

Açık Kaynaklı Bulut CBS Yardımıyla Kitlesele Taşınmaz Değerleme Uygulaması

(An Application of Mass Real Estate Valuation with Open Source Cloud GIS)

Muhammed Oğuzhan METE*^{ORCID}, Tahsin YOMRALIOĞLU^{ORCID}
 İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Sarıyer, İstanbul
 *Sorumlu yazar: metemu@itu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 01.11.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 31.12.2020

ÖZ

Coğrafi Bilgi Bilimi, bu alanda önemli gelişmelerin ortaya çıkması ve uygulama örneklerinin pratikte yaygınlaşmasıyla birlikte daha belirgin hale gelmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) internetin yaygın kullanımı ile dinamik sistemlere olan gereksinimler “Web CBS” ve “Bulut CBS” çözümlerini ortaya çıkarmıştır. Masaüstü CBS ürünlerinin günümüzde yaygın bir şekilde kullanılıyor olmasına rağmen Web CBS ve Bulut CBS uygulamalarının kullanımı dikkat çekici bir artış göstermekte ve kullanıcılara daha verimli çözümler sunmaktadır. Bulut Bilişim, yerel masaüstü sistemler yerine web tabanlı bilgisayar merkezlerinde birçok hesaplama ve analiz görevinin gerçekleştirildiği ve hizmetlerin paylaşıldığı bir sistemdir. Bulut Bilişim modelleri ölçeklenebilir, güvenli ve yüksek kapasiteli sistemleri daha az personel, bütçe ve donanım ihtiyacı ile sunmaktadır. Bulut CBS uygulamaları veri depolama, gerçek zamanlı veri görselleştirme, coğrafi analiz işlemleri ve coğrafi veri sunucusu gibi yetenekleri önemli maliyet tasarrufu ile tek platform üzerinden sunma imkânı sağlamaktadır. Kitlesele taşınmaz değerlendirme uygulamaları Bulut CBS'nin kullanımı ile verilerin dinamik bir şekilde depolanması, analizi ve paylaşılması sonucunda hızlı ve işlevsel hale gelmektedir. Bu çalışmada, Amazon Web Servisleri (AWS) bulut bilişim altyapısı ile PostgreSQL veritabanı, GeoServer veri sunucusu ve Leaflet web harita kütüphanesi açık kaynaklı yazılımları kullanılarak Bulut CBS destekli kitlesele taşınmaz değerlendirme platformu oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında parsel sorgulaması veya adres araması yapılarak taşınmazların arsa değerine ve çevresine ait bilgilere tek bir platform üzerinden erişilmesi sağlanarak değer esaslı çalışmalara önemli bir referans sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulut CBS, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Taşınmaz Değerleme, Kitlesele Değerleme, Nominal Değerleme

ABSTRACT

Geospatial technologies have become more prominent over the last decades with the emergence of improvements in this field. Widespread usage of internet and requirements in dynamic systems in Geographic Information Systems (GIS) have revealed Web GIS and cloud GIS solutions. Desktop GIS products are still used in the community frequently, however Web GIS and cloud GIS applications have drawn attention and have become more efficient for users. Cloud computing is the system where many

computations and analysis tasks are performed and shared services in web-based computer centers instead of local desktop systems. Cloud computing models offer scalable, secure and robust systems with less people, money and hardware needs. Cloud GIS applications provide real time data visualization, enable multi-users access, deliver significant cost savings. Mass real estate valuation applications become fast and functional as a result of the dynamic storage, analysis and sharing of data with the use of Cloud GIS. In this study, Amazon Web Services (AWS) cloud computing infrastructure, PostgreSQL, GeoServer, and Leaflet are used to create cloud GIS solution for real estate valuation. In the paper, it is aimed to provide an important reference to value-based studies by sharing land values and surrounding information on a single platform by searching for parcels or addresses.

Keywords: Cloud GIS, Geographic Information Systems, Real Estate Valuation, Mass Valuation, Nominal Valuation

1. GİRİŞ

Konumsal verilerin hızla büyüyen varlığı, büyük verileri depolamak ve paylaşmak için farklı yaklaşımlar gerektirmektedir. Bulut Bilişim sistemlerinin geliştirilmesiyle, bu büyük veri yığınlarını web üzerinden sanal makinelerde depolamak, işlemek ve paylaşmak mümkündür. Bulut teknolojisi, hesaplama servisleri, sunucular, depolama, veri tabanları, ağ uygulamaları, yazılımlar gibi birçok hizmetin internet üzerinden hızlı, güvenli ve ekonomik bir şekilde kullanıcılara sunulması amacıyla ortaya çıkan, gelişmekte olan bir kavramdır. Bulut Bilişim, birçok hesaplama ve analiz görevlerinin lokal masaüstü sistemler yerine internet tabanlı büyük bilgisayar merkezlerinde gerçekleştirilip web servisleriyle sunulduğu bir sistem olarak göze çarpmaktadır. Geleneksel sistem mimarisine kıyasla birçok avantaja sahip olan Bulut Bilişim, Bilgi Teknolojileri (BT) altyapısına bakış açısını değiştirmiştir.

Taşınmaz değerlendirme; taşınmazların konuma bağlı sahip oldukları fiziksel, ekonomik, yasal ve çevresel niteliklerin dikkate alınarak, bütüncül olarak irdelenerek güncel piyasa koşullarındaki birim değerinin tahmin edilmesi işlemidir (Yomralıoğlu, 1997). Dünya genelinde

taşınmazların değerlemesinde yaygın olarak klasik yöntemler olarak bilinen Emsal (Karşılaştırma) Yöntemi, Gelir Yöntemi ve Maliyet Yöntemi kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemler ile sadece değerlendirme konusu olan tekil taşınmazın kıymetlendirilmesi yapılabilmektedir. Öte yandan günümüzde vergilendirme, imar uygulamaları vb. birçok faaliyette belli bir alandaki taşınmazların kitlesel değerlemesine gereksinim duyulmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde kitlesel taşınmaz değerlendirme ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda son on yıllık dönemde artış görülmektedir. Jahanshiri, Buyong ve Shariff (2011), kitlesel değerlendirme yöntemlerinden Çoklu Regresyon Analizi, Mekansal Otoresif Modeller, Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon ve Kriging yöntemlerini özetleyerek avantaj ve dezavantajlarını incelemiştir. Güneş ve Yıldız (2015), Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM)'nin Tapu ve Kadastro Modernizasyon Projesi kapsamında İstanbul'un Fatih ilçesi ile Ankara'nın Mamak ilçesinde Çoklu Regresyon Analizi, Yapay Sinir Ağları ve Karar Ağaçları yöntemlerini kullanarak kitlesel değerlendirme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Yalpir (2016), farklı aktivasyon fonksiyonlarına sahip Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizi ile Konya ilinde kitlesel değerlendirme çalışması gerçekleştirmiştir. Erdem (2017) ülkemizdeki ve dünyadaki kitlesel taşınmaz değerlendirme mevzuatını ve uygulama yöntemlerini inceleyerek bir kitlesel değerlendirme modeli önermiştir. Bilgilioğlu (2018), Makine Öğrenmesi yöntemleri ile Aksaray iline ait kitlesel taşınmaz değer haritası üretmiş, yöntemlerin performanslarını istatistiksel doğruluk analizleri gerçekleştirerek kıyaslamıştır. Ayrıca tüm yöntemlerin bir arada kullanılabileceği bir yazılım geliştirmiştir. Demetriou (2018), doğrusal ve doğrusal olmayan iki farklı hedonik değerlendirme modeli geliştirerek Güney Kıbrıs'ta CBS destekli kitlesel değerlendirme çalışması gerçekleştirmiştir. Unel ve Yalpir (2019), Konya'nın Selçuklu ilçesinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci ve Çoklu Regresyon Analizi ile kitlesel değerlendirme çalışması yaparak yöntemlerin performanslarını kıyaslamışlardır. Bovkir ve Aydınoglu (2020), konut cinsindeki taşınmazların kitlesel değerlendirme için Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (TUCBS) altyapısını kullanan, birlikte çalışabilir kitlesel değerlendirme modeli geliştirmiş, Makine Öğrenmesi yöntemlerinden Rastgele Orman algoritmasını kullanarak İstanbul'un Pendik ilçesinde taşınmaz değer haritası üretmişlerdir.

