

# GEOmatik

Geomatik Dergisi  
Cilt 5 / Sayı 3 - Aralık 2020

ISSN:2564-6761



<b>Dergi Hakkında</b>	Geomatik Dergisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak harita mühendisliği alanında yeni gelişmelerle ilgili yapılan çalışmalarını yayınlayan bir dergidir. Geomatik dergisi Tubitak Ulakbim TR Dizin’de Dizinlenmektedir
<b>Amaç &amp; Kapsam</b>	<p>Geomatik Dergisi 2016 yılından beri yayın hayatını sürdüren uluslararası hakemli TÜRKÇE yayın yapan bir dergi olup hakem değerlendirme sistemi mevcuttur. Harita Mühendisliğine ait kuramsal ve uygulamalı araştırma, tarama-inceleme, bildiri, vaka çalışması, kısa rapor ve editöre mektup niteliklerinden birine uygun eserler hakem değerlendirmesinden yayınlanabilir olduğuna dair karar verildikten sonra yayımlanır. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan eser, dergi editörlüğünce değerlendirme için hakemlere gönderilir. Geomatik Dergisinde KÖR HAKEMLİK uygulaması mevcuttur. Yayınlanmasına, hakemlerin görüşü doğrultusunda Dergi Editör ve Yayın Kurulu karar verir. Gönderilen makaleler yayımlansın veya yayımlanmasın iade edilmez. Dergimizde yayınlanan yazıların her türlü sorumluluğu (bilimsel, mesleki, hukuki, etik v.b.) yazarlara aittir. Yayınlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir ve referans gösterilmeden aktarılamaz. Araştırmacılar arasındaki bilimsel iletişimi oluşturmak amacıyla aşağıda nitelikleri açıklanan, başka bir yerde yayımlanmamış makaleler Türkçe olarak kabul edilmekte ancak özetinin İngilizce de basılması zorunluluğu vardır.</p> <p>GEOMATİK dergisinin kapsamı;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fotogrametri ve Uzaktan Algılama,</li><li>✓ Lidar , Yersel lazer tarama, Mobil lazer tarama,</li><li>✓ GPS ve uygulamaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları</li><li>✓ Ölçme teknikleri - endüstriyel ölçmeler, deformasyon ölçmeleri,</li><li>✓ Jeodezi</li><li>✓ Hidrografik ölçmeler, navigasyon, madencilik ölçmeleri</li><li>✓ Mühendislik ölçmeleri, Jeodezi, dengeleme,</li><li>✓ Kartografik uygulamalar,</li><li>✓ Arazi Toplulaştırma ve uygulamaları, Kadastro ve uygulamaları</li><li>✓ İmar Bilgisi ve uygulamaları ve</li><li>✓ Geomatik mühendisliği ve yerbilimleri ile bağlantılı multi disiplinler çalışmaları.</li></ul>
<b>Yayınlanma Sıklığı</b>	Yılda 3 sayı (Nisan, Ağustos, Aralık, aylarında sayı çıkarılır.)
<b>e-ISSN</b>	2564-6761
<b>WEB</b>	<a href="https://dergipark.org.tr/geomatik">https://dergipark.org.tr/geomatik</a>
<b>İletişim</b>	geomatikdersisi@gmail.com



#### EDİTÖR

**Prof. Dr. Murat YAKAR**  
Mersin Üniversitesi,  
Mersin

#### EDİTÖR YARDIMCILARI

**Dr. Öğr. Üyesi Osman ORHAN**  
Mersin Üniversitesi,  
Mersin

**Prof. Dr. Ekrem TUŞAT**  
Konya Teknik Üniversitesi,  
Konya

#### EDİTÖR KURULU

- Prof. Dr. Reha Metin ALKAN, Hitit Üniversitesi
- Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ GÜL, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU, Gebze Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Haluk ÖZENER, Boğaziçi Üniversitesi
- Prof. Dr. Erkan BEŞDOK, Erciyes Üniversitesi
- Prof. Dr. Gönül TOZ, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU, İstanbul Üniversitesi
- Prof. Dr. Fevzi KARSLI, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Muzaffer KAHVECİ, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Sebahattin BEKTAŞ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Doç. Dr. Semra ALYILMAZ, Atatürk Üniversitesi
- Doç. Dr. Tekin SUSAM, Gaziosmanpaşa Üniversitesi
- Doç. Dr. İ. Rakıp KARAS, Karabük Üniversitesi
- Doç. Dr. Mevlüt YETKİN, Katip Çelebi Üniversitesi
- Doç. Dr. Şinasi KAYA, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Doç. Dr. İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Doç. Dr. Ömer MUTLUOĞLU, Selçuk Üniversitesi
- Doç. Dr. Arzu ERENER, Kocaeli Üniversitesi
- Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
- Doç. Dr. Kemal Özgür HASTAOĞLU, Cumhuriyet Üniversitesi
- Doç. Dr. Yasemin ŞİŞMAN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Doç. Dr. Güler YALÇIN, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
- Yrd. Doç. Dr. Ayşe Yavuz ÖZALP, Artvin Çoruh Üniversitesi
- Yrd. Doç. Dr. Fatih TAKTAK, Uşak Üniversitesi
- Dr. Öğr. Üyesi Ali ULVİ, Mersin Üniversitesi

#### DANIŞMA KURULU

- Prof. Dr. Dursun Zafer Şeker, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ, Aksaray Üniversitesi
- Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ, Atatürk Üniversitesi
- Prof. Dr. Abdurrahman Geymen, Erciyes Üniversitesi
- Prof. Dr. Ferruh YILDIZ, Selçuk Üniversitesi

# İÇİNDEKİLER

CİLT 5 / SAYI 3

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ

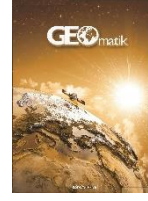
** Madencilik Çalışmalarında Sismik Veri Toplama ve Ölçme Tekniklerinin Kullanılabilirliğinin Analizi Atınç PIRTI, Hüseyin Edip ÖZDEMİR, Ramazan Gürsel HOŞBAŞ	160
** İdari Sınır Verilerinin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayımlanması: Trabzon Sınırları Örneği Gülten Kara, Çetin Cömert	172
** Uydu Görüntüsü İşleme ve Sıkıştırma Süreçlerinin WEB Tabanlı Harita Servisi Yayın Performansına Etkilerinin Araştırılması Zafer DURKUT, Uğur ALGANCI, Elif SERTEL	186
** Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği Merve Damla KELEŞ, Cevdet Coşkun AYDIN	193
** CBS Yardımıyla İstanbul'daki Merkez Alanların Sınırlarının Belirlenmesi Tayfun SALİHOĞLU	201
** Türkiye Kırsal Arazi Kullanımına Yönelik Bir Konumsal Veri Altyapısının Modellenmesi Muzaffer Can İBAN	209
** CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla Niğde Kenti Örneğinde Taşınmaz Değerleme Aşlı BOZDAĞ, Ela ERTUNÇ	228
** Yeraltı Suyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Modellenmesine Yönelik bir Yaklaşım: Kırkgöz Havzası (Antalya) Mustafa Kaynarca, Nusret Demir, Bekir Taner San	241



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Madencilik Çalışmalarında Sismik Veri Toplama ve Ölçme Tekniklerinin Kullanılabilirliğinin Analizi

Atınc PIRTI<sup>\*1</sup>, Hüseyin Edip ÖZDEMİR<sup>2</sup>, Ramazan Gürsel HOŞBAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>TPAO Şirketi, Ankara, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Sismik Veri Toplama  
GNSS  
Enerji  
Topoğrafya

### ÖZ

Günümüzde yeraltındaki madenleri keşfetmek amaçlı yapılan, sinyal gönderilerek yansıyan bu sinyaller üzerinden yapılan yorumlama analiz çalışmalarına sismik çalışma adı verilir. Sismik Yansıma Yöntemi, yapay şekilde üretilen sismik enerjinin yer içinde sismik dalgalar şeklinde, tabaka ara yüzeylerinden yansıması ve kayıt edilen yansımaların sinyal analiz tekniklerine göre işlenip yeraltını gösteren sismik kesitler haline getirilmesidir. Sismik yansıma yöntemi günümüzde çeşitli amaçlar için kara ve denizde uygulanmakla birlikte en önemli uygulama alanı petrol ve doğalgaz kaynaklarının bulunmasıdır. Sismik Yansıma Yöntemi iki boyutlu veya üç boyutlu şekilde uygulanabilir. İki boyutlu sismik uygulamalarda sadece bir alıcı kablosu kullanılır. Bir hat boyunca toplanan sismik verilerden veri-işlem sonrasında yeraltını gösteren sismik kesitler elde edilir. Üç boyutlu sismik uygulamalarda birden fazla alıcı kablosu ve birden fazla sismik kaynak kullanılır. Sismik veriler yeraltında bir hacim içerecek şekilde toplanır ve veri-işlem sonrasında sismik küp adı verilen veri kümesi oluşturulur. Yeraltı jeolojisinin doğru tarifi ancak doğru kayıt edilecek koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden; denizlerde yapılan sismik arama faaliyetlerinin son teknoloji ürünü ölçme aletleri ile gerçekleştirilmesi ve karada yapılan sismik faaliyetlerin ileri derece teknolojide ölçüm cihazları kullanılarak yapılması önem taşımaktadır. Karada yapılan sismik arama çalışmalarında ormanlık sahalarda ruhsat alımı, topoğrafya ölçüm çalışmaları, Hafriyat ve toprak işleri çalışmaları ve zarar-zıyan tespit çalışmaları harita grubu faaliyet alanına girmektedir. Maden arama amaçlı yapılan sismik çalışmalarda, kullanılan ölçme yöntemleri, yapılan ölçüm değerlerinin kontrol edilmesi, sonuç koordinatlarının hassas bir şekilde belirlenmesi ve özellikle yükseklik değerlerinin doğru tespiti; maden arama faaliyetlerinde önem arz etmektedir.

## Seismic Data Acquisition in Mining Exploration and Analysis of Using Surveying Techniques

### Keywords

Seismic Data Collection  
GNSS  
Energy  
Topography

### ABSTRACT

Today, signals are used to explore underground mines. Seismic works include the interpretation and analysis of reflected signals. Seismic Reflection Method is the propagation of artificially generated seismic energy in the form of seismic waves, its reflection from the layer interfaces and the processing of the recorded reflections according to signal analysis techniques and transforming them into seismic sections showing underground. Seismic reflection method is currently being applied for various purposes at land and sea, but the most important application domain is oil and natural gas exploration. The Seismic Reflection Method can be applied as two dimensional (2D) or three dimensional (3D). In 2D seismic applications, only one receiver cable (streamer) is used. With seismic data collection along a line, seismic sections are obtained that show underground data after data processing. In 3D seismic applications, multiple receiver cables and multiple seismic sources are used. The seismic data are collected so as to include a volume in underground and a data set is created called seismic cube after data processing. In these seismic works, we will examine the importance of the surveying applications. Since the accurate description of the underground geology can only be achieved with the correct coordinate data, it is important that seismic exploration activities at sea are carried out with the latest technology navigation devices. In the seismic exploration works carried out on the land, obtaining licence in forested areas, topographic surveying works, dozer works, damage and lost determination works are parts of geomatic activities. The measurement methods used in seismic works for mining exploration, the verification of the measurement results, the precise determination of final 2D coordinates and especially the correct determination of heights are important in mining explorations.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

{atinc@yildiz.edu.tr} ORCID ID 0000-0001-9197-3411  
{ozdemirh@tp.gov.tr} ORCID ID 0000-0001-6289-6015  
{ghosbas@yildiz.edu.tr} ORCID ID 0000-0002-3189-7696

Pırtı, A. Özdemir, H. Hoşbaş, R. (2020) MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA SİSMİK VERİ TOPLAMA VE ÖLÇME TEKNİKLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ANALİZİ. Geomatik, 5(3), 160-171, DOI: 10.29128/geomatik.614862

## 1. GİRİŞ

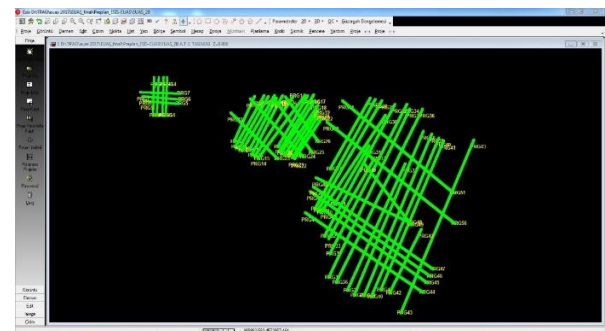
GPS en eski GNSS (Küresel navigasyon uydu sistemleri) sistemidir. ABD ordusuna hidrografik inceleme ve jeodezik ölçüm yapmak için kullanılmıştır. Global Navigation Satellite System veya GLONASS, Rusyanın küresel navigasyon sistemidir. GLONASS 1993 yılında 2 yörüngede 19130 km yükseklikteki 12 uydu ile faaliyete geçmiştir. Şu anda yörüngede toplam 27 uydusu vardır. GALILEO, Avrupa Birliği Ajansı tarafından bir araya getirilen Avrupa Birliğinin GNSS topluluğu ve Avrupa GNSS Ajansı tarafından işletilmektedir. Galileo, sivil ve ticari kullanım için küresel navigasyon sistemidir. Tamamen konuşlandırılmış Galileo sisteminde şuanda 30 operasyonel uydudan 22 si yörüngededir. Galileo, 2016 dan itibaren erken operasyon yeteneği sunmaya başlamış olup ve 2020 de tam kapasite operasyonel kabiliyete ulaşması beklenmektedir. BDS, Çin BeiDou Uydu Navigasyon Sistemi, yörüngesinde 22 operasyonel uyduya sahiptir ve toplam 35 uyduyu kapsayacak şekilde programlanmıştır. BeiDou nun BeiDou-1 ve BeiDou-2 olmak üzere iki ayrı takımı vardır. BeiDou-1 aynı zamanda ilk nesil olarak bilinen üç uydudan oluşan bir gruptur. 2000 yılında faaliyete geçti. BeiDou-1 2012 nin sonunda hizmet dışı bırakılmıştır. BeiDou-2, sistemi ikinci nesildir. 2011 yılında yörüngedeki 10 uydudan oluşan kısmi bir takım çalışmasıyla faaliyete geçmiştir. Gelecek nesil BeiDou-3 ve BDS-3 uydusu Mart 2015 te başlatıldı. Ocak 2018 itibariyle dokuz BDS-3 uydusu piyasaya sürülmüştür. BeiDou-3 ün 2020 sonuna kadar tamamen işlevsel olması bekleniyor. QZSS, japonyanın uydu konumlandırma araştırma ve uygulama merkezi tarafından halen yapım aşamasında olan bölgesel uydu navigasyon sistemidir. Planlara göre, QZSS takımı 4 ü zaten yörüngede olan 7 uyduya sahip olacaktır. QZSS nin, Asya-Okyanusya bölgesinde son derece hassas ve istikrarlı konumlandırma hizmetleri sunmaktadır. IRNSS, Hindistan bölgesel uydu navigasyon uydu sistemidir. Hindistan Uzay araştırma teşkilatı tarafından başlatılan ve işletilen IRNSS, Hindistanı ve 1500 km ye kadar uzanan bölgeleri kapsamaktadır. GNSS'in jeodezik ölçmelerde kullanılması sonucunda farklı hassasiyette konum bilgisi sunan birçok ölçme yöntemi geliştirilmiştir. İlk kullanılan GNSS ölçme yöntemlerinde (statik ve kinematik ölçme yöntemleri) konum bilgisi elde edebilmek için arazide toplanan verilerin çeşitli GNSS yazılımları ile değerlendirilmesi gerekmekteydi. Ancak bu durum arazide ölçü anında anlık konum bilgisi gerektiren uygulamalar için problem oluşturmaktaydı. Bu yüzden gerçek zamanlı olarak konum bilgisi sunabilen ölçme teknikleri araştırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar için öncelikle DGNSS (Diferansiyel GNSS) adı verilen bir ölçme yöntemi geliştirilmiştir. Ancak, DGNSS tekniğinin jeodezik amaçlı çalışmalar için doğruluğu ve hassasiyeti yeterli olmadığından dolayı yapılan yeni araştırmalar neticesinde kod gözlemleri yerine taşıyıcı dalga faz gözlemlerinin kullanılması; konum

hassasiyetini oldukça artırdığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalarda artık kısa zamanda yüksek doğruluklu konum belirlenmesine olanak sağlanmıştır. Bu gelişmeler ışığında öncelikle Klasik RTK (Real Time Kinematik) tekniği ardından da Ağ-RTK (Network RTK) tekniği geliştirilmiştir. Ağ-RTK tekniğinin ortaya çıkmasıyla birçok ülkede sürekli gözlem yapan sabit GNSS istasyonları (CORS-Continuously Operating Reference Station) kurulmuştur. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından gerçekleştirilen petrol, doğalgaz, kömür, jeotermal enerji vb. enerji kaynaklarını arama faaliyetleri kapsamında yapılan sismik çalışmaların nasıl gerçekleştirildiği ve bu sismik çalışmalarda kullanılan haritacılık faaliyetlerinin aşamaları genel olarak anlatılmıştır. Yeraltı jeolojisinin açık tarifi ancak doğru ölçülen koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden; çalışmanın gerektirdiği doğrulukları karşılayan güncel ölçme donanımları gereklidir. Sismik çalışmalarda hassas bir şekilde ölçüm yapılması gereklidir, yapılan ölçüm değerlerinin kontrolü ve özellikle yükseklik değerlerinin doğru tespiti; maden arama çalışmalarında önemli olduğu için bu elde edilecek koordinat değerlerinin hassas bir şekilde kontrolü amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında TPAO Arama Daire Başkanlığı Jeofizik Operasyonlar Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen 2 Boyutlu (2B) sismik arama çalışması ve petrol arama amaçlı 3 Boyutlu (3B) sismik arama faaliyetleri hakkında genel bazı temel bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda maden arama çalışmalarında uygulanan haritacılık faaliyetleri genel olarak açıklanmıştır (İlhan ve Akın 2016, TPAO 2018, Öncel 2016, Özdemir ve Baratan 2017).

## 2. MADENCİLİK ÇALIŞMALARINDA SİSMİK VERİ TOPLAMA

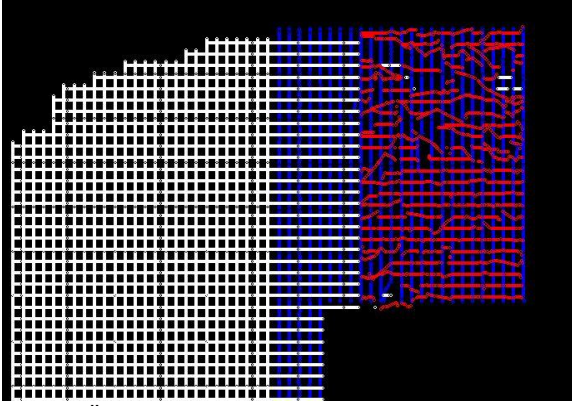
**Sismik Veri Toplama Çalışması:** Hidrokarbon rezervinin tespiti için sismik yansıma yöntemiyle yeraltı kesitlerinin çıkartılması amacıyla yapılan çalışmalardır (Şahin ve Karakılçık, 2012; İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

**İki Boyutlu Sismik Veri Toplama:** Yeraltı katmanlarının iki boyutlu olarak kesitinin çıkartıldığı, atış ve jeofon noktalarının tek bir doğrultuda dizildiği sismik veri toplama yöntemidir (Şekil 1).



Şekil 1. İki Boyutlu Sismik Çalışma

**Üç Boyutlu Sismik Veri Toplama:** Yeraltı katmanlarının, üç boyutlu olarak kesitinin çıkartıldığı, atış noktalarının belirli bir doğrultuda dizildiği ve birbirine paralel hatlardan oluştuğu ve jeofon noktalarının da atış noktalarına dik olan birbirine paralel hatlar üzerinde işaretlendiği ve belirli bir alanı kaplayan sismik veri toplama yöntemidir (Şekil 2).



Şekil 2. Üç Boyutlu Sismik Çalışma

**Neden 3 Boyutlu Sismik?** İki boyutlu sismik çalışmalarda yer altı hız alanının sadece sismik profil boyunca dağılımı elde edilirken, üç boyutlu sismik çalışmalarda profil yönüne dik yönde hız dağılımı da sağlanarak üç boyutlu görüntü işlemi karmaşık yer altı yapısını daha gerçekçi ortaya koymaktadır.

**Enerji Kaynağı:** Yer altındaki katmanlardan yansıyan sinyallerin oluşmasını sağlayan araçlardır. Bunlar sismik dinamit veya vibro araçlarıdır. Vibrolar, atış noktalarında yer altına giden ses sinyallerinin oluşmasını sağlayan donanımlardır. Kullanım alanları petrol, doğal gaz ve termal su kaynaklarıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Vibro

**Dinamit:** Sismik çalışmalarda kullanılan etkin bir enerji kaynağıdır. Minimum fazlı sismik sinyal oluşturur. Frekans içeriği kontrol edilemeyen bir kontrolsüz enerji kaynağıdır. Enerjisi ısı ile değişmediğinden çölden kutuplara kadar her yerde kullanılır. Yüksek bir patlama hızına sahiptir (5800-6300 m/s). Enerjiyi mümkün olduğunca yer içerisine gönderebilmek için kuyu derinlikleri düşük hız tabakasının altında olmalıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Sismik Dinamit

Enerji kaynağı seçiminde bazı hususlara dikkat edilmelidir. Üretilen sinyal hedeflenen derinliğe ulaşabilmelidir ve hedef derinlikteki gerekli çözünürlük sağlanabilmelidir. Sinyal gürültü karakteristiği, uygulanabilirlik ve maliyet seçimine dikkat edilmelidir (Şekil 5).



Şekil 5. Vibro ve Sondaj

**Jeofon:** Yer altı katmanlarının kesitlerinin çıkartılması amacıyla katmanlardan yansıyan sinyallerin alınmasını sağlayan, yerin mekanik hareketini elektrik sinyaline dönüştüren ve toprağa çakılan yaklaşık 10 cm boyundaki metal-plastikten oluşan alıcıdır. Jeofon noktası ise jeofonların çakıldığı noktalardır (Şekil 6).



Şekil 6. Jeofon Noktası

**Atış (Kaynak) Noktası:** Sinyal oluşmasını sağlayan kaynağın bulunduğu noktadır.

**Sismik Hat:** Üzerinde sismik veri toplama çalışmasının yapıldığı semti ve uzunluğu bilinen doğrultudur.

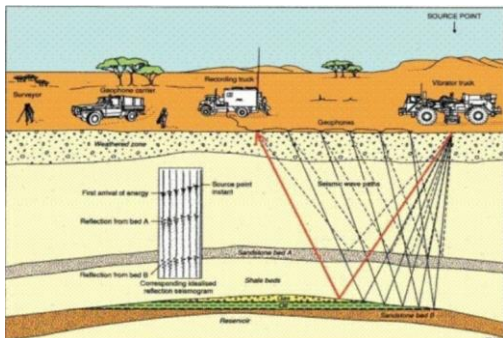
**Yanal Offset:** Atış veya jeofon noktasının sismik hat üzerinde bulunduğu konumdan, hattın doğrultusunda; hattın sağına ya da soluna yapılan konumlandırma.

**İleri/Geri Offset:** Atış veya jeofon noktasının, sismik hat üzerinde bulunduğu konumdan ileride ya da geride bir konumda konumlandırılmasıdır.

**Recorder:** Sismik arama çalışmaları esnasında jeofondan gelen sinyallerin, nokta koordinat değerlerinin ve bu verilere ilişkin tüm bilgilerin toplandığı ve depolandığı kayıt sistemidir (Şekil 7 ve 8).



Şekil 7. Recorder



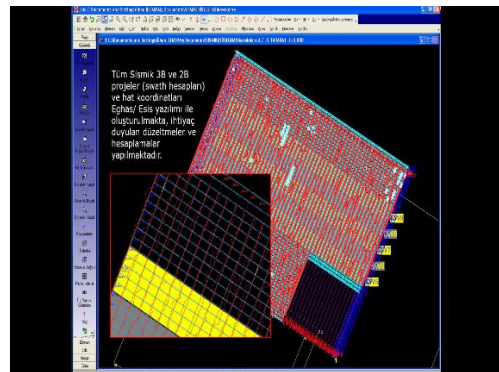
Şekil 8. Sismik Çalışma Özeti

## 2.1. Harita Mühendisliği Faaliyetleri

Harita mühendisliği, ülkenin gereksinim duyduğu her ölçekteki haritaların üretimini, araziye ilişkin küçük/büyük tüm projelerin etüt ve uygulamalarını gerçekleştiren bir meslek dalıdır. Haritalar ve harita mühendislik hizmetleri tüm yatırım ve mühendislik hizmetlerinin alt yapısını oluşturur. Sözgelimi: kent planlaması ve imar planı için gerekli kent haritaları, imar planı uygulamaları, parselasyon planları, kadastro haritaları, kamulaştırma planları, arazi toplulaştırma planları, maden haritaları, topoğrafik haritalar harita mühendislerinin yönetim ve denetiminde gerçekleşir. Karayolu, demiryolu, sulama, tünel ve benzeri mühendislik projelerinin etütlerinde ve projelendirilmelerinde, bu projelerin araziye uygulanmasında (aplikasyon), yol, su, kanalizasyon gibi belediye teknik hizmetlerinin proje ve yapımlarında harita mühendisliği meslek dalının yoğun bir işlevi vardır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

## 3. KONUM ÖLÇMELERİ

Sismik ve gravite işlerinde her türlü haritacılık işlerinin yürütülmesi takibi ve bu faaliyetlerin daha hassas ve ekonomik bir şekilde yapılmasının sağlanması için ekipman ve çalışma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi planlanır. Sismik iki boyutlu ve üç boyutlu projelerin, belirlenen sahalardaki hat güzergâhları Eghas/Esis programında oluşturulur ve swath bazında koordinatları hesaplanır. Sismik iki boyutlu ve üç boyutlu projelerine ait hat güzergâhlarının topoğrafya üzerinde istikşafı yapılır ve gerekli düzenlemeler uygulanır, aplikasyon için gerekli nirengi ağı kurma çalışması yapılır. GNSS dönüşüm parametresi için TUTGA ve nirengilerde statik ölçü yapılır. Sismik çalışma sahasında, projelerin topoğrafya üzerine aplikasyonları yapılır. Tüm iki boyutlu ve üç boyutlu sismik projeler (Swath hesapları) ve hat koordinatları Eghas/Esis yazılımı ile oluşturulmaktadır. Ayrıca ihtiyaç duyulan düzeltmeler ve hesaplamalar bu program aracılığıyla gerçekleştirilir (Şekil 9), (Şahin ve Karakılıç, 2012; İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017 TPAO 2018).



Şekil 9. Eghas/ Esis Yazılımı

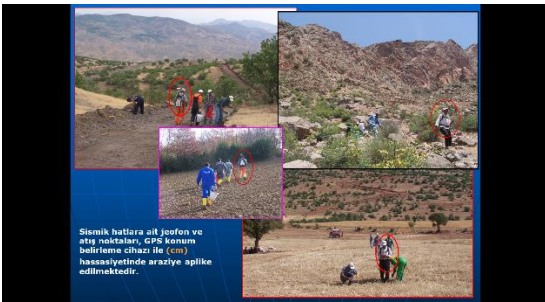


Sismik çalışmalar yapılmadan önce TUTGA (TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI) ve Nirengi noktalarında GPS ölçümleri yapılarak, çalışma sahasında ihtiyaç duyulan nirengi ağı hassas bir şekilde tesis edilir (Şekil 10).



Şekil 10. Nirengi ve TUTGA Noktaları

Çalışması yapılacak sismik hatlara ait jeofon ve atış noktaları, GNSS ile RTK (Real Time Kinematik) yöntemi kullanılarak; hassas bir şekilde araziye applike edilir (Şekil 11).



Şekil 11. Jeofon ve Atış Noktalarının Aplikasyonu

Gravite ölçülerinin yapılması amacıyla, sismik gravite ekibi kurulmuştur. Gravite ekibi görev olarak gravite ve manyetik baz noktalarının ölçülmesi, koordinatlandırılması ve kroki ile röperlenmesi faaliyetlerini yürütür. Ayrıca çalışma yapılacak gravite hattı üzerindeki gravite noktalarının koordinatlarının, GNSS aracılığıyla tespit edilmesi ve manyetik değerlerinin okunması faaliyetlerini gerçekleştirir (Şekil 12).



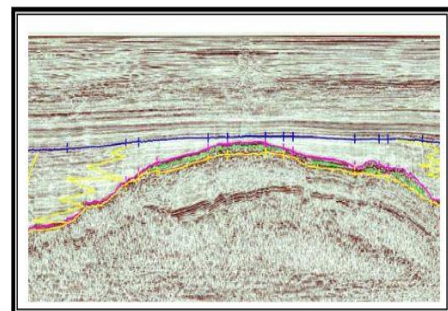
Şekil 12. Gravite Çalışması

### 3.1. Deniz Sismik Çalışmalarında Güzergâh Ölçmeleri

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) 1954 yılında, ülkemizin hidrokarbon zenginliklerini

keşfetmek, sondaj yaparak bu zenginlikleri ülkemize kazandırmak, üretimini ve pazarlamasını yapmak amacıyla kurulmuş olan ve kurulduğu günden bu yana hizmet veren bir kamu kurumudur. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), kendi bünyesinde kurmuş olduğu arazi ekipleri ile yoğun bir şekilde yürütmüş olduğu kara sismik çalışmaları yanında, ülkemizin kara suları içerisinde petrol ve doğalgaz arama çalışmaları kapsamında, geçmiş yıllarda Doğu, Orta ve Batı Karadeniz'de İki Boyutlu (2B) ve Üç Boyutlu (3B) deniz sismik çalışmaları yürütmekte olup her geçen yıl bu çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından tarihimizde yeni alımı gerçekleştirilecek, arama sondaj gemisiyle her yıl Karadeniz'de iki, Akdeniz'de iki olmak üzere denizlerimizde aktif sondaj faaliyetlerinde bulunulacaktır. 2005 yılı içerisinde, Karadeniz'de yapılan 2B Deniz Sismik çalışmaları çerçevesinde güzergâh ölçmeleri, ölçme donanımı ile ölçmelerin yapılması ve ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi ele alınacaktır. Geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalara ek olarak, petrol ve doğalgaz arama programları kapsamında 2005 yılı içerisinde Batı ve Orta Karadeniz sahaları içerisinde deniz sismik çalışmaları yürütülmektedir. Ayrıca 2017 yılında yapılmış olan Ordu\_3D programı güzergâh ölçmeleri, ölçme donanımı ile ölçmelerin yapılması ve ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi kapsamındadır (URL1, URL2, URL3, URL4, URL5, İlhan ve Akın, 2016).

Deniz sismik veri toplama çalışmalarında navigasyon biriminin uygulamaları, bu çalışma bünyesinde kullanılan navigasyon cihazları ve yazılımları, navigasyon ölçmelerinin deniz sismik veri toplama çalışmasına ve sonuçlarına ne gibi etkisinin olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Petrol ve doğalgaz gibi hidrokarbon potansiyellerinin araştırılması, tespit edilmesi ve geliştirilmesi amacıyla kullanılan sismik yöntemler, karalarda olduğu gibi günümüz bilim ve teknolojisinde kaydedilen ilerlemeler sayesinde denizlerde de uygulama alanı bulmuştur. Yeraltı jeolojisinin doğru tarifi ancak koordinat verisi ile mümkün olabileceğinden denizlerde yapılan sismik arama faaliyetlerinin son teknoloji ürünü navigasyon aletleri ile gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Elde edilen tüm sismik ve navigasyon verilerinin değerlendirilmesi sonucunda aşağıda görülen sismik kesitler elde edilir (Şekil 13).



Şekil 13. Sismik Kesit

Bu çalışmaların yapılması amacıyla, TPAO tarafından deniz sismik çalışmaları için gerekli cihazlarla donatılmış ve bu tür sismik çalışmalar için özel olarak Dubai’de Polarcus adlı jeofizik şirketi için 2011 yılında inşa edilen Barbaros Hayrettin Paşa gemisi, 2013 yılında sismik ve petrol, doğal gaz araştırmalarında kullanılmak üzere Türkiye tarafından satın alınmıştır (Şekil 14).

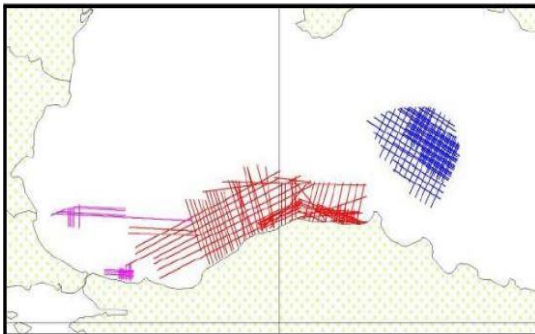


Şekil 14. Barbaros Hayrettin Paşa Gemisi

#### 4. UYGULAMA

##### 4.1. Deniz Sismik Çalışmasının Yapılışı

Deniz sismik çalışması öncesinde, hedef jeolojik yapıyı belirtecek profiller; projeyi hazırlayan birim tarafından ön çalışma ile oluşturulur ve çalışma sahasının harita üzerindeki konumları belirlenir. Sismik çalışma, harita üzerindeki konumları belirlenen hatların uygulama esnasındaki yapılış sırası ve yönü; navigasyon birimi tarafından belirlenerek programa ait hatlar üzerinde (Şekil 15) ve önceden belirlenmiş parametrelerin, ilgili donanım ve yazılımlarda uygulanarak hat boyunca sismik, navigasyon, gravite ve manyetik verilerinin toplanması şeklinde yürütülmektedir. Çalışma sahasına ait parametrelere bağlı olarak her atış noktasında, kaynak (gun) patlamalarının meydana getirdiği, önceden belirlenmiş şiddetteki ses dalgalarının yer altı tabakalarından geri dönen yansımaları “streamer” üzerindeki alıcılar tarafından önceden belirlenmiş süre kadar toplanır ve aynı anda tüm sistemin koordinatları GNSS noktası referans alınarak hesaplanır. Sonucunda da kayıt edilir. Kayıt edilen tüm sismik ve navigasyon verileri, gemide bulunan veri işlem birimleri tarafından programa ait sismik kesitlerin çıkarılması için işlenir (Öncel 2016, Akça 2005, TPAO 2018, İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



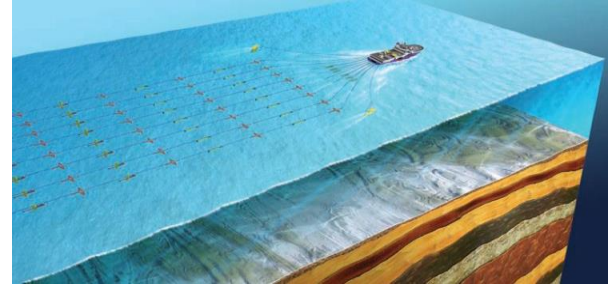
Şekil 15. 2005 Yılı Karadeniz Sismik Çalışma Programı

Sismik veri toplama açısından önemli olan ve çalışma boyunca belirli doğruluklarla korunması zorunlu olan; bir kısmı navigasyon birimi tarafından sürekli kontrol edilen ve takibi yapılan proje parametreleri ile kullanılan jeodezik ve datum dönüşüm parametreleri aşağıda Şekil 16 da özetlenmiştir.

	SİĞ DENİZ / SHALLOW WATER	DERİN DENİZ / DEEP WATER
Veri toplama şekli	2D tek streamer / tek kaynak	2D tek streamer / tek kaynak
Atış aralığı	25m	37.5m
Kaynak Ölçüsü	1,700 inç küp/2000 psi	3,560 inç küp/2000 psi
Kaynak (gun) derinliği	6 m, +/- 0.5m	6 m, +/- 0.5m
Streamer / Grup Aralığı / Kanal Sayısı	6000m / 12.5 m / 480 kanal	7200 m / 12.5 m / 576 kanal
Streamer derinliği	7 m, +/- 1m	7 m, +/- 1m
Compass (pusula) sayısı	22	26

Şekil 16. Sismik Parametreler

Kısaca, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Jeofizik Operasyonlar Müdürlüğü olarak denizlerde doğal kaynak olup olmadığını öğrenmek için sismik çalışma yapılmaktadır. Sismik çalışma yapabilmek için yerin altına sinyal yollayan bir kaynak, bir de yerin bu sinyale verdiği cevabı kayıt eden alıcılara ihtiyaç vardır. Aşağıda Şekil 17 de bu kaynak ve alıcılar gösterilmiştir.



Şekil 17. Sismik Kaynak ve Alıcılar

Şekil 17 de görülen gemiye bağlı ve en yakın olan altı tane hat kaynak grubunu temsil etmektedir. Aynı şekilde gemiye bağlı ve en arkadaki sekiz tane kablo da alıcı grubunu temsil etmektedir. Alıcılar bu kabloların içerisinde bulunmaktadır. Yanlardaki sarı cisimler ise door diye adlandırılmaktadır. Görevleri ise kablolar arası gerekli uzaklığı sağlamaya yardım etmek ve akıntıların kabloları olan etkisini azaltmaktır. Sismik çalışma yapabilmek için bu kablo ve gunların belli bir düzende olması gerekmektedir. Söz konusu bu gereklilikler projeden projeye değişebilmektedir.

##### 4.2. Navigasyon Sistemi

Navigasyon sistemi, geminin ve tüm diğer sistemlerin koordinatlandırılması için gerekli olan GNSS, gyrocompass, birdcompas cihazları ve tüm verilerin değerlendirilmesini ve navigasyon

hesaplamalarının yapılmasını sağlayan; deniz sismik veri toplama çalışmalarında navigasyon amaçlı kullanılan özel bir yazılım olan ORCA ile birlikte uydulardan alınan ham GNSS verilerinin değerlendirilerek sonuç koordinatlarının hesaplanmasını sağlayan; bütün uydu ve GNSS bilgilerinin gösterildiği FUGRO firmasına ait STARPACK paketi setinden oluşmaktadır. ORCA, 'streamer" in (içerisinde ses dalgalarını algılayan alıcılar bulunan özel bir kablo) şeklinin ve derinliğinin istenen durumda olup olmadığı kontrolü ve istenen değerlerde kalmasının sağlanması, sapma açısının takibi, kaynak (gun) derinliğinin istenen değerde olup olmadığı takibi, kaynak patlamalarının istenen basınç değerlerinde olup olmadığı izlenmesi, patlama zamanlarının belirlenmesi ve ne kadar gecikme ile patladığının takibi, geminin istenen hat üzerinde ve istikamette hareketinin sağlanması, bu ölçme işlemlerinin kalite kontrolünün sağlanması; standard sapmalarının rakamsal ve grafiksel olarak gösterilmesi işlemlerinin yürütülmesini sağlayan ve diğer sistemlerle uyumlu çalışan bütünleşmiş bir sistemdir. Gemideki GNSS anteninin bulunduğu nokta diğer tüm koordinat hesaplamaları için referans alınır. Tüm gemi, kaynak, streamer ve kuyruk şamandırasının (tailbuoy) offset değerleri çalışma başlamadan önce navigasyon sistemine girilir. Her kaynak patlamasında kaynak (gun), streamer alıcı konumları ve kuyruk şamandırasının konumu, önceden sisteme girilen offset değerleri, gyro okumaları, streamer üzerine belirli aralıklarla sabitlenmiş "bird compass" okumaları ve kuyruk şamandırası üzerinde bulunan RTK-GNSS ölçmeleri yardımıyla hesaplanır ve kayıt edilir. 3D çalışmalarında bunlara ek olarak CMX, CTX ve Digifin acoustics mesafe ölçmeleri kullanılır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

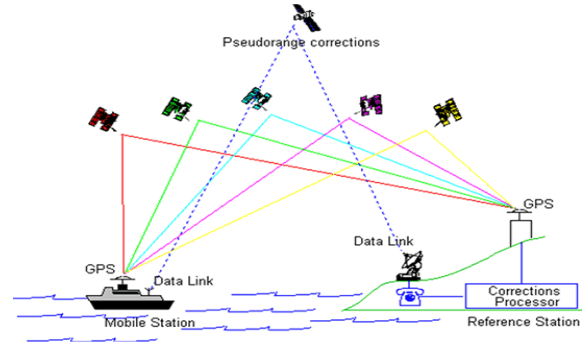
Sistemi oluşturan her bir bileşen aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### 4.3. Navigasyon Donanım ve Yazılımları

#### 4.3.1. DGNSS sistemi (Diferansiyel GPS Sistemi)

Sistem uydulardan aldığı taşıyıcı faz ve kod sinyalleri ve dünyanın farklı bölgelerinde bulunan düzeltme istasyonlarından aldığı düzeltme sinyalleri yardımıyla metre altı bir doğrulukla bulunduğu konumu belirler. Bu yöntemde, RTK metodunda olduğu gibi koordinatı bilinen bir noktaya kurulmuş bir referans alıcısına ihtiyaç vardır. Bu alıcı, ilk olarak uydularla arasındaki mesafeyi ölçer. Bilindiği üzere bu ölçüler hatalıdır; uyuyla alıcı arasındaki gerçek mesafeyi temsil etmez. Referans alıcısı ölçüm yaptıktan sonra kendi bilinen koordinatlarını kullanarak uydular ile kendi arasındaki mesafeyi hesaplar. Bu hesaplama gerçek mesafe olarak kabul edilir. Ölçüm yapılan mesafe ile hesaplama yapılarak bulunan mesafeyi toplar, sonucunda hata miktarı yani düzeltme olarak kabul eder. Bu düzeltmeler her bir uydu için ayrı ayrı hesapladıktan sonra GEO

uydulara yollanır. Aşağıdaki Şekil 18 de bu durum açıklanmıştır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 18. DGNSS Sistemi

Bu metodun doğruluğu genelde 1 m civarındadır ama desimetre seviyesine de ulaşılabilir. Ayrıca referans alıcısına olan uzaklığı arttıkça doğruluk düşer; çünkü hata kaynakları (özellikle iyonosfer ve troposfer) referans alıcısının olduğu yerle bizim olduğumuz yeri aynı miktarda etkilemez. Ayrıca çözüm yapabilmemiz için en az 4 tane aynı uyduya ölçüm yapılması gerekir. Eğer referans alıcıyla aramızdaki mesafe fazlaysa bu koşul sağlanabilir. Bunu çözmek için, farklı yerlerde olan iki tane referans alıcısı kullanılır. Şimdi bu düzeltmeler bedava mı geliyor; nasıl geliyor bunları cevaplamak gerekir ancak bunu gemiyi gerçek zamanlı koordinatlandırmak için kullanılan ikinci ve son yöntem olan PPP yöntemini açıkladıktan sonra anlatmakta fayda vardır.

XP+G2 → PPP metoduyla çalışır.

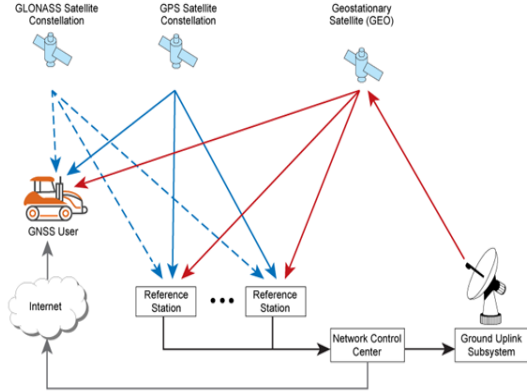
HP+L1 → DGNSS metoduyla çalışır

Dört farklı servis kullanılmasındaki amaç, herhangi bir serviste aksaklık olursa diğerlerinin yedek olarak bulunması düşünülmüştür. Aslında bu servislerin sadece biriyle geminin bulunduğu yerin koordinatları hesaplanabilir. Böylece gemi çalışma hatları üzerinde ilerleyebilir; ancak herhangi bir serviste sorun olduğunda diğer servisin devreye girmesi düşünülmüştür.

#### 4.3.2. PPP Metodu

PPP metodunda özel bir referans GNSS alıcısına ihtiyaç yoktur. Genel bir koordinatı bilinen noktalara kurulmuş GNSS alıcı ağı vardır. Bu alıcı ağı, uyduların hassas konum ve saat bilgilerini hesaplar. Bu hesaplamalar, daha sonra GEO uydulara yollanır. Navigasyon birimi olarak bu hassas uydu konum ve saat bilgileri ile uydulara yapılan ölçüde, var olan uydu konum ve saat hataları elimine edilir. Diğer hatalar da modelleme ya da farklı frekanslarda yapılan ölçülerin lineer kombinasyonu ile elimine edilir. Sonuç olarak cm seviyesinde bir konum doğruluğuna ulaşılır. Ancak bunun için convergence time isminde belli bir süre gerekir. Geminin gerçek

zamanlı konumunu hesaplamada bu en doğru yöntemdir (cm mertebesi). Aşağıdaki Şekil 19 da PPP metodu özetlenmektedir (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 19. GNSS Düzeltme Servisi ile PPP Yöntemi

Bunların ikisi PPP metodu, diğer ikisi ise DGPS metodu için düzeltme yollarıdır. Bu servisler:

#### 4.3.2.1. Starpack.G2

PPP metodunu kullanır. GNSS uyduları için uyduların hassas konum ve saat bilgileri gelir. Bunlar Fugro'nun kendi GNSS ağı kullanılarak hesaplanır.

#### 4.3.2.2. Starpack.XP

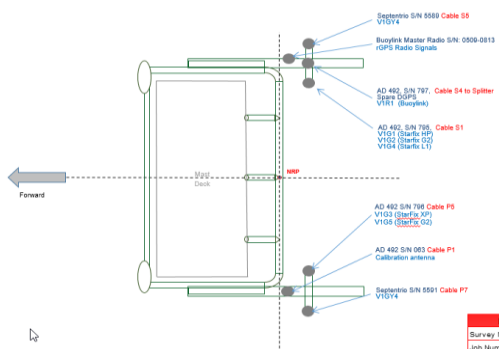
PPP metodunu kullanır. GNSS uyduları için uyduların hassas konum ve saat bilgileri gelir. Bunlar NASA'nın GNSS ağı kullanılarak hesaplanır.

#### 4.3.2.3. Starpack.HP

DGNSS metodunu kullanır. GNSS uyduları için DGNSS düzeltmeleri gelir. Bu düzeltmeler iki frekans için gelir.

#### 4.3.2.4. Starpack.L1

DGNSS metodunu kullanır. GNSS uyduları için DGNSS düzeltmeleri gelir. Tek frekans için gelir. Bu servislerden gelen düzeltmeleri hangi GNSS anteninin aldığı ve bunların nerede olduğunu aşağıdaki Şekil 20 görebiliriz.



Şekil 20. DGPS Düzeltme Servisleri

Düzeltilmelerin nasıl alındığı yukarıda anlatılmıştır; hesaplamaların nerede yapıldığı incelenecektir.

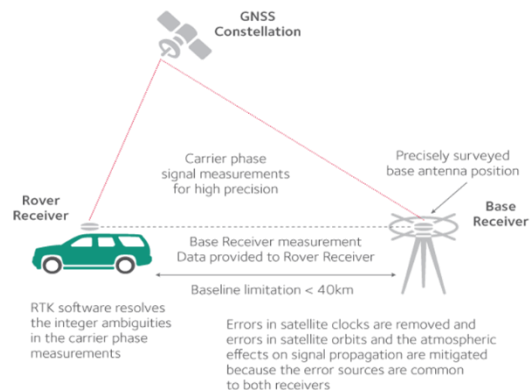


Şekil 21. GNSS Alıcısı

Geminin, gunların ve tailbuoyların nasıl koordinatlandırıldığı yukarıda anlatılmıştır, şimdi ise alıcıların nasıl koordinatlandırıldığı anlatılacaktır. CMX çift yönlü akustik ölçüm yapan ünitedir. Daha önce tanıtılan Compass Bird'ten gelen compass ölçü, Digifin'den gelen tek yönlü (sadece alan) akustik ölçü, CTX'ten gelen akustik ölçü, RTK-GNSS ölçüleri gemi koordinatı referansımızdır (Şekil 21). Akustik RTK-GNSS'e, RTK-GNSS'de gemi koordinatına bağlanmaktadır. ORCA programı, bu gelen ham verileri kullanarak atış anındaki alıcı ve kaynak koordinatlarını hesaplamaktadır (İlhan 2012, Özdemir 2017).

#### 4.3.3. RTK Metodu (Sismik Gemide RTK)

Bu metodun kullanılabilmesi için koordinatı bilinen bir noktaya kurulmuş GNSS alıcısı gereklidir. Ayrıca cm seviyesinde doğruluk için bu alıcıyla aramızdaki mesafenin maksimum 10 km olması gerekir. Bu mesafeyi 100 km'ye kadar çıkarılabilir ancak bu durum birden çok referans alıcısının bulunmasını gerektirir. Aşağıdaki Şekil 22 kullanılarak sistemin nasıl çalıştığı anlatacak olursak; referans alıcı uydularla yaptığı faz ölçülerini geziciye yani rover'a yollar. Rover kendi ölçüsünden referans alıcıdan gelen ölçüyü çıkarttığı zaman vektörü olarak kendi ile referans alıcı arasındaki rölatif vektörü hesaplamaktadır. Eğer bu rölatif vektöre bilinen noktanın koordinatı uygulanırsa aracın koordinatları elde edilmiş olur. Ancak denizde referans alacağımız koordinatı bilinen sabit GNSS alıcısı olmadığından ve karanın çok uzak olmasından dolayı RTK metodunu gerçek zamanlı geminin koordinatını bulmak için kullanamamaktayız (Şekil 22).

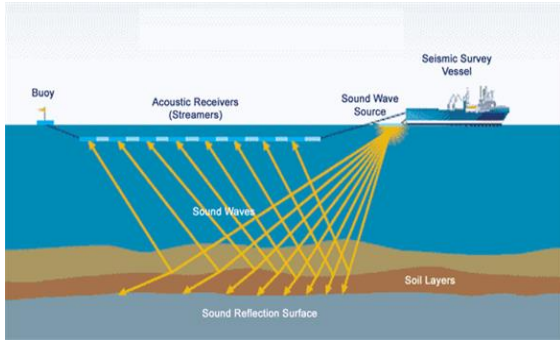


Şekil 22. RTK Yöntemi

Ancak RTK metodu, sistemde olan gunlar (daha önce gunlarda tek frekanslı GNSS alıcısı olduğu belirtilmişti) ve tailbuoyların gemiye olan rölatif uzaklıklarını ve semt açılarını bulmak için kullanılır. Tailbuoy'un ne olduğu kısaca anlatıldıktan sonra bu hesaplamaların nasıl yapıldığı anlatılacaktır (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

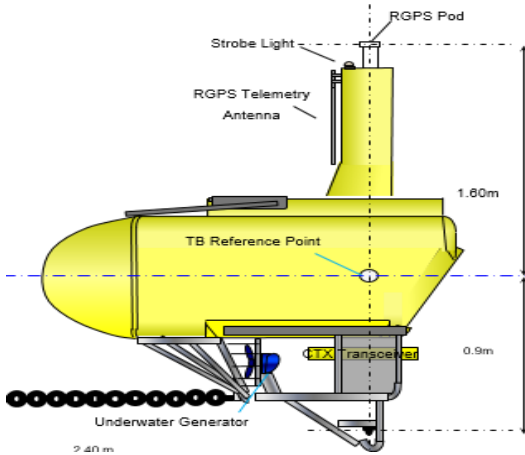
#### 4.3.3.1. Tailbuoy

Tailbouy her streamerın sonuna bağlanmış, denizde batmayan insansız deniz aracı olarak düşünülebilir. Aşağıdaki Şekil 23 de sistemdeki yeri görmektedir (Şekil 23 de buoy olarak yazılmıştır).



Şekil 23. Tailbuoy-1

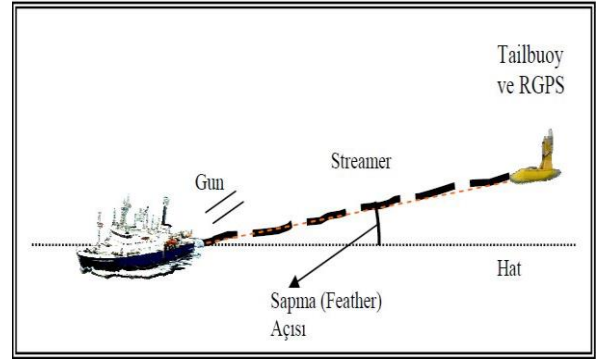
Tailbuoy'ların kullanılma amacını inceleyelim. İlk olarak streamerların batmamasına yardım etmektedirler. İkinci olarak da alıcılarımızın konumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Aşağıdaki Şekil 24 de bir tane tailbuoyun detaylı resmi verilmiştir.



Şekil 24. Tailbuoy-2

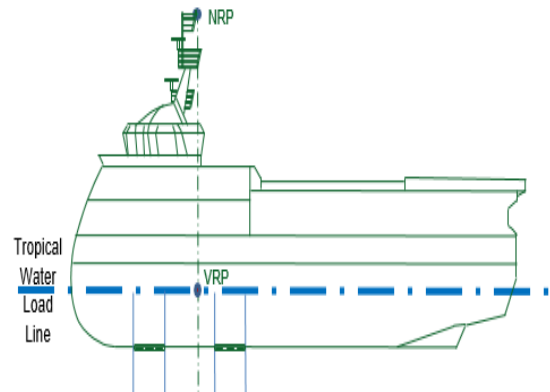
Şekil 24 den de görüleceği gibi tailbuoy'un en üstünde tek frekanslı bir GNSS alıcısı ve anten mevcuttur. Ayrıca en altta da gunlarda da olan CTX olarak adlandırılan akustik ölçüm yapan sensör vardır. Ayrıca altta kafesin içerisinde elektrik üreten jeneratör mevcuttur.

RTK-GNSS hareket halindeki cisimlerin konumlarını diğer bir cisme göreceli (rölatif) olarak tespit etmek amacıyla kullanılan bir sistemdir (Şekil 25).



