İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE İSTANBUL İLİ NOMİNAL TAŞINMAZ DEĞER HARİTASININ OLUŞTURULMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Oğuzhan METE

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE İSTANBUL İLİ NOMİNAL TAŞINMAZ DEĞER HARİTASININ OLUŞTURULMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Oğuzhan METE
(501171633)

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501171633 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammed Oğuzhan METE, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE İSTANBUL İLİ NOMİNAL TAŞINMAZ DEĞER HARİTASININ OLUŞTURULMASI" başlıklı tezini aşağıdaki imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Mustafa YANALAK** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU Gebze Teknik Üniversitesi	.....
		.....

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2019**
Savunma Tarihi : **13 Haziran 2019**

Eşime,

ÖNSÖZ

Yoğun ve özverili çalışmalar sonucunda ortaya çıkan bu çalışmanın taşınmaz değerleme faaliyetlerine katkı sunmasını temenni ediyorum.

Çalışmalarım boyunca bilim yolunda bana ışık olan, akademiyi sevdiren, disiplin ve çalışma azmiyle her zaman örnek aldığım, bilgi ve tecrübelerinden büyük istifade ettiğim, değerli hocam, danışmanım, Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU'na şükranlarımı sunarım.

Desteğini her zaman hissettiren kıymetli bölüm başkanımız Prof. Dr. Mustafa YANALAK'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması sırasında yardım ve desteklerinden ötürü başta Araş. Gör. Muhammed Enes ATİK ve Araş. Gör. Doğuş GÜLER olmak üzere, tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi arz ederim.

Lisans döneminde taşınmaz değerleme çalışmasında günlerce beraber çalıştığım can arkadaşlarım, kardeşlerim Ertuğrul ÖZER'e ve Fatih YEKELER'e en kalbi duygularımla teşekkürlerimi iletirim.

Hayatımın her evresinde olduğu gibi, bu tez çalışması sırasında da desteklerini ve dualarını esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Son olarak, üzüntü ve sevinçlerimi paylaşan, her anımda beni destekleyip yüreklendiren, tez çalışması boyunca da gösterdiği fedakarlık ve anlayışıyla teşekkürlerin en büyüğünü hak eden biricik eşim Sema'ya en içten teşekkürü bir borç bilirim.

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

Haziran 2019

Muhammed Oğuzhan METE
(Geomatik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xii**
SEMBOLLER ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xvii**
ÖZET ..... **xix**
SUMMARY ..... **xxi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Problem Tanımı 3
1.2 Çalışmanın Amacı 4
1.3 Metodoloji 4
1.4 Literatür Araştırması 5
1.5 Temel Tanım ve Kavramlar 7
1.5.1 Coğrafi bilgi sistemleri 7
1.5.1.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları 9
1.5.1.2 Coğrafi bilgi sistemlerinin bileşenleri 11
1.5.1.3 Coğrafi bilgi sistemlerinde veri toplama teknikleri 12
1.5.1.4 Web coğrafi bilgi sistemleri 12
1.5.1.5 Bulut coğrafi bilgi sistemleri 14
1.5.2 Çok kriterli karar verme yöntemleri 15
1.5.2.1 Best Worst Yöntemi (BWM) 16
1.5.3 Taşınmaz değerleme 17
1.5.3.1 Türkiye'de taşınmaz değerlemesi 18
1.5.3.2 Dünya'da taşınmaz değerlemesi 23
1.6 Taşınmaz Değerleme Yöntemleri 27
1.6.1 Klasik yöntemler 27
1.6.1.1 Karşılaştırma (emsal) yöntemi 27
1.6.1.2 Gelir yöntemi 28
1.6.1.3 Maliyet yöntemi 28
1.6.2 Stokastik yöntemler 28
1.6.3 Nominal değerleme yöntemi 29
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR **33**
2.1 Çalışma Alanı 33
2.2 Taşınmaz Değerlerine Etki Eden Faktörler 34
2.2.1 Taşınmaz değerlerine etki eden faktörlerin seçimi 34
2.2.2 Faktörlerin ağırlıklıklarının belirlenmesi 35

2.3 Veri Tabanı Tasarımı 36
2.4 Nominal Taşınmaz Değerleme Modelinin Oluşturulması 38
2.5 Konumsal analizler 39
2.5.1 Yakınlık analizleri 39
2.5.2 Yüzey analizleri 42
2.5.3 Görünürlük analizleri 44
2.6 Çözünürlük İrdelemesi 46
2.6.1 Piksel boyutu değişiminin nominal değere etkisi 46
2.7 İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritası 51
2.7.1 Raster tabanlı nominal değer haritasının üretilmesi 51
2.7.2 Nominal değer haritası kullanılarak parsel değerlerinin hesaplanması 54
2.7.2.1 Alansal kesiştirme yaklaşımı 54
2.7.2.2 Ortalama değer yaklaşımı 54
2.7.2.3 Bölgesel istatistik yaklaşımı 55
2.7.3 Nominal değerlerin rayiç değerler kullanılarak istatistiksel analizi 55
2.8 Nominal Taşınmaz Değer Haritasının Web Servisi 59
2.8.1 Bulut bilişim teknolojisi ile sunucu kurulumu 59
2.8.2 Açık kaynak kodlu coğrafi veri servisi yazılımı kurulumu 59
2.8.3 Nominal taşınmaz değer haritası raster tile dosyasının oluşturulması 60
2.8.4 WMTS veri standardı ile değer haritasının servisi 60
2.8.5 Açık kaynak kodlu javascript kütüphanesi ile web haritası tasarımı 60
3. BULGULAR 63
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 65
KAYNAKLAR 69
EKLER 75
EK A: Haritalar 77
ÖZGEÇMİŞ 89

KISALTMALAR

AF : Appraisal Foundation
AGI : Association for Geographic Information
AHP : Analytic Hierarchy Process
AI : Appraisal Institute
ASA : American Society of Appraisers
AWS : Amazon Web Services
BWM : Best Worst Method
CAD : Computer Aided Drawing
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme
EVK : Emlak Vergisi Kanunu
EVS : European Valuation Standards
FIABCI : International Real Estate Federation
GCP : Google Cloud Platform
GIS : Geographic Information Systems
GPS : Global Positioning System
HKMO : Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
HTTP : Hyper Text Transfer Protocol
IAAO : International Association of Assessing Officers
IPM : Ideal Point Method
IVS : International Valuation Standards
IVSC : International Valuation Standars Council
JAXA : Japan Aerospace Exploration Agency
KVA : Konumsal Veri Altyapısı
LIDAR : Light Detection And Ranging
MADA : Multi Attribute Decision Analysis
MCDM : Multi Criteria Decision Making
MODA : Multi Objective Decision Analysis
OGC : Open Geospatial Consortium
OWA : Ordered Weighted Averaging
RICS : The Royal Institution of Chartered Surveyors
SPK : Sermaye Piyasası Kurulu
SYM : Sayısal Yükseklik Modeli
TDUB : Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği
TEGoVA : The European Group of Valuers' Associations
TKGM : Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
URL : Uniform Resource Locator
WCS : Web Coverage Service
WFS : Web Feature Service
WLC : Weighted Linear Combination
WMS : Web Map Service
WMTS : Web Map Tile Service
WWW : World Wide Web

SEMBOLLER

V	**:** Toplam nominal değer
S	**:** Parsel ya da piksel alanı
f	**:** Faktör değeri (Puan)
w	**:** Ağırlık
ξ	**:** Tutarlılık oranı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Taşınmaz değerlerine etki eden kriterler ve ağırlık katsayıları. 37
Çizelge 2.2: Çözünürlük değişimine göre parsel bazındaki ortalama bağıl hata değerleri. 50
Çizelge 2.3: Sokak bazında toplam arsa değeri kıyaslaması. 50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : CBS veri katmanlarının gösterimi. 8
Şekil 1.2 : Sunucu istemci mimarisi ile web CBS uygulamalarının çalışma prensibi [1]. 13
Şekil 1.3 : XEROX şirketi tarafından geliştirilen ilk web CBS haritası. 14
Şekil 1.4 : Raster tabanlı nominal değer haritası üretimi. [2] 31
Şekil 2.1 : Çalışma alanı: İstanbul ili. 33
Şekil 2.2 : Taşınmaz değerlerine etki eden kriterlerin dağılımı. 38
Şekil 2.3 : Nominal taşınmaz değerleme modeli. 39
Şekil 2.4 : Nominal taşınmaz değerleme için ArcGIS Model Builder analizleri. 40
Şekil 2.5 : Öklid uzaklığı çalışma prensibi [3]. 41
Şekil 2.6 : Gerçek Öklid uzaklığı algoritması [3]. 41
Şekil 2.7 : Raylı sistemler istasyonlarının yakınlık analizi haritası. 42
Şekil 2.8 : Yüzde ve derece cinsinden eğim hesabı [3]. 43
Şekil 2.9 : Eğim analizinin çalışma prensibi [3]. 43
Şekil 2.10 : Bakı yönlerinin açı dairesi üzerinde ifadesi [3]. 43
Şekil 2.11 : Bakı analizinin çalışma prensibi [3]. 44
Şekil 2.12 : Eğim analizi haritası. 45
Şekil 2.13 : Görünürlük analizinin çalışma prensibi [3]. 45
Şekil 2.14 : Boğaz manzarasına sahip bölgelerin haritası 46
Şekil 2.15 : Beyoğlu ilçesinde farklı piksel boyutlarında üretilen taşınmaz değer haritaları. 47
Şekil 2.16 : Gaziosmanpaşa ilçesinde farklı piksel boyutlarında üretilen taşınmaz değer haritaları. 48
Şekil 2.17 : Beyoğlu ilçesi nominal taşınmaz değer haritası. 48
Şekil 2.18 : Gaziosmanpaşa ilçesi nominal taşınmaz değer haritası. 49
Şekil 2.19 : Beyoğlu ilçesinde birim m^2 bazında nominal değerlerin çözünürlüğe göre değişimleri 51
Şekil 2.20 : Gaziosmanpaşa ilçesinde birim m^2 bazında nominal değerlerin çözünürlüğe göre değişimleri. 52
Şekil 2.21 : İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritası 53
Şekil 2.22 : Nominal değerlerin parsellere öznitelik bilgisi olarak eklenmesi. 56
Şekil 2.23 : Nominal ve rayiç değerler kullanılarak oluşturulan regresyon eğrileri. 56
Şekil 2.24 : Nominal ve rayiç değerler kullanılarak oluşturulan regresyon eğrileri. 58
Şekil 2.25 : İstanbul nominal taşınmaz değer haritasının web üzerinden paylaşılması 62

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE İSTANBUL İLİ NOMİNAL TAŞINMAZ DEĞER HARİTASININ OLUŞTURULMASI

ÖZET

Taşınmaz malların değerlemesi alım satım, kiralama, vergilendirme, kamulaştırma, kentsel dönüşüm, özelleştirme, devletleştirme, sermaye piyasası faaliyetleri gibi birçok uygulamada karşılaşılan bir değer kestirim yaklaşımıdır. Yapılan uygulamalarda mekânsal gelişmeleri gözeterek taşınmazlar için objektif, doğru ve kabul edilebilir bir değer saptamasının yapılması oldukça önemlidir. Bu kapsamda ülkemizin önemli sorunlarından biri de taşınmaz değerlerinin bir standardının olmamasıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte taşınmaz değerlemesi bilimsel yöntemlerle, tarafsız bir şekilde belirlenebilmektedir. Geleneksel değerleme yöntemlerinin yanında, taşınmaz değerlerinin belirlenmesi için kullanılan Stokastik yöntemlerden biri de "nominal değerleme" yöntemidir. Nominal değerleme yaklaşımı ile birim değeri etkileyebilecek birçok mekânsal parametre çeşitli konumsal analizlere tabi tutularak piksel bazlı değer haritası üretimi mümkün olmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Nominal Taşınmaz Değerleme çalışması kapsamında İstanbul ili için nominal taşınmaz değer haritası üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı için belirlenen birçok kriter ile yakınlık, görünürlük, yüzey gibi çeşitli analizler gerçekleştirilmiş ve bu kriterlerin önem derecelerine göre değeri doğru şekilde etkilemelerini sağlamak için ağırlık tayininde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemlerinden biri olan Best Worst Method (BWM) kullanılmıştır. Görünürlük analizi kapsamında Boğaz, Marmara Denizi, Karadeniz, Adalar ve Haliç manzaralarına sahip bölgeler tespit edilmiştir. Yakınlık analizi ile eğitim, hastane, itfaiye, karakol gibi alanların yanı sıra, yeşil alanlara, ulaşım ağlarına, toplu taşıma duraklarına yakınlık analizleri gerçekleştirilerek taşınmaz değerlemesindeki etkileri irdelenmiştir. Seçilen kriterden oluşan ağırlıklı nominal taşınmaz değer haritası üretilerek dinamik bir model oluşturulmuş, değer haritasının web servisi ile internet ortamında paylaşılarak taşınmaz maliklerinin kendi parsellerini görüntüleyip nominal değerini ve karşılık gelen piyasa değerini görüntülemesi mümkün hale gelmiştir.

CREATION OF NOMINAL ASSET VALUE-BASED MAP USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR ISTANBUL CITY

SUMMARY

Having a property is one of the lifetime targets in societies where the concept of property ownership is important matter. People want to have a house where they can live, a land that they can invest, or farmland that they can use for agricultural purposes. According to the United Nations, real estate property has a value because it adds to life satisfaction and attractiveness. The real estate valuation can be defined as the whole of the activities carried out for the objective determination of the value by considering the different properties of a real estate. Determining the value of real estates, which is an important part of the market, is a necessary action in many transactions such as purchase and sale, renting, taxation, expropriation, urban renewal, zoning applications, capital market activities. It is important that all these operations are carried out correctly and objectively. In this context, various methods are used worldwide for the valuation of real estates. The comparison method, cost method and income method are the classical methods used in real estate valuation. Apart from these methods, statistical methods such as nominal valuation method, regression analysis method, matrix method and mass valuation method can also be used to determine the values of the real estates.

Geographic information systems (GIS) have become an important science for the problems encountered in everyday life in which all processes from the collection and storage of spatial data to analyzing and the production of alternative solutions, are managed completely. Map and navigation applications, emergency and disaster management, municipal services, urban planning, land management are some of the most common uses of GIS. Since many of the factors affecting the value of real estates are based on location, it is possible to take advantage of GIS functionality, analysis power and the ability to produce alternative solutions. With the nominal valuation method, which is one of the stochastic methods, the valuation of real estates can be done objectively with scientific approaches. The nominal valuation method requires mass valuation of the real estates according to the attributes that they have. In this method, the smallest unit subject to valuation may be cadastral parcels or pixels of a certain size. In this way, it is possible to produce nominal asset value-based raster map by using GIS.

There are many factors that affect the values of the real estates. Factors should be determined by considering the location of the real estates to be valued. The extent to which the determined factors affect the value depends on the weight coefficients to be determined. In this regard, common weights in the literature and the related surveys are used. The criterion and coefficients obtained after this stage can be used directly, but using Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods, it is possible to provide more accurate valuation by considering the correlation of the criteria. MCDM enables the design, evaluation and production of alternative solutions. The combined

use of GIS and MCDM simplifies decision making by blending geographic data and decision-makers' preferences. Factors affecting the value of the real estate property can be used to determine the weights according to the preference of the factors by using the MCDM methods. Within the scope of the study, the factors affecting the value were determined by establishing proximity, visibility and surface analyzes with the help of GIS. The Best Worst Method (BWM), one of the MCDM methods was used to determine the weights of the determined factors. With the dynamic data model created, all processes were automated and the nominal asset value-based map was created.

With the development of cloud computing technology, it has become easier to store and present large data on the internet. Today, companies, banks, public and private sector stakeholders have provided a significant advantage in terms of security, performance and cost by using the cloud computing systems. Spatial data constitutes an important part of the big data concept. The use of the cloud systems for storing, analyzing and presenting these data is becoming increasingly widespread. In the study of nominal valuation of real estates, cloud computing technology was used for the storage and service of spatial data in the context of Platform as a Service (PaaS) and Software as a Service (SaaS). It is made possible to share the maps produced according to the model with the geographic data service software established in the cloud. In order to provide web-based GIS to users, web maps are designed and published with the open source javascript library.Thus, all the maps and data produced were shared with users dynamically on the web.

With the real estate valuation study, a dynamic valuation model has been produced in Istanbul city and it is aimed to determine the real estate values by analyzing and weighting various criteria. It is aimed to contribute to real estate market with objective and transparent valuation model by sharing the produced value map with the users in the web.

1. GİRİŞ

Mülkiyet kavramının yerleştiği toplumlarda bir taşınmaz mala sahip olmak önemli hedefler arasında yer almaktadır. Kişiler, yaşamları süresince barınabileceği bir ev, yatırım yapabileceği bir arsa ya da tarım amaçlı kullanabileceği bir araziye sahip olma arzusundadır. Birleşmiş Milletler'e göre taşınmaz mallar, yaşama memnuniyet ve çekicilik kattığından dolayı bir değere sahiptir.

Taşınmaz değerlemesi, bir taşınmazın sahip olduğu farklı özellikleri göz önünde bulundurarak değerinin tarafsız bir şekilde tespiti için gerçekleştirilen faaliyetler bütünü olarak tanımlanabilir. Yaşadığımız dünyanın önemli bir parçası olan taşınmaz malların değerinin belirlenmesi alım satım, kira, vergilendirme, kamulaştırma, kentsel dönüşüm, imar uygulaması, sermaye piyasası faaliyetleri gibi birçok işlemde ihtiyaç duyulan bir eylemdir.

Tüm bu işlemlerin doğru ve objektif olarak gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir. Bu kapsamda taşınmazların değerlendirilmesi için dünya genelinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Karşılaştırma (emsal) yöntemi, maliyet yöntemi ve gelir yöntemi taşınmaz değerlemesinde kullanılan klasik yöntemlerdir. Bu yöntemlerin dışında nominal değerleme yöntemi, regresyon analizi yöntemi, matris yöntemi ve küme değerleme yöntemi gibi istatistiksel yöntemler de taşınmazların değerlerinin belirlenmesi için kullanılabilmektedir.

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), günlük hayatta karşılaşılan problemlerde mekansal verilerin toplanıp depolanmasından, analiz edilip alternatif çözümler üretme aşamasına kadarki tüm süreçlerin topyekün yönetildiği önemli bir bilim haline gelmiştir. Harita ve navigasyon uygulamaları, afet ve acil durum yönetimi, belediyecilik hizmetleri, kentsel planlama, arazi yönetimi, CBS'nin ilk akla gelen, en yaygın kullanım alanlarından birkaçıdır. Taşınmaz malların değerini etkileyen faktörlerin bir çoğu konuma dayalı olduğundan, bu konuda da CBS'nin işlevselliğinden, analiz gücünden ve alternatif çözümler üretme özelliğinden faydalanmak mümkündür.

Stokastik değerleme yöntemlerinden olan nominal yöntem ile taşınmazların değerlemesi bilimsel yaklaşımlarla objektif olarak yapılabilmektedir. Nominal değerleme yöntemi taşınmazların özelliklerine göre topyekün değerlendirilmesini gerekli kılar. Bu yöntemde değerlemeye konu olan en küçük birim kadastral parsel ya da belli bir boyuttaki pikseller de olabilir. Bu şekilde CBS ile piksel tabanlı kitlesel taşınmaz değer haritası üretilmesi mümkündür [4].

Taşınmaz değerlerini etkileyen, değerini ortaya koyan birçok faktör bulunmaktadır. Değerleme işlemi yapılacak taşınmazların bulunduğu konum da göz önüne alınarak faktörler belirlenmelidir. Belirlenen faktörlerin değeri ne derecede etkileyeceği tayin edilecek ağırlık katsayılarına bağlıdır. Bu konuda genel olarak literatürdeki görüşlerden ya da konuyla ilgili yapılacak anketlerden faydalanılmaktadır. Bu aşamadan sonra elde edilen kriter ve katsayılar direkt kullanılabilir, ancak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak kriterlerin korelasyonu da hesaba katılıp daha sağlıklı bir değerleme yapılması mümkün olur. ÇKKV karar problemlerinin kurgulanmasına, tasarlanmasına, değerlendirilmesine ve alternatif çözümlerin üretilmesine olanak sağlamaktadır. CBS ve ÇKKV'nin birlikte kullanımı coğrafi veriler ile karar vericilerin tercihlerini bütünleştirerek karar verme işlemini kolaylaştırmaktadır [5]. Taşınmazların değerini etkileyen faktörlerin ağırlık belirlemesinde de ÇKKV yöntemleri kullanılarak faktörlerin önem derecelerine göre değeri etkilemeleri sağlanabilir.

Çalışma kapsamında İstanbul ili nominal taşınmaz değer haritasının oluşturulması için değeri etkileyen faktörler belirlenerek CBS yardımıyla yakınlık, görünürlük ve yüzey analizleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen faktörlerin ağırlıklarının bulunması için ÇKKV yöntemlerinden Best Worst Method (BWM) kullanıldı. Oluşturulan dinamik veri modeli ile tüm süreçler otomatize edilerek değer haritası oluşturulmuştur.

Bulut bilişim teknolojisinin gelişmesiyle birlikte büyük verilerin internet üzerinde depolanması ve kullanıcılara sunulması kolaylaşmıştır. Günümüzde şirketler, bankalar, kamu ve özel sektör paydaşları bulut bilişim sistemini kullanarak güvenlik, performans ve maliyet anlamında önemli bir avantaj sağlamış durumdadır. Büyük veri kavramının önemli bir kısmını da coğrafi veriler oluşturmaktadır. Bu verilerin depolanması, analizi, kullanıcılara sunulması için bulut bilişim sisteminin kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Nominal taşınmaz değerleme çalışmasında da mekansal verilerin

depolanması ve servisi için bulut bilişim teknolojisinden yararlanılmıştır. Oluşturulan modele göre üretilen haritaların, bulut bilişim bünyesinde kurulan coğrafi veri servisi yazılımı ile internet üzerinden paylaşılması mümkün hale getirilmiştir. Web tabanlı CBS'nin kullanıcılara sunulması amacıyla açık kaynak kodlu javascript kütüphanesi ile web haritaları tasarlanıp yayınlanmıştır. Böylelikle üretilen tüm harita ve veriler kullanıcılarla dinamik olarak web ortamında paylaşılmış olundu.

Nominal taşınmaz değerleme çalışmasıyla İstanbul ilinde dinamik bir değerleme modeli üretilerek çeşitli kriterlerin analiz edilip ağırlıklandırılmasıyla birlikte taşınmaz değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üretilen değer haritasının web ortamında kullanıcılarla paylaşılarak taşınmaz piyasasının objektif ve şeffaf bir şekilde oluşturulması hedeflenmiştir.

1.1 Problem Tanımı

Taşınmaz mal değerlemesinin birçok faktöre bağlı olması ve kriter tercihlerinin kişiye göre değişmesi sebebiyle zor bir uygulama olduğu söylenebilir. Yapılan değerleme çalışmaları incelendiğinde aynı taşınmaz için birbirinden çok farklı değerlerin takdir edilebildiği, daha çok subjektif yaklaşımların benimsenebildiği görülmektedir. Değer farklarının ortaya çıktığı durumlara örnek olarak; beyan değerleri, vergiye esas fiyatlar, piyasa koşullarındaki serbest alım satım fiyatları, kamulaştırmada değer takdir komisyonlarınca tespit edilen fiyatlar, bedel artırımı davaları sonucu mahkemelerce tespit edilen fiyatlar verilebilir.

Çeşitli kurumların gerçekleştirdiği taşınmaz değerleme uygulamaları, kurumların kendi bünyesindeki değer takdir komisyonları tarafından yürütülmektedir [6]. Aynı taşınmazın farklı kişi veya kurumlar tarafından farklı değerlemesi hukuki sorunlara sebep olmaktadır [7]. Ayrıca taşınmaz piyasasında emlakçı, aracılar, alıcı ve satıcılar gibi çok sayıda katılımcının bulunması, değerleme faaliyetlerinin rant ve spekülasyonlara açık hale gelmesine, pazar değerinin şişkinliğine sebep olmaktadır.

Bunların sonucunda vatandaşlar ekonomik ve sosyal açıdan olumsuz etkilenmekte, yargıda birçok değerleme davası gündeme gelmekte, devletin de büyük vergi kayıpları olmaktadır. Tüm bu olumsuzlukların giderilmesi, taşınmaz piyasasının dengelenmesi ve kontrol altında tutulması için devlet tarafından çeşitli önlem ve uygulamaların

hayata geçirilmesi gerekmektedir. Mülkiyete dair toplumsal sorunların çözülmesi, vergi ve harç kayıplarının giderilmesi, planlı kalkınma ve ülke ekonomisi için taşınmaz değerlerinin tarafsız, doğru ve güvenilir bir şekilde belirlenmesi ve güncellenmesi son derece önem arz etmektedir [8].

Ülkemizde taşınmaz değerlemenin mevzuat yapısı oldukça karmaşık durumdadır. Taşınmaz değerlemesine yönelik yasal düzenlemeler Medeni Kanun ile 1926 yılında ele alınmış olsa da uygulamaya yönelik mevzuat uzun süre oluşturulamamıştır [7]. Türkiye'de halen bu sorunlar tam olarak giderilmiş olmasa da devlet tarafından yeni karar ve uygulamaların hazırlandığı görülmektedir. Geniş alanlarda değerleme faaliyetlerinin topyekün yapılabilmesi için teknolojik imkanlardan ve stokastik yöntemlerden faydalanmak oldukça önemlidir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Çalışmanın temel amacı taşınmaz değerleme faaliyetlerinin bilgisayar sistemlerinden faydalanarak bilimsel ve tarafsız bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Bu kapsamda oluşturulan taşınmaz değerleme modeli ile toplu değerleme yöntemlerinden nominal değerleme yöntemi ile taşınmaz değerlerinin belirlenmesi ve web üzerinden güncel bir şekilde paylaşılması sağlanmıştır.

CBS tabanlı Nominal Taşınmaz Değerleme çalışması ile İstanbul ili kapsamında bilimsel kriterlerle piksel bazlı nominal değerlerin elde edilmesi ve taşınmaz piyasasının standardizasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. Böylece alım satım, kira, vergilendirme, kamulaştırma, kentsel dönüşüm, imar uygulaması, sermaye piyasası faaliyetleri gibi işlemlerin doğru pazar değeri üzerinden şeffaf bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkün olacaktır.

1.3 Metodoloji

Çalışma kapsamında taşınmazların değerlerinin belirlenmesi için izlenen metodoloji aşağıdaki gibi sıralanabilir:

– Türkiye'de ve dünyada taşınmaz değerleme çalışmalarının incelenmesi,

– Taşınmaz değerleme mevzuatının incelenmesi,

– Çalışma alanının belirlenmesi,

– Değere etki eden faktörlerin belirlenmesi,

– Faktör ağırlıklarının ÇKKV yöntemlerinden biri olan BWM ile belirlenmesi,

– Veri tabanı tasarımı,

– Nominal Taşınmaz Değerleme Modelinin Oluşturulması,

– Faktörlerin CBS ile analizi,

– Raster tabanlı değer haritası üretimi için piksel boyutunun belirlenmesi,

– Nominal taşınmaz değer haritasının üretilmesi,

– Nominal değerlerin rayiç değerlerle kıyaslanması,

– Bulut bilişim ve Web CBS yardımıyla üretilen değer haritasının web servisi.

1.4 Literatür Araştırması

Taşınmaz değerlemesi, bir taşınmazın veya taşınmaza ait özellik, çevre, kullanım koşulları, hak ve faydaların belli bir tarihteki değerinin objektif ve tarafsız olarak belirlenmesi için yapılması gereken işlerin bütünüdür [8–10]. Taşınmaz değerlemesini sadece kamulaştırma, kentsel dönüşüm vb. gibi tekil uygulamalarda birkaç parselin değerlendirilmesi ile sınırlı tutmak yanıltıcı ve eksik bir yaklaşımdır [11]. Taşınmazlara ait alım satım, kiralama, kamulaştırma, özelleştirme, devletleştirme, kentsel dönüşüm, imar uygulamaları, ayni hak tesisi, emlak verigisi, sermaye piyasası işlemleri gibi ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için taşınmazların değerinin bilinmesi gerekir [12]. Günümüzde taşınmaz mallara ilişkin faaliyetlerin artması sebebiyle, taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde objektif ve bilimsel yaklaşımların geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir [13].

Klasik değerleme yöntemlerinden olan Emsal, Maliyet ve Gelir yöntemleri, taşınmazların topyekün değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bunun sebebi, geniş alanlarda değerleme çalışmalarında çok sayıdaki konumsal verinin organizasyonu gerekmektedir. Bu ölçekteki değerleme çalışmalarında Yapay Sinir Ağları (Artifical Neural Networks), Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) ve Konumsal Analiz yöntemleri kullanılmaktadır [13, 14].

Gelişen teknoloji ve bilgi sistemleri, konumsal analiz ve istatistik yöntemlerle taşınmaz değerlemesine önemli katkılarda bulunmuştur. Böylelikle CBS ve Karar-Destek (Decision Support) sistemleri kullanılarak kullanıcıların taleplerine göre uygun yer seçim analizi, alım satım bölgelerinin tespiti ve taşınmazların konumsal analizleri

kolaylaşmış, taşınmaz değer haritalarının üretilmesi de mümkün hale gelmiştir [15]. CBS, konumsal analizlerin gerçekleştirilmesi ve mülkiyete dair bilgilerin değer haritaları şeklinde gösterimi için teknolojik platform olarak kullanılma imkanı sunmaktadır [16]. Taşınmaz değerleme çalışmalarında konumsal verilerin yoğun bir şekilde kullanılması, CBS'nin taşınmaz değerlemedeki ihtiyacını ve önemini de arttırmıştır [17].

Taşınmaz değerleme ile ilgili karşılaşılan sorunların çözülmesi, tarafsız, doğru ve güvenilir bir yaklaşımla değerleme yapılabilmesi amacıyla CBS destekli Taşınmaz Değerleme Bilgi Sistemi'nin kurulması gerekliliği [18], [19], [20], [21], [22], [23] ve [11] çalışmalarında vurgulanmıştır. Ayrıca Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası (HKMO) ile Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) [6] kurumları tarafından 2012 yılında düzenlenen "Arazi Yönetiminde Taşınmaz Değerleme Ve Kadastro Sempozyumu" sonuç raporunda, taşınmaz değerleme çalışmalarında CBS destekli yaklaşımların tercih edilmesi ve "Taşınmaz Değerleme Bilgi Sistemi" nin oluşturulması tavsiye edilmektedir.

Raster tabanlı CBS uygulamalarında GRID fonksiyonları kullanılarak taşınmaz değerleme süreçleri kolay ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Raster görüntüde taşınmaz değerlerini ifade eden bir piksel, değeri etkileyen tüm faktörlerin ağırlıklı toplamını ifade etmektedir. Bu sebeple raster tabanlı değerleme yöntemi, piksel değerlerinin hesaplanarak parsellerle bindirilmesiyle değerlemenin kolaylıkla yapılabilmesi yönünden diğer yöntemlere kıyasla daha etkili bir yaklaşımdır [24]. Bu şekilde taşınmaz değerlerinin parametrik olarak değerlerinin minimum ve maksimum değerler ile formülize edilmesi sonucunda her bir taşınmazın değerinin tespit edilmesine "Nominal Taşınmaz Değerleme" yöntemi denir [4, 13, 25].

Yomralıoğlu [13] 1993 yılında CBS ile nominal değerleme çalışması gerçekleştirerek arsa ve arazi düzenlemesi sistemini (LARES) geliştirmiştir. Arsa ve arazi düzenlemesi uygulamalarında düzenleme öncesi ve sonrası taşınmaz değerlerinin nominal yöntemle belirlenmesi ile objektif, adil ve doğru bir imar uygulaması imkanı sağlanmıştır.

Taşınmaz değerlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve ağırlıklandırılması, nominal taşınmaz değerlemenin en önemli aşamasıdır. Taşınmaz değerlerinin belirlenmesinde ve değer haritalarının üretilmesinde CBS'nin kullanımı, hem arsa-arazi düzenlemesi

uygulamalarına, hem de taşınmaz değerleme faaliyetlerine önemli bir katkı sunacaktır [26].

Yomralıoğlu ve Nişancı [25] 2004 yılında taşınmaz değerleme çalışmalarını özetlemiş, taşınmazların topyekün değerlendirilmesi amacıyla stokastik bir yöntem olan Nominal taşınmaz değerlemenin CBS ile uygulamasını gerçekleştirmişlerdir.

Nişancı [4] 2005 yılında, CBS ile piksel tabanlı nominal taşınmaz değerleme yöntemini kullanarak İstanbul ve Trabzon illerinde değer haritalarını üretmiş ve nominal değerlerin rayiç değerlere dönüştürülmesiyle parsellerin rayiç bedellerini hesaplamıştır.

Yomralıoğlu ve diğ. [2] 2007 yılında arsa ve arazi düzenlemesi uygulamalarında CBS ile nominal taşınmaz değerleme yöntemini kullanarak Trabzon ili için değer haritası üreterek imar uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada raster tabanlı değer haritası ile taşınmazların birbirleri arasındaki değer farkının ortaya konulduğu ve arsa-arazi düzenlemesi çalışmasında hesapların nominal değerleme yöntemine göre kolaylıkla yapılabildiği vurgulanmıştır.

