AÇIK KAYNAK KODLU VERİ TABANI VE HARİTA GÖRSELLEŞTİRME ARAYÜZLERİ KULLANARAK FARKLI MEKANSAL VERİLERİN WEB ORTAMINDA GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Kaan KALKAN[1], Derya MAKTAV[2],Orhun ÖZER[3], Seyfettin CEYLAN[3]

[1]Araş.Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak İstanbul, kalkank@itu.edu.tr
[2] Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, maktavd@itu.edu.tr
[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, ozeror@itu.edu.tr, ceylansey@itu.edu.tr

ÖZET

Mekansal verilerin internet ortamında sunulması ve paylaşılması, mekansal verilerin değişik amaçlarla kullanılmasında ve son kullanıcıya hitap eden uygulamaların geliştirilmesinde önem taşımaktadır. Bu çalışma, coğrafi verileri görselleştiren bir uygulama olmakla birlikte, sorgulanabilir, güncellenebilir ve farklı şekillerde paylaşılabilir özelliklerin geliştirilmesi açısından mekansal verilerin kolaylıkla paylaşılması için benzer çalışmalardan farklılaşmaktadır. Yeni geliştirilen mekansal veri tabanı araçları yardımıyla, farklı tipteki mekansal verilerin depolanmasına ek olarak, güncel web sunum sistemlerinin kullanımı ile kullanıcıya etkin bir biçimde veriler sunulabilmektedir. Bu çalışmada, konuma dayalı farklı veri türlerinin web ortamında çalışan mekansal veri tabanlarında nasıl saklanacağı ve bu verilerin görselleştirilmesi üzerine bazı öneriler ve uygulamalar geliştirilmiştir. Açık kaynak kodlu PostGIS mekansal veri tabanı altyapısı ile düzenlenen mekansal veriler, farklı web sunuş arayüzleri ile görselleştirilerek, web ortamında farklı şekillerde sunulmuş, Google Maps altyapısı kullanılarak çeşitli web haritaları oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Web haritaları, mekansal veri tabanı sistemleri, PostGIS.

ABSTRACT

ONLINE VISUALIZATION OF SPATIAL DATA BY USING OPEN SOURCE SPATIAL DATABASE AND MAP VISUALIZATION INTERFACES

Presentation and sharing of spatial data on the web is essential to use spatial data for different purposes and to develope applications for end-users. This study is an application to visualize geographical data as well as differentiates from similar studies to share spatial data readily in terms of interrogable, updatable and sharable properties in different ways. By the help of latest developed spatial database tools, in addition to store different types of spatial data, it is offerable to users effectively with the current web presentation. In this study, some recommendations are made and applications are developed to show how different spatial data types can be stored in online spatial databases, and how to visualize these data. The spatial data which are managed with open source PostGIS spatial database infrastructure have been visualized in different web presentation interfaces. Various web maps have been created and these maps have been presented.

Keywords: Web maps, spatial database, PostGIS.

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte mekansal verilerin toplanması, saklanması ve dağıtılması ile ilgili gelişmeler mekansal verilerin kullanımını etkilemektedir. Son kullanıcılar için bu durum, verinin mevcut olması, ulaşılabilir olması, uygulanabilir ve kullanılabilir olması gibi dört farklı kategori ile etkileşim halindedir (Toomanian, 2012). Mekansal verilere olan ihtiyaç ve mekansal verilerin herkes için kullanılabilir olması da artan önemin getirdiği sonuçlar arasında yerini almaktadır. Tüm bu ihtiyaçların bir sonucu olarak mekansal verileri hayatımızın her anında kullanabilmemiz için navigasyon cihazları, el GPS'leri, cep telefonları ve hatta konum bilgisini çekilen fotoğraflara ekleyen dijital fotoğraf makinaları hayatımızın içindeki yerini almış durumdadır. İleri düzey kullanıcıların yanı sıra son kullanıcıların da mekansal verileri kullanmaya başlaması ile birlikte, Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMaps (OSM) ve Google Earth gibi birçok sistemin de gelişimi daha kolaylaşmıştır. Ayrıca kullanıcılar, taşıdıkları mobil cihazlar aracılığıyla mekansal verilerin toplanmasına da katkıda bulunmaktadır. Toplanan bu mekansal verilerin çevrimiçi saklanmasına yardımcı olmak amacıyla mekansal veri tabanı sistemleri de geliştirilmiştir. Normal veri tabanı sistemlerinin yanı sıra mekansal verileri saklamak için özel olarak geliştirilmiş bu sistemler sayesinde koordinat bilgilerinden oluşan nokta, çizgi, alan veya raster veriler kolaylıkla saklanılarak, saklanılan bu veriler üzerinden mekansal sorgulamalar ve analizler yapılabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, en çok kullanılan açık kaynak kodlu mekansal veri tabanı dili olan PostGIS kullanılarak çeşitli mekansal verilerin internet ortamında saklanılması ve sunulması üzerine bir uygulama geliştirilmiştir. Mekansal verilerin girişi koordinat dizileri şeklinde yapılabileceği gibi Google Maps üzerinde geliştirilen eklentiler sayesinde kullanıcı tarafından ekran üzerinden tıklayarak da gerçekleşitirilebilir hale getirilmiştir. Ayrıca veri tabanında birer girdi

