

## POI Verilerinin Semantik Tanımlarının Oluşturulması ve Görselleştirilmesi

### Generating Semantic Definitions and Visualization of POI Data

Gülten Kara<sup>1\*</sup>, Huriye Akcan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon/Türkiye.

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ

##### \*Sorumlu yazar:

Gülten Kara  
gispir@ktu.edu.tr

doi: 10.48123/rsgis.1254438

##### Yayın süreci

Geliş tarihi: 21.02.2023  
Kabul tarihi: 26.05.2023  
Basım tarihi: 28.09.2023

#### Özet

POI verileri, navigasyon, turizm, sosyal ağ, lojistik, çevrimiçi harita yapımı, arttırılmış gerçeklik, akıllı şehir çözümleri ve konum tabanlı oyunlar gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda bu alanlardaki uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte ilgi çekici nokta verilerinin toplanması ve güncellenmesi için kitle kaynak ve gönüllü coğrafi bilgi girişimleri ile üretilen veri kaynaklarına yönelim artmıştır. Bu veri kaynakları, ilgi çekici nokta verileri açısından zengin ve değerli bir veri kaynağıdır. Ancak bu veri kaynakları farklı şemalara sahiptir ve farklı ayrıntı düzeyinde veriler içermektedir. Bu durum, farklı veri kaynaklarından çıkarılan ilgi çekici nokta verilerinin eşleştirilmesinde veya analiz edilmesinde problemlere neden olmaktadır. Farklı veri kaynaklarındaki ilgi çekici nokta verilerinin kullanılabilmesi, sözdizimsel veya semantik ortak bir şemanın tanımlanmasına bağlıdır. Bu çalışmada farklı veri kaynaklarındaki ilgi çekici nokta verilerinin eşleştirilmesi problemi ele alınmıştır. Bu bağlamda, ilgi çekici nokta verilerinin Semantik Web uygulamalarında kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla POI Ontolojisi geliştirilmiştir ve ilgi çekici nokta verilerinin semantik tanımları oluşturulmuştur. İlgi çekici nokta verileri, Karma arayüzünde ontoloji ile ilişkilendirilmiştir ve RDF veri görselleştirme aracı olan Sextant kullanılarak görselleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İlgi çekici noktalar, Ontoloji, RDF, Konumsal veri kaynakları

#### Abstract

Points of interest data is used in several areas such as navigation, tourism, social network, logistics, online mapping, augmented reality, smart city solutions, and location based games. In recent years, with the spread of applications in these areas the tendency to data sources produced by crowd sourced and volunteered geographic information initiatives has increased for the gathering and updating of points of interest data. These data sources are a rich and valuable source of POI data. Nevertheless, these data sources have different schemas and contain data at different levels of detail. This causes problems in matching or analyzing points of interest data extracted from different data sources. Usability of points of interest data from different data sources depends on defining a common syntactic or semantic schema. In this study, the problem of matching points of interest data from different data sources is reviewed. In this context, POI Ontology has been developed to ensure the usability of point of interest data in Semantic Web applications and the semantic definitions of points of interest data have been created. Points of interest data is associated with ontologies in the Karma interface and visualized using Sextant, the RDF data visualization tool.

**Keywords:** Points of interest, Ontology, RDF, Spatial data sources

## 1. Giriş

İlgi çekici noktalar; ilgi noktaları, ilgi alanları veya yerler (places) gibi benzer anlamlarla geniş çaplı kullanıma sahiptir. POI kavramı, Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından “konum tabanlı bir servis isteğinde referans noktası veya hedef olarak kullanılabilen, bir adresle tanımlanmak yerine ad ile tanımlanan ve tür ile karakterize edilen, bir yer, ürün veya servisin bulunabileceği bir konum” olarak tanımlanmaktadır (OGC, 2022). Görevi, web üzerindeki POI verilerinin temsili için teknik şartnameler geliştirmek olan W3C POI Çalışma Grubu (W3C, 2022a) ise ilgi çekici nokta kavramını, konum bilgisi ile birlikte farklı öznitelik bilgilerini içeren noktalar olarak ifade etmektedir. Bu çalışma kapsamında ilgi çekici noktalar, makalenin tamamında POI kısaltması ile ifade edilmiştir. POI’ler ait oldukları konumu; genellikle ad, kategori, adres gibi o konuma ilişkin verilerle temsil ederler. POI’ler sadece bir koordinat çifti olacak şekilde basit ya da farklı verileri de içeren karmaşık bir yapıya sahip olabilmektedir. POI’ler ayrıca kitle kaynak, vatandaş bilimi ve gönüllü coğrafi bilgi yaklaşımları ile gönüllü kullanıcılar tarafından oluşturulabilir ve birbirinden farklı özniteliklere sahip olabilir. Bu öznitelikler; POI adı, enlem-boylam, tipi, id, URI, adres ve iletişim bilgileri gibi çeşitli öznitelikleri içermektedir (W3C, 2022b). Uygulama alanına bağlı olarak konum bilgisine sahip olan her detay, POI olarak temsil edilebilir ve farklı özniteliklere sahip olabilir. Bu yönüyle POI kategorisinde yer alacak detaylar çok geniş kapsamlı olabilir. Yani POI verilerinin çeşitli uygulama ve servislerde kullanımı, veri tanımlarının farklı ve özel biçimlerde tanımlanmasına neden olur. Bu durum ise farklı veri kaynaklarından çıkarılan POI verilerinin birlikte kullanımını engeller. Bunun nedeni ise uluslararası düzeyde tanımlanmış bir POI veri standardının olmamasıdır. Ancak bununla birlikte, W3C POI Çalışma Grubu tarafından 2012 yılında bir W3C tavsiyesi olmaya aday olan “Points of Interest Core” isimli taslak bir doküman yayınlamıştır (W3C, 2012). Bu model, web üzerindeki POI’ler hakkında bilgileri temsil etmek amacıyla oluşturulmuştur.

Farklı veri kaynakları, gerçekleştirilen uygulamalar gereği, veri şemalarındaki detay sınıflandırmaları farklılık göstermektedir. Farklı veri kaynaklarından POI verilerini çıkarmak için ilgili literatürde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yöntemlerden ilki, haritalar veya uydu görüntüleri kullanılarak gönüllü kullanıcılar tarafından manuel olarak POI verilerinin işaretlenmesi ve etiketlenmesine dayanır. İkinci yöntem, POI verilerinin otomatik detay çıkarma teknikleriyle elde edilmesine dayanmaktadır. Üçüncü yöntem, POI verilerinin adres bilgilerinin enlem boylama dönüştürülmesi olarak bilinen coğrafi kodlama (geocoding) işlemine dayanmaktadır. Dördüncü yöntem, mobil veya web uygulaması aracılığıyla gönüllü kullanıcılar tarafından POI verilerinin toplanması olarak tanımlanan kitle kaynak veya gönüllü coğrafi bilgi yaklaşımlarını temel almaktadır. Beşinci yöntem, POI verilerinin yapılandırılmamış metin verilerinden çıkarılması anlamına gelen doğal dil işleme tekniklerine dayanmaktadır. Altıncı yöntem ise, Google Maps, Foursquare, Yelp ve OpenStreetMap (OSM) gibi farklı web kaynaklarından web kazıma (web scraping) teknikleri ile POI verilerinin çıkarılması esasına dayanmaktadır. POI verilerinin elde edilmesi için kullanılan yöntemlerin avantajlı ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır. Bu nedenle hangi yöntemin kullanılacağı, verilerin kapsamı ve gerçekleştirilecek uygulama ile doğrudan bağlantılıdır. Herhangi bir yöntemle POI verilerinin elde edilmesinin ardından ilgili literatürde POI veri eşleştirme, veri entegrasyonu, veri birleştirme, veri bütünleştirme, veri füzyonu gibi benzer isimlerle adlandırılan işlem gerçekleştirilir. Ancak birçok veri kaynağından çıkarılan verilerin herhangi bir uygulama kapsamında kullanılması ise sözdizimsel veya semantik bir ortak şema veya modelin oluşturulması ile mümkündür.

Sözdizimsel eşleştirme geleneksel veri eşleştirme yöntemidir ve farklı veri şemaları arasındaki benzerliklerin tanımlandığı eşleştirme dosyalarına dayanmaktadır. Sözdizimsel veri eşleştirme yöntemini kullanan araştırma çalışmaları mevcuttur. Web üzerindeki veri kaynaklarından çıkarılan POI verilerinin sözdizimsel olarak entegre edilmesi ve birleştirilmesi için çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır. Spangenberg (2013), POI Core modelini baz alarak turizm açısından bir POI sınıflandırması yapmıştır. GPX (GPS Exchange Format) POI tanımlamasının sınırlı özelliklerinden dolayı, GPX waypoint (GPS konum koordinatları) sınıfını genişleten yeni bir yaklaşım önermiştir. Bu POI genişletmesinin web servisleri ve konum tabanlı servisler için kullanılabilmesi öngörülmüştür. Zhou vd. (2021), farklı veri kaynakları arasında veri birleştirme problemini ele alarak farklı veri kaynaklarındaki POI verilerini eşleştirmek için çok aşamalı bir yöntem önermiştir. Coğrafi detaylardan aday veri setlerini elde etmek için konumsal filtreleme işlemi gerçekleştirilir. Konumsal olmayan özelliklerin ağırlıkları, etiketli rasgele örneklerle makine öğrenmesine dayanan bir algoritma tarafından elde edilir. Çin’in Fuzhou şehrinde gerçekleştirilen bir uygulamada, örneklerin ortalama % 95’inin doğru bir şekilde eşleştirildiği gösterilmiştir. Farklı veri setlerinde yer alan POI verilerinin eşleştirilmesi için belirlenen öznitelikler “adı, enlem, boylam ve adres”tir. Veri birleştirme, özellikle farklı veri kaynaklarındaki POI verilerini toplayan coğrafi bilgi sisteminin sürdürülebilirliğinin sağlanmasındaki en önemli problemlerden birisidir. Gurav vd. (2021), farklı veri kaynaklarından alınan POI verilerini ve görüntü sunan iki farklı platformdan (Flickr, Mapillary) alınan coğrafi etiketli manzara görüntüleri kullanılarak veri birleştirmeyi gerçekleştirmek için çizge sinir ağlarının (graph neural networks-GNNs) uygulanmasını önermiştir. Çalışmanın ana amacı, kategorilere ayrılmış POI verileri ve coğrafi etiketli görüntü verileri değerlendirilerek, POI’ler hakkında mevcut olan bilgileri, ilgili görüntülerin içeriğiyle otomatik olarak artırmaktır. Semantik eşleştirme ise; Semantik Web Teknolojileri (SWT) kullanılarak POI verilerinin semantik tanımları arasındaki ilişkilere göre yapılan eşleştirmeye dayanır. Semantik Web, Tim Berners-Lee tarafından web üzerinde çok büyük miktarlardaki veri ve bilgi paylaşımını sağlamanın bir yolu olarak önerilmiştir (Berners-Lee, 1998).

