BAĞLANTILI VERİLERİN YAYIMLANMASI VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Gülten KARA¹, Cemre YILMAZ², Deniztan ULUTAŞ KARAKOL³, İsra AKYAZI⁴, Çetin CÖMERT⁵

¹Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, gispir@ktu.edu.tr

²Dr. Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, cemre.yilmaz@gmail.com

³Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, dulutas.21@gmail.com

⁴Müh., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, israakyazi@hotmail.com

⁵Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, ccomert@ktu.edu.tr

ÖZET

Konumsal veri gerçek dünya varlıklarının gösterimi ve onlar arasındaki topolojik ve konumsal ilişkilerin açıkça tanımlanması yönüyle konumsal olmayan verilerden farklılaşır. Son yıllarda “Açık Veri Yaklaşımı” ile birlikte web üzerindeki konumsal verilerin boyutu artmıştır. “Bağlantılı Açık Veri Yaklaşımı” ile daha da büyük artış göstereceği öngörülmektedir. Semantik web uygulamaları, konumsal veri tabanlarındaki verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanmasını gerektirir. Özellikle LinkedGeoData, GeoLinkedData, Ordnance Survey Open Data vb. proje ve girişimler semantik web uygulamalarında konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasına öncülük etmiştir. Bu noktadan hareketle konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması ve görselleştirilmesi için gereksinimlerin belirlenmesi gerekir. Bu çalışmada, konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması ve harita üzerinde gösterilmesi için mevcut durum değerlendirilmiştir ve yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem esas alınarak konumsal veriler bağlantılı veri olarak web üzerinde yayınlanmış ve harita üzerinde gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: bağlantılı konumsal veri, bağlantılı veri, görselleştirme, ontoloji, semantik web

ABSTRACT

LINKED DATA PUBLICATION AND VISUALISATION

Spatial data differs from non-spatial data in that the representation of objects in the real world and the explicit definition of topological and spatial relations between them. The volume of spatial data on the web has increased with “Open Data Approach” in recent years. It is predicated that it will increase even more with “Linked Open Data Approach”. Semantic web applications require that data in spatial databases are published as linked data. Specifically, in the semantic web applications, projects and initiatives such as LinkedGeoData, GeoLinkedData, OS Open Data are starting point for publishing spatial linked data. From this point, it is necessary to determine the requirements for visualization and publishing of spatial data as linked data. In this study, the current state is evaluated and the method is proposed for publishing spatial linked data. Based on proposed method, spatial data is published as linked data on the web and displayed on the web.

Keywords: linked spatial data, linked data, visualisation, ontology, semantic web

1. GİRİŞ

Bağlantılı Veri, URI ve RDF kullanarak Semantik Web’te verileri paylaşmak, ilgili veri kaynakları ile ilişkilendirmek için kullanılır. Bizer ve diğerleri (2009) bağlantılı veriyi, web üzerinde veri kaynaklarını birbirine bağlamanın bir yolu olarak tanımlamaktadır. Bağlantılı veri ile veri sağlayıcıları verilerini belirli bir formattan bağımsız olarak yayımlamaktadır. Web’te veri kaynakları; tek bir RDF dosyası, RDF Dump ve SPARQL Endpoint olarak üç şekilde yayımlanabilir. Bu yöntemlerden birini kullanan veri sağlayıcıları verilerini webde yayımlayabilir ve diğer veri kaynaklarını kullanarak veri tanımları zenginleştirilebilir.

Açık Veri Yaklaşımının giderek yaygınlaşması “Verinin Webi” nin boyutunun artmasında önemli ölçüde etkili olmuştur. Bu artışla birlikte iş dünyası, müzik, coğrafya, yer isimleri, şirketler gibi belirli alanlarda çok sayıda veri farklı veri kaynaklarından web ortamında sunulmaya başlamıştır. Son zamanlarda bağlantılı konumsal verinin yayımlanması, entegre edilmesi ve görselleştirilmesi ile ilgili çalışmalar giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Özellikle Bağlantılı Açık Veri Bulutu¹ (Linked Open Data Cloud) farklı veri kaynaklarındaki

