlar.	Core The administrative geography and civil voting area ontology
The administrative geography and civil voting area ontology	Büyük Britanya'nın idari ve oy alanı coğrafyasını tanımlar.	Geometry Ontology Spatial Relations Ontology
Geometry Ontology	Soyut geometrileri tanımlar.	-
Spatial Relations Ontology	Temel konumsal ilişkileri tanımlar.	GeoSPARQL
50k Gazetteer	50k Gazetteer (yer adları) tanımlar.	-

Herhangi bir konumsal veri setini web üzerindeki veri setleri ile ilişkilendirmek, tüm veri sağlayıcılarına belirli bir formatta ve standartta dönüşüm yapmaksızın verilerini global veri uzayında yayınlama imkanı verir.

Bütün bu girişimlere rağmen Bağlantılı Veri olarak yayınlanan konumsal veri, Konumsal Veri Altyapısı ve Açık Veri platformları ile kıyaslandığımda çok sınırlı düzeydedir. Çünkü geleneksel konumsal veri formatlarından RDF ye dönüşüm için sınırlı sayıda yazılım aracı mevcuttur. Ayrıca link kurmak için Bağlantılı Açık Veri Bulutundaki konumsal veri kaynaklarının yeterli sayıya ulaştırılması ve konumsal verilerin Bağlantılı Veriye dönüşümü için daha fazla yazılım aracının geliştirilmesi gerekir.

Web zerinde Açık Bağlantılı Verileri paylaşmak için bir veri yönetimi platformu olan Datahub¹³ da Ordnance Survey (OS), National Geographical Institute of Spain, U.S. Geological Survey ve daha birçok önemli konumsal veri sağlayıcıları tarafından yayınlanan Konumsal Bağlantılı Veriler yer almaktadır. Bunun yanı sıra Bağlantılı Açık Veri Bulutu, çeşitli bağlantılı veri tarayıcıları veri setlerinin bulunmasında kullanılabilir.

OGC GeoSPARQL standardı¹⁴, GML¹⁵ (Geography Markup Language) ve WKT¹⁶ (Well Known Text) gibi RDF de geometri ve detayları tanımlamak için ontoloji önerir. GeoSPARQL Ontolojisi¹⁷ konumsal verilerin geometri tiplerini ve topolojik ilişkileri tanımlamak için kullanılabilir durumdadır. OGC GeoSPARQL (OGC, 2012) standardına göre topolojik çıkarsama imkanı veren ontolojilerin geliştirilmesi için konumsal verileri tanımlayan ontolojilerin GeoSPARQL Ontolojisi ile ilişkilendirilmesi gerekir.

¹⁰ <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

¹¹ <http://linkedgeo.com/About>

¹² <http://geo.linkeddata.es>

¹³ <http://datahub.io/es/dataset?tags=lod>

¹⁴ <https://www.opengeospatial.org/standards/geosparql>

¹⁵ <https://www.opengeospatial.org/standards/gml>

¹⁶ <https://www.opengeospatial.org/standards/wkt-crs>

¹⁷ http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf

2.1. Bağlantılı Veri İlkeleri

Bağlantılı Veri kavramı, yapıli verilerin Web üzerinde RDF veri modeli kullanılarak yayınlanması anlamına gelir. Bu yaklaşım, yapıli verilerin Web üzerinde yayınlanması ve farklı kaynaklardan gelen verilerin arasında linklerin kurulması temeline dayanır. Bağlantılı Veri Yaklaşımının dört temel ilkesi vardır (Berners-Lee, 2006):

1. “Şey”leri (things) isimlendirmek için URI’ler kullanılmalıdır.
2. Kullanıcıların bu isimleri arayabilmeleri için http URI’leri kullanılmalıdır.
3. Kullanıcılar bir URI’yi incelediğinde RDF, SPARQL gibi standartları kullanarak yararlı bilgiler elde etmelidir.
4. Veri hakkında daha fazla bilgiye ulaşmak için veriler ve ilgili bağlantılı veri setleri arasında linkler kurulmalıdır.

Bağlantılı Veri İlkelerinin birinci ilkesi; sadece Web dokümanlarının değil tüm gerçek dünya nesnelere ve soyut kavramların da URI referansları kullanılarak tanımlanmasını gerektirir. Bu ilkenin amacı, gerçek dünyadaki herhangi bir nesneyi veya kavramı içerecek şekilde Web’in kapsamını çevrimiçi kaynaklardan genişletmek olarak görülebilir.

