

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ GELİŞMELERE BAĞLI OLARAK
3 BOYUTLU MÜLKİYET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RESMİGÜL ŞENER

NİSAN 2021

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ GELİŞMELERE BAĞLI OLARAK
3 BOYUTLU MÜLKİYET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Resmigül ŞENER

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKÇIN

ZONGULDAK

Nisan 2021

KABUL:

Resmigül ŞENER tarafından hazırlanan “Geomatik Mühendisliğindeki Gelişmelere Bağlı Olarak 3 Boyutlu Mülkiyet Haritalarının Oluşturulması” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
29/04/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKÇIN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Umut Güneş SEFERCİK

Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aycan M. MARANGOZ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

....../....../2021

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Resmigül ŞENER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ GELİŞMELERE BAĞLI OLARAK 3 BOYUTLU MÜLKİYET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

Resmigül ŞENER

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKÇIN

Nisan 2021, 85 sayfa

Kadastro, insan ve toprak arasındaki ilişkiyi düzenleyen ve modelleyen bir bilgi sistemidir ve toprak üzerindeki iyelik haklarını belirlemek ve korumakla yükümlüdür. Geleneksel kadastroda mülkiyet, bilindiği üzere 2 boyutlu parselleri temel almaktadır. Fakat arazi üzerindeki haklar, parsel üzerindeki 2 boyutlu yüzeyden ibaret değildir. Bu sebeple arazinin üçüncü boyuttaki hak varlığı da kabul edilmeli ve bu haklar korunmalıdır. 3 boyutlu kadastro bu hakların korunması ve kullanılması için geliştirilmiş bir sistemdir. Ayrıca 3 boyutlu kadastro nesnelerinin kullanımını ve uzaydaki mülkiyetin yeniden biçimlendirilmesini sağlayarak var olan 3 boyutlu mülkiyet sorununa çözüm yolu bulacaktır. 3 boyutlu kadastro çalışmaları, coğrafi bilgi sistemleri içinde ele alınmalıdır. Günümüzde CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ve fotogrametrinin birlikte kullanılmasıyla da daha etkin verilere ulaşmak mümkün kılınmıştır. 3 boyutlu şehir modelleri bunun en güzel örneğidir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de 3 boyutlu şehir modellerinin üretilip tamamlanması hedeflenmektedir. Ülkemizde bu çalışmalar Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'na ilişkin Cumhurbaşkanlığı Genelgesi kapsamında yürütülmektedir. Bu bağlamda akıllı şehir

ÖZET (devam ediyor)

yaklaşımı, üzerinde yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliği mümkün, gelişmiş bir sosyal ve kültürel yaşam standartı sağlayan şehirlerin etkinliğini artırmayı hedeflemektedir. Verimliliği ve hizmet kalitesi yüksek olan akıllı şehirlerin, bugünün sorunlarına çözüm üretmesi ve gelecekte karşılaşılması muhtemel sorunları da engellemesi için bu doğrultuda planlamaları yapılmalıdır. Bu tez çalışmasında, Geomatik Mühendisliğindeki gelişmelere bağlı olarak 3 boyutlu mülkiyet haritalarının oluşturulmasına yönelik bilgiler sunularak mülkiyete yönelik sayısal fotogrametrik görüntülerden 3B kadastro nesnelerinin elde edilmesine yönelik uygulamalar ele alınarak öneriler geliştirilmiştir. Çalışmada TKGM tarafından yürütülen “3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesi” kapsamında çalışılan firmadan temin edilen örnek bir uygulamaya yer verilerek CityGML dönüşümünün 3B şehir modeli üretimi kapsamında bir standart halini aldığı vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kadastro, geleneksel kadastro, 2 boyutlu parsel, 3 boyutlu kadastro, CBS, fotogrametri, akıllı şehir, 3B şehir modeli.

Bilim Kodu: 616 05 00

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

CREATION OF 3D PROPERTY MAPS BASED ON DEVELOPMENTS IN GEOMATIC ENGINEERING

Resmigül ŞENER

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering**

**Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Hakan AKÇIN
April 2021, 85 pages**

Cadastral is an information system that regulates and models the relationship between man and land, and is responsible for determining and protecting ownership rights over land. In the traditional cadastral, ownership is based on 2-dimensional parcels as it is known. However, the rights on the land are not just the two-dimensional surface on the parcel. For this reason, the third dimension right asset of the land should also be accepted and these rights should be protected. 3D cadastral is a system developed for the protection and use of these rights. In addition, it will find solution to the existing 3D ownership problem by providing the use of 3D cadastral objects and re-shaping the property in space. 3D cadastral studies should be handled within geographic information systems. Nowadays, it is possible to reach more effective data by using GIS (Geographic Information Systems) and photogrammetry together. 3D city models are the best example of this. It is aimed to produce and complete 3D city models in our country as well as in the whole world. In our country, these studies are carried out within the scope of the Presidential Circular on the National Smart Cities Strategy and Action Plan. In this context, the smart city approach aims to increase the efficiency of cities

ABSTRACT (continued)

that provide liveability and sustainability and provide an advanced social and cultural life standard. Smart cities with high efficiency and service quality should be planned accordingly in order to produce solutions to today's problems and to prevent possible problems in the future. In this thesis, based on the developments in Geomatics Engineering, information on the creation of 3-dimensional property maps is presented, and suggestions have been developed by addressing applications for obtaining 3D cadastral objects from digital photogrammetric images for property. In the study, it was emphasized that the City GML transformation has become a standard within the scope of 3D city model production by including a sample application obtained from the company working under the "3D City Models Production and 3D Cadastre Base Creation Project" carried out by TKGM.

Keywords: Cadastre, traditional cadastre, 2D parcel, 3D cadastre, GIS, photogrammetry, smart city, 3D city model.

Science Code: 616 05 00

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans öğrenimim boyunca ve tez çalışmam sırasında ihtiyacım olan her türlü bilgi ve deneyim noktasında desteklerini hiç esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan AKÇIN'a teşekkürü bir borç bilirim. Bu süreçte her zaman yanımda olan ve varlıklarıyla gücüme güç katan hayat arkadaşım Nesip ŞENER'e ve biricik oğlum Furkan Mahmut ŞENER'e çok teşekkür ederim. Ayrıca üzerimde büyük emekleri olan sevgi ve ilgilerini her daim gösteren değerli anneme ve babama şükranlarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL:	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
1.1 KONUNUN ÖNEMİ.....	1
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI.....	5
1.3 ÇALIŞMADA İZLENEN YÖNTEM	6
 BÖLÜM 2 GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİNDE 3 BOYUTLU FOTOGRAMETRİ VE SAYISAL MODELLEME TEKNİKLERİNDEKİ GELİŞMELERİN İNCELENMESİ.....	 7
2.1 SAYISAL FOTOGRAMETRİ	11
2.1.1 Sayısal Görüntü ve Elde Edilmesi.....	14
2.1.2 Sayısal Görüntü İşleme	14
2.1.3 Sayısal Görüntü Eşleme	15
2.2 3 BOYUTLU SAYISAL MODELLEME TEKNİKLERİ	16
2.2.1 Ortofoto Üretimi.....	19
2.2.2 Arazi Modelleri	20
2.2.2.1 Sayısal Yükseklik Modeli (SYM - DEM)	20
2.2.2.2 Sayısal Arazi Modeli (SAM - DTM).....	21

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.2.3 Sayısal Yüzey Modeli (SYM -DSM)	21
2.2.3 3B Yapı ve Fotorealistik Modelleme	23
 BÖLÜM 3 KADASTRO TEKNİĞİ AÇISINDAN 3 BOYUTLU MÜLKİYET VE AKILLI ŞEHİRLER.....	 27
 3.1 KADASTRO	 27
3.1.1 Kadastro Çeşitleri	29
3.1.1.1 Vergi Kadastro	30
3.1.1.2 Hukuki Kadastro.....	30
3.1.1.3 Ekonomik Kadastro	30
3.1.1.4 Çok Amaçlı Kadastro	30
3.1.1.5 Arazi Bilgi Sistemleri	30
3.1.1.6 Taşınmaz İdaresi.....	31
3.2 ÜÇ BOYUTLU KADASTRO.....	31
3.2.1 Kadastroda 3 Boyutlu Mülkiyetin Önemi	35
3.2.2 Üçüncü Boyutun Mülkiyete Uygulanması.....	40
3.2.3 3B Mülkiyet Haritalarının Oluşturulmasında Ayrıntı Düzeyi LOD Kavramı	44
3.3 AKILLI ŞEHİR KAVRAMI	47
3.3.1 Akıllı Şehir Bileşenleri.....	50
3.3.1.1 Akıllı Hareketlilik/Ulaşım	51
3.3.1.2 Akıllı Yaşam.....	51
3.3.1.3 Akıllı Yönetim.....	52
3.3.1.4 Akıllı Çevre	52
3.3.1.5 Akıllı Ekonomi	52
3.3.1.6 Akıllı İnsanlar	52
 BÖLÜM 4 3B MÜLKİYET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI İÇİN GERÇEK VERİLERE DAYALI UYGULAMA GELİŞTİRME	 55
 4.1 KULLANILAN VERİLER	 56

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1.1 Kadastral Veriler	56
4.1.2 Fotogrametrik Harita	58
4.2 MİMARİ PROJENİN 3 BOYUTLU ÜRETİM AŞAMALARI.....	58
4.2.1 Tüm Kat Planlarının Sayısallaştırılması.....	58
4.2.2 Kat Yükseltme İşlemi.....	60
4.2.3 Kat Birleştirme İşlemi	61
4.2.4 GeoReferans İşlemi	62
4.2.5 Çatı Aktarma İşlemi	64
4.2.6 GML Dönüşümü	66
 BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 73
 KAYNAKLAR.....	 79
 EK AÇIKLAMALAR	 83
 ÖZGEÇMİŞ	 85



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Bir parsel üzerindeki mülkiyet hakkının konumsal boyutu.	2
Şekil 2.1 Fotogrametride veri üretim aşamaları.	8
Şekil 2.2 Arazinin düz ve yatay olduğu durumlarda fotoğraf ölçeği.	9
Şekil 2.3 Arazide yükseklik farkının olduğu durumlarda fotoğraf ölçeği.	9
Şekil 2.4 İHA fotogrametri sistemi.	11
Şekil 2.5 Sayısal fotogrametri değerlendirme süreci.	13
Şekil 2.6 Sayısal görüntü.	14
Şekil 2.7 Farklı amaçlar için üretilmiş 3B kent modelleri.	17
Şekil 2.8 Görüntü alım planları.	18
Şekil 2.9 1/5000 ve 1/1000 ölçekli ortofoto harita.	19
Şekil 2.10 Sayısal yükseklik modeli.	20
Şekil 2.11 Sayısal arazi modeli.	21
Şekil 2.12 Sayısal yüzey modeli.	22
Şekil 2.13 Atatürk Kültür Merkezi fotorealistik 3B modelleme örneği.	23
Şekil 2.14 Turizme hizmet etmek amacıyla üretilmiş fotorealistik 3B kent modeli.	25
Şekil 2.15 Tarihi Yarımada Bölgesi'nin fotorealistik 3B modelleme ile görselleştirilmesi. ...	26
Şekil 3.1 Ada ve parsellere ayrılmış kadastr haritası örneği.	28
Şekil 3.2 3 boyutlu kadastr.	33
Şekil 3.3 2 boyutlu kadastrdan 3 boyutlu kadastrya geçiş.	33
Şekil 3.4 Mülkiyetin sınırlarına dair görüşler.	35
Şekil 3.5 Kadastrda 3 boyutlu modelleme verisi ve 2 boyutlu mülkiyet haritası.	36
Şekil 3.6 Kadastrda hukuki durumları belirsiz 3 boyutlu nesneler.	37
Şekil 3.7 Arastalı köprü - Irgandı köprüsü.	38
Şekil 3.8 Altından yol geçen bir yapı ve bu yapıya ait pafta kesintisi.	38
Şekil 3.9 Yer altı haritası yurt dışı uygulamasından bir görünüm.	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.10 Kadastro paftasında parsellerin üzerinde oluşturulmuş 3 boyutlu binaların görünümü.	42
Şekil 3.11 Ortofoto haritadan faydalanarak bina yönlerinin belirlenmesi ve uygun şekilde konumlandırılması.	43
Şekil 3.12 Ortofoto yardımıyla kadastro adası içerisine uygun şekilde konumlandırılmış 3 boyutlu bina ve bu binanın 3. kat 14 nolu bağımsız bölümünün kat planı görünümü.	43
Şekil 3.13 Binanın 3 farklı ayrıntı düzeyinde gösterimi.	44
Şekil 3.14 CityGML'in önerdiği ayrıntı düzeyleri.	45
Şekil 3.15 BIM kullanım süreçleri.	46
Şekil 3.16 İnternet altyapısı ile şekillenen akıllı şehirler.	48
Şekil 3.17 Songdo akıllı şehir örneği.	49
Şekil 3.18 Akıllı şehir bileşenleri.	51
Şekil 4.1 İçinde 6 blokun bulunduğu örnek parsele ait vaziyet planından görüntü.	57
Şekil 4.2 Uygulamanın yapıldığı binaya ait her bir kat planını içeren pafta kesiti.	57
Şekil 4.3 Uygulamada kullanılan fotogrametrik harita.	58
Şekil 4.4 İlgili binanın birinci kat sayısallaştırma işleminin tamamlanması.	59
Şekil 4.5 Kat bilgilerinin işlenmesi.	60
Şekil 4.6 İlgili binaya ait tüm katların ve çatının ayrı ayrı sayısallaştırılması.	60
Şekil 4.7 İlgili binaya ait tüm katlarda kat yükseltme işleminin yapılması.	61
Şekil 4.8 Taban ve tavan kot bilgileri kadar yükselen iç ve dış duvarlar.	61
Şekil 4.9 Bina aksı sayesinde sorunsuz yapılan kat birleştirme işlemi.	62
Şekil 4.10 Kat birleştirme sonrası ilgili binanın 3 boyutlu modeli.	62
Şekil 4.11 GeoReferans işleminin yapılması.	63
Şekil 4.12 GeoReferans işlemi sonucu 3 boyutlu modelin kendi parseline atanması.	63
Şekil 4.13 Kendi parseline atanan binanın ortofotodan yararlanarak yönünün belirlenmesi ve ortofotoya uygun şekilde konumlandırılması.	64
Şekil 4.14 Çatı aktarma işleminin yapılması.	65
Şekil 4.15 Çatı aktarma işlemi sonrası oluşan 3B çatı yüzey katmanı.	65
Şekil 4.16 Eksik alanları doldurulmuş hatalı kısımları düzeltilmiş 3B çatı yüzey katmanı.	66
Şekil 4.17 Uygun konumuna yerleştirilmiş 3 boyutlu binanın Filled Hidden Line görünümü.	67
Şekil 4.18 CityGML dönüşüm işleminin gerçekleşmesi (Top görünümünde).	67

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.19 CityGML dönüşüm işleminin gerçekleşmesi (Transparent Modeling görünümü). 68	
Şekil 4.20 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binanın tamamı ve fotogrametrik haritadaki 3B yüzeyler (Illustration: Ignore Lighting görünümünde). 68	
Şekil 4.21 3 boyutlu binanın GML dosyasının FZKViewer’da açılarak vaziyet planında yer alan bilgilerle karşılaştırılıp kontrol edilmesi ve binanın 8 katında toplam 36 bağımsız bölümün varlığının teyit edilmesi. 69	
Şekil 4.22 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binanın GML dosyasının FZKViewer’da açılarak blok bilgilerinin kontrolünün yapılması ve 3 boyutlu binanın 9 katının da sorunsuz oluşmasının teyiti..... 69	
Şekil 4.23 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binaya ait GML dosyasının FZKViewer’da açılıp yüzey alanı bilgilerinin kontrol edilmesi..... 70	
Şekil 4.24 GML sonrası ortofoto yardımıyla kadastro adası içerisine uygun şekilde konumlandırılmış 3 boyutlu bina (yeşil renkte gösterilmiştir) ve bu binanın 3. kat 15 nolu bağımsız bölümünün kat planı görünümü. 70	
Şekil 4.25 Ortofoto yardımı ile kendi parseline uygun şekilde konumlandırılmış 3B bina ile bu binanın kat sayısı, katlardaki bağımsız bölüm numaraları ve 6. kat 28 nolu bağımsız bölüm kat planı..... 71	
Şekil 5.1 Tüm bağımsız bölümlerin dış duvar ve iç mekan bilgilerinin detaylı olarak modellendiği 3B bina..... 76	
Şekil 5.2 Tüm bağımsız bölümlerde dış duvar ve iç mekan bilgilerinin detaylı olarak modellenmesi. 77	



ÇİZELGELER DİZİNİ

No

Sayfa

Çizelge 3.1 Akıllı şehir uygulamalarında kullanılan teknoloji öğelerinin oranları..... 48





EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

Sayfa

Ek A: TKGM Harita Dairesi Başkanlığı’ndan tez çalışması için “ <i>3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesi</i> ” kapsamında veri kullanımına ilişkin resmi izin yazısı.	83
---	----





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

2B	: İki Boyut
3B	: Üç Boyut
4B	: Dört Boyut
ABS	: Arazi Bilgi Sistemi
BIM	: Building Information Modelling
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CCD	: Charge Coupled Device
CityGML	: The City Geography Markup Language
CMOS	: Complementary Metal Oxide Semiconductor
DGN	: Design File
DSM	: Digital Surface Model
DTM	: Digital Terrain Relief Model
FIG	: Uluslararası Haritacılar Birliği
GIS	: Geographic Information Systems
GML	: Geography Markup Language
GPS	: Global Positioning System
http	: Hyper Text Transfer Protocol (Hiper Metin Transfer Protokolü)
IMU	: Inertial Measurement Unit
İHA	: İnsansız Hava Aracı
KBS	: Kent Bilgi Sistemi
KMK	: Kat Mülkiyeti Kanunu
LADM	: Arazi Yönetimi Alan Modelleme
LOD	: Detay ve Ayrıntı Seviyesi (Level of Detail)
LIDAR	: Light Detection and Ranging
OGC	: Open Geospatial Consortium

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SCW	: Smart Cities Wheel
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TDK	: Türk Dil Kurumu
TMK	: Türk Medeni Kanunu
TIN	: Triangulated Irregular Newtork
TKGM	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
URL	: Uniform Resource Locator
YKN	: Yer Kontrol Noktası
YM	: Yüzey Model

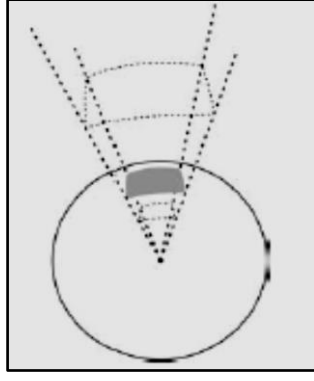
BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 KONUNUN ÖNEMİ

İlk insandan beri var olup günümüze dek süregelen toprak ve insan arasında bir ilişki vardır. Küreselleşme ile birlikte bu ilişki giderek artmakta ve daha da önemli bir hale gelmektedir. Üzerinde yaşadığımız toprak bilinçsizce tüketilir fakat üretilemez ve insanoğlu her daim toprağa muhtaçtır. Ekonomi alanında önemli bir yere sahip olan toprak bu yönüyle güvenilir bir yatırım aracı olarak kullanılmaktadır. Dünya üzerinde zamanla nüfusun artmasına bağlı olarak insan ve toprak arasındaki bu ilişkiyi düzenleyen ve modelleyen bir bilgi sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de bu görevi üstlenen sistem kadastro bilgi sistemidir. Böylelikle kadastro, tarih boyunca ülkelerin halletmesi gereken konular arasında yerini almış ve bir kamu hizmeti olarak görülmüştür.

Kadaastro, parsellerin öznitelik bilgilerinin tutulduğu bir sistemdir. Kadaastro, başlarda hukuki ve mali amaçları gözetirken günümüzde planlama veya diğer idari amaçlarla arazi idaresini ve arazi kullanımını desteklemek, sürdürülebilir gelişimi ve sosyal eşitliği sağlamak bunların yanında çevrenin korunmasına destek olmak gibi amaçları taşımaktadır. Bilindiği üzere mevcut kadastronun en temel birimi parsellerdir ve bu parseller 2 boyutludur. Mülkiyetin bireyselleşmesi arazi yüzeyinin bu iki boyutlu sınırlar kullanılarak mülkiyet birimlerine bölünmesiyle başlamıştır (Döner 2010). Birbiri ile tutarlılık ve aralarında bütünlük sağlaması açısından bu parsellerin üst üste çakışmaması veya aralarında herhangi bir boşluğun olmaması beklenir. Geleneksel kadastroda mülkiyet, 2 boyutlu parseller üzerinde var olan hakları kapsamaktadır. Fakat arazi üzerindeki haklar, parsel üzerindeki 2 boyutlu yüzeyden ibaret değildir ve parsel sahibi her zaman düşey boyuttaki haklara da sahiptir (Şekil 1.1). Böylece arazinin sadece yüzeyde değil 3. boyuttaki hak varlığı da kabul edilmeli, bu haklar korunmalıdır.



Şekil 1.1 Bir parsel üzerindeki mülkiyet hakkının konumsal boyutu (Stoter 2004).

Dünyada giderek artan nüfus, yerleşimde bir takım zorunlulukları ve bunun sonucu olarak da bir takım çalışmaları beraberinde getirmiştir. Özellikle büyük şehirlerde artan nüfus sayısı arazinin hem altının hem de üzerinin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Günümüzde arazi ile ilgili hak, kısıtlama ve sorumluluklar birbiri ile çakıştığından şuan ki 2 boyutlu kadastro bu gibi durumların çözümünde yetersiz kalmaktadır. Stoter (2004)' a göre 2B (2 boyut) kadastronun hala tamamlayamamış ülkeler üçüncü dünya ülkeleridir. Son yıllarda nüfusun hızla artması sonucu arazinin altının ve üzerinin kullanılmasıyla çok katlı binalar, sıkışık yerleşimler ile yer altındaki ulaşım ve altyapı tesislerinin sayısı da artmıştır. Nüfus ve yerleşimdeki bu artışın bir takım sorunları da beraberinde getirmesi elbette kaçınılmazdır. Özellikle mülkiyet konusunda yaşanan sorunların çözümü için 2 boyutlu kadastronun yetersiz olduğu bilinen bir gerçektir. Tüm bu eksiklikler 3 boyutlu kadastronun gelişmesini ve üzerindeki ilginin artmasını sağlamıştır. Gelişen dünyanın karmaşık yapısı ve nüfus artışı arazi kullanımında daha etkili yasal tescil ve konumsal temsili gerekli kılmıştır. Bu sebeple 3B (3 boyut) kadastro geliştirilmiş ve böylelikle sadece parsel yüzeyindeki haklar değil düşey konumdaki haklar da korunmuştur.

3 boyutlu kadastro ile ilgili birçok ülke farklı çalışmalarda bulunmuştur. Konu, uluslararası düzeyde ilk olarak 2001 yılında Uluslararası Haritacılar Birliği (FIG) bünyesinde yapılan 3B Kadastrolar adlı çalıştayda ele alınmıştır. Bu çalıştaydan sonra birçok ülkede 3B kadastro çalışmaları artarak devam etmiştir. Yine 2010 yılında Sydney'de yapılan FIG kongresinde 3 boyutlu kadastro konusu üzerinde daha fazla çalışmalar yapılmasını sağlamak amacıyla bir grubun oluşturulmasına karar verilmiştir. Adına 3B Kadastrolar denen bu grup, 3B kadastrolar için işleyen bir yapı oluşturmak amacıyla 2010-2014 yılları arasında faaliyet göstermiştir. 3 kadastro için modeller, 3 boyutlu kadastro ve konumsal veri altyapıları, 3 boyutlu kadastro

ve zaman, 3 boyutlu kadastro ve kullanılabilirlik gibi alanlar bu grubun faaliyet gösterdiği başlıklardır (Döner vd. 2011).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren dünya nüfusunun hızla artmasının bir sonucu olarak “taşınmaz idaresi” kavramı doğmuştur. Taşınmaz idaresi, arazi kullanımındaki yoğunluk ve bu arazinin kullanımı ve korunmasıyla ilgili sürdürülebilirlik çalışmaları yapmaktadır. Taşınmaz idaresi, taşınmaz iyeliğini, taşınmaz değerini ve kullanımını kalkınmaya yönelik yeni politika ve bu politikaların uygulanması amacıyla bir araç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca taşınmaz idaresi bu alanlardaki bilgileri saptama, kaydetme ve yayımlama şeklinde ifade edilmektedir (Çağdaş ve Gür 2003).

