



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KADASTRO VERİLERİNİN ÜÇ BOYUTLU GÖSTERİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samet ŞİRİN

MAYIS 2019
GÜMÜŞHANE

**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KADASTRO VERİLERİNİN ÜÇ BOYUTLU GÖSTERİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samet ŞİRİN

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Harita Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.04.2019
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 29.04.2019**

MAYIS 2019



KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Fatih DÖNER danışmanlığında **Samet ŞİRİN** tarafından hazırlanan **“KADASTRO VERİLERİNİN ÜÇ BOYUTLU GÖSTERİMİ”** isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan

: Prof. Dr. Cemal BIYIK

Üye (Danışman)

: Doç. Dr. Fatih DÖNER

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Kemal ÇELİK

ONAY

Bu tez 29/05/19 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "KADASTRO VERİLERİNİN ÜÇ BOYUTLU GÖSTERİMİ" isimli tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 04/04/2019


Samet ŞİRİN

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KADASTRO VERİLERİNİN ÜÇ BOYUTLU GÖSTERİMİ

Samet ŞİRİN

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih DÖNER

2019, 84 sayfa

Bu tez çalışmasında kadastronun 3B görselleştirmesine yönelik olarak mevcut imkân ve kısıtlamaların araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak dünyada bu yöndeki çalışmaların analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için, Uluslararası Haritacılar Birliği (FIG) 3B Kadastrolar Çalışma Grubunun 2010, 2014 ve 2018 yıllarında gerçekleştirdiği anket çalışmaları ve grup bünyesinde konuyla ilgili olarak oluşturulan literatür incelenmiştir.

Dünyadaki çalışmalar yanında Türkiye’de de kadastronun 3B görselleştirilmesine yönelik çalışmaların planlandığı tespit edilmiştir. 2018 yılı Şubat ayında Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), ‘3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi’ isimli bir projenin

duyurusunu yapmıştır. 2018 yılının Aralık ayında ise TKGM, ‘3B Şehir Modellerinin Üretimi ve 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşi’ başlığıyla projesinin birinci paketi için ihaleye çıkmıştır. Bu tez çalışmasında ayrıntılı olarak incelenen proje ve ihale dokümanlarına göre 3B modellenme çalışmalarının 4 yıl sürmesi planlanan bu projenin ihale edilen ilk paketlerinin 1/1000 ölçekli toplam 14466 paftayı ve 327162 mimari projeyi kapsadığı belirlenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında, kadastronun 3B görselleştirilmesine yönelik olarak farklı konumsal veri modellerinin kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Yurt dışındaki örnekler ve Türkiye’de TKGM’nin 3B kadastro projesinin incelemesi sonucunda kadastro için kullanılabilecek veri modelleri CityGML, IFC, IndoorGML, LandXML ve LADM olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında son olarak örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Böylece, araştırılan farklı ülke yaklaşımları, Türkiye’de planlanan projeler ve incelenen konumsal veri modelleri dikkate alınarak farklı 3B modelleme ve gösterim alternatifleri ortaya konmuştur. Bina ve bağımsız bölümlerin modellenmesinde CAD tabanlı, CityGML tabanlı ve Web tabanlı yaklaşımlar kullanılabilirlikleri bakımından öne çıkmaktadır. Bunun yanında, tezin ana amacı olan kadastro verilerinin 3B görselleştirilmesinde, üretilen 3B modeller 3D PDF, Nasa World Wind, Cesium, Terra Explorer, Google Earth kullanılarak 3B olarak sunulmuştur. 24 Ocak 2019 tarihinde Harita Genel Müdürlüğü (HGM), HGM-Atlas ve HGM-Küre uygulamalarını kullanıma açmıştır. Bunun üzerine, üretilen 3B modellerin milli uygulama olan HGM-Küre ile sunulması da tez çalışmasında ele alınmış ve örnek modellerin HGM-Küre ile entegrasyonu sağlanmıştır. Üretilen 3B modellerin yerli ve milli altyapıyla sunulabilmesi sayesinde benzer uygulamalar için yurt dışına ödenen ücretlerin ödenmemesi ve benzer yabancı uygulamalar vasıtasıyla kişisel verilerin toplanması faaliyetlerinin önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: 3B Gösterim, 3B Modelleme, CityGML, Kadastro, LADM.

ABSTRACT
MS THESIS

THREE-DIMENSIONAL REPRESENTATION OF CADASTRAL DATA

Samet ŞİRİN

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatics Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Fatih DÖNER

2019, 84 pages

In this thesis it is aimed to investigate limitations and the existed possibilities which facilitate and supply for the visualization of 3D cadastre. For this purpose; it has been conducted firstly the analysis of the studies which is about this topic in the World. For this analysis, it has been examined the literature created within the group and the survey carried out by the International Federation of Surveyors (FIG) 3D Cadastre working group in 2010, 2014 and 2018.

In addition to the studies in the world, it has been determined that studies are being planned for 3D visualization of the cadastral in Turkey. In February of 2018, the General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM) announced a project entitled "3D

urban models and Cadastre project".. In December 2018, TKGM went out to tender for the first package of its project titled "production of 3D city models and creation of 3D Cadastre bases". According to the detailed project and tender documents examined in detail at the dissertation study, it has been determined that the first packages contracted out of this project, which are planned to take 4 Years, cover a total of 14466 sheets of 1/1000 scale and 32762 architectural projects.

Within the scope of the thesis study, the usability of different spatial data models for 3D visualization of cadastral survey has been investigated. As a result of examples of overseas and the study of the 3D cadastre project of TKGM in Turkey, the data models that can be used for cadastre have been determined as CityGML, IFC, IndoorGML, LandXML and LADM.

Finally; within the scope of the thesis the sample applications was carried out. Thus, different models of 3D modeling and representation alternatives have been introduced considering the different approaches of the countries ,the projects planned in Turkey and the spatial data models studied. CAD-based, CityGML-based and web-based approaches stand out for their usability in modeling buildings and ‘individual unit’. In addition; at the 3D visualization of the cadastral data, which is the main purpose of the thesis, by using 3D PDF, Nasa World Wind, Cesium, Terra Explorer, Google Earth the generated 3D models are presented as 3D using Google Earth. Mapping General Directorate (HGM) brought into use HGM-Atlas and HGM-Küre applications on 24 January 2019. Thereupon; the presentation of the 3D models produced with the national application of HGM- Küre has been also taken into consideration in the thesis study and the integration of the Model models with the HGM- Küre has been ensured. Due to the fact that 3D models produced can be presented with domestic and national infrastructure, it will be possible not to pay fees paid abroad for similar applications and to prevent the collection of personal data through similar foreign applications.

Key words: 3D Representation, 3D Modeling, CityGML, Cadastre, LADM.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında yapılmıştır.

Yüksek Lisans Çalışmasının danışmanlığını üstlenen, yönlendiren, her türlü desteği veren ve tecrübelerinden faydalandığım, değerli Hocam Doç. Dr. Fatih DÖNER' e sonsuz ve özel teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma esnasında aldığımız dersler vasıtası ile tanıştığımız kıymetli hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kemal ÇELİK, Dr. Öğr. Üyesi Hasan Tahsin BOSTANCI, ve Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ' ye değerli görüşleriyle sağladıkları katkılar için teşekkür ederim.

Hiç tanışma fırsatımız olmamasına rağmen bir mail ile sonsuz teknik destek sağlayan Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ hocama katkıları için teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında araştırma ve uygulamalar için bilgi, veri, teknik destek sağlayan, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü) ile Muş-Adıyaman-Düzce Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinde çalışan değerli arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, her zaman desteklerini gördüğüm değerli Anneme Babama ve kardeşlerime, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen kıymetli eşim ve biricik oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Samet ŞİRİN
Gümüşhane, 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X II
TABLolar DİZİNİ	XVI
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XVII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Problemin Tanımı	2
1.3. Çalışmanın Amacı	5
1.4. Metodoloji	5
1.5. Temel Kavramlar	6
1.5.1. Mülkiyet	6
1.5.2. Gayrimenkul	8
1.5.3. Kadastro	8
1.5.4. Veri	9
1.5.5. Veri Modeli	9
1.6. Konumsal Veri Altyapıları	10
1.7. Üç Boyutlu Konumsal Veri Modellerinin Kullanım Alanları	11
1.8. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Projeleri	12

1.8.1.	Tapu Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS)	13
1.8.2.	Mekansal Gayrimenkul Sistemi (MEGSİS)	14
1.8.3.	Harita Bilgi Bankası (HBB)	14
1.8.4.	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)	14
1.9.	3B Veri Toplama Yöntemleri	15
1.9.1.	Geometrik Yükseklik Ölçüsü	15
1.9.2.	Trigonometrik Yükseklik Ölçüsü	16
1.9.3.	Barometrik Yükseklik Ölçüsü	17
1.9.4.	Fotogrametrik Yöntemle Yükseklik Tayini	17
1.9.5.	GNSS ile Yükseklik Belirleme	18
1.9.6.	LIDAR, Lazer Tarama Yöntemi	18
1.9.7.	Uzaktan Algılama Yöntemi ile Veri Üretimi	19
1.10.	Türkiye’de Bağımsız Bölümlerin Tescil Süreci	19
1.11.	Akıllı Kentler	24
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	25
2.1.	Yurt Dışındaki Çalışmaların İncelenmesi	25
2.1.1.	FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu	25
2.1.2.	FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu Katılımcılar ve Takvim	25
2.1.3.	FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu 2018 yılı Anket Çalışması	28
2.1.4.	3B Kadastro Uygulamaları	32
2.2.	TKGM 3B Kadastro Projesi	35
2.3.	Konumsal Veri Modellerinin İncelenmesi	40
2.3.1.	City Geography Markup Language (CityGML)	40
2.3.2.	Industry Foundation Classes (IFC)	43

2.3.3.	IndoorGML	44
2.3.4.	Land Administration Domain Model (LADM)	44
2.3.5.	LandXML	45
2.4.	Örnek Uygulama	46
2.4.1.	3B CAD Modellerinin Üretilmesi	46
2.4.2.	Industry Foundation Classes (IFC) Veri Modelinin Hazırlanması	51
2.4.3.	City Geography Markup Language (CityGML) Modelin Üretilmesi	54
2.4.4.	Web Tabanlı 3B Modelin Üretimi	57
2.4.5.	Üretilen 3B Modellerin Sunulmasında Alternatiflerin Araştırılması	60
2.4.5.1.	3B PDF	60
2.4.5.2.	WMS/WFS	61
2.4.5.3.	Global Mapper	62
2.4.5.4.	NASA WorldWind	63
2.4.5.5.	Google Earth	64
2.4.5.6.	Cesium	66
2.4.5.7.	Terra Explorer	67
2.4.5.8.	HGM Atlas – HGM Küre	68
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER	72
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	78
5.	KAYNAKLAR	81
	ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	TKGM Parsel Sorgu Sistemi ile Parsel ve Öznitelik Bilgilerinin Sunumu.....	3
Şekil 1.2.	E-Devlet Üzerinden Taşınmaz (bağımsız bölüm) Bilgilerinin Sunumu..	4
Şekil 1.3.	Mevzuatımızda mülkiyet hakkı ve türleri.....	7
Şekil 1.4.	Kadastro kavramı (FIG, 1995).....	9
Şekil 1.5.	Raster ve vektör veri gösterimi. (Güler, 2014).....	11
Şekil 1.6.	3B Modeller ile yapılabilecek analizler. a) Güneşlenme süresinin analizi, b) Enerji tüketimi analizi, c) Kentsel nesneler tarafından gölgelendirilen bölgelerin analizi, d) Gürültü kirliliği analizi (Biljecki vd., 2015).....	12
Şekil 1.7.	Geometrik Nivelman (Özerman, 2012).....	15
Şekil 1.8.	Trigonometrik Nivelman (Özerman, 2012).....	16
Şekil 1.9.	Fotogrametrik yöntemler ile üretilen veri (URL-8, 2018).....	17
Şekil 1.10.	Yapı yapılırken izlenmesi gereken adımlar.....	23
Şekil 2.1.	3B kadastrolar çalışma grubu logosu.....	25
Şekil 2.2.	Çalışma grubunda katılımcı ile temsil edilen ülkelerin dağılımı.....	28
Şekil 2.3.	2010 yılındaki birinci ankete katılan ülkeler.....	29
Şekil 2.4.	2014 yılındaki ikinci ankete katılan ülkeler.....	29
Şekil 2.5.	2018 yılındaki üçüncü ankete katılan ülkeler.....	30
Şekil 2.6.	3B kadastro için pilot proje geliştiren bazı ülkelere ait örnekler. a ve b: Avustralya, c: Çin, d: Hollanda, e: İsrail ve f: Rusya.....	33
Şekil 2.7.	Çalışma grubunda temsil edilen ülkelerin nüfus yoğunlukları.....	35
Şekil 2.8.	TKGM 3B Kadastro Projesi ön çalışmasında üretilen kat modeli (TKGM, 2018b).....	36

Şekil 2.9.	CityGML’de binalar için ayrıntı düzeyleri (URL-15).....	38
Şekil 2.10.	Projede iş paketlerinin kapsadığı alanlar (URL-16).....	39
Şekil 2.11.	CityGML tarafından tanımlanan beş ayrıntı seviyesi (OGC 12-019, (2012). City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, OGC.).....	41
Şekil 2.12.	Şekil 2.12. CityGML ile beş farklı detay seviyesi gösterimi (Güllüoğlu, 2016)	42
Şekil 2.13.	CAD ortamında 2B bina plan gösterimi.....	47
Şekil 2.14.	CAD ortamında 3B model gösterimi.....	47
Şekil 2.15.	Revit yazılımında modelin 2B gösterimi.....	48
Şekil 2.16.	Revit yazılımında modelin 3B gösterimi.....	49
Şekil 2.17.	Modelin 2B ve 3B görünümünde materyal sorgulaması.....	50
Şekil 2.18.	Modelin IFC formatında 2B görünümü.....	51
Şekil 2.19	Modelin IFC formatında 3B görünümü.....	52
Şekil 2.20.	Modelin IFC formatında bağımsız bölüm gösterimi ve öznitelikleri.....	52
Şekil 2.21.	3B Karmaşık Yapı Modelinin IFC formatında gösterimi ve öznitelikleri.....	53
Şekil 2.22.	3B Şehir Modelinin IFC formatında gösterimi ve öznitelikleri.....	53
Şekil 2.23.	Modelin IFC formatından CityGML formatına dönüştürülmesi aşamaları a) FME Quick Traslator arayüzü, b) Dönüşüm yapılacak formatların ve projeksiyonların belirlenmesi, c) Dönüşüm işleminin başarı ile sonuçlandığının gösterimi.....	54
Şekil 2.24.	Modelin CityGML formatında 2B gösterimi.....	55
Şekil 2.25.	Modelin CityGML formatında 3B gösterimi.....	55
Şekil 2.26.	3B Karmaşık Yapı Modelinin CityGML formatında gösterimi ve öznitelikleri.....	56
Şekil 2.27.	3B Modelin CityGML formatında gösterimi ve öznitelikleri.....	56
Şekil 2.28.	FME’de 3B modelin dönüştürülmesi arayüzü.....	57

Şekil 2.29.	SketchUp Yazılımında Üretilen 3B Örnek Model.....	58
Şekil 2.30.	SketchUp 3D Warehouse’a yüklenen 3B Şehir Çalışması.....	59
Şekil 2.31.	SketchUp 3D Warehouse’a yüklenen 3B Karmaşık Yapı Çalışması.....	59
Şekil 2.32.	Adobe Acrobat Reader'da 3B PDF dosyası örneği.....	60
Şekil 2.33.	3B bina modelinin WMS servisi olarak görüntülenmesi.....	61
Şekil 2.34.	3B bina modelinin WFS servisi olarak görüntülenmesi.....	62
Şekil 2.35.	3B Bina Modelinin Global Mapper Üzerinde Görünümü.....	62
Şekil 2.36.	Üretilen URL kodundan ulaşılan ana görünüm.....	63
Şekil 2.37.	a) Nasa WorldWind Java Coğrafi Masaüstü Uygulaması Üzerinde 3B Bina Modelinin Görünümü b) Nasa WorldWind Java Üzerinde 3B Bina Modelinin Parçalara Ayrılmış Görünümü.....	64
Şekil 2.38.	3B Bina Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü.....	65
Şekil 2.39.	3B Şehir Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü.....	65
Şekil 2.40.	3B Karmaşık Yapı Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü.....	66
Şekil 2.41.	3B Bina Modelinin Cesium Üzerinde Görünümü.....	66
Şekil 2.42.	3B Bina Modelinin Terra Explorer Üzerinde Görünümü.....	67
Şekil 2.43.	3B Bina Modelinin HGM-Küre Üzerinde Görünümü.....	68
Şekil 2.44.	3B Bina Modeli Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü.....	69
Şekil 2.45.	3B Karmaşık Yapı Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü.....	69
Şekil 2.46.	3B Şehir Modelinin Yapı Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü.....	70
Şekil 2.47.	3B Şehir Modelinin ve Karmaşık Yapının HGM-Küre Üzerinde Görünümü.....	71
Şekil 3.1.	2001 yılından 2019 yılına kadar olan 3B Kadastro ile ilgili yayın sayıları.....	73
Şekil 3.2.	Yayın türlerine göre 3B kadastro literatürünün grupları.....	74

Şekil 3.3.	Yazarların ülkelerine göre 3B kadastro ile ilgili yayın sayıları.....	74
Şekil 3.4.	3B kadastro literatürünü oluşturan yayınlarının yazar sayısına göre gurupları.....	75

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Veri toplama yöntemlerinde yükseklik doğrulukları.....	19
Tablo 2.1. FIG 3B Kadastrolar çalışma grubu faaliyetleri.....	27
Tablo 3.1. 3B Kadastrolar Çalışma Grubu 2018 yılı anketinin bölüm ve içerikleri..	72
Tablo 3.2. TKGM 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması Projesinin kapsamı.....	75
Tablo 3.3. 3B veriyi depolayabilen bazı yaygın veri formatları.....	76
Tablo 3.4. Aynı taşınmaz için üretilen farklı model dosyalarının boyutları.....	77

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
BM	: Birleşmiş Milletler
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
FIG	: Uluslararası Haritacılar Birliği
GML	: (Geography markup language) Modelleme Dili
HBB	: Harita Bilgi Bankası
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
LADM	: Arazi İdaresi Temel Modeli
LIDAR	: Işık Saptama ve Uzaklık Tayini
LOD	: Ayrıntı Düzeyi
MEGSİS	: Mekânsal Gayrimenkul Sistemi
OBJ	: Üç Boyutlu Nesne Dosyası
OGC	: Uluslararası Şirketler Birliği
PSS	: Parsel Sorgu Sitemi
TAKBİS	: Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi
TDK	: Türk Dil Kurumu
TKGM	: Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TUCBS	: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
UML	: Bütünleşik Modelleme Dili
UN	: Birleşmiş Milletler
XML	: Genişletilebilir İşaretleme Dili
2B	: İki Boyutlu
3B	: Üç Boyutlu
4B	: Dört Boyutlu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Yapılaşma yoğunluğu ve altyapı tesislerinin giderek karmaşık hale gelmesi özellikle kentsel alanlarda kamu ve özel kişilere ait taşınmazların yasal durumlarının daha etkin tescil ve temsilini gerektirmektedir. Bu gereklilik, son yıllarda kadastro sistemlerinin tescil için iki boyutlu yatay bir düzlem yerine düşey boyutu da (üçüncü boyut) içeren bir mekânı referans almasını gündeme getirmiştir. Teknolojinin de gelişmesi ile paralel olarak 3B veriye olan talebin artması konumsal veri modellemesindeki çalışmaların üçüncü boyuta yönelmesini sağlamıştır. Bu doğrultuda üç boyutlu (3B) karmaşık kullanım durumlarının modellenmesini destekleyebilecek birçok 3B konumsal veri modeli geliştirilmiş, geliştirilmeye de devam etmektedir. Konumsal veri modellerinin geliştirilmesi ile arazinin altındaki ve üstündeki her türlü objelerin/nesnelerin 3B gösterimi yani temsil edilmesi ile 3B kent modelleri üretilmeye başlanmıştır.

Taşınmazların konumsal durumları kadastro haritaları üzerinde iki boyutlu parseller referans alınarak temsil edilmektedir. Artan nüfusla birlikte özellikle kentsel alanlarda arazinin altı yoğun olarak kullanılmaktadır. Teknik altyapı tesisleri, kablo ve boru yerleştirmek için ihtiyaç duyulan mekânlar, metro gibi ulaşım tesisleri için gerekli tüneller bu kullanıma örnek olarak verilebilir. Benzer şekilde zemin üzerinde de üst üste binen karmaşık yapılar, ulaşım tesislerinin içinden veya altından geçtiği binaların sayıları son yıllarda artış göstermektedir. Arazi kullanımındaki bu yoğunluk karşısında kadastrodan beklenen, taşınmazların mülkiyetini kayıt altına alması yanında giderek daha karmaşık hale gelen düşey boyutun kullanımını açık bir şekilde temsil etmesidir. Günümüz kadastro sistemlerinde temel birim iki boyutlu parsellerdir. Kadastro parselleri haritalarda iki boyutlu olarak gösterilirler. Bununla birlikte, parselin maliki düşey boyutta da haklara sahiptir. Eğer mülkiyet hakkı sadece arazinin yüzeyine uygulansaydı, mülkiyet hakkının kullanımı mümkün olmazdı. Sonuç olarak yasal açıdan mülkiyet zaten üç boyutludur fakat kadastro sisteminde mülkiyetin gösterimi iki boyutlu olarak yapılmaktadır (Döner ve Bıyık, 2007).

Kadaastro sistemleriyle ilgili olarak Uluslararası Haritacılar Birliği (FIG) ve Birleşmiş Milletler (UN)'in yayınladığı raporlar dikkate alındığında mevcut sistemlerin araziyle ilgili

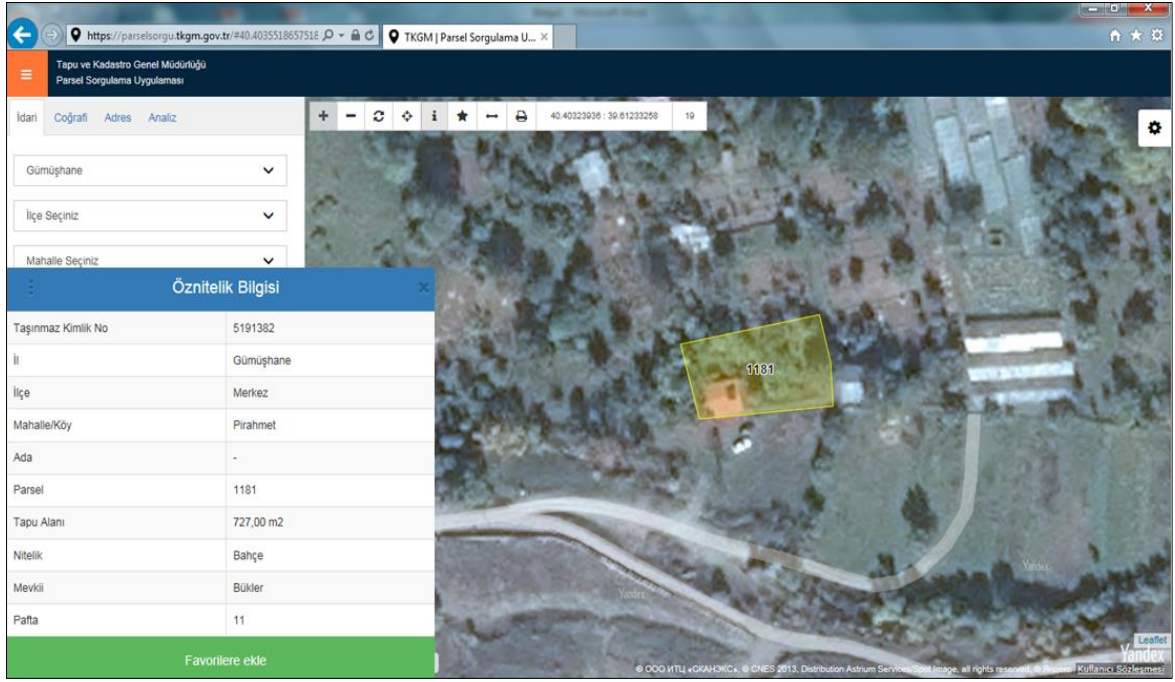
karmaşık hak, sınırlama ve sorumlulukları yönetmede yetersiz olduğu görülmektedir (UN ve FIG 1996; UN ve FIG, 1999). Gelecekteki kadaströ sistemlerinden beklenen, kamu hak ve sınırlamaları da dahil olmak üzere arazilerin tüm yasal durumlarını içermesidir (Kaufmann ve Steudler, 1998). Bu nedenle kadaströ, arazinin üçüncü boyutunu da dikkate almalı ve 3B konumsal bilgiyi temsil edebilecek bir yapıda olmalıdır.

Yasal açıdan ele alındığında Türkiye’de taşınmaz mülkiyeti düşey boyutu da içine almaktadır. Şöyle ki; 4721 sayılı Türk Medeni Kanun’un 718. maddesi “Arazi üzerindeki mülkiyet, kullanılmasında yarar olduğu ölçüde, üstündeki hava ve altındaki arz katmanlarını kapsar” şeklindedir. Bunun yanında bağımsız bölümlerin tescili Kat Mülkiyeti Kanunu’na göre yapılmaktadır. Düşey boyutta farklı kullanımların üst üste binmesi durumunda ise tescil işlemi sınırlı bir aynı hak olan irtifak hakkı tesisıyla gerçekleştirilmektedir.

Kadaströ çalışmalarının temel amacı taşınmazların yasal güvence altına alınması ve taşınmazlar üzerinde yapılacak işlemler için güvenilir bir altyapı sağlanmasıdır. Arazi kullanımın yoğun olduğu alanlarda düşey boyuttaki hakların güvencesi kanunlarla sağlanmaktadır. Türkiye’de 3402 sayılı Kadaströ Kanunu’nda kadastronun amacı “ülke koordinat sistemine göre memleketin kadastral veya topoğrafik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek mekânsal bilgi sisteminin alt yapısını oluşturmaktır” şeklinde tanımlanmıştır. Bununla birlikte kadaströda taşınmazların 3B gösterimiyle ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

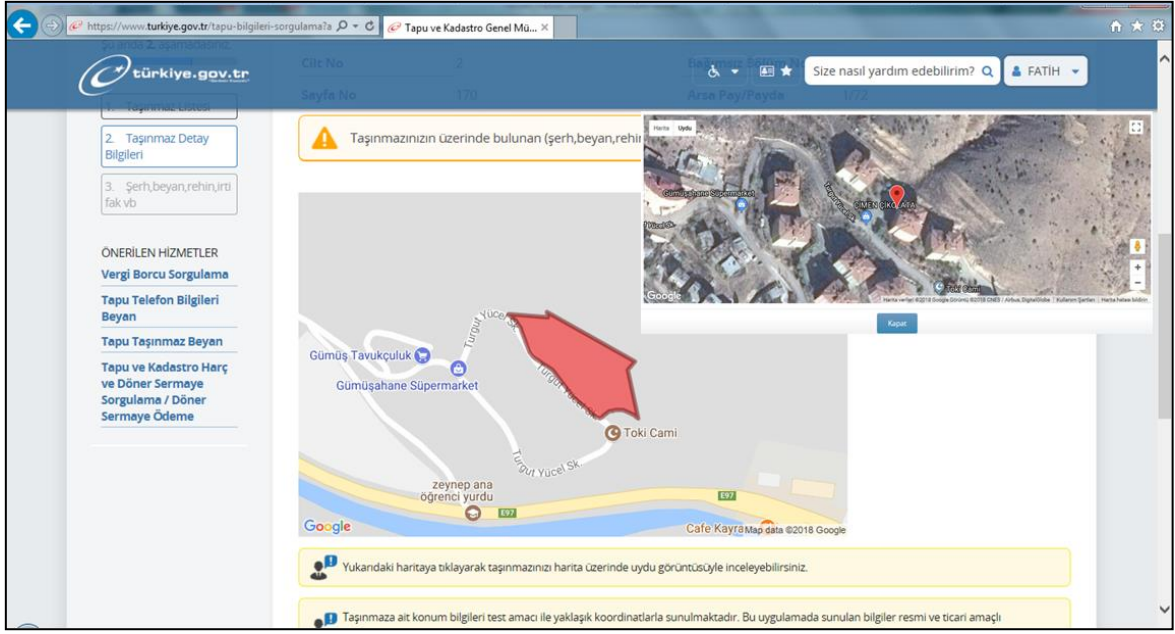
1.2. Problemin Tanımı

Türkiye’de 2005 yılında Kadaströ Kanunu’nda yapılan değişiklikle kadaströya mekânsal bilgi sisteminin altyapısını oluşturmak görevi verilmiştir. Bu tarihten sonra Türkiye’de kadastronun tamamlanması, kadaströ sisteminin otomasyonu ve paftaların yenilenmesi gibi amaçlarla projeler gerçekleştirilmiştir. Bu projeler sayesinde tapu ve kadaströ faaliyetleri bilgisayar ortamında yürütülebilmekte ve taşınmazlara ait bilgiler yasal mevzuat çerçevesinde ilgililere ve vatandaşlara sunulabilmektedir. Örneğin Tapu ve Kadaströ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan parsel sorgu sistemi ile bir parselin sınırları uydu görüntüsü üzerinde gösterilebilmektedir. Aynı zamanda, bu parsel için ait öznitelik bilgileri de parselin üzerinde tıklandığında görüntülenebilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. TKGM Parsel Sorgu Sistemi ile Parsel ve Öznitelik Bilgilerinin Sunumu

Şekil 1.1'deki gösterimden de anlaşılacağı gibi Parsel Sorgu Sistemi ile mevcut durumda, kadastrodaki taşınmazlardan sadece arazilerin sınırları iki boyutlu olarak gösterilebilmektedir. Parsel üzerindeki binalara veya parsel yüzeyinin altındaki (veya üstündeki) nesnelere ait geometrik veri bu sistemde gösterilmemektedir. Parsel Sorgu Sisteminin yanında kadastro verilerini konumsal olarak görüntülemenin bir yolu da e-devlet kapısını kullanmaktır. Parsel Sorgu Sistemi (PSS) ile sunulan kadastro verileri tüm internet kullanıcılarına açıkken, e-devlet kapısı üzerinden sadece şahsın kendisine ait taşınmaz verilerinin gösterimi mümkündür. PSS'den farklı olarak e-devlet üzerinden giriş yapıldığında sadece araziler değil, bağımsız bölüm sınıfındaki taşınmazların bilgileri de görülebilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. e-Devlet Üzerinden Taşınmaz (bağımsız bölüm) Bilgilerinin Sunumu

Şekil 1.2 incelendiğinde de görülebileceği gibi e-Devlet üzerinden sunulan bağımsız bölüm bilgileri de 3B değildir. Gösterimde sadece bağımsız bölümün bulunduğu yapı adasının sınırları zeminde 2B olarak gösterilmektedir. Bu adanın üzerine tıklandığında bağımsız bölümün bulunduğu binanın konumu uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmektedir.

Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'deki örnekler incelendiğinde ülkemizde hem tüm kullanıcılara hem de taşınmaz sahiplerine internet üzerinden sunulan kadastro verilerinin 2B olduğu görülmektedir. 2018 yılının Şubat ayında TKGM, internet üzerinden sunulan verileri 3B hale getirmek amacıyla '3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi' isimli bir projenin duyurusunu yapmıştır. Öncelikle seçilen pilot bölge üzerinde denenecek ve modelleme çalışmalarının dört yıl süreceği bu proje ile vatandaşlar sadece arsalarını değil bağımsız bölümleri hatta bu bağımsız bölümlerin odalarını 3B olarak ayrıntılı bir şekilde görebileceklerdir. Oluşturulan 3B modeller ile tapu bilgileri ve bağımsız bölümlerin mimari projeleri ilişkilendirilerek birlikte görülebilecektir (URL-1, 2018).

Böyle bir projenin hayata geçirilebilmesi ve etkin olarak kullanıcılara kadastro verilerinin 3B olarak sunulabilmesi için 3B verinin toplanması, depolanması, modellenmesi ve sunulması gibi alanlarda alternatiflerin incelenmesine ihtiyaç vardır. Günümüzde 3B konumsal verinin toplanmasında önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Yersel ölçme yöntemleri yanında, dijital fotogrametrik sistemler, uzaktan algılama sistemleri,

LİDAR gibi sistemlerle de yüksek doğrulukta 3B konumsal veri toplanabilmekte ve bunlar 3B modellerin üretilmesi için kullanılmaktadır. 3B modellerin oluşturulmasında da birçok alternatif bulunmaktadır. Ticari amaçlı veya açık erişim tabanlı geliştirilmiş birçok 3B veri modeli bulunmaktadır. Bunun yanında son yıllarda CAD ve CBS yazılım üreticileri üçüncü boyutu modelleyip temsil edecek şekilde 3B veri yapıları geliştirmişlerdir. Benzer şekilde üretilen 3B modellerin sunumu için de değişik alternatifler bulunmaktadır. Günümüzde verinin sunumunda internet önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle toplanıp modellenen 3B kadaströ verilerinin internet üzerinden etkin sunumu için de alternatiflerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, mekânsal bilgi sisteminin altyapısını oluşturmaya yönelik olarak kadaströ verilerinin içeriğinin zenginleştirilmesini ve etkin şekilde sunumunu sağlayacak kadaströ verilerinin 3B temsili için yasal ve teknik imkân ve kısıtlamalar değerlendirilmektedir. Türkiye’de TKGM tarafından 2018 yılında başlatılan ‘3B Kent Modelleri ve Kadaströ Projesi’ de dikkate alınarak kadaströda 3B verinin toplanması, modellenmesi ve sunumunda mevcut alternatifler ve farklı ülkelerin yaklaşımları değerlendirilerek Türkiye için kullanılabilirlikleri ele alınacaktır.

1.4. Metodoloji

Bu çalışma sürecinde genel olarak aşağıdaki işlem adımları takip edilecektir:

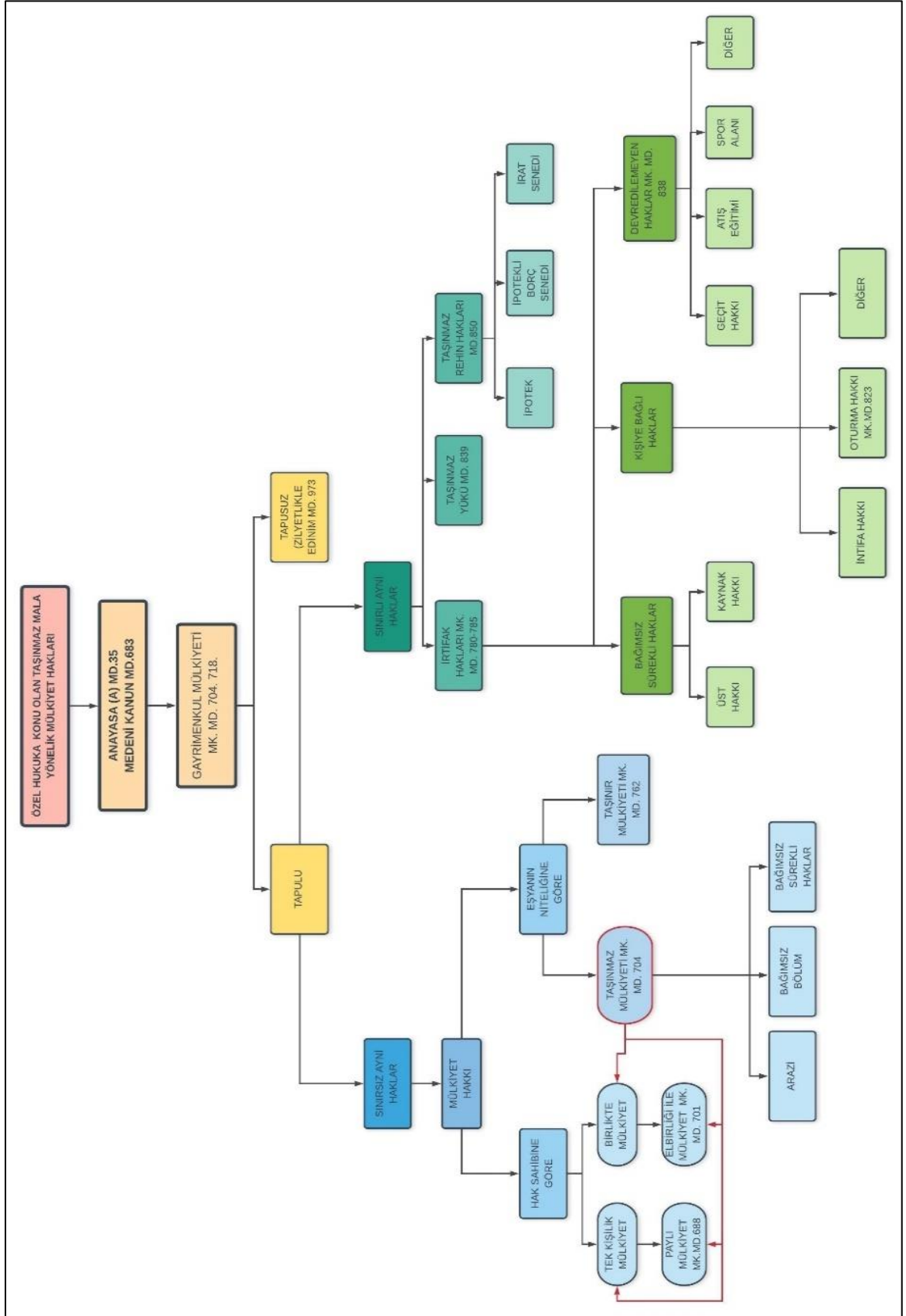
- Türk kadaströ sisteminin mevcut durumu incelenecektir.
- 3B veri toplama ve modellemeyle ilgili temel kavramlar araştırılacaktır.
- TKGM 3B Kent Modelleri ve Kadaströ Projesi incelenecektir.
- FIG 3B kadaströlar çalışma grubu yaklaşımları karşılaştırılacaktır.
- Kullanılabilecek 3B veri modelleri ve veri yapıları belirlenecektir.
- Belirlenen modeller ile örnek uygulamalar gerçekleştirilecektir.
- Gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları karşılaştırılarak en uygun yaklaşım belirlenecektir.