olarak saklanacak bu nokta, çizgi ve alan gibi veri türleri üzerinde birçok analiz ve sorgulama işlemi, geliştirilen uygulama arayüzü sayesinde kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir.

2. MEKANSAL VERİ TABANLARI

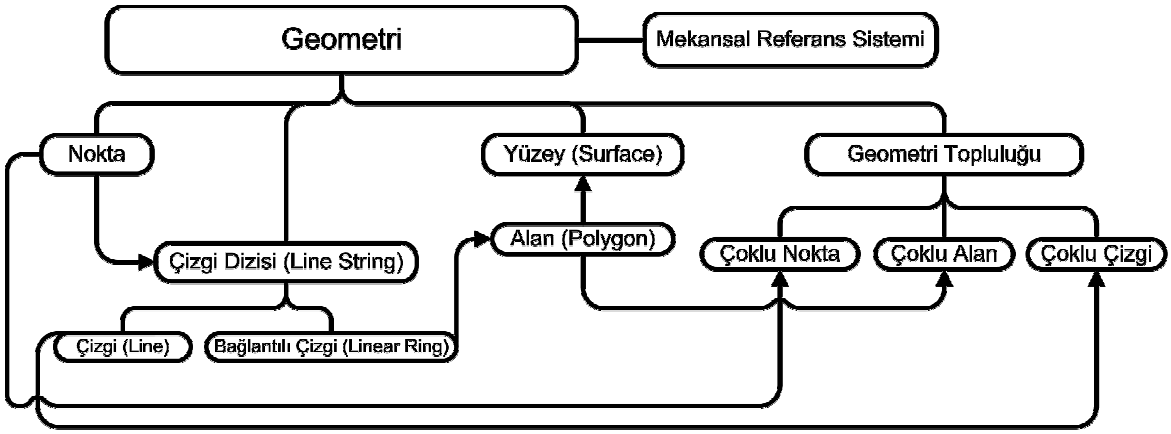
Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve mekansal veri tabanları birbirlerini tamamlayan sistemler olmasının yanında işlevsel açıdan bazı farklılıklar da göstermektedir (Çizelge 1). Her CBS yazılımı, içerisinde bir mekansal veri tabanı sistemi barındırmaktadır. Mekansal veri tabanları, mekansal verilerin saklanması ve çeşitli mekansal sorgulamaların ve analizlerin gerçekleştirilmesi için geliştirilmiş özel veri tabanı sistemleridir. Nokta, çizgi ve alan türündeki çeşitli mekansal veriler bu şekilde belirli bir düzen içinde saklanarak, bu veriler üzerinde analizler ve sorgulamalar gerçekleştirilebilir. Klasik veri tabanı dilleri ile mekansal verilerin saklanmasında bazı zorluklarla karşılaşılmaktadır; bu şekilde mekansal verilerin koordinat bileşenleri, metin ya da sayı şeklinde düşünülerek veri tabanında enlem, boylam gibi sütünlarda saklanabilir; fakat mekansal verilerin saklaması gereken datum, elipsoid vb. gibi özniteliklerin bu şekilde saklanması güç olmaktadır. Bu nedenle birçok veri tabanı yazılımcıları özel mekansal veri tabanı sistemleri geliştirmiştir. Bu mekansal veri tabanı dilleri, klasik dillerin yanısıra R-Tree, Quadtree ve B-Tree gibi bazı indeksleme fonksiyonları kullanarak mekansal verileri koordinat dizileri şeklinde düzenli bir şekilde saklayabilmektedir (Yeung, 2007). Open Geospatial Consortium (OGC)'un belirlediği OpenGIS standartlarına uygun olarak MySQL, Oracle Spatial, IBM DB2, Microsoft SQL Server, Esri ve PostGIS gibi birçok veri tabanı dili geliştirilmiştir. Bu diller arasında PostGIS açık kaynak kodlu olması ile öne çıkmaktadır.