Kent nüfus sayılarının artması sonucu ortaya çıkan çoğu ihtiyaç, sosyal ve kültürel yaşamı meydana getirmiştir. Buradan doğan toplumsal ihtiyaçların karşılanması amacıyla da kamu hizmetlerinin gerçekleştirildiği birçok kurum ve teşkilatlar kurulmuştur. Böylece yaşam kalitesinin yüksek olduğu modern şehirler meydana gelmiştir. Bu şehirlerde yapılan faaliyetlerin ve yönetim tarafından alınan kararların etkili ve uygulanabilir olması amacıyla kurumlardan toplanan verilerin güncel ve üç boyutlu olması, bu verilerin birbiri ile ilişkilendirilmesi, analizler ve tahminler yapıp güncel planların üretilmesi gerekmektedir (Akçın ve Yüceer 2005). Modern şehirler için tüm bu uygulamaları yapan Kent Bilgi Sistemleridir (KBS) ve bu sistemler 2 boyutludur. Fakat 3 boyutlu çevre ile ilgili hususlarda yasal güvenliğin sağlanması için Kent Bilgi Sistemleri 3 boyutlu olarak ele alınmalıdır. Bunun yanında zaten sıkışık ve karmaşık yapıya sahip olan kentlerde 3. boyuttaki mülkiyet yapısının ve yaşanan mülkiyet sorununun belirlenebilmesi için 3 boyutlu mülkiyete gereksinim duyulmaktadır. Şehirlerin düşey olarak gelişmesi ve yapılması gereken altyapı planlanmalarında üç boyutlu mülkiyet oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Arazilerin tanımlı olan tüm yasal hak ve sınırlamalarının gösterimi, 3 boyutlu temsili ve bu hakların kayıt altına alınması günümüzün ve geleceğin kadastroundan beklenen bir durumdur. Çünkü mevcut geleneksel kadastro parsel yüzeyindeki 2 boyutlu hakları temel aldığından bunların çözümünde yetersizdir. Günümüzde taşınmaz değerlerinin önemli miktarda artması, su, elektrik, kanalizasyon, gaz, telefon hizmetleri için gerekli olan tünel, boru hattı ve kabloları, altından kara yolu ya da demiryolu geçen binaların sayısının artması 3 boyutlu kadastroyu zorunlu kılmaktadır. Yine benzer şekilde yer altındaki alışveriş merkezi sayısının artması, park yeri vb. yapıların altının kullanılması gibi durumlar 3 boyutlu

planlama gereksinimini doğurmuştur. Kentlerin doğal yapısının korunması şartı ile zamansal değişimin ve oluşumun takip edilip konumsal hakların korunması 3 boyutlu kadaströ ile sağlanacaktır.

Günümüzde 3 boyutlu CBS ve 3 boyutlu planlama alanlarında yaşanan tüm gelişmeler 3 boyutlu kadastral tescili teknik açıdan mümkün kılmaktadır. Böylece var olan teknolojik ilerlemeler sayesinde 3 boyutlu kadaströ yapılabilir ve 3 boyutlu kadaströ eksikliğinden kaynaklanan sorunlara çözüm bulunabilir. Bu gelişmeler ışığında 3 boyutlu kadaströ ile akıllı şehir uygulamalarının bir arada düşünülmesi elbette kaçınılmazdır. Buradan hareketle 3 boyutlu kadaströ sayesinde akıllı şehirler için tasarlanan akıllı bina modellerine altlık sağlanacak, 3 boyutlu kadaströde konuma bağlı veri üretildiğinden her binadaki bağımsız bölümlerin konumuna (yön, cephe) araziye gitmeye gerek kalmadan ulaşılacaktır. Benzer şekilde ada, parsel, bina iç ve dış detay bilgilerine erişim sağlanacak, ayrıca kat irtifakı, hatalı bağımsız bölüm bilgileri veya hatalı blok adları sorunları ortadan kalkmış olacaktır. Bununla birlikte; 3 boyutlu kadaströ sistemi, gelecekteki akıllı şehirlerin oluşturulması noktasında yatırımların doğru yerlere planlı bir şekilde yapılmasını sağlayacak, verdiği bilgilerle de beklentileri karşılayacaktır.

Dünyada, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ile küreselleşme sonucunda özellikle kent nüfusunda artış ile hızlı ve çarpık kentleşmelere rastlanmaktadır. Böylece devlet ve vatandaş ilişkilerinde değişim gözlenmiştir. Devlet, kentleri sürdürülebilir ve daha yaşanabilir kılmak için bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmak üzere farklı kentsel ağlar kurmaya ve vatandaşın taleplerini karşılamaya odaklanmıştır (Mangır 2016). Şehirlerde; zamanla kaynakların kullanımında bir sorun haline dönüşen verimlilik ve sürdürülebilirlik problemi, yenilikçi çözümlere olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu anlamda kentsel sistemlerin oluşmasında ve insan hayatını kolaylaştırıp yaşam kalitesinin artmasında teknolojik uygulamaların merkeze alınmasının önemli bir rolü vardır. Böylece akıllı kent kavramı doğmuştur (Terzi ve Ocakçı 2017). Büyük şehirlerde hızla artan nüfus sayısı ve çarpık kentleşme sonucu pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu ve benzeri sorunlar nedeniyle ekonomik ve sosyal hayat olumsuz yönde etkilenmekte ve buradaki halkın da yaşam kalitesi düşmektedir. İşte tam da burada devreye giren akıllı şehirler, kentsel ve toplumsal problemlere akılcı çözümler üretmektedir.

Öte yandan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesi ile sayısal yükseklik modellerinin çeşitli alanlar için oluşturulması ve kullanımı daha da kolaylaşmıştır. Günümüzde sayısal fotogrametri sayesinde görüntülerden SYM üretimi otomatik olarak yapılmaktadır. Bilindiği üzere sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini göstermek için uygun bir yapıdır. Bu model arazi analizleri ve diğer 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. 3 boyutlu modellerle desteklenen haritalar ile Coğrafi Bilgi Sistemleri sadece konumsal verinin değil hacimsel verinin de incelenmesini ve anlaşılabilmesini mümkün kılmaktadır. Günümüzde CBS ve fotogrametrinin birlikte kullanılmasıyla pek çok şey kolaylaşmış ve bu iki bilim arasında bir bütünlük sağlanmıştır. Gelişen teknoloji sayesinde 3 boyutlu şehir modellerinin oluşturulması bu bütünlüğün en iyi tamamlayıcısıdır (Yaşayan 2011). Geomatik Mühendisliğinin mekânsal bilgi ile olan etkileşimi konusunda 2 boyutlu haritaların yetersiz kalması ve CBS'nin tüm dünyada sıklıkla kullanılması sonucunda sayısal haritalar, mekânsal modelleme ve 3 boyutlu modellemenin kullanımı hem zorunlu hale gelmiş hem de kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle 3 boyutlu yapı, fotorealistik modelleme ve görselleştirme yöntemi bu alanda sıklıkla kullanılmaktadır.

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Konumsal verinin toplanarak kullanıcıya sunulmasında iyice ilerleyen bilgisayar teknolojisi şüphesiz Geomatik Mühendisliği'ni de ileriye taşımıştır. Bu teknolojik gelişmelere paralel olarak sayısal modelleme tekniklerindeki gelişmelerin incelenmesi, sayısal fotogrametri ve 3 boyutlu sayısal modelleme tekniklerini incelemek yapılan bu tez çalışmasının amaçlarındandır. Benzer şekilde çalışmanın amacı 3 boyutlu kadastronun önemini ve gerekliliğini vurgulamak, 3 boyutlu mülkiyetin önemine dikkat çekerek üçüncü boyutun mülkiyete uygulanmasını anlatmaktır. Aynı zamanda çalışmanın amacı 3 boyutlu modelleme yöntemi ile kurulacak olan akıllı şehirleri incelemek, 3 boyutlu kadastro sonucu elde edilecek 3 boyutlu mülkiyet haritalarının oluşturulması için çözüm ve öneriler geliştirmektir. Bu bağlamda 3 boyutlu kadastronun etkinliği ve geliştirilmesi ile 3 boyutlu mülkiyet haritalarının elde edilmesinde kullanılabilecek 3 boyutlu bina modellerine, yapılan bir uygulama ile örnek vermek çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır.

1.3 ÇALIŞMADA İZLENEN YÖNTEM

‘Geomatik Mühendisliğindeki Gelişmelere Bağlı Olarak 3 Boyutlu Mülkiyet Haritalarının Oluşturulması’ başlıklı bu çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın önemine ve amacına yer verilmiştir. Burada insan toprak ilişkisi içinde 2 boyutlu kadastrodan 3 boyutlu kadastroya geçişin önemi ve gerekliliği vurgulanmıştır. Uluslararası Haritacılar Birliği bünyesinde 3 boyutlu kadastro için gerçekleştirilmiş çalışmalara değinilmiştir. 2 boyutlu kadastroyun yetersiz kaldığı durumlardan ve burada yaşanan 3 boyutlu mülkiyet sorunundan bahsedilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise Geomatik Mühendisliğinde 3 boyutlu fotogrametrik ve sayısal modelleme tekniklerindeki gelişmeler incelenmiştir. Burada sayısal fotogrametri ve 3 boyutlu sayısal modelleme teknikleri geniş bir şekilde ele alınmış konu ile ilgili ayrıntılı olarak teknik bilgilere yer verilmiştir. Özellikle CBS ve fotogrametrinin birlikte kullanımının 3 boyutlu modelleme ve görselleştirmede büyük önem taşıdığı ifade edilmiştir. 3 boyutlu modellerin pek çok alanda kullanılarak istatistik sonuçlara ulaşılabileceği ve en doğru şekilde değerlendirmeler yapılabileceği vurgulanmıştır.

Bir sonraki bölümde kadastro tekniği açısından 3 boyutlu mülkiyet kavramları incelenmiştir. Burada kadastro ile ilgili farklı tanımlamalar ele alınmış kadastroyun çeşitlerine değinilmiştir. 3 boyutlu kadastroyun kapsamı ele alınmış, 3 boyutlu kadastro incelenmiş, gerekliliği ve önemi belirtilmiştir. Kadastroda 3 boyutlu mülkiyetin önemi üzerinde durulmuş 3. boyutun mülkiyete uygulanması gerekliliği vurgulanmıştır. Burada TKGM (Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü)’nin Gölbaşı test çalışmasından kadastro paftasındaki parsellerde bulunan binaların 3 boyutlu görünümüne yer verilmiştir. Ardından akıllı şehir kavramı üzerinde durulmuş akıllı şehirler için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı’na değinilmiştir. Akıllı şehir bileşenleri anlatılarak bu bileşenlerin akıllı şehir tasarımı içinde eksiksiz var olmaları gerektiği aksi halde uygulamadan verim alınamayacağı vurgulanmıştır.

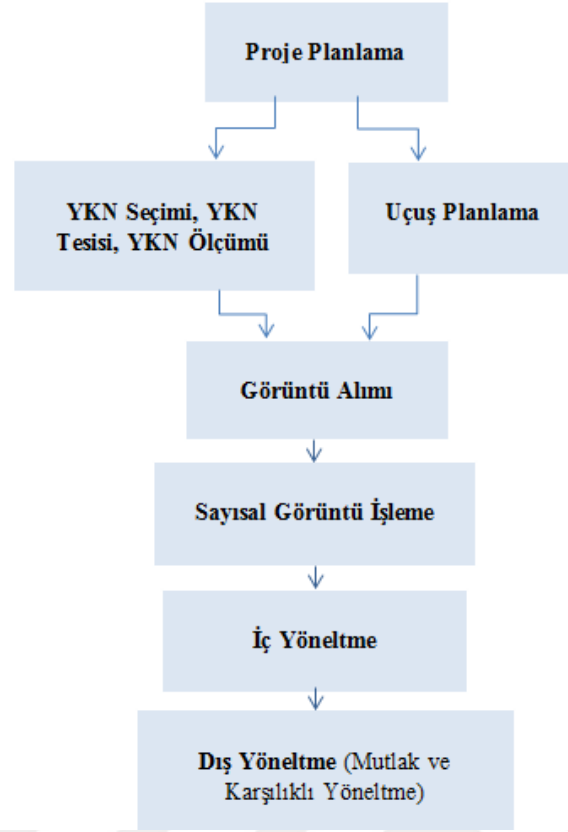
Çalışmanın uygulama bölümünde ise 3B mülkiyet haritalarının oluşturulması için gerçek verilere dayalı bir uygulama geliştirme bulunmaktadır. 3 boyutlu şehir modeli üretimi projesi kapsamında örnek bir 3 boyutlu bina modellemesi yapılmıştır. Uygulamada öncelikle binaya ait mimari proje sayısallaştırılmış ardından 3 boyutlu hale getirilmiştir.

BÖLÜM 2

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİNDE 3 BOYUTLU FOTOGRAMETRİ VE SAYISAL MODELLEME TEKNİKLERİNDEKİ GELİŞMELERİN İNCELENMESİ

Uzun yıllardan beri büyük ve orta ölçekli haritaların üretiminde kullanılan fotogrametri, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de başarı ile uygulanmaktadır. Böylelikle temelde fotogrametri bir harita yapım yöntemidir. Fotogrametri, yer yüzeyinden belli bir yükseklikteki algılayıcılar tarafından görüntü elde ederek; GPS (Global Positioning System), IMU (Inertial Measurement Unit), YKN (Yer Kontrol Noktası) gibi ek veriler kullanarak gerekli değerlendirmeleri, kontrol ve düzeltmeleri de yaparak sonuç ürünlere (vektör harita, ortofoto, coğrafi veriler, sayısal arazi modeli, sayısal yükseklik modeli, sayısal yüzey modeli, fotoplan, 3 boyutlu model) ulaşır. Fotogrametri görüntülerden metrik bilgi elde etme bilimidir ve günümüzde yerel yönetimler, endüstri sektörü, arkeoloji, tarım, orman, çevre, jeoloji, kent planlama, madencilik, tıp gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

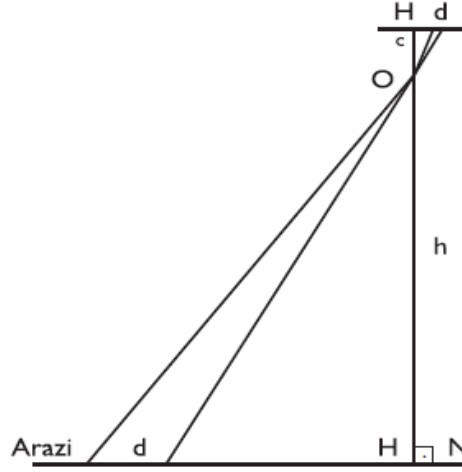
Bilindiği üzere klasik fotogrametride çalışmalar genel olarak planlama ile başlar. Yapılan arazi çalışmalarının (kontrol noktaları tesisi, hava işaretleri, kontrol noktaları ölçümü) ardından görüntü alımı (uçuş planı, fotografik uçuş, fotografik banyo işleri) yapılır ve son olarak değerlendirme işlemleri tamamlanır. Elde edilen sonuç ürüne bakılmaksızın fotogrametri ile veri üretim süreci (Şekil 2.1) de özetlenmiştir.



Şekil 2.1 Fotogramtride veri üretim aşamaları.

Fotogramtride görüntü alımı sırasında analog ve sayısal formatta görüntü alabilen fotogrametrik hava kameraları kullanılır. .Bu görüntü alım konumuna göre fotogrametri, yersel fotogrametri ve hava fotogrametrisi olarak ikiye ayrılır. Yersel fotogramtride yeryüzünden ya da yeryüzüne yakın bölgelerden alınan görüntüler kullanılırken hava fotogrametrisinde atmosferde belirli bir yükseklikteki uçak vb. hava araçları kullanılarak görüntülere ulaşılır, bu görüntüler üzerinden işlemler yapılır. Hava fotogrametrisi özellikle büyük alanların harita yapımında sıklıkla kullanılan standart bir yöntemdir. Bu teknikle elde edilen görüntüler yalnızca haritacılıkta değil birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Fotogrametrik uçuş tekniğinde öncelikle uçuş planlamasının yapılması gerekir ve sayısal ortamda ya da küçük ölçekli harita üzerinde uçuş planları hazırlanır. Bu planlarda genel olarak uçuş doğrultusu, uçuş yüksekliği ve görüntü alım noktaları belirlenir. Öte yandan hava fotoğrafı ölçeği, uçuş planlamasının yapılmasında ve gerçekleştirilmesinde önem arz etmektedir. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi hava fotoğrafı ölçeği, görüntü alımında kullanılacak olan kameranın odak uzaklığının uçuş yüksekliğine bölünmesiyle elde edilir (Eşitlik 2.1).



Şekil 2.2 Arazinin düz ve yatay olduğu durumlarda fotoğraf ölçeği.

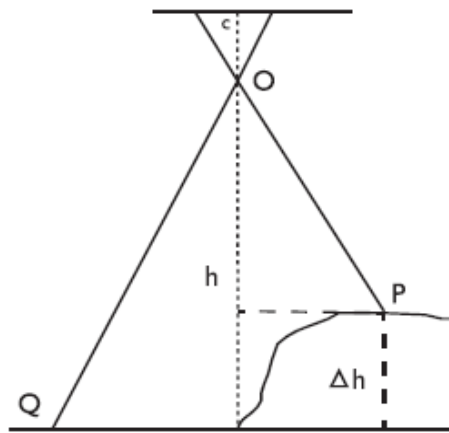
$$mr = \frac{c}{h} \quad (2.1)$$

mr : ölçek,

c : uzaklık

h : uçuş yüksekliği

Bazen uçuşun yeryüzüne tam olarak paralel bir şekilde yapılmaması ya da görüntüsü alınan bölgenin engebeli olup farklı yüzey şekillerine sahip olması durumunda fotoğraf ölçeği ile yapılacak hesaplamalarda ortalama bir değer alınmaktadır (Yaşayan 2011). Şekil 2.3'te belirtilen yükseklik farkının olduğu durumlarda ise fotoğraf ölçeği Eşitlik 2.2'ye göre hesaplanır.



Şekil 2.3 Arazide yükseklik farkının olduğu durumlarda fotoğraf ölçeği.

$$mr_p = \frac{c - \Delta h}{h} \quad (2.2)$$

$$mr_Q = \frac{c}{h} \quad (2.3)$$

Dijital hava kameralarında ise ölçek faktörü, bir pikselin yeryüzünde kapladığı alanın belirlenmesi açısından kıymetlidir. Bu durumun sebebi bir pikselin yeryüzündeki konumunu, uçuş yüksekliği ile odak uzaklığı arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

Ardışık çekilmiş hava fotoğraflarının alım noktaları arasındaki mesafeler, uçuş planlarında belirtilen görüntü alım noktalarının belirlenmesinde etkili olan diğer faktörlerdir. Bu mesafelerin hesaplanmasında boyuna ve enine bindirme oranları ile baz ve kolon mesafeleri kullanılmaktadır. Komşu fotoğrafların çakışan bölgeleri bindirme alanı, bu alanın miktarı ise bindirme oranı olarak ifade edilmektedir. Bir doğru çizgi boyunca kameranın aldığı görüntü topluluğuna kolon denirken birden fazla paralel kolondan elde edilen görüntü topluluğuna blok adı verilmektedir. Aynı kolon üzerindeki ardışık olarak çekilen iki fotoğrafın merkezleri arasındaki mesafe ise baz uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Öte yandan uçuş doğrultusu belirlenmede çapraz uçuş doğrultularından kaçınılmalı doğu batı ya da kuzey güney yönünde uçuş doğrultuları belirlenmelidir. Engebeli arazilerde uçuş yüksekliğindeki değişimleri mümkün mertebe aza indirmek bu anlamda önemlidir. Görüntü alımının güneşli havada yapılması, bulutlu günlerin tercih edilmemesi istenen durumdur.

Gelişen teknoloji ile birlikte özellikle harita, inşaat, mimarlık, arkeoloji gibi alanlarda yapılan çalışmalarda yersel fotogrametriye ek olarak İHA (İnsansız Hava Aracı) teknolojisi önemli bir yer tutmakta ve etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 2.4). İHA ile havadan alınan görüntülerin, dijital fotogrametrik teknikler, bilgisayarla görüş ve görüntü işleme teknikleri ile birlikte değerlendirilmesi sonucu ortofoto, nokta bulutu gibi farklı harita ürünleri ortaya çıkarılmaktadır. Bu teknik aynı zamanda dijital fotogrametri kapsamında da değerlendirilebilir. İnsansız hava araçları farklı amaçlar için tasarlanmış belirlenen alanlarda kalkış ve iniş yapabilen uzaktan kumandalı yarı otomatik ya da tam otomatik uçuş kapasitesine sahip uçak, helikopter, zeplin vb. araçlardır (Ulvi vd. 2020). Ulvi vd. (2020) yayınında yersel fotogrametrinin yanında İHA da kullanarak Aksaray ilinde bulunan Kızıl Kilise'nin üç boyutlu modelini üretmişlerdir. Fotogrametri tekniğinin uzun yıllardan beri

tarihi ve kültürel eserlerin belgelenmesinde ve röleve çalışmalarında klasik yöntemlere göre kullanıcıya zaman, maliyet, hassasiyet ve görsellik açısından avantaj sağladığını vurgulamışlardır.



Şekil 2.4 İHA fotogrametri sistemi (URL 1).

Fotogrametri, görüntü alımı ve değerlendirme yöntemlerine göre analog, analitik ve sayısal (dijital) fotogrametri olmak üzere üç gruba ayrılır. Günümüzde artık analog ve analitik fotogrametri kullanılmamaktadır. 90'lı yılların başından itibaren gelişen teknolojiye paralel olarak fotogrametride sayısal görüntülerle çalışan sistemler büyük bir hızla geliştirilmeye başlanmış ve fotogrametrik ürünlerin hepsi sayısal olarak üretilmektedir. Sayısal fotogrametri, klasik fotogrametri teorisi ile sayısal görüntü eşleme tekniklerinin birleştiği bir sistemdir (Yaşayan 2011).

2.1 SAYISAL FOTOGRAMETRİ

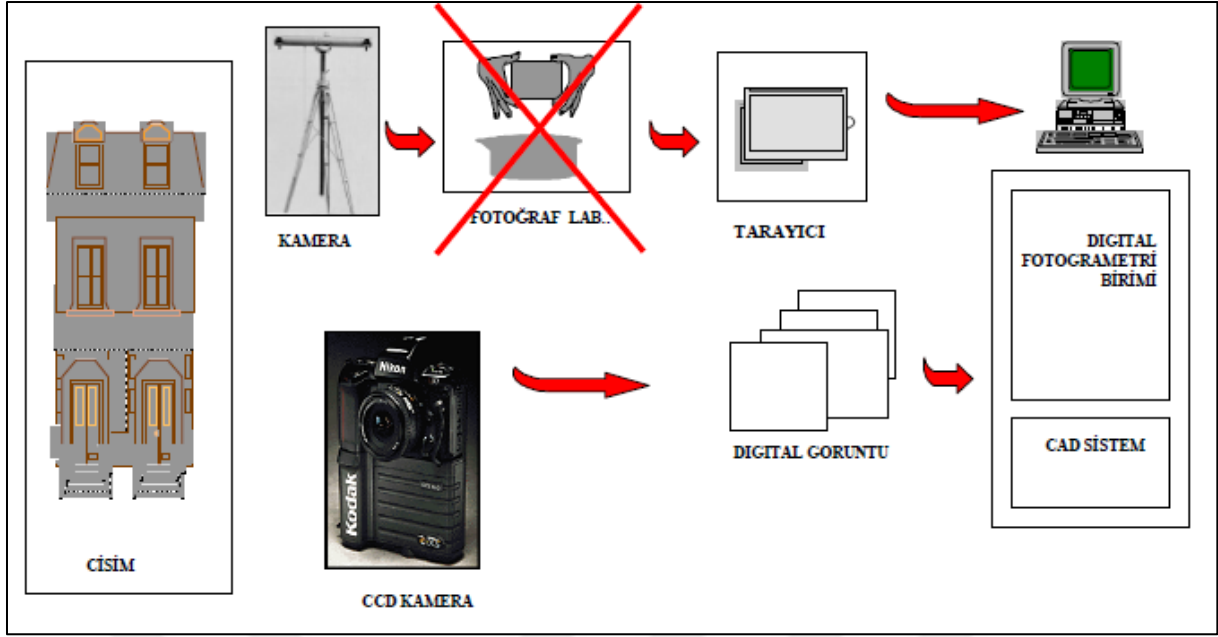
Son 30 yıla bakıldığında zaman fotogrametri açısından önemli gelişmeler yaşanmıştır. Analog yöntemlerle elde edilen görüntülerin tarayıcılar sayesinde dijital formata aktarılması ya da artık direkt olarak sayısal kameralarla elde edilen görüntülerin kullanılması fotogrametride yaşanan bu gelişmelere örnek olarak verilebilir. Bu verilerin değerlendirilmesi fotogrametrinin son evresi olan sayısal fotogrametri tarafından yapılmaktadır. Ayrıca sayısal fotogrametri sayısal görüntü kullanımını esas almakta ve sayısal işleme tekniklerini bünyesine dahil ederek birlikte gelişmektedir.

Fotogrametrinin gelişmesi sonucunda sayısal görüntüler üzerinde çerçeve işaretleri, yer kontrol noktaları ve bağlantı noktaları gibi bilgilerin görüntü işleme teknikleriyle ölçümü mümkündür. Bu işlem yüksek hız ve doğruluk sağlamanın yanında minimum operatör emeği gerektirdiği için de çok bilinen ve sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Görüntü işleme tekniği sayesinde operatör tarafından elle yapılan birçok işlem, günümüzde yarı otomatik ya da tam otomatik olarak bilgisayar ile görüş yöntemi veya görüntü işleme yöntemleri ile yapılmaktadır. Böylece sayısal fotogrametri aslında klasik fotogrametri teorisi ile görüntü işleme tekniğinin birleştirilmesi ile oluşan tekniktir. Bu yöntemi kullanan sistemler dijital ya da sayısal fotogrametrik iş istasyonu adını almaktadır (Yaşayan 2011).

İlerleyen bilgisayar teknolojisinin bir sonucu olarak analog ve analitik fotogrametri, yerini sayısal (dijital) fotogrametriye bırakmıştır. Farklı ürünlerin ortofoto, fotomozaik, sayısal ve vektörel harita bilgileri gibi sistemlerden elde edilmesi ve bu ürünlerin fotogrametrik açıdan birçok gereksinime cevap bulabilmesi sayısal fotogrametrinin gelişmesinde ve yaygın olarak kullanılmasındaki başlıca nedenlerdir. Hem üreticiler hem de son kullanıcılar analog haritalar yerine oluşturdukları sayısal dünyayı geliştirmişler bu alandaki çalışmalarına hız vermişlerdir.