Şehir veya ilçe bazlı geniş alanlarda çok sayıda taşınmazın topluca değerlendirilmesi, birçok analiz, veri işleme ve uzun bir zaman

gerektirmektedir. Bu süreci bilimsel yöntemlerle objektif olarak yönetmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Bulut Bilişim teknolojilerinden faydalanmak, taşınmaz verilerinin ve haritalarının depolanmasını, analizi, görüntülenmesi ve paylaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Mete ve Yomralıoğlu, 2019a). Son yıllarda farklı uygulama alanlarında Bulut Bilişim ve CBS'nin bütünleştirilmesi ile birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yang ve Wu (2010), literatürdeki Bulut Bilişim tanımlarını özetlemiş ve Bulut Bilişim teknolojisini özellikleri ve uygulama süreçleriyle birlikte ele almıştır. Ayrıca bulut üzerinde karar destek sistemleri uygulamaları ve coğrafi veri depolama süreçlerini de incelemiştir. Açık Mekansal Bilişim Birliği (Open Geospatial Consortium [OGC]), standartlar için bir referans model oluşturmak amacıyla Bulut Bilişimin gelişimini mekansal bakış açısı ile incelemiştir. Ekin (2011) Bulut Bilişim ve CBS'nin kullanım örneklerini incelemiş ve altyapı yönetimi için Web tabanlı CBS uygulaması geliştirmiştir. OGC oluşturduğu taslakta Bulut Bilişimin CBS ekosisteminde benimsenmesi ile birlikte kullanıcılar ve şirketler için avantaj ve dezavantajlarını özetlemiştir (McKee, Reed ve Ramage, 2011). Yang vd. (2011) zamansal CBS uygulamalarında Bulut Bilişimin kullanımını araştırmışlardır. Genellikle veri yönetimi, hesaplama, analiz ve zaman-mekan modelinin uygulama argümanlarına odaklanmışlardır. Kavzoğlu ve Şahin (2012) Bulut Bilişim ve Bulut CBS uygulamalarını ele almış, "Google Maps API" ve "GIS Cloud" ile iki farklı Bulut CBS uygulaması geliştirmişlerdir. Çetin, Yaman, Sabah, Ayday, ve Ayday (2013) CBS ve Uzaktan Algılama özelinde Bulut Bilişimin uygulanabilirliğini inceleyerek bir sistem mimarisi önermişlerdir. Alfaqih ve Hassan (2016), Bulut Bilişim ve Bulut CBS hakkında genel tanımları araştırarak literatürdeki Bulut CBS ile ilgili çalışmaları özetlemiştir. Ayrıca Bulut Bilişimin coğrafi bilgi, acil durum yönetimi ve sosyal medya alanlarındaki uygulama zorluklarını ve fırsatlarını tartışmışlardır. Tripathi, Agrawal ve Gupta (2020), coğrafi veri yönetimi, birlikte çalışabilirlik, güvenlik ve güvenilirlik kavramlarını bulut tabanlı Konumsal Veri Altyapısı (KVA) özelinde incelemiştir. Bulut CBS klasik CBS'ye göre depolama, analiz, dinamik veri paylaşımı gibi konularda yüksek performans ve işlevsellik sunmaktadır. Ayrıca yoğun Web trafiği karşısında ölçeklenebilir yapısı sayesinde kesintisiz ve hızlı erişim sağlama avantajı bulunmaktadır. Bulut Bilişim altyapısı, yüksek performanslı hesaplama ve etkin veri depolama imkanı sağlamanın yanı sıra, donanım ve bilgi teknolojileri personeli gereksinimlerini azaltarak kişi ve kurumlara önemli kazanımlar sunmaktadır (Grossman, 2009). Bulut

sistemlerindeki platform ve hizmet dağıtım modelleri de kullanıcı tarafındaki kurulum ve bakım gereksinimlerini ortadan kaldırmaktadır.

Literatürdeki çalışmalarda görüldüğü üzere kitlesele değerlendirme çalışmalarının çoğunluğu Çoklu Regresyon Analizi, Yapay Sınır Ağları gibi Makine Öğrenmesi yöntemlerinden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda CBS destekli kitlesele değerlendirme çalışmaları bulunmasına karşın, Bulut CBS ile kitlesele taşınmaz değerlendirme çalışmasına rastlanmamıştır. Kitlesele değerlendirme çalışmalarında verinin depolanması, analizi, görselleştirilmesi ve paylaşılması Bulut CBS ile işlevsel hale gelmektedir. Bu çalışmada Amazon Web Servisleri (AWS) kullanılarak Bulut CBS ile kitlesele taşınmaz değerlendirme platformu oluşturulmuştur. Nominal Değerleme Yöntemi ile elde edilen arsa değerleri, Çoklu Regresyon Analizi ile rayiç değerlere dönüştürülmüş, istatistiksel testler ile doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca coğrafi verileri bulut ortamında dinamik olarak depolamak için "PostgreSQL" açık kaynak veritabanı sistemi "Amazon Relational Database Service (RDS)" kurulmuş, "AWS Elastic Compute Cloud (EC2)" üzerinde taşınmaz veri ve haritalarının paylaşılması amacıyla açık kaynaklı coğrafi veri sunucusu yazılımı "GeoServer" yüklenmiştir. Ayrıca "Leaflet" açık kaynaklı JavaScript web haritası kütüphanesi ile raster ve vektör verilerin web tarayıcısı üzerinden görselleştirilmesi mümkün hale gelmiştir. Böylelikle güncel emlak değerlerinin kullanıcılarla paylaşılması ve taşınmazları konu alan ekonomik işlemlerde yararlanılabilecek bir referans oluşturulması amaçlanmıştır.

2. BULUT BİLİŞİM

Bulut Bilişim, ağ, sunucu, depolama, uygulama ve servis gibi ayarlanabilir bilgi işlem araçları paylaşılan bir kaynağa her yerden uygun ağ erişimi sağlayan bir modeldir. Sistemin yapılandırılması ve devreye alınması sırasında kullanıcı tarafında fazla bir çaba veya müdahale gerektirmez (Mell ve Grance, 2011).

Bulut Bilişimin ortaya çıkışı 1960'lı yıllara kadar uzanmasına rağmen, "Bulut (Cloud)" terimi ilk olarak 2006 yılında Google, Amazon, Microsoft ve IBM gibi büyük teknoloji şirketleri tarafından tanınmıştır (Regaldo, 2011). Ancak dünya genelinde tanınırlık kazanması Amazon'un EC2 ürünü ile meydana gelmiştir.

Bulut Bilişim sistemlerinde özel, topluluk, genel ve hibrit olmak üzere dört dağıtım modeli bulunmaktadır (Bhat, Shah ve Ahmad, 2011).

Özel dağıtım modeli, çok sayıda çalışanı olan kuruluşlardaki kullanıcılara şirket içinde veya dışında özel bulut altyapısı sunmaktadır. İş sektörü, çalışma konusu, ilgi alanı gibi ortak hedefleri olan belirli bir grup için topluluk modeli bulut altyapısı sunulmaktadır. Genel bulut modeli servis sağlayıcısının merkezlerinde bulut altyapısının açık kullanımını mümkün kıldığı hizmet türüdür. Hibrit bulut modeli ise diğer dağıtım türlerinin birleşimi olarak görülebilir, ancak gelişmiş bulut çözümleri için özgün özellikleri barındırmaktadır (Mell ve Grance, 2011).

Helmi, Farhan, ve Nasr (2018)' a göre; Bulut Bilişim teknolojisi beş ana özellik içermektedir. Bunlar; i) İsteğe bağlı hizmet yapılandırması, ii) geniş ağ erişimi, iii) kaynak havuzu oluşturma, iv) hızlı esneklik ve v) kullandıkça öde. İsteğe bağlı hizmet yapılandırma özelliği, kullanıcıların sunucu özellikleri ve depolama gibi tercihleri istedikleri gibi yönetebilmeleri için bilgi işlem araçları sağlamaktadır. Geniş ağ erişim özelliği, ince veya kalın istemci platformlarının standart protokollerle hizmetlere erişmesini sağlamaktadır. Bulut sistemlerinin kaynak havuzu oluşturma özelliği, çok kiracılı modeli olan birden fazla kullanıcıya dinamik olarak etkinleştirilen, konumdan bağımsız sanal ve fiziksel bilgi işlem kaynakları sağlamaktadır. Hızlı esneklik özelliği, her zaman esnek, ölçeklenebilir, isteğe bağlı, otomatik hizmet sunumu sağlamaktadır. Son olarak, kullandıkça öde özelliği, kullanım ölçümü işlevini kullanarak kaynakların izlenmesini, yönetilmesini, optimize edilmesini ve raporlanmasını sağlamaktadır.

Bulut Bilişim sistemlerinde üç ana servis türü vardır: Servis Olarak Yazılım (Software as a Service [SaaS]), Servis Olarak Platform (Platform as a Service [PaaS]) ve Servis Olarak Altyapı (Infrastructure [IaaS]). SaaS, bilgi işlem araçları ağı olan bulut altyapısı üzerindeki uygulamaları kullanma yeteneği sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcıların sunucu, ağ, işletim sistemi, depolama, uygulama veya bakım gibi işlemleri yönetmeleri gerekmez. Ayrıca, şirketlerin ve kuruluşların yazılım ve donanım satın almak, BT çalışanlarını istihdam etmek yerine bulut üzerindeki bilgi sistemlerini veya uygulamalarını kullanabilmeleri sağlanmaktadır (Alfaqih ve Hassan, 2016). PaaS, tüketiciler tarafından talep edilen yazılım geliştirme uygulamaları için platformların veya uygulamaların dağıtımını sağlamaktadır. PaaS modelindeki bulut altyapısı kullanıcılar tarafından yönetilmez veya kontrol edilmez, ancak kullanıcıların platformlar ve uygulamalar üzerinde yetkileri bulunmaktadır. IaaS servis modeli bilgi işlem, depolama, ağ ve işleme gibi temel özellikler sunmaktadır. Kullanıcılar ayrıca bulut altyapısı üzerinde

yönetebilecekleri ve kontrol edebilecekleri bir işletim sistemi ve uygulaması da kullanabilirler (Lněnička ve Komárková, 2013). IaaS servisi modeline “AWS EC2”, “Google Cloud Platform Compute Engine” ve “Microsoft Azure” sanal makineleri; PaaS’a “ArcGIS Server” ve “GeoServer”; SaaS’a ise “ArcGIS Online”, “Mapbox” ve “CartoDB” örnek verilebilir (Mete, 2019).