Bu noktadan hareketle, semantik eşleştirme, farklı kaynaklardan çıkarılan POI verileri arasında veri paylaşımını gerçekleştirmek için gelecek vadeden yöntemlerden biridir. Çalışma kapsamında farklı kaynaklardan çıkarılan POI verilerinin semantik olarak eşleştirilmesi irdelenmiştir. Bu kapsamda öncelikle POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulduğu ve POI verileri arasında semantik eşleştirmenin gerçekleştirildiği akademik çalışmalara odaklanılmıştır. POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak için öncelikle mevcut ontolojilerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulmasına yönelik akademik çalışmalar değerlendirilmiştir. Tomai vd. (2006), web üzerinde ontolojilerin turizm alanında nasıl kullanılabilirliğini göstermek için metodoloji geliştirmiştir. Bir yeri ziyaret edecek olan kullanıcıların gezilerini planlamalarına yardımcı olmak için, kullanıcı profili ve turizm bilgileri / verileri ile ilgili olmak üzere iki ayrı ontoloji oluşturulmuştur. Kullanıcı profili ontolojisi, kullanıcının fiziksel özelliklerini ve tercihlerini tanımlarken Turizm ontolojisi ise farklı web siteleri incelenip ilgi çekici yerler belirlenerek geliştirilmiştir. Kullanıcı tercihlerini alan ontolojisi ile entegre etmeyi uygulanabilir bir yaklaşım olarak gören bir diğer çalışma Yingchen vd. (2009) tarafından yapılmıştır. Çalışmada kullanıcı tercihlerini dinamik olarak yakalayan ve kullanıcı geçmiş tercihlerini bir sönüm katsayısına ve bir zaman aralığına göre güncelleyen, ontoloji tabanlı kişiselleştirilmiş bir öneri yaklaşımı geliştirilmiştir. Alan ontolojisi ile Kullanıcı Profili Ontolojisi'nin entegrasyonu ile kullanıcı dinamik tercih ontolojisi oluşturulmuştur. Deneysel sonuçlar, yaklaşımın kullanıcı tavsiyelerinin hatırlanmasını ve doğruluğunu iyileştirebileceğini ve ayrıca kullanıcının daha çok ilgi duyduğu POI'ler sağlayabileceğini göstermektedir. Braun vd. (2010), kullanıcıların POI noktalarını oluşturabildiği, silebildiği ya da düzenleyebildiği bir mobil uygulama geliştirmiştir. Geliştirilen uygulamada kullanıcılar yeni bir POI verisi oluşturma ya da alma işleminde doğrudan POI ontolojisini kullanır ve tüm POI detaylarına ilişkin meta veriler bu ontoloji içerisinde bulunmaktadır. Kullanıcılara buldukları konuma göre POI'lerle ilgili önerilerde bulunmak için Özdikiş vd. (2011), ontoloji tabanlı bir yaklaşım önermiştir. Qall-Me ontolojisi, SiteCategory sınıfının alt kategorileri ve sınıflar için örnekleri (instances) eklenerek ve POI kategorileri arasındaki ilişkiler tanımlanarak genişletilmiştir. Ontolojideki SiteCategory sınıfı 37 POI sınıfı içermektedir ve GoogleMaps, GeoNames, DBpedia veri kaynaklarından elde edilen POI verileri ontolojideki sınıflarla ilişkilendirilmiştir. Yılmaz ve Erdur (2012), mobil kullanıcıların yakınlarında bulunan POI detayları ile ilgili olarak bilgi alabildikleri ve kullanıcıların birbiriyle iletişim kurabildikleri bir sistem geliştirmiştir. Sistem tasarımına uygun olarak ontolojiler genişletilebilir bir biçimde modellenmiştir. Bu modelde POI noktası isim, konum, zaman, tür, anahtar kelime ve hizmetlerden oluşmaktadır. SWT, kavramların tiplerini tanımlamaya, kavramlar arasında ilişki kurmaya ve bu tanımları kullanarak yeni bilgiler çıkarmaya imkân verdiği için içerik farkındalığı sağlanmış olur. Bu ise kullanıcıların çevresindeki POI, yollar, çevre ve hava koşulları, trafik durumu gibi bilgilerin kendilerine daha doğru ve anlamlı olarak sunulmasını sağlar. Bellini vd. (2014), çalışmada akıllı şehirler için yol ağı, yollarda mevcut hizmetler, trafik sensörleri vb. gibi verilerin elde edilmesi ve birleştirilmesi için bir sistem önermiştir. Sistem, hem statik hem de dinamik veriler dikkate alınarak çeşitli kaynaklardan gelen büyük bir veri hacminin yönetilmesine olanak tanır. Bu veriler, KM4City (Kent için Bilgi Modeli) adı verilen bir akıllı şehir ontolojisine eşleştirilir ve belirli kamu yönetimi uygulamaları ve girişimleri aracılığıyla kullanıcılara yeni hizmetler sağlamak için SPARQL sorguları yoluyla uygulamalar için mevcut oldukları bir RDF-Store ile depolanır. KM4City Ontolojisi Administration, Street-guide Point of interest, Public transport, Sensors, Temporal makro sınıfları altında sınıflar, nesne özellikleri (object properties) ve veri özellikleri (data properties) olarak geliştirilmiştir. Čerba vd. (2016), 2014-2017 yılları arasında SDI4Apps Projesi (SDI4Apps, 2022) kapsamında geliştirilen SPOI (Smart POInts of Interest) veri seti ile POI'ler için en büyük veri tabanını oluşturmuştur. Bu POI'ler çeşitli uygulamalar tarafından kullanılabilir ve kullanılan SPOI Ontolojisi 290 sınıf içermektedir. Ontolojideki sınıfların büyük bir çoğunluğu OSM detayları ve özneliklerinin anahtar ve değer çiftleri ile tanımlandığı harita detayları (Map Features) (OSM, 2022) ya da kullanıcı taleplerine göre geliştirilmiştir. Konumsal veri sağlama sürecini iyileştirmek için Yu vd. (2016), konumsal veri tedarik zincirinde tekrarlanan veri işleme ihtiyacını ortadan kaldırmanın bir yolu olarak veri birleştirmeye (data conflation) odaklanmıştır ve SWT'nin birleştirme sürecini otomatikleştirmek için nasıl kullanılabilirliğini ele almıştır. Önerilen yaklaşım kapsamında, konumsal veri kümeleri için ontoloji, geometri, topoloji ve politikalara dayalı ilgili kurallar oluşturulmuştur. Böylece oluşturulan ontoloji ve veri kümesinin daha sonra birden fazla amaca uygun tek yetkili ve güvenilir veri kaynağı olarak birden çok kuruluş tarafından kullanılabilir olacağı ileri sürülmüştür. Geliştirilen POI Ontolojisi kapsamında "POIClass, POISubtype, POIDomain, PointsOfInterest, Location, Adress" sınıfları ve "latitude, longitude, houseNum, roadName, locality, name, numType, roadType, hasPOIClass, hasPOIDomain, hasPOISubtype" özellikleri tanımlanmıştır. Çalışma konumsal veri birleştirme işlemini otomatikleştirmek için SWT'nin nasıl kullanılabilirliği üzerine odaklanmıştır. Aynı konuma ve adrese sahip POI detaylarını otomatik olarak ilişkilendirmek için SWRL (Semantik Web Rule Language) kuralları ile mevcut bilgiden yeni bilgiler çıkarılması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlarda veri tabanına oranla daha hızlı veri depolama ve veri değişimi sağlanmıştır.

Sosyal ağlar üzerinde kullanıcıların paylaştığı bilgiler genellikle konum bilgisi içeren POI'ler ile bağlantılıdır. POI'ler aslında kullanıcıların günlük yaşamlarındaki olaylar hakkındaki bilgilerin doğrudan içinde yer alır. Dolayısıyla aynı POI bilgileri farklı kullanıcılar tarafından paylaşılabilir. Bu bağlamda farklı platformlardan POI verilerinin toplanması ve eşleştirilmesi problemine Gao vd. (2016), tarafından yeni bir çözüm önerisi sunulmuştur.

Farklı veri kaynaklarından alınan verilerin entegre edilmesinde kümeleme veya veri sıralama algoritmaları yerine açık bağlantılı verileri kullanarak POI verilerinin depolanmasında ontolojilerin kullanıldığı yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşıma göre POI ontolojisi; POI, Şehir, Bölge/Ülke, Tipi sınıflarını ve POI sınıfı ile Enlem, Boylam, Yükseklik, Web sitesi, Telefon, Bina numarası, Cadde, Posta kodu, açık olduğu saatler gibi sınıflar arasındaki ilişkileri içermektedir. Böylece POI verisi depolama ve veri paylaşımının ontoloji tabanlı sistemlerle ileri düzeyde geliştirileceği öngörülmektedir. Yu vd. (2018), çalışmalarında 3 farklı POI veri setinin, tek bir veri seti olarak birleştirilmesi amacıyla bir ontoloji veri modeli tasarlanmıştır. Bu ontolojiden farklı veri kaynaklarının RDF formatına dönüşümü ve öznitelik verilerinin dönüşümünde yararlanılmaktadır. POI Ontolojisi POIClass, POISubtype ve POIDomain olmak üzere 3 sınıftan oluşmaktadır. Patroumpas vd. (2019), farklı kaynaklara ait POI verilerinin birleştirilmesi ve yönetilmesini sağlayan bir ontoloji geliştirmişlerdir. Farklı alan ve uygulamalara ait farklı türlerdeki POI verilerinin ortak olarak bulunan özelliklerinin alınması amaçlanmıştır. Geliştirilen ontolojide tanımlı özellikler gösterilmektedir. Belirli türdeki POI'ler için özelliklerin eklenebilir olması ontolojinin uygulamanın gereksinimine göre genişletilebilmesini sağlamaktadır. Palumbo vd. (2019), birden fazla veri kaynağından elde edilen POI verileri arasında kategorilerin eşleştirilmesi için ontoloji geliştirmiştir. Bu ontoloji ile POI verilerinin platformlar arası analizi etkinleştirilerek, konumsal ve kategorik kapsamın genişletilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca bu çalışma POI verilerinin arazi kullanımı haritalama ve nüfus modelleme uygulamalarında kullanımını desteklemektedir. Bu bağlamda arazi kullanım haritalarını ve nüfus dağılımı tahminini çoklu veri kaynaklarındaki POI kategorilerini birleştirme problemi ele alınmıştır. Gao vd. (2020), GPS izlerinden semantik iz bölmeyi uygulamak için SEMANTIC-SEG adlı bir çerçeve önermiştir. SEMANTIC-SEG, yukarıdan aşağıya gruplara ayırma ve aşağıdan yukarıya ontoloji tabanlı akıl yürütme açıklama adımlarını içerir. GPS okumalarından başlangıç hareket ve bitiş noktalarını belirleyerek semantik olarak iz bölme işleminin gerçekleştirilmesi için ontolojiler (Geometric Ontology, Trajectory Ontology, Geography Ontology, Application Domain Ontology) geliştirilmiştir. Coğrafya Ontolojisi kapsamında tanımlanan POI sınıfı bir ada ve konuma sahiptir ve bir kategoriye aittir. Ayrıca Uygulama Alan Ontolojisi içerisinde her bir POI detayı için tanımlanan farklı kategoriler (Restaurant, School, Shopping\_Mall, Transportation, vb.) yer almaktadır. Gala vd. (2021) kapalı ve açık mekânlarda kent turizmi için ontoloji geliştirmiştir. Kent turizm merkezlerinde yer alan POI verileri ontoloji kapsamında tanımlanmıştır. Ayrıca müze verilerinin CSV formatından RDF formatına dönüştürmek için çözümleyici (parser) geliştirilmiştir.

ISO, OGC, W3C gibi uluslararası kurumlara ek olarak harita servisi sunan OSM, GoogleMaps, Here, TomTom gibi platformlar POI verileri için farklı veri modeli kullanmaktadır. POI verilerinin birden çok farklı veri kaynağından farklı amaçlar için toplanması nedeniyle, POI verilerinin birleştirme sürecinde sınıflandırma ve kavramsal tanım farklılıklarından dolayı bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Cai vd. (2022), farklı kaynaklardaki POI verilerinin eşleştirme probleminin üstesinden gelmek için standart bir POI veri modeli ve ontoloji tabanlı bir POI kategori sistemi önermiştir.