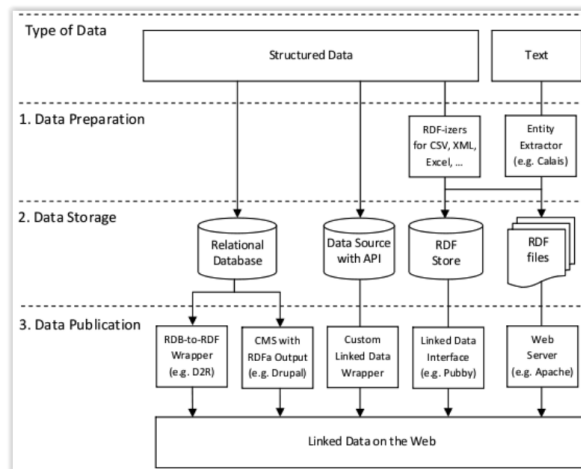
Geleneksel Web’in genel erişim mekanizması HTTP protokolleridir. İkinci ilkesi ise, URI’lerle tanımlanan gerçek dünya nesnelere, kavramlara ve ilişkilere erişebilmek için HTTP protokolünün kullanımını gerektirir. Bu ilke, bir HTTP istemcisinin HTTP protokolü ile bir URI’ye bakıp, bu URI ile tanımlanmış veri kaynağındaki verilere erişebilmesini sağlar. Farklı veri kaynaklarında farklı formatlarda veriler sunulabilir. Bir veri kaynağındaki veriler link kurulabilecek harici veri setleri ile RDF linkleri ile sınırsız sayıda ilişkilendirilebilir.

Bağlantılı Veri yaklaşımının üçüncü ilkesi ise; yapıli verilerin Web’de yayınlanması için standart bir veri modelinin kullanılmasını öngörür. Bu veri modeli Web’in içeriğinin tanımlanmasında kullanılmak amacıyla geliştirilen basit bir çizge veri modeli olan RDF dir. RDF dokümanlarını sorgulamak için SPARQL dilinin kullanılmasını gerektirir.

Bağlantılı Veri İlkelerinden dördüncüsü ise, veri kaynağındaki veriler ile web üzerindeki bağlantılı veri setleri arasında hiper linkler kullanılarak link kurulmasını ve bu linklerin tipli olmasını gerektirir. Geleneksel Web’de sadece Web dokümanlarını ilişkilendiren hiper linkler, Semantik Web ve Bağlantılı Veri Yaklaşımında; veri veya bilginin ilgili olduğu düşünülen her şeyin ilişkilendirilmesinde kullanılır. Bağlantılı Veri kapsamında bu linkler *RDF linki* olarak adlandırılır. RDF linkleri RDF üçlüsü olarak ifade edilir geleneksel Web’de kullanılan hiper linklerin aksine tipli linklerdir (Heath ve Bizer, 2011). Bağlantılı Veri kapsamında kullanılan RDF linkleri bu yönüyle Geleneksel Web’de kullanılan hiper linklerden ayrılır. bu bağlamda, iki farklı veri kaynağındaki veriler arasında kurulan linkler *rdf:type*, *owl:sameAs*, gibi ilişkinin türünü belirlemek için kullanılır. Belirtilen RDF linkleri (predicate) sayesinde herhangi bir veri kaynağındaki veriyi ifade eden URI (subject), bağlantılı veri setindeki veriyi ifade eden URI’ye (object) işaret eder. Böylece kaynak veri seti ve hedef veri seti arasında RDF linki kurulmuş olur.

3. Konumsal Bağlantılı Verilerin Açık Veri Olarak Yayınlanması

Semantik Webin temel yapı taşlarından biri olan Bağlantılı Veri, herhangi bir veri kaynağındaki verilerin web üzerinde URI lerle tanımlanmasını, RDF veri modeliyle temsil edilmesini ve kavramların anlamlarını RDF linkleriyle genişletmek üzerine kurulmuştur.

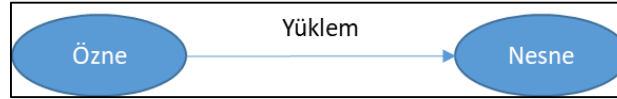


Şekil 1: Bağlantılı Veri yayınlama yöntemleri ve iş akışı (Heath ve Bizer, 2011).

Konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasında da Şekil 1’de belirtilen işlem adımları esas alınarak uygulama senaryosu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Semantik Web Teknolojileri kullanılarak İdari Sınırlar verisi öncelikle RDF formatına dönüştürülecek ve Web üzerindeki bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilerek bağlantılı verileri oluşturmaktır.

3.1. Verilerin RDF Formatına Dönüştürülmesi

Bağlantılı verilerin yayınlanması için öncelikle verilerin RDF dönüşümünün gerçekleştirilmesi gerekir. Veriler farklı formatlarda depolanmaktadır. Farklı veri formatlarının RDF dönüşümü için çok sayıda yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları; EasyRDF, Csv2JSON, RDF123, Karma, Open Refine (spreadsheets or tabular data), W3C R2RML(veri tabanı), GATE, Zemanta, OpenCalais, DBoedia Spotlight (metin), vb. dir. RDF veri modelinin kullanımıyla farklı formattaki verilerden çıkarılan RDF verisi, özne (subject), nesne (object) ve yüklem (predicate) şeklinde ifade edilir. RDF veri modeli, Web kaynaklarının tanımlanması için kavramsal bir çerçeve sunarak, farklı formattaki verileri herhangi bir alandan (domain) bağımsız olarak tanımlanmasını sağlamaktadır.



