

OpenStreetMap Yerleşim-içi Yollarına Ait Etiket Bilgilerinin Karşılaştırılmasıyla Gönüllülerin Katkı Sağlama Eğilimlerinin İncelenmesi

(Analyzing the Contribution Trends of Volunteers by Comparing Tag Metadata of OpenStreetMap Residential Roads)

Müslüm HACAR 

Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kartografya Anabilim Dalı, 34220, Esenler/İstanbul
mhacar@yildiz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 22.04.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 29.06.2020

ÖZ

Coğrafi bilgilerin gönüllüler tarafından üretilmesi ve paylaşılması son yıllarda giderek artmaktadır. Gönüllülük esaslı faaliyetlerin akademik bir çalışma ile ele alınıp incelenmesi, katkı sağlanan verilerin gelişimini olumlu yönde etkileyecektir. En popüler gönüllü coğrafi bilgi platformu olan OpenStreetMap aracılığıyla gönüllü katılımcılar, çevrimiçi bir arayüzden faydalanarak katkı sunmaktadır. Katılımcılar, coğrafi veri oluşturma, bu verilere ait semantik etiket bilgilerini üretme ve var olan veri ve etiket bilgilerini güncelleme işlemleriyle büyük gezegen verisini (planet.osm) giderek daha kapsayıcı hale getirmeye çalışmaktadır. Birçok araştırmacı OpenStreetMap verilerinin kalitesini inceleyen ölçüler hakkında çeşitli çalışmalar yapmışken, az sayıda çalışma veriyi üreten gönüllü katılımcıların davranışlarını incelemiştir. Bu çalışmada, yerleşim alanlarındaki OpenStreetMap yol (highway=residential) verilerine ilişkin çeşitli etiket bilgileri karşılaştırılarak, gönüllü katılımcıların yerleşim alanlarında veri girişi eğilimleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Gönüllülerin semantik katkılarının istatistiki değerleri kullanılarak karşılaştırmalı grafikler üzerinden çeşitli ilişkiler kurulmuş ve yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, OpenStreetMap gönüllülerinin residential (yerleşim-içi) yolların isimlerine daha fazla katkı sağladıklarını göstermiştir. Bununla birlikte, proje amacının gönüllüler tarafından anlaşıldığı ve o yönde aktiviteler gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Buna karşın, gerçekleştirilen tüm katkılar semantik çeşitlilik bakımından oldukça iyi olsa da semantik bilgilerin tamlığı bakımından değerlendirildiğinde yeterli değildir.

Anahtar Kelimeler: OpenStreetMap, gönüllü coğrafi bilgi, yerleşim-içi yollar, katılımcı davranışı

ABSTRACT

Generating and sharing of geographic information by volunteers has been increasing in recent years. Analyzing volunteer-based activities in an academic study will positively affect the development of the contributed data. Through OpenStreetMap, the most popular volunteer geographic information platform, volunteer contributors take advantage of an online interface. Contributors are trying to make the big planet data (planet.osm) more inclusive with the processes of creating geographic data, generating the semantic tag information of this data and updating the existing data

and label information. While many researchers have argued in several studies about the measures analyzing the quality of OpenStreetMap data, few studies have investigated the behaviours of volunteer contributors. In this paper, a study about the contribution trends of volunteers in residential areas was conducted by comparing several tag information of OpenStreetMap residential roads. Using the statistical values of the volunteers' semantic contributions, various relationships have been established and interpreted on comparative charts. The results show that OpenStreetMap volunteers adopt contributing to the names of residential roads as a priority task. Besides, it was determined that the purpose of the project was understood by the volunteers and they carried out activities in that direction. Although the contributions are quite good in terms of semantic diversity, they are not sufficient when considering the completeness of semantic information.

Keywords: OpenStreetMap, volunteered geographical information, residential roads, contributor behaviour

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle beraber mekânsal veri üretimi de hızla artmaktadır. Özellikle çeşitli özel ve kamu kurum ve kuruluşlarında istihdam edilen yetişmiş uzman personel tarafından, küresel konumlama sistemi (GPS), optik/radar uydu sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla gerçekleştirilen uygulamalar, konumsal veri üretimini ve kartografik sunumunu oldukça kolaylaştırmıştır. 2000'li yılların başına kadar masaüstü yazılımlarla sürdürülen bu süreç, web teknolojilerinin gelişimiyle Google Maps ve Bing Maps gibi çevrimiçi arayüzlerin de harita sunumunda kullanılmasını sağlamıştır (Garrett, 2005).

Kısa bir zaman sonra gönüllüler ve uzman olmayan kişiler de çevrimiçi arayüzler aracılığıyla harita üretimine katkı sağlamaya başlamışlardır (Goodchild, 2007; Heipke, 2010; Zhao, Jia, Qin, Shan ve Jiao, 2015). Gönüllülerin harita faaliyetlerine katılımı herkesin katkıda bulunabildiği özgür ansiklopedi Vikipedi benzeri bir işlevle gerçekleşmektedir (Wikipedia, 2020).

Vikipedi’de oluşturulan makaleler, düzenleme işlevi ile tüm kullanıcılara açıktır. Kullanıcılar gerek gördüklerinde eksik bir kavram için herkesin görüntüleyebileceği ve değiştirebileceği bir açıklama ekleyebilmekte veya mevcut bir ifadeyi değiştirebilmektedir. Mekânsal veri üretimi için de benzer bir şekilde oluşturulmuş platformlara gönüllü coğrafi bilgi (volunteered geographical information – VGI) projeleri denmektedir. Bu platformlarda gönüllülerin katılımı kitlesel bir işbirliği içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda birbirinden bağımsız gönüllülerin her biri eşit düzeyde ve çeşitlilikte mekânsal veri üretebilme ve var olan veriyi güncelleme hakkına sahiptir. Diğer bir ifadeyle, gönüllü katılımcıların sınırsız veri sağlama ve birbirlerinin katkıları üzerinde düzenleme ve kontrol hakları bulunmaktadır. OpenStreetMap, Wheelmap, WorldMap, Wikimapia gibi projeler gönüllülerin katkılarıyla coğrafi bilgiyi sunan platformlardan bazılarıdır. Wheelmap projesi yürüme engelli bireylerin tekerlekli sandalye kullanımına uygun coğrafi varlıkları harita üzerinde görmelerini sağlayan bir platformdur (Mobasher, Deister ve Dieterich, 2017). 2010 yılından beri gönüllülerin kitlesel katkılarına açıktır. WorldMap, Harvard Üniversitesi çalışanları tarafından Afrika kıtası için hızlı bir şekilde gönüllülerin yardımıyla coğrafi veri üretilmesini sağlayan bir projedir (Guan ve diğerleri, 2012). İlk sürümü 2008 yılında uygulanmış ve bu tarihten itibaren diğer kıta ülkelerine de yayılarak gelişimini sürdürmüştür. Wikimapia projesi ise 2006 yılında iki Rus girişimci tarafından kurulmuştur (Ballatore ve Jokar Arsanjani, 2019). Vikipedi’den ilham alarak bir coğrafi veri ansiklopedisi oluşturmayı amaçlamışlardır. Gönüllü ve açık erişime sahip öncül projelerden biri de OpenStreetMap (OSM) projesidir. Ağırlıklı olarak yol ve yol çevresinde yer alan veya yollarla ilgili olan tüm coğrafi varlıklar için kullanılmaktadır. Ancak projede coğrafi veri çeşitliliği ile ilgili bir sınır getirilmemiştir (OpenStreetMap Wiki, 2020). Örneğin, *highway* (araç-yolu) ve *building* (bina) gibi sıklıkla kullanılan ve herkes tarafından kabul gören çok sayıda semantik etiket vardır. Fakat bu etiketlerin isimlendirilmesi ve bunların alt kategorilere ayrılışı ile ilgili hiçbir kural yoktur. OSM’nin ilk yıllarında *highway* ile eş anlama gelecek farklı alternatifleri arasından ‘*highway*’ etiketinin daha çok kullanılmasıyla, bu etiket yazılı olmayan bir standarda dönüşmüştür. Dolayısıyla, katılımcılar dünya üzerinde herhangi bir konuma ait geometrik ve semantik coğrafi veriyi özgürce üretebilmektedir. Veriler, gezegen verisi (*planet.osm*) olarak haftalık periyotlarda erişime açılmaktadır.