Sayısal fotogrametri, nesnelere ait iki boyutlu görüntü ortamından üç boyutlu bilgi sağlayan ve sayısal görüntülerle çalışan bir fotogrametri bilimidir. Girdi olarak sayısal görüntüleri kullanan, sorgulamalı veya yarı/tam otomatik yöntemlerle bütün fotogrametrik işlemleri gerçekleştirebilen donanım ve yazılımdan oluşur. Şekil 2.5’de sayısal fotogrametri değerlendirme süreci gösterilmektedir. Sayısal fotogrametride istenilen hassasiyet ve doğruluğa ulaşmak için aynı zamanda fotogrametrik ölçme sisteminin de temeli olan bileşenlerin yerine getirilmesi gerekir. Bu bileşenler;

1. Planlama ve ağ tasarımı
 2. Çekim hazırlıkları
 3. Ölçüm işleri
 4. Değerlendirme
- şeklinde ifade edilebilir (Asri ve Çorumluoğlu 2007).



Şekil 2.5 Sayısal fotogrametri değerlendirme süreci (URL 1).

Sayısal fotogrametride uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları görüntü işleme sistemleri ile sayısal görüntülere dönüştürülürler. Bu görüntüleri zenginleştirme ve sınıflandırma teknikleri uygulayarak farklı çalışmalarda kullanabilmek mümkündür. Çevre sorunlarının geniş bölgelerde hangi boyutlarda yaşandığını göstermek veya daha başka amaçlar için bu yöntemler kullanılabilir. Sesli (2006) yayınında kıyı alanlarındaki değişimin izlenmesi amacıyla sayısal fotogrametri yöntemini kullanmış ve kıyı alanları için ihtiyaç duyulacak haritaların üretilebileceğini vurgulamıştır.

Sayısal fotogrametri avantajlarından bazılarını bakılacak olursa:

- Fotogrametrik veri toplamaya göre zaman, ekonomi, maliyet ve üretim hızı açısından tasarruf sağlamaktadır.
- Sayısal olarak elde edilen verilerin diğer sistemlerle entegrasyonu, analizi ve girdi verisi olarak kullanımı daha kolaydır.
- Yüksek hızda grafik görüntüleme olanağı sağlamakta, yüksek ayırma gücüne sahip grafik ekranlar ve çıktı cihazları ile birlikte kullanılmaktadır.
- Benzer şekilde yüksek ayırma güçlü tarayıcılar (scanner) kullanılmaktadır.
- Çok sayıda işlemci ile ileri düzeyde ve hızlı bir şekilde görüntü işleme imkanı sunmaktadır.
- Çok çeşitli ve ucuz depolama/yedekleme ünitelerini desteklemektedir.
- Detay tanıma, çıkarma ve veri toplama işlemlerini sağlamaktadır.
- Otomatik SYM, ortofoto, fotomozaik ve anaglif harita üretimi sağlamaktadır (Özbalımcı ty).

2.1.1 Sayısal Görüntü ve Elde Edilmesi

Siyah beyaz fotoğraflara bakıldığı zaman renk düzeyleri aslında birbirinden farklı gri lekeler olarak algılanır. Bu gri renk düzeylerinde uygun bir ölçeğin elde edilmesi için siyah en koyu gri, beyaz en açık gri alınır. Yine yoğunluk olarak siyah için sıfır beyaz için 255 gibi yoğunluğu yüksek bir değer belirlenir. Böylece diğer grilere 0-255 arasında bir değer karşılık gelir (Şekil 2.6). Ayrıca bu ölçek piksellerde bulunan renk bilgisine göre değişkenlik gösterir. Piksel matris formundaki bir görüntünün en küçük birimidir ve dijital görüntü $m \times n$ boyutunda bir matris olarak düşünülebilir. Sayısal bir görüntüde birim alana düşen piksel sayısı geometrik çözünürlük olarak ifade edilir. Pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değer aralığı ise radyometrik çözünürlüğü göstermektedir.



Şekil 2.6 Sayısal görüntü (URL 1).

Daha önce de belirtildiği gibi dijital görüntüler, analog yöntemlerle elde edilen görüntülerin tarayıcılar (scanners) sayesinde dijital formata aktarılması ya da direkt olarak sayısal kameralarla elde edilir. Bu sayısal kameralar, kaydedici ünite olarak analog kameraların kullandığı film yerine ışığı algılamak üzere CCD (Charge Coupled Device) ya da CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) sensörler kullanırlar (Yaşayan 2011). En yaygın olarak kullanılanı CCD sensörlerdir.

2.1.2 Sayısal Görüntü İşleme

Sayısal fotogrametride en temel girdi verisi sayısal görüntüdür ve bu görüntülerin farklı amaçlarda kullanılması için öncelikle bir takım düzeltme ve değerlendirme işlemlerinin

yapılması gerekir. Bilgisayar ve yazılım yardımı ile görüntülerin elde edilmesi, depolanması, işlenmesi ve farklı amaçlar için kullanıma uygun hale getirilmesi dijital görüntü işleme olarak ifade edilir ve genellikle üç aşamadan oluşur:

- Görüntü ön işleme
- Görüntü segmentasyonu ve analiz
- Görüntü anlama ve yorumlama

Elde edilen dijital görüntü ilk olarak radyometrik ve geometrik düzeltme işlemlerine tabi tutulur. Düzeltmelerin yanında görüntü onarımı da yapılır ve bu işlemlerin tamamı ön işleme olarak adlandırılır. Görüntü üzerindeki bulanıklığın giderilmesi, görüntüde keskinleştirme yapılması, kenarların belirginleştirilmesi, görüntüdeki zıtlığın veya parlaklığın artırılması ya da gürültünün kaldırılması gibi işlemler ise görüntü iyileştirme olarak ifade edilir. Histogram eşitleme, görüntü filtreleme gibi işlemler yine bu aşamada yapılır. Görüntü segmentasyonunda ise aynı türden nesneler bir arada toplanarak bilinen geometrik objeler arasında sınıflandırma yapılır. Böylece bir görüntüdeki nesnenin sınırları, şekli ya da bu nesnenin alanı gibi pek çok metrik ve metrik olmayan bilgiler elde edilir. Segmentasyonunun ardından görüntü analizi yapılır ve görüntüde istenilen ayrıntı, detay ya da bilgiler bu aşamada ön plana çıkarılır.

2.1.3 Sayısal Görüntü Eşleme

Dijital görüntü eşleme en genel ifade ile görüntü üzerinde otomatik olarak konum ve koordinat belirleme işlemidir. Aynı bölgeye ait iki veya daha fazla görüntüden elde edilen detaylar ve gri değer pencereleri arasındaki ilişki görüntü eşleme işlemi ile kurulur. Çerçeve işaretlerinin otomatik bulunması, karşılıklı yöneltme ve fotogrametrik nirengide nokta konum belirleme, sayısal arazi modelinin üretimi için noktaların diğer görüntüdeki karşılığının bulunması ve koordinatlandırılması gibi fotogrametrik işlem adımlarının çoğu görüntü eşleme ile ilgilidir (Yaşayan 2011). Görüntü eşleme genel olarak üç başlık altında incelenir:

- Alana dayalı görüntü eşleme
 - Çapraz korelasyon yöntemi
 - En küçük kareler yöntemi
- Şekle dayalı görüntü eşleme
- İlişkisel görüntü eşleme

Görüntü eşlemede korelasyon algoritması sayesinde koordinatlar otomatik olarak kolaylıkla belirlenebilir. Bu duruma, sayısal yükseklik modeli oluşturulurken belirli aralıklarda grid noktaları oluşturularak bu grid noktalarının yüksekliklerinin bulunması örnek verilebilir. Otomatik stereo yöneltmede temel problem bindirmeli iki görüntüdeki eşlenik noktaların bulunmasıdır. Bu problemi çözmek için görüntülerde ortak alanlara eşleme işlemi uygulanır ve şekle dayalı görüntü eşleme tekniği kullanılır. Devamında ise kabaca belirlenen ortak alanlarda çok hassas bir nokta eşleme işlemi yapılır ve bu yöntem alana dayalı görüntü eşleme tekniğidir.

2.2 3 BOYUTLU SAYISAL MODELLEME TEKNİKLERİ

Fotogrametri, yer yüzeyinden belli bir yükseklikteki algılayıcılar tarafından görüntü elde ederek; GPS, IMU, YKN gibi ek veriler kullanarak; gerekli değerlendirmeleri, kontrol ve düzeltmeleri de yaparak sonuç ürünlere ulaşan bir teknoloji ve bilim dalıdır. Görüntü alımına göre yersel fotogrametri ve hava fotogrametrisi olarak ikiye ayrılır. Yersel fotogrametri ile uzak veya yakın mesafeden belirlenen alanların üç boyutlu çizimlerinin elde edilmesi mümkündür. Farklı odak uzaklıklarına sahip kamera ve farklı yazılımlar sayesinde üç boyutlu modellere ve üç boyutlu konum bilgilerine ulaşılır. Günümüzde yalnızca Geomatik alanında değil birbirinden bağımsız birçok alanda kullanılmaktadır. Mimarlık, arkeoloji, endüstri, afet yönetimi, tıp bu alanlardan sadece bir kaçıdır. Hava fotogrametrisi ise havadan alınan görüntülerin değerlendirilmesi ve işlenmesi sonucu kullanılan bir yöntemdir. Harita yapımında büyük ölçüde hava fotogrametrisi kullanılmaktadır.

Konumsal verinin toplanarak kullanıcıya sunulmasında iyice ilerleyen bilgisayar teknolojisi şüphesiz Geomatik Mühendisliğini de bu anlamda ileriye taşımıştır. Bunun sonucu olarak analog ve analitik fotogrametri yerini sayısal (dijital) fotogrametriye bırakmıştır. Hem üreticiler hem de son kullanıcılar analog haritalar yerine oluşturdukları sayısal dünyayı geliştirmişler bu alandaki çalışmalarına hız vermişlerdir. Çünkü klasik 2 boyutlu fotogrametri 3 boyutlu konum hesabı, sorgulanması, analizi ya da görselleştirilmesi işlemleri gibi çoğu uygulamada yetersiz kalmaktadır. Fakat coğrafi alanın 3 boyutlu konumu günümüzde oldukça önem kazanmıştır. Bu durumun sonucu olarak haritalara görselliğin eklenmesi ve kullanıcının kendini daha iyi konumlandırması için 3 boyutlu modeller devreye girmiştir (Şekil 2.7). Şekil 2.7’de turizme hizmet etmek amacıyla üretilmiş bir 3B kent modeli ile binaların depreme karşı dayanıklılığını gösteren 3B kent modeli örnekleri yer almaktadır. Bugün ki

CAD teknolojisi kullanıcılara istedikleri bölgenin perspektif görünüşüne ulaşmayı mümkün kılarken, 3 boyutlu görselleştirme işlemlerini de sunmaktadır. Sanal olarak şehirler hatta ülkeler arasında dolaşmak da yine bu teknoloji ve sistemleri ile mümkündür. Üç boyutlu modelleme günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Geomatik mühendisliğinin mekânsal bilgi ile olan etkileşimi konusunda 2 boyutlu haritaların yetersiz kalması ve CBS'nin tüm dünyada sıklıkla kullanılması sonucunda sayısal haritalar, mekânsal modelleme ve 3 boyutlu modellemenin kullanımı hem zorunlu hale gelmiş hem de kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle 3 boyutlu modelleme ve görselleştirme bu anlamda çok ilerlemiştir.

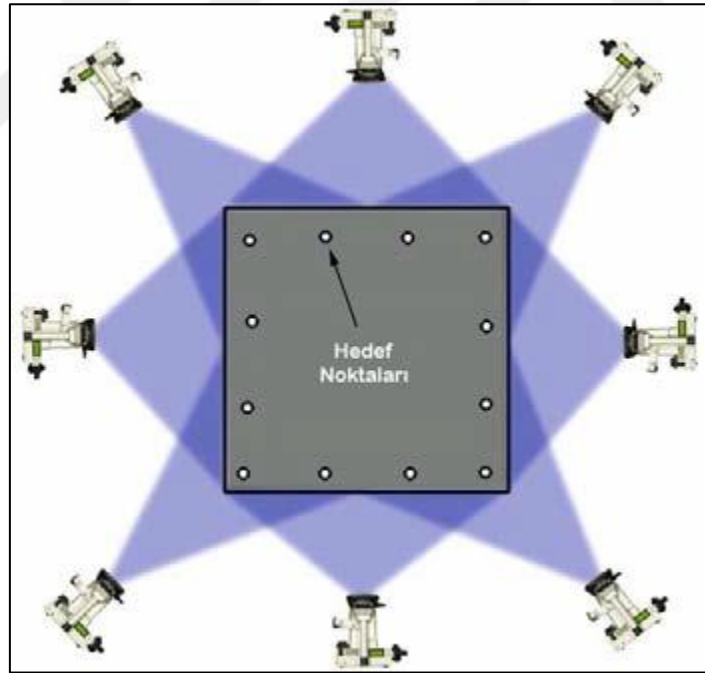


Şekil 2.7 Farklı amaçlar için üretilmiş 3B kent modelleri (Yücel ve Selçuk 2009).

Sayısal fotogrametri yöntemi ile yapılan 3 boyutlu modelleme işlemlerine genel olarak yakın resim fotogrametrisi de denilmektedir. Bu yöntem, çalışma bölgesinin 3 boyutlu konum bilgisine ulaşmak için uygulanan bir ölçme teknolojisidir. Burada hava fotogrametrisinden farklı olarak nesne doğrudan ölçülmez, nesnenin görüntülerinden faydalanarak ölçümler yapılır. 3 boyutlu verilere yüksek doğrulukla ulaşmanın ilk şartı, farklı istasyonlardan ardışık olarak ve bindirmeli bir şekilde görüntü alımıdır. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi görüntü alım planları farklı istasyonlardan ardışık ve bindirmeli olarak yapılmaktadır. Bu şartın sağlanması için de iyi tasarlanmış kamera düzeyine ve uygun bir matematik modele ihtiyaç vardır. Yüksek ölçü hassasiyetini yakalamak için ise nesne üzerindeki kontrol nokta sayısı ve konumu ile hangi kameranın nereye, nasıl yerleştirileceği konusunda en uygun metot kullanılmalıdır (Asri ve Çorumluoğlu 2007).

Sayısal fotogrametri yöntemi ile 3 boyutlu modelleme yapabilmek için görüntü alımı çok önemlidir. Asri ve Çorumluoğlu (2007) yayınında bu durumu şu şekilde anlatmışlardır.

- Modeli oluşturulacak nesnenin, gerekli olan her detay noktası en az 2 görüntüde de olmalıdır.
- Modeli oluşturulacak nesnenin şekline ve boyutuna uygun konumda ve sayıda görüntü alımı yapılmalıdır.
- Dış yöneltme için her görüntüde en az 4 kontrol noktası olacak şekilde görüntü alımı yapılmalı ve bu noktalar aynı doğrultu üzerinde olmamalıdır.
- Bindirmeli bölgelerde en az 3 ortak nokta olmalı yine bu noktalar aynı doğrultu üzerinde olmamalıdır.
- Kontrol noktası kullanılmadan yapılan modelleme işlemlerinde ise ölçek için değeri iyi bilinen ve mümkün mertebe uzun bir mesafe tercih edilmelidir.
- Modeli oluşturulacak nesne üzerindeki detaylar, hedef noktası yerine de kullanılabilir.



Şekil 2.8 Görüntü alım planları (Asri ve Çorumluoğlu 2007).

Bilindiği üzere fotogrametri bir veri toplama yöntemidir ve bu veriler farklı ölçeklerde, farklı hassasiyetlerde olabilir. Bunun sonucunda da farklı ürünler elde edilir. Ancak tüm bunların ortak noktası, çalışma alanına ait konum bilgilerinin istenilen hassasiyetle toplanması ve bu verilerin farklı şekillerde sunulmasıdır. Böylece fotogrametri elde edilen ürün çeşitliliği

konusunda üstünlüğe sahiptir. Vektör harita, ortofoto, coğrafi veriler, sayısal arazi modeli, sayısal yükseklik modeli, sayısal yüzey modeli, fotoplan, 3 boyutlu model yaygın olarak üretilen fotogrametrik ürünlerdir. Bu bölümde fotogrametrik ürünlerden bazıları incelenecektir.

2.2.1 Ortofoto Üretimi

Eğikliği, dönüklüğü ve yükseklik eğrileri giderilmiş, ölçekli bir haritanın geometrik özelliklerine sahip ve yeniden örneklenmiş görüntülere ortofoto denilmektedir (URL 1). Genel olarak ortofoto, görüntünün tamamının yerine küçük parçalar halinde röresmanının yapılması ve böylece görüntünün bütününde yükseklik farkından meydana gelen hataların düzeltilmesi işlemidir. Bu hataları gidermek için sayısal yükseklik modeline ihtiyaç vardır. Ortofoto, harita yapımında, revizyonunda, arazi kullanım haritalarının yapılmasında uygulanır. Bunun yanında fotogrametrik harita bilgisine gerek duyulduğu tarım, ulaşım, çevre, orman, kentsel planlama gibi daha birçok alanın çalışmalarında kullanılmaktadır. Şekil 2.9’de aynı bölgenin 1/5000 ve 1/1000 ölçekli görüntülerine yer verilmiştir.



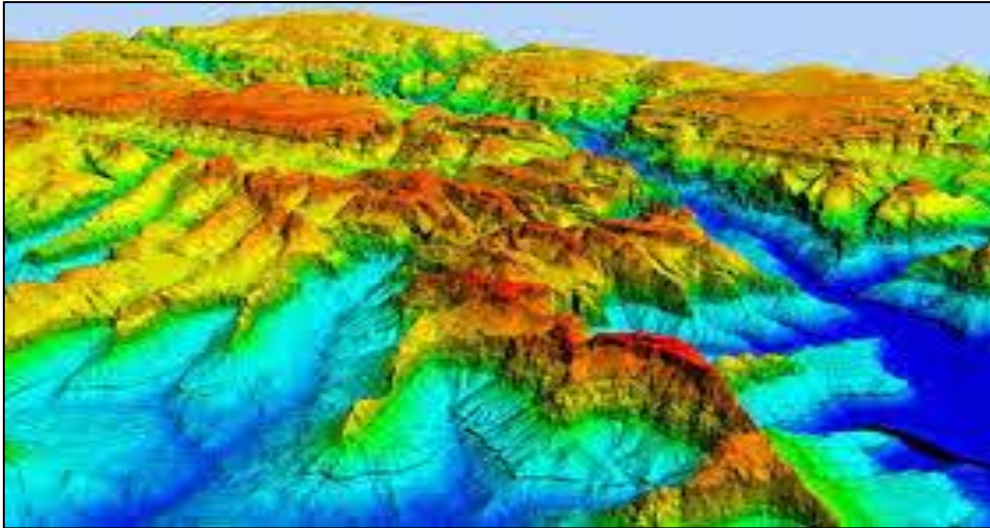
Şekil 2.9 1/5000 ve 1/1000 ölçekli ortofoto harita (URL 1).

2.2.2 Arazi Modelleri

Günümüzde topografik yüzeyler belirli sayıda nokta kümesi seçilerek ve seçilen bu noktalardan yararlanarak temsil edilmeye çalışılmaktadır. Çünkü yeryüzünün temsili matematiksel olarak tanımlanamayacak şekilde düzensizdir. Mühendislik alanlarından askeri uygulamalara, yerbilimlerinden tarıma kadar daha başka birçok alanda topografik yüzeyin temsiline ihtiyaç duyulmaktadır. Topografik bir yüzey sayısal modelleme teknikleri ile sayısal yükseklik modeli, sayısal arazi modeli ve sayısal yüzey modeli olarak üç şekilde temsil edilmektedir.

2.2.2.1 Sayısal Yükseklik Modeli (SYM - DEM)

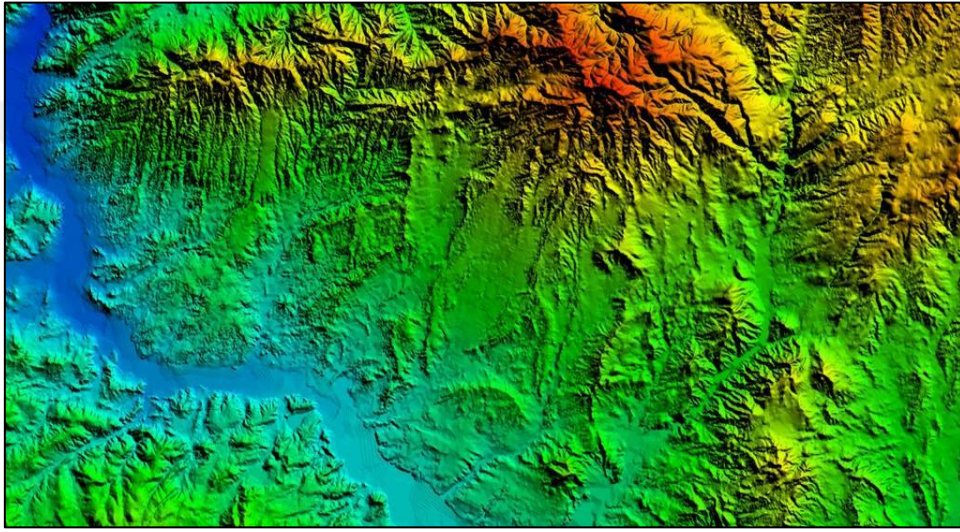
Yeryüzünü en basit ve en genel şekilde yansıtan ve X,Y, Z değerleri ile üç boyutlu olarak tanımlayan modeldir (Şekil 2.10). Sayısal yükseklik modeli özellikle yeryüzünün sayısal gösteriminde tercih edilmektedir ve en yaygın kullanılan modeldir. Genellikle SYM'ler, üçgenlenmiş düzensiz ağ (TIN – Triangulated Irregular Newtork) ya da raster (hücresel) formatında kullanılır. Sayısal bir görüntü şeklinde depolanan SYM'lerde yükseklik değeri görüntüdeki piksellerden sağlanır.



Şekil 2.10 Sayısal yükseklik modeli (URL 2).

2.2.2.2 Sayısal Arazi Modeli (SAM - DTM)

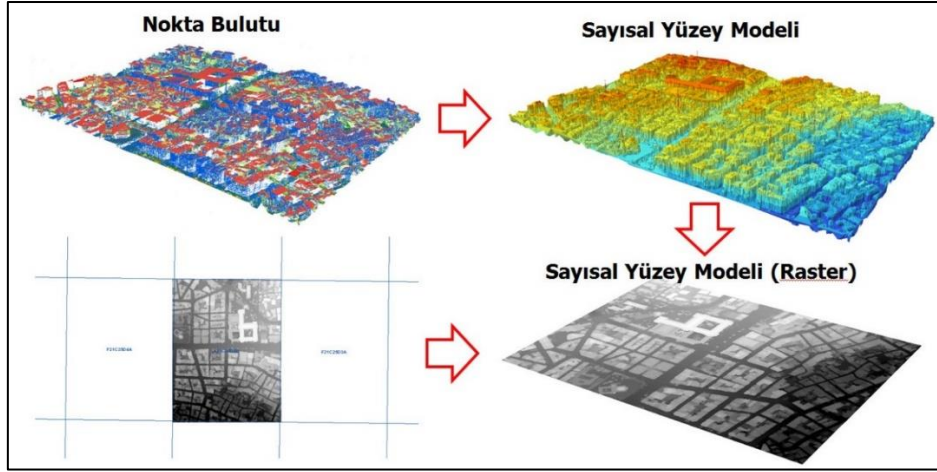
Sayısal arazi modeli, arazi yüzeyini tanımlayan rastgele dağılmış Z değerleridir ve 2,5 boyutlu model olarak bilinmektedir. Sayısal arazi modelinde yeryüzündeki binalar, bitkiler, ormanlar, dağlar vb. farklı yükseklikteki detaylar yer almaz. Yani topoğrafyanın sade ve çıplak halidir (Şekil 2.11). Arazinin gerçek şekline, bu model ile üretilen eş yükselti eğrileri daha yakındır. Haritacılıkta pek çok amaç için kullanılan bu modeller başka bilgi sistemleri için de veri olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.11 Sayısal arazi modeli (URL 3).

2.2.2.3 Sayısal Yüzey Modeli (SYM -DSM)

Sürekli ve tek değerli olduğu kabul edilen sayısal yüzey modeli ani yükseklik değişimlerini göstermemektedir. Çukur, yamaç, uçurum, zirve gibi yükseklik değişimlerinin ani olduğu yapılar burada yer almamaktadır. Yükseklik ve arazi modelinden farklı olarak bina, ağaç gibi nesnelerin yükseklik bilgileri sayısal yüzey modeline dahildir. Eş yükselti eğrileri olarak da kullanılabilir. Şekil 2.12’de bir bölgenin raster formatı, bu bölgeden üretilen nokta bulutu ve sayısal yüzey modeli gösterilmektedir.



Şekil 2.12 Sayısal yüzey modeli (URL 4).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesine paralel olarak sayısal yükseklik modellerinin çeşitli alanlar için oluşturulması ve kullanımı daha da kolaylaşmıştır. Günümüzde sayısal fotogrametri sayesinde görüntülerden SYM üretimi otomatik olarak yapılmaktadır. Burada istenmeyen nesnelere (örneğin ağaç veya bina) filtre yapılabilir. Böylece yapılacak işlemler, otomatik nesne çıkarımı sayesinde karmaşık yapıdan arındırılmış olur. Toparlanacak olursa bir sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini göstermek için uygun bir yapıdır. Bu model arazi analizleri ve diğer 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. SYM'ler özellikle 3 boyutlu kent modellerindeki tüm 3B geometrik nesneler için referans yüzeylerdir (Yücel ve Selçuk 2009).