Şekil 2: RDF üçlüsü

RDF üçlüsü Şekil 2’de belirtilen “Özne” ve “Nesne” düğüm, “Yüklem” iki düğümü birleştiren ilişki türü olmak üzere üç bileşenden oluşur. Düğümler veri seti içerisindeki kavramları veya varlıkları gösterir. İki düğüm arasındaki ilişki çizgi ile gösterilir. Bir düğüm URI ile boş düğüm (bir URI veya literal ile ifade edilmeyen) ile veya literal ile ifade edilebilir.

Konumsal verilerin RDF formatına dönüştürülmesi için mevcut yazılımlar incelendiğinde Geometry2RDF, shp2GeoSPARQL, GeomRDF, TripleGeo, GeoTriples gibi yazılımlar geliştirilmiştir. Uygulama senaryosu kapsamında konumsal verilerin RDF dönüşümünün gerçekleştirilmesi için konumsal özniteliklerin yanında konumsal olmayan özniteliklerin tamamını RDF ye dönüştürmesi nedeniyle GeoTriples yazılımı kullanılmıştır. Genel olarak isimlendirildiğinde veri çıkarma (data extraction) işleminin gerçekleştirildiği bu aşamada, http URI lerinin oluşturulması, kelime hazinesi (vocabulary) seçimi (GeoTriples - stSPARQL ve GeoSPARQL desteği) ve ilişkilendirilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Bu aşamada gerçekleştirilen işlemler ile birlikte Bağlantılı Veri İlkelerinin 1. Ve 2 maddesinin gereği yerine getirilmiş olur.

Konumsal verilerin Bağlantılı Veri olarak yayınlanması için konumsal veri tabanlarındaki verilerin, ontolojilerdeki ilgili sınıf ve özniteliklerle ilişkilendirilmesi gerekir. Ontoloji mimarisinde Veri Ontolojisi olarak adlandırılan düzeyde veri tabanı şemasını tanımlayan ontoloji ile veri kaynağındaki tablo ve özniteliklerin ilişkilendirilmesi gerekir. Bu nedenle veri ontolojisine ihtiyaç vardır. Ontoloji geliştirme aşamasında öncelikle mevcut ontolojilerin incelenmesi gerekir. Mevcut ontoloji bulunamaması durumunda ontoloji yeni baştan geliştirilmelidir. Her veri seti için mevcut ontolojileri incelemeksizin yeni baştan ontoloji geliştirmek Semantik Web in doğasına aykırıdır. Uygulama senaryosunda seçilen idari sınırlar veri seti için mevcut ontolojiler araştırılarak incelenmiştir ve ontoloji tanımlarının kullanılan standartlar ve idari alanların ve tanımlarının farklı olması sebebiyle TR İdari Bölümler Ontolojisi yeni baştan geliştirilmiştir. Konumsal ilişkiler ontolojisi olarak ise OS Spatial Relations Ontolojisi yeniden kullanılacaktır.

İdari birimler veri setindeki sınıf ve öznitelik isimleri TR İdari Birimler Ontolojisi ile ilişkilendirilerek RDF formatında verinin oluşturulması için GeoTriples yazılımı kullanılmıştır. Bu aşamada kullanılan kelime hazineleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 2: Kullanılan kelime hazineleri

Kelime hazinesi (Vocabulary)

Web Ontology Language – OWL*
 Resource Description Framework – RDF*
 Resource Description Framework Schema – RDFS*
 eXtensible Markup Language – XML*
 Simple Knowledge Organization System – SKOS
 Dublin Core – DC
 Dublin Core Terms

IRI

<http://www.w3.org/2002/07/owl#>
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
<http://www.w3.org/XML/1998/namespace>
<http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
<http://purl.org/dc/elements/1.1/>
<http://purl.org/dc/terms/>

*işareti ile gösterilen kelime hazineleri ontoloji oluşturulurken varsayılan olarak kullanılan kelime hazineleridir.

3.2. Link Kurulacak Veri Setlerinin Belirlenmesi

Bağlantılı verilerin farklı uygulamalar tarafından bulunabilir olması, web üzerinde standart veya defacto kullanıma sahip veri setlerine link verilmesiyle sağlanır. Konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için verilerin RDF dönüşümünden sonra link verilecek veri setlerinin belirlenmesi gerekir. Veri setlerini seçmek için mevcut araçlar ve kelime hazineleri aşağıdaki gibidir.