OSM gönüllülerinin tamamının aktif bir şekilde geometrik ve semantik veri üretimi ve düzenlemesine katkı sağladığı düşünülmemelidir. Özellikle OSM projesinin başlangıcında birçok katılımcı sadece üye olmakla yetinmiş, bir kısmı da katkı sunmuştur. Neis ve Zipf (2012) tarafından yapılan çalışmada, gönüllülerin sadece %38’inin en az bir katkı sunduğu, %5’inin ise gerçek anlamda OSM gönüllüsü olarak aktif bir şekilde katkı sunduğu görülmüştür. Buna karşın, üye katılımındaki artışla, 1 Nisan 2020 tarihinde paylaşıma açık olan gezegen verisinin sıkıştırılmış versiyonu 49,9 GB, XML formatında ayıklanmış versiyonu ise 1205,8 GB olarak sürekli güncellenen büyük veri şeklinde sunulmaktadır (OSM: Planet.osm, 2020).

Bir çeşit kitlesel işbirliğine dayanan gönüllülük faaliyetleri sonucunda oluşturulan bu büyük coğrafi verinin kalitesinin belirlenmesini sağlayan geometrik, semantik veya kartografik bir iç denetim (gönüllülerin birbirlerinin katkılarını düzenleme yetkisi dışında) ve sınırlayıcı kurallar bulunmamaktadır. Bu nedenle Mooney ve Corcoran (2012a), kullanıcıların özellikle yüksek geometrik doğruluk ve hassasiyet gerektiren harita uygulamalarında, kullanacakları OSM verisinin kalitesini belirlemelerinin gerekli olduğunu düşünmektedir.

OSM verisinin kalitesinin belirlenmesi için yapılan ilk çalışmalar, bir referans verisi kullanılarak doğruluğun (accuracy) ve tamlığın (completeness) belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Haklay (2010), İngiltere’ye ait OSM verisinin, Ordnance Survey tarafından üretilen büyük ölçekli verilerle karşılaştırılmasına dayanan bir kalite analizine odaklanmıştır. Yazar, OSM geometrik veri doğruluğunun yaklaşık 6 m olduğunu ve iki veri kümesi arasında yaklaşık % 80 örtüşme olduğunu tespit etmiştir. Girres ve Touya (2010) Fransa sınırları içerisine giren OSM verilerinin kalitesi üzerinde çalışmıştır. Geometrik, öznitelik, semantik ve zamansal doğruluk, mantıksal tutarlılık, tamlık, kullanım gibi mekânsal veri kalitesini belirleyen değerlendirme öğelerini kullanmışlardır. Mondzech ve Sester (2011) ATKIS ve OSM verilerini karşılaştırarak yaya navigasyonu bakımından OSM kalitesini değerlendirmiştir. Veriseti ne kadar tamsa o kadar kısa rotalar oluşacağı varsayımıyla çalışmayı gerçekleştirmiştir. Almanya’daki bazı şehirleri incelemiş ve uzun rotaların oluştuğu verisetlerinin eksik verilerden oluştuğu tespitini yapmıştır. Corcoran, Mooney ve Bertolotto (2013) İrlanda’daki üç OSM yol ağının zamansal gelişimini analiz etmiştir. Çalışmada elde ettikleri sonuçları, kentsel alanların yoğunluğunun

merkezden (sıklaştırma (*densification*)) dışarı doğru seyreden (genişletme (*exploration*)) gelişimi üzerinden değerlendirmiştir. Zhang ve Malczewski (2018) Kanada sınırları içerisinde yer alan OSM yol ağı verilerinin kalitesini değerlendirmiştir. Tamlik, konumsal, öznel ve semantik doğruluk gibi mekânsal veri değerlendirme ölçülerini kullanarak gerçekleştirdikleri analiz sonucunda, kentsel yol ağlarına kırsal alanlardan daha fazla katılım sağlandığını tespit etmişlerdir.

OSM verisinin, bir referans verisi kullanılmadan da kalitesinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Referans verisinin kullanılması bir çizimin veya semantik bilginin doğru olup olmadığı bilgisini verebilir, ancak, gönüllülerin detay sınıfı ve etiket seçimleri veya genel eğilimleri üzerine bilgi edinme imkânı sunmaz (Mooney ve Corcoran, 2012a). Referans verisi kullanılmadan gerçekleştirilen çalışmalar, genel olarak, OSM verilerinde yer alan nesneleri, geometrik ve semantik ölçüler yardımıyla inceler ve ilgili verilerin gelişimi veya katılımcıların davranışları üzerine çıkarımlar yapmayı sağlar. Mooney, Corcoran ve Winstanley (2010) gerçekleştirdikleri çalışmada hidrografi ve ormanlık alanları temsil eden çokgenlerin oluşumunu inceleyerek referans verisi olmadan OSM verisinin kalitesini değerlendirmişlerdir. Gönüllüler için uydu görüntülerinden hidrografi detayların ve sınırların çiziminin, ormanlık alan sınırlarını çizmekten daha kolay olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, OSM'nin *source* (kaynak) ve *description* (açıklama) etiket değerlerini de çeşitli ülke örnekleri üzerinden incelemiş ve neredeyse tüm ülkeler için nesnelerin %5'inin altında mevcut olduğunu belirlemişlerdir. Mooney ve Corcoran (2012a, 2012b) ülkelere göre sıklıkla güncellenen (en az 15 kez) verileri incelemiştir. Sık değişen (güncellenen) nesnelerin belli ortak özellikleri olsa da bir korelasyona sahip olmadıkları görülmüştür. OSM verisinin %90'ı aşan kısmının üçten az sayıda değişime uğradığını (güncellendiğini) ve bu durumun OSM katılımcılarının (gönüllülerinin) işbirliğini inceleyenlerin işini zorlaştırdığını belirtmiştir. Ayrıca yazarlar, bir nesneyi oluşturan katılımcı sayısındaki artışla nesneye atanan etiket sayıları arasında güçlü bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Jilani, Corcoran ve Bertolotto (2014) makine öğrenmesi yardımıyla görece güvenilirliği fazla olan Londra'ya ait OSM yol verisinin bir kısmını referans (test) kabul ederek Londra ve East Sussex şehirlerindeki tüm OSM yol verisinin yol sınıflarını ifade eden "*highway=**" etiket değerlerini tahmin eden bir model geliştirmiştir. 21 yol sınıfı etiket değeri ile geliştirdikleri bu öğrenme modelinde, sınıfların tahmini için yolların geometrik ve topolojik özellikleri kullanılmıştır.