¹ <https://lod-cloud.net>

verileri tanımlamak için çok sayıda veri seti içerir. Bu girişimin amacı farklı veri kaynaklarını web üzerinde RDF olarak sunmak ve onlar arasında link oluşturmaktır (W3C SWE0, 2017). 2018 Nisan ayı itibarıyla 1184 veri setine ulaşılmıştır. Bu girişim ile birlikte birçok alanda veri kaynakları yayımlanmıştır. Bunun yanı sıra GeoNames², LinkedGeoData³, GeoLinkedData⁴, Ordnance Survey Linked Data⁵ vb. gibi proje ve girişimlere her geçen gün birisi daha eklenmektedir. Ordnance Survey, konumsal alanda İngiltere’de farklı konumsal verileri açık bağlantılı veri olarak sunan ilk haritalama kuruluşudur. Diğer çarpıcı bir girişim ise OpenStreetMap verisinin RDF olarak sunulduğu ve SPARQL ile sorgulanabilen LinkedGeoData dır. Benzer bir proje ise İspanya’daki konumsal verilerin RDF olarak yayımlandığı GeoLinkedData projesidir. Bu kapsamda son zamanlarda Yunanistan’da çok sayıda açık veri seti bağlantılı veri olarak yayımlandığı Yunanistan Bağlantılı Açık Veri Portalı⁶ ı kullanıcılara sunulmuştur. Konumsal alandaki benzer uygulamalar giderek artmaya devam etmiştir. Avrupa FP7 projesi olarak desteklenen TELEIOS projesinde Semantik Web ve Bağlantılı Veri Teknolojileri kullanılarak gerçek zamanlı yangın izlemeyi sağlayan servis geliştirilmiştir (Koubarakis vd., 2013). Servisin ana bileşeni, daha önceden bahsedilen Yunan Bağlantılı Açık Veri Portalı ile sunulan konumsal bağlantılı veri ve uydu görüntülerinden elde edilen sınıf noktaları depolayan bir konumsal RDF deposu olan Strabon (Kyzirakos vd., 2012) dur. Strabon, SPARQL 1.1 in genişletmesi olan stSPARQL sorgulama dili ile konumsal veriler için bir OGC standardı olan GeoSPARQL sorgulama dilini desteklemektedir. Ayrıca LinkedGeoData browser, Map4RDF, LODVisualization, Sextant gibi araçlar bağlantılı konumsal verileri kullanarak tematik haritaların üretilmesi için geliştirilen araçlardır.

2. BAĞLANTILI KONUMSAL VERİLERİN YAYIMLANMASI

Bağlantılı veriler farklı veri kaynaklarındaki verilerin web üzerindeki veri setlerine bağlanmasıyla birlikte veri kaynağı dışında bilgilere de ulaşılmış olacaktır. URI ve RDF nin sağladığı olanaklar sayesinde veri ve diğer veriler arasında ilişkiler esas alınarak yazılımlarla yönlü gezintiler sağlanabilecektir ve aranan veri hakkında daha fazla veriye ulaşılabilecektir. Çalışma kapsamında konumsal veri tabanlarında yer alan verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanması ve görselleştirilmesi için gerekli olan işlem adımları sunulacaktır. Bu işlem adımları; konumsal veri kaynağının belirlenmesi, Bağlantılı verilerin yayınlanması ve harita üzerinde görselleştirilmesi için GeoTriples⁷, Strabon, Sextant gibi Semantik Web ve Bağlantılı Veri Teknolojileri kullanılmıştır. Konumsal veri tabanında yer alan veriler öncelikle GeoTriples ile RDF verisi olarak yayımlanmıştır. SPARQL Endpoint olarak Strabon kullanılmıştır. Bağlantılı verilerin oluşturulması ve yayımlanması için önerilen yöntemin işlem adımları aşağıda verilmiştir.

2.1. Konumsal Veri Kaynağının Belirlenmesi

Konumsal verilerin büyük bir çoğunluğu ilişkisel veri tabanlarında yer almaktadır. İlişkisel veri tabanlarında tutulan konumsal veriler, varlıklara ait konumsal ve konumsal olmayan öznitelikleri içerir. Bunun yanında varlıklar arasında topolojik ilişkiler mevcuttur. Konumsal bağlantılı verilerin elde edilmesi için konumsal veri kaynaklarına ihtiyaç vardır. Konumsal veri kaynağı olarak ilişkisel veri tabanı kullanılmıştır. Veri tabanında yer alan katmanlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Katmanlar ve geometri tipleri.