- LOD Cloud: Verilerin link verileceği veri setlerinin belirlenmesi için bir standart oluşturulması amacıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu oluşturulmuştur.
- Linked Open Vocabularies¹⁸
- Bağlantılı Veri Tarayıcıları: Tabulator¹⁹, LodMilla²⁰, LodLive²¹, CubicWeb²², Disco²³, Tabulator²⁴, sameAs²⁵
- Ontoloji arama motorları (Swoogle, Watson, Schema.org, vb.)
- Bağlantılı veri mashupları (Marbles²⁶, Revyu.com²⁷, DBpedia Mobile²⁸, SIGMA²⁹ vardır.

Web üzerinde RDF olarak mevcut çok sayıda veri seti vardır. Bağlantılı veri olarak yayınlanacak veriler için uygun veri setlerinin bulunması gerekir. Bunun için öncelikle bilinen kelime hazineleri seçilmelidir. Veri setlerinin belirlenmesi aşamasında;

- Kelime hazineleri belirli bir alandaki kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri modeller. İlgili alana yönelik kelime hazinelerinin belirlenmesi gerekir.
- Yaygın kullanılan kelime hazinelerindeki kavramlar mümkün olduğu kadar yeniden kullanılmalıdır.
- Mevcut kelime hazinelerinde uygulama senaryosu için gerekli kavramlar bulunmuyorsa yeni kavramlar tanımlanmalıdır.

Konumsal verileri tanımlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan bağlantılı veri setleri aşağıda verilmiştir:

- Basic Geo (WGS84 lat/long) Vocabulary³⁰
- OGC GML³¹
- OGC GeoSPARQL³²
- OGC Simple Features³³
- NeoGeo Geometry Ontology³⁴
- NeoGeo Spatial Ontology³⁵
- OWL representation of ISO 19107(Geographic Information - Spatial Schema)³⁶
- OWL representation of ISO 19109 (General Feature Model)³⁷
- GeoNames Ontology³⁸
- OS Spatial Relations Ontology³⁹
- OS Geometry Ontology⁴⁰

Konumsal verinin bağlantılı veri olarak yayınlanması için uygun veri setlerinin belirlenmesi gerekir. Bu bağlamda uygulama senaryosu kapsamında aşağıdaki veri setleri seçilmiştir.

- DBpedia <http://dbpedia.org/sparql/>
- GeoNames www.geonames.org/ontology#
- Basic Geo <https://www.w3.org/2003/01/geo/>

seçilmiştir.

¹⁸ <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>

¹⁹ <https://github.com/linkedata/tabulator>

²⁰ <http://lodmilla.sztaki.hu/lodmilla/>

²¹ <http://en.lodlive.it>

²² https://fosdem.org/2019/schedule/event/collab_cwldbe/

²³ <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/ng4j/disco/>

²⁴ <http://dig.csail.mit.edu/2005/ajar/release/tabulator/0.7/tab>

²⁵ <http://sameas.org>

²⁶ <http://mes.github.io/marbles/>

²⁷ <http://revyu.com>

²⁸ <https://wiki.dbpedia.org/projects/dbpedia-mobile>

²⁹ <http://sig.ma/>

³⁰ <https://www.w3.org/2003/01/geo/>

³¹ http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml_32_geometries.rdf

³² http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf

³³ http://schemas.opengis.net/sf/1.0/simple_features_geometries.rdf

³⁴ <http://geovocab.org/geometry>

³⁵ <http://geovocab.org/spatial>

³⁶ <http://def.seegrid.csiro.au/isotc211/iso19107/2003/geometry>

³⁷ <http://def.seegrid.csiro.au/isotc211/iso19109/2005/feature>

³⁸ <http://www.geonames.org/ontology/documentation.html>

³⁹ <http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/spatialrelations/>

⁴⁰ <http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/geometry/>

3.3. RDF Linklerinin Kurulması

RDF veri setleri arasında link kurmak Bağlantılı veri ilkelerinin gereğidir. Bağlantılı Veri ilkelerinden 4. sünde “kullanıcıların çok daha fazla bilgi ve veri bulmaları için diğer URI lere link kurulmalıdır” ifadesi yer almaktadır. Bağlantılı veri tarayıcılarının ve crawlerlarının veri setleri arasında gezinmelerini ve daha fazla veriler bulmasını sağlar. Verilerin kapsamı diğer veri setlerinde referans verilecek özne, yüklem (predicate) ve nesne değerlerini belirler. Veriler ve diğer veri setleri arasında owl:sameAs yüklemi yaygın olarak kullanılmaktadır. owl:sameAs ilişkisi özne ve nesne tarafında bulunan iki URI referansının birbirinin aynısı ifade ettiğini göstermek için kullanılır. Aynı zamanda aynı öznelik değerlerini ilişkilendirmek için kullanılır. Bağlantılı Veri İlkeleri kullanılarak link kurulan veriler üzerinde gezindikçe çok daha fazla verilere ulaşılır ve hem konumsal detaylar hem de geometri tiplerini tanımlayan mevcut ontolojileri kullanarak konumsal veriler etkili bir şekilde modellenir.