Bulut Bilişim hizmeti veren teknoloji şirketleri arasında “AWS”, “Google Cloud Platform”, “Microsoft Azure”, “IBM Cloud”, “Oracle Cloud”, “Digital Ocean”, “Rackspace” gibi önde gelen Bulut Bilişim hizmeti sağlayıcıları bulunmaktadır. Bu çalışmada birçok hizmet imkanı bulunması, makul hizmet maliyetleri sunması, birçok konumda veri merkezinin bulunması ve yüksek oranda kullanılabilir hizmetler sunması dolayısıyla Bulut Bilişim platformu olarak AWS tercih edilmiştir.

a. Amazon Web Servisleri

AWS, işlevsellik, ulaşılabilirlik, hizmet çeşitliliği, boyutlandırma ve maliyet açısından en büyük genel bulut servis sağlayıcılarından biridir (Dillman, 2016). Airbnb, Autodesk, BP, Canon, Deloitte, Duolingo, Foursquare, Here, Hitachi, HTC, McDonalds, Netflix, Philips, Siemens ve Xiaomi gibi AWS ile işbirliği yapan birçok şirket ve kurum bulunmaktadır (Amazon Web Services, 2020). Üçüncü parti bir bulut sağlayıcısı olarak AWS, iş ortakları için bilgi işlem, depolama, ağ oluşturma, veritabanı, analitik, uygulama hizmetleri, dağıtım ve yönetim çözümleri sunmaktadır. Bu çalışmada AWS hizmetleri arasında en çok bilinen ve kullanılan EC2, S3 ve RDS sistemleri ele alınmıştır.

(1) Esnek Bulut Bilişim (EC2)

EC2, bulut sisteminde uygulamaların güvenli, yeniden boyutlandırılabilir ve ölçeklendirilebilir dağıtımını sağlayan bir web hizmetidir. EC2 hizmeti IaaS olarak kabul edilebilir, çünkü AWS sunucu, depolama, ağ iletişimi ve sanallaştırma işlemlerinin sorumluluğunu üstlenmektedir. Öte yandan, kullanıcılar işletim sistemi, veri uygulamaları, ara katman yazılımı ve çalışma zamanından sorumludur (Shao, Di, Guo ve Gong, 2012). Kullanıcılar, kullanıma hazır bir sanal makine oluşturmak için bir Amazon Makine İmajı (AMI) başlatabilir. AMI, Windows veya Linux işletim sistemleri, yazılımlar ve uygulamalardan oluşmaktadır. Sanal makinenin yönetimi ve yapılandırılması yönetim paneli üzerinden kontrol edilebilmektedir.

(2) Basit Depolama Servisi (S3)

AWS S3, bulut ortamında güvenlik, performans, ölçeklenebilirlik ve yüksek veri erişilebilirliği sağlayan çevrimiçi bir nesne depolama hizmetidir. S3 servisi ile çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere internet üzerinden tekdüzen kaynak konumlandırıcısıyla (URL) erişilebilen verileri nesne olarak depolamak mümkündür. Bu nesnelere Amazon'un çeşitli ülkelerde konumlandırılmış veri merkezlerinden birindeki makinelerde yedeklenerek depolanmaktadır (Amazon Web Services, 2020). S3 veri kovanında bulunan verileri yönetmek ve kopyalama, yayınlama gibi temel işlemleri gerçekleştirmek için konsol ve komut satırı kullanılabilir.

(3) İlişkisel Veri Tabanı Servisi (RDS)

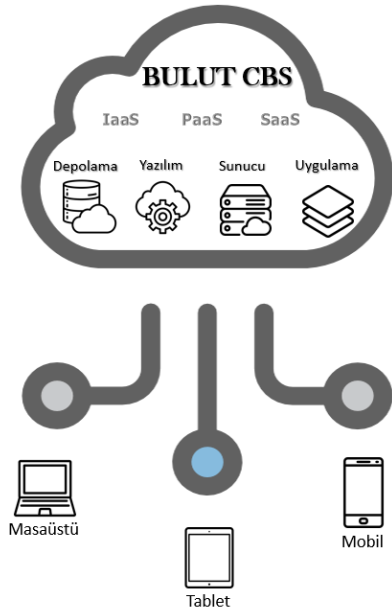
RDS Amazon'un bulut üzerinden ilişkisel veritabanları hizmetini web ortamında sağladığı servistir. Amazon RDS, veritabanının kurulumu, yönetimi, kontrolü ve ölçeklendirilmesi işlemlerinin kolaylıkla yürütülmesi amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca bu servis ile veritabanı üzerinde otomatik eklenti, yedekleme ve aşamalı kurtarma olanakları sunmaktadır (Hubbard, 2019). Kullanıcıların ihtiyaçlarına göre, ölçeklenebilir, yeniden boyutlandırılabilir veritabanı yönetimi için sistemi yavaşlatan giriş-çıkış darboğazı ve performans düşüklüğü problemlerinin çözümü için optimizasyon imkanı sağlamaktadır. SaaS olarak RDS, “Amazon Aurora”, “MariaDB”, “MySQL”, “Oracle Database”, “PostgreSQL” ve “SQL Server” gibi yaygın kullanılan veritabanı sistemlerini desteklemektedir. Ayrıca, kullanıcıların AWS Veritabanı Geçiş Hizmeti'ni kullanarak mevcut veritabanılarını RDS'e hızlı ve güvenli bir şekilde taşıma imkanı bulunmaktadır.

3. BULUT CBS

Bulut CBS kavramı CBS'nin Bulut Bilişim altyapısı üzerinde işlevsel olarak kullanımıyla ortaya çıkmıştır. CBS'nin sağladığı temel özelliklerin yanı sıra, veri depolama, yazılım ve içerik anlamında yüksek erişilebilirlik, ölçeklenebilirlik, güvenlik ve düşük maliyet gibi avantajlar sağlamaktadır. Bulut CBS kullanıcıların verilere, haritalara ve coğrafi analiz hizmetlerine ulaşımını kolaylaştırmaktadır (Peng ve Wang, 2014). Ayrıca donanım ve yazılım kaynakları sağlama, Bilgi Teknolojileri uzmanı ve destek ihtiyaçlarını en aza indirme, maliyetleri düşürme ve gelişmiş veri yönetimini sağlama gibi birçok avantaj sunmaktadır. Öte yandan kullanıcılar kullandıkça öde özelliği sayesinde yalnızca

tükettikleri hizmetlerden sorumlu tutulmaktadır. Bulut CBS'nin ölçeklenebilirlik özelliği, hesaplama, depolama ve ağ kapasitelerini istenen şekilde artırmayı veya azaltmayı mümkün kılarken, coğrafi veri manipülasyonunu kolaylaştırmaktadır (Diasse ve Kone, 2011).

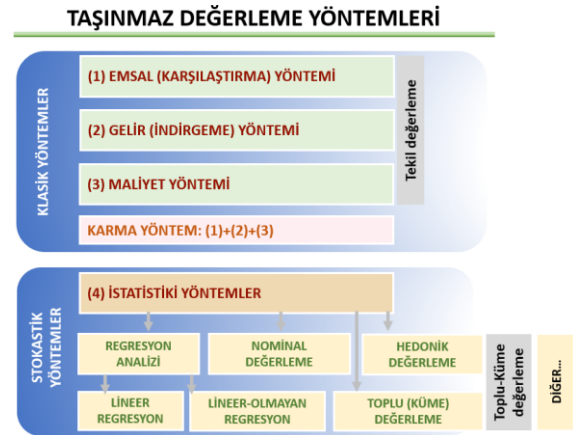
Bulut Bilişim sistemleri, bilgi işlem kaynakları, yazılım ve uygulamaların bulut üzerinde tam bir coğrafi bilişim ortamı oluşturmasını sağlamak için donanım ve yazılım ihtiyacını bilgi işlem gücü, performans ve bütçe gereksinimlerine göre istenilen özelliklere sahip sanal makineler yardımıyla karşılayabilmektedir. Çok kiracılı model kullanarak işleme, ağ oluşturma ve depolama istekleri için kaynak havuzu sağlamaktadır. Konumdan bağımsız havuz oluşturma sayesinde kaynaklar kullanıcı talebi doğrultusunda merkezi bulut altyapısı üzerinden birden fazla istemciye sunulmakta ve ölçeklendirilebilmektedir. IaaS servis modeli yardımıyla bulut sistemlerinde bütüncül bir CBS altyapısının oluşturulması mümkündür. Şekil 1'de Bulut CBS servis modelleri ve modellere ait uygulama örnekleri yer almaktadır. Bulut CBS uygulamaları, kullanıcılara coğrafi veri yönetimi, analizi ve depolamasını kolaylaştırma olanağı sunmaktadır (Bhat ve diğerleri, 2011). Ayrıca, işletim sistemi, CBS yazılımı, uygulamalar ve araçlar hazır bulut makinesi görüntüleri kullanılarak kolayca kurulabilmektedir.