Şekil 25. RTK GNSS Yöntemi

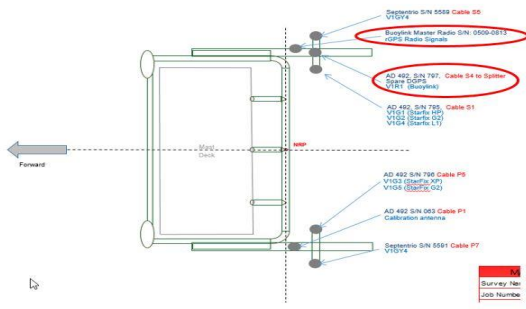
RTK-GNSS Sistemi, Sapma (Feather) açısının ve streamer kablosu içerisinde bulunan alıcı gruplarının koordinatlarının hesaplanması için kullanılır. RTK metodu gemide nasıl uygulandığı ele alınacaktır. Daha önce anlatıldığı gibi elde edilmesi gereken bilgi gunlar ve tailbuoyların gemiye olan uzaklıkları ve semt açılarıdır. Bu nedenle yukarıda RTK metodunda anlatılandan farklı olarak (referans alıcı geziciye ölçülerini yolluyordu) burada ise tailbuoylar ve gunlar ölçülerini gemiye yollamaktadır. Daha önce de açıklandığı gibi bu hesaplamayı BuoyLink yazılımı yapmaktadır. BuoyLink yazılımının donanımları da bulunmaktadır. Bunlar BuoyLink master alıcısı ve radyosu'dur. BuoyLink master alıcısı, RTK metodunda referans alıcımızdır. Radyosu da tailbuoylar ve gunlardan gelen ölçüleri alan radyo antenidir. Tailbuoylar ve gunlar ölçülerini, bunlarda bulunan radyo antenleri ile yollamaktadır. Tailbuoylar da bu radyo anteni GNSS alıcısı ve antenin olduğu kutuda değil yanda ayrı olarak mevcuttur. Şekil 25 deki resimde RTK-GNSS Telemetri anteni diye etiketlenmiştir. Gunlarda ise bu radyo antenleri GNSS alıcısı ve antenin olduğu kutudadır. BuoyLink master alıcısı ve tailbuoylar ve gunlardan gelen ölçülerini alan radyo antenin gemide nerede olduğu aşağıdaki Şekil 26 da gösterilmiştir (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).



Şekil 26. BuoyLink

Navigasyon birimine ait olan bütün GNSS antenleri geminin en üstünde resimde NRP yazan

yerdedir, bu yerin detaylı resmi aşağıdaki Şekil 27 de gösterilmiştir.



**Şekil 27.** Gemide GNSS Antenlerinin Bulunduğu Yer

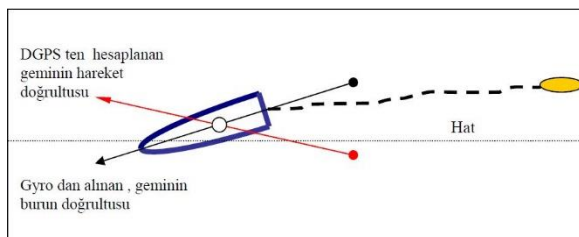
En üsteki kırmızı elipsin içerisindeki gösterilmiş olan BuoyLinkin tailbouylar ve guntardan gelen ölçüleri alan radyo antenidir. Altta kırmızı elipsin içerisindekinin gösterdiği ise BuoyLinkin uydulardan sinyalleri alan GNSS antenidir. Buoylink alıcısı ise navigasyon bölümünün yanında olan Rack Room olarak geçen yerdedir. Alıcısının içinde bulunduğu Buoylink yazılımına; Buoylink referans alıcısının ölçüleri ve radyo ile alınan tailbouylardan ve guntardan gelen ölçüleri, Buoylink yazılımına gönderen Buoylink Master GNSS interface Unit ismiyle adlandırılan Hardware'in resmi aşağıda Şekil 28 de eklenmiştir.



**Şekil 28.** Buoylink Master GPS Interface Unit

#### 4.3.3.2. Gyrocompass

Gyrocompass, üç eksen etrafında dönen hassas elektronik parçalardan oluşan ve geminin hareket doğrultusunun (Kıç-Burun doğrultusu) gerçek kuzey istikametinden olan açısal farkını veren bir elektronik pusuladır. Manyetik alandan etkilenmeyen gyrocompass cihazları çok hassas elektronik parçalardan oluşması ve elektrikle çalışması nedeniyle elektrik akımında meydana gelen değişimlere karşı çok duyarlıdır (Şekil 29).



**Şekil 29.** Geminin burun ve hareket doğrultusu

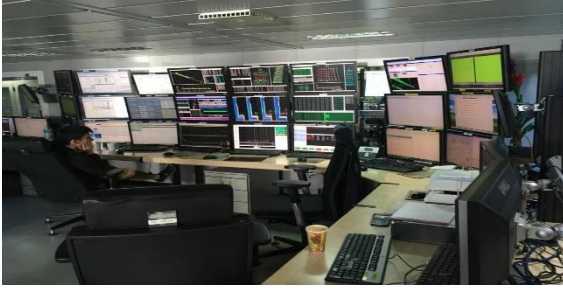
Akıntı, rüzgâr, dalga gibi dış etkilere bağlı olarak geminin her zaman hat üzerinde ve burun doğrultusunda hareketi mümkün olmaz. Bu durumlarda hareket doğrultusu DGNSS ile hesaplanırken, geminin burun doğrultusu Gyrocompass cihazı yardımıyla bulunur ve bu değer "streamer" ve gun referans noktalarının hesaplanmasında esas alınır. Şu an Barbaros Hayrettin Paşa Gemisi'nde 4 adet Anschutz Standard 22 modelinde Gyrocompass mevcuttur. Bu model performans ve güvenilirliğinden dolayı piyasada en çok tutulan modeldir. Ayrıca gemide bulunan Gyrocompass'a ek olarak kullanılan aynı doğrultuda iki adet Semteriyo GNSS alıcı anteni yardımıyla ana azimut doğrultusu (Bearing) hesaplanarak geminin gideceği doğrultu bulunur (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

## 5. DEĞERLENDİRME

### 5.1. Orca

ORCA, navigasyon biriminin kullanmış olduğu, diğer tüm sistemlerle bütünleşmiş ve UNIX işletim sistemi ağı üzerine kurulmuş kapsamlı bir sismik navigasyon programıdır. Bu program, gerçek zamanlı (real-time) olarak elde edilen navigasyon verilerinin gözlenmesini, gemi sismik ölçmelerinde yüksek çözüm gerektiren 3B (üç boyutlu) ve daha basit olan 2B (iki boyutlu) streamer ve kaynak (gun) konumlandırma işlemlerinin yapılmasını, veri dağıtım ünitesi sistemi ile bağlantılı olarak buradan aldığı verilerle karmaşık tüm gemi ölçmelerinin konfigürasyonunu sağlar. Sismik ve akustik sistemlerin eşzamanlı olarak uzaktan kontrol edilmesini ve GNSS alıcısıyla bütünleşmiş gerçek zamanlı (real-time) veri toplama ünitesi ile birlikte 100'den fazla navigasyon alıcı kayıtlarının 50 mikrosaniyeye kadar toplanıp değerlendirilmesini yapar (İlhan ve Akın, 2016; Özdemir ve Baratan, 2017).

Bütün veri kayıtlarını, deniz sismik navigasyon ölçmelerinde uluslararası bir standart olan UKOOA P1/90 ve P2/94 formatlarında gerçekleştirir. Tüm verilerin ve hesapların kalite kontrolünü yapar, sınır dışı bir durum olması halinde kullanıcıyı uyarır. Hat üzerinde iken alınan veriler hakkında geniş analiz imkânı sağlar. Hat bitiminde tüm verilerin grafik olarak raporlanması işlemi yapar. Otomatik pilot arabirim kontrolü sağlayarak, geminin sistem odasından kontrol edilmesi imkânını verir. Bu da hat değişimlerinde büyük kolaylık ve verimlilik sağlar. Bu sayede gemi, bir sonraki hatta zaman kaybetmeden ve kolayca geçebilir. ORCA yazılımı aracılığıyla gelen ham datalar kullanılarak, atış anındaki alıcı ve kaynak koordinatları hesaplanmaktadır (Şekil 30).



**Şekil 30.** Navigasyon Birimi ve ORCA Sistemi

## 5.2. P2/94, P1/90

UKOOA (U.K. OFFSHORE OPERATORS ASSOCIATION) adındaki bir kuruma ait (SURVEYING AND POSITIONING COMMITTEE) ölçme ve konumlandırma komitesi tarafından deniz çalışmaları için, denizcilikte konumlandırma amaçlı yapılan ölçmelere ait ham verilerin format değişimi ve kayıt edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu format, UKOOA tarafından petrol ve gaz arama faaliyetlerinde özellikle tavsiye edilir. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılır. Bu sayede navigasyon birimi tarafından yapılan ve takip edilen tüm ölçmelere (DGNSS okumaları, streamer alıcı konumlandırmaları, kuyruk şamandırası koordinatları, kaynak (gun) konumları, echosounder okumaları (su derinliği okumaları) ait ham dataların, her atış anındaki değerleri, hat bazında ham olarak P2/94 formatında, işlenen veriler ise P1/90 formatında kayıt edilir ve sismik veri kayıtlarının değerlendirilmesi aşamasında kullanılmak üzere veri işlem (prosess) merkezine gönderilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye Petrolleri'nin 2017 yılı EUAS\_2B proje ismiyle Elektrik Üretim Anonim Şirketi adına kömür araması için gerçekleştirilen 2 boyutlu sismik arama çalışması ele alınmıştır. Çalışma alanındaki nokta konumları öncelikle RTK (Real Time Kinematik) yöntemiyle ölçülmüştür, RTK yöntemi ile elde edilen yükseklik değerleri sınırına yakın 5 m içerisinde DGNSS okumaları yapılmıştır ve elde edilen iki yükseklik değeri kıyaslanmıştır. Eğer yükseklikte 1 m ve yukarı bir sapma olmuşsa, sonuç değeri RTK ölçmelerinden alınmıştır, 1 m den az bir sapma olmuşsa DGNSS kot değerleri alınır. Son olarak hesaba alınacak X ve Y konum (yatay eksen) değerleri DGNSS yöntemi ile elde edilen değerler olmuştur.

Söz konusu yükseklik kontrolü, kullanılan CAD programı yardımıyla yapılmıştır. Esis adlı program aracılığıyla arazide topoğrafya grubu tarafından RTK yöntemiyle üretilmiş olan koordinatların yükseklik değerleri ile vibro araçlarında bulunan DGNSS sisteminden gelen koordinatların yükseklik değerleri kıyaslanmıştır. DGPS yönteminde servis sağlayıcı olarak OmniStar düzeltmeleri kullanılmıştır.

Türkiye Petrolleri olarak kara ve denizlerde maden arama faaliyetleri kapsamında yapılan sismik

arama çalışmalarında referans (baz) istasyonunun tarafımızca kurulmasına gerekli olmadığı için ve düşük doğrulukta uydu kapsama alanı geniş olduğu için DGNSS sistemi OmniStar servis sağlayıcı aracılığı ile kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yapılan analizler sonrası tespit edildiği üzere, DGNSS yöntemi maden arama faaliyetlerinde uygulamada pratik olduğu için ve kapsama alanı geniş olduğu için tercih edilen bir yöntemdir. DGNSS yöntemi için OmniStar hizmet sağlayıcı servisi kullanılmaktadır. Trimble OmniStar servisi 5-10 cm konum hassasiyeti sağlayan, ayrıca bir baz istasyonu gerektirmeyen ücretli bir düzeltme yayınıdır. Ancak DGNSS yönteminde servis sağlayıcı baz istasyonuna uzak mesafede çalışıldığı için doğruluk düşüktür.

Pratik olması nedeniyle DGNSS yöntemi tercih edilebilir, bu yöntemde hizmet sağlayıcı olan şirketler ücretli düzeltme yayını yaparlar, kullanıcılar ise konum hesaplarını düzelterek doğruluğun artırılmasını sağlarlar. DGNSS yöntemi, RTK ve CORS-TR yöntemine kıyasla ayrıca bir baz istasyonu gerektirmediği için keşif amaçlı ölçümler için pratikte daha avantajlıdır. Bu çalışmada görülmektedir ki maden arama faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilen operasyonlarda yatay konum hassasiyeti elimine edilebilirken; yükseklik (kot) hassasiyeti önemlidir. Bu nedenle yatay konum 2D değerleri DGNSS yöntemi ile üretilebilir; ancak yükseklik değeri RTK, CORS ve DGNSS yöntemleri sonucu elde edilen sonuç değerlerinden hangisi en doğru ise bu doğru değer olarak kabul edilir.

Genel kabul olarak DGNSS referans istasyonlarından uzaklaştıkça konum doğruluğu azalmaktadır. Bu uzaklığa bağlı olan etkiyi azaltmak için DGNSS referans istasyonu ağının sıklaştırılması öneri olarak değerlendirilebilir. Ek bir öneri olarak ise, DGNSS hizmet sağlayıcı şirketlerin dünya üzerinde bu sistemi kullanan ülkelerde şube kurarak söz konusu ülkelerde referans sistemleri çalışmalarını artırarak, sistemin doğruluğunu artırma çalışmalarında bulunmaları mühendislik hizmetleri açısından pratikte birçok kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte özel sektörde hizmet veren mühendislik şirketlerine çok fayda sağlayacağı kanısındayız.

## KAYNAKÇA

Şahin, A. ve Karakılıçık, H. (2012). Area Seismic Reflection Seismic Data Acquisition and Parameter Selection Method for Hydrocarbon Investigation, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt: 28, Adana.

Öncel, A.O. (2016). Saha Sismolojisi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 8 Mart, İstanbul.

Akça, M. ve Uca, H. (2005). Yılı Batı ve Orta Karadeniz Deniz Sismik Çalışması, Ankara, 2005

([http://eski.hkmo.org.tr/resimler/ekler/828F\\_22abfa379f38b5b\\_ek.pdf](http://eski.hkmo.org.tr/resimler/ekler/828F_22abfa379f38b5b_ek.pdf)).

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (2018). Barbaros Hayrettin Paşa Sismik Gemisi Navigasyon Departmanı, 2018, Ankara.

İlhan, İ. ve Akın, K. (2016). EÜAŞ 2B Sismik Veri Toplama İstikşaf Raporu 05 -15 Mayıs 2016, Tekirdağ.

Özdemir, H.E. ve Baratan, B.(2017). EÜAŞ-2B 2 Boyutlu Sismik Veri Toplama Projesi, Tekirdağ, 2017.

URL1 <http://tesam.org.tr/petrol-raporu/>

URL2 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol>

URL3 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>

URL4 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>

URL 5 <http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>

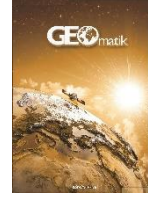




## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## İdari Sınır Verilerinin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayımlanması: Trabzon Sınırları Örneği

Gülten Kara\*<sup>1</sup>, Çetin Cömert<sup>1</sup>

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

### Anahtar Kelimeler

Bağlantılı veri  
Açık veri  
Bağlantılı açık veri  
semantik web

### ÖZ

Bağlantılı Veri, Verinin Webi olarak bilinen Semantik Web' in temel yapı taşlarından biridir. "Bağlantılı Açık Veri" den söz edebilmek için "Açık Veri" ve "Bağlantılı Veri" kavramlarının anlaşılması gerekir. Veriler herkes tarafından serbest bir şekilde kullanılıp paylaşıyorsa bu verilere Açık Veri denir. Bağlantılı veri, RDF verisi arasındaki linkleri kurmak için en iyi uygulamaları sunar. Diğer bir deyişle, Bağlantılı veri, web üzerinde bilgisayarlar tarafından okunabilir bağlantılı verilerin paylaşımı için tasarım ilkeleri gerektirir. Son yıllarda "Açık Veri Yaklaşımı" ile birlikte web üzerindeki konumsal verilerin boyutu artmıştır. "Bağlantılı Açık Veri Yaklaşımı" ile daha da büyük artış göstereceği öngörülmektedir. Konumsal alanda bağlantılı açık verilerin yayınlanması, mevcut veri ve bilgilerden yeni bilgiler çıkarılmasını ve farklı konumsal veri sağlayıcıları arasında veri paylaşımını semantik olarak gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. Belirli bir alandaki verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için gerekli veri setlerinin bulunması, veri setlerinin yeniden kullanılabilirliğinin önündeki en büyük engeldir. Konumsal verilerin daha anlamlı hale getirilmesi, link kurulacak veri setlerinin bulunması ve eldeki konumsal verilerle veri setleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ile gerçekleştirilir. Açıklanan bu bilgiler bağlamında çalışmanın ana amacı, konumsal verilerin bağlantılı açık veri" olarak yayınlanması için gerekli metodolojinin belirlenmesidir. Bu kapsamda Trabzon idari sınırlar veri seti bağlantılı açık veri olarak yayınlanmıştır.

## Publishing Administrative Units Data as Linked Open Data

### Keywords

Linked data  
Open data  
Linked open data  
Semantic web

### ABSTRACT

Linked data is one of the basic building blocks of the Semantic Web, known as the Web of Data. In order to talk about Linked Open Data, it is necessary to understand the concepts of Open Data and Linked Data. If the data is freely used and shared by everyone, the data is called Open Data. Everyone can use Open Data without linking other datasets. Linked Data requires many design principles for sharing data that can be read by computers on the web. In recent years, the size of spatial data on the web has increased with the Open Data Approach. It is foreseen that it will show an even more significant increase with the Linked Open Data Approach. The publication of Linked Open Data in a spatial domain will allow the extraction of new information from existing data and the data sharing between different spatial data providers to be performed semantically. The Linked Open Data Approach provides an alternative way to merge and share data on the web. The finding the datasets that are required to publish data in a specific area as linked data is the biggest obstacle to the reuse of datasets. In order to make the spatial data more meaningful, it is necessary to find the datasets to be linked and to determine the relationships between the spatial data and datasets. The focus of the study is to determine the methodology required for the publication of spatial data as Linked Open Data. In this context, the administrative boundary dataset was published as Linked Open Data.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

(gispir@ktu.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0002 – 8340 – 6019  
(ccomert@ktu.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0002 – 2019 – 6990

Kara, G, Cömert Ç. (2020) İdari Sınır Verilerinin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayımlanması: Trabzon Sınırları Örneği. Geomatik 5(3), 172-185, DOI: 10.29128/geomatik.615620

Araştırma Makalesi / DOI: 10.29128/geomatik.615620

Geliş Tarihi: 04/09/2019; Kabul Tarihi: 19/11/2019

## 1. GİRİŞ

Bağlantılı veri, web üzerinde yapılandırılmış verileri ilişkilendirmek ve yayınlamak için en iyi uygulamalar anlamına gelir (Bizer, Heath & Berners-Lee, 2009; Heath & Bizer 2011). Bağlantılı Veri Teknolojileri web üzerinde yapılandırılmış veriyi yayınlamak için RDF (Resource Description Framework) dilini ve HTTP (HyperText Transfer Protocol) kullanır. Son yıllarda birçok alanda kullanılan verilerin Bağlantılı Veri İlkeleri' ne göre yayınlanmasının yanı sıra çok sayıda kitle kaynaklı girişim gerçekleştirilmiştir. Bunların başında DBpedia<sup>1</sup> gelir. DBpedia, Wikipedia dan yapısal bilginin çıkarılmasıyla oluşturulan bağlantılı veri setlerinden biridir. Bir diğer bağlantılı veri girişimi ise; GeoNames<sup>2</sup> yer adları dizinidir. GeoNames, 8 milyon yerin bağlantılı verisini yayınlamış olan açık lisanslı konumsal veri tabanıdır. Bu veri tabanı için GeoNames Ontolojisi<sup>3</sup> oluşturulmuştur. Dünyanın büyük bir bölümünü kapsayan OpenStreetMap<sup>4</sup>, gönüllülerin işbirliğiyle konumsal bilgi tabanı oluşturmak amacıyla oluşturulan açık bir ortamdır. OpenStreetMap verisi bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır. Özellikle bağlantılı veri yaklaşımı ile web üzerinde verileri bağlantılı veri olarak yayınlamak için veri setlerinin geliştirildiği Bağlantılı Açık Veri Bulutu<sup>5</sup> (Linked Open Data Cloud) şüphesiz en önemli girişimlerden birisidir.

W3C RDB2RDF<sup>6</sup> (Relational Databases to RDF) Çalışma Grubu herhangi bir ortak model kullanmaksızın ilişkisel veri tabanındaki tablolardan otomatik olarak RDF üretmek için Doğrudan Eşleştirmeyi (Direct Mapping) ve kelime hazinesi kavramlarını veri tabanı şemasına ilişkilendirmek için R2RML<sup>7</sup> (RDB to RDF Mapping Language) önerir. R2RML W3C Tavsiyesi ilişkisel tabloların RDF ye eşleştirilmesini, RDF veri modelinin görüntülenmesini ve sorgulanmasını sağlamak için bir RDF notasyonu tanımlar (W3C, 2012). İlişkisel veri tabanlarını RDF ye dönüştürmek için çok sayıda yazılım aracı mevcuttur. Bunlardan bazıları, Triplify (Auer, Dietzold, Lehmann, Hellmann, & Aumüller, 2009), D2R Server<sup>8</sup>, Virtuoso RDFizer Middleware<sup>9</sup>, OpenRefine<sup>10</sup> RDF genişletmesi, vb. dir. Bu yazılım araçlarının yanı sıra farklı dosya formatlarındaki verileri RDF' ye dönüştürmek için çok sayıda yazılım geliştirilmiştir<sup>11</sup>. Ancak belirtilen yazılım araçlarının hiçbirisinde konumsal veri depolama, sorgulama veya dönüştürme desteği yoktur.

Bağlantılı veri en genel tanımıyla farklı formatlardaki verilerin URI (Uniform Resource Identifier) kullanılarak web üzerindeki veri setleri ile arasında link kurmaktır. Link kurmak hem kaynak veriyi hem de web üzerinde link kurulacak veri

setlerini zenginleştirir. Verinin Web' i üzerinde veri ile ilişkili olan veri setlerinin bulunarak ilişkilendirilmesi anlamına gelen link kurmak, bağlantılı verinin en temel sorunudur. Web üzerinde link kurulacak veri setlerinin kullanıcı tarafından bilinmesi gerekir. Bu bağlamda web üzerinde bağlantılı verilerin yayınlanması için gerekli veri setlerinin oluşturulması amacıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu oluşturulmuştur. Bağlantılı Açık Veri Bulutu üzerinde farklı veri setleri bağlantılı veri olarak yayınlanmıştır ve veri setleri birbiri ile ilişkilendirilmiştir. Mart 2019 itibariyle Bağlantılı Açık Veri Bulutu diyagramında bağlantılı veri olarak yayınlanan veri setlerinin sayısı 1239 a ulaşmıştır. Bu veri setleri arasında 16.147 link kurulmuştur.

Bağlantılı verilerin yayınlanmasında temel gereksinimlerden biri web üzerinde uygun veri setlerinin bulunmasıdır. Bu amaçla bağlantılı veri tarayıcıları, ontoloji arama motorları, Semantik Web arama motorları vb. kullanılabilir. Verinin Web' i üzerinde linkleri bulmak ve eşleştirmek amacıyla SILK, LİMES, vb. geliştirilen araçlar mevcuttur. Web veri kaynakları arasında veri linklerini bulmak ve sağlamak için geliştirilen SILK ile kullanıcılar, veri kaynaklarındaki veriler ile web üzerindeki bağlantılı veri setleri arasında linkler kurar. Böylece hem veri kaynağındaki veriler web üzerindeki veri setleri ile hem de web üzerindeki veri setleri farklı veri kaynaklarında yer alan verilerle zenginleştirilerek yayınlanmış olur. Bağlantılı verilerin yayınlanmasından sonra bağlantılı veriler; yeniden referanslandırılabilir URI'lerle (dereferenceable URI-http protokolü kullanarak bir URI aranabiliyorsa ve veri kaynağının tanımı alınabiliyorsa bu URI yeniden referanslandırılabilir URI olarak adlandırılır) mevcut veri setleri, RDF Endpoint ve RDF Dump olmak üzere üç şekilde sunulur. Bağlantılı veriyi sorgulamak için SPARQL<sup>12</sup>, tanımlamak için RDF standartları kullanılır. Bağlantılı verinin amacı, veriyi web üzerinde işlemek için RDF modeline dayanarak web üzerindeki bağlantılı veri setleri ile aralarındaki linklerin kurularak yayınlanması ve bu verilerin farklı Endpoint (uç nokta) aracılığıyla SPARQL ile sorgulanmasını sağlamaktır.

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

<sup>1</sup> <http://wiki.dbpedia.org>

<sup>2</sup> <http://www.geonames.org>

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

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

<sup>5</sup> <https://lod-cloud.net>

<sup>6</sup> <https://www.w3.org/TR/2012/REC-rdb-direct-mapping-20120927/>

<sup>7</sup> <https://www.w3.org/TR/r2rml/>

<sup>8</sup> <http://d2rq.org/d2r-server>

<sup>9</sup> <http://docs.openlinksw.com/virtuoso/virtuososponger.html>

<sup>10</sup> <http://openrefine.org>

<sup>11</sup> <https://www.w3.org/wiki/ConverterToRdf>

<sup>12</sup> <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

Konumsal verilerin Semantik Web uygulamalarında kullanılması için web üzerinde veya konumsal veri tabanlarında tutulan verilerin web üzerindeki uygun bağlantılı veri setleri ile aralarında link kurulması gerekir. RDF ve OWL (Web Ontology Language)<sup>13</sup> gibi semantik web dilleri ve SPARQL gibi sorgulama dilleri sayesinde konumsal verilerin paylaşımı ve yayınlanmasını kolaylaştırmak amacıyla konumsal verileri bağlantılı veri olarak yayınlamak için çok sayıda proje girişim ve akademik çalışma yapılmıştır. Önemli girişimlerden birisi, OpenStreetMap projesiyle elde edilen verinin bağlantılı veriye dönüştürülmesiyle oluşturulan LinkedGeoData<sup>14</sup> dır. LinkedGeoData, OpenStreetMap projesiyle toplanan bilgileri kullanır. Linked Sensor Data, sensör verilerinin REST (Representational State Transfer) ve Bağlantılı Veri İlkeleri' nin birlikte kullanımıyla İngiltere Kanal Kıyı Gözlemevi (Channel Coastal Observatory) tarafından elde edilen verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasını amaçlar (Page, De Roure, Martinez, Sadler, & Kit, 2009). GeoLinkedData (es)<sup>15</sup> İspanya'da konumsal veri ile Semantik Web' i zenginleştirmek için açık bir girişimdir. Konumsal verilerin en temel kaynağını teşkil eden kadastral verileri dikkate alan Saavedra, Vilches-Blázquez, & Boada, (2014), ISO 19152 Arazi İdaresi Temel Modeli' ni (Land Administration Domain Model - LADM) (ISO, 2011) kullanarak kadastral alan için bir model geliştirmiştir. Bu bağlamda Bağlantılı Veri

İlkeleri' ne uygun olarak kadastral verilerin Bağlantılı Açık Veri Bulutu' nda ilgili veri setleri ile ilişkilendirilmesi ve bağlantılı veri olarak yayınlanması için çalışmalar gerçekleştirmiştir. Açık veri kapsamında ise; ilk girişim 9 Mayıs 2013'te ABD Başkanı Barack Obama tarafından imzalanan ve yürürlüğe giren yürütme kararı ile devlet verilerinin açık olması ve bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir olması açıkça ifade edilmiştir. Hemen ardından 16 Mayıs 2013'te ise ABD Açık Veri Projesi (Project Open Data) başlatılmıştır. Bu proje, sağlık, enerji, iklim, eğitim, finans, kamu güvenliği, küresel gelişim gibi çok sayıda sektörü kapsamaktadır. 14 Ocak 2019 tarihinde ise ABD Açık Devlet Veri Kanunu (Open Government Data Act) yürürlüğe girmiştir. Açık veri bağlamında Tayvan, Avustralya, Büyük Britanya gibi ülkeler Küresel Açık Veri İndeksi (Global Open Data Index)<sup>16</sup> nde ilk sıralarda yer almaktadır. Açık konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasında ise Ordnance Survey, Büyük Britanya için Ordnance Survey Linked Data, Code Point Open Linked Data, Open Names Linked Data, 50K Gazetteer Linked Data ve Boundary Line Linked Data olmak üzere veri setlerini bağlantılı veri olarak yayınlamıştır. Ordnance Survey, konumsal verileri bağlantılı veri olarak yayınlayan ilk harita kurumudur. Yayımlanan bağlantılı veriler için gerekli ontolojiler Ordnance Survey tarafından Tablo 1'de görüldüğü gibi geliştirilmiştir ve kullanıcıların erişimine sunulmuştur.

**Tablo 1.** Ordnance Survey Ontolojileri (URL-1).

Ontology	Description	Imports
Postcode Ontology	An ontology describing the postcode geography in Great Britain.	Core, The administrative geography and civil voting area ontology
The administrative geography and civil voting area ontology	An ontology describing the administrative and voting area geography of Great Britain.	Geometry Ontology Spatial Relations Ontology
Geometry Ontology	An ontology to describe abstract geometries.	-
Spatial Relations Ontology	An ontology describing basic spatial relations.	GeoSPARQL
50k Gazetteer	An ontology describing the 50K Gazetteer.	-

Herhangi bir konumsal veri setini web üzerindeki veri setleri ile ilişkilendirmek, tüm veri sağlayıcılarına belirli bir formatta ve standartta dönüşüm yapmaksızın verilerini küresel veri uzayında yayınlama imkânı verir. Bütün bu girişimlere rağmen bağlantılı veri olarak yayınlanan konumsal veri, Konumsal Veri Altyapısı ve açık veri platformları ile kıyaslandığında çok sınırlı düzeydedir. Çünkü geleneksel konumsal veri formatlarından RDF formatına dönüşüm için sınırlı sayıda yazılım aracı mevcuttur. Ayrıca link kurmak için Bağlantılı Açık Veri Bulutu' ndaki konumsal veri

kaynaklarının yeterli sayıya ulaştırılması ve konumsal verilerin bağlantılı veriye dönüşümü için daha fazla yazılım aracının geliştirilmesi gerekir. Web üzerinde açık bağlantılı verileri paylaşmak için bir veri yönetimi platformu olan Datahub' da Ordnance Survey (OS), National Geographical Institute of Spain, U.S. Geological Survey ve daha birçok önemli konumsal veri sağlayıcıları tarafından yayınlanan konumsal bağlantılı veriler yer almaktadır. Bunun yanı sıra Bağlantılı Açık Veri Bulutu, çeşitli bağlantılı veri tarayıcıları veri setlerinin bulunmasında kullanılabilir. OGC

<sup>13</sup> <https://www.w3.org/OWL/>

<sup>14</sup> <http://linkedgeoata.org/About>

<sup>15</sup> <http://geo.linkeddata.es>

<sup>16</sup> <https://index.okfn.org/place/>

GeoSPARQL (OGC, 2012) standardı için GeoSPARQL Ontolojisi<sup>17</sup> geliştirilmiştir. GeoSPARQL Ontolojisi konumsal verilerin geometri tiplerini ve topolojik ilişkileri tanımlamak için kullanılabilir durumdadır. OGC GeoSPARQL standardına göre topolojik çıkarsama imkânı veren ontolojilerin geliştirilmesi için konumsal verileri tanımlayan ontolojilerin GeoSPARQL Ontolojisi ile ilişkilendirilmesi gerekir. İlgili literatürdeki çalışmaların esin kaynağı olduğu bu çalışmada Trabzon idari sınır veri setinin bağlantılı veri olarak yayınlanması için metodoloji önerilmiştir ve gereksinimler belirlenmiştir.

## 2. YÖNTEM

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

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

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

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

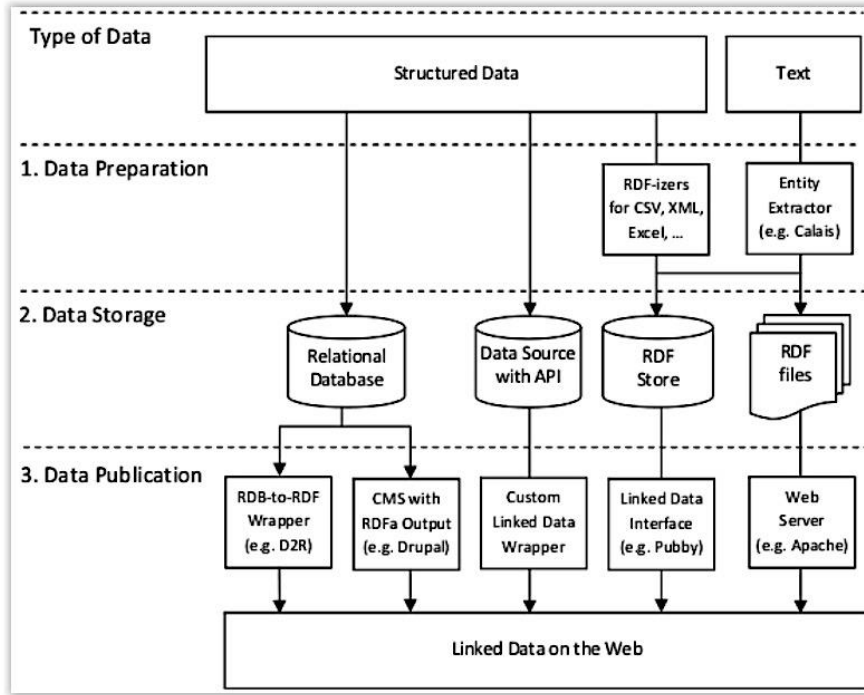
Bağlantılı veri yaklaşımının üçüncü ilkesi ise; yapılandırılmış verilerin web üzerinde yayınlanması için standart bir veri modelinin kullanılmasını öngörür. Bu veri modeli webin içeriğinin tanımlanmasında kullanılmak amacıyla geliştirilen basit bir çizge veri modeli olan RDF dir. RDF dokümanlarını sorgulamak için SPARQL dilinin kullanılmasını gerektirir.

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

Semantik Web’ in temel yapı taşlarından biri olan bağlantılı veri, herhangi bir veri kaynağındaki verilerin web üzerinde URI’ ler ile tanımlanmasını, RDF veri modeliyle temsil edilmesini ve kavramların anlamlarını RDF linkleriyle genişletmek üzerine kurulmuştur.

Konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanmasında izlenmesi gereken işlem adımları Heath & Bizer (2011) tarafından önerilmiştir. İlişkisel veri tabanlarında depolanan veriler bağlantılı veri olarak RDF paketleyicileri (RDF wrappers) sayesinde kolay bir şekilde yayınlanabilir. Bu araçlar kullanıcıların Bağlantılı Veri İlkeleri’ ne göre web üzerinde sunulan ilişkisel veri tabanlarından RDF çizgelerine eşleştirme kurallarını tanımlamalarına izin verir. Girdi verilerinin CSV, XML, Excel, vb. olması durumunda RDF dosyasını üreten veya doğrudan bir RDF deposuna yükleyen bir dönüşüm gerekir. Girdi verisinin RDF olması durumunda ise Bağlantılı Veri İlkeleri uygulanır ve web sunucusu kullanılarak web üzerinde yayınlanır. Ya da bir bağlantılı veri ara yüzüne sahip bir RDF deposuna yüklenir. Uygulama senaryosu kapsamında ESRI Shapefile formatındaki verilerin RDF dönüşümünün gerçekleştirilmesi için Şekil 1’de belirtilen işlem adımları esas alınarak verilerin RDF dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Semantik Web Teknolojileri kullanılarak Trabzon idari sınır verisi RDF formatına dönüştürülmüştür ve web üzerindeki bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirerek idari sınır bağlantılı verileri üretilmiştir.

<sup>17</sup> [http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql\\_vocab\\_all.rdf](http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf)

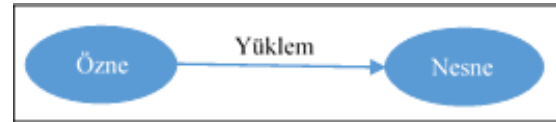


Şekil 1. Bağlantılı Veri Yayınlama Yöntemleri ve İş Akışı (Heath & Bizer 2011).

### 2.1. Verilerin RDF Formatına Dönüştürülmesi

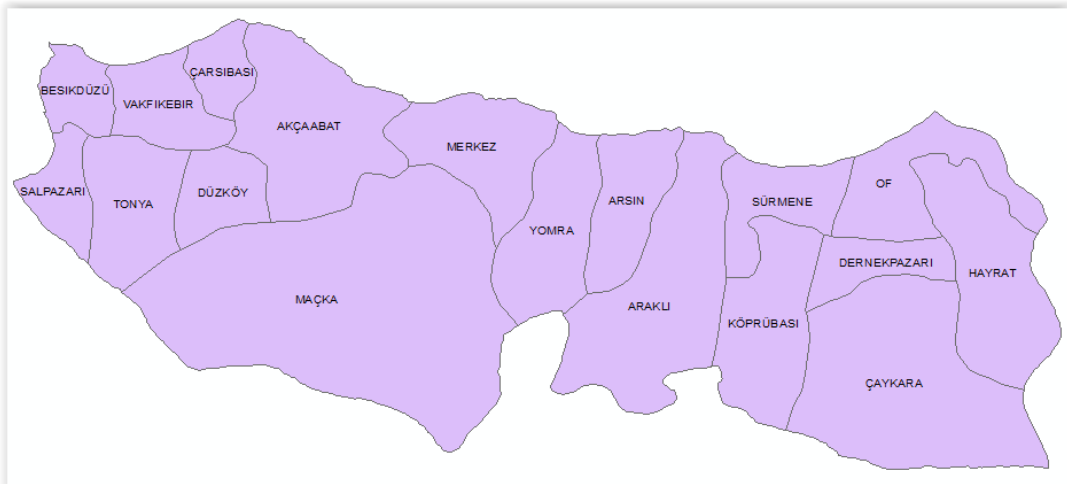
Bağlantılı verilerin yayınlanması için öncelikle verilerin RDF formatına dönüşümünün gerçekleştirilmesi gerekir. Veriler farklı formatlarda depolanmaktadır. Farklı veri formatlarının RDF dönüşümü için çok sayıda yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları; EasyRDF, Csv2JSON, RDF123, Karma, Open Refine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

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



Şekil 2. RDF üçlüsü (W3C, 2004).

Uygulama senaryosu için Trabzon il sınırları içerisinde yer alan ilçe sınırları seçilmiştir (Şekil 3). Trabzon ilçe sınırları verisinin RDF formatına dönüştürülmesi gerekir.

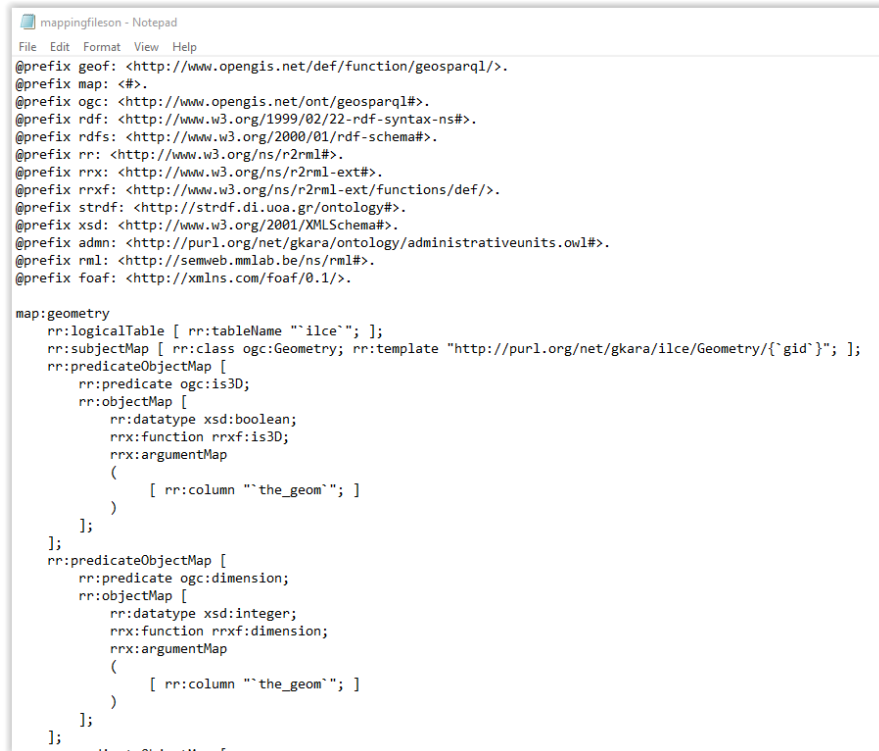


Şekil 3. Çalışma bölgesi: Trabzon ili ilçe sınırları

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

Uygulama senaryosu kapsamında GeoTriples yazılımı kullanılarak Trabzon idari sınırlar veri setinin ESRI shape formatından RDF formatına dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm eşleştirme dosyasının (mapping file) oluşturulması ile

gerçekleştirilir. Eşleştirme dosyasında idari sınırlar ontolojisi ile ilişkilendirme bu aşamada gerçekleştirilir. Bunun için oluşturulan eşleştirme dosyasında kullanıcı tarafından gerekli değişikliklerin yapılabilmesi için R2RML (RDB to RDF Mapping Language) ve RML (RDF Mapping Language) dilleri kullanılır. RML, R2RML dilini genişleten farklı veri yapılarından RDF veri modeline göre tanımlanmış eşleştirme kurallarını ifade etmek için kullanılan bir eşleştirme dilidir. R2RML ise ilişkisel veri tabanlarından RDF veri modeline dönüşüm için gerekli eşleştirme kurallarını ifade etmek için kullanılan bir dildir ve W3C standardıdır. RML, ilişkisel veri tabanları, XML, JSON, CSV gibi birçok formatta sunulan verileri girdi olarak alır ve RDF üçlülerinin oluşturulması için gerekli eşleştirme kurallarını tanımlar. RML, RDF kullanılarak yapılandırılmıştır ve böylece girdi verilerinin alınarak RDF veri modeline göre eşleştirme kurallarının ifade edilmesini sağlar. Şekil 4'te gösterildiği gibi gerekli eşleştirme kuralları tanımlanarak eşleştirme dosyası oluşturulmuştur. Sonrasında RDF verisi elde edilir.



```

mappingfilesion - Notepad
File Edit Format View Help
@prefix geof: <http://www.opengis.net/def/function/geosparql/>.
@prefix map: <#>.
@prefix ogc: <http://www.opengis.net/ont/geosparql#>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix rr: <http://www.w3.org/ns/r2rml#>.
@prefix rrx: <http://www.w3.org/ns/r2rml-ext#>.
@prefix rrx: <http://www.w3.org/ns/r2rml-ext/functions/def/>.
@prefix strdf: <http://strdf.di.uoa.gr/ontology#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix admn: <http://purl.org/net/gkara/ontology/administrativeunits.owl#>.
@prefix rml: <http://semweb.mmlab.be/ns/rml#>.
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>.

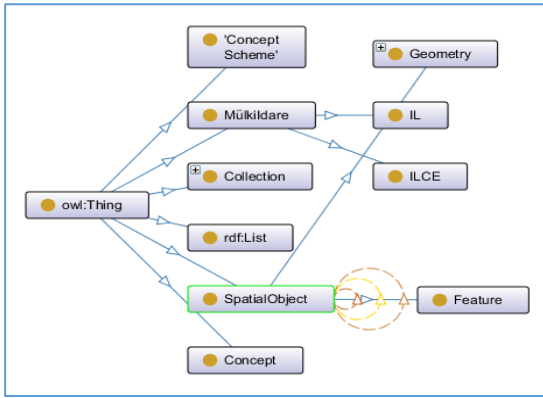
map:geometry
  rr:logicalTable [ rr:tableName ""ilce""; ];
  rr:subjectMap [ rr:class ogc:Geometry; rr:template "http://purl.org/net/gkara/ilce/Geometry/{`gid`}"; ];
  rr:predicateObjectMap [
    rr:predicate ogc:is3D;
    rr:objectMap [
      rr:datatype xsd:boolean;
      rrx:function rrx:is3D;
      rrx:argumentMap
        (
          [ rr:column ""the_geom""; ]
        )
    ];
  ];
  rr:predicateObjectMap [
    rr:predicate ogc:dimension;
    rr:objectMap [
      rr:datatype xsd:integer;
      rrx:function rrx:dimension;
      rrx:argumentMap
        (
          [ rr:column ""the_geom""; ]
        )
    ];
  ];
];

```

Şekil 4. GeoTriples eşleştirme dosyası

Konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için konumsal veri tabanlarındaki verilerin, ontolojilerdeki ilgili sınıf ve özniteliklerle ilişkilendirilmesi gerekir. Diğer bir deyişle ontoloji mimarisinde veri ontolojisi olarak adlandırılan düzeyde veri tabanı şemasını tanımlayan ontoloji ile veri kaynağındaki tablo ve öznitelikler arasındaki eşleştirmeler tanımlanmalıdır. Bu nedenle veri ontolojisine ihtiyaç vardır. Ontoloji geliştirme aşamasında öncelikle mevcut ontolojilerin incelenmesi gerekir. Mevcut ontoloji bulunamaması

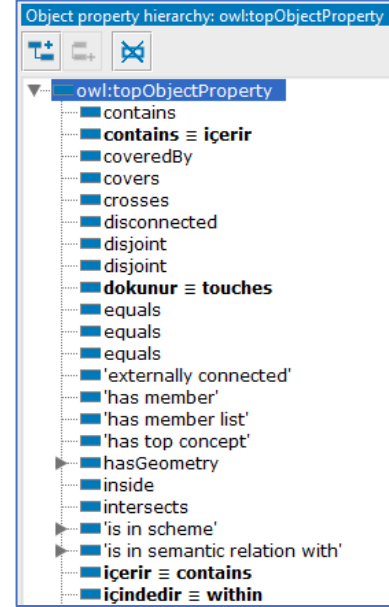
durumunda ontoloji yeni baştan geliştirilmelidir. Her veri seti için mevcut ontolojileri incelemeksizin yeni baştan ontoloji geliştirmek Semantik Web' in doğasına aykırıdır. Uygulama senaryosunda seçilen idari sınırlar veri seti için mevcut ontolojiler araştırılarak incelenmiştir ve ontoloji tanımlarının kullanılan standartlar ve idari alanların ve tanımlarının farklı olması sebebiyle Türkiye için İdari Birim Ontolojisi yeni baştan geliştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. TR İdari Birim Ontolojisi

Konumsal alanda konumsal varlıkları ve öznitelikleri ifade etmek için mevcut ontolojiler W3C GeoXG raporunda (Lieberman, Singh & Goad, 2007) verilmiştir. Bu rapor kapsamında ISO ve OGC standartlarının taslak ontolojileri, Ordnance Survey tarafından geliştirilen ontolojiler, Geonames ontolojisi, koordinat referans sistemleri Ontolojisi, Metaveri Ontolojisi gibi ontolojiler yer almaktadır. W3C Web Çalışma Grubu Sözleşmesi<sup>18</sup> (Web Working Group Charter) gereği konumsal veriler ISO 19107 soyut modeli ile uyumlu ve GeoSPARQL, NeoGeo gibi yaygın olarak kullanılan bir konumsal ontoloji içermelidir ifadesi yer almaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında konumsal alanda detayların ve özniteliklerin tanımlanmasında yaygın olarak kullanılması sebebiyle GeoSPARQL ontolojisi seçilmiştir. İdari birim Ontolojisi' ndeki sınıf ve özelliklerin tanımları için GeoSPARQL Ontolojisi yeniden kullanılmıştır. TR İdari Birim Ontolojisi ve GeoSPARQL Ontolojisi Şekil 6' da verildiği gibi gerekli konumsal ilişkiler tanımlanarak Protégé

ontoloji editörü Nesne özelliği hiyerarşi sekmesi kullanılarak ilişkilendirilmiştir. İdari Birim Ontolojisi ve GeoSPARQL Ontolojisi sınıfları arasında ilişkilerin tanımlanması için owl:equivalentproperty ilişkisi kullanılmıştır. İdari Birim Ontolojisi [http://purl.org/net/gkara/ontology/administrative\\_units.owl](http://purl.org/net/gkara/ontology/administrative_units.owl) linkinde yayınlanmıştır.



Şekil 6. Nesne özelliği ilişkilendirme

İdari birimler veri setindeki sınıf ve öznitelik isimleri Türkiye İdari Birim Ontolojisi ile ilişkilendirilerek RDF formatında verinin oluşturulması için GeoTriples yazılımı kullanılmıştır. Bu aşamada kullanılan kelime hazineleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan kelime hazineleri

Vocabulary	IRI
Web Ontology Language – OWL*	<a href="http://www.w3.org/2002/07/owl#">http://www.w3.org/2002/07/owl#</a>
Resource Description Framework – RDF*	<a href="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#</a>
Resource Description Framework Schema – RDFS*	<a href="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#</a>
eXtensible Markup Language – XML*	<a href="http://www.w3.org/XML/1998/namespace">http://www.w3.org/XML/1998/namespace</a>
Simple Knowledge Organization System – SKOS	<a href="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#">http://www.w3.org/2004/02/skos/core#</a>
Dublin Core – DC	<a href="http://purl.org/dc/elements/1.1/">http://purl.org/dc/elements/1.1/</a>
Dublin Core Terms	<a href="http://purl.org/dc/terms/">http://purl.org/dc/terms/</a>

\*işareti ile gösterilen kelime hazineleri, ontoloji geliştirilmesi sırasında varsayılan olarak kullanılan kelime hazineleridir.

## 2.2. Link Kurulacak Veri Setlerinin Belirlenmesi

Bağlantılı verilerin farklı uygulamalar tarafından bulunabilir olması, web üzerinde standart veya yaygın kullanıma sahip veri setlerine link verilmesiyle sağlanır. Konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için verilerin RDF dönüşümünden sonra link kurulacak veri setlerinin

belirlenmesi gerekir. Veri setlerini seçmek için mevcut araçlar ve kelime hazineleri aşağıdaki gibidir:

- LOD Cloud (Verilerin link kurulacağı veri setlerinin belirlenmesi için bir standart oluşturulması amacıyla Bağlantılı Açık Veri Bulutu oluşturulmuştur.)
- Linked Open Vocabularies<sup>19</sup>

<sup>18</sup> <https://www.w3.org/2015/spatial/charter#bp>

<sup>19</sup> <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>

- Bağlantılı veri tarayıcıları: Tabulator<sup>20</sup>, LodMilla<sup>21</sup>, LodLive<sup>22</sup>, CubicWeb<sup>23</sup>, Disco<sup>24</sup>, Tabulator<sup>25</sup>, sameAs<sup>26</sup>
- Ontoloji arama motorları (Swoogle, Watson, Schema.org, vb.)
- Bağlantılı veri mashupları Marbles<sup>27</sup>, Revyu.com<sup>28</sup>, DBpedia Mobile<sup>29</sup>, SIGMA<sup>30</sup>olarak sıralanır.

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

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

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

- Basic Geo (WGS84 lat/long) Vocabulary<sup>31</sup>
- OGC GML<sup>32</sup>
- OGC GeoSPARQL<sup>33</sup>
- OGC Simple Features<sup>34</sup>
- NeoGeo Geometry Ontology<sup>35</sup>
- NeoGeo Spatial Ontology<sup>36</sup>
- OWL representation of ISO 19107 (Geographic Information - Spatial Schema)<sup>37</sup>

- OWL representation of ISO 19109 (General Feature Model)<sup>38</sup>
- GeoNames Ontology<sup>39</sup>
- OS Spatial Relations Ontology<sup>40</sup>
- OS Geometry Ontology<sup>41</sup>

Uygulama senaryosu kapsamında idari sınırlar veri setini tanımlamak amacıyla aşağıdaki veri setleri seçilmiştir.

- DBpedia (Endpoint URL-  
http://dbpedia.org/sparql/)
- GeoNames (www.geonames.org/ontology# )
- Basic Geo  
(https://www.w3.org/2003/01/geo/)

seçilmiştir.

### 2.3. RDF Linklerinin Kurulması

RDF veri setleri arasında link kurmak Bağlantılı Veri İlkeleri' nin gereğidir. Bağlantılı Veri İlkeleri' nden 4. sünde "kullanıcıların çok daha fazla bilgi ve veri bulmaları için diğer URI' lere link kurulmalıdır" ifadesi yer almaktadır. Bağlantılı veri tarayıcılarının veri setleri arasında gezinmelerini ve daha fazla veriler bulunmasını sağlar. Böylece küresel veri uzayı olarak adlandırılan çizge üzerinde semantik web teknolojileri kullanılarak veriler hakkında çok daha fazla bilgiye ulaşılır. Her bir düğüm ilgili olduğu tüm verilerle iç ve dış RDF linkleriyle ilişkilendirildiği için çizge üzerinde gezinerek gerekli tüm verilere ve bilgilere ulaşmak mümkündür. Çizge üzerinde gezinerek verilere nasıl ulaşıldığına örnek vermek gerekirse; Şekil 7' de belirtilen çizgede veri düğümleri ile ilişkiler RDF linkleri sayesinde linkler üzerinde gezindikçe çok daha fazla bilgi elde etmeye izin verir.

<sup>20</sup> <https://github.com/linkedata/tabulator>

<sup>21</sup> <http://lodmilla.sztaki.hu/lodmilla/>

<sup>22</sup> <http://en.lodlive.it>

<sup>23</sup> [https://fosdem.org/2019/schedule/event/collab\\_cwldbe/](https://fosdem.org/2019/schedule/event/collab_cwldbe/)

<sup>24</sup> <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/ng4j/disco/>

<sup>25</sup> <http://dig.csail.mit.edu/2005/ajar/release/tabulator/0.7/tab>

<sup>26</sup> <http://sameas.org>

<sup>27</sup> <http://mes.github.io/marbles/>

<sup>28</sup> <http://revyu.com>

<sup>29</sup> <https://wiki.dbpedia.org/projects/dbpedia-mobile>

<sup>30</sup> <http://sig.ma/>

<sup>31</sup> <https://www.w3.org/2003/01/geo/>

<sup>32</sup> [http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml\\_32\\_geometries.rdf](http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml_32_geometries.rdf)

<sup>33</sup> [http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql\\_vocab\\_all.rdf](http://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf)

<sup>34</sup> [http://schemas.opengis.net/sf/1.0/simple\\_features\\_geometries.rdf](http://schemas.opengis.net/sf/1.0/simple_features_geometries.rdf)

<sup>35</sup> <http://geovocab.org/geometry>

<sup>36</sup> <http://geovocab.org/spatial>

<sup>37</sup> <http://def.seegrid.csiro.au/isotc211/iso19107/2003/geometry>

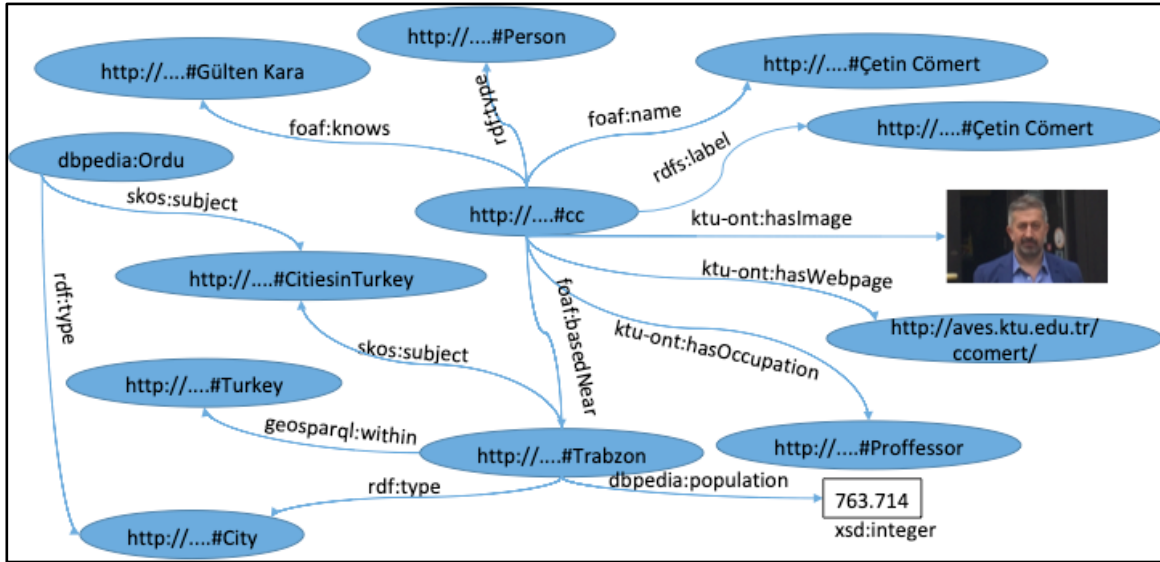
<sup>38</sup> <http://def.seegrid.csiro.au/isotc211/iso19109/2005/feature>

<sup>39</sup> <http://www.geonames.org/ontology/documentation.html>

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

<sup>41</sup> <http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/geometry/>





**Sekil 7.** RDF iç ve dış linkleri

Verilerin kapsamı diğer veri setlerinde referans verilecek özne, yüklem (predicate) ve nesne değerlerini belirler. Veriler ve diğer veri setleri arasında owl:sameAs yüklemi yaygın olarak kullanılmaktadır. owl:sameAs ilişkisi özne ve nesne tarafında bulunan iki URI referansının birbirinin aynı olduğunu ifade ettiğini göstermek için kullanılır. Aynı zamanda aynı öznitelik değerlerini ilişkilendirmek için kullanılır. Bağlantılı Veri İlkeleri kullanılarak link kurulan veriler üzerinde gezindikçe çok daha fazla veriye ulaşılır ve hem konumsal detaylar hem de geometri tiplerini tanımlayan mevcut ontolojileri kullanarak konumsal veriler etkili bir şekilde modellenir.