Çizelge 1. CBS ve mekansal veri tabanları arasındaki iş paylaşımı (Yeung, 2007'den uyarlanmıştır).

Sistem	*Öncül Görevler*
Coğrafi Bilgi Sistemleri	Veri toplama ve düzenleme
	Veri analizleri
	Haritaların ve kartografik ürünlerin üretimi
Mekansal Veritabanı Sistemleri	Verilerin saklanması ve yönetimi
	Mekansal indeksleme
	Veri güvenliği ve bütünlüğü
	Mekansal sorgulamalar

PostGIS dili, PostgreSQL açık kaynak kodlu nesne yönelimli ilişkisel veri tabanı yönetim sistemine ek olarak yüklenebilen bir mekansal veri tabanı dilidir (Obe, 2011). PostGIS, OGC ve ISO'nun (International Organization for Standardization) kabul ettiği birçok mekansal veri tipinin yanısıra 300'ün üzerinde mekansal fonksiyonu da içinde barındırmaktadır. Böylece kullanıcılar birçok mekansal analiz ve sorgulamayı kendi kodlarını yazmadan gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca shape file, KML (Keyhole Markup Language), GML (Geographical Markup Language) ve GeoJSON gibi değişik dosya formatlarında veri alarak bu formatlarda çıktı dosyaları oluşturulabilmektedir; bu şekilde yazılımın birlikte çalışabilirliği de artmaktadır.

PostGIS dili, nokta, çizgi ve alan veri tiplerini temel alarak birçok farklı geometri veri tipinini saklayabilmektedir (Şekil 1). Bu veri tipleri, koordinat dizileri şeklinde projeksiyon bilgileri tanımlanarak veri tabanında ilgili sütünlarda geometri veri tipi olarak saklanmaktadır. Ayrıca aynı veri için farklı sütünlarda metin, integer ve tarih gibi veri tipleri de tanımlanarak saklanabilmektedir (Çizelge 2).



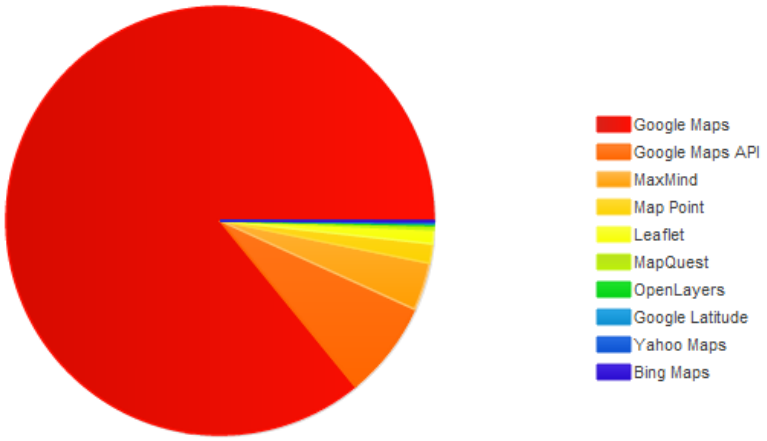
Şekil 1. OGC'nin belirlediği mekansal veri tipleri ve birbirleri arasındaki ilişkiler (Yeung, 2011).