Şekil 1. Bulut CBS bileşenleri ve servis modelleri.

4. TAŞINMAZ DEĞERLEME

Taşınmaz değerlendirme, ekonomik gelişmeleri dikkate alarak taşınmaz özelliklerini bir bütün olarak inceleme ve mevcut piyasa koşullarında birim değeri tahmin etme sürecidir (Yomralıoğlu, 1997; Açlar ve Çağdaş, 2002). Arazi, arsa ve binaların değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır, ancak bunlar iki genel gruba ayrılabilir: a) Klasik Yöntemler ve b) Stokastik Yöntemler (Yomralıoğlu, 2019). Emsal, Gelir ve Maliyet Yöntemleri klasik yöntemler olarak bilinmekte; diğer taraftan Nominal Değerleme, Regresyon, Hedonik Değerleme ve diğer kitlesele değerlendirme yöntemleri stokastik yöntemlerdir (Şekil 2). Stokastik yöntemler, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında bilgisayarla analiz gerektiren istatistiksel modellere dayanmaktadır. Çünkü bu yöntemler geniş alanları kapsayan çok sayıda taşınmaza uygulanmaktadır. Bu şekilde gerçekleştirilen toplu değerlendirme yöntemleri ile değer haritası üretimi, vergilendirme, imar uygulamaları gibi çeşitli amaçlara yönelik faaliyetler yürütülebilmektedir (Erdem, 2017).



Şekil 2. Taşınmaz değerlendirme yöntemleri (Yomralıoğlu, 2019).

Ülkemizde henüz taşınmaz değerlendirme faaliyetlerinin bütünü kapsayan özel bir kanun bulunmamaktadır. Bunun yanında taşınmaz değerlendirme faaliyetlerine yer veren, değer tespit çalışmaları, vergi ve harç düzenlemeleri vb. konulara değinen Kamulaştırma Kanunu, Vergi Usul Kanunu, Gelir Vergisi Kanunu, Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun gibi çeşitli kanunlar taşınmaz değerlendirme mevzuatını dağınık bir şekilde oluşturmaktadır.

Son olarak 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'ne (Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum Ve Kuruluşlar İle Diğer Kurum Ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında) 05.02.2019 tarihinde 30 sayılı kararname ile eklenen

maddelerde taşınmaz değerlendirme çalışmaları ile alakalı önemli düzenlemeler getirilmiştir. Kararnamenin 478'nci maddesinin birinci fıkrasına TKGM'nin kuruluş, görev, yetki ve sorumlulukları ile teşkilatlanmasına ilişkin usul ve esasları arasına, "toplu değerlendirme faaliyetlerini düzenlemek ve yürütmek" ifadesi eklenmiştir. TKGM'nin görev ve yetkileri arasına, 480'nci maddenin birinci fıkrasının (h) bendinde, "taşınmazların toplu değerlendirme yöntemleriyle değerini belirlemek, değer bilgi merkezini kurmak, yönetmek ve değer haritalarının üretilmesi ile güncel tutulmasını sağlamak" ifadeleri eklenmiştir. Ayrıca 483'ncü maddenin birinci fıkrasının (e) bendinde (Değişik: RG-5/2/2019-30677-CK-30/19), TKGM bünyesindeki teşkilatlara Taşınmaz Değerleme Dairesi Başkanlığı eklenmiştir (Resmi Gazete, 2019). Başkanlık bünyesinde kurulan Toplu Değerleme ve Veri Yönetimi Birimi'nin toplu değerlendirme çalışmaları kapsamında veri toplama, konumsal ve istatistiksel analizler, değer haritası üretimi ve paylaşımı gibi çeşitli görevleri bulunmaktadır (TKGM, 2020).

Toplu değerlendirme yöntemlerinden biri olan Nominal değerlendirme, taşınmaz değerlerini etkileyen kriterlerin ağırlıklı toplamıyla parametrik değerler şeklinde hesaplanmasına dayanmaktadır (Yomralıoğlu, Nişancı ve Uzun, 2007; Mete ve Yomralıoğlu, 2019b). Yöntemde kriterlerin formüle edilmesi ve değerlerin piyasa fiyatlarından bağımsız olarak nesnel bir şekilde oluşturulabilmesinden ötürü bilimsel bir temeli bulunmaktadır. Nominal Değerleme Yöntemi, taşınmazların değer dağılımlarının birbirine göre yorumlanmasını sağlamakla birlikte, elde edilen parametrik değerlerin kolaylıkla gerçek piyasa değerlerine dönüştürülmesini mümkün kılmaktadır (Mete ve Yomralıoğlu, 2019a).

a. Taşınmaz Değerlemede CBS Çözümleri

Taşınmaz değerlerini etkileyen faktörleri sınırlandırmak oldukça zordur. Çok sayıda kriterin değerlendirilmesi ve taşınmazın birim değerinin elde edilmesi onlarca analiz ve işlem gerektirmektedir. Bu karmaşık süreçle başa çıkmak için kolay veri manipülasyonu, gelişmiş otomasyon ve güçlü konumsal analiz yeteneklerine sahip CBS kullanılabilir. Klasik değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, CBS destekli Stokastik Yöntemler, geniş alanların kısa sürede kitlesel değerlemesini kolaylaştırmakta ve taşınmaz veri ve haritalarının görüntülenmesini, oluşturulmasını, depolanmasını, analiz edilmesini

ve paylaşılmasını sağlar. Ayrıca Web CBS uygulamalarını kullanarak gerçek zamanlı haritalar oluşturmak ve taşınmaz değerlerini web tarayıcısında dinamik olarak görüntülemek mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada, Mete (2019) tarafından oluşturulan İstanbul şehrinin CBS tabanlı nominal arazi değerleri, Bulut CBS teknolojisi yardımıyla taşınmaz veri ve haritalarını depolamak, görüntülemek ve yayınlamak amacıyla kullanılmıştır.

5. YÖNTEM

Taşınmaz değerlendirme, değeri etkileyen çok sayıda ölçüt bulunması sebebiyle karmaşık bir işlem olarak bilinmektedir. Taşınmazları nesnel bir yaklaşımla değerlendirmek, içsel ve dışsal faktörlerinin etkilerini analiz etmek CBS ile mümkün hale gelmektedir. Bunun sonucunda taşınmaz verilerini, harita ve raporlarını Web CBS ve Bulut CBS teknolojileri aracılığıyla kullanıcılarla paylaşmak kolaylaşmıştır. Bu çalışmada, CBS destekli "Nominal Taşınmaz Değerleme Yöntemi (Yomralıoğlu, 1993)" ile arsa değerleri elde edilmiş, istatistik yöntemlerle doğruluk analizi yapılarak parsel bazında rayiç değere dönüştürülmüştür. Üretilen taşınmaz değer haritası ve parsel verisi Bulut Bilişim teknolojilerinden faydalanarak geliştirilen kitlesel taşınmaz değerlendirme platformu üzerinden web servisleriyle paylaşılmıştır.

a. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak 5.461 km² yüzölçümüne sahip, 16 milyon nüfusuyla Türkiye'nin en büyük şehri olan İstanbul seçilmiştir (İstanbul Valiliği, 2020). Marmara Bölgesi'nde bulunan İstanbul şehri, Avrupa ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan, kara, hava ve deniz ulaşımında önemli bir bağlantı noktasıdır. Önemli imkan ve fırsatlarından ötürü bir çekim merkezi olan İstanbul, gün geçtikçe büyüyüp gelişmekte, nüfusu da bu ölçüde artmaktadır. Bu sebeple taşınmaz mallara dair yaşanan talep ve el değiştirme de oldukça fazladır. Dolayısıyla taşınmaz malların alım-satım ve kira değerleri oldukça hareketli ve değişkendir. İstanbul genelindeki kentsel gelişme yanında, ayrıca birçok bölgede kentsel dönüşüm projeleri de sıkça uygulanmaktadır. Bu sebeplerden ötürü taşınmazların değerleri sıklıkla değişmektedir. Taşınmaz piyasasındaki birim değerlerin objektif ve dinamik olarak belirlenmesi amacıyla İstanbul ili kapsamında nominal taşınmaz değerlendirme çalışması yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı: İstanbul ili.

b. Değeri Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi ve Ağırlıklandırılması

Nominal değer varlığı temsil eden gösterge değerdir. Ancak nominal değer birçok farklı parametrenin birlikte ele alınarak bir "veri kümesi" biçiminde değerlendirilmesi gereken bir fonksiyon olduğu da göz ardı edilmemelidir. Bu bağlamda, taşınmaz değerine etki edebilecek temel parametrelerin belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Söz konusu parametreler içerisinde birim değere etki edebilecek en önemli faktör "konum" olarak bilinir. Taşınmazların bir veri kümesi şeklinde, toplu biçimde değerlendirilmesinde konumsallık önemli bir özelliktir. Bunun yanı sıra arsa değerini etkileyen diğer faktörler ise genel olarak manzara ve topografyadır. Taşınmazın sahip olduğu orman, göl, deniz gibi manzaralar, taşınmaza çekicilik katmakta ve değerini artırmaktadır. Taşınmazın bulunduğu bölgenin eğimi de değeri etkileyen önemli bir faktördür. Düz bir zeminde bulunan taşınmazlar, yüksek eğimli, yokuşlu bir zeminde bulunan taşınmazlara göre daha çok tercih edilmekte ve daha değerli olmaktadır.