Katman adı	Geometri tipi
Kara yolu	Çizgi
Akarsu	Çizgi
Göl	Alan
Sınırlar	Çizgi

2.2. Ontoloji Geliştirme

Ontoloji, belirli bir alanda sınıflar, özellikler, sınıflar arasındaki ilişkileri içeren bir modeldir. Gruber (1993), ontolojiyi “kavramsallaştırmanın açıkça belirtimi” olarak tanımlar. Amacı, ortak kavramsallaştırmaya dayanan programlar arasında bilgi paylaşımı ve birlikte işlerliği sağlamak olan ontolojiler için tasarım kriterleri ise yine Gruber (1995) tarafından önerilmiştir. Ontolojiler üst düzey ontoloji, alan ontolojisi, uygulama ontolojisi, görev

² <http://www.geonames.org>

³ <http://linkedgeodata.org/About>

⁴ <http://geo.linkeddata.es/>

⁵ <http://data.ordnancesurvey.co.uk>

⁶ <http://linkedopendata.gr/>

⁷ <http://geotriples.di.uoa.gr>

ontolojisi ve veri ontolojisi olarak isimlendirilmektedir. Ontolojilerin isimlendirilmesinde farklı ontoloji mimarileri önerilmiştir (Guarino, 1997; Klien ve Probst, 2005).

Seçilen veri tabanı şemasında yer alan kavramların semantik tanımları için ontolojilere ihtiyaç vardır. Veri ontolojisi ve alan ontolojisi kullanılarak veri tabanındaki kavramların semantik tanımları oluşturulur. Veri ontolojisi ve alan ontolojisi arasında ontoloji mimarisi dikkate alınarak ilişkiler belirlenir. Çalışma kapsamında veri ontolojisi oluşturulmuştur. Her bir veri sağlayıcısı verilerini tanımlamak için çoğunlukla kendi ontolojisini oluşturmaktadır. Bu oldukça gereksiz bir işlemdir. Mevcut ontolojiler veri tanımlarını içeriyor olabilir. Bu aşamada en büyük engel ontolojileri arama kriterleridir. Ontoloji arama motorları anahtar kavrama göre arama yapmaktadır. Bu durumda anahtar kavram veya kavramların nasıl belirleneceği, en uygun ontolojilerin hangi kriterlere göre bulunacağı çözüm bekleyen problemlerden sadece birkaçıdır.

Bağlantılı veri kullanıcılarına kendi verilerini Bağlantılı Açık Veri Bulutundaki veri kaynakları ile ilişkilendirerek verilerini zenginleştirmek amacıyla oluşturulmasına rağmen konumsal verilerin Bağlantılı Açık Veri Bulutu ile referanslandırılması için veri kaynakları çok sınırlıdır. Bu nedenle konumsal verilerin referanslandırılması için gerekli ontoloji uygulama kapsamında geliştirilmiştir.

2.3. Verilerin RDF'ye Dönüştürülmesi

Bağlantılı veri kapsamında URI ler gerçek dünya varlıklarını veya soyut kavramları tanımlar Semantik Web Teknolojileri tarafından kullanılmak amacıyla varlık ve kavram tanımlarının RDF verisi olarak ifade edilmesi gerekir. RDF bir veri formatı değil, subject (özne), predicate (yüklem) ve object (nesne) şeklinde bir RDF üçlüsü olarak veri kaynaklarını tanımlayan bir veri modelidir. Web üzerinde verileri yayımlamak için öncelikle bir RDF söz diziminde (RDF/XML, Turtle, N-Triples, vb.) dizi hâlinde yayımlanmalıdır. Konumsal veri, açık veri alanında önemli bir yere sahiptir. Konumsal veriyi bağlantılı veri yapan şüphesiz ontolojiler, konumsal veri tanımlamada kullanılan referans URI'lerdir.