Günümüzde CBS ve fotogrametrinin birlikte kullanılmasıyla pek çok şey kolaylaşmış ve bu iki bilim arasında bir bütünlük sağlanmıştır. Gelişen teknoloji sayesinde 3 boyutlu şehir modellerinin oluşturulması bu bütünlüğün en iyi tamamlayıcısıdır (Yaşayan 2011). Fotogrametri ve 3 boyutlu modellemedeki tüm bu gelişmelerin CBS ile entegrasyonu sonucunda pek çok uygulama yapılırsa da halen kentsel alanlardaki yeni tasarımlar, imar uygulamaları, koruma altında olan tarihi yapıların restorasyonu veya tanıtımı için modellenmesi, kent bilgi sistemi çerçevesinde 3 boyutlu kadastrı ihtiyacı, mekânsal alanlarda yol planlaması, mekan ile orman arasındaki ilişkileri düzenleme gibi konularda sanal ortamda oluşturulmuş 3 boyutlu görselleştirilmiş ve güncel modellere gereksinim vardır. Bu 3 boyutlu görselleştirilmiş modeller coğrafi bilgi sistemlerine altlık oluşturmaktadır.

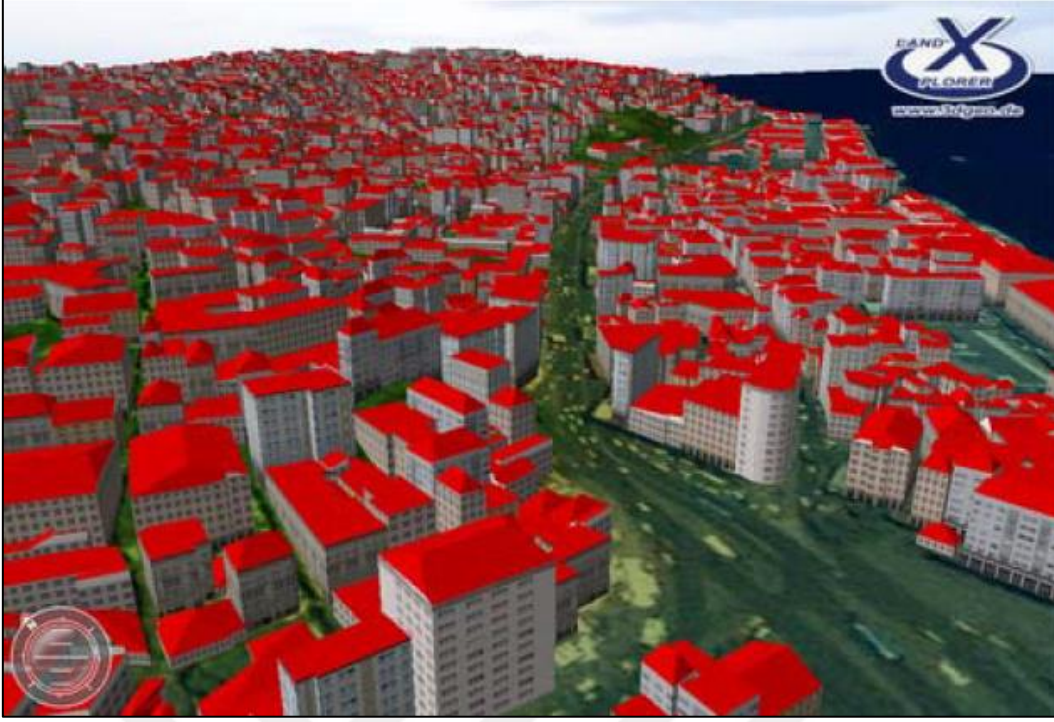
2.2.3 3B Yapı ve Fotorealistik Modelleme

Günümüzde 3 boyutlu mekânsal bilgilere erişim sayesinde mekânsal içeriği kavrama ya da algılama oldukça kolaylaşmıştır. Birçok alanda verilerin işlenmesi, analizi ve 3 boyutlu gösterimi yaygın olarak kullanılmakta böylece 3 boyutlu veriler gün geçtikçe önem kazanmaktadır. 3B yapılar ya da 3B kent modelleri, geometrik olarak temsil edilmelerinin yanında mekânsal detayları ile aynı ortamda birleştirilmektedirler. Böylece bu modeller ileri düzeyde mekânsal analizlere imkan tanıyan modellerdir (Uyar ve Uluğtekin 2016). Bu anlamda gerçekçi bir 3B modellemenin yapılması her alanda avantaj sağlayacaktır. Afet yönetimi (sel, deprem), mekânsal planlama ve kaynak yönetimi, haberleşme ve navigasyon, turizm ve eğlence, rüzgar ve sıcaklık değişimleri, şehir planlarının görselleştirilmesi, emlak bedellerinin hesaplanması gibi alanlar 3B modellerin kullanım alanlarından bazılarıdır. Buradan hareketle gerçeğe en yakın 3B gösterimlerde fotorealizm (fotoğrafik destek) oranının yüksek olması gerekmektedir (Yücel 2009). Fotorealistik görselleştirmede objeler, hemen hemen tüm detayları ile birlikte gösterilmelidir (Şekil 2.13). Bu durum görselin kullanım amacına katkı sağlayacak ayrıca üzerindeki ilginin artmasına da sebep olacaktır. Fotorealistik görselleştirme işleminde, arazi yüzeylerinin ve bina çatı dokularının çatı yüzeylerine eklenmesinde hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, ortofotolar ve raster haritalar önemli birer veri kaynaklarıdır (Yücel ve Selçuk 2009).



Şekil 2.13 Atatürk Kültür Merkezi fotorealistik 3B modelleme örneği (Yücel 2009).

3 boyutlu modellerle desteklenen haritalar ile Coğrafi Bilgi Sistemleri sadece konumsal verinin değil hacimsel verinin de incelenmesini ve anlaşılabilmesini mümkün kılmaktadır. 3B modellerle CBS'nin birleşimine, eş zamanlı konumlandırma sistemleri de eklendiğinde pek çok alanda uygulamalar yapılabilmektedir. Planlamacıların, gerçek dünya bileşenlerini tasvir etmede zaman bileşenini kullanması CBS'deki son gelişmeler arasında yer almaktadır. Girdi olarak 3B modeller ve zaman kullanılarak CBS'de bir 4B (4 boyut) model geliştirilmiştir (Kumar ve Reshma 2017). Böylece mekansal ve mekânsal olmayan verilerin yani çizim bileşenlerinin ve programlarının entegre olduğu bir platform haline gelmiştir. Burada fotorealistik görselleştirme yönteminden de faydalanarak 4B CBS ile zamanlamadaki hatalar kolaylıkla bulunabilecek küçük etkinlikler herhangi bir gecikme olmadan tamamlanabilecektir. 4B CBS görünümü ile daha iyi görselleştirme yapılabilecek, planlamadaki sıra ve işleyiş daha kolay anlaşılacaktır. Proje zamanlamasındaki anlaşılabilirlik olası hataları ve çakışmaları da azaltacaktır. Bu duruma örnekler verilecek olunursa, 3 boyutlu modellerin afet yönetiminde önceden belirlenen felaket senaryolarının modele uygulanarak istatistik sonuçlar alınmasına ve böylece herhangi bir afet durumunda en doğru şekilde değerlendirme yapılmasına imkan tanınmış olacaktır (Arslan vd. 2010). Ya da fotorealistik modelleme ile askeri uygulamalarda birliklerin yetiştirilmesi için simülasyonlar oluşturulmaktadır. Benzer şekilde tarihi eserlerin korunmasında, yenilenmesinde ya da kayıpların sanal olarak oluşturulmasında fotorealistik modelleme kullanılmaktadır (Şekil 2.14 ve Şekil 2.15). Bu işlemler sırasında binalar gerçeğe en yakın şekilde modellenmiş ve fotoğraflardan yararlanılmıştır. Burada amaç bölgeyi gezmek isteyen turistlere sanalda tarihi dokuyu en doğru şekilde yansıtmak ve bölgeyi gezme isteği uyandırmaktır. Ayrıca büyük kent bölgelerinin 3B modellenmesinde sürekli ve yüksek çözünürlüklü görüntülere ihtiyaç duyulmaktadır (Yücel ve Selçuk 2009).



Şekil 2.14 Turizme hizmet etmek amacıyla üretilmiş fotorealistik 3B kent modeli (Yücel ve Selçuk 2009).

Fotorealistik modellemede doku kaplama işlemi 3 bileşen ile yapılmaktadır. Bunlar, dijital görüntü, düz renk ve gölge rengidir (Yücel 2009). Cephe fotoğraflarına ve bina içindeki detaylara ulaşmak için yüksek çözünürlüklü kameralar kullanılmaktadır. Bir binanın fotorealistik olarak modellemesi yapılırken binanın her bir cephesinin kaplanması gerekmektedir. Çatının kaplanmasında hava fotoğrafı kullanılırken cephelerin kaplanmasında araziden çekilmiş fotoğraflar kullanılmaktadır. Öte yandan yapıların görüntüleri, 3 boyutlu Kat Mülkiyeti konusunda da önem taşımaktadır. Bu bağlamda yapılan araştırmalarda dış giydirmede önerilen yöntem, eğik (oblik) hava fotoğraflarıdır. Eğik hava fotoğrafları, özel üretilen oblik kamera sistemleri ile uçak, helikopter, İHA vb. platformlardan nadirden 35° – 45° açı ile çekilmiş fotoğraflardır. 3B kent modellerinde eğik hava fotoğrafları, bina yüzeylerinin kaplanmasında kullanılır (Kuleyin 2017). Burada düşey hava fotoğraflarını kullanmak, düşük model kalitesine ve bina cephe ayrıntılarının net görünmemesine neden olur. Bu sebeple 3B bina modellerin kaplanmasında daha yüksek kalite sağladığı için eğik hava fotoğrafları tercih edilmelidir.



Şekil 2.15 Tarihi Yarımada Bölgesi'nin fotorealistik 3B modelleme ile görselleştirilmesi (Şenyurdusev ve Doğru 2019).

Bu alanda yapılan çalışmalar doğrultusunda fotorealistik modellemenin kapsamını genişletmek amacıyla geliştirilen mevcut yazılımlarda 3B bitkilerden oluşmuş özel kütüphaneler bulunmaktadır. Bitkilerin farklı açılardan görüntülerinin alınması, yaprak dokularının ya da türlerinin bilinmesi gerektiğinden bitkilerin modellenmesi bu anlamda kolay olmamaktadır. Amaç, gerçeğe en yakın 3B bitki modelini elde etmektir. Fakat fazla yüzeyden oluşan 3B bitki modellerini iyi bir şekilde modelleyebilmek ve 3B kent modellerinde kullanabilmek için kapasitesi yüksek bilgisayarlara ihtiyaç vardır (Yücel ve Selçuk 2009). Ayrıca 3 boyutlu görselleştirmenin en önemli adımı ışık, gölge ve ortam emilim değerlerinin kullanılmasıdır. Bu değerlerin doğru ve yeterli oranda kullanılması gerçeğe daha yakın 3 boyutlu görselleştirmeyi mümkün kılmaktadır. Işık, gölge ve ortam emilim değerlerini kullanarak çıktı üreten ve bu alanda sıklıkla kullanılan yazılımlardan bazıları şunlardır: StudioMax, Maya, Blender, Cinema4D, Rhino, Houdini. Yazılımlar, birbirinden farklı üretilmiş olsalar da kendi menülerine ve ayar pencerelerine göre tümünde bu değerler ayarlanabilmektedir (Şenyurdusev ve Doğru 2019).

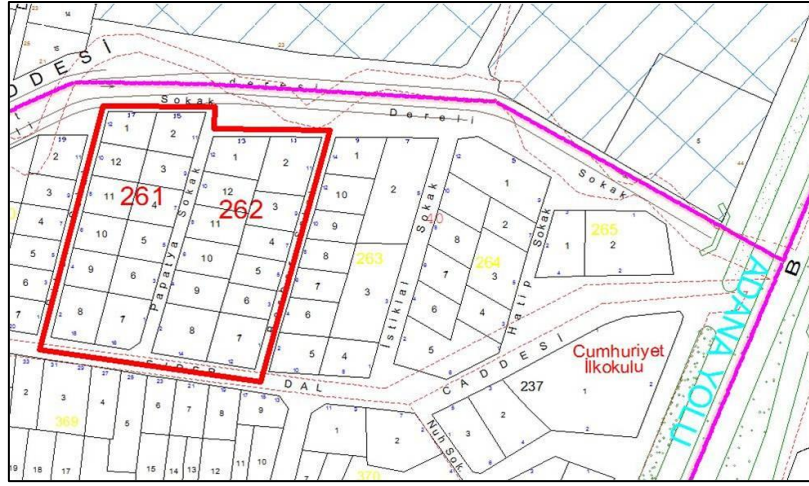
BÖLÜM 3

KADASTRO TEKNİĞİ AÇISINDAN 3 BOYUTLU MÜLKİYET VE AKILLI ŞEHİRLER

Bu bölümde kadastro, kadastro çeşitleri, 3 boyutlu modelleme teknolojisinin kadastroya etkileri, 3 boyutlu kadastro, geliştirilen kadastro tekniği açısından 3 boyutlu mülkiyet kavramı ile 3 boyutlu mülkiyetin önemi ve ardından da akıllı şehirler incelenecektir.

3.1 KADASTRO

Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğüne göre kadastro; “Bir ülkedeki her çeşit arazi ve mülk yerinin, alanının, sınırlarının ve değerlerinin devlet eliyle belirlenip plana bağlanması işi” olarak tanımlanmaktadır (URL 5). Bunun yanında Uluslararası Haritacılar Federasyonu ise kadastroyu; “Bir ülke veya bölgedeki mülkiyet bilgilerinin, sınırların ölçülmesi esasına dayalı olarak toplanması, bu tür mülkiyet bilgilerinin farklı isimlerle sistematik olarak tanımlanması, arazinin ve parsellerin ana hatlarının veya sınırlarının genelde büyük ölçekli haritalar ve tapu sicilleriyle birlikte ele alınması, arazinin her bir doğal bölümü olan parsel için büyüklük, değer ve yasal haklarının belirlenerek birbiriyle ilişkilendirilmesidir” şeklinde tanımlamıştır. Şekil 3.1’de Kahramanmaraş Türkoğlu ilçesi, Kılılı Mahallesi imar uygulamasına ait ada ve parsellere ayrılmış kadastro haritası örneği yer almaktadır.



Şekil 3.1 Ada ve parsellere ayrılmış kadastro haritası örneği (URL 6).

Geçmişten günümüze dek kadastro, taşınmaz üzerindeki hak, kısıtlama ve sorumlulukların belirlenmesi ve korunması için bir araç olarak kullanılmış bunun yanında insan-toprak ilişkisindeki gelişmelere bağlı olarak toplumun yönelimi ve ihtiyacına göre şekillenmiştir. Mülkiyetin her geçen gün önem kazanması da bu bilgilerin kayıt altına alınmasını gerekli kılmıştır. Kadastro, parsellerin öznitelik bilgilerinin tutulduğu bir sistemdir. Başlarda hukuki ve mali amaçları gözetirken günümüzde planlama veya diğer idari amaçlarla arazi idaresini ve arazi kullanımını desteklemek, sürdürülebilir gelişimi ve sosyal eşitliği sağlamak bunların yanında çevrenin korunmasına destek olmak gibi amaçları da taşımaktadır. Bu amaçların çoğalmasında küreselleşmenin büyük rolü vardır.

Ülkemizde uzun yıllardan beri devam eden kadastro çalışmaları artık tamamlanmak üzeredir. Ülke geneli için, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nün 14 Mayıs 2020 tarihinde yayımlanan raporuna göre Türkiye'deki 52325 birimden 52055'inin kadastrosu tamamlanmış, kadastro tamamlanma yüzdesi ise 99,48 olarak açıklanmıştır. 54 ilde tüm birimlerin kadastro işlemleri tamamlanmış olup, 27 ilde ise sorunlu birimler tespit edilmiştir. Bu illerde kadastrosu yapılamayan sorunlu birim sayısı 270 olarak kayıtlara geçmiştir. 2613 sayılı Kadastro ve Tapu Tahriri Kanunundan itibaren çıkarılmış tüm kadastro kanunlarında kadastro, "taşınmazların hukuki ve geometrik durumlarını belirlemek" olarak ele alınmıştır. Böylece kadastro, çizgisel mülkiyet kadastrosu çerçevesi dışında gelişmemiştir (Bilgin 2019). Çizgisel kadastroda arazi üzerindeki parsellerin sınırları belirlenip plana aktarılmakta ardından sınırları belirlenmiş bu taşınmazların malikleri belirlenmektedir. Fakat bu haliyle arazi ekonomisi, arazi planlaması, vergi toplama, arazi yönetimi ve istatistiği gibi kadastronun görevleri arasında yer alan bu

alanlarda kadastrodan yararlanılamamaktadır. Buradan hareketle Türkiye kadastrounda, parsellerin belirli ölçeklerde küçültölüp haritalara aktarılması işlemlerinin yapıldığı görölmektedir. İki boyutlu olan bu kadastro sisteminde arazinin altında ve üstündeki nesnelerin mülkiyete konu hakları tam olarak belirlenememektedir. Bu durum giderek değlerlenen toprak ile gelişen kentleşme konusunda ekonomik anlamda sıkıntılara neden olmaktadır.

Gelişmiş ölkelere bakıldığı zaman kadastro kayıtları artık dijital formatta tutulmaktadır. Bilgisayar teknolojisi sayesinde bilgi sistemlerinin gelişmesi sonucu, ilgili kurumlar arasında etkin koordinasyon sağlanmıştır. Parsellere ait konumsal bilgiler ve mülkiyet ile ilişkili veriler kağıt üzerinde değil CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ve CBS sistemlerinde bulunmaktadır (Döner 2010). Dünyada değışen toprak algısı ve yönetimi, küreselleşmenin de etkisi ile kadastro nun çeşitlenmesini gerekli kılmıştır. Bu bağlamda kadastro, çok boyutlu bir yapıya dönüşmüş ve kalkınmanın önemli bir unsuru haline gelmiştir Kadastro çeşitlerini şu şekilde sıralamak mümkündür: (Ayazlı 2006).

- Vergi Kadastro
- Hukuki Kadastro
- Ekonomik Kadastro
- Çok Amaçlı Kadastro
- Arazi Bilgi Sistemleri
- Taşınmaz İdaresi

3.1.1 Kadastro Çeşitleri

Tarihte ilk kez kadastroyu kullanan Mısırlıların tek amacı mülkiyet sınırlarını belirlemekken günümüzde pek çok amaca hizmet etmek için kadastro çeşitlenmiştir. Artan nüfus sayısı ile birlikte değışen toprak algısı ve yönetimi her alanda olduğu gibi kastroda da bir takım çalışmaları ve gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Günümüzde mülkiyet, hukuk, tarım, şehircilik, mühendislik, ekonomi, istatistik, hazine ve vakıf arazilerinde sınır belirleme gibi birçok alan kastrodan yararlanmaktadır.

3.1.1.1 Vergi Kadastro

Mali kadastro olarak da bilinen vergi kadastro tarihinde ilk kullanılan kadastro çeşididir. Tarım arazileriyle ilgili taşınmaz değeri, taşınmaz yüzölçümü, taşınmazın verimliliği gibi bilgiler burada yer alır. Tek boyutlu olan vergi kadastro herhangi bir koordinat sistemine de bağlı değildir.

3.1.1.2 Hukuki Kadastro

Taşınmaz üzerindeki hak, kısıtlama ve sorumlulukları belirleyen kadastrodur. Taşınmaz iyeliğini güvence altına aldığı için iyelik kadastro olarak da adlandırılır. Hukuki kadastro, tapu sicilinin oluşturulması ve arazi zilyetliğinin kaydının tutulması için geliştirilmiş bir kadastro çeşididir.

3.1.1.3 Ekonomik Kadastro

Ekonomik kadastro, taşınmazların değeri ile yasal ve geometrik durumları üzerinde meydana gelen ekonomik değişimleri kayıt altına almakla yükümlüdür. Sanayi devriminden sonra ortaya çıkmıştır ve o günden beri taşınmazlar üzerinden yapılan ticari ilişkileri güvence altına almaktadır.

3.1.1.4 Çok Amaçlı Kadastro

Çok amaçlı kadastro, parsellerle ilişkili tüm bilgilerin yanında hukuki ve mali kadastroyu da kapsamaktadır. Gerçekleştirilecek her çeşit projede, kullanılacak konumsal ve hukuksal bilginin tamamını hazırlayan, ekonomi, hukuk, istatistik, kamu yönetimi ve bilimsel çalışmalarda ihtiyaçlara cevap veren kadastro çeşididir.

3.1.1.5 Arazi Bilgi Sistemleri

Herhangi bir bölgedeki araziye ait verilerin tutulduğu, yönetildiği ve sorgulanabildiği sistemlere arazi bilgi sistemi (ABS) denir. ABS'ler parsel tabanlı bir coğrafi bilgi sistemidir ve ülke koordinat sistemine bağlıdır. Kadastro verisi olan parseller, arazi bilgi sistemlerinin en

temel birimdir. Parseller, kapalı bir sınırı olan ve her birine numara verilmiş iki boyutlu alansal yeryüzü nesneleridir. Yine parseller arazide ölçülen sınırları ile birlikte malikleri adına tapuda kayıtlıdır.

3.1.1.6 Taşınmaz İdaresi

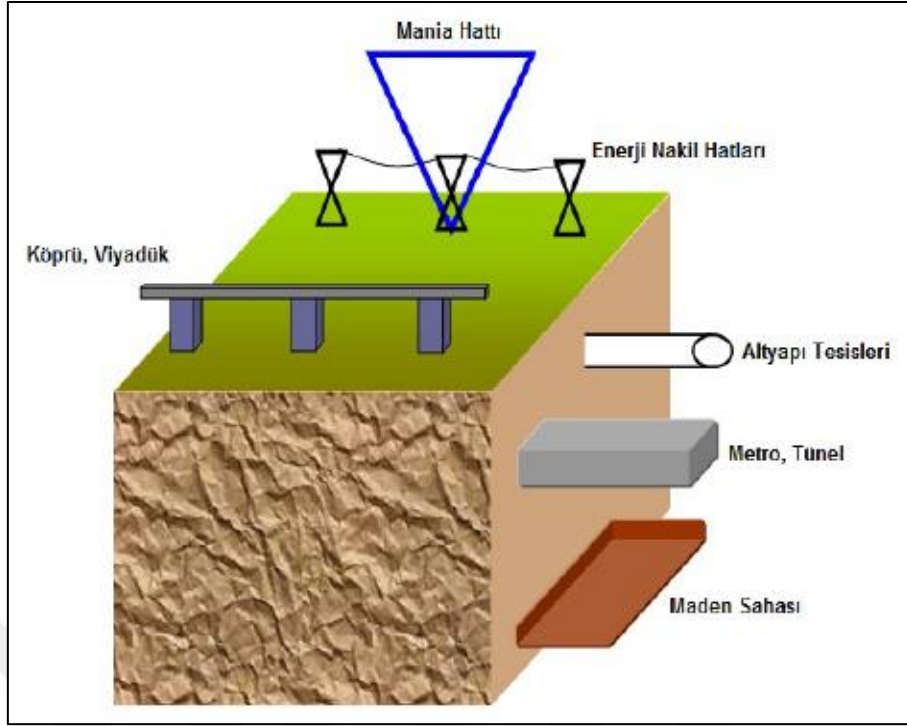
Sürdürülebilir kalkınma modeli sonucu toprak yönetimi ve arazi idaresi kavramları meydana gelmiştir. Toprak yönetimi sürdürülebilir kalkınmaya hizmet eden sistemler bütünüdür. Taşınmaz idaresi ise bu sistemlerin uygulanmasında gerekli olan araçtır ve mülkiyet, değer ve arazi kullanım verilerinin sağlanması işlemleridir.