1.5. Temel Kavramlar

Bu bölümde, tez kapsamında kullanılan bazı temel kavramlar tanımlanmaktadır.

1.5.1. Mülkiyet

Mülkiyet Türk Dil Kurumu (TDK) Sözlüğü'nde; “sahiplik, kendisinin olan bir şeyi yasa çerçevesinde istediği gibi kullanabilme hakkı olarak tanımlanmaktadır. Anayasamızın 35'inci maddesinde; herkesin mülkiyet ve miras haklarına sahip olduğu, bu hakların ancak kamu yararı amacıyla kanunla sınırlanabileceği, mülkiyet hakkının kullanılmasının toplum yararına aykırı olamayacağı hususları hükme bağlanarak, mülkiyet hakkı Anayasa'da teminat altına alınmıştır. Medeni Kanunun 683. maddesinin ilk fıkrasında ise “bir şeye malik olan kimse, hukuk düzeninin sınırları içinde, o şey üzerinde dilediği gibi kullanma, yararlanma ve tasarrufta bulunma yetkisine sahiptir” denilmektedir. Mülkiyet hakkı kutsal bir hak olup Anayasa yanında, ülkemizin taraf olduğu Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi gibi çeşitli metinlerde de güvence altına alınmıştır. Mevzuatımızda bulunan mülkiyet hakkı ve türleri Şekil 1.3'te gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Mevzuatımızda mülkiyet hakkı ve türleri

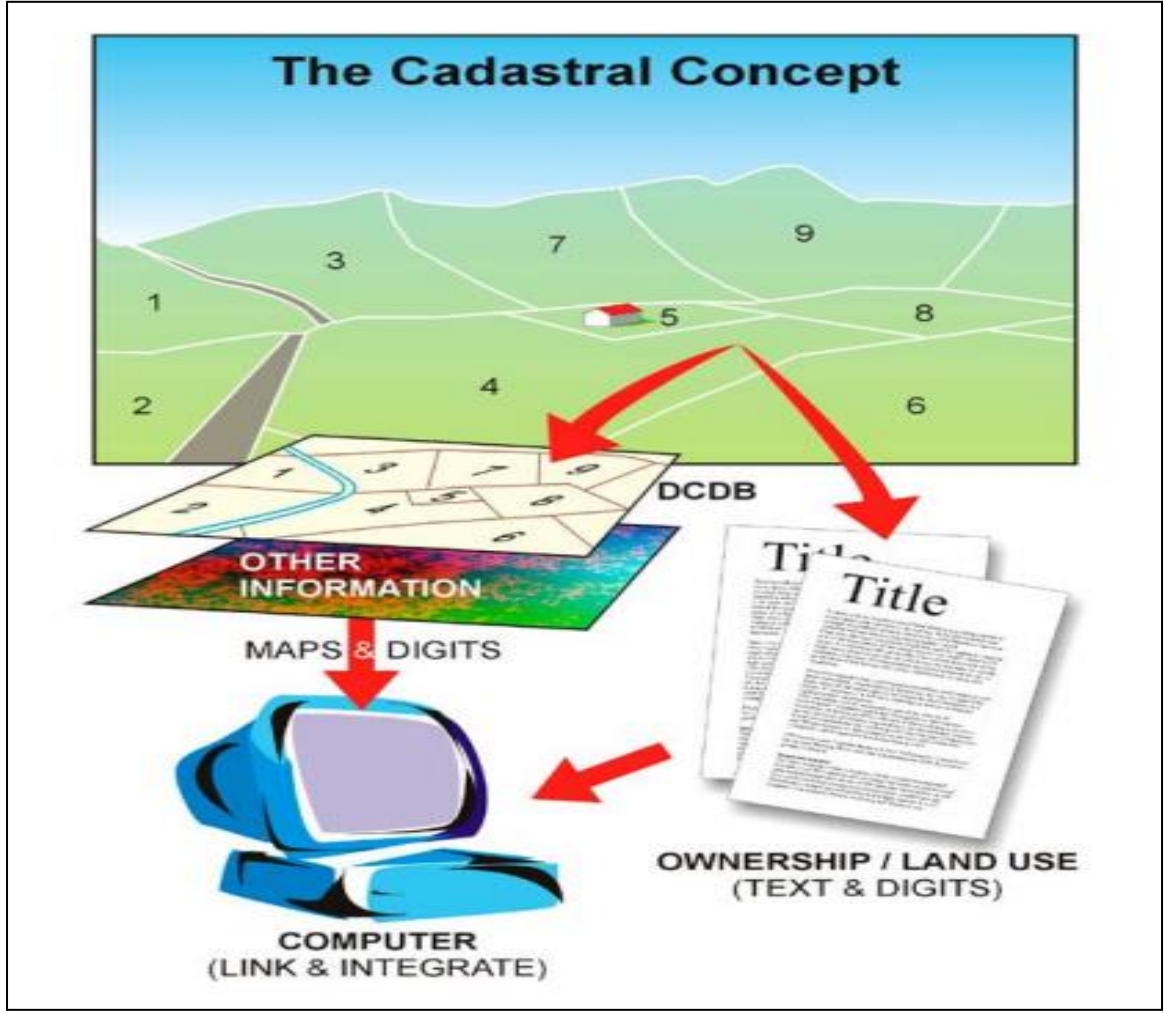
1.5.2. Gayrimenkul

Gayrimenkul kelimesinin Türkçe’deki esas karşılığı “taşınmaz”dır. Aynı zamanda eşya hukuku terimi olan gayrimenkul, ekonomide de bir terim olarak kullanılır. Ekonomik olarak kıymeti olan, paraya çevrilmesi mümkün olan tüm mallar menkul veya gayrimenkul olarak ifade edilmektedir. Menkul taşınabilir niteliğe sahip olanlara, gayrimenkul ise menkul tanımının tersi olarak taşınabilir niteliğe sahip olmayan anlamlarına gelmektedir.

1.5.3. Kadastro

TDK sözlüğünde Kadastro; “bir ülkedeki her çeşit arazi ve mülk yerinin, alanının, sınırlarının ve değerlerinin devlet eliyle belirlenip plana bağlanması işi” olarak tanımlanır. Harita Genel Komutanlığı (HGK)’nın Haritacılık Sözlüğüne göre ise kadastro; “il ve ilçe sınırları içinde taşınmaz malların hukuki ve geometrik durumlarını, konumlarını, alanlarını, değerlerini ve üzerindeki her türlü hak ve yükümlülükleri tespit ederek bir plana bağlama işi” olarak tanımlanmıştır.

Uluslararası literatürde de birçok kadastro tanımı bulunmaktadır. Bunun nedeni ise kadastroya ilişkin kapsamlı ve özlü bir tanımın yapılmasının mümkün olmamasıdır. Tanımlar ülkelerin araziye bakış açılarına göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin Dale ve McLaughlin (1988) ve (1999)’a göre kadastro; “Hukuki anlamda, arazi parsellerinin sahiplik kaydı, mali açıdan taşınmazların değerinin kaydedildiği bir kayıt, çok amaçlı bakış açısıyla ise parsellerin özniteliklerinin kaydıdır”. Larsson (1991) ise kadastroyu; “belli bir alandaki arazi birimlerinin sistematik tanımlaması” olarak ifade etmektedir. FIG (1995)’te kadastro; “araziyle ilgili hak, kısıtlama ve sorumlulukların kaydını içeren parsel tabanlı güncel bir arazi bilgi sistemi” olarak tanımlanmış ve Şekil 1.4’te gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Kadastro kavramı (FIG, 1995).

1.5.4. Veri

TDK sözlüğünde veri; Bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temeli olan ana öge, muta, done, bir sanat eserine veya bir edebî esere temel olan ana ilkeler, gözlem ve deneye dayalı araştırmanın sonuçları, bilgi, data, anlamlarına gelmektedir. Veri, kısaca bilgilerin işlenmemiş (ham) halidir. Veri; bilginin yapılandırılıp, kolay analiz edilebilmesi için bir araya getirilmesi ile oluşan işlenmiş bilgiler topluluğuna denir.

1.5.5. Veri Modeli

Model kavramı gerçekte var olan bir durumun anlaşılabilir olması amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Var olan veya yeni oluşturulan verilerin dijital dünyanın yani bilgisayarların anlayabileceği şekilde tarif edilme sistemleridir. Modelleme bir sistemin incelenmesi için yapılan basit bir örneğidir (URL-2, 2018).

Kadastro verilerinin 3B gösterim imkânlarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi ile gerçekte var olan verileri 3B modelleme, 3B gösterim ve 3B analiz gibi, gerçek dünyada var olanı dijital dünyada da olduğu gibi göstererek 3B akıllı altlıklar oluşturulması ile hızlı, ekonomik, gerçekçi, kaliteli ve doğru kararlar alınmasına imkân sağlayacaktır.

1.6. Konumsal Veri Modelleme

Konumsal veri modelleri coğrafi bilgi sistemlerindeki verilerin analizi ve coğrafi referanslı nesnelerin özellikleri ile birbirleriyle olan ilişkilerinden oluşan ayrıca coğrafi referanslı nesneleri tanımlayıp temsil etmek amacıyla kullanılan yapılardır. Konumsal veri modeli harita üretimi, analiz ve sorgulama gibi işlemlerin gerçekleştirebilmek için dünyanın konumsal veriler ile temsil edilmesi olayıdır.

Konumsal verileri modellemede iki temel yol vardır. Bunlar Raster Veri Modeli (alan bazlı) ve Vektör Veri Modelidir (nesne bazlı). Raster ve vektör verinin karşılaştırılmalı gösterimi Şekil 1.5'te verilmektedir (Güler, 2014).

Raster Veri Modeli (alan bazlı-hücreli veri modelleri); genellikle süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılan, konumsal bilgi içeren verilerin modellenmesinde kullanılan ve süreklilik özelliği gösteren modellemelerde tercih edilen yöntemdir. Ayrıca hava fotoğrafları uydu görüntüleri taranan kâğıt paftalar raster veri olarak coğrafi bilgi sistemlerinde de kullanılmaktadır.

Vektör Veri Modeli (nesne bazlı); Vektör veri modeli kısaca gerçek dünyanın nesnel bazlı görünümüdür. Bu model genellikle doğal yeryüzü nesneleri (akarsu, ağaç), insan yapımı nesneler (yol, bina), sınırlar ve arazi parsellerinin modellemesinde kullanılan yöntemdir. Konum bilgisi gerektiren konumsal nesneleri tanımlamakta tercih edilen başarılı bir modeldir. Raster veriye göre veri boyutları daha küçüktür ve bu yüzden CBS uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılır.

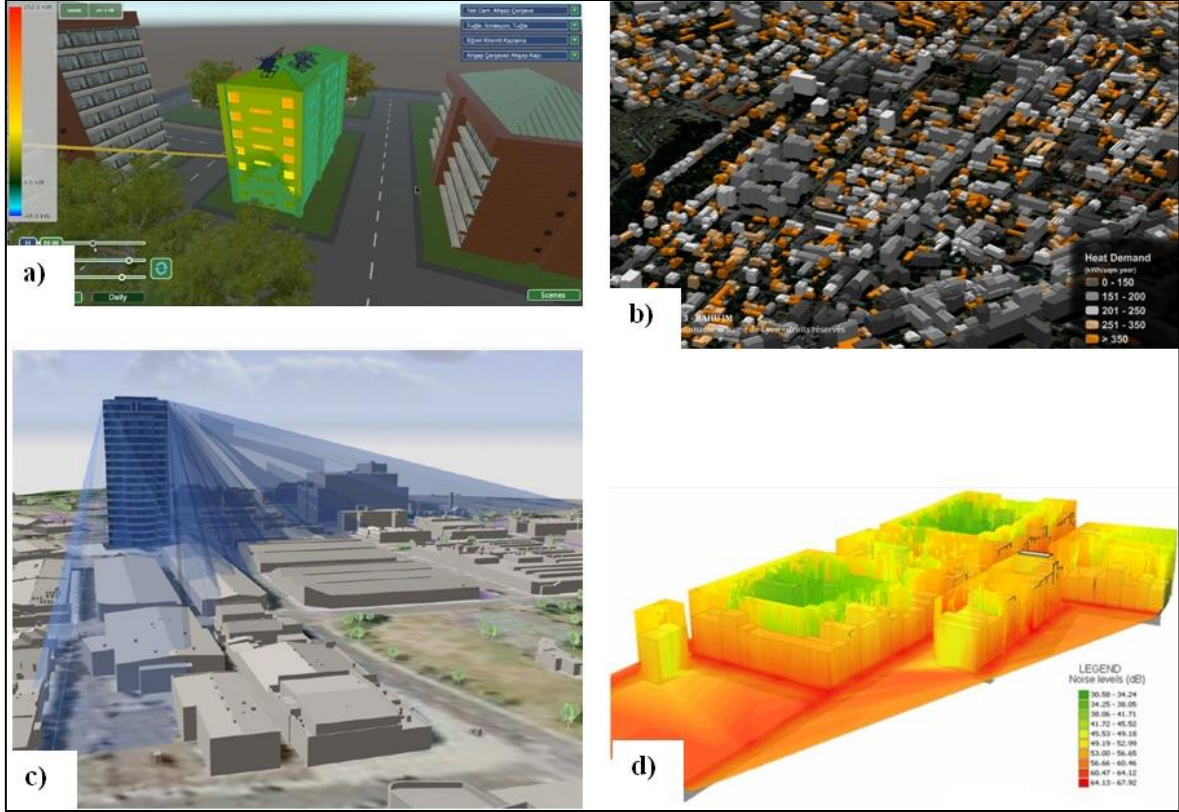
Raster		Vektör

Şekil 1.5. Raster ve vektör veri gösterimi. (Güler, 2014)

1.7. Üç Boyutlu Konumsal Veri Modellerinin Kullanım Alanları

Günümüzde 3B veri temin etmenin imkân ve olanakları arttığından dolayı 3B konumsal veriye olan talep ve bununla birlikte 3B verilerin işlendiği uygulamalara olan istekler de artmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak 3B konumsal veri kullanım alanlarının da arttığı görülmektedir. Artık hemen hemen her kurum 3B konumsal veri kullanım deneyimlerine sahiptir. 3B konumsal veriler kent modellemelerinin vazgeçilmez verilerinden biri haline gelmiştir. Bakanlık uygulamalarında, belediyelerde, vb. kuruluşlarda kullanılmaktadır. Örneğin 3B konumsal bina modelleri veya diğer 3B konumsal objeler dikkate alınarak bir noktadan görülebilen veya görülemeyen alanların belirlenmesi gibi siluet analizleri yapılabilir. Binaların yapılmadan önce siluet analizlerinin yapılmasıyla olması gereken yükseklik ve kat âdeti bilgilerinin ön görülmesi sayesinde, yapılacak olan yapıların tarihi anlamda önemi olan yapıların siluetlerinin bozulması önlenmektedir.

3B konumsal veri modelleri sayesinde ihtiyaçlar doğrultusunda çeşitli analizler yapılabilmektedir. Örneğin güneşlenme süresinin analizi, enerji tüketimi analizi, kentsel nesneler tarafından gölgelendirilen bölgelerin analizi, gürültü kirliliği analizi (Biljecki vd., 2015) gibi analizler bu tür analizlerdendir. Şekil 1.6.'da 3B modeller ile yapılabilecek bazı analiz örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 1.6. 3B modeller ile yapılabilecek analizler. a) Güneşlenme süresinin analizi, b) Enerji tüketimi analizi, c) Kentsel nesneler tarafından gölgelendirilen bölgelerin analizi, d) Gürültü kirliliği analizi (Biljecki vd., 2015).

1.8. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü Projeleri

Ülkemizde ilk Tapu Teşkilatı 21 Mayıs 1847 tarihinde Defterhane-i Amire Kalemî adıyla kurulmuş ve cumhuriyete kadar çeşitli isimler altında görevini sürdürmüştür. Tesis edilen ilk kayıtlar tamamen mülkiyete ve tapu işlemlerine yönelik olmuş ve bu dönemlerde hiçbir harita çalışması, kadastro tesisi ve güncelleştirilmesi konusunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Cumhuriyetin kurulmasından sonra 1924 yılında Tapu Umum Müdürlüğü Teşkilatı kurulmuştur. Bu teşkilat bünyesine 1925 yılında 658 sayılı Kanunla kadastro

birimi ilave edilmiştir. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün bugünkü yapısı ve hedefleri 29 Mayıs 1936 tarih ve 2997 sayılı Kanunla belirlenmiş olup Teşkilat, sırası ile Maliye Bakanlığına, 7 Temmuz 1939 tarihinde Adalet Bakanlığına, 10 Ağustos 1951 tarihinde Başbakanlığa, 22 Kasım 2002 Tarihinde Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığına ve son olarak 08 Temmuz 2011 tarihinde de Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlanmıştır.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü mülkiyete dair verilerin bilgi sistemleri dahilinde sunulması, sorunların giderilmesi, kamuya ve vatandaşa ait taşınmazların envanterinin çıkarılması, vergi kayıplarının önlenmesi, düzenli şehirleşmenin sağlanması ve yatırım ortamının iyileştirilmesi gibi başlıca görev ve sorumlulukları olan, ülke kadastrounun yapılması, tapu planlarının yenilenmesi-güncellenmesi, 1/5000 ve üzeri ölçekteki haritaların hazırlanması, yurt dışındaki T.C vatandaşlarının yurt dışındaki hak ve çıkarlarının korunması ve lisanslama işlemleri gibi konuları görev edinen aynı zamanda tüm bunları devlet güvencesi altında muhafaza ederek güncelleyip hizmete sunan taşınmazlara yönelik politikaları belirleyen ve yöneten önemli bir kamu kurumudur (URL-3, 2018).

1.8.1. Tapu Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS)

Tapu ve kadastro bilgi sistemi (TAKBİS); ülke genelinde mülkiyet bilgilerinin bilgisayar ortamına aktarılıp her türlü sorgulamanın yapılabilmesini amaçlayan en temel e-Devlet projelerinden birisidir. Arazi ile ilgili verileri doğru, güvenli ve hızlı bir şekilde sunan, takip ve kontrol işlemlerinin yapılmasını sağlayan, günümüz teknolojik imkânlarını kullanan kullanıcı hataları ortadan kaldıran, zamandan tasarruf sağlayan, arazi ile ilgili en büyük altlık altyapısı ihtiyacını karşılayan, CBS mantığıyla hareket eden entegreye açık bir arazi bilgi sistemidir.

TAKBİS projesi sayesinde arazi ile ilgili iş ve işlemlerde belli bir standart sağlanmış, belge sahteciliği, memur/kullanıcı hataları, vatandaş hak kayıpları gibi problemlerin önüne geçilmiş, vergi kayıpları ortadan kalkmış, doğru, güvenilir, standart ve takip edilebilir bilgilere ulaşma sağlanmış ve mevcut durumunun analizi yapıp, neler entegre edilebilir, nasıl geliştirilir, arazi idare sistemlerinin gereksinimleri nasıl karşılanır gibi soruların cevapları bulunmaya çalışılmıştır (URL-4, 2018).

1.8.2. Mekânsal Gayrimenkul Sistemi (MEGSİS)

Mekânsal Gayrimenkul Sistemi (MEGSİS); sayısal olarak kadastro müdürlüklerinin yerel bilgisayarlarında yer alan CAD tabanlı verilerin merkezi bir sistem üzerinde toplanarak tapu bilgileri ile eşleştirilmesi ve bu bilgilere ihtiyaç duyan paydaş kurum, kuruluş ve belediyeler ile uluslararası standartlarda harita servisleri aracılığıyla paylaşılması, e-Devlet kapısı üzerinden vatandaşlara sunulması amacıyla Tapu ve Kadaastro Müdürlüğü tarafından projelendirilerek hazırlanmış açık kaynaklı bir uygulamadır. MEGSİS Web tabanlı uygulama yazılımı, Uluslararası standartlarda harita servisleri, e-Devlet harita servisleri olmak üzere üç ana başlık altında toplanarak oluşmuştur. Bu yapısı sayesinde uluslararası standartlarda arazi ile ilgili merak edilen her türlü soruya cevap verebilecek yapıya kavuşmuştur. Vatandaş merkezli yapısı sayesinde arazi ile merak edinilen bilgiye internet erişiminin olduğu her yerden ulaşma imkânı sağlayan iş ve işlemlerde hız sağlayan gereksiz yoğunluğu azaltan bir projedir (URL-5, 2018).

1.8.3. Harita Bilgi Bankası (HBB)

Tapu ve Kadaastro Genel Müdürlüğüne göre Harita Bilgi Bankası; ülke düzeyinde büyük ölçekli mekânsal bilgi sistemlerinin oluşturulması hedefine yönelik olarak harita yapan ve yaptıran kuruluşlarca gelişen teknolojinin olanaklarından da yararlanarak oluşturulan haritalara ait bilgi ve belgelere ilişkin meta verilerin ilgili kurumlarca girişine, güncellenmesine ve internet üzerinden sunumuna ve bu sayede mükerrer harita üretimi ile kaynak israfının önlenmesi hedefine yönelik geliştirilen bir mekânsal bilgi sistemidir (URL-6, 2018).

1.8.4. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)

Mekânla ilgili tüm bilgilerin etkin ve ekonomik bir biçimde kamu ve özel sektör arasında paylaşılmasını, kullanılmasını sağlayan bir yapısı vardır. TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) ulusal düzeyde teknolojik gelişmelere ve INSPIRE direktifine uygun coğrafi bilgi sistemi altyapısı kurulmasını, kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlusu oldukları coğrafi bilgileri ortak altyapı üzerinden kullanıcılara sunmaları amacıyla bir web portalı oluşturulmasını, coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde içerik standartlarının oluşturulmasını ve coğrafi veri değişim standartlarının belirlenmesini amaçlayan bir e-Devlet projesidir. Bu proje sayesinde ülke genelinde üretilmiş, üretimi devam eden ve üretilecek olan mekânsal verilere erişimin

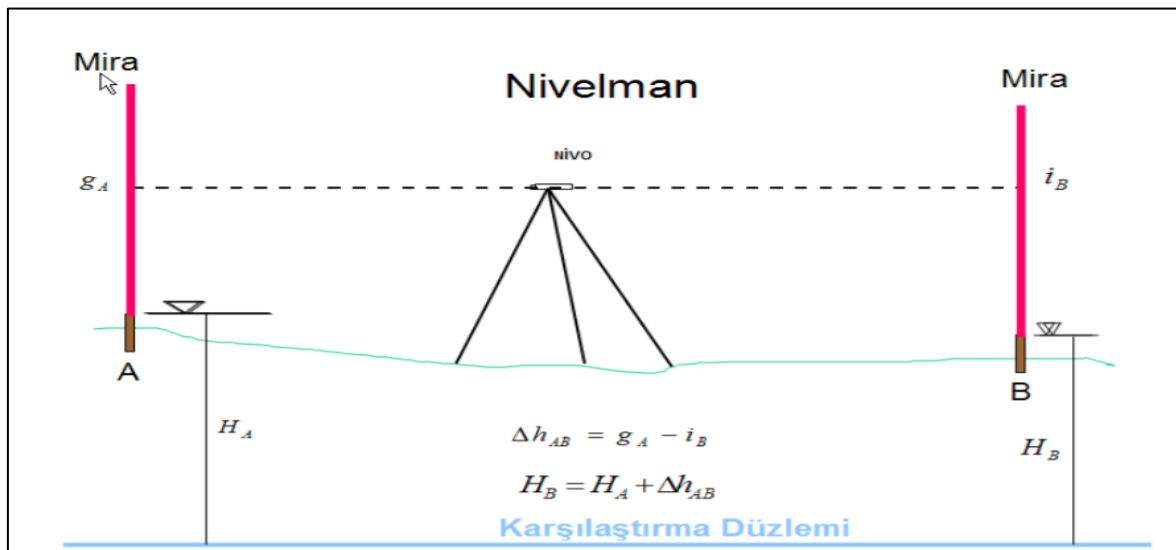
sağlanması amaçlanarak, Adres, Arazi Örtüsü, Bina, Hidrografiya, İdari Birim, Jeodezik Altyapı, Ortofoto, Tapu Kadastro, Topografiya, Ulaşım olmak üzere 10 adet veri temaları oluşturulmuştur (URL-7, 2018).

1.9. 3B Veri Toplama Yöntemleri

Bu bölümde 3B veri toplama yöntemlerinde kullanılan başlıca teknikler incelenmektedir.

1.9.1. Geometrik Yükseklik Ölçüsü

Geometrik yükseklik ölçüm yönteminde, noktalar arasındaki yükseklik farkları, bu noktaların yatay bir düzleme olan düşey uzaklıkları ölçülerek, bunların farkı alınmak suretiyle bulunur. Yatay gözlemler yapabilen dürbünlü aletler (Nivo) ile birlikte yüksekliği bilinen ya da yüksekliği bulunacak noktalar üzerinde düşey durumda tutulan üzerinde ölçüm bilgisi veren işaretler bulunan (Mira) yardımıyla yükseklik farklarının belirlenmesidir. Bu durum Şekil 1.7’de gösterilmektedir. Yükseklik ölçüm yönteminde aletsel ve dış ortamdan kaynaklanan model hatalarının ortadan kaldırılması ya da en aza indirilebilmesi için önemli çaba sarf etmek gerekir. Bu da ölçme hızını düşürmek ile birlikte maliyeti artırmaktadır. Bununla birlikte, bu yöntemin daha yüksek doğruluk ile veri ürettiği söylenebilir (Ceylan, 2009). Geometrik nivelmanda doğruluk; $\pm 1\text{mm}$ ile $\pm 1\text{cm}$ arasındadır.



Şekil 1.7. Geometrik Nivelman (Özerman, 2012)

A ve B noktaları arasındaki yükseklik farkı (Δh_{AB}) dir. Aşağıda belirtilen formül ile hesaplanır.

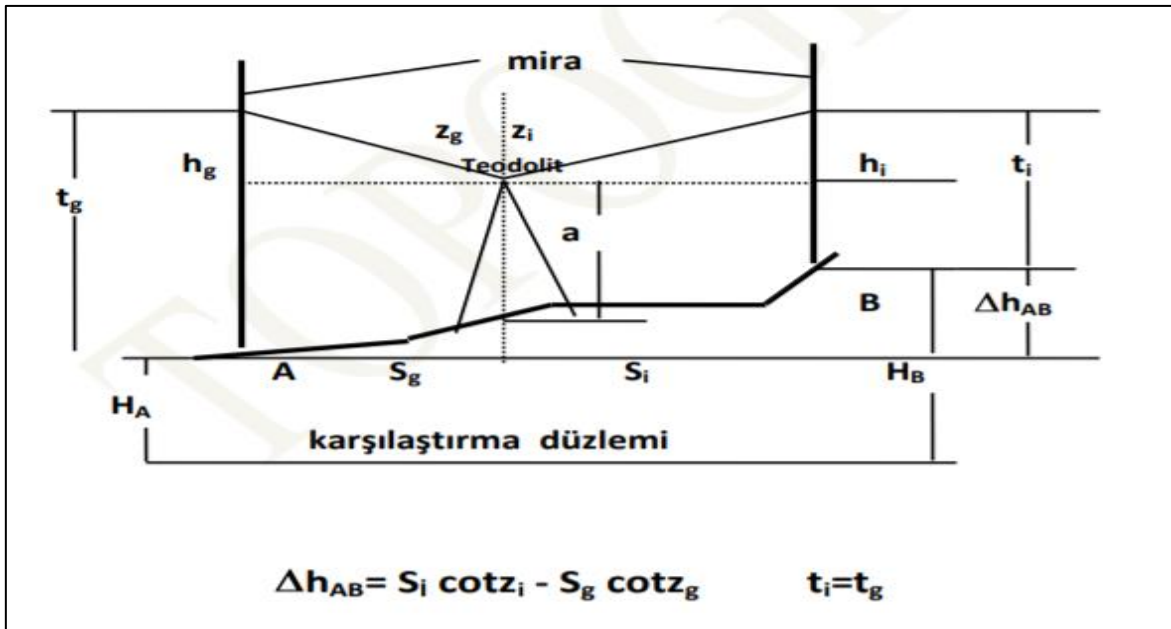
$$\Delta h_{AB} = g_A - i_B$$

A noktasının kotu (H_A) , B noktasının kotu ise (H_B) dir.

$H_B = H_A + \Delta h_{AB}$ olarak hesaplanmaktadır.

1.9.2. Trigonometrik Yükseklik Ölçüsü

Trigonometrik yükseklik ölçüsü yöntemi, düşey açıların ölçülmesi ile yüksekliklerin belirlenmesi olayıdır. Arazinin çok engebeli olduğu durumlarda ve geometrik yükseklik ölçüsü doğruluğu istenmeyen işlerde, noktaların yükseklikleri trigonometrik yükseklik ölçüsüyle belirlenebilir. Trigonometrik yükseklik belirlenebilmesi için yüksekliği bilinen bir noktaya teodolit ya da total station kurularak, düşey açı okunur, alet yüksekliği ve işaret yüksekliği ölçülür ve iki nokta arasındaki uzaklığın bilinmesi veya ölçülmesi adımları sonucunda yükseklik değeri elde edilir (Erkaya, 2006). Trigonometrik nivelman ile yükseklik farkının bulunması Şekil 1.8’de gösterilen formül ile hesaplanmaktadır. Trigonometrik nivelmanda doğruluk ± 1 cm ile ± 10 cm arasındadır.



Şekil 1.8. Trigonometrik Nivelman (Özerman, 2012)

1.9.3. Barometrik Yükseklik Ölçüsü

Atmosfer basıncının yükseklikle değişmesinden yararlanılır. Bu yükseklik ölçüm yönteminde basınç barometre ile ölçülür ve basınç farklarından yükseklik farkları hesaplanır ve keşif işlerinde kullanılır (Özerman, 2012). Barometrik nivelmanda doğruluk; $\pm 1\text{m}$ ile $\pm 2\text{m}$ arasındadır.

1.9.4. Fotogrametrik Yöntemle Yükseklik Tayini

Fotogrametri, fiziksel temas olmaksızın ölçme ve yorumlama işlemleri ile nesnelerin ve yüzeylerin özellikleri hakkında güvenilir bilgi edinimi sağlayan bir bilim dalıdır (Schenk, 2005). Fotogrametrik yöntemlerle veri üretimi, dik açıyla çekilen hava fotoğraflarının kullanılmasıyla çok hassas yer ölçümü yapmaya uygun verilerin elde edilmesi işlemidir. Fotogrametri tekniği ile veri üretimi yapılacak alana ilişkin fotoğraflar çekilir, bu fotoğraflar üzerindeki görüntüler ölçülerek veri üretimi sağlanır (URL-8, 2018).

Fotogrametrik alanında gelişen teknoloji ile üretilen verilerin hassasiyet derecesi de bir okadar arttığından, ülkemizde ve dünyada kullanımı ve kullanım alanları (büyük ölçekli ortofoto, true ortofoto ve vektör harita üretimi gibi) hızla artmıştır. Fotogrametrik yöntem ile elde edilen veri Şekil 1.9'da gösterilmektedir. Fotogrametrik yöntem ile elde edilen verilerin hassasiyet oranı gelişen teknolojiler sayesinde $\pm 10\text{ cm}$ kadar indirgenmiştir.



Şekil 1.9. Fotogrametrik yöntemler ile üretilen veri, (URL-8, 2018).

1.9.5. GNSS ile Yükseklik Belirleme

GNSS (Global Navigation Satellite System / Küresel Navigasyon ve Konum Belirleme Uydu Sistemleri), uydudan yararlanarak konum belirlemek için kullanılan sistemlerdir. Dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu herhangi bir zaman diliminde belirleyen ve en az 4 uydudan kod-faz varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan bir uydu ölçme sistemidir. Bu sistem, temel olarak jeodezideki en eski tekniklerden biri olan “geriden kestirme” esasına dayanmaktadır (URL-9, 2018). Geriden kestirme, konumu bilinmeyen bir noktadan konumu bilinen noktalara yapılan gözlem ve hesapları kapsamaktadır. Çok yaygın olarak kullanılan bu yöntemin (X,Y) konumsal hassasiyeti (0-1cm) iken elipsoidal yükseklik hassasiyeti troposferik gecikmeden kaynaklı (3-5 cm) dir (Yılmaz, 2014).

1.9.6. LIDAR, Lazer Tarama Yöntemi

Mekânsal veri toplama yöntemlerinden biri olan Lıdar (Light Detection and Ranging/Işık Saptama ve Uzaklık Belirleme), yüksek doğruluklu konumsal veri elde edilmesinde kullanılan 3B lazer tarayıcı algılama tekniği ile çalışan bir sistemdir. Lazer tarayıcı; havada, yerde, uzayda ve mobil olarak değişik platformlarda kullanılabilir. LIDAR çalışma prensibi, lazer tarayıcı sistem tarafından gönderilen ve obje yüzeyinden yansıyan lazer sinyalinin alıcıya geri dönme süresinin ölçülme işlemidir. Lazer ışınının gönderildiği andaki konum ve dönüklük bilgileri ölçülerek objenin X,Y,Z koordinatları elde edilir. Yeryüzünün Sayısal Arazi Modeli (SAM), Sayısal Yüzey Modeli (SYM), Yükseklik Modeli ve Topografik Modeli gibi modeller, yüksek doğrulukta ve hızlı bir şekilde oluşturulabilir. Bu sistem ile üretilen modeller, çalışmanın niteliğine göre değişebilmek ile birlikte milyonlarla hatta milyarlarla ifade edilebilen “Nokta Bulutu” nu içermektedir. Bu nokta bulutunun her bir noktasında 3B koordinat verisi bulunmakta ve nokta bulutu yoğunluğu ilgili yüzeye göre değişebilmektedir. LIDAR sensörler mesafe ölçmek için lazer teknolojisi kullandıkları için çözünürlükleri yüksektir. LIDAR sensörler sis, yağmur, gölge gibi görüntü işlemenin yetersiz kaldığı durumlarda yüksek doğruluk oranlarına sahiptir (Kara, 2017).

LIDAR sistemlerinde kullanılan teknolojik gelişmeler doğrultusunda değişkenlik göstermek ile birlikte yatay ve düşey doğrultuda ± 30 cm doğruluktan söz etmek mümkündür.

1.9.7. Uzaktan Algılama Yöntemi ile Veri Üretimi

Uzaktan algılama, bir fiziksel temas olmaksızın, algılayıcı sistemleri kullanarak yeryüzü hakkında bilgi elde etme sanatı ya da bilimidir. Uzaktan algılama yöntemi ile veri üretimi, raster veri formatındaki uydu görüntüleri üzerinde koordinatlandırma, görüntü işleme, sınıflandırma, vektörizasyon gibi işlemlerle coğrafi bilgi sistemleri tabanlı kullanılabilen verilerin üretilmesi ile gerçekleştirilmesi işlemidir. Bu yöntem çeşitli özelliklerdeki bantlardan oluşan uydu görüntülerinin sağladığı raster verilerin kullanılması ile vektör verilerin üretilmesine olanak sağlar. Daha çok, geniş arazi üzerinde veri toplamak için kullanılmaktadır.(URL-8, 2018). Farklı uydulardan elde edilen görüntülerin kalitesi ve ölçek faktörleri doğrultusunda hassasiyet değerleri değişmektedir. Örneğin IKONOS görüntüleri ile doğruluk ± 1 m ile ± 5 m arasındadır.

İncelenen yöntemlerin yükseklik doğrulukları Tablo 1,1’de gösterilmektedir.