Road hasGeometry Line
Subject-Predicate-Object

RDF üçlüsünün öznesi tanımlanan veri kaynağını belirleyen URI'dir. Nesne ya basit bir literal değer (karakter, sayı, tarih vb.) alır ya da nesne ile ilgili başka bir veri kaynağının URI'si olur. Yüklem ise genellikle özne ve nesne arasında yer alır, özne ve nesne arasındaki ilişkinin türünün ne olduğunu gösterir. RDF linkleri; iç RDF linkleri ve dış RDF linkleri olmak üzere ikiye ayrılır. İç RDF linkleri bir bağlantılı veri kaynağı içindeki kavramları ilişkilendirir. Böylece özne ve nesneye ait URI'ler aynı ad alanını (namespace) gösterir. Dış RDF linkleri ise farklı bağlantılı veri kaynakları tarafından gösterilen kavramları bağlar. Dış RDF linklerinin özne ve nesne URI'leri farklı ad alanlarına sahiptir. Dış RDF linkleri Webin Verisi için çok önemlidir ve bu çalışmanın odak noktasıdır.

Bölüm 2.1 Çizelge 1'de verilen katmanlardaki bütün verilerin RDF'ye dönüştürülmesi gerekir. İlişkisel veri tabanlarında bulunan verilerin RDF'ye dönüştürülmesi için gerekli veri kaynakları için kullanılan yazılım araçları Kara ve Cömert (2016) tarafından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadaki sonuçlara dayanarak ilişkisel veri tabanlarındaki verilerin RDF'ye dönüşümü için GeoTriples yazılımı kullanılmıştır.

Webin verisi heterojenlikle baş etmek için bir yandan farklı veri kaynaklarına referans vermeyi gerektirirken bir yandan da mümkün olduğunca kendi kendini tanımlayan verileri yayımlamayı gerektirir. Böylece RDF verisi olarak yayımlanan verilerin kendi tanımları (veri ontolojisi) oluşturulur ve bu tanımlara referans verilir.

Şekil 1. GeoTriples sistem mimarisi (Kyzirakos vd., 2014).

2.4. Verilerin Referanslandırılması

Tim Berners Lee (2006) tarafından tanımlanan Bağlantılı Veri İlkeleri web üzerinde yapıları verinin farklı veri kaynakları ile ilişkilendirilmesi ve yayımlanması için kuralları tanımlar. Bağlantı Veri İlkeleri'nden dördüncüsünde “Web üzerinde diğer veri kaynaklarına işaret eden RDF linkleri oluşturulmalıdır” ifadesi yer almaktadır. RDF linkleri genel olarak ilişki linkleri (relationship links), kimlik linkleri (identify links) ve kelime hazinesi linkleri (vocabulary links) olmak üzere üçe ayrılır. Bu bölümde sözü geçen RDF linkleri kelime hazinesi linkleri olarak değerlendirilmelidir. Veri setindeki varlıkları tanımlamak için web üzerindeki veri kaynakları ile kurulan bu linkler harici RDF linkleri (external RDF links) olarak adlandırılır. Teknik olarak web üzerindeki veri kaynağına işaret eden URI referansı RDF üçlüsünün nesnesi (object) veya yüklemi (predicate) durumunda olurken veri setindeki URI referansı RDF üçlüsünün öznesi (subject) olur. Böylece veri seti küresel veri uzayına bağlanmış olur ve veri seti kavramları hakkında ek bilgilerin bulunmasını sağlar. Bu URI'leri geri referanslandırma (dereferencing) bağlantılı kaynağın tanımını verir. Bu tanım daima diğer URI'lere işaret eden farklı RDF linklerini içerir. Bu aslında verinin webinde verilerin birbirleriyle nasıl ilişkilendirildiğini açıklar. Keza, Bağlantılı Veri tarayıcıları bu linkleri takip eder ve anahtar kelime veya kapsama göre ilerler.

Uygulama senaryosu kapsamında GeoTriples ile elde edilen RDF verisi henüz semantik olarak tanımlı değildir. Bu verilerin semantik tanımlarının oluşturulması için üst düzey ontoloji ve alan ontolojisi ile referanslandırılması gerekir. Bağlantılı veri yayımlamak için öncelikle veri tanımları için yeniden kullanılabilir tanımların bulunması gerekir. Aynı kavramı tanımlayan iki veri kaynağı URI'leri arasında RDF linki kurulur. Aşağıda verilen veri kaynakları bu eşleştirmeleri göstermek için kullanılan RDF linklerini tanımlar.