3.2 ÜÇ BOYUTLU KADASTRO

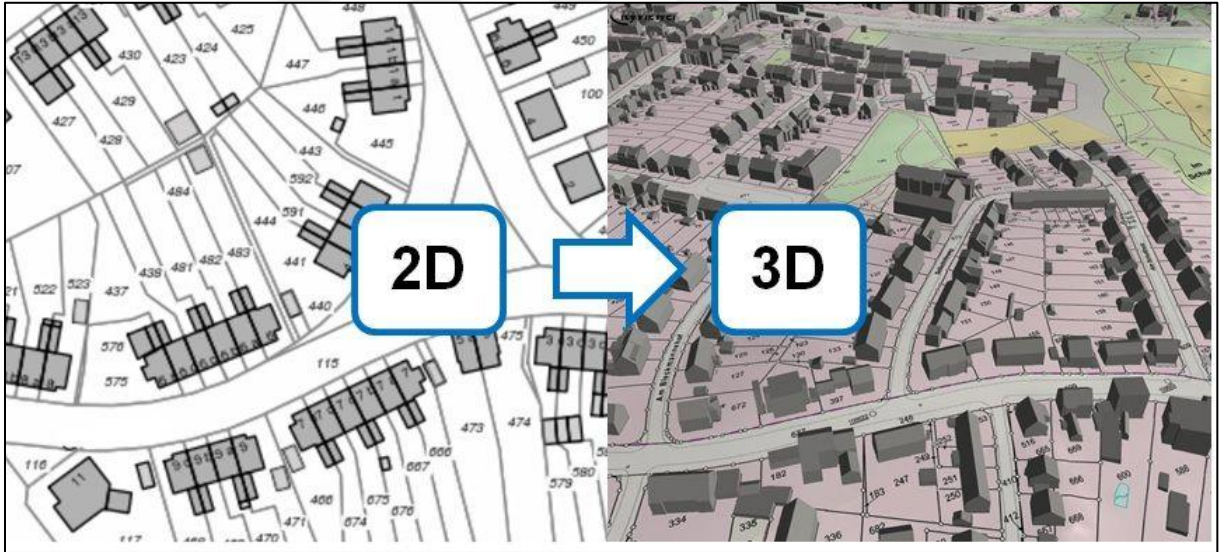
2000 yılından sonraki gelişmelerle birlikte kadastro, mülkiyeti kayıt altına alma görevinden uzaklaşmıştır. Çeşitli bilimsel toplantı ve yayınlarda 3B kadastrodan bahsedilmeye başlanmış konuyla ilgili olarak Haritacılar Federasyonu, Birleşmiş Milletler, Dünya Bankası, Avrupa Birliği gibi kurumlar geleceğin kadastral sistemleri için tanımlamalarda bulunmuşlardır. İlk olarak Haritacılar Birliği (FIG) tarafından 2001 yılında Hollanda’da düzenlenen 3B Kadastrolar isimli çalıştayda bahsedilmiştir. Ardından yine FIG tarafından yıllık çalışma haftası toplantılarında ve dört yılda bir yapılan kongrelerde farklı ülkelerden katılımcıların konu ile ilgili çalışmalarına yer verilmiştir. Daha sonra 2010 yılında Sydney’de yapılan FIG kongresinde konu ile ilgili bir çalışma grubu kurulması kararı alınmıştır. Bu grup 3 boyutlu kadastro için modeller, 3 boyutlu kadastro ve veri altyapıları, 3 boyutlu kadastro ve zaman, 3 boyutlu kadastro ve kullanılabilirlik başlıklarıyla ilgili çalışmalarda faaliyet göstermiştir (Döner vd. 2011). 3B Kadastrolar çalışma grubunda çeşitli ülkelerin ihtiyaçları göz önünde bulundurularak geliştirilmiş Arazi Yönetimi Alan Modelleme (LADM)’nin de desteklediği 3 boyutlu kadastro modellerinden bahsedilmiştir. Bu modelleri şu şekilde sıralamak mümkündür (Yılmaz ve Şaşkın 2015):

- Yalın 3B kadastro
- Topoğrafik 3B kadastro
- Çok yüzlü (polyhedral) yasal 3B kadastro
- Nonpolyhedral yasal 3B kadastro
- Topolojik yasal 3B kadastro

Mevcut kadastro sistemleri 2 boyutludur ve taşınmaz üzerindeki 3 boyutlu hak ve kısıtlamaların tescilinde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle üçüncü boyutu göz önüne alarak taşınmazın hukuki durumunu belirleyen bir kadastro sistemine ihtiyaç vardır. Günümüzde geliştirilmiş yazılımların (CAD, CBS. vb,) 3 boyutlu sayısal modelleme teknikleri ile entegrasyonu kolaylıkla yapılmakta ve bilgi sistemleri içerisinde kullanılmaktadır. Böylelikle 3 boyutlu kadastro, coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte düşünülmelidir. 3B kadastronun asıl amacı 2B kadastroda olduğu gibi yasal açıdan hakları korumak ve bu haklar üzerinden yapılacak işlemlere altlık oluşturmaktır. Günümüzde kadastral sistemler, bu amaç doğrultusunda gelişmektedir. Bununla birlikte gerçek dünya varlıklarının 3 boyutlu modellenememesi sonucu ortaya çıkan eksiklikler 3 boyutlu kadastronun gelişmesine sebep olmuştur (Ayazlı 2006). Özellikle mülkiyet hakkının düşey boyutta 3 boyutlu tescilinin yapılamaması en önemli sorunlardan biridir. Buradan hareketle 3B kadastro, genel olarak üçüncü boyuttaki hak, kısıtlama ve sorumlulukların daha etkin tescilini yapan mülkiyet hakkını güvence altına alan ve böylece düşey boyutun daha planlı daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan bir kadastro sistemidir. Stoter ve Salzmann (2003), üç boyutlu kadastro için, maliklerin ve sınırlı hakların iki boyutlu parseller ile birlikte kaydedildiği, topoğrafik yüzeyin altında ve üstünde mevcut olan nesnelerin, yasal ve gerçek durumunun daha iyi anlaşıldığı bir sistem, ifadesini kullanmışlardır. Şekil 3.2’de farklı kurumlara ait hatların sembolik gösterimi yer almaktadır. Bu sembolik gösterimin harita üzerine aktarılıp tamamlanması ancak farklı kurumların birbiri ile entegrasyonu sonucu meydana gelecektir. Burada ortak bir sistem kurularak tüm çalışmaların 3B verileri toplanması ile 3 boyutlu kadastro tamamlanmalıdır.



Şekil 3.2 3 boyutlu kadaströ (Yılmaz ve Şaşkın 2015).



Şekil 3.3 2 boyutlu kadastrodan 3 boyutlu kadastroya geçiş (URL 7).

Üç boyutlu kadastro çalışmaları, en temel birim olan parsel üzerinde sadece 2 boyuttaki hakların değil üstünde ve altındaki üç boyutlu hak ve kısıtlamaların da hesaplandığı, belirlendiği, sorgulandığı konumsal bir veritabanı ile sağlanmalıdır. Böylece iyelik hakkına konu olan tüm nesneler modellenebilir (Şekil 3.3). Bununla ilgili olarak Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü 2019 yılında ülke genelinde bir proje başlatmıştır. Projede Türkiye’deki 40.000

km² olan yerleşim alanının 3 Boyutlu Şehir Modeli üretimi planlanmaktadır. Bu planlama bile konunun önümüzdeki 10 yıl için ne kadar önemli olduğunun ifadesidir. Kurum, 50 km²'lik alanda havadan görüntü alarak fotogrametrik yöntemlerle nokta bulutu, SAM, SYM, ortofoto, 3B şehir modeli üretimi gerçekleştirmiş buralardaki binaların 3 boyutlu modelleri ve 3 boyutlu bağımsız bölüm modellerini üretmeyi hedeflemektedir. Üretilen tüm bu verilerin sonuç olarak tapu ve kadastro verisiyle bütünleşmesi de kadastro bilgi sistemi içerisinde sağlanmış olacaktır. Bu çalışmaların sonucunda Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü bünyesinde 40.000 km² lik yerleşim alanının tamamında 3 boyutlu şehir modeli üretilecektir. (Tufan vd. 2019).

Öte yandan 3 boyutlu kadastronun kapsamına bakıldığında zaman ihtiyacı, imkan ve kısıtlamaları karşılayacak 3 kısımdan oluşmaktadır. Hukuki, kadastral ve teknik kısımdan oluşan bu başlıklar genel olarak aşağıda belirtilen sorulara cevap aramaktadır (Döner ve Bıyık 2009).

- Hukuki kısımda üst üste binmiş mülklerin yasal durumları nasıl korunacaktır? Mülkiyet sınırları, 2 boyuttaki parsel sınırlarından farklı olarak nasıl belirlenecektir? Bu gibi haklar nasıl kullanılabilecektir?
- Kadastral (kurumsal) kısımda mülkiyetin yasal durumunun arazide ve kayıtlarda tanımlanmasının ardından 3 boyutlu mülkiyet hakkı kadastrada nasıl tescil edilecektir? Kadastro, 3 boyutlu mülkiyet ile ilgili bilgileri nasıl sağlayacaktır?
- Teknik kısımda ise 3 boyutlu kadastryu destekleyecek nasıl bir sistem (bilgisayar donanımı, yazılım, veri yapıları) gereklidir?

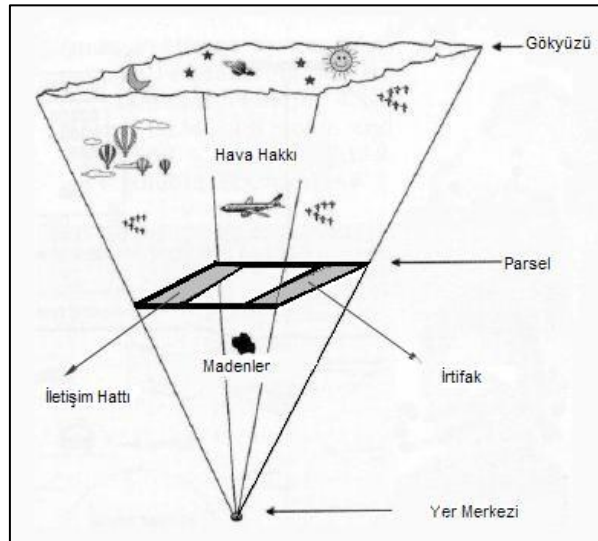
Taşınmazların hukuki durumunu belirlemede 2 boyutlu kadastronun yetersiz kaldığı açık ortadadır. Üçüncü boyuttaki hakların korunduğu yasalara uygun bir kadastro sistemi bu eksikliği ortadan kaldıracaktır. 3 boyutlu kadastradan beklenen bir diğer husus ise nesnelerin konumlarını net bir şekilde tamamlamasıdır. Bunun için öncelikle konumsal nesnelerin boyutları ile bu nesneler arasındaki ilişkilerin incelenmesi gerekmektedir. Akçın ve Yüceer (2005)'e göre 3 boyutlu coğrafi bilgi sistemleri, bu farklı tipteki gerçek nesneler arasındaki analizleri yapabilmelidir. Konumsal genişlik olarak ifade edilen gerçek nesneler şu şekilde sıralanabilir.

- Hukuksal nesneler (bireyler, kurumlar, şirketler)
- Topoğrafik nesneler (binalar, caddeler, kamu hizmet binaları)
- Sanal nesneler (idari sınırlar)
- Soyut nesneler (vergiler, mukaveleler, gelirler)

Benzer şekilde 3 boyutlu bilgi sistemlerine bakıldığında zaman en önemli görevlerinden biri de 3 boyutlu sorgulama yapabilmesidir. Coğrafi bilgi sistemleri istenen mantıksal yapıdaki sorgulamaya imkan vermektedir. Örneğin, coğrafi bilgi sistemleri sayesinde konuma bağlı mevcut bilgilere ulaşılırken farklı amaçlar için yeni bilgileri üretme de yapılabilmektedir.

3.2.1 Kadastroda 3 Boyutlu Mülkiyetin Önemi

Kişinin, gerçek haklar aracılığı ile hak sahibi olarak belirlendiği sınırlandırılmış bir alana 3 boyutlu mülkiyet denir. Mülkiyet hakkı, parsel üzerinde belirlenir ve ilgili yüzey parselin altı ve üstündeki tüm mekânı kapsar (Şekil 3.4). Böylece 3 boyutlu kadastro, hakların uygulandığı alanı, yalnız tescil değil geometrik olarak da temsil etmektedir. Bir parselin kullanımında parsel sahibi, ancak parsel üzerinde sınırlı bir ayni hak tesis edildiğinde sınırlandırılabilir. Bu, kat mülkiyeti tesis edilerek veya yasalarla belirlenen kısıtlamalarla yapılır. Herhangi bir hak belirlenmediği durumda ise mülkiyet kavramının temel kuralları uygulanır (Döner vd. 2011).



Şekil 3.4 Mülkiyetin sınırlarına dair görüşler (Stoter 2002).

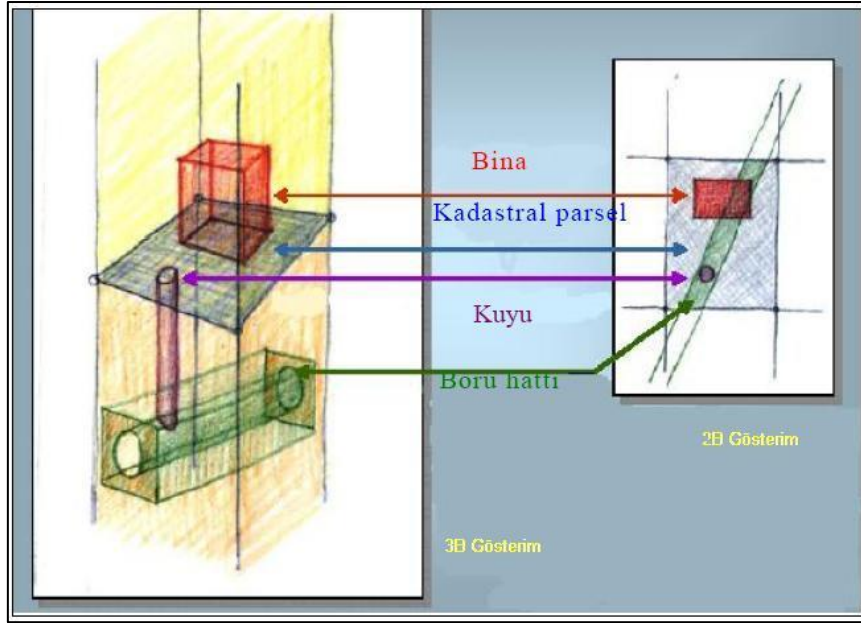
Dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanların büyük şehirlerde yaşama isteği, buralardaki nüfus artışına neden olurken sosyal ve toplumsal problemleri de beraberinde getirmiştir. Bu durum toprağı en temel kıt kaynağına dönüştürmüş haliyle mülkiyet ve mülkiyet yapıları önem kazanmış ve üzerinde yapılaştığımız toprak sabitken nüfus giderek artmaktadır. Arazi kullanımının en uygun şekilde planlanması özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehirler için kaçınılmaz olmuştur. Böylece mülkiyet yapısında arazinin akıllanması zorunlu hale gelmiştir. Burada çok katlı binalar devreye girmiş ve düşey yapılaşma oldukça artmıştır. 2 boyutlu kadastronun buradaki sorunların çözümünde yetersiz kaldığı bilinen bir gerçektir ve 3 boyutlu kadastro gereksinimi apaçık ortadadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Kadastroda 3 boyutlu modelleme verisi ve 2 boyutlu mülkiyet haritası (Kuleyin 2019).

Büyük kentlerde arazi kullanımı oldukça yoğundur ve bu durum arazinin hem altı hem de üzerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu sebeple 3 boyutlu nesneler özel mülkiyete konudur. Yeryüzünün 3 boyutlu yapısına bakıldığında parsel zemin üst hakları yanında üst ve alt kullanım hakları da bulunmaktadır. Parsel üzerinde her üç konumdaki hakların varlığı göz önüne alındığında mülkiyet kavramı ile parselin konumu ve parselin alanı doğrudan ilişkilidir. 3 boyutlu kadastro ihtiyacını ortaya koyan nesneleri Akçın ve Yüceer (2005) yayınında şu şekilde belirtmişlerdir.

- Yeraltı binaları ve yapıları (metro istasyonları, yer altı park yerleri vb.)
- Birbiri üzerine taşmış yapılar örneğin bir yeraltı park yeri veya alt geçitler
- Apartmanlar
- Tarihi eserler
- Kirli alanlar
- Kaynak izinleri



Şekil 3.6 Kadastrada hukuki durumları belirsiz 3 boyutlu nesneler (Ayazlı ve Batuk 2007).

Bu vb. 3 boyutlu nesnelerin hukuki durumlarına bilindiği üzere 2 boyutlu sistemde ulaşılamamaktadır. Taşınmazların hukuki durumlarının belirlenmesi için öncelikle üçüncü boyutun belirlenmesi gerekmektedir. Buradan hareketle taşınmazların hukuki durumlarını belirlemede, haklarını korumada üçüncü boyutun önemli bir yeri vardır. Yaşanan bu hukuki sorun ancak kadastroda bu vb. yapıların üçüncü boyuttaki varlığı ile çözülecektir. Benzer şekilde arazinin yüzeyinde, altında ve üstünde mevcut kadastroda hukuki durumlarının tam olarak anlaşılmadığı, mekana bağlı üç boyutlu nesneler sayesinde üçüncü boyuta ulaşılabilir. Mevcut kadastro paftasında buralar gösterilmemekte yalnızca çizgisel olarak harita üzerinde belirtilmektedir (Şekil 3.6). Alt ve üst hakkı bilgileri için ayrıca projenin görülmesi dosyanın incelenmesi gerekmektedir. Yüzeyin altında ve üstündeki nesnelerin nerde olduğunun belirlenmesi için yasal zorunluluğun getirilmesi elzemdir. Bu coğrafi nesnelere bakıldığı zaman günlük hayatımızı kolaylaştıran ve artık hayatımıza iyice yerleşen yapılar olduğu görülmektedir. Metrolar, boru hatları, yer altındaki kablo sistemleri, yer üstündeki hatlar, yer altı alışveriş merkezleri, depolar, çok katlı binalar, tamamı veya bir kısmı ile birbiri üzerine taşmış yapılar bu üç boyutlu coğrafi nesnelere örnek olarak verilebilir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).



Şekil 3.7 Arastalı Köprü - Irgandı Köprüsü (Atlas 2005).



Şekil 3.8 Altından yol geçen bir yapı ve bu yapıya ait pafta kesintisi (Bilgin 2019).

Konuyla ilgili olarak Akçın ve Yüceer 2005 yılında Bursa kent merkezinde bir alışveriş merkezinin modelini oluşturarak kentsel gelişim açısından 3 boyutlu mülkiyet kavramını, konumsal nesnelerin boyutlarını ve aralarındaki ilişkileri incelemişlerdir. Ayrıca 3 boyutlu mülkiyet kavramının Bursa Kent Bilgi Sistemleri açısından uygulanabilirliğini araştırıp öneriler geliştirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda mülkiyetin, 3 boyutlu olarak tanımlanması ve tapu kütüğüne tescilinin gerekliliği vurgulanmıştır. Böylece düşey boyuttaki hakların korunabileceği, ayrıca yerin altının ve üzerinin kullanımında yaşanan hak ihlallerinin önüne geçilebileceği belirtilmiştir. Bu durumun sonucu olarak da daha sağlıklı kentleşmenin

mümkün kılınacağı, sürekli yıkılıp tekrar yapılmaktan kurtulan şehirlerin tarihi yapılarının korunacağı dile getirilmiştir.

3 boyutlu kadastroya konu olan bir başka husus da Kat Mülkiyeti Kanunu (KMK)'na göre tescil edilmiş alanlardır. Kat mülkiyeti, arsa payı ile taşınmazın ortak yerleriyle bağlantılı özel bir mülkiyettir. Kat mülkiyeti ve kat irtifakı bu mülkiyete konu olmuş taşınmazın her bir bağımsız bölümünün konumuna ve büyüklüğüne göre hesaplanmış değerleri ile oranlı olarak projede belirtilen arsa payının ortak mülkiyet esaslarına göre net bir şekilde gösterilmesi sonucu kurulur (Çoruhlu vd. 2015). Bakıldığı zaman 2 boyutlu kadastro haritalarında düşey mülkiyet uygulamalarının doğru bir şekilde yapılması kolay bir iş değildir. Uygulansa bile mülkiyet sorunları ortaya çıkmaktadır. Günümüzde, hukukçular ve bilim adamları arasında üçüncü boyutun ifade edilmesi tartışılmaktadır. Mülkiyet hakkı, devlet güvencesindedir ve hukuk ile kadastro açısından üçüncü boyutta uygulanabilir düzeye getirilmeye çalışılmaktadır. Kat mülkiyetinin kurulduğu yapıların bazılarında hatalı satışların yapıldığı, satılan daireler arasında bağımsız bölüm numaralarında yanlışlıkların olduğu görülmektedir. Kişi satın aldığı daireyi harita üzerinde göremediği için bu tür problemlerin yaşanabilmektedir. Kat Mülkiyeti Kanunu ile önüne geçilmek istenen çoklu iyelik hakkının çözümünde karşılaşılan bazı problemleri Kumdakçı (2005) şu şekilde özetlemiştir:

- 2 boyutlu kadastro, kat mülkiyetine konu olmuş bağımsız bölümlere ait mimari projelerin, binaların ve bağımsız bölümlerin ifadesinde yetersizdir.
- Tescili bulunmayan yerlerin üzerine inşa edilmiş yapıların, tapuda yasal olarak tescil edilmesi mümkün değildir.
- Taşınmaz sahibinin bağımsız bölüm yüzölçümü ile hacminden tasarruf etme hakkı vardır fakat kayırlarda hacim bilgileri bulunmamaktadır.
- Herhangi bir mahkeme veya icra durumunda ilgili davada taşınmaza ait plan örneği incelenmektedir. Bu taşınmaz, bağımsız bölüm olduğu takdirde kadastro müdürlüklerinin vereceği bilgiler yetersiz kalacaktır, çünkü parsele ait bilgiler bağımsız bölümün 3 boyutlu plan örnekleri değildir.

Buradan hareketle 3 boyutlu kadastro yasalara uygun bir şekilde uygulanması bu tür sorunları da ortadan kaldıracaktır.

3.2.2 Üçüncü Boyutun Mülkiyete Uygulanması

Sosyal ve kültürel yaşamın sonucu olarak büyüyen şehirlerdeki artan nüfus sayısı ve sık yerleşim yerleri birtakım sorunları beraberinde getirmiştir. Böylece modern kentlerdeki faaliyetlerin etkin ve uygulanabilir olması için kurumlardan toplanan mevcut verilerin güncel ve 3 boyutlu olması gerekir. Bu verilerin birbirleri ile ilişkilendirilip analiz ve tahminler yapıp güncel planlarının üretilmesi gerekir. Tüm bu işlemleri kentler için yapan Kent Bilgi Sistemleridir. Vergi ve mülkiyet yönetimi, yapısal oluşumların düzenlenmesi ve takibi, yer altı ve üstündeki yerleşim ile altyapı planlaması ve takibi vb. işlevler Kent Bilgi Sistemleri tarafından yürütülmektedir (Akçın ve Yüceer 2005). Kent Bilgi Sistemleri bilindiği üzere 2 boyutludur. Böylece kentlerdeki karmaşık yapıdan dolayı meydana gelen özellikle mülkiyet sorununa çözüm bulmak için 3 boyutlu mülkiyete ihtiyaç vardır. Kentlerde mülkiyet açısından kayda alınmayan alanlar mevcuttur ve bu durum mülkiyet karmaşasını meydana getirir. Bakıldığı zaman park, bahçe ve yolların altı ve üstü kamuya ait alanlardır ve mülkiyet açısından kayıt dışıdır. Ancak park, bahçe ve yolların altına yapılan yapılar ya da gökyüzünde yapıp bu alanların üzerine taşan yapıların hepsi 3 boyutlu mülkiyet sorununu barındıran örneklerdir.

Türk Medeni Kanununun (TMK) 718. maddesi “Arazi üzerindeki mülkiyet, kullanılmasına yarar olduğu ölçüde, üstündeki hava ve altındaki arz katmanlarını kapsar. Bu mülkiyetin kapsamında, yasal sınırlamalar saklı kalmak üzere yapılar, bitkiler ve kaynaklar da girer.” şeklindedir. Bu nedenle arazi üzerinde bulunan tüm yapıların kayıtlı olması gerekir. Kat mülkiyeti kanununda değinildiği üzere tamamlanmış bir yapıdaki katlar, daireler, bürolar, dükkânlar ve depolar gibi tamamının kullanılabildiği bölümler için taşınmaz malikinin bağımsız mülkiyet kurma hakkı vardır. Bir yapının kat mülkiyetine konu olan her bir bölümüne Kat Mülkiyeti Kanununda bağımsız bölüm denilmektedir. Her bir bağımsız bölüm ayrı bir taşınmaz özelliğine sahiptir. Benzer şekilde bağımsız bölümler, bağımsız bir gayrimenkul gibi dava ve takip konusu olabilir. Bilindiği üzere ülkemizde mevcut sistemde hatalı bağımsız bölüm numaraları oldukça fazladır. Bağımsız bölümlerin 3 boyutlu modellendirilmesi sonucu bu hatalar ortadan kalkacaktır. Kişinin bağımsız bölüm alım satım işlemlerinde yerine gitmesine gerek kalmadan bağımsız bölümün konumunu tespit ederek, mimari projesini görebilmesi mümkün hale gelecektir. Bu sayede hatalı alım satım işlemlerinin önüne geçilmiş olacaktır (Tufan vd. 2019). 3 boyutlu kadastronun sadece yeryüzü için tasarlanması, elbette uygulamanın amacına tam manasıyla hizmet etmeyecektir. Burada

uzun yıllardan beri alt yapısı oluşturulmamış yer altı tesislerinin 3 boyutlu bir sistemde gösterimi çok da kolay olmayacaktır (Şekil 3.9).



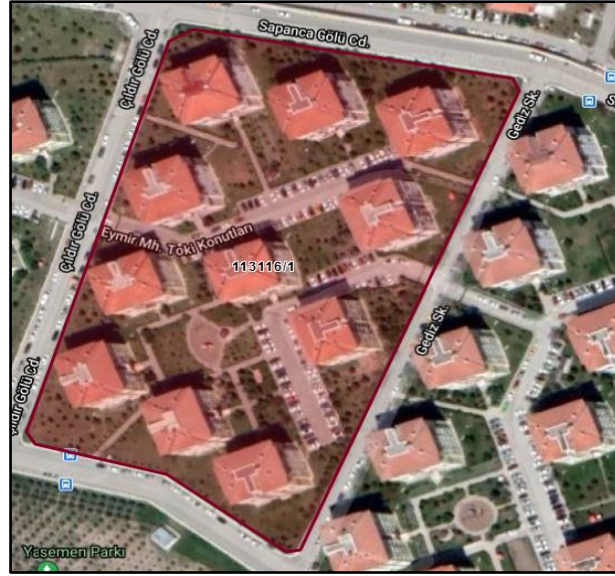
Şekil 3.9 Yer altı haritası yurt dışı uygulamasından bir görünüm (Yılmaz ve Şaşkın 2015).

3 boyutlu kadastro sisteminden beklenen bir diğer husus ise 3 boyutlu sorgulama yapılabilmesidir. Taşınmazlar üzerindeki hak ve kısıtlamalar sistemde kayıt altına alınmalı, binalara ait temel derinlikler hesaplanmalı ve binalar temelden başlanarak modellenmelidir. 3 boyutlu kadastroda doğrulanan ve detaylanan bilgi sayesinde taşınmazların hukuksal ve geometrik bilgileri güvence altına alınacaktır. Böylelikle ekonomik ilişkilerin düzenlenmesi de sağlanacaktır. Şekil 3.10'da TKGM'nin Gölbaşı test çalışmasından kadastro paftasındaki parsellerde bulunan binaların 3 boyutlu görünümüne örnek olarak yer verilmiştir (URL 8).