Kültürel miras alanı özellikle SWT'nin ilk kullanıldığı alanlardan biridir. CIDOC CRM kültürel miras alanında en çok kullanılan ve en ünlü ontolojilerden biridir. Kültürel miras alanları, ziyaretçilerini onlar hakkında bilgi almaya çeken birçok POI noktalarını içerir. Ancak belirli bir POI hakkındaki veriler, insanlar, olaylar ve diğer nesnelere doğrudan bağlantılıdır ve bu nedenle karmaşık bir yapıya sahiptir. Ranjgar vd. (2022) kültürel miras bilgilerini konum bilgileriyle ilişkilendirmek için GeoSPARQL ontolojisi ile CIDOC CRM'deki ilgili kavramlar ilişkilendirilerek POI tabanlı bir veri modeli önermiştir. Böylece, kültürel miras alanlarında konum tabanlı servisler ve uygulamalar için veri modelini kullanarak kullanıcıların ziyaret ettikleri yerler hakkında istedikleri bilgilere ulaşmaları sağlanmıştır.

Farklı veri kaynaklarındaki POI verilerinin tek bir ontolojide birleştirilerek semantik tanımlarının oluşturulması için yapılan çalışmalarda uygulamaların kapsamı gereği ortak model olarak farklı şemalar kullanılmıştır. Ancak POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için W3C POI Çalışma Grubu çalışmaları dâhil olmak üzere mevcut literatürde standart olarak kabul edilen bir alan ontolojisine rastlanmamıştır. POI Çalışma Grubu tarafından 16 Mart 2012 tarihinde taslak olarak yayınlanan rapora göre POI veri modeli önerilmiştir. Bu model, bir POI varlığı ve bir POIS gruplama varlığından oluşur. Her POI, konumunu açıklayan bir "Location" varlığıyla birlikte tanımlayıcı bilgileri yakalamak için birçok öznitelige sahiptir. POI, POIS sınıfları ve alt varlıklarının tanımlanabileceği esnekliği en üst düzeye çıkarmak için her biri, özelliklerini tek bir ortak sınıftan devralır. Pratik anlamda bu, güncelleme zamanı, yazarlık, bağlantılar ve diğer sınıflandırmalar gibi özelliklerin veri modeli içinde birden fazla ayrıntı düzeyinde tanımlanmasına olanak tanır (W3C, 2012).

Web üzerinde POI verilerinin çıkarılmasına yönelik çalışmalar değerlendirildiğinde; POI verileri Here, OSM, Wikimapia, TomTom, GoogleMaps, Facebook, Foursquare, DBpedia, Wikidata, Wikipedia, Flickr, Eventful, Yelp gibi farklı veri kaynaklarından toplanmaktadır. Bu veri kaynaklarının veri erişim yöntemleri, POI sınıflandırmaları ve veri formatları farklılık göstermektedir. Farklı veri kaynaklarındaki POI verileri çoğunlukla id, POI adı, kategori veya türü gibi öznitelikler ve konum bilgisi içerirken diğer POI verileri bu bilgilerin yanı sıra iletişim bilgileri, çalışma saatleri, kullanıcı görüşleri ve sayısı, ortalama inceleme puanı, sunulan ürünlerin fiyatı hakkında bilgiler, fotoğraflar ve çeşitli öznitelikleri de tanımlayabilmektedir. POI verilerine ait bu özniteliklerin ilgili POI sınıfı ile ilişkilendirilerek birleştirilmesini gerektiren uygulama ve servislerde kullanımı; POI verilerinin semantik olarak tanımlarının oluşturulması ve eşleştirilmesi ile birlikte SWT'nin getirdiği bütün avantajları sağladığı anlamına gelmektedir.

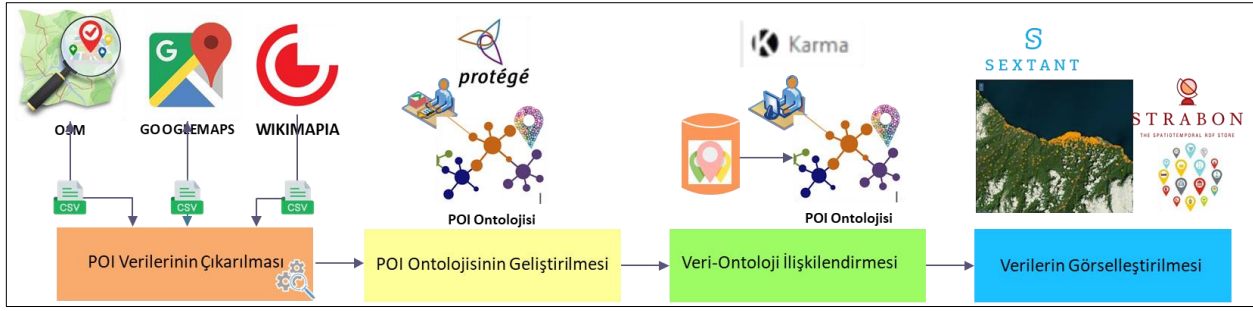
SWT ile farklı veri kaynaklarındaki POI verilerini tanımlama işlemi anlamsal olarak belirlendiği için veri birleştirme işlemi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Böylece SWT kullanılarak bilgisayar çıkarsama süreci aracılığıyla belirlenen kuralları yerine getirerek, ilgili veri kümeleri anlamsal olarak birbirine bağlanır ve entegre edilir. Böylece farklı veri kaynaklarındaki POI verileri anlamsal olarak birbirleri ile ilişkilendirilmiş olacağı için gerçekleştirilecek tüm uygulamalarda ihtiyaç duyulan POI verileri otomatik olarak tüm veri kaynaklarından çıkarılmış olacaktır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı; farklı veri kaynaklarında çıkarılan POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak ve bu tanımları kullanarak RDF POI verilerini harita üzerinde görselleştirmektir. Bu amaçla; WikiMapia, Google Maps ve OSM veri kaynaklarından çıkarılan POI verileri POI adı ve konumsal benzerliği açısından karşılaştırılmıştır. Belirlenen POI verilerinin Semantik Web uygulamalarında kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla semantik tanımlarının oluşturulması gerekir. POI verilerinin semantik tanımları için mevcut literatürde yer alan POI ontolojileri araştırılmıştır ve değerlendirilmiştir. POI verilerinin semantik tanımları için gerekli ontolojilerin belirlenmesinin ardından ontolojiler ve POI verileri, bir veri ve ontoloji birleştirme aracı olan Karma ile ilişkilendirilmiştir. Bütün kategorilerde yer alan POI verileri RDF olarak yayınlanmıştır. RDF olarak yayınlanan POI verileri, bağlantılı verileri görselleştirme aracı olan Sextant ile görselleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

POI verileri, ilk başta harita yapımı ve ölçme konusunda uzman kişiler ve ilgili kurum/kuruluşlar tarafından toplanmıştır. Ancak sonrasında Web 2.0 ile birlikte gelen uygulamalar ve internet şirketlerinin harita uygulamaları ile hem POI verilerinin sayısı artmıştır hem de geleneksel veri toplama yöntemlerine yeni bir veri toplama yaklaşımı eklenmiştir. Özellikle kitle kaynak ve gönüllü coğrafi bilgi yaklaşımlarının yaygınlaşması ve artan başarısı, bu yaklaşımların avantajlarının özellikle konumsal verilerin toplanması ve güncellenmesinde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesini gündeme getirmiştir. Bu çalışma OSM ve Wikimapia açık harita kaynaklarından alınan verilerin entegre edilmesi için ontoloji geliştirmeye odaklanmaktadır. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps, POI verileri açısından farklı ayrıntı düzeyleri dâhil olmak üzere oldukça farklı şemalara sahiptir. Kitle kaynak veya gönüllü coğrafi bilgi yaklaşımları kullanılarak oluşturulan konumsal veri platformları ile çok fazla konumsal veri üretilmesine rağmen web'deki veri kaynaklarında veriyi aramak ve bulmak hala çok zordur. Bunun yanında POI verilerine ihtiyaç duyan kullanıcıların farklı kaynaklarda bulunan POI verilerini birleştirmesi veya entegre etmesi beklenemez.

Farklı kaynaklardaki POI verilerinin içerikleri ve kapsamı birbirinden farklıdır. Bu verilerin kullanılacağı birçok uygulama farklı veri kaynaklarındaki bilgilerin birleştirilmesini gerektirir. Bu problem ise temel olarak veri eşleştirmeyi amaçlayan veri bütünleştirme veya birleştirme (data integration, data fusion, data blending, data mapping, data wrangling, data curation) işlemi ile çözülebilir. Ancak farklı veri kaynaklarının farklı şemalara sahip olması, veri kaynakları arasında veri eşleştirme işlemi zorlaştırmaktadır. Tek bir veri kaynağında sınırlı sayıda POI verisinin bulunması göz önüne alındığında kapsamlı bir POI veri seti oluşturmak için dağıtık veri kaynaklarındaki POI verilerinin entegre edilmesi veya birleştirilmesi çok önemli bir işlem haline gelmektedir. Farklı veri kaynaklarında yer alan POI verilerinin elde edilmesi için ilk adım veri çıkarma işlemidir. İkinci adım ise veri kaynaklarından çıkarılan veriler arasındaki eşleştirmelerin belirlenmesi ve ilgili kavramlar arasındaki bağlantıların kurulması veya ilişkilerin belirlenmesidir. Üçüncü adım ise kavramsal düzeydeki tanımlara bağlı olarak veri düzeyinde eşleştirmelerin (farklı veri kaynaklarında bulunan aynı sınıfa ait öznitelikleri birleştirerek) gerçekleştirilmesidir.

Yaygın kullanılan sözdizimsel yöntemlerle zor ve zaman alan konumsal veri birleştirme işleminde anlamsal farklılıkları belirlemek ve tanımlamak için ontolojiler en uygun çözümdür. POI verileri gibi konumsal veri içeren detayları, detaylar arasındaki ilişkileri tanımlamak ve farklı veri kaynaklarındaki POI verilerini eşleştirmek için semantik eşleştirme, sözdizimsel yöntemlere göre ontolojiler arasındaki benzerliğe dayandığı için çok daha etkili sonuçlar üretmektedir. Özellikle ontoloji kapsamında veya ontolojiler arasında tanımlanan ilişkiler yardımıyla SWT kullanılarak eşleşebilecek POI verilerinin bulunması ve ayrıca yeni bilgi ve verilerin çıkarsanması mümkündür. POI verilerinin geliştirilen ontolojiler ile ilişkilendirilmesi ve web üzerinde ilgili diğer semantik anlamlarıyla ilişkilendirilmesi, web üzerinde POI verilerinin diğer kullanıcılar tarafından bulunabilir olmasını sağlamaktadır ve Semantik Web uygulamalarında kullanılabilirliğini artırmaktadır. Bu amaçla, farklı veri kaynaklarından POI verilerinin çıkarılması ve semantik tanımlarının üretilmesinden sorgulanması ve görselleştirilmesine kadar gerçekleştirilen tüm işlem adımları Şekil 1'de detaylı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 1. İş akışı

İş akışında verilen POI verilerinin çıkarılması, POI Ontolojisinin geliştirilmesi, verilerin POI Ontolojisi ile ilişkilendirilmesi ve sorgulanan POI verilerinin görselleştirilmesi için gerekli işlem adımları bu bölümde detaylı bir şekilde verilmiştir.