Web Ontology Language (OWL) (McGuinness ve van Harmelan, 2004)

RDF Schema (RDFS) (Brickley ve Guha, 2004)

Simple Knowledge Organization System (SKOS) (Miles ve Bechhofer, 2009)

OWL, RDFS, SKOS gibi veri kaynakları, herhangi bir veri kaynağını bağlantılı veri olarak yayımlarken, kavramlar arasındaki ilişkileri tanımlar. Bu veri kaynaklarındaki RDF linklerine örnek verilirse; owl:equivalentClass ve owl:equivalentProperty ifadeleri farklı veri kaynaklarında eşit olan terimleri ifade etmek için kullanılır. Benzer şekilde farklı veri kaynakları arasında RDF linkleri oluşturmak için rdfs:subClassOf, rdfs:subPropertyOf, skos:broadMatch, ve skos:narrowMatch, owl:sameAs vb. ifadeleri kullanılabilir. Konumsal veri kaynaklarındaki kavram tanımlarını oluşturmak amacıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu ve çok sayıda kelime hazineleri geliştirilmiştir. Konumsal veriler için bu veri kaynaklarından bazıları Dbpedia, Geonames vb. dir. Konumsal verilerin geometri tanımları için ise bir OGC standardı olan GeoSPARQL ontolojisi veya NeoGeo kelime hazinesi vb. kelime hazineleri kullanılabilir.

Bağlantılı veri kaynağındaki her bir URI farklı veri kaynaklarında aynı kavrama işaret eden URI ile ilişkilendirilir ve böylece veri kaynağında yer alan kavram veya varlık hakkında çok daha fazla bilgi RDF linkleri sayesinde elde edilir. Bağlantılı açık Veri Bulutunda mevcut ilişkiler için owl:sameas ilişkisi kurulur.

2.5. Veri Yayımlama ve Görselleştirme

Bu bölümde bağlantılı veri görselleştirme için mevcut yazılım araçları değerlendirilerek, en uygun yazılım aracı seçilerek örnek uygulama gerçekleştirilecektir. Bağlantılı Veri veya Bağlantılı Açık Verinin yayımlanması için henüz bir standart geliştirilmemiştir. Ancak bağlantılı verilerin yayımlanması için farklı yaklaşımlar vardır. Bu yöntemleri bir arada sunan iş akışı Şekil 2'de verilmiştir. Konumsal alanda konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanmasında standart bir yöntem henüz mevcut değildir. Ancak W3C 11 Ağustos 2018 tarihli Bağlantılı Veri Yayımlamak için En İyi Uygulamalar” konulu bir W3C Editörler taslağı yayımlamıştır. Yayımlanan bu taslağın amacı, hükümet yetkililerinin yüksek kalitede Bağlantılı Açık Veri yayımlamasına yardım etmektir. Taslak bağlantılı açık verilerin yayımlanması için bir iş akışı sunar ve işlem adımlarını açıklar. Bu çalışmalar konumsal alanda da benzer çalışmaların yapılacağını işaretçisidir. Bağlantılı verileri yayımlamak için farklı yöntemler önerilmiştir. Büch (2014) mevcut yaklaşımları ve araçları yaptığı çalışmada bir arada sunmuştur.

İlişkisel veri tabanlarında depolanan veriler RDF wrapperlarının ilişkisel veri tabanlarında kullanılmasıyla veriler kolay bir şekilde bağlantılı veri olarak yayımlanabilir. Basit olarak ifade etmek gerekirse sorgulanabilir yapıları veriden bağlantılı veriye geçilir. RDF wrapperları veri sağlayıcılarına ilişkisel veri tabanı yapılarından Bağlantılı Veri İlkelerine göre web üzerinde kullanılabilen RDF çizgelerine olan eşleştirmeleri tanımlamalarına izin verir. Bu ve benzeri şekilde veri kaynağı, RDF Deposu, RDF dosyası gibi farklı veri formatlarından bağlantılı verilerin

web üzerinde yayımlanması sağlanır. Bağlantılı veri yayımlama seçeneklerine ait iş akışı Şekil 2’de gösterilmiştir.

Şekil 2. Bağlantılı veri yayımlama seçenekleri ve iş akışı (Heath and Bizer, 2011).