Çizelge 2. Çalışma kapsamında oluşturulan alan tablosu ve girdiler.

	gid [PK] integer	geom geometry(Polygon,4326)	isim character varying	tarih date
1	1	0103000020E6100000010000000090000000BDE3141DC9053D40F775E09C118D4440849ECDA	stadyum	2012-08-03
2	2	0103000020E6100000010000000A000000643BDF4F8D073D406891ED7C3F8D4440F241CF6	golet	2012-08-03
3	3	0103000020E6100000010000000B0000004D840D4FAF043D403D0AD7A3708D4440F775E09	insaat	2012-08-03
4	4	0103000020E6100000010000000500000D9CEF753E3053D40933A014D848D4440D9CEF75	med	2012-08-03
5	5	0103000020E6100000010000000D00000088855AD3BC033D4076E09C11A58D4440DBF97E6	kampus	2012-08-03
6	6	0103000020E6100000010000000500000D95F764F1E063D4013F241CF668D44402E90A0F	elektronik	2012-08-03
7	7	0103000020E6100000010000000500000009FABADD85F063D4013F241CF668D4440F5DBD78	maden	2012-08-03

3. WEB HARİTALARI

Google Maps, Yahoo Maps, Bing Maps ve OpenStreetMaps gibi açık kaynak kodlu harita altlıklarının sağladığı raster veriler ve POI'ler (Point of Interest) sayesinde birçok ileri düzey ve son kullanıcı, mekansal verilere ücretsiz ve kolay bir şekilde ulaşabilmektedir. Ayrıca bu sistemleri geliştiren firmaların kullanıcılara sunduğu yazılım geliştirme ortamları (API: Application Programming Interface) sayesinde kullanıcılar, kendi kodları ile bu kütüphaneleri birleştirerek kullanışlılığı artıran uygulamalar geliştirebilmektedir. Google Maps API, bu kütüphanelere en iyi örnek olarak gösterilebilir. Bu API sayesinde kullanıcı, farklı kaynaklardan aldığı verileri web üzerindeki kullanıcı tanımlı haritalar ile birleştirerek ve haritalar üzerinde değişiklikler yaparak elde edilen bu haritaları hem masaüstü hem de mobil cihazlar için uygun hale getirebilmektedir (Peterson, 2012). Google'ın ücretsiz olarak sunduğu Spreadsheets ve Fusion Tables gibi uygulamalar sayesinde de hızlı ve kolay bir şekilde web haritaları oluşturulabilmektedir. Yine PostGIS altyapısı üzerine geliştirilmiş CartoDB uygulaması, bu çalışmaya benzer başarılı çalışmalar arasında yerini almaktadır. Ayrıca OGC'nin de kabul ettiği ortak bir mekansal veri paylaşım formatı olan KML dosyaları sayesinde son kullanıcılar oluşturdukları mekansal verileri paylaşabilmektedir. PostGIS dilinin KML dilini desteklemesi sayesinde bu çalışmada, KML dili verilerin ortak çıktı ve paylaşım dili olarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında harita altlığı olarak hem geliştirilmiş mevcut API'sinin kullanışlı olması, hem de yaygın kullanırlığı ve güncelliğinden yararlanmak açısından Google Maps haritaları seçilmiştir (Şekil 2).

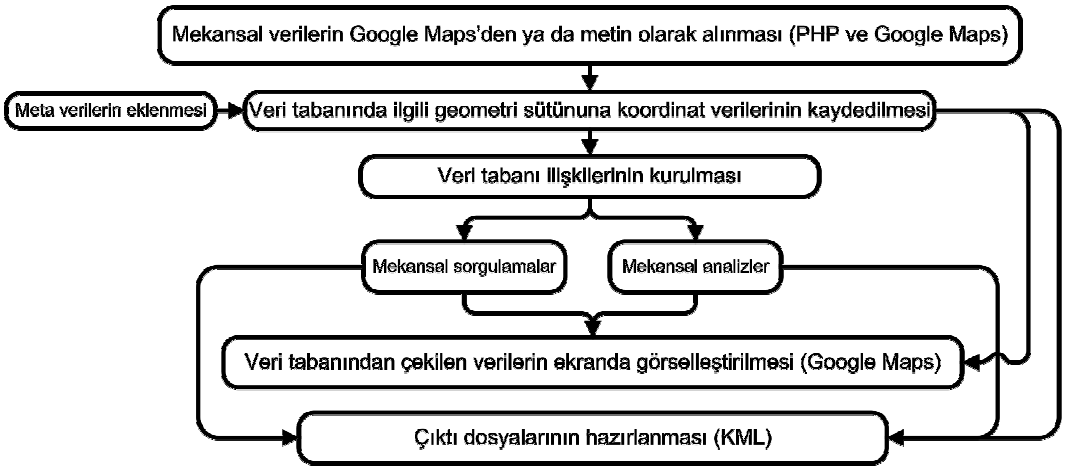


Şekil 2. En çok ziyaret edilen bir milyon sitedeki harita arayüzleri kullanımı (http://trends.builtwith.com/mapping).