Bağlantılı veri yaklaşımında kullanılan RDF linkleri iç RDF linkleri ve dış RDF linkleri olmak üzere ikiye ayrılır. İç RDF linkleri bir bağlantılı veri setinde bulunan veriler arasında kurulan linklerdir. Yani aynı ad alanına sahip özne ve nesne arasında kurulan linklerdir. Dış RDF linkleri ise bir veri seti ile farklı bağlantılı veri setleri arasında kurulan linklerdir ve farklı ad alanlarına sahiptir. Farklı bağlantılı veri setleri arasındaki linklerin kurulması için ilişki (Relationships) linkleri, kimlik (identity) linkleri ve kelime hazinesi (vocabulary) linkleri olmak üzere üç farklı link tipi kullanılır (Heath & Bizer, 2011).

Veriler ve bağlantılı veri setleri arasındaki RDF linkleri elle ve otomatik olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilir. RDF linklerini elle oluşturmadan önce Bağlantılı Açık Veri Bulutu'nda yer alan veri setleri içerisinde verilerin link kurulacak veri setleri belirlenmelidir. Uygun veri setleri belirlendiğinde bağlantılı veri setlerinin URI referanslarını bulmak için bağlantılı veri tarayıcıları (Disco, Tabulator, Lodmilla, vb.) kullanılabilir. Bu yöntem, büyük veri setlerinin bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilmesinde kullanılamaz. Bu durumda RDF

linklerinin oluşturulması için otomatik eşleştirme algoritmaları kullanılır. Bağlantılı veri setleri, konumsal bağlantılı verilerin web üzerinde bulunabilir olmasında önemli rol oynar. Bu nedenle link kurulacak uygun veri setlerinin seçimi çok önemlidir. Link kurma kurallarına dayanarak link bulma işlemini gerçekleştirmek için kullanılan yazılım araçları SILK, Limes, xCurator, vb. gibi yazılım araçları geliştirilmiştir. Bağlantılı veri kapsamında geliştirilen yazılım araçları, gerçekleştirilen girişimler ve akademik çalışmalar<sup>42</sup> Linking Open Data Projesi kapsamında incelenmiştir. İki farklı RDF veri seti arasında RDF linklerinin kurulması için aşağıdaki eşleştirme yöntemleri vardır:

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

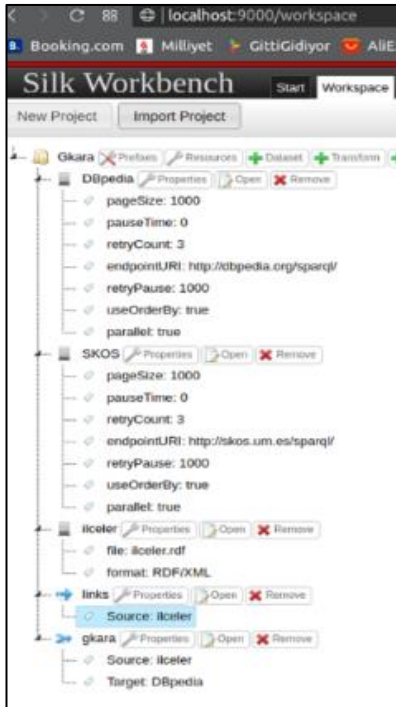
Uygun linkler, link bulma (link discovery) yoluyla gerçekleştirilir. Konumsal veri sağlayıcıları kendi veri setleri ve web üzerindeki veri kaynakları arasında RDF linkleri kurarak bu linklerin takip edilmesiyle yeni bilgilerin bulunmasını sağlar.

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

42

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

Uygulama senaryosu kapsamında linklerin kurulması için SILK yazılımı seçilmiştir. 1. aşamada üretilen RDF verisi Şekil 8’ de belirtilen SILK Workbench yazılımına yüklenerek DBpedia, GeoNames ve Basic Geo veri kaynakları girdi kaynak ve hedef veri setleri tanımlanmış olur. Bağlantılı veri kaynaklarında bulunan verilerle link kurulması işlemi bu aşamada gerçekleştirilir. Böylece idari sınır RDF verisi konum verileri için GeoNames ile yer adları için DBpedia ile ilişkilendirilmiştir. Bu linklerin kullanılması ile idari sınır veri seti web üzerindeki bağlantılı veri kaynakları ile ilişkilendirilerek diğer veri kullanıcıları tarafından bulunabilirliği sağlanmıştır. Bu işlem adımı ile Bağlantılı Veri İlkeleri’ nden 4. Maddenin gereği yerine getirilmiş olur.

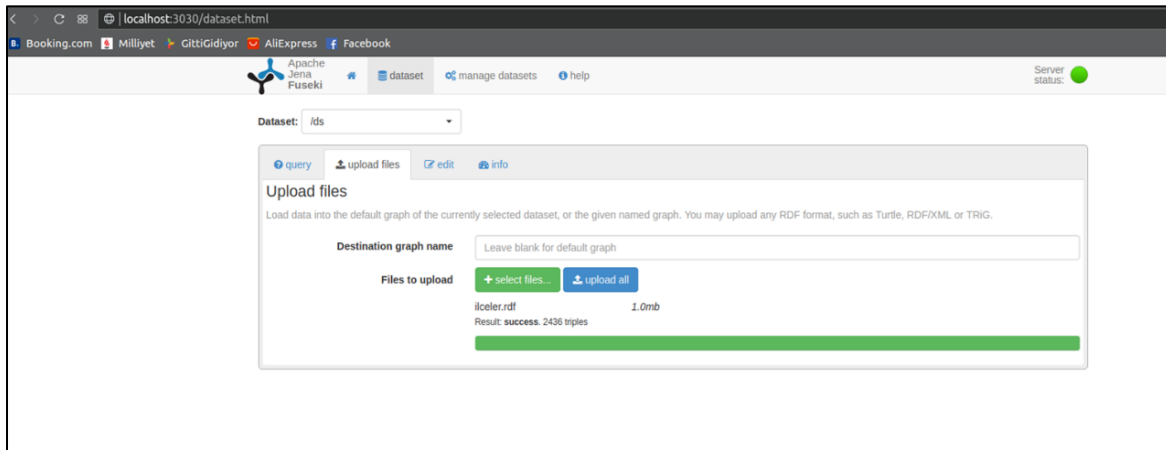


Şekil 8. SILK Workbench Eşleştirme İşleminin Tanımlanması

## 2.2. Bağlantılı Verinin Yayınlanması

Bağlantılı verilerin yayınlanması için bağlantılı veri hakkındaki meta verinin oluşturularak veriye erişimin sağlanması gerekir. Bağlantılı verilerin yayınlanması için mevcut sistemler Apache Jena, D2RQ, OpenLink Virtuoso Open-Source Edition , OpenLink Virtuoso Universal Server , vb. yazılım araçları geliştirilmiştir. Bu aşamada oluşturulan bağlantılı veri için meta verilerin oluşturulması ve bağlantılı verinin erişilebilir hale getirilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Böylece Bağlantılı Veri İlkeleri’ nin 3. Maddesi de gerçekleştirilmiş olur. Web üzerinde RDF formatında sunulan veri setlerini sorgulamak için SPARQL Protokol ve RDF Sorgu Dili (SPARQL Protocol and RDF Query Language – SPARQL) kullanılır. OGC tarafından ek protokollerle genişletilen GeoSPARQL, SPARQL sorgulama diline konumsal sorgulama ifadeleri eklenmiştir. Bağlantılı verilerin yayınlanması ile herhangi bir veri kaynağındaki veriler farklı veri kaynaklarındaki kavramlarla aralarında semantik ilişkilerin kurularak Semantik Web Teknolojileri tarafından bilginin veya verinin kolayca anlaşılmasını bulunmasını ve paylaşılmasını sağlar. Böylece veri formatına ve belirli bir alana bağlı kalınmaksızın veriler ilgili oldukları veri kaynakları ile ilişkilendirilerek web üzerinde yayınlanmış olur. Konumsal veri tabanlarındaki verilerin RDF dosyaları üzerinde sorgulamaların gerçekleştirilmesi için veri tabanlarında depolanması gerekir. Konumsal verilerden elde edilen RDF üçlülerini depolamak için Triple Store olarak adlandırılan veri tabanlarına ihtiyaç vardır. Konumsal RDF verilerini depolamak için etkin olarak kullanılan Triple Store lardan bazıları, AllegroGraph , Oracle Spatial and Graph , GraphDB , Parliament , Strabon , uSeekM , Virtuoso RDF Triple Store , Pubby vb. dir.

Uygulama senaryosu kapsamında verilerin yayınlanması ve sorgulanması için SPARQL Uç Noktalarından (SPARQL Endpoints) biri olan Fuseki kullanılmıştır. Şekil 9’da Fuseki ortamına dosya yükleme işlemi gösterilmiştir.



Şekil 9. Fuseki üzerinde dosya yükleme

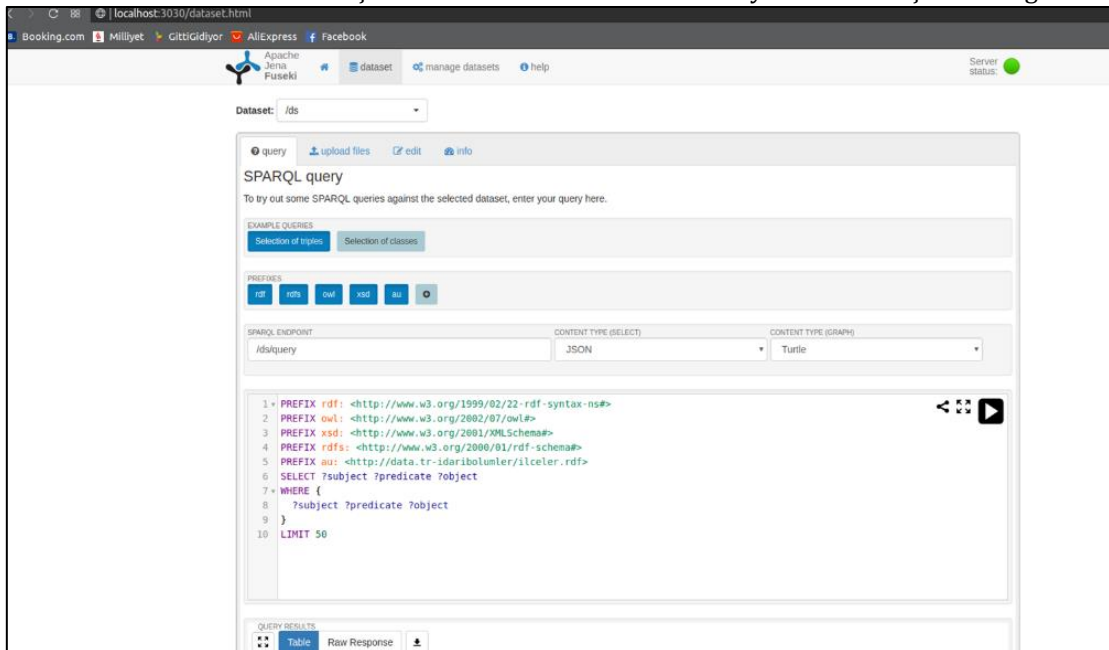
### 3. BULGULAR ve İRDELEMELER

Bağlantılı veri yaklaşımı herhangi bir veri kaynağında bulunan verilerin bağlantılı veri standartları temel alınarak web üzerinde yayınlanması anlamına gelir. Konumsal veri tabanlarında tutulan verilere ihtiyaç duyan uygulamalar, farklı veri kaynaklarında bulunan verileri arasında eşleştirme işlemlerinin yapılmasını gerektirir. Ayrıca web üzerinde sunulan konumsal verilerin her geçen gün daha da artması ile veri kaynakları arasında otomatik eşleştirme işlemlerinin anlamsal olarak gerçekleştirilmesi artık kaçınılmaz olmuştur. Konumsal alanda Semantik Web uygulamalarının hız kazanması ile birlikte Semantik Web Teknolojileri de paralel olarak gelişimini sürdürmektedir. Bu bağlamda konumsal alanda üretilen/sunulan verilerin Semantik Web uygulamalarında kullanılabilir hale getirilmesi gerekir. Bu nedenle konumsal verilerin anlamsal olarak tanımlanması ve web üzerinde yayınlanması oluşturulması gerekir. Bu amaçla gerçekleştirilen bu çalışmada Trabzon idari sınır veri seti seçilerek bağlantılı verilerin oluşturulmasından yayınlanmasına kadar gerçekleştirilen tüm işlemler bu çalışmada ele alınmıştır. Öncelikle mevcut verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için RDF formatına dönüşüm gerekir. Bu işlem adımında özellikle konumsal alanda mevcut yazılım araçları incelenmiştir. Mevcut yazılım araçlarından konumsal ve konumsal olmayan tüm özniteliklerin RDF dosyasına aktarılmasına imkân veren GeoTriples seçilmiştir. Ancak eşleştirme dosyasının oluşturulması aşaması, kullanıcının R2RML dilini kullanabilme yeteneğinin olmasını gerektirir. Ayrıca konumsal alanda kullanılacak veri kaynaklarını bilmesini gerektirir. Bu yazılım boyutu büyük olan verilerin RDF formatına dönüştürülmesinde

kullanıcı müdahalesi gerektirdiği için hata eğilimli olacaktır. Bu bağlamda bu aşamanın çok az kullanıcı müdahalesine ihtiyaç duyması ya da otomatik hale getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu aşamada veri tanımlarının oluşturulması için ontoloji oluşturulmuştur. Bu ontoloji mevcut ontolojilerin yeniden kullanılmasıyla geliştirilmiştir ve ihtiyaç duyulması halinde geliştirilebilir. Veri ontolojisi olarak nitelendirilen bu ontoloji çalışma kapsamında geliştirilmiş olup RDF formatına dönüşüm aşamasında kullanılmıştır.

RDF formatına dönüştürülen verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için mevcut veri setleri içinde link kurulacak veri setlerinin belirlenmesi gerekir. Bunun için çok sayıda bağlantılı veri tarayıcıları geliştirilmiş olsa da ilgili veri setlerinin bulunması son derece zordur. Bağlantılı veri tarayıcıları anahtar kelime tabanlı arama sonucunda veri setlerini listelemektedir. Bu nedenle gerçekte kullanılacak veri setleri anahtar kelime tabanlı arama ile bulunamayabilir. Bunun yanında veri setlerinin şemasının kullanıcı tarafından bilinmesi gerekir. Uygulama senaryosu kapsamında yaygın kullanılan veri setleri belirlenmiştir. Veri setlerinin belirlenmesinin ardından bu veri setleri ve RDF formatına dönüştürülen veriler arasında RDF linklerinin kurulması gerekir. Bu aşamada kurulan linkler owl:sameAs ilişkisidir ve SILK yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. SILK üzerinde kaynak veri setinin ve hedef veri setlerinin belirlenmesinden sonra linkler otomatik olarak bulunmaktadır ve RDF olarak yayınlanmaktadır.

Bağlantılı veri setleri ile ilişkilendirilen idari birimler veri seti Fuseki ortamına aktararak SPARQL ile sorgulama gerçekleştirilmiştir. Şekil 10' da Fuseki ara yüzünde SPARQL sorgulama ekranı verilmiştir. Şekil 11' de ise Şekil 10' da verilen sorgu ile Trabzon idari birimler bağlantılı verisi üzerinde özne nesne yüklem RDF üçlüleri sorgulanmıştır.



Şekil 10. Fuseki üzerinde SPARQL sorgulama

Sorgulama ara yüzünde PREFIX ön ekleriyle verilen veri setleri ve idari birimler veri seti üzerinde SPARQL kullanılarak sorgulama yapılmıştır. Sorgulama sonucunda idari birimlere ait bütün bilgiler listelenmiştir. İzleyen çalışmalarda

konumsal ilişkiler kullanılarak sorgulama yapılarak sorgu sonuçlarının harita üzerinde çevrimiçi olarak sunumu ve görselleştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılacaktır.

21	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_SHAPE_Area>	"0.120136902867***xsd:double
22	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NT2000>	"25865"
23	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_KZ_SIRA>	"01"
24	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NS1997>	"12472"
25	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NT1990>	"21505"
26	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NS1990>	"11824"
27	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NK2000>	"11500"
28	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_DSI_SUBE>	"226***xsd:integer
29	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_YOG2000>	"24***xsd:integer
30	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	rdf:type	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#lceSinirlari>
31	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_URBAN_PO_P_>	"12436.0***xsd:double
32	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NK1997>	"5449"
33	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_YOG1990>	"20"
34	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_TOTAL_PO_P_>	"18470.0***xsd:double
35	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_YOG1997>	"17***xsd:integer
36	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_KZ_KOD_1>	"2801"
37	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NT1997>	"17921"
38	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_YUZOLCUM>	"1083"
39	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NS2000>	"14365"
40	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_RURAL_PO_P_>	"6034.0***xsd:double
41	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_IL_KOD>	"28"
42	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://www.opengis.net/ont/geosparql#hasGeometry>	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/Geometry/21>
43	<http://data.linkedeodata.eu/lceSinirlari/id/21>	<http://data.linkedeodata.eu/ontology#has_NAME>	"ALUCRA"

Şekil 11. Fuseki üzerinde RDF üçlüsü sorgulama sonucu

#### 4. TARTIŞMA

Semantik web teknolojileri, verilerin bilgisayar tarafından anlaşılabilir hale getirilerek yeni bilgiler çıkarılmasını sağlar. Bu teknolojinin birçok alanda kullanımı konumsal alanda bir paradigma kaymasına sebep olmuştur. Bununla birlikte konumsal veri altyapılarını oluşturmak için kullanılan WMS WFS gibi geleneksel teknolojilerle veri entegrasyonu ve veri arama işlemlerinin gerçekleştirilmesi çok zordur. Bu nedenle konumsal alanda semantik web teknolojilerinin avantajlarından yararlanarak farklı veri formatında sunulan verilerden yeni bilgiler çıkarmak için verilerin semantik tanımlarına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada konumsal veri üreticilerinin verilerini web üzerinde yayınlamaları için bir yöntem önerilmiştir. Semantik web teknolojilerine dayanan bu yöntem, uygulama senaryosu kapsamında farklı veri formatındaki konumsal verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için işlem adımları ile birlikte verilmiştir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkını ortaya koymak için literatürde ilgili kaynaklar belirlenerek karşılaştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Vilches-Blázquez, Villazón-Terrazas, Leon, Priyatna, & Corcho (2010), hidrografik verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için yöntem önermiştir. Önerilen yöntemde veriler sadece

geliştirilen ontoloji ile ilişkilendirilmiştir ve harita üzerinde görselleştirilmiştir. Konumsal ilişkiler tanımlanmamıştır ve diğer bağlantılı veri kaynakları ile ilişkilendirilmemiştir. Bu çalışmada konumsal veriler geometri tanımları için GeoSPARQL ile ilişkilendirilmiştir. İdari sınır veri seti için gerekli bağlantılı veri kaynakları belirlenmiştir ve bu veri kaynakları ile linkler otomatik olarak bulunmuştur ve ilişkilendirilmiştir.

Barnaghi, Presser & Moessner (2010), sensör verilerinin bağlantılı veri olarak yayınlanması için Sense2Web adında bir bağlantılı veri platformu tanımlamıştır. Sense2Web farklı sensör verilerinin tanımlanması ve ilişkilendirilmesini sağlar. Konumsal ilişkiler tanımlanmamıştır.

Lehmann, Athanasiou, Both, García-Rojas, Giannopoulos, Hladky, Le Grange, Ngonga Ngomo, Sherif, Stadler, Wauer, Westphal & Zaslowski (2015), GeoKnow Projesi kapsamında web üzerinde konumsal bağlantılı verilerin yayınlanması için yazılım araçları geliştirmiştir. GeoKnow Generator açık konumsal bağlantılı verilerin yaşam döngüsünü içeren bütün yazılım araçlarını içerir. GeoKnow Generator konumsal verinin RDF verisine dönüşümü, diğer konumsal ve konumsal olmayan bağlantılı veri kaynaklarıyla ilişkilendirme, yeni bilgilerin çıkarsanması için veri birleştirme, web üzerinde görselleştirme gibi işlemleri destekler. Konumsal verilerin RDF dönüşümü için TripleGeo yazılımı kullanıldığı için bu çalışmada tercih

edilmemiştir. TripleGeo konumsal özniteliklerin dönüşümünü desteklerken konumsal olmayan özniteliklerin sadece bir tanesinin dönüşümünü destekler.

Iwaniak, Leszczuk, Strzelecki, Harvey, & Kaczmarek (2017), Polonya Mazovya eyaleti için geliştirilen prototip bir sistem önermiştir. Sistem, kadastral verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlanması için gerekli teknolojiler üzerine kurulmuştur. Kadastral veriler, GeoNames, DBpedia veri kaynakları ile ilişkilendirilmiştir. Konumsal ilişkiler tanımlanmamıştır. Kadastral verilerin bağlantılı veri olarak yayınlanması için semantik web teknolojileri tanıtılmıştır ancak işlem adımları verilmemiştir.

## 5. SONUÇLAR

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

Konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayınlanması için konumsal veri altyapıları kapsamında belirlenen veri setlerinin RDF formatına dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm sırasında verinin yeterli sayıda kelime hazinesi ile eşleştirilmesi gerekir. Bunun için mevcut kelime hazineleri içinde ilgili kelime hazineleri seçilmelidir. Seçilen kelime hazinelerinin konumsal verilerle ilişkilendirilmesi işlemi kullanıcı tarafından gerçekleştirilir. Bu aşama kullanıcıların RML kodlama tekniklerini bilmesini gerektirir. Ayrıca mevcut yazılım araçlarının konumsal verilerin RDF formatına dönüşümü için daha fazla veri formatını desteklemesi gerekir.

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

Konumsal verilerin bağlantılı açık veri olarak yayımlandığı bu çalışmada oluşturulan bağlantılı veri Fuseki ile localhost üzerinden yayınlanmıştır. Gelecek çalışmalarda topolojik ilişkiler kullanılarak SPARQL sorgu sonucu, SEXTANT yazılımı

kullanılarak harita üzerinde konumsal bağlantılı veriler görsel olarak sunulacaktır.

## TEŞEKKÜR

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

## KAYNAKÇA

- Auer, S., Dietzold, S., Lehmann, J., Hellmann, S., & Aumueller, D. (2009). Triplify: light-weight linked data publication from relational databases. In *Proceedings of the 18th international conference on World wide web* (pp. 621-630). ACM.
- Barnaghi, P., Presser, M., & Moessner, K. (2010). Publishing linked sensor data. In *CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of the 3rd International Workshop on Semantic Sensor Networks (SSN)*, Organised in conjunction with the International Semantic Web Conference (Vol. 668).
- Berners-Lee, T. (2006). *Design issues: Linked data*, Retrieved from <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Linked Data - the story so far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5 (3), 1-22. doi:10.4018/jswis.2009081901.
- Heath, T., & Bizer, C. (2011). Linked data: Evolving the web into a global data space. *Synthesis lectures on the semantic web: theory and technology*, 1(1), 1-136.
- ISO. (2011). *ISO 19152 Draft International Standard (DIS), Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM)* Geneva, Switzerland.
- Iwaniak, A., Leszczuk, M., Strzelecki, M., Harvey, F. and Kaczmarek, I. (2017). A novel approach for publishing linked open geodata from national registries with the use of semantically annotated context dependent web pages. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(8), p.252.
- Lehmann, J., Athanasiou, S., Both, A., García-Rojas, A., Giannopoulos, G., Hladky, D., Le Grange, J.J., Ngonga Ngomo, A. C., Sherif, M. A., Stadler, C., Wauer, M., Westphal, P., Zaslowski, V. (2015).

*Managing Geospatial Linked Data in the GeoKnow Project.*

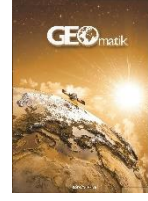
- Liebermen, J., Singh, R., & Goad, C. (2007). *W3C Geospatial Ontologies*, W3C Incubator Group Report, 23 October 2007.
- OGC. (2012). *OGC GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data*, OGC® Implementation Standard, Editors: Matthew Perry and John Herring, Open Geospatial Consortium. Retrieved from <http://www.opengis.net/doc/IS/geosparql/1.0>
- Page, K. R., De Roure, D. C., Martinez, K., Sadler, J. D., & Kit, O. Y. (2009). *Linked sensor data: Restfully serving rdf and gml*. In Proceedings of the Semantic Sensor Networks 2009. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-522/p10.pdf>
- Saavedra, J., Vilches-Blázquez, L. M., ve Boada, A. (2014). *Cadastral data integration through Linked Data*, Huerta, Schade, Granell (Eds): Connecting a Digital Europe through Location and Place. In *Proceedings of the AGILE'2014 International Conference on Geographic Information Science*, Castellón. ISBN: 978-90-816960-4-3, Retrieved from [https://agile-online.org/conference\\_paper/cds/agile\\_2014/agile2014\\_153.pdf](https://agile-online.org/conference_paper/cds/agile_2014/agile2014_153.pdf)
- Vilches-Blázquez, L.M., Villazón-Terrazas, B., Leon, A.D., Priyatna, F. & Corcho, O. (2010). An approach to publish spatial data on the web: The geolinked data case, Retrieved from <http://oa.upm.es/5657/1/Workshop41.LSTD2010.pdf>
- W3C. (2004). Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation, Retrieved from <https://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>
- W3C. (2012). *R2RML: RDB to RDF Mapping Language*, Editors: Souripriya DasOracle, Seema Sundara-Oracle, Richard Cyganiak-DERI, National University of Ireland, Galway, W3C Recommendation. Retrieved from <https://www.w3.org/TR/r2rml/>
- URL-1. Ordnance Survey Ontologies, <https://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology>



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Uydu Görüntüsü İşleme ve Sıkıştırma Süreçlerinin WEB Tabanlı Harita Servisi Yayın Performansına Etkilerinin Araştırılması

Zafer DURKUT<sup>\*1</sup>, Uğur ALGANCI<sup>2</sup>, Elif SERTEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye*

<sup>2</sup>*İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye*

### Anahtar Kelimeler

Web tabanlı harita servisi  
Veri sıkıştırma  
JPEG  
WMS standardı  
SPOT-7  
Sentinel-2  
Landsat-8

### ÖZ

Günümüzde gelişen uydu teknolojilerine bağlı olarak uydu görüntülerinin mekânsal, spektral ve zamansal çözünürlüğünde önemli seviyede artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar aynı zamanda veri boyutunda ve hacminde artışa ve buna bağlı olarak veri paylaşımında zorluklara sebep olmaktadır. Artan veri boyutları, web üzerinden coğrafi verilerin paylaşımını ve sunumunu da zorlaştırmaktadır. Bu problemlerin çözümüne yönelik yöntemlerden biri olan uydu görüntülerinin sıkıştırılması, veri boyutunun azaltılmasını sağlayan bir optimizasyon yöntemidir. Bu çalışmada Landsat-8, Sentinel-2 ve SPOT-7 uydularından elde edilen çok bantlı uydu görüntülerinin sıkıştırılmasında uluslararası bir standart olan JPEG sıkıştırma algoritmasının web tabanlı coğrafi veri yayını kapsamında performansının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ek olarak uydu görüntülerinin WMS tabanlı sunum performansını arttırmak amacıyla sıkıştırılmış görüntüler üzerinde piramitleme işlemi yapılmıştır. Bu çalışmada, farklı çözünürlükteki uydu görüntülerine dört farklı sıkıştırma seviyesi ve dört farklı piramit seviyesi için JPEG formatında sıkıştırma uygulanmış; sonuçlar işleme süresi, görsel kalite ve veri boyutu açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca elde edilen sonuç verileri coğrafi veri sunucusu üzerinden sunulurken web üzerindeki yayın performansları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre yüksek sıkıştırma ve piramit seviyesi ile yüksek performanslı ve düşük veri hacimli veri yayını yapılabileceği görülmektedir.

## Investigating the Effects of Image Processing and Compressing Steps on the Performance of Web Mapping Services

### Keywords

Web mapping service data  
Compression  
JPEG  
WMS standard  
SPOT-7  
Sentinel-2  
Landsat-8

### ABSTRACT

There has been a significant increase in the spatial, spectral and temporal resolution of satellite images due to the developing satellite technologies. These increases also result in an increase in data size and volume, and hence data sharing difficulties. Increased data sizes also make it difficult to share and present geographic data over the web. Compressing satellite images is one of the solutions to these problems, which offers an optimization by reducing data size. In this study, it is aimed to evaluate the performance of JPEG compression algorithm, which is an international standard, in the context of web based spatial data broadcasting in order to compress multi-band satellite images obtained from Landsat-8, Sentinel-2 and SPOT-7 satellites. In addition, pyramid levels were added on the compressed images in order to enhance the WMS-based presentation performance of satellite images. In this study, four different JPEG compression levels and four different pyramid levels were applied on satellite images with different spatial resolution. The results were compared in terms of processing time, visual quality and data size. In addition, the resulting data was presented on the geographic data server and the broadcast performance on the web was determined. According to the results of the research, high performance and low data volume data can be broadcast with high compression and pyramid level.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

(durkutzafer@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-0041-7266  
(alganci@itu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5693-3614  
(sertele@itu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-4854-494X

Durkut, Z., Alganci, U., Sertel, E. (2020) Uydu Görüntüsü İşleme ve Sıkıştırma Süreçlerinin WEB Tabanlı Harita Servisi Yayın Performansına Etkilerinin Araştırılması. Geomatik 5(3), 186-192, DOI: 10.29128/geomatik.634746

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen bilgisayar, telekomünikasyon ve bilişim teknolojilerine bağlı olarak artan veri hacmi ve veriye erişim ihtiyaçlarından dolayı web tabanlı bilgi servislerinin kullanımı artmıştır. Web servisleri farklı donanımların ağ üzerinden etkileşiminden faydalanarak bu donanımların birlikte çalışmalarını sağlamaktadır. Microsoft, Oracle, IBM, HP, Sun ve daha birçok firma web servisleri konusunda çalışarak yazılım ve uygulama desteği sunmaktadır. Web tabanlı mekânsal veri servisleri ile coğrafi bilgi sistemlerinin yetenekleri birleştirildiğinde sunulan hizmet daha efektif olmaktadır (Smiatek, 2004; Michealis ve Ames, 2008).

Web üzerinden coğrafi verilerin sunulması amacıyla OGC tarafından çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada uydu görüntülerinin sunulması amacıyla Web Harita Servis (WMS) standartları kullanılmıştır (OGC, 2016). WMS mimarisinin temel amacı, mekânsal referans bilgisi barındıran coğrafi verilerin dinamik haritalarını üretmektir. Bu kapsamda WMS standardı, coğrafi verilerin bir bilgisayar ekranında görüntülenmeye uygun dijital görüntü dosyası olarak sunumunu esas almaktadır. WMS servislerinde coğrafi verilerin HTTP yolu ile istemciye aktarımı için PNG, JPEG, GIF vb. dijital görüntü formatları kullanılmaktadır. Ayrıca WMS dahilinde belirlenen tanımlamalar, haritaların istemciler tarafından talep edilme şeklini ve sunucuların tanımlanma şeklini standartlaştırır (Kim vd., 2005; Panagos vd., 2008).

INSPIRE ilkelerinde, veri ve hizmetlerin birlikte çalışabilirliğini sağlamak amacı ile uluslararası kurum ve kuruluşların harita sunucularında bulunan veri katmanlarının WMS standartlarına uygun şekilde üretilmesi ve paylaşılması benimsenmiştir (INSPIRE, 2007).

Özellikle son yıllarda uydu teknolojilerinde meydana gelen gelişim ve çözünürlük artışına bağlı olarak yer gözlem uydularından elde edilen görüntülerin mekânsal veri olarak kullanımında artış meydana gelmiştir. Bu artışa bağlı olarak uydu görüntülerinin web tabanlı yayını kapsamında da önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Google Maps ve BingMaps gibi uygulamalar küresel ölçekte ve çeşitli çözünürlükte uydu görüntü verisi katmanı yayını yapan en bilindik uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında birçok kurum ve kuruluş kendi kullanım amaçlarına yönelik olarak işledikleri hava fotoğrafı ve uydu verisi vb. raster verileri web tabanlı servisler aracılığı ile kullanıcılara sunmaktadır (Hatzopoulos vd., 2012). Ülkemiz özelinde yakın zamanda yayına açılan HGM Atlas platformu bu duruma en uygun örneklerden birisidir.

Uydu verilerinin web tabanlı sunumu esnasında karşılaşılan en temel problemlerden ilki mekânsal çözünürlükte ve paylaşılan görüntü sayısında meydana gelen artışa bağlı olarak veri hacminin büyümesidir. Buna ek olarak verinin belirli yaklaşıma

seviyelerindeki ön görünümünün eklenmesi ile veri boyutu daha da artmaktadır. Bu artış hem depolama alanı problemi yaratmakta hem de verinin sunucudan istemciye transferi esnasında veri trafiği yükünü artırmaktadır. Bu problemi çözüme kavuşturmak ve yayın optimizasyonunu sağlamak amacı ile sıkıştırılmalı resim formatlarının kullanımı yaygınlaşmıştır (Millin ve Kimito, 2007).

Bu çalışmada, farklı çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinde uygulanan farklı JPEG sıkıştırma ve piramitleme seviyelerinin veri boyutu üzerindeki etkisi ve web tabanlı harita servislerindeki performansı araştırılmıştır. Buna ek olarak farklı arazi örtüsü karakteristiklerinin ve kapsama alanının yayın performansı üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Veri

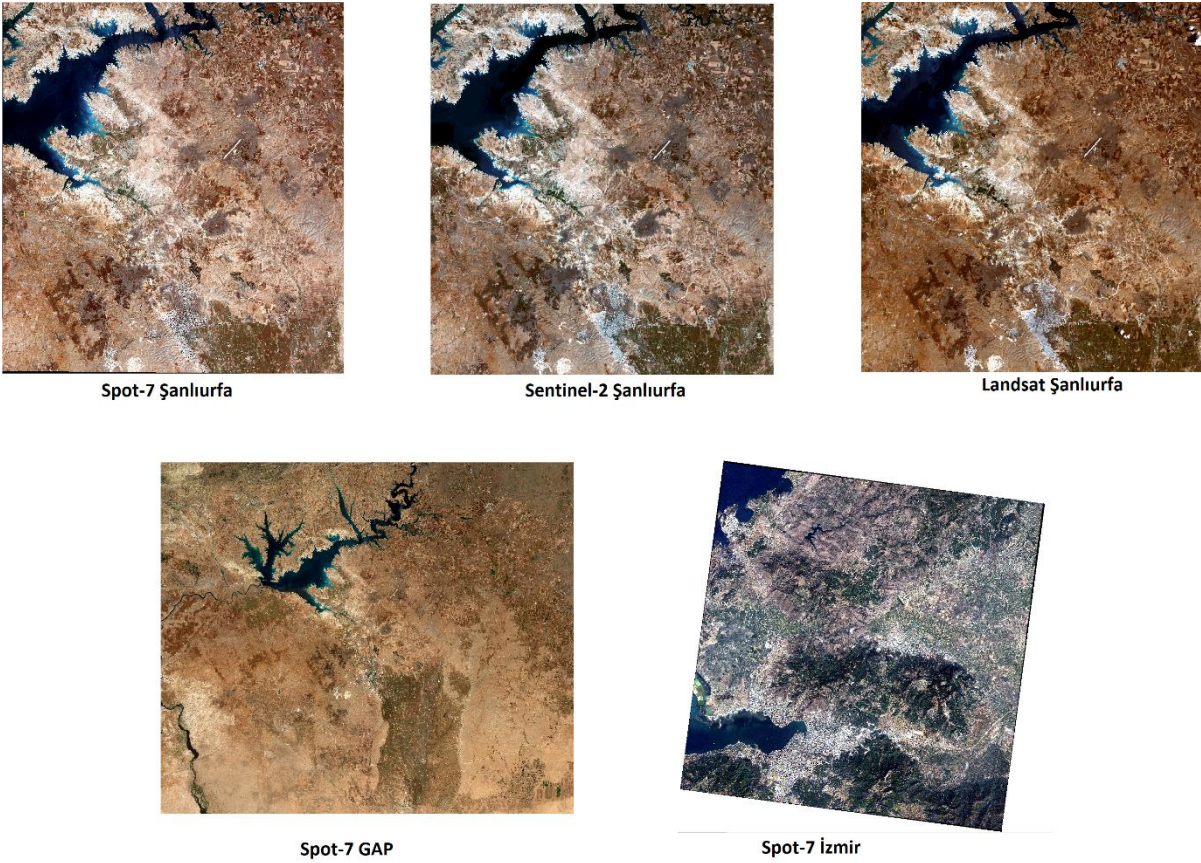
Bu çalışma kapsamında beş farklı veri seti kullanılmıştır. Bu veriler SPOT-7, Sentinel-2 ve Landsat-8 uydu görüntülerinden elde edilen görünür bölgeye ait üç bantlı doğal renk kombinasyonlarını içermektedir.

Görüntüler sırasıyla 1,5 m, 10 m ve 30 m olmak üzere üç farklı mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Tablo-1'de çalışmada kullanılan ham uydu görüntülerinin, çözünürlük, görüntü ve veri boyutları, Şekil 1'de ise ön izlemeleri verilmiştir. Birinci veri seti aynı bölgeyi kapsayan 3 farklı uydu görüntüsü içermekte olup mekânsal çözünürlüğün web tabanlı harita servisi üzerindeki etkisini belirlemek için kullanılmıştır. İkinci veri seti İzmir ve Şanlıurfa illerine ait SPOT-7 görüntülerini içermekte olup, farklı arazi örtüleri ile sıkıştırma ve piramitleme yöntemleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacı ile çalışmaya dahil edilmiştir. Üçüncü veri seti ise Adıyaman ve Şanlıurfa illerini kapsayan mozaiklenmiş SPOT-7 uydu görüntüsü olup, veri boyutundaki artışın web tabanlı coğrafi veri yayınına etkisini belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Sonuç olarak üç farklı performans karşılaştırması için beş adet uydu görüntü veri seti kullanılarak farklı sıkıştırma ve piramitleme seviyelerinin web yayınına etkisi araştırılmıştır.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ile ilgili detaylar

Bölge	Uydu	Çözünürlük (m)	Görüntü Boyutu (Piksel)	Veri Boyutu (MB)
GAP	SPOT-7	1,5	106701 - 90840	27732,5
İzmir	SPOT-7	1,5	42916 - 43802	5378,8
Urfa	SPOT-7	1,5	41198 - 44750	5275,3
Urfa	Landsat-8	30	2071 - 2237	13,3
Urfa	Sentinel-2	10	6214 - 6714	121,8





**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin ön izlemeleri

## 2.2. Uygulama

Uydu görüntülerinin sıkıştırılması ve piramit yapılarının oluşturulması aşamaları, 4 Core Intel Core i7 2600K işlemci, DDR3 8 GB ram özelliklerine sahip donanım üzerinde yapılmıştır. Çalışma Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan algoritmalar, coğrafi verilerin işlenmesini sağlayan GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) kütüphanesi yardımıyla hazırlanmıştır. Çalışmada görsel kaliteyi mümkün olduğunca yüksek tutarak veri boyutunu minimum düzeye indirebilecek bir sıkıştırma yöntemi seçilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle, literatürde yaygın kullanıma sahip olan ve yüksek düzeyde sıkıştırma sağlayan JPEG sıkıştırma yöntemi seçilmiştir. Sıkıştırma seviyesinin, sıkıştırma kalitesi, veri boyutu ve yayın performansına etkilerini tespit etmek amacıyla beş farklı sıkıştırma seviyesi ve beş farklı görüntü kalitesi seçilmiştir. Görüntü kalite seviyeleri sırası ile %60, %70, %80, %90 ve %100 olarak belirlenmiştir. Mevcut görüntü kalitesini yüksek düzeyde tutmayı sağlamak amacıyla görüntü kalitesi %60'ın üzerinde seçilmiştir.

Kaydırma boyutu (blocksize), uydu görüntülerinin sıkıştırılması esnasında görüntüde sıkıştırılacak olan birim alanın boyutunu ifade etmekte olup, mevcut algoritma içerisinde yer alan bir parametredir. Bu çalışmada kaydırma boyutu, 128, 256 ve 512 piksel olarak seçilmiş ve her bir değerın sıkıştırma boyutu, süresi ve performansına etkileri gözlenmiştir.

Sıkıştırma işlemi tamamlanan görüntülerde WMS performansını arttırmak amacıyla piramitleme işlemi yapılmaktadır. Piramitleme işlemi, belirlenen yakınlaştırma seviyeleri için belirlenen düzeyde ana görüntüden alt örneklenmiş yeni görüntüler üretmek ve bu alt örneklenmiş görüntüleri sıkıştırılmış görüntü üzerine ekleyerek görüntülerin daha hızlı görselleştirilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada altıncı seviyeden dokuzuncu seviyeye olmak üzere dört adet alt örneklenmiş piramit seviyesi kullanılmıştır. Çalışmada piramit üretiminin altıncı seviyeden başlatılmasının nedeni, yayın performansının yüksek seviyelerde oluşan büyük veri hacmi altında test edilmesi hedefidir.

Çalışmada kapsamında beş adet görüntü için beş farklı sıkıştırma kalitesi, üç farklı kaydırma boyutu ve dört farklı piramit seviyesi parametre kombinasyonuna karşılık gelen 300 adet görüntü hazırlanan yazılım ile üretilmiştir. Üretimi gerçekleşen her bir görüntü açık kaynak kodlu coğrafi veri sunucusu olan Geoserver yazılımı içerisine aktarılmış ve web tabanlı veri yayını gerçekleştirilmiştir. Coğrafi veri yayını yapan sunucunun teknik özellikleri 64 Core AMD Opteron™ Processor 6380 işlemci ve 256 GB RAM şeklindedir. Coğrafi veri sunucusunda bulunan görüntülerin web yayını performansını tespit etmek amacıyla Linux tabanlı Apache Benchmark yazılımı kullanılmıştır. Performans ölçütleri olarak sunucunun bir saniyede cevap verebildiği istek sayısı ve bir dakika sürede aktarılan kilobayt cinsinden veri miktarı parametreleri seçilmiştir. Sunucuya WMS servisi ile

yapılan istekler 900 x 900 piksel boyutunda olup istek yapılan görüntünün tamamını kapsamaktadır. Performans testi için belirlenen seçenekler ile üretimi yapılan her bir görüntü üzerinde anlık olarak 10 kullanıcı için kullanıcı başına 100 istek gönderilmek sureti ile toplamda 1000 istek yapılmıştır.

Performans testi için seçilen anlık kullanıcı sayısı ve istek miktarı sunucunun donanımsal yapısı göz önünde bulundurularak, yükleme testi esnasında çok sayıda isteğe aynı anda ve hatasız cevap verebileceği koşullar dahilinde seçilmiştir.

Analiz kapsamında çalışmada kullanılan ham görüntüler ve işlenmiş görüntüler için toplamda 305 bin istek yapılmış olup hatalı istek ortaya çıkmadan performans testi tamamlanmıştır. Performans testi sonuçları, sıkıştırma işlemi ve piramitleme işlemleri sonuçları ile birlikte değerlendirilebilecek şekilde standartlaştırılarak yorumlanabilir hale getirilmiştir.

### 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında üretilen 300 adet görüntü için toplam sıkıştırma süresi 1034.2 dakika ve toplam piramitleme süresi 1908.8 dakika olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte sıkıştırma işleminde toplam 508.8 GB boyutunda ve piramitleme işleminde toplam 980.0 GB boyutunda veri işlenmiştir. Üretilen görüntülerin Geoserver coğrafi veri sunucusu üzerinden yayınlanıp, Apache Benchmark yazılımı ile her bir görüntü için 900x900 piksellik alanı kapsayan 1000 istek ile toplamda 305 bin hatasız istek yapılarak coğrafi veri yayını performans testi tamamlanmıştır.

Sonuçlara göre kaydırma boyutu (blocksize) parametresinin sıkıştırma boyutu, piramitlemiş görüntü boyutu ve yayın performansına kayda değer bir etkisi olmadığı gözlemlendiğinden sonuç analizlerinde göz ardı edilmiş ve kaydırma boyutu 256 olarak seçilmiştir. Yapılan çalışmada veri sayısı ve veri sayısına bağlı olarak üretilen grafiklerin fazla olmasından dolayı 9. seviye veri kümesine ait grafikler sunulmuştur. Diğer seviyelerin grafiklerine URL1'den çevrimiçi olarak ulaşılabilir. Çalışma kapsamında üretilen grafiklerde %60, %80, %100 sıkıştırma seviyesine ait sonuçlar gösterilmiştir. Grafikler üzerinde gösterilen boyut değişimi, sıkıştırma ile piramitleme işlemi sonrasında oluşan veri boyutunun ham veriye oranından elde edilen yüzdelik değerdir. Bu bağlı değer işlemler sonrasında ham veride meydana gelen boyut değişimini ifade etmektedir.

Çalışmada birinci veri seti aynı bölgeyi kapsayan 3 farklı uydu görüntüsü içermekte olup çözünürlüğün web tabanlı harita servisi üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Karşılaştırma sonucunda Şanlıurfa iline ait aynı kapsama alanı için Spot-7, Sentinel-2, Landsat-8 uydu görüntüleri için sıkıştırma süresi, piramitleme süresi, boyuttaki değişim, saniyede yanıt verilen istek sayısı ve dakikada aktarılan veri miktarı olarak beş adet

parametreye göre kıyaslama sonuçları Şekil.2'de grafik olarak verilmektedir. Grafikte satır isimlendirmesi sırasıyla uydu adı, bölge adı ve sıkıştırma kalitesi olarak oluşturulmuştur. Sütun değerleri birimsiz olup lejantta verilen birimlere göre değerlendirme yapılmıştır. Grafik incelendiğinde aynı bölgeye ait üç uydu görüntüsü için mekânsal çözünürlük arttıkça sıkıştırma ve piramitleme süresinin arttığı gözlemlenmiştir.

Veriler performans olarak karşılaştırıldığında 9. piramit seviyesi için çözünürlük arttıkça yayın performansında düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Her uydu görüntüsü kendi içinde incelendiğinde sıkıştırma seviyesi arttığında sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi ve bununla birlikte boyuttan kazanç oranı artmıştır.

İkinci veri seti İzmir ve Şanlıurfa illerine ait SPOT-7 görüntülerini içermekte olup, farklı arazi örtüleri ile sıkıştırma ve piramitleme yöntemleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan çalışmada dokuzuncu piramit seviyesi için üretilen grafik Şekil.3'te verilmektedir. Şekil.2 ile aynı lejanta sahip olan Şekil.3'te boyut değişimi göze alındığında sıkıştırma seviyesi 100 için aynı çözünürlüğe sahip olmasına rağmen İzmir bölgesi için yüzde 8.4 boyut kazancı varken Şanlıurfa bölgesi için boyut kazancı %25,4'dür.

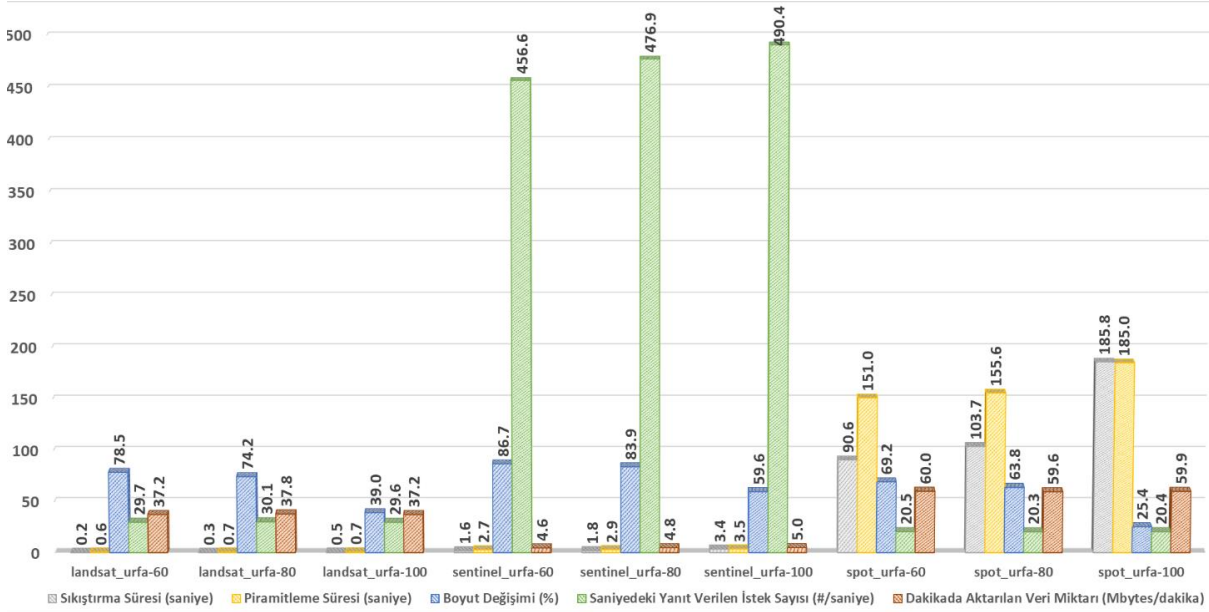
Bu karşılaştırma göz önüne alındığında farklı arazi örtülerinin veri boyutu üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Her iki bölge verisi için sıkıştırma seviyesi arttığında sıkıştırma süresi ve piramitleme işlem süresi artmıştır. Yayın performans açısından bakıldığında iki verinin saniyedeki yanıt verebildiği istek sayısı yaklaşık olarak aynıdır. Bu veriler özelinde farklı arazi örtülerinin boyut üzerinde yaklaşık %17 etkisi varken yayın performansı üzerinde çok fazla etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Üçüncü veri seti olan Adıyaman ve Şanlıurfa illerini kapsayan mozaiklenmiş SPOT-7 uydu görüntüsü ile Şanlıurfa iline ait Spot-7 verisi, veri boyutundaki alansal ve hacimsel artışın web üzerinden coğrafi veri yayınına etkisini ortaya koyulması amacı ile sıkıştırma süresi, piramitleme süresi ve yayın performansı açısından karşılaştırılmıştır. İlgili karşılaştırma Şekil.4'te verilmiştir. Grafik incelendiğinde veri büyüklüğü ile doğru orantılı olarak sıkıştırma süresi ve piramitleme süresinde artış olmuştur. Şanlıurfa bölgesine ait görüntü ile aynı bölgeye ait mozaiklenmiş veri arasında boyut olarak yaklaşık beş kat fark varken sıkıştırma süresi olarak altı kat, piramitleme süresi olarak dokuz kat fark olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara bağlı olarak, sıkıştırma ve piramitleme işlem sürelerindeki artışın boyut artışına oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmaktadır. Yayın performansı karşılaştırması sonucunda veri boyutu büyüdüğünde performansta yaklaşık %7 civarında düşüş gözlemlenmiştir. Üç farklı veri setine göre kıyaslama işleminden bağımsız olarak ham veriler ile yüzde 100 kalitede sıkıştırılıp 9. seviye piramitleme yapılan veriler arasındaki performans ilişkisini ortaya koymak adına

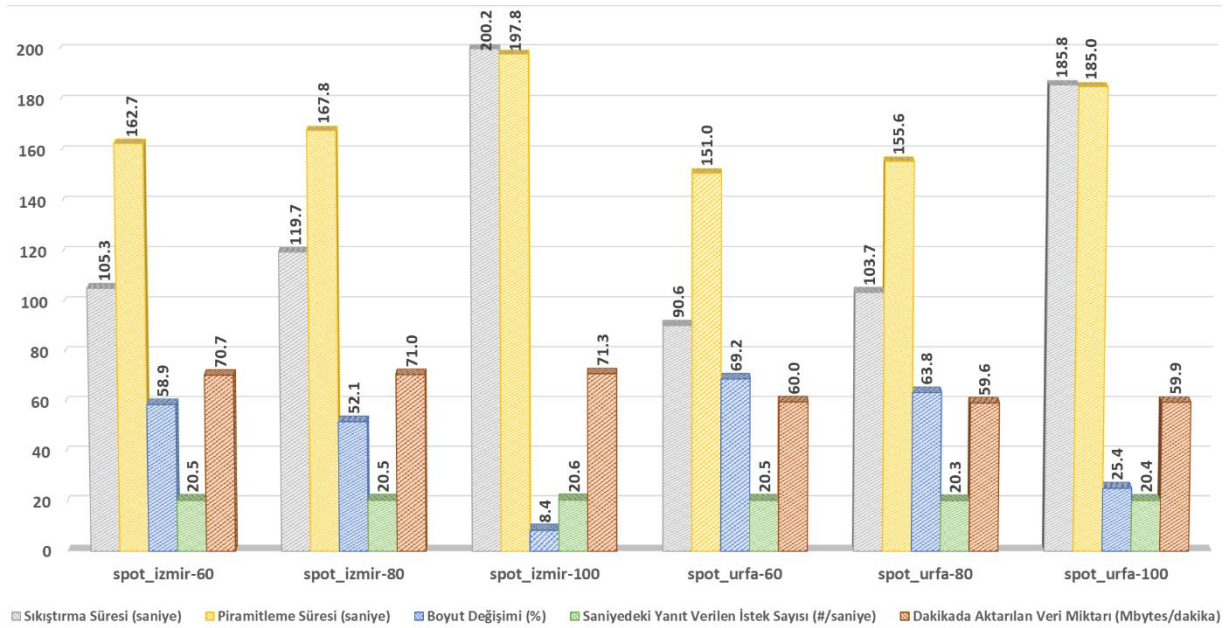
Şekil.5'teki grafik üretilmiştir. Şekil.5'teki grafik incelendiğinde her bir veri için sıkıştırma ve piramitleme işlemi yapılan veriler ile ham verilere göre daha yüksek düzeyde yayın performansı gözlemlenmiştir.