Bağlantılı konumsal verileri aramak ve bulmak için bazı sistemler geliştirilmiştir:

Map4RDF: Map4RDF, geometrik bilgi ile zenginleştirilmiş RDF veri setleri aramak ve görselleştirmek için haritalama ve yönlü tarama aracıdır. Herhangi bir SPARQL Endpointi ile sunulan bağlantılı konumsal verilerin alınıp görselleştirilmesine izin verir. Açık kaynak kodludur ve bağlantılı konumsal verilerin sunulduğu SPARQL Endpointleri kolayca tanımlayarak yapılandırılabilir (De León, Wisniewski, Villazón-Terrazas, Corcho, 2012).

LinkedGeoDataBrowser: OSM bağlantılı verileri için web tabanlı bir görselleştirme aracıdır. Bağlantılı konumsal veri kaynaklarının yapısını görüntülemek amacıyla geliştirilmiştir. Sınıf ve örnekleri haritada seçilen bölge için görüntülenebilir. Kullanıcıya belirli sınıf ve örneklerini görüntülemek gibi filtreleme imkânı sunar (Stadler vd., 2012).

Spacetime: Özellikle DBpedia veri setleri için geliştirilen web tabanlı bir uygulamadır. DBpedia veri setlerinden konum ve zaman bilgisini kolayca çıkarabilir. Tasarlanan kullanıcı dostu arayüzüyle SPARQL sorgularının karmaşıklığını çözmeye çalışır (Valsecchi ve Ronchetti, 2014).

Facete: Server taraflı bir SPARQL Endpointine bağlanabilen kullanıcı taraflı bir javascript uygulamasıdır. RDF verilerinin konumsal içeriği için yönlü arama sunar. Fakat boyutu büyük RDF verilerinin konumsal içeriğini aramak mümkün olmaz. Çünkü çoğu durumda konumsal içerik bütün kaynaklarda ve örneklerde yönetilemez (Stadler, Martin, Auer, 2014).

Sextant: Zamansal verileri görüntüleme yeteneklerine sahip olan bağlantılı konumsal veriler için kapsamlı bir görselleştirme sistemidir. Web teknolojilerine dayanan bir araçtır ve birden fazla işletim sisteminde çalışır. Konumsal ve zamansal bilgiyi görüntülemek için Sextantı tam kapasiteyle kullanmak için mimari zamansal ve konumsal veriler için depolama ve sorgulama imkanı sunan Strabon ile entegre edilmelidir (Nikolaou et al., 2015).

DBpedia Atlas: Bağlantılı veri setlerinin ön izleme problemini ele alan görselleştirme sistemlerinden biridir. Bir veri setinin yapısını ve veri seti içerisindeki kaynaklar arasındaki ilişkileri anlamak için kullanıcılar büyük resme ihtiyaç duyar. Yani detaylı aramadan önce bir öngörüş sağlamak için veri setindeki örnekleri yorumlayarak harita benzeri bir gösterim sağlar (Valsecchi, Abrate, Bacciu, Tesconi, & Marchetti, 2015).

Cesium: 3 boyutlu yeryüzü modeline dayanan bir javascript kütüphanesidir. RDF verisini görselleştirmek için ontoloji ve örneklerini çözümleyebilen JOWL ile entegre edilmiştir. JOWL, semantik web dokümanlarını yönlendirmek ve görselleştirmek için kullanılan bir semantik javascript kütüphanesidir. Konumsal ontolojilerle tanımlanan geometri ve konumsal içerik Cesium tarafından çıkarılır çözümlenir ve yorumlanır. Enlem, boylam, kapsam, sınırlayan dörtgen gibi konumsal içerik 3 boyutlu yeryüzü modeli üzerinde harita ile gösterilir (Potnis & Durbha, 2016).

GeoYASGUI (GeoSPARQL Query Editor and Result Set Visualizer): Rietveld ve Hoekstra (2013, 2014, ve 2017) tarafından tanıtılan YASGUI (Yet Another SPARQL Graphical User Interface) bir geliştirme aracı olan web tabanlı bir SPARQL istemcisidir. Başlangıçta Hollanda kadastro kurumunun bağlantılı konumsal verisini görüntülemek amacıyla geliştirilmiştir. Veri görselleştirmenin farklı tiplerini SPARQL sorgu yazma özelliği ile entegre eder (Beek vd., 2017).