Tablo 1.1. Veri Toplama Yöntemlerinde Yükseklik Doğrulukları

Veri toplama Yöntemi	Doğruluk
Geometrik Yükseklik Ölçüsü	± 1 mm - 10 mm
Trigonometrik Yükseklik Ölçüsü	± 1 cm - 10 cm
Barometrik Yükseklik Ölçüsü	± 1 m - 2 m
Fotogrametri Yükseklik Ölçüsü	± 10 cm
GNSS	± 3 cm -5 cm
LİDAR	± 30 cm
Uzaktan Algılama	± 1 m - 5 m

1.10. Türkiye’de Bağımsız Bölümlerin Tescil Süreci

Tez çalışmasıyla bağımsız bölümlerin 3B temsili hedeflendiğinden, bu bölümde arsa ile başlayıp bağımsız bölümlerin oluşması ile sonuçlanan bağımsız bölümlerin tescil süreci açıklanmaktadır. Bağımsız bölümlerin tescili sürecinde temel aşamalar şunlardır:

a) **İmar Durum Belgesinin Alınması:** Arsa üzerinde inşaat işlemlerine başlanabilmesi için arsanın bulunduğu ilgili belediyesinden imar durum belgesinin alınması gerekmektedir. Alınan imar durum belgesi ile, inşaatın belirtilen arsaya yapılıp

yapılamayacağını, binanın arsadaki oturum, inşa edilebilir toplam metrekaresini, arsanın ticari ya da konut ruhsatlı bölgede olup olmadığını arsaya ait tevhit veya ifraz gerekip gerekmediği gibi bir çok bilgi içeren bu belge inşaat sürecinin altlığını oluşturmaktadır.

b) Projelerin Hazırlanması ve Onayı: İmar durum belgesine uygun olarak bina ile ilgili mimari, statik, elektrik, mekanik vb. projelerinin yaptırılması gerekmektedir. İnşa edilecek yapıya ait projelerin ilgili belediyesince onaylanması gerekmektedir. Projelerin onaylanması konutun inşa edilebilir yeterliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

c) Yapı Ruhsatı (İnşaat İzni) Alınması: Yapı Ruhsatı, mücavir alanlar içerisinde ruhsata tâbi olan herhangi bir yapının inşaatına başlanabilmesi için verilen bir izindir. Yapı ruhsatı (İnşaat izni) almak için ilgili belediyesine yapı sahibi tarafından verilecek belgeler vardır. Bu belgeler belediyelerin talepleri doğrultusunda değişiklik gösterebilmektedir.

Temel belgeler ruhsat başvuru dilekçesi, İmar durumu, Taahhütname, Tapu Senedi, Vekâletname ve Muvafakatnameler (gerektiğinde), Mimari/ Statik/ Elektrik/ Mekanik/ Tesisat Projeleri, Çevre ve Peyzaj Projeleri, Zemin Etüdü Raporu, Harita uygulama sorumlusu ve evrakları, Yapı Müteahhidi ile ilgili belgeler, Yapı denetim sözleşmesi ve yapı denetim şirketinin belgeleri olarak sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen belgeler doğrultusunda yapı inşaat izni alınarak inşaata başlanır. Konutun projeye uygun bir şekilde inşa edilmesinin kontrolü için Temel Üstü Ruhsatının da ilgili belediyesinden alınması zorunlu belgeler arasındadır. Binanın doğru kurulduğunu gösteren bir belgedir. Su basmanı aşamasında yani yapının temel inşaatı bittiğinde ilgili belediyesinden temel üstü ruhsatı alınarak inşaata devam edilmektedir.

d) Kat İrtifakının Kurulması: Kat Mülkiyeti Kanunun 2. maddesine göre ‘Bir arsa üzerinde ileride kat mülkiyetine konu olmak üzere yapılacak veya yapılmakta olan bir veya birden çok yapının bağımsız bölümleri için o arsanın maliki veya ortak malikleri tarafından bu Kanun hükümlerine göre kurulan irtifak hakkına (kat irtifakı); bu hakka sahip olanlara da (kat irtifak sahibi);’ denmektedir.

Daha ortada bitmiş bir inşaat yok iken bağımsız bölümlerin kat irtifakları kurulabiliyor ve kat irtifaklı tapular çıkarılabilmektedir. Genelde inşaat aşamasında satın alınan yapılarda müteahhit tarafından projenin satılan kısmı için kat irtifaklı arsa tapusu

verilmektedir. Kat irtifakı inşaat başladıktan sonra alınan daha çok inşaat halindeki konutları tapulu olarak satmak ve hakların korunması için çıkartılan yeni tapudur.

Kat irtifakının kurulmasında istenilen belgeler Kat Mülkiyeti Kanunun 12. Maddesinin (a) bendi ‘Ana gayrimenkulde, yapı veya yapıların dış cepheler ve iç taksimatı bağımsız bölüm, eklenti, ortak yerlerinin ölçüleri ve bağımsız bölümlerin konum ve büyüklüklerine göre hesaplanan değerleriyle oranlı arsa payları, kat, daire, iş bürosu gibi nevi ile bunların birden başlayıp sırayla giden numarası ve bağımsız bölümlerin yapı inşaat alanı da açıkça gösterilmek suretiyle, proje müellifi mimar tarafından yapılan, yetkili kamu kurum ve kuruluşlarınca ana gayrimenkulün maliki veya bütün paydaşlarının imzaları alınarak onaylanan ve elektronik ortamda tapu müdürlüğüne gönderilen mimarî proje ile yapı kullanma izin belgesi.’ ve (b) bendindeki ‘Bağımsız bölümlerin kullanılış tarzına, birden çok yapının varlığı halinde bu yapıların özelliğine göre 28 inci maddedeki esaslar çerçevesinde hazırlanmış, kat mülkiyetini kuran malik veya malikler tarafından imzalanmış bir yönetim plânı’; kısaca Kat İrtifakının kurulmasında istenilen;

- Mimari Proje
- Yapı Kullanma İzin Belgesi
- Yönetim Planı

belgeleri ilgili tapu müdürlüğüne verilerek kat irtifakı kurulması işlemi tamamlanarak bağımsız bölümlerin hissesine düşen arsa kat irtifaklı tapular oluşmaktadır.

e) Yapı Kullanma İzin Belgesi (İskân Ruhsatı) Alınması: İmar Kanununun 30. maddesine göre, yapı tamamlandıktan sonra ilgili belediye veya valiliklerce ana yapının bütün bağımsız bölümleri için verilen ve bağımsız bölümlerin amacına uygun kullanılabilir durumda ve projesine uygun inşa edildiğini gösteren belgeye yapı kullanma izin belgesi denilmektedir. Bu belge alındıktan sonra cins değişikliği ve kat mülkiyetine geçiş işlemlerine başlanabilir.

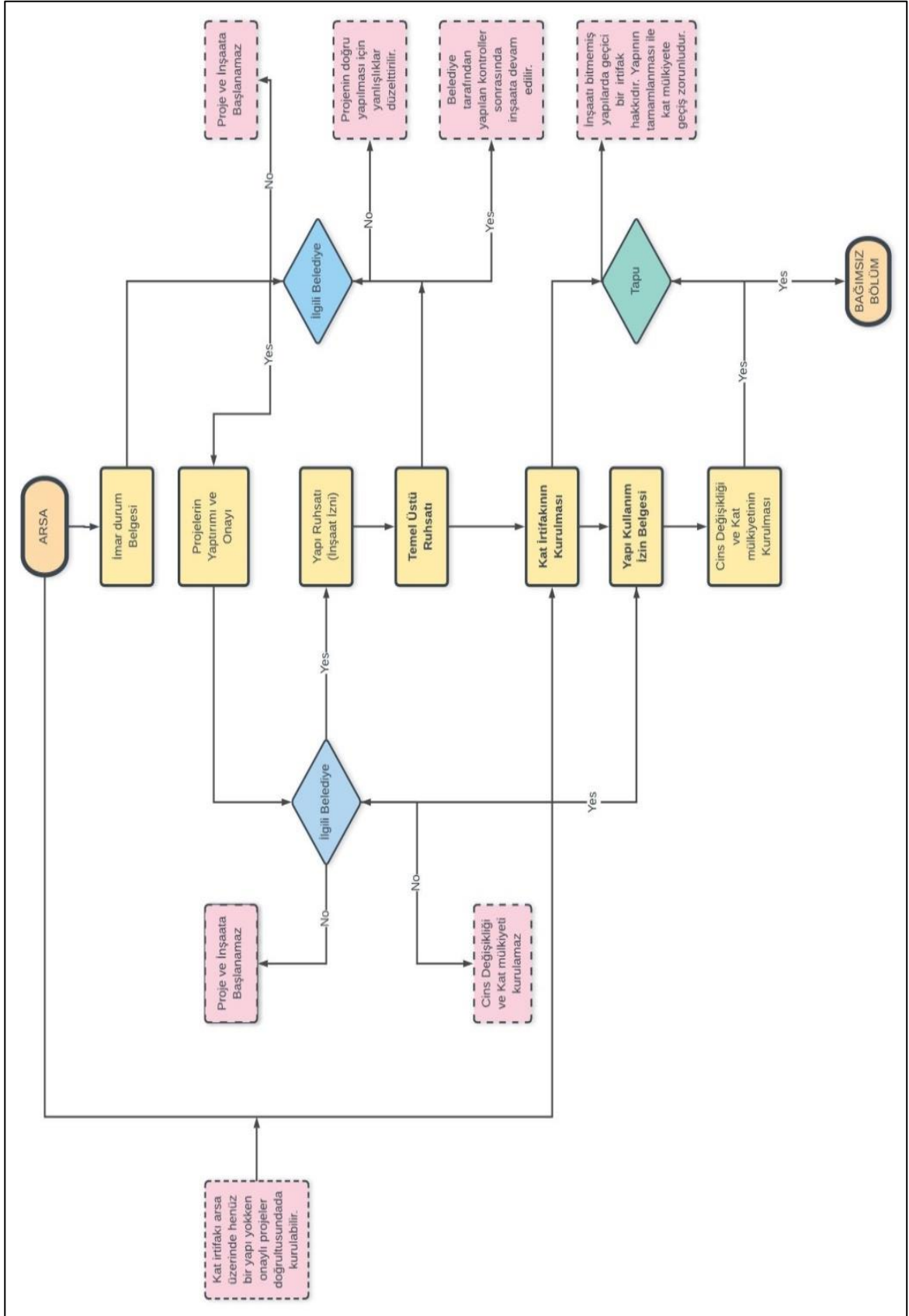
f) Cins Değişikliği İşlemi: Kat irtifakından kat mülkiyetine geçişte cins değişikliği yapılması gerekmektedir. Arsa yapısız halden yapılı hale dönüşmüştür. Dolayısı ile yapı kullanma izni alındıktan ve daha önceden kat irtifakı kurulduğundan dolayı taşınmazların kadastro müdürlüğüne veya özel harita mühendislerince cins değişikliği için ölçümleri yaptırılır. Bu işlemlerden sonra kat irtifakı kurulmuş yapılarda, bağımsız bölümlerin kime

ait olduğu belli olduğundan cins değişikliğine uğrayarak kat mülkiyetine geçiş işlemleri yapılmaktadır.

g) Kat Mülkiyetinin Kurulması: Kat Mülkiyeti Kanunun 1. maddesine göre; ‘Tamamlanmış bir yapının kat, daire, iş bürosu, dükkân, mağaza, mahzen, depo gibi bölümlerinden ayrı ayrı ve başlı başına kullanılmaya elverişli olanları üzerinde, o gayrimenkulün maliki veya ortak malikleri tarafından, bu Kanun hükümlerine göre, bağımsız mülkiyet hakları kurulabilir.’ Kat mülkiyeti ve kat irtifakı resmi senetle ve tapu kütüğüne tescil ile doğar. Bir başka tanımla kat mülkiyeti bir ya da daha çok kişinin, bir yapının belirli bir bölümüne sahip olabilmesi hakkıdır. Tapuya tescil işlemlerinde elektronik ortamda düzenlenen ve ilgili idare tarafından onaylı mimari proje ile yönetim planı esas alınır. Mimari proje ile yönetim planında malik imzası aranmaz.

h) Bağımsız Bölümlerin Oluşturulması: Bir binanın bağımsız bölümleri, inşaatı bitmiş, kullanıma hazır hale gelmiş yapının ayrı ayrı bölümleridir. Bu bölümler kat, daire, iş bürosu, dükkân, mağaza, mahzen, depo gibi bölümlerden oluşmaktadır. Ayrı ayrı ve başlı başına kullanılmaya elverişli olanlarına bağımsız bölüm dendiğinden, aynı bina ve aynı parsel içerisinde farklı bloklarda da yer alabilir. Her bağımsız bölüme ait zeminde bir arsa payı bırakılması gerekmektedir ve bu pay yok ise bağımsız bölüm değil ortak yer olarak adlandırılır (URL-10).

Sonuç olarak bir bina yapılmak istenildiğinde ilk önce imar durum belgesi(ilgili belediyesinden), bu belge doğrultusunda projelerin yaptırılması ve onayı (ilgili belediyesi tarafından onaylanır), inşaata başlamak için yapı ruhsatı (inşaat izni- ilgili belediyesinden) alınarak inşaata başlanır ve subasman dediğimiz temel seviyesine gelindiğinde temel üstü ruhsatı (ilgili belediyesinden) alınır. Kat irtifakının kurulması için gerekli belgeler hazırlanır ve ilgili tapu müdürlüğüne kat irtifakı kurulur. Yapılan inşaatın güvenli bir şekilde satılabilmesi için yapı kullanma ruhsatı iskân izni (ilgili belediyesinden) alınarak cins değişikliği talebi için ilgili tapu müdürlüğüne istenilen belgeler doğrultusunda müracaat edilir. Cins değişikliğinden sonra yine ilgili tapu müdürlüğüne istenilen belgeler ile birlikte müracaat edilerek kat mülkiyetinin kurulması ve bağımsız bölümlerin oluşması sağlanır. Ülkemizde yapının tescil süreçleri Şekil 1.10’da gösterilmektedir.



Şekil 1.10. Yapı yapılırken izlenmesi gereken adımlar

1.11. Akıllı Kentler

Akıllı kent, kısaca, sürdürülebilir bir yaşam ve kentleşme için teknolojinin kentlerin her alanlarında uygulanması olarak tanımlanır. Akıllı kentler; alt ve üst yapılar başta olmak üzere iletişim, çevre, su, enerji ve tüm kritik karmaşık alt üst yapıların durumlarını izleyen, analiz eden, bütünleştiren, akıllı kaynak kullanımını sağlayan ve bu doğrultuda olası problemleri erken görerek önlem alan güvenliğini temin edebilen kentler olarak tanımlar. Teknolojik altyapının kurularak verilerin toplanması, verilerin amaca yönelik işlenmesi ve sunulan hizmetlerin geliştirilmesi akıllı kent sürecine yönelik en temel adımlardır (Terzi vd, 2017).

Akıllı kentler iki önemli ölçüt üzerine kurulmuştur. Bunlar sürdürülebilirlik ve iletişim ölçütleridir. Hızlı kentleşme ve buna bağlı nüfus yoğunluğu ve tüketim ihtiyacındaki artışın ve bu ihtiyaçların çağın gereksinimlerine uygun olarak giderilmesi için etkin bir şehir yönetimine ihtiyaç duyulmaktadır. Akıllı kent kavramı, kamu ihtiyaçlarının çağın gereksinimlerine uygun olarak karşılanabilmesi amacıyla etkin bir şehir yönetimini kurmayı, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak yaşam kalitesini arttırmayı amaçlayan katılımcı ve sürdürülebilir bir kentsel gelişme vizyonu olarak da adlandırılabilir. Akıllı şehir sisteminde hükümet, kamu birimleri, özel sektör ve vatandaşın geniş kapsamlı bir ortaklık içerisinde olması öngörülmektedir. Avrupa Parlamentosu'na göre Akıllı Şehir; Akıllı Yönetim, Akıllı İnsanlar, Akıllı Yaşam, Akıllı Ulaşım, Akıllı Ekonomi, Akıllı Çevre özelliklerinden en az bir ya da daha fazlasını barındıran şehirlerdir (URL-11).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yurt Dışındaki Çalışmaların İncelenmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu'na katılan ülkelerin 3B kadastroya yönelik olarak gerçekleştirdikleri çalışmalar analiz edilerek getirilen öneri ve yaklaşımların ülkemiz için uygulanabilirlikleri değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeyi yapabilmek için, FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu'nun 2018 yılında katılımcı ülkelere gönderdiği son anket, katılımcı ülkelerin bu ankete verdikleri cevaplar ve ilgili literatür incelenmiştir.

2.1.1. FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu

2001 yılında FIG'in yedinci komisyonu bünyesinde Hollanda'nın Delft kentinde gerçekleştirilen 3B Kadastrolar isimli çalıştay sonucunda oluşturulan FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu oluşturulduğu günden bugüne kadar faaliyetlerine devam etmektedir. Şekil 2.1'de FIG bünyesinde kurulan 3B kadastrolar çalışma grubunun logosu görülmektedir.



Şekil 2.1. FIG 3B kadastrolar çalışma grubu logosu

2.1.2. FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu Katılımcılar ve Takvim

2019 yılı itibariyle 3B kadastrolar çalışma grubunun 42 ülkeden aktif katılımcısı bulunmaktadır. Bu ülkelerin isimleri sırasıyla: ABD, Almanya, Arjantin, Avustralya, Avusturya, Bahreyn, Brezilya, Çek Cumhuriyeti, Çin, Danimarka, Endonezya, Finlandiya, Fransa, Güney Kore, Hırvatistan, Hindistan, Hollanda, İngiltere, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Kanada, Kazakistan, Kenya, Kıbrıs, Kosta Rika, Macaristan, Makedonya,

Malezya, Nepal, Nijerya, Norveç, Polonya, Portekiz, Rusya, Sırbistan, Singapur, Trinidad ve Tobago, Türkiye, Yunanistan şeklindedir (URL-14).

3B kadastrolar çalışma grubunun 2010-2014 dönemini kapsayan dört yıllık dönemdeki faaliyetleri şu şekilde gerçekleşmiştir: 2010 yılı içerisinde web sayfası oluşturularak muhtemel katılımcılar davet edilmiştir. Ayrıca, 2010 yılı içerisinde katılımcılara bir anket çalışması gönderilerek tamamlanmıştır. 2011 yılında için Hollanda'nın Delft kentinde 16-18 Kasım tarihleri arasında ikinci 3B kadastrolar çalıştayını gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında, 2011-2013 yılları arasında düzenlenen FIG çalışma haftası toplantılarında (2011-Fas, 2012-İtalya, 2013-Nijerya) 3B kadastrolar isimli oturumları oluşturulmuştur. 2012 yılında Çin'de üçüncü 3B kadastrolar çalıştayını 25-26 Ekim tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. 2013 yılında Computers, Environment and Urban Systems (CEUS) dergisinde 3B kadastrolar özel sayısı yayınlanmıştır. 2014 yılında, dört yıllık süredeki ilerlemeleri belirlemek amacıyla katılımcılara yeni bir anket gönderilmiştir. 2014 yılında Malezya'da gerçekleştirilen FIG kongresinde (16-21 Haziran) 2010-2014 dönemi sonuçları yayınlanmıştır. Ayrıca, 2014 yılındaki FIG kongresinde çalışma grubunun faaliyetlerine 2014-2018 yıllarında da devam etmesi kararı alınmıştır.

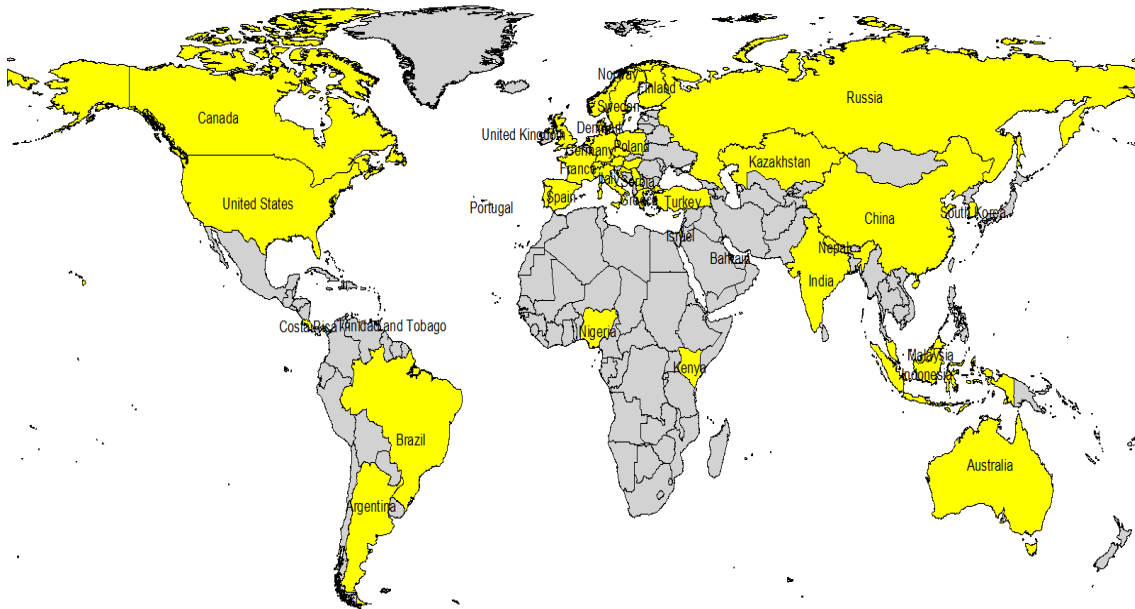
3B kadastrolar çalışma grubunun 2014-2018 yıllarına ait faaliyetleri şu şekilde özetlenebilir: çalışma grubu için oluşturulan web sitesinin literatür bölümünün güncel yayınların eklenerek sürdürülmesi sağlanmıştır. 2014 yılında Birleşik Arap Emirliklerinde dördüncü 3B kadastrolar çalıştayını (9-11 Kasım) gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında, 2015-2017 yılları arasında düzenlenen FIG çalışma haftası toplantılarında (2015-Bulgaristan, 2016 Yeni Zelanda, 2017 Finlandiya) 3B kadastrolar isimli oturumları oluşturulmuştur. 2016 yılında beşinci 3B kadastrolar çalıştayını Yunanistan'da 18-20 Ekim tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında FIG tarafından 'Best Practices 3D Cadastres' kitabı basılmıştır (Peter Van Oosterom, 2018). 2018 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen 26. FIG kongresinde (6-11 Mayıs) 3B kadastrolar oturumu düzenlenmiştir. 2018 yılında Hollanda'da altıncı 3B kadastrolar çalıştayını (2-4 Ekim) gerçekleştirilmiştir. 2018 yılının sonunda çalışma grubu katılımlarına üçüncü anket gönderilerek 3B kadastro alanındaki ilerlemelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yukarıda açıklanan FIG 3B Kadastrolar çalışma grubu faaliyetleri Tablo 2,1'de yıllara göre gösterilmektedir.

Tablo 2.1. FIG 3B Kadastrolar çalışma grubu faaliyetleri

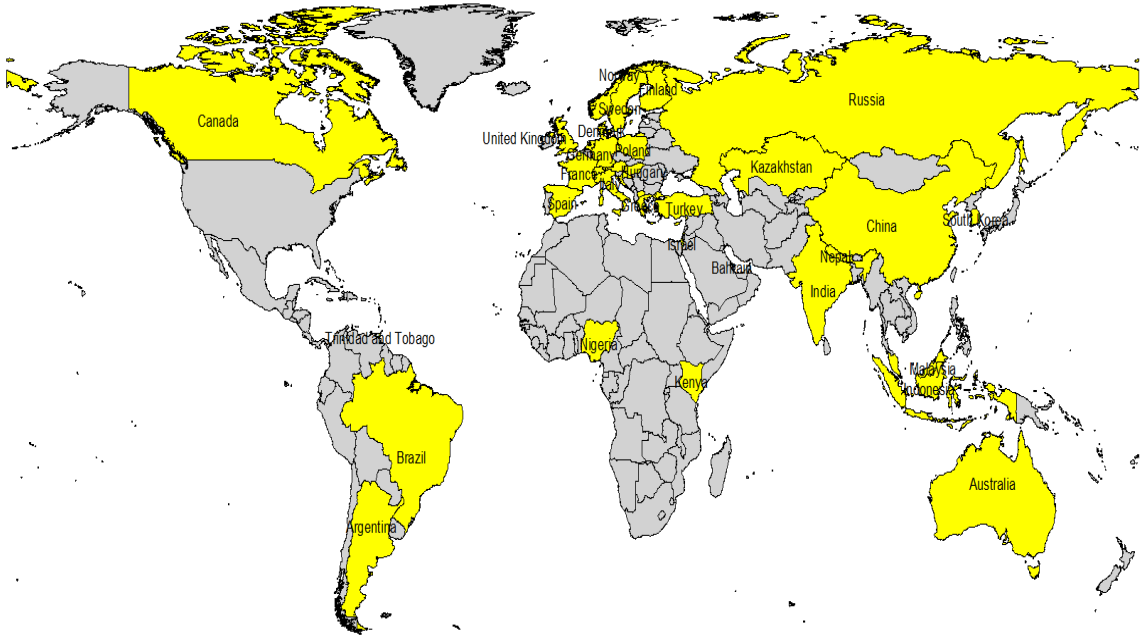
Yıl	Faaliyet Açıklaması	Faaliyet Ülkeleri
2010	Web sitesinin oluşturulması Birinci 3B Kadastrolar anketinin katılımcılara gönderilmesi	
2011	İkinci 3B Kadastrolar çalıştay	16-18 Kasım, Delft, Hollanda
2011	FIG Çalışma Haftası (working week)	Marakeş, Fas, 18-22 Mayıs 2011
2012	toplantılarında 3B Kadastrolar	Roma, İtalya, 6-10 Mayıs 2012
2013	oturumlarının düzenlenmesi	Abuja, Nijerya, 6 - 10 Mayıs 2013
2012	Üçüncü 3B Kadastrolar çalıştay	25-26 Ekim, Shenzhen, Çin
2013	Computers, Environment and Urban Systems (CEUS) dergisinde 3B kadastrolar özel sayısının yayınlanması	
2014	25.FIG Kongresinde dört yıllık sonuçların sunumu ve 3B Kadastrolar oturumu düzenlenmesi	16-21 Haziran, Kuala Lumpur, Malezya
2014	İkinci 3B Kadastrolar anketinin katılımcılara gönderilmesi Dördüncü 3B Kadastrolar çalıştay	9-11 Kasım, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri
2015	FIG Çalışma Haftası (working week)	Sofya, Bulgaristan, 17-21 Mayıs 2015
2016	toplantılarında 3B Kadastrolar	Christchurch, Yeni Zelanda, 2-6 Mayıs 2016
2017	oturumlarının düzenlenmesi	Helsinki, Finlandiya, 29 Mayıs - 2 Haziran 2017
2016	Beşinci 3B Kadastrolar çalıştay	18-20 Ekim 2016, Atina, Yunanistan
2018	‘Best Practices 3D Cadastres’ isimli kitabının basılması	Kopenhag, Danimarka
2018	Altıncı 3B Kadastrolar çalıştay	2-4 Ekim 2018, Delft, Hollanda
2018	Üçüncü 3B Kadastrolar anketinin katılımcılara gönderilmesi	

2.1.3. FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubu 2018 yılı Anket Çalışması

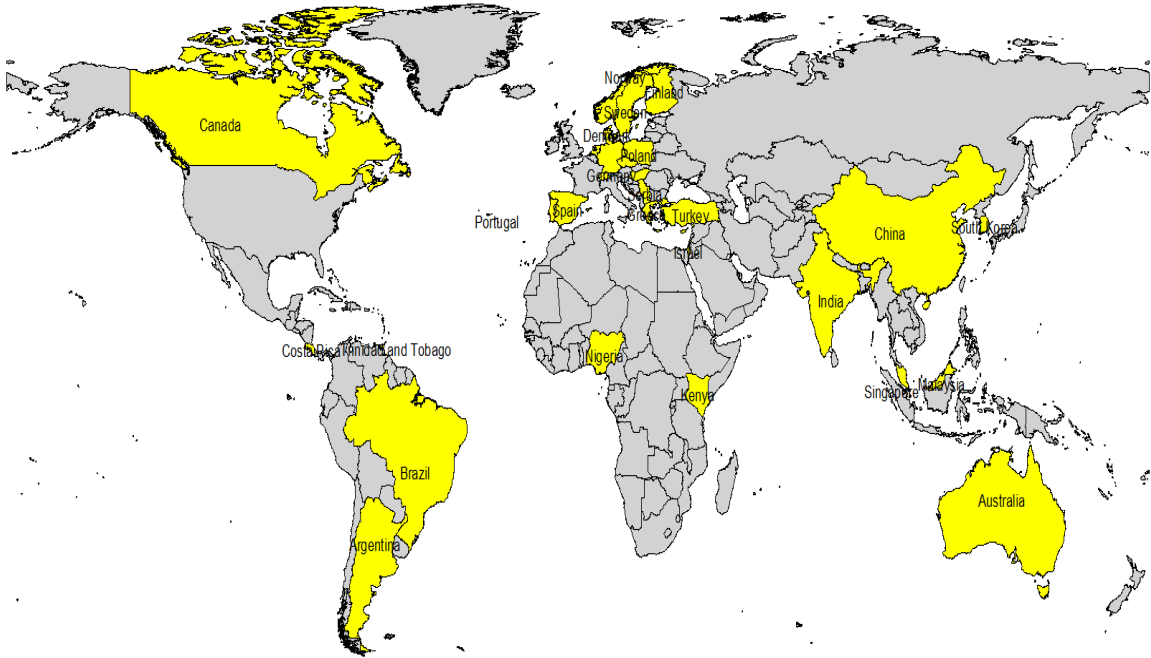
Bu bölümde çalışma grubunun 2018 yılı anket çalışması değerlendirilecektir. 42 ülkenin katılımcılar ile temsil edildiği 3B Kadastrolar Çalışma Grubu'nda 2010, 2014 ve 2018 yıllarında olmak üzere toplam 3 kez anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmalarıyla katılımcı ülkelerin 3B kadastro için yasal, teknik ve kurumsal anlamda yaptıkları çalışmaların ve deneyimlerin paylaşılması ve dörder yıllık dönemlerdeki ilerlemelerin ve gelecek dört yıl için beklentilerin ortaya konulması hedeflenmektedir. Bu bölümde son anket çalışması üzerinden farklı ülkelerin 3B kadastro faaliyetlerinin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Şekil 2.2'de çalışma grubunda katılımcı ile temsil edilen ülkelerin (42 ülke) dünya haritası üzerindeki dağılımı gösterilmektedir. Şekil 2.3'te 2010 yılındaki birinci ankete katılan ülkelerin (36 ülke) dünya haritası üzerindeki dağılımı gösterilmektedir. Şekil 2.4'te 2014 yılındaki ikinci ankete katılan ülkelerin (31 ülke) dünya haritası üzerindeki dağılımı gösterilmektedir. Şekil 2.5'te ise 2018 yılındaki üçüncü ankete katılan ülkelerin (24 ülke) dünya haritası üzerindeki dağılımı gösterilmektedir.



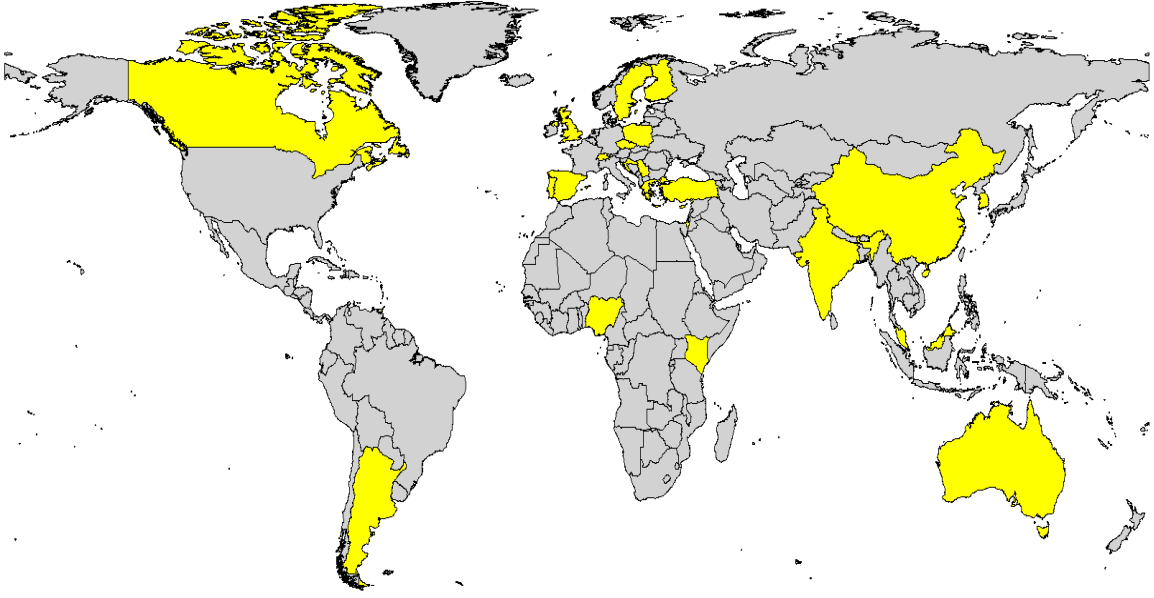
Şekil 2.2. Çalışma grubunda katılımcı ile temsil edilen ülkelerin dağılımı



Şekil 2.3. 2010 yılındaki birinci ankete katılan ülkeler



Şekil 2.4. 2014 yılındaki ikinci ankete katılan ülkeler



Şekil 2.5. 2018 yılındaki üçüncü ankete katılan ülkeler

2018 yılında katılımcılara gönderilen anket toplam 13 bölümden oluşmaktadır.

Anketin birinci bölümünde 3B parsellerle tescil edilen gerçek 3B kullanım durumlarının varlığı araştırılmaktadır. Bu 3B parsellerin temsili için kullanılan geometrik yapılar incelenmektedir. Toplam 23 sorudan oluşan birinci bölümde 3B parsellerin oluşturulmasındaki yasal altlıklar, sorumlu kurumlar, ölçme işleri ve tanımlanan 3B parsellerin LADM ile uyumu irdelenmektedir.

Anketin ikinci bölümünde teknik altyapı tesislerinin 3B kadastro içerisindeki yeri araştırılmaktadır. Toplam 9 sorudan oluşan ikinci bölümde teknik altyapı tesislerinin parsellerden bağımsız olarak tescil edilip edilmedikleri, bir bütün olarak mı yoksa isabet ettikleri kadastro parselleri üzerinden mi sorgulanabildikleri, tescil için hangi hakların kullanıldığı irdelenmektedir.

Anketin üçüncü bölümünde bina bağımsız bölümlerin 3B temsili araştırılmaktadır. Toplam 14 sorudan oluşan üçüncü bölümde bağımsız bölümlerin ve bir yapının ortak kullanım alanlarının nasıl tescil edildikleri, sınırların nasıl tanımlandığı, arsa payının nasıl belirlendiği ve bağımsız bölümlerin nasıl numaralandırıldığı irdelenmektedir.

Anketin dördüncü bölümünde 3B kadastro için koordinatlandırmanın nasıl olduğu araştırılmaktadır. Toplam 8 sorudan oluşan dördüncü bölümde üretilen koordinatların mutlak mı yoksa bağıl mı olduğu, kadastro veritabanında koordinatların nasıl yer aldığı ve kadastro haritalarının içeriğinin nasıl olduğu irdelenmektedir.

Anketin beşinci bölümünde üçüncü boyutun (yükseklik veya derinlik) nasıl temsil edildiği araştırılmaktadır. Toplam 8 sorudan oluşan beşinci bölümde parsellerin sadece köşe noktalarına mı yükseklik taşındığı, yüksekliklerin mutlak mı yoksa yüzeye göre mi belirlendiği, parsel yüzeyinin yükseklik modelinin nasıl elde edildiği, yüksekliklerin veritabanında nasıl saklandığı irdelenmektedir.

Anketin altıncı bölümünde kadastronun dördüncü boyutu (zaman) araştırılmaktadır. Toplam 10 sorudan oluşan altıncı bölümde zamanın parsellerin tanımlanmasında dikkate alınıp alınmadığı, kadastroda değişken sınırlara izin verilip verilmediği, üçüncü ve dördüncü boyutun veri modelinde temsilinin nasıl olduğu ve devre mülklerin tescili irdelenmektedir.

Anketin yedinci bölümünde 3B kadastroda hak, kısıtlama ve sorumluluklar araştırılmaktadır. Toplam 14 sorudan oluşan yedinci bölümde arazi kayıt sisteminin tapu kaydına mı yoksa senet kaydına mı dayandığı, 3B parsellerin oluşturulmasında hangi sınırlı aynı hakların kullanıldığı ve 3B tescilin 2B tescille birlikte mi yoksa ayrı olarak mı yürütüldüğü irdelenmektedir.

Anketin sekizinci bölümünde kadastro veritabanı ile ilgili konular araştırılmaktadır. Toplam 15 sorudan oluşan sekizinci bölümde kadastro veritabanının LADM şemasını referans alıp almadığı, 3B parsellerin veritabanında temsil edilip edilmediği, hangi 3B geometrik yapıların kullanıldığı, geometrik yapıların geçerliliğini kontrol için hangi kuralların işletildiği, hangi yazılım paketlerinin tercih edildiği ve kurum dışından veritabanına erişimin nasıl olduğu irdelenmektedir.

Anketin dokuzuncu bölümünde ölçü planları araştırılmaktadır. Toplam 26 sorudan oluşan dokuzuncu bölümde kadastro ölçü planlarının 3B temsil içerip içermediği, 3B ölçü planlarının hazırlanmasıyla ilgili yönetmeliklerin bulunup bulunmadığı, kullanılan 3B ölçme metotlarının hangileri olduğu, ölçü planlarının hangi formatlarda sunulduğu, 3B parsellerin ifraz edilmelerinin mümkün olup olmadığı irdelenmektedir.