Bağlantılı Veri yaklaşımında kullanılan RDF linkleri iç RDF linkleri ve dış RDF linkleri olmak üzere ikiye ayrılır. İç RDF linkleri bir bağlantılı veri setinde bulunan veriler arasında kurulan linklerdir. Yani aynı ad alanına sahip özne ve nesne arasında kurulan linklerdir. Dış RDF linkleri ise bir veri seti ile farklı Bağlantılı Veri setleri arasında kurulan linklerdir ve farklı ad alanlarına sahiptir. Farklı bağlantılı veri setleri arasındaki linklerin kurulması için İlişki (Relationships) linkleri, kimlik (identity) linkleri ve kelime hazinesi (vocabulary) linkleri olmak üzere üç farklı link tipi kullanılır.

Veriler ve bağlantılı veri setleri arasındaki RDF linkleri elle ve otomatik olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilir. RDF linklerini elle oluşturmadan önce Bağlantılı Açık Veri Bulutu’nda yer alan veri setleri içerisinde verilerin link kurulacak veri setleri belirlenmelidir. Uygun veri setleri belirlendiğinde bağlantılı veri setlerinin URI referanslarını bulmak için bağlantılı veri tarayıcıları (Disco, Tabulator, Lodmilla, vb.) kullanılabilir. Bu yöntem, büyük veri setlerinin bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmesinde kullanılamaz. Bu durumda RDF linklerinin oluşturulması için otomatik eşleştirme algoritmaları kullanılır. Bağlantılı veri setleri, konumsal bağlantılı verilerin web üzerinde bulunabilir olmasında önemli rol oynar. Bu nedenle link kurulacak uygun veri setlerinin seçimi çok önemlidir. Link kurma kurallarına dayanarak link bulma işlemini gerçekleştirmek için kullanılan yazılım araçları Silk, Limes, xCurator, vb. gibi yazılım araçları geliştirilmiştir. Bağlantılı Veri kapsamında geliştirilen yazılım araçları, gerçekleştirilen girişimler ve akademik çalışmalar⁴¹ Linking Open Data Projesi kapsamında incelenmiştir. İki farklı RDF veri seti arasında RDF linklerinin kurulması için aşağıdaki eşleştirme yöntemleri vardır:

Instance düzeyinde eşleştirme: doğrudan yeniden kullanım, owl:sameAs, rdfs:seeAlso

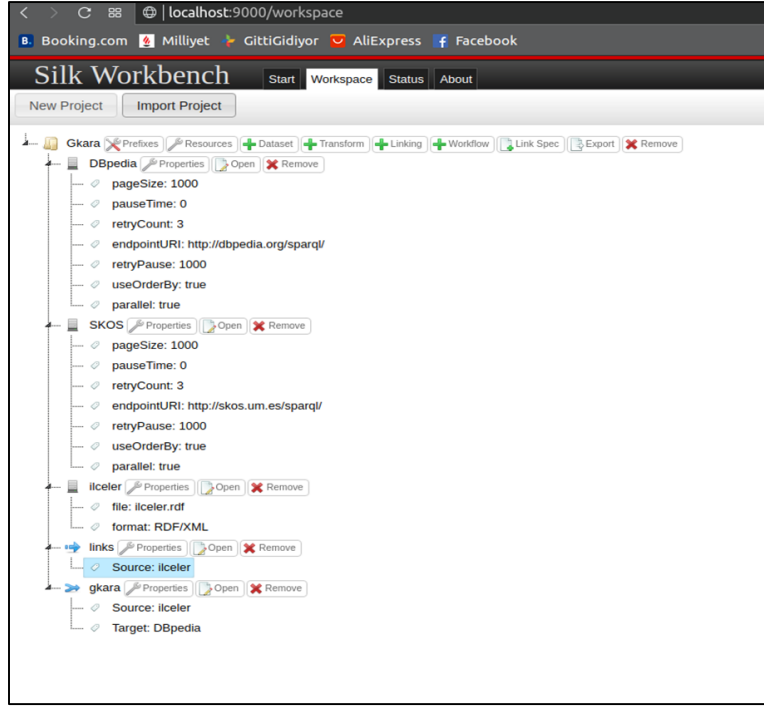
Şema düzeyinde eşleştirme: sınıf/öznelik doğrudan yeniden kullanım, rdfs:subclass, rdfs:subproperty, owl:equivalent class, owl:equivalent property, SKOS broad match gibi link türleri vardır.