Uygulama sonucunda, yerleşim-içi yol (*residential*), yaya yolu (*pedestrian*), birincil yol (*primary*), otoyol (*motorway*) ve bunların bağlantı yollarının (*primarylink* ve *motorwaylink*) %50'den fazlası doğru tahmin edilirken, bisiklet yolu (*cycleway*), fayton yolu (*bridleway*), patika (*path*), ikincil yol (*secondary*) ve bağlantı yolunun (*secondarylink*) %40'dan azı doğru tahmin edilmiştir. Zhao ve diğerleri (2015) 2009-2012 yılları arasında Pekin'e ait OSM yol ağlarının zamansal gelişimini geometrik, topolojik ve merkezîyet ölçüleri açısından incelemiştir. Uygulama bölgesinde, OSM gönüllülerinin katkı yapmaya şehir sınırlarında başladıklarını ve çizimlerinin kent merkezine doğru bir yöne sahip olduğunu belirlemiştir. Hacar, Kılıç ve Şahbaz (2018) 2007-2017 yılları arasında Ankara'ya ait OSM yol ağlarının zamansal olarak gelişimini merkezîyet ölçüleriyle incelemiştir. Ayrıca, yıllara göre OSM verisinin zamansal tamlik parametresini, yolların kıvrımlılık durumunu ve gönüllülerin ilgili veri için gerçekleştirdikleri faaliyetlerin yoğunluğunu ölçmüştür. Çalışma sonucunda, katılımcıların deneyimleri ile yapmış oldukları katkılar arasında ilişkiler kurulmuştur. Katılımcıların deneyimi arttıkça daha detaylı katkılar yaptıkları belirlenmiştir.

Kentsel alanlardaki veri yoğunluğu nedeniyle bu bölgelerde katkı sağlayacak gönüllülerin OSM Wiki web sitesindeki 'Map Features' kılavuzunu kullanması, bu özgür platformda daha dikkatli ve doğru katkı sağlamalarına yardımcı olmaktadır (OSM: Map Features, 2020). Kılavuzda özellikle sıklıkla tercih edilen, yıllardır kullanıcılar tarafından kabul görmüş etiket isimleri özel tanımlarıyla listelenmektedir. Kullanıcılar bu listeden, katkı sağlamak istedikleri coğrafi nesneye ait ilgili özelliğe uygun etiketleri seçerek diğer kullanıcılarla uyumlu veri girişi gerçekleştirebilmektedir. Davidovic, Mooney ve Stoimenov (2016) 30 farklı kentsel alanda gerçekleştirdikleri çalışmada, OSM katılımcılarının katkı sağlarken OSM Wiki web sayfasını ne kadar dikkate aldıklarını araştırmıştır. Çalışma sonucunda gönüllülerin, 'Map Features' sayfasındaki kılavuzla genel bir uyum içinde olduğu ortaya çıkarken, farklı şehirlerde aynı türdeki coğrafi nesnelerin farklı etiketlerle oluşturulduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma, belli bir bölgedeki OSM verilerinin doğrudan değerlendirildiği önceki çalışmalardan farklı olarak, gönüllülerin oluşturduğu tüm semantik etiketleri herhangi bir alansal sınır getirmeksizin, *highway=residential* etiketi özelinde birbirileriyle karşılaştırmakta ve elde edilen istatistiksel sonuçlara göre gönüllülerin

davranışlarını (katkı sağlama eğilimleri) incelemektedir. Bu makalede, konu ile ilgili bilimsel çalışmaların incelendiği bu bölümün ardından, OSM'de yer alan veri yapıları (geometrik ve semantik) hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Bölüm 3'te semantik etiketlerin genel istatistiksel göstergeleri üzerinden kullanılan veri incelenmiştir. Ayrıca aynı bölümde bu makalede izlenen yaklaşıma dair açıklamalara yer verilmiştir. Bölüm 4'te semantik etiketler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçları yorumlamak için çeşitli grafiklerden faydalanılmıştır. Son bölümde, gönüllülerin semantik etiketleri kullanım eğilimleri ile ilgili çeşitli değerlendirmeler ve çıkarımlar yapılmıştır.

2. OSM VERİ YAPISI

OSM kapsamında veriler gönüllüler tarafından oluşturulur. Bir gönüllülük faaliyeti olarak düşünüldüğünde, oluşturulan coğrafi veri için ürün (*product*) kelimesini kullanmak yerine, katkı (*contribution*) ve çizim (*drawing* ya da *map*) kelimelerini kullanmak daha doğru olabilir. Bununla birlikte, oluşturulan temel coğrafi veri, çeşitli tematik harita üretim süreçlerinde altlık olarak kullanılabilmektedir. Bu bakımdan ise, altlık olarak kullanılan OSM verisinin bir ürün olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada OSM verileri genel olarak gönüllülerin eğilimleri açısından incelendiği için yazının kalan kısmında katkı ve çizim kavramlarının kullanılması tercih edilmiştir.

OSM verisi genel olarak geometrik ve semantik verilerden oluşmaktadır. Katkı sağlayıcıların, *node* (nokta), *way* (yön, çizgi) ve *relation* (ilişki) OSM elemanlarını (*element*) kullanarak nokta, çizgi ve çokgen geometrili coğrafi nesneleri çizmeleri ve bu coğrafi nesnelerin öznitelik bilgilerini içeren semantik etiketleri oluşturmaları beklenmektedir.

a. Geometrik Veriler

Node elemanı, uzayda enlem ve boylama sahip bir noktadır. Yeryüzünde nokta geometrili nesne ile temsil edilebilecek varlıkların (ağaç, elektrik direği, telefon kulübesi gibi) çiziminde kullanılmaktadır.

Way elemanı, en az bir etikete veya ilişkiyehesahip sıralanmış *node* listesidir. En az iki en çok 2000 *node* ile oluşturulabilir. Yeryüzünde çizgi geometrili nesne ile temsil edilebilecek varlıkların (yol, dere, altyapı hattı gibi) çiziminde kullanılmaktadır. Ayrıca, *way* elemanı kullanılarak çizilmiş bir çizginin bitiş noktası başlangıç noktasına birleştirildiğinde *closed* (kapalı) *way*

olarak nitelendirilmekte ve çokgen çiziminde kullanılmaktadır. Ancak böyle bir çizim yaklaşımı, içerisinde boşluk bulunan çokgenlerin (park çokgeninin içerisinde yer alan havuz çokgeni gibi) çizimi için yeterli değildir.