Anketin onuncu bölümünde 3B kadaströ verisinin dağıtımını araştırılmaktadır. Toplam 9 sorudan oluşan onuncu bölümde web tabanlı olarak kadaströ verilerinin sunulmasının mümkün olup olmadığı, 3B kadaströ verisinin paylaşımında tercih edilen veri formatları, 3B verinin gösteriminde benimsenen kartografik kurallar, kadaströ verilerinin herkese açık olup olmadığı irdelenmektedir.

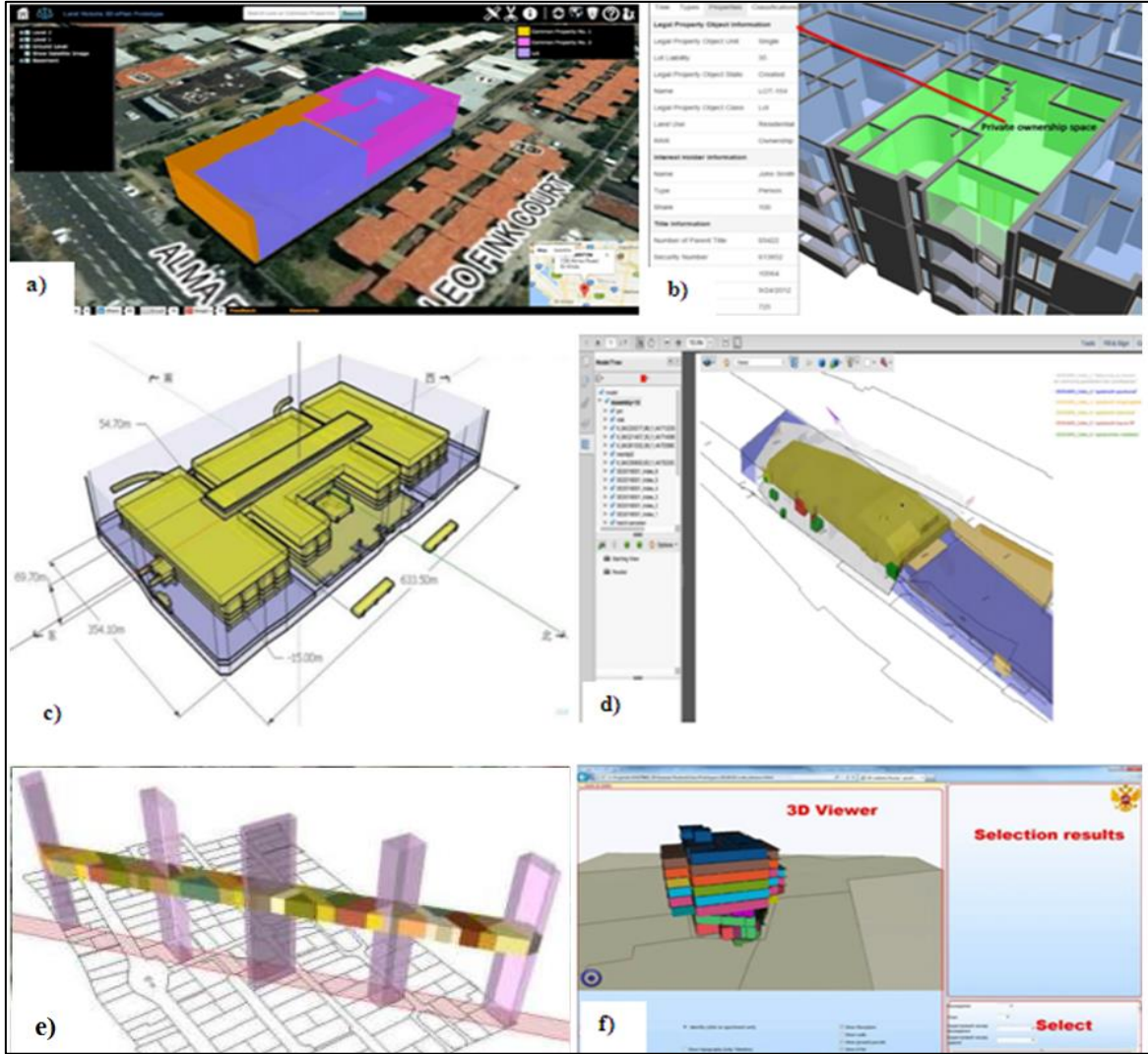
Anketin on birinci bölümünde istatistiksel bilgiler araştırılmaktadır. Toplam 11 sorudan oluşan on birinci bölümde tescil edilmiş en küçük ve en büyük parsel boyutları, tescil için müsaade edilen en küçük ve en büyük parsel boyutları, ortalama parsel büyüklükleri, toplam parsel sayısı, nüfus ve yüzölçümü bilgileri irdelenmektedir.

Anketin on ikinci bölümünde 2010 ve 2014 yıllarında gerçekleştirilen anketlerde belirtilen konuların 2018 yılı itibariyle gerçekleşme durumları araştırılmaktadır. Toplam 7 sorudan oluşan on ikinci bölümde hangi gelişmelerin beklenenden daha hızlı gerçekleştiği, hangilerinin daha yavaş ilerlediği, 3B bir kadaströ için en önemli üç zorluğun ne olduğu, yasal engeller ve pilot projeler irdelenmektedir.

Anketin on üçüncü ve son bölümünde katılımcı veya katılımcıların hangi ülkeyi temsil ettikleri, hangi kurumlarda çalıştıkları ve iletişim bilgileri yer almaktadır.

2.1.4. 3B Kadaströ Uygulamaları

Tez çalışmasının bu bölümünde 3B kadaströler çalışma grubunda temsil edilen ülkelerden bazılarının son yıllarda geliştirdiği 3B kadaströ projeleri incelenmiştir. Böylece Türkiye’de TKGM tarafından 2018 yılında başlatılan 3B Kadaströ Projesi için diğer ülkelerin yaklaşımlarının kullanılıp kullanılamayacağını belirlemek hedeflenmektedir. Bununla birlikte unutulmamalıdır ki, 3B kadaströ için gerçekleştirilen projeler o ülkenin yasal yapısına, kadaströ teşkilatının kurumsal yapısına ve kadastronun teknik uygulanış biçimine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. 3B kadaströ çalışmaları incelenen ülkeler: Rusya, Çin, Avustralya, Hollanda ve İsrail olmak üzere toplam beş ülkedir.



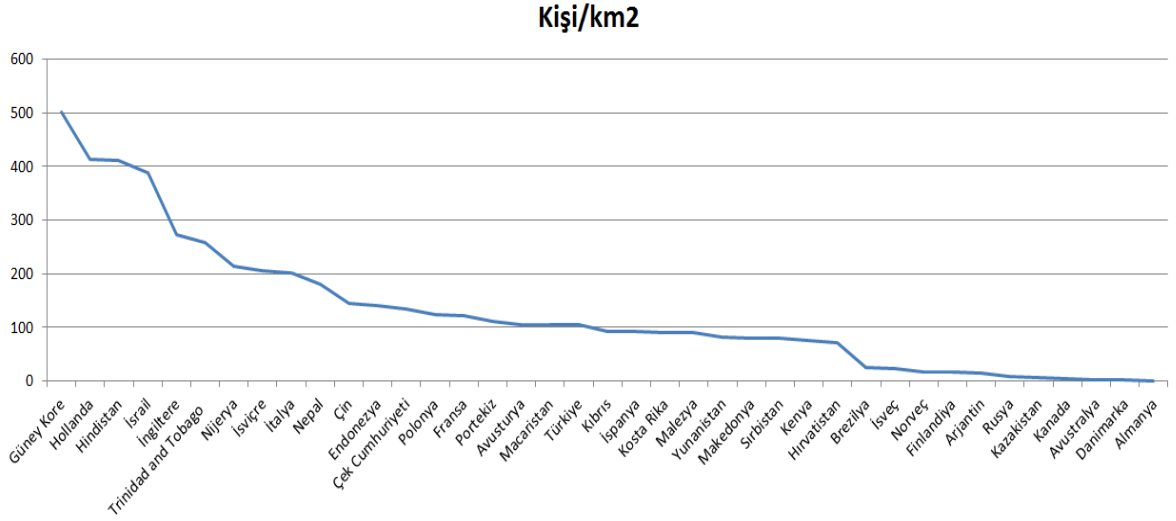
Şekil 2.6. 3B kadastro için pilot proje geliştiren bazı ülkelere ait örnekler. a ve b: Avustralya, c: Çin, d: Hollanda, e: İsrail ve f: Rusya

Pilot projeler geliştiren ülkelerin çalışmalarına ait örnekler Şekil 2.6'da gösterilmektedir (Döner ve Şirin, 2018). Şekil 2.6 (a) ve (b)'de Avustralya'nın Victoria eyaletinde gerçekleştirilen 3B kadastro pilot projesine ait ekran görüntülerine yer verilmiştir. Bu pilot proje ile binalardaki bağımsız bölümlerin ve ortak kullanım alanlarının öznitelik bilgileriyle birlikte IFC tabanlı olarak gösterilmesi gerçekleştirilmiştir (Atazadeh vd., 2016; Shojaei vd., 2016). Şekil 2.6 (c)'de Çin'de bağımsız bölümlerin 3B gösterimi için geliştirilen pilot çalışma gösterilmiştir (Guo vd., 2012). Şekil 2.6 (d)'de Hollanda'da dijital 3B PDF uzantılı dosyaların tapu senetlerine eklenmesini amaçlayan pilot projeye ait ekran görüntüsü bulunmaktadır (Stoter vd., 2012). Şekil (e)'de İsrail'de kent modelleri kullanılarak 3B kadastral parsellerin üretilmesini amaçlayan pilot projeye ait ekran

görüntüsüne yer verilmiştir (Ying vd., 2012). Şekil 2.6 (f)'de Rusya'da 3B kadastral nesnelerin web tabanlı 3B gösterimi ve sorgulanması için geliştirilen pilot projeye ait ekran görüntüsü bulunmaktadır (Vandysheva vd., 2011).

Avustralya'daki uygulamaların kanuni alt yapısını oluşturmak için bazı eyaletlerde zemindeki parsel sınırlarından ayrı olarak hacimsel parsellerin oluşturulmasına imkân verecek yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bu ülkede parsellerin nasıl ölçülüp haritalanacaklarına ilişkin yönetmelikler de bulunmaktadır. Avustralya'da, kadastrada 3B'lu Konumsal verilerin kullanılması ile bağımsız bölümlerin, karmaşık durumların gösterimi ve bağımsız ve karmaşık bölümlerin tescili işlemlerinde kullanılması sayesinde kadastronun 3B altlık olarak kullanılabileceğinin ve 3B kadastro ihtiyacını bu sayede gidereceği düşünülmektedir (Döner ve Şirin, 2017).

Benzer şekilde, Hollanda'da da Medeni Kanun'da yapılan değişikliklerle teknik altyapı tesislerinin taşınmaz olarak kabul edilmesi ve bunların kadastrada tescil edilmesi süreci başlamıştır. İsrail'de de uzun yıllardan beri kadastronun üçüncü boyuta genişletilmesini sağlayacak projeler üzerinde durulmaktadır. Yeraltı mekânı, altyapı tesislerini ve bağımsız bölümleri tescil ve temsil etmek için örnek çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Hollanda gibi İsrail'de de ülke yüz ölçümünün küçüklüğü ve birim alana düşen kişi sayısının yüksek oluşu arazinin düşey boyutunun daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Sonuçta, sınırlı arazi üzerindeki artan baskı ve mülkiyetin tescilinde karşılaşılan problemler yüzeyin hem altını hem de üstünü etkili bir şekilde kullanmayı mümkün kılacak projelerin gerçekleştirilmesini bu iki ülke için zorunlu kılmıştır. Şekilde gösterilen grafikte FIG 3B kadastrolar çalışma grubunda temsilcisi olan ülkelerin kilometrekare başına düşen kişi sayıları gösterilmektedir.

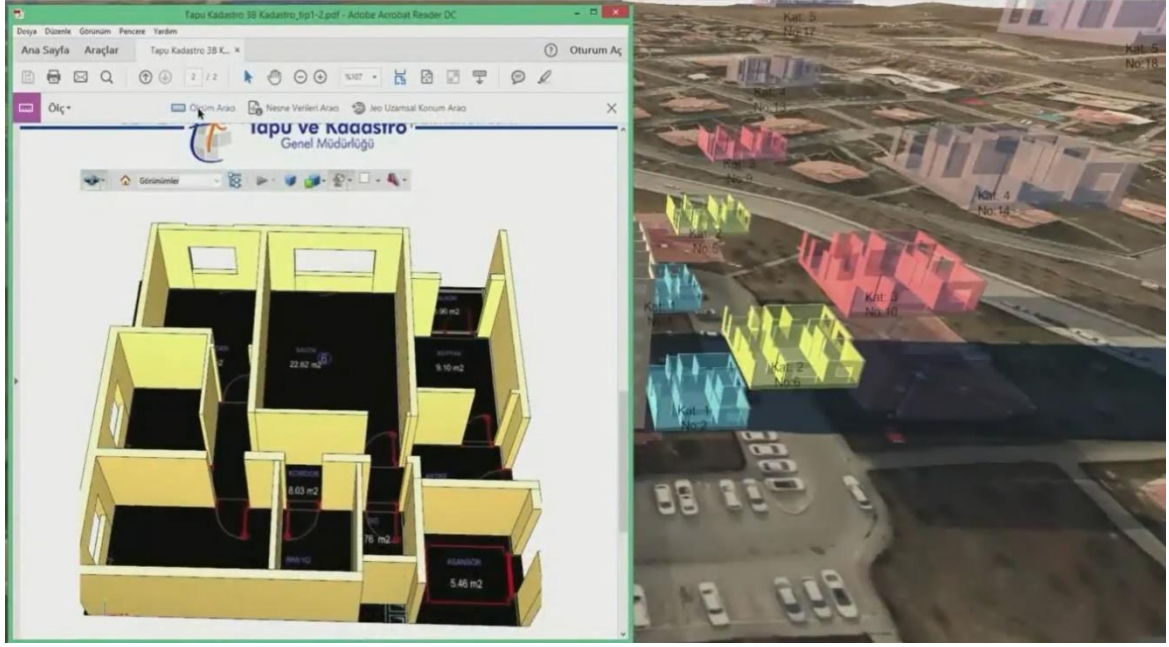


Şekil 2.7. Çalışma grubunda temsil edilen ülkelerin nüfus yoğunlukları

2.2. TKGM 3B Kadastro Projesi

Tez çalışmasının bu bölümünde TKGM tarafından başlatılan 3B Kadastro Projesinin ayrıntılı olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

Ülkemizde hem ilgililere hem de taşınmaz sahiplerine internet üzerinden sunulan kadastro verilerinin 2B olduğu görülmektedir. 2018 yılı Şubat ayında TKGM, internet üzerinden sunulan verileri 3B hale getirmek amacıyla ‘3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi’ isimli bir projenin duyurusunu yapmıştır. Duyuruda, öncelikle seçilen pilot bölge üzerinde denenecek ve modelleme çalışmalarının dört yıl süreceği bu projeye vatandaşların kendilerine ait bağımsız bölümleri hatta bu bağımsız bölümlerin odalarını 3B olarak ayrıntılı bir şekilde görebilmelerinin hedeflendiği belirtilmiştir. Bunun yanında, oluşturulan 3B modeller ile tapu bilgileri ve bağımsız bölümlerin mimari projelerinin ilişkilendirilerek birlikte gösterilmesinin sağlanacağı belirtilmiştir (TKGM, 2018a). Bu duyuru dışında projedeki 3B modelleme çalışmaları hakkında ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır. Sadece, 2019 yılının ağustos ayında TKGM resmi web sitesinde proje hakkında bir video yayınlarak bilgilendirme yapmıştır. Bu bilgilendirmede TKGM envanterinde bulunan eğik fotogrametrik kamera ile detaylı kat modellerinin oluşturulmaya başlandığı, örnek 3B tapuların hazırlandığı ve Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS) entegrasyonunun çalışmakta olduğu belirtilmektedir (TKGM, 2018b). Şekil 2.8’de proje kapsamında oluşturan kat modeline ait ekran görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2.8. TKGM 3B Kadastro Projesi ön çalışmasında üretilen kat modeli (TKGM, 2018b)

Bunun yanında, TKGM Harita Daire Başkanlığı 2018 yılının Aralık ayında ‘3B Şehir Modellerinin Üretimi ve 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşi’ başlığıyla bir ihale açmıştır. Bu başlıkla duyurulan iş kapsamında Türkiye genelinde belirlenen yerleşim alanlarında (il, ilçe ve mahalle), kadastro haritalarının dijital kadastro ve tapu bilgilerini destekleyecek şekilde yenilenmesi, güncellenmesi ve her türlü planlama, projelendirme ve konumsal uygulamalarda kullanılmak üzere 3B şehir modellerinin üretimi ve 3B Kadastro altlıklarının oluşturulması hedeflenmektedir. İşin kapsamı, teknik şartnamedeki listede bulunan 1662 adet 1/1000 ölçekli paftalık, 58.388 adet mimari bina projesini içerecek şekilde tarif edilmiştir. Çalışmanın aşamaları ise aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Mevcut Yer Kontrol Noktalarının hava işaretlerinin yapılması ve zeminde mevcut olmayan noktaların yeniden tesis edilerek hava işaretlenmesinin yapılması ve ölçülmesi,
- Havadan sayısal hava kameraları ile görüntü alımı,
- GPS/GNSS-IMU verilerinin işlenmesi,
- Sayısal hava görüntülerin işlenmesi,
- Fotogrametrik nirengi çalışmaları,

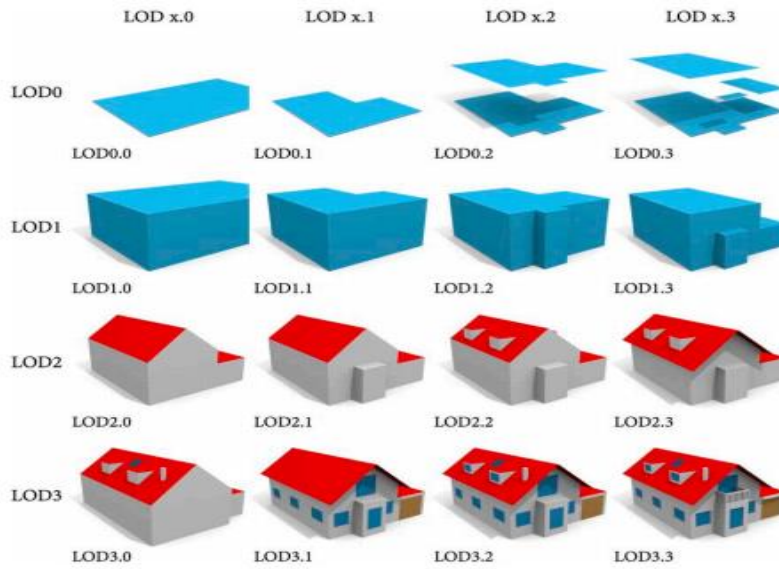
- Sayısal yüzey modeli üretimi,
- Sayısal arazi modeli üretimi,
- Nokta bulutu üretimi,
- Gerçek ortofoto üretimi,
- Yapılara ait vektör verilerin fotogrametrik yöntemle üretilmesi,
- Yapılara ait 3B modellerin fotogrametrik verilerle üretimi,
- Yapılara ait vektör verilerin mimari projelerden üretimi,
- Yapılara ait 3B kat ve yapı modellerin mimari projelerden üretimi,
- Mimari model ve fotogrametrik modellerin doğruluğunun karşılıklı üretimlerle kontrol edilmesi ve her iki model tipinin geometrisi ve konumunun diğer modeli kullanarak iyileştirilmesi ve geometrinin zenginleştirilmesi,
- Fotogrametrik ve mimari yöntemlerle hazırlanan 3B yapı modellerinin eğik ve düşey hava görüntülerinden faydalanılarak kaplanması,
- Bağımsız bölümlerin mimari projelerden 3B modellendirilmesi,
- Üretimi gerçekleştirilen 3B modellerin TKGM verileri ile ilişkilendirilmesi,
- Üretilen verilerin sayısal ortamda idareye teslim edilmesi

Teknik şartnamede belirtilen ana işler aşağıdaki gibi belirtilen 18 gruptan oluşmaktadır:

- a) Jeodezik çalışmalar
- b) Havadan görüntü alımı
- c) GPS/GNSS-IMU verilerinin işlenmesi
- d) Görüntü işleme çalışmaları (PPS)
- e) Fotogrametrik nirengi
- f) Sayısal yüzey modeli üretimi
- g) Sayısal arazi modeli üretimi
- h) Nokta bulutu verisinin üretilmesi
- i) Gerçek ortofoto üretimi
- j) Yapıya ait vektör verilerin fotogrametrik yöntemle üretimi
- k) Yapılara ait 3B modellerin fotogrametrik verilerle üretimi
- l) Yapılara ait vektör verilerin mimari projelerden üretimi
- m) Yapılara ait 3B kat ve yapı modellerin mimari projelerden üretimi
- n) 3B modellerin konumunun ve geometrisinin doğrulanması ve iyileştirilmesi

- o) 3B yapı modellerinin kaplanması
- p) Bağımsız bölümlerin 3B modellerinin üretilmesi
- q) Üretimi gerçekleştirilen 3B modellerin TKGM verileri ile ilişkilendirilmesi
- r) Üretilen verilerin sayısal ortamda idareye teslim edilmesi

İş kapsamında mimari projelerden vektör verisi üretilen tüm binaların, OGC standardı olan CityGML standardında ve geometrik detay ve doğruluk olarak LOD 2.3 detay seviyesinde 3B modelin ve yapıda bulunan her bir katın OBJ formatında üretilmesi istenmektedir. LOD 2.3 detay seviyesi, çatı ve yapı detaylarının basitleştirilmiş olarak çizildiği gösterim şeklidir. Binaların çatı yapısı ayırt edilir ve tematik olarak binaların sınır yüzeyleri ayırt edilebildiği gibi yapılara ait doku kaplamaları olan durumlarda kaplama ile gösterim de yapılabilmektedir. Ayrıca, mimari projesi mevcut zemin altında bulunan yapıların da 3B modelinin üretilmesi istenmektedir. Şekil 2.9'da CityGML'de binalar için ayrıntı düzeyleri (LOD) temsil edilmektedir.

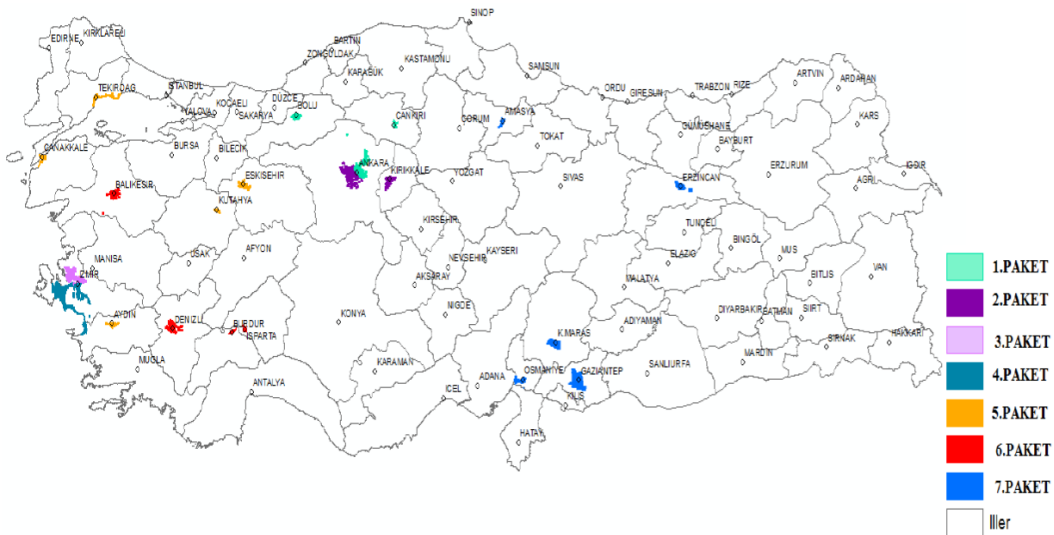


Şekil 2.9. CityGML'de binalar için ayrıntı düzeyleri (URL-15)

3B Kadastro Projesi kapsamında üretilecek her türlü koordinat ve 1/1000 ölçekli Gerçek Ortofotolar, GRS80 elipsoidi, ITRF96 Datumu, Transversal Mercator (TM) izdüşümünde üç derecelik dilim esasına göre belirlenecektir. Projenin süresi ise 300 takvim günü olarak belirlenmiştir. Bağımsız bölümlerin 3B modeli oluşturulurken TKGM tarafından sağlanan yapı mimari modellerinden faydalanılarak yapı içerisindeki her bir

bağımsız bölümün mülkiyete esas olan geometri esas alınarak 3B model oluşturulacaktır. Bağımsız bölümlerin sayısallaştırılmasında mimari projedeki bağımsız bölümün dış sınırları esas alınacaktır. Mimari modeldeki iç duvarlar ise kapılar boş kalacak şekilde projede gösterilen kalınlıkta çizilecektir. Dış duvarlar ve varsa iç duvarlardaki pencereler çizilmeyecektir. Tek katlı yapılarda bağımsız bölümlerin duvarları mimari projede gösterilen değer kadar yükseltilecektir. Mimari projedeki 3B bağımsız bölümlerin zemini mimari planda gösterildiği gibi oda, salon vb. isimlendirilecek ve mimari modelde belirtilen metrekare cinsinden büyüklükleri cm hassasiyetinde yazılacaktır. Ayrıca dış duvarlardaki 50 cm'yi aşan her bir segment için cm hassasiyetinde uzunlukları yazılacaktır. Bu değer aynı zamanda model üzerinden hesaplanarak kontrol edilecek ve çizimin en fazla %1 seviyede farklı olduğu kontrolü yapılacaktır. Eğer çizim ve taban alan arasında bu değeri aşan bir farklılık var ise bu tip farklılıklar TKGM'ne raporlanacaktır. Bunun yanında, oluşturulan 3B modellerin öznetelikleri CityGML uzantısı olarak tanımlanacak ADE. (Application Domain Extensions) formatında teslim edilecektir. Bu dosyada kat dış noktalarının istenen koordinat sisteminde koordinatı değerleri, il, ilçe, mahalle, ada, parsel, bağımsız bölüm bürüt alanı (şaftlar, ışıklıklar, hava bacaları, galeri boşlukları hariç, bağımsız bölümün dış konturlarının çevrelediği alanı), bağımsız bölüm kat bilgisi, bağımsız bölüm numarası ve bağımsız bölüm cephe bilgisi yer alacaktır.

Toplam 7 paketten oluşan projede paketlerin kapsadıkları alanları Şekil 2.10'da harita üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 2.10. Projede iş paketlerinin kapsadığı alanlar (URL-16)

2.3. Konumsal Veri Modellerinin İncelenmesi

Üç boyutlu (3B) karmaşık kullanım durumlarının modellenmesini destekleyebilecek birçok konumsal veri modelleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları CityGML (City Geography Markup Language), IFC (Industry Foundation Classes), IndoorGML ve LADM (Land Administration Domain Model) olarak sıralanabilir. Bu bölümde, bazı konumsal veri modelleri incelenerek hangi veri modellerinin kadastroda kullanımının daha uygun olduğu üzerine çalışmalar yapılacaktır.

2.3.1. City Geography Markup Language (CityGML)

CityGML'i daha iyi anlamak adına bazı temel kavramları bilmek gerekir, bunlar;

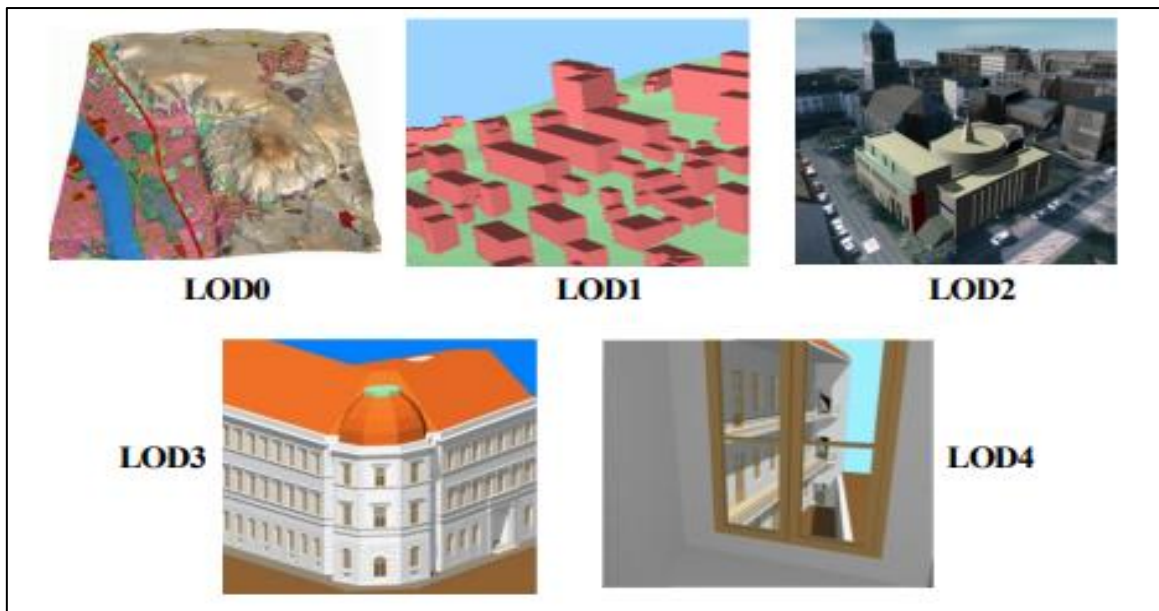
OGC (Open Geospatial Consortium); Coğrafi veri ve servislere ilişkin açık endüstri standartları üretmeyi taahhüt eden, dünya çapında 523'ü aşkın kamu, özel sektör ve gönüllü kurum, kuruluşlardan oluşan ve kar amacı gütmeyen konsorsiyumdur. OGC Standartları, Çevre, Savunma, Sağlık, Tarım, Meteoroloji, Sürdürülebilir Kalkınma gibi daha pek çok alanlarda kullanılmaktadır. Birlikte işlerliği geliştiren uluslararası standartların ve destekleyici hizmetlerin geliştirilmesi ve kullanılmasının ilerletilmesi OGC' nin misyonunu oluşturmaktadır.

XML (Extensible Markup Language); İnsanlar ve bilgi sistemleri tarafından okunabilen dokümanlar oluşturmaya yarayan, veri depolama ve farklı sistemler arasında veri takası için kullanılan dünyaca kabul görmüş bir dildir.

GML (Geography markup language); Web tabanlı mekânsal servisleri ve coğrafi verileri modellemek için geliştirilen, XML tabanlı dünyaca kabul görmüş bir dildir.

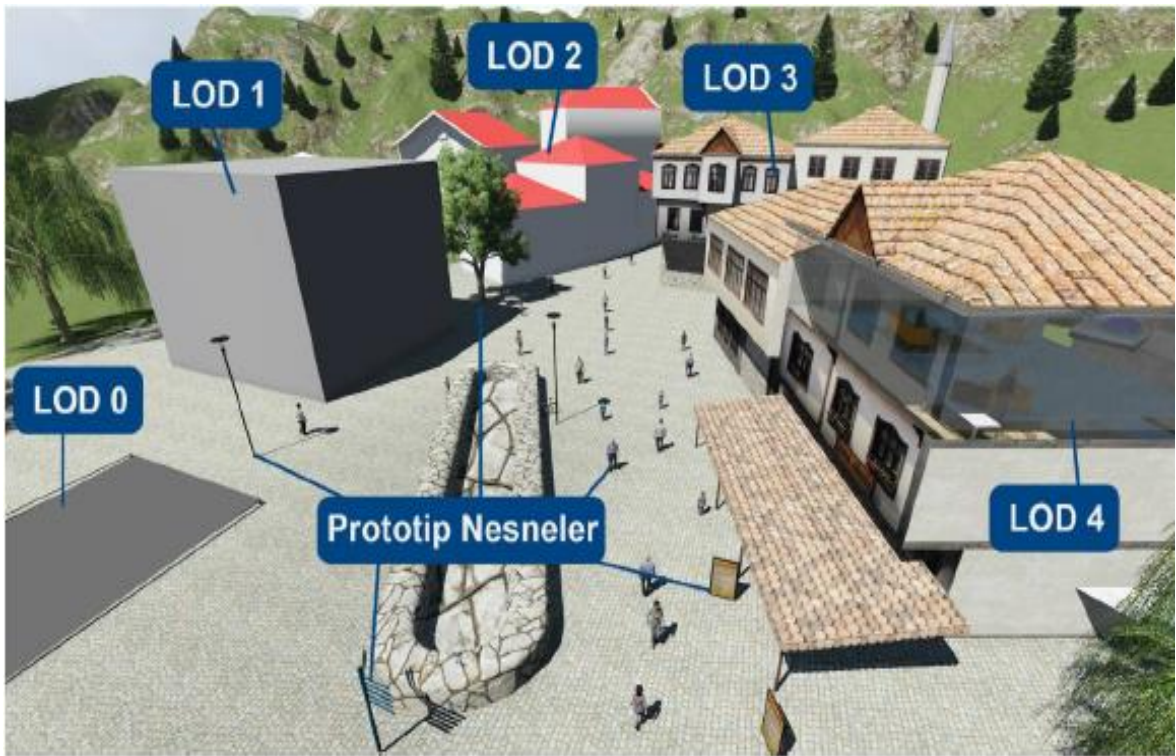
CityGML uluslararası düzeyde kabul gören 3B kent nesnelerinin temsili için ortak bir bilgi modelidir. CityGML kent nesnelerinin geometrik, topolojik, semantik ve görünüm özelliklerini dikkate alarak sınıf ve ilişkilerini tanımlar. Diğer vektör formatların aksine CityGML, geometri ve grafiklere ilave olarak genel amaçlı zengin bir bilgi modelini temel alır. Bu sayede farklı alanlardaki karmaşık analizler için 3B modellerin kullanılmasını olanaklı kılar. CityGML'in kullanım alanlarından bazıları kent planlama, mimari tasarım, turizm, 3B kadastro, çevresel benzetim, afet yönetimi, yaya navigasyonu olarak sayılabilir. Açık bir model olan CityGML, GML uygulama şeması ile gerçekleştirilir. GML konumsal verinin değişimi için geliştirilebilir bir standart olup OGC (Open Geospatial Consortium)

ve ISO TC 211 (International Organization for Standardization- Technical Committee- Geographic information/Geomatics) tarafından yayınlanmıştır (Biljecki vd., 2015). CityGML'in genel amacı, 3B konumsal kent modellerindeki her bir varlığın ortak bir tanımlamasını yapmak ve farklı uygulama alanlarında kullanımı durumunda aynı verinin yeniden kullanımına olanak sağlamasıdır.



LoD değerleri numaraları arttıkça detay seviyesi de artarak daha fazla ayrıntı göstermektedir. Bunlardan LoD0, ayrıntının en az olduğu topografik haritalar veya hava fotoğrafları ile kaplı olan 3B arazi modelleri olmasına rağmen binaların 3B gösterimi olmadığından dolayı 2.5B sayısal arazi modelleridir. LoD1, haritalardaki bina sınırlarının yükseltilmesiyle oluşan blok şeklindeki modellerden oluşan, düz çatılı çatısı olmayan binaların prizmatik olarak gösteren modeldir. LoD2, LoD1 düzeyinin zenginleştirilmesi ile

oluşan çatı türleri bulunan seviyedir. LoD3, yapılardaki duvar, çatı, balkon, gibi vb. detayların ayrıntılı bir şekilde gösteren seviyedir. Bu seviyede yüksek çözünürlüklü dokular yapılar üzerine yerleştirilebilmektedir. LoD4, LoD3 düzeyine içyapı elemanlarının yani bağımsız bölümler merdivenler ve oda içerisindeki nesnelerin eklenmesi ile oluşan en fazla detay gösteren, en hassas seviyedeki modeldir. Yüksek doğruluk ile en çok ayrıntı düzeyine sahip seviyedir. CityGML ile beş farklı detay seviyesi Şekil 2.12’de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. CityGML ile beş farklı detay seviyesi gösterimi (Güllüoğlu, 2016)

Ülkemizdeki bazı belediyeler ve kamu kuruluşları tarafından CityGML veri modellemesi sayesinde şehir modelleri üretilmiştir. Akıllı kentlerin oluşumu ve modellenmesi sayesinde 3B’lu konumsal veriler ile neler yapılabileceği fikirleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada CityGML tabanlı bina modelleri üretilerek kadastroda kullanılabilirliğine bakılacaktır.