1.5 Temel Tanım ve Kavramlar

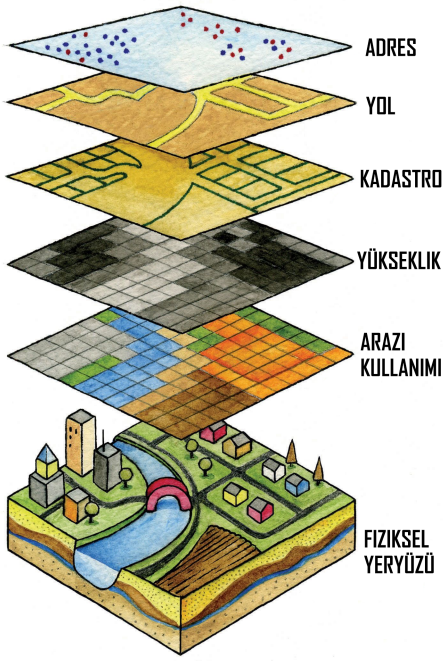
1.5.1 Coğrafi bilgi sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ifadesi hakkında geçmişten günümüze birçok farklı tanımlar yapılmıştır. Burrough'ya [27] göre CBS, belli bir amaç için gerçek dünyaya ait konumsal verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, dönüştürülmesi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür. Star ve Estes'e [28] göre CBS hem konumsal verileri içeren bir veri tabanı sistemi, hem de bu verilerin analizini gerçekleştiren bir takım işlemlerin bütünüdür. Association for Geographic Information (AGI) [29] CBS'yi konumsal verileri toplayan, depolayan, yöneten, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir bilgi sistemi olarak ifade etmiştir. Clarke [30] CBS'yi, konumsal verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi ve görüntülenmesi gibi işlemleri gerçekleştiren otomatik sistemler olarak tanımlamıştır. Yomralıoğlu'na [31] göre CBS, grafik ve grafik olmayan konumsal verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlemlerini gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. National Geographic Society [32] CBS'yi yeryüzü konumuna dayalı verilerin toplanması,

depolanması, kontrolü ve görüntülenmesini sağlayan bir bilgisayar sistemi olarak tanımlamıştır. ESRI [33] ise CBS'yi verilerin toplanmasını, yönetilmesini ve analizini gerçekleştiren bir yapı olarak tanımlamıştır.

Yukarıda da görüldüğü üzere; CBS, belli görüşlere göre araç olarak tanımlanırken, kimilerine göre de sistem olarak tanımlanmıştır. Aslında CBS'nin hem araç hem de sistem olduğunu söylemek mümkündür. Eğer verilerin analizinde kullanılıyorsa bir araçtır. Fakat CBS ile birlikte yalnızca analiz yapılmadığı, bununla birlikte veri tabanı yönetimi yapıldığı, her hangi bir problemin çözümünde içinde bulundurduğu veriler ile karar verilmesinde etkili olduğu göz önünde bulundurulduğunda CBS'nin bir sistem olduğunu söylemek de mümkündür.

CBS'de genel olarak veri, grafik ve grafik olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Grafik veri tipi; nokta, çizgi ve poligondan (kapalı alan) oluşmaktadır. Bu verilerin Şekil (1.1)'de görüldüğü gibi katmanlar halinde görüntülenebilmesi CBS'nin işlevselliğini arttıran önemli avantajlarındandır. Klasik haritalarda gösteremediğimiz grafik olmayan veri tipi ise metin ve sayılardan oluşur. CBS'de bu veri tipi haritanın arka planındaki veri tabanında saklanır. CBS'nin güçlü sorgulama ve analiz yeteneği de büyük verilerin süzülmesi ve amaca yönelik çıktıların üretilmesini sağlayarak karar vericilere alternatif çözümler sunmaktadır. Bu sebeplerden ötürü CBS, önemli bir karar destek sistemi olarak literatürde yer alır.



Şekil 1.1 : CBS veri katmanlarının gösterimi.

1.5.1.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları

Sayısal verilerin entegrasyonu

CBS, CAD yazılımlarıyla oluşturulan sayısal harita veya harita benzeri grafik veriler ile konumsal olmayan veri tabanlarının entegrasyonunu sağlayan sistemdir. Bu özelliğiyle veri tabanlarına konumsal nitelik kazandırmaktadır. Aynı zamanda grafik veriler ile grafik olmayan verilerin ilişkilendirilerek veri tabanında tutulmasına olanak sağlar.

Konumsal sorgulama

Bir önceki fonksiyonda da bahsedildiği gibi CBS hem grafik hem de grafik olmayan verileri sisteminde bulundurduğu için iki yönlü sorgulama yapabilme imkânı da sağlar. Grafik olmayan veri tabanından sorguyla grafik verilere ulaşılıp görsel olarak görülebileceği gibi grafik veriler üzerinden o veriye ait öznitelik bilgilerine de ulaşılabilir.

Otomasyon

Önceden klasik haritalarda yapılan ölçeğe göre hesap ve çizim işleri veya kâğıt üzerindeki bir harita üzerinden konum ve uzaklık hesaplamak yerine CBS'nin sağladığı otomasyon fonksiyonu ile bu tür hesaplar bilgisayar üzerinden tek dokunuşla yapılabilmektedir. Klasik haritalar üzerinden ölçüm yapacak kişinin dikkatsizliğinden kaynaklanacak hataların önüne de geçilmiş olunur. Örneğin; cetvel üzerinden düzgün okuyamama, hesap makinesine yanlış sayı girme gibi kişiden kaynaklı ölçü hatalarını ortadan kaldırıp basit bir tıklama ile sayısal harita üzerinden daha hızlı ve daha doğru ölçümlere ulaşılabilir.

Görüntüleme

CBS'nin görüntüleme fonksiyonu ile sunum yöntemlerinde önemli gelişmeler oluşmuştur. Sadece sözel olarak sunum yerine konumsal analizler sonrası ortaya çıkan sonuçları grafik olarak gösterip sunabilmeyi mümkün kılmaktadır. Örneğin; "İstanbul'da deprem riski olan bölgeler şunlardır" demek yerine bir deprem haritası üzerinde bulunan fay hatlarının etki ettiği uzaklığa göre bir tampon (buffer) analizi yapılarak fay hatlarına yakın yerler gösterebilir. Yıkılma tehlikesi bulunan binaların

verisi mevcut ise oluşturulan alandaki riskli binalar görsel olarak sunulabilir ve olası bir deprem öncesi can kaybı azaltılabilir.

Manipulasyon

Mevcut verilerin düzenlenmesi, güncellenmesi, ayıklanması gibi işlemlerde veri tabanı yöneticileri sıkıntılar yaşayabilmektedirler [31]. Verilerin bilgisayar ortamında dijital olarak saklanmasından kaynaklı, veri transferi ve güncelleme işlemleri CBS yardımı ile kolaylıkla yapılabilmektedir. Büyük veri içerisinden ihtiyaca yönelik sorgularla ayıklama, mevcut durumda meydana gelen değişimler sonucunda güncelleme, var olmayan nesnelerin ise silinmesiyle veri manipülasyonları gerçekleştirilebilmektedir.

Konumsal analizler

Konumsal analiz fonksiyonu ile eldeki veriler ile projenin amacı doğrultusunda yeni veriler oluşturmak mümkündür. Grafik olmayan sözel verilerin sorgulanması ile istenen koşulları sağlayan bilgilere erişilebilir, buna ek olarak konumsal analizler ile bu bilgilerin etki alanı da saptanabilir veya belli bir etki alanında bulunan objeler de belirlenebilir. Örneğin; taşınmaz değerlerini etkileyen kriterler belirlenirken bu kriterlere göre karakol, hastane vb. gibi bölgelere yakınlık analizleri yapılarak raster tabanlı yeni haritalar üretildi.

Karar verme analizleri

CBS'nin bir karar destek sistemi olarak işlevselliği, eldeki verilerle tahmin ve modellemeyi, en uygun yer seçim analizini, planlama ve optimizasyon işlemlerini, istatistiksel ve yöneylem analizlerini, üç boyutlu konum bilgisinin irdelenmesini kolaylaştırarak sebep sonuç ilişkisinin dinamik yapıda kurulmasını sağlamaktadır [31]. Güçlü analiz fonksiyonları, veri yönetimindeki işlevselliği, birlikte çalışabilirlik kapsamında desteklediği veri yapıları ve formatları gibi birçok özelliğiyle CBS, konumun gücünü kullanarak problemleri çözmekte ve alternatifler üretebilmektedir.

Model analizleri

CBS, objeler ile birlikte bu objelerin çevresiyle olan ilişki ve etkilerini de incelemektedir. Örneğin; yangın, sel baskını vb. afetlerin meydana gelmeden önce gerçekleşmiş gibi modellenmesini sağlamaktadır. Böyle bir durumla karşılaşmadan önce önlemler alınmasını, zarar azaltma ve hazırlıklı olma evrelerini uygulamaya

olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda bir proje planlanırken çevreye nasıl bir etki oluşturacağı da CBS ile modellenerek gerekli tedbirlerin alınmasını veya alternatiflerin üretilmesini mümkün kılmaktadır.

1.5.1.2 Coğrafi bilgi sistemlerinin bileşenleri

Veri

CBS tabanlı bir sistem kurulurken veya bir proje yapılırken en fazla zaman harcanan ve en önemli kısım veri toplama adımıdır. Veri, projenin doğruluğunu belirleyen kritik bir bileşendir. Proje, mevcut verilerin doğruluğu ve güvenilirliği kadar doğrudur. Yapılan analizler, sorgulamalar eldeki veriler üzerinden yapıldığı için olası bir veri hatası, analizlerin de hatalı olmasına sebep olur.

Donanım

Verileri ve yazılımı yönetebilmek, sistemin işleyişini sağlamak için bilgisayar, tarayıcı, sayısallaştırıcı, ölçme aletleri vb. gibi donanımlara ihtiyaç vardır. Proje planlanırken kullanılacak yazılımları çalıştırabilecek donanım altyapısını da temin etmek gerekir.

Yazılım

Yazılım, CBS'nin tanımında da belirtilen konumsal verilerin depolanması, analiz edilmesi, görüntülenmesi gibi işlemleri gerçekleştirebilen, bilgisayar ile ileri seviyede programlama dilleriyle yazılan algoritmalardır [31]. CBS'de, fonksiyonlarda bahsedilen grafik ve grafik olmayan verilerin entegrasyonunu sağlayan, konumsal analiz, sorgulama vb. gibi işlemleri yapacak bir yazılıma ihtiyaç vardır.

İnsanlar

Bir proje bünyesinde projeyi tasarlayan, yürüten, çalışan, veri donanım ve yazılımı kullanıp yönetebilecek insanlar CBS'nin en önemli bileşenlerindendir. Gelişen teknoloji ile birlikte yazılımlar büyük kolaylıklar sağlasa da bu yazılımları kullanacak, karşılaşılan probleme göre CBS'nin hangi fonksiyonunu kullanması gerektiğini bilen CBS uzmanlarına ihtiyaç vardır.

Yöntemler

Veri, insan, para, planlama, zaman vb. gibi parametreleri bir arada yönetebilmek için iyi tasarlanmış yöntemler gerekmektedir. Başarılı bir CBS uygulaması için iyi bir

planlama ve disiplin gereklidir [31]. Proje öncesinde yöntem ve kuralları planlayıp, kaliteli ekip, güvenilir veri ve uygun bir çalışma takvimi ile daha verimli ve başarılı CBS projesi yürütülebilir.

1.5.1.3 Coğrafi bilgi sistemlerinde veri toplama teknikleri

CBS oluştururken en fazla zaman alan ve en önemli adımı veri toplamaktır. Çalışma yapılacak alan için daha öncesinde hali hazırda veriler mevcut ise satın alınabileceği gibi her hangi bir veri yok ise yeni veriler üretilebilir. CBS içinde hem grafik hem de grafik olmayan veriler barındırdığı için bölgenin sadece grafik veri olan harita veya harita benzeri gösteriminin olması yeterli değildir, bununla birlikte grafik olmayan veri için ayrı bir çalışma yapılması gerekir. Daha öncesinde çalışılacak bölgede grafik veri oluşturulmadıysa bu bölgede klasik harita üretim yöntemleri ile grafik verileri üretilebilir. Bu yöntemler genel olarak yersel ölçmeler, GPS ölçmeleri, fotogrametri, uzaktan algılama, lazer tarama olarak sınıflandırılabilir. Son zamanlarda drone (insansız hava araçları), Airborne LIDAR, Drone LIDAR, Mobil LIDAR, mobil haritalama gibi yöntemler ile veri toplama uygulamaları da yaygınlaşarak mekansal veri elde etmek kolay ve hızlı hale gelmiştir. Bunlar dışında dijital ortama aktarılmamış, kâğıt üzerindeki veya resim formatındaki grafik verilerin sayısallaştırma (digitizing) işlemi yapılarak dijital ortama aktarılmasıyla grafik veriler elde edilebilmektedir. Sayısallaştırma, analog verinin dijital veri formatına dönüştürülmesi işlemidir. Sayısallaştırma yöntemleri genel olarak klasik sayısallaştırma, otomatik sayısallaştırma, tarama şeklinde sayısallaştırma ve ekrandan sayısallaştırma şeklinde gruplandırılabilir. Grafik olmayan verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ise doğrudan klavye üzerinden giriş ile yapılabileceği gibi hali hazırda oluşturulmuş veri tabanları da kullanılabilmektedir.

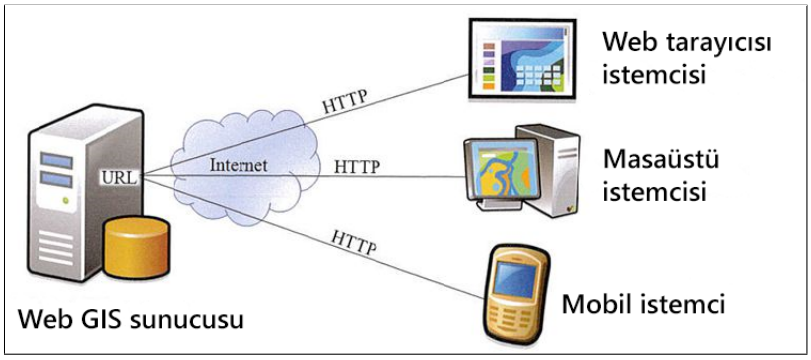
1.5.1.4 Web coğrafi bilgi sistemleri

İnternet, insanların hayatını kolaylaştıran e-ticaret, e-devlet, arama motorları gibi hizmetleri ve dünyayı bir ağ ile sanal olarak birbirine bağlayan yapısı ile günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. Bilgiye hızlı ulaşmanın yanısıra, bu bilgiyi manipüle etmek, işlemek, tüm dünya ile paylaşmak gibi işlevler World Wide Web (WWW) sistemiyle ile Hiper Metin Transferi Protokolü (Hyper Text Transfer Protocol; HTTP) üzerinden sağlanmaktadır. Kısa sürede yaygınlaşan internet,

CBS kavramını da yeni bir boyuta taşımış, veriye erişme, yönetme ve paylaşma alışkanlıklarını değiştirmiştir. Örneğin; masaüstü CBS yazılımlarında sistemler arasında bir bilgi aktarımı olmazken, bir yerel ağa (intranet) ya da internete bağlı bir CBS organizasyonunda, veri, uygulama ve diğer kaynakların etkileşimi ile dinamik bir sistem meydana gelmektedir.

Masaüstü CBS yazılımlarında kapalı bir sistem yapısı bulunduğu için merkezcil CBS sistemleri olarak tanımlanmaktadır. Öte yandan, internet üzerinden çalışan İnternet CBS veya Mobil CBS yapıları, dağıtık CBS sistemleri şeklinde tanımlanmaktadır. İnternet tabanlı dağıtık CBS sistemlerinde istemci-sunucu (client-server) modeli kullanılmaktadır. İstemci sunucuya veri için internet üzerinden bir talep gönderir, sunucu da bu talebi kabul eder, veriyi işleyerek hazırlar ve istemciye veriyi internet üzerinden iletir [34].

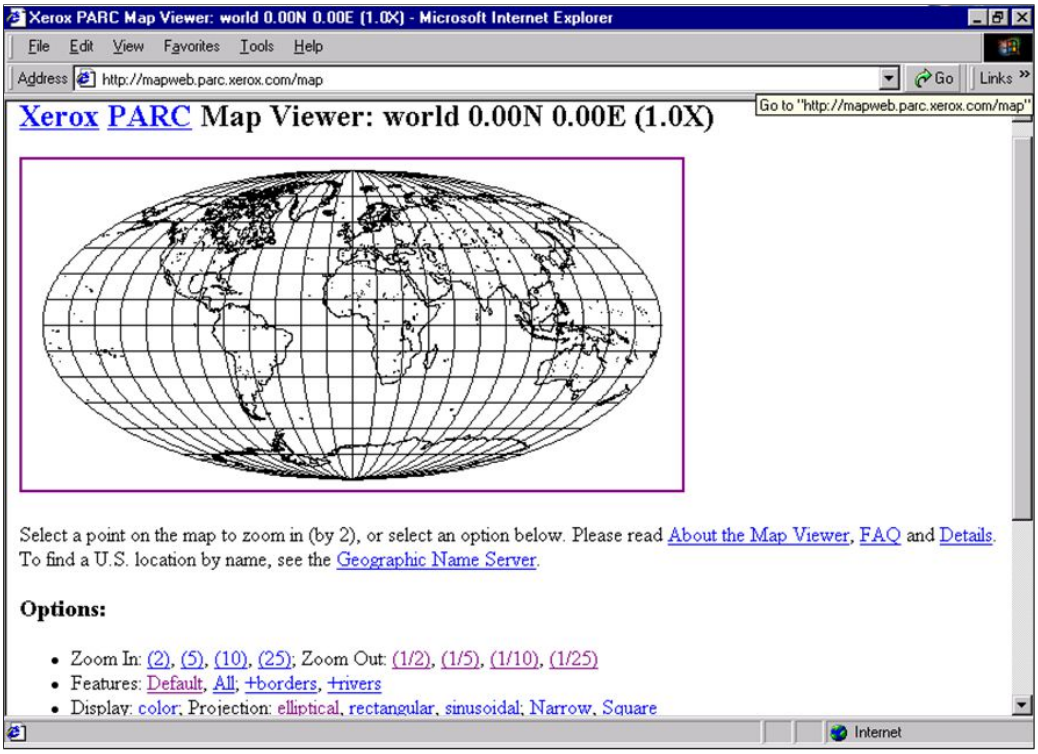
Web CBS uygulamasında en az bir sunucu ve bir istemci bulunmalıdır. Buradaki sunucu bir Web uygulama sunucusu iken, istemci ise bir Web tarayıcısı, bir masaüstü yazılımı ya da mobil uygulama olabilmektedir (Şekil 1.2). Sunucunun istemci tarafından bulunabilmesi için Uniform Resource Locator (URL) olarak adlandırılan, adres benzeri bir kaynağı bulunmaktadır. Bu URL adresi üzerinden sunucu ve istemcinin iletişim kurması sağlanır. Web CBS uygulamalarında Web CBS sunucusu, en önemli bileşendir. Sunucunun fonksiyonelliği, ölçeklenebilirliği ve performansı, Web CBS uygulamasının başarısı için kritik bir öneme sahiptir [1].



Şekil 1.2 : Sunucu istemci mimarisi ile web CBS uygulamalarının çalışma prensibi [1].

1993 yılında Xerox Şirketi'nin Palo Alto Araştırma Merkezi (Xerox Corporation Palo Alto Research Center; PARC), web tabanlı harita yayımlayarak bilinen ilk Web CBS uygulamasını geliştirmiştir (Şekil 1.3). Bu uygulama ile internet ortamında, herhangi bir masaüstü yazılımına ihtiyaç duyulmadan paylaşılan verilerin

görüntülenmesi sağlanmıştır. Bu Web CBS uygulamasında basit harita görünümü, harita üzerindeki objelere yaklaşma aracı, katman seçimi, harita projeksiyonu dönüşümü gibi fonksiyonlar kullanılmıştır. CBS verilerinin internet ortamında, ek yazılıma ihtiyaç duyulmadan görüntülenmesi bu anlamda öncü olmuş, ilerleyen yıllarda birçok Web CBS uygulaması geliştirilmiştir.



Şekil 1.3 : XEROX şirketi tarafından geliştirilen ilk web CBS haritası.

1.5.1.5 Bulut coğrafi bilgi sistemleri

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 sistemlerdir [1]. Bulut bilişimin çeşitli amaçlara yönelik olmak üzere; altyapı hizmeti (Infrastructure as a service; IaaS), platform hizmeti (Platform as a Service; PaaS) ve yazılım hizmeti (Software as a Service; SaaS) bulunmaktadır. Yazılım hizmeti CBS uygulamalarında üç farklı servis modelini daha desteklemektedir: CBS Hizmeti (GIS as a Service;GaaS), uygulama hizmeti (Applications as a Service; AaaS) ve uydu görüntüsü hizmeti (Imagery as a Service;

IaaS). Platform hizmetine ArcGIS for Server ve GeoServer, altyapı hizmetine Amazon Web Services (AWS) ve Google Cloud Platform (GCP), yazılım hizmetine ArcGIS Online, Mapbox ve CartoDB gibi örnekler verilebilir. Ayrıca CBS hizmetine ThunderMaps, uygulama hizmetine GIS Cloud ve MangoMap, uydu görüntüsü hizmetine ise AWS üzerinden paylaşılan Landsat görüntüsü örnek verilebilir.

Bulut sistemlerinin depolama, ölçeklenebilirlik, güvenilirlik gibi avantajları, CBS uygulamalarında bulut bilişimin kullanımını yaygınlaştırmaya başlamaktadır. Örneğin; vatandaşlık ve sosyal verilerin, harita ve uydu görüntülerinin bulut üzerinden web servisleriyle kullanıcılara dinamik bir şekilde sunulmasıyla güncel veriye hızlı ve güvenli bir şekilde erişme imkanı sunmaktadır. Ayrıca bulut sistemlerinin hesaplama kabiliyeti kullanılarak konumsal verilerin analizleri de bulut bilişim ile yüksek performans ile gerçekleştirilebilmektedir. Sensör uygulamalarında da kullanılarak verinin gerçek zamanlı üretilip yayımlanmasına olanak sağlayan bulut sistemleri, büyük verinin (big data) depolanması, yönetilmesi, servis edilmesi gibi ihtiyaçlara da cevap vermektedir [35].

1.5.2 Çok kriterli karar verme yöntemleri

Karar, alternatifler arasından bir seçim yapma işidir. Kriter ise ölçülebilen veya değerlendirilebilen bir karar için varolan kaidelerdir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, karar vermek için gerekli bilgiyi elde etmede değer yargı tercihlerini dönüştürmek ve bir araya getirmek için kullanılan yöntem ve araçların tümüdür [36]. ÇKKV problemlerinin çözümünde üç temel kavram bulunmaktadır. Bu kavramlar değer ölçümü (ya da standartlaştırması), kriter ağırlıklandırması ve karar kuralıdır [5, 37].

Ağırlık bir kritere atanan, kriterin diğer kriterlere göre önemini belirten değerdir. ÇKKV problemlerinde ağırlıkların belirlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. CBS uygulamalarında kullanılan ÇKKV yöntemleri, genel olarak global ve yerel olarak ikiye ayrılabilir. Global yöntemler, sıralama, puanlama, ikili kıyaslama ve entropi yaklaşımı, yerel yöntemler ise yakınlık ayarlı kriter ağırlıkları, dizi tabanlı yerel ağırlıklandırma ve entropiye dayalı yerel ağırlıklandırma yöntemleri olarak bilinmektedir. Konumsal ÇKKV uygulamalarında global yöntemlerden sıralama, puanlama ve ikli karşılaştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde her kriter

için bir ağırlık katsayısı tayin edilirken, ağırlıklandırma işleminde kriterlerin tercih önceliği karar vericiler tarafından belirtilmelidir [38].

ÇKKV yöntemleri ile karar problemlerinin çözümünde karar vericinin sayısı, amaç sayısı, alternatif sayısı, kısıtlamaların varlığı ve risk toleransı en önemli hususlar olarak ön plana çıkmaktadırlar [39, 40].

ÇKKV problemleri, analizlerin ana bileşenlerine göre Çok Amaçlı Karar Analizi (Multi-Objective Decision Analysis; MODA) ve Çok Nitelikli Karar Analizi (Multi-Attribute Decision Analysis; MADA) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. MODA, bireysel ve grup arasındaki karar verme problemleriyle, MADA ise kesinlik altında karar verme problemleri ile belirsizlik altında karar verme problemlerini incelemektedir. MODA ve MADA arasındaki fark, değerlendirilen kriterlerin amaç veya öznitelik olarak sınıflandırılmasıdır [41].

Literatürde birçok MADA yöntemi bulunmasına karşın, CBS alanında Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (Weighted Linear Combination; WLC), İdeal Nokta Metodu (Ideal Point Method; IPM), Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process; AHP), Sıralı Ağırlıklandırılmış Ortalama (Ordered Weighted Averaging; OWA), ELECTRE, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri kullanılmaktadır [36].

1.5.2.1 Best Worst Yöntemi (BWM)

ÇKKV yöntemlerinden biri olan Best Worst Method (BWM), diğer yöntemlere göre yeni bir yöntemdir. Konumsal ÇKKV yöntemi olarak BWM'nin CBS çalışmalarında literatürde henüz bir çalışma bulunmamaktadır. BWM ile ağırlıkların bulunmasında ikili karşılaştırmalar yapılarak karar vericilerin bir kriteri diğerine oranla ne derecede tercih ettiği görülmektedir [42]. Kıyaslama yapılırken 0.1 ile 1, 1 ile 100, veya 1 ile 9 arasında nümerik değerler kullanarak kriterler arasında tercih seviyesinin belirtildiği Likert ölçeği kullanılmaktadır. BWM'ye göre karar verme süreci kısaca şöyle özetlenebilir: Öncelikle ilgili konuda karar verme kriter seti belirlenir. Söz konusu kararın bir ev satın almak olduğunu düşünürsek belirleyebileceğimiz kriterler fiziksel, konumsal, yasal ve ekonomi gibi genel sınıflandırmalara tabi olabilir. Kriterleri belirledikten sonra ikinci aşamada bu kriterler arasında en iyi ve en kötü olanı seçilir. Üçüncü aşamada en iyi kriterin diğer kriterlere göre tercih edilme derecesi belirlenmelidir. Kıyaslama ölçeği olarak 1 ile 9 arasında bir aralık kullanılması

durumunda en iyi kritere eşit derecede öneme sahip kriter için 1 puan verilirken, en iyi kriterin diğer kriterden çok daha önemli olması durumunda ise 9 puan verilir. Dördüncü aşamada ise en kötü kriterin diğer kriterlere göre tercih edilme dereceleri belirlenerek ikili karşılaştırmalar tamamlanır. Beşinci aşamada ağırlıkların bulunması için en iyi kriterin sırasıyla tüm kriterlere bölümüyle ve tüm kriterlerin en kötü kritere bölünmesiyle $a_{Bj} = w_B/w_j$ ve $a_{jw} = w_j/w_w$ kat sayıları elde edilir. Tüm kriterlerde bu şartın sağlanması adına maksimum mutlak farkların $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ ve $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|$ j minimum değerleri için çözülmesi gerekmektedir. Denklem şu hali alır (1.1):

$$\begin{aligned} &\text{minimum } \xi^L \text{ öyle ki;} \\ &\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi, \text{ tüm j kriterleri için,} \\ &\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right| \leq \xi, \text{ tüm j kriterleri için,} \\ &\sum_j w_j = 1, \\ &w_j \geq 0, \text{ tüm j kriterleri için.} \end{aligned} \tag{1.1}$$

Son olarak denklem modeli lineerleştirilerek aşağıdaki model elde edilir (1.2):

$$\begin{aligned} &\text{minimum } \xi^L \text{ öyle ki;} \\ &\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \leq \xi^L, \text{ tüm j kriterleri için,} \\ &\left|w_j - a_{jw} w_w\right| \leq \xi^L, \text{ tüm j kriterleri için,} \\ &\sum_j w_j = 1, \\ &w_j \geq 0, \text{ tüm j kriterleri için.} \end{aligned} \tag{1.2}$$

İlgili modelin çözümü ile kriterlerin katsayıları belirlenmiş olur. Kıyaslamalar $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ durumunda tüm j kriterleri için tutarlıdır. Tutarlılık oranı (ξ), 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. Fakat yüksek tutarlılık oranı için $\xi \leq 0.25$ olması beklenir [42].

1.5.3 Taşınmaz değerleme

Taşınmaz değerleme ile ilgili literatürde birçok tanıma rastlamak mümkündür. Dale ve McLaughlin (1988)'e göre değerlendirme yöntemi, tecrübe ve muhakeme kabiliyetiyle bir taşınmaz üzerinde dikkatlice düşünülmüş değer biçme işlemi olarak tarif edilebilir. Yomralıoğlu (1997)'ye göre taşınmaz değerleme; taşınmazların

niteliklerinin ekonomik gelişmeler de dikkate alınarak bir bütün olarak incelenmesi ve güncel piyasa koşullarındaki birim değerinin tahmin edilmesi işlemidir. Bu değer genellikle rayiç bedel, sürüm değer veya kazanç değeri olarak bilinmektedir. SPK (2001) tanımına göre taşınmaz değerlemesi; bir taşınmazın, taşınmaz projesinin veya bir taşınmaza bağlı hak ve faydaların belli bir tarihteki muhtemel değerinin bağımsız ve tarafsız olarak takdir edilmesidir.

Tanımlarda da vurgulandığı üzere, taşınmaz değerleme çalışmalarında bağımsızlık, tarafsızlık ve bilimsel yöntemlerin kullanılması önemlidir. Değerleme çalışmalarında genellikle uzmanın değer yargıları, tecrübesi, tarafsızlığı ve takdir becerisi ön plana çıkmaktadır. Değerlemeye konu taşınmaza ve çevresine ilişkin yeterli ve doğru bilgiye sahip olmanın yanı sıra, uygun ve doğru değerleme yöntemlerinin seçilmesi, doğru bir değerleme çalışması için oldukça önemlidir [43].

İdeal durumda her taşınmazın tek bir değere sahip olması gerekir. Bilimsellik içermeyen yaklaşımlar, tecrübeye yani kişiye bağlı olduğu için yapılan değerleme işlemi kişiden kişiye değişebilir. Matematiksel yöntemlerle taşınmaz değerlemesinin kesin bir denklem ile ifade edilmesi mümkün olamamaktadır.

Devlet gelirlerinde vergiler, vergiler içerisinde taşınmaza bağlı vergiler önemli bir paya sahiptir. Adil ve güvenilir bir vergilendirme için taşınmaz değerlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi gerekir. Fakat ülkemizde taşınmaz değerleme alanındaki mevzuat eksikliği, değerleme çalışmalarında standartların yeni yeni oluşturulmaya ve kullanılmaya başlanması, uygulamada yaşanan sorunlar sebebiyle henüz sağlıklı bir yapıya kavuşturulamayan taşınmaz değerlemesi, ancak haksız rantlar, özelleştirme, emlak vergisindeki adaletsiz dağılım ve ekonomik kaynak arayışları gibi konularla gündeme gelmektedir [26].

1.5.3.1 Türkiye'de taşınmaz değerlemesi

Ülkemizde henüz taşınmaz değerleme faaliyetlerinin bütününü kapsayan özel bir kanun bulunmamaktadır. Bunun yanında taşınmaz değerleme 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 değerleme mevzuatını dağınık bir şekilde oluşturmaktadır.

Ülkemizdeki kamulaştırma faaliyetleri 4.11.1983 tarih ve 2942 sayılı (Değişik 24.04.2001 tarih 4650 sayılı) Kamulaştırma Kanunu'na göre yürütülmektedir. Kamulaştırma uygulamalarında kamulaştırmaya esas taşınmazın değerleme işlemi 4650 sayılı yasanın 11'nci maddesinde belirtilen Kıymet Takdiri Esaslarına göre yapılmaktadır. Bu kapsamda yapılan taşınmaz değerlemesinde taşınmaza ait cins ve nevi, yüzölçümü, kıymeti etkileyebilecek bütün nitelik ve unsurların ve her unsurun ayrı ayrı değeri, varsa vergi beyanı, kamulaştırma tarihinde resmi makamlarca yapılmış kıymet takdiri, arazilerde, taşınmaz mal veya kaynağın kamulaştırma tarihindeki mevki ve şartlarına göre ve olduğu gibi kullanılması halinde getireceği net gelir, arsalarda, kamulaştırma gününden önceki özel amacı olmayan emsal satışlara göre satış değeri, yapılarda, kamulaştırma tarihindeki resmi birim fiyatları ve yapı maliyet hesapları ve yıpranma payı gibi hususlar dikkate alınmalıdır [4, 8].

Taşınmazlara ilişkin vergilendirmelerde 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkındaki Kanunun 90'ncı maddesine göre oluşturulan satış komisyonları marifetiyle yapılan değerlendirmelerdir. 213 sayılı Vergi Usül Kanunu asgari ölçüde birim değer tespitine ilişkin hükümlerine göre takdir komisyonlarınca her mahalle ve arsa sayılacak parsellenmemiş arazide, her köy için, cadde, sokak veya değer bakımından farklı bölgeler arazide, her il veya ilçe için arazinin cinsi itibariyle takdir olunan birim değerlere göre hesaplanan miktarlardan düşük olamaz. Kesinleşen asgari ölçüde arsa ve arazi birim değerleri ilgili vergi dairelerinde, belediyelerde ve muhtarlıklarda genel beyan süresi boyunca ilan edilir. Emlak Vergisi Kanununa (EVK) göre bina ve arazilerin matrahı bu kanun hükümlerine göre saptanan vergi değeridir (EVK md.7 ve 17). Vergi değeri ise emlak vergisinin konusuna giren bina ve arazinin rayiç bedelidir. Rayiç bedel, bina ve arazinin beyan tarihindeki normal alım satım bedelidir (EVK md.29).