Relation elemanı, coğrafi nesnelerin çizimi için kullanılan elemanların veya sahip oldukları semantik etiketlerin arasındaki coğrafi veya anlamsal ilişkileri içeren bir OSM elemanıdır. Genellikle, yeryüzünde çokgen geometrili nesne ile temsil edilebilecek varlıkların (bina, park, idari sınır gibi) çiziminde kullanılabildiği gibi içerisinde boşluk bulunan çokgenlerin çiziminde de kullanılabilmektedir. Ayrıca farklı geometrili nesneler için de kullanılabilmektedir. Örneğin, nokta gösterimli duraklar (*node*) ile otobüs hattının geçtiği yolları (*way*) içeren rotaların oluşturulması *relation* elemanının kullanılmasıyla gerçekleştirilebilmektedir (OSM: Relation, 2020).

b. Semantik Veriler

Geometrik olarak çizimi yapılan OSM coğrafi verilerine öznitelik bilgisi atamak mümkündür. OSM'deki coğrafi nesnelere öznitelik bilgilerinin eklenmesi, semantik etiketlerin (*tag*) kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Etiketler *key* (anahtar) ve *value* (değer) olmak üzere iki bileşen içermekte ve *key=value* şeklinde gösterilmektedir. *Key* bileşeni, klasik coğrafi veri tabanı tablolarındaki her bir sütun isminin (öznitelik başlığı) yerine kullanılmaktadır. Örneğin, bir yol nesnesinin ulaşım ağları bakımından hangi sınıfta yer aldığını gösteren *highway* (araç-yolu), sıklıkla kullanılan *key* bileşenlerinden biridir. *Value* bileşeni, veri tabanı tablolarındaki sütunların içerisinde yer alan her bir öznitelik bilgisinin yerine kullanılmaktadır. Örneğin, yine bir yol nesnesinin *key* bileşenlerinden olan *highway* için *motorway* (otoyol), *primary* (birincil), *secondary* (ikincil) veya *residential* (yerleşim-içi) sıklıkla kullanılan etiket değerlerinden (*value* bileşeni) bazılarıdır (Tablo 1).

Tablo 1. *Highway* bileşeni için sık kullanılan etiket değerleri (OpenStreetMap Wiki, 2020).

Etiket değeri	Açıklama
<i>residential</i>	Yerleşim alanları içerisindeki binalara doğrudan ulaşım sağlayan yollar
<i>motorway</i>	Karayolları, Devlet yolları
<i>primary</i>	Birincil ana arter yollar
<i>secondary</i>	İkincil ana arter yollar
<i>tertiary</i>	Küçük yerleşim yerlerini birbirine bağlayan yollar
<i>track</i>	Tarımsal ve orman alanlarında ulaşım sağlayan yollar
<i>service</i>	Bir istasyona, alışveriş merkezine, endüstriye vb., ulaşım sağlayan yollar
<i>path</i>	Patika yollar
<i>cycleway</i>	Bisiklet yolu
<i>unclassified</i>	Genel kullanıma açık ama sınıflandırılmamış yollar

3. VERİ VE YÖNTEM

a. Çalışma Bölgesi ve Veriler

Çalışma bölgesi olarak özel bir alan değil, dünyanın tamamı referans alınmıştır. Bu çalışmada, Mart 2020 tarihinde mevcut olan tüm OSM verileri kullanılmıştır. Gezegen verisi olarak anılan *planet.osm* dosyası sürekli güncellenen bir büyük veridir. Dolayısıyla bireysel araştırmalar için bu dosya üzerinde detaylı sorgulamalar gerçekleştirip, istatistiksel tablolara dönüştürme işleri, yüksek performanslı bilgisayarlara ve zamana gereksinim duymaktadır. Bu çalışmada, etiket değerlerinin istatistiki değerleri TagInfo çevrimiçi servisinden alınmıştır (TagInfo, 2020). Bu servis, gezegen verisi için her gün UTC zaman diliminde saat 23:59'da istatistiki değerleri güncellemektedir. Semantik etiketlere ait istatistiksel tablolar TagInfo web sayfası üzerinden .html, .json, ve .db formatlarında indirilebilmektedir. Tablo 2'de OSM gezegen verisine sunulan katkıların genel istatistikleri görülmektedir. OSM verilerinde semantik bilginin kullanımını anlamak için bu tabloda dikkat çeken tüm bilgiler incelenmelidir. Görülüyor ki, *building* (bina) bileşeni gönüllülerin en çok katkı sağlamaya yöneldikleri semantik bilgi olmuştur. *Source* bileşeninin de en çok katkı sağlanan verilerden biri olduğu görülmektedir. Özellikle, bu bileşenin yüksek oranda kullanılması, OSM verilerinin metaverisini güçlendirecek ve bu verilere olan güveni arttıracaktır. Yine de bina nesneleri gibi diğer tüm nesneler için kaynak bilgisinin metaveri

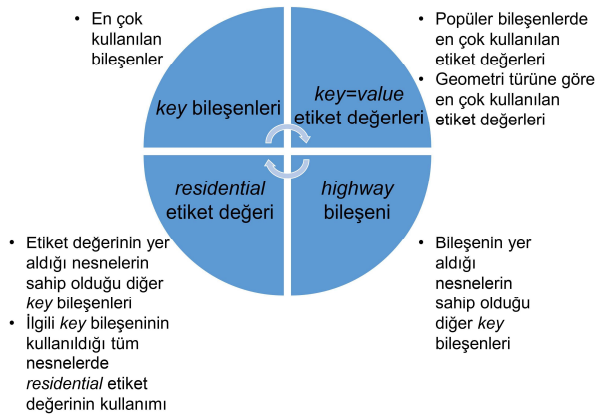
olarak işlenmesi gerektiğinden, *source* bileşen sayısının bina bileşeninin çok üstünde olması gerektiği söylenebilir. Tabloda dikkat çeken bir diğer bilgi özgün etiket değerlerinde bir düzenin olmayışıdır. Bileşenin ihtiyaç duyduğu semantik bilgiler dikkate alındığında, bu beklenen bir durumdur. Örneğin, coğrafi varlıklara ait özel isimler o varlıklara özgü oldukları için katkı sağlanan *name* (isim) bileşeni en çok özgün değere sahip olmaktadır. Diğer bir ifadeyle nesnelerin isimleri, onları gruplamak, sıralamak, sınıflandırmak veya kümelemek için kullanılan bir bilgi değildir. Bu nedenle *name* bileşeninin sahip olduğu değerlerin özgün olması beklenir. Diğer taraftan, *highway* bileşeninin özgün etiket değeri sayısı belirgin bir şekilde azdır. Bu bileşen, yolların sınıflandırılması için kullanıldığından bu sayının diğer semantik bilgilerin sayısına göre az olması beklenen bir durumdur.