2.3.2. Industry Foundation Classes (IFC)

IFC standardı BIM (Building Information Modeling/ Bina/Yapı Bilgi Sistemi Modellemesi) modellerinin depolanması ve değişimi için açık ve platform bağımsız bir veri modelidir. Bu standardın amacı BIM modellerinin farklı platformlar arasında birlikte işlerliğini ve değiş-tokuşunu sağlamaktır. EXPRESS veri modelleme dili bu açık BIM modelinin temelini oluşturur. IFC’de çok sayıda konumsal ve semantik kavramlar binaların modellenmesi için kullanılır. IFC, arazi yüzeyini temsil etmesi yanında coğrafi koordinatları, datum yüksekliklerini, binanın adresi gibi bilgileri öznitelik olarak saklayabilir. IFC’de modeldeki fiziksel elementlerin sadece geometrik ve topolojik yapıları değil, bunlar arasındaki semantik bağlantı (duvarlar ve tavanlar gibi) da tanımlanır. IFC, binaların hiyerarşik bölümlenmesi yanında bina elementlerinin birbiriyle hiyerarşik olmayan bağlantısını da destekler. Bu yaklaşım özellikle çeşitli yasal haklar binanın farklı yerlerine dağıldığında kullanışlıdır. Örneğin; bir özel mülkiyet hakkı bağımsız bölüm (daire), otopark ve depo gibi binanın farklı yerlerindeki birimleri kapsıyorsa bu mülkiyet hakkını diğer birimlerle ilişkilendirerek modellemek IFC ile mümkündür (Atazadeh vd., 2017a).

Kısaca IFC tüm BIM tabanlı yazılımların oluşturup okuyabildiği ortak dosya formatıdır. Daha detaycı ve daha kapsamlıdır. Günümüzde her türlü yapı sektöründe zaman kavramının çok önemli olması ve karmaşık yapıların artması gibi faktörlerin çoğalması doğrultusunda BİM araçlarının kullanımı da artmıştır. Bina disiplinleri aşamalarında bina verileri ve geometrisini tanımlamak için kullanılan IFC, hem fiili bir standart hem de bir ISO standardı olarak bilinmektedir. IFC dosyaları tasarım, koordinasyon, birlikte çalışabilirlik, benzer veri alışverişi amaçları doğrultusunda BIM tabanında oluşturulmuş verilerdir. İnşaat ve tesis yönetimi endüstrilerinde veri paylaşımı için oluşturulan bu ISO (16739, 2013) standardı bina bilgisi modeli verileri için kavramsal bir veri şemasını ve bir değişim dosya biçimini belirtmektedir. IFC sayesinde inşaat ve tesis yönetimi verilerinin farklı yazılım uygulamaları arasında paylaşılabilir. Bir proje farklı disiplinlerin bir araya gelmesi ile oluştuğundan dolayı her bir disipline ait verilerin birbirleri ile veri paylaşımı ve birlikte çalışabilirliğin önünü açan, sürece zaman kazandıran bir standarttır. Birlikte çalışabilirliği geliştirmek kolaylaştırmak için geliştirilmiştir.

2.3.3. IndoorGML

IndoorGML OGC (Open Geospatial Consortium) tarafından kapalı mekânlarda ağ analizi yapmak için geliştirilen oldukça yeni bir 3B standarttır. Bu fiziksel veri modeli kapalı mekânlardaki navigasyon faaliyetleri için temel topolojik ve semantik varlıkları içerir. İç mekânın bölümlenmesi ve bu bölümlerin bağlantı, yakınlık ve ilişkileri IndoorGML’de tanımlanır. Bu fiziksel modelin sunduğu ilişkiler sayesinde kapalı mekânlar ve bunların sınırları modellenenebilir. Bu sayede yapı içerisindeki kullanım durumlarının yasal sınırlarını temsil etmek mümkün olabilir (Atazadeh vd., 2017b).

IndoorGML kapalı mekân bilgisi uygulamaları, bina bileşenleri ve kapalı tesislerin yönetimi ve iç mekân kullanımı olmak üzere iki grupta çalışmaktadır. Bu standart bina mimari bileşenlerini temsil etmek yerine kapalı mekânlardaki durağan veya hareketli özelliklerin yerini belirlemek ve mekânlarından konumlarını belirten mekânsal bilgi servisleri sağlamak için kapalı alansal bilgi çerçevesini tanımlamaktır. Yani IndoorGML İç mekân özelliklerini temsil eden ve kapalı mekânda özelliklerin mekânsal referansını sağlamayı amaçlayan bir standarttır. Kapalı alanlarda acil durum kontrolü ihtiyaçları doğrultusunda kapalı alanda gezinme gereksinimlerine dayanarak kapalı alanda tesis yönetimine imkân vermektedir. Binaların iç mekânını geometrik, kartografik ve semantik bakış açılarından ele alan CityGML, IFC gibi birkaç 3B bina modelleme standardı mevcut olsa da, IndoorGML kasıtlı olarak navigasyon amaçlı kapalı alanların modellenmesine odaklanmıştır (URL-17).

2.3.4. Land Administration Domain Model (LADM)

LADM bir ISO (International Organization for Standardization) standardı olup arazi idaresinin bilgi bileşenini kapsayan kavramsal bir model sunmaktadır. Bu model su yüzeylerini de kapsayacak şekilde araziye, arazi üstündeki ve altındaki mekânı içine almaktadır. LADM’nin temel amaçlarından biri arazi idaresi sistemlerinin gelişimi için geliştirilebilir bir temel oluşturmaktır. LADM taraflar, konumsal birimler, idari birimler ve konumsal kaynaklardan oluşur. Taraflar yasal işlemlerdeki kişi ve kurumları temsil eder. Konumsal birimler arazi, binalar veya mülkiyetle ilişkili yasal menfaatlerin temsilini sağlar. Temel konumsal birimler arazi parselleri, binalar veya altyapı tesisleri etrafındaki hacimsel yasal mekânlardır. İdari birimler konumsal birimlerle ilişkili yasal haklar temel alınarak tanımlanır. Örneğin bir binadaki özel mülkiyet bir bağımsız bölümün yasal

mekânı, otopark ve depo gibi üç konumsal birimden oluşan bir idari birim olarak dikkate alınır. Konumsal kaynaklar ise konumsal birimlerin sınırlarını temsil etmek için kullanılan veri elde etme yöntemlerini içermektedir. En yaygın konumsal kaynaklar yersel ölçmeler, fotogrametrik yöntem ve nokta bulutu verisi olarak sıralanabilir. LADM’de konumsal birimlerin sınırlarını tanımlamak için iki yaklaşım bulunmaktadır. Birincisi 2B-alansal konumsal birimlerinin ikincisi ise sınırlandırılmış hacimsel konumsal birimlerin tanımlanması içindir (Lemmen vd., 2015).

ISO 19152 (LADM) standardı yani (Uluslar Arası Kabul Görmüş Arazi İdaresi Etki Alanı Modeli);

- Arazi idaresinin temel bilgi bileşenlerini içeren referans bir arazi idaresi temel modeli tanımlamakta,
- Taraflar, temel idari birimler, mülkiyet hakları, mekânsal birimler, mekânsal kaynaklar ve mekânsal temsilleri içeren kavramsal bir model sunmakta,
- Ulusal ve Uluslararası sistemler temelinde uygulamada kullanılabilirliği sağlamak amacıyla terminoloji ortaya koymakta,
- Farklı kaynaklardan gelen arazi idare bilgisinin uyumlu bir şekilde bir araya getirilmesine imkân tanımaktadır.

Arazi idaresi Temel Modelinin kullanılması ile uluslararası alanda tek bir verinin farklı kullanıcılar veya farklı arazi idare sistemleri tarafından kullanılmasına imkân veren, arazi idare sistemleri sayesinde kadastral verilerin değişim ve dönüşüm işlemlerini gerçekleştiren ve bu doğrultuda verilerin kalitesini arttırmayı amaçlayan bir modeldir.

2.3.5. LandXML

LandXML ölçüm verilerinin standardize edilmesi doğrultusunda tasarlanmış bir XML şemasıdır. LandXML, bir dizi satırı temsil etmekten, bu satırların anlamını da içerecek şekilde genişletmiştir. LandXML; koordinat geometrisini, nokta verilerini, yol hizalama geometrisini, parsel geometrisini ve kara araştırma verilerini tanımlamıştır. LandXML, ölçme verileri aktarımı için endüstri standardı olarak oldukça yaygın bir şekilde kabul gören ve kullanılan bir şemadır. Bu yüzden LandXML’i destekleyen birçok uygulama vardır. (URL-18)

LandXML sivil mühendislik, inşaat mühendisliği tasarımları için XML dosya formatının anket ölçüm verileri ve amaçları doğrultusunda geliştirilmiş dosya biçimidir. LandXML, mühendislik tasarım verilerini üreticilerle tüketiciler arasında aktarma, uzun vadeli veri arşivleme için uygun bir veri formatı ihtiyacını karşılamak ve elektronik tasarım sunumu için standart bir format sağlamak gibi hedef ve amaçları doğrultusunda geliştirilmiştir. İnşaat mühendisliği ve ölçümcüler için oluşturulmuş özel bir XML veri dosyası formatı da denilebilir.

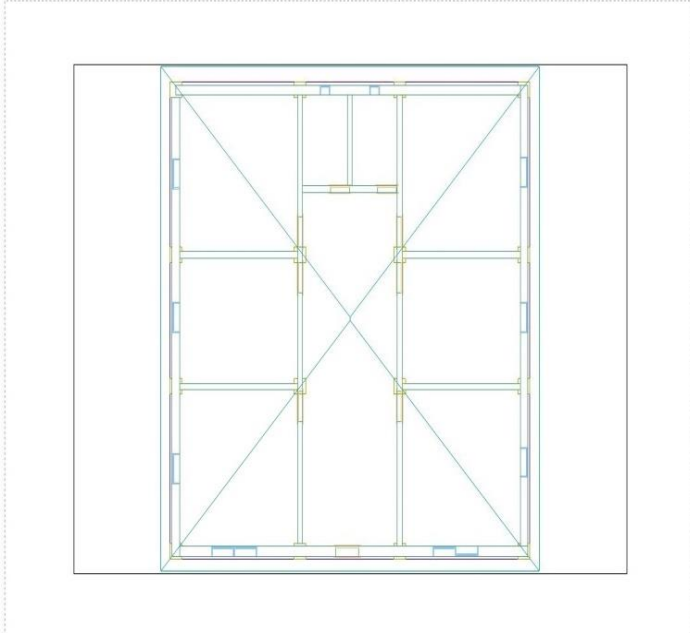
2.4. Örnek Uygulama

TKGM' nün en son projelerinden biri olan ve 'satın alınacak ev tapuda 3B'lu görülebilecek' başlığıyla duyurulan proje kapsamında 2B vaziyet planlarının yerini 3B akıllı veriler sayesinde üretilen 3B modellerin alacağı belirtilmiştir. Ayrıca vatandaşların kendi dairesinin içerisine kadar girip, oradaki brüt alanı görebilecekleri şekilde hizmet verileceği belirtilerek 3B konumsal verilerin kadastroda kullanılacağına zamanının geldiği anlaşılmaktadır. Bu süreç 3B kadastroya geçiş sürecinde önemli bir etken olacaktır (URL-19).

Bu bölümde günümüzde kullanılan CAD yazılımları sayesinde oluşturulan 2B vaziyet planlarının çeşitli mimari çizim programları sayesinde tekrar 3B olarak çizilerek, 2B vaziyet planı 3B mimari projeye dönüştürülerek 3B modellemede kullanılacak veri oluşturulacaktır. Daha sonra bu 3B modeli IFC-BIM, CityGML, IndoorGML, LandXML, SketchUp vb. formatlara açık kaynak olan Safe Software Feature Manipulation Engine (FME), FME Quick Translator ve FME Workbench araçları kullanılarak dönüştürülüp yine FME Data Inspector masaüstü uygulama aracı sayesinde görüntüleme, sorgulama, öz nitelikleri görme aşamaları değerlendirilecektir. Ayrıca CAD, WEB tabanlı, 3B arazi ve bina modelleri üretilerek 3B kadastro için alternatifleri kazanımları değerlendirilecektir.

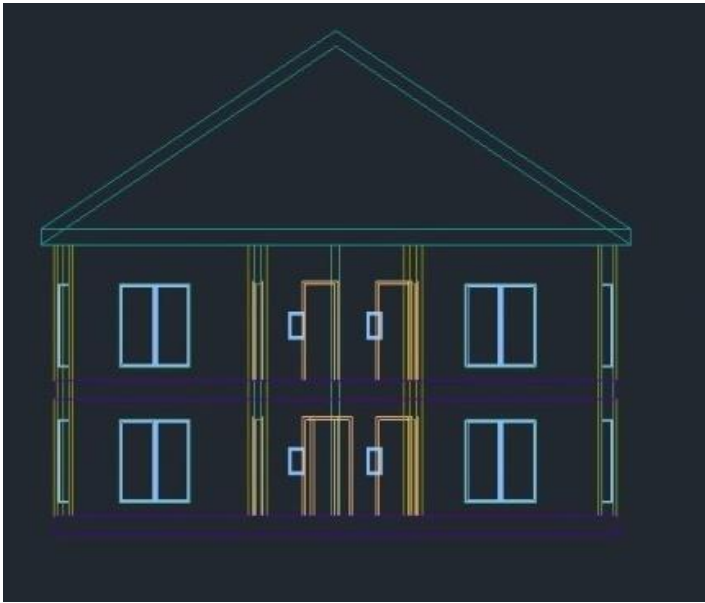
2.4.1. 3B CAD Modellerinin Üretilmesi

2B olarak CAD ortamında hazırlanan ve kâğıt paftalar ile birlikte CD içerisinde dosyasına konmak üzere tapuya gönderilen planların bir benzerini 2B olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisansı olan CAD yazılımı kullanarak oluşturulmuştur.



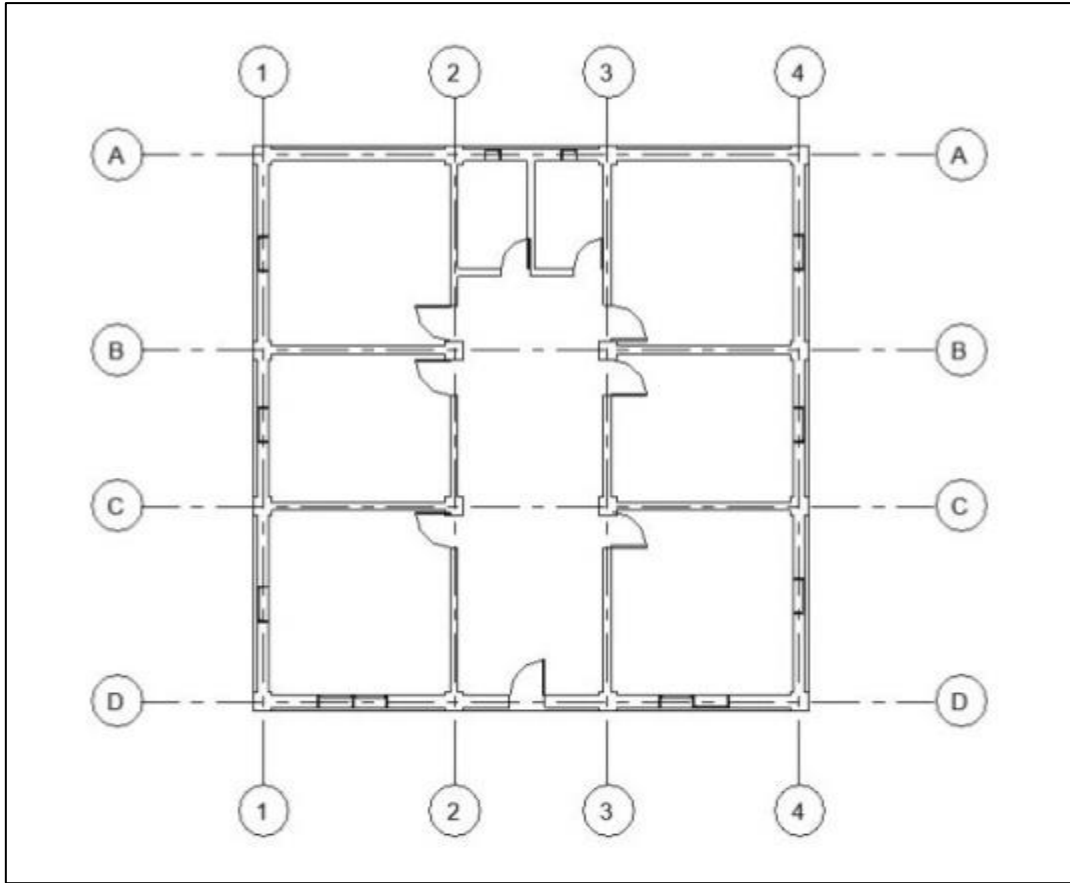
Şekil 2.13. CAD ortamında 2B bina plan gösterimi

Bu oluşturulan 2B veriyi yine CAD yazılımı kullanarak 3B olarak görüntülenmesi ve daha sonrasında aynı proje üzerinden oluşturulan farklı formatlardaki 3B veri modelleri ile karşılaştırma işlemleri yapılmaya çalışılmıştır. Şekil 2.13 2B ve Şekil 2.14 3B olarak üretilen model de akıllı sorgulamalar ya da kullanılan malzemelerin ne olduğu duvarın kalınlığı kapının ebadı gibi bilgilere ulaşamaz, sadece gösterim ve görünüm amaçlı üretilmiştir.

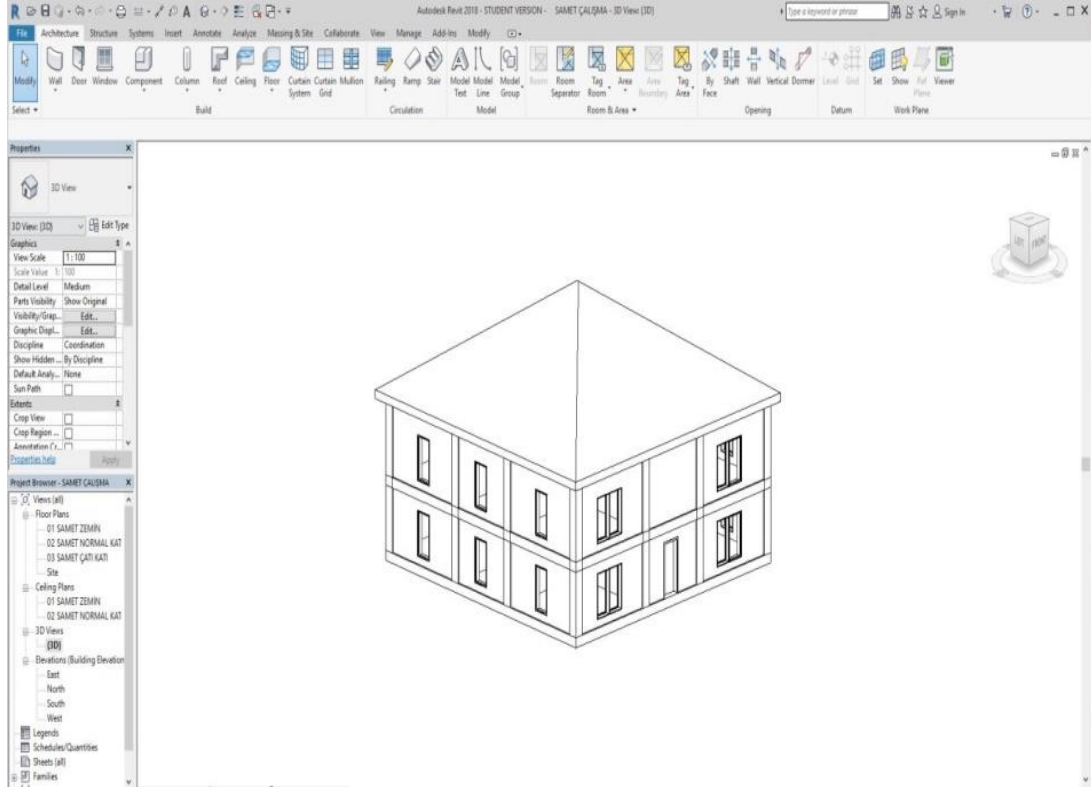


Şekil 2.14. CAD ortamında 3B model gösterimi

Toplamda üç katlı olan bina modelinin 3B mimari çizim yazılımları ile modelleyip bu model ile yapılabilecekler araştırılmıştır. Yazılımın desteklediği format aynı anda 2B ve 3B gösterim imkânı vermektedir. Şekil 2.15 ve Şekil 2.16’da aynı verinin oluşturulmuş öznitelikleri ile birlikte farklı boyutlarda görüntüleme ve görüntülenen verilerin sorgulama aşamasında detaylarını görebilmek mümkün olmuştur. Sonuç olarak, 3B veri modelleme araçları ile veri modellenerek istekler doğrultusunda ve istenilen öznitelik verileri ile birlikte geliştirilebilmektedir.

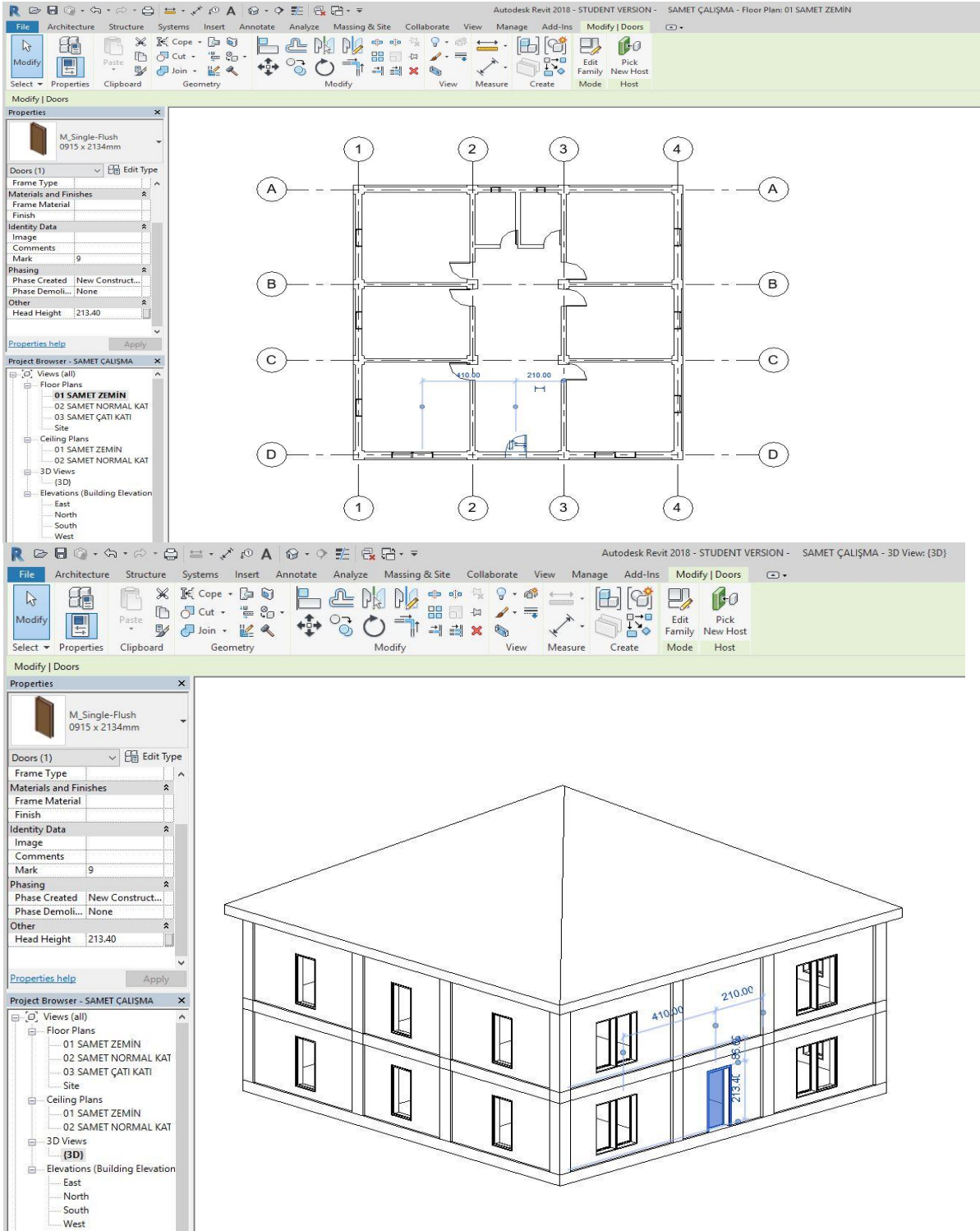


Şekil 2.15. Revit yazılımında modelin 2B gösterimi



Şekil 2.16. Revit yazılımında modelin 3B gösterimi

Şekil 2.15 ve Şekil 2.16’ dan yola çıkılarak bu iki modelde aynı verilerde sorgulama yapılabilmektedir. Ayrıca bu model altlıkları IFC-BIM mantığında işlemektedir. Örnek olarak 2B ve 3B görünüm aşamasında aynı sorgulamalar yapılarak, materyallerin detaylarının görüntülenmesi Şekil 2.17’de gösterilmektedir.



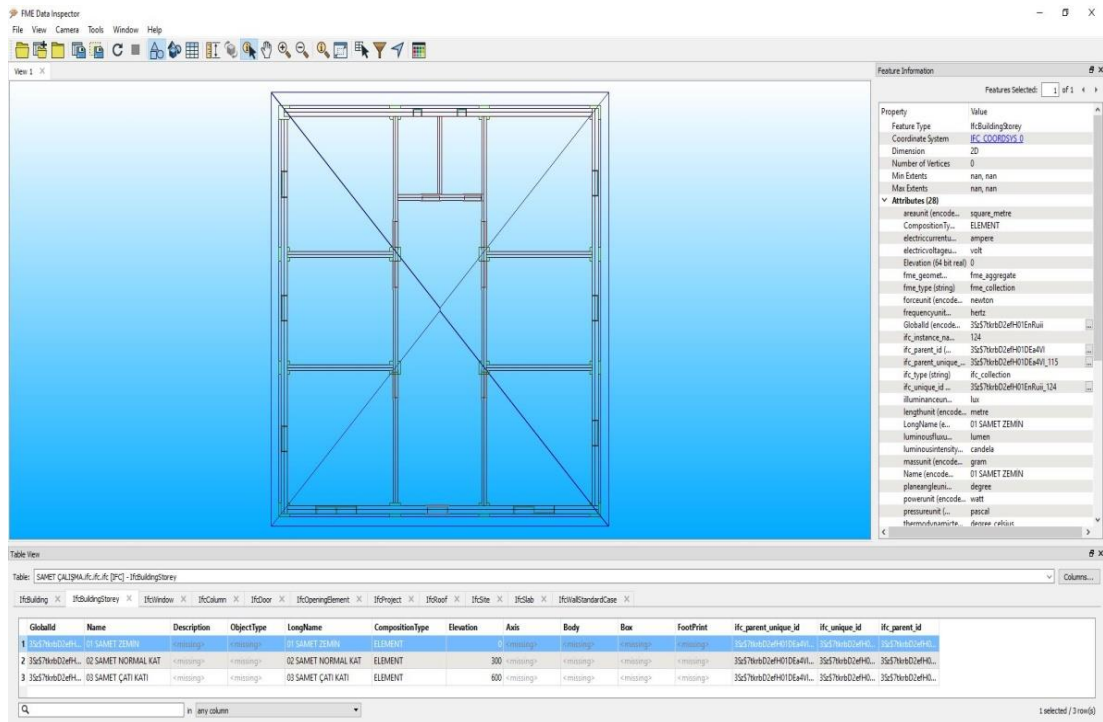
Şekil 2.17. Modelin 2B ve 3B görünümünde materyal sorgulaması

Bu çalışmada 2B ve 3B görünümünde kullanılan model detayları, detay seviyeleri, kat planları ve binayı oluşturan ana materyallerin öz niteliklerine ulaşma imkânı sunmaktadır. Yine istek ve ihtiyaç doğrultusunda daha profesyonel modeller oluşturulabilir. Model üzerindeki detaylar arttıkça görsel sunum daha kaliteli olmakla

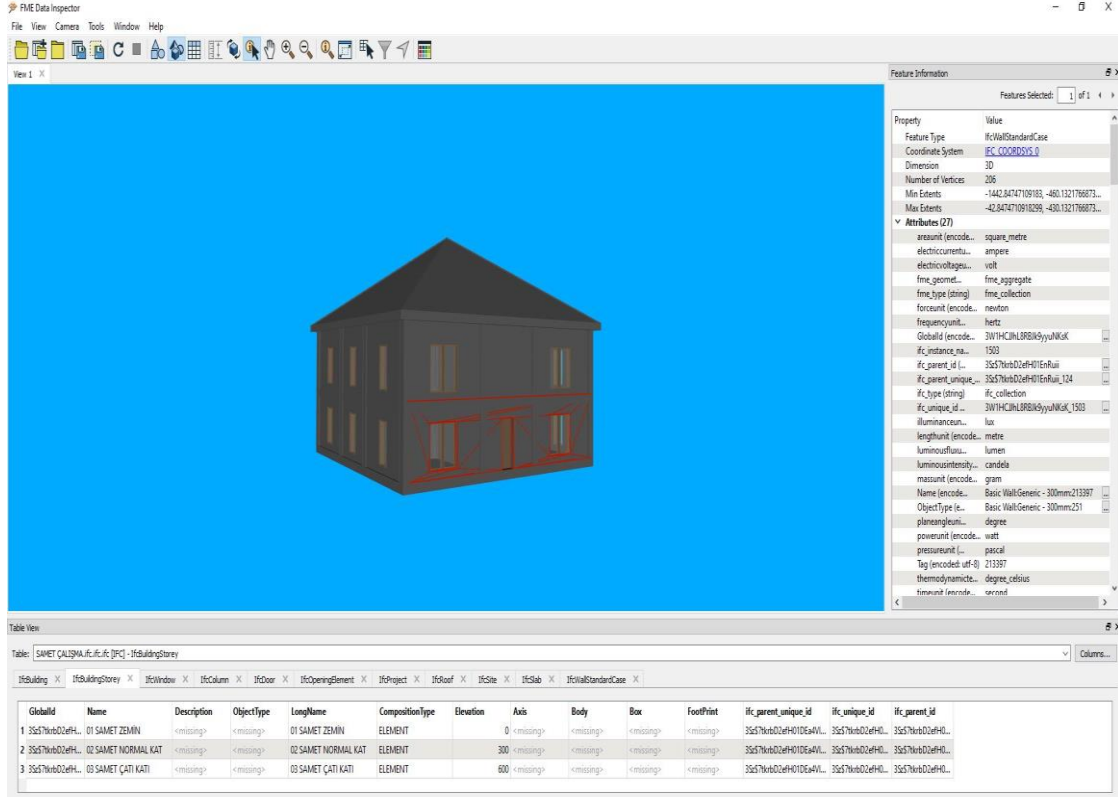
beraber sorgulama alanları da artmaktadır. Ayrıca kadastro için üretilen verinin boyutu da arttığından, kadastro için hangi verilerin gerekliliği araştırılarak, gerekli bina öznitelik verileri seçilerek bu doğrultuda bir veri oluşturulması amaçlanmaktadır.

2.4.2. Industry Foundation Classes (IFC) Veri Modelinin Hazırlanması

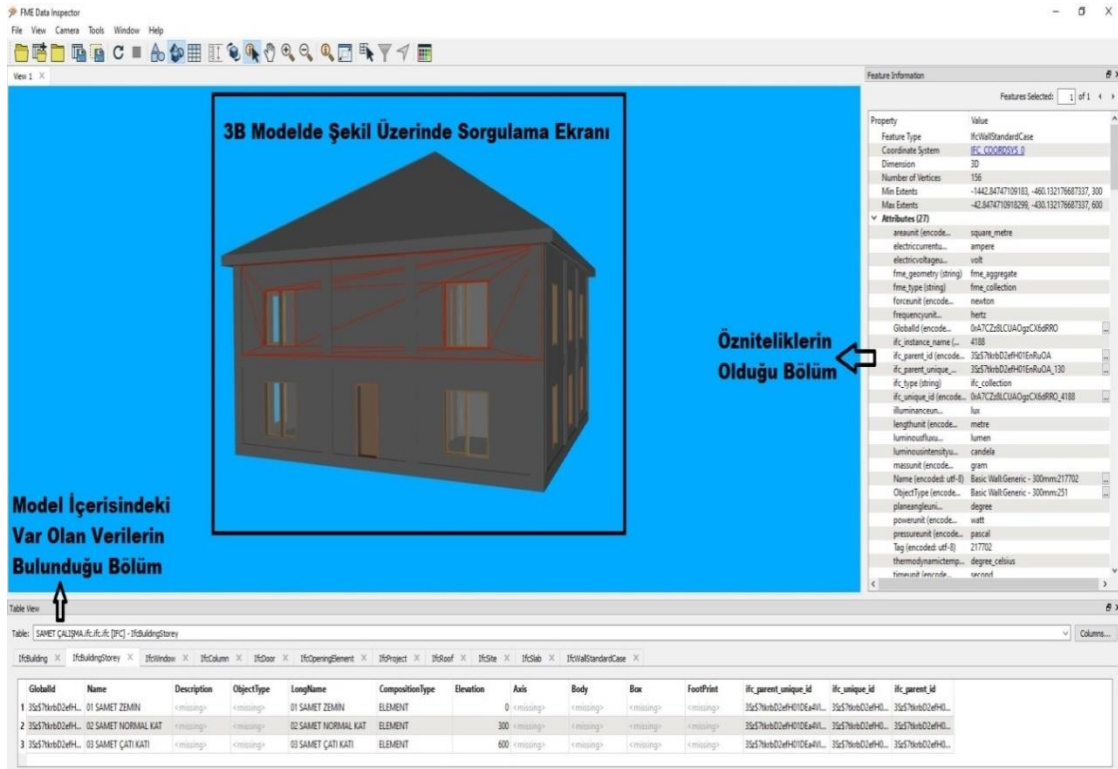
Bu çalışmada örnek olarak seçilen aynı 3 katlı bina modeli IFC formatında oluşturularak açık kaynak **Feature Manipulation Engine (FME)** ve **FME Data Inspector** masaüstü uygulama aracı ile görüntüleme, sorgulama gibi işlemler Şekil 2.18, Şekil 2.19 ve Şekil 2.20'deki gibi gerçekleştirilmiştir.