Mekansal veriler, sadece bilgisayarda kullanılmadığından, gelişen teknoloji ile birlikte Android ve iOS gibi mobil işletim sistemlerinin de gelişmesi ile birlikte son kullanıcının mobil olarak kullanabileceği bir hale dönüşmüştür. HTML5 sürümü gibi hem bilgisayar ekranı hem de cep telefonu ekranı üzerinde çalışabilecek uygulamaların geliştirilmesini sağlayan yazılım dilleri son yıllarda gelişimini hızlandırmıştır. Ayrıca sahip oldukları GeoLocation API özelliği gibi konum bulmaya yarayan fonksiyonlar sayesinde dizüstü veya mobil telefonların tarayıcılarına gönderilen koordinat bilgileri sayesinde konum bazlı servislerin (LBS: location based services) kullanımı büyük bir gelişim göstermiştir (Lubbers, 2011).

4. UYGULAMA

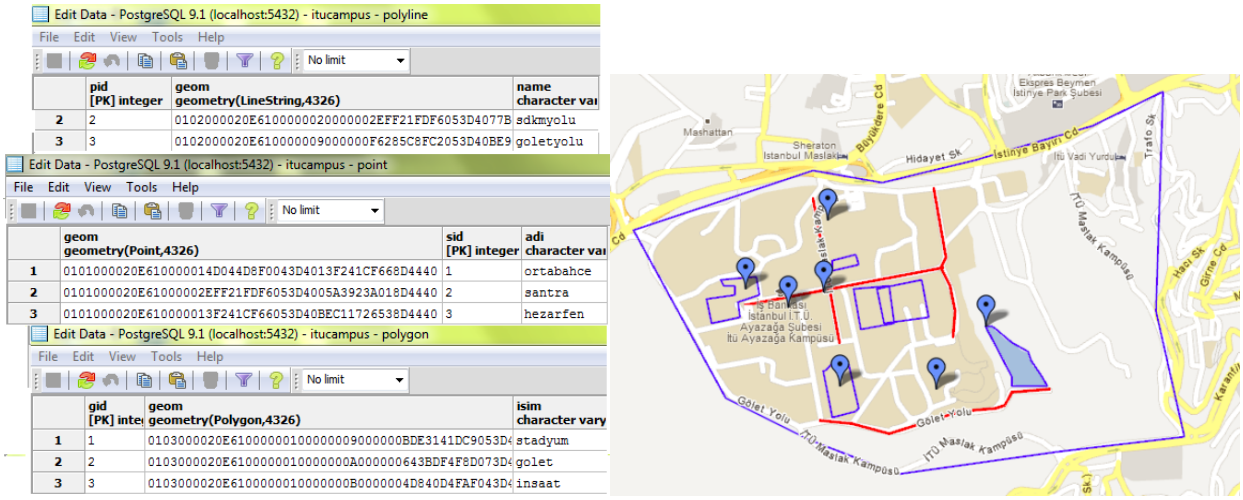
Çalışma kapsamında geliştirilen uygulamanın genel akış şeması Şekil 3'te verilmiştir. Öncelikle PHP (Personel Home Page) ve JavaScript ile geliştirilen web sayfası üzerinden PostGIS veri tabanına nokta, çizgi ve alan türündeki veriler eklenebilmektedir. Bu aşamada altlık harita olarak Google Maps kullanılmıştır. Ekran üzerinden alınan koordinat bilgileri veri tabanındaki ilgili sütünlara aktarılarak diğer ek bilgilerin de eklenmesiyle veri tabanına kaydedilmektedir. Veri tabanında gerekli ilişkilerin de kurulmasının ardından mekansal sorgulamalar ve analizler gerçekleştirilebilir hale gelmiş ve mevcut veriler tekrar Google Maps üzerinde görselleştirilmiştir. Gerekli durumlarda analizlerin sonucu ve mevcut veriler KML formatında çıktı olarak alınabilmektedir.