Tablo 2. Sık kullanılan key bileşenlerine ait istatistikler (TagInfo, 2020).

key bileşeni	Kullanım sayısı ve yüzdesi		Özgün etiket değeri sayısı
<i>building</i>	378583409	%5.90	11000
<i>source</i>	202250632	%3.15	242907
<i>highway</i>	164030956	%2.56	819
<i>addr: house number</i>	99293604	%1.55	1159059
<i>addr: street</i>	92358515	%1.44	2597195
<i>name</i>	74357881	%1.15	25950316
<i>addr: city</i>	71167560	%1.11	248671
<i>addr: post code</i>	65996901	%1.03	1057606

b. Önerilen Yaklaşım

Bu çalışmada, TagInfo servisi kullanılarak elde edilen istatistiki değerler karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. İstatistiksel verilerin karşılaştırılması için Şekil 1'de detaylarıyla temsil edilen yaklaşım benimsenmiştir.



Şekil 1. İstatistiksel verilerin karşılaştırılması için izlenen diyagram.

Bu yaklaşıma göre, OSM verilerindeki semantik bilgiler en genel çerçeveden hedef etiket değerine doğru bir yönde incelenmektedir. Buna göre ilk olarak OSM gezegen verisetinde en çok kullanılan *key* bileşenleri ve bu bileşenler ile birlikte en çok kullanılan etiket değerleri belirlenerek semantik verilerin ağırlıkları hakkında ön bilgi edinilir. İlave olarak, her bir geometri türü için en çok kullanılan etiket değerleri incelenir. Geometri türüne özgü etiket değerleri mevcut ise, hedef etiket değerinin ileriki istatistiki kıyaslamalarını yorumlamak için faydalı olabilecektir. Yaklaşım, *highway* *key* bileşenini inceleyerek devam eder. *Highway* bileşenin yer aldığı nesnelerin sahip olduğu diğer *key* bileşenleri incelenir. Böylece, *highway* ile ilgili nesnelere katkı sunan gönüllülerin en çok hangi semantik bilgilere yöneldikleri belirlenir. Son olarak çalışmanın hedef etiket değeri olan *highway* bileşeninin yerleşim-içi değeri incelenir. Bu etiket değerinin yer aldığı nesnelerin, yerleşim-içi yolların sahip olduğu diğer *key* bileşenleri belirlenir. Böylece gönüllülerin yerleşim-içi yollardaki semantik katkılarının eğilimi gözlemlenir. Ayrıca, bu bileşenlere sahip tüm OSM nesneleri içerisinde yerleşim-içi yol nesnelerinin sayısı belirlenir. Bu karşılaştırmayla, yerleşim-içi yollara sunulan katkıların diğer tüm nesneler içerisindeki yeri belirlenmektedir. Görüldüğü gibi bu çalışma kapsamında benimsenen yaklaşım, istatistiki değerlerin belli bir mantık çerçevesinde karşılaştırılması ve yorumlanması esasına dayanmaktadır. OSM projesi devam ettikçe gönüllülerin katkı sağlama eğilimi değişebilmektedir.

4. ETİKETLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, yerleşim-içi yolların (*highway=residential*) semantik etiketleri

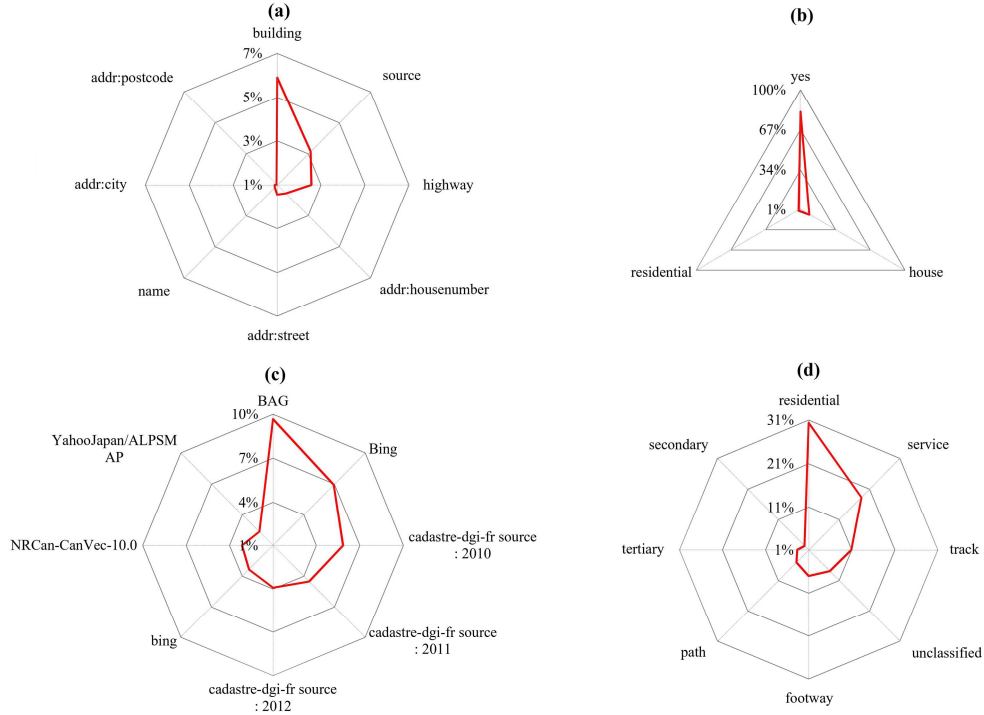
incelenmiş ve bu etiketleri oluşturan OSM gönüllülerinin davranışları üzerine araştırmalar yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede, gönüllülerin *highway=residential* etiket değerine sahip OSM verileri için kullandıkları tüm etiketler ve değerleri araştırılmıştır. Diğer bir ifadeyle, yerleşim-içi yol nesneleri için kullanılan diğer etiketler de incelenerek katkı sağlayanların hangi etiketleri kullanmaya yöneldikleri belirlenmiş ve kitlesel eğilimleri değerlendirilmiştir.

OSM'de şu ana kadar 75767 farklı *key* bileşeni kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu *key* bileşenlerine 108392345 farklı etiket değeri eklenmiştir (TagInfo, 2020). Gönüllüler sonsuz çeşitlilikte öznelik bilgisini OSM verilerine ekleyebilmektedirler. Ancak bazı özneliklerin görece daha çok kullanılması, OSM içerisinde resmi olmayan standartlar olarak varsayılmasını sağlamıştır (OSM: Map Features, 2020). Örneğin Şekil 2 ve Şekil 3'te OSM'de en çok kullanılan etiketler görülmektedir (TagInfo, 2020). Grafiklerdeki etiketlerin kullanım değerleri yüzde cinsinden saat yönünde azalmaktadır. Gönüllülerin sağladığı katkıların büyük oranda gerçekleştiği durumlar için geniş yarıçaplı, tersi durumlar için dar yarıçaplı radyal grafik gösterimler kullanılmıştır. Dolayısıyla grafiklerdeki kırmızı çizginin grafik merkezinden uzaklığı, aynı kapsamdaki diğer kavramlar içerisindeki oranını göstermektedir. OSM gönüllüleri etiket verilerini girerken en çok bina *key* bileşenini kullanmışlardır (Şekil 2a, Tablo 2). Bununla birlikte tüm OSM etiketleri göz önünde tutulduğunda en çok bir çokgenin bina olduğu bilgisini veren *building=yes* etiket değerini kullanarak katkı sağlamışlardır (Şekil 3a). Bina bileşeni için ayrıca konut (*house*) etiket değerini de sıklıkla kullanmışlardır (Şekil 2b). Way elemanı için bina etiketinin yanı sıra *highway* *key* bileşeni de sıklıkla kullanılmıştır (Şekil 3c). Ayrıca, *highway* için en çok *highway=residential* etiket değeri kullanılmıştır (Şekil 2d). Bu etiket aynı zamanda tüm etiket değerleri içinde en çok katkı sağlanan ikinci etikettir (Şekil 3a). *Node* için ise *natural=tree* etiketi kullanılmıştır (Şekil 3b). Bu durum, OSM'ye katkı sağlayanların en çok yerleşim alanlarıyla ilgili semantik bilgileri (ev, yol, ağaç gibi) oluşturduklarını göstermektedir.