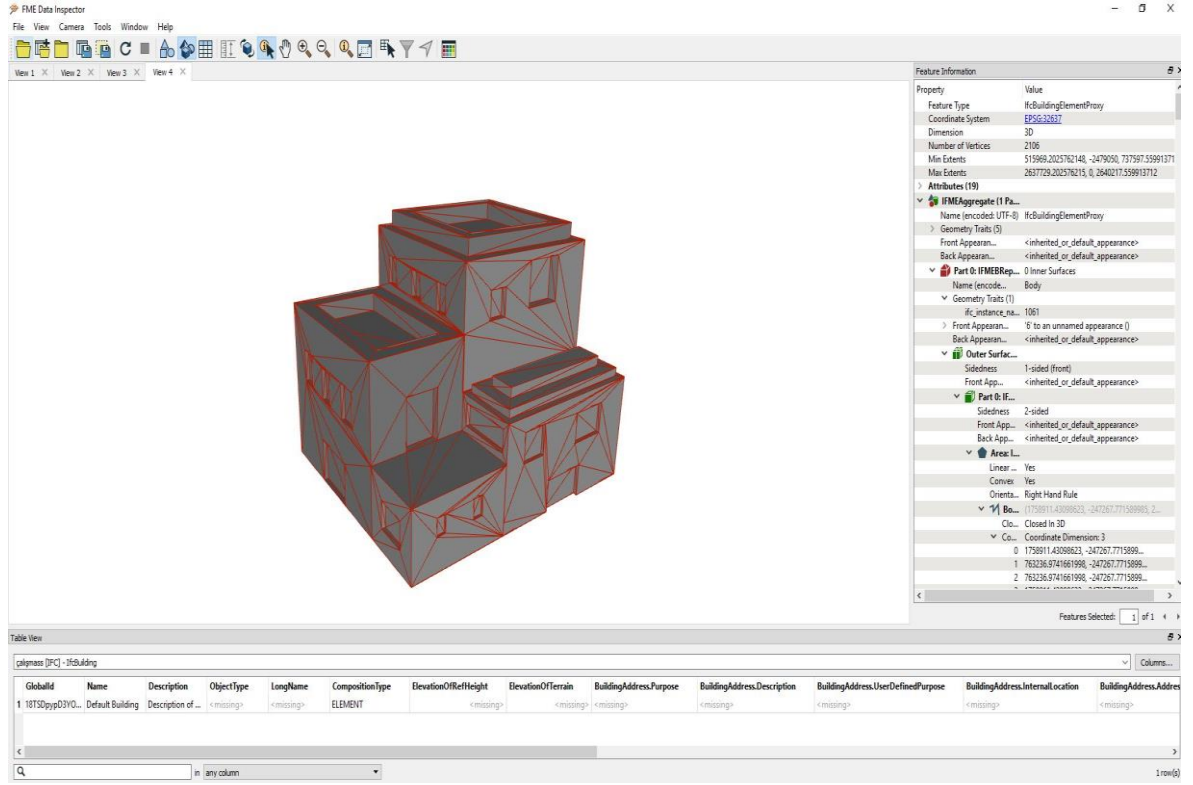
Şekil 2.18. Modelin IFC formatında 2B görünümü



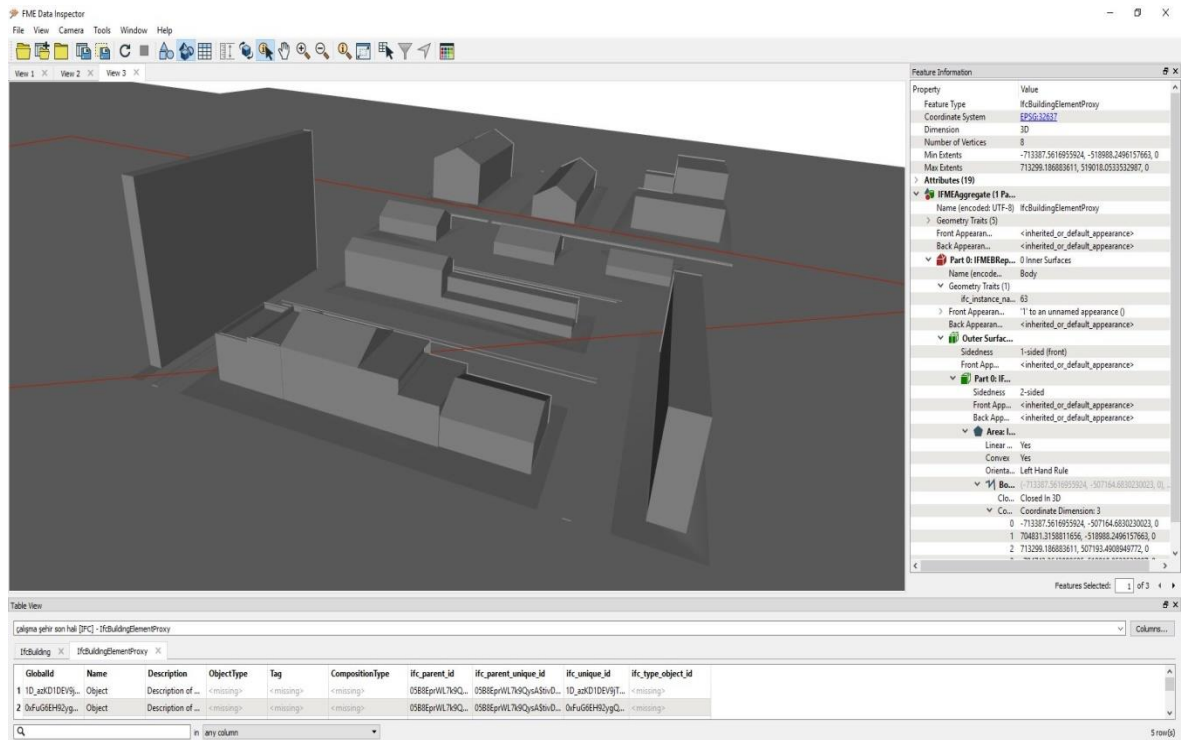
Şekil 2.19. Modelin IFC formatında 3B görünümü



Şekil 2.20. Modelin IFC formatında bağımsız bölüm gösterimi ve öznitelikleri



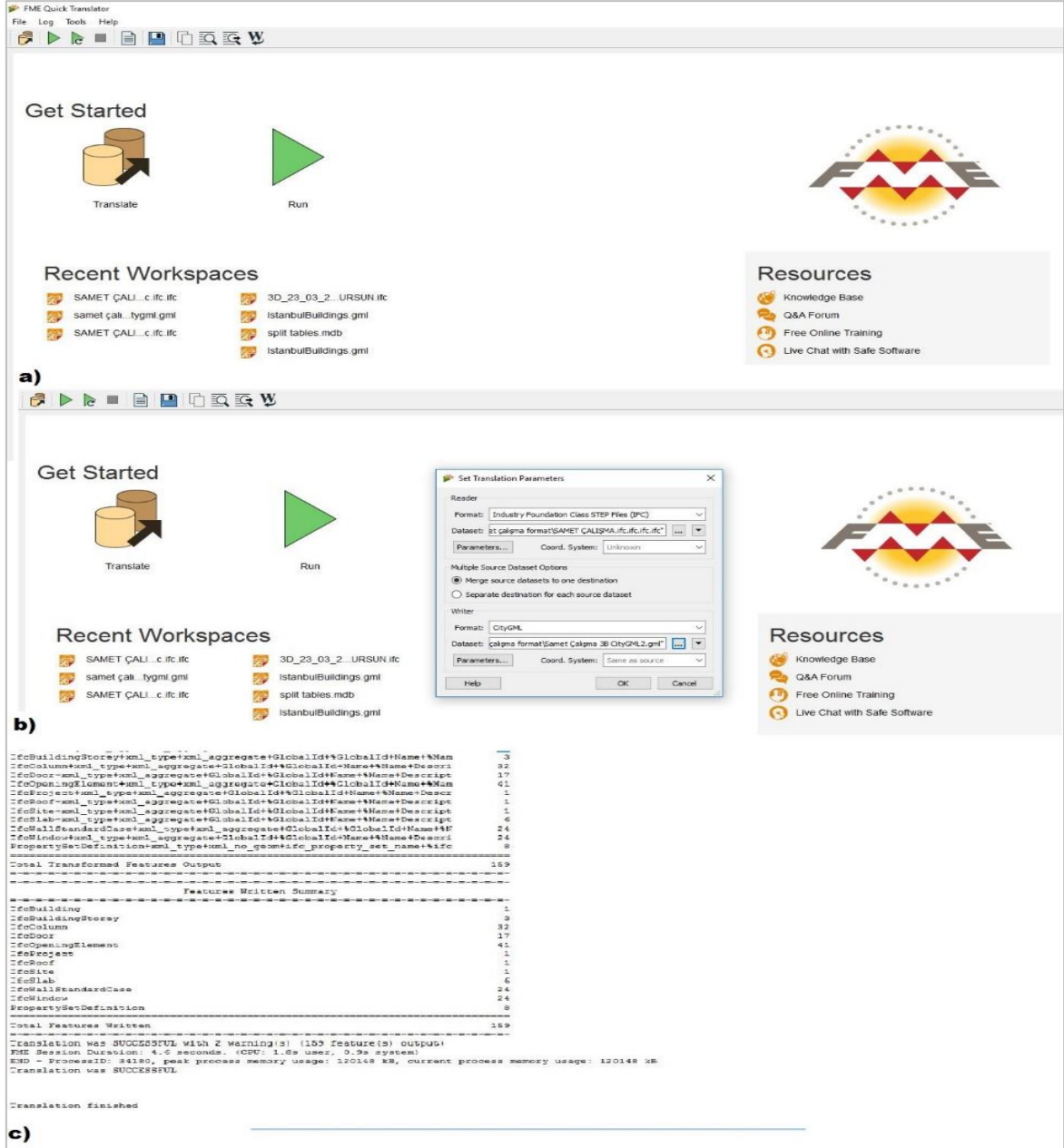
Şekil 2.21. 3B Karmaşık Yapı Modelinin IFC formatında gösterimi ve öznitelikleri



Şekil 2.22. 3B Şehir Modelinin IFC formatında gösterimi ve öznitelikleri

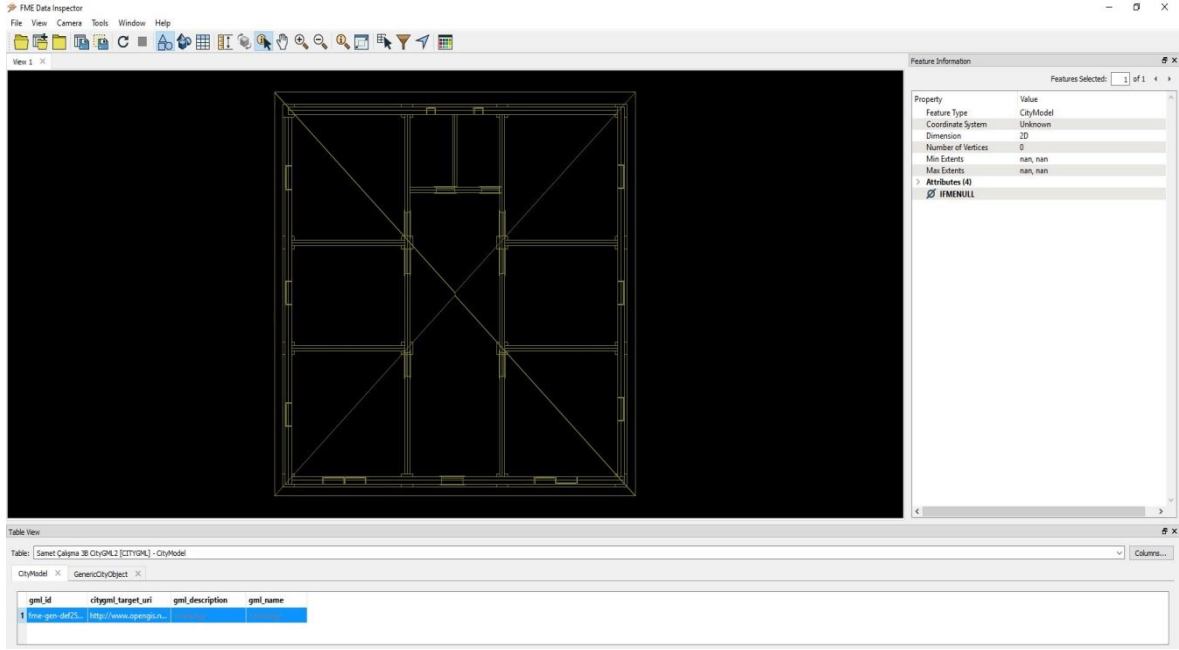
2.4.3. City Geography Markup Language (CityGML) Modelin Üretilmesi

IFC formatında oluşturulan 3B bina modelini FME Quick Translator hızlı dönüşüm uygulaması ile CityGML formatına dönüştürme işlemi yapılmıştır. Bu işlem adımları aşağıdaki Şekil 2.23'te aşamalarıyla gösterilmektedir.

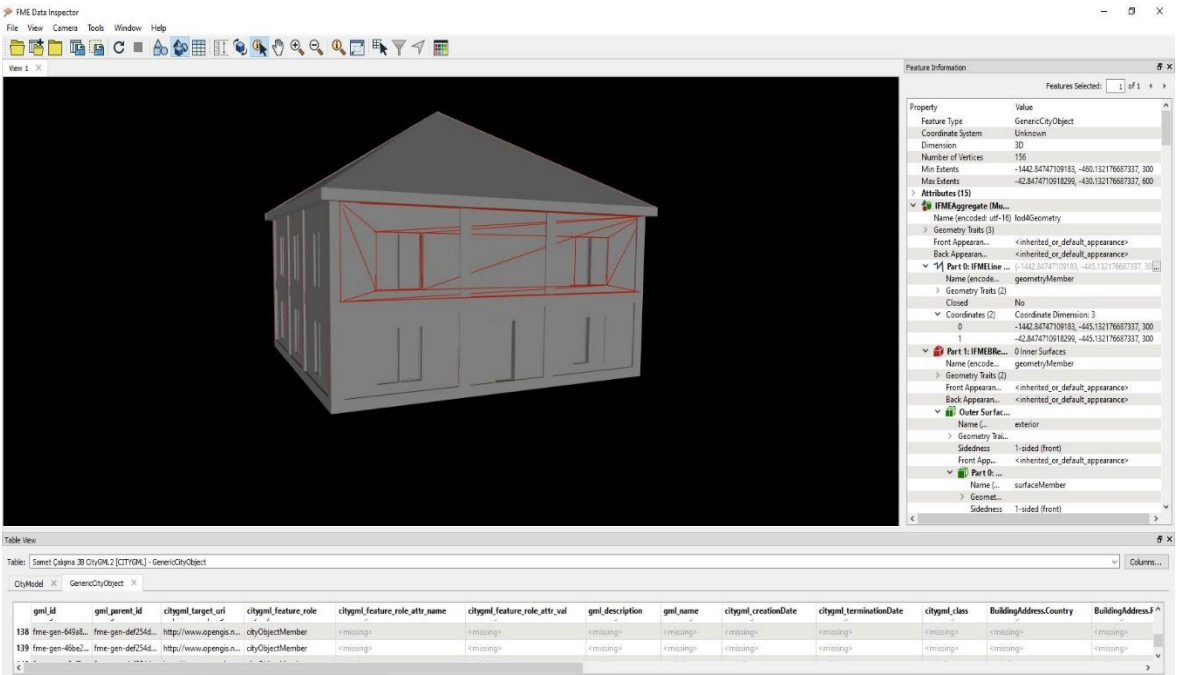


Şekil 2.23. Modelin IFC formatından CityGML formatına dönüştürülmesi aşamaları a) FME Quick Traslator arayüzü, b) Dönüşüm yapılacak formatların ve projeksiyonların belirlenmesi, c) Dönüşüm işleminin başarı ile sonuçlandığının gösterimi

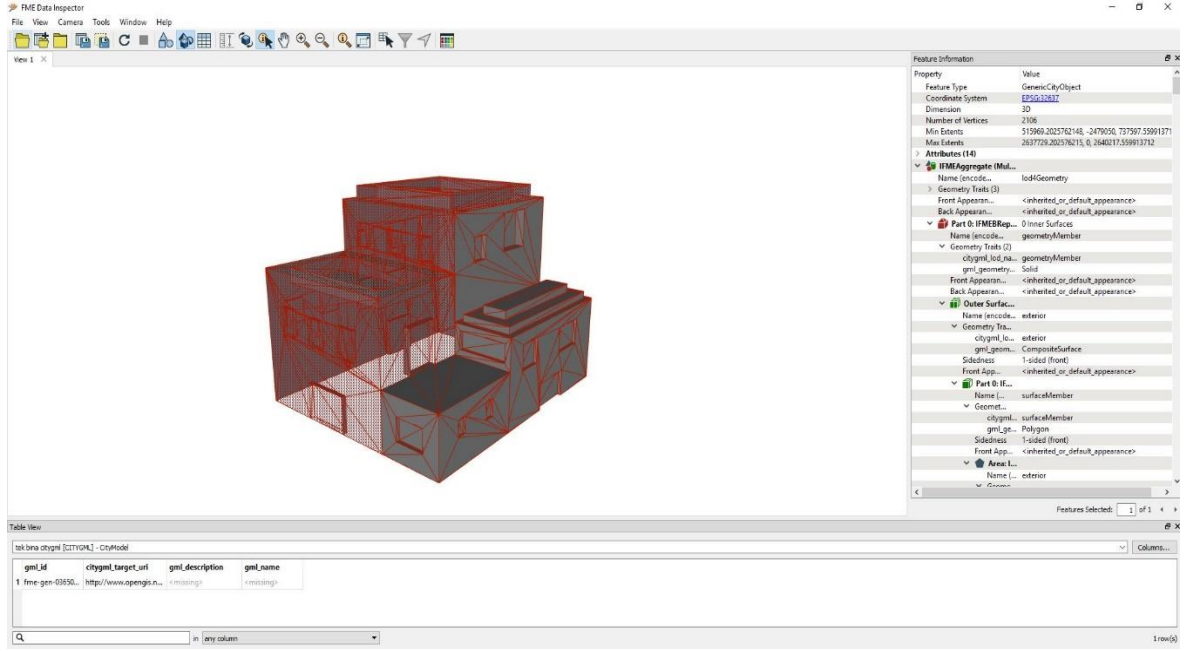
Format dönüşüm işlemleri gerçekleştirildikten sonra Safe Software Feature Manipulation Engine (FME) FME Data Inspector masaüstü uygulama aracı CityGML formatında üretilen 3B bina modeline ait görüntüleme, sorgulama işlemleri Şekil 2.24 ve Şekil 2.25'te gösterilmektedir.



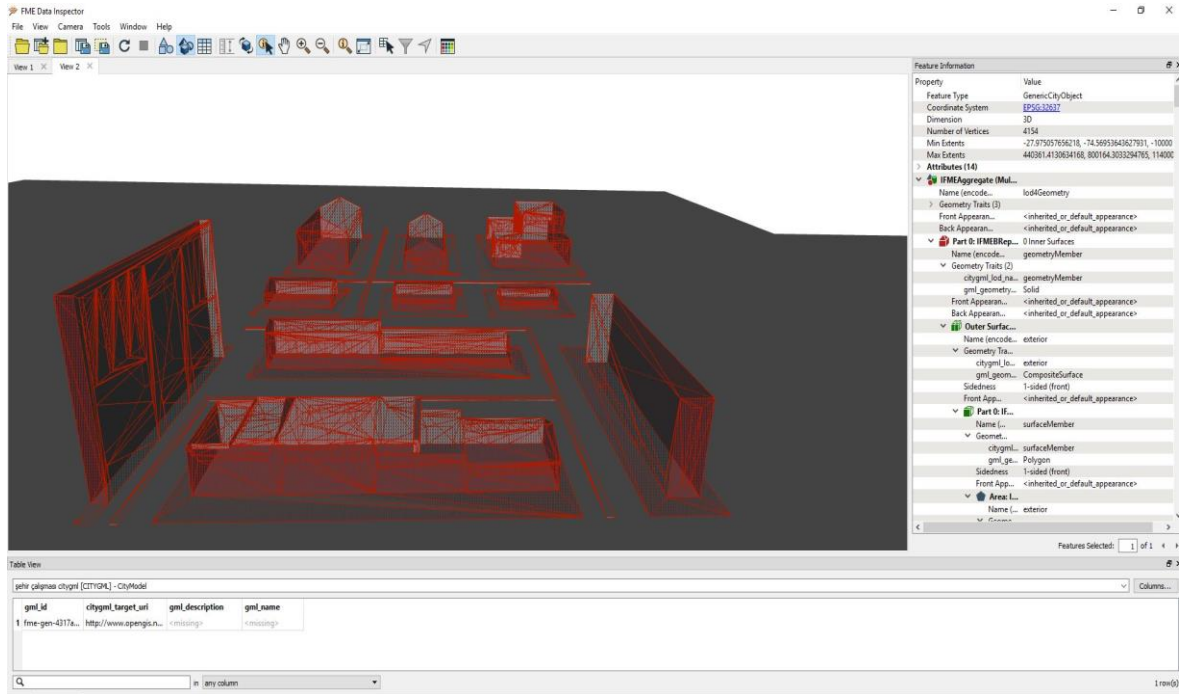
Şekil 2.24. Modelin CityGML formatında 2B gösterimi



Şekil 2.25. Modelin CityGML formatında 3B gösterimi



Şekil 2.26. 3B Karmaşık Yapı Modelinin CityGML formatında gösterimi ve öznitelikleri



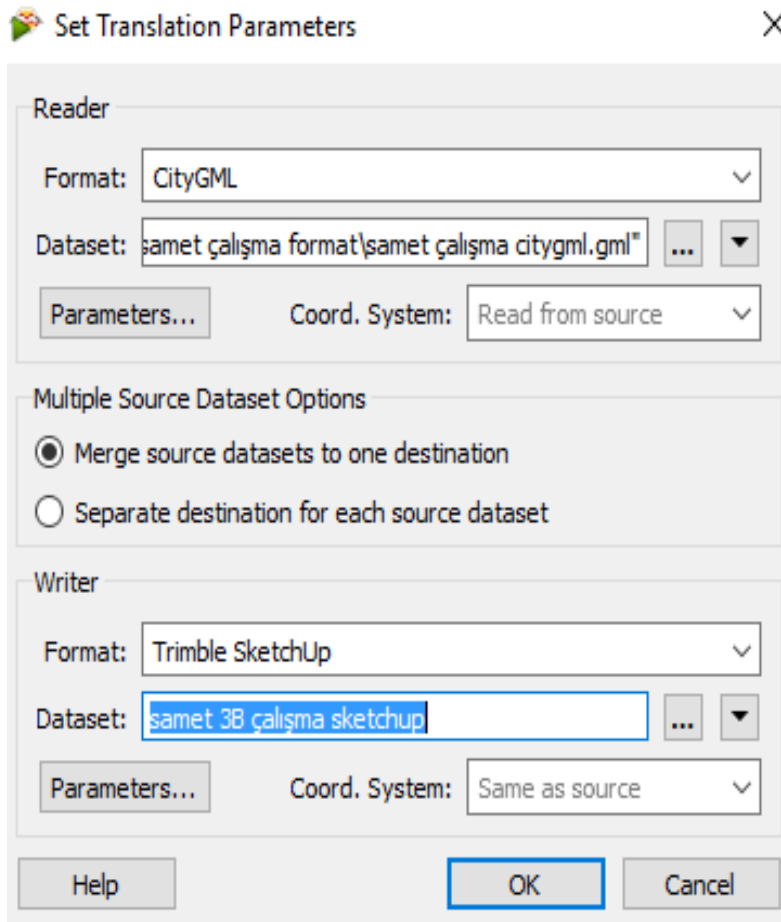
Şekil 2.27. 3B Modelin CityGML formatında gösterimi ve öznitelikleri

Amaç tek bir formatta üretilen 3B verinin farklı formatlarda gösterilmesi ve kadaströ için kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi olduğundan çalışmalar bu doğrultuda devam etmektedir.

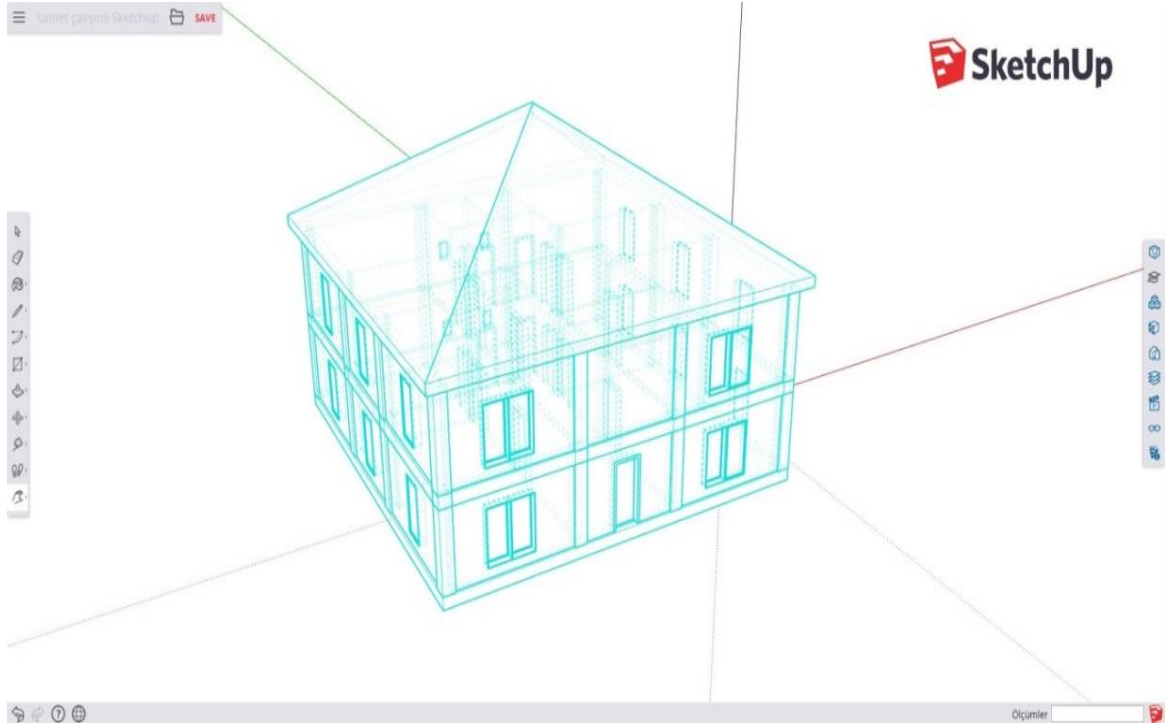
2.4.4. Web Tabanlı 3B Modelin Üretimi

Çalışmanın bu aşamasında CityGML formatında oluşturulan 3B bina modelini FME Quick Translator hızlı dönüşüm uygulaması ile WEB tabanlı çizim, gösterim ve paylaşım imkânı sunan SketchUp (.skp) formatına dönüştürülerek bu yaklaşımın avantajları araştırılmıştır. Bahsedilen bu işlem, aşağıda açıklanan sırayla tamamlanmıştır.

Öncelikle CityGML formatında oluşturulan 3B bina modelini FME Quick Translator hızlı dönüşüm uygulaması ile SketchUp formatına dönüştürme işlemi yapılmıştır (Şekil 2.28).



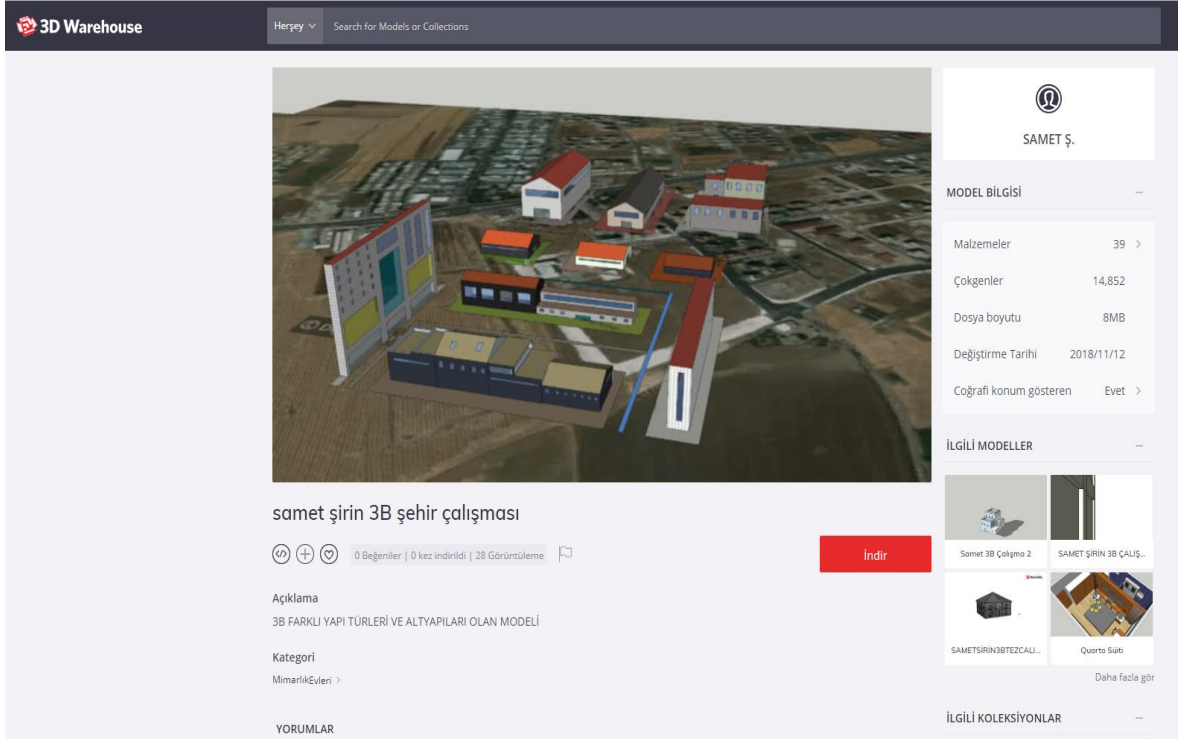
Şekil 2.28. FME’de 3B modelin dönüştürülmesi arayüzü



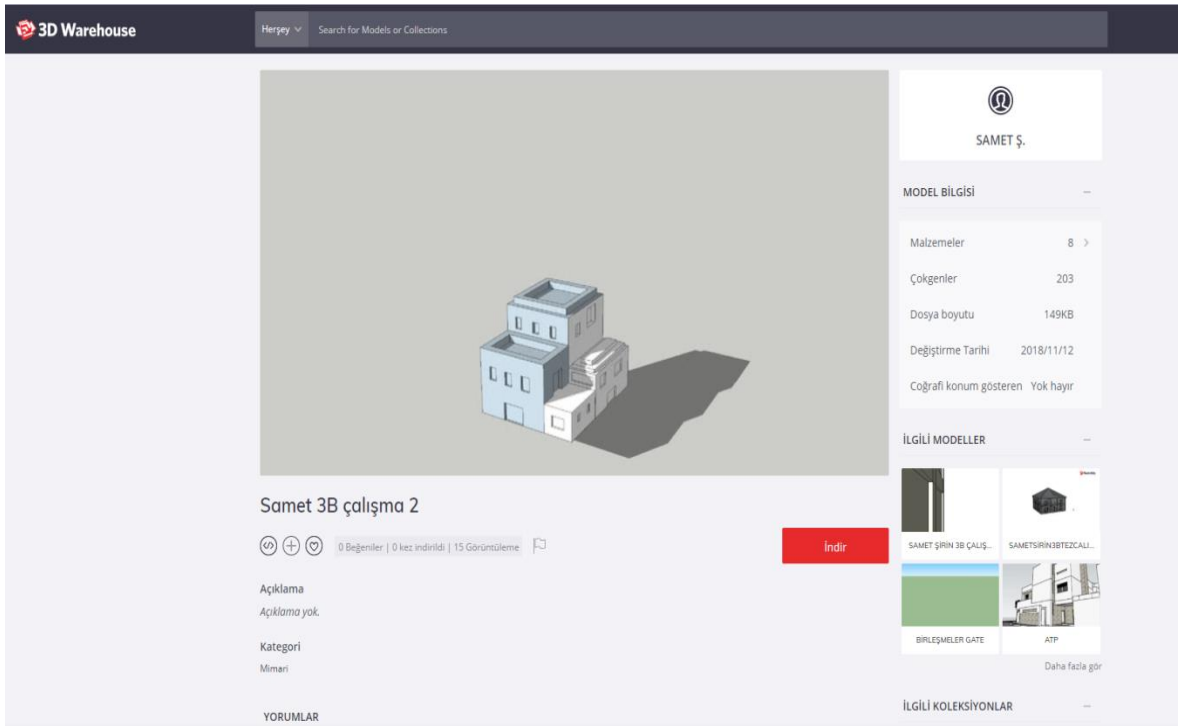
Şekil 2.29. SketchUp Yazılımında Üretilen 3B Örnek Model

SketchUp formatında farklı materyal gösterimleri, konum ekleme ve paylaşma işlemleri yapılarak SketchUp tarafından verilen URL kodu ile Web ortamında paylaşma ve istenildiği zaman oluşturulan verilere web ortamında ulaşma imkânı sunmaktadır. Oluşturulan veri SketchUp 3B atölyesine yüklenerek, arama motorlarından URL-20’de belirtilen adresten ulaşılabilir. Ayrıca (<https://3dwarehouse.sketchup.com/>) adresindeki 3D Warehouse’da yüklenen 3B çalışmanın model adı (SAMET SİRİN CALISMA) yazılıp görüntülenebilmektedir.

SketchUp formatında üretilen 3D Warehouse yüklenilen 3B karmaşık yapı ve 3B şehir uygulaması da bu çalışma doğrultusunda URL-21’de belirtilen adresten ulaşılabilir. Bunun yanında, 3B karmaşık yapı için oluşturulan link adresi URL-22’de gösterilmiştir. Şekil 2.30 ve Şekil 2.31’de sırasıyla yukarıdaki linkler üzerinden açılan tez çalışması kapsamında oluşturulan 3B modeller görüntülenmektedir.



Şekil 2.30. SketchUp 3D Warehouse’a yüklenen 3B Şehir Çalışması



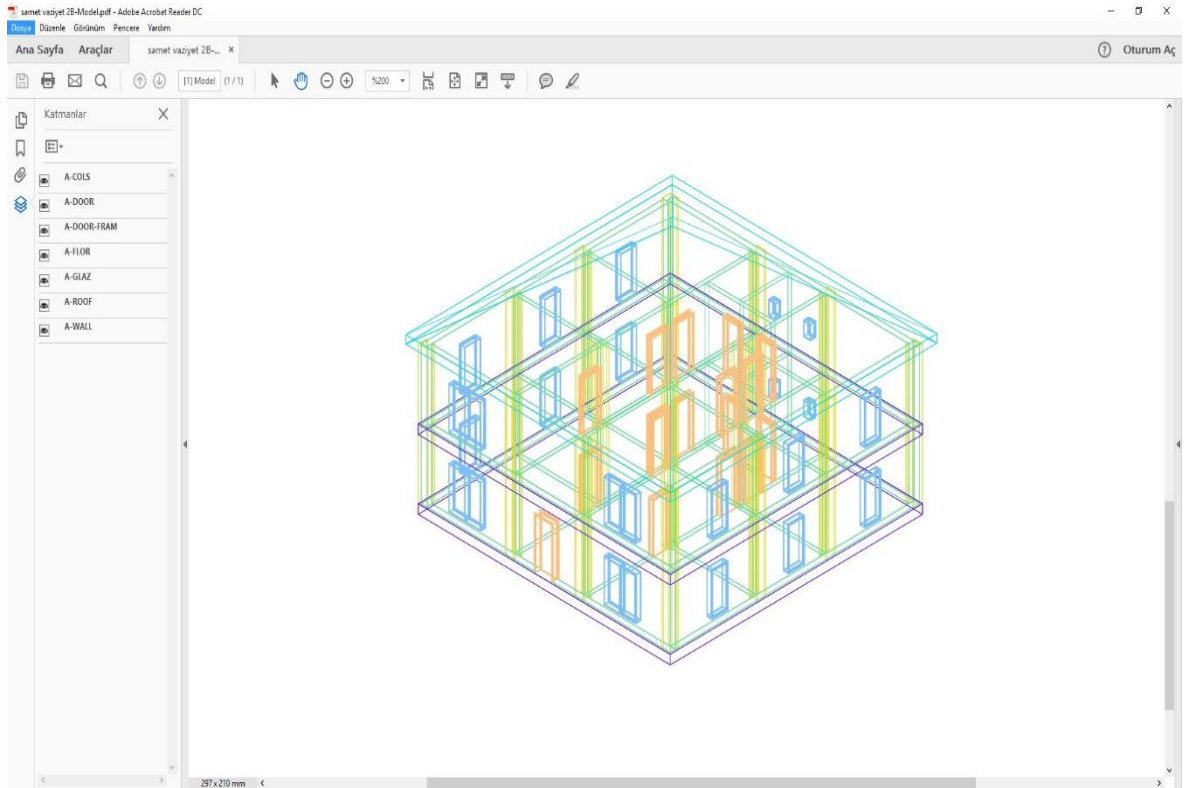
Şekil 2.31. SketchUp 3D Warehouse’a yüklenen 3B Karmaşık Yapı Çalışması

2.4.5. Üretilen 3B Modellerin Sunulmasında Alternatiflerin Araştırılması

Çalışmanın bu aşamasında farklı veri modellerinde üretilen 3B modellerin kullanıcılara sunulması noktasındaki alternatifler araştırılmaktadır.

2.4.5.1. 3B PDF

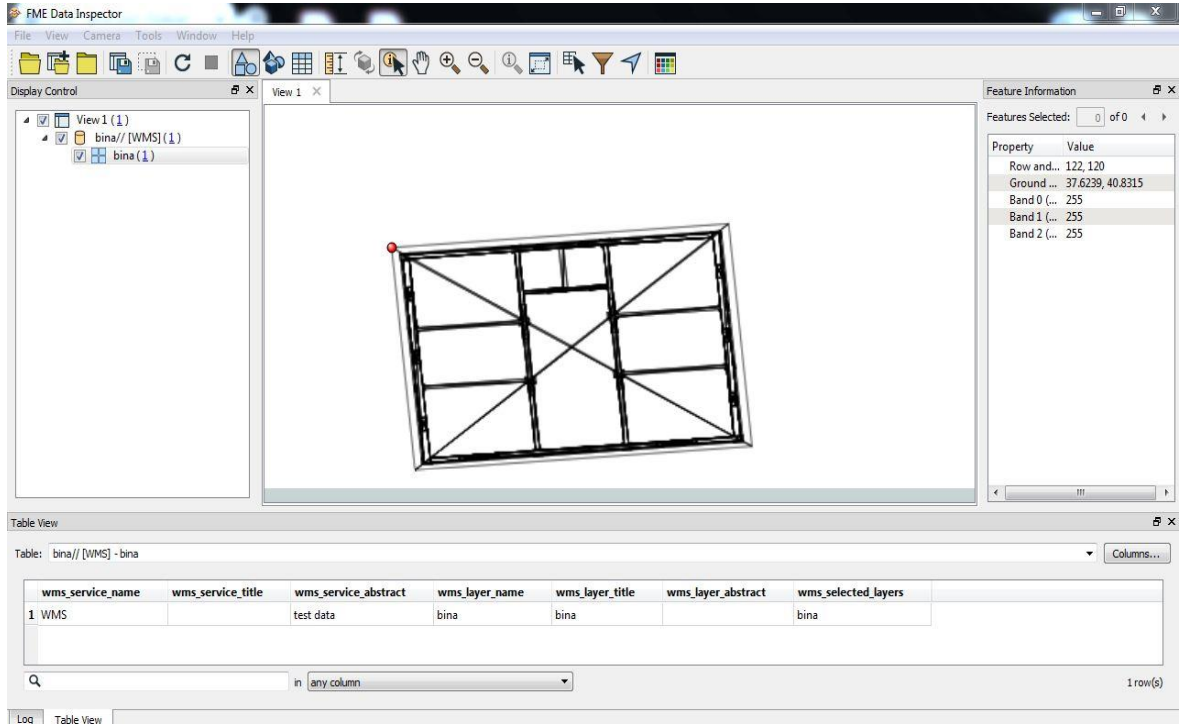
En yaygın doküman görüntüleme formatlarından biri PDF (Portable Document Format) formatıdır. Bu format son yıllarda sadece metinsel bilgileri değil 3B modelleri de desteklemektedir. Tez çalışması kapsamında üretilen modellerle temsil edilen 3B mülkiyet birimlerini göstermek için PDF formatını destekleyen Adobe Acrobat Reader yazılımı kullanılmıştır. Şekil 2.32’de üretilen 3B modelin PDF formatına dönüştürüldükten sonra yazılımdaki görünümü yer almaktadır. Bu şekilde görüntülenen 3B modelde istenilen katmanlar açılıp kapatılabilmektedir.