Uygun linkler link bulma (link discovery) yoluyla gerçekleştirilir. Konumsal veri sağlayıcıları kendi veri setleri ve web üzerindeki veri kaynakları arasında RDF linkleri kurarak bu linklerin takip edilmesiyle yeni bilgilerin bulunmasını sağlar.

Örneğin, owl:sameAs individual lar arasındaki linkleri oluşturur veya iki URI nin aynı individual olduğunu ifade eder. rdfs:seeAlso bir kaynağın özne kaynak hakkında ek bilgi sağlayabileceği anlamına gelir. SKOS (Simple Knowledge Organization System) bilgi organizasyon sistemleri için geliştirilen veri modelidir. SKOS verisi RDF üçlüleri olarak ifade edilir. SKOS eşleştirme özelliklerinin (skos:closeMatch, skos:exactMatch, skos:relatedMatch) kullanılmasıyla farklı veri setleri arasında RDF linklerinin kurulmasını sağlar.

Uygulama senaryosu kapsamında linklerin kurulması için Silk yazılımı seçilmiştir. 1. aşamada üretilen RDF verisi Şekil 3’te belirtilen Silk Workbench üzerinde import edilerek DBpedia, GeoNames ve Basic Geo ile ayrı ayrı link kurma işlemleri gerçekleştirilmiştir. RDF verisi ve bağlantılı veri setleri arasında linklerin kurulması işlemi gerçekleştirilir. Bu aşamada Bağlantılı Veri ilkelerinden 4. Maddenin gereği yerine getirilmiş olur.

⁴¹ <https://www.w3.org/wiki/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData/EquivalenceMining>



Şekil 3. Silk Workbench eşleştirme işleminin tanımlanması

3.4. Bağlantılı Verinin Yayınlanması

Bağlantılı verilerin yayınlanması için bağlantılı veri hakkındaki meta verinin oluşturularak veriye erişimin sağlanması gerekir. Bağlantılı verilerin yayınlanması için mevcut sistemler Apache Jena⁴², D2RQ⁴³, OpenLink Virtuoso Open-Source Edition⁴⁴, OpenLink Virtuoso Universal Server⁴⁵, vb. yazılım araçları geliştirilmiştir. Bu aşamada oluşturulan bağlantılı veri için meta verilerin oluşturulması ve bağlantılı verinin erişilebilir hale getirilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Böylece Bağlantılı Veri İlkelerinin 3. Maddesi de gerçekleştirilmiş olur. Web üzerinde RDF formatında sunulan veri setlerini sorgulamak için SPARQL Protokol ve RDF Sorgu Dili (SPARQL Protocol and RDF Query Language – SPARQL) kullanılır. OGC tarafından ek protokollerle genişletilen GeoSPARQL, SPARQL sorgulama diline konumsal sorgulama ifadeleri eklenmiştir. Bağlantılı verilerin yayınlanması ile herhangi bir veri kaynağındaki veriler farklı veri kaynaklarındaki kavramlarla aralarında semantik ilişkilerin kurularak Semantik Web Teknolojileri tarafından bilginin veya verinin kolayca anlaşılmasını bulunmasını ve paylaşılmasını sağlar. Böylece veri formatına ve belirli bir alana bağlı kalımsız veriler ilgili oldukları veri kaynakları ile ilişkilendirilerek web üzerinde yayınlanmış olur.

Konumsal veri tabanlarındaki verilerin RDF dosyaları üzerinde sorgulamaların gerçekleştirilmesi için veri tabanlarında depolanması gerekir. Konumsal verilerden elde edilen RDF üçlülerini depolamak için Triple Store olarak adlandırılan veri tabanlarına ihtiyaç vardır. Konumsal RDF verilerini depolamak için etkin olarak kullanılan Triple Store lardan bazıları, AllegroGraph⁴⁶, Oracle Spatial and Graph⁴⁷, GraphDB⁴⁸, Parliament⁴⁹, Strabon⁵⁰, uSeekM⁵¹, Virtuoso RDF Triple Store⁵², Pubby⁵³ vb. dir.

Uygulama senaryosu kapsamında verilerin yayınlanması ve sorgulanması için SPARQL Uç Noktalarından (SPARQL Endpoints) biri olan Fuseki⁵⁴ kullanılmıştır. Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da belirtilen şekillerde Fuseki üzerinde sırasıyla dosya yükleme, SPARQL sorgulama ve RDF üçlüsü sorgulama sonucu gösterilmiştir.