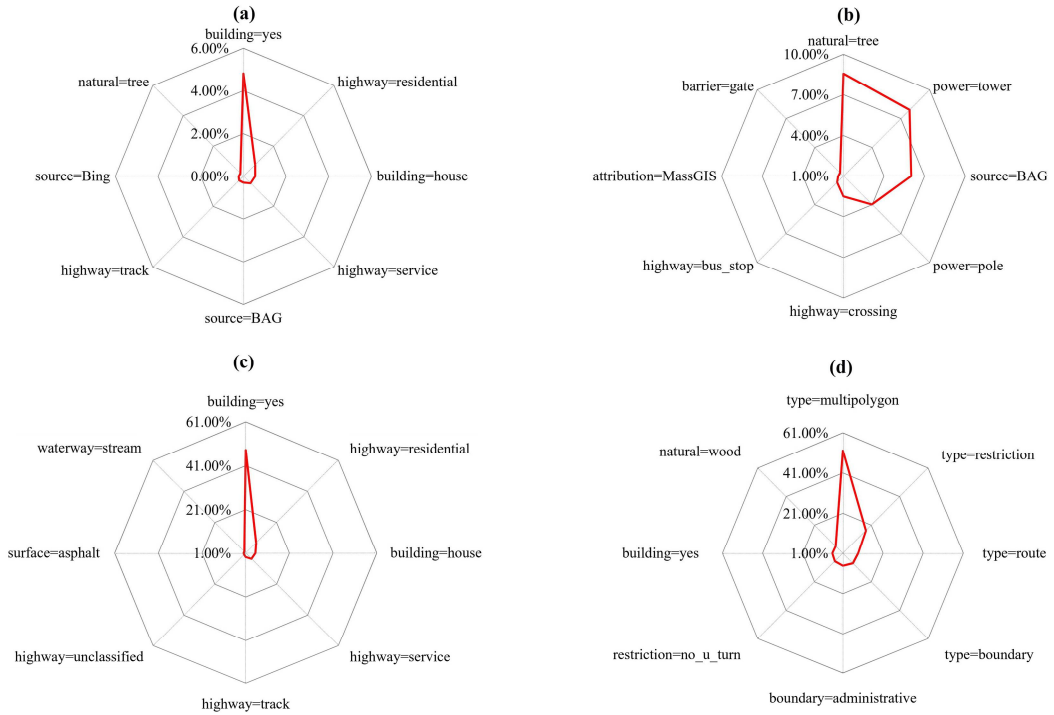
OSM'deki yol sınıfları *highway* *key* bileşeni ile belirtilir. Katkı sağlayan gönüllüler sonsuz türde yol etiket değeri oluşturabilmektedir. Ancak, yukarıda da belirttiğimiz gibi, bazı yol sınıfları çok kullanıldığı için resmi olmayan bir standart olarak kabul görmektedir (OSM: Map Features, 2020). Örneğin, ana ve ara güzergâh dışındaki *residential* (yerleşim-içi) yollar, *highway* *key*

bileşeninin bir etiket değeridir. Bu tür yol nesnelerini çizen veya var olan çizim üzerinden

güncelleme işlemi yapan gönüllüler, *highway* bileşeni için *residential* etiket değerini kullanırlar.

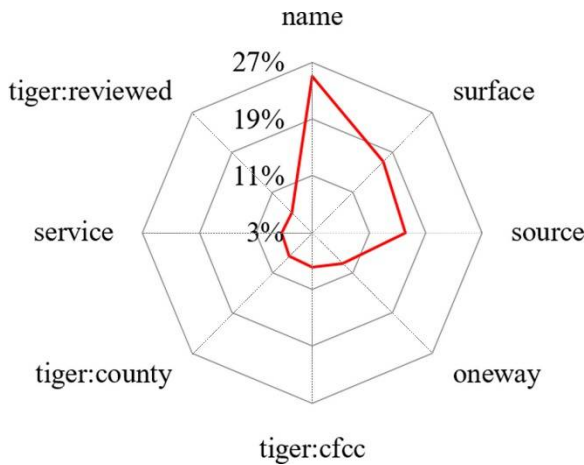


Şekil 2. En çok kullanılan (a) *key* bileşenleri ile (b) *building*, (c) *source* ve (d) *highway* bileşenleri için etiket değerleri.



Şekil 3. Nesne geometrilerine göre en çok kullanılan etiketler; a) tüm geometriler, b) *node*, c) *way* ve d) *relation*.

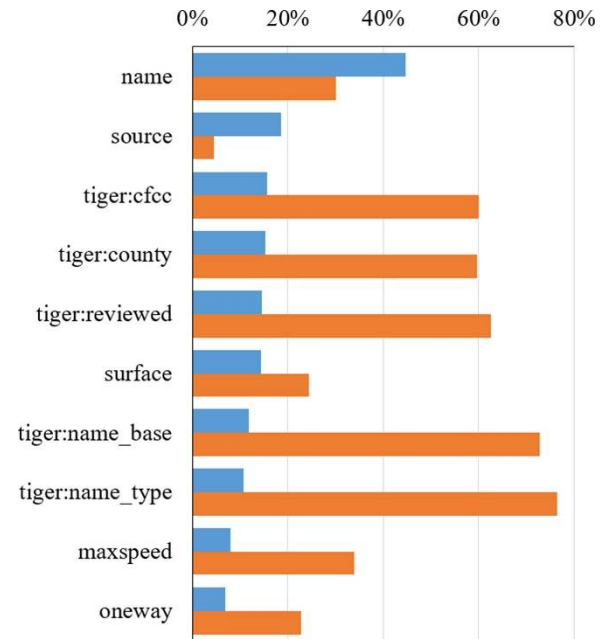
Residential etiket değerine sahip yollar üzerine gerçekleştirilecek bir değerlendirmede öncelikle *highway key* bileşeninin istatistiksel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Highway bileşeninin kullanımının %3'ün altında olmasına rağmen, 75000'in üzerindeki bileşen çeşitliliği düşünüldüğünde, az bir değer olarak düşünülmemelidir. Şekil 2a incelendiğinde gönüllülerin *highway key* bileşenini, *building* ve *source* bileşenlerinin ardından, sıklıkla kullandığı görülmektedir. Ayrıca, *highway key* bileşenini barındıran coğrafi nesneler Şekil 4'teki grafikte görülen *key* bileşenlerine de sahiptir. Grafikte, *highway* bileşenini barındıran nesneler için, diğer bileşenlerin kullanım yüzdesi saat yönünde azalmaktadır. Örneğin, *highway* bileşenini içeren nesnelerin yaklaşık olarak %25'i *name key* bileşenine de sahiptir. Diğer bir ifadeyle, araç-yolları içinde en çok katkıda bulunulan semantik bilgi yolların isimleridir. Bununla birlikte, yolların zemin (*surface*) türü bilgisi, yollar hakkında elde edilen bilgilerin kaynağının yer aldığı *source* ve yolların tek/çift yönlü olduğunu belirten *oneway* bileşeni de yollara sıklıkla sağlanan semantik bilgiler arasındadır.