Bu kapsamda İstanbul ilinde taşınmaz değerini etkileyen 25 kriter seçilmiştir. Bu kriterler genel olarak yakınlık, manzara ve topografyaya ait faktörlerden meydana gelmektedir. Yakınlık kriteri kapsamında yola, toplu taşıma duraklarına,

alışveriş merkezlerine, yeşil alanlara, şehir merkezlerine, eğitim kurumlarına, sağlık merkezlerine, kamu binalarına, tarihi ve turistik yerlere, zararlı alanlara yakınlık faktörleri seçilmiştir. Manzara kriterleri kapsamında deniz, adalar ve boğaz manzaraları irdelenmek üzere seçilmiştir. Topografya kriterleri kapsamında ise eğim ve baki faktörleri seçilmiştir.

Taşınmaz değerlemenin en büyük problemi, kriterlere ait ağırlıkların kişiden kişiye değişiyor olmasıdır. Taşınmaz değerlendirme bir tahmin ve tecrübe işi olduğu için, değeri etkileyen kriterlerin önemi de kişilere göre farklı olabilmektedir. Örneğin; kimine göre taşınmazın metro istasyonlarına yakın olması en önemli kriter iken, bir başkası ise şahsi aracını park edebileceği bir otoparkı daha önemli görebilmektedir. Ayrıca kriter ağırlıklarının değerlendirme bölgesine bağlı olarak bazı özel durumları da olabilmektedir. Örneğin; raylı sistemler, metropol şehirler hariç diğer illerde tren ile şehirler arası ulaşım için çok seyrek kullanılmakta, bu sebeple değerlemede etkisi daha az olmaktadır. Fakat İstanbul için metro, tramvay ve Marmaray gibi şehir ulaşımının önemli parçası haline gelmiş raylı sistemlerin değere etkisi oldukça fazladır. Bunun dışında günlük toplu taşıma hacminin önemli bir kısmını üstlenen metrobüs de İstanbul şehirde taşınmaz değerlerini etkileyen en önemli kriterlerden biri olarak görülmektedir.

Taşınmaz değerlendirme esnasında bir çalışma alanı için belirlenen kriterlerin değere etkisi genellikle birbirinden farklıdır. Her bir kriterin önem derecesine göre alacağı ağırlık katsayısı, ilgili kriterin değere kesin etkisini doğru bir şekilde ifade etmeyi sağlar. Bu çalışmada Mete (2019) tarafından En İyi En Kötü Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile belirlenmiş kriter ağırlıkları kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Taşınmaz değerlerine etki eden kriterler ve ağırlık katsayıları (Mete, 2019).

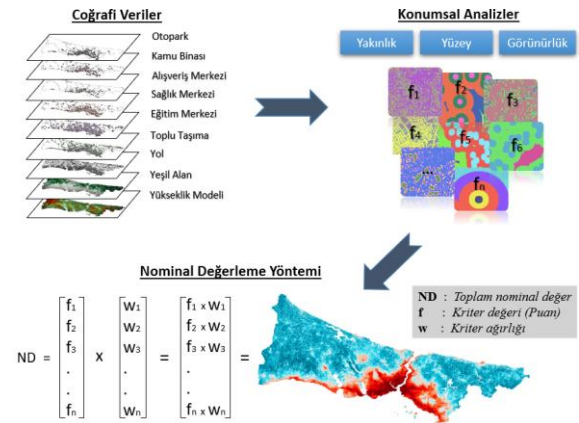
Kriter	Ağırlık
1. Ana Yola Yakınlık	0,04189
2. Otoyol Kavşaklarına Yakınlık	0,03142
3. Caddeye Çıkış	0,06284
4. Raylı Sistemlere Yakınlık	0,10323
5. Metrobüs Duraklarına Yakınlık	0,10323
6. Otobüs Duraklarına Yakınlık	0,02513
7. İskelelere Yakınlık	0,02513
8. Alışveriş Merkezlerine Yakınlık	0,03142
9. Yeşil Alanlara Yakınlık	0,02513
10. Şehir Merkezlerine Yakınlık	0,04189
11. Eğitim Kurumlarına Yakınlık	0,02513
12. Üniversitelere Yakınlık	0,03142
13. Sağlık Kurumlarına Yakınlık	0,02513
14. Hastanelere Yakınlık	0,03142
15. İtfaiye İstasyonuna Yakınlık	0,00898
16. Karakollara Yakınlık	0,00898
17. Otoparklara Yakınlık	0,03142
18. Tarihi Yerlere Yakınlık	0,03142
19. Zararlı Alanlara Yakınlık	0,02513
20. Havalimanlarına Yakınlık	0,04189
21. Deniz Manzarası	0,06284
22. Boğaz Manzarası	0,10323
23. Adalar Manzarası	0,03142
24. Eğitim	0,02513
25. Bakı	0,02513

c. Nominal Yöntem ile Kitlesele Taşınmaz Değerleme

Kitlesele değerlendirme uygulamalarından nominal yöntem ile belli sayıdaki faktörlerle taşınmazların nominal değerleri hesaplanabilmektedir. Bu şekilde yapılacak bir çalışmada faktör sayısı ve önem derecelerini belirten ağırlıklar kullanılarak taşınmaz değer haritaları coğrafi analizler yardımıyla piksel tabanlı üretilebilmektedir.

Nominal değer haritasının üretilmesi için QGIS açık kaynaklı CBS yazılımında kurulan modelde yakınlık, yüzey ve görünürlük olmak üzere üç farklı konumsal analiz türü yer almaktadır (QGIS.org, 2021). Yakınlık analizleri kapsamında kriterlere ait Öklid mesafelerinin hesaplanması için GDAL yakınlık aracı kullanılmıştır. Yüzey analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla Eğim ve Bakı araçları kullanılmıştır. Boğaz, deniz ve adalar manzaralarının belirlenmesi için ise Görünürlük Analizi eklentisi yüklenerek manzara analizi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı için gerçekleştirilen tüm analizlerin ağırlıklı toplamı ile değer haritasının elde edilmesi için Raster Hesaplama aracı kullanılarak Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme yöntemi uygulanmıştır (Şekil 4). Böylece çalışma bölgesi İstanbul'da 10 metre çözünürlüklü değer haritası üretilmiş, değerler yüzde olarak ifade edilmiştir. Nominal taşınmaz değer haritasına göre Avrupa yakasında Beşiktaş, Beyoğlu, Fatih ve Şişli ilçeleri, Anadolu yakasında ise Kadıköy, Üsküdar ve Maltepe ilçeleri yüksek değere sahip bölgeler olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 4. Nominal Değerleme Yöntemi.

ç. Nominal Değerlerin Parsel Bazında Hesaplanması ve Rayiç Değere Dönüştürülmesi

Piksel tabanlı taşınmaz değer haritası üretildikten sonra parsellere ait nominal değerlerin hesaplanması amacıyla Alansal Kesiştirme Yöntemi (Mete, 2019) kullanılmıştır. Bu yöntemde öncelikle piksel tabanlı nominal taşınmaz değer haritası raster formatından vektör formatına çevrilerek nominal değerleri içeren bir vektörel piksel gridi oluşturuldu. Oluşturulan vektörel değer haritası katmanı ile parsel katmanı bindirme analizi ile kesiştirildi. Piksellerin örtüştüğü parsellerin alanlarıyla, ilgili piksellerin değerlerinin çarpımları hesaplanarak her bir parselin toplam nominal değeri net olarak elde edilmiş, son olarak

kesişim vektörü ile parsel katmanı arasında konumsal birleştirme analizi yapılarak parsellerin içerisinde kalan tüm nominal değerler toplanıp parsel katmanına öznitelik olarak eklenmiştir. Sonuç olarak bir parsel için isabet eden tüm piksellerin kapladığı alan kadar nominal değere etki etmesi sağlanmaktadır.

Üretilen nominal taşınmaz değer haritasının doğruluğunun parsel bazında test edilmesi amacıyla İstanbul'un Anadolu ve Avrupa bölgelerinde bulunan 128 taşınmazın rayiç değerleri kullanılarak çeşitli istatistik testler yapılmıştır.

Rayiç değerler ve nominal değerler, istatistiksel anlamda bağımlı verilerdir. Bu iki veri arasında bir uyum olup olmadığını irdelemek için öncelikle regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla rayiç değerlerden 32 parsel (%25) test verisi olarak ayrılmış, 96 parsel (%75) ile lineer, parabolik, kübik ve logaritmik regresyon eğrileri uydurulmuştur. Analizde bağımlı değişken olarak rayiç değerler, bağımsız değişken olarak da nominal değerler kullanılmıştır.