Son olarak sıkıştırma ve piramitleme işlemi yapılan görüntülerde görsel kaliteyi tespit etmek

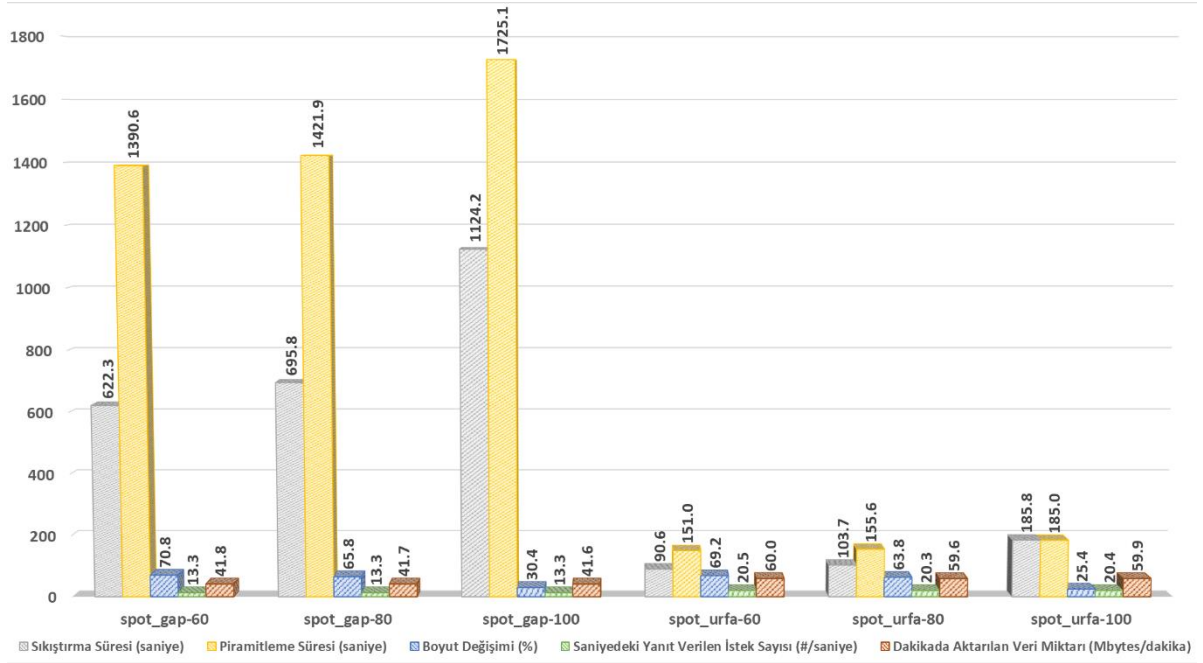
amacıyla GAP bölgesini içeren işlenmiş veriler için %60, %80 ve %100 sıkıştırma seviyelerinde görsel karşılaştırma yapılmıştır. Şekil.6'da karşılaştırmaya ait görsel verilmiştir. Yayınlanan görüntüler incelendiğinde sıkıştırma seviyesine bağlı olarak görsel bir kalite farkı tespit edilememiştir.



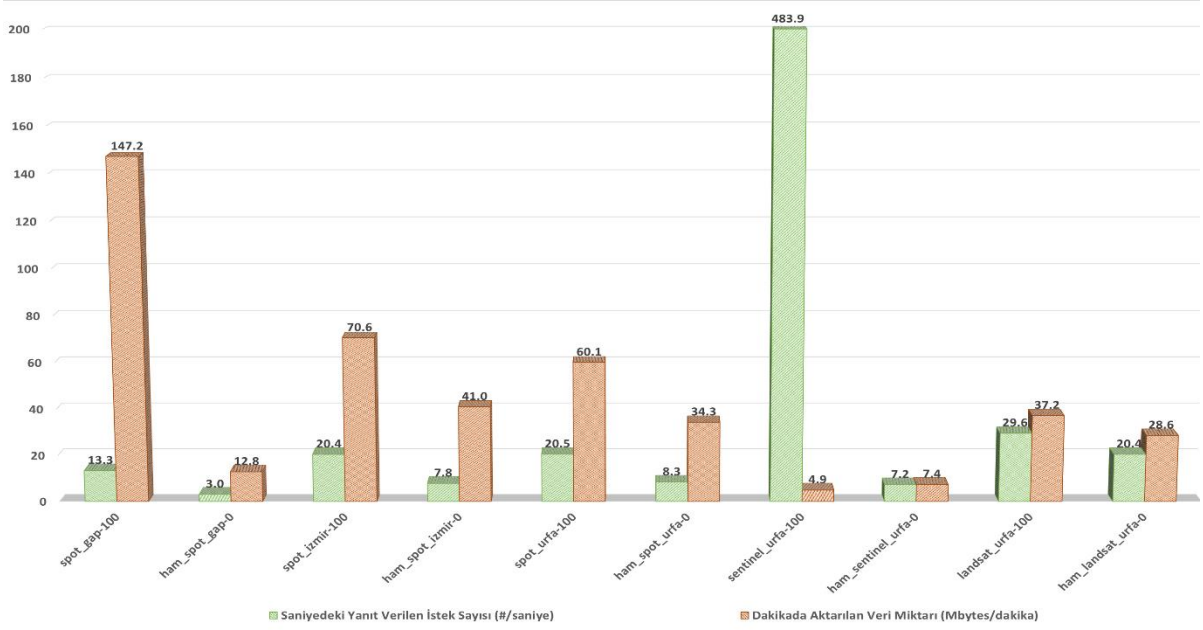
Şekil 2. Çözünürlüğün sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi



Şekil 3. Farklı arazi örtülerinin sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi



Şekil 4. Veri büyüklüğünün sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi



Şekil 5. Ham ve işlenmiş verilerin performans kıyaslaması



Şekil 6. Çözünürlüğün sıkıştırma, piramitleme ve performansa etkisi

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada üç farklı veri seti için sıkıştırma süresi, piramitleme süresi, boyut üzerindeki değişim ve yayın performansı kapsamında karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi verinin boyutu ile ilişkili olarak değişmektedir. Buna ek olarak sıkıştırma kalitesi, sıkıştırma süresini etkilemektedir. Verilere dayalı olarak bakıldığında sıkıştırma süresi ve piramitleme süresi verinin ne kadar süre içerisinde yayına hazır hale geleceği konusunda bilgi vermektedir. Sıkıştırma seviyesi, veri boyutundaki değişimi doğrudan etkilemekte olup, verinin kalitesinin artması durumunda ham veri üzerindeki veri kazancı azalmaktadır. Bu kapsamda veri sıkıştırma seviyesinin yayın kapsamında sunulacak verilerin kalite beklentisi dâhilinde seçilmesi önerilmekle beraber görsel kıyaslamaya dayalı analiz sonuçlarına göre %60 sıkıştırma seviyesi ve %100 sıkıştırma seviyesi arasında göz ile görülebilir bir kalite farkına rastlanmamıştır. Sıkıştırılmış verilere piramit yapısı eklendiğinde oluşan veri boyutları sıkıştırma seviyesine de bağlı olarak ham veriye oranla minimum %10 kazanç sağlamaktadır. Bununla birlikte sıkıştırılan ve piramit eklenen veriler ile ham veriye kıyasla %50 civarında performans artışı sağlandığı belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen maksimum sıkıştırma seviyesi ve piramit seviyesi ile çalışmaya konu olan uydu verileri özelinde yüksek performanslı ve düşük veri hacimli veri yayını yapılabileceği belirlenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- Hatzopoulos, J., Hatzopoulos, N.J. (2012). Image server to display high resolution satellite images for local planning in the Greek island of Naxos. ASPRS 2012 Annual Conference Sacramento, California, March 19-23, 231-239.
- INSPIRE, (2007). Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>.
- Kim M., Kim M., Lee E., Joo I. (2005). Web Services Framework for Geo-spatial Services. In: Kwon YJ., Bouju A., Claramunt C. (eds) Web and Wireless Geographical Information Systems (W2GIS)
- Michaelis C., Ames D., (2008). Web Feature Service (WFS) and Web Map Service (WMS). In: Shekhar S., Xiong H. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Boston, MA.

Millin, G.R., Kitmitto, K. (2007). Satellite Image Data Service – Providing New Geodata Services and Satellite Imagery. GISRUK Conference, NUI Maynooth, Ireland, UK.

Open Geospatial Consortium (OGC), (2016). “DGIWG – Web Map Service 1.3 Profile – Revision” Editors: Stefan Strobel, Dimitri Sarafinof, David Wesloh, Paul Lacey, Published: 2016-01-29.

Panagos, P., van Liedekerke, M., Montanarella, L., Jones, R.J.A., (2008). Soil organic carbon content indicators and web mapping applications. Environmental Modelling and Software, 23, 1207-1209.

Smiatek, G., (2004). SOAP-based web services in GIS/RDBMS environment. Environmental Modelling & Software 20 (6), 775e782.

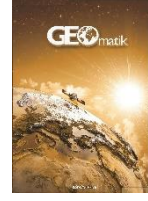
URL1:<https://drive.google.com/open?id=17OkGWmT31yxBRC4rkE0ZbZ6oBFcukzbc>



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği

Merve Damla KELEŞ\*1, Cevdet Coşkun AYDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Mobil LiDAR  
Envanter Verisi  
Veri Toplama  
CBS  
Kentsel Tasarım

### ÖZ

Mobil LiDAR (ML) yöntemi 1990'lı yıllardan bu yana birçok mühendislik alanında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle kentsel tasarım, afet yönetimi gibi alanlarda yaygın uygulama alanı olan ML, bu alanların temel ihtiyacı olan envanter verilerinin toplanmasında önemli bir altlık görevi görmektedir. Kent ölçeğinde çok önemli bir yeri olan envanter verileri ile farklı birçok disiplinin de kullanılabileceği veri setleri oluşturulabilmektedir. Bu çalışmanın amacı Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kapsamında ML verilerini kullanarak binalar, yollar, şehir mobilyaları, fiziki ortamlar ve şehre ilişkin envanter gibi her türlü veriyi seçili bir alanda toplayarak değerlendirmektir. Bu kapsamda Ankara ili Balgat ilçesinde ML verisi ile bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Topcon IP\_S2 ML sistemi ile toplanan veriler Spatial Factory yazılımı ile değerlendirilmiş, nokta bulutu verileri ve panoramik görüntüler yardımı ile elde edilen metrik ve öznel bilgileri doğrudan CBS veri tabanına aktarılmıştır. Çalışmanın sonucunda mevcut nesnelerin kimlik bilgileri tek bir çatı altında toplanmış ve CBS ile kullanıma, sorgulamaya ve analiz işlemlerine hazır hale getirilmiştir. Ayrıca ML yönteminin envanter verilerinin toplanmasında çok etkin, hızlı ve hassas bir yöntem olduğu değerlendirilmiştir.

## Street-Based Inventory Study and Integration of Geographic Systems with Mobile Lidar Data in Urban Scale -Ankara Example

### Keywords

Mobile LiDAR  
Inventory Data  
Data Collection  
GIS  
Urban Design

### ABSTRACT

The Mobile LiDAR (ML) method has been used effectively in many engineering fields since the 1990s. ML, which is widely used in disciplines such as urban design and disaster management, is an important base in collecting inventory data which are the basic needs of these disciplines. With a very important place in the city scale, inventory studies can be used to create a database where many different disciplines can be used. The aim of this study is to collect all kind of data such as buildings, roads, city furnitures, physical environments, inventory related to city in a selected area by using ML data within the scope of Geographic Information Systems (GIS). In this context, a city mapping study was conducted with ML data in Balgat district of Ankara province. The data collected with the Topcon IP\_S2 ML system were evaluated with the Spatial Factory software, and the data obtained by the point cloud data and the panoramic images were transferred directly to the GIS database. As a result of the study, the identity information of the existing objects was gathered under a single roof and made ready for use, inquiry and analysis with GIS. Moreover, it is considered that the ML method is a very effective, fast and sensitive method for collecting inventory data. The findings, experiences and deficiencies obtained by the study are added to the required parts.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

(mkeles@hacettepe.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0001 – 5702 – 9398  
(ceaydin@hacettepe.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0003 – 2064 – 6936

Keleş, M, Aydın, C. (2020) Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği. Geomatik 5(3), 193-200, DOI: 10.29128/geomatik.643569

## 1. GİRİŞ

Dünyanın dört bir yanında nüfusun giderek artmasından dolayı şehirler zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bugün bütün dünyada ve ülkemizde kent alanları hızla büyümekte, buna mukabil toplu taşıma, altyapı hizmetleri yetersiz kalmakta ve bu sorunların giderilebilmesi için gerekli planlamalar ve stratejiler gerekmektedir (Muellera vd. 2018). Hızla kentleşen bölgelerde şehir planlamasının yetersiz kaldığı ve sürdürülebilirlik kaygılarının arttırdığı konusunda görüşler mevcuttur (Koziatek vd., 2017). Bu kaygıların giderilmesi hususunda birçok disiplin birlikte çalışarak kentleri daha yaşanabilir hale getirmek ve sorunlara karşı hızlı çözümler üretilebilecek altyapıyı oluşturabilirler. Gerekli altyapının oluşturulması ve iyileştirilmesi hususunda kente ait verilerin hızlı ve güvenli bir biçimde toplanması, gerek mevcut durumun değerlendirilmesi ve de gerekse sürdürülebilir planların yapılmasında çok önemli bir yer tutmaktadır. Kent alanlarında zamanla yarışıldığı düşünülürse bu konuda yeterliliğini ispat etmiş olan yüksek çözünürlüklü, hassas ve doğruluğu güvenilir bir yöntem olan ML yöntemi vazgeçilmez yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Kukko vd., 2013a). ML yöntemi ile kent nesnelere ait nokta bulutları ve yüksek çözünürlüklü panoramik görüntüler elde edilebilmektedir (Lambers vd., 2007). Nokta bulutu verisinin X, Y ve Z koordinat bilgileri GPS-IMU sisteminin ML tarayıcısına entegre olmasıyla ölçülmektedir. Farklı uygulama alanları için üretilen bu veriler konumsal/coğrafi veri altyapısının kurulması için gerekli niteliklere sahip olmalıdır (Aydınoglu, 2010). ML yöntemini kullanarak tüm şehir objelerine ait envanter çıkartılabilir. Görüntü içindeki tüm ağaçlar, elektrik direkleri, banklar, reklam tabelaları, alt yapı unsurları, bina sayımları, bina durumları, trafik işaretleri, trafik lambaları, yol durumu, bozuk asfalt ve bordür tespiti, kaldırım genişliği, yol genişliği, yol çizgileri, yaya geçidi çizgilerinin durumu tespiti ve sayımı, koordinat belirlenmesi gibi bilgiler elde edilebilir (Tepeköylü, 2016).

Kente ait envanterin oluşturulması belediyelerin temel ihtiyaçlarından biridir. Özellikle Afet yönetimi gibi doğal afetlerin doğrudan ya da dolaylı olarak sebep olduğu maddi ve manevi kayıplara yönelik durum analizleri, afet öncesi planlama, afet sonrası müdahaleleri güvence altına almak amacıyla dünyada birçok ülkede FEMA (FEMA, 2019), EPC (EPC, 2019) ve EMERCOM (EMERCOM, 2019) gibi kurumlar mevcuttur. Ülkemizde ise AFAD (AFAD, 2019) tarafından bu kriz yönetimi sağlanmaktadır. AFAD'a ait deprem ve yangın gibi afetler öncesi hazırlık ve zarar azaltma politikaları, afet anında etkin müdahale planlamaları ve afet sonrasında oluşan zararların iyileştirilmesi amacıyla 5902 sayılı kanuna istinaden "Aydes" projesi bulunmaktadır (AYDES, 2019). Bu proje TAMP yönetmeliği kapsamında birçok disiplinden alınan verilerin (TAKBİS, MBS, UAVT, Türksat)

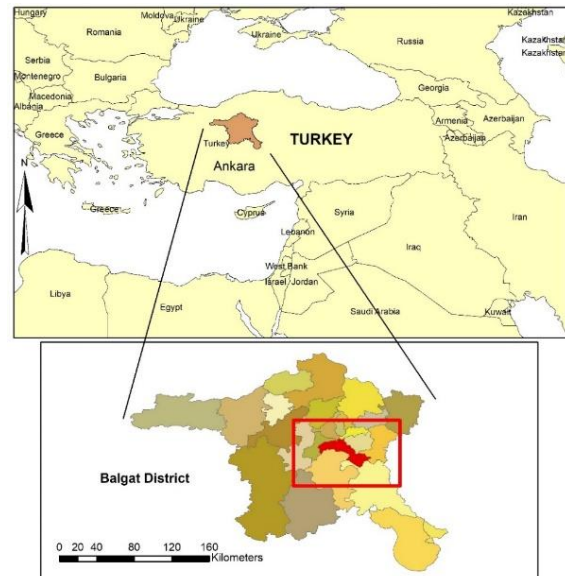
birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (TAMP, 2015) ve temel altyapı olarak kent bilgisi kullanılmaktadır. Ancak belediyelerin hali hazırda bulunan envanter sistemleri yetersiz veya tam olarak ihtiyacı karşılayamamaktadır. Bunun sonucunda veriler tek bir kurum tarafından temin edilememekte, gerekli altyapı istenilen biçimde oluşturulamamaktadır. Özellikle deprem felaketi için bina envanteri, hastane ve park envanterleri gibi veriler hayati öneme sahip olup bu altyapıyı oluşturmak zaman ve ekonomik açıdan oldukça güç olmaktadır.

Bu çalışmada, Ankara ili Çankaya ilçesi Aşağı Öveçler mahallesi Lizbon Caddesi uygulama alanı olarak seçilmiştir. Veri toplama aşamasında, Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş (TÜRKSAT) tarafından kullanılan Topcon IP-S2 ML sistemi ve verisi kullanılmıştır. Çalışma alanına ait ML verisi nokta bulutu ve panoramik görüntüler elde edildikten sonra gerekli değerlendirilmeler yapılarak istenilen alanlarla ilgili metrik ve öznitelik envanter verileri toplanarak etkileşimli olarak CBS veri tabanına aktarılmıştır. Bu çalışma ile ML yönteminin yerel yönetimler ve belediyelerin cadde bazlı bina envanterlerinin elde edilmesinde çok faydalı ve etkin bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı ve Veri Kaynakları

Ankara şehri, Türkiye'nin başkenti olmakla birlikte en büyük üç şehirden biridir. Nüfusu yaklaşık 5 milyon ve yüzölçümü 25.632 km<sup>2</sup>' dir. Kentin sekiz ilçesi ve 850 metre kotu vardır (Wikipedia, 2018). Balgat mahallesi olarak adlandırılan çalışma alanı, şehir merkezinde Çankaya ilçesine bağlı sekiz bölgeden biridir (Şekil 1). Cadde bazlı envanter çalışması uygulama alanı aşağı öveçler mahallesindeki "Lizbon Caddesi" seçilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Kentsel tasarım ve yönetim sorunları genellikle CBS'nin her aşamasında verilerin disiplinli ve bütünlendirici kullanımını gerektirmektedir. Veri toplama adımını yönetmek için kullanılacak veri, veri teknikleri ile elde edilebilir veya ilgili kuruluşlardan sağlanabilir. Bu çalışmadaki işlem aşamaları, veri kaynakları ve türleri Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Uygulama İşlem Aşamaları

Aşama	Konu ve Uygulama Alanı
<b>Mevcut Durum Analizi</b>	Çalışma alanı için gerekli bilgilerin elde edilmesi, sorunların saptanması, kent yaşamı için çalışma alanının önemi, çevre özellikleri, nesnelerin analizi
<b>Ölçme Materyallerinin Elde Edilmesi</b>	Bölgenin nokta bulutu verisi, panoramik görüntüleri, yer kontrol noktaları ve uydu görüntüleri
<b>Uygulama Aşaması</b>	Nesnelerin tespit edilmesi, bilgilerin toplanması, sayısallaştırma, kimliklerin oluşturulması, gerekli sorgulamaların yapılması

## 2.2. Mobil LiDAR Teknolojisi

ML teknolojisi, üç boyutlu (3B) veri edinimi için hızlı ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Sistem, yersel/sokak tabanlı uygulamalar için 3B modelleri toplamak/üretmek için kullanılacak nesnelere üç boyutlu nokta bulutu üretir. Tipik olarak, iki boyutu (2B) elde etmek için, bir araca bir 2B tarayıcı sabitlenir ve üçüncü boyutu elde etmek için araç entegre bir navigasyon çözümü ile hareket ettirilir (Ussyshkin, 2009; Kukko vd., 2013b). Günümüzde 3B coğrafi bilgi için yoğun bir ilgi vardır ve ML, bu konuda kendisini uzun yıllardır kanıtlanmış ve yaygın olarak kullanılmakta olan bir teknolojidir. ML sistemlerinin günümüzde en çok kullanılan alanlarından bazıları madencilik, mühendislik ve inşaat, petrol, boru hattı, trafik işareti tespiti ve tesis tasarımıdır. Ayrıca, ML sistemlerinin en çok kullanıldığı bir uygulama alanı cadde ve sokak nesnelere modellenmesidir. Cepheler, binalar, yollar ve ağaçlar gibi farklı nesnelere nokta bulutlarıyla modellenilebilir ve daha sonra çeşitli sınıflandırma yöntemleri kullanılarak sınıflandırılabilirler (Duran vd., 2012; Sahin vd., 2012; Aydın, 2014; Topcon, 2019).

### 2.2.1. IP\_S2 Mobil Lazer Tarama Sistemi

IP-S2 ML sistemi, kentsel alanlarda haritalama ve kentsel veri elde etmek için geliştirilmiştir. IP-S2, 2009'dan beri piyasada bulunan bir Topcon mobil haritalama sistemidir. Sistemde üç adet SICK LMS 291 tarayıcı, çift frekanslı 40 kanallı GNSS alıcı,

Honeywell HG1700 taktik sınıf IMU ve LADYBUG3 çoklu kamera ünitesi bulunmaktadır (Puente vd., 2013). IP-S2 farklı uygulama alanları için yüksek yoğunluklu 3B nokta bulutları üreten bir sistemdir (Topcon, 2019). Uygulamada kullanılan sistem Şekil 2'de gösterilmektedir.



**Şekil 2.** Topcon IP-S2'nin ML Sistemi Araç ve Ekipmanlar

ML veri seti, çalışma sahasında bulunan dört cadde için toplanmış ve bir caddede değerlendirilmiştir. Kamera pozisyonlarının yoğun ticari araç trafiğiyle engellenmemesi için ölçüm yapılacak zamanın çok iyi seçilmesi gerekmektedir. Uygun veri alımını sağlamak için araç 20-30 km/s hızda hareket ettirilerek saniyede 150.000 nokta toplanmıştır. IMU ve sensörler çok yüksek doğrulukla veri topladıkları için araç hızının doğruluğa önemli bir etkisi bulunmamakla beraber, sadece ölçülen noktaların aralığını/yoğunluğunu doğrudan etkilemektedir. Bir başka ifade ile aracın hızı arttıkça obje üzerine düşecek nokta sayısı azalacaktır. Daha yüksek düzeyde detay elde edilmek isteniyorsa hız buna göre ayarlanmalıdır. Yüksek çözünürlüklü sayısal kamera görüntüleri her 5 m'de elde edilmiştir. IP-S2 sistemi ile toplanan ham verilerin işlenmesi aşaması yine aynı firma tarafından geliştirilen GeoClean yazılımı ile gerçekleştirilmektedir. IP-S2 sisteminin tüm sensörlerine ait ham veriler tek bir iş istasyonu üzerinde değerlendirilerek toplanan ham veriler post-process işlemi ile referanslandırılmaktadır. Bu işlemler aşamasından sonra georeferanslanmış nokta bulutu ve panoramik görüntüler Spatial Factory yazılımına, 3B nokta ve çizgi verisi ve konumsal veritabanı oluşturabilmek için aktarılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan ML ölçüsü, sabit istasyon kullanılarak kinematic yöntemle çözülmüş ve işlem sonucunda bütün güzergah boyunca Karesel Ortalama Hata (RMS) değeri 0.05m olarak bulunmuştur.

Değerlendirmeden önce, fotoğraf ve nokta bulutlarında gösterilen kentsel tasarım, karakteristik değerlendirme, tasarım uyumluluğu, bina yapıları ve kaldırımlar dahil olmak üzere ilgili tüm



kriterleri incelenerek bir ön değerlendirme çalışması yapılmıştır.

IP-S2 ML sisteminin koordinat bileşenlerine ait doğruluk ölçütleri, farklı hız verilerinin bu bileşenlere etkileri, metrik ölçüm ve doğruluk analizleri ile ilgili literatürde bir çok çalışma yapılmıştır (Yousif vd., 2010; Karasaka ve Yıldız, 2015; Navarro ve Lerma, 2016). Kurtca ve Aydın (2019) yaptıkları çalışmada 38 ticari reklam panosunun metrik ölçülerini hem IP-S2 ML sistemi ile hem de yakın resim fotogrametrisi ölçmüş, bu verileri karşılaştırarak sonuçları istatistiki olarak değerlendirilmiş ve cm doğruluklu sonuçlara ulaşılmıştır.

### 2.3. Kent Envanteri

Günümüzde gerek klasik yöntemlerle ve de gerekse bilgi sistemleri ile gerçekleştirilecek yönetim sistemleri için güncel veri çok önemli bir bileşendir. Bu nedenledir ki hangi verilerin toplanacağı ve nasıl elde edileceği konuları günümüz projelerinin en önemli aşamalarını oluşturmaktadır. Veri toplamak ve gerekli envanterleri oluşturmak zaman alıcı ve pahalı bir işlemdir. Gelişen teknoloji ve tekniklerle beraber, veri eksikliğini gidermek için veri toplama aşamaları farklı teknikler kullanılarak gerçekleştirilmekte ve gerektiğinde bütünsel bir kullanım ile sorun çözümüne gidilmektedir. Günümüzde özellikle yoğun kent alanlarına ait cadde/sokak bazlı envanter verisi toplamada farklı metodlar kullanılmaktadır. Bunlar yakın resim fotogrametrisi, eğik fotogrametri, uzaktan algılama, ML gibi tekniklerdir. Veriler bir veya birkaç yöntemle toplanarak farklı metodolojilere göre değerlendirilmektedirler. Bu değerlendirmeler sonucunda farklı amaçlara hizmet edebilecek envanterler geliştirilebilmekte ve bütün bu çalışmalara ek olarak gerekli görüldüğünde de anket çalışmaları ile projeler desteklenebilmektedir.

Envanter kentteki mevcut durumu ayrıntılı olarak gösteren ve depolayan bir veri bankasıdır. Amaca göre toplanacak envanter farklılık göstermektedir. Günümüz teknolojisi ile şehirler akıllı şehirlere dönüşüm teknolojisine geçmektedir. Akıllı şehirlerin alt dalları olan akıllı ulaşım, akıllı çevre, akıllı yaşam, akıllı ekonomi gibi birçok alan için oluşturulması gereken altyapılar mevcuttur. Bunlar şehirlerin sürdürülebilirliği açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu altyapılardan bir tanesi de şehir nesnelere envanterinin çıkarılmasıdır. Gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek ve şehirlerde rahat ve konforlu yaşayabilmek için envanter temel bir gereksinim olmaktadır. Akıllı şehirlerin yanı sıra bu envanterin farklı alanlar içinde kullanımı mevcuttur; örneğin ülkemizdeki tarihi eserlerin ve müzelerin detaylı olarak bilgilerini içeren Müzeler Ulusal Envanter Sistemi (MUES) (MUES, 2019) bulunmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda şehirleri anlamlandırmak, ilerlemesine yardımcı olmak, daha yaşanabilir hale

getirmek için bu veri bankasını üretmek ve etkili bir şekilde kullanmak gerekmektedir.

#### 2.3.1. Cadde bazlı alan verileri

Alan veri toplama yönergeleri, doğrudan gözlemler ve cadde/sokak incelemeleri yoluyla bina bazında verilerin toplanması ile oluşturulmaktadır. Bu yönergeler geçmişten günümüze farklı şekillerde uygulanarak gelmişlerdir. Bunlardan bir tanesi binaların özelliklerinin cadde/sokak bazında kaydedilerek kâğıt formlara işlenmesi, bir diğeri de gelişmekte olan teknolojiler kullanılarak çok yoğun kent alanlarının alımının yapılması ve gerekli bilgilerin bilgisayar ortamında değerlendirilmesidir (Aydın, 2014). Bu çalışmada bu konuda yapılan diğer uygulamalarda da olduğu gibi bina, ulaşım, vb. dâhil olmak üzere alan hakkındaki tüm bilgiler, CBS ortamında veri tabanında toplanmaktadır. Bina veri tabanında her bina, bir kimlik numarası ve kimlik kartı ile temsil edilmektedir.

#### 2.4. Kriterler

CBS ile yapılan kentsel haritalama, uygulamaların farklı alanlarına bağlı olarak çok geniş bir kriter yelpazesine sahiptir. Artan nüfus ve insan ihtiyacına göre bu kriterler zamanla değişim göstermektedir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma çalışmaları bugün çok cazip ve gündemde olan konulardır. Kriterler; kültür, bölge, iklim, tarih, çevre ve benzeri faktörlere göre çeşitlendirilebilir. (Puente, 2011)'e göre, anahtar bileşenler morfoloji, yerel kimlik, mahallelere bağlantılar, yerel karakter, doğal özellikler, sosyal ve ekonomik profildir. Kriterleri tanımlamak önemli bir süreçtir ve tasarım aşaması karmaşıktır çünkü birçok kriter aynı anda değerlendirilmelidir. Dahası, karar verme aşamaları, farklı hedefleri ve öncelikleri olan farklı tarafları içerir. Bütün bu bileşenler teknik, ekonomik, çevresel ve sosyolojik kriterler ile ilgilidir.

#### 2.4.1. Değerlendirme kriterlerinin tanımlanması

Kentsel tasarım çalışmalarının çoğu kriterleri çevresel, sosyal ve ekonomik olarak tanımlamaktadır. Bunlar ana kriter olup ve alt bölümleri tanımlamak mümkündür (Tablo 2). Tablo 2 çok kriterli kentsel tasarım çalışmalarını kullanan bazı kriterleri açıklamaktadır.

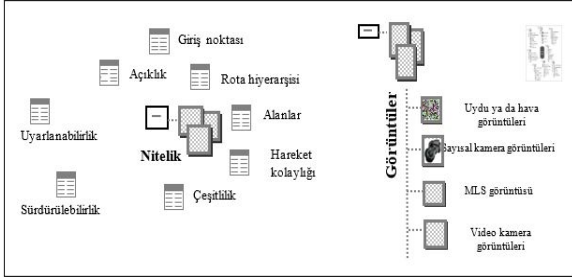
**Tablo 2.** CBS ve Kentsel Tasarım ile İlgili Kriterlerden Bazıları

Kriter	Alt bölümler
Çevre	Süreklilik ve korunma: özel ve kamusal alanlar, erişilebilirlik, uyarlanabilirlik, renkler, görünüm, dekorasyon, aydınlatma, bina cepheleri, malzemeler, doku, çekicilik, yeşil alanlar, peyzaj, uyum,

	bina yapıları, yürünebilirlik, parklar, sokaklar.
Sosyal	Karakter: peyzaj, kültür, açık alanlar, çekici, güvenlik, erişilebilirlik, arazi kullanımlarının entegrasyonu, doğal özellikler, görünüm, binaların girişleri, çekicilik, yeşil alanlar, yürüme mesafesi, parklar, sokaklar, ortak alanlar.
Ekonomik	Erişilebilirlik, arazi kullanımları, uyarlanabilirlik, görünüm, aydınlatma, malzeme, bina yapıları, ortak alanların birleştirilmesi.

## 2.5. Veri Tabanı Tasarımı

CBS, her türlü geometrik ve öznitelik verisini toplayan, işleyen ve verileri analiz etmek, görselleştirmek ve sunmak için birçok operasyonel araca sahip olan yetenekli bir sistemdir. Ayrıca, CBS sorgulamalar ve istatistiksel analizler için karşılıklı veri tabanlarını bir araya getirme konusunda çok yeteneklidir. Bu nedenle, farklı ölçek ve farklı projeksiyonlarla birçok veri türü aynı veri tabanında standartlaştırılabilir. Çalışmanın bu bölümünde, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen veriler CBS'ye aktarılacak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanının bir kısmı Şekil 3'te sunulmuştur.



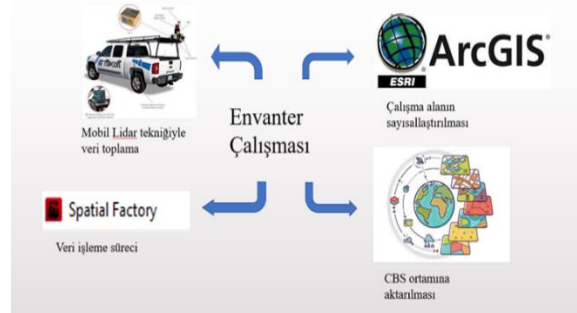
Şekil 3. Veri Tabanı Tasarımının Bir Kısmı

## 3. UYGULAMA

Ankara ili Çankaya ilçesi Lizbon Caddesi üzerinde pilot alan seçilerek alana ait envanter bilgileri bu çalışmada tanımlanan problem çerçevesinde toplanmıştır. Ağaçlar, binalar, cami, elektrik direkleri, trafik tabelaları, trafik ışıkları, isim tabelaları, yollar vb. nesnelere envanteri aşağıdaki hedefler doğrultusunda elde edilmeye çalışılmıştır.

- Akıllı şehirler için gerekli altyapının oluşturulması,
- AFAD için gerekli altyapıyı sağlamak, özellikle deprem analizlerini ve kayıplarının doğru, kolay ve hızlı bir şekilde belirlenmesine yönelik verilerin toplanması,
- Gerçekçi yaklaşımlarla durum tespiti ve analizlerinin yapılması,
- Kent Bilgi Sistemleri için altyapı oluşturulması,
- Kente ait bütün bilgilerin tek çatı altında toplamasına katkı sağlanması,

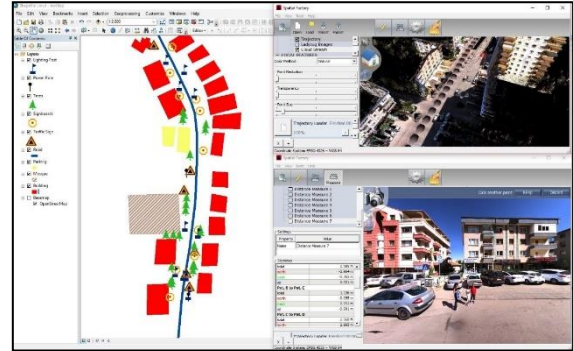
- Kentteki mevcut durumu ayrıntılı olarak tespit etmeye yönelik çalışma yapılması.
- Çalışma alanında, bu hedefler doğrultusunda nesnelere gerekli detayları ile kimlikleri oluşturulmuş ve proje için gerekli aşamalar belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Proje Akış Diyagramı

### 3.1. Ön Değerlendirme ve Veri Setlerinin Belirlenmesi

Uygulama alanı olan Lizbon Caddesi nokta bulutu verilerinin işlenmesinden sonra, bilgisayar ortamında, panoramik görüntüler üzerinden hangi tür metrik veya öznitelik verilerinin alınabileceğine ve özellikle coğrafi veri tabanı için hangi standartların dikkate alınacağına karar vermek için bilgisayar ortamında çalışma alanı incelenmiş ve ön değerlendirmeler yapılmıştır (Şekil 5).

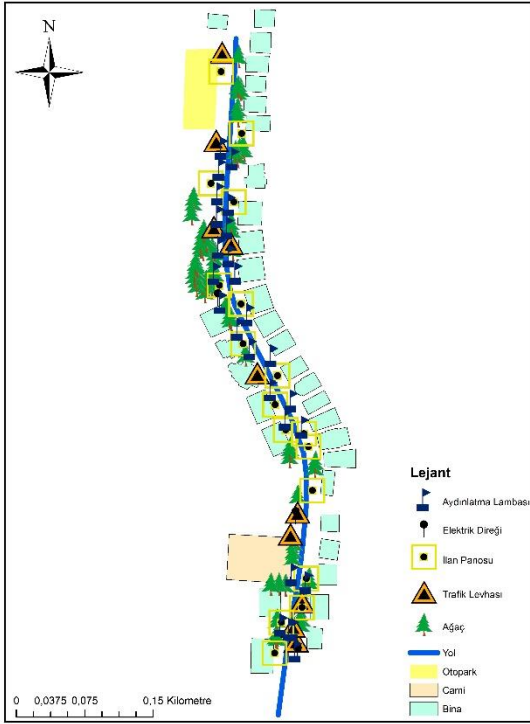


Şekil 5. Nokta Bulutu Verileri ve CBS İle Sayısal Görüntüler Üzerinde Toplanacak Standart ve Verilerin Belirlenmesi

### 3.2. Sayısalştırma

Öncelikli olarak proje kapsamında pilot bölgede envanteri çıkarılabilecek nesnelere belirlenmiştir. Bunlar binalar, yollar, camiler, ağaçlar, trafik işaretleri, billboardlar, elektrik direkleri, sokak lambaları, otoparklar ve kaldırımlar şeklinde ArcMap 10.3 programında ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Çalışma bölgesinin Ankara olması sebebiyle koordinat sistemi buna göre belirlenmiştir ve WGS1984 UTM\_Zone\_36N seçilmiştir. Şekil 6'da pilot bölgenin sayısalştırılması ve sayısalştırılan nesnelere özellikler görülmektedir.

## ÇALIŞMA ALANI

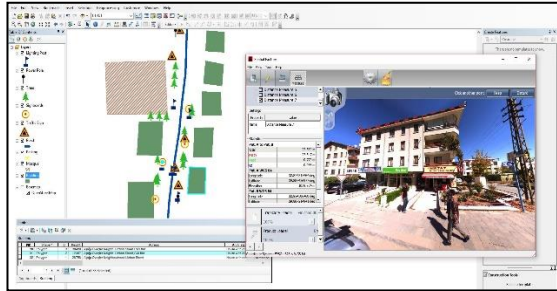


Şekil 6. Pilot Bölgeye Ait Bir Alanın ArcMap İle Sayısallaştırma

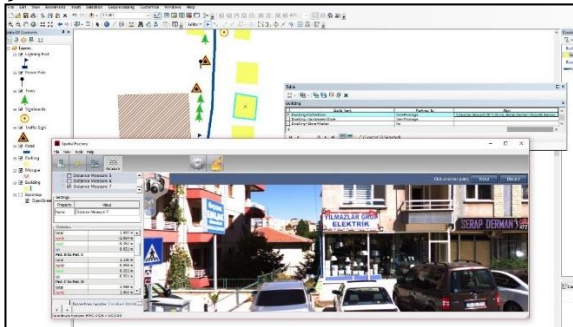
## 3.3. Metrik Ölçümler

Envanter çalışmalarının önemli bir kısmını da metrik ölçümler oluşturmaktadır. Bu ölçümler binaların yükseklikleri olabileceği gibi ticari tabelalar ve her türlü objenin metrik olarak ölçülerinin alınması da olabilmektedir. Bu amaçla ML verisi üzerinden gerekli metrik değerlendirmeler Spatial Factory yazılımı yardımıyla yapılmış ve elde edilen veriler veri tabanına işlenmiştir (Şekil 7).

a)



b)



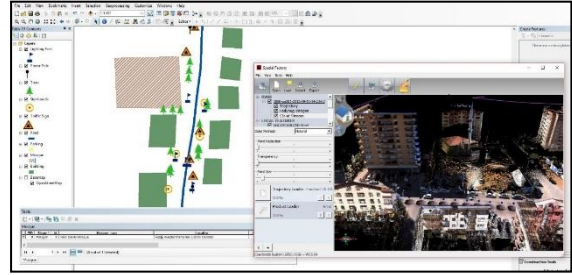
Şekil 7. (a) Panoramik Görüntü Üzerinden Bina Çatısının Metrik Ölçümü (b) Bina Üzerindeki Bir Tabelanın Metrik Ölçümü

## 3.4. Öznitelik Tablolarının Oluşturulması

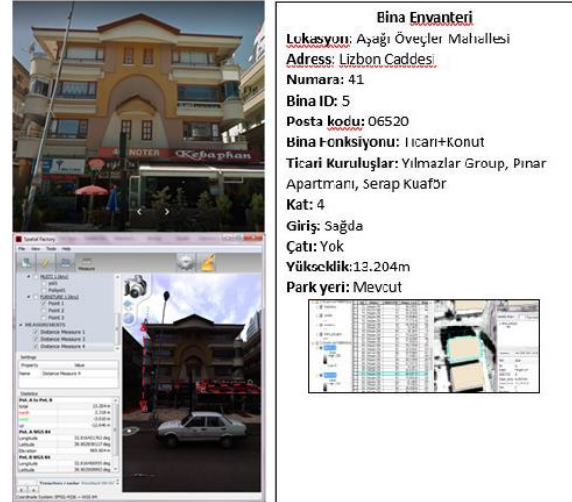
Öznitelik tabloları oluşturulmadan önce nesne yoğunluğu incelendiğinde bölgede en fazla sayıya sahip nesnenin binalar olduğu saptanmıştır. Sonrasında ağaçlar, isim levhaları, trafik tabelaları, otoparklar ve yollar şeklinde sıralanmaktadır.

## 3.4.1. Binalar

Binaların ve camilerin özniteliklerinin oluşturulurken bina nitelikleri içerisinde bulunan bina fonksiyonu, binanın kullanım amacı, market, depo, ofis ve benzeri kullanım durumları da irdelenip bu çerçevede bilgiler ArcMap 10.3 programı üzerinden oluşturulan bina envanter kimlik kartlarına işlenmiştir. Şekil 8 ve Şekil 9'da bu kartların birer örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 8. Nokta Bulutu Verisi Üzerinden Caminin Ölçülendirilmesi ve Öznitelik Tablosuna İşlenmesi

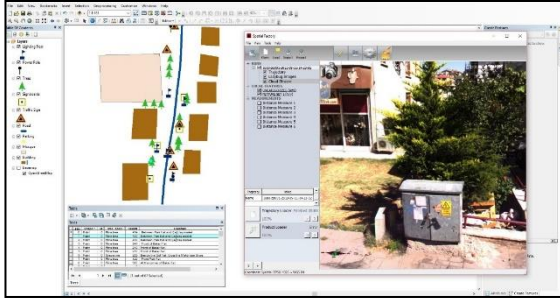


Şekil 9. Bina Envanteri Kimlik Kartı Örneği

## 3.4.2. Ağaçlar

Çalışma bölgesinde bulunan ağaçların dağılımının, türlerinin, sayılarının bulunduğu ağaç kimlikleri oluşturulmuş ve sınıflandırılmıştır (Şekil 10). Lizbon Caddesi yoğun işyerine trafiğe sahip olduğundan cadde üzerinde birçok bilgi içeren isim levhaları, trafik tabelaları ve elektrik direkleri gibi ölçüm ama önemli objeler bulunmaktadır. Bu

objelerin her biri için konum ve gerekli niteliklerinin depolanacağı öznelik tabloları oluşturulup veriler tek tek veri tabanına işlenmiştir. Böylelikle yol üzerinde olan nesnelerin bütüncül olarak görülebilir analizleri yapılabilecek hale getirilmiştir.



**Şekil 10.** Ağaçların Tespiti ve Ağaç Özneliklerinin Gösterilmesi

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada ML verileri kullanılarak kentsel alanlar için sokak tabanlı sürdürülebilir bir envanter çalışması yapılmıştır. Bu çalışma için Topcon IP-S2 sistemi kullanılmış, basit ve etkili bir yaklaşım geliştirilmiştir. Çalışma sahasından elde edilen ML veri setinin diğer uygulamalar için de bir altlık oluşturabileceği potansiyelinin olduğu ve katma değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu kapsamda, özellikle ML ile şehre ait tüm objelerin envanter verilerinin çok kısa zamanda, yüksek doğrulukla ve koordinatlı olarak elde edilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca panoramik görüntüler yardımıyla tüm ağaçlar, elektrik direkleri, banklar, reklam tabelaları, isim tabelaları, bina durumları, trafik işaretleri, trafik lambaları ve saptanabilecek daha birçok nesnenin durum analizi gibi uygulamaların kolaylıkla yapılabileceği görülmüştür.

Elde edilen bulgular göz önüne alındığında hem zaman hem de maliyet olarak ML yönteminin bu tür çalışmalar için etkili ve güvenilir bir yaklaşım olduğu görülmüştür. Proje sonucunda oluşturulan envanter içeriklerinin toplanılan özellikler bakımından güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak çalışma yapılacak alanlardaki obje çeşitliliğine göre envanter içeriklerinin değişebileceği ve farklı kriterlerinin oluşturulması gerekebileceği tespit edilmiştir.

Çalışma sırasında karşılaşılan eksiklikler söz konusu olduğunda; özellikle kente ait ticari alanlarda bina cepheleri yol kenarlarındaki ağaçlar ve görsel engeller nedeniyle rahat görülememektedir. Buna bir de yoğun trafik eklenince ML ile veri almında zorluklar yaşanabilmektedir. Bu nedenle, ölçüm günü ve saati bu kısıtlamalara göre seçilmelidir.

Bu envanter çalışması başka verilerle veya veri toplama sistemleri ile desteklendiğinde çok daha iyi sonuçlar verebilecek potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalar kente ait farklı disiplinlerin farklı veri

formatları ile desteklendiğinde geniş ölçekte kullanabilecek çalışmalar haline gelecektir. Sonuç olarak kent ölçeğinde değerlendirmeye alınacak bir çok kriter düşünüldüğünde bu gibi çalışmaların önemli miktarda zaman alacağı kaçınılmazdır. Bu sebeple zaman ve iş gücü kaybını önlemek için çok iyi bir proje planlaması gerekmektedir.

Veri toplama ve değerlendirme aşamaları dikkate alındığında cadde bazlı her türlü uygulamalar için ML yöntemi hem doğru sonuçlar veren hem de çok hızlı bir ölçme tekniği olması sebebiyle, ülkemizde belli sınırlarda bulunan envanter bilgilerinin elde edilmesinde çok kısa zamanda faydalı sonuçlara ulaşmada kullanılabilecektir.

#### KAYNAKÇA

- AFAD. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/>, Türkiye (05 Nisan 2019).
- AYDES. Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi. <https://www.afad.gov.tr/tr/3639/Afet-Yonetim-ve-Karar-Destek-Sistemi-Projesi-AYDES>, Ankara (05 Nisan 2019).
- Aydin, C.C. (2014), Designing Building Façades for the Urban Rebuilt Environment With Integration of Digital Close-Range Photogrammetry and Geographical Information Systems, *Automation in Construction*, 43, 38-48.
- Aydinoğlu, C.A. 2010. INSPIRE Direktifi Perspektifinde Ulusal Coğrafi Altyapıları, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/icerikler/inspire-booklet\\_v2\\_20180626135558.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/icerikler/inspire-booklet_v2_20180626135558.pdf), (5 Şubat 2019).
- Duran, Z., Aydar, U. (2012), Digital Modeling Of World's First Known Length Reference Unit: The Nippur Cubit Rod, *Journal of Cultural Heritage*, 13, 352-356.
- EMERCOM. Acil Haller Bakanlığı. <http://en.mchs.ru/> Rusya (01 Nisan 2019).
- EPC. Acil Haller Hazırlık teşkilatı. <https://www.getprepared.gc.ca/index-eng.aspx>, Kanada (01 Nisan 2019).
- FEMA. Federal Acil Durum Yönetimi Kurumu, <https://www.fema.gov> ABD (05 Nisan 2019).
- Karasaka, L., Yıldız, F. (2015), Yersel Mobil Lazer Tarama Teknolojisi: Topcon IP-S2 Örneği, *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, 21-23 Mayıs 2015/Konya.
- Koziattek, O., Dragičević, S. (2017), City 3D: A Geosimulation Method And Tool for Three-

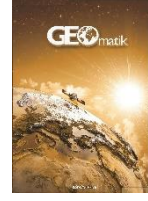
- Dimensional Modeling of Vertical Urban Development, *Elsevier*, 356-367.
- Kukko, A., Anttila, K., Manninen, T., Kaasalainen S., Kaartinen H. (2013), Snow Surface Roughness From Mobile Laser Scanning Data, *Cold Regions Science And Technology*, 2013b; 96:23–35.
- Kurtca, G., Aydın, C.C. (2019), Evaluation of Metric Measurement Accuracy Comparison on Advertising Billboards Using Mobile LIDAR and Digital Photogrammetry Techniques, *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 7151-7162
- Lambers, K., Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Kupferschmidt, D., Gaisecker, T., Sotoodeh, S. and Hanusch, T., (2006) Combining Photogrammetry And Laser Scanning for The Recording And Modelling of The Late Intermediate Period Site of Pinchango Alto, Palpa, Peru, *Journal of Archaeological Science*, Germany, Switzerland, Austria, Vol. 34, 1702-1712
- Mueller, J., Lub, H., Chirkin, A., Kleina, B., (2018), Citizen Design Science: A Strategy For Crowd-Creature Urban Design, *Elsevier*, Switzerland, Singapur, pp. 181-188
- MUES. Müzeler Ulusal Envanter sistemi <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,98489/muzeler-ulusal-envanter-sistemi-mues.html>, (04 Mart 2019).
- Navarro, S., Lerma, J.L. (2016), Accuracy Analysis of A Mobile Mapping System for Close Range Photogrammetric Projects, *Measurement*, 93: 148-156.
- Puente, I., González-J. H., Arias, P., Armesto, J. (2011), Land-Based Mobile Laser Scanning Systems: A Review, *In Proceedings of ISPRS Workshop Laser Scan 2011 Calgary, Canada*, 29–31.
- Puente, I., González-J. H., Martínez-Sánchez, J., Arias, P. (2013), Review of Mobile Mapping and Surveying Technologies, *Measurement*, 46, 2127-2145.
- Sahin, C., Alkis, A., Ergun, B., Kulur, S., Batuk, F., Kilic, A. (2012), Producing 3D City Model With The Combined Photogrammetric and Laser Scanner Data in the Example of Taksim Cumhuriyet Square, *Optics and Lasers in Engineering*, 50, 1844-1853.
- TAMP. Türkiye Afet Müdahale Planı. <https://www.afad.gov.tr/tr/2419/Turkiye-Afet-Mudahale-Plani> 2015, AFAD, Ankara (05 Nisan 2019).
- Tepeköylü, S., (2016), Mobil Lidar Uygulamaları, Veri İşleme Yazılımları ve Modelleri, *Journal of Geomatic Research*, 1-7.
- TOPCON. Topcon Global Gateway. 2019. <http://www.topcon.co.jp/en/news/20091204-826.html>, (22 Şubat 2019).
- Ussyshkin V. (2009), Mobile Laser Scanning Technology for Surveying Application: From Data Collection to End-Products, *FIG Working Week, Surveyors Key Role in Accelerated Development. 3-8 May 2009; Israel*.
- Wikipedia. 2018. Available online: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ankara> (18 Ocak 2019).
- Yousif, H., Li, J., Chapman, M., and Shu, Y. (2010), Accuracy Enhancement Of Terrestrial Mobile Lidar Data Using Theory of Assimilation. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5 Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK. 2010*



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## CBS Yardımıyla İstanbul'daki Merkez Alanların Sınırlarının Belirlenmesi

Tayfun SALİHOĞLU\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gebze Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü, Kocaeli, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Mekânsal analiz  
Merkez sınırlarının  
belirlenmesi  
İstanbul  
Çakışma

### ÖZ

Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) planlama alanındaki temel katkısı, mekânsal verilerin çeşitli biçimlerde bir arada değerlendirilmesinde sağlamış olduğu imkânlardır. Bu bağlamda, farklı ölçeklerdeki verinin belirli kabuller dahilinde birbiriyle entegre edilerek amaç çerçevesinde sentezlenmesi, gerek karar verme süreçlerine gerekse ileri düzey çalışmalara veri altlığı sağlanması açısından kritik önem taşımaktadır. Bu çalışmada, metropoliten kent planlamasının öncelikli konularından birisi olan merkez alanların belirlenmesi amacıyla, konuya ilişkin literatürde öne çıkan kriterler, İstanbul özelinde coğrafi bilgi sistemleri temel araçları kullanılarak bir araya getirilmiş ve kentte merkez karakteri gösteren bölgeler tespit edilmiştir. Konumsal veri sağlayan çeşitli kurum ve kuruluşlardan, Ekonomik Aktivite Yoğunluğu, Yapılı Çevre, Ulaşım ve Erişilebilirlik, Gayrimenkul Değerleri, İstihdam üst başlıklarında gruplanan, farklı mekânsal ölçek ve ölçme birimlerindeki çok sayıda veri, standartlaştırılarak, kent mekânını eşit parçalara bölen ızgaraya (grid) ilişkin bir veri tabanında depolanmıştır. ızgaradaki hücrelerin toplam puanlarının merkez özelliği gösterme düzeylerini ifade edeceği biçimde yapılan haritalama sonucunda en yüksek değerleri alan bölgeler merkez alanların sınırları olarak belirlenmiştir.