Şekil 4. Highway key bileşenine sahip way elemanlarının sahip olduğu diğer key bileşenleri.

Highway key bileşeni için en çok çizilen yollar *residential* etiket değerine sahip yollardır. Bu nedenle, bu key bileşeninde en çok *residential* semantik etiket değeri kullanılmıştır (Şekil 2d). *Residential* etiketine sahip yollar için gerçekleştirilen diğer semantik katkılar incelendiğinde, bu türdeki coğrafi nesnelerin ihtiyaç duyduğu semantik bilgiler görülebilirken, OSM gönüllülerinin de *residential* yollar için katkı sağlama eğilimleri hakkında çeşitli değerlendirmeler yapılabilir. Şekil 5'te *highway key* bileşeni için *residential* etiket değerine sahip OSM yollarının sahip olduğu diğer key

bileşenlerinin dağılımı görülmektedir. Buna göre, *residential* etiket değerine sahip way elemanlarının %44,6'sı *name key* bileşenine de sahiptir. Diğer bir ifadeyle, OSM gönüllüleri *residential* yollarda en çok yolların isimlerini belirlemek için katkı sağlamaya yönelmişlerdir. Bununla birlikte, *name key* bileşeninin kullanıldığı tüm OSM nesnelerinin (Tablo 2) %30,1'i *residential* etiket değerine sahiptir. Bu bilgiler ışığında, *residential* yol nesneleri içinde *name* bileşeninin ve *name* bileşeni olan tüm OSM nesneleri içerisinde *residential* yol nesnelerinin önemli bir paya sahip oldukları düşünülebilir.



Şekil 5. Residential yollarda key bileşenlerinin (mavi) ve ilgili bileşenin kullanıldığı tüm OSM nesnelerinde residential etiketinin kullanım oranı (turuncu).

Benzer şekilde, *residential* etiket değerine sahip way elemanlarının %18,5'i *source key* bileşenine de sahiptir (Şekil 5.). Diğer bir ifadeyle, OSM gönüllüleri *residential* yolların en az %80'inde yolların üretildiği kaynakları (altılık harita, GPS, navigasyon veya kamu entegrasyonu, vb.) belirtmemiştir. Coğrafi verilerin önemli bir metaverisi olan kaynak bilgisi eksik olduğu durumlarda kullanılacak verinin amaca uygun yeterlilikte olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu durum, *residential* etiket değerine sahip yollarla tematik çalışmalar yürütecek kullanıcıların, bütünlük ve kalite analizi yapmasının gerekli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, *source key* bileşeninin kullanıldığı tüm OSM nesnelerinin (Tablo 2) %4,6'sı *residential* etiket değerine sahiptir.

Zemin (*surface*), hız limiti (*maxspeed*) ve tek-yön (*oneway*) key bileşenleri de *residential* etiket değerine sahip way elemanlarının sıklıkla sahip olduğu semantik etiketlerdendir. Bu etiket çeşitliliği OSM'nin sunduğu özgür etiketleme ve gönüllülük imkânı düşünüldüğünde olağandır. Çeşitlilik kadar etiket değerleri için de yeterli katkının sağlanması önemlidir. Ancak katkıların yeterli olup olmadığı etiketin önem derecesine bağlı olarak görecelidir. Örneğin, Şekil 5'e göre *residential* etiket değerine sahip yollarda hız limiti konusunda gerçekleştirilen katkılar (%7,9), zemin bilgisi konusunda gerçekleştirilenlerden (%14,3) daha azdır. Gönüllülerin bu eğilimi, *residential* etiket değerine sahip yollarda hız limitinin görece daha az önemli olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, yerleşim alanlarının genelinde (okul, kreş, hastane bölgeleri vb. dışında) sürüş hız limitinin sabit değerde olması olabilir (Örneğin, Türkiye için 50km/h).

Çalışmada, gönüllülerin kitlesel davranışlarını belli bir istatistiksel yaklaşımla değerlendirdiğimizde, önümüze farklı yorumlarda bulunulabilecek çok sayıda argüman çıkmaktadır. Ayrıca unutmamak gerekir ki, kartografik çizimin doğası gereği içinde her zaman öznellik de vardır. Dolayısıyla çıkarımda bulunduğunuz şey bazen öznel argümanlara dayandığı için farklı bakış açılarıyla farklı şekillerde yorumlanabilir. Örneğin yukarıda yolların hız limiti ve zemin bilgilerinin verildiği örnekte, gönüllülerin herkesin farkında olduğu bir bilgiyi katkı olarak sunmaya daha az yöneldikleri yorumu yapılabilir. Buna karşın, gönüllülerin gördükleri semantik özellikler için daha fazla katkı sağladıkları yorumu da yapılabilir.

Residential etiket değerine sahip yollar için en çok kullanılan key bileşenlerinin görüldüğü Şekil 5'te dikkat çeken bir diğer gösterge ise, Amerika Birleşik Devletleri'ne (ABD) ait verilerin özel olarak adlandırıldığı *tiger* semantik etiketlerinin yoğunluğudur. TIGER coğrafi verileri ABD Nüfus İdaresi (*U.S. Bureau of Census*) tarafından yayımlanmaktadır. ABD'nin çoğu eyaletinde OSM ile entegrasyon sağlandığı için verilerin büyük bir kısmı 2007 yılında OSM'ye katkı olarak sunulmuştur. Kurum güncelleştirme çalışmalarını yıllık olarak yayınlamaktadır (OSM: TIGER, 2020). *Residential* etiket değerine sahip yollarda %15'i aşan oranda *tiger* key bileşenlerinin kullanılması ve bu bileşenlerin kullanıldığı elemanların %60'ı aşan oranda *residential* etiketine sahip olması, ABD'deki katkı sağlayıcıların açık veri konusunda öncü olduğunu ve *residential* etiket değerine sahip yolları önemsediklerini göstermektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada, gönüllülük açısından azımsanamayacak kadar büyük faaliyetlerde bulunan OSM verileri, gönüllülerin semantik katkı sağlama eğilimleri incelenmiştir. Gönüllülerin davranışsal özellikleri, istatistiksel verilerin değerlendirilmesi sonucu yapılan bazı genellemelerle oluşturulmuştur.