Şekil 3. Uygulamanın genel akış şeması.

4.1. Örnek Veri Seti

Çalışmada, tarayıcı üzerinden çalışan veri giriş ve veri tabanına yazma fonksiyonlarını test etmek üzere İTÜ Kampüsü'nde bazı örnek veriler oluşturulmuştur. Bu veriler, nokta, çizgi ve alan olarak üç ayrı tabloya kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında örnek olarak sunulacak tüm sorgular ve analizler, örnek veri seti üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil 4a'da veri tabanındaki veriler ve Şekil 4b'de verilerin Google Maps üzerindeki görünümü verilmiştir.



Edit Data - PostgreSQL 9.1 (localhost:5432) - itucampus - polyline

	pid [PK] integer	geom geometry(LineString,4326)	name character var
2	2	0102000020E6100000020000002EFF21FDF6053D4077B	sdkmyolu
3	3	0102000020E6100000090000000F6285C8FC2053D40BE9	goletyolu

Edit Data - PostgreSQL 9.1 (localhost:5432) - itucampus - point

	geom geometry(Point,4326)	sid [PK] integer	adi character var
1	0101000020E610000014D044D8F0043D4013F241CF668D4440	1	ortabahce
2	0101000020E61000002EFF21FDF6053D4005A3923A018D4440	2	santra
3	0101000020E610000013F241CF66053D40BEC11726538D4440	3	hezarfen

Edit Data - PostgreSQL 9.1 (localhost:5432) - itucampus - polygon

	gid [PK] inte	geom geometry(Polygon,4326)	isim character vary
1	1	0103000020E6100000010000000900000BDE3141DC9053D4	stadyum
2	2	0103000020E6100000010000000A000000643BDF4F8D073D4	golet
3	3	0103000020E6100000010000000B0000004D840D4FAF043D4	insaat

(a) (b)

Şekil 4. (a) Veri tabanındaki tablolar. (b) Verilerin Google Maps üzerindeki görünümü.

4.2. Veri Tabanı Yapısı

PostGIS'de, PostgreSQL'den farklı mekansal verilerin saklanması için farklı geometri veri tipleri bulunmaktadır. Bu veri tipleri tanımlanırken SRID (Spatial Reference System Identifier) adı verilen ve koordinat sistemlerinin özelliklerini barındıran tekil bir sayı değeri de geometri veri tipi ile birlikte tanımlanmaktadır. Bu çalışmada WGS-84'ü temsil eden 4326 numaralı SRID kullanılmıştır. Geometri veri sütununun tanımlanması yanında metin, integer ve tarih gibi sütünlarda veri tabanı yapısında oluşturulmuştur. Tablolar arasındaki bağlantılar, atanan birincil anahtarlar ile sağlanmaktadır. Nokta veri tipindeki tablo, Şekil 5'teki kodlar ile oluşturulmuştur. Saklanan koordinat bilgileri, PostGIS'de sayı değerleri yerine canonical form denilen bir kriptolama yöntemiyle saklanmaktadır. Böylece veri tabanı, hızlı ve doğruluk kaybı olmadan koordinat bilgilerini saklayabilmektedir. Mekansal veriler, coğrafi (geography) veya geometrik (geometry) olarak iki farklı şekilde kaydedilebilmektedir. Coğrafi şekilde kaydedilen veriler üzerinde derece cinsinden işlem yapılırken, geometri veri tipinde metre cinsinden işlem yapılabilmektedir. Büyük alanlarda yapılan çalışmalar için coğrafi veri tipinin kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada, veriler geometri veri tipinde tanımlanarak tüm işlemler metre üzerinden gerçekleştirilmiştir.

```
CREATE TABLE point
(
  geom geometry(Point,4326),
  sid integer NOT NULL,
  adi character varying,
  CONSTRAINT sid PRIMARY KEY (sid )
)
WITH (
  OIDS=FALSE
);
ALTER TABLE point
  OWNER TO postgres;
```

Şekil 5. Nokta tablosunun oluşturulmasında kullanılan kodlar.