Regresyon analizinde belirtme katsayısı olarak bilinen R^2 değeri, kurulan denklemin uyum düzeyini belirtmektedir. Belirtme katsayısı sıfıra yakın ise kurulan modelin uyumsuz, bire yakın ise uyumlu olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra literatürde R^2 değerinin yorumlanması konusunda çeşitli görüşler yer almaktadır. Falk ve Miller (1992) R^2 değerinin uyumlu bir modelden bahsedebilmek için $\geq 0,1$ olması gerektiğini belirtmiştir. Cohen (1988) R^2 değerini 0,26 (güçlü); 0,13 (orta); 0,02 (zayıf); Hair, Sarstedt, Ringle ve Mena (2012) ise 0,75 (güçlü); 0,50 (orta); 0,25 (zayıf) olarak derecelendirmiştir.

Regresyon analizi sonucu elde edilen R^2 değeri lineer denklemde 0,745; logaritmik denklemde 0,625; parabolik denklemde 0,762; kübik denklemde ise 0,781 olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer kübik denklemde elde edilmesi dolayısıyla rayiç değerlerin testinde bu denklem kullanılmıştır (1).

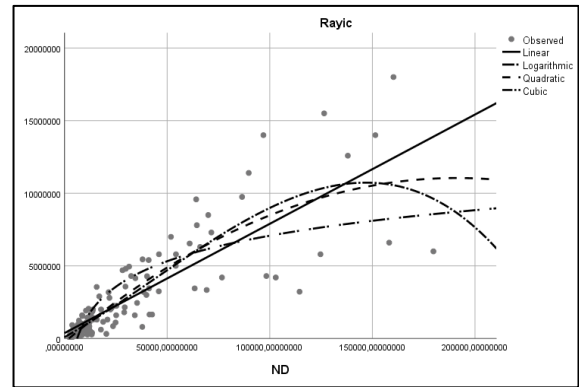
$$\text{Rayiç} = 341432,0618 + 40,60847 \times ND + 0,00117 \times ND^2 - (6 \times 10^{-9}) \times ND^3 \quad (1)$$

Elde edilen denkleme göre hesaplanan rayiç değerleri test etmeden önce uygun istatistik yönteminin belirlenmesi oldukça önemlidir. İki verinin tutarlılığının istatistiksel olarak test edilmesi amacıyla ortalama değerlerin karşılaştırıldığı yöntemler bulunmaktadır. Verilerin normal dağılım göstermesi durumunda parametrik testler, normal dağılım göstermemesi durumunda ise parametrik olmayan (non-parametrik) testlerin

uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle verilere ayrı ayrı "Shapiro-Wilk" normal dağılım testi uygulanmıştır (Shapiro ve Wilk, 1965). Test sonucunda rayiç değerler için önem düzeyi $p < 0,05$ ($p = 4 \times 10^{-14}$), çarpıklık değeri 2,253 (SH = 0,214), basıklık değeri 5,570 (SH = 0,425) olarak hesaplanmıştır. Nominal değerler için önem düzeyi $p < 0,05$ ($p = 3 \times 10^{-14}$), çarpıklık değeri 2,057 (SH = 0,214), basıklık değeri 4,003 (SH = 0,425) olarak hesaplanmıştır. Verinin normal dağılım göstermesi için önem düzeyi p değerinin 0,05'ten büyük, çarpıklık ve basıklık değerlerinin de sıfıra yakın (-1 ve +1 aralığında) olması gerekmektedir. Hem nominal hem de rayiç değerlerin bu değerlere göre normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.

Normal dağılım göstermeyen verilerin logaritmik dönüşüm, karekök, ters dönüşüm gibi bir takım transformasyonlar ile normal dağılım göstermeleri mümkündür. Yapılan transformasyonlar sonucunda da normal dağılım elde edilemediği için non-parametrik testlerden "Wilcoxon Matched Pairs" testi uygulanmıştır. Test için ayrılan 32 parselin piyasa değeri ile regresyon eğrisi sonucu hesaplanan değerlerin ortalamaları kıyaslanmıştır. Test sonucunda önem düzeyi $p > 0,05$ ($p = 0,454$) hesaplandığı için sıfır hipotezi H_0 kabul edilir. H_0 iki grubun, yani piyasa değerleri ile regresyon analizi sonucu elde edilen değerlerin ortalamaları arasında fark olmadığını belirtir.

Regresyon analizinin istatistik testinin yapılmasından sonra test parselleri de veri setine dahil edilerek 128 parsel ile tekrar regresyon analizi yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Çoklu Regresyon Analizi.

Regresyon analizi sonucu elde edilen R^2 değeri lineer denklemde 0,690; logaritmik denklemde 0,615; parabolik denklemde 0,717; kübik denklemde ise 0,722 olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer yine kübik denklemde elde edilmiştir (2).

$$Rayiç = 91758,43137 + 80,3316 x ND + 0,000385 x ND^2 - (3 x 10^{-9})x ND^3 \quad (2)$$

Son olarak elde edilen regresyon denklemi ile hesaplanan değerlerle rayiç değerlerin testi gerçekleştirilmiştir. “Wilcoxon Matched Pairs” testi sonucuna göre önem düzeyi $p > 0,05$ ($p=0,877$) hesaplandığı için sıfır hipotezi H_0 kabul edilir. İstatistik analizlere ait sonuçlar Tablo 2’de görülmektedir.

d. Değer Haritasının Bulut CBS ile Web Servisi

Coğrafi verilerden analizler sonucu elde edilen ürünün kullanıcılara sunulması, CBS’nin önemli adımlarından biridir. Sonuçların kullanıcılara ulaştırılabilmesi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Günümüzde veri ve bilgiye zaman ve mekandan bağımsız ulaşabilmek amacıyla masaüstü sistemler yerine web çözümleri ve bulut bilişim sistemleri yaygınlaşmıştır.

Coğrafi verilerin internet üzerinden paylaşılması kapsamında çeşitli standartlarda geliştirilmiş web servisleri kullanılmaktadır. Taşınmaz değerlendirme veri ve haritalarının kullanıcılarla dinamik olarak paylaşılması için bulut üzerinde açık kaynaklı CBS araçları kullanılmıştır. İlk olarak EC2 bulut sunucusu üzerinde CBS altyapısı oluşturmak için AWS üzerinde sanal makine kurulmuştur. İşlem adımları sırasıyla: i) İşletim sistemini atamak için bir AMI seçme, ii) sanal sunucu türünü seçme, iii) sunucu yapılandırma, iv) depolama alanı ekleme, v) sunucu etiketleme ve vi) güvenlik grubu yapılandırma. Gerekli işlemler tamamlandıktan sonra “Ubuntu Linux” işletim sistemi ile “t2.micro” bulut sunucusu oluşturulmuştur. Bu sunucuya Güvenli Kabuk Bağlantısı ile komut satırı arabirimi üzerinden erişilebilmektedir.

Verileri bulut ortamında depolamak için “PostgreSQL” nesne-ilişkisel açık kaynak veritabanı yönetim sistemi tercih edilmiştir. Bu

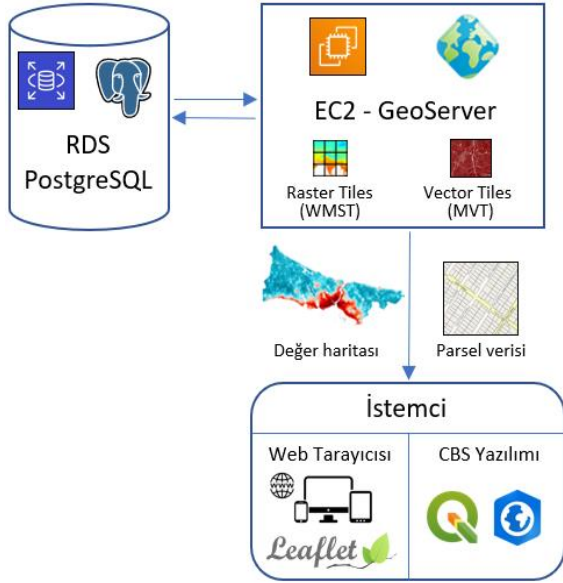
nedenle, AWS’de “Amazon RDS” veritabanı sunucusu oluşturulmuş ve coğrafi veri depolamayı etkinleştirmek için “PostGIS” uzantısıyla birlikte “PostgreSQL” yüklenmiştir. Daha sonra İlçe ve mahalle sınırları, parsel sınırları, taşınmaz değerlendirme verileri gibi gerekli tüm vektör ve raster veri kümeleri veritabanına yüklenmiştir. “Amazon RDS PostgreSQL” veritabanını “pgAdmin” ve etkileşimli “psql” terminali kullanarak yönetmek mümkündür.