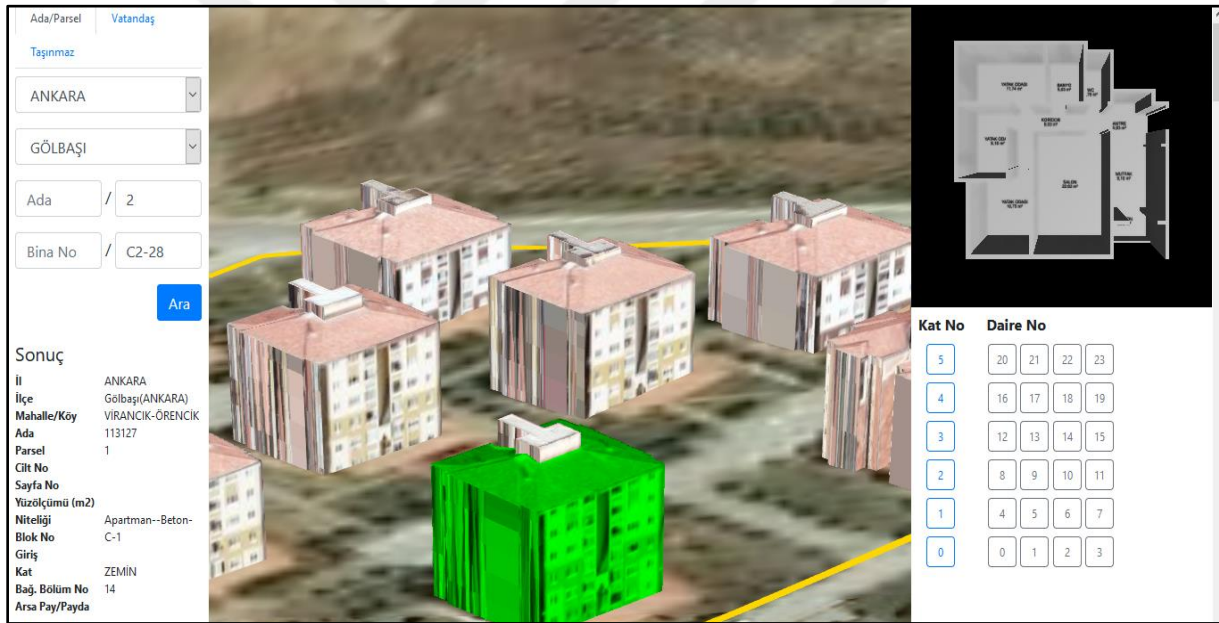


Şekil 3.10 Kadastro paftasında parsellerin üzerinde oluşturulmuş 3 boyutlu binaların görünümü (URL 8).

Kadastro paftasındaki her bir parsel üzerinde bulunan binaların, tüm katlarındaki bağımsız bölümler ve çatılar ayrı ayrı sayısallaştırılmaktadır. Sayısallaştırma işlemi bir CAD programı olan ve dünyada yaygın olarak kullanılan Microstation/Bentley yazılımı ile gerçekleştirilmekte, DGN (Design File) formatında sayısallaştırılmış her bir bağımsız bölüm ve çatı modellerinden, CityGML (The City Geography Markup Language - Şehir Coğrafyası Biçimleme Dili) dönüşüm standartlarına uyumlu 3 boyutlu binalar oluşturulmaktadır (Şekil 3.11). GML (Geography Markup Language) dönüşümünün gerçekleşmesi için önce GeoReferans işlemi yapılmakta ve oluşan 3 boyutlu bina modeli kendi parseline atanmaktadır. Burada ortofotodan faydalanarak binanın yönü belirlenmekte ve uygun şekilde konumlandırılmaktadır (Şekil 3.12, URL 9). Mimari çatı, fotogrametrik çatının üzerine uygun şekilde oturtulmakta ve çatı aktarma işlemi tamamlanmaktadır. Oluşan 3B çatı alanda eksik yerler varsa doldurulmakta hatalı kısımlar düzeltilmektedir. Tüm bu işlemlerin sonunda CityGML standartlarında 3 boyutlu objelere ulaşılmaktadır.



Şekil 3.11 Ortofoto haritadan faydalanarak bina yönlerinin belirlenmesi ve uygun şekilde konumlandırılması (URL 8).



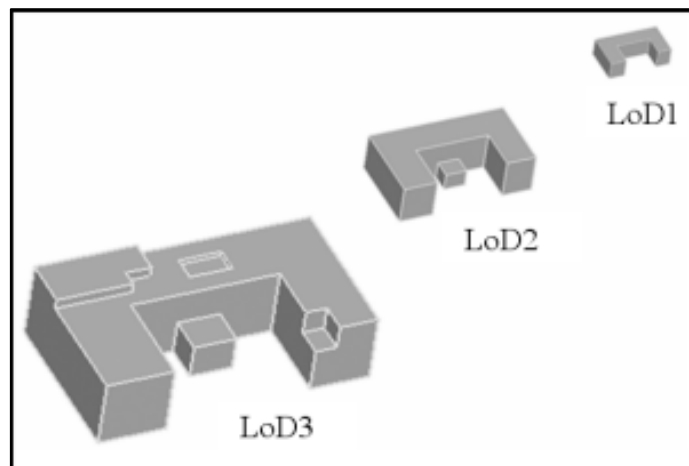
Şekil 3.12 Ortofoto yardımıyla kadastro adası içerisinde uygun şekilde konumlandırılmış 3 boyutlu bina ve bu binanın 3. Kat 14 nolu bağımsız bölümünün kat planı görünümü (URL 9).

Tüm bu gelişmeler sonucunda 3 boyutlu mülkiyet hakkının korunduğu ve güvence altına alındığı yasal ve güvenilir bir kadastro sistemi için gereken tüm çalışmalar tamamlanmalıdır. Bilgisayar teknolojisi ile birlikte teknik gelişmeler göz önünde bulundurularak 2 boyutlu kadastro haritaları üzerine 3 boyutlu modeller yerleştirilmeli ve böylece 3 boyutlu kadastroya geçilmelidir. Bu sisteme “karma çözüm” adı verilmektedir (Bilgin 2019). Ayrıca 3 boyutlu kadastro sayesinde akıllı şehirler için tasarlanan akıllı bina modellerine altlık sağlanacak, 3

boyutlu kadastroda konuma bağılı veri üretildiğinden her binadaki bağımsız bölümlerin konumuna (yön, cephe) araziye gitmeye gerek kalmadan ulaşılacaktır. Benzer şekilde ada, parsel, bina iç ve dış detay bilgilerine erişim sağlanacak, ayrıca kat irtifakı, hatalı bağımsız bölüm bilgileri veya hatalı blok adları sorunları ortadan kalkmış olacaktır. Bu gelişmeler ışığında 3 boyutlu kadastro ile akıllı şehir uygulamalarının bir arada düşünülmesi elbette kaçınılmazdır. Bununla birlikte; 3 boyutlu kadastro sistemi, gelecekteki akıllı şehirlerin oluşturulması noktasında yatırımların doğru yerlere planlı bir şekilde yapılmasını sağlayacak, verdiği bilgilerle beklentileri karşılayacaktır.

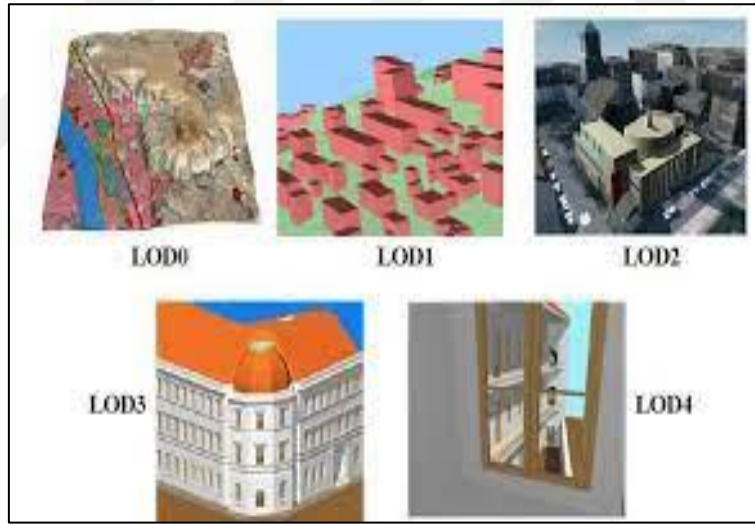
3.2.3 3B Mülkiyet Haritalarının Oluşturulmasında Ayrıntı Düzeyi LOD Kavramı

CityGML standartlarındaki 3B binalarda ölçek kavramı, ayrıntı düzeyleriyle tanımlanmaktadır. Her bir LOD (Detay ve Ayrıntı Seviyesi (Level of Detail)) belirli bir genelleştirme düzeyini gösterir. Bu düzeyler; blok modeller (LOD1), geometrik modeller (LOD2), mimari modeller (LOD3) ve ayrıntılı iç mekan nesnelerini de içeren 3B bina modelleridir (LOD4). Binaların detaylı gösterimine olan ilgi ve ihtiyacın artması, bina ayrıntı düzeylerinin de önemini artırmıştır (Yücel ve Selçuk 2009). LOD'lar için yapılan tanımlamalar karşılaştırıldığında aralarındaki ufak tefek farklılıklara rağmen hepsi düşük çözünürlüklü alt düzey LOD'lardan, daha yüksek çözünürlüklü daha üst düzey LOD'lara doğru bir geçiş halindedirler (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Binanın 3 farklı ayrıntı düzeyinde gösterimi (Yücel ve Selçuk 2009).

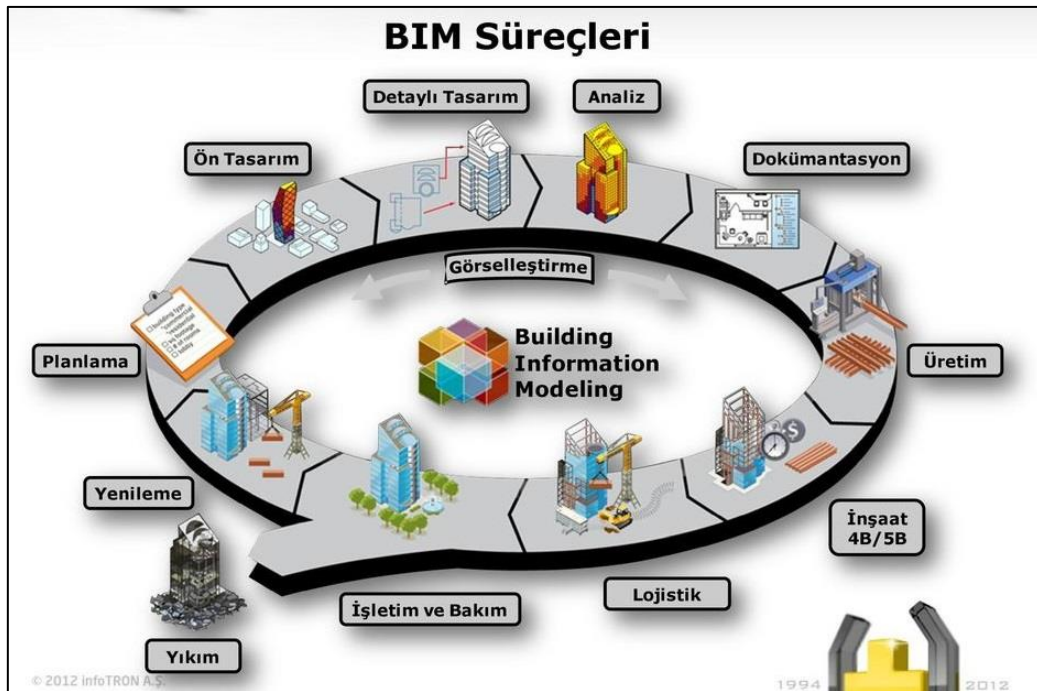
CityGML’de, detayların en az olduğu ayrıntı düzeyi LOD0’dır ve burada sadece 3B sayısal arazi modeli gösterilir. İlgili model alanına ait hava fotoğrafı ya da harita, sayısal yükseklik modeli üzerine giydirilebilir. Bu seviyede arazi modeli 3 boyutlu olmasına rağmen kent modeli 2.5 boyutludur. Bunun sebebi binaların 3B şekilde gösterilmemeleridir. LOD1 ayrıntı düzeyi ise 3B şehir modellemeye yaygın olarak kullanılan bir düzeydir. Burada 3B bina modelleri en basit şekilde gösterilir. Bu seviyede binalar dikdörtgen prizmalar şeklinde, çatılar ise düz bir biçimde modellenir. LOD2 ayrıntı düzeyinde bina çatı tipleri, dış cephe ayrıntıları ve bitkiler belirli oranda gösterilmektedir. LOD3 ayrıntı düzeyi ise binaların balkonları, duvar ayrıntıları, çatılar gibi özelliklerinin gösterildiği mimari özellikli modeller ile oluşturulur. Yüksek çözünürlüklü fotoğraflar, LOD3 düzeyinde yapıların dış yüzeylerine yerleştirilmektedir. Ayrıca ayrıntılı bitki modelleri ve taşınabilir nesneler bu ayrıntı düzeyi ile gösterilir. LOD3 ayrıntı seviyesindeki yapılara, odalar, merdivenler, iç duvarlar, pencereler, mobilyalar gibi bina içindeki nesnelerin de eklenmesi suretiyle LOD4 ayrıntı düzeyinde modeller elde edilmiş olur (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 CityGML’in önerdiği ayrıntı düzeyleri (Uyar ve Uluğtekin 2016).

Farklı ayrıntı düzeylerinde üretilen modeller sayesinde veri miktarı azaltılırken, kullanım, iletişim ve paylaşımda meydana gelen olumsuzluklar da ortadan kalkmış olur. 3 boyutlu modeli ihtiyaca göre farklı ölçek ve içeriklerde oluşturmak ve bunları paylaşımına açmak genelleştirme yaklaşımları ile yapılmaktadır. Bu hususta 3B kent modelleri üretiminde 3B bina genelleştirmesi yaklaşımlarından söz etmek mümkündür. Bilgiye ulaşma noktasında, 3B model üretimi birçok farklı yöntemle yapılmakta ve amacına uygun bir şekilde, kullanılacak teknik seçilerek belirlenmektedir.

Günümüzde değişen ve gelişen talepler sonucunda, proje verilerinin ve bina yapısal elemanları özneteliklerinin, 3B model üzerinde sayısal olarak oluşturulduğu ve yönetildiği bir süreç olan Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling-BIM) ortaya çıkmıştır (Kaya 2019). Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) genel olarak birbirinden farklı disiplinlerin, projenin tasarımında, inşasında ve yönetiminde ortak olarak yararlanabileceği 3B bir bilgi paylaşım süreci olarak tanımlanmaktadır. BIM, bir mimari yazılım veya mimari program değil; bir bilgi yönetim sistemidir. Yine burada BIM için yapılmış genel bir tanımlama “projenin tüm yaşam döngüsü boyunca, bir veri bankası işlevi görerek, sadece planlama ya da yapım aşamasında değil, yapının kullanım aşamasında da yararlanılacak (bütçe dahil) her türlü bilgilerin sunulabileceği ortamdır” şeklindedir (URL 10). BIM bilgiye ulaşmak amacıyla 3B modeli bir araç olarak kullanmaktadır. Üretilmiş 3B modellerin tamamı akıllı objelerden oluşturulup bu objelerin temsil ettiği gerçek model elemanı özelliklerini dinamik bir şekilde karşılayabilmektedir. Farklı yöntemler ve farklı amaçlar doğrultusunda üretilen 3B bina modellerinde verinin azaltılması noktasında, farklı ayrıntı düzeylerindeki modellemelerde, doğru ve akıcı işlem teknikleri üzerine farklı alanlarda pek çok çalışma yapılmıştır. Bu noktada Yapı Bilgi Modellemesi’nde (BIM) 3B bina modellerindeki farklı ayrıntı düzeyleri önem taşımaktadır.



Şekil 3.15 BIM kullanım süreçleri (URL 11).

3.3 AKILLI ŞEHİR KAVRAMI

Teknolojinin son yıllarda her alanda gelişim göstermesinin hiç şüphesiz insan yaşamına da etkileri olmuştur. Öyle ki teknoloji bilinçli olarak ya da farkında olmadan yaşamımızın her alanına iyice yerleşmiştir. Şehirler ve şehir yönetimleri bu durumdan çok fazla etkilenmektedir. Şehirler, yapıları gereği daima üretime, değişime, büyümeye ve gelişmeye açıktır. Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık % 55'i şehirlerde yaşamını sürdürürken Türkiye'de bu oran % 90'dır. Bu haliyle şehirler ile ekonomik gelişmeler arasında yadsınamaz bir bağ vardır. Bugün şehirler, üretim, yenilik ve teknoloji çerçevesinde gelişmekte, verimliliği artırmak yaşam kalitesini yükseltmek hedefiyle akıllı uygulamalar ve benzeri arayışlar içine girmektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanların büyük şehirlerde yaşama isteği, buralardaki nüfus artışına neden olurken sosyal ve toplumsal problemleri de beraberinde getirmiştir. Bu durum toprağı en temel kıt kaynağı dönüştürmekte haliyle mülkiyet ve mülkiyet yapıları önem kazanmakta ve üzerinde yapılaştığımız toprak sabitken nüfus giderek artmaktadır. Arazi kullanımının en uygun şekilde planlanması özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehirler için kaçınılmaz olmuştur. Böylece mülkiyet yapısında arazinin akıllanması zorunlu hale gelmiştir. Burada çok katlı binalar devreye girmiş ve düşey yapılaşma oldukça artmıştır. 3 boyutlu kadastro sayesinde akıllı şehirler için tasarlanan akıllı bina modellerine altlık sağlanacak, 3 boyutlu kadastroda konuma bağlı veri üretildiğinden her binadaki bağımsız bölümlerin konumuna (yön, cephe) araziye gitmeye gerek kalmadan ulaşılabilecektir.

Akıllı şehirler, gelişen teknoloji ve yenilikçi yaklaşımlar sayesinde mevcut kaynakları en verimli şekilde kullanarak gelecekte karşılaşılabilecek sorunlara çözüm üreten, bunları yaparken çevreyi ve doğal kaynakları gözetip koruyan, insan hayatını değerli gören yaşam kalitesinin yüksek olduğu şehirlerdir. Daha genel bir ifadeyle tanımlanacak olursa kentlerin kaynaklarını daha elverişli kullanarak burada yaşayan sakinlere daha iyi hizmet sunmayı amaçlayan bir modernleşme çabasıdır (Elvan 2017). Özünde internet altyapısı ile şekillenen bu sistemde, bütün nesnelere ait sensörlerden toplanan veriler internete aktarılmakta ve işlenmektedir (Şekil 3.16). Çizelge 3.1'de akıllı şehir uygulamalarında kullanılan teknoloji öğelerinin oranları ifade edilmektedir. Bu sayede gerçekleşen uygulamalar insan hayatını ve şehirlerin yönetimini kolaylaştırmaktadır. Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı konulu Cumhurbaşkanlığı Genelgesi'nin 30988 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanması sonucu

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. Genelgeye göre şehirlerin geleceğinin şekillenmesinde yapılacak çalışmalar insan odaklı, doğal hayata ve tarihi mirasa saygılı bir biçimde teknolojiye azami ölçüde faydalanarak tamamlanmalıdır (URL 12). Böylece akıllı şehir uygulamaları, vatandaşların kent yönetimine katılımını artırarak şehirlerde yeni vizyonları hayata geçirecek ve yeni çalışma yöntemleri ile strateji belirleyecektir.



Şekil 3.16 İnternet altyapısı ile şekillenen akıllı şehirler (URL 13).

Çizelge 3.1 Akıllı şehir uygulamalarında kullanılan teknoloji öğelerinin oranları.

Teknoloji Öğeleri	Oranlar
Mobil uygulamalar	% 33
Nesnelerin interneti	% 23
Sosyal medya	% 21
Bulut bilişim	% 7
Büyük veri ve analitik	% 15
Diğer	% 1

Akıllı şehir tasarımlarına genel olarak Hindistan, Güney Kore gibi daha çok Asya ülkelerinde rastlanmaktadır. Güney Kore’de yer alan Songdo akıllı şehri bu örnekler arasındadır. Başkent Seul’ un 65 km güney batısında bulunan bu şehir için uygulamayı Koreli ve uluslararası firmalar birlikte yapmışlardır (Şekil 3.17). Firmalar akıllı şehir tasarımında sayısal coğrafi bilgi sistemlerini kullanmışlardır. Yer altından kurulan sayısal network sayesinde bu tasarıma akıllı binaların da aracılığı ile kolaylıkla evden ulaşılabilir. Uygulama sayesinde pek

çok iş yapılmakta yine pek çok hizmet verilebilmektedir. Veliler çocuklarının öğretmeni ile dışarı çıkmadan evden konferans yapabilmekte, yine benzer şekilde insanlar evden çıkmadan vergi yatırma, bilgi sorgulama gibi işlemlerini yapabilmektedir.



Şekil 3.17 Songdo akıllı şehir örneği (Kayapınar 2017).

Akıllı şehirlerin temelindeki felsefe, dönüşümdür (Elvan 2017). Bu dönüşümün kentin sahip olduğu dokuya uygun şekilde yapılması, mevcut sistemi ve altyapıyı bozmaması gerekir. Buradan hareketle uygulamanın her kentin kendi içinden başlatılması ve yine kendi ihtiyaçları doğrultusunda kurgulanması gerekir. Akıllı şehirlere dönüşümün planlanması ve bu sürecin izlenmesi ile ilgili farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlarda akıllı şehir bileşenleri ele alınır. Akıllı şehir bileşenleri ise, akıllı altyapı, akıllı güvenlik, akıllı enerji, akıllı yönetim, akıllı eğitim, akıllı sağlık hizmetleri, akıllı bina ve akıllı ulaşım olarak belirtilmektedir. Akıllı şehirlerden kastedilen nedir sorusuna cevabı ve buralardan beklenen hizmetleri Kayapınar (2017) yayınında genel olarak şu şekilde vermiştir.

- Haberleşme, enerji dağıtımı ve ulaşım sistemlerinin akıllı altyapı sistemi ile desteklenmesi,
- Eğitim faaliyetlerinde bilgi işlem sisteminin yaygınlaşması,
- Bireylerin bilgi işlem sistemleri sayesinde yönetimin faaliyetlerinden haberdar olması,
- Bina ve yapıların, akıllı bina özelliklerinin tümünü barındırması,

- Anlık gözleme ve değerlendirme yeteneği olan akıllı güvenlik sistemlerinin şehirde var olması,
- Sağlık hizmetlerinin eksiksiz ve kısa sürede verilmesi,
- Akıllı şehir sistemleri sayesinde etkin ve verimli enerji kullanımının sağlanması.

Ayrıca şehirlerin birbirine bağlı bir ekonomide rekabet etmeleri ve şehrin insanının refahını sürdürülebilir bir şekilde temin etmesi için şehirlerin, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları yakından takip etmesi gerekir. Bu gerekliliğin bir sonucu ise şehirlerle ilgili çözümlerin bütüncül ve sistematik olarak ele alınmasıdır. Bu bağlamda akıllı şehir yaklaşımı, üzerinde yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliği mümkün, gelişmiş bir sosyal ve kültürel yaşam standartı sağlayan, insan hayatını değerli gören ve önceliği bu olan şehirlerin etkinliğini artırmayı hedeflemektedir. Verimliliği ve hizmet kalitesi yüksek olan şehirlerin, bugünün sorunlarına çözüm üretmesi ve gelecekte çıkması muhtemel sorunları da engellemesi için bu doğrultuda planlamalarının yapılması sağlanmalıdır.

3.3.1 Akıllı Şehir Bileşenleri

Şehirlerin bilgi teknolojileri ile bütünleşmesi ve bu sayede gerçek zamanlı bilgiye dayalı kararlar alması akıllı şehirlerin amaçlarındandır. Yönetim, eğitim, sağlık, kamu güvenliği, ulaşım gibi şehirlerin önemli altyapı hizmetlerini daha bilinçli ve daha etkin hale getirmek için bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanır. Akıllı şehirlere dönüşümün planlanması ve bu dönüşüm sürecinin izlenmesi amacıyla farklı uygulamalar geliştirilmiştir. Şekil 3.18’de bu yaklaşımlardan genel kabul gören akıllı şehir bileşenleri gösterilmektedir.



Şekil 3.18 Akıllı şehir bileşenleri (Kayapınar 2017).

Bu uygulamalara bakıldığında zaman Avrupa Birliği tarafından da kabul görmüş Cohen'e ait olan "Akıllı Kentler Çarkı (Smart Cities Wheel - SCW)" diğer uygulamalara göre daha ön plana çıkmaktadır (Elvan 2017). Akıllı Kentler Çarkı yaklaşımı akıllı şehirlerin 6 farklı bileşenden meydana geldiğini savunmaktadır. Bu bileşenleri şu şekilde sıralamak mümkündür:

3.3.1.1 Akıllı Hareketlilik/Ulaşım

Bilgi ve iletişim teknolojileri desteğiyle yeni bir entegre ulaşım sistemidir. Burada yapılması istenen öncelikli çalışmalar arasında, gerçek zamanlı trafik bilgisinin üretilmesi ve eş zamanlı olarak yolcular, sürücüler ve operatörlere bildirilmesi yer almaktadır. Akıllı ulaşım bileşeninin temel amacı dezavantajlı gruplar için kapsayıcı ulaşım çözümleri getirmek ve bunu yaparken de çevre dostu bir politika izlemektir.

3.3.1.2 Akıllı Yaşam

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin her alanda faydasını görecektir olan kent sakinlerine daha sağlıklı daha güvenilir bir yaşam alanı sağlamak bu bileşenin amacıdır. Ekonomik ve sosyal

hayatın olumsuz yönde etkilenmediği ve buradaki halkın da yaşam kalitesinin yükseldiği bir ortam sağlamaktadır.