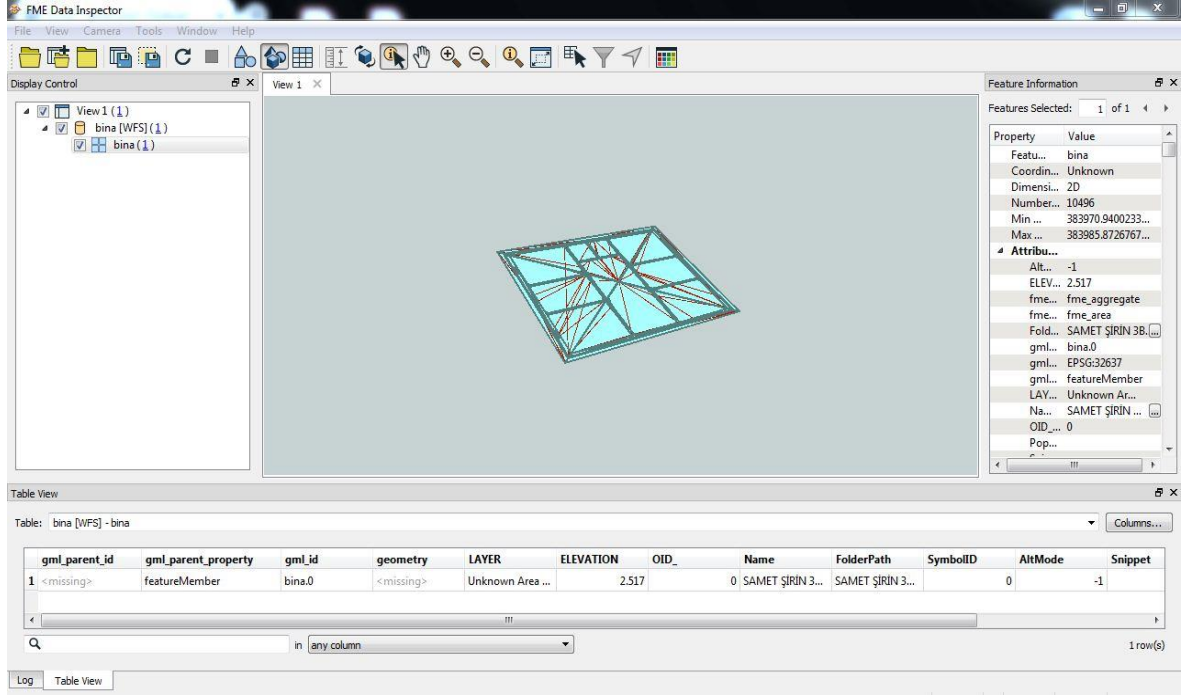
Şekil 2.32. Adobe Acrobat Reader'da 3B PDF dosyası örneği

2.4.5.2. WMS/WFS

Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisansı olan yazılımlar kullanılarak 3B bina modeline ait WMS/WFS servisleri oluşturulmuştur (URL-23). Açık kaynak olan QGIS yazılımı ve FME Data Inspector ile WMS/WFS servislerinden elde edilen 3B bina modeli Şekil 2.33 ve Şekil 2.34’te gösterilmektedir.



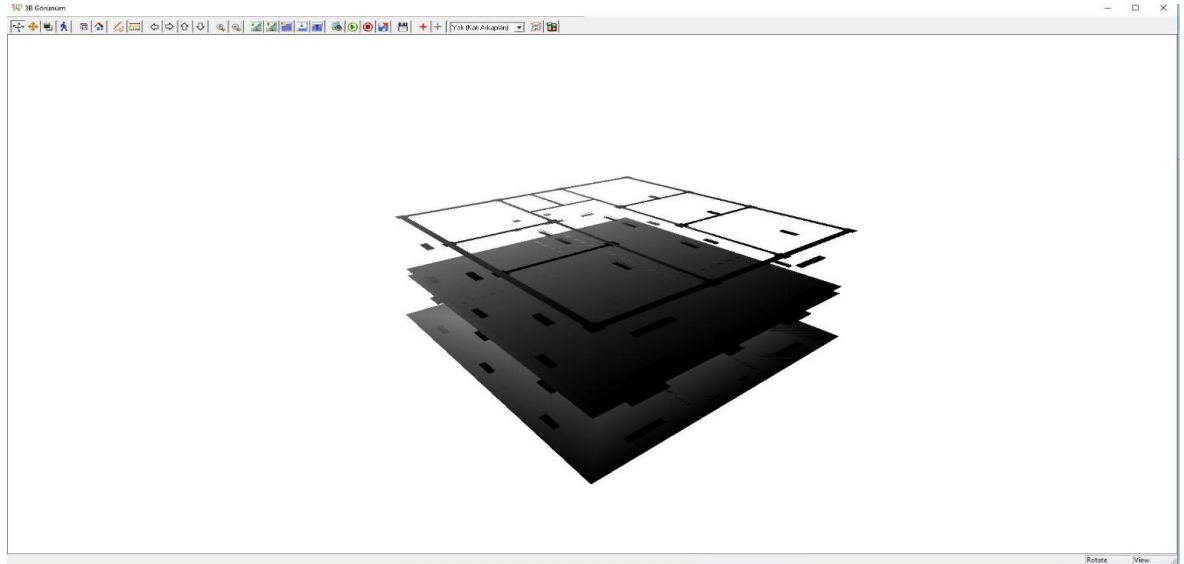
Şekil 2.33. 3B bina modelinin WMS servisi olarak görüntülenmesi



Şekil 2.34. 3B bina modelinin WFS servisi olarak görüntülenmesi

2.4.5.3. Global Mapper

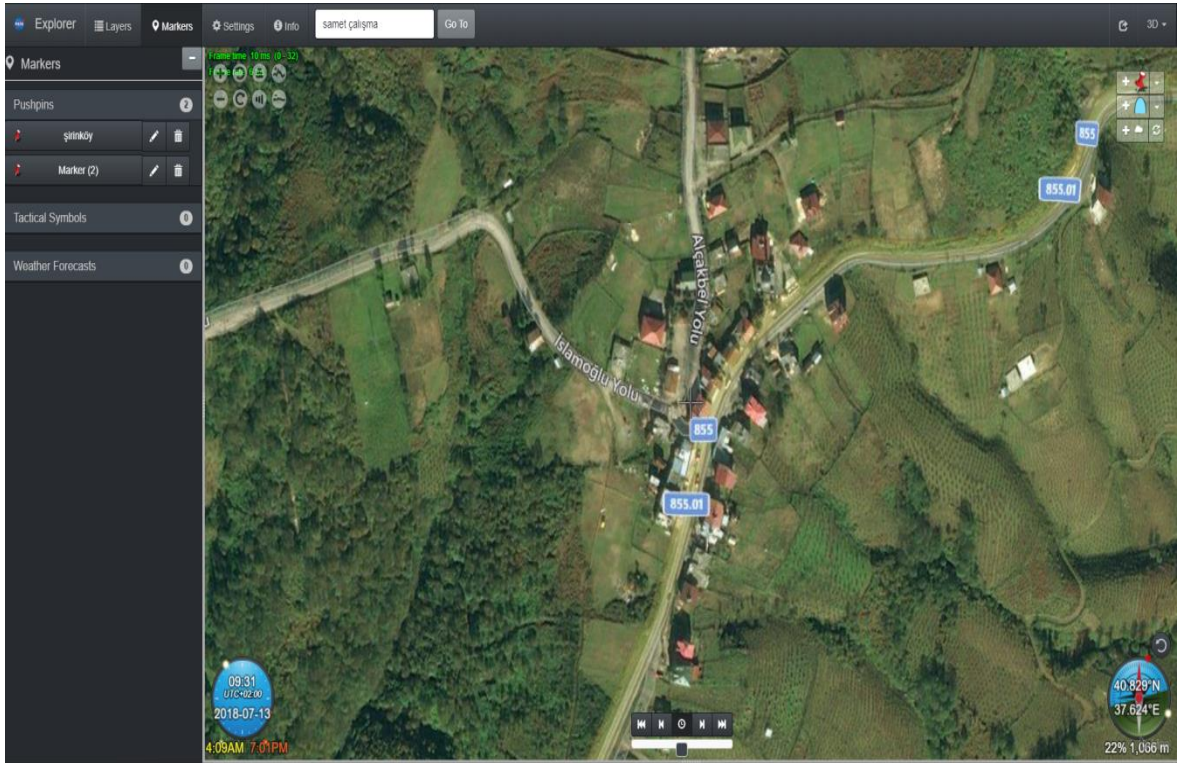
Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisansı olan Global Mapper GIS yazılımı kullanarak oluşturulan 3B nesne (.obj) formatındaki 3B bina modeline ait kat detayları Şekil 2.35’te gösterilmiştir.



Şekil 2.35. 3B Bina Modelinin Global Mapper Üzerinde Görünümü

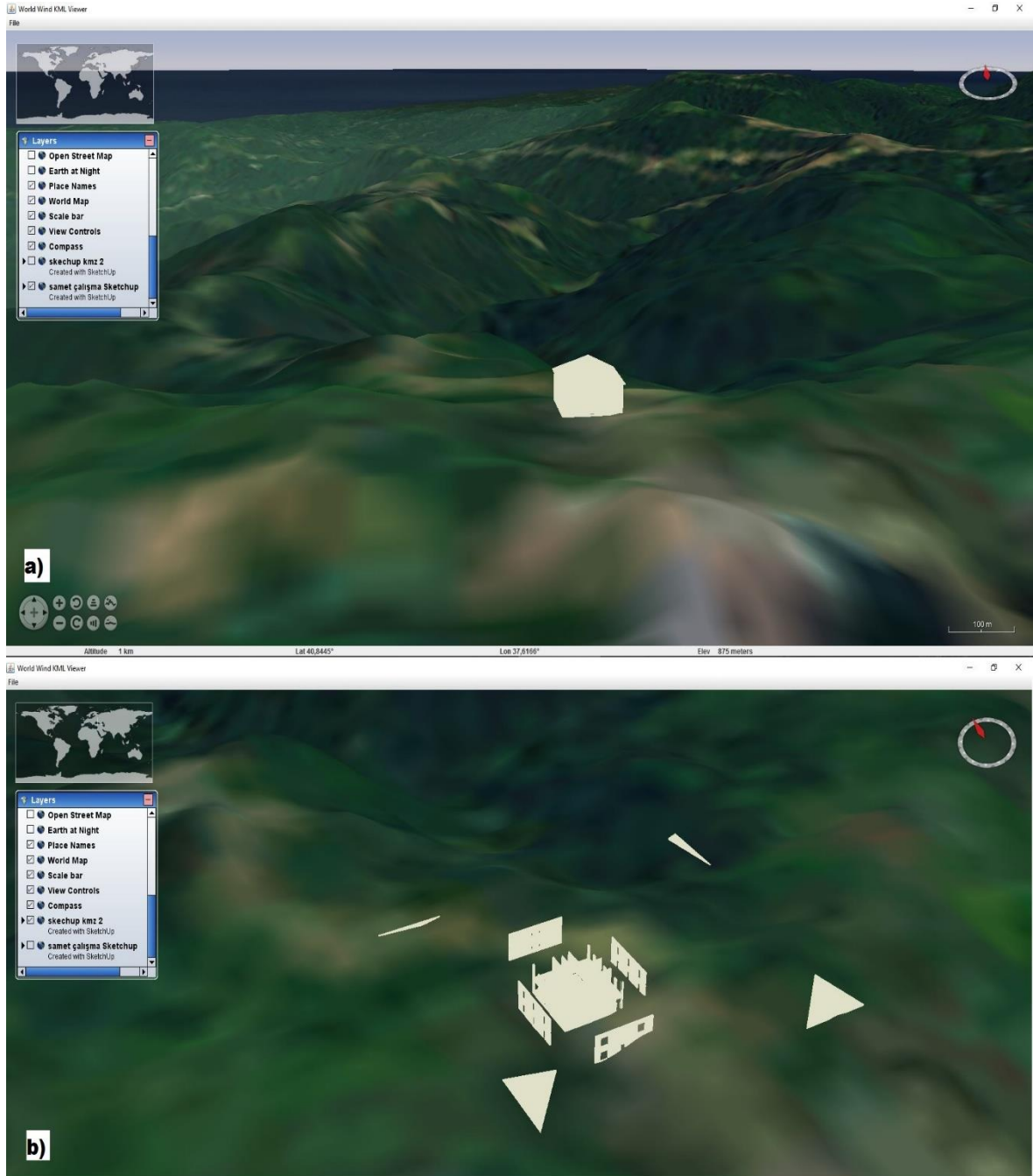
2.4.5.4. NASA WorldWind

Nasa WorldWind, Web tabanlı uygulaması kullanılarak pilot bölge olarak seçilen çalışma alanına ait konumsal bilgiler URL adresi olarak kaydedilmiştir. Bu adres web ortamında aratıldığında üretilen bir URL adresinden çalışma adresi olarak kullanılan yer çıkmaktadır. Bu sadece verilen URL kodu ile çalışma alanına ulaşma imkânı sunmaktadır. Üretilen URL kodu ile ulaşılan görüntü Şekil 2.36'daki gibidir.



Şekil 2.36. Üretilen URL kodundan ulaşılan ana görünüm.

Nasa WorldWind Java coğrafi masaüstü uygulaması ile üretilen 3B bina modelinin gösterimi ile oluşan görüntü Şekil 2.37'de gösterilmiştir.

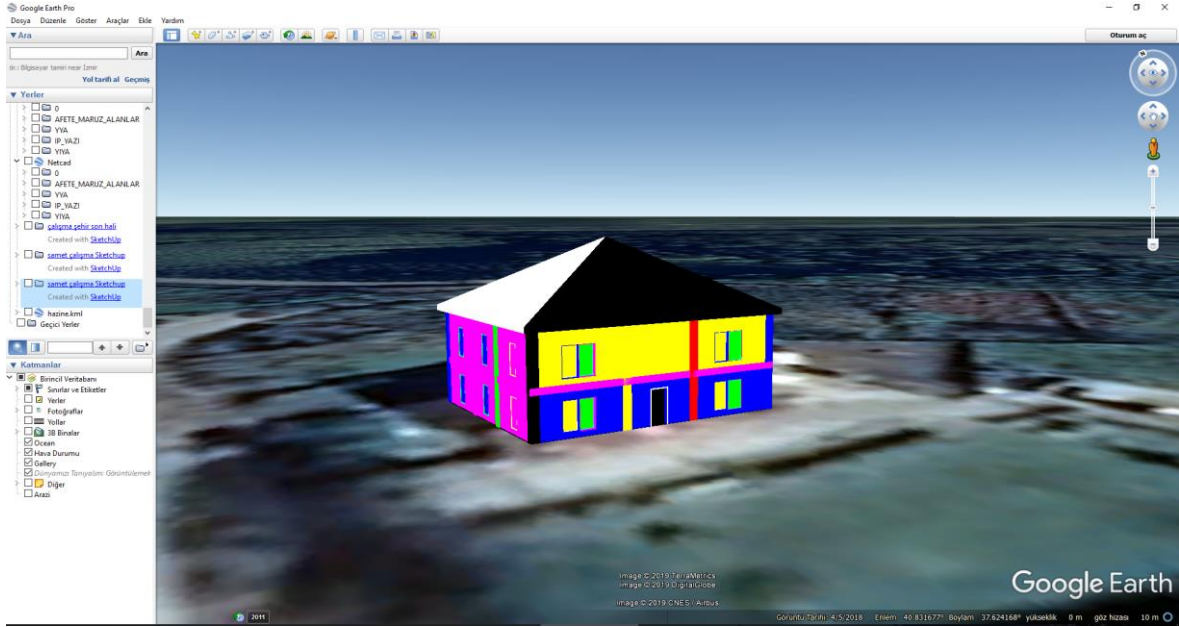


Şekil 2.37. a) Nasa WorldWind Java Coğrafi Masaüstü Uygulaması Üzerinde 3B Bina Modelinin Görünümü b) Nasa WorldWind Java Üzerinde 3B Bina Modelinin Parçalara Ayrılmış Görünümü

2.4.5.5. Google Earth

Google Earth, çeşitli uygulamalar için yaygın olarak kullanılan en popüler 3B görselleştirme uygulamalarından biridir. Bu çalışma kapsamında üretilen 3B bina modelini, 3B karmaşık yapı modelini ve 3B şehir modelinin Google Earth üzerinde

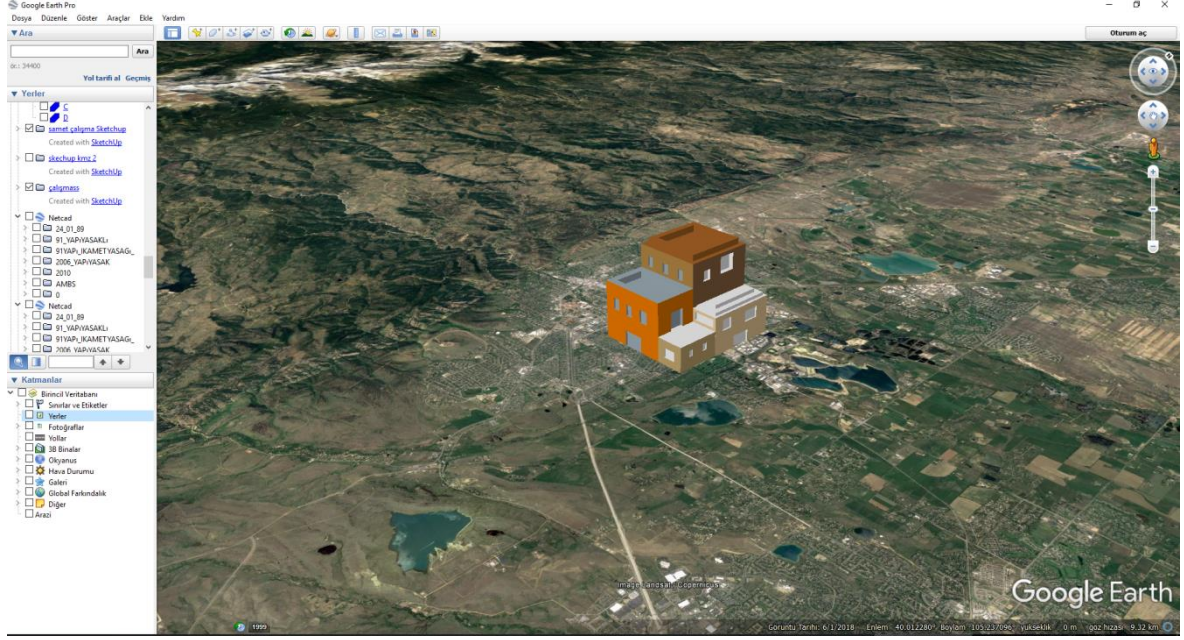
gösteriminin yapılabilmesi için veriler COLLADA (.dae) dosya formatına çevrilmiştir. Sırasıyla Şekil 2.38, Şekil 2.39 ve Şekil 2.40'da tez çalışması kapsamında üretilen farklı 3B modellerin Google Earth üzerinde gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2.38. 3B Bina Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü



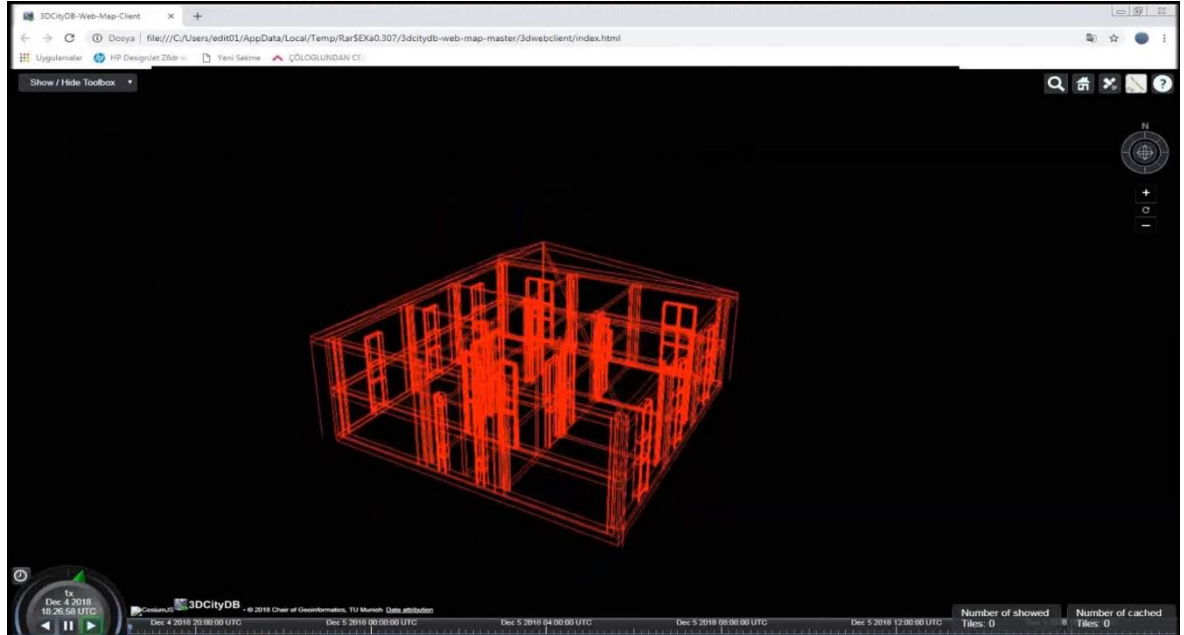
Şekil 2.39. 3B Şehir Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü



Şekil 2.40. 3B Karmaşık Yapı Modelinin Google Earth Üzerinde Görünümü

2.4.5.6. Cesium

Cesium Google Earth'e alternatif olarak kullanılabilecek açık kaynak 3B Haritalama imkânı sunan Java tabanlı bir uygulamadır. Tez çalışması kapsamında üretilen 3B modellerden CityGML ve Collada veri yapısında olanları Cesium uygulaması aracılığıyla Şekil 2.41'deki gibi görüntülenmektedir.

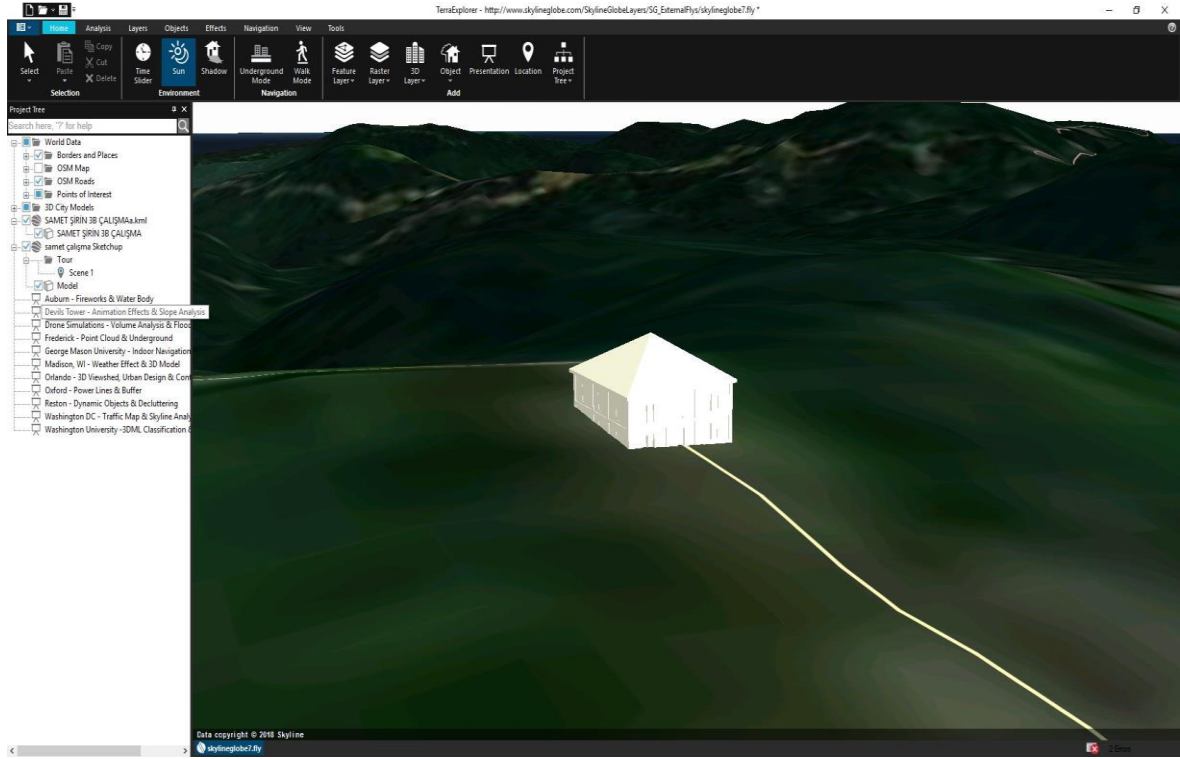


Şekil 2.41. 3B Bina Modelinin Cesium Üzerinde Görünümü

2.4.5.7. Terra Explorer

Terra Explorer, foto-gerçekçi 3B ortamları keşfetmek, düzenlemek, analiz etmek ve yayınlamak için bir görselleştirme uygulamasıdır. Bir TerraExplorer ürünü, web tabanlı 3B görselleştirme uygulamaları için gelişmiş API yetenekleri sağlayan Skyline Globe Viewer'dır. Bu görüntüleyiciyi kullanmak için eklentiği yüklemek gerekir. Görüntüleyiciye ek olarak, Terra Explorer Plus ve Pro, kullanıcılara özellikleri düzenleme, katman ekleme ve Skyline Globe Viewer'da görselleştirilecek verileri yayınlama olanağı sağlar. Bu uygulama, 3B kadastro araştırmalarında bazı faaliyetlerde kullanılmıştır ve çeşitli prototipler geliştirilmiştir (Guo vd., 2011; Chiang, 2012; Ying vd., 2012).

Bu çalışma doğrultusunda 3B bina model çalışmasını Terra Explorer masaüstü uygulaması aracılığıyla Şekil 2.42'de gösterilmektedir.

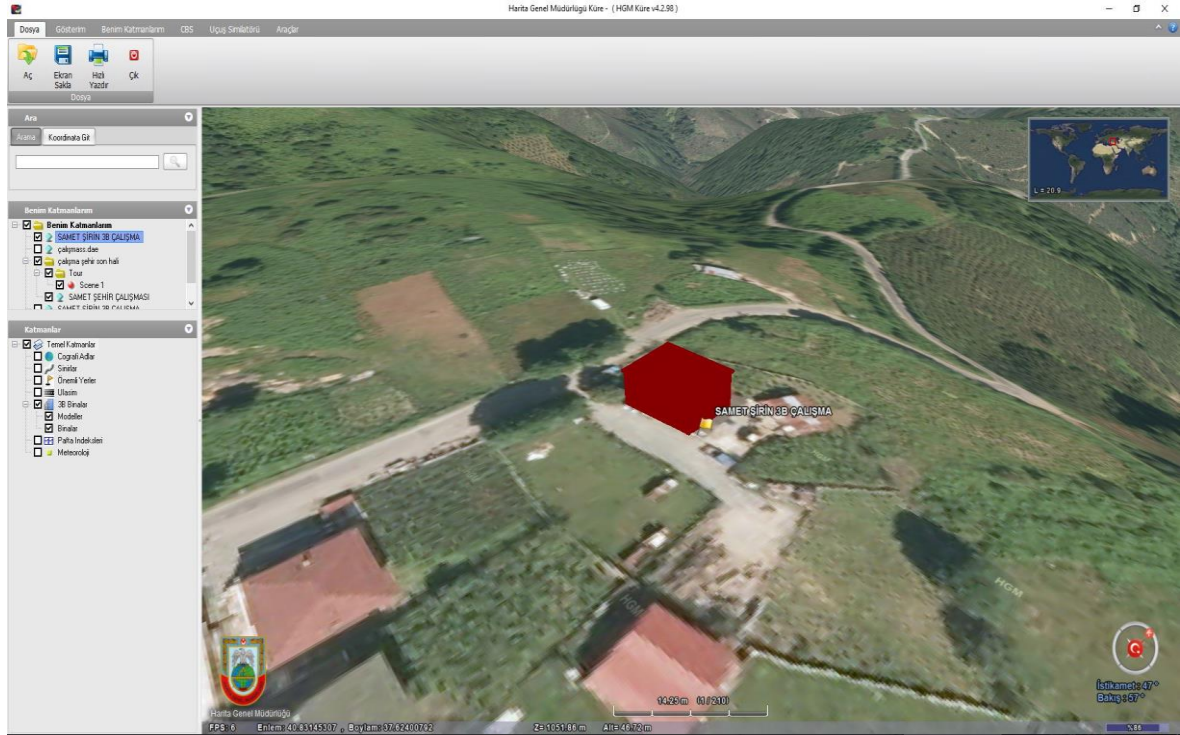


Şekil 2.42. 3B Bina Modelinin Terra Explorer Üzerinde Görünümü

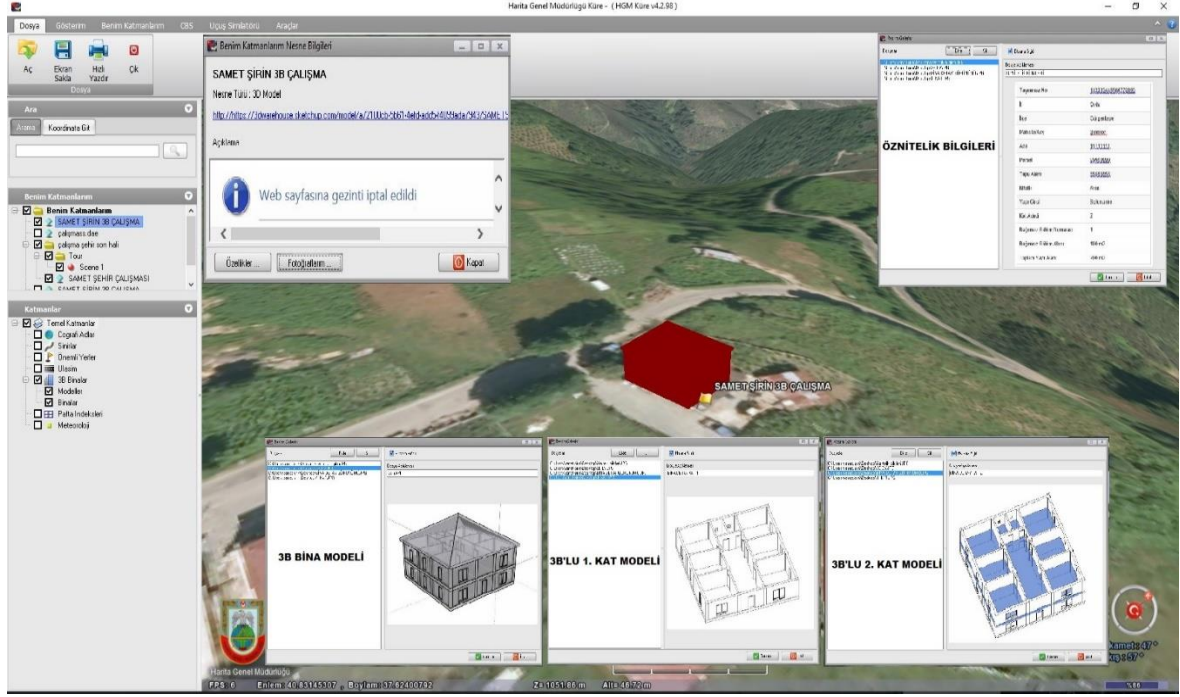
2.4.5. 8. HGM Atlas – HGM Küre

Tez çalışmasının bu bölümünde, 24 Ocak 2019 tarihinde tanıtımı yapılan HGM-Atlas ve HGM-Küre uygulamalarının tez çalışması kapsamında üretilen 3B modellerin sunumunda kullanılmasına yönelik uygulamaların gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından geliştirilen HGM-Atlas ve HGM-Küre uygulamalarıyla harita alanında dışa bağımlılığın ortadan kaldırılması ve ihtiyaç duyulan coğrafi verinin temininin, bilgi ithaline gerek kalmaksızın yerli ve milli imkânlarla sağlanması hedeflenmektedir.

Kadastro verilerinin 3B temsiline yönelik olarak tez çalışması kapsamında hazırlanan 3B modeller HGM-Küre uygulamasına entegre edilmiştir. Üretilen 3B bina modelinin yanı sıra, 3B Karmaşık yapı modelinin ve 3B şehir modelinin, modellerle ilişkili öznitelik bilgilerinin ve kat planlarının da gösterimi sağlanmıştır. Şekil 2.43'te 3B bina modelinin, Şekil 2.44'te kat planı ve öznitelik bilgileriyle birlikte bina modelinin, Şekil 2.45'te karmaşık yapıdaki binanın, Şekil 2.46'da 3B şehir modelinin ve Şekil 2.47'de ise 3B şehir modeli ve 3B karmaşık yapı modelinin HGM-Küre uygulamasındaki görünümüleri verilmektedir.

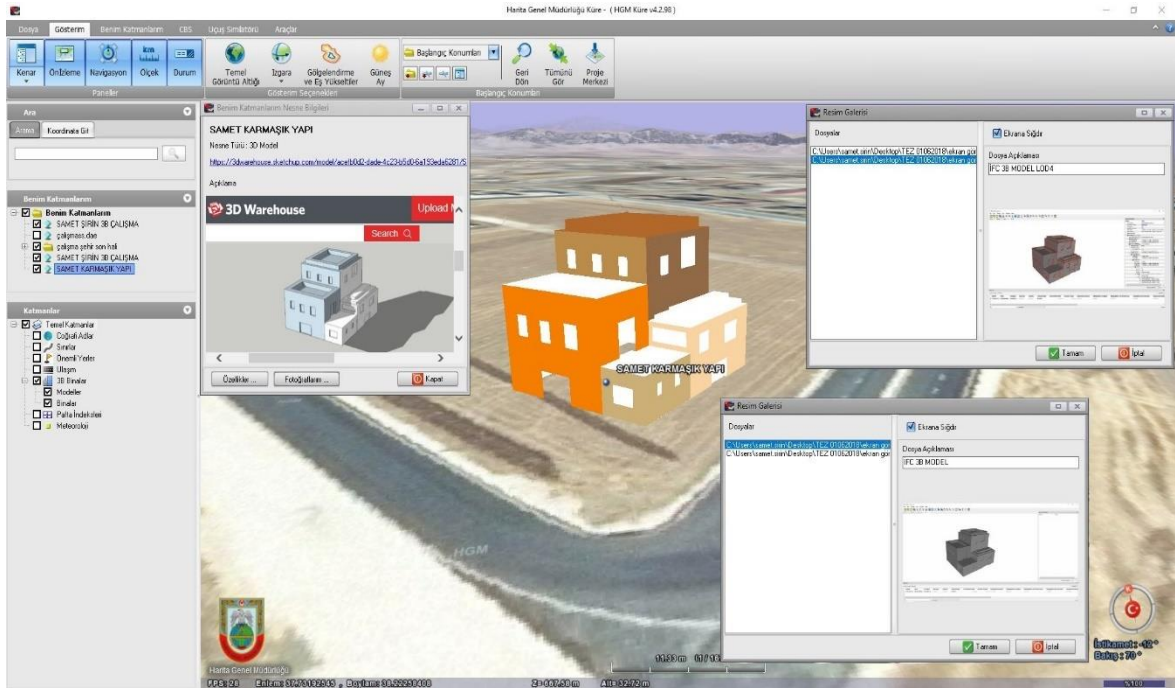


Şekil 2.43. 3B Bina Modelinin HGM-Küre Üzerinde Görünümü



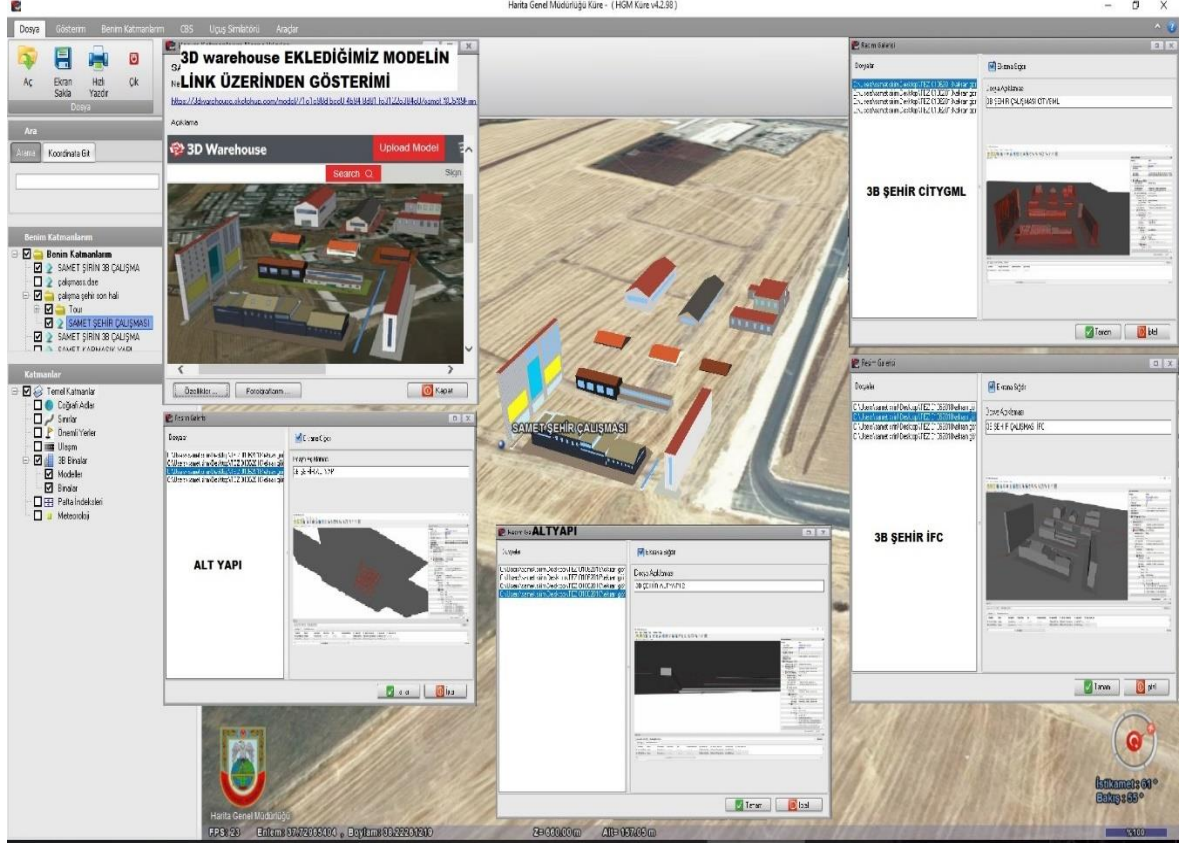
Şekil 2.44. 3B Bina Modeli Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü

Önceden SketchUp ile çalışılan IFC, CityGML, dae ve kml dosya formatlarına dönüştürülen 3B karmaşık yapı çalışmasının HGM-Küre ile gösterimini sağlamıştır (Şekil 2.45).