EC2 ve RDS uygulamaları kurulduktan sonra, veri paylaşımını sağlamak için Java tabanlı, açık kaynaklı coğrafi veri sunucusu olan GeoServer, EC2 bulut sürücüsüne yüklenmiştir. Geoserver ile veri paylaşımı ve veri işleme amaçlı Web Detay Servisi (Web Feature Service [WFS]), Web Harita Servisi (Web Map Service [WMS]), Web Harita Kareleme Servisi (Web Map Tile Service [WMTS]), Web Kapsama Servisi (Web Coverage Service [WCS]) ve Web İşleme Servisi (Web Processing Service [WPS]) gibi OGC standartlarının kullanımı mümkündür. “GeoServer” birlikte çalışabilirlik kapsamında “Shapefile”, “GeoPackage” ve “GeoTIFF” gibi birçok veri formatını desteklemektedir. Ayrıca “PostGIS” verilerinin dinamik olarak depolanmasına ve yayınlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu amaçla “PostgreSQL / PostGIS” veritabanında depolanan taşınmaz verilerinin OGC servisi olarak yayınlanması için “GeoServer”da “Amazon RDS” bulut veritabanı sunucusuna bağlanılarak taşınmaz değerlendirme veri ve haritalarına erişim sağlanmıştır. Nominal değerlendirme verileri “GeoServer”ın “GeoWebCache” eklentisi kullanılarak WMTS formatında (256X256) piksel boyutunda raster görüntü kareleri (tile) şeklinde sunulmuştur. Öte yandan parsel verileri gibi büyük boyutlu vektör verilerin web üzerinde görüntülenmesi sırasında verimliliği artırmak için “GeoServer”ın “Vector Tiles” eklentisi kullanılarak Mapbox Vector Tiles (MVT) formatında yayınlanmıştır.

Tablo 2. Nominal ve rayiç değerlere ait istatistik testler.

Örneklem Sayısı	Regresyon Analizi (R ²)				Shapiro Wilk Normallik Testi			Wilcoxon Matched Pairs Testi
	Li	Pa	Kü	Lo	p	Basıklık	Çarpıklık	p
96 (%75)	0,745	0,762	0,781	0,625	4x10 ⁻¹⁴	5,570	2,253	0,454
128 (%100)	0,690	0,717	0,722	0,615	3x10 ⁻¹⁴	2,057	4,003	0,877

Li: Lineer, Pa: Parabolik, Kü: Kübik, Lo: Logaritmik



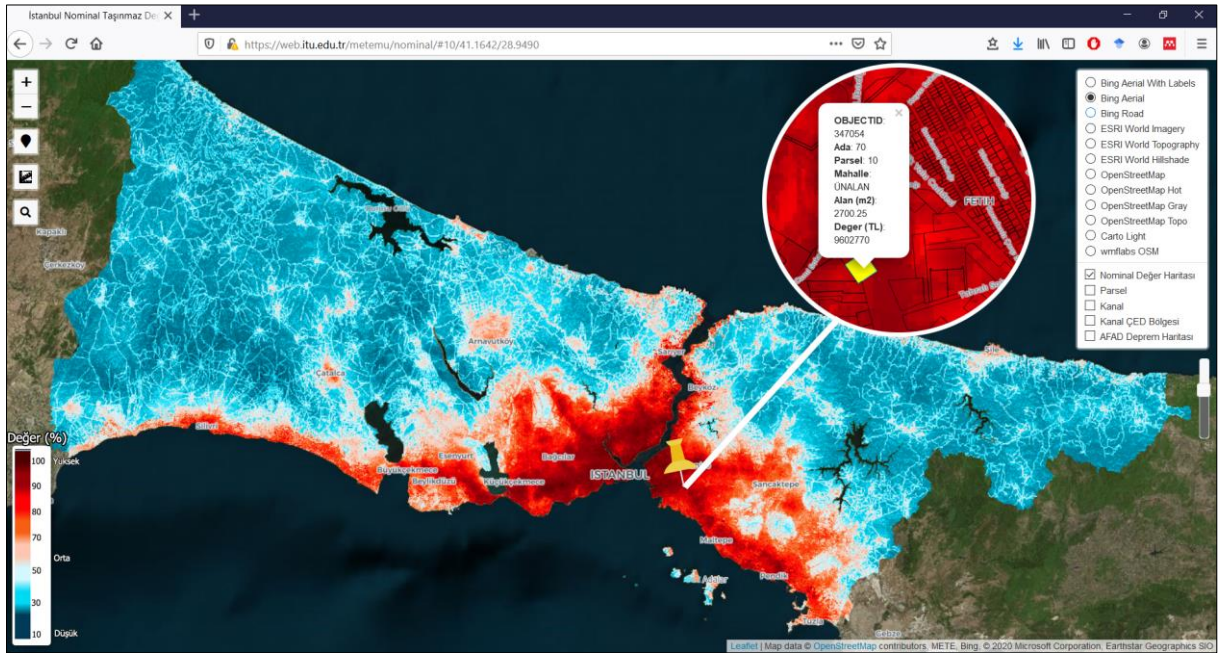
Şekil 6. Açık kaynaklı Bulut CBS platformunun sistem mimarisi.

Web servisleriyle yayınlanan tüm bulut tabanlı coğrafi verilere, masaüstü CBS yazılımları ("QGIS", "ArcGIS" vb.) veya web tarayıcıları aracılığıyla erişilebilmesi mümkündür.

Web harita kütüphaneleri, coğrafi verileri sunmak ve bu verilerle çalışmak için Uygulama Programlama Arayüzü (API) kullanır. Web tarayıcısı üzerinden veri ve haritaların görüntülenmesi için "ArcGIS API for JavaScript",

"Leaflet", "OpenLayers", "Mapbox GL JS" gibi birçok JavaScript harita kütüphanesi vardır. Bu çalışmada hızlı, sade, kullanışlı tasarıma sahip ve açıklayıcı kullanım dökümanı bulunan "Leaflet" açık kaynaklı web harita kütüphanesi kullanılmıştır. "Leaflet", masaüstü ve mobil platformlarla uyumlu bir şekilde çalışmakta ve bünyesinde işlevselliği arttıran birçok eklenti barındırmaktadır. Şekil 6'da kullanılan açık kaynaklı yazılımlardan oluşan Bulut CBS platformu mimarisi görülmektedir.

"Leaflet" harita kütüphanesi kullanılarak, Bulut CBS üzerinden yayınlanan gayrimenkul değerlendirme verilerine internet üzerinden dinamik bir şekilde erişilebilmektedir (Şekil 7). Kullanıcılar nominal değer haritasını tarayıcı ile görüntüleyebilmekte, parsel üzerine tıklayarak veya taşınmaza ait bilgileri sorgulayarak İstanbul'daki herhangi bir parselin mevcut değerini öğrenebilmektedir. Öte yandan, uydu görüntüleri, topografik haritalar ve çeşitli vektör haritalar "REST API" ve OGC web servisleri kullanılarak altlık harita olarak görüntülenebilmektedir. Ayrıca harita üzerinde mesafe ölçme, adres arama ve kullanıcının konum tespiti ile bulunduğu mahallenin emlak değerlerini görüntülemek de mümkündür. İstanbul taşınmaz değerlendirme platformuna <https://web.itu.edu.tr/metemu/nominal> web adresinden erişilebilmektedir.



Şekil 7. Web üzerinden erişilebilen Bulut CBS tabanlı İstanbul taşınmaz değerlendirme platformu.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen bilişim teknolojileri ile kurumlar, işletmeler veya bireysel kullanıcılar artan ihtiyaç ve sorunlara yönelik gelişmiş çözümler bulabilmektedirler. Bulut Bilişim sistemleri, depolama, bilgi işlem ve ağ çözümleri alanlarındaki sınırları kaldırarak önemli fırsatlar sunmaktadır. Bulut CBS altyapısı, veri depolama, veri görselleştirme, konumsal analiz ve veri paylaşımı açısından coğrafi bilgi teknolojilerine yaklaşımı değiştirmiştir. CBS tabanlı karar destek sistemlerinde bu teknolojilerin yaygın kullanımı web üzerinde dinamik coğrafi bilgi platformunun oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır.

Kitlesel değerlendirme yöntemlerinden biri olan nominal değerlendirme yöntemi, geniş alanlarda topyekün değerlendirme imkanı sunmaktadır. Bulut CBS ile kitlesel taşınmaz değerlemeye dair tüm analiz ve işlemler hızlı bir şekilde, kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Coğrafi ve coğrafi olmayan verilerin depolanması, analizi, sonuç ürününün ortaya konması ve kullanıcılarla paylaşılmasına kadar olan tüm süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesinde Bulut CBS altyapısında IaaS, PaaS ve SaaS hizmet modelleri ile önemli kolaylıklar sağladığı görülmüştür.

İstanbul iline ait nominal taşınmaz değer haritası 25 kriter ile 10 metre çözünürlükte QGIS açık kaynaklı CBS yazılımı kullanılarak üretilmiştir. Parsel bazında nominal değerler elde edildikten sonra yapılan nominal değerlendirme çalışmasının doğruluğu rayiç değerlerle test edilmiştir. Bu kapsamda İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakasında bulunan, piyasa değerleri bilinen 128 parsel yardımıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Regresyon analizi ile nominal değerler kullanılarak İstanbul ilinde bulunan tüm parsellerin güncel piyasa değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler test parselleriyle kıyaslanarak doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel testler sonucunda taşınmaz değerlendirme modelinin tutarlı olduğu görülmüştür.