## Delimiting Istanbul's Urban Centers Through GIS

### Keywords

Spatial analysis  
Delimitation of urban  
centers  
İstanbul  
Overlay

### ABSTRACT

The fundamental contribution of Geographic Information Systems (GIS) in the field of planning is the opportunities it provides for the simultaneous evaluation of spatial data in different ways. In this context, the integration and synthesis of data in different scales within the framework of the objectives and certain assumptions are critical in terms of providing a database for both decision-making processes and advanced planning studies. In this study, the criteria emphasized in the literature for the delimitation of the central areas, which are one of the primary functions in urban planning, were brought together by using geographic information systems and then the boundaries of the regions having central characteristics were determined. Data which has a different scale and measurement units in terms of activity density, built environment, accessibility, real estate value and employment were standardized and stored in a fishnet grid database created by the author. Total score in a grid cell shows the grid cell's level of centrality feature. In the final map, grid cells with the highest scores define the limits of the urban centers.

## 1. GİRİŞ

Kentler, konumsal olarak ayırt edici birçok özelliğinin yanında, ekonomik, politik, kültürel, sosyal ve psikolojik açıdan da diğer mekânsal birimlerden çok farklı özelliklere sahip karmaşık yapılardır. Kentsel mekânın bu özellikleri, kent içerisindeki, mekân parçalarının üstlendikleri anlam ve kullanımlarda hayat bulmaktadır. Bu mekân parçalarına yüklenen anlam ve işlevler çeşitlendikçe, ilişkiler düğümü haline gelen kentsel yapıyı anlamak ve açıklamak için karmaşık ve çok boyutlu araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kent planlama gibi çok boyutlu bir disiplin için destekleyici veri üretebilmek, çok değişkenli mekânsal analizlerden elde edilen bir sentezi gerekli kılmaktadır. Birçok farklı verinin anlamlı kabuller dahilinde üst üste çakıştırılması ile elde edilen sentez haritaları, planlama faaliyetlerinin temel altlıklarıdır. Geleneksel yaklaşım, kent bütününe ilişkin planlar için, bölge, kent, ilçe ve bazen de mahalle düzeylerinde ölçülmüş temel mekânsal verilerin üst üste çakıştırılması (superpositioning) yoluyla karar destek sistemleri üretirken, coğrafi bilgi sistemlerinin planlama alanında kullanılmasıyla birlikte ada, parsel, yapı, sokak, ulaşım analiz bölgeleri, işyeri, anket noktası gibi çok daha detaylı konumsal düzeylerdeki verinin de planlama çalışmalarına entegre edilmesi imkânı doğmuştur (Çepni ve Arslan, 2017; Doğan ve Yakar, 2018). Detay düzeyinin artması, mevcut gerçekliği ve eğilimleri çok daha iyi değerlendiren plan kararları üretilmesi açısından planlama çalışmalarına yeni bir pencere açmıştır. Diğer yandan, iyi tasarlanmış bir planlama destek sistemine yeni verinin eklenmesi, mevcut verinin güncellenmesi, hata ve eksikliklerin giderilmesi açılarından da hızlı ve pratik çözümlerin üretilmesine olanak tanımıştır.

Günümüz kentinde, hizmet fonksiyonlarının çoğunlukla konumlandığı kent merkezlerinde konut, küçük üretim, depolama, yönetim gibi çok çeşitli işlevler de bir arada bulunmaktadır. Bu işlevlerin yoğunluk, kapsam, ölçek ve birbirleriyle ilişki düzeyleri buldukları kent merkezinin, merkezler sistemi içerisindeki rolüne ve konumuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Kentte merkez olarak tanımlanabilecek her bir kent parçasının, o kentteki tüm üretim, istihdam, barınma, değişim, dağıtım ve tüketime yönelik karar alma, denetim ve eşgüdüm süreçlerine doğrudan ya da dolaylı, açık ya da örtülü biçimde katkısı bulunmaktadır. Kentsel sistem üzerindeki bu etkiler, merkezleri, buldukları kentlerin formlarının da belirleyicisi durumuna getirmektedir.

Kentin çok çeşitli açılardan kalbi durumundaki merkez özelliği gösteren alanların belirlenmesi, planlama çalışmaları açısından önemli bir altlık görevi görmesi nedeniyle önemsenmektedir. “Merkez sınırlarının belirlenmesi” olarak ifadelendirilen bu uğraş, kentle ilgili çok çeşitli verinin bir arada ve birbirleriyle ilişkili bir biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

CBS'nin kent planlama alanında kullanımı, geleneksel yöntemler ile yapılması neredeyse imkânsız olan birçok analizi de olanaklı kılmaktadır (Kuşçu Şimşek vd., 2018). Kentlerdeki merkez alanlarının sınırlarının belirlenmesi, sınırlı sayıdaki ve aynı mekânsal düzeydeki veriler yardımıyla geleneksel planlama yaklaşımları yardımıyla tespit edilebilmekteydi ise de, bütün kent ölçeğinde yapı, işyeri, ada ve sokak ölçeğindeki verilerin geleneksel yaklaşıma entegre edilmesi, neredeyse imkânsız bir çabayı işaret etmektedir.

Bu çalışma ile, farklı mekânsal düzeylere ve ölçme birimlerine sahip verilerin coğrafi bilgi sistemi araçları kullanılarak entegre edilmesini sağlayan bir veri tabanı üretilmesi ve bu veri tabanı yardımıyla İstanbul kentinde merkez özelliği gösteren alanların tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

## 2. YÖNTEM

Murphy ve Vance'ın (1954), Davies (1959) Burian, Sorbiová, Tuček ve Tučková'nın (2012) ve Taubenböck ve diğ. (2013)' ün araştırmalarında, kent merkezlerinin mekânsal olarak sınırlarının tespit edilmesi için merkez özelliğini yansıtan kriterler bir arada ele alınarak, bu özellikleri en fazla yansıtan yerlerin merkez alanlar olarak belirlendiği görülmektedir. Araştırılan kente ilişkin elde edilebilen veri ve türüne bağlı olarak değişmekle birlikte; bu çalışmalarda, merkez özelliği gösteren alanları kentin diğer mekânlarından ayırt etmek için; arazi değerleri, arazi kullanımı, yapıların fiziksel özellikleri (yapı yükseklikleri, yapı taban ve inşaat alanları), işyeri sayıları, nüfus ve istihdam, ulaşım ve erişilebilirlik ile iletişim ve haberleşme ağları konularını yansıtan parametrelerin kullanılacağı ortaya koyulmuştur. Bu çalışmalar bir arada ele alındığında, merkezler, kentteki ekonomik aktivite yoğunluğunun en yüksek olduğu, kentin ölçeğine göre uluslararası faaliyet gösteren işyerlerinin yer seçme eğilimi gösterebildiği, genellikle beyaz yakalı olarak tanımlanan çalışanların istihdam edildiği ve üst düzey hizmetlerin sunulduğu, çok sayıda ulaşım düğümü ve bağlantıları vasıtasıyla diğer kentsel mekânlarla güçlü ilişkiler kuran; gayrimenkul değerlerinin diğer kentsel mekânlara kıyasla yüksek olduğu, yer seçen iş kollarına bağlı olarak kentteki tarım ve sanayi dışındaki ekonomik faaliyetlerde istihdam edilen çalışan sayısının yüksek olduğu kentsel alanlar olarak tanımlanabilmektedir.

Merkez sınırlarının belirlenmesine yönelik olarak literatür taramasından elde edilen ve yukarıda değinilen merkez özelliklerinin İstanbul'da hangi bölgelerde görüldüğünün tespiti için beş temel konu başlığı belirlenmiştir. Bu konular, ekonomik aktivite yoğunlukları, yapı çevre yoğunlukları, istihdam, ulaşım ve erişilebilirlik ile gayrimenkul değerleridir. Bu konuları temsil edecek biçimde çalışmada birçok değişken kullanılmıştır (Tablo 1.).

Çalışmaya dâhil edilen veriler, kente ilişkin farklı araştırmalardan ve kurumlardan elde edilerek bir araya getirildikleri için mahalle, ilçe, yapı ve

nokta gibi farklı mekânsal düzeylerde ölçülmüş verilerdir. Bu verilerin bir arada kullanılarak merkez sınırlarının belirlenebilmesi için öncelikle ortak bir mekânsal düzeye ve ölçme birimine getirilmeleri, diğer bir deyişle birbirleriyle entegre edilmeleri gerekmektedir. Verinin entegrasyonu için, detayları yöntem kısmında açıklanan Şekil 1. deki adımlar izlenmiştir.

Tamamı vektörel olan verilerin aynı mekânsal birime indirgenmesi için ArcGIS ortamında 1,15 ha. büyüklüğünde 470.000 adet hücreden oluşan bir ızgara (fishnet poligon) oluşturulmuştur. Kullanıcı tarafından tanımlanan çalışma alanını kapsayacak biçimde mekânı yine kullanıcılar tarafından tanımlanan boyut ve sayıdaki karelerden oluşan bir ızgara olarak soyutlayan Izgaralar (Fishnet Poligonları), farklı konularda yapılan kentsel araştırmalarda çokça kullanılmıştır. Kentsel gelişimin modellenmesi (Hossain, 2015; Santos vd, 2017), afet riski taşıyan alanların tespiti (Mainali ve Pricope, 2017; Hilde, 2017), kent formunun belirlenmesi (Kiel, 1988), işlevlerin yer seçiminde en uygun yerin belirlenmesi (Charlton vd, 2001) bu konulardan bazılarıdır. Farklı geometriler ve konumsal düzeylerdeki veriler, ArcToolbox

içerisindeki Analiz Araçlarından (Analysis Tools) vektörel çakışma (overlay) ve katılım (join) araçları kullanılarak, oluşturulan hücrelere aktarılmıştır. Çok sayıdaki mekânsal katmanı dikey olarak üst üste çakıştırmaya yarayan Vektörel Çakışma, (Vector Overlay) en yaygın kullanılan coğrafi veri entegrasyon işlemlerinin başında gelmektedir. Bu grup araçların büyük bir kısmı, bir katmandaki öznitelik bilgilerinin başka bir katmana ait öznitelik tablosuyla birleştirilmesini / ilişkilendirilmesini sağlamaktadır. Böylelikle bir araya getirilmiş veriler üzerinden daha ileri analizler mümkün olabilmektedir.

Her bir hücrenin Tablo 1'deki her bir değişkene ilişkin bir değere sahip olduğu ızgara veri tabanı hazırlandıktan sonra ise, farklı ölçme birimleriyle ölçülen bu değerlerin ortak bir ölçeğe standartlaştırılması için veriye dönüşüm işlemleri uygulanmıştır. Veriler ortak bir ölçeğe getirildikten sonra ise, her bir hücrenin standartlaştırılmış değişkenlerden almış oldukları toplam puanlar, 5 farklı kategoride haritalanarak, İstanbul'da merkez özellikleri açısından en yüksek değere sahip kentsel mekânlar belirlenmiştir.

Tablo 1. Veri, Ölçme Birimi ve Mekânsal Ölçekleri

Bileşenler	Değişkenler	Ölçme Birimi	Mekânsal Ölçek
<b>Ekonomik Aktivite Yoğunluğu<sup>1</sup></b>	Hizmet Sektöründe Faaliyet Gösteren İşyerleri	Sayı	İşyeri / Nokta
	Hizmet Sektöründe Faaliyet Gösteren Yabancı Sermayeli İşyerleri	Sayı	İşyeri / Nokta
	Beyaz Yakalıların Çalıştığı İş Kollarında Faaliyet Gösteren İşyerleri	Sayı	İşyeri / Nokta
<b>Yapılı Çevre<sup>2</sup></b>	Hizmet Yapılarının Toplam Kat Adedi	Adet	Yapı / Poligon
	Hizmet Yapıları Toplam Taban Alanı	m <sup>2</sup>	Yapı / Poligon
	Hizmet Yapıları Toplam İnşaat Alanı	m <sup>2</sup>	Yapı / Poligon
<b>Ulaşım ve Erişilebilirlik<sup>3</sup></b>	Erişilebilir Mesafedeki Toplu Taşıma Durakları	Endeks Değeri*	Durak / Nokta
	Erişilebilir Mesafedeki Otoparklar	Endeks Değeri*	Otopark / Nokta
	Yolculuk Çekim ve Üretim Farkı <sup>4</sup>	Yolculuk Sayısı	Ulaşım Bölgesi/Poligon
<b>Gayrimenkul Değerleri<sup>5</sup></b>	Emlak Vergisine Esas Rayiç Değerler	TL/m <sup>2</sup> (2016)	Mahalle/Poligon
<b>İstihdam<sup>6</sup></b>	Hizmet Sektörü Çalışanlarının Toplam Çalışanlara Oranı	Oran (%)	İlçe/Poligon

<sup>1</sup> İBB'den (2016) elde edilen CBS ortamında nokta olarak tanımlanmış işyerleri verisi kullanılmıştır.

<sup>2</sup> 2016 Çevre Düzeni Planı Revizyonu kapsamında hazırlanan arazi kullanım verisiyle İBB Şehir Planlama Müdürlüğü'nden temin edilen yapı verisi kullanılmıştır.

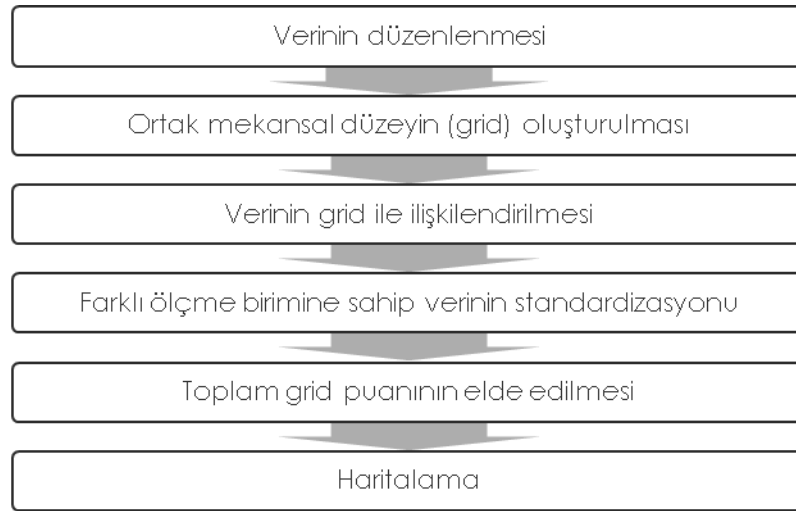
<sup>3</sup> \* ile işaretlenen değişkenlerdeki değerler İBB'den elde edilen arazi kullanım ile otopark ve durakların dağılımına ilişkin veriler kullanılarak elde edilen endeks değerleridir.

<sup>4</sup> İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planlama Müdürlüğü Ulaşım Ana Planı Hanehalkı Araştırması'ndaki (2012) yolculuk matrisleri kullanılmıştır. Ulaşım Analiz Bölgesi bazlı bir veridir.

<sup>5</sup> Gelir İdaresi Başkanlığı'ndan (2014) elde edilen arsa rayiç değerleri verisi kullanılmıştır. Mahalle düzeyinde bir veridir.

<sup>6</sup> SGK (2015) çalışan sayıları verisi kullanılmıştır. İlçe düzeyinde bir veridir.





**Şekil 1.** Yöntemin Temel İşlem Adımları

## 2.1 Ham Veriye Uygulanan İşlemler

Araştırma modelinde yer verilen değişkenler merkez özelliği gösteren alanların belirlenebilmesi için, mevcut halleri ile CBS ortamında doğrudan kullanılabilir nitelikteki veriler değildir. Bu verilerin CBS ortamında, çalışmanın amacına uygun şekilde düzenlenmesi için çeşitli işlemler yapılmıştır. Veriye uygulanan işlemler sırasıyla aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

✓ İBB Şehir Planlama Müdürlüğü'nden elde edilen 2017 tarihli İstanbul'daki bütün yapılara ait coğrafi olarak kaydedilmiş Yapı Verisi'nden, hizmet sektörüyle ilgili kullanımları içeren yapılar, seçim araçları yardımıyla filtrelenmiştir. Elde edilen yapıların kat adetleri, inşaat alanları ve taban alanları bilgilerinden oluşan poligon geometrisinde yeni bir katman üretilmiştir.

✓ İstanbul Çevre Düzeni Planı Revizyonu çalışmaları kapsamında İBB Şehir Planlama Müdürlüğü'nün İTO'dan elde ettiği 2015 tarihli, İstanbul'da hizmet sektöründe faaliyet gösteren işyerlerinin isim, menşei, alt sektör, adres ve kuruluş yıllarını içeren point geometrisindeki coğrafi veriden beyaz yakalı iş kolları olarak tanımlanan alt sektörlerde (finans, sigorta, mimarlık, mühendislik, gayrimenkul danışmanlığı, hukuk faaliyetleri, eğitim ve AR-GE faaliyetleri) faaliyet gösteren firmalar ile yabancı sermayeli firmalar filtrelenerek nokta (point) geometrisine sahip beyaz yakalı iş kollarında faaliyet gösteren firmalar ve yabancı sermayeli iş yerleri katmanları oluşturulmuştur.

✓ İstanbul'daki her bir sokağa ait rayiç değerlerin excel ortamında veri girişleri yapılmıştır. Sokak rayiçlerinin her bir mahalledeki ortalama değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan mahalle ortalama rayiçleri, mahalle ve ilçe isimleri üzerinden mahallelere ait coğrafi veri ile eşlenmiştir.

✓ Hizmet alanlarına toplu taşıma ile erişim için, işyerlerinden optimum yürüme mesafesi olarak kabul gören 500 metre yarıçapında tampon (buffer) çizilerek, bu çemberlerin içerisinde kalan toplam durak sayıları hesaplanmıştır. Erişim mesafesindeki

durak sayılarının yüksek olduğu alanlar, toplu taşıma ile erişim düzeyinin yüksek olduğu alanlar olarak kabul edilmiştir. Özel araç ile erişim iki farklı biçimde ele alınmıştır. İlk analizde nokta veri olan işyeri noktalarından optimum yürüme mesafesi olarak kabul gören 500 metre yarı çapında tampon (buffer) çizilerek, çizilen tamponların içerisinde kalan otopark sayıları hesaplanmıştır. İkinci analizde ise otoyollar ile birinci ve ikinci kademe yollara 500 metrelik mesafedeki toplam işyeri sayıları yine tampon (buffer) yardımıyla hesaplanmıştır.

✓ İstanbul Ulaşım Master Planı (2012) kapsamında yapılan hane halkı anketleri sonucunda elde edilen ulaşım analiz bölgelerindeki yolculuk üretim ve çekim değerlerine ilişkin coğrafi veriye yeni bir alan (field) eklenerek, bölgelerdeki toplam çekim ve toplam üretim farkını gösteren matematiksel işlemin sonuçları yazdırılmıştır. Bu farkın yüksek olduğu alanlar merkez özelliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

## 2.2 Ortak Mekânsal Düzeyin (Izgaranın) Oluşturulması ve Verinin Izgaradaki Hücreler ile İlişkilendirilmesi

ArcGIS veri yönetim araçlarından biri olan *create fishnet* kullanılarak 100 metre genişliğinde ve 115 metre uzunluğunda yaklaşık 1,15 ha. yüzölçümüne sahip 470.000 adet dörtgen formunda ızgara poligonlar üretilmiştir (Şekil 2.). Elde edilen bu ızgaranın sınırları, İstanbul ilindeki yerleşim alanlarının dış sınırlarından geçecek şekilde çizilmiş olan "Makroform Sınırları"dır.

Izgara bulunan her bir hücrenin kendisine özgü bir Nesne ID'si bulunmaktadır. Merkez alanların belirlenmesi için seçilen kriterlere ait coğrafi veriler ile kurulacak mekânsal ilişkiler sonucunda oluşturulacak yeni katmalarda bu ID'lerin de bulunması, nihai veri tabanının oluşturulması açısından kritik önem taşımaktadır.

Genellikle merkez alanlarda gözlenen ayırt edici özelliklerin bir arada değerlendirilerek bu özelliklerin toplamı açısından mekânsal olarak

İstanbul'da nasıl bir desen bulunduğunu belirleyebilmek için, farklı mekânsal ölçeklerdeki veriler Vektör Çakışma (Overlay) araçlarından Mekânsal Katılım (Spatial Join) yardımıyla hücreye yazdırılmıştır. Verinin türüne göre uygulanan Mekânsal Katılım yöntemi ve sonrasındaki işlemler de değişmektedir. Bütün bu işlemler Şekil 3'te açıklanmaktadır.

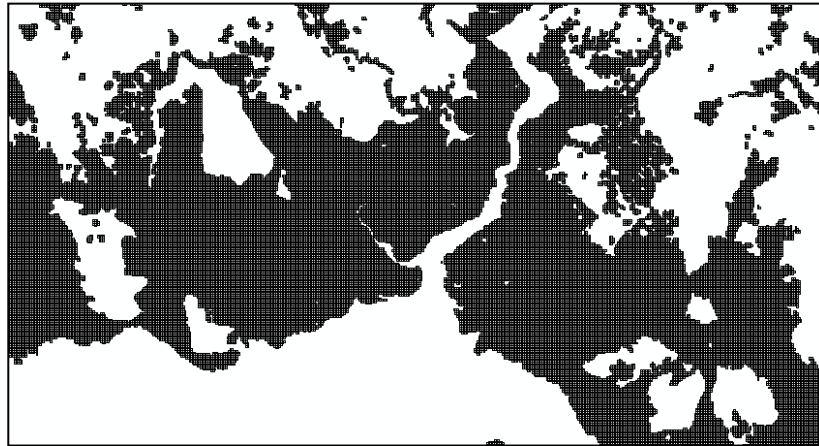
Hizmet Sektöründe Faaliyet Gösteren İşyerleri, Hizmet Sektöründe Faaliyet Gösteren Yabancı Sermayeli İşyerleri, Beyaz Yakalıların Çalıştığı İş Kollarında Faaliyet Gösteren İşyerleri, Erişilebilir Mesafedeki Toplu Taşıma Durakları ve Erişilebilir Mesafedeki Otoparklara ait Nokta geometrisine sahip verilerin hücre ile ilişkilendirilmesinde hangi Çakışma / Mekânsal Katılım yönteminin seçileceğinin bir önemi bulunmamakla birlikte (kesişme-intersect yöntemi seçilmiştir), Poligon geometrisindeki diğer verilerin hücreye yazdırılmasında yöntemsel bir tercih yapılması gerekmiştir. Mekânsal ölçek olarak, bir hücrenin yüzölçümünden daha geniş alanlar kaplayan poligon geometrisindeki veriler olan Hizmet Sektörü Çalışanlarının Toplam Çalışanlara Oranı (İlçe Ölçeğinde), Emlak Vergisine Esas Rayiç Değerler (Mahalle Ölçeğinde), Çekim ve Yolculuk Çekim-Üretim Farkı (Ulaşım Analiz Bölgesi Ölçeğinde) verileri kaynak kabul edilerek hücrenin orta noktasının girdiği poligonun, bir üst mekânsal ölçekte değişkenin değerini alacağı bir yöntem ile (have their centroid in yöntemi) bu değişkenlerin değerleri hücreye yazdırılmıştır. Bir hücrenin yüzölçümünden daha küçük yüzölçümüne sahip olan Hizmet Yapıları Taban Alanı, Hizmet Yapılar İnşaat Alanı ve Hizmet Yapıları Kat Adetleri verilerinde ise; öncelikle bu değişkenlere ait poligonların orta noktalarının içine düştüğü Izgaradaki hücrenin ID numarası, bu değişkenlere ait tablolara bir kolon olarak yazdırılmıştır. Hücrelerin ID numaralarını

içeren yapı verileri ile Hücre verisi katılım araçları yardımıyla (bire çok yöntemiyle) Hücre ID numaraları üzerinden ilişkilendirilerek yapı geometrisinden türeyen üç farklı veri üç ayrı kolon olarak hücreye eklenmiştir.

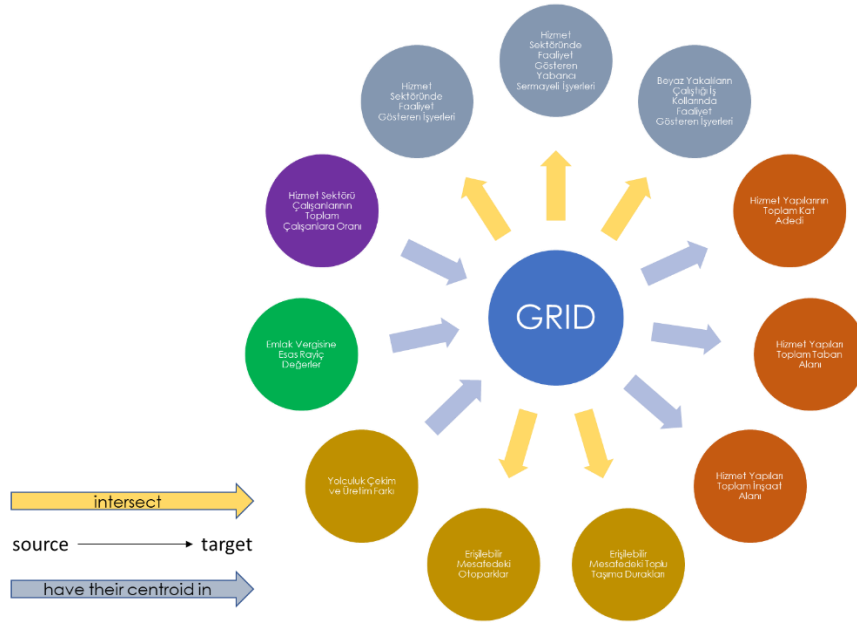
Sonuç itibarıyla Şekil 3'te yer alan verilerin her biri Çakışma – Katılım (Overlay - Spatial Join) araçları kullanılarak veri geometrisine uygun olan yöntem seçilerek Izgara veri tabanına aktarılabilmektedir.

### 2.3 Veri Analizi

Farklı kaynaklardan, farklı mekânsal düzeylerde ölçülmüş her bir verinin ızgara geometrisinde bir veri tabanına işlenmesinin sonrasında, ızgaraki hücrelerin kriterlerden aldıkları toplam puanları hesaplayabilmek için farklı birimlerde ve skalalarda (işyeri sayısı, arazi değeri, yüzölçümü vb.) ölçülmüş verilerin ortak bir ölçme birimine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla, öznel tablosu dışarı aktarılmış, SPSS programı vasıtasıyla bütün verilere standart skor (Zskor) normalizasyonu yöntemi uygulanmış ve tüm değişkenler, ortalaması 0, standart sapması 1 olacak biçimde standart normal dağılım eğrisi üzerine getirilmiştir. Elde edilen Zskor değerleri Hücre ID'ler üzerinden ArcGIS ortamındaki öznel tablosuyla yeniden ilişkilendirilmiştir. Bu işlem sonrasında ise her bir hücredeki değişkenlerin sahip olduğu standartlaştırılmış Zskorlar değişkenlerin ağırlıkları eşit kabul edilerek toplanmış ve hücrelerin merkez belirleme kriterlerinden almış olduğu toplam puanlar hesaplanarak tabloya yeni bir kolon olarak eklenmiştir. Bu toplam puanlar semboloji araçlarından doğal kırılmalar (natural breaks) yöntemiyle beş kategoriye (en yüksek-yüksek-orta-düşük-endüşük) ayrılarak haritalandırılmıştır.



Şekil 2. Verilerin Aktarılacağı Izgara (Fishnet Polygon)



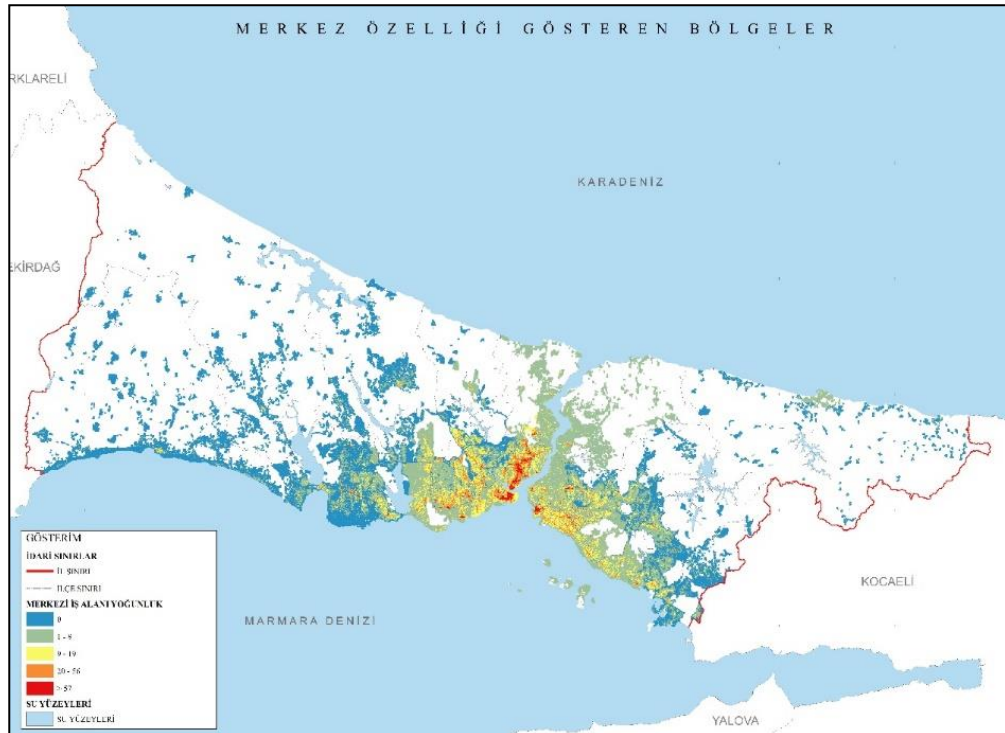
Şekil 3. Farklı Ölçekteki Verinin Çakışma (Overlay) Araçları Yardımıyla Izgaraya Aktarım Aşamaları

### 3. BULGULAR

Haritada yüksek değer alan hücreler, belirlenen kriterler çerçevesinde İstanbul'da yüksek düzeyde merkez özelliği gösteren alanları ifade etmektedir (Şekil 4.).

Sonuçlara göre İstanbul'da merkez özelliği gösteren bölgeler, köşelerini Maslak-Fatih ve Kadıköy'ün oluşturduğu bir üçgenin içerisinde yoğunlaşıp, ana ulaşım aksları üzerinde üçgenin dışındaki yerleşimlere doğru azalarak devam

etmektedir. Bununla birlikte üçgenin dışında yer alan Ümraniye, Ataşehir, Beykoz, Maltepe, Kartal, Pendik, Kâğıthane, Bayrampaşa, Gaziosmanpaşa, Güngören, Zeytinburnu, Bahçelievler, Küçükçekmece, Avcılar, Esenyurt ve Beylikdüzü'nün ilçe merkezlerinde kriterlerden en yüksek toplam puanı almış olan hücrelere de rastlanılmaktadır. Ancak bu ilçelerdeki yüksek değerlerin mekânda kapladıkları alanlar, yukarıda tarif edilen üçgenle kıyaslandığında oldukça dar bir alana karşılık gelmektedir.



Şekil 4. İstanbul'da merkez özelliği gösteren alanlar

Analizde en yüksek değerlere rastlanan bölgelerin kentsel mekândaki karşılıkları aşağıda aktarılmıştır.

Fatih ilçesinde doğuda Süleymaniye Cami, Topkapı Sarayı ve Kennedy Caddesi arasında kalan geniş alan, batıda Fevzipaşa Caddesi'nin Karagümrük Spor Tesisine kadar olan kısmı ile Adnan Menderes Caddesi'nin Fatih metro durağına kadar olan bölümü;

Beyoğlu ilçesinin doğusunda Meclis-i Mebusan, Kurtuluş Deresi ve Refik Saydam Caddeleri arasında kalan geniş alan ile Kadimehmet Efendi, Küçük Piyale, Yahya Kaya, Sururi Mehmet Efendi ve Camikebir Mahallelerinin kesiştiği alan, kuzeyde Fatih Sultan Caddesi'nin çevresi ile Mahmut Şevket Mahallesi;

Şişli ilçesinde Kuştepe, Gülbahar Mahallelerinin kuzeyi ile Fulya Mahallesi'nin güneyi dışında kalan alanlar ile ilçede bulunan mezarlıklar ve Halil Rifat Paşa, Yayla, Feriköy, Paşa Mahalleleri dışında kalan alanlar;

Beşiktaş'ta Dereboyu Caddesi ile Yıldız Parkı'nın kuzeybatısında yer alan Nüzhetiye, Şair Nedim, Barbaros Caddelerinin çevresi, kuzeyde Nispetiye Caddesi, Arnavutköy Musevi Mezarlığı'nın güneyinde yer alan Ahmet Adnan Saygun Caddesi'nin bir kısmı, sahilde Bebek Parkı'nın kuzeyinde yer alan Cevdet Paşa Caddesi ile Küçük Bebek Caddesi'nin kesiştiği alan, Bebek Arnavutköy Caddesi'nin güney batısında kalan Beyazgül Sokak ve yakın çevresi;

Kadıköy ilçesinde Haydarpaşa Garı ile Fenerbahçe Stadı arasında kalan alan, Üsküdar Devlet Hastanesi çevresi, D-100 Karayolu'nun Ataşehir ilçesi ile sınır oluşturduğu güzergâh ve Bağdat, Fener Kalamış, Fahrettin Kerim Gökay, Şemsettin Günaltay, Atatürk, Tütüncü Mehmet Efendi Caddelerinin yakın çevresi;

Üsküdar'da Selami Park, Doğancılar ve Hâkimiyeti Milliye Caddelerinin kesiştiği alan, Altunizade Metro Durağı ile Acıbadem Hastanesi'nin yakın çevresi, Şile Otoyolu'nun Bosna Bulvarı ile kesiştiği alan, Nuhkuyusu, Cumhuriyet, Gürpınar, Bulgurlu caddelerinin yakın çevresi ile Akasya Acıbadem AVM (alışveriş merkezi) ve çevresindeki alan;

Ümraniye ilçesinde Mithatpaşa Caddesi ve devamında Alemdağ Caddesinin Nato Yolu Caddesi ile kesişiminde kalan güzergâh boyunca, ilçenin Ataşehir ile sınırını oluşturan E-80 Karayolu'nun Necip Fazıl Bulvarı ile O-2 Bağlantı Yolu arasında kalan güzergâhı;

Ataşehir'de Fetih Mahallesi'ndeki Eski Çiftlik Yolu ile Atatürk Bulvarı arasında kalan alan, İçerenköy Mahallesi'ndeki Kayışdağı, Kayışdağı Yolu Caddeleri ile Kozyatağı CarrefourSA'nın bulunduğu alan, Üner Plaza ve yakın çevresi, Prof. Dr Ali Nihat Tarlan Caddesi, Huzur Hoca Caddesi ile Atatürk Mahallesi'ndeki Sedef Caddesinin çevresi;

Bakırköy ilçesinde, İnönü ve İstasyon Caddesi, İstanbul Fuar Merkezi çevresi, Galleria AVM, Florya Caddesi'nin kuzeyi, Capacity ve Carousel alışveriş

merkezlerinin kuzeyinde Cumhuriyet Meydanı'na kadar olan alan ile bu alışveriş merkezlerinin güneyinde Rauf Orbay Caddesine kadar olan alan, merkez belirleme kriterlerinden en yüksek ve yüksek puan alan bölgeleri oluşturmaktadır.

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Karmaşık ve çok katmanlı ilişkilerin mekânı olan kentleri anlayabilmek, detaylı ve yüksek çözünürlüklü araştırmalar ile mümkün olabilmektedir. Yazılım ve donanım alanında yaşanan teknolojik gelişmeler ile harcanan zaman ve efor açısından geçmişte oldukça maliyetli ve az sayıda olan araştırmaların sayısı günümüzde hızla artmaktadır. Mekân üzerindeki ilişki örüntüsünün anlaşılabilirliğinin ve güncel durumdaki değişimleri analiz edebilme hızının artması, mekâna yönelik daha etkin tasarruflar (plan, proje ve tasarım vb.) üretilmesine olanak tanımaktadır. Üretilen yeni bilginin miktar, çeşitlilik ve kalitesindeki artışlar, bir sonraki yeni bilgi, yöntem ve yaklaşımın elde edilme hızını da arttırmaktadır. Diğer birçok alanda olduğu gibi mekân bilimlerinde de çok farklı kaynaklardan beslenen çok çeşitli bilgiler artık anlık olarak işlenebilmekte ve gerçek duruma ilişkin hızlı biçimde elde edilebilen bulgulara göre yaşanmakta olan süreç içerisindeyken dahi karar verme eylemi gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, teknolojik gelişmelerin planlama destek sistemlerinde sağladığı yeni imkânlardan biri olan coğrafi bilgi sistemleri aracılığı ile "kentsel mekânda merkez karakteri gösteren alanlar neresidir?" sorusuna yanıt aranmıştır.

Kentsel mekânın önemli bileşenlerinden birisi olan merkezlerin tespit edilmesi, kullanımın katmanlı doğası nedeniyle çok kriterli coğrafi bir analizi gerekli kılmıştır. Konuyla ilgili literatürde öne çıkan merkez belirleme kriterlerini temsil eden veriler çeşitli kurumların kendi amaçları dahilindeki ölçme birimleri ve mekânsal düzeylerdeki veriler olduğu için, bu verilerin çok kriterli bir yaklaşım ile bir arada değerlendirilebilmesi için ortak bir hücreye yazdırılmış ve standardizasyon yöntemleri kullanılarak ortak bir ölçme birimi ve skalaya dönüştürülmüştür. Ortaklaştırılan veriden hücre düzeyindeki toplam puanların haritalanmasıyla, çok kriterli bir yapıda bu kriterlerden en yüksek puanları alan, diğer bir deyişle merkez özelliğini en fazla yansıtan alanlar elde edilebilmiştir.

Böylelikle coğrafi bilgi sistemleri araçlarının sağlamış olduğu esneklik, planlama çalışmaları açısından önemli bir araştırma sorusunun daha derin, detaylı ve kapsamlı bir biçimde araştırılmasına olanak tanımıştır.

CBS temelli olarak geliştirilen çok kriterli yöntem mekânsal açıdan anlamlı sonuçlar içerdiği görülmektedir. Kriterlerden en yüksek toplam puanları alan kentsel mekânlar, kentin son iki çevre düzeni planında simgeler ile ifade edilen MİA (Merkezi İş Alanı) ve 1. kademe merkezleri ile

örtüşmektedir. Kullanılan ızgaradaki hücrelerin optimum büyüklüğü nedeniyle, bu merkezler kadar geniş alanlar kaplamayan, ancak kriterler açısından yüksek puanların daha dar bir alanda gözlemlendiği bölgeleri de algılamak mümkün olmaktadır.

Elde edilen sonuçlar İstanbul kenti için anlamlı sonuçlar olarak yorumlanmaktaysa da bu çalışmaya yöntemsel olarak farklı açılımlar sağlamak da mümkündür. Çalışmada kullanılan kriterlerin uzman görüşlerine bağlı olarak ağırlıklandırılması ve Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden uygun olanı seçilerek toplam puanlara göre ortaya çıkan haritanın mekânın hangi noktalarında hangi değerlerde anlamlı kümeler oluşturduğunun belirlenmesi gibi CBS destekli çeşitli yöntemler ile merkez alanların belirlenmesine yönelik analizlere başka derinlikler de katılabilecektir.

#### KAYNAKÇA

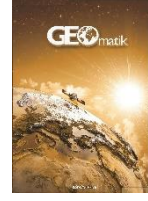
- Burian, J. , Sorbiová, K. , Tuček, P. , Tučková, M. (2012). 'Possibilities of Delimitation of City Centers Using GIS'. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 69, *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 6(9), 2404 - 2411.
- Charlton M., Fotheringham S., Brunson C. (2001) Analysing Access to Hospital Facilities with GIS. In: Clarke G., Madden M. (eds) *Regional Science in Business. Advances in Spatial Science*. Springer, Berlin, Heidelberg
- Çepni, M., Arslan, O. (2017) A GIS Approach to Evaluate Infrastructure Variables Influencing the Occurrence of Traffic Accidents in Urban Roads, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 1(4), 17-24.
- Doğan, Y., Yakar, M. (2018) GIS and Three-Dimensional Modeling For Cultural Heritages, *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 2(3), 50-55. <https://doi.org/10.26833/ijeg.378257>
- Davies, D. (1959). Boundary Study as a Tool in CBD Analysis: An Interpretation of Certain Aspects of the Boundary of Cape Town's Central Business District. *Economic Geography*, 35(4), 322-345. doi:10.2307/142466
- H. Taubenböck, M. Klotz, M. Wurm, J. Schmieder, B. Wagner and T. Esch, "Delimiting central business districts — A physical approach using remote sensing," *Joint Urban Remote Sensing Event 2013*, Sao Paulo, 2013, 017-020. doi: 10.1109/JURSE.2013.6550655
- Hilde, W.T. (2017). *Green Infrastructure for Disaster Resilience: Exploring Connections with Scenario Planning* (Yayınlanmamış Doktora Tezi).
- Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin.
- Hossain, L. (2015). *A Study on the Approaches to Residential Development in Lowlands Of The Peri-Urban Areas Of Dhaka City* (Yayınlanmamış Y. Lisans Tezi). Bangladesh University of Engineering and Technology.
- Kiel, L.D. (1988). "Thematic Mapping With Microcomputers: Graphic Display of Social Scientific Data", *Social Science Computer Review*, 6(2), 197-209. <https://doi.org/10.1177/089443938800600202>
- Kuşçu Şimşek, Ç., Türk, T., Ödül, H., ve Çelik, M.N. (2018) Detection of Paragliding Fields by GIS, *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 3(3), 119-125.
- Mainali, J. & Pricope, N. (2017). "High-resolution spatial assessment of population vulnerability to climate change in Nepal," *Applied Geography*, 82 (1), 66-82, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.03.008>.
- Murphy, R., & Vance, J. (1954). Delimiting the CBD. *Economic Geography*, 30(3), 189-222. doi:10.2307/141867
- Santos, D.S., Mansur, K.L., Gonçalves, J.B., Arruda, E.R., Manosso, F.C. (2017). "Quantitative assessment of geodiversity and urban growth impacts in Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil", *Applied Geography*, 85 (1),184-195. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.03.009>.



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## Türkiye Kırsal Arazi Kullanımına Yönelik Bir Konumsal Veri Altyapısının Modellenmesi

Muzaffer Can İBAN\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arazi Yönetimi ve Kullanımı Programı, İstanbul, Türkiye*

### Anahtar Kelimeler

Konumsal veri altyapıları  
TUCBS  
TARBİL  
INSPIRE  
Kırsal arazi yönetimi

### ÖZ

Bu çalışma, Türkiye için kırsal arazi kullanımını ilgilendiren bir konumsal veri altyapısının (KVA) oluşturulmasına yönelik olarak, sensör kullanımını ve her çeşit kırsal arazi kullanımı için gerekli öznitelikleri derleyen bir kavramsal çerçeve sunmaktadır. Makale ilk olarak, ülkemizdeki ulusal KVA girişimlerini ve sensör tabanlı tarımsal izleme çalışmalarını incelemektedir. Önerilen model, tarım arazileri, mera arazileri ve orman arazileri gibi tüm kırsal arazi kullanımını, Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve diğer mevzuatlar ile uyumlu bir şekilde bütünleştirmektedir. Bu kavramsal şema aynı zamanda, gıda güvenliği veritabanları (organik ve iyi tarım uygulamaları), tarım dışı arazi kullanımı başvuruları ve yerel/Avrupa destekli tarımsal hibeleri yönetmek amaçlı oluşturulan sistemlerle (APTS) bağlantılı olarak hazırlanmıştır. Bu kavramsal şemaya standartlaştırılmış bir görünüm sağlamak adına, Bütünleşik Modelleme Dili (UML) sınıf diyagramları kullanılmış ve kullanılan özniteliklerin, veri tiplerinin ve kod listelerinin açık tanımlamalarının yapıldığı bir veri sözlüğü eklenmiştir. Bu kavramsal model, APTS, ISO 19156 Uluslararası Standart Kataloğu ve INSPIRE veri temaları standartlarını desteklemektedir. Ancak; sürdürülebilir kalkınma için kırsal alanların bir bütün olarak yönetilmesi amacıyla yerel bir anlayışı da beraberinde getirmektedir. Modelin özgün nitelikleri, ülkemizdeki tarımsal izleme projesinin (TARBİL) sensör çeşitliliğini zenginleştirilmesi ve TUCBS için kırsal arazileri ilgilendiren tematik veri şemasını sunmasıdır.

## Modelling a Spatial Data Infrastructure towards Turkish Rural Land Use

### Keywords

Spatial data infrastructure  
TUCBS  
TARBİL  
INSPIRE  
Rural land management

### ABSTRACT

This study provides a conceptual model of a Turkish rural spatial data infrastructure (SDI) that combines the sensor usage and required attributes for all sorts of rural lands. The article initially reviews current enterprises to a national SDI and sensor-driven agricultural monitoring studies in Turkey. The suggested model integrates all rural land use types, such as agricultural lands, meadowlands and forest lands in accordance with the Soil Protection and Land Use Law and other related legislation. This schema is associated with food security databases (organic and good farming practices), non-agricultural land use applications and monitoring systems for local and European farmer subsidies (LPIS). To provide a standard visualization of this conceptual schema, the Unified Modeling Language (UML) class diagrams are used and a supplementary data dictionary is prepared to make clear definitions of the attributes, data types and code lists used in the model. This conceptual model supports the LPIS, ISO 19156 International Standard catalogue and INSPIRE data theme specifications; however, it also provides a local understanding that enables to manage rural lands holistically for sustainable development. Original qualifications of this model are that not only it suggests an expansion for the sensor variety of Turkish agricultural monitoring project (TARBİL), but also it specifies a rural theme for Turkish National SDI (TUCBS).

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

\*(muzaffercaniban@outlook.com) ORCID ID 0000 - 0002 - 3341 - 1338

İban, M. (2020) Türkiye Kırsal Arazi Kullanımına Yönelik Bir Konumsal Veri Altyapısının Modellenmesi. Geomatik 5(3), 209-227, DOI: 10.29128/geomatik.644623

## 1. GİRİŞ

Konumsal Veri Altyapıları (KVA), insanoğlunun araziyle olan ilişkisini, doğal kaynakların yönetimini, planlanmasını ve gerekli politikaların belirlenmesini, bu amaçlara hizmet eden verilere erişilmesini sağlayan karmaşık sayısal ortamlar bütünüdür. KVA'lar, veriyle ilgili bütün paydaşların birlikte çalışabildiği ve ortak amaçlar için teknolojiden faydalanılan bütünleşik bir hizmet girişimidir. KVA çalışmaları kapsamında, veri üretiminin kontrolü sağlanır ve verilere bir standartın kazandırılmasıyla veri tekrarları önlenir (Coleman ve McLaughlin, 1998; Hjelmager ve diğerleri, 2008; Rajabifard ve Williamson, 2001; Sang ve diğerleri, 2005).

1992 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk kez dile getirilen 'Ulusal Bilgi Altyapısı' kavramı ile birlikte küresel, ulusal ve bölgesel düzeyde KVA girişimleri hız kazanmıştır. Ülkeler, KVA girişimlerini oluşturmuş ve bunlardan bazıları, internette erişilebilir metaverileri kullanıma açmıştır. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (İng. *International Standards Organisation* – kıs. ISO) ve Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (İng. *Open Geospatial Consortium* – kıs. OGC) gibi uluslararası kurumlar da, KVA standartlarını geliştirmek ve etkin kullanımını sağlayacak teknolojik altlığı hazırlamak amacıyla çok sayıda girişimde bulunmuştur (Aydınöğlü, 2009; Aydınöğlü ve Yomralıoğlu, 2009).

Avrupa Birliği'nin 1990'lı yıllarda yaptığı çalışmalardan elde edilen deneyimler ve bu çalışmalarda coğrafi / konumsal bilginin kullanımının öneminin ortaya atılması, Avrupa Birliği'ne özgü bir KVA girişiminin kurulması ile sonuçlanmıştır (İng. *Infrastructure for Spatial Information in Europe* – kıs. INSPIRE). Buradaki amaç, yasal bir direktif vasıtasıyla Avrupa'nın çevre politikalarını destekleyecek konumsal verilerin bütüncül bir çerçevede çalışmasını sağlamaktır. INSPIRE Direktifi, verinin varlığı, birlikte çalışılabilirliği, coğrafi kapsamı ve erişimi konusunda yoğun bir içeriğe sahiptir. Direktifin çekirdeğini oluşturan konumsal veriyi elde etmek için yapılması gereken gözlemler ve ölçümlere ilişkin 'Çevresel Gözlem Hizmetleri' (İng. *Environmental Monitoring Facilities*) adında teknik bir rehber bulunmaktadır. Bu rehber sayesinde, kullanıcılar ekosistem parametreleri ile ölçüm ve gözlemler arasındaki konumsal ilişkiyi kurabilmektedir. INSPIRE Direktifi, farklı türdeki 24 adet veri setinin bütünleştirilmesini ön gören 3 adet ek doküman (İng. *Annex I, II ve III*) yayınlanmıştır (Aydınöğlü, 2009; European Commission, 2007; Masser ve Crompvoets, 2015; Pashova ve Bandrova, 2017).

ISO'nun hazırladığı ISO 19156:2011 Coğrafi Bilgi – Gözlemler ve Ölçümler (İng. *Geographic Information - Observations and Measurements*) adlı standart metni de, gözlemler ve ölçümler esnasında elde edilen konumsal özellikleri tanımlayan bir kavramsal şema ortaya koymaktadır. Bu standart, OGC tarafından yürütülen 'Sensör Ağı Etkinleştirme'

çalışmasından (İng. *Sensor Web Enablement*) türetilerek, her türlü sensör tipiyle gözlem ve ölçüm yapılmasını da desteklemektedir (ISO TC 211/SC, 2011; Kotsev ve diğerleri, 2018).

Arazi İdaresi Temel Modeli (İng. *Land Administration Domain Model* – kıs. LADM) ise, arazi yönetimi sistemlerinin yazılım uygulamalarına ilişkin küresel bir standart oluşturan ve paydaşlar arasındaki anlamlı veri değişimini yöneten bir çalışmadır. LADM, her türlü ölçmeye ve kadastroya ilişkin veriyi, hukuk düzenindeki tüm haklar, kısıtlamalar ve sorumluluklar ile birlikte irdeler (Lemmen, van Oosterom ve Bennett, 2015; van Oosterom ve Lemmen, 2015). Bunun yanı sıra, Arazi Parseli Tanımlama Sistemi (Tr. kıs. APTS - İng. *Land Parcel Identification System* – kıs. LPIS), Avrupa Ortak Tarım Politikası (İng. *Common Agriculture Policy* – kıs. CAP) çerçevesinde çiftçilere verilen tarımsal hibelerin yönetilmesini amaçlamaktadır. APTS sayesinde karar vericiler, tarımsal hibeğe uygun görülebilecek olan tarım parsellerine ilişkin kayıtları haritalara aktarır ve görüntüler. (Inan ve diğerleri, 2010; Sagris, Wojda, Milenov ve Devos, 2013).

INSPIRE Direktifi'nin beraberinde getirdiği süreçlerden elde edilen deneyimler, ulus ve kıta geneli KVA'ların oluşturulması esnasında veri bütünleştirilmesi ve birlikte çalışılabilirlik adına ortak bir dilin geliştirilebileceği sonucunu doğurmuştur. Ancak, veri tanımlamaları yerel uygulamaların gerek duyduğu detay seviyesine de inmek zorundadır (Tóth ve Kučas, 2016). Dolayısıyla, yerel ölçeği de ilgilendirebilecek uygulamalarda bu veri tanımlamalarının genişletilmesi ya da özelleştirilmesi söz konusu olabilir. Bir başka deyişle, veri standartlarını belirleyen çerçeve her ne kadar küresel olarak düşünülse de, araştırmacıların ve karar vericilerin kendi ihtiyaçları ve ellerinde buldukları mevcut veri setleri de bu standartların içeriğini belirler (Charvat ve diğerleri, 2018; Řezník ve diğerleri, 2015).

### 1.1 Ülkemizdeki KVA Girişimleri

2005 yılında, 36 numaralı Eylem Planı içerisinde ise, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (kıs. TUCBS) kavramından ilk kez söz edilmiş ve Eylem-47'de belirtilen hususlar çerçevesinde bir TUCBS vizyonu oluşturulmaya çalışılmıştır. Buna göre, veri ve standartları, teknik altyapı, idari ve yasal altyapı ile ilgilenen çalışma komisyonları kurularak, ortak bir ulusal KVA'nın içeriğinin nasıl olması gerektiği, bu KVA'nın oluşturulması adına izlenecek politikaların neler olacağı, veri standartlarının nasıl tanımlanacağı, kurumların elinde hâlihazırda bulunan veri envanterlerine ilişkin metaverileri nasıl hazırlaması gerektiği, diğer kurumlarla veri paylaşımının nasıl olacağına işaret eden stratejik doküman oluşturulmuştur (Aydınöğlü, 2009; Aydınöğlü ve Yomralıoğlu, 2009; Sani, 2013).

TUCBS çalışmaları, 2011 yılında “644 sayılı Kanun Hükmünde Kararname” ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ve ona bağlı olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü’nün kurulması ile hız kazanmıştır. 2012 yılında, bu genel müdürlüğün yürütücülüğünde ve TÜRKSAT A.Ş. – İstanbul Teknik Üniversitesi Teknik A.Ş. yükleniciliğinde “TUCBS ve Türkiye Kent Bilgi Sistemi Standartlarının Belirlenmesi (TRKBİS)” projeleri yürütülmüştür. Bu projeler kapsamında, ulusal bir veri değişim formatı oluşturularak, on adet temel konumsal veri teması oluşturulmuştur (adres, bina, tapu/kadastro, idari birim, ulaşım, hidrografiya, arazi örtüsü, ortofoto, topoğrafya ve jeodezi) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

TUCBS Veri Modeli, ortak olarak kabul edilen ve farklı sektörlerdeki kullanıcıların gereksinimlerine yanıt verebilecek bir veri standardı oluşturmayı hedeflemiştir. Bu sebeple TUCBS, uluslararası standartlarla (OGC, ISO, INSPIRE vb.) ilintili olarak oluşturulmuş ve sektör özelinde oluşturulmuş diğer bilgi sistemleriyle de veri değişimi için bir altlıkla da donatılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

## 1.2 Problemin Tanımı

Türkiye’de arazi yönetimi anlayışı ve ona bağlı olarak arazi kullanımı sorunlarının çözümüne yönelik çalışmaların ivme kazanması, mevzuatımızdaki iki büyük değişiklikte ortaya çıkmıştır. Bunlardan birincisi 2005 yılında yürürlüğe giren, yıllar içerisinde bazı maddelerinde değişiklik yapılan ve nihayetinde uygulama yönetmeliklerinin yürürlüğe girdiği “5403 sayılı Tarım Alanlarının Korunması ve Arazi Kullanımı Kanunu’dur”. Bu Kanun ile toprağın korunması ve geliştirilmesi, tarım arazilerinin sınıflandırılması, yeter geliri tarım arazilerinin tespit edilmesi ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun, planlı arazi kullanımının gerçeğe dönüştürülmesi hedeflenmektedir (Resmi Gazete, 2005). Diğeri ise, 2012’de yürürlüğe giren ve 2014 yılında idari uygulamaya tabi tutulan 6360 sayılı “Yeni Büyükşehir Kanunu’dur”. Bu Kanun, büyükşehir belediyelerinin yönetimini il sınırına çekmektedir (Resmi Gazete, 2012). Dolayısıyla, büyükşehir belediyelerinin hem kırsal, hem de kentsel yerleşimlere hizmet götürme zorunluluğu doğmuştur. Büyükşehirlerin, ilin bütününe planlama ve planlarını uygulama sorumluluklarının doğmasıyla, aslında “arazi yönetimi ve kullanımı idari birimleri” büyükşehir belediyeleri olmuştur.