Ülkemizdeki özelleştirme faaliyetleri 24.11.1994 tarih ve 4046 sayılı Özelleştirme Kanuna göre düzenlenmektedir. Özelleştirilmesi yapılacak bir taşınmazın değer tespitinin ne şekilde yapılacağı 18'nci maddenin (b) bendinde verilmiştir. Buna göre özelleştirme programına alınan kuruluşların değer tespit işlemleri, bu kuruluşların nitelikleri ve bunlara uygulanacak özelleştirme yöntemleri de dikkate alınarak; İndirgenmiş nakit akımları (net bugünkü değer), Temettü verimi, Defter değeri, Net aktif değeri, Amortize edilmiş yenileme değeri, Tasfiye değeri, Fiyat/kazanç oranı,

Piyasa kapitilizasyon değeri, Piyasa değeri/defter değeri, Ekspertiz değeri, Fiyat/nakit akım oranı gibi genel kabul görmüş değerleme metotları kullanılarak yapılır. [8]

İpotekli borç senedi ve irat senedi başlığı altında taşınmaz değerlemesine Medeni Kanun'da yer verilmiştir. Kanunun 899'ncu maddesine göre ipotekli borç senedi yoluyla rehin kurulması için tapu idaresince resmen değer biçilir. Madde 904 ise "İrat senetlerindeki alacak miktarı, tarım arazisinde arazi gelir değerinin, diğer taşınmazlarda taşınmazın gelir değeri ile bina ve arsa değerleri ortalamasının beşte üçünü aşamaz. Değerlendirmeler tapu idaresince resmen yapılır." ibaresinde irat senetlerindeki alacak miktarını belirlemektedir [8].

3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 36'ncı maddesine göre; Tapu ve Kadastro Müdürlüklerinde, tescile esas işlemlerin yapılması esnasında taşınmazın asgari emlak değerinden az olmamak koşuluyla harç tahakkuk ettirilir. Bunun yanında kadastrosu yapılan taşınmaz mallara, emlak vergisi son beyan dönemi esas alınarak 492 sayılı Harçlar Kanununa ekli 4 sayılı tarifede gösterilen oranlarda kadastro harcı tahakkuk ettirilir. Kadastrosu yapılan yerlerde, emlak vergisi değeri belli olmayan taşınmazlara, kadastro ve dava harcı ile yargılama giderlerine esas olmak üzere kadastro komisyonunca kıymet takdir edilir.

28.07.1981 tarihli ve 2499 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nun 15.12.1999 tarih ve 4487 sayılı Kanunla değişik 22'nci maddesi gereğince değerleme yapacak şirketlere ait düzenlemeler getirilmiştir. Bu kapsamda sermaye piyasası mevzuatı çerçevesinde değerleme hizmeti verecek şirketlere ve bu şirketlerin kurulca listeye alınmalarına ilişkin esaslar hakkında SPK tarafından bir tebliğ yayınlanmıştır (Seri:VIII, No:35). Bu Tebliğin amacı, sermaye piyasası mevzuatına tabi ortaklıkların, sermaye piyasası mevzuatı uyarınca değerleme yaptırmaları zorunlu tutulan işlemlerine ilişkin olarak değerleme hizmeti vermek üzere SPK'ca listeye alınacak gayrimenkul değerleme şirketlerine ilişkin esasları belirlemektir. İlgili tebliğ gereğince taşınmaz değerlemesi ancak yetkili gayrimenkul değerleme şirketi tarafından yapılacaktır.

Ülkemizde çeşitli kanunlar altında eklemlenen, dağınık taşınmaz değerleme mevzuatındaki hükümler arasında bir düzen bulunmamaktadır. Sermaye piyasası ve bankacılık faaliyetleri dışındaki taşınmaz değerleme işlemlerinde kurumlarca takdir ve tespit komisyonları kurularak değerleme çalışmaları yaptırılmaktadır. Ayrıca bu

komisyonların değerleme faaliyetlerinde uygulayacağı yöntemlerin ve değerlemeye konu olan taşınmazların özellikleri itibariyle dikkat edilmesi gereken hususların detaylı bir şekilde düzenlenmediği görülmektedir. Bu sebeplerden ötürü ülkemizde, aynı taşınmaz için farklı kurumlar tarafından farklı yöntemlerle değerleme çalışmaları yürütülmekte, takdir edilen değerler arasında da önemli farklar görülebilmektedir. Sonuç olarak değerleme çalışmalarında işlem tekrarları ve kaynak israfı ortaya çıkmaktadır [7].

Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından 20.09.2018 tarihinde açıklanan Yeni Ekonomi Programı'nda Kamu Maliyesi başlığı altında uygulanacak politika ve tedbirler arasında değerleme sektörü ile ilgili konulara yer verilmiştir. Program kapsamında taşınmaz değerleme sistemi kurularak taşınmaz envanterinin tamamlanması, tapu harçları ve emlak vergilerinin gerçek değerleri üzerinden alınması suretiyle, vergilendirme sisteminin yeniden düzenlenmesi, imar planı revizyonları ile oluşan değer artışlarından kamuya gerçekçi oranda pay alınması ve artışların adaletli paylaşımının sağlanması gibi başlıklar yer almıştır. Özellikle emlak vergisi ile alakalı düzenlemenin hayata geçirilmesiyle birlikte, taşınmazlar arasındaki değer dağılımlarının vergilere doğru şekilde yansıtılarak adaletli bir yapıya kavuşması mümkün olacaktır. Alınan kararların uygulanabilmesi için sağlıklı taşınmaz değerlerine ihtiyaç vardır. Bu sebeple değerleme çalışmalarında mevzuat, kurumsal yapı, taşınmazlara ait güvenilir veri gibi konularda önemli adımların atılması gerekmektedir.

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 değerleme çalışmaları ile alakalı önemli düzenlemeler yer almıştır.

Kararnamenin 478'nci maddesinin birinci fıkrasına, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM)'nün kuruluş, görev, yetki ve sorumlulukları ile teşkilatlanmasına ilişkin usul ve esasları arasına, "toplu değerleme faaliyetlerini düzenlemek ve yürütmek" ifadesi eklenmiştir.

TKGM'nin görev ve yetkileri arasına, 480'nci maddenin birinci fıkrasının (h) bendinde, "taşınmazların toplu değerleme yöntemleriyle değerini belirlemek, değer

bilgi merkezini kurmak, yönetmek ve değer haritalarının üretilmesi ile güncel tutulmasını sağlamak" ifadeleri eklenmiştir.

483'ncü maddenin birinci fıkrasının (e) bendinde (Değişik:RG-5/2/2019-30677-CK-30/19), TKGM bünyesindeki teşkilatlara Taşınmaz Değerleme Dairesi Başkanlığı eklenmiştir.

484'nci maddenin birinci fıkrasının (e) bendinde (Ek:RG-5/2/2019-30677-CK-30/20) Taşınmaz Değerleme Dairesi Başkanlığı'nın görevleri:

1) Taşınmazların toplu değerleme yöntemleriyle değerini belirlemek, değer bilgi merkezini kurmak, yönetmek ve değer haritalarının üretilmesi ile güncel tutulmasını sağlamak.

2) Gereken durumlarda toplu değerleme çalışmalarında kullanılmak üzere tekil değerleme yaptırmak veya talep etmek.

3) Toplu değerleme standartlarına ilişkin çalışmaları yürütmek.

4) Toplu değerleme çalışmaları sonucunda elde edilen verilere dayanarak istatistikler ve raporlar yayımlamak.

5) Taşınmaz değerleme ve toplu değerleme alanlarıyla ilgili ihtiyaç analizleri ile uluslararası gelişmeler ve iyi uygulamaların takibini yapmak.

6) Bu bent ile verilen görev ve yetkilerin yürütülmesine ilişkin usul ve esasları belirlemek.

olarak ifade edilmiştir.

Cumhurbaşkanlığı kararnamesiyle yapılan bu düzenlemeler sonucunda taşınmaz değerleme çalışmalarının hangi kurum tarafından, hangi yetkilerle, ne şekilde yapılacağı belirlenmiştir.

Ülkemizde taşınmaz değerleme çalışmalarının işleyişini düzenleme, denetleme vb. görevleri yerine getirmesi amacıyla, 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nun 76'ncı maddesine dayanılarak, kamu tüzel kişiliğe haiz öz düzenleyici bir meslek birliği olan Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği (TDUB) kurulmuştur.

TDUB'un organları, görev ve yetkileri ile çalışma ilke ve esasları 02 Nisan 2014 tarih ve 28960 sayılı Resmi Gazete'de yayımlananan 2014/5933 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Değerleme Uzmanları Birliği Statüsü'nde belirtilmiştir. Statüye göre TDUB'un görev ve yetkileri; taşınmaz piyasasının

ve taşınmaz değerleme faaliyetlerinin gelişmesini sağlamak üzere araştırmalar yapmak, eğitim ve sertifika vermek, üyelerinin dayanışma ve mesleğin gerektirdiği özen ve disiplin içerisinde çalışmalarına yönelik meslek kurallarını ve değerleme standartlarını oluşturmak, haksız rekabeti önlemek amacıyla gerekli tedbirleri almak, kendisine mevzuatla verilen veya Sermaye Piyasası Kurulu'nca belirlenen konularda düzenlemeler yapmak, yürütmek, denetlemek, statüsünde öngörülen disiplin cezalarını vermek, ilgili konularda üyeleri temsilen ilgili kuruluşlarla işbirliği yapmak, mesleki gelişmeleri, idari ve yasal düzenlemeleri izleyerek bu konuda üyelerini aydınlatmaktır.

TDUB Statüsü'nün, "Birliğin Görev ve Yetkileri" başlıklı 7'nci maddesinin birinci fıkrasının (g) bendi ile "Üyelerinin faaliyetlerini kolaylaştırmak ve değerlemenin kalitesini artırmak üzere bölgesel ve ülke genelinde taşınmaz değerleri konusunda veri analiz raporları oluşturmak ve yayımlamak amacıyla gayrimenkul bilgi merkezi kurmak." görevi TDUB'a verilmiştir. Bu görevi yerine getirmek üzere 09.02.2016 tarihinde TDUB Gayrimenkul Bilgi Merkezi Anonim Şirketi kurulmuştur. SPK tarafından yetkilendirilmiş TDUB üyesi taşınmaz değerleme kuruluşlarının ürettiği tüm rapor bilgilerini, belirlenen esas ve usullerde almaya TDUB Gayrimenkul Bilgi Merkezi A.Ş. yetkilidir. Bu kapsamda değerleme raporlarında yer alan verilerin toplanarak taşınmaz veri bankasının kurulması ve verilerin güvenli bir şekilde saklanması hedeflenmiştir [7].

1.5.3.2 Dünya'da taşınmaz değerlemesi

Taşınmaz değerlemesi dünyada tarım arazilerinin vergilendirilmesi amacıyla yapılmaya başlamış, alım satım, kiralama, kamulaştırma, devletleştirme, özelleştirme, kredilendirme, sigortacılık, sermaye piyasası faaliyetleri gibi işlemlerde değerleme çalışmaları yapılarak farklı alanlara yayılmıştır. [8]

Danimarka'da taşınmaz değerleme mevzuatı Değerleme Kanunu ile düzenlenmiş, değerleme sonuçlarına itirazlar hakkındaki düzenlemeler ise Vergi Yönetimi Kanunu'nda tanımlanmıştır. Düzenlenen yasaların yanı sıra, değerleme çalışmalarında kullanılacak yöntemlerin ve dikkat edilmesi gereken hususların tanımlandığı Değerleme Rehberi bulunmaktadır. Danimarka'da değerleme çalışmalarında Arazi Değeri Sistemi ve Taşınmaz Değeri Sistemi olmak üzere iki sistem kullanılmaktadır. Arazi değeri sistemi izin verilen en iyi kullanım durumu esasına, Taşınmaz değer sistemi

ise taşınmazın mevcut pazar değerinin hesaplanması esasına dayanmaktadır. Ülkede yapılan değerleme çalışmalarında otomasyonun sağlanması amacıyla 1960–1980 yılları arasında arazi ve bina tanımlamaları, değerleme sonuçları, alım satım fiyatları ve vergi mükelleflerinin kimlik bilgileri bilgisayar ortamında kayıt altına alınmıştır. Değerleme çalışmalarında CBS kullanılmakta ve internet üzerinden taşınmaza ait bilgiler sorgulanarak değerleme tarihi, taşınmaz değeri gibi bilgilere ulaşılabilmektedir. Ayrıca satış değerlerinin istatistiksel verileri kullanılarak küme değerleme çalışmaları yapılmaktadır [6, 8, 44].

İsviçre'de taşınmaz değerleme ile ilgili yasal düzenlemeler Vergi Kanunu'nda tanımlanmıştır. Ayrıca değerleme çalışmalarında izlenecek yol ve uygulanacak yöntemler için bir rehber döküman hazırlanmıştır. Ülkede taşınmaz değerleme çalışmaları farklı kurum ve kuruluşların oluşturduğu değerleme komisyonları tarafından yürütüldüğü için bütüncül bir yapı bulunmamaktadır. İsviçre'de emsal fiyatları ve taşınmaz özelliklerinin baz alındığı bir sistem kullanılmaktadır. Değerleme ve tapu birimleri aynı bakanlığın bünyesinde bulunduğundan taşınmazlara ait verilere kolayca erişilebilmektedir [6, 8].

İngiltere'de taşınmaz değerleme faaliyetleri Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) tarafından düzenlenmekte, değerleme yöntemi ile kullanım biçimleri, değerlemeye ilişkin genel esaslar, mesleki ilkeler ve standartları içeren Red Book (Kırmızı Kitap) yayımlanarak değerleme çalışmalarının belli kural ve yöntemler çerçevesinde bütüncül bir şekilde yürütülmesi sağlanmaktadır. Red Book, Türkiye'de SPK mevzuatında yer alan Uluslararası Değerleme Standartları'na benzer bir kitaptır [8].

Fransa'da değerleme çalışmaları, Fransa Emlak Uzmanları Enstitüsü öncülüğünde yürütülmektedir. Enstitü, değerleme faaliyetlerini, yöntemleri, uygulama esaslarını ve etik ilkeleri belirten bir kitap hazırlamıştır. Bu kitaptaki değerleme esasları RICS yapısına oldukça yakındır. Enstitünün yanında, değerleme şirketlerinin bir araya gelerek oluşturduğu AFREXIM kuruluşu da değerleme faaliyetlerine ilişkin çalışmalar yapmaktadır.

İspanya'da Kadastro kurumu tarafından yürütülen taşınmaz değerleme çalışmalarında taşınmazların değeri, kadastro değeri olarak tanımlanmaktadır. Değer tanımında

Uluslararası Değerleme Standartları'nda geçen rayiç değer kavramı benimsenmekte ve kadastro değerinin rayiç değerden fazla olmaması kaidesi bulunmaktadır. Kadastro değerinin tespitinde, yargı kararları ya da diğer yasal düzenlemeler baz alınmaktadır [6].

Finlandiya'da taşınmaz değerlemesi İspanya'daki gibi, kadastro kuruluşu tarafından yapılmaktadır. Ülkede vergilendirme amaçlı toplu değerleme çalışmaları yapılmakta ve belli aralıklarla güncellenmektedir [6].

Hollanda'da taşınmaz değerleme mevzuatı Taşınmaz Değerleme Yasası ile düzenlenmiştir. Ayrıca rehber niteliğindeki dökümanlarla detaylı bir şekilde dikkat edilmesi gereken hususlar anlatılmıştır. Ülkede ağırlıklı olarak vergi toplamaya yönelik değerleme faaliyetleri yapılmakta ve belediyeler tarafından sürdürülmektedir. Yaklaşık yirmi belediyede değerleme faaliyetleri yerel yönetim bünyesinde, imkanlar dahilinde yürütülmektedir. Bunların dışında kalan küçük belediyelerin imkanları yetersiz olduğundan değerleme çalışmaları özel firmalar tarafından yapılmaktadır. Ülkede tarım taşınmazlarından vergi alınmamakta, bu sebeple tarım arazilerinin değerleme çalışması da yapılmamaktadır. Ülkede taşınmaz değerleme çalışmaları, küme (kitlesel) değerleme (mass appraisal valuation) yöntemi ile, taşınmazların alım satım değerlerinin bilgisayar sistemleri kullanılarak topyekün değerlendirilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Hollanda'da vergilendirme dışındaki çalışmalarda da taşınmaz değerlerinin kullanılması amacıyla, yeniden değerleme periyodu 2005'te dört yıldan iki yıla, 2007'de ise yılda bir şeklinde düzenlenmiştir. Böylelikle vergilendirme ve tutulu satış (mortgage) dışındaki çalışmalarda da taşınmaz değerlemesinden faydalanmanın önü açılmıştır [8, 45, 46].

Almanya'da taşınmaz değerleme mevzuatı İmar Kanunu ve Değerleme Tüzüğü ile düzenlenmiştir. Bunların yanında değerleme faaliyetlerinde rehber niteliğindeki Değerleme İlkeleri dökümanı yayımlanmaktadır. Ülkede vergilendirme amacıyla değerleme çalışmaları Maliye Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Bunun dışındaki taşınmaz değerleme faaliyetleri Değerleme Uzmanları Kurulları ve Lisanslı Özel Değerlemeciler tarafından yürütülmektedir. Bu kurulların başlıca görevleri; taşınmazların rayiç bedelleri belirlemek, kurul üyelerinin katılımıyla her sene 1 Ocak tarihinde yaklaşık arazi değerleri haritasını yayımlamak, taşınmaz pazarı ile ilgili rapor hazırlamaktır. Almanya'da tekil değerleme çalışmalarında karşılaştırma, gelir

ve maliyet yöntemleri kullanılmaktadır. Kurullar tarafından karşılaştırma yöntemi, taşınmaz değerleme yöntemleri arasında güvenilir ve ikna edici bir yöntem olarak sıkça tercih edilmektedir. Bu sebeple taşınmazların alım satım işleminde değerleri notere beyan edilerek sözleşme hazırlanmaktadır. Bu sözleşmelerdeki fiyatların gerçeği yansıtmasına azami derecede önem gösterilmektedir [6, 8, 47, 48].

Uluslararası değerleme çalışmalarında standart oluşturmak, değerleme yöntemlerini ve kurallarını açıklamak, değerleme faaliyetlerinin doğruluğunu, güvenirliğini, şeffaflığını sağlamak gibi amaçlar doğrultusunda uluslararası düzeyde birçok mesleki değerleme organizasyonu kurulmuştur [8, 49, 50]. Bu kuruluşlardan öne çıkanlar: Uluslararası Değerleme Standartları Konseyi (International Valuation Standards Council; IVSC) ile Avrupa Değerlemeci Birlikleri Grubu (The European Group of Valuers' Associations; TEGoVA), Lisanslı Değerleme Uzmanları Kraliyet Kurumu (Royal Institution of Chartered Surveyors; RICS), Değerleme Kurumu (Appraisal Institute; AI), Değerleme Vakfı (The Appraisal Foundation), Amerikan Değerlemeciler Birliği (American Society of Appraisers; ASA), Uluslararası Değerlemeciler Birliği (International Association of Assessing Officers; IAAO) ve Uluslararası Taşınmaz Federasyonu (The International Real Estate Federation; FIABCI)'dır.

İngiltere merkezli IVSC, değerleme mesleği ile ilgili genel uygulamalar ve değerleme yöntemlerini içeren Uluslararası Değerleme Standartları (International Valuation Standards; IVS)'nı oluşturmuştur. Uluslararası düzeyde değerleme çalışmalarına standart getiren bu metin, 1985 senesinde yayımlanmaya başlamış ve belli periyotlarda güncellenmektedir. Halihazırda 2017 senesinde çıkarılan baskısı kullanılmaktadır. Dünya genelinde değerleme çalışmalarında bir çatı kurum görevi gören IVSC'in değerleme standartları bazı ülkelerde mevzuata dahil edilmişken, bazılarında ise mevzuata dahil edilmemiş fakat, ulusal değerleme kuruluşları tarafından kabul edilerek uygulanmaktadır [51].

TEGoVA ise; Avrupa Birliği üyesi ülkelerde yürütülen değerleme faaliyetlerini denetlemek, üye ülkelerin birbirleriyle uyumlu değerleme çalışmaları yapmalarını sağlamak, etik ilkeleri benimsetmek, değerleme standartlarını oluşturmak ve yaygınlaştırmak amacıyla 1997 yılında Belçika'da kurulmuştur. IVSC ile irtibatlı bir şekilde çalışmalarını yürüten TEGoVA'nın bünyesinde 37 farklı ülkeden 70.000'den fazla üyeye sahip 72 birlik bulunmaktadır [50,52]. Üyelerine değerleme çalışmalarında

rehberlik edecek önemli düzenlemeler içeren Mavi Kitap (Blue Book) olarak bilinen, Avrupa Değerleme Standartları (European Valuation Standarts; EVS) adı ile bir metin yayımlamaktadır.

RICS 1868 yılında Londra İngiltere'de kurulmuş, dünya genelinde yüzlerce ülkede 130.000'den fazla üyeye (Chartered Surveyor) sahip uluslararası değerleme mesleği kuruluşudur. Amacı değerleme standartlarını belirlemek, etik değerleri üyelerine benimsetmek, değerleme yöntemlerini düzenlemek, uluslararası değerleme çalışmalarında güvenilirliği ve şeffaflığı sağlamaktır. RICS Kırmızı Kitap (Red Book) adında, değerleme standartlarını ve değerleme çalışmalarında dikkat edilmesi gerekenleri içeren bir rehber kitap yayımlamaktadır.

1.6 Taşınmaz Değerleme Yöntemleri

Taşınmaz değerlerinin tespiti amacıyla belirlenecek yöntem, taşınmazın konumuna ve taşınmaz piyasasının hakim alışkanlıklarına göre seçilir [9]. Literatürde taşınmaz değerleme çalışmalarında kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Fakat klasik yöntemlerden olan karşılaştırma (emsal), gelir ve maliyet yöntemleri en çok bilinen ve kullanılan temel yöntemlerdir.

1.6.1 Klasik yöntemler

1.6.1.1 Karşılaştırma (emsal) yöntemi

Değerlemeye konu olan taşınmazla benzer özelliklere sahip taşınmazların belli bir tarihteki alım satım değerlerinin karşılaştırılmasıyla rayiç değerin belirlenmesi yöntemidir. Karşılaştırma yönteminin değerleme çalışmasında uygulanabilmesi için değerlemeye konu taşınmaza emsal niteliğinde taşınmazların güncel alım satım değerlerinin ve imar durumu, zemin yapısı gibi karşılaştırılabilir özelliklerinin ulaşılabilir olmasıdır. Karşılaştırma yönteminde başarılı bir değerleme için emsal taşınmazların özellikleri, karşılaştırılan taşınmazın özelliklerine olabildiğince benzer olmalıdır. Birbirinden tamamiyle farklı niteliğe sahip taşınmazların karşılaştırılmaları doğru olmaz. Örneğin; bir konutun bir iş yeri ile karşılaştırılması doğru olmaz. Yapısız arsa ve arazilerin değerlendirilmesinde çoğunlukla bu yöntemi kullanılmaktadır [9, 31, 53–55].

1.6.1.2 Gelir yöntemi

Gelir yöntemi, taşınmazın yıllık net gelirinin belirlenmesi esasına dayanır. Bu yöntem ile taşınmazın değeri, şimdiki ve gelecekteki gelirinin toplamıdır. Yani taşınmazın ekonomik ömrü boyunca getireceği tüm gelirlerin değerleme gününe indirgenmesi, kapitalizasyon esasına dayanır. Yöntemde hesaplanan net gelir, yıllık brüt gelirden yıllık toplam giderlerin çıkarılmasıyla elde edilir [8, 56].

Net gelir; yapı, yapıya ait diğer yapısal tesisler ve arsa payından meydana gelmektedir. Yapının kullanım süresi kısıtlı iken, arsanın sürekli kullanılabilme olasılığı bulunmaktadır. Bu sebeple net gelirin parasal karşılığının hesaplanmasında arsa, yapı ve yapıya ilişkin diğer yapısal tesislerin değerleri ayrı ayrı hesaplanmalıdır. [8, 57].

Gelir yöntemiyle taşınmaz değeri yıllık net gelirin faiz oranına bölünmesiyle hesaplanır. Bu yöntem üzerinde yapı bulunan arsaların, apartman daireleri, dükkânlar ve iş hanları gibi kira getiren yapıların, değerlendirilmesi için uygun bir yöntemdir. Gelir yönteminin kullanılabilmesi için pazara uygun taşınmaz faiz miktarının hesaplanması gerekmektedir [9].

1.6.1.3 Maliyet yöntemi

Maliyet yöntemi iş hanı, fabrika, öğrenci yurdu, sanayi sitesi, hastane, otel gibi üzerinde yapı bulunan ve kira gelirleri bilinmeyen taşınmazların değerleme günündeki maliyetinin hesaplanması esasına dayanmaktadır. Taşınmaz değeri, fiziksel, fonksiyonel ve çevresel faktörlerin değer azaltıcı etkileri, yıpranma payı, bakım onarım masrafı gibi değerler, toplam maliyet değerinden çıkartılarak hesaplanır.

Taşınmazların sigorta işlemlerindeki değerleme çalışmalarında çoğunlukla bu yöntem kullanılır. Yıpranma payı, bakım masrafı gibi olumsuz faktörlerin tahmini, arsa değerinin hesaplanması gibi işlemler, maliyet yönteminin zorlayan aşamalarıdır [8, 53, 58].

1.6.2 Stokastik yöntemler

Taşınmazların alım satım değerleri istatistiksel verilerdir. Özellikleri bakımından bir küme oluşturan taşınmazların irdelenebilmesi ve anlamlı sonuçların çıkarılabilmesi için istatistiksel incelemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Alım satım değerleri arasındaki

nümerik ve oransal ilişkiler taşınmazların değer eğilimlerini yansıtmaktadırlar. Çok sayıda taşınmaza ait değer verisinin bulunduğu bu kümenin incelenmesinde bilgisayar yardımıyla istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır.

Kelime anlamı matematik ve istatistik olan stokastik kavramı, taşınmaz değerlemede istatistiksel oran ve bağıntıların saptanması amacıyla kullanılmaktadır. Günümüzde taşınmaz değerleri ekonomik, siyasi ve fiziki faktörler sabebiyle sıklıkla değişmektedir. Geniş alanlarda taşınmazların değerinin belirlenmesi amacıyla zaman, maliyet, iş gücü gibi olumsuz sebeplerden dolayı tekil değerleme çalışmaları yapılması pek mümkün olmamaktadır. Toplu değerleme çalışmalarıyla stokastik yöntemler kullanılarak taşınmazların değerlemesi kısa bir sürede topyekün gerçekleştirilebilmektedir. Toplu değerleme çalışmalarında taşınmazlara ait güvenilir veri ve bilgilerin bulunması kritik bir öneme sahiptir. Örneğin; küme değerleme yönteminde taşınmazların rayiç değerlerine ihtiyaç varken, nominal değerleme yönteminde değerleme bölgesine ait güvenilir ve güncel veri gerekmektedir.

Ülkemizde taşınmazlara ait güncel ve güvenilir alım satım değerlerine erişmek oldukça zordur. Ayrıca emsal niteliğinde taşınmazların bulunması da yaşanan bir başka zorluk olarak göze çarpmaktadır. Bunların dışında ekonomide yaşanan dalgalanmalar, taşınmaz fiyatlarını sürekli değiştirerek değer tespitini zorlaştırmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar, stokastik yöntemlerin olumsuz yönleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Stokastik yöntemlere, Nominal Değerleme, Regresyon Analizi, Lineerleştirme, Hedonik Değerleme, Küme Değerleme, Matris Yöntemi, Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık örnek olarak verilebilir [59].

1.6.3 Nominal değerleme yöntemi

Taşınmaz değerleme çalışmalarının birçoğunda rayiç değerler kullanılmaktadır. Fakat ekonomideki iniş ve çıkışlar, piyasa şartları gibi durumlar, değerlemede kullanılan birimleri değiştiriren, taşınmazların nitelikleri bu süreçte çoğunlukla aynı kalmaktadır. Taşınmazların birim değerlerinin kontrol altında tutulması, piyasa şartlarındaki ani değişiklikler ve spekülasyonlardan dolayı oldukça zor olmaktadır [54].

Geniş alanlarda yapılacak taşınmaz değerlemesi, taşınmazların sayıca fazla olmasından dolayı zor bir işlemdir. Emlak vergisi amaçlı yapılan değerleme çalışmalarında

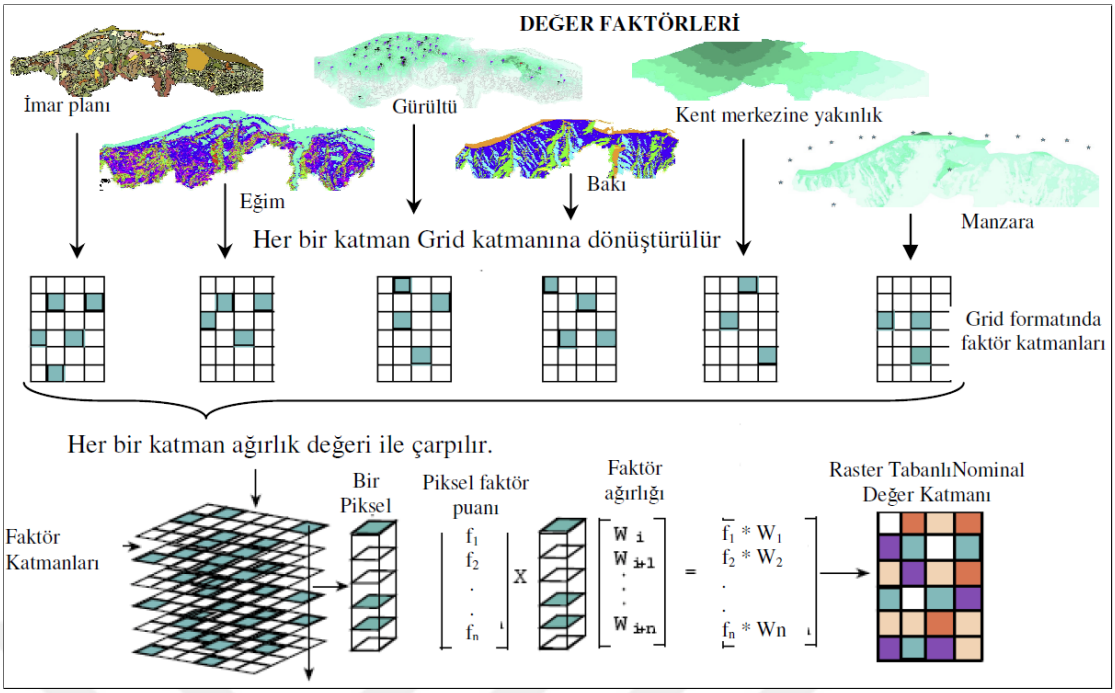
tüm taşınmazların değerlendirilmesi gerekmetkedir. Bunun yerine belediyeler sokak bazında değerleri belirleyerek bir sokakta bulunan tüm parsellerin değerlerini eşit kabul etmektedir. Böyle bir yaklaşımda, taşınmazlar arasındaki niteliklere bağlı olumlu ve olumsuz değer farkları görmezden gelinmektedir. Bunun sonucunda parseller arasındaki değer dağılımı ortaya koyulamamakta ve vergilendirmede adil olmayan bir sistem meydana gelmektedir [54].

Taşınmaz sayısının fazla olduğu toplu değerleme çalışmalarında içsel ve dışsal faktörlerin etkisiyle oluşan taşınmazlar arasındaki değer farklılıklarının belirlenmesi gerekir. Bu değer birimi rayiç bedel olabileceği gibi, puanlama sonucu hesaplanacak parametrik değerler de olabilir. Bu şekilde bir değerleme yaklaşımında, taşınmaz değerini etkileyen faktörler belirlenerek önem derecelerine göre ağırlıklandırılır. Tüm faktörlerin puanlarının ağırlıklı toplamıyla taşınmazların değerleri bir katsayı ile belirlenmiş olur. Bu katsayılar, taşınmazların birbirlerine göre değer dağılımlarını da orataya koymaktadır. Bu yöntemle elde edilen parametrik değerler rayiç bedele endekslenerek kolayca fiyata çevrilebilmektedir. Taşınmaz değerlerinin bu şekilde hesaplandığı yöntem "nominal değerleme" olarak literatürde yer almaktadır [54].

Taşınmaz değerleme çalışmalarında değeri etkileyen birçok kriter bulunmaktadır. Toplu değerleme uygulamalarında nominal yöntem ile belli sayıdaki faktörlerle taşınmazların nominal değerleri hesaplanabilir. Bu şekilde yapılacak bir çalışmada faktör sayısı ve önem derecelerini belirten ağırlıklar belirlenerek taşınmaz değer haritaları nominal değerler şeklinde üretilebilmektedir [8]. Şekil (1.4)'te raster tabanlı nominal taşınmaz değerleme haritasının üretim adımları gösterilmektedir.

Nominal değerleme yöntemiyle bir parselin ya da daha küçük birimdeki piksellerin değerinin hesaplanması mümkündür. Değeri etkileyen her bir kriterin puanı ile ağırlık katsayısı çarpılarak kriter puanı elde edilmektedir. Tüm kriterler için aynı işlem yapılarak kriter puanlarının toplanması ve bu değerin piksel ya da parsel alanı ile çarpılması sonucunda taşınmaz değerleri nominal olarak hesaplanmış olur.