## 2.1 Farklı Veri Kaynaklarından POI Verilerinin Çıkarılması

POI verileri genellikle büyük teknoloji şirketleri ve açık kaynaklı platformlar olmak üzere iki çeşit kaynaktan elde edilmektedir. Çalışma kapsamında POI verileri Trabzon ili kapsamında OSM, Wikimapia ve GoogleMaps harita kaynaklarından elde edilmiştir. OSM POI verileri OSM Sophox kullanılarak çıkarılmıştır. SPARQL sorguları ile bütün POI verileri csv formatında indirilmiştir. İndirilen verilerin koordinat sütunu enlem ve boylam ayrı sütunlarda olacak şekilde düzenlenmiştir. Wikimapia POI verileri GeoDeg Beta (GeoDeg, 2022) ve GoogleMaps POI Verileri Google Places API ile elde edilmiştir. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps POI kategorilerinin karşılıkları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** OSM POI türlerine karşılık gelen GoogleMaps ve Wikimapia POI türleri

Tema	POI Türü	OSM anahtar=değer çifti	Wikimapia POI türü	GoogleMaps POI türü
Alışveriş	AVM	shop=mall	shopping_mall_center	shopping_mall
	İs_merkezi	building=office	business_centre	-
	Acik_pazaryeri	amenity=marketplace	marketplace, store/shop	shopping_mall
	Kapali_pazaryeri	amenity=marketplace	marketplace, store/shop	shopping_mall
Ulaşım	Benzin_istasyonu	amenity=fuel	petrol_gas_station	gas_station
	Dinlenme_tesisi	highway=services, highway=rest_area	leisure, recreation area/ground	-
	Havaalanı	aeroway=aerodrome	airport, aviation	airport
	Otopark	amenity=parking, building=parking	parking	parking
	Arac_muayene_istasyonu	amenity vehicle_inspection	-	car_repair
	Otobus_duragi	amenity=bus_station, highway=bus_stop, public_transport=stop_position	bus_station	bus_station
	Metro_Duragi	public_transport=stop_area, public_transport=platform	tram_stop, metro/subway/underground_station, station	subway_station
	Tren_istasyonu	railway=station, public_transport=station, railway=halt, railway=tram_stop, public_transport=stop_position,	train_station, station	train_station
Terminal	building=transportation, public_transport=platform	bus_station	bus_station	

Tablo 1'in devamı

Tema	POI Türü	OSM anahtar=değer çifti	Wikimapia POI türü	GoogleMaps POI türü
Dini Tesis	Cami	building=mosque, amenity=place_of_worship + religion=muslim	mosque	mosque
	Cemevi	building=mosque, amenity=place_of_worship + religion=muslim	temple, mosque	mosque
	Mescit	amenity=place_of_worship + religion=muslim	mosque	mosque
	Kilise	building=church, amenity=place_of_worship + religion=christian	church	church
	Havra	building=synagogue, amenity=place_of_worship + religion=jewish	synagogue	synagogue
	Sinagog	building=synagogue, amenity=place_of_worship + religion=jewish	synagogue, masonic_t emple	synagogue
Eğitim Kurumu	İlkokul	amenity=school	school	Primary school
	Ortaokul	amenity=school	school	Secondary school
	Lise	amenity=school	school	school
	Üniversite	amenity=university	university	university
	Kurs	building=mosque, amenity=place_of_worship + religion=muslim	mosque	mosque
Finansal Kurum	Banka	amenity=bank	bank	bank
	ATM	amenity=atm	bank, atm, money_exchange	atm
Kültürel Tesis	Fuar_merkezi	amenity=community_centre	exhibition_centre	art_gallery
	Kültür_kongre_me rkezi	amenity=arts_centre, amenity=community_centre	congress_centre	art_gallery
	Kütüphane	amenity=library	library	library
	Müze	tourism=museum	museum	museum
	Tiyatro	amenity=theatre	theatre, amphitheatre	movie_theater
	Sergi_salonu	tourism=gallery	exhibition_centre	art_gallery
	Sinema	amenity=cinema	cinema	movie_theater
Resmi Kurum	Valilik	office=government	government	local_government_of fice
	Belediye	amenity=townhall	townhall	local_government_of fice
	Adliye	amenity=courthouse	courthouse	courthouse
	Noter	office=notary	notary, office_building	-
	Lojman	tourism=guest_house	embassy	lodging
	Jandarma	building=military	military, gendarmerie	-
	Polis	amenity=police	police_station	police
	Gumruk_binasi	barrier=border_control	customs, border_checkpoint, government, police_station	local_government_of fice
	Il_ozel_idare	building=government	-	local_government_of fice

Tablo 1'in devamı

Tema	POI Türü	OSM anahtar=değer çifti	Wikimapia POI türü	GoogleMaps POI türü
Sağlık Kurumu	Hastane	amenity=hospital, building=hospital	hospital, health	hospital
	Aile_sagligi_merkezi	amenity=clinic	hospital, health, clinic	hospital
	Poliklinik	amenity=clinic	hospital, health, clinic	hospital
Sanayi ve Üretim Alanı	OSB	landuse=industrial	industrial_area	-
	Sanayi_sitesi	landuse=industrial	industrial_area	-
	Fabrika	man_made=works	factory	-
	Atolye	craft=atelier	repair, workshop	-
Spor Tesisi	Stadyum	leisure=stadium, building=stadium	stadium, complex	stadium
	Spor_salonu	leisure=sports_centre, building=sports_hall	sport_venue, court, gym	gym
	Futbol_Basketbol_Tenis_Voleybol_Golf_sahasi	leisure=pitch + sport=soccer/basketball/tennis/volleyball/golf_course	stadium	stadium
Su, Kanalizasyon, Çöp	Cop_depolama_alani	landuse=landfill	-	-
	Aritma_tesisi	man_made=wastewater_plant	-	-
Tarihi ve Turistik Yer	Anit	historic=monument	monument	-
	Otel	tourism=hotel, building=hotel	hotel	lodging
	Hamam	amenity=public_bath	bathhouse	-
	Kaplica	amenity=public_bath	bathhouse	-
	Misafirhane	tourism=guest_house	-	lodging
	Plaj	natural=beach	beach	-
	Tarihi_alan	historic=archaeological_site	-	-
Tarım ve Hayvancılık	Tarim_hayvan_ciftligi	landuse=farmyard	-	-
	Tarimsal_uretim_alani	landuse=farmland	-	-
	Silo	man_made=silo	-	-
Anten ve Yüksek Yapı	Baz_istasyonu	man_made=mast	Base_transceiver/GSM_station	-
	TV_radyo_verici	man_made=communications_tower	tower, tv_tower	-
	Deniz_feneri	man_made=lighthouse	lighthouse	-
	Baca	man_made=chimney	-	-
	Vinc	man_made=crane	-	-
	Degirmen	man_made=watermill, man_made=windmill	miller, factory	-
	Kule	man_made=tower	tower	-
	Bayrak_diregi	man_made=flagpole	-	-
Yeşil Alan	Park	leisure=park	park	park
	Mesire_alani	tourism=picnic_site	park, camping	park
Mezarlık	Musulman	landuse=cemetery (religion=muslim)	cemetery	cemetery
	Hristiyan	landuse=cemetery (religion=christian)	cemetery	cemetery
	Yahudi	landuse=cemetery (religion=jewish)	cemetery	cemetery

Tablo 1'de yer alan tüm POI kategorileri için veriler OSM, Wikimapia ve GoogleMaps üzerinden çıkarılmıştır. Çıkarılan verilerin tek bir kategoride değil farklı kategorilerde yer aldığı Tablo 1'de görülmektedir.



## 2.2 Mevcut Ontolojilerin Değerlendirilmesi ve POI Ontolojisinin Geliştirilmesi

Farklı veri kaynaklarındaki POI verilerinin içeriği ve formatı birbirinden farklı olduğu için ve çıkarılan veri hiçbir semantik bilgi içermediği için farklı kaynaklardan çıkarılan POI verilerinin anlaşılması ve kullanılması zordur. POI veri kaynaklarından seçilen üç veri kaynağını entegre etmek için referans bir POI ontolojisi geliştirilmesi gerekir. Bu ontolojinin mevcut POI hiyerarşileri dikkate alınarak daha kapsamlı ve genişletilebilir bir alan ontolojisi olması temel amaçtır. Bu sınıflandırmayı kapsamlı hale getirmek için, hiyerarşi iki derinlik düzeyinde sınırlandırılmıştır. Ancak diğer POI veri kaynaklarının semantik tanımlarının oluşturulması için genişletilebilir. Ontolojiler bilginin anlamını açıkça ifade ettikleri ve bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir bir dil kullandıkları için içeriğinde kodlanmış bilgiyi kullanarak yeni bilgilerin çıkarsanmasına imkân vermekte ve akıllı hizmetlere ve uygulamalara daha fazla esneklik sunabilmektedir. Bu bağlamda POI verilerinin semantik tanımlarını oluşturmak için öncelikle mevcut ontolojilerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulmasına yönelik akademik çalışmalar değerlendirilerek mevcut ontolojilerin yeniden kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla ontoloji arama motorlarına erişim sağlanmadığı için POI ontolojileri ile ilgili literatür araştırılarak bulunan ontolojilerin içeriği ve kapsamı incelendiğinde; aşağıda verilen POI ontolojileri belirlenmiştir.

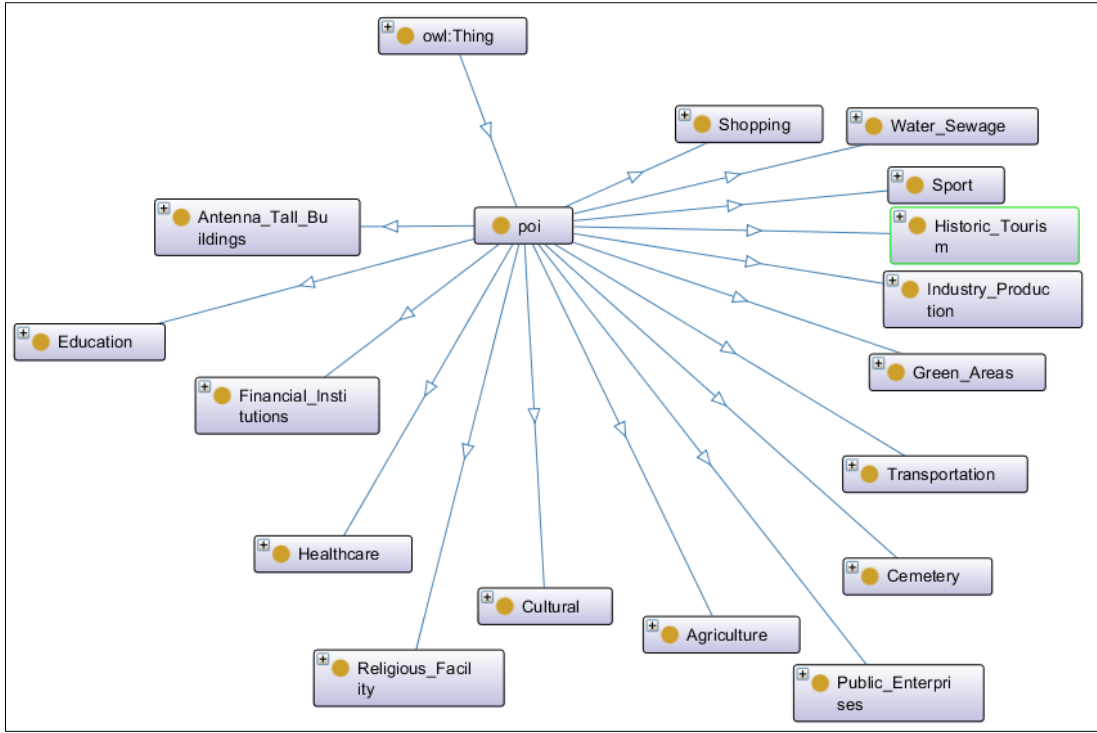
**SPOI Ontolojisi (Čerba vd., 2016):** SDI4Apps Projesi (SDI4Apps, 2022) kapsamında dünya genelinde çok sayıda POI verisi toplanmıştır. Toplanan veriler OSM ve GeoNames kategorileri değerlendirilerek SPOI (Smart Points of Interest) Ontolojisi oluşturulmuştur. SPOI Ontolojisi, XML, XML Şema, RDF, RDFS, SKOS, GeoSPARQL veya FOAF gibi kelime hazinelerini kullanmıştır.