Bu yasal reformların ardından karar vericilerin il geneli arazi kullanımını, özellikle de kırsal arazi kullanımını nasıl yöneteceği sorgulanmaya açık hale gelmiştir. Arazi yönetimi anlayışında kentsel ve kırsal alanların sürdürülebilir kullanımını ve yönetimini sağlamak ise mevcut KVA’lar düşünüldüğünde oldukça zorlayıcıdır. Bu bağlamda, kırsal ve kentsel arazi kullanımını TUCBS bünyesinde zenginleştirme güdüsü ön plana çıkmaktadır.

Aydınoğlu çalışmasında (2009, s. 228) arazi örtüsü ve kullanımı verilerinde kurumlarımız tarafından farklı yöntemlerin ve lejantların kullanıldığını vurgulamaktadır. Yerel ölçekten ulusal ölçeğe doğru genişleyecek şekilde, arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarının ve standartlarının belirlenmesine işaret etmektedir. Aynı çalışmada Aydınoğlu (s.230), yerel ölçekte belirlenmiş konumsal veri ihtiyaçlarının il ölçeğinde (bir diğer deyişle, günümüzün büyükşehir belediye sınırlarını da kapsayacak şekilde) hazırlanacak bir uygulamaya doğru bütüncüleştirilebileceğini ve genelleştirilebileceğini hatırlatmaktadır.

İnan (2010, s. 147) ise kırsal arazi yönetimine vurgu yaparak, mevcut APTS yaklaşımının tarımsal desteklerin yönetimi açısından yeterli olduğunu; ancak bütünlük bir kırsal arazi yönetimi açısından eksiklikler barındırdığını belirtmiştir. Gerçekten de, APTS çalışmaları kapsamında kullanılan arazi kullanımı / örtüsü sınıflandırma sistemleri, tarım arazilerinin anlaşılması için gereken detaylı toprak sınıflaması anlayışından uzaktır. Aynı çalışmada (s.159) 5403 sayılı yasanın hükmettiği faaliyetleri destekleyecek KVA çalışmalarının kırsal arazi yönetimine katkı yapacağı öne sürülmektedir. Taşkanat’a ait bir çalışma, kırsal arazi yönetiminin gerekliliklerini esas alan bir KVA ve standardizasyon çalışmasının yapılmasının TUCBS için bir zorunluluk olduğunu savunmaktadır (2016, s. 87).

## 1.3 Türkiye Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi Projesi (TARBİL)

Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi Projesi (TARBİL), 2008 yılında başlatılan çalışmalar neticesinde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Orman ve Su İşleri Bakanlığı ve İstanbul Teknik Üniversitesi Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi (UHUZAM) arasında sağlanan protokol ile bir veri füzyonu projesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Uydulardan ve yerden alınan verileri, verimli bilgiye dönüştüren bir mekanizma kurmayı hedeflemektedir. Türkiye genelinde tesis edilmiş istasyonlardan elde edilen veriler, UHUZAM’da toplanarak, aynı merkezden indirilen uydu verileri ile birleştirilmektedir. Ülke sathında 2014 yılı itibarıyla %80’lik bir alan kaplanmıştır. TARBİL kapsamında araziye apliedilen sensörlerle elde edilen kayıtlar ve uydu gözlem verileri, bir bulut ortamında saklanarak, mobil teknolojiler aracılığıyla tarımda birey-makine-teçhizat bütüncüleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu istasyonlardan anlık olarak alınan meteorolojik verileri, bitkilerin fenolojik evreleri ve olası hastalık durumları takip edilmektedir. (Durmuş, Güneş, Kırıcı ve Üstündağ, 2015; Sönmez, Üstündağ, Bağış ve Çetin, 2015; Üstündağ ve Şentürk, 2015; Yazar, Özalkan ve Üstündağ, 2014).

%100 yerli tasarlanmış bir platform olan TARBİL, tarımı yönetirken ihtiyaç duyulabilecek bütün verilerin toplandığı ve kaydedildiği, uygun



sorgulamalar ile kullanıcıya sunulduğu bir sistemdir. Aynı zamanda, çiftçilerin ve kooperatiflerin tarımsal desteklere olan başvurularını da çevrimiçi olarak yapabileceği bir platform olarak tasarlanmıştır (Küsek, 2017).

TARBİL projesindeki verileri parsellerle ilişkilendirebilmek için tarım parsellerinin sayısallaştırılması çalışmaları da yürütülmüştür. Dolayısıyla SPOT uydu görüntülerinden yapılan sayısallaştırmalar ve Tapu – Kadastro verilerinden derlenen kadastral parsel sınırları ile Türkiye’de 23.1 milyon kadastral parseline karşılık, 32.5 milyon tarım parselinin varlığı tespit edilmiştir ve bu parsellere elektronik kimlik numarası verilmiştir. “Tarım Parseli Bilgi Sistemi” olarak adlandırılan bu çalışmada, parsellerin malik ve kullanıcı bilgileri, tarım parseli kimliği (kimlik numarası, ada, parsel numaraları), parselin rakım, büyük toprak grubu, eğim, organik madde, derinlik ve tohum gibi zirai ve fiziksel verileri, aynı zamanda da verilen desteklerle ilgili veriler bulunmaktadır. Aynı zamanda, 81 ilde 10 bine yakın personelin çalıştırılması ile “Tarım Envanteri Yönetim Sistemi” kurulmuş; personellere canlı görev yönetimi, canlı raporlama ve anlık iletişim gibi işlemler internete bağlı tablet bilgisayarlar ile sağlanmıştır. Görevliler kendi ekranlarından yetkilendirildikleri köyleri görerek bu alanlardaki hayvan, ekipman, ürün, tarım parseli, işletme sayısını sisteme girebilmektedir (TARSEY WEB, 2015).

#### 1.4 Çalışmanın Amacı

Oluşturulacak olan KVA’nın, kırsal arazi reformu çalışmalarına yönelik olarak elinde bulundurması gereken onlarca tematik veri seti ve yüzlerce öznitelik bulunmaktadır. Ülkemizde, her veri seti farklı standartlar kullanılarak, farklı kurumlar tarafından üretilmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemizin de belirleyici ve katılımcı olduğu uluslararası standartlara ve ülkemizde hâlihazırda kamu eliyle yürütülmekte olan KVA çalışmalarının bilgi birikimi ve süreçlerine uyumlu bir kırsal tematik veri şeması yapısına gereksinim bulunmaktadır.

Bu çalışmada kırsal alanlara yönelik olarak, hem orman ve mera alanlarını, hem de tarım alanlarını kapsayan bir kırsal arazi tematik veri teması oluşturulmuştur. Bu veri teması hem APTS ile eşgüdümlü, hem de İnan’ın önerdiği (2010, s. 159) kırsal arazi kullanımı sorununu çözmeye yönelik bir içeriğe sahiptir.

Bu çalışmada modellenen KVA veri teması kavramsal modeli, günümüz teknolojilerinden uzak bırakılmamıştır. Yeni veri toplama teknikleri, verilerin anlık ve internet üzerinden, sensörler vasıtasıyla, büyük veri altyapıları mimarisinde toplanmasını ve analiz edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada da, sensör teknolojilerinin ve büyük veri anlayışının model ile nasıl bütünleştirileceği gösterilmektedir. Üretilen kırsal alanlar kavramsal modelinde, araziden veri toplayan

interneteye bağlı sensörlerin (akıllı sensörler) kullanımını TUCBS’ye ekleyen bir anlayış bulunmaktadır.

## 2 YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1 Kırsal Alanlar Veri Teması Kavramsal Modeli

#### 2.1.1 Tanım ve kapsam

Bu veri temasının kavramsal modeli, ülkemizdeki kırsal alanlarda bulunan tarım arazilerini, mera arazilerini ve orman arazilerini doğrudan ilgilendirmektedir. Ülkemizde kırsal arazi kullanımları, ayrı ayrı veri altyapılarında ve ayrı yasal dayanaklarla yönetilmektedir. Bütün kırsal arazi kullanımlarının bütünlük bir veri altyapısı modeli içinde, teknolojinin geldiği yere uygun bir anlayışla yönetilmesi zorunluluğu bulunmaktadır. Kırsal Alanlar Veri Teması Kavramsal Modeli (TR.KR) da, bu istenç doğrultusunda hazırlanmıştır. Türkiye’deki kırsal alanların şematik tarifi Şekil 1’de gösterilmiştir. Şema incelendiğinde, her bir veri setinin hazırlanmasını hükmeden yasal mevzuatı ve devletin kalkınma stratejilerine uygun olarak hazırladığı ya da gerçekleştirdiği projelerden elde ettiği derlenebilir veri setlerini görmek olanaklıdır.

Türkiye’deki orman verileri, Orman Genel Müdürlüğü, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve bazı durumlarda büyükşehir belediyeleri tarafında üretilmektedir. Bu farklılıklar, orman verileri arasında sınır çizgisi bakımından tutarsızlıklar oluşturmaktadır. Bu kavramsal modelde, Orman Genel Müdürlüğü’nün güncel arazi kullanımına uygun elektronik haritalarındaki veri setlerinden faydalanılmıştır. Orman vasfını yitirmiş 2/B Arazileri için de, Milli Emlak Genel Müdürlüğü’nün sınır ve rayiç bedel verileri göz önünde bulundurulmuştur. Arazi kullanım planlamasının “koruma” amacını düşünerek, yine Orman Genel Müdürlüğü’nün orman yangınlarını önleme ve söndürme teçhizatlarını gösteren elektronik harita verileri değerlendirilmiştir.

Türkiye’deki mera varlığı, “Türkiye Geneli Mera Tespit ve Tahdit Çalışmaları” neticesinde tespit edilmiş, 3402 sayılı Kadastro Kanunu’nun 16. maddesi (b) bendi gereği “Kamu Orta Malları Sicilleri” içinde tescil edilmiştir. 4342 sayılı Mera Kanunu’nda belirtilen arazi kullanımı ile ilgili tanımlar da, bu veri şemasına eklenmiştir. Türkiye’nin mera varlığı ve üzerindeki tahsis, işgal, ıslah, hayvan varlığı gibi veriler Mera Bilgi Sistemi’ne (MERBİS) aktarılmıştır. Dolayısıyla, MERBİS içindeki veriler, burada önerilen kırsal alanlar veri teması kavramsal modeline güncelleme ve kontroller sağlandıktan sonra doğrudan aktarılabilir.

Türkiye’deki tarım verileri daha karmaşık bir mevzuat ve uygulama yapısı içermektedir. Kırsal arazi yönetiminin ve arazi kullanımının temelini oluşturan en önemli yasa, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu’dur. Bu kanun uyarınca, arazi kullanım planlamaları, kırsal

parsellerin gelecek kullanımı ile ilgili kararlar, kırsal parsellerin bölünmesine ilişkin kısıtlamalar ve en önemlisi de kırsal arazilerin sınıflandırılmasına ilişkin teknik detayları içeren süreçler yönetilir. Bu

kanuna doğrudan bağlı olan yönetmelikler ve teknik talimatlar, uluslararası standartları da göz önünde bulundurarak arazilerin nasıl sınıflandırılacağını belirtmektedir.



**Şekil 1.** Türkiye’de Kırsal Alanlarla İlgili Yasal Dayanaklar ve Derlenebilir Veriler

Aynı zamanda, Türkiye’deki tarım ürünlerinin verimliliğini, kalitesini ve güvenliğini artırmak amacıyla Gıda Güvenliği, İyi Tarım Uygulamaları, Organik Tarım, Çevre Amaçlı Tarım Arazilerini Koruma Programı (*kıs. ÇATAK*) gibi yeni uygulamalar da bu veri şeması içinde düşünülmüştür. Bunun yanı sıra, 5403 sayılı Kanun kapsamında, tarım arazileri üzerindeki tarım dışı faaliyetlerin izlenmesi ve bu konudaki e-devlet üzerinden yapılan başvuruların değerlendirilmesi süreçlerinde gereken iş akışına uygun veriler de bu veri şemasına dahil edilmiştir.

Daha önce bahsedilen TARBİL projesindeki tüm altlıklar düşünüldüğünde, sensörlerden elde edilen anlık verilerin de bu büyük veri altyapısı içinde olmazsa olmaz bir yer alması gerektiği anlaşılacaktır. Ancak mevcut durumda TARBİL Projesi için kullanılan sensör verileri, 5403 sayılı Kanun’un yüklediği arazi kullanım planlaması ve arazi sınıflandırması sorumluluğunu yeterli derecede karşılamamaktadır. Hâlihazırda toplanan veriler, anlık bitki ve su etkileşimlerini izleyip eylemleri oluşturmak ve meteorolojik izlemelerin yapılmasını sağlamakta olup; mevzuatın ve teknik talimatnamelerin sunduğu arazi sınıflandırması ve arazi kullanım planlamasına altlık olabilecek diğer verileri içermemektedir. Dolayısıyla, TARBİL çalışmalarına toprak sınıflandırmasında önemli yer tutan analitik verileri üretebilecek optik, jeoelektrik,

mekanik ve elektrokimyasal sensörlerin de dahil edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, sunulan bu veri şemasında tüm sensörlere ilişkin özellik tipleri de eklenmiştir.

İnternete bağlanan akıllı sensörler, sadece tarım arazilerinde değil, orman ve mera arazilerinde de kullanılabilir. TARBİL projesinin başarılı sensör kullanımı girişimini, diğer kırsal alan türlerinde de desteklemek amacıyla, orman ve mera veri setleri de sensör veri setiyle ilişkilendirilmiştir.

Avrupa’nın INSPIRE Direktifi Ek-3’te bulunan “Toprak Veri Şeması”, hem ülkemizde yürürlükte olan mevzuatlar tarafından sunulan tanımlara uygunsuzluğu, hem de tarım arazilerimiz hakkında topladığımız veri ve bilgilerin direktifin önerdiği veri setlerinden daha zengin olması gibi nedenlerle ülkemize birebir uyumlu bir şema değildir. Ancak INSPIRE Direktifi, toprak türü sınıflandırması için hem yerel olarak tercih edilen sistemin, hem de Dünya Tarım Örgütü’nün (*kıs. FAO*) sınıflandırma sisteminin kullanılmasını önermektedir. Dolayısıyla 5403 sayılı yasaya göre yapılan sınıflandırmayı içeren veri setinde, hem yerel olarak kullandığımız eski Amerikan sınıflandırmasına dayanan 1984 yılında tamamlanan Türkiye Toprak Envanteri’nde kullanılmış “Büyük Toprak Grubu” sınıfları, hem de FAO’nun World Reference Base (*kıs. WRB*) toprak sınıfları bir arada öznitelik olarak sunulmuştur.

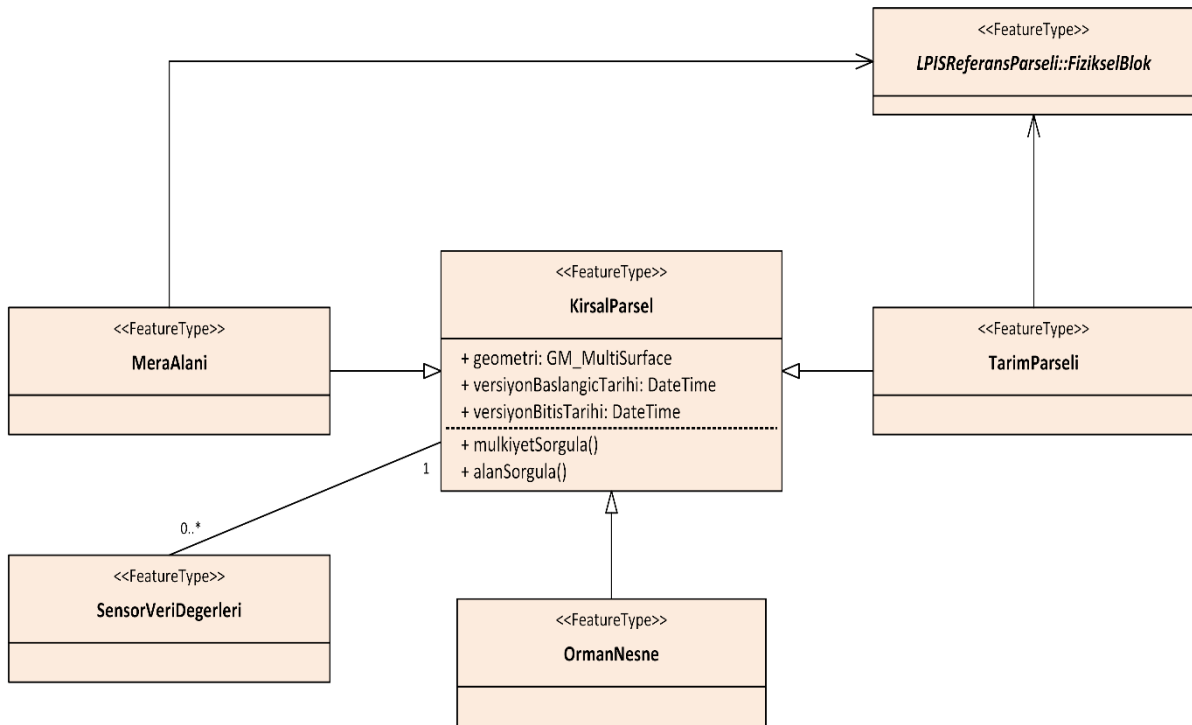
## 2.1.2 Uygulama şeması

TR.KR Uygulama Şeması'nın ana bileşeni "KırsalParsel" adlı özellik tipidir. Bu özellik tipi, tarım parsellerini (*TarımParseli*), mera alanlarını (*MeraAlanı*), orman alanlarında bulunan nesnelere (*OrmanNesne*) kapsayan diğer özellik tiplerinden hiyerarşik olarak oluşur. Aynı zamanda, kırsal parsellerdeki sensör kullanımından toplanan verileri kapsayan özellik tipi (*SensorVeriDeğerleri*) ile de doğrudan ilişkilendirilmiştir (Şekil 2). Bu uygulama şemasında Avrupa Birliği'nin tarım hibelerine yönetmesi için kurduğu APTS standartlarına göre hazırlanan yerli proje de düşünülmüştür. Şekil 2'nin üst kısmında ilişkilendirilmiş olarak gösterilen ve APTS Fiziksel Bloklarını temsil eden özellik sınıfı sayesinde, APTS projesi bünyesinde sayısallaştırılan fiziksel bloklara ilişkin toprak ve arazi kullanım verilerini bütüncül bir şekilde irdelemek olanaklı olmaktadır. Uygulama şemasını ilgilendiren veri sözlüğü, Ekler kısmındaki Tablo 1'de verilmiştir.

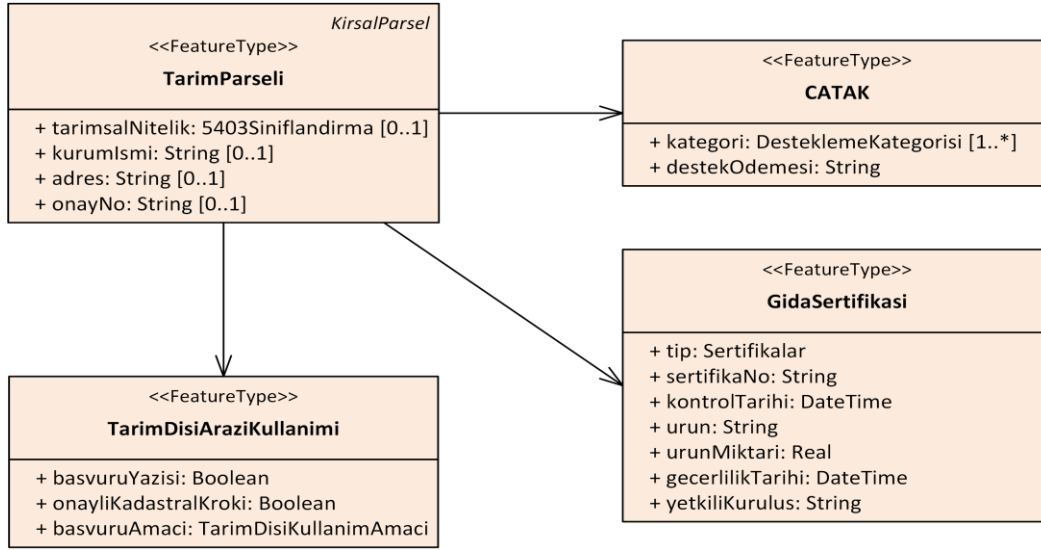
Her tarım parseli "*TarımParseli*" özellik tipi altında toplanmıştır. Bu özellik tipinde, parselin tarımsal özellikleri ve yetenek sınıfları, tarım dışı arazi kullanımı, yerel hibeler ve gıda güvenliği sertifikaları işlenmektedir. "*tarımsalNitelik*" özneliği, "*5403Sınıflandırma*" veri tipi ile bağdaştırılarak, 5403 sayılı yasaya uygun bir şekilde

tarım arazilerimizin nasıl sınıflandırılacağına ilişkin verileri tanımlar. *TarımParseli* özellik tipi ile ilişkilendirilen diğer öznelikler ise "*GıdaSertifikası*", *CATAK* ve *TarımDisiAraziKullanımı*" şeklindedir. Sorgulanan tarım parselinde şayet bu uygulamalar yürütülüyorsa, bunlara ilişkin öznelikleri bir arada görmek olanaklıdır. Adı geçen uygulamaların içindeki öznelikler, uygulamaların mevzuatlarından ve kayıt sistemlerinden derlenmiştir (Şekil 3).

"*TarımDisiAraziKullanımı*" özellik tipinde belirtilen "*basvuruAmacı*" özneliğinin detayları "*TarımDisiKullanımAmacı*" kod listesinde belirtilmiştir. Bu kod listesi hazırlanırken, Tarım Arazilerini Değerlendirme Genel Müdürlüğü'nün Tarım Dışı Otomasyon Sistemi'nden yararlanılmıştır. "*CATAK*" özellik tipinde belirtilen "*kategori*" özneliğinin detayları "*DesteklemeKategorisi*" kod listesinde belirtilmiştir. "*GıdaSertifikası*" özellik tipinde belirtilen "*tip*" özneliğinin detayları da, hâlihazırda bulunan Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi'ne dayandırılarak "*Sertifikalar*" kod listesinde sunulmuştur. Bu sertifikalar, mevzuattaki şartları sağlayan şirketlere verilen organik tarım, iyi tarım uygulamaları ya da gıda güvenliği sertifikaları olarak sıralanır (Şekil 3). *TarımParseli* ve ilişkili olduğu diğer özellik tiplerine dair veri sözlüğü Ekler kısmında Tablo 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. TR.KR Uygulama Şeması



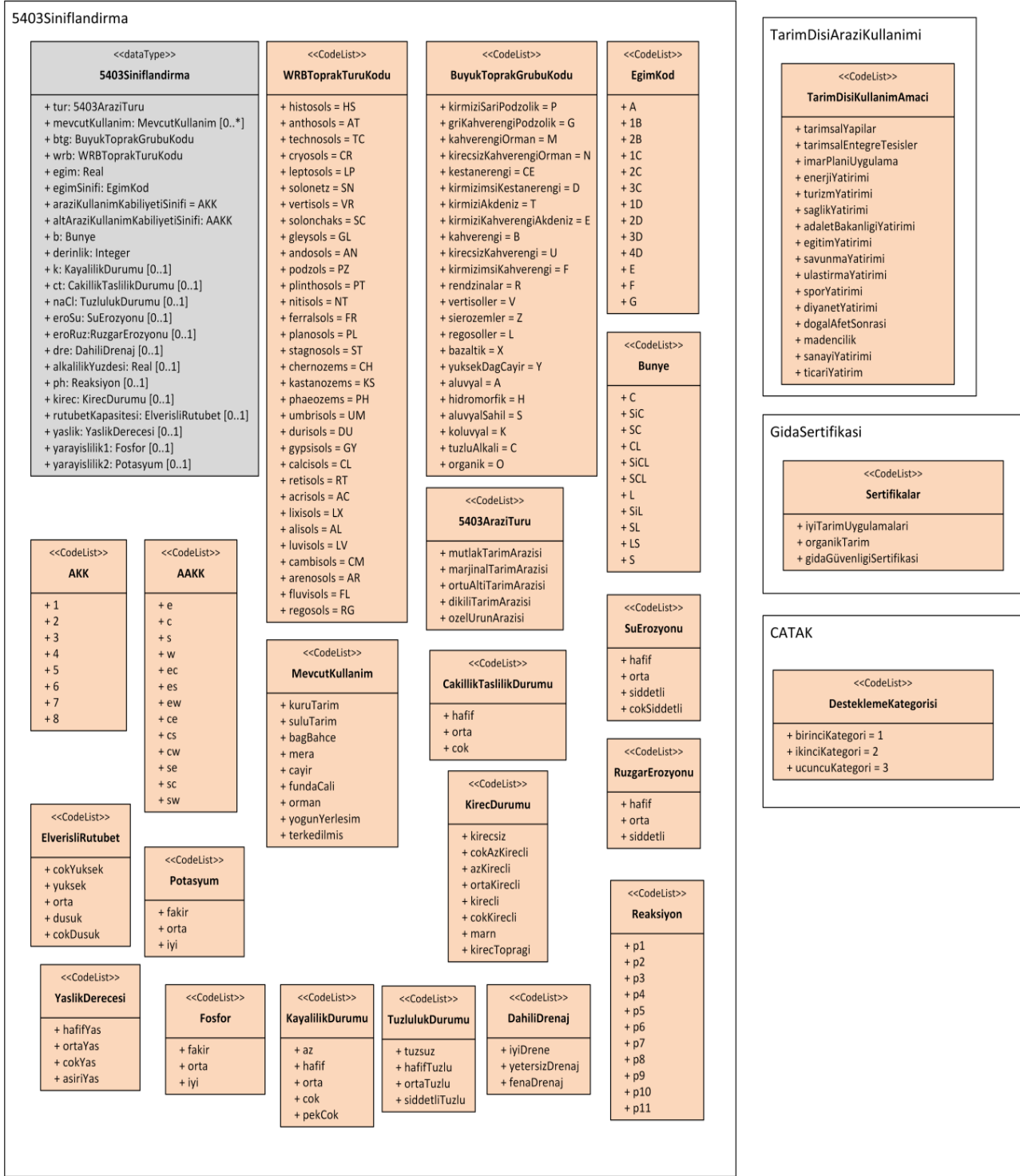
**Şekil 3.** TarımParseli ve İlişkili Olduğu Özellik Tipleri

Tarım parsellerinin tarımsal niteliğini belirten “5403Siniflandirma” adlı veri tipi, “5403 sayılı yasadaki 7. ve 8. maddeler”, kanunun uygulama yönetmeliğinin 8. ve 14. maddeleri, 9 Aralık 2017 tarihinde yürürlüğe giren “Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Yönetmelik” ve ilgili uygulama talimatı, “Toprak ve Arazi Sınıflandırması Teknik Talimatı” göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bu veri tipinde, sınıflandırma işleminin yapılabilmesi için zorunlu ya da seçmeli olarak elde edilmesi gereken toprakla ilgili öznitelikler bulunmaktadır. Eğer öznitelik bir kod listesi barındırıyorsa, bu da veri şeması içine eklenmiştir (Şekil 4). Hazırlanan kod listeleri, mevzuatın, standartların ya da kullanılan teknolojilerin değişim göstermesi nedeniyle güncellenebilir. Bu veri tipinde, arazi kullanım planlaması için en çok öneme sahip olan öznitelik “5403AraziTuru” kod listesi ile betimlenen “tur” öznitelidir. Bu öznitelik aslında, elde edilen diğer veriler aracılığıyla karar verilen sınıflandırma sonucu olup, arazinin mutlak, marjinal, örtü altı, dikili ya da özel ürün tarım arazisi olması arazi kullanım planlaması kararlarını doğrudan etkilemektedir. Şekil 4’te gösterilen tüm kodlara ilişkin veri sözlüğü, Ekler bölümünde Tablo 3’te ve 4’te sunulmuştur.

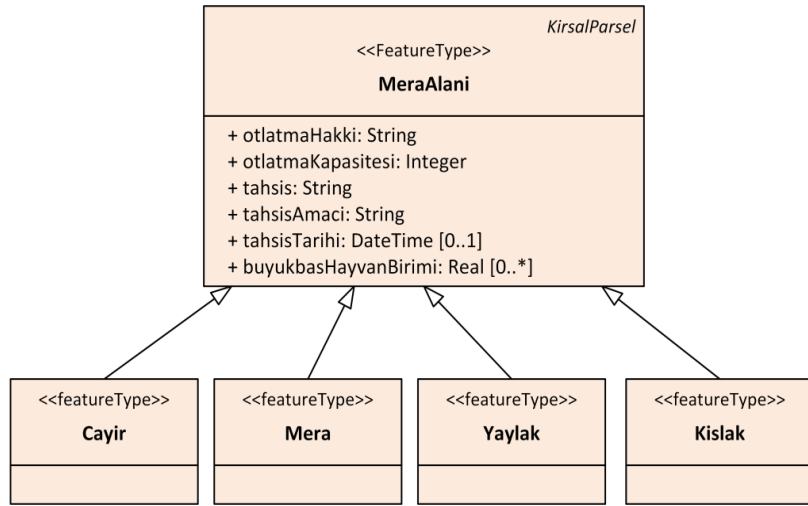
“MeraAlani” özellik tipi, 4342 sayılı Mera Kanunu’nda bulunan tanımlar doğrultusunda hazırlanmıştır. Meralar, kanunun tanımladığı “çayır, mera, yaylak, kıslak” kategorilerine ayrıldığı için, bu alt özellik tiplerinden meydana gelmektedir. Her mera alanı için, otlama hakkı ve kapasitesi, tahsis bilgileri ve büyükbaş hayvan birimi gibi nitel ve nicel veriler öznitelik olarak eklenmiştir. MERBİS sistemi

de benzer bir işleyişe sahiptir, ancak meralardaki toprak ve su etkileşimlerini izlemek ve hayvanlara ilişkin güncel bilgileri anlık olarak toplayabilmek amacıyla oluşturulmuş dinamik bir altlıktan yoksundur. Dolayısıyla, *MeraAlani* özellik tipi de sensör verilerinin sunduğu özniteliklere kavuşturulmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın meralara da akıllı sistemleri bütünleştirme çalışmalarını projelendirilmesi koşullarında, MERBİS ve sensör verileri bütünleştirilerek modelde önerilen Kırsal Alanlar veri şemasının kapsamına dahil edilebilir (Şekil 5). *MeraAlani* ve ilişkili özellik tiplerini açıklayan veri sözlüğü, Ekler bölümünde Tablo 5’te sunulmuştur.

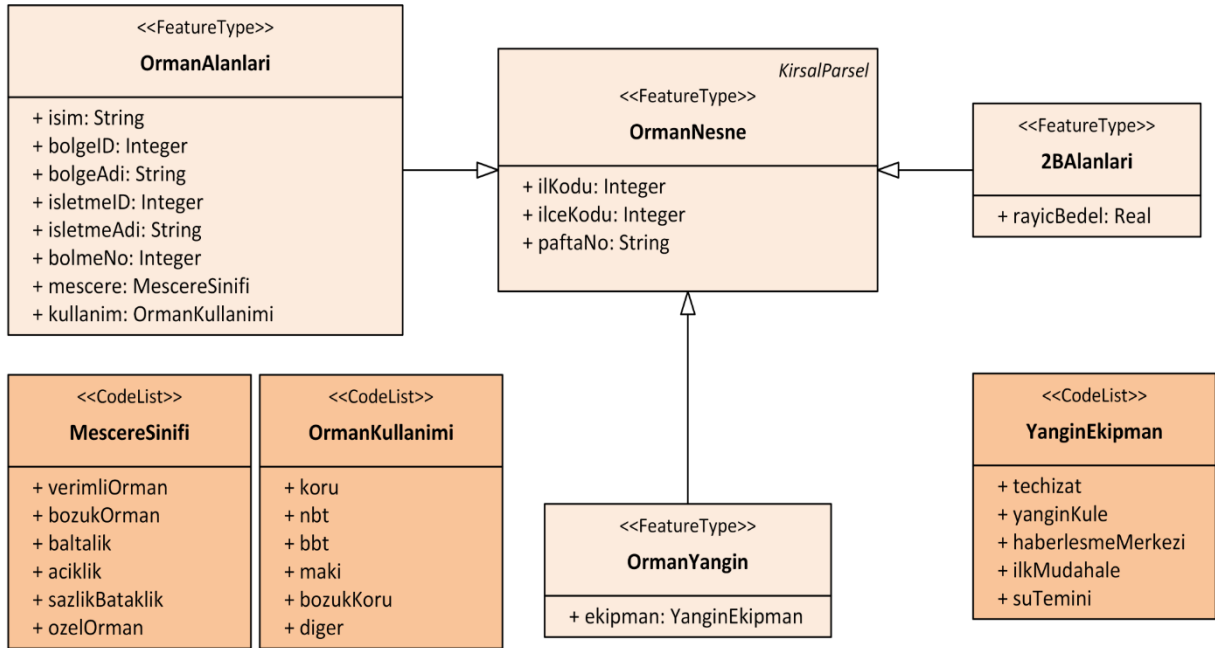
“OrmanNesne” özellik tipi, “OrmanAlanlari”, “OrmanYangin” ve “2bAlanlari” özellik tiplerini kapsamaktadır. 6831 sayılı Orman Kanunu’nun tanımları ve Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat Yönetmeliği’ndeki idari hiyerarşi ve Milli Emlak Genel Müdürlüğü’nün 2B Alanları ile ilgili kayıtları göz önünde bulundurularak bu özellik tipleri hazırlanmıştır (Şekil 6). Orman Genel Müdürlüğü’nün hazırladığı Orman Bilgi Sistemi’ndeki (ORBİS) orman kullanımı öznitelikleri ve Orman Mescere Haritaları’nın mescere sınıfları da, kavramsal modelin bu kısmına kod listesi olarak eklenmiştir. “OrmanYangin” özellik tipi, veri altyapısı modelinde geometrik olarak nokta türü nesnelere oluşmuştur. Bu özellik tipindeki yangın ekipmanı türleri ise, Orman Genel Müdürlüğü’nün e-Harita servislerindeki özniteliklerden derlenmiştir. *OrmanNesne* ve bağlantılı özellik tiplerini açıklayan veri sözlüğü, Ekler bölümünde Tablo 6’da verilmektedir.



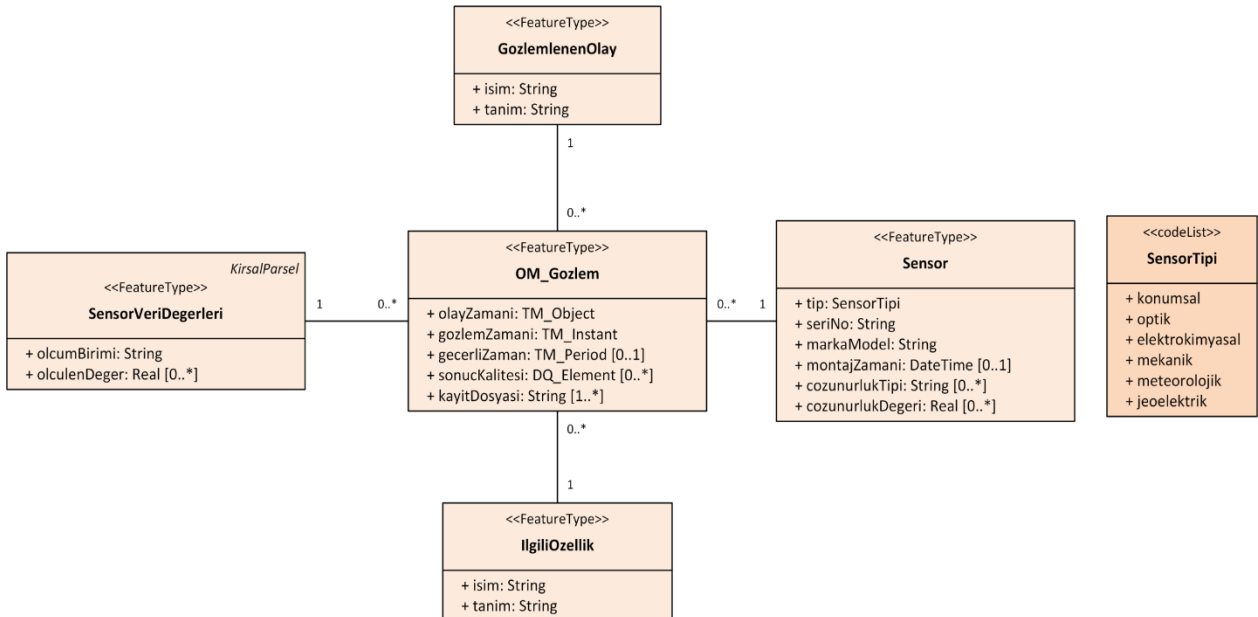
Şekil 4. 5403 Sınıflandırma Veri Tipi ve Kapsadığı Kod Listeleri



Şekil 5. Mera Alanları Özellik Tipi Şeması



Şekil 6. Orman Nesne Özellik Tipi İlişkisel Şeması ve Kod Listeleri



Şekil 7. Sensörler Veri Tipi ve İlişkili Kod Listesi

TR.KR veri teması kavramsal modelinde bütün kırsal parseller *SensorVeriDeğerleri* olarak adlandırılan ve her çeşit kırsal parselden sensör veri akışını sağlayan özellik tipi ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 7). Bu özellik tipi, ISO 19156 standardının sunduğu çözümlerden uyarlanarak, birçok sensör tipini destekleyen niteliktedir. ISO 19156 standartındaki “Noktasal Gözlem” (*Point Observation*) anlayışı tercih edilerek, herhangi bir konumda anlık olarak tek bir özelliğin gözlemlenmesi hedeflenmiştir.

İlişkili olan *OM\_Gozlem* özellik tipi anlık olarak gözlemlenen olayı temsil eder. Gözlemlenen olayın özelliklerini *GozlemlenenOlay* (*ObservedPhenomenon*) özellik tipi, gözlemlerle ilişkilendirilen gerçek dünya olaylarını *IlgiliOzellik* (*FeatureOfInterest*) özellik tipi ve gözlemleyen sensörün özelliklerini de *Sensor* özellik tipi ile nitelenebilir. Sensör tipleri (*SensorTipi*) kod listesi ile nitelenen ise çok çeşitlidir. Örneğin arazi üzerinde konumsal, optik, elektro-kimyasal, mekanik, meteorolojik ve jeoelektrik sensörler kullanılabilir. Bu özellik tiplerinde bulunan öznelikler teknolojik gelişmelere ve gelecekte karşılaşılabilecek yeni gereksinimlere göre esnek olarak tasarlanmıştır. Araziye applike edilen ya da mobil bir platform üzerinde kurulan sensör istasyonlarında bir ya da birden fazla çeşit sensör kullanılabilir. *SensorVeriDeğerleri* özellik tipinde kaydedilen gözlemlerin ölçü değerleri ve ölçü birimleri saklanır ve bu her bir kırsal parsel ile ilişkilendirilmiş olur. Kullanıcı bu sayede, sorguladığı parseldeki hâlihazırda mevcut olan sensör verilerini inceleyebilir.

### 3. BULGULAR

Kırsal kalkınma çalışmaları esnasında karşılaşılan arazi kullanımı problemlerinin çözümleri için, güncel dinamik ve yeni teknolojiler ile bütünleşik KVA'ların kullanımına, bu altyapılardan elde edilecek veri ve bilgilerin analizi ışığında yapılacak arazi kullanımı planlamasına ve uygulamasına gereksinim vardır.

Oluşturulacak olan KVA'lar, çok kapsamlı ve geniş hacimli veriler ile beslenmelidir. Bu denli büyük bir veri altyapısının anlaşılabilirliği için büyük veri kavramının, bu veri altyapısının araziden anlık veri toplayabilmesi için de sensör ve nesnelerin interneti teknolojilerinin irdelenmesi zorunludur. Bu kadar geniş bilginin toplanabilmesi için insan gücüne ve zaman alıcı süreçlerin işletilmesine ihtiyaç vardır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, KVA oluşturma ve coğrafi bilgi sistemleri tekniği ile yeryüzünün biyolojik ve fiziksel göstergelerini ve değişimlerini anlık olarak ve her ölçekte, hava

fotoğrafları, sensörler ve uydu görüntüleri ile tespit etmek olanaklıdır.

Bu çalışmada önerilen KVA modelinin, gerçek verilerle ve gerçek arazi çalışmalarıyla test edilmesi zorunluluğu bulunmaktadır. Bu çalışmada elde edilen veri şeması, bir proje aracılığıyla kamu kurumları çatısı altında tartışılabilir, kamunun beklentilerinin ve diğer bilim insanlarının katkılarının da eklenmesi ile zenginleşebilir. Bu çalışmanın önerdiği veri şeması modelinin, daha önceden gerçekleştirilmiş TUCBS v.1, TARSEY<sup>1</sup> ve şu an çalışmaları yürütülen TUCBS v.2 ile bütünleştirilmesi olanaklıdır. Bu bütünleştirme sayesinde, hem sensör kullanımı zenginliği sağlanacaktır, hem de mevzuatımıza ve ülkemizin kalkınma hedeflerine uygun, özellikle kırsal arazi kullanımına sorunlarını irdelleyen veri şemaları oluşturulabilir.

INSPIRE Direktifi, her bir kırsal arazi kullanımı tipi için daha küçük ve özel model üretimini önermektedir; böylece sonuç ürünler temaya özgü veri standartlarında üretilebilecektir. Ancak, bu çalışma tüm kırsal arazi kullanımını tek bir model içerisinde irdemektir. Bu tercih, bir takım avantajları ve dezavantajları beraberinde getirmektedir. Türkiye’de tüm kırsal alanlar büyükşehir belediyelerinin ve iki adet bakanlığın domine ettiği bir sistem içerisinde yönetilmektedir. Her kurumun farklı sıklıklarda, farklı standartlarda ve farklı ölçeklerde topladıkları bu veriler, bazen aynı araziler için bile farklı nitelikler taşımaktadır. Kurumlar arası tutarlı veri üretiminin sağlanması ve geniş bir veri altyapısının kullanılması daha doğru arazi kullanımı bilgisi sunacaktır. Aksi takdirde, mevcut durumda birlikte çalışılabilirlik karnesi ve yasal bütüncüllüğü zayıf olan ülkemiz için parçalı modeller, güncel olmayan ya da hatalı konumsal bilginin üretilmesine neden olacaktır. Böylesine geniş bir KVA kullanımında karşılaşıcağımız bir zorluk ise düzenli bakım süreçlerinin (back-up kontrolleri vb.) maliyetinin artması ve daha geniş disk alanlarına gereksinim duyulması olarak söylenebilir.

INSPIRE Direktifi’nin “Tarım ve Akuakültür” veri temasında etkinlik alanı, site, holding gibi kullanımlarla tarımsal işletmeler nitelendirilmiştir. Ancak bu kullanım biçimi ülkemiz yerel gerçeklerine uygun değildir: (1) tarım ürünleri ve gıda üretimi ile ilgilenen endüstriler ülkemizde toprak sahibi olmak yerine, hammaddelerini geleneksel çiftçilikle uğraşan kır nüfusundan temin etme yolunu tercih ettiği açıktır; (2) geleneksel tarımla uğraşan köylümüzün holding ya da marka oluşturabilecek kooperatifleşme kapasitesi zayıftır; (3) tarım arazilerinin ortaklaşa kullanımı tapu sicil sisteminde kayıt altında değildir. Dolayısıyla APTS projesindeki fiziksel blokların kullanımı tercih edilmiştir.

sürdürülebilir olmayan bir görünümle karşılaşılmamasına neden olmaktadır.

<sup>1</sup> TARSEY-TARBİL projeleri INSPIRE ve LPIS girişimlerinin tamamen dışında yürütülmüştür. Kırsal arazilerle ilgili veri ve bilgi üreten bu projelerin, ulusal coğrafi sistemi ağı dışında kalması parçalı ve

APTS çalışmalarında kullanılan Tarım Parseli özellikli tipi Avrupa genelinde tarım parselini tanımlar ve onun konumunu belirtir; tarımsal hibelere uygun olan alanı tespit eder ve çiftçilerin hibe başvuruları ile ilgili bilgileri saklar. Türkiye’de gerçekleştirilen APTS projesi üç aşama geçirmiştir: (1) ortogörüntülerin oluşturulması (24 ay), (2) kalite kontrol (26 ay) ve (3) sayısallaştırma. Türk APTS Projesi, tarımsal hibe verilebilecek arazilerin tespiti için FAO’nun Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi’ni (LCCS) yöntem olarak belirlemiştir. Bu yöntem arazileri yaşam formu, konumsal özellikleri, bitki türleri ve tarım kültürü uygulamaları açısından sınıflandırır (Aslan, 2016; MAF, 2017; Sagris ve diğerleri, 2013; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2014). Bu yaklaşım, gıda güvenliği, arazi ve üretim envanterlerinin oluşturulması, toprak analizleri gibi CAP hedefleri için yeterli olmamaktadır. Dolayısıyla oluşturulan TR.KR veri şemasında genişletilmiş bir tarım parseli özellikli tipi sunularak tarım bilgi sistemimizin daha çok veri ile beslenmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda da, Aydınoglu (2009) ve İnan (2010) tarafından önerilen ve makalenin “Problem Tanımı” alt bölümünde vurgulanan hususları destekleyen bir veri şeması olduğu açıktır.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye geneli oluşturulması gereken arazi kullanımına yönelik KVA’ya esas olacak model önerisi yapılmıştır. Model tasarımında 5403 ve 6360 sayılı kanunların ülkemiz arazi yönetimi ve kullanımı sistematğine getirdiği yenilikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu kavramsal model, ülkemizin oluşturma çalıştığı arazi yönetimi sisteminin (bir diğer deyişle, çok amaçlı kadastronun) kırsal arazi kullanım temasına büyük ölçüde katkı sağlayacaktır. Bu sayede, çok amaçlı kadastronun kullanıcıları, kırsal parsellerin kullanımına ilişkin veri ve bilgileri anlık olarak öğrenebilecek ve özellikle tarımsal üretimde yaşanan darboğazlara ilişkin güncel teknolojiden faydalanarak çözümler üretilebilecektir.

Bu KVA tasarlanırken, gerek Avrupa INSPIRE Direktifi standartlarından, gerek Türkiye’deki mevcut KVA çalışmalarından faydalanılmıştır. INSPIRE Direktifi’ne göre TUCBS çalışmaları kapsamında tamamlanması gereken kırsal arazi kullanımı ile ilgili tematik veri şemaları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu tematik şemanın, INSPIRE Direktifi ile gerek mevzuat, gerek yerel gerçeklerimiz açısından %100 uyumlu olabilmesi olanaklı değildir. Dünyadan esinlenip, yerel gerçeklerle düşünüldüğünde, uluslararası standartlardan çok uzaklaşmadan, yerel gerçekleri ve mevzuatı da mutlaka göz önünde bulunduran yerli bir KVA üretmek mümkündür. Tasarlanan KVA modeli, hem büyük veri mimarisi, hem de nesnelerin interneti teknolojilerinin sunduğu sensör kullanımı anlayışı ile hareket etmektedir. Dolayısıyla, bu veri şemasının ISO 19156 standardı kullanılarak sensörlerle entegrasyonu sağlanmıştır. Anlık sensör

verilerinin kullanılması ile iklim değişimi ve doğal afetlere karşı hassas olan arazi kullanımlarının izlenmesi ve acil eylemlerin oluşturulabilmesi söz konusudur.

Bu model, TARBİL projesinde kullanılan sensör çeşitliliğini artırmakta ve tarım reformu projelerinin gerektirdiği veri çeşitliliğini kapsamaktadır. Bu büyük KVA mimarisini açıklayan geniş veri sözlükleri, hem standartları ile hem de tanımları ile sunulmuştur.

#### BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Türkiye için arazi kullanımına yönelik konumsal veri altyapısının modellenmesi” başlıklı doktora tezinden bir derlemedir. Bu makalenin daha iyi bir duruma getirilmesi için değerli katkılarını sunan üç anonim hakeme ve dergi editörüne şükranlarımı sunarım. Bu çalışma, kamu ya da özel sektör kaynaklı fon desteğine sahip değildir.

#### KAYNAKÇA

- Aslan, M. (2016). LPIS in Turkey. 19 Ocak 2019 tarihinde [https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/21\\_S6\\_Aslan\\_ST.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/21_S6_Aslan_ST.pdf) adresinden erişildi.
- Aydınoglu, A. Ç. (2009). *Türkiye için Coğrafi Veri Değişim Modelinin Geliştirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Doktora Tezi.
- Aydınoglu, A. Ç. ve Yomralıoğlu, T. (2009). Developing Geospatial data specification following INSPIRE with Turkey case. *ISPRS International Workshop on Geospatial Data Cyber Infrastructure and Real-time Services with special emphasis on Disaster Management* içinde . Hyderabad, India.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). *Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Standartlarının Belirlenmesi Projesi: TUCBS Kavramsal Model Bileşenleri*.
- Charvat, K., Junior, K. C., Reznik, T., Lukas, V., Jedlicka, K., Palma, R. ve Berzins, R. (2018). Advanced Visualisation of Big Data for Agriculture as Part of Databio Development. *IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* içinde (ss. 415–418). IEEE. doi:10.1109/IGARSS.2018.8517556
- Coleman, D. J. ve McLaughlin, J. (1998). Defining global geospatial data infrastructure (GGDI): components, stakeholders and interfaces. *Geomatica*, 52(2), 129–143. doi:<https://doi.org/10.5623/geomat-1998-0021>
- Durmuş, H., Güneş, E. O., Kırıcı, M. ve Üstündağ, B. B. (2015). The design of general purpose



- autonomous agricultural mobile-robot: AGROBOT. 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics) içinde (ss. 49–53). IEEE. doi:10.1109/Agro-Geoinformatics.2015.7248088
- European Commission. (2007). Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). *Official Journal of the European Union*, 108, 1–14.
- Hjelmager, J., Moellering, H., Cooper, A., Delgado, T., Rajabifard, A., Rapant, P., ... Martynenko, A. (2008). An initial formal model for spatial data infrastructures. *International Journal of Geographical Information Science*, 22(11–12), 1295–1309. doi:10.1080/13658810801909623
- İnan, H. İ. (2010). *Arazi İdare Sisteminin Tarım Bileşeni Olarak Konumsal Veri Modeli Geliştirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Doktora Tezi.
- Inan, H. I., Sagris, V., Devos, W., Milenov, P., van Oosterom, P. ve Zevenbergen, J. (2010). Data model for the collaboration between land administration systems and agricultural land parcel identification systems. *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2440–2454. doi:10.1016/j.jenvman.2010.06.030
- ISO TC 211/SC. (2011). *ISO 19156 Geographic information -- Observations and measurements*. doi:10.13140/2.1.1142.3042
- Kotsev, A., Schleidt, K., Liang, S., van der Schaaf, H., Khalafbeigi, T., Grellet, S., ... Beaufiles, M. (2018). Extending INSPIRE to the Internet of Things through SensorThings API. *Geosciences*, 8(6), 221. doi:10.3390/geosciences8060221
- Küsek, G. (2017). Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi Projesi. 12 Kasım 2018 tarihinde [http://www.gurselkusek.com.tr/\\_d/TKK\\_Destekler14.pdf](http://www.gurselkusek.com.tr/_d/TKK_Destekler14.pdf) adresinden erişildi.
- Lemmen, C., van Oosterom, P. ve Bennett, R. (2015). The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy*, 49, 535–545. doi:10.1016/j.landusepol.2015.01.014
- MAF. (2017). LPIS in Turkey. 19 Ocak 2019 tarihinde <http://iacs.tarim.gov.tr/wp-content/uploads/2018/03/Presentation-LPIS-in-Turkey.pdf> adresinden erişildi.
- Masser, I. ve Cromptoets, J. (2015). Implementing INSPIRE in the Member States. I. Masser (Ed.), *Building European Spatial Data Infrastructures* içinde. Redlands: ESRI Press.
- Pashova, L. ve Bandrova, T. (2017). A brief overview of current status of European spatial data infrastructures – relevant developments and perspectives for Bulgaria. *Geo-spatial Information Science*, 20(2), 97–108. doi:10.1080/10095020.2017.1323524
- Rajabifard, A. ve Williamson, I. P. (2001). Spatial Data Infrastructures: An Initiative to Facilitate Spatial Data Sharing. R. Tateishi ve D. Hastings (Ed.), *Global Environmental Databases - Present Situation and Future Directions* içinde (ss. 108–136). International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Resmi Gazete. (2005). Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5403.pdf> adresinden erişildi.
- Resmi Gazete. (2012). On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6360.pdf> adresinden erişildi.
- Řezník, T., Charvat, K., Lukas, V., Charvat Jr., K., Horakova, Š. ve Kepka, M. (2015). Open Data Model for (Precision) Agriculture Applications and Agricultural Pollution Monitoring. *Proceedings of EnviroInfo and ICT for Sustainability 2015* içinde (ss. 97–107). Paris, France: Atlantis Press. doi:10.2991/ict4s-env-15.2015.12
- Sagris, V., Wojda, P., Milenov, P. ve Devos, W. (2013). The harmonised data model for assessing Land Parcel Identification Systems compliance with requirements of direct aid and agri-environmental schemes of the CAP. *Journal of Environmental Management*, 118, 40–48. doi:10.1016/j.jenvman.2012.12.019
- Sang, N., Birnie, R. V., Geddes, A., Bayfield, N. G., Midgley, J. L., Shucksmith, D. M. ve Elston, D. (2005). Improving the rural data infrastructure: the problem of addressable spatial units in a rural context. *Land Use Policy*, 22(2), 175–186. doi:10.1016/j.landusepol.2003.08.008
- Sani, İ. B. (2013). *Coğrafi Veri Modelleri Arasında Uygulamaya Yönelik Dönüşüm Algoritmalarının Geliştirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- Sönmez, İ., Üstündağ, B. B., Bağış, S. ve Çetin, A. (2015). Agro-meteorological data Quality Control System design for Turkey's agricultural

monitoring and information system (TARBIL). 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics) içinde (ss. 276–279). IEEE. doi:10.1109/Agro-Geoinformatics.2015.7248118

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2014). Arazi Parsel Tanımlama Sisteminin (LPIS) Kurulmasına Yönelik AB Projesi Başladı. 19 Ocak 2019 tarihinde  
<https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Haber/34/Arazi-Parsel-Tanimlama-Sisteminin-Lpis-Kurulmasına-Yonelik-Ab-Projesi-Basladi> adresinden erişildi.