Nominal değerleme yöntemiyle taşınmaz değer haritası üretiminde Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme yöntemi kullanılarak değer hesabı formülize edilmiştir (1.3).



Şekil 1.4 : Raster tabanlı nominal değer haritası üretimi. [2]

$$V_i = S_i * \sum_{j=1}^{k} (f_{ji} * w_j) \tag{1.3}$$

V: Toplam nominal değer

S: Parsel yada piksel alanı

f: Faktör değeri (Puan)

w: Faktör ağırlığı

k: Toplam faktör sayısı

Birçok taşınmaz değerleme yönteminde parsel bazlı değerleme yapılmaktadır. Nominal yöntem ile parsel bazında değerleme yapılabileceği gibi, daha küçük birimlerde de değerlerin hesaplanması mümkündür. Örneğin; piksel boyutu on metre belirlenerek üretilecek nominal değer haritasında 100 m^2 alana sahip değer bölgeleri oluşmakta, 1000 m^2 yüzölçümüne sahip bir parsel on bölgeye ayrılarak değerlendirilebilmektedir. Bu sayede parselin güneye bakan tarafı, yola yakın bölümü gibi farklı cephelerindeki değer değişiklikleri dahi tespit edilebilmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak 15 milyon nüfusa sahip, Türkiye'nin en kozmopolit şehri olan İstanbul seçilmiştir. 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. 5461 km^2 yüzölçümüne sahip şehirde nüfus yoğunluğunun fazla olması sebebiyle taşınmaz mallara olan talep de oldukça fazladır. Öte yandan taşınmaz malların alım satım ve kira değerleri oldukça yüksektir. Buna rağmen İstanbul canlı bir taşınmaz piyasasına sahiptir. Ayrıca bir çok bölgede kentsel dönüşüm projeleri de yapılmaktadır. Bu sepeblerden ötürü taşınmazların değerleri sıklıkla değişmektedir. Taşınmaz piyasasının dengelenmesi ve değerlerin objektif olarak belirlenmesi amacıyla İstanbul ili kapsamında nominal taşınmaz değerleme çalışması yapılmıştır. (Şekil 2.1)'de İstanbul çalışma alanı gösterilmektedir.

Şekil 2.1 : Çalışma alanı: İstanbul ili.

2.2 Taşınmaz Değerlerine Etki Eden Faktörler

Taşınmaz değerlemesinde değeri etkileyen ekonomik, hukuki ve fiili bir çok kriter vardır. Bu kriterlerden öne çıkanlar genellikle konum, nitelik, yüzölçümü, parsel şekli, altyapı hizmetleri, zemin durumu taşınmazın hak ve sınırlamalarıdır [17]. Yomralıoğlu (1993) ve Nişancı (2005), taşınmaz değerine etki eden faktörleri ve kullanılabilecek ağırlık katsayılarını genel olarak sıralamışlardır [4, 8, 13]. Faktörlerin seçimi genel olarak literatürde kabul görmüş önerilere göre belirlenir. Faktör tayininde genel görüşlerin yanında yerel koşulların da dikkate alınması gerekmektedir. Örneğin denize kıyısı olan bir şehir ile orman manzarasına sahip bir şehrin nominal değerleme işleminde faktör seçimleri farklı olacaktır. Benzer bir durum nüfus konusunda gerçekleşmektedir. Yaşlı nüfusa sahip şehirler ile genç nüfusa sahip şehirler arasında da değerleme kriterlerinin değiştiği yapılan araştırmalarda görülmektedir [60].

Taşınmaz değerlerini etkileyen faktörler genel olarak içsel ve dışsal olarak ikiye ayrılmaktadır. Taşınmazın doğal yapısında var olan içsel faktörler fiziksel ve yasal faktörlerdir. Bunlar; arazinin yüzölçümü, topografyası, zemin durumu, mülkiyet durumu ve imar hakları olarak özetlenebilir. Taşınmazın araziye bağlı olmayan dışsal faktörleri ise konum, çevre, arazi kaynaklarına yakınlık, ulaşım kabiliyeti ve kamu hizmetlerinden yararlanma, nüfus yoğunluğu gibi faktörlerdir [26].

Hurd (1924)'e göre taşınmaz değeri, ekonomik ranta, ekonomik rant, konuma, konum kolay ulaşıma, kolay ulaşım da yakınlığa bağlıdır. Aradaki adımlar kaldırıldığında taşınmaz değerinin yakınlığa bağlı olduğu söylenebilir [61]. Konum, bir taşınmazın arsa değerini belirleyen en önemli kriterlerden biridir. Toplu taşıma istasyonları, kamu binaları, alışveriş merkezleri, sağlık merkezleri gibi önemli yerelere yakınlık, taşınmazın değerini önemli ölçüde arttırmaktadır.

2.2.1 Taşınmaz değerlerine etki eden faktörlerin seçimi

Nominal değer varlığı temsil eden gösterge değerdir. Ancak nominal değerin 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 değerlemesinde konumsallık önemli bir özelliktir. Değerlemede konumsal etkilerin analizi (yakınlık, bitişiklik, içerme, kesişim vb.) için konumsal destekli modeller kullanılmalıdır. Bunun dışında arsa değerini etkileyen diğer faktörler ise genel olarak manzara ve topografyadır. Taşınmazın sahip olduğu orman, göl, deniz gibi manzaralar, taşınmaza çekicilik katmakta ve değerini arttırmaktadır. 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 bakı faktörleri seçilmiştir.

2.2.2 Faktörlerin ağırlıklıklarının belirlenmesi

Taşınmaz değerlemenin en büyük problemi, kriterlere ait ağırlıkların kişiden kişiye değişiyor olmasıdır. Taşınmaz değerleme 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 değerleme 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. Aynı şekilde iskeleler, diğer illerde daha çok balıkçılık ve yük taşımacılığı amaçlarıyla kullanıldığı için, bu şehirlerde iskelenin değerlemeye etkisi daha azdır.

Fakat İstanbul'da Asya ve Avrupa yakaları ile Adalar arasındaki ulaşımda vapurların önemli bir yeri olmasından dolayı değerlemeye büyük etkisi vardır.

Çalışma kapsamında faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla ÇKKV yöntemlerinden biri olan Best Worst Method (BWM) kullanıldı. Bu yöntem ile kriterler arasından önem derecesine göre en iyi faktör ve en kötü faktör seçilerek diğer faktörlerle kıyaslamaları yapılmaktadır.

BWM anlaşılması ve kullanılması kolay olan bir ÇKKV yöntemidir. Ayrıca ikili karşılaştırmaları belli bir düzen içerisinde, Likert ölçeğine göre puanlayarak karar vermeyi kolaylaştırırken tutarlı kıyaslamalar yapmayı mümkün kılmaktadır. Bunun sonucunda elde edilen ağırlıklar da tutarlı ve güvenilir olmaktadır. BWM'de diğer birçok ÇKKV yöntemine göre (AHP gibi) daha az kıyaslama yapıldığından, hesap adımı azalmaktadır. Bu yöntem hem nitel hem de nicel kriterlere sahip farklı ÇKKV problemlerine kolaylıkla uygulanabilmektedir.

Taşınmaz değerleme 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.

Raylı sistemler özelinde metro, İstanbul trafiğini en fazla rahatlatan araçtır. Yerin altından trafiğe takılmadan, İstanbul ilinde günlük toplu taşıma hacminin %11,53'ünü tek başına üstlenmektedir [62]. Bu sebeplerden ötürü, raylı sistemler istasyonlarına yakınlık, bu çalışmada en iyi kriter olarak seçilmiştir. En Kötü kriter olarak karakollara yakınlık seçilmiş, bu iki kriterin diğer kriterlerle ikili karşılaştırmaları yapılarak ağırlıklar hesaplanmıştır (Çizelge 2.1). Kriter ağırlıkları belirlenirken yapılan ikili kıyaslamalarda taşınmaz değerlerine etki eden faktörlere yönelik yapılan anket sonuçları dikkate alınmıştır [4]. Değere etki eden kriterlerin ağırlıklarının dağılımı Şekil (2.2)'de görülmektedir. Ağırlıkların tutarlılık oranı 0.022 olarak hesaplanmıştır.

2.3 Veri Tabanı Tasarımı

Veri tabanı tasarımı, bir projenin planlama aşamasında ihtiyaç ve taleplere göre gerçekleştirilen, etkin veri yönetiminin en önemli adımlardandır. Bu aşamada amaçlar tanımlanır, alternatif yaklaşımlar analiz edilir ve makul bir iş planı oluşturulur.

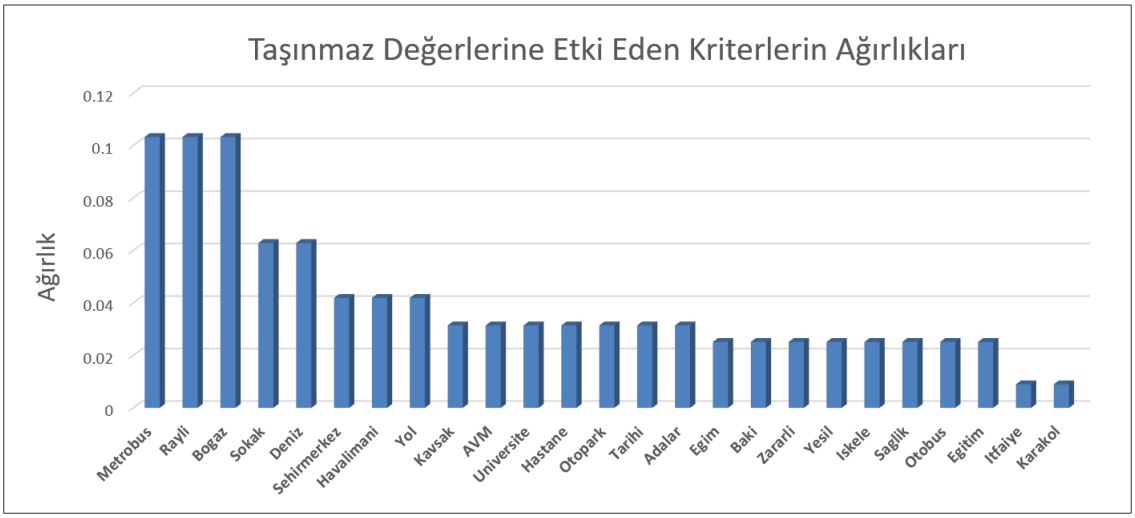
Çizelge 2.1 : Taşınmaz değerlerine etki eden kriterler ve ağırlık katsayıları.

Kriter	Ağırlık	Kriter	Ağırlık
Ana Yola Yakınlık	0,04189	Eğitim Kurumlarına Yakınlık	0,02513
Otoyol Kavşaklarına Yakınlık	0,03142	Üniversitelere Yakınlık	0,03142
Sokağa Yakınlık	0,06284	Sağlık Kurumlarına Yakınlık	0,02513
Raylı Sistemlere Yakınlık	0,10323	Hastanelere Yakınlık	0,03142
Metrobüs Duraklarına Yakınlık	0,10323	İtfaiye İstasyonuna Yakınlık	0,00898
Otobüs Duraklarına Yakınlık	0,02513	Karakollara Yakınlık	0,00898
İskelelere Yakınlık	0,02513	Otoparklara Yakınlık	0,03142
AVM Yakınlık	0,03142	Tarihi Yerlere Yakınlık	0,03142
Yeşil Alanlara Yakınlık	0,02513	Zararlı Alanlara Yakınlık	0,02513
Şehir Merkezlerine Yakınlık	0,04189	Deniz Manzarası	0,06284
Havalimanlarına Yakınlık	0,04189	Boğaz Manzarası	0,10323
Eğim	0,02513	Adalar Manzarası	0,03142
Bakı	0,02513		

Yapılacak işin genel anlamda bir yol haritası çizilerek iş kalemleri arasındaki ilişkiler belirlenir. Projede fonksiyonel bir değerlendirme yapılmasına olanak sunan veri tabanı tasarımı, kişiye oluşturulacak yapı hakkında genel bir bakış açısı sunar [31].

CBS ile nominal taşınmaz değerleme çalışması kapsamında veri tabanı tasarımı yapılırken belirlenen kriterler ışığında gerekli veriler bir araya getirilip CBS ortamında coğrafi veri tabanı (geodatabase) oluşturuldu. Böylelikle çalışma başlangıcında veri setlerinin organizasyonu amaca uygun bir şekilde gerçekleştirildi.

İstanbul çalışma alanında ilçelerin idari sınırları tüm analiz, hesaplama, haritalama işlemlerinde proje sınırları olarak kullanılmıştır. Ana yola, otoyol kavşaklarına ve sokaklara yakınlık analizleri için İstanbul'a ait yol verisi kullanılmıştır. Alışveriş



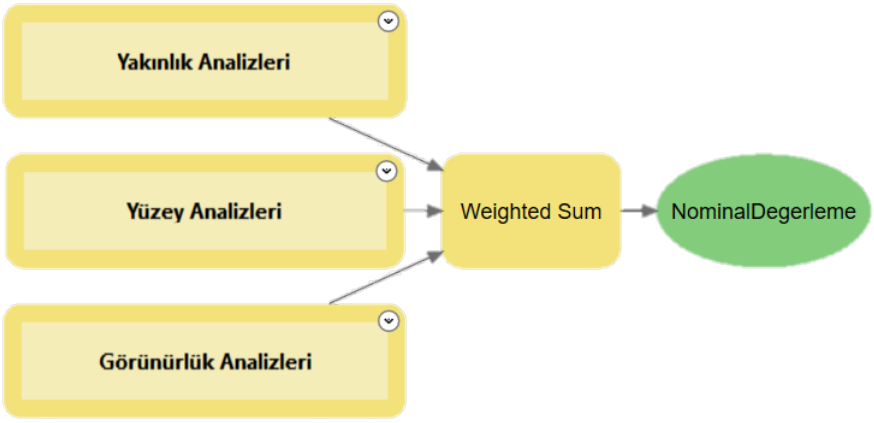
Şekil 2.2 : Taşınmaz değerlerine etki eden kriterlerin dağılımı.

merkezlerine, eğitim kurumlarına, itfaiyelere, karakollara, otoparklara, sağlık kurumlarına, tarihi ve turistik yerlere, zararlı alanlara yakınlık analizlerinde bina verisi kullanılarak gerekli objeler öznitelik sorgulamasıyla filtrelenip elde edilmiştir. İskelelere, metrobüs duraklarına, otobüs duraklarına, raylı sistemler (tren, metro, hafif metro, tramvay, füniküler) duraklarına yakınlık analizleri için toplu taşıma hat ve istasyonları verisi kullanılmıştır. Bu veriler Open Street Map tarafından paylaşılan veri tabanını indirilerek kullanılmıştır. Bunların yanı sıra yüzey analizleri ve görünürlük analizleri kapsamında eğim, bakı ve manzara haritası üretimi için Japon Uzay ve Havacılık Araştırma Ajansı (JAXA) tarafından açık veri olarak paylaşılan ALOS sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. PALSAR-2 Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) uydusu, 2014 yılında JAXA tarafından ALOS-2 projesi kapsamında tüm dünyayı kapsayan yükseklik modeli üretilmesi amacıyla faaliyete geçirilmiştir. ALOS World 3D adıyla sunulan 30 metre konumsal çözünürlüğe sahip yükseklik modeli, JAXA web sayfasından çalışma bölgesi İstanbul ilini kapsayan görüntüler indirilmiştir. Yeşil alanlara yakınlık kriterinin analizi için Avrupa Birliği Çevre Ajansı'nın (EEA) Copernicus Programı tarafından sunulan 2015 yılına ait "Tree Density Cover" yeşil alan yoğunluğu verisi kullanılmıştır. Bu verinin konumsal çözünürlüğü ise 25 metredir.

2.4 Nominal Taşınmaz Değerleme Modelinin Oluşturulması

Seçilen kriterler ve belirlenmiş ağırlıklarının model parametresi olarak kullanıldığı nominal taşınmaz değerleme modeli, ArcGIS yazılımının "Model Builder" aracı ile oluşturulmuştur (Şekil 2.3). Modelde yakınlık, yüzey ve görünürlük analizlerinin yer

aldığı üç alt model bulunmaktadır. Çalışma alanı için yapılan tüm analizlerin ağırlıklı toplamı ile nominal taşınmaz değerleme haritası üretimi için ağırlıklı toplam (Weighted Sum) aracı kullanılmıştır.



Şekil 2.3 : Nominal taşınmaz değerleme modeli.

2.5 Konumsal analizler

Bir taşınmazın değeri, birçok fiziksel ve çevresel faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Değer tespitinin yapılabilmesi için ilgili taşınmazı etkileyebilecek tüm içsel ve dışsal faktörler sıralanmalı ve bilimsel yaklaşımlarla irdelenmelidir. CBS tabanlı nominal değerleme çalışması kapsamında İstanbul ilinde taşınmazların değerini etkileyen faktörler seçilerek ArcGIS yazılımı ile piksel bazlı konumsal analizler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan model kullanılarak görünürlük, yakınlık ve yüzey olmak üzere üç temel analiz yapıldı. Şekil (2.4)'te çalışma kapsamında modellenen taşınmaz değerleme kriterlerinin analiz süreci görülmektedir.

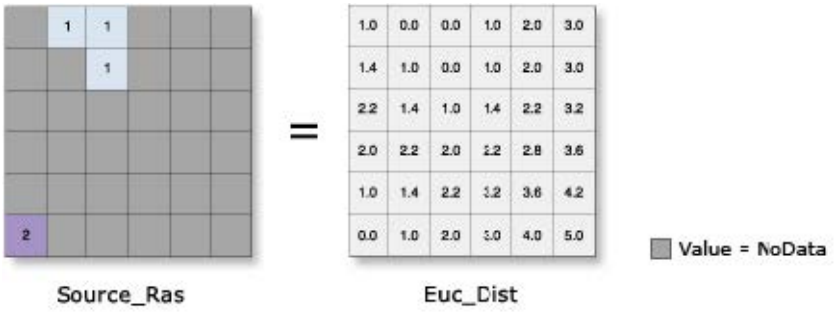
2.5.1 Yakınlık analizleri

Yakınlık analizi ArcGIS yazılımı ile Öklid Uzaklığı (Euclidean Distance) aracı kullanılarak yapılmıştır. Bu konumsal analiz ile her bir hücre için en yakın kaynağa öklidyen uzaklık hesaplanır. Örneğin; öklid uzaklığı, "en yakın markete olan kuş uçuşu uzaklık nedir ?" sorusuna cevap verebilmektedir. Bu analizde kullanılacak kaynak veri vektör ya da raster formatında olabilir. Vektör verilerin girdi olarak seçilmesi durumunda aracın arka planında vektör formatı raster formatına dönüştürülerek yakınlık analizi gerçekleştirilir. Raster veriler girdi olarak kullanıldığında kaynak veri

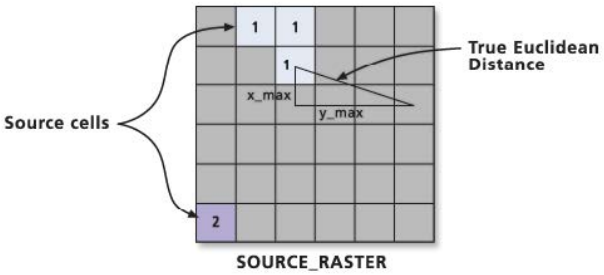
Şekil 2.4 : Nominal taşınmaz değerleme için ArcGIS Model Builder analizleri.

dışında kalan hücrelerde veri olmaması (no data) gerekmektedir. Öklid mesafesine göre yakınlık analizinin çalışma mantığı Şekil (2.5)'te belirtildiği gibi gösterilmektedir.

Öklid uzaklığı hücrelerin orta noktaları arasındaki uzaklığı baz alır. Gerçek Öklid uzaklığı hücrelerin orta noktaları arasında kurulan dik üçgenin hipotenüs uzunluğuna karşılık gelmektedir. Böylelikle tüm hücrelerin sonuç değeri (output value) ondalıklı sayı olarak hesaplanır. Gerçek öklid uzaklığının algoritması Şekil (2.6)'da örneklenmiştir.



Şekil 2.5 : Öklid uzaklığı çalışma prensibi [3].

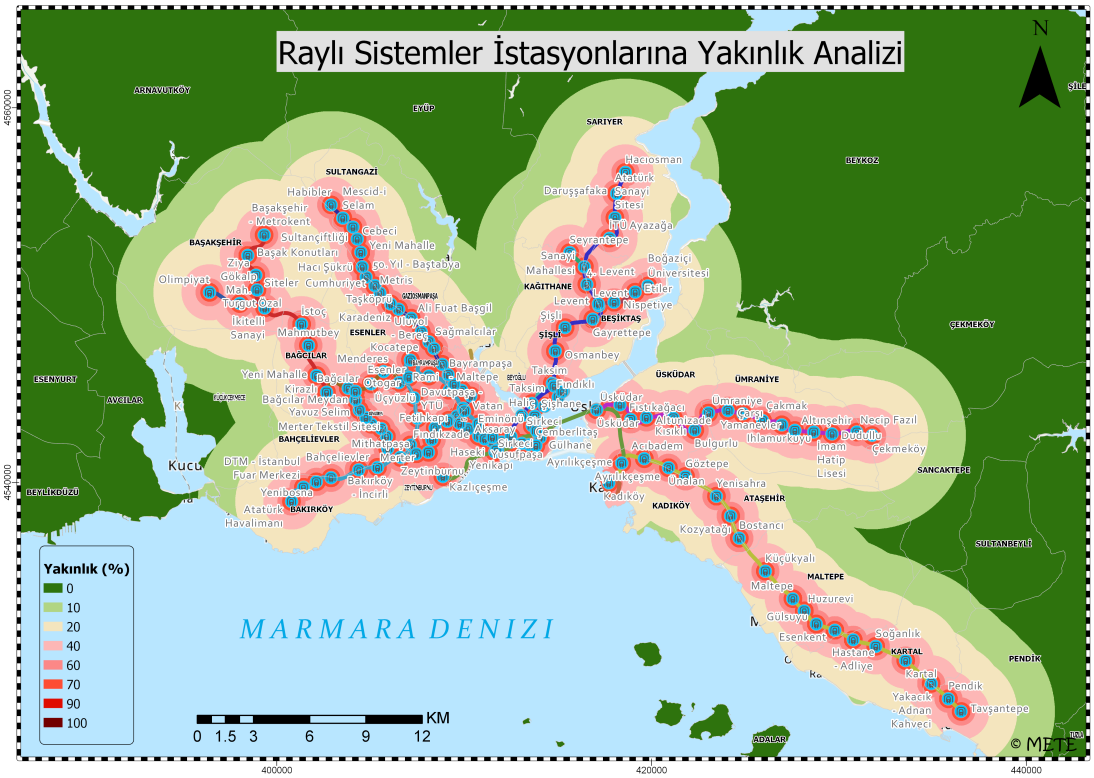


Şekil 2.6 : Gerçek Öklid uzaklığı algoritması [3].

Modeldeki yakınlık analizi alt modelinde "Öklid Uzaklığı" kullanılarak çalışma alanları için ilgili kriterlere ait yakınlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Yakınlık analizlerinin sonucunda oluşturulan raster haritaların değerleri yürüme mesafesi ya da araçla erişim mesafelerine göre 0 ile 100 arasında değer alacak şekilde yeniden sınıflandırılmıştır. Örneğin; yürüyerek erişilebilecek yakınlık kriterlerinden raylı sistemler istasyonları için 0 ile 100 metre arasındaki uzaklıklarda değeri %100, 100 ile 250 metre arasındaki uzaklıklarda değeri %90 etkilemesi sağlanmıştır. Öte yandan araç ile erişilebilecek yakınlık kriterlerinden ana yol için 0 ile 1 kilometre arasındaki uzaklıklarda değeri %100, 1 ile 2 kilometre arasındaki uzaklıklarda değeri %80 etkilemesi sağlanmıştır. Her iki erişim mesafesinde de değeri etkileyebilecek en uzak mesafe 5 kilometre olarak seçilmiştir. Yakınlık analizleri kapsamında bir başka sınıflandırma aralığı ise parsellerin sokağa yakınlığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bir parselin sokağa çıkışı olması zorunlu iken, bu sokağın parsele yakın olması değeri arttıran bir unsurdur. Sokağa yakınlık analizinde değerlerin yeniden sınıflandırılmasında 0 ile 10 metre arasındaki uzaklıklar için değeri %100 etkilemesi sağlanmış, her on metrede %10 azalarak sokağa yakınlık sınıflandırması yapılmıştır.

Yakınlık analizlerine örnek olarak aşağıda raylı sistem duraklarına yakınlık analizi gerçekleştirilmiştir. Diğer yakınlık analizlerine ait haritalar EKLER bölümünde verilmiştir.

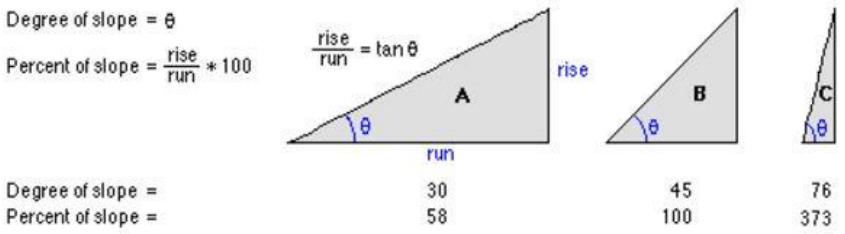
Bir taşınmazın toplu taşıma duraklarına uzaklığı, değeri doğrudan etkilemektedir. İstanbul gibi metropol bir şehirde raylı sistem hatları, şehir içi ulaşımı açısından büyük öneme sahiptir. Metro, tramvay, Marmaray gibi ulaşım araçları trafiğe takılmadan ulaşılmak istenen yere standart sürelerde varmayı sağlamaktadır. İstanbul çalışma alanında raylı sistem duraklarına yakınlık analizi kapsamında ArcGIS yazılımı ile "Euclidean Distance" aracı modelde tanımlanarak her bir raylı sistem durağına Öklid uzaklığı hesaplanmıştır (Şekil 2.7).



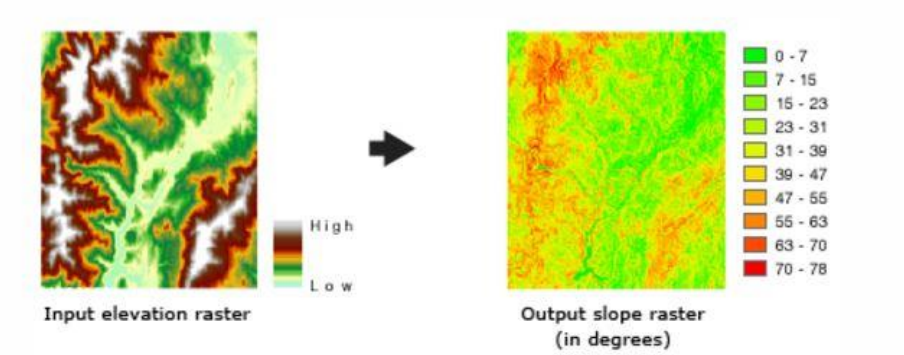
Şekil 2.7 : Raylı sistemler istasyonlarının yakınlık analizi haritası.

2.5.2 Yüzey analizleri

Eğim, her bir hücrede bulunan yükseklik (z) değerlerinin komşu hücreye göre maksimum değişim oranını ifade eder. Eğimin az olması, arazinin düz olduğunu belirtir, aynı şekilde eğim fazlaysa arazi engebelidir. Eğim değerleri yüzde ya da derece cinsinden iki şekilde hesaplanabilir. Yüzde eğim bir dik üçgenin karşı kenarının (rise) komşu kenarına (sun) oranının yüz ile çarpımı şeklinde ifade edilebilir. Şekil (2.8)'de eğim analizinde derece ve yüzde cinsinden eğimlerin karşılaştırılması, Şekil (2.9)'da ise eğim analizinin çalışma prensibi gösterilmektedir.

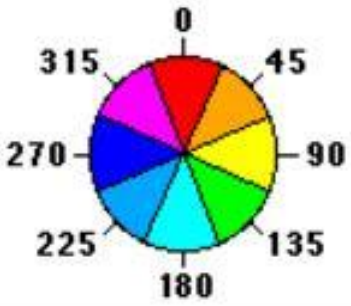


Şekil 2.8 : Yüzde ve derece cinsinden eğim hesabı [3].



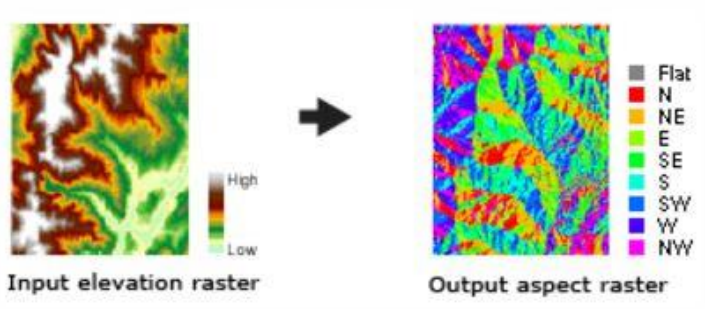
Şekil 2.9 : Eğim analizinin çalışma prensibi [3].

Bakı, her bir hücrenin komşu hücrelere göre maksimum değişim oranındaki eğimin yönünü ifade eder. Taşınmaz değerlemede bakı, taşınmazların baktığı cepheleri ifade ettiği için önemli bir yere sahiptir. Türkiye'nin coğrafi konumu göz önüne alındığında, binaların güney cephesine bakması tercih edilir. Şekil (2.10)'da bakı analizinin sonucunda meydana gelen Doğu, Batı, Kuzey, Güney gibi yönlerin açı dairesi ile ifadesi görülmektedir. Şekil (2.11)'de ise bakı analizinin çalışma mantığı yer almaktadır.



Şekil 2.10 : Bakı yönlerinin açı dairesi üzerinde ifadesi [3].

Taşınmaz değerleme çalışmasında kriterlerinden biri de taşınmazın bulunduğu topoğrafyanın fiziksel özellikleridir. Örneğin bir binanın güney cephesine bakması, düz bir arazide bulunması, genelde tercih edilen fiziksel özelliklerdendir. Yüzey



Şekil 2.11 : Bakı analizinin çalışma prensibi [3].

analizi kapsamında İstanbul çalışma alanında eğim ve bakı gibi topoğrafyayı niteleyen özellikler ArcGIS yazılımı kullanılarak analiz edildi.

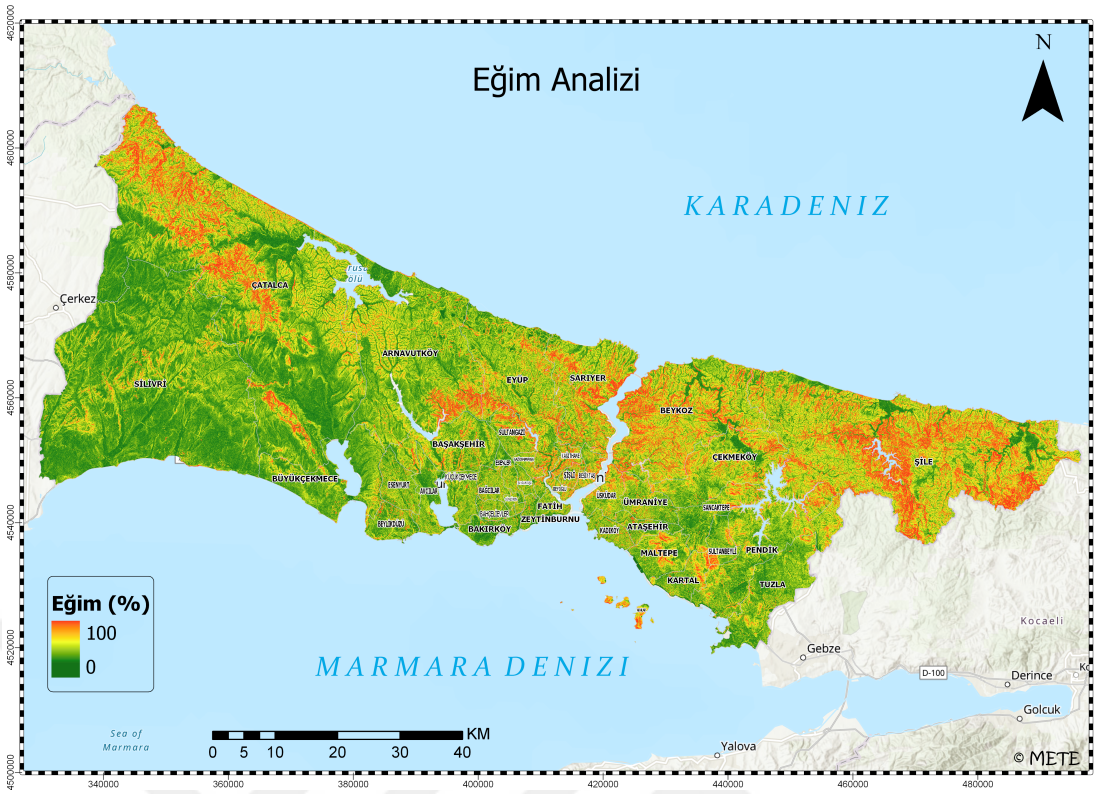
Yüzey analizleri alt modelinde eğim ve bakı analizleri yapılmıştır. Bu amaçla yükseklik modeli olarak Japonya Havacılık ve Uzay Araştırmaları Ajansı (JAXA)'nın ürettiği 30m çözünürlüklü ALOS World 3D kullanılmıştır. Eğim analizinde 0 ile %1 eğimli alanların değere etkisi %100, eğimi %12'den fazla alanların değere etkisi ise %0 olacak şekilde yeniden sınıflandırılmıştır. Bakı analizinde ise eğimi Güney yönüne bakan bölgelerin değeri %100 etkilemesi sağlanmıştır. Bu amaçla bakı analizinde 135° ile 225° arasındaki değerler %100, geri kalan değerler %0 olarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Eğim analizi ArcGIS yazılımı ile modelde "Slope" aracı tanımlanıp İstanbul çalışma alanında gerçekleştirilerek eğim haritası oluşturuldu (Şekil 2.12). Bu kapsamda veri girdisi olarak İstanbul il sınırlarını kapsayan ALOS Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanıldı. Eğimin yüzde olarak elde edilmesi için sonuç türü yüzde artış (Percent Rise) seçilmiştir.