Gönüllü katılımcılar sadece geometrik veriyi değil, semantik veriyi de önemsemektedir. Gerçekleştirilen katkıların tümü değerlendirildiğinde OSM'nin semantik çeşitlilik (key bileşenleri) bakımından oldukça iyi olduğu, ancak, semantik bilgilerin (etiket değerlerinin) tamlığı bakımından yeterli olmadığı görülmüştür.

OSM projesi yollar ve yolları ilgilendiren tüm coğrafi nesneleri kapsamaktadır. OSM'ye katkı sağlayanların en çok yerleşim alanlarıyla ilgili semantik bilgileri (ev, yol, ağaç gibi) oluşturdukları gözlemlenmiştir. Bu durum, proje amacının gönüllüler tarafından anlaşıldığını ve o yönde aktiviteler gerçekleştirdiklerini göstermektedir.

OSM'deki tüm yol nesnelerinin 1/4'ü kadarında, *residential* etiket değerine sahip yol nesnelerinin yarıya yakınında yol isimleri mevcuttur. Bununla birlikte, zemin türü (*surface*), çizim kaynağı (*source*) ve yolun yönünü (*oneway*) belirten etiketler değerlendirildiğinde, diğer türdeki yollara *residential* etiket değerine sahip yollarla eş değer katkının sağlandığı söylenebilir. Sonuç olarak, tüm yollar dikkate alındığında, gönüllülerin *residential* etiket değerine sahip yolların isimlerine katkı sağlamayı öncelikli bir görev olarak benimsedikleri söylenebilir.

Residential etiket değerine sahip yolların %81,5'inin çiziminde, kullanılan kaynak belirtilmemiştir. Bu durum, tematik çalışmalar yürütecek kullanıcıların, bütünlük ve kalite analizi yapmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Gönüllülerin *residential* etiket değerine sahip yollar için, herkesin farkında olduğu bir bilgiyi katkı olarak sunmaya daha az yöneldiklerini gösteren bazı bulgulara ulaşılmıştır. Bu bulguların daha detaylı istatistiksel çalışmalarla desteklenmesi için ileriki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

ORCID

Müslüm HACAR  <https://orcid.org/0000-0002-8737-8262>

KAYNAKLAR

- Ballatore, A. ve Jokar Arsanjani, J. (2019). Placing Wikimapia: an exploratory analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(8), 1633-1650. doi: 10.1080/13658816.2018.1463441
- Corcoran, P., Mooney, P. ve Bertolotto, M. (2013). Analysing the growth of OpenStreetMap networks. *Spatial Statistics*, 3, 21-32. doi: 10.1016/j.spasta.2013.01.002
- Davidovic, N., Mooney, P. ve Stoimenov, L. (2016). *An analysis of tagging practices and patterns in urban areas in OpenStreetMap*. Bildiri Kitabı: AGILE 2016 Conference, Helsinki, Finland, (s. 14-17).
- Garrett, J. J. (2005). Ajax: A New Approach to Web Applications, Adaptive Path, San Francisco, CA. Erişim adresi: https://www.scriptol.fr/ajax/ajax_adaptive_path.pdf (15 Haziran 2020).
- Girres, J. F. ve Touya, G. (2010). Quality assessment of the French OpenStreetMap dataset. *Transactions in GIS*, 14(4), 435-459. doi: 10.1111/j.1467-9671.2010.01203.x
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221. doi: 10.1007/s10708-007-9111-y
- Guan, W. W., Bol, P. K., Lewis, B. G., Bertrand, M., Berman, M. L. ve Blossom, J. C. (2012). WorldMap—a geospatial framework for collaborative research. *Annals of GIS*, 18(2), 121-134. doi: 10.1080/19475683.2012.668559
- Hacar, M., Kılıç, B. ve Şahbaz, K. (2018). Analyzing OpenStreetMap road data and characterizing the behavior of contributors in Ankara, Turkey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(10), 400. doi: 10.3390/ijgi7100400
- Haklay, M. (2010). How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682-703. doi: 10.1068/b37040682
- Heipke, C. (2010). Crowdsourcing geospatial data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(6), 550-557. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2010.06.005
- Jilani, M., Corcoran, P. ve Bertolotto, M. (2014, Kasım). *Automated highway tag assessment of OpenStreetMap road networks*. Bildiri Kitabı: 22nd ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, Dallas/Fort Worth, TX, ABD, (s. 449-452). doi: 10.1145/2666310.2666476
- Mobasheri, A., Deister, J. ve Dieterich, H. (2017). Wheelmap: the wheelchair accessibility crowdsourcing platform. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 2(1), 1-7. doi: 10.1186/s40965-017-0040-5
- Mondzech, J. ve Sester, M. (2011). Quality analysis of OpenStreetMap data based on application needs. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 46(2), 115-125. doi: 10.3138/carto.46.2.115
- Mooney, P. ve Corcoran, P. (2012a). The annotation process in OpenStreetMap. *Transactions in GIS*, 16(4), 561-579. doi: 10.1111/j.1467-9671.2012.01306.x
- Mooney, P. ve Corcoran, P. (2012b). Characteristics of heavily edited objects in OpenStreetMap. *Future Internet*, 4(1), 285-305. doi: 10.3390/fi4010285
- Mooney, P., Corcoran, P. ve Winstanley, A. C. (2010, Kasım). *Towards quality metrics for OpenStreetMap*. Bildiri Kitabı: 18th SIGSPATIAL international conference on advances in geographic information systems, San Jose, CA, ABD, (s. 514-517). doi: 10.1145/1869790.1869875
- Neis, P. ve Zipf, A. (2012). Analyzing the contributor activity of a volunteered geographic information project - The case of OpenStreetMap. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1(2), 146-165. doi: 10.3390/ijgi1020146
- OpenStreetMap Wiki. (2020). Welcome to OpenStreetMap. Erişim adresi: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page (20 Nisan 2020).

OpenStreetMap Wiki. (2020). Map Features. Erişim adresi: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features (20 Nisan 2020).

OpenStreetMap Wiki. (2020). Planet.osm. Erişim adresi: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Planet.osm> (20 Nisan 2020).

OpenStreetMap Wiki. (2020). Relation. Erişim adresi: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Relation> (20 Nisan 2020).

OpenStreetMap Wiki. (2020). TIGER. Erişim adresi: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/TIGER> (20 Nisan 2020).

TagInfo. (2020). OpenStreetMap Taginfo. Erişim Adresi: <https://taginfo.openstreetmap.org/> (20 Nisan 2020).

Wikipedia. (2020). About Wikipedia. Erişim adresi: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:About> (15 Haziran 2020).

Zhang, H. ve Malczewski, J. (2018). Accuracy Evaluation of the Canadian OpenStreetMap Road Networks. *International Journal of Geospatial and Environmental Research*. 5(2). Erişim Adresi: <https://dc.uwm.edu/ijger/vol5/iss2/1/>

Zhao, P., Jia, T., Qin, K., Shan, J. ve Jiao, C. (2015). Statistical analysis on the evolution of OpenStreetMap road networks in Beijing. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 420, 59-72. doi: 10.1016/j.physa.2014.10.076