TARSEY WEB. (2015). Dr. Gürsel Küsek'in Tarsey (Tarbil) Projesi ile İlgili Röportajı. 22 Kasım 2018 tarihinde  
<https://www.youtube.com/watch?v=kXZ98kwMa8w> adresinden erişildi.

Taşkanat, T. (2016). *Çiftçi ve Tarım Arazilerinin Yönetimine İlişkin İhtiyaç Analizi Yapılması ve Bir Veri Modeli Geliştirilmesi*. Erciyes Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.

Tóth, K. ve Kučas, A. (2016). Spatial information in European agricultural data management. Requirements and interoperability supported by a domain model. *Land Use Policy*, 57, 64–79. doi:10.1016/j.landusepol.2016.05.023

Üstündağ, B. B. ve Şentürk, S. (2015). Parcel based air humidity trend analysis based on meteorological and phenological data obtained from a robo-stations subset of TARBIL's network. 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics) içinde (ss. 298–303). IEEE. doi:10.1109/Agro-Geoinformatics.2015.7248085

van Oosterom, P. ve Lemmen, C. (2015). The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, 49, 527–534. doi:10.1016/j.landusepol.2015.09.032

Yazar, M. F., Özelkan, E. ve Üstündağ, B. B. (2014). Multi-parameter spatial interpolation of solar radiation in heterogeneous structured agricultural areas. 2014 The Third International Conference on Agro-Geoinformatics içinde (ss. 1–6). IEEE. doi:10.1109/Agro-Geoinformatics.2014.6910636

## EKLER

**Tablo 1.** KırsalParsel Sınıf Diyagramı Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 2)

Öznitelik	Tanım	Durum	Tekrar	Tip
<i>Feature Type: KırsalParsel</i>				
geometri	Kırsal parselleri geometric olarak temsil eder (Çoklu yüzey).	Z	1	GM_MultiSurface
versiyonBaslangicTarihi	Nesnenin KVA'ya eklendiği ya da KVA'da güncellendiği zaman.	S	1	DateTime
versiyonBitisTarihi	Nesnenin KVA'dan çıkarıldığı zaman.	S	1	DateTime

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

**Tablo 2.** TarımParseli ve İlişkili Sınıf Diyagramları Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 3)

Öznitelik	Tanım	Durum	Tekrar	Tip
<i>Feature Type: TarımParseli</i>				
tarımsalNitelik	Tarımsal parsellerin 5403 sayılı yasaya göre sınıflandırılmasını irdeleyen very tipine bağlanmaktadır..	S	1	dataType
kurumİsmi	Onaylanmış ve tarım işletmesi yapan kurumun ismi.	S	1	String
adres	Onaylanmış kurumun resmi adresi.	S	1	String
onayNo	5262 sayılı yasa ve diğer yönetmeliklere göre gıda güvenliği sertifikası almış olan kurumun elinde bulundurduğu sertifikanın onay numarası	S	1	String
<i>Feature Type: TarımDisiAraziKullanimi</i>				
basvuruYazisi	Herhangi bir tarım parseli üzerinde tarım dışı arazi kullanımı başvurusu olup olmadığını gösteren özniteliktir.	Z	1	Boolean
onayliKadastralKroki	Tarım dışı arazi kullanımı başvurusu yapılan parselin kadastral krokisinin (1:5000 ya da 1:10000 ölçekli) olup olmadığını gösteren özniteliktir.	Z	1	Boolean
basvuruAmaci	Tarım dışı arazi kullanımı başvurusunun amacını nitelendiren kod listesine bağlanan özniteliktir.	Z	1	codeList
<i>Feature Type: GıdaSertifikasi</i>				
tip	Gıda güvenliği sertifikası tipini niteleyen kod listesine bağlanan özniteliktir.	Z	1	codeList
sertifikaNo	Gıda sertifikası için verilmiş olan resmi numaradır.	Z	1	String
kontrolTarihi	Yetkili kuruluş tarafından yapılan son kontrolün tarihidir.	Z	1	DateTime
urun	Kurum tarafından sertifika onayına tabi olarak üretilen ürünün ismidir.	Z	1	String
urunMiktari	Son yıl üretilen ürün miktarıdır.	Z	1	Real
gecerlilikTarihi	Yetkili kuruluş tarafından verilen sertifikanın son geçerlilik tarihidir.	Z	1	DateTime
yetkiliKurulus	Sertifikayı düzenleyen yetkili kuruluşun ismidir.	Z	1	String
<i>Feature Type: ÇATAK</i>				
kategori	ÇATAK Programı kapsamında verilen desteğin kategorisini betimleyen kod listesine bağlanan özniteliktir.	Z	1+	CodeList
destekOdemesi	Son dönemde yapılan ödemenin miktarıdır.	Z	1	String

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

**Tablo 3.** 5403Sınıflandırma Veri Tipi ve Bağlantılı Kod Listeleri (bkz: Şekil 4)

Öznitelik	Tanım	Durum*	Tekrar	Tip
<i>Data Type: 5403Sınıflandırma</i>				
tur	5403 sayılı yasa tanımlarına göre arazi türü.	Z	1	codeList
mevcutKullanım	Yönetmeliklere göre arazinin hâlihazırdaki kullanımı	S	1+	codeList
btg	1984 yılında yapılan Toprak Haritalarına göre Eski Amerikan Sınıflandırmasına dayanan Büyük Toprak Grubu (BTG).	Z	1	codeList
wrb	INSPIRE Direktifi tarafından önerilen FAO'nun World Reference Base toprak grubu.	Z	1	codeList
egim	Parselin ortalama eğimi.	Z	1	Real
egimSinifi	"Toprak ve Arazi Sınıflaması Teknik Şartnamesi"ne göre Arazi Eğim Sınıfı Kodu.	Z	1	codeList
araziKullanımKabilyetSinifi	Arazinin ekonomik kullanımına göre sınıflandırılması sağlayan arazi kullanım kabilyet sınıfı. Sınıflar 1 ile 8 arasındadır. 1'den 8'e gittikçe kabilyet azalır.	Z	1	codeList
altAraziKullanımKabilyetSinifi	Arazi kullanımı kabilyetini sınırlayan özellikler: rüzgar, erozyon, toprak sorunları vb.	Z	1	codeList
b	Bünye üçgenine göre, araziden alınan toprak numunesinin test edilmesi sonucunda elde edilmiş bünye durumu.	Z	1	codeList
derinlik	Arazi çalışmalarında ölçülmüş üst toprak derinliği.	Z	1	integer
k	Parsel üzerindeki kayalı yüzey oranıdır.	S	1	codeList
ct	Parsel üzerindeki taşlı yüzey oranıdır.	S	1	codeList
naCl	Bitki gelişimini etkileyen tuzluluk oranıdır.	S	1	codeList
eroSu	Su erozyonu oranıdır.	S	1	codeList
eroRuz	Rüzgâr erozyonu oranıdır.	S	1	codeList
dre	Toprağın drenaj kapasitesidir.	S	1	codeList
alkalilikYuzdesi	Yer değiştirebilir sodium yüzdesi.	S	1	Real
ph	Toprağın asidik ya da bazik reaksiyon eğilimidir.	S	1	codeList
kirecDurumu	Topraktaki kireç yüzdesini temsil eden kod listesidir.	S	1	codeList
rutubetkapasitesi	Etkin derinlikte toprağın rutubet kapasitesini temsil eden kod listesidir.	S	1	codeList
yaslik	Ekili bitkileri etkileyen yaşlık yüzdesidir.	S	1	codeList
yarayislilik1	P <sub>2</sub> O oranıdır.	S	1	codeList
yarayislilik2	K <sub>2</sub> O oranıdır.	S	1	codeList

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

**Tablo 4.** 5403Sınıflandırma Veri Tipine Ait Kod Listeleri Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 4)

Kod Listesi	Kodlar
5403AraziTuru	<i>mutlakTarımArazisi, marjinalTarımArazisi, ortuAltiTarımArazisi, dikiliTarımArazisi, özelUrunTarımArazisi</i>
MevcutKullanım	<i>kuruTarım, suluTarım, bagBahce, mera, cayir, fundaCali, orman, yogunYerlesim, terkedilmis</i>
BuyukToprakGrubuKodu	Kodlar, Şekil 4'te görülebilir. Teknik Talimatname'den türetilmiştir.
WRBToprakTuruKodu	Kodlar, Şekil 4'te görülebilir. FAO Rehberinden türetilmiştir.
EgimKod	<i>A (0-2 %), 1B (3-4 %), 2B (5-6 %), 1C (7-8 %), 2C (9-10 %), 3C (11-12 %), 1D (13-14 %), 2D (15-16 %), 3D (17-18 %), 4D (19-20 %), E (20-30 %), F (30-45 %), G (45 + %)</i>
AKK	<i>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (Sınıf numarası arttıkça, ekonomik kullanım kapasitesi azalmaktadır. Mevzuatımıza göre ilk dört sınıf tarımsal kullanım için korunması gereken toprakları işaret etmektedir.)</i>
AAKK	<i>e, c, s, w (erozyon = e, iklim = c, s = toprak, w = ıslaklık). ec, es, ew, ce, cs, cw, se, sc, sw (İlk harf baskın sorunu temsil eder. İkincisi ise daha düşük dereceden bir sorundur).</i>
Bunye	<i>C (kil), SiC (Siltli Kil), SC (Kumlu Kil), CL (Killi Tın), SiCL (Siltli Killi Tın), SCL (Kumlu Killi Tın), L (Tın), SiL (Siltli Tın), SL (Kumlu Tın), LS (Tınlı Kum), S (Kum)</i>
KayalilikDurumu	<i>az (yüzeyin % 0-5), hafif (% 5-10), orta (% 10-30), cok (% 30-50), pekCok (% 50-90)</i>
CakillikTaslilikDurumu	<i>hafif (profilin % 2-10), orta (% 10-50), cok (% 50-90)</i>
TuzlulukDurumu	<i>tuzsuz (% 0-0.15), hafifTuzlu (% 0.15-0.35), ortaTuzlu (% 0.35-0.65), siddetliTuzlu (%0.65+)</i>
SuErozyonu	<i>hafif (A Horizonunun %25'ine kadar), orta (A Horizonunun %55'ine kadar), siddetli (B Horizonunun %25'ine kadar), cokSiddetli (B Horizonunun %25'inden fazlası)</i>
RuzgarErozyonu	<i>hafif (A Horizonunun %25-75'i), orta (B Horizonunun %25'ine kadar), siddetli (B Horizonunun %75'ine kadar)</i>
DahiliDrenaj	<i>iyiDrene (su kapasitesi normal), yetersizDrenaj (su, toprağı yavaş terk eder), fenaDrenaj (taban suyu yüksek, drenaj çok yavaş)</i>
Reaksiyon	<i>p1 (pH &lt;4.5), p2 (4.5-5.0), p3 (5.0-5.5), p4 (5.5-6.0), p5 (6.0-6.5), p6 (6.5-7.0), p7 (7.0-7.5), p8 (7.5-8.0), p9 (8.0-8.5), p10 (8.5-9.0), p11 (pH &gt; 9.5)</i>
KirecDurumu	<i>kirecsiz (0 %), cokAzKirecli (0-2 %), azKirecli (2-4 %), ortaKirecli (4-8 %), kirecli (8-15 %), cokKirecli (15-30%), marn (30-50 %), kirecTopragi (+50 %)</i>
ElverisliRutubet	<i>cokDusuk (&lt; 15 cm), orta (15-23 cm), yuksek (23-30.5 cm), cokYuksek (&gt; 30 cm)</i>
YaslikDerecesi	<i>hafifYas (az etkili), ortaYas (etkili), cokYas (zararlı etkiler), asiriYas (istenmeyen su)</i>
Fosfor	<i>fakir (0.1-0.3 kg / ha), orta (0.3-0.6 kg/ha), iyi (+ 0.6 kg/ha)</i>
Potasyum	<i>fakir (2 kg / ha), orta (2-5 kg/ha), iyi (+ 5 kg/ha)</i>
TarimDisiKullanımAmaci	Kodlar Şekil 4'te görülebilir. Her bir kod, yetkili kurumun bu tarım parselini neden tarım dışı bir kullanıma çıkarmak istediğini temsil eder. Liste, teknik yönetmelikten türetilmiştir.
Sertifikalar	Bakanlığın yetkilendirdiği gıda denetim kuruluşları tarafından verilen sertifika türüdür: <i>iyiTarımUygulamaları, organikTarım, gıdaGüvenliğiSertifikasi</i>
DesteklemeKategorisi	<i>birinciKategori (yıllık bitkiler için yapılan ödemeler), kategori2 (parsellerin toprak ve hidrografik yapılarını korumak ve erozyon risklerini önlemek için yapılan ödemelerdir.), kategori3 (çevre dostu tarım teknikleri için yapılan ödemelerdir).</i>

**Tablo 5.** *MeraAlani* Veri Tipi için Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 5)

Öznitelik	Tanım	Durum	Tekrar	Tip
Feature Type: <i>MeraAlani</i> otlatmaHakki	Bir veya birden fazla köy veya belediyeye tahsis edilmiş olan mera, yaylak ve kışlaklarda, çiftçilerin her birinin müşterek otlatılabileceği büyükbaş hayvan birimi sayısıdır.	Z	1	String
otlatmaKapasitesi	Belli bir alanda ve eşit zaman aralıkları ile uzun yıllar bitki örtüsüne, toprak, su ve diğer tabii kaynaklara zarar vermeden otlatılabilecek büyükbaş hayvan birimi miktarı.	Z	1	integer
tahsis	Meraların münferiden ya da müştereken yararlanılmak üzere tahsis edildiği yerel yönetim birimini ifade eder.	Z	1	String
tahsisAmaci	Meraların tahsis amacını ifade eder..	Z	1	String
tahsisTarihi	Meraların tahsis kararını gösteren resmi belgeyi adres gösteren özniteliktir.	S	1	DateTime
buyukbasHayvanBiri mi	Meradaki hayvan sayısının, bir büyükbaş hayvan birimi olan 500 kg canlı ağırlığa çevrilerek ifade edilen şeklidir.	S	1+	Real
Feature Type: <i>Cayir</i>	Taban suyunun yüksek bulunduğu veya sulanabilen yerlerde biçilmeye elverişli, yem üretilen ve genellikle kuru ot üretimi için kullanılan yerleri anlatır.	Z	1+	featureType
Feature Type: <i>Mera</i>	Hayvanların otlatılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerleri anlatır.	Z	1+	featureType
Feature Type: <i>Yaylak</i>	Çiftçilerin hayvanları ile birlikte yaz mevsimini geçirmeleri, hayvanlarını otlatmaları ve otundan yararlanmaları için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerleri anlatır.	Z	1+	featureType
Feature Type: <i>Kislak</i>	Hayvanların kış mevsiminde barındırılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerleri anlatır.	Z	1+	featureType

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

**Tablo 6.** OrmanNesne Veri Tipi için Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 6)

Öznitelik	Tanım	Durum	Tekrar	Tip
Feature Type: <i>OrmanNesne</i>				
ilKodu	Orman parselinin sınırları içinde bulunduğu ilin kodunu ifade eder.	Z	1	integer
ilceKodu	Orman parselinin sınırları içinde bulunduğu ilçenin kodunu ifade eder.	Z	1	integer
paftaNo	Orman parselini gösteren 1:25.000 ölçekli paftanın bölümlendirmeye uygun adı.	Z	1	String
Feature Type: <i>OrmanAlanlari</i>				
isim	Orman parseline ait belirlenmiş isim.	S	1+	string
bolgeID	Orman parselinin yönetiminden sorumlu Orman Bölge Müdürlüğü'nün kodudur.	Z	1	integer
bolgeAdi	Orman parselinin yönetiminden sorumlu Orman Bölge Müdürlüğü'nün adıdır.	Z	1	String
isletmeID	Orman parselinin yönetiminden sorumlu Orman İşletme Müdürlüğü'nün kodudur.	Z	1	integer
isletmeAdi	Orman parselinin yönetiminden sorumlu Orman İşletme Müdürlüğü'nün adıdır.	Z	1	String
bolmeNo	Orman parselinin denk düştüğü, amenajman haritası bölmesinin numarasıdır.	Z	1	integer
mescere	Orman parselinin meşcere sınıflarına göre kod listesini betimleyen özniteliktir: <i>verimliOrman, bozukOrman, baltalik, aciklik, sazlikBaltalik, ozelOrman</i> .	Z	1	codeList
kullanım	Orman parselinde bulunan ağaçların kullanım şeklini belirten kod listesini betimleyen özniteliktir: <i>koru, nbt (normal baltalik), bbt (Bozuk Baltalik), maki, bozukKoru, diger</i> .	Z	1	codeList
Feature Type: <i>OrmanYangin</i>				
ekipman	Orman yangın veri setinde bulunan ekipmanların kod listesini betimleyen özniteliktir: <i>techizat, yanginKule, haberlesmeMerkezi, ilkMudahale, suTemini</i>	Z	1	codeList
Feature Type: <i>2bAlanlari</i>				
rayicBedel	2B alanının üzerinde oluşmuş taşınmazlar için Milli Emlak Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen rayiç bedeldir.	Z	1	Float

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

**Tablo 7.** *Sensor* ve Bağlantılı Özellik Tipleri için Veri Sözlüğü (bkz: Şekil 7)

Öznitelik	Tanım	Durum	Tekrar	Tip
Feature Type: <i>Sensor</i>				
tip	Parsele applike edilmiş sensörlerin tipini sunan kod listesini betimleyen veri türüdür: <i>konumsal, optik, elektrokimyasal, mekanik, meteorolojik, jeoelektrik</i>	Z	1	codeList
seriNo	Parsele applike edilmiş sensörlerin seri numaralarıdır.	Z	1	String
markaModel	Parsele applike edilmiş sensörlerin marka ve modelidir.	Z	1	String
montajZamani	Parselede bulunan sensörün aplikasyon tarihini belirtir.	S	1	DateTime
cozunurlukTipi	Parselede bulunan sensörlerin hangi çözünürlükte veri topladığını belirtir.	S	1+	String
cozunurlukDegeri	Parselede bulunan sensörlerin veri topladığı çözünürlüğün niceliğini belirtir.	S	1+	Real
Feature Type: <i>SensorVeriDegerleri</i>				
olcumBirimi	Sensör tarafından toplanan verinin ölçüm birimidir.	Z	1	String
olculenDeger	Sensör tarafından toplanan verinin sayısal değeridir.	Z	1	Real
Feature Type: <i>GozlemlenenOlay</i>				
isim	Gözlemlenen olayın ismini belirtir. Bu, hava geçirgenliği, toprak iletkenliği, çiy noktası vb. olabilir.	Z	1	String
tanım	Gözlemlenen olayın tanımını ve açıklamalarını verir.	Z	1	String
Feature Type: <i>IlgiliOzellik</i>				
isim	Burada 'ozellik', gerçek dünyadaki bir olaya karşılık gelmektedir. Bu öznitelik ise, gözlemlenen olayların gerçek dünyada ilişkili olduğu olayları anlatmaktadır.	Z	1	String
tanım	İlgili özelliğin tanımını ve açıklamalarını verir.	Z	1	String
Feature Type: <i>OM_Gozlem</i>				
olayZamani	Olayın ilk gerçekleşmeye başladığı andır.	Z	1	TM_Object
gozlemZamani	Düzeltilmelerden geçirilmiş zamandır.	Z	1	TM_Instant
gecerliZaman	Coğrafi analizler esnasında olayın kullanılmak istenilen zamanıdır.	S	1	TM_Period
sonucKalitesi	Gözlem kayıtlarının kalitesini tanımlar.	S	1+	DQ_Element
kayitDosyasi	Gözlemlerin kaydedildiği log dosyasının ismi ya da URL adresidir.	Z	1+	String

(Z: Zorunlu, S: Seçmeli)

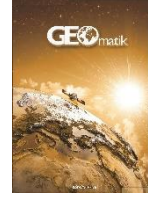




## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



## CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla Niğde Kenti Örneğinde Taşınmaz Değerleme

Aslı BOZDAĞ<sup>\*1</sup>, Ela ERTUNÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ömer Halis Demir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

<sup>2</sup>Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇKKV)  
Analitik Hiyerarşi Proses  
Taşınmaz Değerlemesi

### ÖZ

Taşınmaz değerlemesi tarafsız ve objektif bir şekilde, taşınmazın nitelik, çevre ve kullanım koşulları gibi etmenlerin değerlendirilmesi yoluyla söz konusu taşınmaza ait değerinin belirlenmesidir. Güvenilir bir taşınmazın değer tahmini arazi özelliklerinin tarafsız bir şekilde birlikte analizi ile mümkündür. Günümüzde halen taşınmaz değerlemesi ideal sistem olarak kurulamamıştır. Bundan dolayı da taşınmaz değerlerinde tutarsızlıklar meydana gelmekte ve taşınmaza değer biçebilmek için kullanılan kriterlerin etkili bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada taşınmaz mal olan yapıların değerlendirilmesi için literatür araştırması sonrasında 5 ana kriter ve bu kriterlerle ilişkili 38 alt kriter belirlenmiştir. Niğde kentinin gelişme bölgesinde seçilen 30 dairenin taşınmaz değeri bu kriterlere göre yapı ve yapının konumsal özellikleri açısından değerlendirilmiş ve piyasa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Yapıların değerlendirilmesinde bu kriterlerin önem sıralamasını belirlemek için Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden en yaygın kullanımı olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Kriterlerin karşılaştırılması uzman görüşlerine göre yapılmış ve bu kriterlerin önem dereceleri ve istatistiksel olarak anlam düzeyleri hesaplanmıştır. Yapıların konumsal özelliklerin belirlenmesinde CBS yardımıyla yapılan analizlerden yararlanılmıştır. Sonuçta, seçilen 30 dairenin AHP ve CBS yöntemi kullanılarak yapılan puanlama yardımıyla taşınmaz değeri belirlenmiş ve bulunan bu değerler taşınmazların piyasa değerleri ile karşılaştırılmıştır. AHP ve CBS yardımıyla belirlenen taşınmaz değerlerinin piyasa değerleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

## Real Property Valuation in the Sample of the City of Niğde through GIS and AHP Method

### Keywords

Multi Criteria Decision Making  
Analytic Hierarchy Process  
Immovable Valuation

### ABSTRACT

The real estate valuation is to determine the value of the real property impartially and objectively by evaluating the factors such as the quality, environment and conditions of use of the real property. The estimation of the value of a reliable real estate is possible by an objective co-analysis of the land properties. Today, the valuation of real estate has not been established as an ideal system. Therefore, inconsistencies occur in real estate values and the criteria used to evaluate the real estate need to be investigated effectively. In this study, 5 main criteria and 38 sub-criteria related to these criteria were determined after the literature search for the valuation of immovable properties. The immovable value of the 30 apartments selected in the development region of Niğde city were evaluated according to these criteria in terms of the structure and positional characteristics of the structure and compared with the market values. Analytical Hierarchy Process (AHP), which is the most widely used Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, was used to determine the importance ranking of these criteria in the valuation of structures. The comparison of the criteria was made according to expert opinions and their significance levels and statistical significance levels were calculated. In order to determine the positional properties of the structures, the analysis carried out with the help of GIS were used. As a result, the real estate value of the selected 30 apartments was determined using AHP and GIS method and these values were compared with the market values of the properties. The values of the immovable determined with the help of AHP and GIS were found to be consistent with the market values.

\*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

<sup>\*</sup>(aslibozdag@ohu.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2178-6527  
(eertunc@ktun.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6982-0459

Bozdağ, A., Ertunç, E. (2020) CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla Niğde Kenti Örneğinde Taşınmaz Değerleme. Geomatik 5(3), 228-240, DOI: 10.29128/geomatik.648900

## 1. GİRİŞ

Taşınmaz (taşınmaz mal=gayrimenkul); toplum yararı için geliştirilmiş sınırlamalar dışında, sahiplerine tasarruf yetkisi veren, Türk Medeni Kanunu (TMK)'na göre; arazi, tapu kütüğünde ayrı sayfada kaydedilen bağımsız ve sürekli haklar ile kat mülkiyeti kütüğüne kayıtlı bağımsız kısımlardır (Yağmahan, 2019). Taşınmazlar, gerçek ve tüzel kişiler için mülkiyetin temel parçasıdır ve bu kişilere yatırım ve kullanım aracı olarak güvence, gelir ve belirli düzeyde refah sağlamaktadır. Taşınmaz değerlendirme; taşınmazın kalite, fayda, çevre kullanım koşulları gibi faktörlere dikkat edilerek, alım-satım gününde, değerinin yansız bir şekilde tespit edilmesi işlemidir (Güngör, 1999). Günümüzde, taşınmazın değerinin belirlenmesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Çünkü taşınmaz değerlendirme kamulaştırma, vergi düzenlemeleri, devletleştirme ve arazi ve toprak düzenlemeleri gibi kamusal ihtiyaçlarla, emlak ve sermaye piyasası, sigortacılık ve bankacılık gibi özel sektör ihtiyaçları için kullanılan, kamu ve kişilerin haklarının korunması yönünden de önemli bir uzmanlık dalı olmuştur.

Gelişen ve gelişmekte olan ülke ekonomilerinde taşınmazların değerinin belirlenmesi son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Taşınmaz değerlendirme, hem taşınmazın hem de taşınmaza ilişkin hakların değerlendirme zamanındaki, toplumun görüşleri doğrultusunda belirledikleri değerlerinin, değerlendirme yöntemlerinden en az bir tanesinin kullanılmasıyla tarafsız olarak belirlenmesidir. (Çağatay ve Tecim, 2009). Taşınmazın değerini tahmin etmek için değerinin oluşumunda etkili tüm faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Farklı özelliklerdeki taşınmazların değerine etki eden faktörler ve bunların etki değerleri değişebilir. Taşınmaz değerine etki eden temel faktörler; taşınmazın kullanım amacı, mahalli özellikleri, mevzi özellikleri, konumu ve yasal durumu olarak sıralanabilir (Yağmahan, 2019). Taşınmaz değerlendirilmesinde piyasa yöntemi, maliyet yaklaşımı ve gelir yaklaşımı gibi klasik yöntemler kullanılmaktadır (Tarin, 2013). Ayrıca son yıllarda kullanılan çok kriterli karar analizi teknikleri taşınmaz değerlendirme sürecine objektif ve doğru karar verme açısından yeni bir boyut kazandırmıştır.

Ülkemizde rekabet koşullarına dikkat edilmediğinden birçok mal ve hizmetlerin değeri yalnızca bir değer ile belirlenir. Fakat kazançlı bir yatırım aracı olarak görülen taşınmazlar için böyle tek bir değer olmamakla birlikte, değerlerdeki değişme oranlarını da kestirmek olabildiğince zordur. Özellikle ülkemizde bir taşınmazın (rayiç değeri veya alım satım değeri, vergiye esas değeri, kamulaştırma değeri, adli yargıda bilirkişiler tarafından tespit edilen mahkeme değeri gibi) değişik değerleri olabilmektedir. Hâlbuki bir taşınmazın belirli bir zaman diliminde tek bir değerinin olması gerekmektedir. Değişik yöntemler ile taşınmaz değeri tespit edilse bile bu değerlerin kabul edilebilir, birbirine yaklaşan değerler

olmalıdır. Bilimsel çalışmalar bu farkın % 15-20' yi geçmemesi gerektiği yönündedir (Açlar ve Çağdaş, 2002). Ülkemizde taşınmaz değerlendirme için net bir standartın olduğu söylenememektedir. Bundan dolayı da değişik fiyatlar söz konusu olabilmektedir. Bunun sonucunda nesnel bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Karar verme insanoglunun hayatının her döneminde farklı konular üzerinde karşısına çıkmaktadır. Karar verme, bir düşüncenin veya davranışın olası diğer seçenekler içinden seçilmesiyle sonuçlanan zihinsel bir işlemdir. Kuşkusuz, karar verme süreci, hedeflenen sonuçların bireyle, grupla, düzenlemeyle veya kararın belirli bir konuyla ilgili durumuna göre değişebilmektedir. Genellikle rutin kararlar vermek zorunda kalan bireyler, bu süreçte çoğunlukla, sezgisel yaklaşımları kabullenirken; bir işletme veya grupla ilgili durumlarda bilimsel temellere dayalı yaklaşımlar kabullenmektedir (Uludağ ve Doğan, 2016). Belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanan (ÇKKV) yöntemleri nümerik verilerle en doğru kararın verilmesine yardımcı olmaktadır. ÇKKV yöntemlerinin kendi içerisinde birbirlerine göre birtakım üstünlükleri vardır. Bu yüzden bir problemin çözümünden önce kullanılacak yöntemin hangisinin daha elverişli olduğu belirlenmelidir. Karar verici, problemin yapısı ve sürecin özelliklerine bakarak en elverişli yöntemi belirler (Ersöz ve Kabak,2010). AHP yöntemi, çok kriterli karar verme yönteminin nicel ve nitel çözümlemesinin birleşimidir. Bu yöntem, karar verme sorununu nitel yönden kritere, alternatiflere ayırarak ve bu etkenlerin bütünsel yapısı içindeki ilişkiyle niceleyici hiyerarşi önem ağırlıkları hesaplar, çeşitli etkenlerin görelî önemini inceler ve kararını ifade eder. AHP, kompleks problemlerin kolayca ve çözülebilir hale gelmesi için yalın bir hiyerarşi ve analitik proselere sahiptir. Neredeyse her karar verme sürecinde kullanılabilen bu yöntemin geniş bir uygulama alanı vardır (Hamurcu ve Eren, 2017). Bir karar verme problemi olan taşınmaz değerlendirme için çok kriterli karar verme yöntemi kullanılabilir (Demirel ve ark., 2018).

CBS, yeryüzündeki karmaşık çevresel, sosyal, kültürel ekonomik sorunları çözebilmek adına mekânsal ve konuma dair karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olabilmek, önemli miktarda coğrafi verilerin; işlenmesi, biriktirilmesi, bir araya getirilmesi, idare edilmesi, mekânsal analizi, sorgulanması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren yazılım, donanım, personel, coğrafi veri ve yöntemler bütünüdür (Yağmahan, 2019). CBS'nin farklı disiplinlerde ki problemlere çözüm getiren bir araç olması taşınmaz değerlendirme alanında da kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

Bahar (2007) çalışmasında, taşınmaz değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 'nin kullanım olanaklarını incelemiştir. Torun ve ark. (2009), taşınmaz değerlendirilmesinde ekonomik olarak istenilen noktaya gelinmemesi kaynaklı sorunun çözümüne yönelik Coğrafi Bilgi Sistemleri

yardımıyla taşınmaz değer haritalarının üretimini araştırmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada, Çoklu Karar Verme Analizi ve CBS kullanmışlardır. Döner (2010) çalışmasında taşınmazların değer haritalarının mobil tabanlı CBS uygulaması ile oluşturulmasına yönelik uygulama yapmıştır. Özer (2010), TOPSIS ve (ÇKKV) yöntemlerini kullanarak belirlenen taşınmaz ölçütlerinin piyasa ve gerçek değer karşılaştırmasını yapmıştır. Yılmaz ve Demir (2011) yaptıkları çalışmada, (ÇKKV), CBS ve oran çalışması ile değerlendirme işlemlerini nesneleştirilen ve sonuçları kontrol edilebilir bir model geliştirilmeyi amaçlamıştır. Yalçın ve Ekiz (2017) yaptıkları çalışmada, taşınmaz değerlendirilmesinde eşdeğerlilik esaslı arsa ve arazi düzenlemesinde Analitik Hiyerarşi Prosesinin kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Döner ve Alkan (2011), taşınmaz değerlemede karşılaşılan problemlerin çözümü için CBS destekli taşınmazların değer haritalarını oluşturmuşlardır. Derinpinar ve Aydınoglu (2015), Bulanık Mantık, CBS ve Nominal değerlendirme yöntemleri ile taşınmaz değerlendirilmesi yapmışlardır. Çağatay (2012), kentlerde etkili bir konut ve arsa politikası oluşturulmasına yönelik, CBS kullanılarak taşınmaz değer haritalarını oluşturmuştur. Amca (2016) yaptığı çalışmada, taşınmazın gerçek değerinin belirlenmesi için regresyon modeli ile hangi unsurların taşınmaz fiyatını azalttığı veya artırdığını tespit etmiştir ve regresyon modelini kullanılarak gerçek değer analizi yapmıştır. Ünel ve Yalçın (2014), taşınmaz değerlendirilmesinde AHP ve CBS metodları ile parsellerin konumsal, fiziksel ve yasal durumlarını belirlemişlerdir. Erbil (2014), taşınmaz mal değerlendirilmesinde mevzuat ve idari yapılanma sorunlarını çözüme kavuşturma amaçlı CBS kullanarak bir yöntem önermiştir. Erdem (2017a), hukuksal, teknik ve kurumsal bileşenleri barındıran taşınmaz değerlendirme sistemi (TADES) önermiştir. Ünel ve ark. (2017), taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin yaş gruplarına bağlı olarak değişimini incelemişlerdir. Ertaş ve Bayındır (2017), entegre kapitülasyon oranı yöntemini taşınmaz değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Erdem (2017b), Türkiye’deki taşınmaz değerlendirme sisteminin mevcut durumunu araştırarak sistemin daha sağlıklı olması için bir yaklaşım önermiştir. Demirel ve ark. (2018), taşınmaz değerlendirilmesini etkileyen kriterler ve bu kriterlerin önem basamaklarını (ÇKKV) ile araştırmışlardır. Timur (2019), İstanbul ili Şişli ilçesi örneğini seçerek CBS destekli taşınmaz değer haritalarını oluşturmuştur. Timur bu çalışmada CBS raster tekniği ile taşınmaz değer haritaları üretmiştir. Ünel ve Yalçın (2019), yaptıkları çalışmada Türkiye’de taşınmazların değerini etkileyen kriterleri kapsamlı bir şekilde araştırmışlardır. Erdem (2019) çalışmasında Türkiye’de taşınmaz değerlendirme alanında yapılan faaliyetlerle ilgili mevcut durumu incelemiş ve bu alandaki sorunları belirlemiştir. Ertaş (2019) Türkiye’de gayrimenkul değerlendirme eğitimi üzerine çalışmıştır.

Bu çalışmada (ÇKKV) yöntemi kullanılarak Niğde ilinde mevcut duruma göre taşınmaz değerine etki eden kriterler incelenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde Niğde Belediyesi, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Harita Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Çevre Mühendisliği ve Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü öğretim üyeleri ve gayrimenkul değerlendirme uzmanları ile yapılan anket sonucu konum, ulaşım, altyapı, nüfus ve yapı (bina) özellikleri olmak üzere 5 adet ana kriter ve bu kriterlere bağlı olarak 38 adet alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin önem düzeyi birbiriyle olan korelasyonu istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde incelenmiştir. Kriterlerin önem düzeyleri belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP ile hesaplanan katsayılar şeklinde olan ağırlıklar CBS ile entegre ederek çalışma alanında konumsal analizler yapılmıştır. Niğde ilinde bulunan 30 taşınmazın değeri AHP ve CBS yöntemleriyle yapısal ve konumsal olarak belirlenmiş ve bu taşınmazların değeri mevcut piyasa değeri ile karşılaştırılmıştır.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP, karar vericinin mevcut tüm alternatifleri, bunlara ait tüm kriterlere göre değerlendirerek, göreceli kriterlerin önem durumlarına ikili karşılaştırmalar yapması esasına göre çalışmaktadır. AHP ’nin hiyerarşik yapısına göre, karar vericinin hedefi en üst seviyede bulunmaktadır. Hiyerarşik yapıda alt seviyelere doğru inildikçe kriterler ve bu kriterlere ait alt-kriterler mevcuttur. Hiyerarşi seviyesi düştükçe alt kriterlere erişilmekte ve bu kriterlerin ayrıntılarına inilmekte, başka bir deyişle belirginleşmektedir.

AHP uygulamasında öncelikle kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. İkili karşılaştırma matrisi, AHP ’nin asıl verilerini oluşturmaktadır. Matris, bütün alternatiflerin, tüm alt-kriterler altında mukayese edilmesine dayanmaktadır. Her bir seviyedeki kriterler, bir sonraki üst seviye kriterine göre önemi bakımından ikili bir şekilde karşılaştırılır. Hiyerarşinin tepesinden aşağıya doğru işlem devam ederken, belirli bir seviyedeki ikili karşılaştırmalar aşağıdaki gibi çoklu kare matrislere  $(K = [K_{ij}]_{n \times n})$  indirgenebilir:

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix}$$

Karşıt özelliklere sahip matris  $R = \left[ \frac{1}{K_{ij}} \right]_{n \times n}$  aşağıdaki gibidir:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{K_{11}} & \frac{1}{K_{12}} & \frac{1}{K_{13}} \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{K_{21}} & \frac{1}{K_{22}} & \frac{1}{K_{23}} \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{K_{31}} & \frac{1}{K_{32}} & \frac{1}{K_{33}} \end{bmatrix}$$

HP 'de, Saaty (1980) 'de önerildiği gibi, öznel ikili karşılaştırmalar yapmak için önem derecesine göre 1 'den 9 'a kadar numaralandırılmış bir ölçek kullanılır (Tablo 1). İlk olarak, tüm ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Sonra, Saaty'nin özvektör prosedürü temelinde ağırlık vektörü  $W = [W_1, W_2, \dots, W_n]$  hesaplanır.

Ağırlıkların hesaplanması iki adımda gerçekleştirilir: (1) normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur ve (2) ağırlıklandırılmış matris oluşturulur. Tablo 1 'de oransal önem ölçeği, ikili karşılaştırma için Saaty

tarafından geliştirilen 1-9 ölçeğine göre tanımlanmıştır.

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi  $K = [K_{ij}]_{n \times n}$  dir. Normalize edilmiş bir ikili karşılaştırma matrisi elde etmek için matris içindeki her bir elemanın sütun toplamına bölüldüğü (1) eşitliği kullanılarak normalize edilir (Chen, 2006; Bunruamkaew, 2012).

$$N_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sum_{i=1}^n K_{ij}} \begin{bmatrix} N_{11} & N_{12} & N_{13} \\ N_{21} & N_{22} & N_{23} \\ N_{31} & N_{32} & N_{33} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bütün j değerleri için de (1) eşitliği uygulanır.

**Tablo 1.** 9 Puanlık Göreli Önem Ölçeği ve Açıklamaları (Saaty, 1980)

Önem Ölçeği	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahiptir
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir
Yukarıdaki sıfır olmayan sayıların karşıtları	Ters karşılaştırma için karşıtlar	

Ağırlıklar, matrisin normalize edilmiş sütunları toplamının ağırlıklandırılmış matrisi elde etmek için kullanılan kriter sayısına (n) bölüldüğü (2) eşitliği kullanılarak hesaplanır (Bunruamkaew 2012).

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n N_{ij}}{n} \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{12} \\ W_{13} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Bütün i değerleri için de (2) eşitliği uygulanır. Tutarlılık vektörünü elde etmek için, ikili karşılaştırma matrisi ağırlık vektörü ile çarpılır; yani,

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{12} \\ W_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{11} \\ K_{12} \\ K_{13} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ardından, ağırlıklı toplam vektörü kriter ağırlığına bölünerek elde edilir;

$$K_{v_{11}} = \frac{1}{w_{11}} [K_{11}W_{11} + K_{12}W_{21} + K_{13}W_{31}]$$

$$K_{v_{21}} = \frac{1}{w_{21}} [K_{21}W_{11} + K_{22}W_{21} + K_{23}W_{31}] \quad (4)$$

$$K_{v_{31}} = \frac{1}{w_{31}} [K_{31}W_{11} + K_{32}W_{21} + K_{33}W_{31}]$$

Ağırlık vektörü W ile ikili karşılaştırma matrisi K arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır (Chen, 2006);

$$K_W = \lambda_{max} W \quad (5)$$

Karşılaştırma matrisinin maksimum öz değeri olan  $\lambda_{max}$  değeri (Mikhailov ve Tsvetinov 2004)

AHP 'de önemli bir doğrulama parametresidir. Hesaplanan vektörün tutarlılık oranını (CR) hesaplayarak bilgileri yansıtmak için referans indeksi olarak kullanılmaktadır (Chen 2006).  $\lambda$ , (6) eşitliği kullanılarak formüle edilen tutarlılık vektörünün değerinin ortalaması alınarak elde edilmektedir (Bunruamkaew 2012).

$$\lambda = \sum_{i=1}^n K_{v_{ij}} \quad (6)$$

CR'yi hesaplamak için, n'inci dereceden her bir matris için tutarlılık indeksi (CI), eşitlik (7) ile elde edilebilir (Chen, 2006).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (7)$$

Sonra CR, CI ve RI'nın birbirine oranı olarak eşitlik (8) ile verilebilir;

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Burada RI, rastgele oluşturulmuş bir ikili karşılaştırma matrisinden elde edilen rastgele tutarlılık indeksidir. Tablo 2, 1 'den 15 'e kadar olan matrisler için RI değerlerini göstermektedir (Saaty, 1980). Herhangi bir seviyedeki herhangi bir daha yüksek değer (RI > 0.01), karar vericilerin kararlarını yeniden incelemeye gerek duyduğunu belirtir (Bunruamkaew, 2012). Bu durumda Analitik Hiyerarşi Sürecinin 3. adımdan başlayarak gözden geçirilmesi ve revize edilmesi gerekmektedir (Chen, 2006).

**Tablo 2.** N=1-15 İçin Rastgelelik İndex Değerleri (Saaty, 1980)

Random Index (RI)															
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

Bir karar verme probleminde yer alan tüm kriterlerin ikili karşılaştırmalarının toplam ölçütünü oluşturmak için, bireysel değerlendirmelerin (9) eşitliği kullanılarak ortalaması alınmaktadır.

$$k_{ij}^{hp} = \sqrt[q]{\prod_{q=1}^q k_{ij}^q} \quad (9)$$

Burada,  $k_{ij}^q$  bir  $q$  ( $q = 1, 2, 3, \dots, Q$ ) kriterinin  $K$  matrisinin bir elemanı ve  $k_{ij}^{hp}$  tüm  $k_{ij}^q$  kriterlerinin aritmetik ortalamasıdır. Grup CR eşitlik (7) ve (8) 'e göre hesaplanmaktadır (Saaty, 1980; Chen, 2006; Akalın ve ark., 2013).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Niğde İli Taşınmaz Değerine Etki Eden Kriterlerin Belirlenmesi

Literatür araştırması ve Niğde ilinde yapılan inceleme ve analizlere göre taşınmaz değerini etkileyen ana kriterler (Yapı özellikleri, Konum, Altyapı, Ulaşım ve Nüfus) tespit edilmiştir.

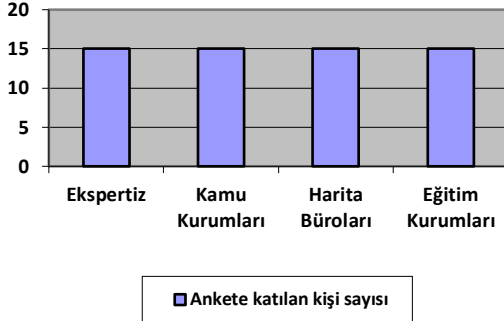
Taşınmaz değerlemede önemli olan bir diğer karar verme problemi de belirtilen ana kriterlere ait olan alt kriterlerdir. Örneğin; konuma ait olup alt kriter olarak belirtilen "iş ve çalışma bölgesine uzaklık" kişiler tarafından farklı şekillerde olabilir. Temel seçim kriteri aynı olmakla birlikte seçim yapacak olan kişiye göre kriterlerin önem derecesi farklılık gösterecektir. Bu yüzden taşınmaz değeri ana kriterlerine ek olarak literatürden yararlanarak alt kriterler seçilmiştir (Tablo 3)

**Tablo 3.** Niğde Kenti İçin Belirlenen Taşınmaz Değerine Etki Eden Kriterler

ANA KRİTERLER				
Yapı Özellikleri	Konum	Altyapı	Ulaşım	Nüfus
• Oda Sayısı	• Manzara	• Yol	• Anayola Yakınlık	• Yoğunluk
• Tuvalet ve Banyo Sayısı	• Kent Merkezine Yakınlık	• Su	• Otobüs Durağına Yakınlık	• Artış Oranı
• Bina Cephesi	• Eğitim Kurumuna Yakınlık	• Elektrik		
• Toplam Kat	• Sağlık Kurumuna Yakınlık	• Kanalizasyon		
• Kaçınıcı Kat	• Eğlence Alanlarına Yakınlık	• Doğalgaz		
• Daire Şekli	• İş ve Çalışma Bölgesine Yakınlık	• İnternet Erişimi		
• Balkon Sayısı	• İbadet Alanlarına Yakınlık			
• Oyun Parkı Varlığı				
• Spor Alanı Varlığı				
• Yangın Merdiveni				
• Engelliye Uygunluğu				
• Isıtma Sistemi				
• Bina Yaşı				
• Otopark Varlığı				
• Apartman Görevlisi Varlığı				
• Ses Yalıtımı				
• Yüzme Havuzu Varlığı				
• Metrekaresi				
• Asansör				
• Site Formunda Olması				
• Güvenlik Varlığı				

ALT KRİTERLER

Bu kriterlerden Niğde ili için hangisinin daha çok önem taşımakta olduğu ve buna ilişkin önem düzeyinin ölçülmesi amacıyla kamu kurum kuruluşlarında ve özel sektörde bulunan 60 kişi ile anket yapılmıştır. Şekil 1’de anketin kimlerle yapıldığı ve ankete katılan kişi sayısı gösterilmektedir.



Şekil 1. Ankete Katılan Kişilerin Dağılımları

Taşınmaz değerlemesinde yer alan alt kriterler taşınmaz değerine etki eden ve kişinin ihtiyacına yönelik farklı önem derecesi alabilecek kriterlerdir. Kişinin talepleri doğrultusunda bu kriterlere eklemeler yapılabilir veya burada sayılmış olan kriterler azaltılabilir. Ayrıca değerın subjektif olması ve kriterleri fiyata olan etkisini belirlemede farklı düşünceler değerlemeyi zorlaştırmaktadır. Taşınmazların değerinin belirlenmesinde öyle kriterler belirlenmelidir ki; her biri sayısal ifadelerle tanımlanabilmeli ve matematik ve hiyerarşik modeller içerisinde ifade edilebilmelidir. Aynı zamanda da bu kriterler her yerdeki insanlar için aynı değeri ve anlamı ifade edebilmeli ve kişisel düşünce kullanılmamalıdır. Anket sonuçları SPSS 22 programı ile değerlendirilmiştir ve sonuç olarak her bir kritere ilişkin önem düzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterler arasında eşdoğrusallık sorununun önlenmesi amacıyla korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Anket uygulamasında değişkenler üzerinde anket puanlaması yapılmıştır. Bu nedenle değişkenler sıralı (ordinal) değişkenlerdir ve normal dağılım göstermemektedirler.

Değişkenlerin sayısı 30 olduğu için değişkenlerin Normallik testi “Shapiro-Wilk’e” göre yapılmıştır. Buna göre Sig <0.05’den küçük ve çarpıklık ve basıklık değerleri (George ve Mallery, 2010)’e göre incelendiğinde verilerin normal dağılmadığı görülmektedir.

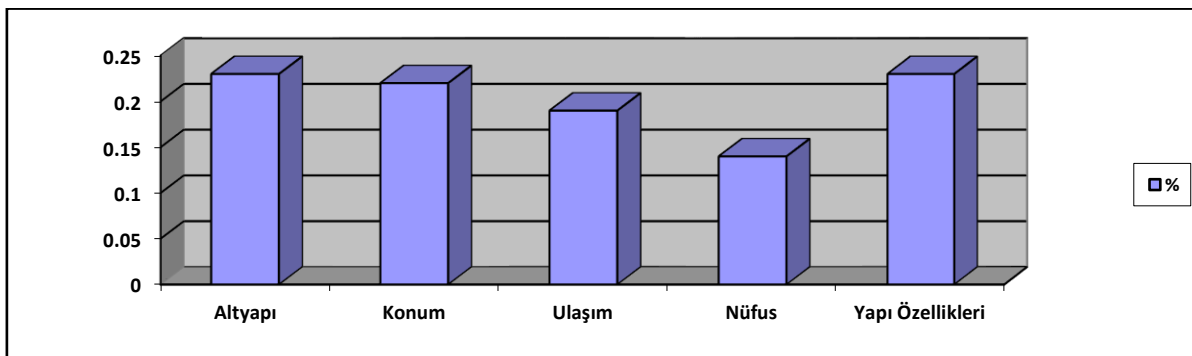
Kriterler arası ilişkilerin tespiti için kriterlerin birbiri arasında nonparametrik korelasyon her bir ana alt kriter (altyapı, nüfus, ulaşım, yapı özellikleri, konum) altında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak değişkenlerin ikili karşılaştırabilmesi sağlanmıştır.

Değişkenler non-parametrik dağılım gösterdikleri için Spearman korelasyon katsayısı seçilmiştir. Korelasyon değerlerine bakılarak eşdoğrusallığın engellenmesi amacıyla bazı kriterler azaltılmış veya tek başlık altında toplanılmıştır.

### 3.2 Taşınmaz Değerine Etki Eden Kriterlerin AHP Yardımıyla Ağırlıklandırılması

AHP yöntemine göre yer seçiminin yapılabilmesi için belirlenen kriterlere göre hiyerarşik düzen oluşturulmuştur. Daha sonra kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinden normalizasyon matrisleri oluşturulmuştur. Normalizasyon matrislerinden de öncelik vektörleri hesaplanmıştır. İkili karşılaştırmaların, kendi içerisindeki tutarlılığını kontrol etmek için tutarlılık testleri yapılmıştır. Tutarlılık oranı, karar vericilerin ikili karşılaştırmalar sonucunda elde ettikleri kararların güvenilirliğini sorgulamak için hesaplanmaktadır. Bu oranın değeri 0,1 veya daha küçük bir değer olması durumunda, çift yönlü karşılaştırmalar kabul edilebilir bir tutarlılığa sahip olduğu varsayılır. Değer 0,1’in üzerinde çıkması sonucun güvenilir olmadığını ve tutarsız kararların göstergesidir. Test sonucunda tüm sonuçlar 0,1 değerinden küçük çıktığından bu çalışma için kullanılabilir olduğu görülmüştür.

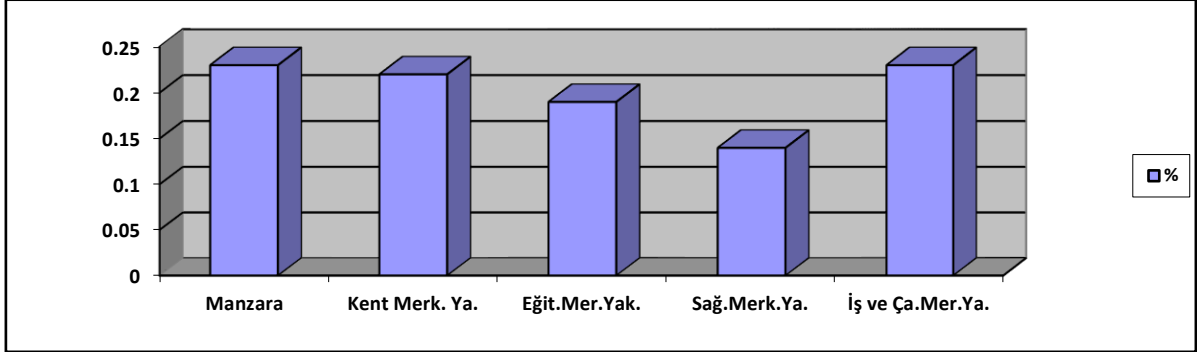
Taşınmaz değerlemede kullanılan ana kriterlerin ağırlıkları Şekil 2’deki gibi olup bu kriterlerden en önemlisi %23 ile yapı özellikleri ve altyapıdır. Daha sonra en önemli kriter ise %22 ile konum kriteridir. Bunu %19 ile ulaşım, %14 ile nüfus kriterleri izlemektedir.



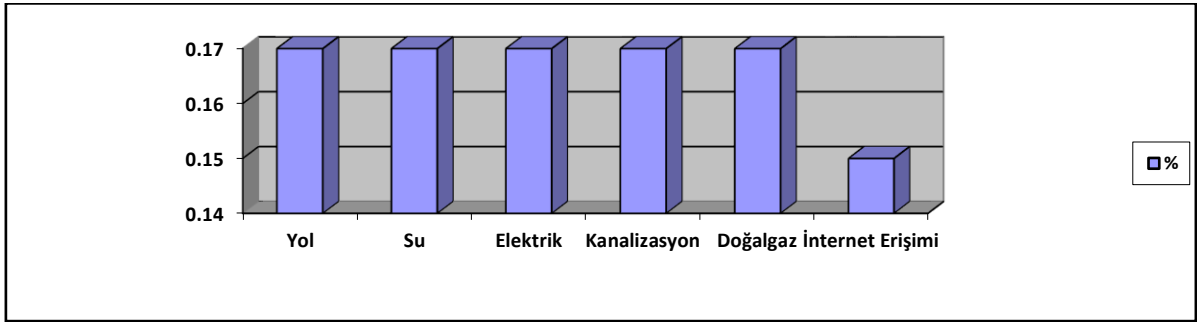
Şekil 2. AHP Çözümü Sonucunda Ana Kriterlerin Ağırlıkları

Konum ana kriterinin alt kriteri olan manzara ve iş ve çalışma merkezine yakınlık % 23, kent merkezine yakınlık %22 oranla en önemli kriterlerdir (Şekil 3).

Altyapı ana kriterinin alt kriterlerinden yol, su, elektrik, doğalgaz ve kanalizasyon % 17'lik eşit önem derecesine sahiptir (Şekil 4).