Şekil 2.45. 3B Karmaşık Yapı Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü

Önceden SketchUp ile çalışılan IFC, CityGML, dae ve kml dosya formatlarına dönüştürülen 3B şehir modeli ve altyapı tesislerinin HGM-Küre ile gösterimi sağlanmıştır (Şekil 2.46).



Şekil 2.46. 3B Şehir Modelinin Yapı Detaylarının HGM-Küre Üzerinde Görünümü

3B karmaşık yapı modeli ve 3B şehir modeli - altyapı tesislerinin HGM-Küre üzerinde ortak gösterimi sağlanmıştır (Şekil 2.47).



Şekil 2.47. 3B Şehir Modelinin ve Karmaşık Yapının HGM-Küre Üzerinde Görünümü

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Tez çalışmasının bu bölümünde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgulara yer verilerek çalışma sonuçları irdelenmektedir.

Başlangıçta yalnızca ekonomik amaçlarla tesis edilen kadastro sistemlerinin temel görevi mülkiyet hakkını güvence altına almak ve mülkiyet hakkıyla ilgili olarak yapılacak işlemlerde taraflara güvenilir bir altyapı sağlamaktır. FIG, AB ve BM'nin çeşitli komisyonları gibi uluslararası yapıların kadastro sistemleriyle ilgili olarak hazırladıkları raporlar, mevcut kadastro sistemlerinin bazı hak, kısıtlama, sorumlulukları tescil ve temsil etmede yetersiz kaldıklarını ortaya koymuştur. Özellikle arazinin düşey boyutu (üçüncü boyutu) söz konusu olduğunda bu yetersizlikler son yıllarda daha sık dile getirilmeye başlanmıştır. Düşey boyutun kadastro belgelerinde ve haritalarında daha iyi gösterilmesi amacıyla özellikle 2000'li yılların ortalarından itibaren birçok yayın ve proje üretilmiştir. Tez çalışmasında Türkiye'de kadastro verilerinin 3B temsiline yönelik imkân ve kısıtlamalar araştırıldığından, yapılan çalışmalara ilk olarak FIG 3B Kadastrolar Çalışma grubunun faaliyetlerinin incelenmesiyle başlanmıştır.

3B Kadastrolar Çalışma Grubunun sırasıyla katılımcı ülkelere gönderdiği 2010, 2014 ve 2018 yılı anketleri analiz edilmiştir. 2018 yılındaki son anket ele alındığında, anketteki temel bölümlerin ve bunların içeriklerinin Tablo 3,1'de gibi özetlenmesi mümkündür.

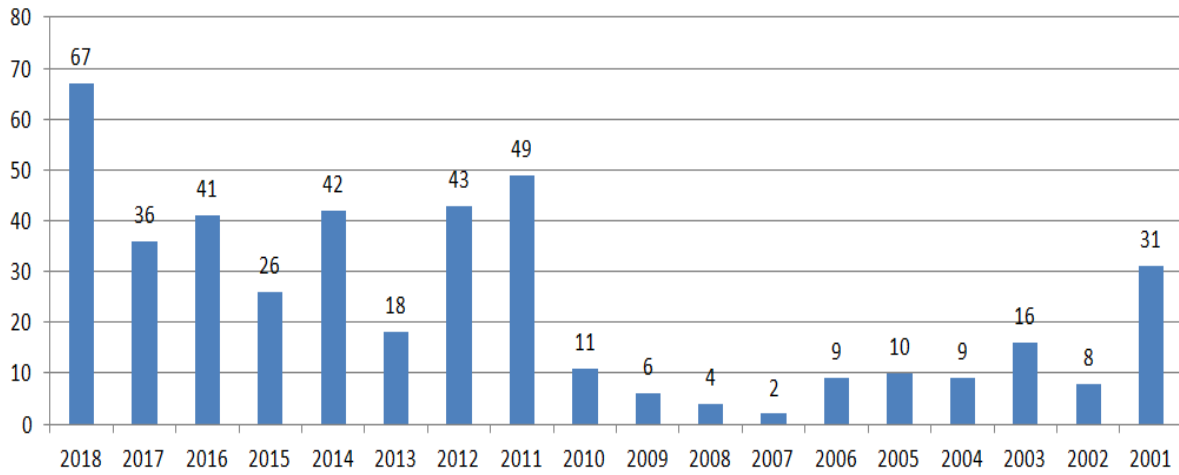
Tablo 3.1. 3B Kadastrolar Çalışma Grubu 2018 yılı anketinin bölüm ve içerikleri

Bölüm	İçerik
3B Parseller	Yasal altlık, 3B Geometrik yapılar, LADM Uyum,
Teknik Altyapı Tesisleri	Bağımsız Tescil, Kullanılan Haklar, Kesişen Parseller
Bağımsız Bölümlerin 3B Temsili	Bina ve Bağımsız Bölüm Tescili, Sınırların Tanımı, Ortak Kullanım Alanları, Arsa Payı
3B Koordinatlar	Mutlak ve Bağıl Yükseklikler, Veritabanında Temsil

Tablo 3.1' in devamı

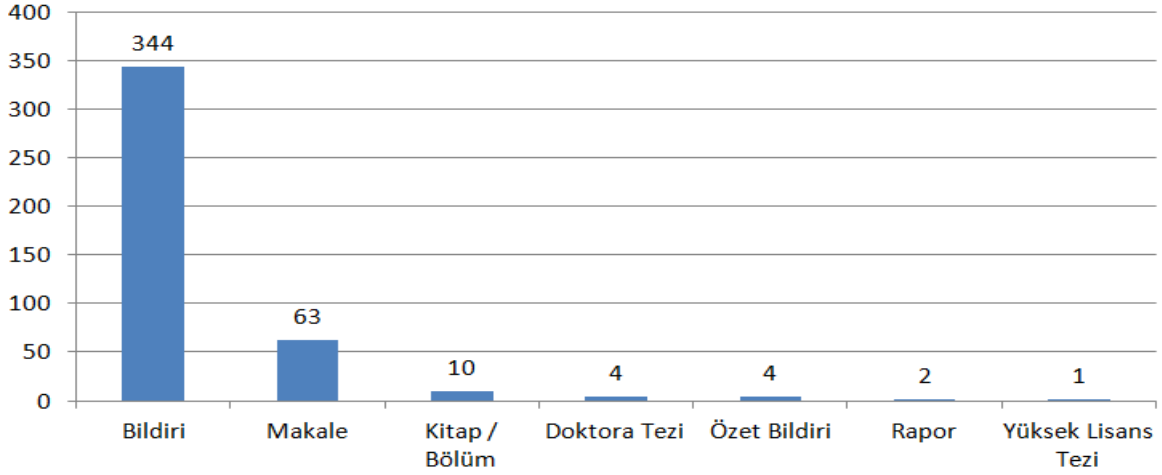
Üçüncü Boyutun Temsili	Yükseklik Modeli Kullanımı, Yükseklik Modelinin Veritabanında Saklanması
Dördüncü Boyut (Zaman)	Zamanla Değişen Sınırlar, Devremülk
3B Hak, Kısıtlama ve Sorumluluklar	Arazi Kayıt Sistemi, 2B ve 3B Tescilin Entegrasyonu
Veritabanı	LADM Şeması, 3B Geometrik Yapılar, Geçerlilik
3B Ölçü Planları	3B Temsil, Ölçü Planlarının İçeriği, Yönetmelikler, 3B Ölçme Yöntemleri
Web Tabanlı 3B Sunum	3B Veri Formatları, Kartografik Kurallar
İstatistik	En Küçük/Büyük Parsel Boyutları, Müsaade Edilen Sınırlar
İlerleme	Önceki Anketlerdeki Hedefler, İlerlemeler, Zorluklar

Bunun yanında çalışma grubu bünyesinde oluşturulan ve 2001 yılından itibaren 2019 yılına kadar olan literatür analiz edilmiştir. Toplam 428 yayından oluşan bu literatür incelendiğinde son yıllarda 3B kadastro alanındaki yayın sayılarında önemli bir artış yaşandığı görülmektedir. Şekil 3.1'de 2001 yılından itibaren 2019 yılına kadar yayınlanan yayınların yıllara göre sayıları gösterilmektedir.



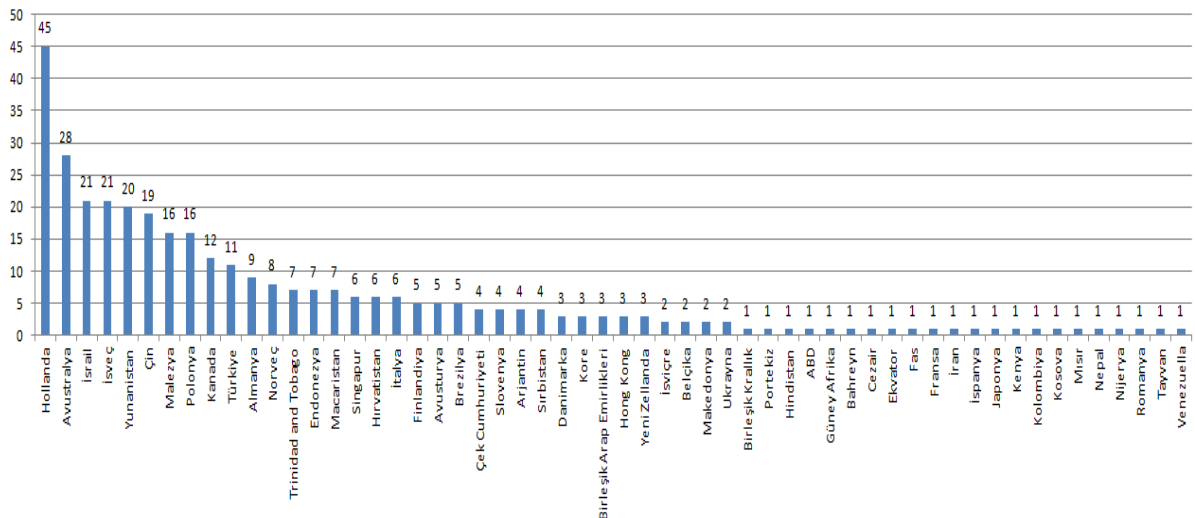
Şekil 3.1. 2001 yılından 2019 yılına kadar olan 3B Kadastro ile ilgili yayın sayıları

3B kadastro yayınları yayın türlerine göre gruplandırıldığında toplam 428 yayının 344'ü bildiri, 63'ü makale, 10'u kitap veya kitap bölümü, 4'ü doktora tezi, 4'ü özet bildiri, 2'si rapor ve 1 tanesinin yüksek lisans tezi olduğu görülmektedir. Şekil 3.2'de 3B kadastro literatürünün yayın türlerine göre grupları gösterilmektedir.



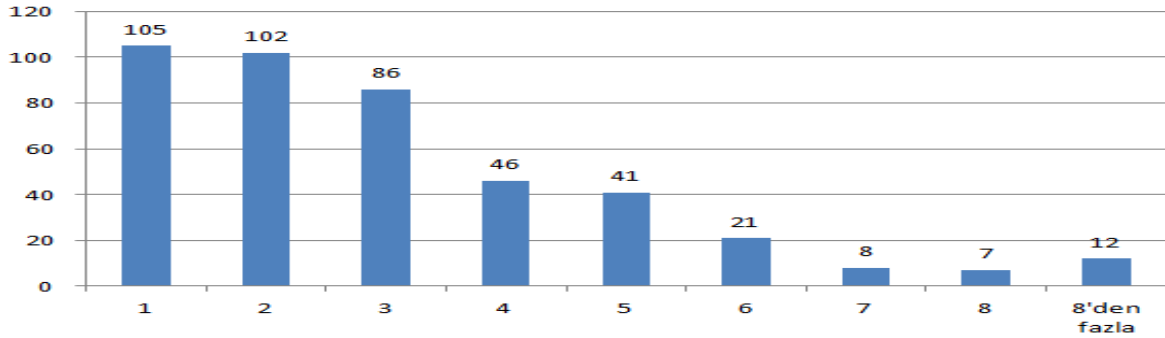
Şekil 3.2. Yayın türlerine göre 3B kadastro literatürünün grupları

3B kadastro literatürü yayınların yazarlarının ülkelerine göre sınıflandırıldığında belli ülkelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Yayının yazarlarının tek bir ülkeden olduğu yayınlar sınıflandırıldığında Hollanda'nın 45 yayınlı birinci sırada olduğu görülmektedir. Hollanda'yı sırasıyla Avustralya, İsrail, İsveç, Yunanistan ve Çin izlemektedir. Türkiye ise tamamının Türkiye'den olduğu 11 yayınlı onuncu sırada yer almaktadır. Şekil 3.3'te 3B kadastro literatürünü oluşturan yayınların yazarların ülkelerine göre sınıflandırıldığı grafik gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Yazarların ülkelerine göre 3B kadastro ile ilgili yayın sayıları

Yayınların toplam yazar sayıları analiz edildiğinde Şekil 3.4'te gösterilen grafik elde edilmektedir.



Şekil 3.4. 3B kadastro literatürünü oluşturan yayınlarının yazar sayısına göre grupları

Tez çalışması kapsamında TKGM tarafından 2018 yılının şubat ayında duyurulan 3B Kadastro projesinin incelemesi gerçekleştirilmiştir. TKGM, 2018 yılının aralık ayında '3B Şehir Modellerinin Üretimi ve 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İş'i' başlığıyla projesinin birinci paketi için ihaleye çıkmıştır. İhale şartnamesi incelendiğinde, projenin jeodezik çalışmalarla başlayıp üretilen verilerin idareye teslim edilmesiyle sonuçlanan toplam 18 aşamadan oluşacak şekilde planlandığı anlaşılmaktadır. Toplam 7 paketten oluşan proje ile 3B Kadastro altlıklarının üretilmesi planlanan yerler ve çalışılacak veriler Tablo 3,2'de gösterilmektedir. Buna göre proje kapsamındaki 1/1000 ölçekli pafta sayısı toplamı 14466, mimari proje sayısı toplamı 327162 olarak ortaya çıkmaktadır. Projenin tüm paketleri için tamamlanma süreleri işin teslim tarihinden itibaren 300 takvim günü olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.2. TKGM 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması Projesinin Kapsamı

Paket	Uygulama Alanı	Pafta Sayısı	Pafta Ölçeği	Mimari Proje Sayısı	İş Süresi
1	Ankara-Kuzey	1662	1/1000	58388	300 takvim günü
2	Ankara-Güney	2223	1/1000	64576	300 takvim günü
3	İzmir-Kuzey	1321	1/1000	44540	300 takvim günü
4	İzmir-Güney	3032	1/1000	48557	300 takvim günü
5	Eskişehir	1229	1/1000	48529	300 takvim günü
6	Balıkesir	1804	1/1000	36211	300 takvim günü
7	Gaziantep	3195	1/1000	26361	300 takvim günü

Tez çalışması kapsamında ayrıca 3B konumsal veri modellerinin kadastro için kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Yurt dışındaki örnekler ve Türkiye’de TKGM’nin 3B kadastro projesinin incelemesi sonucunda kadastro için kullanılabilecek veri modelleri CityGML, IFC, IndoorGML, LandXML ve LADM olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda CityGML, IndoorGML, IFC gibi veri modellerinin özellikle kadastrada bağımsız bölümlerin sınırlarını 3B temsilde avantajlı olduğu LADM’in ise taşınmazların fiziksel sınırları yanında yasal sınırlarının da modellenmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Tez çalışması kapsamında incelenenler dışında 3B veriyi depolayabilen bazı yaygın veri formatları Tablo 3,3’teki gibi açıklamalarıyla belirtilmektedir.

Tablo 3.3. 3B veriyi depolayabilen bazı yaygın veri formatları

Dosya Formatı	Açıklama
KML (KMZ)	Keyhole Markup Language
X3D (VRML)	Virtual Reality Markup Language (ISO/IEC19777)
GML	Geography Markup Language (OGC-Open Geospatial Consortium)
DXF, DWG, DGN	CAD (Computer Aided Design) format
3DS	Autodesk 3ds Max
Shapefile	ESRI konumsal veri formatı
Collada	Digital Asset Scheme Specification for 3D Visualisation (ISO/PAS 17506)
3D PDF	Portable Document Format (ISO 32000)

Tez çalışmasında son olarak örnek uygulamalar gerçekleştirilerek araştırılan veri modelleri gerçek kadastro nesnelerinin temsili için test edilmiştir. Buna göre CAD tabanlı, IFC, CityGML ve Web tabanlı 3B modeller üretilerek kullanılabilirliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında, kadastro verilerinin gösterimine yönelik olarak üretilen örnek 3B modellerin farklı araçlarla sunumu gerçekleştirilmiştir. Bu araçlar 3D PDF, Nasa World Wind, Cesium, Terra Explorer, Google Earth ve HGM-Küre olarak sıralanabilir. Özellikle, üretilen 3B modellerin 2019 yılının Ocak ayında tanıtımı yapılan HGM-Küre

uygulamasına entegrasyonun sağlanabilmesi kadastro verilerinin milli altyapıyla sunulabilmesi bakımından önemlidir. Bu sayede yurtdışı kaynaklı harita altyapılarına ücret ödenmemiş olacaktır.

Tez çalışması kapsamında aynı taşınmaz için üretilen farklı modellerin dosya boyutlarına yönelik bulgular Tablo 3,4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Aynı taşınmaz için üretilen farklı model dosyalarının boyutları

Veri Modelleri	Dosya Boyutu (KB)	Dosya Formatı	Detay Seviyesi
CAD	189	.dvg/.dxf	2B/3B
CAD	3436	.rvt	2B/3B
CityGML	1120	.gml	LoD 4
IFC	208	.ifc	3B
Skecthup	1036	.skp	3B
Collada	426	.dae	3B
3D Pdf	87	.pdf	3B
Kml/ Kmz	80	.kml/.kmz	3B
ShapeFile	322	.shp	2B/3B
3B Nesne obj	127	.obj	3B

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası Haritacılar Birliği (FIG) ve Birleşmiş Milletlerin kadastroyla ilgili hazırladıkları raporlar, mevcut sistemlerin araziyle ilgili karmaşık hak, kısıtlama ve sorumlulukları tescil ve temsil yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Günümüzde araziyle ilgili tüm bu hak, kısıtlama ve sorumluluklar sıklıkla üst üste çakıştığından mevcut iki boyutlu kadastro sistemleri bazı durumlarda yetersiz kalmaktadırlar. Özellikle, nüfusun hızla artması neticesinde arazinin düşey boyutunun yoğun olarak kullanıldığı kentsel alanlarda farklı mülkiyet birimleri üst üste binmekte, kesişmekte hatta daha karmaşık yapılar oluşturmaktadır.

Türkiye’de 2005 yılında Kadastro Kanunu’nda yapılan değişiklikle kadastroya mekânsal bilgi sisteminin altyapısını oluşturma görevi verilmiştir. Bu tarihten sonra Türkiye’de kadastro tamamlanması, kadastro sisteminin otomasyonu ve paftaların yenilenmesi gibi amaçlarla projeler gerçekleştirilmiştir. Bu projeler sayesinde günümüzde tapu ve kadastro faaliyetleri bilgisayar ortamında yürütülebilmekte ve taşınmazlara ait bilgiler yasal mevzuat çerçevesinde ilgililere ve vatandaşlara sunulabilmektedir. 2018 yılı Şubat ayında Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), ‘3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi’ isimli bir projenin duyurusunu yapmıştır. Öncelikle seçilen pilot bölge üzerinde denenecek ve modelleme çalışmalarının dört yıl süreceği bu proje ile vatandaşların sahibi oldukları bağımsız bölümleri üç boyutlu (3B) olarak ayrıntılı bir şekilde görebilmeleri hedeflenmektedir. Projeye ayrıca, oluşturulan 3B modeller ile tapu bilgileri ve bağımsız bölümlerin mimari projeleri ilişkilendirilerek birlikte görülebilecektir. 2018 yılı Aralık ayında ise TKGM, ‘3B Şehir Modellerinin Üretimi ve 3B Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşi’ başlığıyla projesinin birinci paketi için ihaleye çıkmıştır. Böyle bir projenin hayata geçirilebilmesi ve etkin olarak kullanıcılara kadastro verilerinin 3B olarak sunulabilmesi için 3B verinin modellenmesi ve gösterimi alanlarında alternatiflerin incelenmesine ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışmasında, kadastro verilerinin içeriğinin zenginleştirilmesini ve etkin şekilde sunumunu sağlayacak, kadastro verilerinin 3B görselleştirilmesi için yasal ve teknik imkân ve kısıtlamalar araştırılmıştır.

Dünyanın farklı ülkelerinde kadastronun 3B görselleştirilmesi alanında yapılan çalışma ve projeleri belirlemek amacıyla FIG 3B Kadastrolar Çalışma Grubunun faaliyetleri incelenmiştir. Bu faaliyetleri temelde iki gruba ayırmak mümkündür. Birincisi, mevcut durum ve gelecek için beklentileri ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen anket çalışmaları iken ikincisi bu alanda oluşturulan literatürdür. 2001 yılından günümüze kadar olan literatür ele alındığında ve 2010 yılından itibaren dört yıllık periyotlar halinde gerçekleştirilen anket çalışmaları analiz edildiğinde dünya genelinde en çok çalışılan konuların bağımsız bölümlerin 3B gösterimi, 3B ölçü planlarının hazırlanması ve kadastro verilerinin Web tabanlı 3B sunumu olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de de kadastro alanında başlatılan güncel projelerin bu yönde olduğunu söylemek mümkündür.

Tez çalışması devam ederken TKGM tarafından 2018 yılı Şubat ayında ‘3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi’ isimli bir projenin tanıtımı yapılmıştır. 2018 yılı sonunda ise bu projenin ilk ihale duyurusu gerçekleştirilmiştir. Hem TKGM’nin en güncel projesi olması hem de doğrudan tez çalışmasında ele alınan konularla ilgili olması nedeniyle tez çalışmasında bu projeyi inceleyen bir bölüme yer verilmiştir. Modelleme çalışmalarının dört yıl süreceği duyurulan projenin açıklanan ihale paketlerindeki toplam mimari proje sayısı 327162, toplam 1/1000 ölçekli pafta sayısı 14466 olup ihale paketi için proje tamamlanma süresi 300 takvim günü olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, 18 aşamadan oluşacak şekilde planlanan projede mimari projelerden vektör verisi üretilen tüm binaların, OGC standardı olan CityGML standardında ve geometrik detay ve doğruluk olarak LOD 2.3 detay seviyesinde üretilmesinin hedeflendiği belirlenmiştir.

Tez çalışmasında örnek uygulamaların gerçekleştirilmesi aşamasına geçmeden önce kadastro verilerinin 3B modellenmesi ve gösterimindeki mevcut imkânları belirleyebilmek için farklı konumsal veri modelleri incelenmiştir. Bu veri modellerinden CityGML, IFC, IndoorGML, LandXML ve LADM’in kadastro verilerinin 3B modellenmesi ve görselleştirilmesinde kullanılabilecekleri belirlenmiştir. Kadastronun konusunu oluşturan taşınmaz mallar söz konusu olduğunda fiziksel sınırlar ve yasal sınırlar arasındaki farkı dikkate almak gerekmektedir. CityGML, IndoorGML, IFC gibi veri modellerinin yapıların fiziksel temsili, LADM veri modelinin ise fiziksel sınırlar yanında taşınmazların yasal sınırlarının da temsili avantajlı olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında son olarak örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Böylece, araştırılan farklı ülke yaklaşımları, Türkiye’de planlanan projeler ve incelenen

konumsal veri modelleri dikkate alınarak farklı 3B modelleme ve gösterim alternatifleri ortaya konmuştur. Bina ve bağımsız bölümlerin modellenmesinde CAD tabanlı, CityGML tabanlı ve Web tabanlı yaklaşımlar kullanılabilirlikleri bakımından öne çıkmaktadır. Bunun yanında, tezin ana amacı olan kadaströ verilerinin 3B görselleştirilmesinde, üretilen 3B modeller 3D PDF, Nasa World Wind, Cesium, Terra Explorer, Google Earth kullanılarak 3B olarak sunulmuştur. Tez çalışmasının yazım aşaması devam ederken, 24 Ocak 2019 tarihinde Harita Genel Müdürlüğü (HGM), vatandaşlarla kamu kurumlarının internet üzerindeki harita ihtiyaçlarını milli imkânlarla karşılamak, dışa bağımlılığı ortadan kaldırmak ve dijital dönüşüme altlık sağlamak için HGM-Atlas ve HGM-Küre uygulamalarını kullanıma açmıştır. Bunun üzerine, üretilen 3B modellerin milli uygulama olan HGM-Küre ile sunulması da tez çalışmasında ele alınmış ve örnek modellerin HGM-Küre ile entegrasyonu sağlanmıştır. Kadaströ gibi milyonlarca taşınmazın ve kullanıcının bulunduğu bir alanda yerli ve milli altyapıyla verilerin sunulabilmesi sayesinde benzer uygulamalar için yurt dışına ödenen ücretlerin ödenmemesi ve benzer yabancı uygulamalar vasıtasıyla kişisel verilerin toplanması faaliyetlerinin önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

Tez çalışması kapsamında yapı ve bağımsız bölümler üzerinden gerçekleştirilen teknik uygulamalar kadastronun 3B olarak görselleştirilmesinin bu taşınmaz nesneleri için mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Teknik açıdan zorluk yaşanabilecek konular ise lokal koordinat sistemindeki çizimlerin ülke koordinat sistemine dönüştürülmesi, bağımsız bölümlerin sınırlarının kesin olarak tarif edilmesi ve bağıl ya da mutlak yükseklikler arasında seçim yapılması olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında, Türkiye’de tapu-kadaströ sisteminde yaklaşık 57 milyon parsel, 20 milyon bağımsız bölüm ve 185 milyon malik kayıtlıdır. Tapu-kadaströ sistemine yönelik olarak planlanan projelerin başarılı olabilmesi için bu tez çalışmasında ele alınan teknik konular yanında verilerin toplanmasında, paylaşımında ve güncellenmesinde sorumluların ve standartların açık şekilde yasal ve kurumsal anlamda tanımlanması da gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Atazadeh, B., Kalantari, M., Rajabifard, A., Ho, S. ve Champion, T., 2016. Extending a BIM based data model to support 3D digital management of complex ownership spaces. International Journal of Geographical Information Science. Published Online July 2016.
- Atazadeh B., Kalantari M., Rajabifard A. ve Ho S., 2017, Modelling Building Ownership Boundaries Within BIM Environment: A Case Study in Victoria, Computers, Environment and Urban Systems, 61, 2017b, Australia.
- Atazadeh B., Rajabifard A. ve Kalantari M., 2017, Assessing Performance of Three BIM-Based Views of Buildings for Communication and Management of Vertically Stratified Legal Interests, International Journal of Geo-Information, 198 (6), 2017a.
- Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanova S. ve Çöltekin A., 2015, Applications of 3D City Models: State of the Art Review, ISPRS International Journal of Geo-Information, 4, 2015.
- Ceylan, A., 2009. “Modern Yükseklik Belirleme Teknikleri: Geometrik Nivelman Tarih Mi Oluyor?” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara
- Güllüoğlu, C., 2016. 3B Topoğrafya ve Kent Veri Modelinin araştırılması ve Geliştirme Projesi, SBE16/Akıllı Metropoller, 13-15 Ekim, 2016.
- Dale, P. F. ve McLaughlin, J. D., 1988, Land Information Management, Oxford University Press, New York, ISBN: 0-19-858404-0, 266 s.
- Dale, P. F. ve McLaughlin, J. D., 1999, Land Administration, Oxford University Press, New York, ISBN: 0-19-823390-6, 169 s.
- Döner, F. ve Bıyık C., 2007. “Üç Boyutlu Kadastro”, Hkm - Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 97, 53-56 (2007)
- Döner, F., Bıyık C. ve Demir O., 2011. “Dünyada Üç Boyutlu Kadastro Uygulamaları”, Hkm - Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, Özel Sayı, 2011/2, 53-59 (2011)
- Döner, F. ve Şirin, S., 2017. Examination of the Usability of Spatial Data Models for a 3D Cadastre, UCTEA International Geographical Information Systems Congress 2017, 15-18 November 2017, Adana, Turkey
- FIG, 1995. The FIG Statement on the Cadastre, FIG Publication No: 11.
- FIG (International Federation of Surveyors), 2018. Best Practices 3D Cadastres, Copenhagen, Denmark, ISBN 978-87-92853-64-6, Editor: Peter van Oosterom, 258p.

- Guo, R., Li, L., He, B., Luo, P. Ying, S., Zhao, Z. ve Ziang, R., 2012. 3D cadastre in China: a case study in Shenzhen City, In: Van Oosterom, P., Fendel, E., Stoter, J. ve Streilein, A. (Eds.), 2nd International Workshop on 3D Cadastres, 16-18 November 2011, Delft, the Netherlands, pp. 291-310.
- Güler, D., 2014. Konumsal Verilerin Sunulmasında Coğrafi Bilgi Sistem Uygulamaları. Lisans Tasarım Projesi, Geomatik Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, 7s.
- Erkaya H., 2006. “Yükseklik Ölçmeleri”, Ders Notları. 2006 – İstanbul
- Kaufmann, J. ve Steudler, D., 1998. Cadastre 2014 – A Vision for a Future Cadastral System, FIG Publication.
- Larsson, G., 1991. Land Registration and Cadastral Systems: Tools for Land Information and Management, Bath Press, Great Britain, 175 s.
- Lemmen, C., Van Oosterom, P. ve Bennett R., (2015). The Land Administration Domain Model, Land Use Policy, 49.
- Özerman, U., 2012. Yüksekliklerin Ölçülmesi, 66s.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G. ve Camarda, P., 2014. Information centric services in smart cities. Journal of Systems and Software, 88, 169-188.
- Schenk T., 2005. Introduction to photogrammetry. Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, p 95.
- Shojaei, D., Olfat, H., Rajabifard, A., Darvill, A. ve Briffa, M. 2016. Assessment of the Australian digital cadastre protocol (ePlan) in terms of supporting 3D building subdivisions. Land Use Policy. 56, 112-124.
- Stoter, J., Van Oosterom, P. ve Ploeger, H., 2012. The phased 3D cadastre implementation in the Netherlands. In: Van Oosterom, P., Guo, R., Li, L., Ying, S. ve Angsüsser, S. (Eds.), Proceedings 3rd International Workshop on 3D Cadastres: Developments and Practices, 25- 26 October 2012, Shenzhen, China, pp. 203 – 218.
- Terzi F. ve Ocakçı M., 2017. “Kentlerin Geleceği: Akıllı Kentler” İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Dergisi, Temmuz-Eylül 2017 Sayı:77, 10-13s.
- TKGM, 2018a. 3B Kent Modelleri ve Kadastro Projesi. <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/satin-alinacak-ev-tapuda-uc-boyutlu-gorulebilecek> [Erişim tarihi: 21.02.2018].
- TKGM, 2018b. 3B Kadastro Ön Çalışması. <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/3-boyutlu-kadastro-projesi> [Erişim tarihi: 02.08.2018].
- UN ve FIG, 1996. The Bogor Declaration, UN Interregional Meeting of Experts on the Cadastre, Bogor, Indonasia.

- UN ve FIG, 1999. Report of the Workshop on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, Bathurst, Australia.
- URL-1, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/satin-alinacak-ev-tapuda-uc-boyutlu-gorulebilecek>. 21 Şubat 2018.
- URL-2, <http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/71706/28378/veritabani-yonetimsistemleri21.pdf>. 01 Ocak 2018.
- URL-3, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/sayfa/tarihce-gorevler>. 17 Mart 2018.
- URL-4, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/sayfa/tapu-ve-kadastro-bilgi-sistemi-takbis>. 17 Mart 2018.
- URL-5, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/sayfa/mekansal-gayrimenkul-sistemi-megsis>. 17 Mart 2018.
- URL-6, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/sayfa/harita-bilgi-bankasi-hbb>. 17 Mart 2018.
- URL-7, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/turkiye-ulusal-cografi-bilgi-sistemi-tucbs-projesi>; <http://cbs.csb.gov.tr/veri-temalari-uygulama-semalari-i-5917>. 17 Mart 2018.
- URL-8, <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=106727007>. 19 Mart 2018.
- URL-9, <http://geomatik.beun.edu.tr/gormus/files/2015/10/JDF-459-GPS-Uygulamalar%C4%B1-Ders-Notlar%C4%B1.pdf>. 21 Mart 2018.
- URL-10, <http://emlakansiklopedisi.com/wiki/bagimsiz-bolum>. 22.03.2018.
- URL-11, <http://cbsgunu.org.tr/tr/etkinlik-hakkinda/genel-bilgiler/akilli-sehir/>. 23.04.2018.
- URL-12, <http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/NETCAD+3D>. 12.05.2018.
- URL-13, <http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/NETIGMA>. 12.05.2018.
- URL-14, <http://www.gdmc.nl/3dcadastres/>. 01.02.2019.
- URL-15, <http://filip.biljecki.com/phd/dissertationFilipBiljecki-lowresolution.pdf>. 01.02.2019.
- URL-16, <https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/Ortak/IhaleArama/index.html>. (3b Şehir Modellerinin Üretimi Ve 3b Kadastro Altlıklarının Oluşturulması İşi Teknik Şartnamesi 1.Kısım Ankara-Kuzey 2018,) 01.02.2019.
- URL-17, <http://www.indoorgml.net>. 10.02.2019.
- URL-18, <http://www.landxml.org>. 10.02.2019.
- URL-19, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/satin-alinacak-ev-tapuda-uc-boyutlu-gorulebilecek-0>. 10.01.2019.

- URL-20, (<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a72100cb-5b61-4efd-add5-4099ada7943/SAMETS%C4%B0R%C4%B0N3BTEZCALISMA2018SS?login=true>) 02.01.2019
- URL-21, (<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/71e1c98d-bcc0-4b94-8d81-fc3122c384e0/samet-%C5%9Firin-3B-%C5%9Fehir-%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmas%C4%B1>) 02.01.2019
- URL-22, (<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/acefb0d2-dade-4c23-b5d0-6a193eda6281/Samet-3B-%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fma-2>) 02.01.2019
- URL-23, (http://opengis.csb.gov.tr:8080/qgis/qgis_mapserv?map=map/bina.qgs) 02.01.2019
- Vandysheva, N., Tikhonov, V., Van Oosterom, P., Stoter, J., Ploeger, H., Wouters, R. ve Penkov, V., 2011. 3D Cadastre Modelling in Russia, In: FIG Working Week 2011, Marrakech, pp. 19.
- Yılmaz, S.A., 2014. ‘Elipsodal Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi’ Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, Sayı: 7, 2014, ss. 7-11
- Ying, S., Guo, R., Li, L. ve He, B., 2012. Application of 3D GIS to 3D Cadastre in Urban Environment. In: Van Oosterom, P., Guo, R., Li, L., Ying, S. ve Angsüsser, S. (Eds.) Proceedings 3rd International Workshop on 3D Cadastres: Developments and Practices, 25- 26 October 2012, Shenzhen, China, pp. 253 – 272.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Ordu'da doğdu. İlköğrenimini Şirinköy'de, orta ve lise öğrenimini Ordu'da tamamladı. 2010 yılında Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2013 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı. 2011 yılında Muş Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne Harita Mühendisi olarak atandı. 2016 yılında Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne tayin ile atandı. Evli ve bir çocuk babası olan Samet ŞİRİN hâlihazırda Adıyaman Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünde çalışmaktadır.