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

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

Mevcut ontolojilerin kapsamı ve içeriği değerlendirildiğinde; POI Ontolojisi kullanıcılar tarafından bildirimde bulunan POI verilerinin toplanması ve semantik olarak eşleştirilmesi amacıyla geliştirilmiştir ve POI detayı için ortak öznelıklar belirlenmiştir. POI ontolojisi Gao vd. (2016), tarafından oluşturulmuştur ancak ontoloji web üzerinde yayınlanmamıştır. SPOI Ontolojisi ise dünya genelinde toplanan POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması amacıyla geliştirilmiştir. Geonames ve OSM POI kategorileri değerlendirilerek geliştirilen kapsamlı bir ontoloji olması sebebiyle kullanılması uygun görülmüştür. Bu çalışma kapsamında, oluşturulan POI Ontolojisi SPOI ontolojisi kullanılarak geliştirilen bir ontolojidir. Ayrıca POI detaylarının geometri tipleri için GeoSPARQL Ontolojisi kullanılmıştır. Sadece açık harita kaynakları değil diğer açık veri kaynaklarındaki POI verilerinin uygulamaya dâhil edilmesi durumunda SLIPO Ontolojisinin de semantik tanımların oluşturulmasında alan ontolojisi olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

SPOI Ontolojisi amacı ve kapsamı gereği, Tablo 1'de belirlenen POI kategorilerinin tema alanlarını içermemektedir. Ancak Tablo 1'de verilen POI türlerinin üst sınıfı veya eşdeğer sınıfı olabilecek POI türlerini içermektedir. Bu nedenle Tablo 1'de belirtildiği şekilde ontoloji sınıfları oluşturularak SPOI ontolojisinde üst sınıflar ve eşdeğer sınıflar belirlenerek eşleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun haricinde SPOI Ontolojisinde yer almayan POI kategorileri de POI Ontolojisine eklenmiştir. SPOI Ontolojisi, Büyük ölçüde OSM POI verileri dikkate alınarak hazırlandığı için bu kategorileri içermektedir. Ancak Wikimapia ve GoogleMaps POI verileri için bütün POI veri kategorilerini içermemektedir. Çıkarılan POI verilerinde farklılıkların ve benzerliklerin incelenmesi sırasında bir POI kategorisinde bulunmasına rağmen farklı POI kategorisinde değerlendirilebilecek verilerin bulunduğu belirlenmiştir. Bu veriler için POI ontolojisinde ilgili POI türleri tanımlanarak semantik tanımları ile ilişkilendirilmiştir. Veri özellikleri (data properties) ve nesne özellikleri (object properties) tanımlanmıştır. Oluşturulan POI Ontolojisinin genel görünümü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Protégé arayüzünde POI ontolojisinin genel görünümü

POI Ontolojisi'nin geliştirilmesi sürecinde ayrıca Tablo 1'de verilen POI kategorilerinin OSM, Wikimapia ve GoogleMaps POI kategorileri arasında benzer kategoriler için sınıflar arasında eşleştirme yapılmıştır. Bu işlem ile SPOI Ontolojisi'nin genişletilmesi sağlanmıştır. Eşleştirme işlemi sınıflar arasında 1-1, 1-n şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında farklı kaynaklardan çıkarılan POI verileri, ya id ile birlikte konum bilgilerini ya da ad ve kategori gibi birkaç öznitelik içermektedir. Ancak uygulamalar kapsamında kullanıcılar tarafından POI'ler hakkında zaman, hava durumu, ulaşım vasıtaları, park hizmeti, park ücreti, açılış saati, kapanış saati gibi kapsamlı tanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu öznitelikler de diğer POI veri kaynaklarından ekleneceği düşünülerek veri öznitelikleri kısmına eklenmiştir.

### 2.3 POI Verileri ile Ontolojilerin İlişkilendirilmesi

Farklı veri kaynaklarındaki verilerin ilgili ontolojiler ile ilişkilendirilmesinin amacı verilerin semantik olarak birlikte işlerliğini sağlamaktır. Yani, farklı veri kaynaklarının şemalarını anlamsal olarak ilişkilendirmektir. Örneğin, iki farklı veri kaynağından gelen cadde isimleri gerçek dünyada aynı caddeyi ifade edebilir. Ancak veri düzeyinde semantik olarak eşleştirmelerin gerçekleştirilmesi durumunda farklı iki kaynaktan gelen cadde isimlerinin aynı cadde ismine karşılık geldiği çıkarılabilir. Veri düzeyinde semantik olarak eşleştirme işleminin gerçekleştirilmesi semantik tanımların oluşturulması ile mümkündür. Geleneksel veri eşleştirme yaklaşımlarında çıkarsama işleminin gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Konumsal verilerin büyük bir çoğunluğu ilişkisel veri tabanlarında tutulmakta olup kapalı dünya varsayımına (closed world assumption) göre çalışmaktadır. Ancak bunun tersine ontolojiler açık dünya varsayımına (open world assumption) dayanmaktadır ve mevcut verilerden yeni verilerin çıkarsanmasına imkân vermektedir. Bu bağlamda POI verilerinin veri düzeyinde anlamsal olarak eşleştirilmesi ise kavramsal düzeyde eşleştirme ile mümkündür.

POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması için POI Ontolojisi içindeki sınıfların verileri ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Karma, verilerin ontoloji sınıfları ile ilişkilendirilmesini sağlar ve ardından ontolojiyi baz alarak bu sınıfları birbirleri ile ilişkilendiren bir model önerir. Kullanıcılar daha sonra otomatik olarak oluşturulan modeli ayarlamak için sistemle etkileşime girer. Bu işlem sırasında kullanıcılar, farklı formatlarda ifade edilen verileri normalleştirmek ve yeniden yapılandırmak için verileri gerektiği gibi dönüştürebilir. Model tamamlandığında, kullanıcılar entegre verileri RDF olarak yayınlatabilir veya bir veri tabanında saklayabilir (KARMA, 2021). Belirtilen yönleri ile Karma, eşdeğeri yazılımlara üstünlük sağlaması ve özellikle ontolojiler ve veriler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Ontolojiler ve verilerin içe aktarılması için Karma arayüzünde dosyaların içe aktarılmasıyla gerçekleştirilir. Ontolojiler ve POI verileri içe aktarıldıktan sonra POI verileri Şekil 3'te gösterildiği gibi görüntülenmektedir.

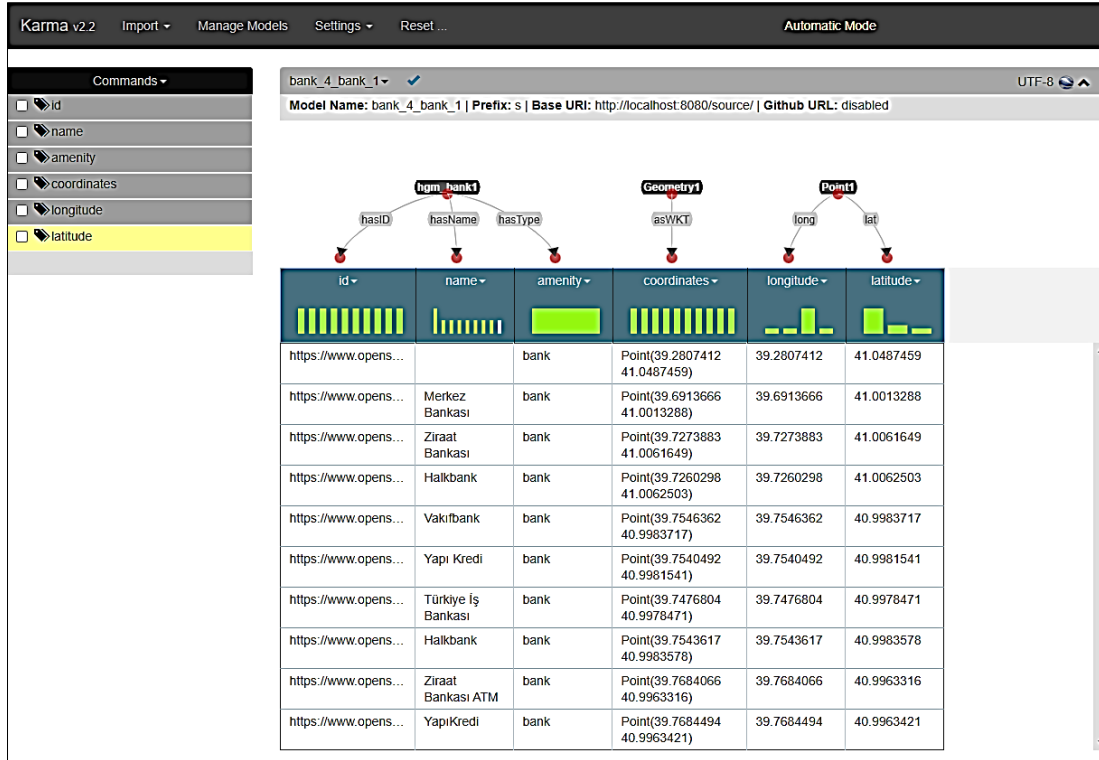
id	name	amenity	coordinates	longitude	latitude
https://www.opens...		bank	Point(39.2807412 41.0487459)	39.2807412	41.0487459
https://www.opens...	Merkez Bankası	bank	Point(39.6913666 41.0013288)	39.6913666	41.0013288
https://www.opens...	Ziraat Bankası	bank	Point(39.7273883 41.0061649)	39.7273883	41.0061649
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7260298 41.0062503)	39.7260298	41.0062503
https://www.opens...	Vakıfbank	bank	Point(39.7546362 40.9983717)	39.7546362	40.9983717
https://www.opens...	Yapı Kredi	bank	Point(39.7540492 40.9981541)	39.7540492	40.9981541
https://www.opens...	Türkiye İş Bankası	bank	Point(39.7476804 40.9978471)	39.7476804	40.9978471
https://www.opens...	Halkbank	bank	Point(39.7543617 40.9983578)	39.7543617	40.9983578
https://www.opens...	Ziraat Bankası ATM	bank	Point(39.7684066 40.9963316)	39.7684066	40.9963316
https://www.opens...	YapıKredi	bank	Point(39.7684494 40.9963421)	39.7684494	40.9963421

Şekil 3. Karma arayüzünde bank.csv dosyasının görüntülenmesi

Karma ile verilerin semantik tanımlarının oluşturulması için POI.owl, POI verilerinin geometri tipinin tanımlanması için geosparql.rdf ve verilerin enlem boylam bilgilerinin tanımlanması için geo\_2007.owl ontolojileri içe aktarılmıştır. Semantik tanımlar için tabloda her bir öznitelik üzerine tıklanarak semantik tipler ilgili ontolojiler ile ilişkilendirilmiştir. Örneğin Şekil 3'te verilen bank.csv dosyasındaki id özniteliği POI ontolojisindeki bank sınıfı ile arasında hasID ilişkisi kurularak Şekil 4'te verildiği gibi tanımlanmıştır. Tablodaki verilerin her bir sütunu için semantik ilişkilerin kurulması yani verilerin ontolojilerle ilişkilendirilmesi bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4. Karma arayüzünde semantik ilişkilerin tanımlanması

Veri ve ontoloji arasındaki ilişkilerin tanımlanmasından sonra veriler ve ontoloji arasındaki ilişkiler Şekil 5'te verildiği gibi görülmektedir.