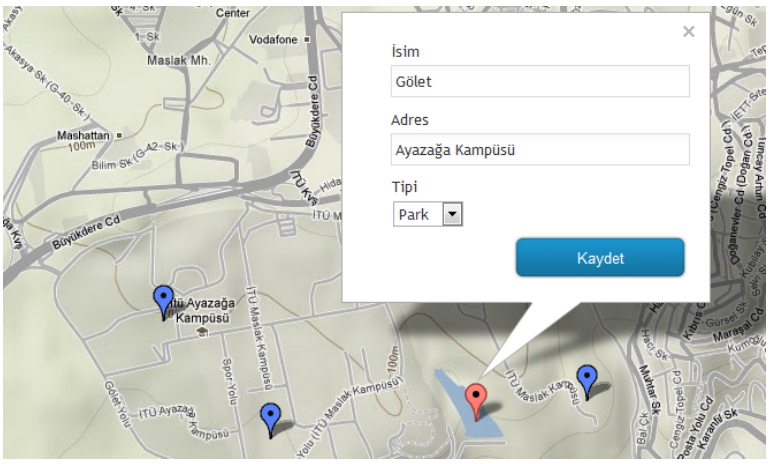
4.3. Google Maps Üzerinden Veri Girişi

PostGIS veri tabanı için görsellik sağlayan OpenJUMP, QuantumGIS gibi paket programların yanısıra bu çalışma için tarayıcılar üzerinde çalışabilmesi ve paket programlardan bağımsız olması için PHP ve JavaScript ile geliştirilmiş bir arayüz ile Google Maps harita altlığı üzerinde görsellik sağlanmıştır. Google Maps üzerindeki form aracılığıyla alınan veriler, HTML dosyasından PHP'de yazılan özel bir kod sayesinde "get" yöntemiyle alınıp değişkenlere aktarılarak Şekil 6'daki kod yardımıyla veri tabanındaki ilgili sütünlara kaydedilmiştir.

```
$sql = "insert into mekansal (loc, isim, adres, tipi) values
( PointFromText('POINT(' || $lat || ' ' || $lng || ')',4326) , '$name', '$address', '$type' ) ";
```

Şekil 6. PostGIS'e veri aktarımı sağlayan PHP betiği.

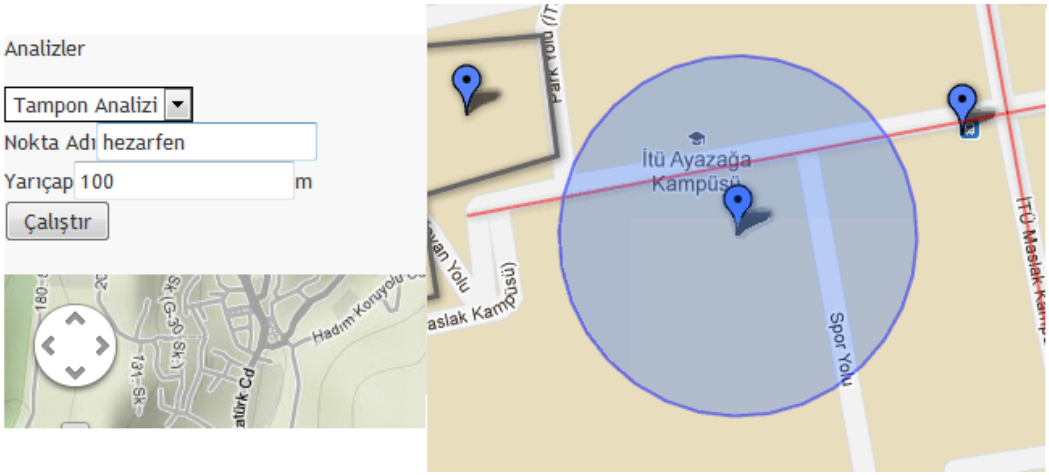
Aynı şekilde çizgi veri tipi için kullanıcı, noktalara çift tıklayarak işlemi sonlandırılabilmektedir ve açılan form yardımı ile verileri ekleyebilmektedir. Şekil 7'de form ile veri ekleme ve daha önce eklenmiş veriler Google Maps üzerinde görülmektedir.