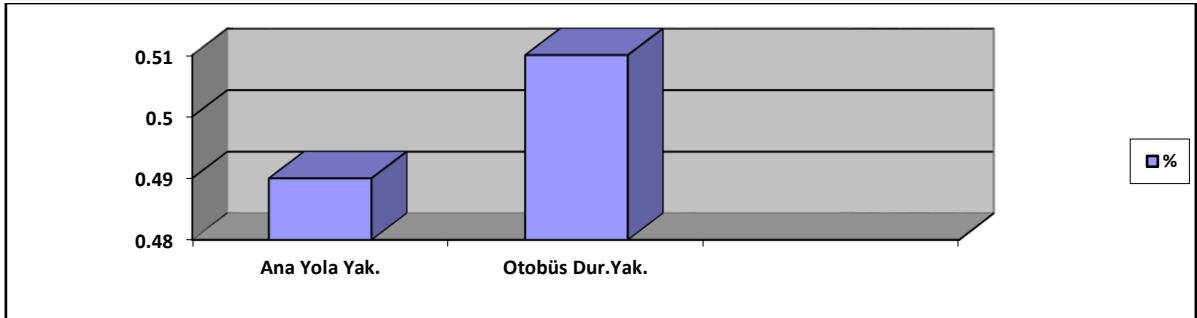
Şekil 3. AHP Çözümü Sonucunda Konum Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları



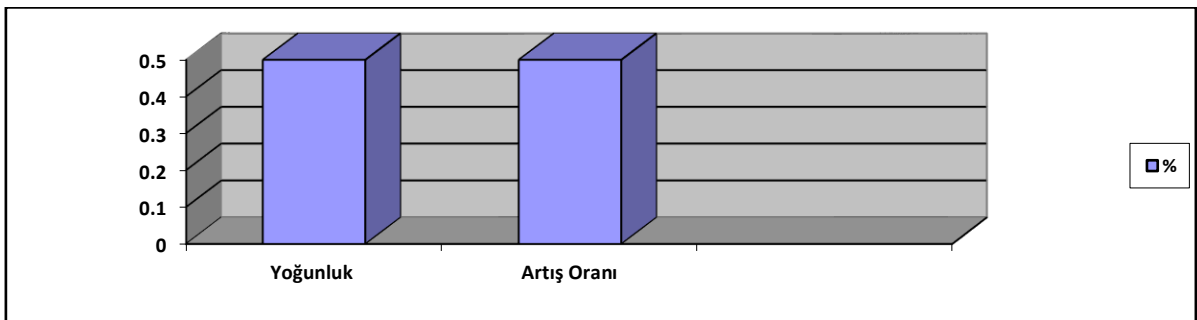
Şekil 4. AHP Çözümü Sonucunda Altyapı Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Ulaşım ana kriterinin alt kriterlerinden otobüs duraklarına yakınlık, ana yola yakın olma durumundan daha fazla önem derecesine sahiptir (Şekil 5).

Nüfusun alt kriterlerinden nüfus artış oranı ve nüfus yoğunluğuna bakıldığında ikisi de eşit önem derecesine sahiptir (Şekil 6).



Şekil 5. AHP Çözümü Sonucunda Ulaşım Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları



Şekil 6. AHP Çözümü Sonucunda Nüfus Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Tablo 4’ de verilen lokal ağırlıklar yapı ve konumsal özelliklerin puanlandırılmasında uzman görüşlerine dayalı bir ağırlıklı puanlandırma oluşturmak için kullanılmıştır.

**Tablo 4.** Ana Kriterlere İlişkin Lokal Ağırlıklar ve Tutarlılıkları

Kriterler	Lokal Ağırlıklar	Tutarlılıklar
Konum	1.091	0.0158
Altyapı	1.147	0.0467
Ulaşım	0.939	0.0280
Nüfus	0.686	0.0701
Yapı	1.137	0.0562
Özellikleri		

### 3.3 Taşınmazın Değerine Etki Eden Yapısal Özelliklerin AHP Yardımıyla Puanlandırılması

Taşınmaza etki eden ana kriterlerin alt kriterleri puanlandırılmıştır. Aşağıda Tablo 5 ’de yapısal özelliklerin puanlandırılmasında izlenen sistem bulunmaktadır. Buna benzer olarak altyapı, nüfus ve ulaşım ana kriterleri de puanlandırılmıştır.

Her bir ana kriterin toplam puanı lokal ağırlığı ile çarpılarak ağırlıklı toplam puan elde edilmiştir. Tablo 6 ’da sadece EV 1 için yapı özellikleri yönüyle yapılan puanlama görülmektedir.

**Tablo 6.** EV 1 İçin Yapı Özellikleri Alt Kriterlerinin Ağırlıklı Puanlandırılması

EV 1 (239)		0-10	Toplam Puan	Lokal Ağırlık	Son Puan		
Bina Ayrıntı Özellikleri	Oda Sayısı (4+1)	10	75	1.136975414	221.7102057		
	Tuvalet ve Banyo Say.	10					
	Bina Cephesi	10					
	Toplam Kat Sayısı	10					
	Kaçıncı Kat	5					
	Daire Şekli	10					
	Balkon Sayısı	10					
	Bina Yaşı	10					
	Sosyal Kullanım Alanı	Oyun parkı var				10	20
		Spor Alanı var				10	
Yapı Çevresinin Özellikleri	Otopark	10	50				
	Yangın Merdiveni	10					
	Isıtma Sistemi	10					
	Ses Yalıtımı	10					
	Asansör	10					
Güvenlik Hizmeti	Güvenlik	10	30				
	Apartman Görevlisi	10					
	Site						
Engelliye Uygunluğu		10					
Yüzme Havuzu		0					
m <sup>2</sup>		10					
<b>TOPLAM</b>			<b>195</b>				

EV 1 için altyapı, nüfus ve ulaşım ana kriterlerinden yapılan puanlama AHP ile hesaplanan lokal ağırlıklar ile çarpılarak EV 1 için yapısal puan bulunmuştur. Bütün örneklem seçilen evler için bu işlemler gerçekleştirilmiştir.

### 3.4 Taşınmazın Değerine Etki Eden Konumsal Faktörlerin CBS ve AHP Yardımıyla Analizi

**Tablo 5.** Yapı Özellikleri Alt Kriterlerinin Puanlandırma Tablosu

Yapısal Etmenler	Puanlandırma Kriteri	Puanı
Güvenlik sistemi	Var-Yok	10-0
Spor kompleksi	Var-Yok	10-0
Kapıcı dairesi	Var-Yok	10-0
Asansör	Var-Yok	10-0
Otopark durumu	Var-Yok	10-0
Balkon	Balkon adeti	0-1-2-3
Oyun parkı	Var-Yok	10-0
varlığı		
Oda sayısı	Var-Yok	2-3-4-5-6
Yüzme havuzu	Var-Yok	10-0
Engelliye uygunluğu	Var-Yok	10-0
Site	Var-Yok	10-0
Yangın merdiveni	Var-Yok	10-0
Cephe	G-GD-GB-KD-KB-K	10-9-8-7-6-5
Isınma sistemi	Kombi-Merkezi sistem-Soba	10-10-0
Bulunduğu kat	Üst kat-Orta kat-Alt kat	10-7.5-5
Bina yaşı	Yaşı	0-17 arası

Konum bir taşınmazın değeri için en önemli faktörlerden bir tanesidir. Taşınmazın ulaşım noktaları ve sosyo-kültürel donatı gibi tesislere uzaklığı oldukça önemlidir. Eğitim tesisleri, eğlence alanları, ibadethaneler ve toplu taşıma yerlerine olan uzaklıklar zaman ve uzunluk yönünden değerlendirilir ve taşınmaz değerine yansıtılır.

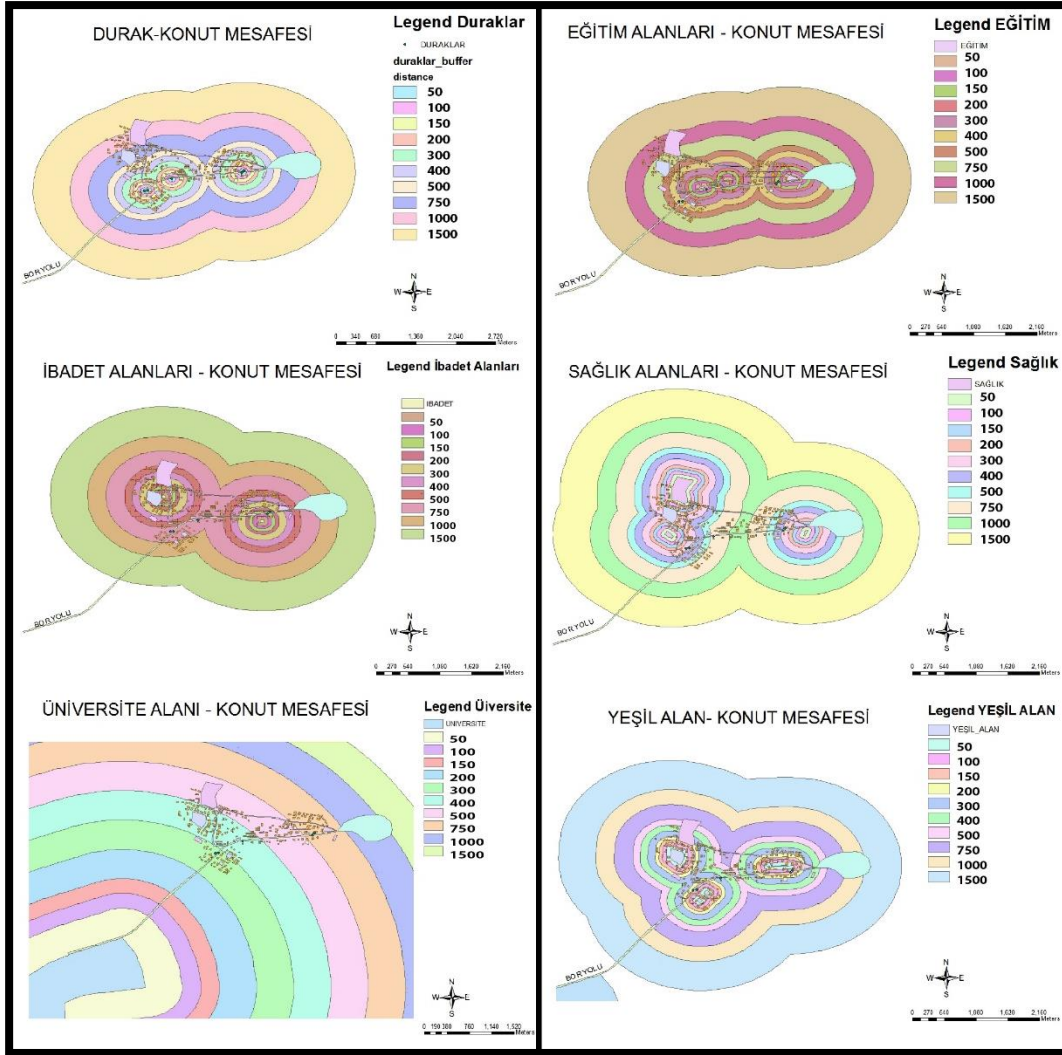
Çalışmada taşınmazların konumsal analizlerinin yapılabilmesi amacıyla ArcGIS 10.6



yazılımı yardımıyla Buffer analizi ve haritaları üretilmiştir. Seçilen 30 dairenin konumsal özellikleri incelenirken; ulaşım tesisleri (durak-konut mesafesi), eğitim tesisleri, ibadet alanları, sağlık hizmetleri ve yeşil alanlara olan mesafe dikkate alınmıştır. Ayrıca üniversiteye yakınlık kent için önemli bir faktör olarak kabul edilmiştir.

Şekil 8'de görüldüğü gibi taşınmazın değerine etki eden konumsal faktörler taşınmazın mesafesine

göre puanlandırılmıştır. Ardından AHP yöntemi ile uzman görüşlerine dayanılarak belirlenen konum ana kriteri ve alt kriterlerine yönelik lokal ağırlıklar ile her bir konum puanı çarpılmıştır. Her ev için ağırlıklı toplam konumsal puan elde edilmiştir. Burada her taşınmazın konumsal faktörlere (sağlık tesisi, eğitim tesisi, vb.) olan puanlarının toplamı taşınmazın konum puanı olarak belirlenmiştir (Tablo 7).



**Şekil 8.** a) Durak- Konut Mesafesi Buffer Analizi, b) Eğitim- Konut Mesafesi Buffer Analizi, c) İbadet Alanları- Konut Mesafesi Buffer Analizi, d) Sağlık Alanları- Konut Mesafesi Buffer Analizi e) Üniversite Alanı- Konut Mesafesi Buffer Analizi f) Yeşil Alan - Konut Mesafesi Buffer Analizi

**Tablo 7.** Her Ev için CBS ve AHP Yardımıyla Oluşturulan Konumsal Puan Tablosu

	KENT MERKEZİNE UZAKLIK	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	EĞİTİM U.	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	SAĞLIK KURUMUNA U.	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	YEŞİL ALANLARINA UZAKLIĞI	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	İBADET ALANLARINA UZAKLIĞI	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	DURAK UZAKLIĞI	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	ANAYOL UZAKLIĞI	AĞIRLIKLILIKLI PUAN	TOPLAM PUAN
EV 1	8	6,253192	5	3,13613	3	1,773336	9	5,11164	6	22,38591	5	4,722413025	10	9,38770708	52,77032811
EV 2	9	7,034841	7	4,390582	5	2,95556	10	5,6796	6	22,38591	8	7,55586084	8	7,51016566	57,5125195
EV 3	9	7,034841	5	3,13613	3	1,773336	9	5,11164	6	22,38591	6	5,66689563	7	6,57139496	51,68014759
EV 4	10	7,81649	8	5,017808	5	2,95556	7	3,97572	5	18,654925	6	5,66689563	6	5,63262425	49,72002288
EV 5	10	7,81649	8	5,017808	6	3,546672	6	3,40776	5	18,654925	6	5,66689563	7	6,57139496	50,68194559
EV 6	9	7,034841	6	3,763356	5	2,95556	9	5,11164	8	29,84788	9	8,500343445	10	9,38770708	66,60132753
EV 7	8	6,253192	4	2,508904	3	1,773336	7	3,97572	4	14,92394	5	4,722413025	5	4,69385354	38,85135857
EV 8	5	3,908245	4	2,508904	5	2,95556	4	2,27184	4	14,92394	4	3,77793042	2	1,87754142	32,22396084
EV 9	6	4,689894	9	5,645034	3	1,773336	4	2,27184	3	11,192955	6	5,66689563	8	7,51016566	38,75012029
EV 10	5	3,908245	10	6,27226	4	2,364448	6	3,40776	4	14,92394	8	7,55586084	9	8,44893637	46,88145021
EV 11	5	3,908245	7	4,390582	4	2,364448	5	2,8398	5	18,654925	6	5,66689563	6	5,63262425	43,45751988
EV 12	7	5,471543	8	5,017808	2	1,182224	6	3,40776	5	18,654925	4	3,77793042	10	9,38770708	46,8998975
EV 13	10	7,81649	8	5,017808	7	4,137784	7	3,97572	9	33,578865	10	9,44482605	10	9,38770708	73,35920013
EV 14	6	4,689894	8	5,017808	2	1,182224	5	2,8398	3	11,192955	6	5,66689563	10	9,38770708	39,97728371
EV 15	5	3,908245	9	5,645034	3	1,773336	6	3,40776	3	11,192955	10	9,44482605	10	9,38770708	44,75986313
EV 16	7	5,471543	8	5,017808	2	1,182224	6	3,40776	4	14,92394	4	3,77793042	10	9,38770708	43,1689125
EV 17	8	6,253192	9	5,645034	2	1,182224	6	3,40776	3	11,192955	4	3,77793042	7	6,57139496	38,03049038
EV 18	8	6,253192	5	3,13613	3	1,773336	10	5,6796	7	26,116895	6	5,66689563	9	8,44893637	57,074985
EV 19	4	3,126596	4	2,508904	7	4,137784	5	2,8398	6	22,38591	4	3,77793042	2	1,87754142	40,65446584
EV 20	3	2,344947	3	1,881678	9	5,320008	7	3,97572	8	29,84788	3	2,833447815	1	0,93877071	47,14245152
EV 21	0	0	2	1,254452	7	4,137784	7	3,97572	5	18,654925	3	2,833447815	0	0	30,85632882
EV 22	0	0	2	1,254452	10	5,91112	6	3,40776	5	18,654925	1	0,944482605	0	0	30,17273961
EV 23	3	2,344947	6	3,763356	6	3,546672	7	3,97572	6	22,38591	5	4,722413025	5	4,69385354	45,43287157
EV 24	4	3,126596	7	4,390582	5	2,95556	5	2,8398	5	18,654925	6	5,66689563	7	6,57139496	44,20575359
EV 25	1	0,781649	3	1,881678	7	4,137784	9	5,11164	6	22,38591	3	2,833447815	1	0,93877071	38,07087952
EV 26	2	1,563298	5	3,13613	9	5,320008	6	3,40776	4	14,92394	8	7,55586084	7	6,57139496	42,4783918
EV 27	4	3,126596	7	4,390582	4	2,364448	9	5,11164	3	11,192955	7	6,611378235	9	8,44893637	41,24653561
EV 28	2	1,563298	4	2,508904	5	2,95556	9	5,11164	3	11,192955	7	6,611378235	9	8,44893637	38,39267161
EV 29	4	3,126596	5	3,13613	3	1,773336	9	5,11164	2	7,46197	6	5,66689563	5	4,69385354	30,97042117
EV 30	8	6,253192	5	3,13613	3	1,773336	7	3,97572	8	29,84788	6	5,66689563	10	9,38770708	60,04086071

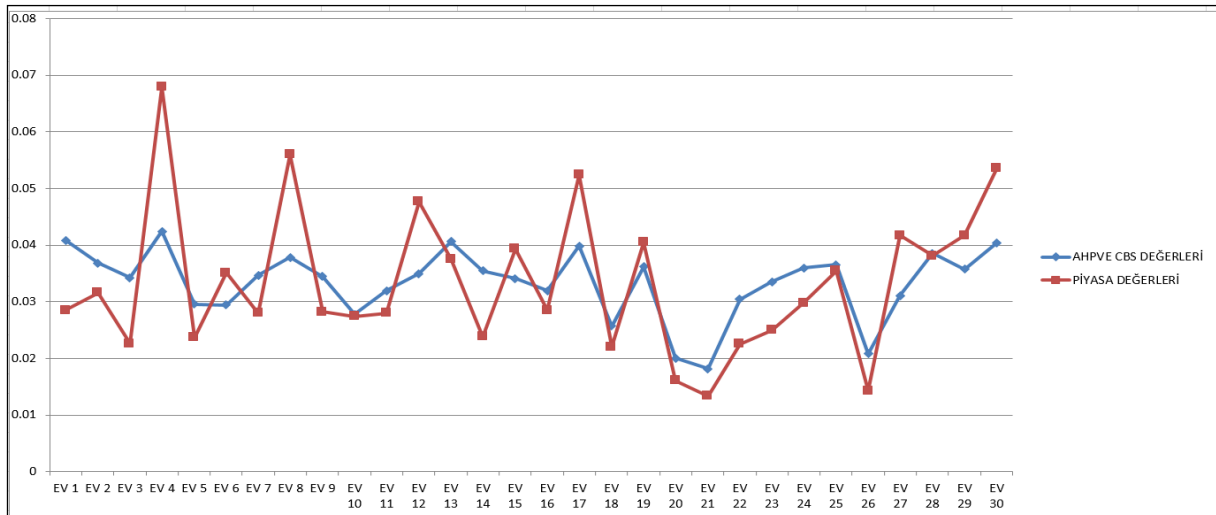
### 3.5. AHP ve CBS ile Belirlenen Taşınmaz Değerlerinin Piyasa Değerleri ile Karşılaştırılması

Her ev için AHP ve CBS yardımıyla belirlenen yapısal ve konumsal puanlar toplanarak toplam puan elde edilir. Toplam puan ve piyasa değeri ayrı ayrı normalize edilerek birbiriyle karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 8).

Çalışmada örneklem seçilen taşınmazların AHP ve CBS yardımıyla belirlenen taşınmaz değerlerinin piyasa değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bazı taşınmazlarda (ev 4, ev 8, ve ev 17) piyasa değerlerinde diğer taşınmazlara göre ani sıçramalar

olduğu görülmüştür. Günümüz şartlarında inşaat sektörüne yansıyan ekonomik sebepler ve örneklem alınan evlerdeki standartların (oda sayısı, balkon sayısı, tuvalet banyo sayısı, metrekaresi, kullanılan malzeme kalitesi vs.) değişim göstermesinden kaynaklı olarak taşınmazların değerinde artışlar meydana gelmiştir.

Genel olarak Şekil 9 incelendiğinde AHP ve CBS ile bulunan taşınmaz değerlendirme sonuçlarının rant artışı önlemeye yönelik objektif ölçülerle taşınmaz değer değişiminin belirlenmesinde bir yöntem olabileceğini göstermiştir. Sonuçların olumsuz gidebilecek piyasa koşullarını önleyerek dengeli bir değerlendirme göstereceği belirlenmiştir.

**Şekil 9.** Konumsal Değer ve Piyasa Değeri İlişkisi

**Tablo 8.** Toplam Puan (Konumsal Puan) Tablosu

	YAPISAL PUAN	KONUMSAL PUAN	TOPLAM PUAN	NORMALİZE PUAN	PİYASA DEĞERİ	NORMALİZASYON
EV 1	304,2542	52,7703281	357,0245281	0,040839757	239	0,028459157
EV 2	264,46	57,5125195	321,9725195	0,036830185	265	0,031555132
EV 3	247,4054	51,6801476	299,0855476	0,034212163	190	0,022624434
EV 4	321,3088	49,72002288	371,0288229	0,042441698	570	0,067873303
EV 5	207,6113	50,68194559	258,2932456	0,029545963	199	0,023696118
EV 6	190,5566	66,60132753	257,1579275	0,029416095	295	0,035127411
EV 7	264,46	38,85135857	303,3113586	0,03469555	235	0,027982853
EV 8	298,5693	32,22396084	330,7932608	0,037839183	470	0,055965706
EV 9	262,1086	38,75012029	300,8587203	0,034414994	237	0,028221005
EV 10	196,2415	46,88145021	243,1229502	0,027810645	230	0,027387473
EV 11	236,0357	43,45751988	279,4932199	0,031971011	235	0,027982853
EV 12	258,7752	46,8998975	305,6750975	0,034965936	400	0,047630388
EV 13	281,5147	73,35920013	354,8739001	0,040593749	315	0,037508931
EV 14	270,1449	39,97728371	310,1221837	0,035474635	200	0,023815194
EV 15	253,0903	44,75986313	297,8501631	0,034070848	330	0,03929507
EV 16	236,0357	43,1689125	279,2046125	0,031937998	239	0,028459157
EV 17	309,9391	38,03049038	347,9695904	0,03980397	440	0,052393427
EV 18	167,8171	57,074985	224,892085	0,02572523	185	0,022029055
EV 19	275,8298	40,65446584	316,4842658	0,036202388	340	0,04048583
EV 20	128,023	47,14245152	175,1654515	0,020037039	135	0,016075256
EV 21	128,023	30,85632882	158,8793288	0,018174083	112	0,013336509
EV 22	236,0357	30,17273961	266,2084396	0,030451376	189	0,022505358
EV 23	247,4054	45,43287157	292,8382716	0,033497542	210	0,025005954
EV 24	270,1449	44,20575359	314,3506536	0,035958326	250	0,029768993
EV 25	281,5147	38,07087952	319,5855795	0,036557145	298	0,035484639
EV 26	139,3927	42,4783918	181,8710918	0,020804092	120	0,014289116
EV 27	230,3508	41,24653561	271,5973356	0,031067807	350	0,04167659
EV 28	298,5693	38,39267161	336,9619716	0,038544817	320	0,038104311
EV 29	281,5147	30,97042117	312,4851212	0,035744929	350	0,04167659
EV 30	292,8844	60,04086071	352,9252607	0,040370845	450	0,053584187
TOPLAM PUAN			8742,082505		8398	

### 3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Taşınmaz değerlendirme kentsel ve kırsal alanların gelişimini ve imar ve şehircilik sürecini etkileyen bir süreçtir. Bu sürecin objektif ölçütlerle tamamlanabilmesi için taşınmaz değerine etki eden kriterlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada bu kriterlerin belirlenmesi aşamasında mühendis ve teknik nitelikteki uzmanlardan anket uygulaması ile görüş alınması aşamasında literatürle uyumluluk göstermektedir. Ayrıca çalışma birbiriyle yüksek korelasyonu olan kriterlerin elenmesi açısından bir yöntem olarak çok kriterli karar analizi yöntemlerinden biri olan AHP kullanılmasıyla literatüre uyumluluk göstermektedir.

Bu çalışmada Niğde kentinin taşınmaz değerlendirme süreci objektif bir açıdan incelenmiştir. Bunun için belirlenen bir gelişme bölgesine ait taşınmaz değerine etki eden kriterler AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen kriterlerden istatistiksel olarak anlamlı kabul edilen kriterlerin ağırlıklarına yönelik örneklem alınan yapıların yapı özellikleri puanlaması yapılmıştır. Bununla birlikte örneklem alınan yapıların konum özellikleri CBS yardımıyla değerlendirilmiş ve puanlandırılmıştır.

Sonuçta AHP ve CBS yardımıyla belirlenen taşınmaz değerlerine yönelik yapısal ve konumsal puanların toplamı normalize edilerek piyasa değerleri ile karşılaştırılmış ve incelenmiştir. AHP ve CBS yardımıyla elde edilen değerlerin piyasa değerleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma taşınmaz değerlendirme sürecinde; olumsuz piyasa koşullarının önlenmesi, objektif değerlemenin gerçekleştirilebilmesi ve CBS ve AHP yardımıyla piyasa değerlerini dengeleyen değerlemenin gerçekleştirilebilmesi yönüyle literatüre katkı sağlamıştır. Ayrıca bu çalışma gelecek çalışmalar için taşınmaz değerlendirme sürecinin objektif, adaletli rant ve spekülatif etkileri önlenmiş nitelikte yapılabilmesinde mahalle bazlı ya da bölgesel ölçekte çalışmalara rehber nitelik taşıyacaktır.

### KAYNAKÇA

Açlar, A. ve Çağdas, V. (2002). Taşınmaz (Gayrimenkul) değerlendirme. Birinci Baskı, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, Ankara.

- Akalın, M., Turhan, G. ve Şahin, A. (2013). The application of AHP approach for evaluating location selection elements for retail store: A case of clothing store. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 2, 4, 1-20.
- Amca, F. (2016). Gayrimenkul değerlemesi ve Denizli Merkez'de bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 13-38.
- Bahar, M.E. (2007). Taşınmaz değerlemesinde CBS'nin kullanım olanakları. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bunruamkaew, K. (2012). How to do AHP analysis in Excel. *GIS Seminar, division of spatial information science graduate school of life and environmental sciences, university of Tsukuba*.
- Chen, C. (2006). Applying the analytical hierarchy process (AHP) approach to convention site selection. *Journal of Travel Research*, 45, 167-174.
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, M. ve Eren, T. (2018). Taşınmaz değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve kriterlerin önem derecelerinin çok ölçütlü karar verme yöntemi ile hesaplanması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10-18.
- Derinpınar, M. ve Aydınoglu, A. (2015). Bulanık Mantık ile Coğrafi Bilgi Teknolojilerini kullanarak taşınmaz değerlendirme. *15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.
- Döner, S. (2010). CBS destekli taşınmaz mal değer haritalarının oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Döner, S. ve Alkan, R. (2011). CBS destekli taşınmaz mal değer haritalarının oluşturulması. *13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.
- Erbil, H. (2014). Taşınmaz mal değerlendirme amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi tasarımı. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-CBS 2014)*.
- Erdem, N. (2017a). Toplu (küme) değerlendirme uygulama örnekleri ve ülkemiz için öneriler. *16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.
- Erdem, N. (2017b). Türkiye için bir taşınmaz değerlendirme sistemi yaklaşımı. *Geomatik*, 2(1), 18-36.
- Erdem, N. (2019). Türkiye taşınmaz değerlendirme sisteminin etkinliğinin araştırılması, *Geomatik*, 4(1), 1-13. DOI:10.29128/geomatik.418870.
- Ersöz, F., ve Kabak M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Ertaş, M. ve Bayındır, B. (2017). Valuation of Residences through Utilizing Ratio of Integrated Capitalization, *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 2 (3), 91-99. DOI: 10.26833/ijeg.321278.
- Ertaş, M. Education for Real Estate Valuation in Turkey, *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 4 (1), 8-15. DOI: 10.26833/ijeg.416336.
- George, D. and Mallery, P. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference 17.0 Update. 10th Edition, Pearson, Boston.
- Güngör, E. (1999). Taşınmaz mal değerlendirme ve Türkiye'de sermaye piyasalarında taşınmaz mal ekspertiz şirketlerine yönelik düzenlemeler yapılmasına ilişkin öneriler. *TC Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu Kurumsal Yatırımcılar Dairesi*, Ankara.
- Hamurcu, M. ve Eren, T. (2017). Raylı sistem projeleri kararında AHS-HP Ve AAS-HP kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-13.
- Özer, M. (2010). Taşınmaz değerlendirme için kullanılan finansal ve sayısal yöntemler: Topsıs ve yeni çoklu kriter modelleriyle bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 113-115.
- Saaty, T.L. (1980), The analytic hierarchy process: Planning, priority setting. *Resources Allocation*. McGraw-Hill, New York.
- Tarin, E. (2013). Yerel yönetimlerde emlak vergisi matrahının tespiti, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Timur, S., (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri destekli taşınmaz değerlendirme haritalarının oluşturulması: İstanbul İli Şişli İlçesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Torun, M., Yanalak, M. ve Şeker, D. (2009). Taşınmaz değer haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile üretilmesi. *12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*.

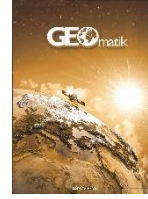
- Uludağ, A.S. ve Doğan, H. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılmasına odaklı bir hizmet kalitesi uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 17-47.
- Ünel, F. ve Yalpir, Ş. (2014). Determination of the locational, physical and legal status of parcels using the AHP Method and GIS in real estate valuation. *Geomatics Engineering Department, Selcuk University*, 1-10.
- Ünel, F. ve Yalpir, Ş. (2019). Türkiye’de Taşınmazların Değerini Etkileyen Kriterlere Yaklaşım. *Geomatik*, 4 (2), 112-133. DOI:10.29128/geomatik.499681.
- Ünel, F., Yalpir, Ş. And Gülnar, B., Preference Changes Depending on Age Groups Of Criteria Affecting the Real Estate Value, *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 2 (2), 41-51. DOI: 10.26833/ijeg.297271.
- Yağmahan, G. (2019). Puanlama yöntemiyle taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ve yaşam kalitesiyle ilişkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yalpir, Ş. ve Ekiz, M. (2017). Eşdeğerlilik esaslı arazi ve arsa düzenlemesinde analitik hiyerarşi prosesinin kullanımı. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 60-65.
- Yılmaz, A. ve Demir, H. (2011). Çok ölçütlü karar destek sistemleri ile taşınmaz değerlendirme ve oran çalışması. *13. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 3-6.



## GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



### Yeraltı Suyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Modellenmesine Yönelik bir Yaklaşım: Kırkgöz Havzası (Antalya)

Mustafa Kaynarca<sup>1</sup>, Nusret Demir\*<sup>2</sup>, Bekir Taner San<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Antalya Büyükşehir Belediyesi Su ve Atık Su İdaresi (ASAT) Genel Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

#### Anahtar Kelimeler

Yeraltı suyu  
Modelleme  
Sınıflandırma

#### ÖZ

Ülkemizin su potansiyelinin büyük çoğunluğu yer altı suyundan oluşmaktadır. Antalya da Türkiye'nin toplam yeraltı suyu potansiyelinin %5.6' sına sahiptir. Antalya'da içme suyu ihtiyacının büyük çoğunluğu yer altı suyundan karşılanmaktadır. Bu çalışmada içme suyunun karşılandığı alanlarda, yer altı suyunun özellikleri belirlenmiştir. Test alanı olarak önemli içme suyu kaynaklarından Kırkgözler seçilmiştir. Burada mekansal veriler (jeoloji, arazi modeli, kuyular) kullanılmış, su seviyesi ve verimlilik değerlerini içeren tematik haritalar üretilmiştir. Uydu görüntüsü olarak Sentinel-2 görüntüleri kullanılıp karar vektör makinaları yöntemi ile sınıflandırılarak arazi kullanım özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışma (Kaynarca vd. 2019) 'nın genişletilmiş versiyonudur.

### An Approach for Modeling of Ground Water Sources Using Remote Sensing and GIS Techniques: Kırkgöz Catchment (Antalya)

#### Keywords

Groundwater  
Modelling  
Classification

#### ABSTRACT

The majority of Turkey's water potential consists of groundwater. Antalya has a groundwater potential with 5.6% of the whole country. In Antalya, the majority of tap water is supplied from needs from groundwater. In this study, the properties of groundwater are determined at the locations where the need of tap water is provided. Kırkgözler is selected as test area which is one of important location for the tap water supply. Geospatial datasets have been used (geological information, terrain model, well points) and groundwater level and productivity measurements are used. Sentinel-2 images have been used as satellite imagery, and support vector machine method is used for determination of the land-use. This is study is an extended version of (Kaynarca et al. 2019)

#### \*Sorumlu Yazar

(mustafakaynarca78@gmail.com) ORCID ID 0000 – 0003 – 3924 – 2384  
\*(nusretdemir@akdeniz.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0002 – 8756 – 7127  
(tanersan@akdeniz.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0002 – 7187 – 0199

Kaynak Göster (APA)

Kaynarca, M, Demir, N, San, B. (2020) Yeraltı Suyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Modellenmesine Yönelik bir Yaklaşım: Kırkgöz Havzası (Antalya). Geomatik 5(3), 241-245, DOI: 10.29128/geomatik.649221

Araştırma Makalesi / DOI: 10.29128/geomatik.649221

Geliş Tarihi: 20/11/2019; Kabul Tarihi: 03/04/2020

## 1. GİRİŞ

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tarım (Demir vd. 2018), ekoloji (Selim ve Demir, 2018), ulaşım, jeoloji (Orhan, Kırtıloğlu, & Yakar, 2020) , planlama gibi bir çok alanda ve disiplinde kullanılmaktadır. Özellikle son on yıllık zaman diliminde, uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu birçok çalışmada bir arada yer almaktadır. Web of Science verilerine göre; son 20 yıllık dönemde 1998 yılında 2756, 2008 yılında 6270, 2018 yılında 14869 adet bilimsel yayın uzaktan algılama ve CBS konularında yapılmıştır. Hemen hemen tüm çok disiplinli çalışmalarda, planlama aşamalarında kullanılır hale gelmiştir.

İnsanoğlu için en önemli yaşamsal kaynakların başında su gelmektedir. Temiz ve kullanılabilir su kaynakları yaşamsal nitelikte olup kentimizde kullanılan suyun %98 yeraltı suyundan temin edilmektedir (DSİ, 2018). Bu kaynak içme suyu olarak kullanılmasının yanı sıra tarımsal sulamada da yoğun olarak kullanılmaktadır. Yer altı sularından maksimum fayda için davranışlarının bilinmesi ve yeryüzündeki alan kullanımları ile ilişkisi yer altı suyunun iyi yönetilmesi açısından önem arz etmektedir (Hökelekli & Yılmaz, 2010).

Literatüre bakıldığı zaman yeraltı suları ve barajlarla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Erener & Sarp, 2017) . Yapılan bir çalışmada Harran ovasının bir bölümünde bir bölümünde yeraltı suyu seviyeleri ve verimlilik düzeyleri araştırılmış ve haritalandırılmıştır (Çelik, 2017). Afyon Akarçay havzasının yeraltı suyu modellemesi Hökelekli ve Yılmaz (2010) tarafından yapılmıştır. Polemio (2016) tarafından yapılan çalışmada İtalya'nın güney bölgesinin akifer modellemesi ve yeraltı suyu izlenmesi çalışması yapılmıştır. Kuniński (2016) tarafından Florida'da yapılan çalışmada jeolojik olarak Karstik yapıdaki bu bölgedeki kuyu verileri kullanılarak akifer modeli ve akış yönleri bulunmaya çalışılmıştır. San ve Ulusar (2018) tarafından yapılan çalışmada ise uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarından otomatik çıkarılan tarihsel kıyı çizgileri ile birlikte mevcut durumdaki kıyı çizgisi çıkarılmıştır. Sınıflandırma ile ilgili birçok çalışma yer almakta olup Kavzoğlu vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada destek vektör makineleri yönteminin kentsel ve kırsal alan sınıflandırmasında yüksek doğruluk ile sınıflandırma yapabildiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, nüfusu 1,5 milyonu bulan Antalya ili merkez ilçelerinin (Muratpaşa, Kepez, Konyaaltı, Aksu, Döşemealtı) ana içme ve kullanma suyu sistemini içinde barındıran Kırgözler yeraltı suyu kaynağı seçilmiştir. Bu sistem ile onunla ilintili olan yüzey sınıfları ve alan kullanımları da değerlendirilmiştir. Karstik bir jeolojik yapıya sahip olan bu sistemde ağırlıklı olarak aynı litolojik birim, litolojik farklılıklar nedeniyle ortaya çıkabilecek farklılıklar değerlendirmeye katılmamıştır. Çalışmada ele alınan temel litolojik birim, Antalya

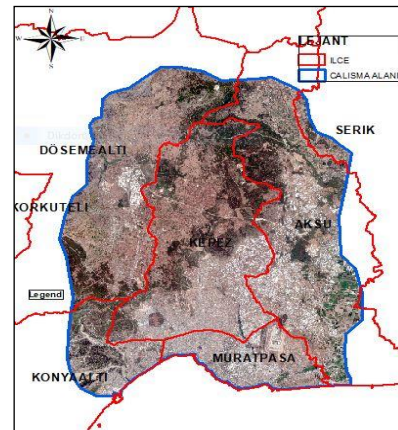
Şehir merkezini de içeren Kuvaterner olan yaşlı Traverten , Antalya Tufasıdır.

Bu çalışmanın amacı bu formasyon üzerinde yer alan yeraltı suyu kuyuları verileri kullanılarak interpolasyon yardımı ile yeraltı suyu statik, dinamik ve kuyu verimlilik tematik haritalarının oluşturulmasıdır. Çalışmada ayrıca yeraltı suyu statik ve dinamik seviyeleri arazi modeline göre 3 boyutlu görselleştirme yapılarak yeraltı suyu seviyesi ve kuyular arazi modeline göre gösterilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın yapıldığı traverten formasyonunda arazi örtüsünde belirlenmesine çalışılmış, bunun içinde karar destek yöntemi ile kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Bu makale, daha önce yayınlanmış (Kaynarca, Demir, & San, 2019) 'nın genişletilmiş bir versiyonudur.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Antalya ili sınırlarında merkezdeki traverten jeolojik formasyonun kapladığı alan olarak seçilmiştir. Bu alan Döşemealtı, Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı ilçelerinin bir bölümünü içerir. Çalışma alanının ülkemizdeki konumu Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı

### 2.2. Materyal

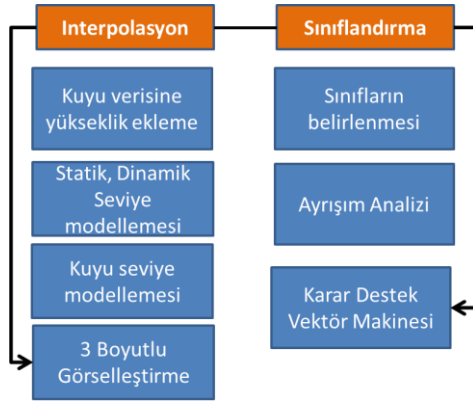
Bu çalışmada kullanılan veriler; Devlet Su İşleri ve Antalya Su ve Atık Su İdaresi Genel Müdürlüğü'nden kuyulara ait statik, dinamik seviye, verim ve koordinat verilerini içeren MSEXcel tabloları alınmıştır. Ayrıca Maden Tetkik ve Arama

Genel Müdürlüğü'ne ait 1/100 000 ölçekli jeoloji haritaları Sentinel 2 çok bantlı uydu görüntüsünün 2., 3., 4. ,8. bantları (Mavi, Yeşil, Kırmızı, Yakın Kızılötesi) ve Aster Global Digital Elevation Model (GDEM) sayısal arazi modeli kullanılmıştır.

Yapılan bu çalışmada ENVI görüntü işleme ve analiz işlemleri için ENVI, ArcGIS ve MapInfo CBS yazılımlarından faydalanılmıştır.

### 2.3. Yöntem

Çalışmada yapılanlar temel işlem adımları şematik olarak Şekil 2'de gösterilmektedir. Çalışmada Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'ne ait kuyu verileri Excel tablosunda alınarak CBS ortamına aktarılmış, kuyu verileri MTA'nın Jeoloji haritası üzerine eklenmiş ve traverten olan formasyon dikkate alınarak çalışma alanı belirlenmiştir. Çalışma alanına giren bölümdeki kuyu verileri ayrılmıştır. Çalışma alanı sayısal arazi modeli ASTER SYM verisi ile yükseklik, eğim haritaları oluşturulmuştur.



Şekil 2. İşlem adımları

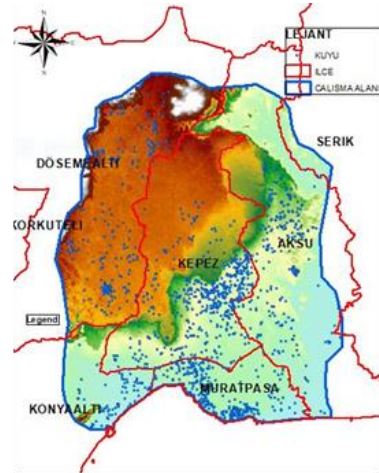
İnterpolasyonla değeri bilinmeyen alanlar, bilinen değerlerin kullanılmasıyla tahmin edilir ve yüzeyin temsili sağlanır. Çalışmada yeraltı suyunun statik, dinamik seviyelerini temsil etmesi için model oluşturulması için kriging interpolasyon işlemi yapılmıştır. CBS ve uzaktan algılama birçok alanda yazılımlar kullanarak karar destek sistemlerini desteklemektedir (Taylan, 2016). Çalışmada 1067 adet kuyuya ait kot verilerinden statik ve dinamik seviyeler tablosunda çıkarılmış ve statik ve dinamik su seviyesi kotu hesaplanmıştır. Daha sonra kriging yöntemi kullanılarak çalışma alanına ait statik ve dinamik seviye haritaları üretilmiştir.

UA ve CBS de üç boyutlu modelleme ile çeşitli arazi plan ve yapı modelleri oluşturulmaktadır. Bu hem görsel hem de kavramsal olarak bilginin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Çalışmada da elde edilen arazi, statik ve dinamik su seviyeleri modellerinin 3 boyutlu görselleştirilmesi yapılmıştır. Oluşturulan 3 boyutlu modelde sayısal arazi modeli, su seviyeleri modelleri ve kuyu verileri kullanılmıştır.

Görüntü sınıflandırma ile görüntü pikselleri bir adet sınıfa atanmaktadır (Ayhan vd. 2003). Çalışmada kontrollü/egitimli sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde önceden belirlenen sınıf ve eğitim setleri ile sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma alanının sınıflandırılmasında yedi ayrı sınıf değerlendirilmiş ve destek vektör makinesi(SVM) yöntemi ile sınıflandırma yapılmıştır. Belirlenen sınıflar orman, su, yerleşim, bitki, sera, ticari alan ve boş alandır. Son yıllarda birçok sınıflandırma ve örüntü tanıma probleminde destek vektör makineleri yöntemi kullanılmaktadır (Kavzoğlu, T.Çölkesen, İ.; Şahin 2015). Sınıflandırma da Sentinel 2 çok bantlı görüntü üzerinden eğitim setleri belirlenmiş, spektral ayırım değerlerine bakılarak sınıfların birbirine hangi oranda karıştığı hesaplanmıştır. Yöntem olarak Jeffries-Matusita, Transformed Divergence kullanılmıştır.

Bu işlemin ardından çalışma bölgesinin Sentinel 2 çok bantlı uydu görüntüsü kullanılarak destek vektör makinesi (SVM) ile sınıflandırma gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanına göre kuyuların dağılımı ve sayısal yükseklik modeli Şekil 3'te gösterilmiştir.



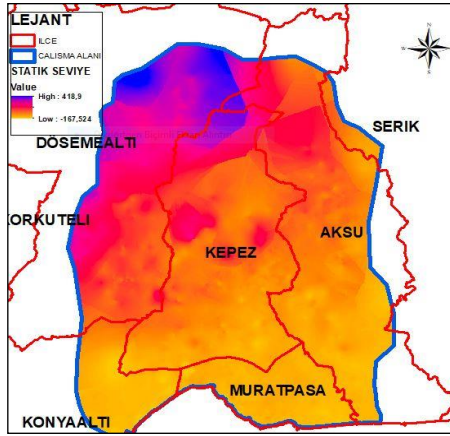
Şekil 3. Sayısal yükseklik modeli ve kuyular

### 3. BULGULAR

Çalışmada 1067 adet kuyu verisi kullanılarak oluşturulan statik ve dinamik yeraltı suyu modelleri ile referans verideki gerçek değerlerin farkları hesaplanmıştır. Fark değerlerinin ortalaması 2.33 ve 2.64 standart sapma değerleri ise 3.69 ve 4.69 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada üretilen bu haritalardan statik yeraltı su seviyesi Şekil 4'de gösterilmektedir.

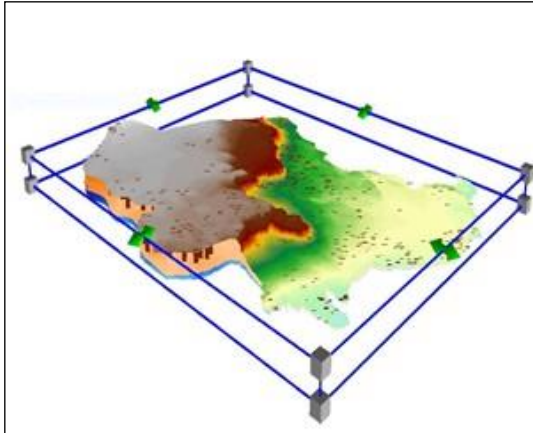




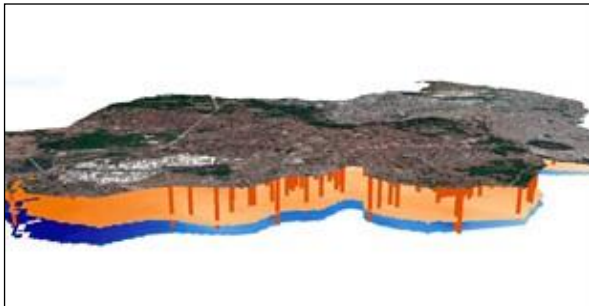
Şekil 4. Statik yeraltı su seviyesi haritası

Standart sapmanın sıfıra yakın değerde olması farkların bu değere yakın olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre üretilen modeldeki değerlerin referans değerlere yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 5'de sayısal yükseklik modelinin 3 boyutlu görseli yer almaktadır. Bu çalışmada verilerin görselleştirilmesi ArcGIS araçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çok bantlı uydu görüntüsü oluşturulan 3 boyutlu model de Şekil 6'da gösterilmiştir.

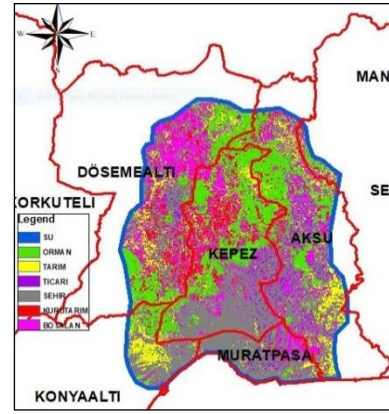


Şekil 5. Sayısal arazi modeli 3 boyutlu görseli



Şekil 6. Çok bantlı uydu görüntüsü 3 boyutlu görseli

Şekil 7'de sınıflandırma sonucu görülmektedir. Sınıflandırma işlemi yapıldıktan sonra morfoloji opening/closing filtresi uygulanmıştır. Bu işlem ile sınıflandırma ile elde edilen görüntü zenginleştirilmiştir.



Şekil 7. Sınıflandırma sonucu

Ayrıca çalışmada alanında yapılan sınıflandırma işlemi ile üretilen yedi arazi sınıfının alansal dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sınıflandırmanın alansal dağılımı

Sınıf	Alan m <sup>2</sup>
Orman	143.502.360,44
Yerleşim	188.975.752,48
Sera	22.882.592,72
Ticari	4.660.798,28
Boşalan	125.006.198,52
Su	125.067,28
Bitki	26.106.478,68
<b>Toplam</b>	<b>511.259.248,40</b>

Çalışmada iki farklı doğruluk analizi yapılmıştır. Bunlar üretilen statik ve dinamik seviye modelleri ve sınıflandırma sonuçları için yapılan doğruluk analizleridir. Çalışmada kullanılan 1067 adet kuyudan statik ve dinamik seviyeleri ile modelden çıkarılan değerler kuyu tablosuna yazılmıştır. Bu işlemin ardından gerçek statik ve dinamik su kotu değerleri ile modelden üretilen değerlerin farkları alınarak bazı istatistiksel sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerlere ilişkin yapılan hesaplamalar Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Model doğrulaması için istatistiksel hesaplamalar.

Tablo	Min.	Maks.	Top.	Ort.	Std. Sap.
Statik	0	49	2487	2.33	3.96
Dinamik	0	50	2816	2.64	4.69

Çalışmada yapılan sınıflandırma için yapılan doğruluk analiz sonuçları değerlendirilmiş olup toplam 25935 adet piksel doğruluk analizi için kullanılmış olup bunun alansal karşılığı 2.593.500 m<sup>2</sup> dir. Kappa değeri 0.955, Doğruluk yüzdesi %96.76 olarak hesaplanmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

Sonuç olarak çalışmanın hedefi olan yeraltı suyu modeli düşük standart sapma ile çıkarılmış ve

bu alandaki arazi örtüsünün yüksek doğrulukta üretildiği elde edilen doğruluk değerlerine göre oldukça başarılıdır. Uygulanan yöntemler Antalya ilinde yer alan diğer havzalar için de gerçekleştirilecek şekildedir. Çalışma hayati öneme sahip yeraltı suyu kaynakları ilgili bir model üretmekte, yapılan kontrollü sınıflandırma ile yüzeyde arazi örtüsü ve kullanımı ile modelin korelasyonu sağlanmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlarla ve üretilen veri setleri ile yeraltı suyuna ilişkin risk faktörleri en uygun alan tespit vb. çalışmalar içinde temel altlık niteliğinde olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın yerel yönetimlerin, kamunun ve özel sektörün yeraltı suyu arama ve kullanma ile ilgili çalışmalarında da kullanabilecek ve planlama çalışmalarında orta ölçekte veri kaynağı olacaktır.

Ayrıca sürekli veri akışının sağlanması ile üretilen anlık model üretim işleminin yeraltı suyu seviyesinin sürekli takibi mümkün olacaktır.

#### KAYNAKÇA

Anonymous. (2018). DSİ Su Kaynakları Verileri. Retrieved October 19, 2019, from [http://www.dsi.gov.tr/docs/resmi-istatistikler-2017/dsi\\_metaveri\\_14-12-2018.doc?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/resmi-istatistikler-2017/dsi_metaveri_14-12-2018.doc?sfvrsn=2)

Ayhan, E., Karsli, F., ve Tunc Gormus, E. (2003). Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma Ve Analiz. Harita Dergisi, 70, 32-46.

Çelik, R. (2017). Harran Ovası'nın yeraltısuyu potansiyelinin coğrafi bilgi sistemi ile modellenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 8, 53-64.

Demir N., Sönmez N.K., Akar T., ve Ünal S., (2018) Automated Measurement of Plant Height of Wheat Genotypes Using a DSM Derived from UAV Imagery, MDPI Proceedings(2) , 350-350.

Erener, A., ve Sarp, G. (2017). Barajların Çevresel Etkilerinin Zamansal Ve Mekansal Olarak Uzaktan Algılama İle Değerlendirilmesi: Atatürk Barajı Örneği. Geomatik 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.29128/geomatik.300012>.

Hökelekli, E. ., ve Yılmaz, İ. (2010). Akarçay Kuzey Alt Havzası Yeraltı Suyu Modellemesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(2), 5-16.

Kavzoğlu, T.;Çölkesen, ve İ.;Şahin, E. K. (2015). Obje Tabanlı Yaklaşımda Makine Öğrenme Algoritmalarının Sınıflandırma Performansının Analizi. In TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu (pp. 344-349).

Kaynarca M., Demir N. (2017). Nesne Tabanlı Sınıflandırma İle Karayolunda Bulunan Araçların Tespiti, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı, 12-17.

Kaynarca, M., Demir, N., & San, B. T. (2019). Antalya İli Yeraltısuyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanarak Modellenmesi Ve Arazi Özelliğinin Belirlenmesi. In TUFUAB X. Teknik Sempozyumu (p. 43).

Kunianski, E. L. (2016). Simulating Groundwater Flow in Karst Aquifers with Distributed Parameter Models—Comparison of Porous-Equivalent Media and Hybrid Flow Approaches. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/0.3133/sir20165116>

Orhan, O., Kırtıloğlu, O. S., & Yakar, M. (2020). Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması. Geomatik, 5(2), 81-90. <https://doi.org/10.29128/geomatik.577167>

Polemio, M. (2016). Monitoring and management of karstic coastal groundwater in a changing environment (Southern Italy): A review of a regional experience. Water (Switzerland). <https://doi.org/10.3390/w8040148>

San, B. T., ve Ulusar, U. D. (2018). An approach for prediction of shoreline with spatial uncertainty mapping (SLiP-SUM). International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.005>

Selim S., Demir N. (2018). Analysis of landscape patterns and connectivity between tree clusters derived from LIDAR data, Fresenius Environmental Bulletin (27), 3512-3520.

# GEOmatik

## ARAŞTIRMA MAKALELERİ

\*\* Madencilik Çalışmalarında Sismik Veri Toplama ve Ölçme Tekniklerinin Kullanılabilirliğinin Analizi

Atınç PIRTI, Hüseyin Edip ÖZDEMİR, Ramazan Gürsel HOŞBAŞ 160

\*\* İdari Sınır Verilerinin Bağlantılı Açık Veri Olarak Yayınlanması: Trabzon Sınırları Örneği

Gülten Kara, Çetin Cömert 172

\*\* Uydu Görüntüsü İşleme ve Sıkıştırma Süreçlerinin WEB Tabanlı Harita Servisi Yayın Performansına Etkilerinin Araştırılması

Zafer DURKUT, Uğur ALGANCI, Elif SERTEL 186

\*\* Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği

Merve Damla KELEŞ, Cevdet Coşkun AYDIN 193

\*\* CBS Yardımıyla İstanbul'daki Merkez Alanların Sınırlarının Belirlenmesi

Tayfun SALİHOĞLU 201

\*\* Türkiye Kırsal Arazi Kullanımına Yönelik Bir Konumsal Veri Altyapısının Modellenmesi

Muzaffer Can İBAN 209

\*\* CBS ve AHP Yöntemi Yardımıyla Niğde Kenti Örneğinde Taşınmaz Değerleme

Aslı BOZDAĞ, Ela ERTUNÇ 228

\*\* Yeraltı Suyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Modellenmesine Yönelik bir Yaklaşım: Kırkgöz Havzası (Antalya)

Mustafa Kaynarca, Nusret Demir, Bekir Taner San 241