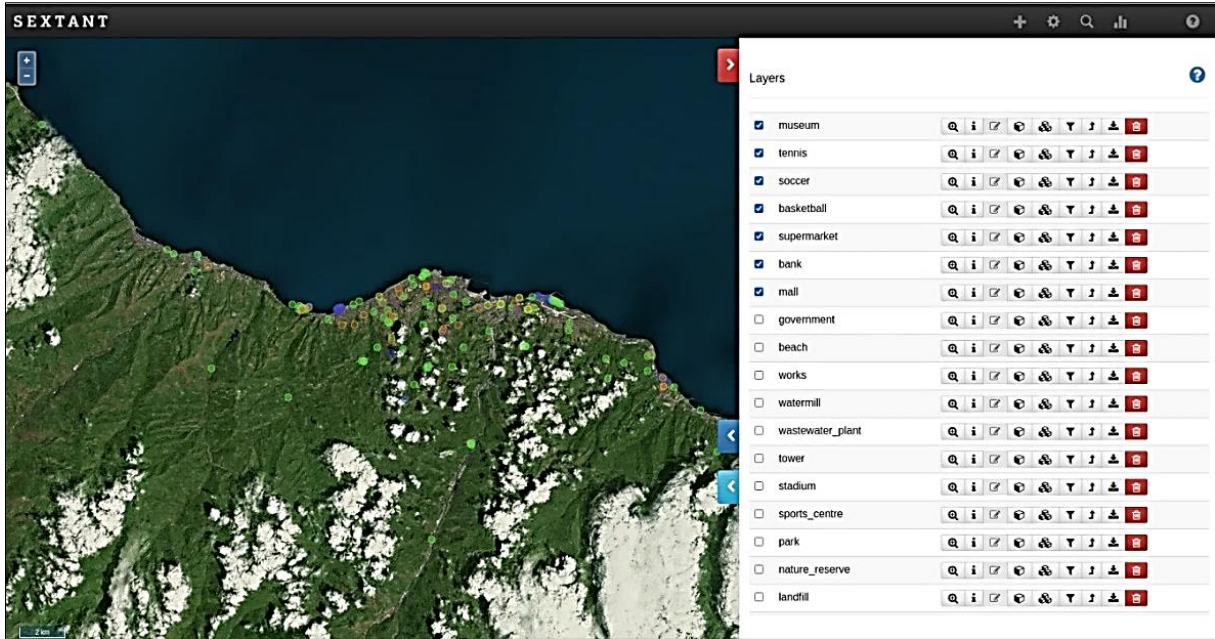


Şekil 5. Karma arayüzünde semantik ilişkilerin tanımlanması

Veriler ile ontolojiler ilişkilendirildikten sonra Karma arayüzünde RDF dosyası oluşturulmuştur. Bütün POI verileri için oluşturulan RDF dosyaları <https://www.gultenkara.com/data/> bağlantısı ile yayınlanmıştır. Örneğin banka için bağlantılı veri <https://www.gultenkara.com/data/bank.ttl> şeklinde yayınlanmıştır.

## 2.4 POI Verilerinin Görselleştirilmesi

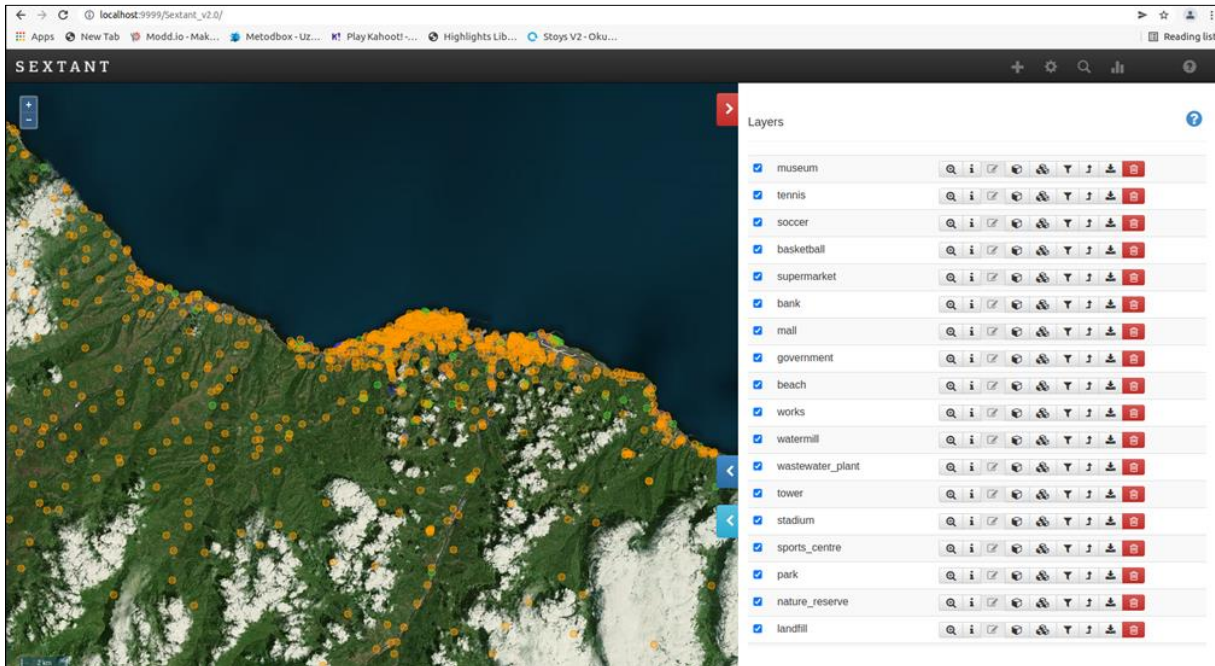
Karma yazılımı ile verilerin ontolojilerle ilişkilendirilmesinden sonra yayınlanan bağlantılı veriler Sextant (SEXTANT, 2021) yazılımı ile görselleştirilmiştir. Sextant, bağlantılı konumsal verileri görselleştirmek, incelemek için web tabanlı ve mobil kullanıma hazır bir platformdur. Sextant KR-Suite (KR-Suite, 2021) Docker kapsamında kurulan bir yazılımdır. KR-Suite GeoTriples, Strabon ve Sextant yazılımlarını içerir. Ubuntu işletim sisteminde kurulum tamamlandıktan sonra KR-Suite klasöründe iken terminalde rocket.sh komutu ile GeoTriples, Strabon, Sextant başlatılır. Tarayıcıda localhost:8080 adresi ile Sextant yazılımı açılır. RDF verileri Strabon'a yüklenir. POI RDF verileri üzerinden SPARQL sorguları gerçekleştirildikten sonra OSM, GoogleMaps ve Wikimapia POI verilerinin bütün kategorilerinde veri görselleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 6'da gösterildiği gibi OSM, GoogleMaps ve Wikimapia POI RDF verilerinden müze, tenis sahası, basketbol sahası, süpermarket, banka, alışveriş merkezi POI veri kategorileri renklendirilerek harita üzerinde gösterilmiştir. Bağlantılı verilerin yüklenmesinden sonra POI türleri katman rengi varsayılan olarak sarı renk ile gösterilmektedir. Belirtilen POI türleri için farklı renkler belirlenmiştir.



Şekil 6. Renklendirilmiş POI türleri

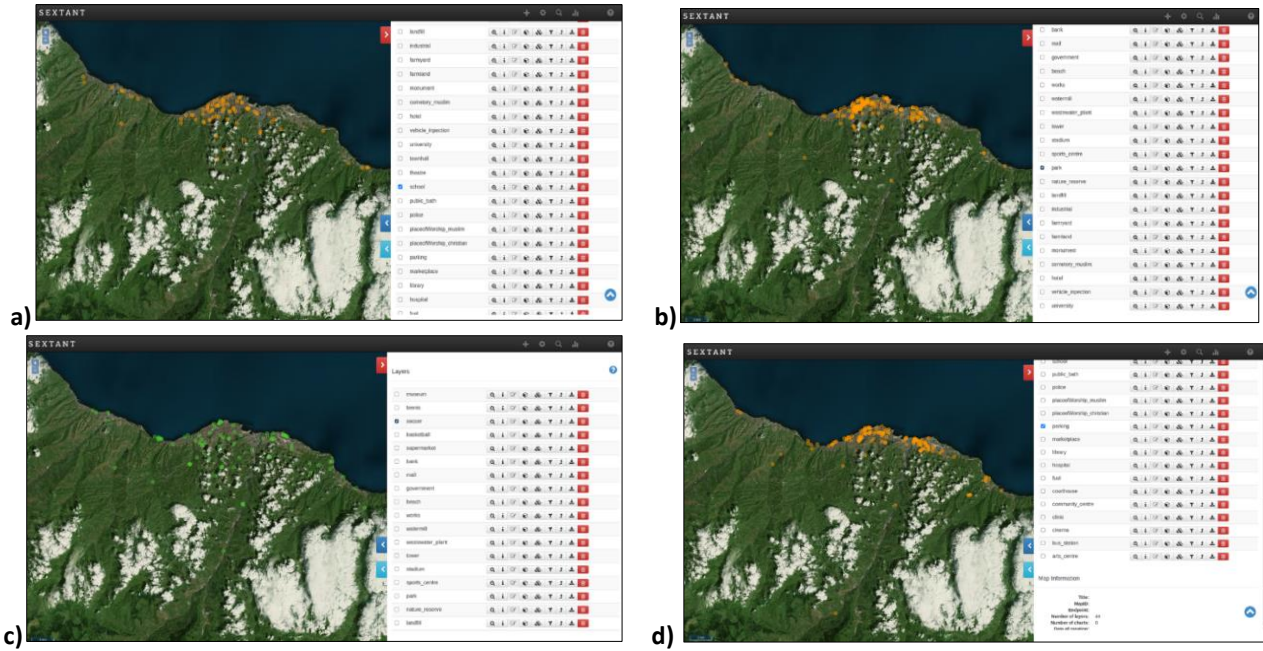
Sextant, Strabon üçlü deposu (triple store) ile entegre çalışmaktadır. Strabon üzerinde gerçekleştirilen sorgu sonuçları Sextant ile görüntülenebilmektedir. Böylece farklı kaynaklardaki POI verileri semantik tanımları sayesinde eşleştirilerek OSM, GoogleMaps, Wikimapia veri kaynaklarında yer alan POI verileri birleştirilerek kullanıcıya sunulmaktadır.

POI türlerinden müze, tenis sahası, futbol sahası, basketbol sahası, kapalı pazaryeri, banka, alışveriş merkezi, valilik, plaj, fabrika, değirmen, arıtma tesisi, kule, stadyum, spor salonu, park, milli park, çöp depolama alanı, organize sanayi bölgesi, tarım/hayvan çiftlikleri, tarımsal üretim alanı, anıt, müslüman mezarlığı, otel, araç muayene istasyonu, üniversite, belediye, tiyatro, okul (ilkokul, ortaokul, lise), hamam ve kaplıca, polis, cami, kilise, otopark, açık pazaryeri, kütüphane, hastane, benzinlik, adliye, fuar merkezi, sağlık ocağı ve poliklinik, sinema, otobüs durağı, kültür/kongre merkezi türündeki POI katmanlarının hepsi harita üzerinde açıldığında Şekli 7'deki gibi gösterilmektedir.