Şekil 7. Form aracılığıyla nokta veri tipinde bilgi girişi.

4.4. Mekansal Sorgulamalar ve Analizler

PostGIS, sahip olduğu 300'ün üzerindeki fonksiyonu sayesinde birçok mekansal sorgulama ve analiz yapabilmektedir. Bu sayede en kısa yol analizleri, tampon ve kesişimler gibi birçok analiz yapılarak sonuç elde edilebilmektedir. Bu çalışmada da, tampon analizi, kesişim analizi ve uzaklık analizi gibi işlemler kullanıcı arayüzüne eklenerek tarayıcı üzerinden çalıştırılabilecek bir şekilde kullanıcıya sunulmuştur. Analizler menüsünden seçilen işlem için gerekli parametreler girildiğinde sonuç haritası ya da değerler ekranda görüntülenmektedir (Şekil 8). Kullanıcı herhangi bir işlemi seçtiğinde bu işlemin arkasında çalışan PostGIS kodu aktif hale gelip ilgili sonucu geri döndürerek Google Maps üzerinden çıktı vermektedir (Şekil 9).



(a) (b)

Şekil 8. (a) Analizler menüsünden ilgili analizin seçilmesi ve parametrelerin girilmesi. (b) Tampon analizi sonucu.

```
$sql = "select st_askml(st_buffer((st_transform((select geom from point where adi='$point_name'),32635)),
 $buffer_value))";
```

Şekil 9. Tampon analizi (buffer) sorgusu için PHP içinde arka planda çalışan PostGIS komutu.

5. SONUÇ

Mekansal verilerin yazılımlardan bağımsız bir şekilde tüm internet tarayıcılarında çalışabilir bir biçimde saklanabilmesi, sorgulanabilmesi ve üzerinde çeşitli analizlerin yapılabilmesi, kullanıcılar açısından mekansal verilerin kullanılabilirliğini arttıran bir uygulama olmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan PostGIS mekansal veri tabanı dili ile geliştirilen veri tabanı alt yapısı üzerine oluşturulan PHP tabanlı internet uygulaması sayesinde kullanıcılar; nokta, çizgi ve alan tipindeki verilerini Google Maps üzerinde veri tabanına kaydedebilmektedir. Ayrıca tarayıcılardan bağımsız olarak çalışan uygulama üzerinde çalıştırılacak 300'ün üzerindeki PostGIS komutu ile birlikte çeşitli analizler yapılarak, sonuçlar, hem Google Maps üzerinde gösterilebilir halde, hem de KML formatında paylaşılabilir halde çıktı olarak alınabilmektedir. Komut satırı üzerinden tüm bu işlemler kod yazılarak da yapılabilmektedir. Masaüstü ve mobil platformlarda çalışan bu tür uygulamaların, kullanıcılara mekansal veri ile işlem yapma kolaylığı sağlamasının yanısıra, açık kaynak kodlu uygulamalar sayesinde istenilen ve aranılan özellikler geliştirilen uygulamalara eklenti olarak eklenerek pahalı paket programlara olan bağımlılık da azaltılmış olmaktadır. Bu çalışma ile tamamı açık kaynak kodlu veri tabanı araçları ve programlama dilleri kullanılarak basit bir CBS uygulama yazılımı geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Obe, R., Hsu, L., 2011. *PostGIS in Action,* (Manning Publications).

Yeung, A., Hall, G., 2007. *Spatial Database Systems, Design, Implementation and Project Management* (Springer).

Builtwith Trends, 2012. Mapping Usage Statistics, Overview of Statistics for Mapping Technologies, http://trends.builtwith.com/mapping, 14.09.2012.

Toomanian, A., 2012. Methods to Improve and Evaluate Spatial Data Infrastructures, *Doktora Tezi,* Centre for Geographical Information Systems (GIS Centre), Lund University, Sweden.

Lubbers, P., Albers, B., Salim, F., 2011. Pro HTML5 Programming, Apress, pp: 107-133.

Peterson, M., 2012. Online Mapping with APIs, in Online Maps with APIs and WebServices, Springer, pp: 3-13.