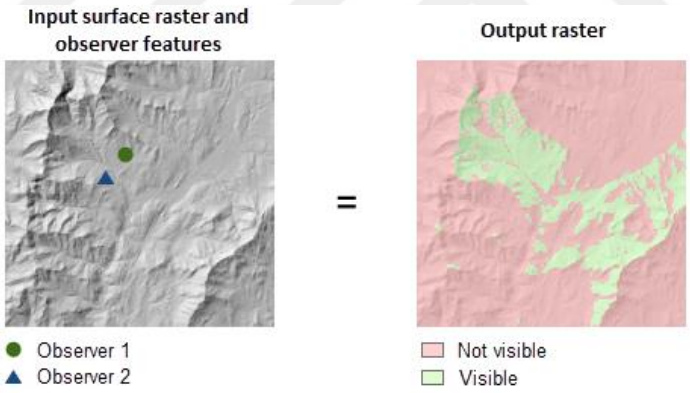
2.5.3 Görünürlük analizleri

Görünürlük analizi ile gözlemcilerin görebildikleri raster yüzey konumları belirlenir. Analiz sonucunda görünen ve görünmeyen yüzeyler değer (value) olarak öznitelik tablosunda yer alır. Girdi olarak nokta ya da çoklu çizgi vektör veriler kullanılabilir. Görünürlük analizinin çalışma prensibi Şekil (2.13)'teki örnekte açıklanmaktadır.

Görünürlük analizleri alt modelinde deniz, boğaz ve adalar manzaralarına sahip bölgeler tespit edilmiştir. Bu kapsamda deniz, boğaz ve adaların çizgi verileri



Şekil 2.12 : Eğim analizi haritası.



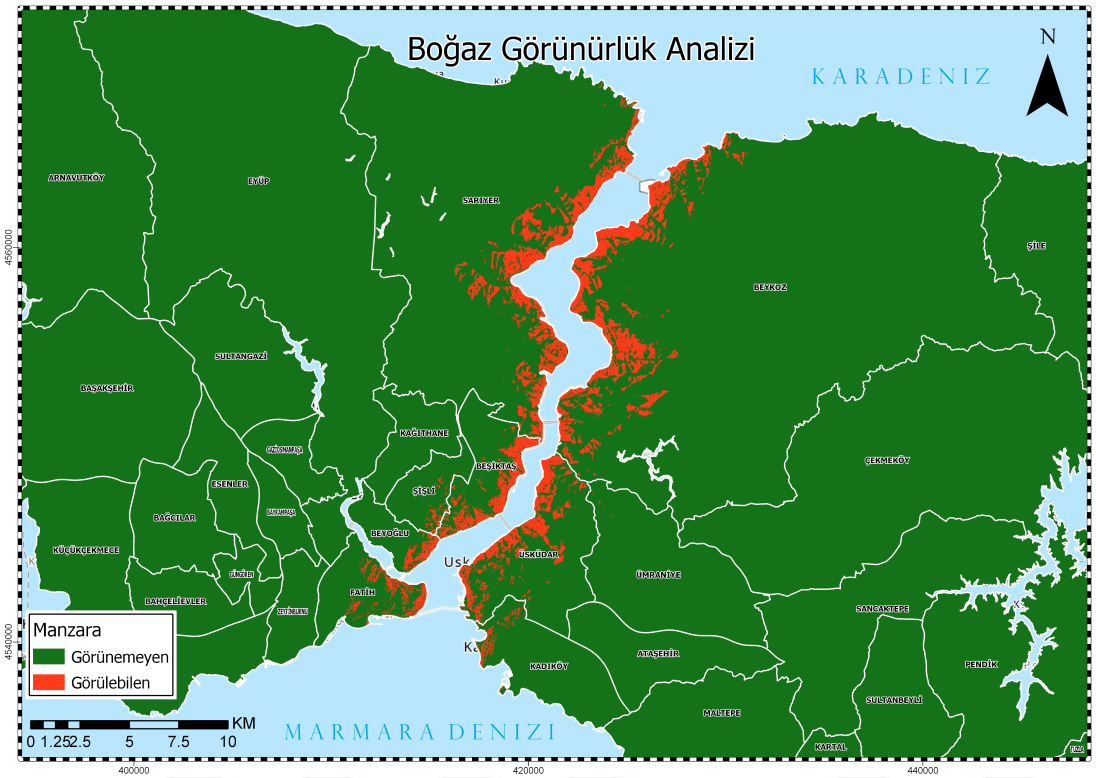
Şekil 2.13 : Görünürlük analizinin çalışma prensibi [3].

üretilerek görünürlük analizi yapılmıştır. Manzarayı gören alanların değeri %100, görmeyen alanların ise değeri %0 etkilemesi sağlanmıştır.

Manzara analizi İstanbul ili çalışma alanı için Deniz, Boğaz ve Adalar manzaraları olmak üzere üç alt kriter ile gerçekleştirilmiştir. Manzara analizine örnek olarak aşağıda boğaz manzara analizi açıklanmıştır. Deniz ve Adalar manzaralarının analizlerine ait haritalar EKLER bölümünde verilmiştir.

İstanbul ilinde bir taşınmazın değerini en çok etkileyen kriterlerden biri boğaz manzarasının olup olmamasıdır. Bu kriteri sağlayan taşınmazları belirleyebilmek amacıyla ArcMap yazılımı kullanılarak görünürlük analizi yapılmıştır. Boğaziçi

boyunca bir hat çizilerek “Viewshed” görünürlük analizi ile ALOS SYM ve boğaz hattı girdileri kullanılarak İstanbul ili sınırlarında Boğaz manzarasına sahip bölgelerin haritası elde edildi (Şekil 2.14).



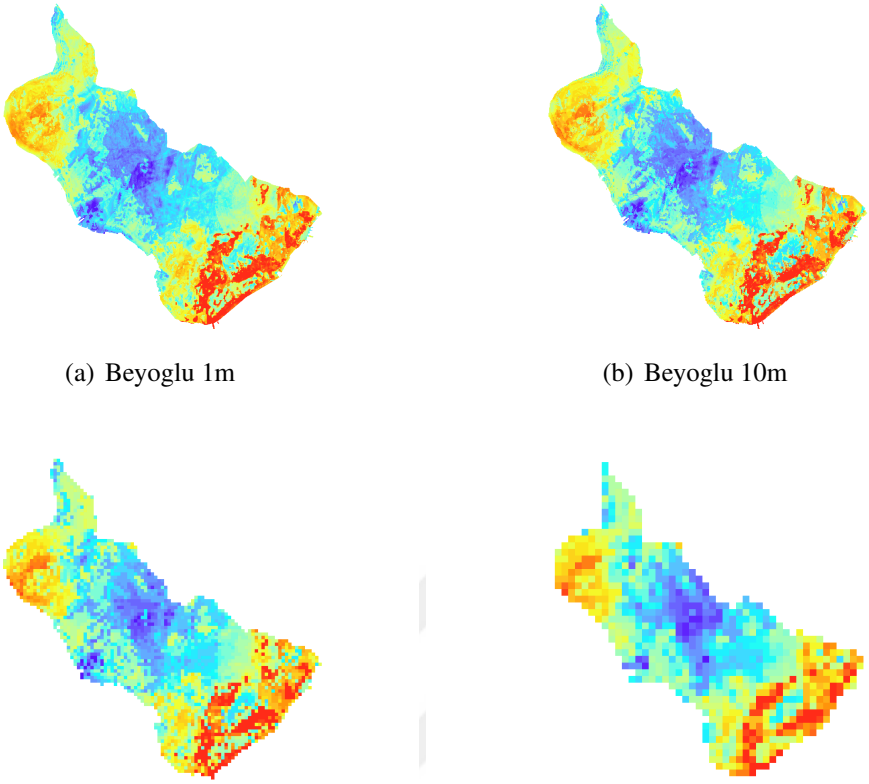
Şekil 2.14 : Boğaz manzarasına sahip bölgelerin haritası.

2.6 Çözünürlük İrdelemesi

Çalışma kapsamında Beyoğ1u ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde 1, 10, 50 ve 100 metre çözünürlüklü piksellerden oluşan değer haritaları üretilmiştir (Şekil 2.15 ve Şekil 2.16). İlgili bölgelerde üretilen değer haritaları Şekil (2.17) ve Şekil (2.18)’de gösterilmiştir. Farklı piksel boyutlarında değer haritaları üretilerek çözünürlük değişiminin değere etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. İki farklı ilçede değer haritalarının üretilmesiyle sonuçların tutarlılık açısından değerlendirilmesi de mümkün hale gelmiştir.

2.6.1 Piksel boyutu değişiminin nominal değere etkisi

Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçelerine ait nominal değer haritaları 1, 10, 50 ve 100 metre çözünürlüklerde üretildikten sonra çözünürlük değişiminin değere ne kadar etki ettiğinin tespit edilmesi amacıyla ilçelerdeki parsellere isabet eden nominal

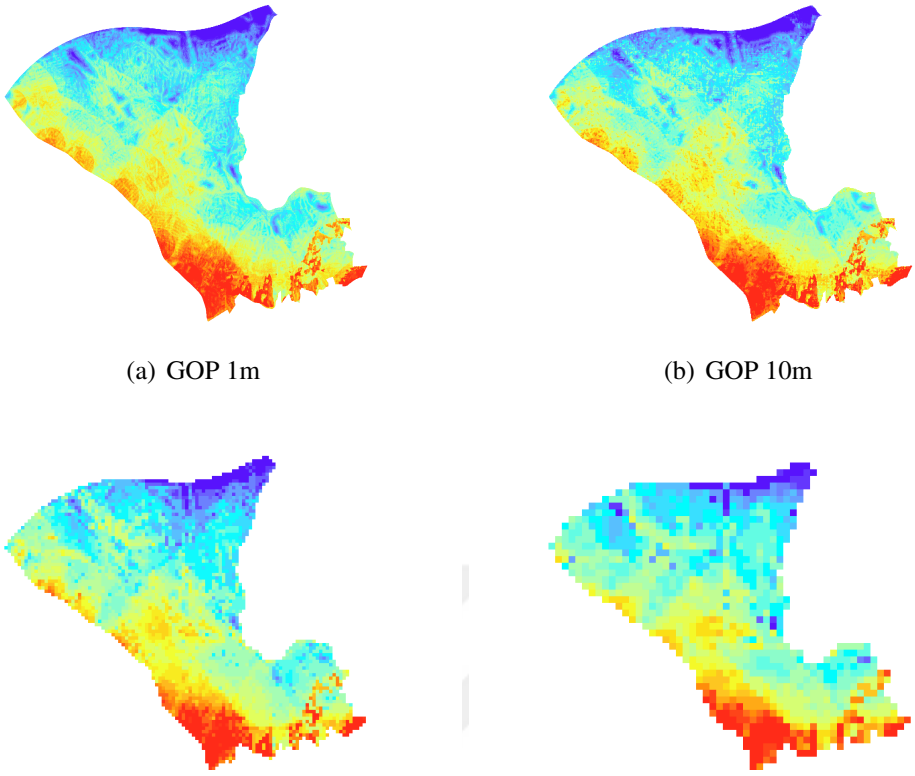


(a) Beyoglu 1m (b) Beyoglu 10m

(c) Beyoglu 50m (d) Beyoglu 100m

Şekil 2.15 : Beyoğlu ilçesinde farklı piksel boyutlarında üretilen taşınmaz değer haritaları.

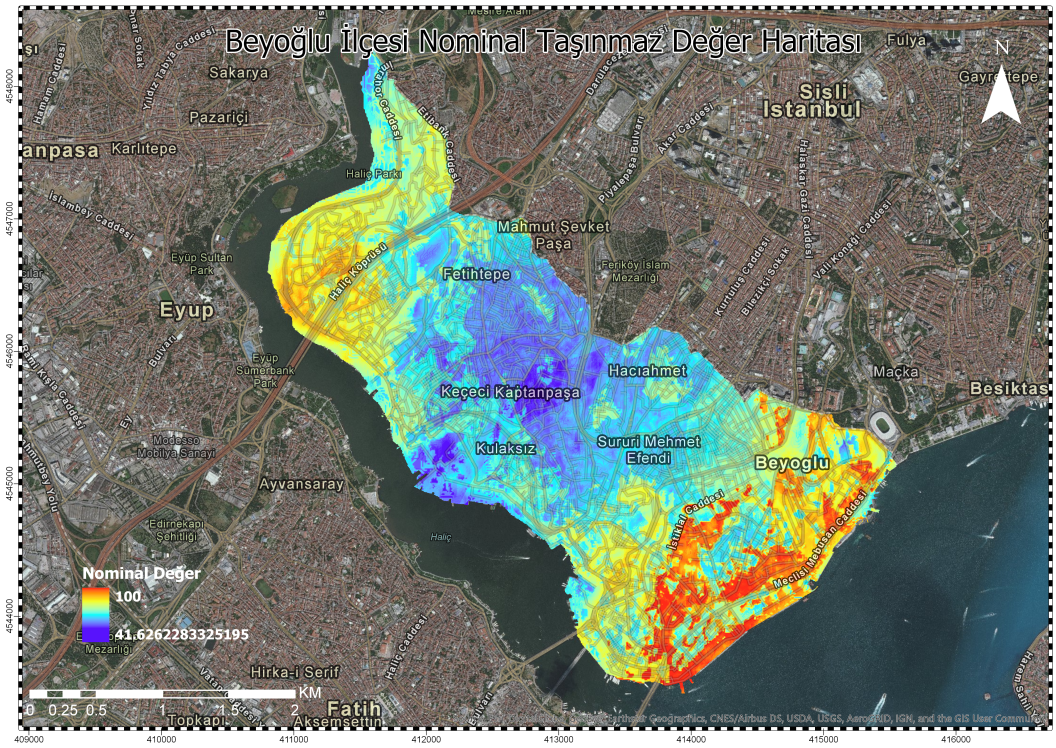
taşınmaz değerler öznitelik olarak ilgili katmana yazdırılmıştır. Bu kapsamda piksel tabanlı nominal taşınmaz değer haritası raster formatından vektör formatına çevrilerek nominal değerleri içeren bir vektörel piksel gridi oluşturulmuştur. Oluşturulan vektörel değer haritası katmanı ile parsel katmanı bindirme analizi ile kesiştirilmiştir. Piksellerin kesiştiği parsellerin alanları ile, ilgili piksellerin değerlerinin çarpımları hesaplanarak her bir parselin toplam nominal değeri net olarak elde edilebilmektedir. Son olarak kesişim vektörü ile parsel katmanı arasında konumsal birleştirme analizi yapılarak parsellerin içerisinde kalan tüm nominal değerler toplanıp parsel katmanına öznitelik olarak eklenmiştir. Böylelikle nominal değer piksellerinin isabet ettiği parseller içerisindeki her bir poligonu ayrı ayrı hesaplamak mümkün hale gelmiştir. Sonuç olarak bir parsele isabet eden tüm piksellerin kapladığı alan kadar nominal değere etki etmesi sağlanmıştır. Bu yöntem ile bir pikselin çok küçük bir kısmı dahi parsel içinde yer alıyor ise, bu piksel değeri de hesaplamaya dahil edilmektedir. Tüm çözünürlük değerleri için aynı işlem yapılarak nominal değerler parsel katmanına yazdırıldıktan sonra Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde bulunan tüm parsellerin



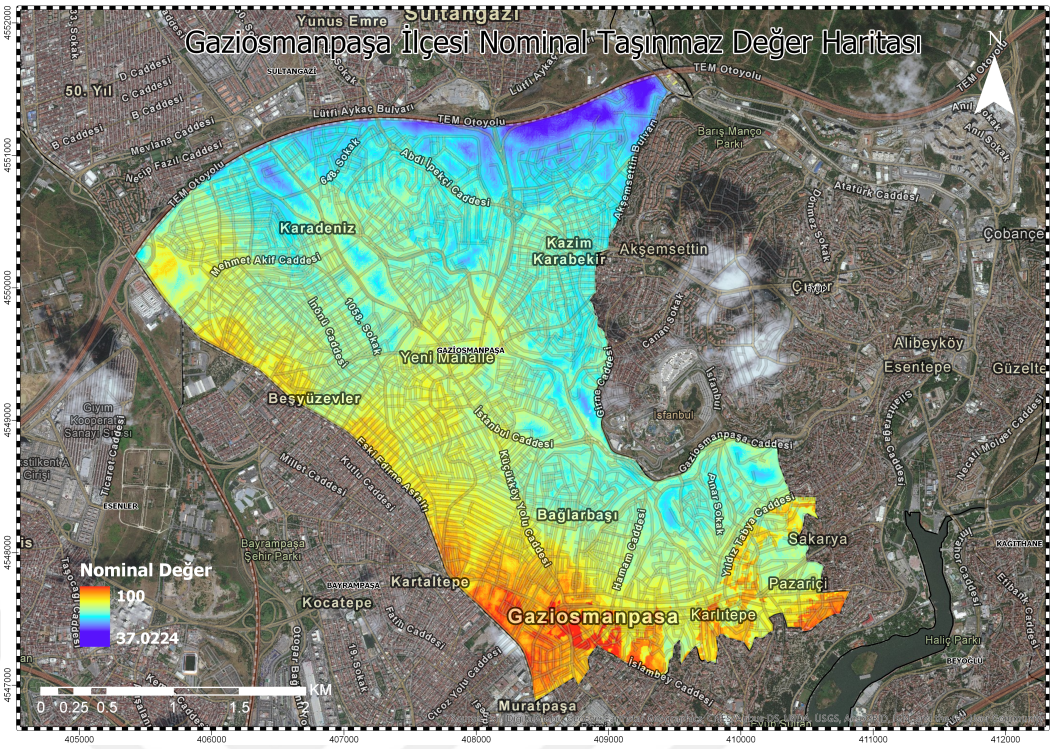
(a) GOP 1m (b) GOP 10m

(c) GOP 50m (d) GOP 100m

Şekil 2.16 : Gaziosmanpaşa ilçesinde farklı piksel boyutlarında üretilen taşınmaz değer haritaları.



Şekil 2.17 : Beyoğlu ilçesi nominal taşınmaz değer haritası.



Şekil 2.18 : Gaziosmanpaşa ilçesi nominal taşınmaz değer haritası.

10, 50 ve 100 metre çözünürlüklü nominal değerlerinin 1 metre çözünürlüklü değerler referans alınarak bağıl hataları Çizelge (2.2)'de görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

Böylelikle çözünürlük değişiminin nominal değere etkisi yüzde olarak irdelenebilmektedir. Beyoğlu ilçesinde bulunan 22481 parselin ortalama bağıl hatası 10 metrede %2,40; 50 metrede %5,50; 100 metrede ise %8,35 olarak hesaplanmıştır. Parsel sayısı fazla olduğu için standart sapmalar değerlerin dağılımı açısından önemli bir bilgi sağlar. 10 metre çözünürlüklü değerlerin standart sapması %5,36; 50 metre çözünürlüklü değerin standart sapması %8,39; 100 metre çözünürlüklü değerlerin standart sapması ise %13,44 olarak hesaplanmıştır.

Gaziosmanpaşa ilçesinde bulunan 23776 parselin ortalama bağıl hatası 10 metrede %7,64; 50 metrede %11,17; 100 metrede ise %13,21 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 10 metre çözünürlüklü değerlerin standart sapması %2,40; 50 metre çözünürlüklü değerin standart sapması %5,91; 100 metre çözünürlüklü değerlerin standart sapması ise %8,89 olarak hesaplanmıştır.

Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçelerinin farklı bölgelerinden üçer sokak seçilerek nominal değerlerin çözünürlüğe göre değişimi irdelenmiştir. Bu kapsamda Beyoğlu ilçesinden Müeyyetzade Mahallesi Yüksek Kaldırım Caddesi, Hacıahmet

Çizelge 2.2 : Çözünürlük değişimine göre parsel bazındaki ortalama bağıl hata değerleri.

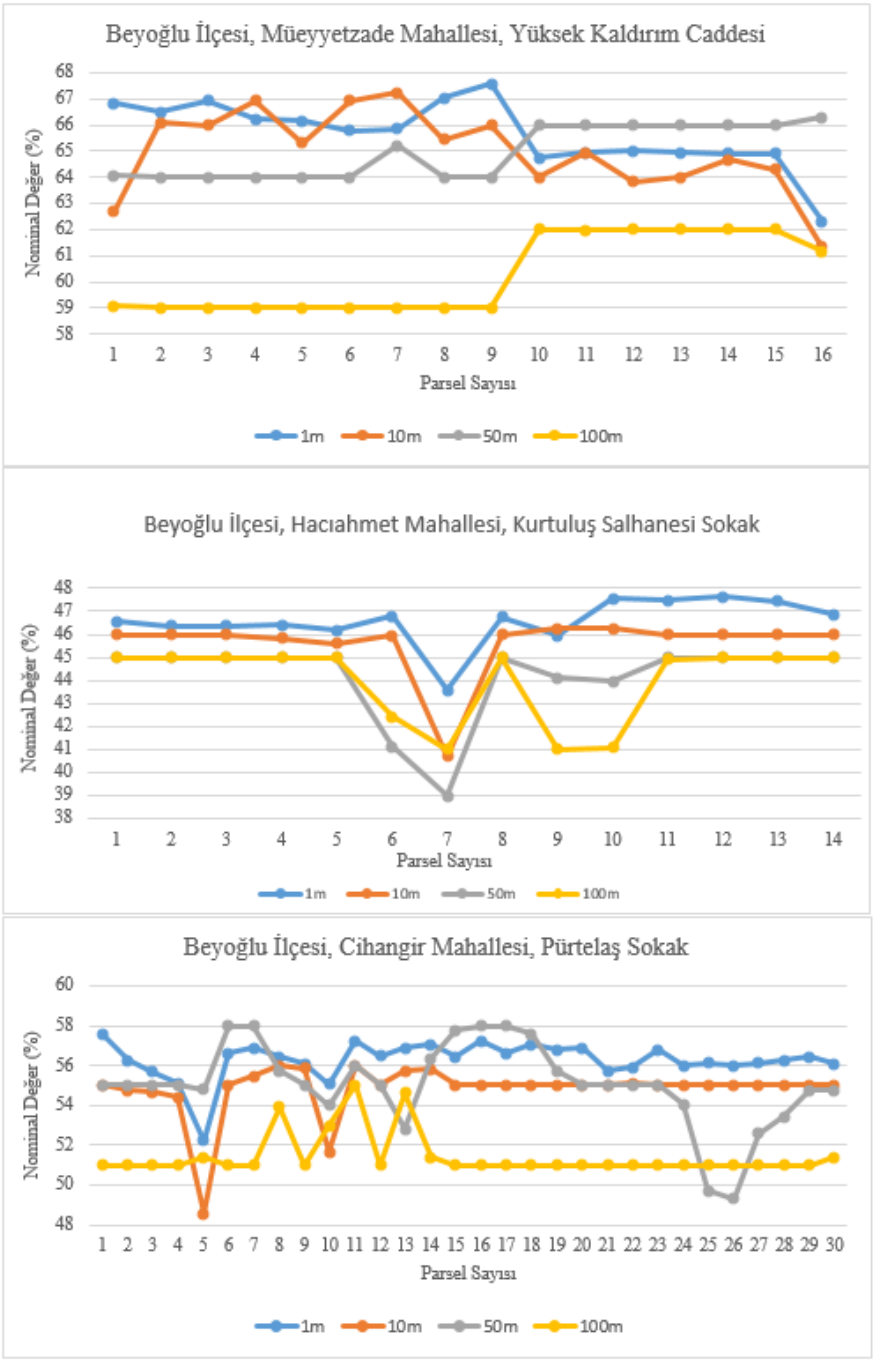
İLÇE	BEYOĞLU (22481 Parsel)		GAZİOSMANPAŞA (23776 Parsel)	
ÇÖZÜNÜRLÜK (m)	BAĞIL HATA (%)	STANDART SAPMA (%)	BAĞIL HATA (%)	STANDART SAPMA (%)
10	2,40	5,36	7,64	2,40
50	5,50	8,39	11,00	4,51
100	8,35	13,44	13,11	8,40

Mahallesi Kurtuluş Salhanesi Sokak ve Cihangir Mahallesi Pürtelaş Sokak seçilmiştir. Gaziosmanpaşa ilçesinden ise Merkez Mahallesi Ahlat Sokak, Şemsipaşa Mahallesi 39. Sokak ve Barbaros Hayrettin Paşa Mahallesi 1103. Sokak seçilmiştir. Değer değişiminin görüldüğü sokaklardaki karşılıklı parsellerin nominal değerleri 1, 10, 50 ve 100 metre çözünürlüklü nominal değer haritaları kullanılarak kıyaslanmıştır. İlgili parsellerin birim m^2 değerlerinin çözünürlüğe göre değişim grafiği Şekil (2.19) ve Şekil (2.20)'de gösterilmektedir.

Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde seçilen sokaklarda ilgili belediyeler tarafından belirlenen "2019 Yılı Asgari Ölçüde Arsa Ve Arazi Metrekare Birim Değerleri" e-devlet adresinden sorgulanarak sokaktaki tüm parsellerin yüzölçümü ile çarpıldı. Böylece sokakların belediye tarafından belirlenen katsayı ile toplam arsa değerleri belirlenmiş oldu. Ayrıca ilgili sokaklarda nominal değerler ile toplam arsa değerleri hesaplandı. Bu kapsamda her sokaktaki köşe parselin metrekare birim değeri, belediye tarafından belirlenen katsayıya eşitlendi. Böylece sokaktaki diğer parsellerin de metrekare birim değerleri bulunmuş oldu. Çizelge (2.3)'te görüldüğü gibi her iki yöntemle belirlenen sokakların toplam arsa değerleri kıyaslanarak farkları hesaplandı.

Çizelge 2.3 : Sokak bazında toplam arsa değeri kıyaslaması.

SOKAK ADI	DEĞER - BLD. (TL)	DEĞER - ND (TL)	FARK (TL)
Yüksek Kaldırım Caddesi	37.055.761,00	36.181.873,60	873.887,40
Kurtuluş Salhanesi Sokak	5.654.276,57	5.640.640,93	13.635,64
Pürtelaş Sokak	59.529.085,10	58.041.770,28	1.487.314,82
Ahlat Sokak	7.177.045,22	7.293.673,30	116.628,07
39. Sokak	3.534.116,35	3.508.597,09	25.519,26
1103. Sokak	2.414.503,03	2.308.262,56	106.240,47

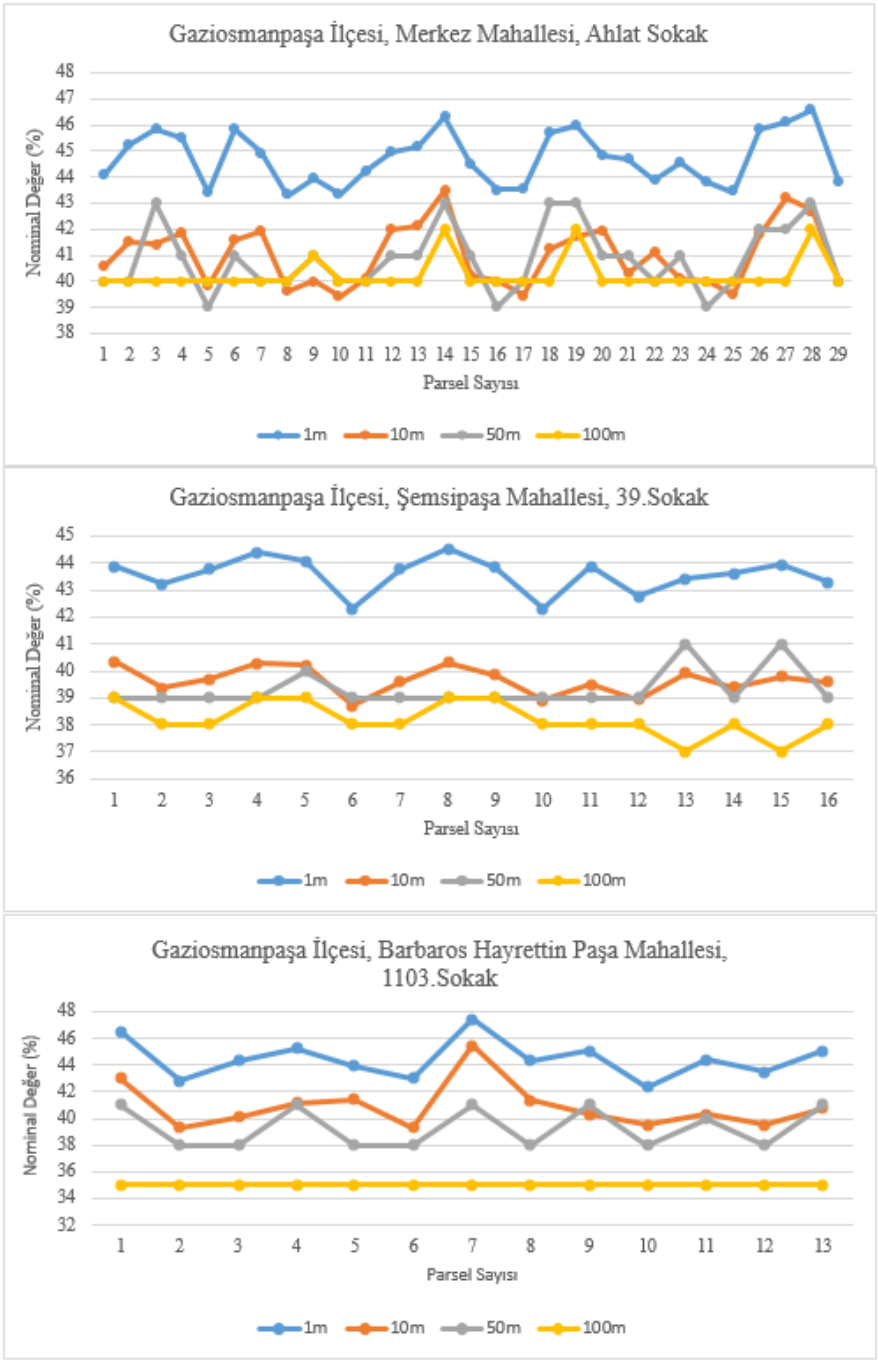


Şekil 2.19 : Beyoğlu ilçesinde birim m^2 bazında nominal değerlerin çözünürlüğe göre değişimleri.

2.7 İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritası

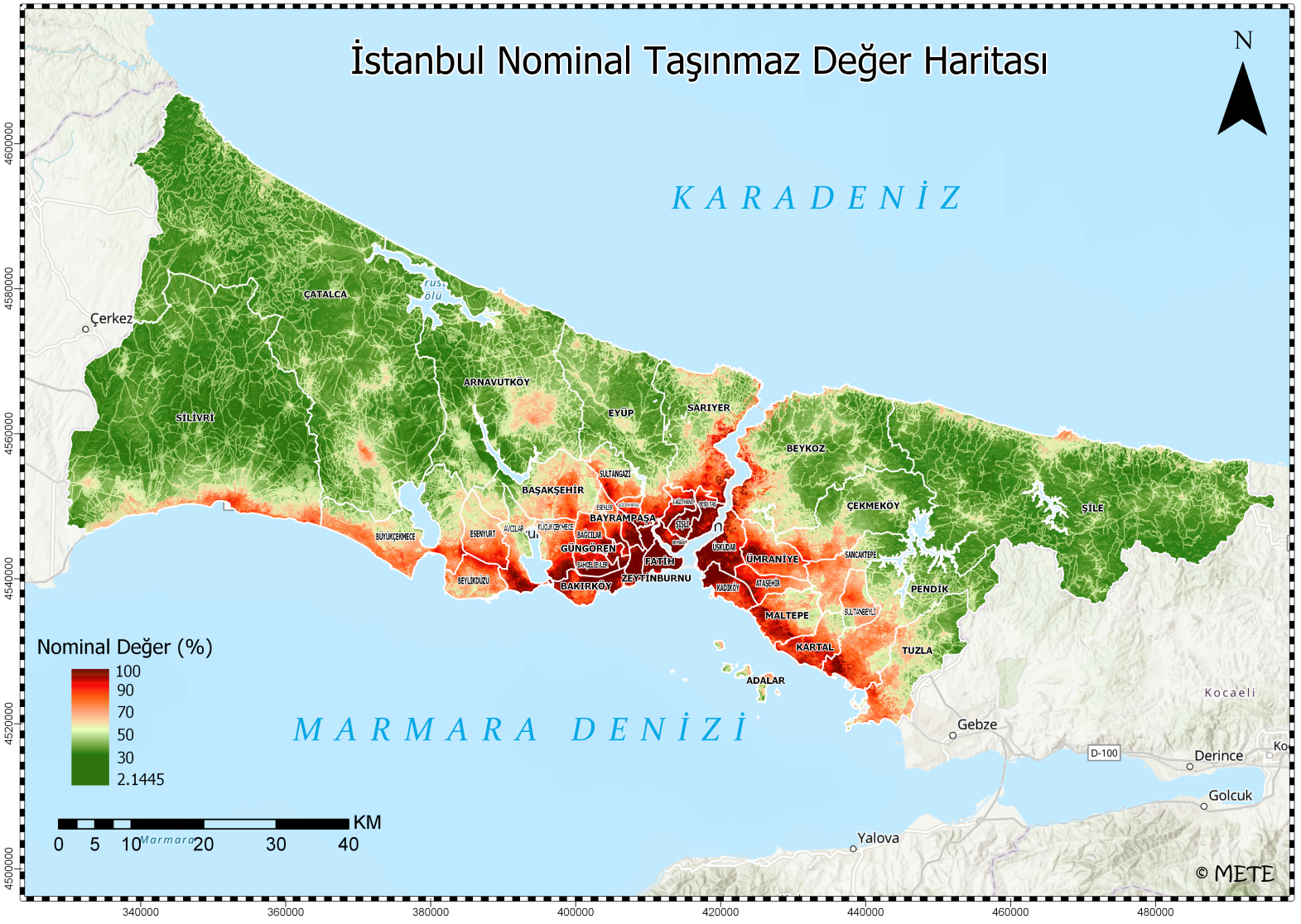
2.7.1 Raster tabanlı nominal değer haritasının üretilmesi

Oluşturulan nominal taşınmaz değerleme modeli kullanılarak çalışma bölgesi İstanbul'da 10 metre piksel boyutunda değer haritasının üretilmesi amacıyla çalışma bölgesine ait veriler, piksel boyutu gibi parametreler seçilerek model çalıştırıldı.