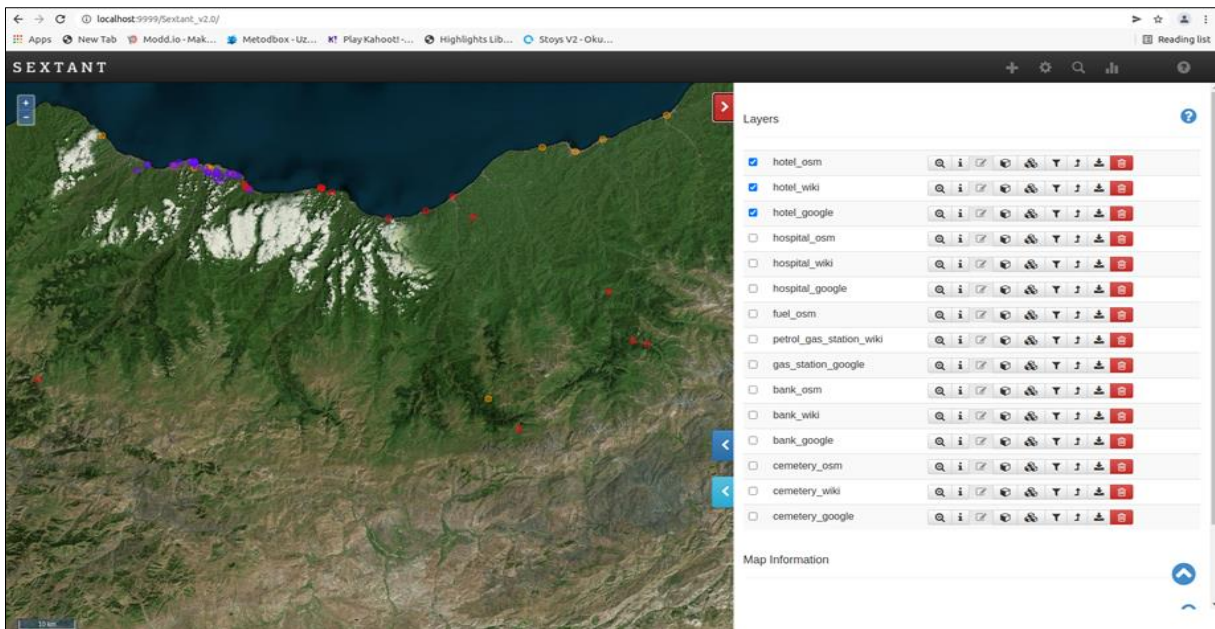
Şekil 7. Bütün POI türlerinin gösterilmesi

Sextant arayüzünde lejant gösterimi bulunmadığı için OSM, GoogleMaps ve Wikimapia RDF verileri sorgulanarak okul, park, futbol sahası ve otopark verilerinin ayrı ayrı gösterimi Şekil 8’de verildiği gibi Sextant ile gösterilmiştir.

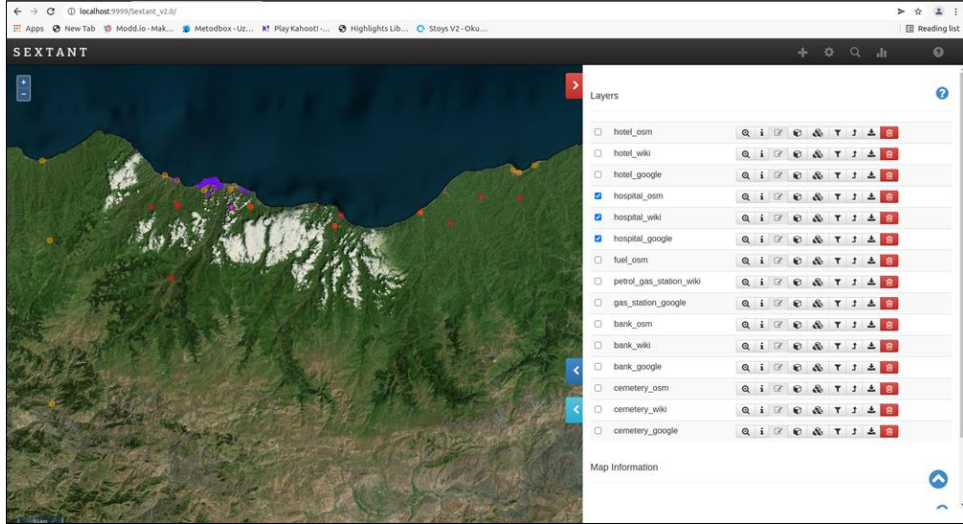


Şekil 8. Farklı POI verilerinin tek katman olarak gösterilmesi: a) okul, b) park, c) futbol sahası, d) otopark netlik

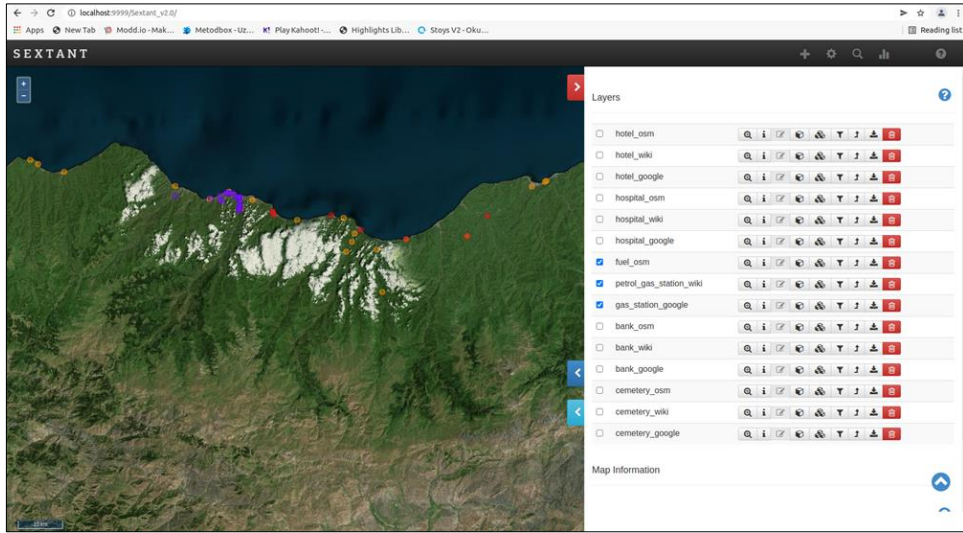
Farklı harita kaynaklarından çıkarılan POI verileri ontolojilerle ilişkilendirildikten sonra Şekil 9-10-11-12-13’te verildiği gibi Sextant ile görselleştirilmiştir. Farklı harita kaynaklarından çıkarılan verilerde aynı detaya ait veriler çok azdır. POI verileri OSM, Wikipedia ve GoogleMaps olmak üzere farklı harita kaynaklarından gelen verileri ayırt etmek için ayrı RDF dosyaları olarak kaydedilmiştir.



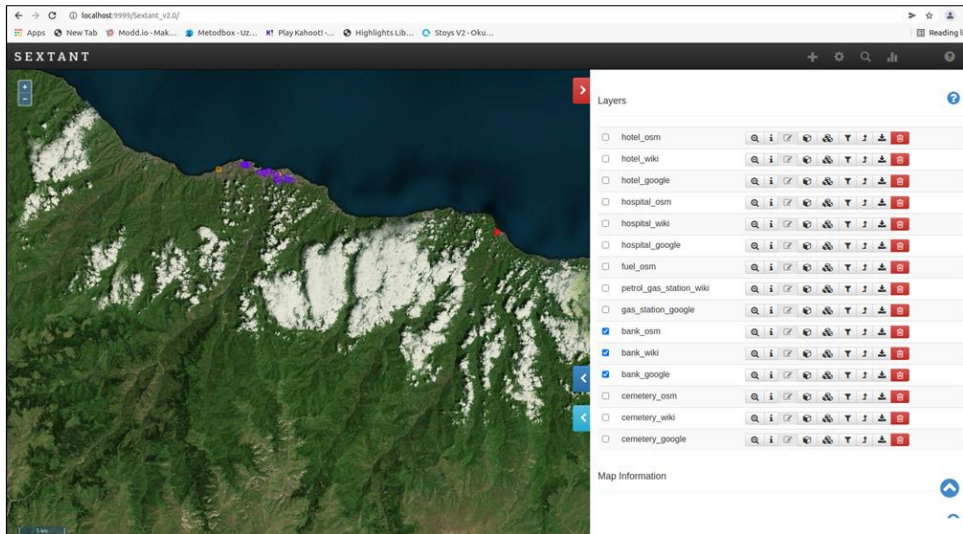
Şekil 9. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps otel POI türündeki veriler  
(\*OSM POI verileri sarı, Wikimapia POI verileri kırmızı ve GoogleMaps POI verileri mor renkle gösterilmiştir)



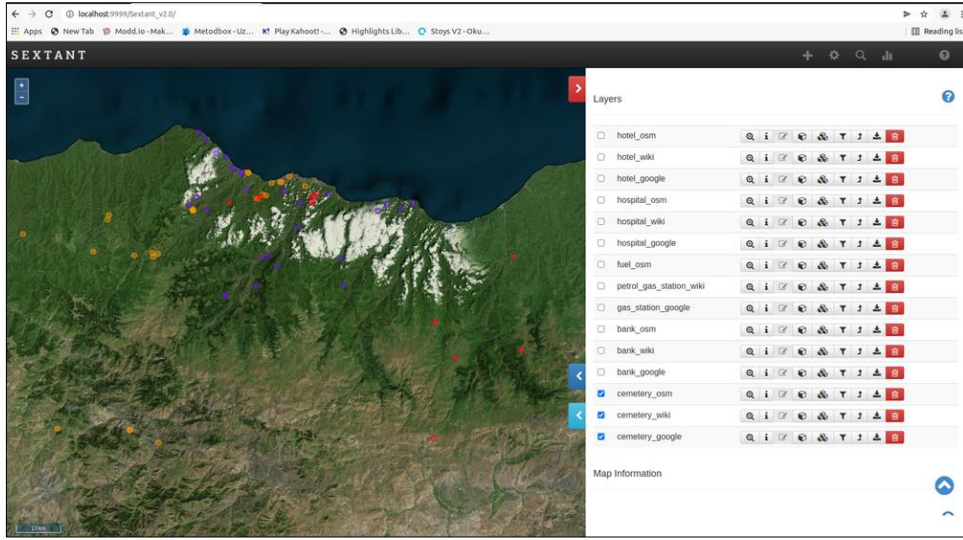
Şekil 10. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps hastane POI türündeki veriler



Şekil 11. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps benzin istasyonu POI türündeki veriler



Şekil 12. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps banka POI türündeki veriler



Şekil 13. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps mezarlık POI türündeki veriler

Seçilen POI kategorilerinde çıkarılan veriler Şekil 9-10-11-12-13'te görüldüğü gibi farklı harita kaynaklarından gelen verilerle her bir kategori için daha fazla sayıda POI verisi elde edilmiştir. SWT'nin semantik zenginliğinden yararlanılarak oluşturulan semantik tanımlar, farklı veri kaynaklarından gelen POI verilerini birleştirmek ve sorgulayarak yeni bilgiler çıkarsamak için global bir standart oluşturmaktadır.

Strabon RDF üçlü deposu üzerinde gerçekleştirilen GeoSPARQL sorgusu ile elde edilen verilerin görselleştirilmesi sağlanır. Sorgu sonucunda elde edilen veriler geleneksel CBS yazılımları tarafından gerçekleştirilen konumsal sorguların yanında sorgu sonucunda çıkarsanan verileri de içermektedir. Mevcut POI verilerinden yeni verilerin çıkarılması veya çıkarsanmasındaki semantik zenginlik ontoloji modelinin kapsamına ve kullanılan dile bağlıdır. Geliştirilen POI ontolojisi, hem SPOI ontolojisini genişletmekte hem de OSM, GoogleMaps ve Wikimapia POI kategorileri arasındaki semantik eşleştirmeleri içermektedir. POI ontolojisi ile ilişkilendirilen POI verileri SPARQL veya GeoSPARQL ile sorgulanarak anlamsal olarak eşitilmiş olacaktır.