3.3.1.3 Akıllı Yönetim

Belediyeler, Özel İdareler (yerel yönetimler) idari yönetiminde oldukları yerlerde halkın taleplerini karşılamakla bu anlamda çalışmalar yapmakla yükümlüdürler. Bu bileşen de bilgi ve iletişim teknolojileriyle açık yönetim, kamu yönetiminde şeffaflık ve net verilerle kendini göstermektedir. Ayrıca akıllı yönetim bileşeni açık veri politikası sayesinde kamu kesimince üretilmiş verilerin açık bir şekilde ücretsiz olarak bütün paydaşlara pay edilmesi, gerek kamu yönetiminde şeffaflığın sağlanması gerekse katma değeri yüksek ürün ve hizmetlerin üretilmesi açısından önemlidir (Elvan 2017).

3.3.1.4 Akıllı Çevre

Akıllı çevre, bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak yenilenebilir enerji, akıllı şebekeler, mikro şebekeler, akıllı sayaçlar, ileri hava kirliliği izleme sistemleri, çevre dostu binalar ve kent planlaması, enerji verimli akıllı sokak aydınlatmaları, katı atık yönetimi, akıllı su yönetim ve drenaj sistemleri gibi çözümleri kapsayan bileşendir (Elvan 2017).

3.3.1.5 Akıllı Ekonomi

Akıllı ekonomi bileşeni kapsamında verimlilik artışı, e-ticaret, ileri üretim ve tedarik sistemleri, akıllı kümelenmeler gibi uygulamalarda bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılacaktır.

3.3.1.6 Akıllı İnsanlar

Akıllı insanlar bileşeninde, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan bu alanda üretim yapan ve yaratıcılık becerilerini geliştiren bir toplum hedeflenmektedir. Aynı zamanda akıllı insanların oluşturduğu akıllı toplumun, akıllı şehirlerdeki uygulamaları etkin bir şekilde kullanması sonucu şehirlerin gelişiminde önemli bir faktör olmaları söz konusudur.

Yukarıda bahsedilen akıllı şehir bileşenleri birbirini takip eden ve birbirini geliştiren uygulamalardır. Bu yüzden akıllı şehir uygulamalarında bu bileşenlerin bir bütün halinde sistematik bir şekilde ele alınması gerekir. Aksi halde uygulamada etkinlik azalacak akıllı şehirlerden kastedilen tasarım eksik kalacaktır.





BÖLÜM 4

3B MÜLKİYET HARİTALARININ OLUŞTURULMASI İÇİN GERÇEK VERİLERE DAYALI UYGULAMA GELİŞTİRME

Üç boyutlu mülkiyet bilgilerinin elde edildiği bu uygulamada 3 boyutlu modellemenin oluşturulması ve sürdürülmesi için birbirinden bağımsız veriler kullanılmıştır. Bu durum veri tabanları arasındaki bağlantının güçlü olmasından kaynaklanmaktadır. Burada önemli olan verilerin sistematik ve doğru bir şekilde birleştirilmesidir. Uygulamada eğik hava fotoğrafları yardımıyla stereo kıymetlendirme yönteminin kullanıldığı 3 boyutlu şehir modeli üretimi projesinden örnek bir 3 boyutlu bina modellemesine yer verilmiştir. Projede 3 boyutlu modelleme ve kaplama çalışmalarında UVM City GRID yazılımları kullanılmıştır. Ancak stereo kıymetlendirme ve kaplama işlemleri kurum tarafından tüm referans DGN'ler için yapılmıştır. Bu uygulamada binanın sayısallaştırması ve 3 boyutlu hale getirilmesi işlemleri bir CAD programı olan ve dünyada yaygın olarak kullanılan Microstation/Bentley – Descartes V8i yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. DGN formatında sayısallaştırılmış her bir bağımsız bölüm ve çatı modellerinden, dönüşüm standartlarına uyumlu 3 boyutlu binalar oluşturmak mümkündür. CityGML, semantik, coğrafi referanslandırma ve web kullanımı desteği sebebiyle 3B mekansal veri altyapısı çalışmalarında genel bir standart olarak tercih edilmektedir. CityGML formatı, şehirlerdeki tüm topografik nesneler için nesne sınıfları ve ilişkileri pek çok benzer formatta olduğu gibi yalnız geometrik açıdan değil, aynı zamanda semantik, topolojik ve görünüm kapsamında da ele almaktadır (Uyar ve Uluğtekin 2016). Gelişen sensör ve yazılımlar sayesinde eğik hava fotoğrafları veya hava LIDAR (Light Detection and Ranging) verileri kullanılarak farklı LOD seviyelerinde mekânsal verilerin 3 boyutlu olarak görselleştirilmeleri sonucu 3B şehir modellerine ulaşılmaktadır.

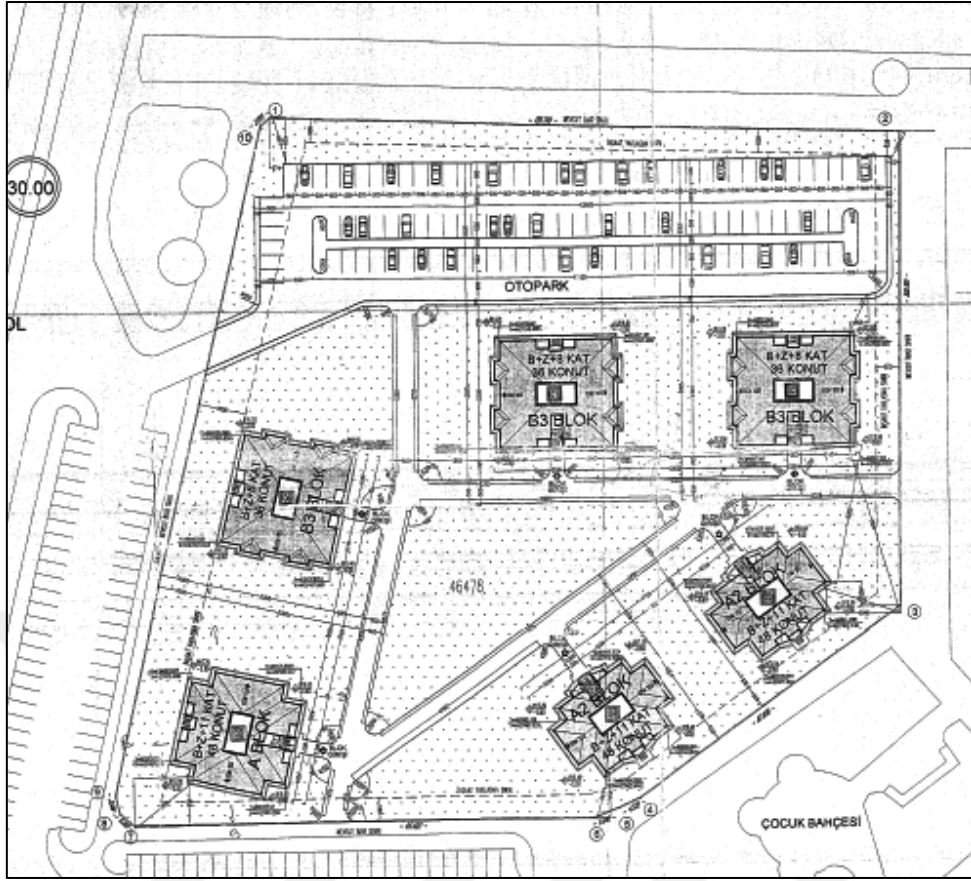
Uygulamada, TKGM tarafından yürütülen “3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesi” kapsamında temin edilen verilere (bkz. EK Açıklama) dayalı örnek bir uygulamaya yer verilmiştir. Çalışma, 3B şehir modeli üretimi projesinden, içinde 6 blokun bulunduğu bir parselde bulunan binaların 3 Boyutlu Kadastroya uygun olarak modellenmesini

yapmayı amaçlamaktadır (Şekil 4.1). Ele alınan bu çalışma CityGML'in önerdiği LOD3 ayrıntı düzeyinde oluşturulmuştur. Burada binanın balkonları, iç ve dış duvar ayrıntıları, bağımsız bölüm sınırları, bağımsız bölüm kapıları ve binanın çatısı gösterilerek mimari model elde edilmiştir. Çalışmada bu şekilde LOD3 düzeyinde modeller üretilmesinin nedeni, proje kapsamında kat mülkiyetine ve satışa konu olan apartman, müstakil ev gibi yapılar ve binanın tüm dış yüzeyleri oluşturulup yapının bir bütün olarak 3 boyutlu modelinin oluşturulabilmesi için hem dış sınırlardan hem de tüm katların, bağımsız bölümlerin, bağımsız bölümlerin içlerinde bulunan kısımların (odalar) ve ortak alanların 3 boyutlu modellerinin elde edilebilmesidir. Böylece kat mülkiyetine konu olan bağımsız bölümlerde yaşanan karışıklıkların önüne geçilmiş olacak ve bu bağımsız bölümlerin iç ve dış detay bilgilerinin 3 boyutlu olarak sayısal ortama aktarılması sağlanacaktır.

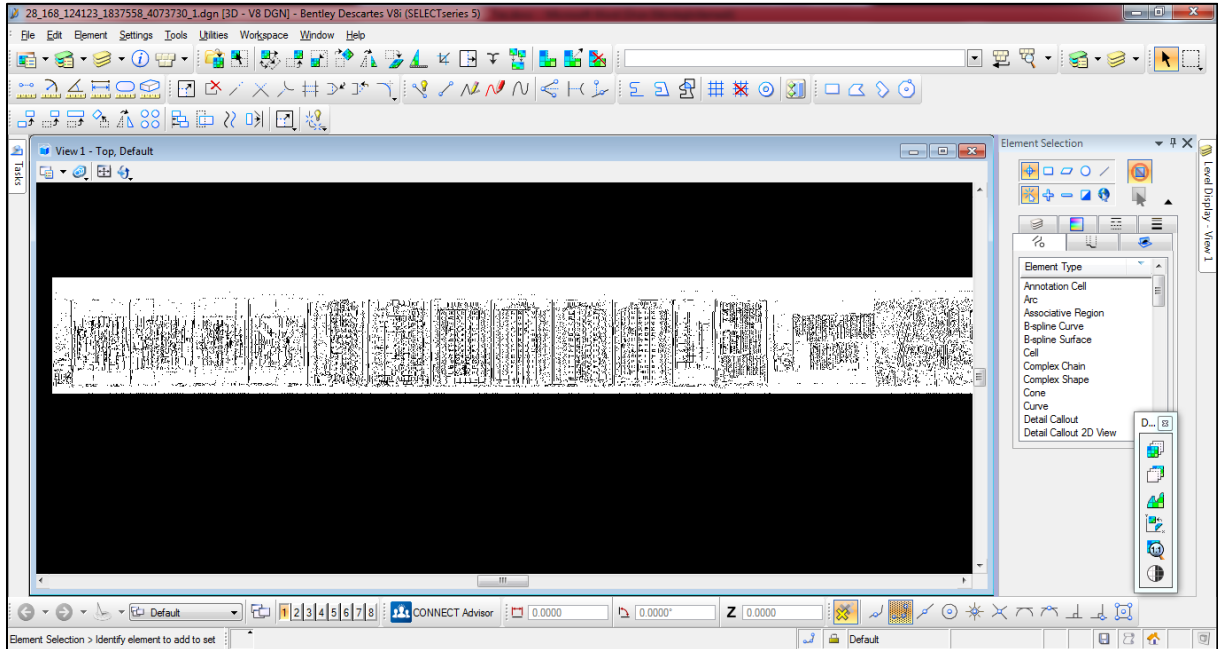
4.1 KULLANILAN VERİLER

4.1.1 Kadastral Veriler

Doğruluğu devlet güvencesi altında bulunan kadastral veri tabanları bina, arsa, tarla sınırları, adres, iyelik vb., bilgileri kapsamaktadır. Uygulamada Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nden alınan bir parsel üzerindeki binalara ait kat planlarının yer aldığı pafta kesiti kullanılmıştır (Şekil 4.2).



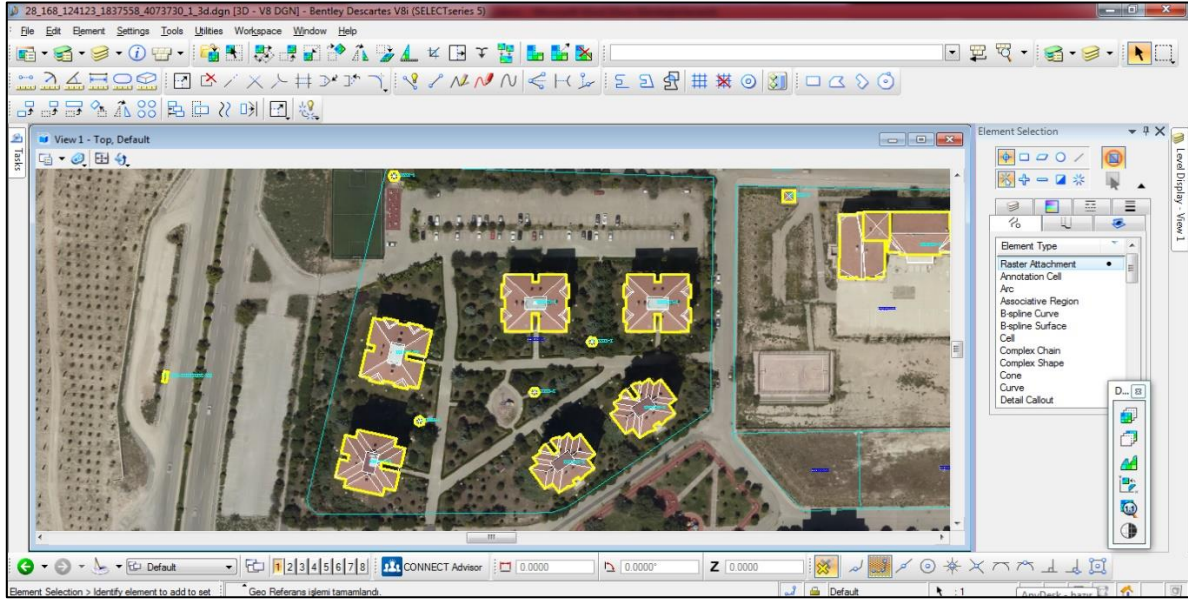
Şekil 4.1 İçinde 6 blokun bulunduğu örnek parselde ait vaziyet planından görüntü.



Şekil 4.2 Uygulamanın yapıldığı binaya ait her bir kat planını içeren pafta kesiti.

4.1.2 Fotogrametrik Harita

Kurum tarafından eğik hava fotoğrafları yardımı ile stereo kıymetlendirme yöntemi kullanılarak ortofoto üretimi yapılmıştır (Şekil 4.3). GeoReferans ve GML dönüşümü işlemleri ile 3B modelleme işlemlerinde bu ortofotodan referans yüzey olarak yararlanılacaktır.



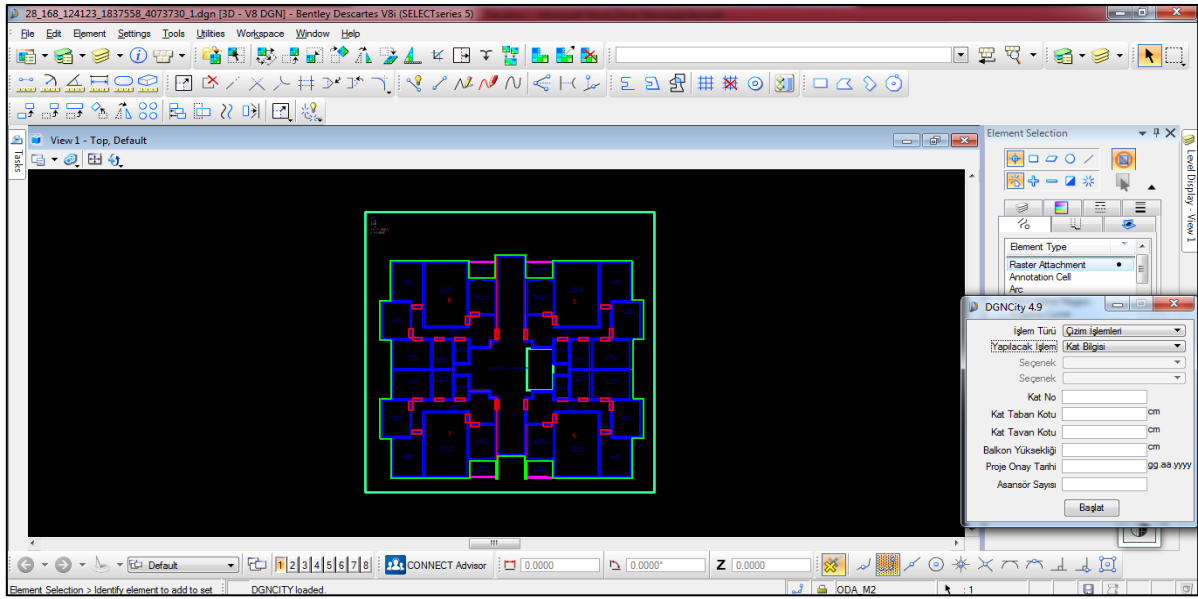
Şekil 4.3 Uygulamada kullanılan fotogrametrik harita.

4.2 MİMARİ PROJENİN 3 BOYUTLU ÜRETİM AŞAMALARI

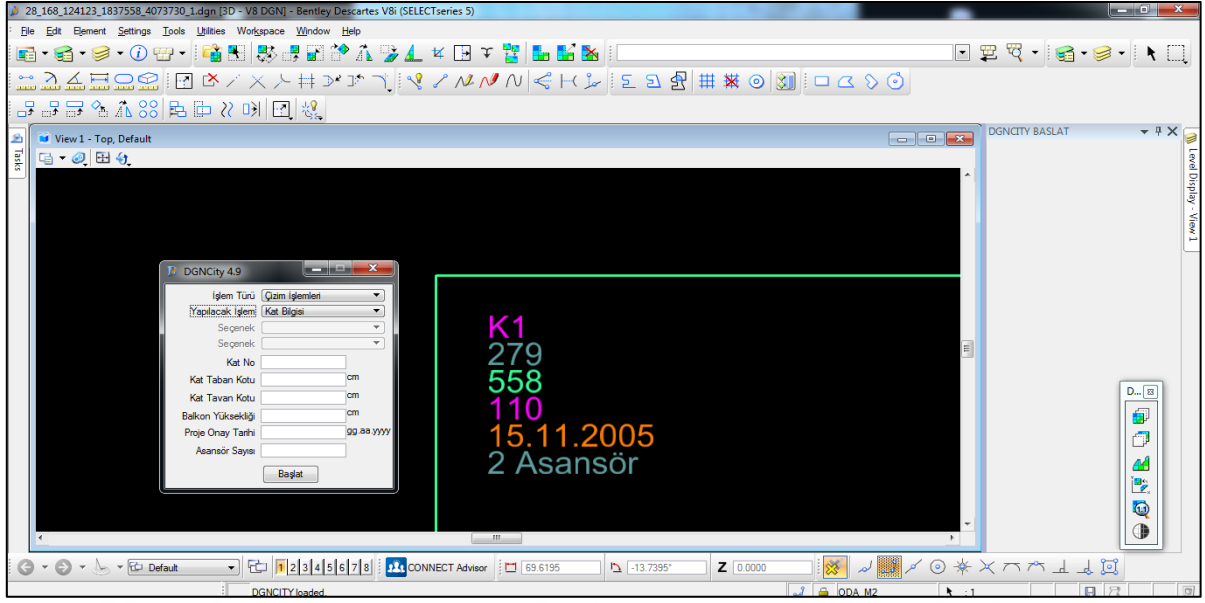
4.2.1 Tüm Kat Planlarının Sayısallaştırılması

Sayısallaştırma işlemi bir CAD programı olan ve dünyada yaygın olarak kullanılan Microstation/Bentley yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle raster ölçeği, vaziyet planındaki kat planı ölçeğine göre düzenlenmiştir. Her bir kat planı ölçeğinin 1/50 olduğu görülmüştür ve raster ölçeği de 1/50 olarak seçilmiştir. Ardından her bir kat için -buna çatı da dahil- ortak bir alan (bina aksı) belirlenmiş ve böylece sayısallaştırma işlemine başlanmıştır. Bina aksı birbirinden bağımsız olarak çizilen kat planlarının kat birleştirme işlemi sırasında üst üste sorunsuz bir şekilde yerleşmesini sağlamaktadır. Bina aksı tüm kat planlarında aynı yerde olmak üzere sabit olan bir obje seçilmelidir. Kullanıcının isteğine bağlı olan bina aksı seçimi, genelde merdiven, havalandırma boşluğu, asansör gibi nesneler olarak belirlendiğinde

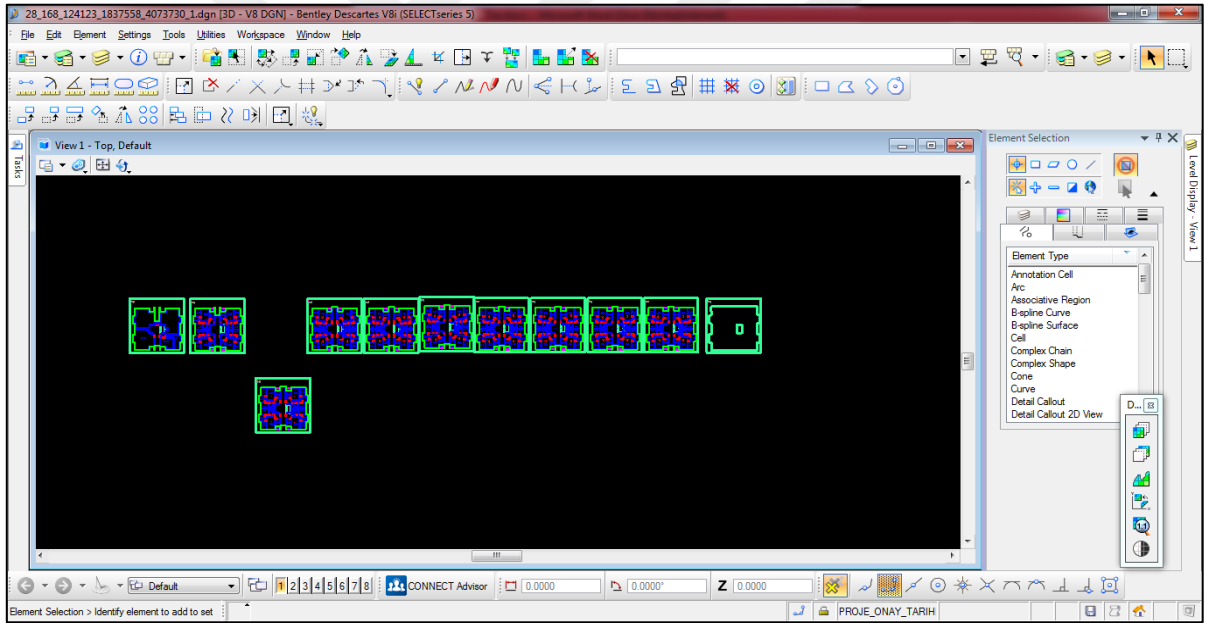
sayısallaştırma ve sonraki işlemlerde kolaylık sağlanmaktadır. Aksi halde kat planları birleştğinde 3 boyutlu model uygun şekilde oluşmayacaktır. Daha sonra dış duvar, bağımsız bölüm sınırları, iç duvarlar, kapılar, balkonlar ayrı ayrı sayısallaştırılmıştır (Şekil 4.4). Yine burada oda adı ve m² bilgileri ile bağımsız bölüm numarası ve m² bilgileri tüm katlar için tek tek girilmiştir. Benzer şekilde tüm katlar için kat numarası, kat taban kotu, kat tavan kotu, balkon yüksekliği, proje onay tarihi ve asansör sayısından oluşan kat bilgileri de işlenmiştir (Şekil 4.5). Son olarak kadastro paftası kesitinde ilgili parsel üzerinde bulunan binanın, tüm katlarındaki bağımsız bölümler ve çatı için sayısallaştırma işlemleri ayrı ayrı tamamlanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.4 İlgili binanın birinci kat sayısallaştırma işleminin tamamlanması.



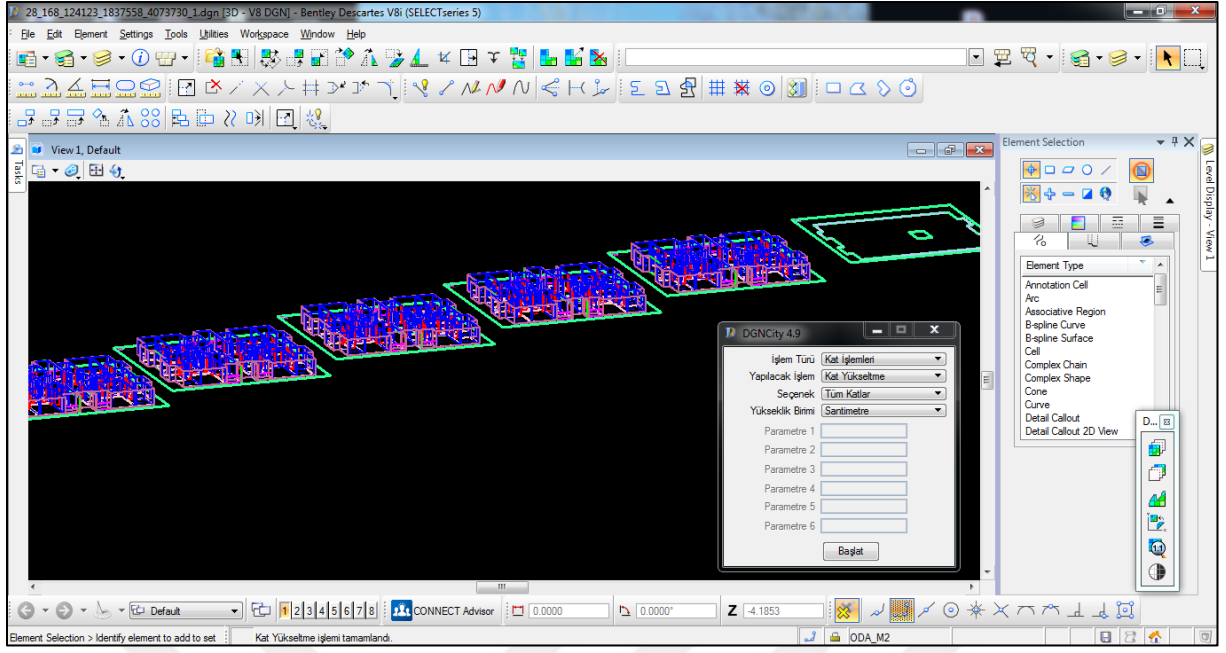
Şekil 4.5 Kat bilgilerinin işlenmesi.