⁴² <http://jena.apache.org>

⁴³ <http://d2rq.org>

⁴⁴ <https://github.com/openlink/virtuoso-opensource/>

⁴⁵ <https://virtuoso.openlinksw.com>

⁴⁶ <http://franz.com/agraph/allegrograph/>

⁴⁷ <http://www.oracle.com/technetwork/database-options/spatialandgraph/overview/spatialandgraph-1707409.html>

⁴⁸ <http://ontotext.com/products/graphdb/>

⁴⁹ <http://parliament.semwebcentral.org>

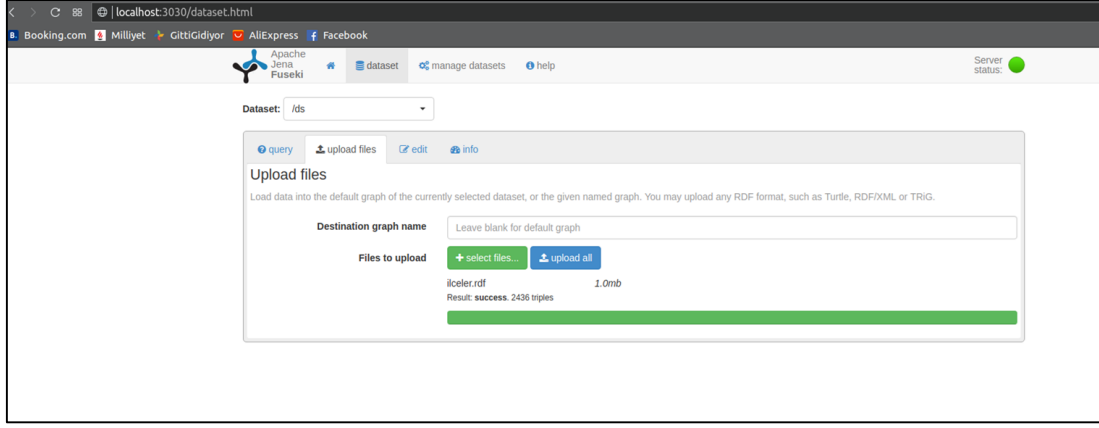
⁵⁰ <http://www.strabon.di.uoa.gr>

⁵¹ <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/USeekM>

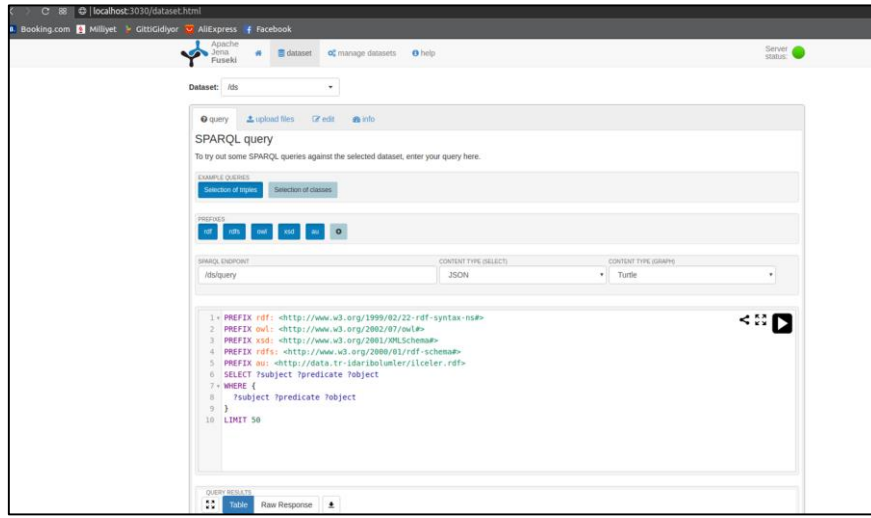
⁵² <http://virtuoso.openlinksw.com/dataspace/doc/dav/wiki/Main/VOSRDF>

⁵³ <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/pubby/>

⁵⁴ <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/>



Şekil 4. Fuseki zerinde dosya ykleme



Şekil 5. Fuseki zerinde SPARQL sorgulama

21	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_SHAPE_Area>	"0.120136902867""xsd:double
22	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NT200>	"25865"
23	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_KZ_SIRA>	"01"
24	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NS1997>	"12472"
25	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NT1990>	"21505"
26	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NS1990>	"11824"
27	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NK2000>	"11500"
28	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_DSI_SUBE>	"226""xsd:integer
29	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_YOG2000>	"24""xsd:integer
30	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	rdf:type	<http://data.linkeddata.eu/ontology#liceSinirleri>
31	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_URBAN_PO_P_>	"12436.0""xsd:double
32	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NK1997>	"5449"
33	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_YOG1990>	"20"
34	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_TOTAL_PO_P_>	"18470.0""xsd:double
35	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_YOG1997>	"17""xsd:integer
36	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_KZ_KOD_1>	"2801"
37	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NT1997>	"17821"
38	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_YUZOLCUM_>	"1083"
39	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NS2000>	"14365"
40	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_RURAL_PO_P_>	"6034.0""xsd:double
41	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_IL_KOD>	"28"
42	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://www.opengis.net/ont/geosparql#hasGeometry>	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/Geometry21>
43	<http://data.linkeddata.eu/liceSinirleri/21>	<http://data.linkeddata.eu/ontology#has_NAME>	"ALUCRA"