### 3. Sonuçlar

POI verileri konumsal veri altyapılarının en temel gereksinimlerinden biri olarak kabul edilmektedir. POI verileri özellikle navigasyon sistemleri ve mobil navigasyon uygulamaları, arttırılmış gerçeklik uygulamaları, harita yapımı çalışmaları, turistik bilgi sistemleri, sosyal ağ uygulamaları, konum tabanlı servisler, lojistik uygulamaları, mobil seyahat uygulamaları gibi daha birçok uygulama ve servislerde kullanılmaktadır. Bu nedenle farklı veri kaynaklarında yer alan POI verilerinin içeriğinin toplanması ve verilere her yerden erişim, farklı uygulamalarda POI verilerinin kullanımı için temel gerekliliktir. POI verilerinin yüksek ticari değeri ve önemine rağmen, web üzerinde farklı veri kaynaklarındaki POI verileri, farklı formatlarda ve farklı şemalarda sunulmaktadır. Bu durum farklı veri kaynaklarındaki POI verilerinin bulunmasının veya birleştirilmesinin önündeki en büyük engeldir. Bunun nedeni, geleneksel veri eşleştirme yönteminin anlamsal değil sözdizimsel tanımlara dayanmasıdır. Anlamsal veri eşleştirme işleminin gerçekleştirilmesi, POI veri kaynaklarındaki POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulmasını gerektirir. POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması ilgili kavramların, kavramlar arasındaki ilişkilerin ve kısıtlamaların açık bir şekilde belirtimi olarak tanımlanan ontoloji ile mümkündür. Bu nedenle çalışma kapsamında farklı veri kaynaklarındaki POI verilerinin eşleştirilmesini sağlamak için POI ontolojisi geliştirilmiştir. Geliştirilen POI Ontolojisi farklı kaynaklardan çıkarılan POI verilerinin anlamsal olarak eşleştirilmesini sağlar.

Veri eşleştirme veya veri birleştirme işleminin anlamsal olarak kolay, doğru ve hızlı bir şekilde otomatik olarak gerçekleştirilmesi ancak semantik tanımların oluşturulması ile mümkündür. Bunun öncelikli gereksinimi ise ontolojilerin oluşturulmasıdır. Ancak POI verileri için farklı uygulamalarda kullanılmak üzere çeşitli ontolojiler geliştirilmesine rağmen, POI ontolojisi henüz standart olarak benimsenmemiştir. Bu açıdan özellikle içeriği ve amacı itibarıyla alan ontolojisi düzeyinde SPOI ontolojisinin yaygın kullanılan bir ontoloji olacağı öngörülmektedir. Böylece farklı şemalara sahip veri kaynakları arasında semantik veri eşleştirme işleminin gerçekleştirilmesinde yalnızca bir kez veri şemalarının ontolojilerinin oluşturulması yeterlidir. Yani çok az kullanıcı müdahalesiyle anahtar kelimelerden bağımsız POI veri birleştirme veya eşleştirme işlemi ortak bir formatta birleştirilmiş olacaktır.



Böylece, farklı kaynaklardaki POI veri karmaşıklığının yönetimi ve veri birleştirme işlemleri anlamsal olarak gerçekleştirilecek ve aynı zamanda semantik tanımlar kullanılarak veri çıkarsama desteği sağlanacaktır.

POI verilerinin ilgili ontolojilerle ve web üzerindeki veri kaynakları ile ilişkilendirilmesi, farklı kaynaklardan gelen farklı şemalara sahip POI verilerinin semantik tanımları kullanılarak POI verilerinin çıkarılmasından doğrulanmasına kadar tüm Semantik Web uygulamalarının gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.

Farklı uygulama ve servislerde kullanılacak POI verileri farklı açık web harita kaynaklarında yer almaktadır. Özellikle Web 2.0, kitle kaynak ve gönüllü coğrafi bilgi uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte POI verilerinin sayısı ve çeşitliliği büyük bir hızla artmıştır. Ancak farklı veri kaynaklarından gelen POI verilerinin farklı şemalara sahip olması, kullanıcılar tarafından POI verilerinin bulunmasını veya kullanılmasını zorlaştırır. Mevcut durumda bu problemin sebebi, POI verilerini içeren veri kaynakları arasında veri birleştirme, veri eşleştirme veya veri uyumluluğu gibi işlemlerin semantik olarak gerçekleştirilmemesi ve çok fazla kullanıcı müdahalesi gerektirmesidir. SWT kullanılarak tüm POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması, web üzerinde ilgili tüm POI kavramları arasındaki ilişkileri tanımlayan global bir yönlü çizge oluşturulduğu anlamına gelmektedir. SWT teknolojileri kullanılarak bu çizge üzerinde yapılan aramalarda istenilen kriterlere uygun POI verilerine erişim sağlanmış olacaktır. Özellikle çoğu veri kaynağının şeması POI verilerini doğrudan sunacak şekilde tasarlanmamıştır. Bu durum ilgili POI kategorilerinin isim ya da ad özniteliklerinden çıkarılmasını gerektirir. OSM, Wikimapia ve GoogleMaps'ten çıkarılan POI verilerinin semantik tanımlarının oluşturulması ile birlikte farklı kategorilerde yer alan fakat anlamsal olarak benzer veya aynı olan POI verilerinin görselleştirilmesi sağlanmıştır. Gelecek çalışmalarda diğer POI veri kaynaklarının semantik tanımlarını oluşturarak bulunabilecek verilerin kapsamının genişletilmesi hedeflenmektedir. Açık kaynak harita platformları tarafından sunulan POI verilerinin birleştirilmesi ve entegre edilmesi için şaşırtıcı bir şekilde çok az çalışma mevcuttur. Gelecek çalışmalarda geliştirilen POI ontolojisi açık kaynak harita platformlarında sunulan tüm POI verilerini kapsayacak şekilde genişletilmesi gereklidir. Böylece POI verilerinin semantik tanımlarının bir kez oluşturulması web üzerinde tüm Semantik Web uygulamalarında her zaman bulunması ve kullanılmasına ortam hazırlayacaktır.

## Kaynaklar

- Bellini, P., Benigni, M., Billero, R., Nesi, P., & Rauch, N. (2014). Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services. *Journal of Visual Languages & Computing*, 25(6), 827-839.
- Berners-Lee, T. (1998). *Semantic web road map*. Retrieved from <https://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>
- Braun, M., Scherp, A., & Staab, S. (2010). *Collaborative creation of semantic points of interest as linked data on the mobile phone*. Arbeitsberichte des Fachbereichs Informatik. Retrieved from [https://kola.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/395/file/2010\\_01\\_Arbeitsberichte.pdf](https://kola.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/395/file/2010_01_Arbeitsberichte.pdf)
- Cai, L., Zhu, L., Jiang, F., Zhang, Y., & He, J. (2022). Research on multi-source POI data fusion based on ontology and clustering algorithms. *Applied Intelligence*, 52, 4758-4774.
- Čerba, O., Charvát, K., Mildorf, T., Bērziņš, R., Vlach, P. & Musilová, B., (2016). SDI4Apps Points of Interest Knowledge Base. In G. Gartner, M. Jobst, & H. Huang (Eds.), *Progress in Cartography* (pp. 229-237), Switzerland: Springer.
- Gala, A. P. D. L., Cardinale, Y., Dongo, I., & Ticona-Herrera, R. (2021, March). Towards an ontology for urban tourism. In *36th Annual ACM Symposium on Applied Computing, 2021. Proceedings*. (pp. 1887-1890). ACM.
- Gao, J., Cao, B. & Fan, H. (2016, November). Point of interest data storage using ontology. In *3rd International Conference on Systems and Informatics, 2016. Proceedings*. (pp. 1122-1126). IEEE.
- Gao, Y., Huang, L., Feng, J., & Wang, X. (2020). Semantic trajectory segmentation based on change-point detection and ontology. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(12), 2361-2394.
- GeoDeg. (2022, Eylül 10). *GeoDeg Beta*. Retrieved from <http://geodeg.com>.
- Gurav, R., De, D., Thakur, G., & Fan, J. (2021, November). Conflation of geospatial POI data and ground-level imagery via link prediction on joint semantic graph. In *4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on AI for Geographic Knowledge Discovery, 2021. Proceedings*. (pp. 5-8). ACM.
- KARMA. (2021, Ekim 22). *KARMA - A data integration tool*. Retrieved from <https://usc-isi-i2.github.io/karma/>.
- KR-Suite. (2021, Kasım 07). *KR-Suite*. Retrieved from <https://github.com/GiorgosMandi/KR-Suite-docker>.
- OGC. (2022, Kasım 11). *Open geospatial consortium glossary of terms-P*. Retrieved from <https://www.ogc.org/ogc/glossary/p>.
- OSM. (2022, Ekim 12). *Map features*. Retrieved from [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_features](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_features).
- Özdikiş, O., Orhan, F., & Danismaz, F. (2011, June). Ontology-based recommendation for points of interest retrieved from multiple data sources. In *International Workshop on Semantic Web Information Management, 2011. Proceedings*. (pp. 1-6). ACM.
- Palumbo, R., Thompson, L., & Thakur, G. (2019, November). SONET: a semantic ontological network graph for managing points of interest data heterogeneity. In *3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Geospatial Humanities, 2019. Proceedings*. (pp. 1-6). USDOE.

- Patroumpas, K., Skoutas, D., Mandilaras, G., Giannopoulos, G., & Athanasiou, S. (2019, August). Exposing points of interest as linked geospatial data. In *16th International Symposium on Spatial and Temporal Databases, 2019. Proceedings*. (pp. 21-30). ACM.
- Ranjgar, B., Sadeghi-Niaraki, A., Shakeri, M., & Choi, S. M. (2022). An ontological data model for points of interest (POI) in a cultural heritage site. *Heritage Science*, *10*, 13. doi: 10.1186/s40494-021-00635-9.
- SDI4Apps. (2022, Nisan 19). *SDI4Apps: Project information*. Retrieved from <https://sdi4apps.eu/project-information/>.
- SEXTANT. (2021, Kasım 07). *Sextant*. Retrieved from <http://sextant.di.uoa.gr>.
- Spangenberg, T. (2013). Standardization, modeling and implementation of points of interest - a touristic perspective. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, *6*(6), 59-70.
- Tomai, E., Michael, S., & Prastacos, P. (2006, September). An ontology-based Web-portal for tourism. In *2nd International workshop on web portal-based solutions for tourism and other business areas, 2006*.
- W3C. (2012). *Points of Interest Core*. Retrieved from <https://www.w3.org/2010/POI/documents/Core/core-20111216.html#pois>.
- W3C. (2022a, Eylül 10). *Points of Interest (POI) Working Group*. Retrieved from <https://www.w3.org/2010/POI/>.
- W3C. (2022b, Ekim 09). *Points of interest working group*. Retrieved from [https://www.w3.org/2010/POI/wiki/Main\\_Page](https://www.w3.org/2010/POI/wiki/Main_Page).
- Yılmaz, Ö., & Erdur, R. C. (2012). iConAwa—An intelligent context-aware system. *Expert Systems with Applications*, *39*(3), 2907-2918.
- Yingchen, X., Junzhong, G., Jing, Y., & Zhengyong, Z. (2009, July). An ontology-based approach for mobile personalized recommendation. In *2009 IITA International Conference on Services Science, Management and Engineering, 2009. Proceedings*. (pp. 336-339). IEEE.
- Yu, F., West, G., Arnold, L., McMeekin, D., & Moncrieff, S. (2016, February). Automatic geospatial data conflation using semantic web technologies. In *Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference, 2016*. (pp. 1-10). ACM.
- Yu, F., McMeekin, D. A., Arnold, L. & West, G. (2018, January). Semantic web technologies automate geospatial data conflation: conflating points of interest data for emergency response services. In *LBS 2018: 14th International Conference on Location Based Services, 2018*. (pp. 111-131). Springer.
- Zhou, Y., Wang, M., Zhang, C., Ren, F., Ma, X., & Du, Q. (2021). A points of interest matching method using a multivariate weighting function with gradient descent optimization. *Transactions in GIS*, *25*(1), 359-381.