Geliştirilen bu sistemlerden Sextant'ın seçilmesinin nedeni diğerlerinin sınırlı özelliklerinin olmasıdır. Sextant iki ana fonksiyona sahiptir. İlk fonksiyonu çoklu SPARQL Endpointlerde yayımlanan bağlantılı konumsal verinin aranmasıdır. İkinci fonksiyonu ise KML, GeoJSON ve GeoTIFF gibi vektör ve raster formatlarda mevcut olan bağlantılı konumsal veri ve diğer konumsal bilgileri birleştirerek tematik haritaların oluşturulması, paylaşılması ve editlenmesidir. Şekil 3'te Sextant mimarisi verilmiştir.

Şekil 3. Sextant mimarisi (Nikolaou vd., 2015).

Bağlantılı konumsal verilerin yayımlanması ve seçilen katmanların tematik harita üzerinde gösterilmesi için Strabon Endpoint ve Sextant yazılımı kullanılmıştır. Öncelikle Çizelge 1'de belirtilen katmanlar GeoTriples yazılımı kullanılarak RDF'ye dönüştürülmüş ve bağlantılı konumsal veri olarak yayımlanmıştır. Sonrasında Sextant yazılımı Apache Tomcat ile çalıştırılmıştır ve bağlantılı konumsal veriler URI'leri ile birlikte Sextant ile tematik harita olarak gösterilmiştir. Yani ilişkisel veri tabanındaki veriler bağlantılı veri olarak yayımlanmıştır. Ve bağlantılı konumsal veri çizgi ve alan geometri tipinde harita üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 4. Nehir katmanı.

Şekil 5. Göl katmanı.

Şekil 4. İl sınır katmanı.

Şekil 5. Nehir, göl, il sınır katmanları.

3. SONUÇ

Bağlantılı veri ilkeleri verilerin yapılı olması, URI'lerle ifade edilmesi, yayımlanması ve görselleştirilmesi için bazı standartları beraberinde getirir. Bu standartlar veriler arasında bağlantı kurulmasına izin verir ve anlamlı veriler Semantik Web ve Bağlantılı Veri Teknolojileri ile bulunabilir hâle gelir. Bu çalışmada seçilen katmanlar bağlantılı konumsal verilere dönüştürülerek Strabon Endpoint ile yayımlanmıştır ve Sextant ile tematik haritaları oluşturulmuştur. İzleyen çalışmalarımızda SPARQL sorgusu gerçekleştirilecek ve sorgu sonucu harita üzerinde gösterilecektir.

Günümüzde konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanması son yılların popüler çalışma alanlarından biridir. Bu çalışmanın amacı konumsal verilerin bağlantılı veri olarak nasıl yayımlanacağını ve konumsal bağlantılı verilerin harita üzerinde gösterilmesi için gereksinimleri belirlemek ve bir yol haritası çizmektir. Ayrıca, son yıllarda önemi Semantik Web'te gittikçe artan konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanmasına ait işlem adımları ve sonuçlar sunulmuştur. Semantik Web'te konumsal uygulamaların gerçekleştirilmesi için konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayımlanması en acil gereksinimdir.

KAYNAKLAR

- Büch, H.**, 2014. Publishing Linked Data-different approaches and tools, Term Paper Course of studies: Library & Information Management Stuttgart Media University Faculty for Information and Communication, https://hdms.bsz-bw.de/files/1721/BuechHolger_PublishingLinkedOpenData_Kopie.pdf
- Beek, W., Folmer, E., Rietveld, L., ve Walker, J.**, 2017. GeoYASGUI: The GeoSPARQL Query Editor and Result Set Visualizer. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI, 39–42. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W2-39-2017>
- Berners-Lee, T.**, 2006. Linked Data-Design Issues, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. 7, 26, 82.
- Bizer, C., Heath, T. ve Berners-Lee, T.**, 2009, Linked data-the story so far, *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5 (3), 1-22.
- Brickley, D., ve Guha, R. V.**, 2004. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema - W3C Recommendation. <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>, 2004. 17, 24, 56.
- De León, A., Wisniewski, F., Villazón-Terrazas, B., ve Corcho, O.**, 2012. Map4rdf -Faceted Browser for Geospatial Datasets. In Using Open Data: Policy Modeling, Citizen Empowerment, *Data Journalism*. Retrieved from https://www.w3.org/2012/06/pmod/pmod2012_submission_33.pdf
- Gruber, T. R.**, 1993. A Translation Approach to Portable Ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220.
- Gruber, T. R.**, 1995. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *International Journal of Human Computer Studies*, 43(5–6): 907–928.