Şekil 2.20 : Gaziosmanpaşa ilçesinde birim m^2 bazında nominal değerlerin çözünürlüğe göre değişimleri.

Yaklaşık iki saat süren 53 analiz ve işlem sonucunda 10 metre çözünürlüklü raster tabanlı İstanbul nominal taşınmaz değer haritası üretildi. Üretilen değer haritasında değerler yüzde olarak ifade edilmektedir. Buna göre haritada en yüksek değer %100, en düşük değer ise %2.1445 olarak hesaplanmıştır. Şekil (2.21)'de üretilen İstanbul nominal taşınmaz değer haritası gösterilmektedir. Avrupa yakasında Beşiktaş, Beyoğlu, Fatih ve Şişli ilçeleri, Anadolu yakasında ise Kadıköy, Üsküdar ve Maltepe ilçeleri yüksek değerleriyle göze çarpmaktadır.



Şekil 2.21 : İstanbul İli Nominal Taşınmaz Değer Haritası

2.7.2 Nominal değer haritası kullanılarak parsel değerlerinin hesaplanması

Piksel tabanlı "nominal taşınmaz değer haritası" üretildikten sonra parsellerin nominal değerlerini hesaplamak için üç yaklaşım geliştirildi.

2.7.2.1 Alansal kesiştirme yaklaşımı

Piksel tabanlı nominal taşınmaz değer haritası raster formatından vektör formatına çevrilerek nominal değerleri içeren bir vektörel piksel gridi oluşturulur. Oluşturulan vektörel değer haritası katmanı ile parsel katmanı bindirme (overlay) analizi ile kesiştirilir (intersection). Piksellerin kesiştiği parsellerin alanları ile ilgili piksellerin değerlerinin çarpımları hesaplanarak her bir parselin toplam nominal değeri net olarak elde edilmektedir. Son olarak kesişim vektörü ile parsel katmanı arasında konumsal birleştirme (spatial join) analizi yapılarak parsellerin içerisinde kalan tüm nominal değerler toplanıp parsel katmanına öznitelik olarak eklenmektedir. Böylelikle nominal değer piksellerinin isabet ettiği parseller içerisindeki her bir poligonu ayrı ayrı hesaplamak mümkün olmaktadır. Sonuç olarak bir parsele isabet eden tüm piksellerin kapladığı alan kadar nominal değere etki etmesi sağlanmaktadır. Bu yöntem ile bir pikselin çok küçük bir kısmı dahi parsel içinde yer alıyor ise, bu piksel değeri de hesaplamaya dahil edilir.

Alansal kesiştirme yaklaşımı ile nominal değer haritasından arsa değerlerinin en hassas ve doğru şekilde hesaplanması mümkün olmaktadır. Ancak vektör formatında yapılan işlemlerde veri boyutu oldukça artmaktadır. Ayrıca konumsal analizler oldukça uzun sürmektedir. Geniş alanlarda bu yöntemin kullanılabilmesi için iyi bir bilgisayar donanımına ihtiyaç duyulmaktadır.

2.7.2.2 Ortalama değer yaklaşımı

Bu yaklaşım da raster formatındaki nominal taşınmaz değer haritası vektör formatına çevrilerek piksellerden vektörel poligon gridleri oluşturulur. Nominal değerlerin parsel katmanına öznitelik olarak eklenmesi için vektörel değer katmanı ile parsel verisi konumsal birleştirme (spatial join) analizi ile ortalama değerler (mean value) ilgili parsellere yazdırılır. Son olarak parsellerin alanları ile ortalama değerlerinin çarpımıyla arsa değeri hesaplanmış olur.

Ortalama değer yaklaşımı, yapılan işlemler bakımından alansal kesiştirme yaklaşımına benzemektedir. Fakat ortalama değer yaklaşımında parseller içerisindeki piksel alanlarının tek tek hesabı yapılmaz, parsele isabet eden piksellerin ortalama değeri ile parsel alanı çarpılarak arsa değeri hesaplanır. Bu yöntemde de vektör katmanı ile analizler yapıldığından performans sorunu bulunmaktadır. Alansal kesiştirme yaklaşımına göre bir adım daha hızlı sonuca götürmesine rağmen piksel değerlerinin kapladığı alanlardan bağımsız ortalama değerleriyle hesap yapıldığı için hassasiyeti daha düşüktür.

2.7.2.3 Bölgesel istatistik yaklaşımı

Bölgesel istatistik yaklaşımında raster formatındaki nominal değer haritasının piksel değerlerinin bölgesel istatistikleri (zonal statistics) parsel poligon bölgeleri (zone) ile hesaplanmaktadır. Her bir parsele isabet eden piksellerin ortalama değeri (mean value) parsel katmanın öznitelik tablosuna yazdırılır. Son olarak hesaplanan ortalama nominal değerler ile parsel alanları çarpılarak arsa değerleri hesaplanmaktadır.

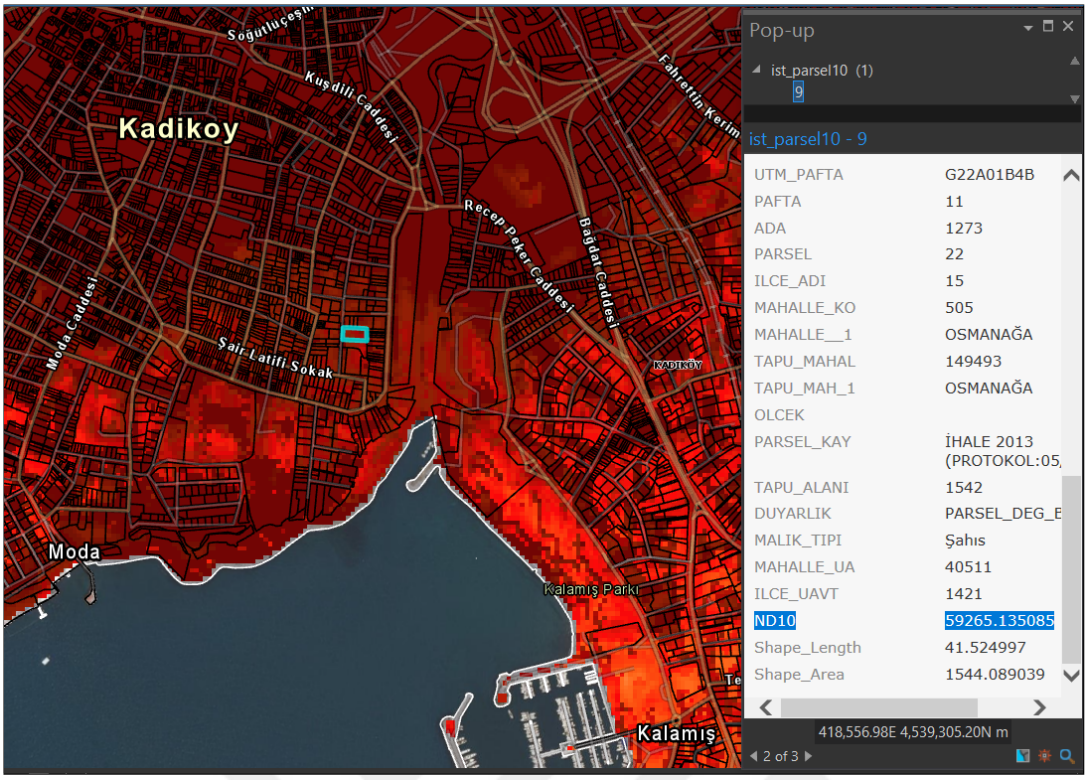
Bu yaklaşım ile sadece raster veri kullanılarak değer hesaplandığı için işlemler oldukça hızlı yapılmaktadır. Herhangi bir dönüştürme işlemi (raster-vektör) yapılmadan, tek işlem ile nominal değerler parsel katmanına yazdırılmaktadır.

Üç yöntem arasında en hassas hesaplama yöntemi olan alansal kesiştirme yaklaşımı kullanılarak raster formatındaki nominal değer haritasındaki piksel değerleri parsellere öznitelik olarak eklenmiştir. Böylece İstanbul ilindeki parsellerde sorgulama yapılarak nominal değer bilgisine kolaylıkla ulaşılması mümkün hale gelmiştir (Şekil 2.22).

2.7.3 Nominal değerlerin rayiç değerler kullanılarak istatistiksel analizi

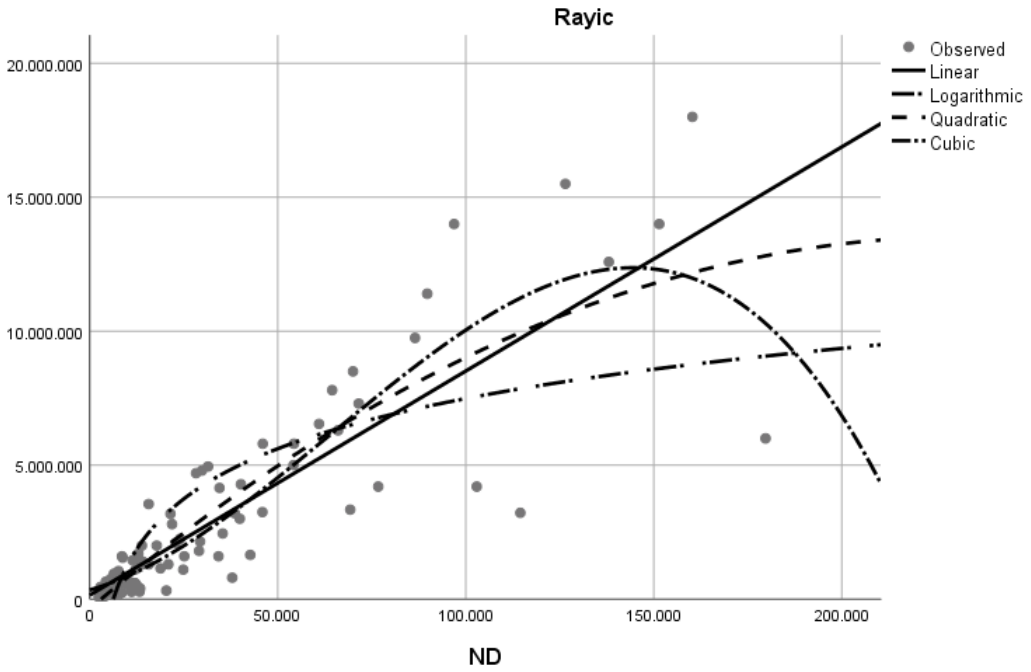
Üretilen nominal taşınmaz değer haritasının doğruluğunun test edilmesi amacıyla İstanbul'un Anadolu ve Avrupa bölgelerinde bulunan 128 taşınmazın rayiç değerleri kullanılarak çeşitli istatistik testler yapılmıştır.

Rayiç değerler ve nominal değerler, istatistiki anlamda bağımlı (paired) verilerdir. Bu iki veri arasında bir uyuşum 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



Şekil 2.22 : Nominal değerlerin parsellere öznitelik bilgisi olarak eklenmesi.

olarak da nominal değerler kullanılmıştır. Şekil (2.23)'de rayiç değerler ve nominal değerler kullanılarak elde edilen regresyon eğrileri görülmektedir.



Şekil 2.23 : Nominal ve rayiç değerler kullanılarak oluşturulan regresyon eğrileri.

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 uyuşumlu bir modelden bahsedebilmek için ≥ 0.1 olması gerektiğini belirtmiştir. Cohen (1988) R^2 değerini 0,26 (güçlü); 0,13 (orta); 0,02 (zayıf), Chin (1998) R^2 değerini 0,67 (güçlü); 0,33 (orta); 0,19 (zayıf), Hair vd. (2011) ise R^2 değerini 0,75 (güçlü); 0,50 (orta); 0,25 (zayıf) olarak derecelendirmiştir.

Öte yandan bire yakın R^2 değeri, kurulan modelin her zaman uyumlu olduğu anlamına gelmez. R^2 değeri küçük olup da uyumlu modellerin varlığından da söz edilebilir. Sağlıklı bir istatistiki yorum için düzeltilmiş R^2 değeri ve standart hata değerlerine bakılması uygun olacaktır [63].

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 değerin kübik denklemde elde edilmesi dolayısıyla rayiç değerlerin testinde bu denklem kullanılmıştır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen kübik denklem aşağıda verilmiştir (2.1):

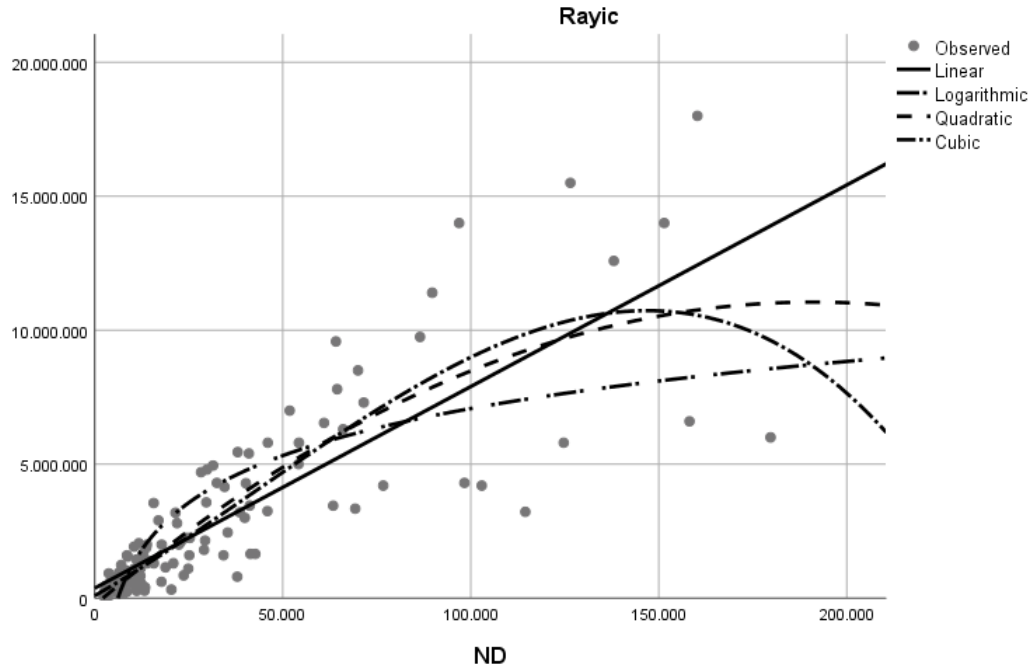
$$\text{Rayic} = 341432,0618 + 40,60847 \times \text{ND} + 0,00117 \times ND^2 - (6 \times 10^{-9}) \times ND^3 \quad (2.1)$$

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. Test sonucunda rayiç değerler için önem düzeyi p<0.05 ($p = 4 \times 10^{-14}$), çarpıklık (skewness) değeri 2,253 (SH = 0,214), basıklık (kurtosis) değeri 5,570 (SH = 0,425) olarak hesaplanmıştır. Nominal değerler için önem düzeyi p<0.05 ($p = 3 \times 10^{-14}$), çarpıklık (skewness) değeri 2,057 (SH = 0,214), basıklık (kurtosis) 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 +1 aralığında) olması gerekmektedir. Hem nominal hem de rayiç değerlerin bu değerlere göre normal dağılım göstermediği

anlaşılmaktadır. Histogram gösterimleri ve normal Q-Q çizimlerinden de nominal ve rayiç değerlerin normal dağılım göstermedikleri görülebilmektedir.

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 H0 kabul edilir. H0 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 (2.24)'de tüm parseller kullanılarak elde edilen regresyon eğrileri görülmektedir.



Şekil 2.24 : Nominal ve rayiç değerler kullanılarak oluşturulan regresyon eğrileri.

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. Regresyon analizi sonucunda elde edilen kübik regresyon denklemi aşağıda verilmiştir (2.2):

$$\text{Rayic} = 91758,43137 + 80,3316 \times \text{ND} + 0,000385 \times ND^2 - (3 \times 10^{-9}) \times ND^3 \quad (2.2)$$

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 H0 kabul edilir.

2.8 Nominal Taşınmaz Değer Haritasının 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. Raster tabanlı üretilen nominal taşınmaz değer haritasının kullanıcılara sunulması amacıyla bulut bilişim sistemi üzerinde açık kaynak kodlu bir sunucu yazılımı kullanılarak WMTS formatında web servisi yapıldı. Paylaşılan verinin web ortamında görüntülenmesi amacıyla açık kaynak kodlu JavaScript kütüphanesi ile web haritası tasarlandı.

2.8.1 Bulut bilişim teknolojisi ile sunucu kurulumu

Bulut bilişim teknolojisi kullanılarak oluşturulan sunucuda coğrafi verilerin depolanması ve web servisinin yapılması sağlanmıştır. Bu kapsamda Amazon Web Servisleri (AWS) kullanılarak bir sanal sunucu oluşturulmuş ve bu sunucuya erişim için bir IP adresi atanmıştır. Sunucunun güvenlik grubu protokolleri tanımlanarak dosya paylaşım ve görüntüleme izinleri için erişim kuralları ayarlanmıştır. Güvenli uzak masaüstü bağlantısı oluşturularak sunucuya gerekli dosyalar yüklenmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2.8.2 Açık kaynak kodlu coğrafi veri servisi yazılımı kurulumu

Gerekli sistemlerin hazırlanması sonrasında, coğrafi verilerin web servisi için sunucuya açık kaynak kodlu GeoServer yazılımı kurulmuştur. Java tabanlı bir yazılım olan GeoServer, kullanıcıların mekansal verileri görüntülemesine ve düzenlemesine imkan tanımaktadır. Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından oluşturulan

standartları destekleyerek web haritası oluşturma ve veri paylaşımı konusunda kullanıcılara önemli bir esneklik sağlamaktadır.

AWS üzerindeki sanal sürücüye kurulan GeoServer yazılımında gerekli erişim izinleri ayarlanarak internet üzerinden erişilip coğrafi verilerin yönetilmesi ve web servisinin sağlanması mümkün kılınmıştır.

2.8.3 Nominal taşınmaz değer haritası raster tile dosyasının oluşturulması

Raster formatında üretilen nominal taşınmaz değer haritasının web servisi amacıyla GeoServer yazılımı kullanılarak verinin WMTS standardında paylaşılması sağlanmıştır. Bu kapsamda raster değer haritası, 256 * 256 piksel boyutunda karelere bölünerek farklı yakınlaşma seviyelerinde önbellekleme (caching) işlemine tabi tutulmuştur. Bu sayede her bir sorguda gereksiz işlem ve gecikmelerin önüne geçilmektedir. İstemciler tarafından yapılan yeni bir veri talebi geri çevrilerek daha önceden oluşturulmuş (render) kareleme (tile) verisini istemciye sunmaktadır. İstendiği takdirde belirli periyotlarda önbellekleme işlemi yenilenerek verinin güncel bir şekilde kullanıcıya sunulması sağlanabilmektedir.

2.8.4 WMTS veri standardı ile değer haritasının servisi

WMTS bir OpenGIS web harita servis standardıdır. Web servisi kapsamında raster formatındaki coğrafi verilerin basit bir HTTP arayüzü üzerinden çağırılmasıyla JPEG, PNG vb. formatlarda istemciye yanıt verilmesi sağlanmaktadır. Böylece internet tarayıcısı ya da bir CBS yazılımı ile servis yapılan veri görüntülenebilmektedir.

Önbellekleme işlemi tamamlanan nominal taşınmaz değer haritası GeoServer yazılımı kullanılarak 'http://54.226.17.240/geoserver/nd/wms' adresinden WMS ve WMTS standardında yayınlanmaya hazır hale getirilmiştir. İlgili web servisi linki kullanılarak masaüstü CBS yazılımları (ArcGIS, QGIS, NETCAD vb.) ya da JavaScript web harita kütüphaneleri (Leaflet, OpenLayers vb.) üzerinden veriye erişilebilmektedir.

2.8.5 Açık kaynak kodlu javascript kütüphanesi ile web haritası tasarımı

Değer haritasının kullanıcılarla paylaşılması amacıyla açık kaynak kodlu JavaScript kütüphanesi Leaflet ile web haritası tasarlanmıştır. Geliştirilebilir yapısı, hızlı ve modern arayüzü ile Leaflet JavaScript kütüphanesi, web haritalarının internet

ortamında kullanıcılara sunulması amacıyla kullanımda yaygınlaşmaktadır. Açık kaynak kodlu olması ve kendi web sayfası üzerinden paylaşılan ayrıntılı döküman ve örnek eklenti kodları bulunması gibi avantajları bulunan Leaflet web harita kütüphanesi kullanıcılarına önemli bir kullanım kolaylığı sunmaktadır.

Bir Web CBS örneği olan bu uygulama ile kullanıcıların internet tarayıcısı kullanarak web üzerinden servis edilen değer haritasına online olarak erişmeleri ve İstanbul nominal taşınmaz değer haritası üzerinde sorgulamalar gerçekleştirerek piksel ya da parsel bazında arsa değerlerini elde etmeleri amaçlanmıştır.

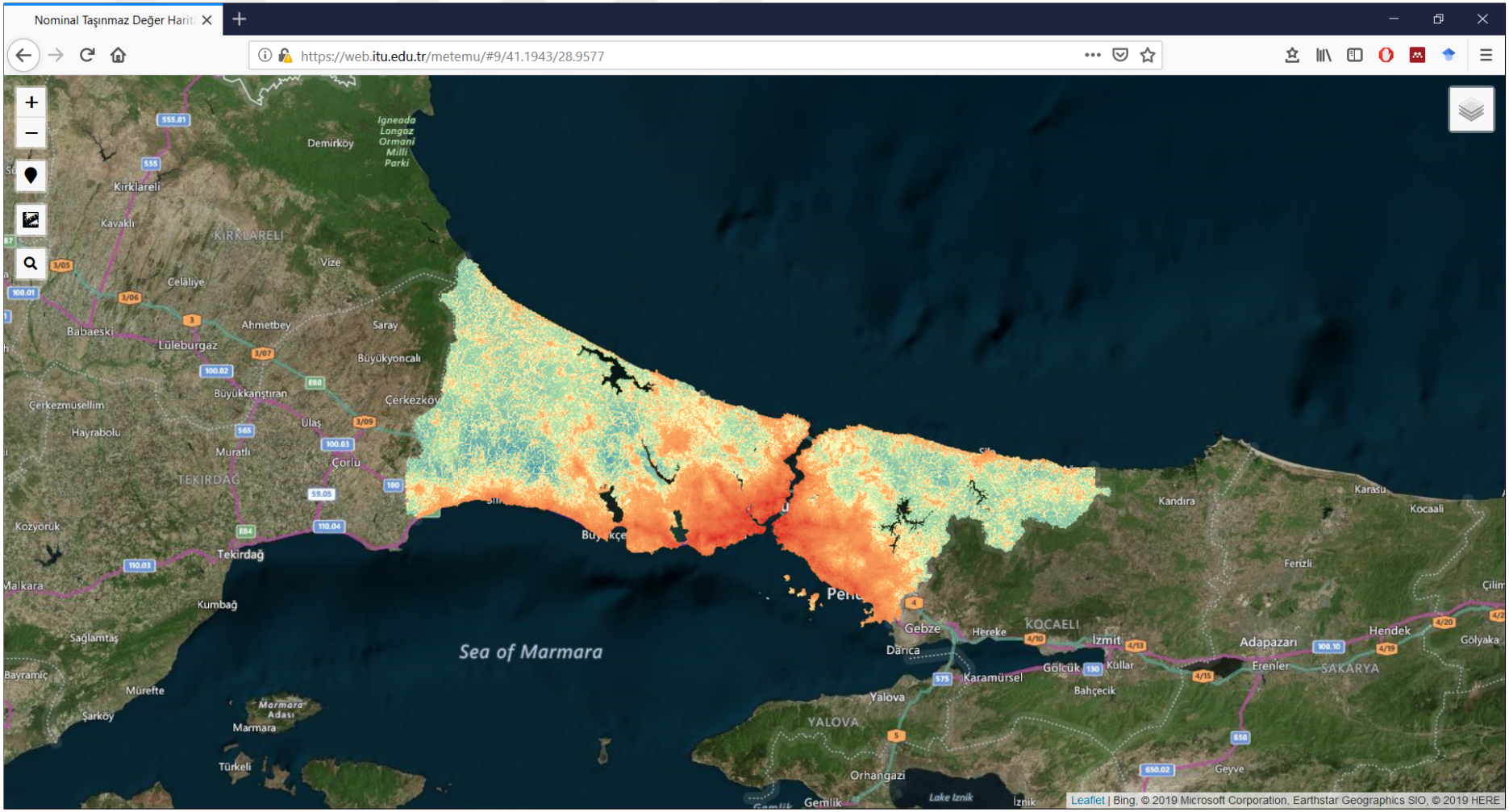
Leaflet ile tasarlanan web sayfasında kullanıcıların Bing Map Uydu, Bing Map Yol, Open Street Map gibi harita servislerini değer haritasına altlık olarak kullanmaları sağlanmıştır. Sayfa üzerinde sağ menüde bulunan katman listesi ile veri katmanları yönetilebilmektedir. Ayrıca web sayfasında harita üzerinden öznitelik bilgilerinin sorgulanması, cetvel, yakınlaşma aracı gibi fonksiyonlar bulunmaktadır.

Leaflet kütüphanesi kullanılarak coğrafi verilerin görselleştirilmesi oldukça kolay ve işlevselsdir. Vektör formatındaki veriler GeoJSON ya da vector tile, WFS servisi ile, raster formatındaki veriler ise TIFF, PNG, JPG ya da raster tile, WMS/WMTS/WCS servisleri ile kullanıcılara web sayfası üzerinden sunulabilmektedir.

AWS bulut sanal sürücüsü üzerinden GeoServer uygulaması ile web servisi yapılan nominal taşınmaz değer haritasının kodları web sayfasına HTML diliyle yazılarak web servisinin görüntülenmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda HTML dosyasının ana bölümüne (body) aşağıdaki kod betiği eklenmiştir.

```
var nominal = L.tileLayer.wms
('http://54.226.17.240/geoserver/nd/wms?',
{layers: 'nd:istanbul_nd', tiled: true,
format: 'image/png', transparent: true,
maxZoom: 19, minZoom: 0,
continuousWorld: true
}).addTo(map);
```

Gerekli kodlama ve tasarımlar sonucunda Şekil (2.25)'da görüldüğü gibi İstanbul nominal taşınmaz değer haritası tasarlanarak 'https://web.itu.edu.tr/metemu' adresi üzerinden yayımlanmıştır.



Şekil 2.25 : İstanbul nominal taşınmaz değer haritasının web üzerinden paylaşılması.

3. BULGULAR

CBS ile nominal taşınmaz değerlemesi kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

– Toplu değerleme yöntemlerinden biri olan nominal değerleme yöntemi, geniş alanlarda topyekün değerleme imkanı sunmaktadır. CBS yazılımları ile tüm analiz ve işlemler kısa sürede kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Değeri etkileyen dışsal faktörlerin bir çoğu konuma bağlıdır. Mekansal ve mekansal olmayan verilerin depolanması, analizi, sonuç ürününün ortaya konması ve kullanıcılarla paylaşılmasına kadar olan tüm süreçlerin etkin bir şekilde yürütülmesinde CBS yazılımları büyük bir rol oynamaktadır.

– Değerleme çalışmalarında kullanılan verilerin kalitesi, doğruluğu ve güncelliği, değerleme sonucunu doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple ilk adımda taşınmaz değerleme veri tabanının oluşturulması ve güncel tutulması oldukça önemlidir.

– Oluşturulan nominal taşınmaz değerleme modeli ile istenilen bölgede çalışma alanına ait veri ve ağırlıklar girilerek değer haritası üretilmesi mümkündür.

– Değerleme modeli ile değer haritasının üretilmesinde analiz süresi, piksel boyutunun seçimi (çözünürlük), kriter sayısı, çalışma alanının büyüklüğü, kullanılan donanım gibi etmenlere bağlı olarak değişmektedir. İstanbul çalışma alanı için 25 kriter ile 10 metre çözünürlüklü üretilen değer haritası yaklaşık iki saat süren analizler sonucu elde edilmiştir.

– Ülkemizde ve dünyada taşınmaz değerleri hızlı bir değişime uğramaktadır. Piyasa koşulları, gelişen ve değişen şehirler, arz-talep dengesi gibi bileşenlere bağlı olarak taşınmaz değerlerinde değişimler söz konusu olmaktadır. Tüm etkilerin değerleme uygulamasına yansıtılması için dinamik bir modele ihtiyaç bulunmaktadır.

– Nominal değerleme çalışması kapsamında üretilecek değer haritasının çözünürlüğü parsel bazında irdelendiğinde; çözünürlüğün parsel değerlerini doğrudan etkilediği, on metre çözünürlüğe kadar üretilen değer haritaları ile parsel değerlerinin yüksek

doğrulukla belirlenebildiği, elli metreye kadar üretilen değer haritalarının kabul edilebilir hata sınır değeri içerisinde olduğu, yüz metre çözünürlüklü üretilen değer haritalarının parseller arasındaki değer değişimini yansıtmakta yetersiz kaldığı görülmüştür.

– Üretilen değer haritası kullanılarak parsellerin değerinin hesaplanmasında; bindirme (overlay) analizi ile piksellerin parsellerle kesiştiği küçük alanların değerlerinin hesaplanarak bulunması en ideal yöntemdir. Ayrıca raster tabanlı değer haritasındaki değerlerin bölgesel istatistik yöntemiyle parsel katmanına yazdırılması yöntemi de arsa değerinin hesaplanmasında kullanılabilir. İdeal durumda değer haritası vektör formatına çevrildiği için işlem uzun sürmektedir. Bölgesel istatistik yönteminde ise raster formatında işlem yapılarak hızlı ve kolay bir şekilde arsa değerleri parsellere yazdırılabilmektedir.

– Nominal değerlerden rayiç değerlere geçiş bir katsayı yardımıyla kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Değer haritasının üretimi için rayiç değerlere ihtiyaç bulunmamaktadır. İstenildiği takdirde taşınmaz değerleri güncel piyasa değerlerine endekslenebilmektedir.

– Nominal taşınmaz değer haritasının kullanıcılarla web servisi aracılığıyla paylaşılması ve masaüstü CBS yazılımları veya Web CBS uygulamaları ile veriye erişebilmeleri mümkündür. Böylece kullanıcıların güncel taşınmaz değerlerine internet aracılığıyla her zaman ulaşabilmesi, çeşitli sorgulamalar gerçekleştirebilmesi mümkün kılınmıştır.

– Nominal taşınmaz değer haritasının kullanıcılarla paylaşılması kapsamında bulut bilişim sistemi kullanılarak Web CBS uygulaması geliştirilmiştir. Kullanılan sanal sunucunun donanım özelliklerine bağlı olarak veri servis performansı değişmektedir. Çalışma kapsamında tek işlemcili, 1 GB hafızaya sahip AWS t2 micro sanal sürücüsü kullanılmış, raster tabanlı değer haritasının servisi için açık kaynak kodlu sunucu yazılımı GeoServer kullanılmış, web haritasının internet sayfası üzerinden görüntülenmesi için açık kaynak kodlu JavaScript kütüphanesi Leaflet kullanılmıştır. Bu kapsamda bir çalışma için kullanılan donanım ve yazılımlar performans açısından yeterli bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Taşınmazların değerlendirilmesi birçok ekonomik faaliyette karşımıza çıkan kıymet takdir işlemidir. Klasik yöntemlerin aksine, toplu değerleme faaliyetleri zaman, maliyet ve taşınmazlar arasındaki değer dağılımlarının belirlenmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Stokastik yöntemlerden olan nominal değerleme yöntemi de bilgisayar yardımıyla taşınmazların değerlerini bilimsel yöntemlerle objektif olarak tespit etmeyi sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında taşınmaz değerlerini etkileyen kriterler belirlenerek ağırlık hesabı için ÇKKV yöntemlerinden BWM kullanılmıştır. BWM yöntemine göre kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak ağırlıklar 0.024 tutarlılık oranı ile belirlenmiştir.