Şekil 6. Fuseki zerinde RDF çls sorgulama sonucu

4. Sonuç ve Öneriler

Konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlanmasının önemi Semantik Web uygulamalarının konumsal alanda da hızla yaygınlaşmasıyla daha da artmıştır. Buradan hareketle bu çalışma kapsamında konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlanması için bir metodoloji geliştirilmiştir. Uygulama senaryosu kapsamında ulusal düzeyde idari bölümler dikkate alınarak TR İdari Bölümler Ontolojisi geliştirilmiştir. İdari bölümler arasındaki topolojik ilişkilerin tanımlanması için OS Ordnance Survey Konumsal İlişkiler Ontolojisi yeniden kullanılmıştır.

Konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlanması için konumsal veri altyapıları kapsamında belirlenen veri setlerinin RDF formatına dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm sırasında verinin yeterli sayıda kelime hazinesi ile eşleştirilmesi gerekir. Mevcut kelime hazinelerinin içinde uygun kelime hazinelerinin seçilmesi ve eşleştirme işlemi kullanıcı tarafından gerçekleştirilir ve RML bilinmesini gerektirir. Ayrıca mevcut yazılım araçlarının konumsal verilerin RDF formatına dönüşümü için daha fazla veri formatını desteklemesi gerekir.

RDF formatındaki verilerin web üzerindeki veri setleri ile ilişkilendirilmesi için uygun veri setlerinin seçilmesi gerekir. Bu bağlamda Bağlantılı Açık Veri Bulutu içerisinde yer alan veri setleri incelendiğinde konumsal veri setleri sınırlı sayıdadır. Bu nedenle Bağlantılı Açık Veri Bulutu veri setlerinin konumsal alanda genişletilmesi gerekir. Ayrıca uygun veri setlerinin belirlenmesi ve eşleştirilmesi, kullanıcıların veri setlerinin içeriği hakkında bilgi sahibi olmalarını gerektirir. Bu durum bağlantılı veri yaklaşımının önündeki en büyük engellerden birisidir.

Konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlandığı bu çalışmada oluşturulan bağlantılı veri Fuseki ile yayınlanmıştır. Gelecek çalışmalarda topolojik ilişkiler kullanılarak SPARQL sorgu sonucu harita üzerinde gösterilerek konumsal bağlantılı veriler görsel olarak sunulacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 3001 Başlangıç Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir. Katkılarından dolayı TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB), Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Destek Grubu (ÇAYDAG)'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Auer, S., Dietzold, S., Lehmann, J., Hellmann, S. and Aumüller, D., 2009, April. *Triplify: light-weight linked data publication from relational databases*, In Proceedings of the 18th international conference on World wide web (pp. 621-630). ACM.
- Berners-Lee, T., 2006, *Design issues: Linked data*, <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. (15.08.2016)
- Bizer, C., Heath, T. and Berners-Lee, T., 2009, *Linked data-the story so far. Semantic Services, Interoperability and Web Applications: Emerging Concepts*, pp.205-227.
- Heath, T. ve Bizer, C., 2011, *Linked data: Evolving the web into a global data space. Synthesis lectures on the semantic web: theory and technology*, 1(1), pp.1-136.
- ISO, 2011, ISO 19152 Draft International Standard (DIS), Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM). Geneva, Switzerland.
- OGC, 2012, *OGC GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data, OGC® Implementation Standard*, Editors: Matthew Perry and John Herring, Open Geospatial Consortium. <http://www.opengis.net/doc/IS/geosparql/1.0>, (12.07.2016).
- Page, K. R., De Roure, D. C., Martinez, K., Sadler, J. D., & Kit, O. Y. (2009), *Linked sensor data: Restfully serving rdf and gml*, Proc. Semantic Sensor Networks 2009. <http://ceur-ws.org/Vol-522/p10.pdf>
- Saavedra, J., Vilches-Blázquez, L. M., & Boada, A. (2014). *Cadastral data integration through Linked Data*, Huerta, Schade, Granell (Eds): Connecting a Digital Europe through Location and Place. Proceedings of the AGILE'2014 International Conference on Geographic Information Science, Castellón, June, 3-6, 2014. ISBN: 978-90-816960-4-3. https://agile-online.org/conference_paper/cds/agile_2014/agile2014_153.pdf
- W3C, 2012, *R2RML: RDB to RDF Mapping Language*, <https://www.w3.org/TR/r2rml/>, Editors: Souripriya DasOracle, Seema Sundara-Oracle, Richard Cyganiak-DERI, National University of Ireland, Galway, W3C Recommendation 27 September 2012.