Taşınmazlara ait verileri depolamak, görüntülemek, analiz etmek ve değer haritalarını paylaşmak için bulut tabanlı açık kaynaklı coğrafi bilgi platformu oluşturulmuş, kullanıcıların parsel sorgulama ile tahminlenmiş güncel değere ve değeri etkileyen kriterleri barındıran coğrafi verilere web üzerinden erişmeleri sağlanmıştır. Böylelikle taşınmaza ve çevresine ait bilgilerin tek bir platform üzerinden sorgulanıp dinamik olarak incelenmesi mümkün kılınmıştır.


Bu alanda gelecekte yapılacak çalışmalarda CBS destekli kitlesel taşınmaz değerlendirme ile


taşınmazların arsa değerlerinin yanı sıra, üzerindeki yapıların da değerlendirilmesinin yapılabilmesi için bütüncül bir değerlendirme platformunun hayata geçirilmesi ile vergilendirme, kentsel dönüşüm gibi değerli alan uygulamalarda referans olarak kullanılması kolaylaşacaktır. Böyle bir yaklaşımda taşınmazların üç boyutlu görselleştirilmesi için 3B web harita kütüphanelerinden (Mete, Güler ve Yomralıoğlu, 2018) faydalanılarak değer ve bağımsız bölümlere ait diğer öznelik bilgilerini görüntülemek mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: MYL-2018-41706.

ORCID

Muhammed Oğuzhan METE 
<https://orcid.org/0000-0002-9312-1965>

Tahsin YOMRALIOĞLU 
<https://orcid.org/0000-0002-8532-747X>

KAYNAKLAR

Açlar, A. ve Çağdaş, V. (2002). *Taşınmaz (Gayrimenkul) Değerlemesi*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası. Ankara

Amazon Web Services. Case Studies & Customer Success Stories. (2020). Erişim adresi: <https://aws.amazon.com/solutions/case-studies/all> (15 Ekim 2020)

Amazon Web Services. Simple Storage Service. (2020). Erişim adresi: <https://aws.amazon.com/s3> (15 Ekim 2020)

Alfaqih, T. M. ve Hassan, M. M. (2016). GIS Cloud: Integration between cloud things and geographic information systems (GIS) opportunities and challenges. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*.

Aydinoglu, A. C., Bovkir, R. ve Colkesen, I. (2020). Implementing a mass valuation application on interoperable land valuation data model designed as an extension of the national GDI. *Survey Review*, 1–17.

- Bhat, M. A., Shah, R. M. ve Ahmad, B. (2011). Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems(GIS). *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(2), 594–600.
- Bilgiliöğlü, S. S. (2018). *Makine öğrenmesi teknikleri ile mekansal karar destek sistemlerinin geliştirilmesi: Aksaray ili örneği*. (Doktora tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, NJ.
- Çetin, Ç., Yaman, N., Sabah, L., Ayday, E. ve Ayday, C. (2013). Bulut Bilişim (Cloud Computing) Teknolojisinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Uygulama Olanakları. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013)*. Trabzon.
- Demetriou, D. (2018). Automating the land valuation process carried out in land consolidation schemes. *Land Use Policy*, 75, 21–32.
- Diasse, A. ve Kone, F. (2011). Proposed of a GIS Cloud (GIS-C) System Architecture in Private Used. *Future Intelligent Information Systems* (pp. 55–63). Springer.
- Dillmann, J. (2016). Comparing Cloud Providers: Amazon vs. Google vs. Microsoft. Erişim adresi: <https://www.inovex.de/blog/comparing-cloud-providers> (15 Ekim 2020)
- Ekin, E. (2011). *Hizmet Yönetiminde Bulut CBS Uygulamaları: Eskişehir Alt Yapı Hizmetleri Örnekleme*. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Erdem, N. (2017). Toplu (Küme) Değerleme Uygulama Örnekleri ve Ülkemiz İçin Öneriler. *TMMOB HKMO, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara.
- Falk, R. F. ve Miller, N. B. (1992). *A primer for soft modeling*. University of Akron Press.
- Gunes, T. ve Yildiz, U. (2015). Mass valuation techniques used in land registry and cadastre modernization project of Republic of Turkey. *FIG Working Week: From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World*.
- Grossman, R. L. (2009). The case for cloud computing. *IT Professional*, 11(2), 23–27.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M. ve Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), 414–433.
- Helmi, A. M., Farhan, M. S. ve Nasr, M. M. (2018). A framework for integrating geospatial information systems and hybrid cloud computing. *Computers & Electrical Engineering*, 67, 145–158.
- Hubbard, A. (2019). Amazon EC2 to S3: A guide to AWS products. Erişim adresi: <https://searchaws.techtarget.com/feature/Amazon-Web-Services-product-directory> (15 Ekim 2020)
- İstanbul Valiliği. Nüfus Bakımından Türkiye'nin En Büyük Kenti: İstanbul. (2020). Erişim adresi: <http://www.istanbul.gov.tr/nufus-bakimindan-turkiyenin-en-buyuk-kenti-istanbul> (15 Ekim 2020)
- Kavzoğlu, T. ve Şahin, E. K. (2012). Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları. *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Zonguldak.
- Lněnička, M. ve Komárková, J. (2013). Cloud solutions for GIS and cloud-based testing of web-based GIS applications. *Scientific Papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration*. 28 (3/2013).
- McKee, L., Reed, C. ve Ramage, S. (2011). OGC Standards and Cloud Computing. *OGC White Paper*.
- Mell, P. ve Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing*. NIST Spec. Publ., 800 (2011), p. 7

- Mete, M. O., Guler, D. ve Yomralıoğlu, T. (2018). Development of 3D Web GIS Application With Open Source Library. *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, 6(Özel (Special)), 818–824. doi:10.15317/scitech.2018.171
- Mete, M. O. ve Yomralıoğlu, T. (2019a). Creation of Nominal Asset Value-Based Maps using GIS: A Case Study of Istanbul Beyoğlu and Gaziosmanpaşa Districts. *GI_Forum 2019*, 7(2), 98–112. doi:10.1553/giscience2019_02_s98
- Mete, M. O. (2019). *Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritasının Oluşturulması* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mete, M. O. ve Yomralıoğlu, T. (2019b). CBS ile Nominal Taşınmaz Değer Haritası Üretiminde Çözünürlük Araştırması. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 1(1), 16–23.
- Peng, Y. ve Wang, Y. (2014). Geographic information system in the cloud computing environment. In *Computer Engineering and Networking* (pp. 893–902). Springer.
- QGIS.org, 2021. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Regalado, A. (2011). Who coined 'cloud computing.' *MIT Technology Review*, 31.
- Resmi Gazete (2019). Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Genel Kadro ve Usulü Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Sayı:30677). (2019, 5 Şubat). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190205-7.pdf>
- Shapiro, S. S., ve Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Shao, Y., Di, L., Bai, Y., Guo, B. ve Gong, J. (2012). Geoprocessing on the Amazon cloud computing platform — AWS. *2012 First International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)*, Shanghai, pp. 1-6, doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2012.6311655.
- TKGM. Toplu Değerleme ve Veri Yönetimi Birimi (2020). Erişim Adresi: <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/toplu-degerleme-ve-veri-yonetimi-birimi> (15 Ekim 2020)
- Tripathi, A. K., Agrawal, S. ve Gupta, R. D. (2020). Cloud enabled SDI architecture: a review. *Earth Science Informatics*, Vol. 13, pp. 211–231. doi: 10.1007/s12145-020-00446-9
- Unel, F. B. ve Yalpir, S. (2019). Valuations of building plots using the AHP method. *International Journal of Strategic Property Management*, 23(3), 197–212.
- Yalpir, Ş. (2018). Enhancement of parcel valuation with adaptive artificial neural network modeling. *Artificial Intelligence Review*, 49(3), 393–405. doi:10.1007/s10462-016-9531-5
- Yang, C., Goodchild, M., Huang, Q., Nebert, D., Raskin, R., Xu, Y., ... Fay, D. (2011). Spatial cloud computing: how can the geospatial sciences use and help shape cloud computing? *International Journal of Digital Earth*, 4(4), 305–329.
- Yang, J. ve Wu, S. (2010). Studies on application of cloud computing techniques in GIS. *2010 Second IITA International Conference on Geoscience and Remote Sensing*, 1, 492–495. IEEE.
- Yomralıoğlu, T. (1993). *A Nominal Asset Value-Based Approach For Land Readjustment And Its Implementation Using Geographical Information Systems* (Doktora tezi). University of Newcastle upon Tyne.
- Yomralıoğlu, T. (1997). Eşdeğer İlkesine Dayalı Arsa ve Arazi Düzenlemesi Modeli. *JEFOD Kentsel Alan Düzenlemelerinde İmar Planı Uygulama Teknikleri*, 1(1), 139–152.

Yomralıoğlu, T., Nişancı, R. ve Uzun, B. (2007).
Raster Tabanlı Nominal Değerleme Yöntemine
Dayalı Arsa-Arazi Düzenlemesi Uygulaması.
11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.

Yomralıoğlu, T. (2019). Taşınmaz Değerleme
Ders Notları. Erişim adresi:
[https://ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/insaat-
fakultesi/11490/geo-
308e/ekkaynaklar?g1419116](https://ninova.itu.edu.tr/tr/dersler/insaat-fakultesi/11490/geo-308e/ekkaynaklar?g1419116) (15.10.2020)