CBS kullanılarak değer haritasının belirlenen kriter ve parametrelere bağlı olarak üretilmesi amacıyla nominal taşınmaz değerleme modeli oluşturulmuştur. Değerleme modelinde yakınlık, görünürlük, yüzey analizleri kullanılarak kriterlerin raster tabanlı haritaları üretildikten sonra piksellerin ağırlıklı toplamı ile nominal değerler hesaplanmıştır.

Piksel boyutu değişiminin değerlemeye etkisinin araştırılması kapsamında İstanbul'un Beyoğlu ve Gaziosmanpaşa ilçelerinde değerleme modeli kullanılarak 1, 10, 50 ve 100 metre çözünürlüklü değer haritaları üretilmiştir. 1 metre çözünürlüklü değer haritası referans alınarak yapılan değerlendirmeler sonucunda; 10 metre çözünürlüklü değer haritasının 1 metre çözünürlüklü değer haritası ile çok yakın değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Uygulamada karşılaştırma yöntemiyle taşınmaz değerlemede ortalama değerin emsal değerlerden sapması $\pm\%15$ olarak kabul edilir. Çözünürlük farklarının değere etkisinin irdelenmesinde de bu yaklaşım gözetilerek her iki ilçede de tüm parseller için bağıl hata ve standart sapma değerleri hesaplandı. Bu istatistiklere göre 10 metre ve 50 metre çözünürlüklü değerlerin $\pm\%15$'lik sınır değeri içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Buna göre il ve ilçe düzeyinde 1 metre çözünürlük yerine 10 metre çözünürlüklü nominal değer haritası üretilip kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca bölgesel ve ulusal bazlı daha büyük alanlar için CBS ile taşınmaz değer haritası üretilirken 50 metre çözünürlüğe kadar veriler kullanarak çok daha hızlı analizler yapılıp kolayca değer haritası üretilebilecektir. Öte yandan 100 metre çözünürlüklü değerlerin 1 metre çözünürlüklü taşınmaz değerlerine kıyasla ortalama mutlak bağıl hatası ve standart sapması yüksek çıktığından dolayı istenilen doğrulukta değer haritası üretmek anlamlı olmamaktadır.

Her iki ilçede seçilen sokaklarda çözünürlük değişimine bağlı metrekare birim nominal değerlerin grafiklerinde 1 metre ve 10 metre çözünürlüklü değerlerin benzer formda olduğu görülmektedir. Bu durum göz önüne alınarak daha geniş çalışma alanları için 1 metre çözünürlüklü değer haritası yerine 10 metre çözünürlüklü değer haritası üretilerek oldukça yakın değerlerin elde edilebileceği görülmüştür.

Sokak bazında ilgili belediyeler tarafından belirlenen asgari ölçüde arsa ve arazi metrekare birim değerlerinden hesaplanan toplam arsa değeri ile nominal değerlerden hesaplanan toplam arsa değerlerinin farkları hesaplanarak bir sokaktaki her parselin aynı değere sahip olmadığı görülmüştür. Bu yaklaşımla sokak düzeyinde eksik hesaplanan değerler ortaya konmuştur. Örneğin; Beyoğlu İlçesi, Cihangir Mahallesi Pürtelaş Sokak'ta bulunan 30 parselin iki hesap yöntemine göre arsa değerleri farkı 1.487.314 TL'dir. Bu fark değeri sokakta bulunan parsel sayısına göre değişmektedir. Sonuç olarak bir sokakta bulunan parsellerin hepsinin değerini eşit kabul etmek, emlak vergisi, harç, alım-satım, imar uygulamaları gibi işlemlerde önemli gelir kayıplarına yol açmaktadır.

Çalışma alanı İstanbul ilinde 10 metre çözünürlüklü, 25 kritere sahip raster tabanlı taşınmaz değer haritası model parametreleri ayarlanarak üretilmiştir. Piksel değerleri ile ifade edilen değerlerin parsellere öznitelik olarak eklenmesi sağlanarak parsel bazında nominal değerler elde edilmiştir. Bu işlem için ideal değer hesap yaklaşımı kullanılarak değer haritası vektör formatına çevrilmiş, parsel katmanıyla bindirme analizine tabi tutulmuştur. Böylelikle parsele karşılık gelen en küçük piksel alanı dahi alanı oranında hesaba katılarak değerin doğru bir şekilde bulunması sağlanmıştır.

Parsel bazında nominal değerler elde edildikten sonra yapılan nominal değerleme 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 değerleme modelinin tutarlı olduğu görülmüştür.

Üretilen nominal taşınmaz değer haritasının kullanıcılarla paylaşılması amacıyla bulut bilişim teknolojisi kullanılarak sanal sunucu kurulmuş, sunucu üzerinden değer haritasının WMTS standardı ile web servisi yapılmıştır. Web servisinin internet sayfası üzerinden görüntülendiği web haritasının oluşturulması için açık kaynak kodlu JavaScript kütüphanesi kullanılmış, değer haritası web sayfası üzerinden yayımlanmıştır. Böylece kullanıcıların değer haritasını görüntülemeleri, çeşitli sorgulamalarla güncel taşınmaz değerlerine ulaşmaları sağlanmıştır.

Çalışma sonuçları ve ülkemizdeki mevcut durumlar da göz önüne alınarak, taşınmaz değerleme uygulamaları kapsamındaki öneriler aşağıda sıralanmıştır:

– Taşınmaz değerleme çalışmaları kapsamında standartlara uygun yapıda verileri içeren Konumsal Veri Altyapısı (KVA) kurulmalı ve ilgili kamu kurum ve kuruluşlarla veri protokolleri kapsamında paylaşılarak değerleme çalışmalarının bilimsel yöntemlerle objektif, doğru ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlanmalıdır.

– Taşınmaz değer haritalarının üretimi için gerekli verilerin ilgili kurum ve kuruluşlardan web servisi ile alınarak toplu değerleme çalışmalarının gerçekleştirildiği bir yapı kurulmalıdır. Böylelikle bu iş için ayrıca veri üretmek ve güncellemek gibi zaman ve maliyet kaybına yol açacak durumların önüne geçilerek güncel verilerle değer haritalarının üretilmesi sağlanabilecektir.

– Oluşturulacak taşınmaz değerleme modeli ile dinamik bir şekilde değer haritaları ve değer indeksleri üretilerek internet ortamında paylaşılmalıdır. Bu sayede değerleme ile ilgili çalışmalarda güncel değerlere tüm paydaşlar tarafından anında erişilebilen şeffaf bir yapı hazırlanmış olacaktır.

– Mevcut emlak vergisi sisteminde sokak bazında asgari ölçüde vergi oranları, aynı sokakta bulunan taşınmazlar arasındaki değer farklarını yansıtmamaktadır. Emlak vergilerinin adil bir şekilde toplanabilmesi için vergilerin gerçek değer üzerinden alınması sağlanmalıdır. Bu kapsamda yüksek çözünürlükle üretilecek değer

haritaları ile taşınmazlar arasındaki değer dağılımlarına bağlı olarak emlak vergisinin hesaplanması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

[1] **Fu, P. ve Sun, J.** (2010). *Web GIS: principles and applications*, Esri Press.

[2] **Yomralıoğlu, T.**, **Nişancı, R. ve Uzun, B.** (2007). Raster Tabanlı Nominal Değerleme Yöntemine Dayalı Arsa-Arazi Düzenlemesi Uygulaması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11, *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 2–6.

[3] **ESRI**, (2018), Tool References, alındığı tarih: 27.04.2019.

[4] **Nişancı, R.** (2005). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Nominal Değerleme Yöntemine Dayalı Piksel Tabanlı Kentsel Taşınmaz Değer Haritalarının Üretilmesi, *Doktora Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[5] **Malczewski, J.** (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*, John Wiley & Sons.

[6] **HKMO ve TKGM** (2012). Arazi Yönetiminde Taşınmaz Değerleme ve Kadastro Sempozyumu, **Teknik Rapor**, Haritra ve Kadastro Mühendisleri Odası, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/2f5bb2d5ad23ded{_}ek.pdf.

[7] **TDUB**, (2018), 100 Günlük İcraat Programı Kapsamında Taşınmaz Değerleme Sistemi İle İlgili Olarak 4 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılması Hakkındaki Taslağa İlişkin Görüşlerimiz, http://www.tdub.org.tr/Web/MyContentDetails.aspx?MyContentID=2603&UID=f948cee4-8bcf-48bf-8357-998cc3b68a2a, alındığı tarih: 24.02.2019.

[8] **Yomralıoğlu, T.**, **Nişancı, R.**, **Çete, M. ve Candaş, E.** (2011). Dünya'da ve Türkiye'de Taşınmaz Değerlemesi, *II. Arazi Yönetimi Çalıştayı, İTÜ, İstanbul*.

[9] **Açlar, A. ve Çağdaş, V.** (2002). Taşınmaz (gayrimenkul) değerlemesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara*.

[10] **Institute, A.** (2013). *The Appraisal of Real Estate*, Appraisal Institute.

[11] **Yomralıoğlu, T. ve Nişancı, R.** (2006). Türkiye'de Harita Mühendisliğinin Taşınmaz Değerlemesindeki Yeri ve Rolü, *HKMO Taşınmaz Değerleme Raporu, Trabzon*.

[12] **Utkucu, T.** (2007). Gayrimenkul değerlemesinin önemi ve gayrimenkul değerini oluşturan unsurlar, *Vergi Dünyası Dergisi*, *26*(305).

[13] **Yomralioglu, 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.

[14] **Pagourtzi, E.**, **Assimakopoulos, V.**, **Hatzichristos, T. ve French, N.** (2003). Real estate appraisal: a review of valuation methods, *Journal of Property Investment & Finance*, *21*(4), 383–401.

[15] **Zeng, T.Q. ve Zhou, Q.** (2001). Optimal spatial decision making using GIS: a prototype of a real estate geographical information system (REGIS), *International Journal of Geographical Information Science*, *15*(4), 307–321.

[16] **Wyatt, P.** (1996). Using a geographical information system for property valuation, *Journal of Property Valuation and Investment*, *14*(1), 67–79.

[17] **Deveci, E. ve Yılmaz, b.** (2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşınmaz Mal Değerlemesi: Afyonkarahisar İl Merkezi Örneği, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *1*(1), 33–47.

[18] **Bostancı, B.**, **İnan, H..**, **Çete, M.**, **Geymen, A. ve Erdem, N.** (2012). UML Tabanlı Taşınmaz Değerleme Modeli Tasarımı: Konut Değerleme Örneği, *II. Arazi Yönetimi Çalıştayı, İTÜ, İstanbul, Türkiye*.

[19] **Çağdaş, V.** (2007). Türkiye İçin Bir Emlak Vergi Sistemi Tasarım Modeli Önerisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul*.

[20] **Değirmenciler, E.** (2008). Kentsel Gelişim Sürecinde Türkiye'de Gayrimenkul Değerleme Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli*.

[21] **Demir, H.** (2006). Kadastronun Mali Boyutu (Bileşeni), *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Kadastro Kongresi, Ankara, Türkiye*.

[22] **Erdem, N.** (2018). Türkiye Taşınmaz Değerleme Sisteminin Yeniden Yapılandırılmasına Yöenlik Bilimsel Çalışma ve Öneriler Üzerine Bir Değerlendirme, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *7*(1), 159–170.

[23] **Uzer, E.** (2009). Türkiye İçin Taşınmaz Değerleme Kurumu Oluşturulmasına Yönelik Bir Model Önerisi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon*.

[24] **Yomralioglu, T.**, **Nisanci, R. ve Yildirim, V.** (2007). An implementation of nominal asset based land readjustment, *Proceedings of tne FIG Working week, Strategic Integration of Surveying Services*, 13–17.

[25] **Yomralioglu, T. ve Nisanci, R.** (2004). Nominal Asset Land Valuation Technique by GIS, *FIG Working Week*.

[26] **Yomralıoğlu, T.** (1997). Eşdeğer İlkesine Dayalı Arsa ve Arazi Düzenlemesi Modeli, *JEFOD Kentsel Alan Düzenlemelerinde İmar Planı Uygulama Teknikleri*, 139–152.

[27] **Burrough, P.A.** (1986). Principles of Geographical, *Information Systems for Land Resource Assessment. Clarendon Press, Oxford*.

[28] **Star, J. ve Estes, J.E.** (1990). *Geographic information systems: an introduction*, cilt303, Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ.

[29] **for Geographic Information (AGI), A.**, (1991), GIS Dictionary.

[30] **Clarke, K.** (1999). *Getting started with GIS*, Prentice-Hall Inc., NJ, United States.

[31] **Yomralıoğlu, T.** (2000). *Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar*, 6.Baskı, İBER Ofset, Trabzon.

[32] **Society, N.G.**, (2012), GIS (Geographic Information System), https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/, alındığı tarih: 27.04.2019.

[33] **ESRI**, (2018), What is GIS?, https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview, alındığı tarih: 27.04.2019.

[34] **Peng, Z.R.**, **Tsou, M.H.** *ve diğerleri* (2003). *Internet GIS: distributed geographic information services for the internet and wireless networks*, John Wiley & Sons.

[35] **Dangermond, J.**, (2018), The Emergence Of A Geospatial Cloud, https://www.forbes.com/sites/esri/2018/09/24/the-emergence-of-a-geospatial-cloud/#1583c2881025, alındığı tarih: 30.04.2019.

[36] **Malczewski, J. ve Rinner, C.** (2015). *Multicriteria decision analysis in geographic information science*, Springer.

[37] **Thill, J.C.** (1999). *Spatial multicriteria decision making and analysis: a geographic information sciences approach*, Ashgate Pub Ltd.

[38] **Malczewski, J.** (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, *International journal of geographical information science*, *20*(7), 703–726.

[39] **Chakhar, S. ve Mousseau, V.** (2008). GIS-based multicriteria spatial modeling generic framework, *International Journal of Geographical Information Science*, *22*(11-12), 1159–1196.

[40] **Jankowski, P.** (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods, *International journal of geographical information systems*, *9*(3), 251–273.

[41] **Drobne, S. ve Lisec, A.** (2009). Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging, *Informatica*, *33*(4).

[42] **Rezaei, J.** (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model, *Omega*, *64*, 126–130.

[43] **SPK**, (1999), Gayrimenkul Değerlemesi ve Türkiye'de Sermaye Piyasalarında Gayrimenkul Ekspertiz Şirketlerine Yönelik Düzenlemeler Yapılmasına İlişkin Öneriler, www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/470, alındığı tarih: 27.04.2019.

[44] **Muller, A.** (2000). Development of Danish valuation systems, *Presented at an OECD Seminar about Property Tax Reforms and Valuation*, cilt 19, s. 21.

[45] **Kathmann, R.M. ve Kuijper, M.**, (2006), How to evaluate valuation models?

[46] **UNECE**, (2002), The Report of Workshop on Mass Valuation Systems of Land (Real Estate) for Taxation Purposes, Committee on Human Settlements, United Nation Economic Commission for Europe, Geneva.

[47] **Seidel, C.** (2005). Transparency in the German real estate market-Results and problems, chances and new developments, *FIG Commission*, *9*.

[48] **Kertscher, D.** (2007). Base of transparency in markets of real estate in Germany: purchase price collection and the report of real estate, *The XXX FIG general assembly and working week*.

[49] **Çete, M.** (2008). Türkiye için bir arazi idare sistemi yaklaşımı, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[50] **Güngör, E.** (1999). *Gayrimenkul değerlemesi ve Türkiye'de sermaye piyasalarında gayrimenkul ekspertiz şirketlerine yönelik düzenlemeler yapılmasına ilişkin öneriler*, Sermaye Piyasası Kurulu.

[51] **IVSC**, (2017), Uluslararası Değerleme Standartları Konseyi, https://www.ivsc.org/files/file/view/id/812.

[52] **Messenger, R.**, (2010), Valuation at the Centre of EU Real Estate Policy, The European Group of Valuers Associations (TEGoVA), https://www.tegova.org/data/bin/a56efb6201caee_Message%20from%20the%20Chairman.%20EU%20Affairs.January%202010.pdf, alındığı tarih: 07.06.2010.

[53] **Dale, P.F. ve McLaughlin, J.D.** (1988). *Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries*, Clarendon Press Oxford.

[54] **Yomralıoğlu, T.**, (1995), Taşınmazların Değerlendirilmesi, Ders notları, KTÜ, Trabzon.

[55] **Yıldız, N.**, (1987), Kamulaştırma Tekniği, Yıldız Üniversitesi, İstanbul.

[56] **Yazıcı, K.** (1997). Özelleştirmede Değerleme Yöntemleri ve Değerleme Kriterleri, *DPT Yayını, YPKDGM, Ankara*.

[57] **Ertaş, M.** (2000). Kentsel alanlarda taşınmaz mal değerlemesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[58] **Arslan, R.** (1997). Arazi Kullanış Ekonomisi, *Yıldız Teknik Universitesi Yayını, Yayın No: YTU. MF. YK-97.0315, İstanbul*.

[59] **Yomralıoğlu, T.**, (2018), Taşınmaz Değerlemesi Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[60] **Bender, A.**, **Din, A.**, **Favarger, P.**, **Hoesli, M. ve Laakso, J.** (1997). An analysis of perceptions concerning the environmental quality of housing in Geneva, *Urban Studies*, *34*(3), 503–513.

[61] **Hurd, R.M.** (1924). *Principles of city and land values*, Ripol Classic.

[62] **İETT**, (2018), İstanbul'da Toplu Ulaşım, https://www.iett.istanbul/tr/main/pages/istanbulda-toplu-ulasim/95, alındığı tarih: 27.04.2019.

[63] **Nau, R.**, (2018), Statistical forecasting: notes on regression and time series analysis, https://people.duke.edu/~rnau/rsquared.htm, alındığı tarih: 27.04.2019.

[64] **Longley, P.A. ve Clarke, G.** (1995). *GIS for business and service planning*, John Wiley & Sons.

[65] **SPK**, (2001), Sermaye Piyasası Mevzuatı Çerçevesinde Gayrimenkul Değerleme Hizmeti Verecek Şirketler İle Bu Şirketlerin Kurulca Listeye Alınmalarına İlişkin Esaslar Hakkında Tebliğ, Seri: VIII, No: 35, Resmi Gazete, Sayı: 24491, http://mevzuat.spk.gov.tr/Onceki/MevzuatDosya.aspx?nid=1821&dt=2, alındığı tarih: 27.04.2019.

[66] **Falk, R.F. ve Miller, N.B.** (1992). *A primer for soft modeling.*, University of Akron Press.

[67] **Cohen, J.** (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, NJ.

[68] **Chin, W.W.**, (1998), Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling.

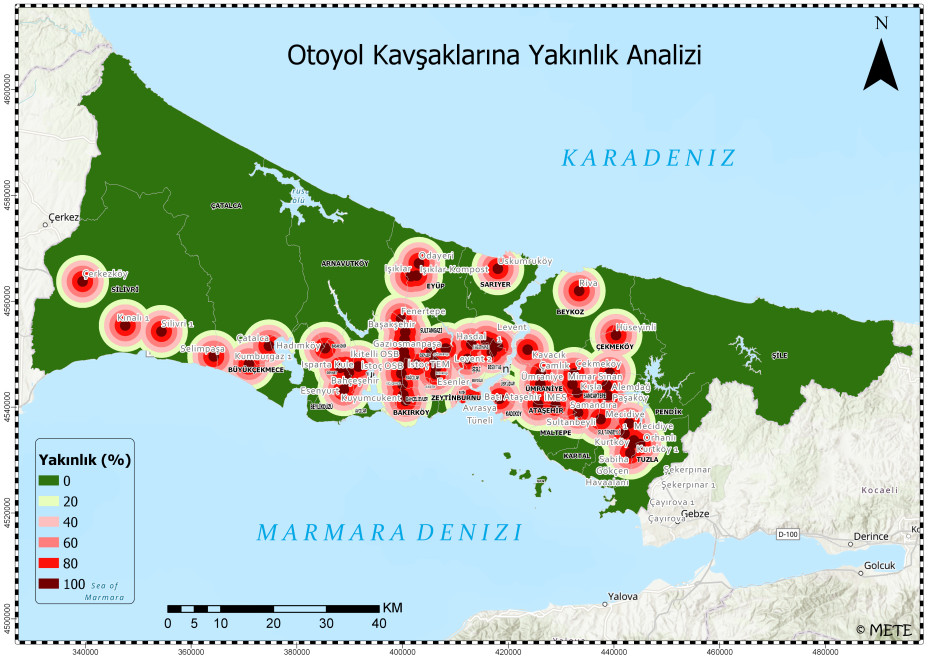
[69] **Hair, J.F.**, **Sarstedt, M.**, **Ringle, C.M. ve Mena, J.A.** (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research, *Journal of the academy of marketing science*, *40*(3), 414–433.

EKLER

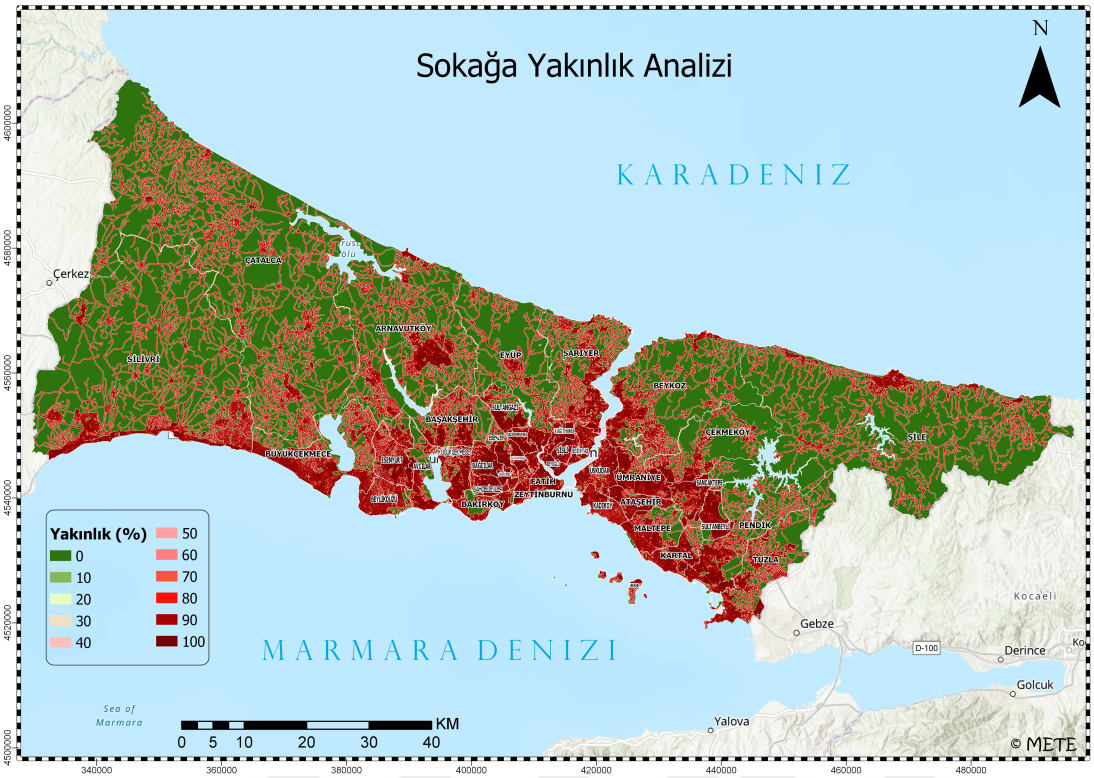
EK A : Haritalar

EK A: Haritalar

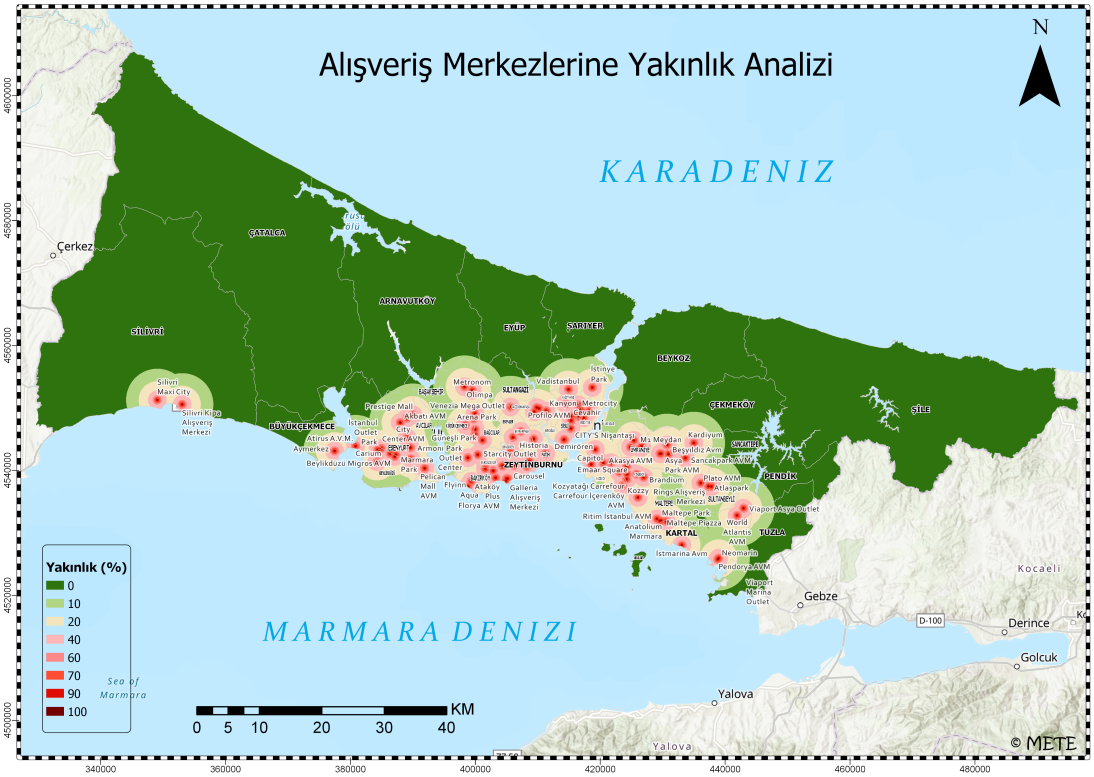
(a) D100 (E-5) karayoluna yakınlık analizi.



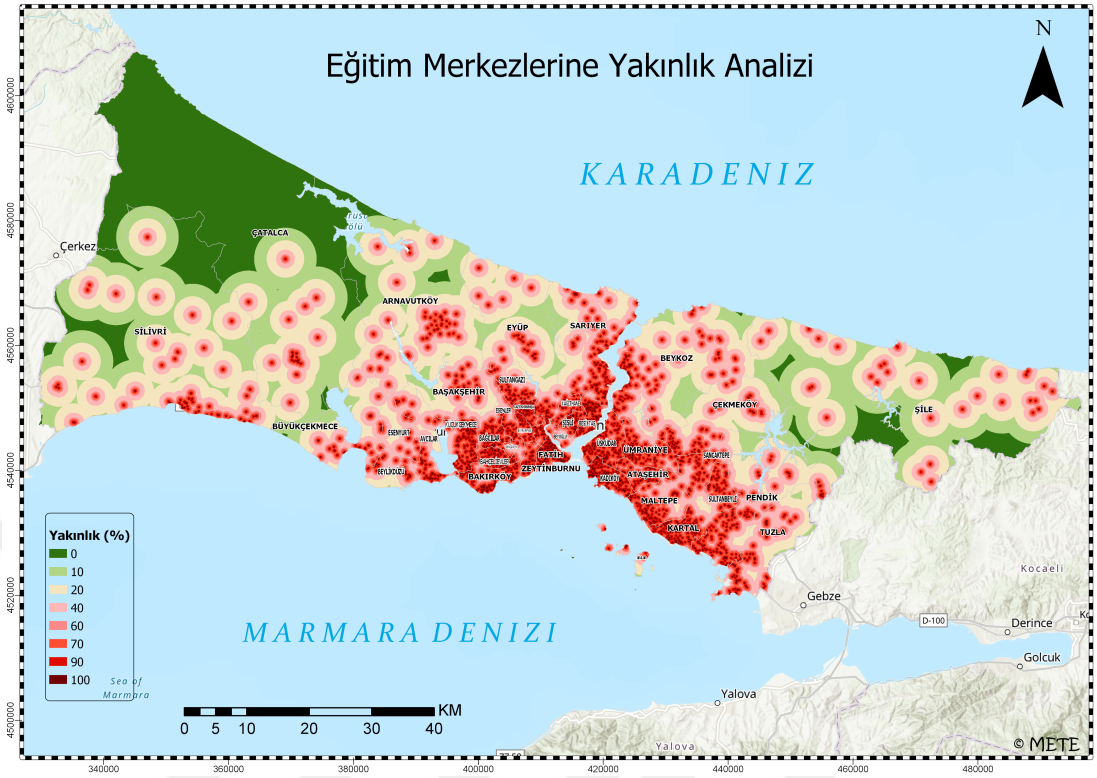
(b) Otoyol kavşaklarına yakınlık analizi.



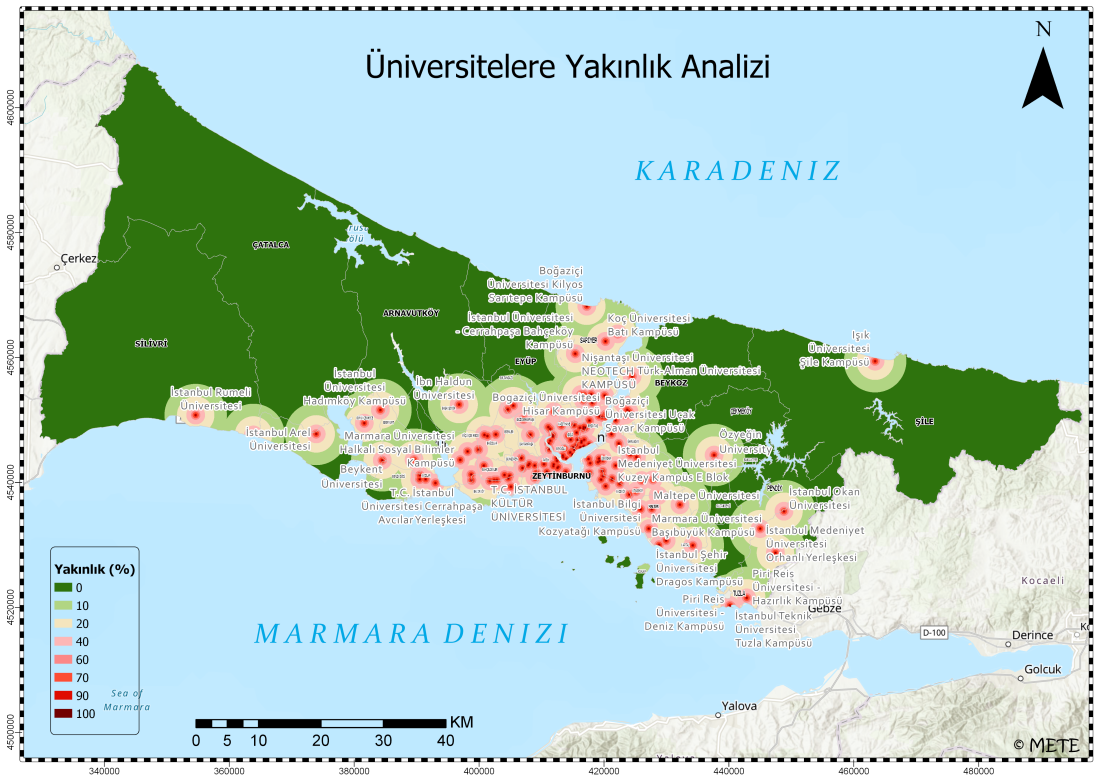
(c) Sokaklara yakınlık analizi.



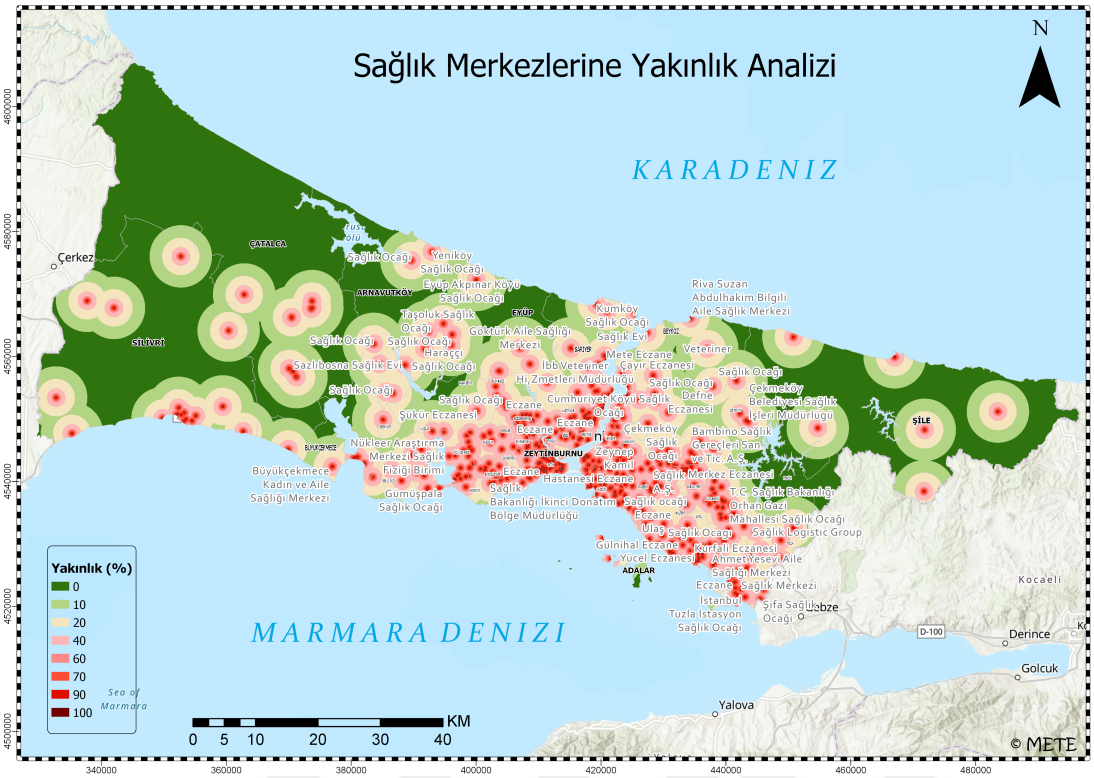
(d) Alışveriş merkezlerine yakınlık analizi.