- Guarino, N.**, 1997. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration. In M. T. Pazienza (ed.) *Information Extraction: A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology*, Springer Verlag: 139-170.
- 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.
- Klien, E., ve Probst, F.**, 2005. Requirements for geospatial ontology engineering. In *8th conference on geographic information science (AGILE 2005)* (pp. 251-260).
- Koubarakis, M., Kontoes, C., ve Manegold, S.** (2013, March). Real-time wildfire monitoring using scientific database and linked data technologies. In *Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology* (pp. 649-660). ACM.
- Kyzirakos, K., Karpathiotakis, M., ve Koubarakis, M.**, 2012. Strabon: a semantic geospatial DBMS. In *International Semantic Web Conference* (pp. 295-311). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kyzirakos, K., Vlachopoulos, I., Savva, D., Manegold, S., ve Koubarakis, M.**, 2014. GeoTriples: a Tool for Publishing Geospatial Data as RDF Graphs Using R2RML Mappings. In *TC/SSN@ ISWC* (pp. 33-44).
- McGuinness, D. L., ve van Harmelen, F.**, 2004. OWL Web Ontology Language Overview - W3C Recommendation. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owlfeatures-20040210/>, 2004. 17, 24, 56.
- Miles, A., ve Bechhofer, S.**, 2009. Skos simple knowledge organization system - reference. <http://www.w3.org/TR/skos-reference/>, 2009. 24, 56.
- Nikolaou, C., Dogani, K., Bereta, K., Garbis, G., Karpathiotakis, M., Kyzirakos, K., ve Koubarakis, M.**, 2015. Sextant: Visualizing time-evolving linked geospatial data. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 35, 35–52.
- Stadler, C., Lehmann, J., Höffner, K., ve Auer, S.**, 2012. LinkedGeoData: A core for a web of spatial open data, *Semantic Web*, 3, 333–354. <https://doi.org/10.3233/SW-2011-0052>.
- Potnis, A. V, ve Durbha, S. S.**, 2016. Exploring Visualization of Geospatial Ontologies Using Cesium. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-1704/paper14.pdf>
- Rietveld, L., ve Hoekstra, R.**, 2013. YASGUI: Not Just Another SPARQL Client. *Extended Semantic Web Conference*, 78–86. Retrieved from <http://laurensrietveld.nl/pdf/Yasgui.pdf>
- Rietveld, L., ve Hoekstra, R.**, 2014. YASGUI: Feeling the Pulse of Linked Data. *EKAW 2014: Knowledge Engineering and Knowledge Management*, 441–452. Retrieved from https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-13704-9_34.pdf
- Rietveld, L., ve Hoekstra, R.**, 2017. The YASGUI Family of SPARQL Clients. *Semantic Web, SWJ* 8(3), 373–383. Retrieved from <http://www.semantic-webjournal.net/system/files/swj1001.pdf>
- Stadler, C., Martin, M., ve Auer, S.**, 2014. Exploring the Web of Spatial Data with Facete. <https://doi.org/10.1145/2567948.2577022>.
- Valsecchi, F., ve Ronchetti, M.**, 2014. Spacetime: a Two Dimensions Search and Visualisation Engine Based on Linked Data. In *SEMAPRO 2014 : The Eighth International Conference on Advances in Semantic Processing* (pp.8–12). IARIA, <http://www.iit.cnr.it/sites/default/files/semapro2014.pdf>
- Valsecchi, F., Abrate, M., Bacciu, C., Tesconi, M., ve Marchetti, A.**, 2015. DBpedia Atlas: Mapping the Uncharted Lands of Linked Data. In *Proceedings of the Workshop on Linked Data on the Web colocated with the 24th International World Wide Web Conference (WWW 2015)*. CEUR-WS.org.
- W3C SWEO**, 2017. Linking Open Data Community Project. Retrieved April 9, 2017, from <https://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>.