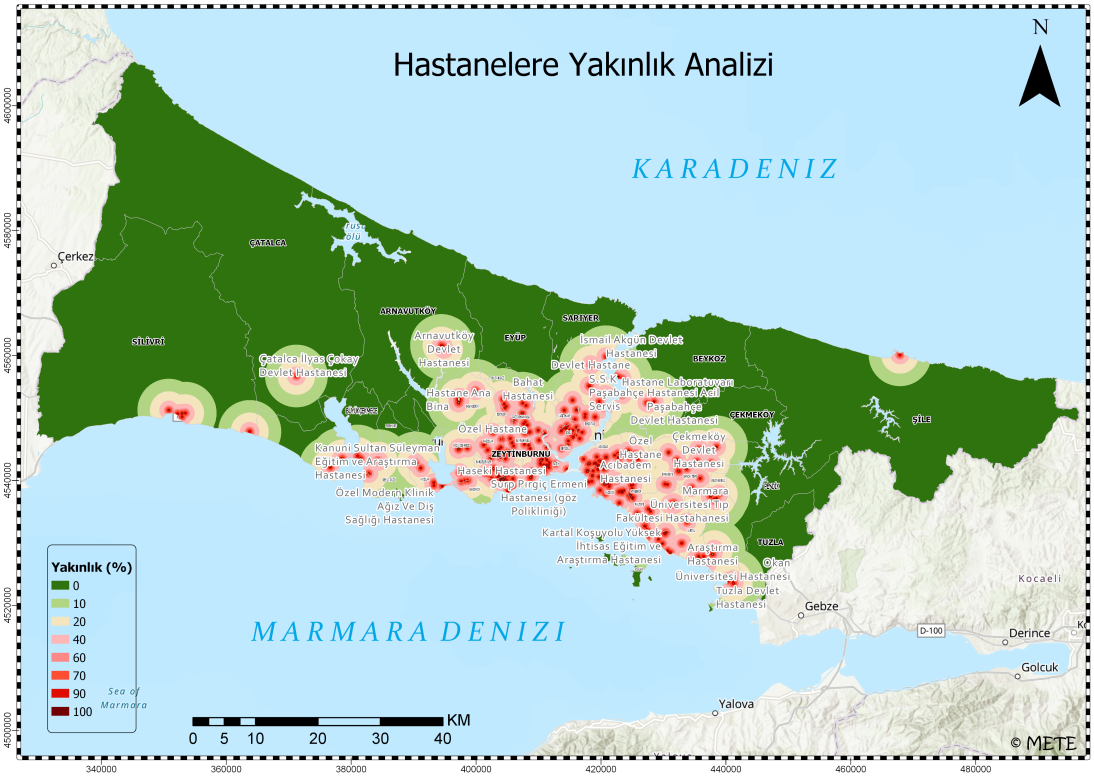
(e) Eğitim merkezlerine yakınlık analizi.



(f) Üniversitelere yakınlık analizi.

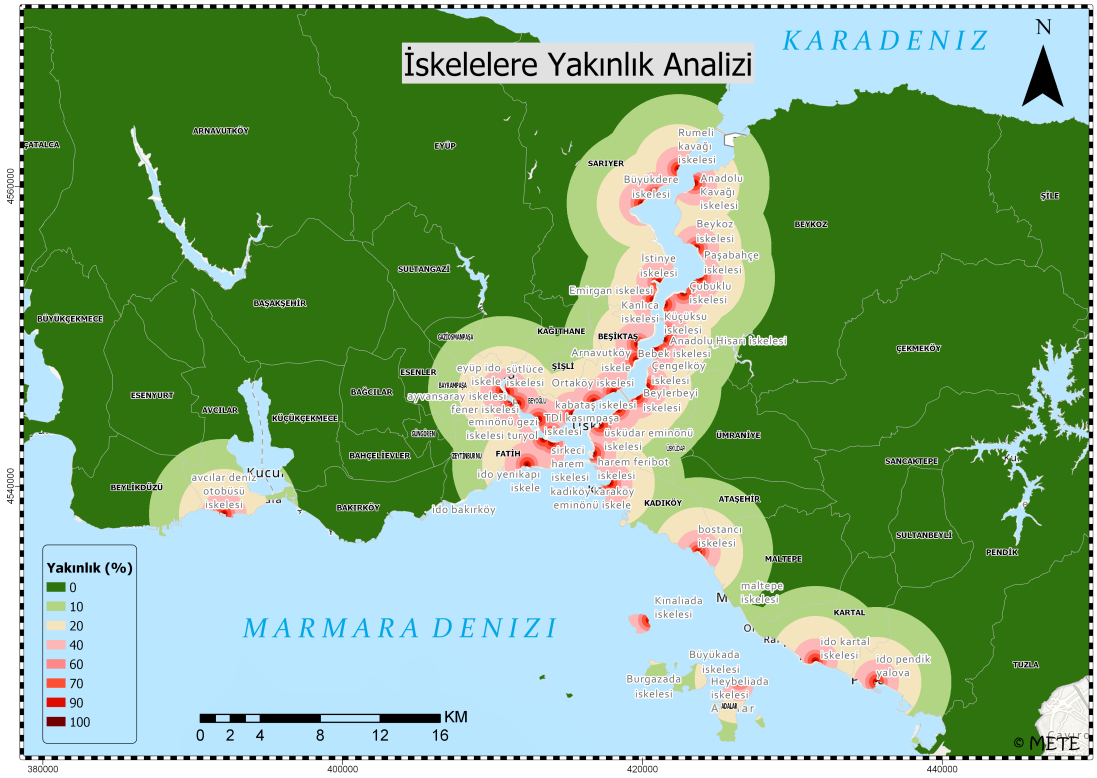


(g) Sağlık merkezlerine yakınlık analizi.

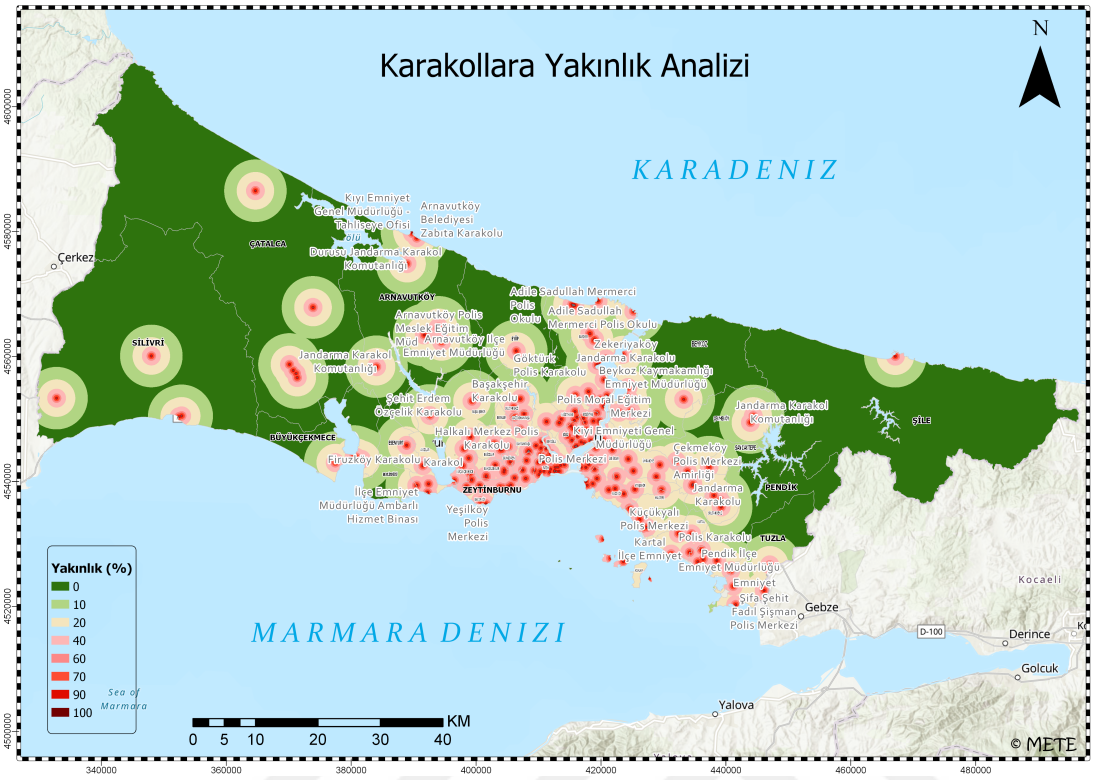


(h) Hastanelere yakınlık analizi.

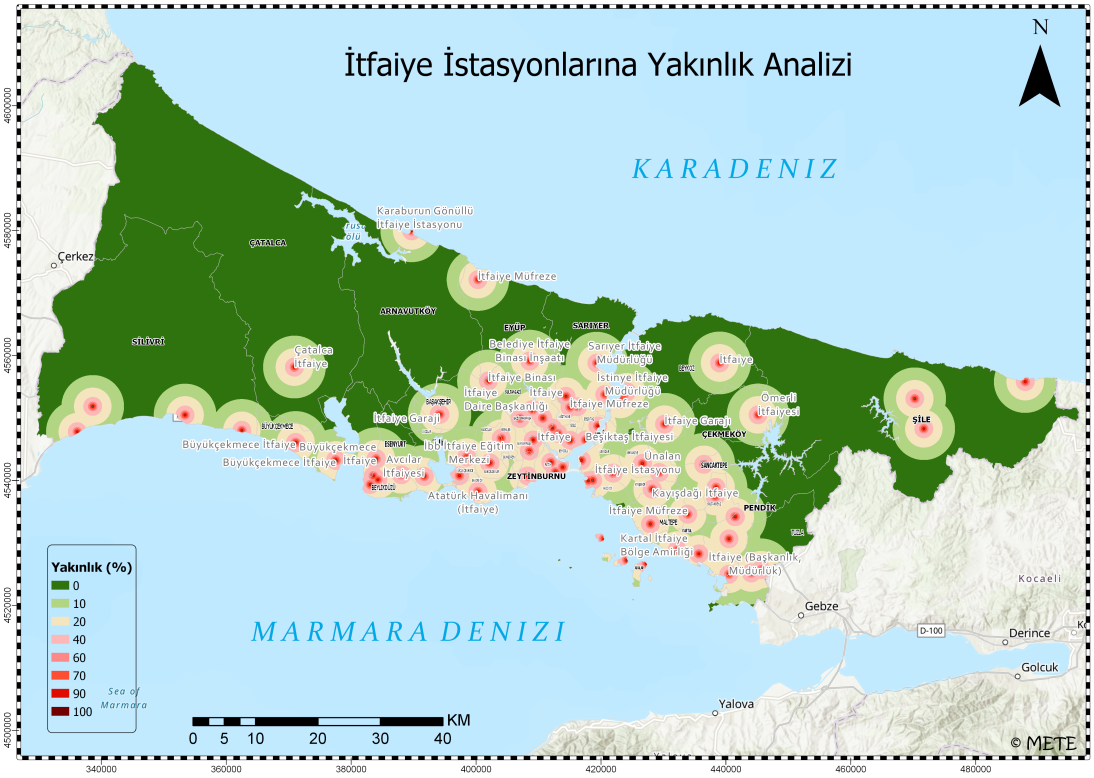
(i) Havalimanlarına yakınlık analizi.



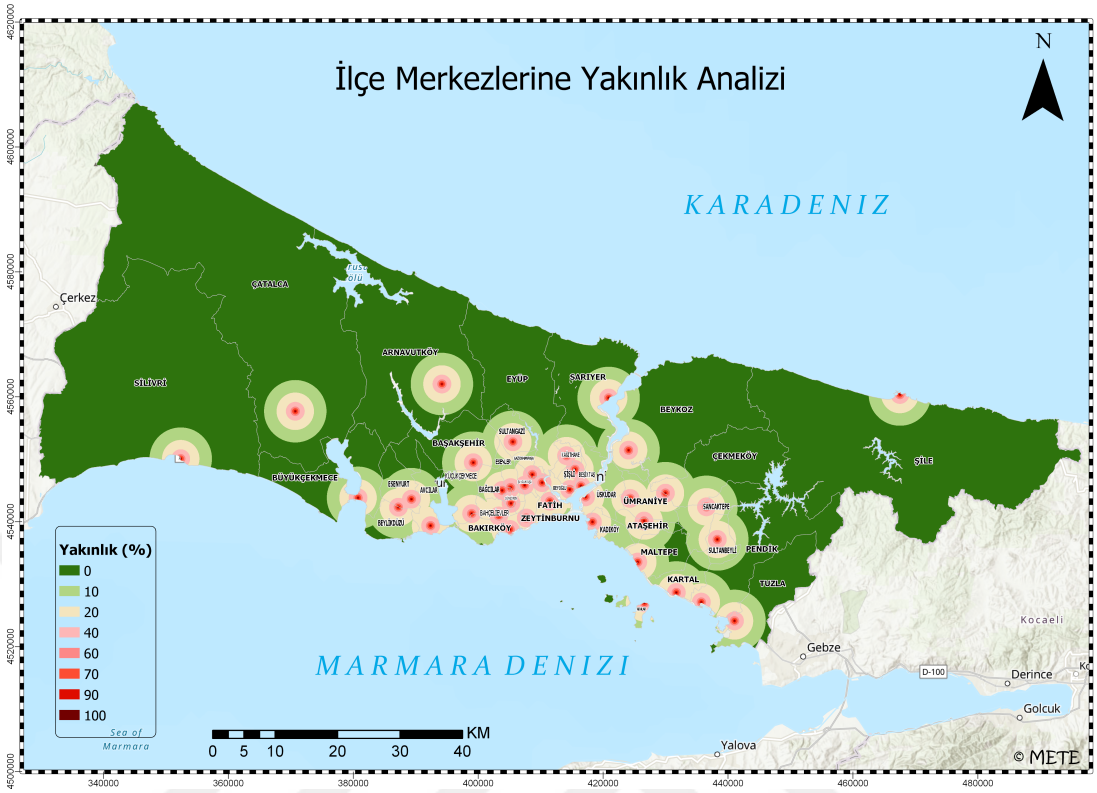
(j) İskelelere yakınlık analizi.



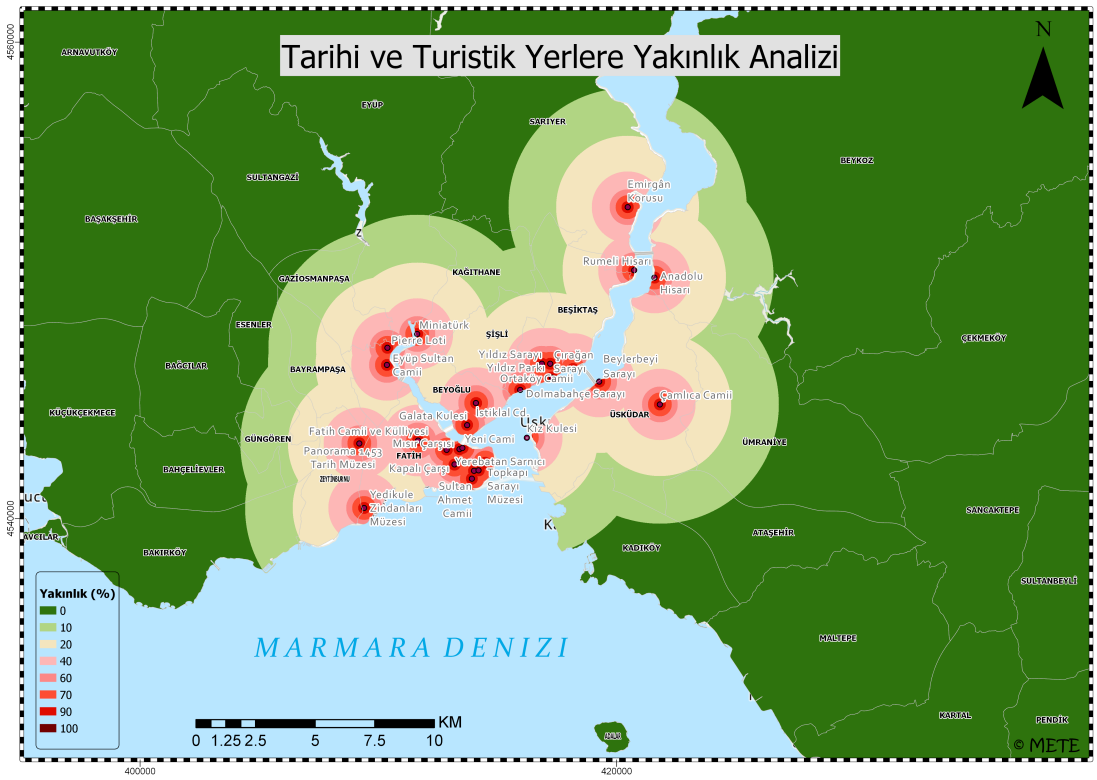
(k) Karakollara yakınlık analizi.



(l) İtfaiye istasyonlarına yakınlık analizi.

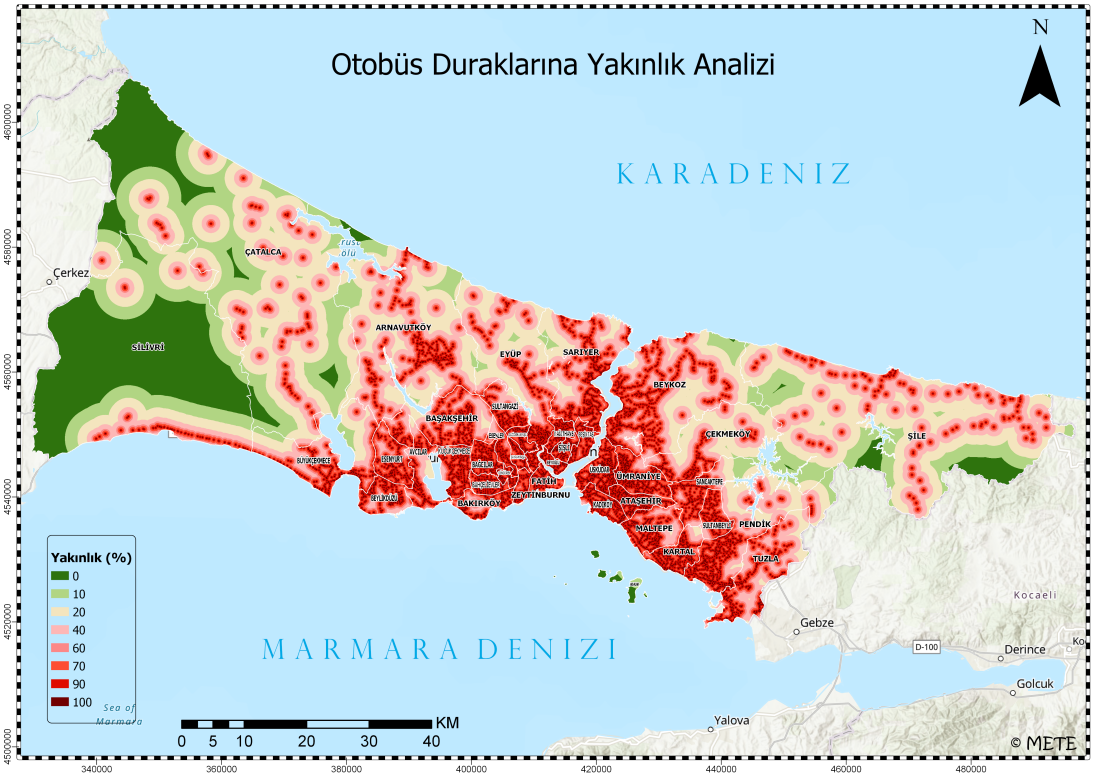


(m) İlçe merkezlerine yakınlık analizi.

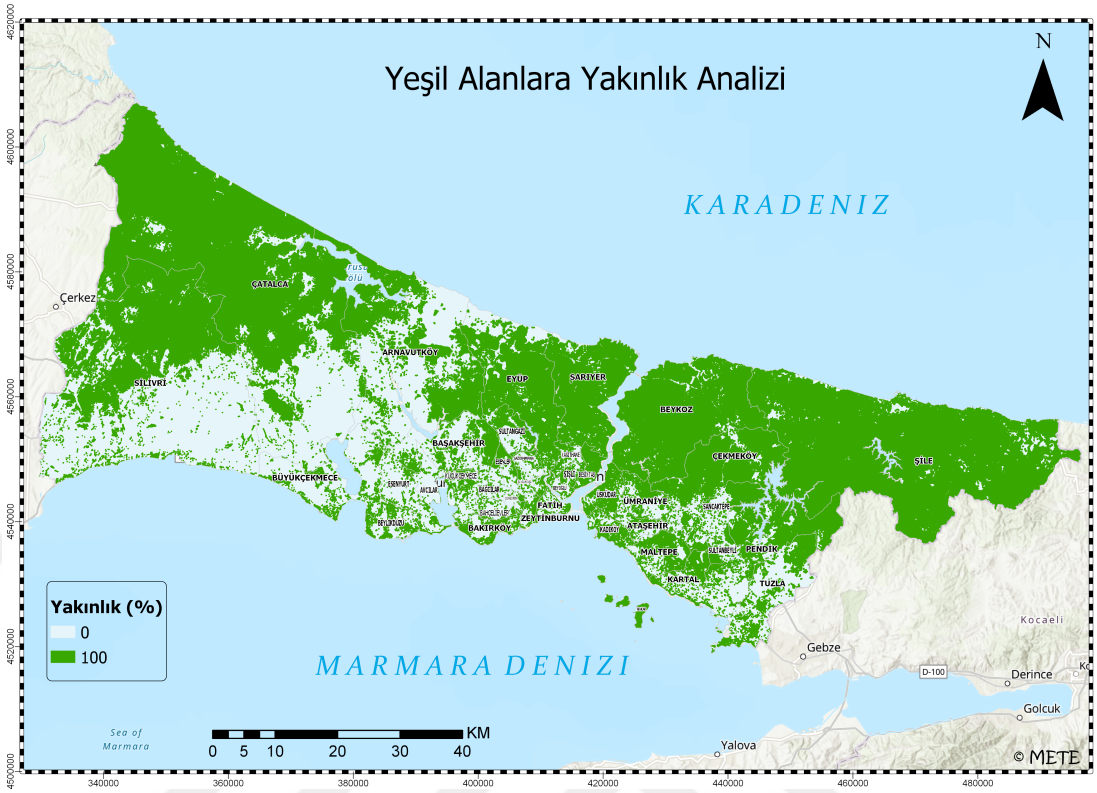


(n) Tarihi ve turistik yerlere yakınlık analizi.

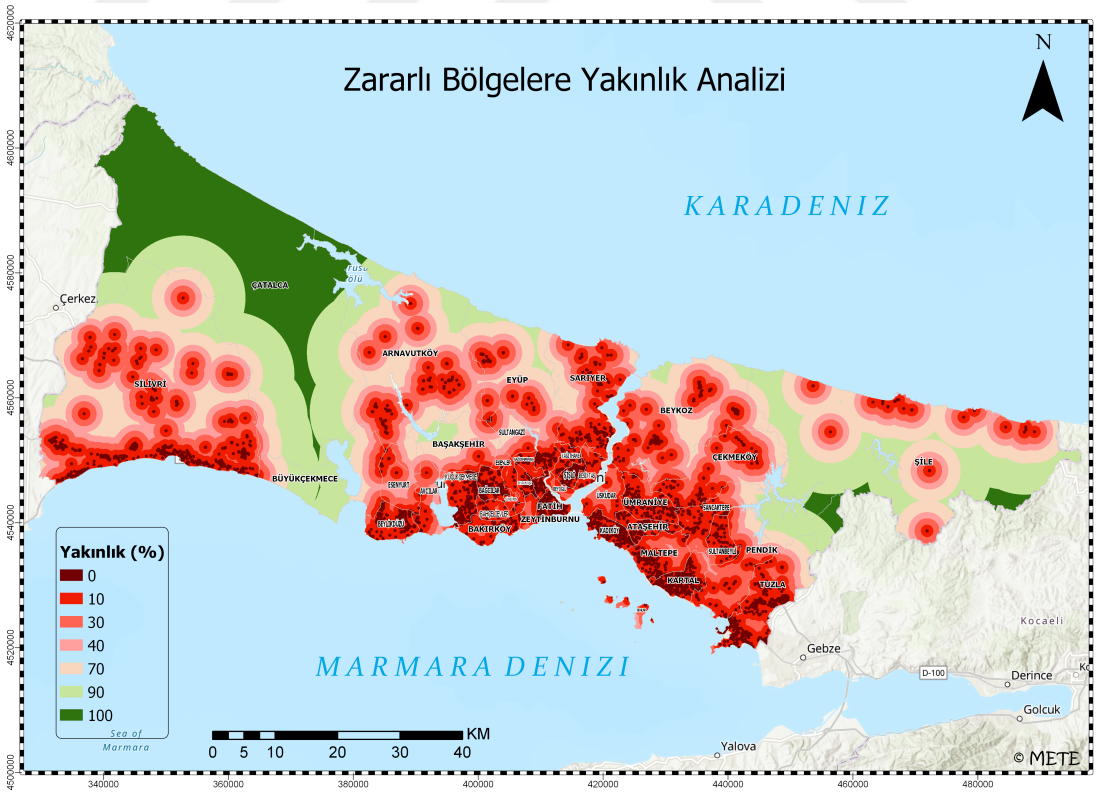
(o) Metrobüs duraklarına yakınlık analizi.



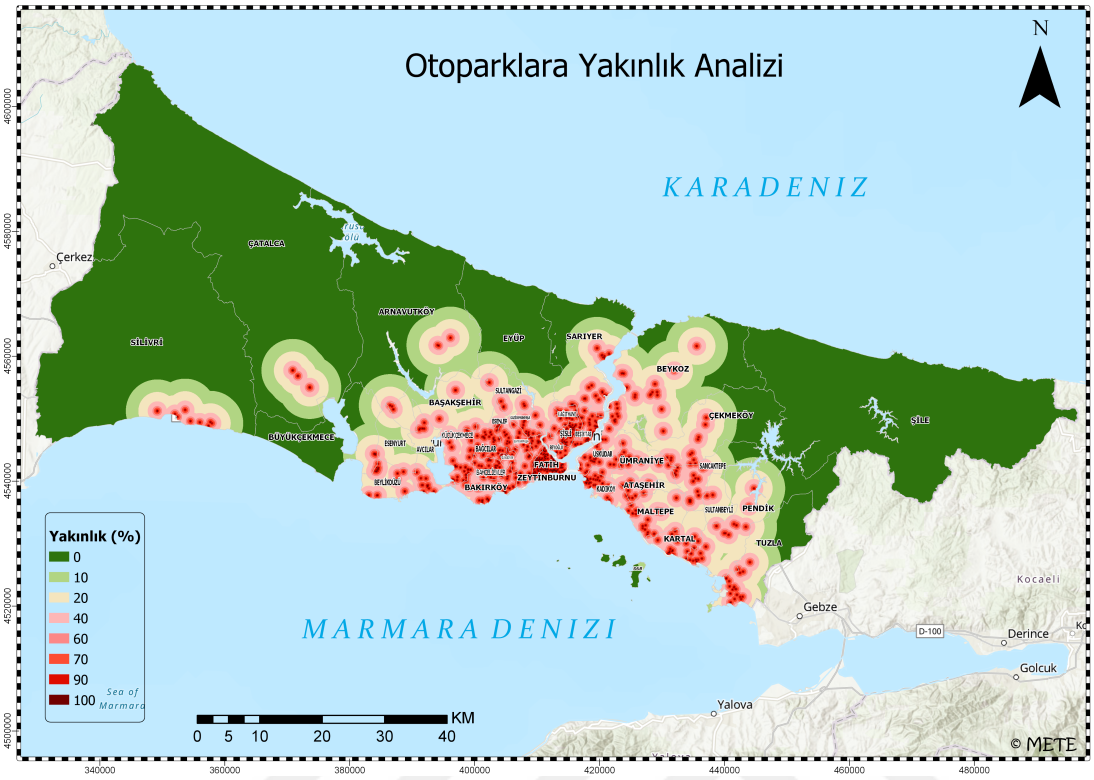
(p) Otobüs duraklarına yakınlık analizi.



(q) Yeşil alanlara yakınlık analizi.



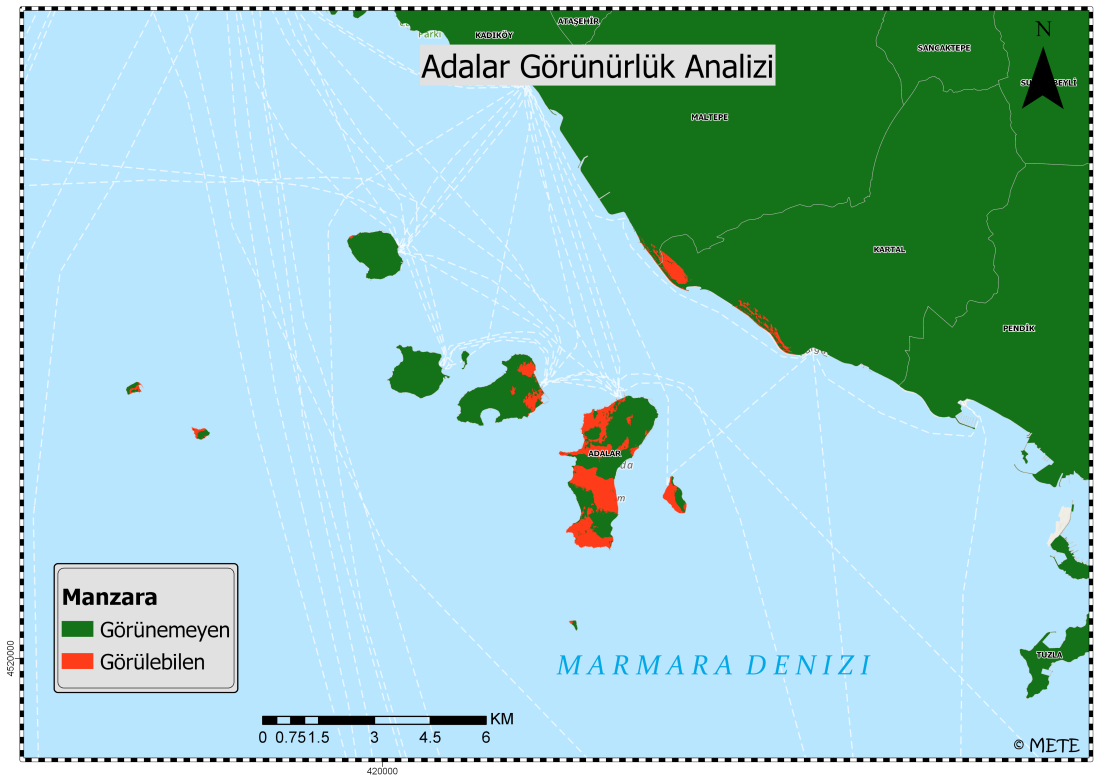
(r) Zararlı bölgelere yakınlık analizi.



(s) Otoparklara yakınlık analizi.

(t) Bakı analizi.

(u) Deniz manzarası görünürlük analizi.



(v) Adalar manzarası görünürlük analizi.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Muhammed Oğuzhan METE

Doğum Tarihi ve Yeri: 1993 - Midyat

E-Posta: metemu@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans:** 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

- **Yüksek Lisans:** 2019, İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİMLER VE ÖDÜLLER:

- 2017 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Lisans öğrenimini tamamladı.
- 2017 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.
- 2018 yılının Nisan ayından itibaren İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Mete M. O., Yomralıoğlu T., 2019. Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Nominal Taşınmaz Değer Haritası Üretiminde Çözünürlük İrdelemesi. *X. TUFUAB Teknik Sempozyumu*, Nisan 25-26, 2019 Aksaray, Türkiye. (Tam Metin Bildiri)

- Muhammed Oguzhan METE, Tahsin YOMRALIOGLU, 2019. Creation of Nominal Asset Value-Based Map With GIS: Case Study Of Istanbul Beyoglu & Gaziosmanpasa Districts. *GI_Forum 2019*, Temmuz 2-5, 2019 Salzburg, Avusturya. (Tam Metin Bildiri)

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Mete M. O., Guler D., Yomralioglu T., 2018. Development of 3D Web GIS Application with Open Source Library. *EURASIAN GIS 2018 CONGRESS*, Eylül 04-07, 2018 Bakü, Azerbaycan. (Tam Metin Bildiri)

- Mete M. O., Guler D., Yomralioglu T., 2018. Development of 3D Web GIS Application with Open Source Library. *SUJEST*, DOI: 10.15317/Scitech.2018.171. (Makale)