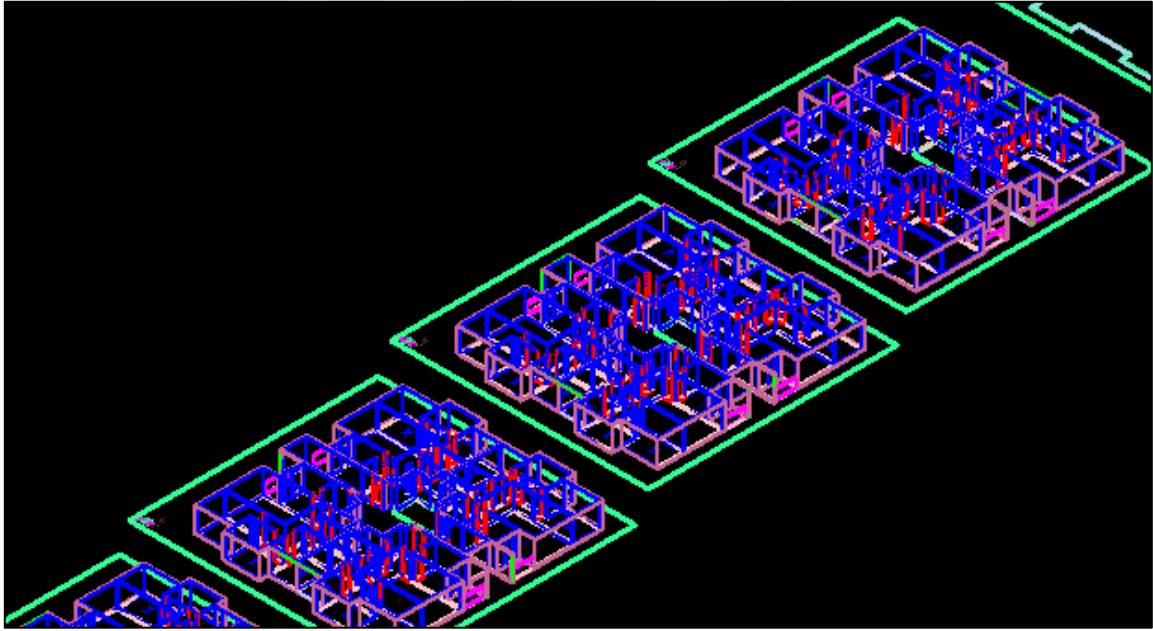
Şekil 4.6 İlgili binaya ait tüm katların ve çatının ayrı ayrı sayısallaştırılması.

4.2.2 Kat Yükseltme İşlemi

Bu aşamada tüm katlar için sayısallaştırma sırasında girilmiş olan taban ve tavan kot bilgilerine göre programa otomatik olarak kat yükseltme işlemi yaptırılmıştır (Şekil 4.7). Böylece 2 boyutlu olarak sayısallaştırılmış tüm iç ve dış duvarlar taban ve tavan kot bilgileri kadar bir yükseklik kazanmıştır (Şekil 4.8).



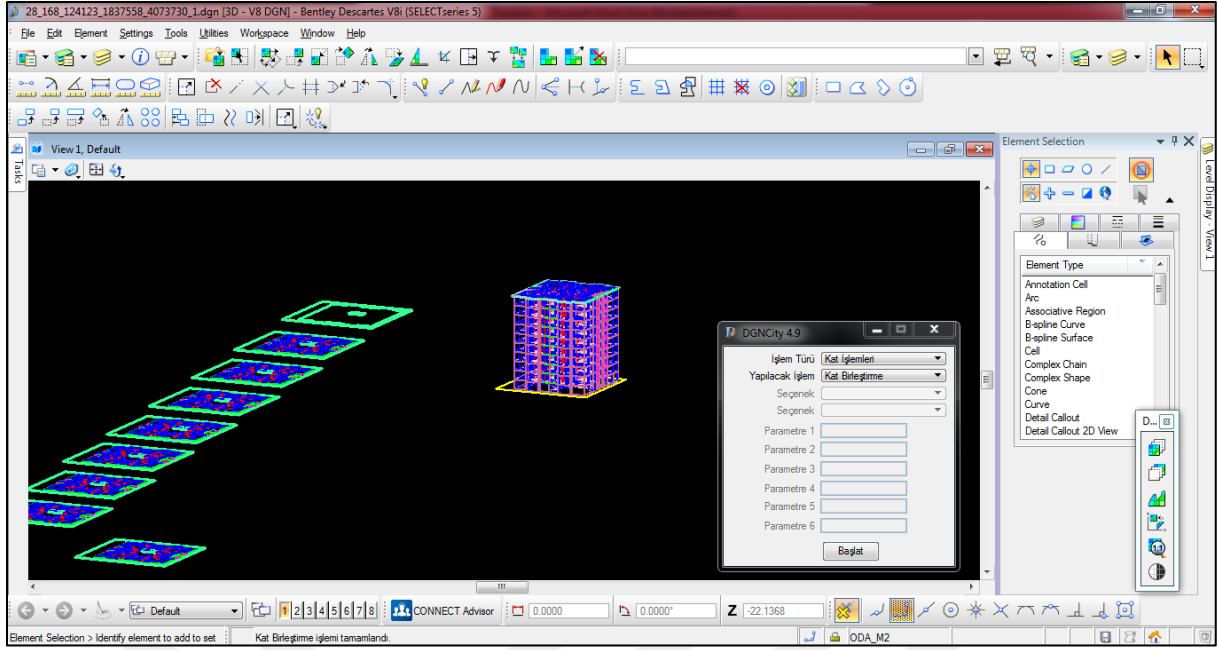
Şekil 4.7 İlgili binaya ait tüm katlarda kat yükseltme işleminin yapılması.



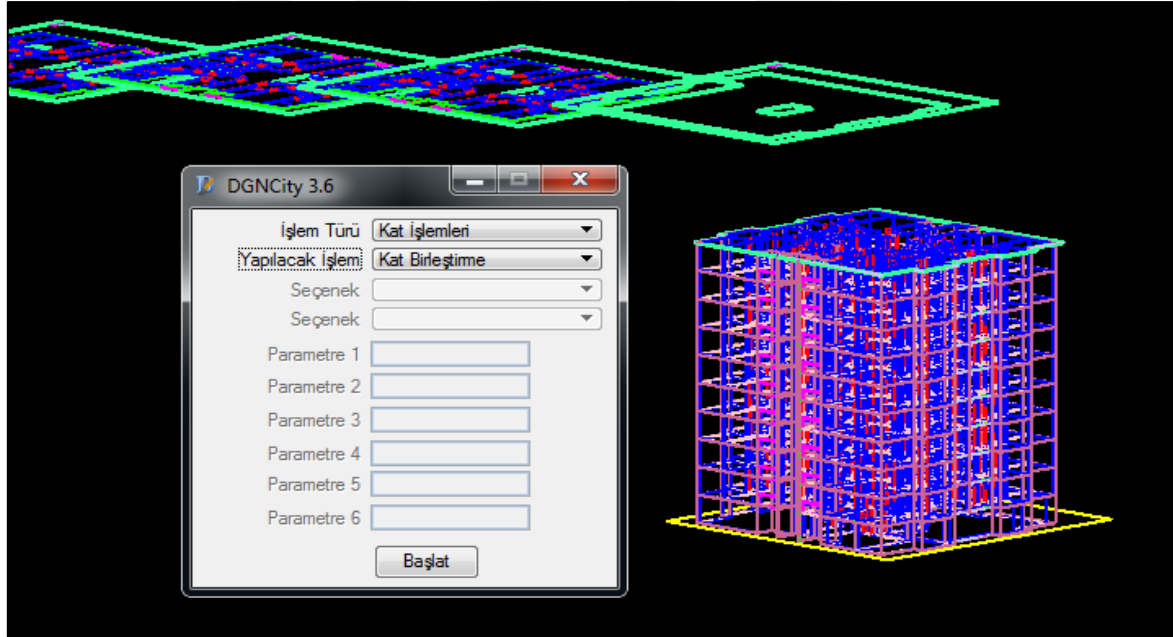
Şekil 4.8 Taban ve tavan kot bilgileri kadar yükselen iç ve dış duvarlar.

4.2.3 Kat Birleştirme İşlemi

Taban ve tavan kot bilgilerince yükselmiş tüm katlar, çizimde ilk iş olarak yapılan ortak nokta belirleme (bina aksı) sayesinde sorunsuz bir şekilde birleştirilmiştir (Şekil 4.9). Böylelikle binanın 3 boyutlu modeli elde edilmiştir (Şekil 4.10).



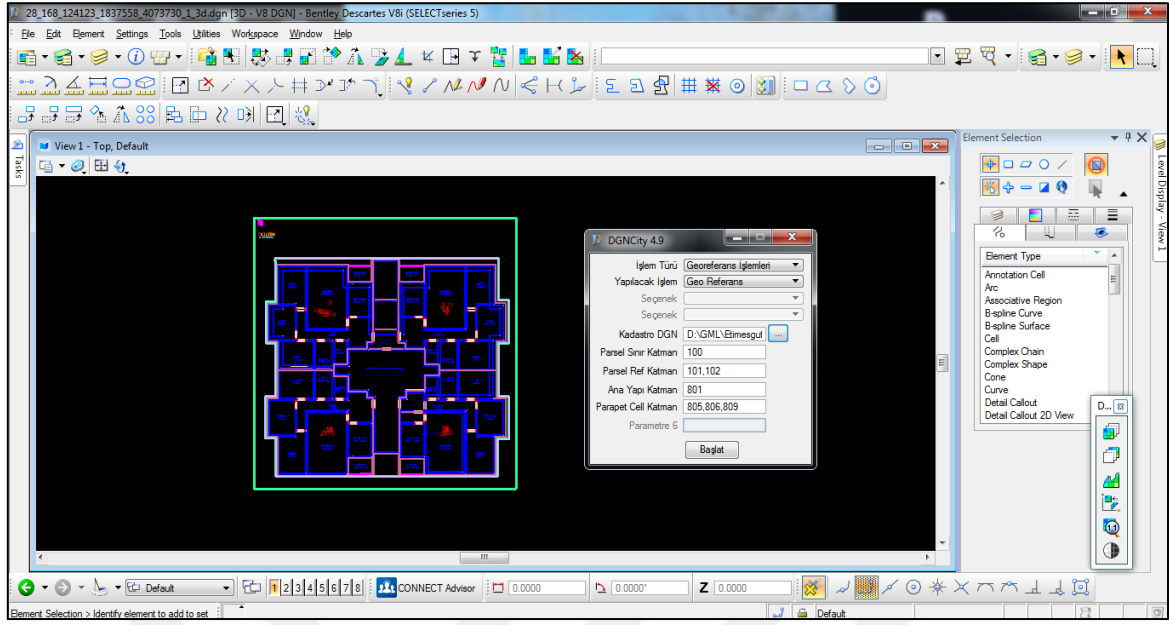
Şekil 4.9 Bina aksı sayesinde sorunsuz yapılan kat birleştirme işlemi.



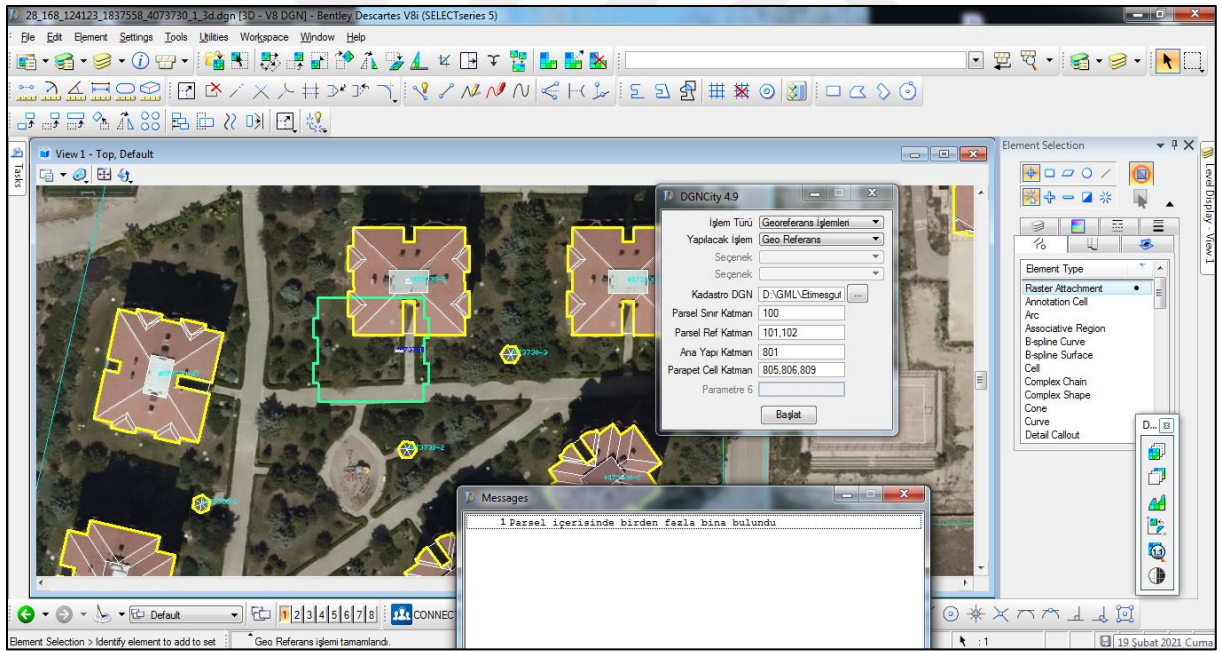
Şekil 4.10 Kat birleştirme sonrası ilgili binanın 3 boyutlu modeli.

4.2.4 GeoReferans İşlemi

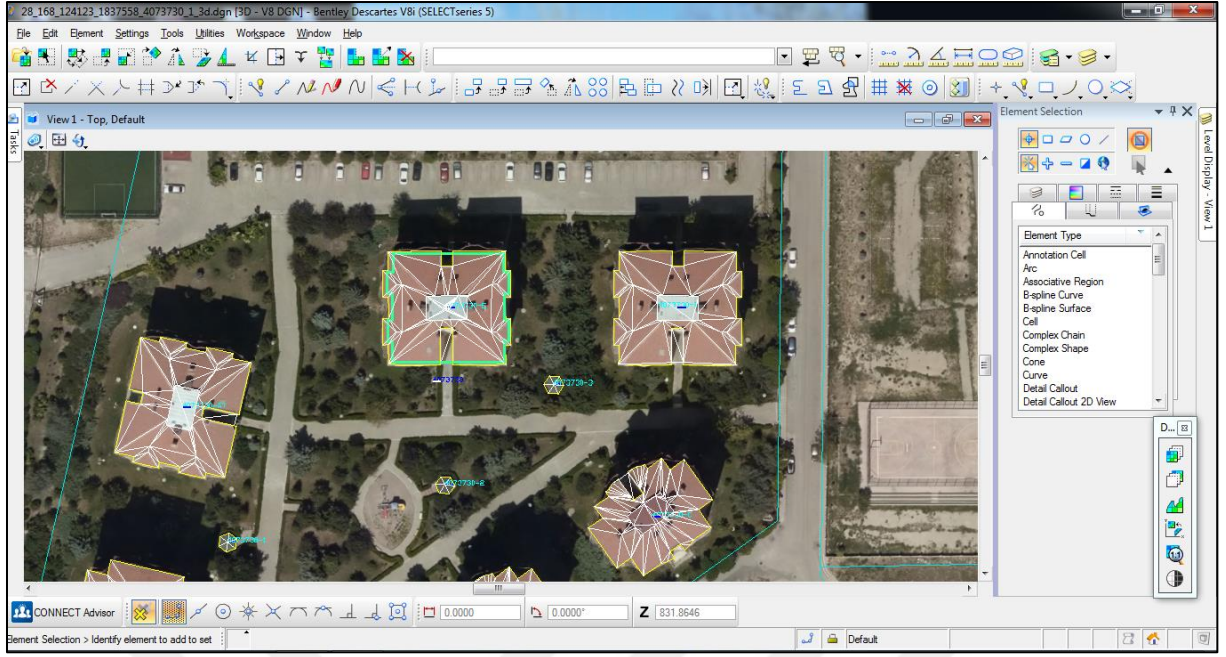
GML dönüşümünün gerçekleşmesi için önce GeoReferans işlemi yapılmıştır (Şekil 4.11). Üretilmiş 3 boyutlu bina modeli bu işlem sonucunda kendi parseline atanmaktadır (Şekil 4.12). Burada ortofotodan faydalanarak binanın yönü belirlenmekte ve ortofotoya uygun şekilde konumlandırılmaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.11 GeoReferans işleminin yapılması.



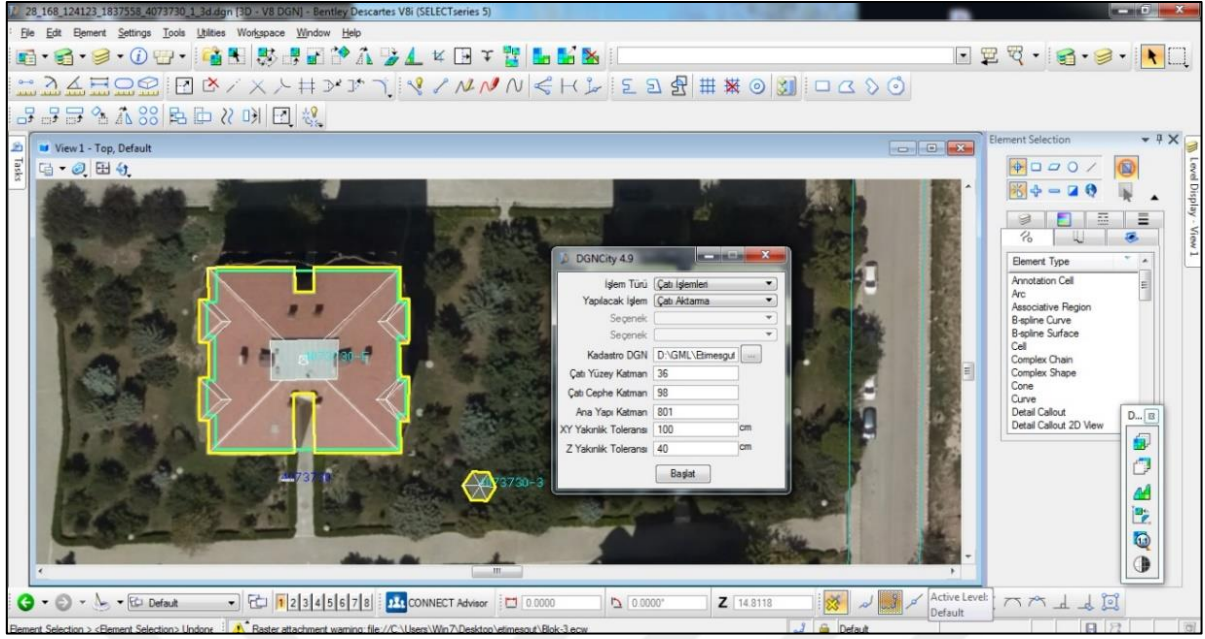
Şekil 4.12 GeoReferans işlemi sonucu 3 boyutlu modelin kendi parseline atanması.



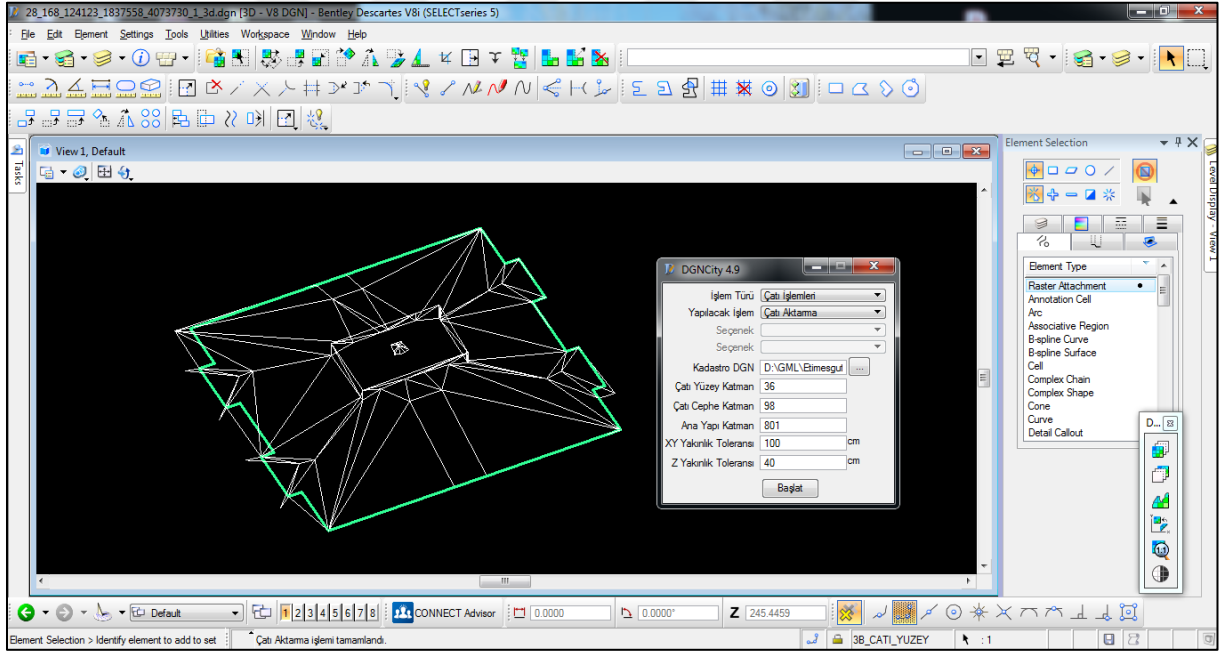
Şekil 4.13 Kendi parseline atanan binanın ortofotodan yararlanarak yönünün belirlenmesi ve ortofotoya uygun şekilde konumlandırılması.

4.2.5 Çatı Aktarma İşlemi

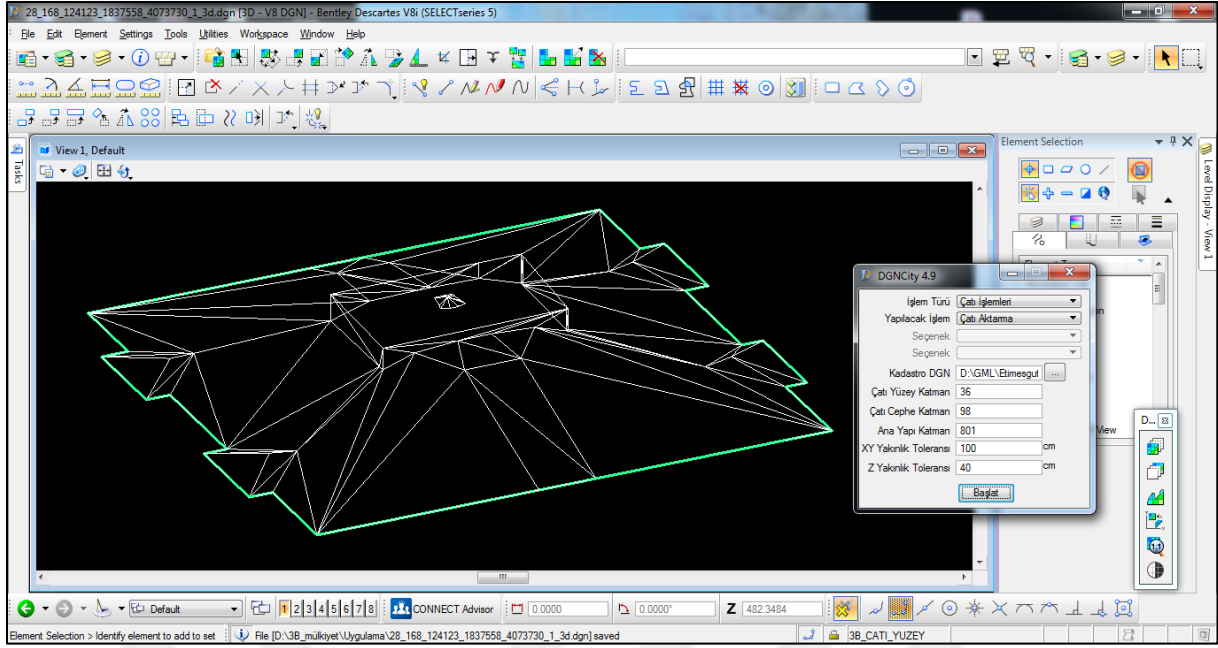
GeoResferans işleminden sonra öncelikle mimari çatı, fotogrametrik çatının üzerine uygun şekilde oturtulmuştur. Ortofotodan faydalanarak binanın yönü, konumu doğru bir şekilde tespit edilmiştir. Ardından çatı aktarma işlemi yapılmıştır (Şekil 4.14). Çatı aktarma işlemi sonucu 3B çatı yüzey katmanı oluşmuştur (Şekil 4.15). Oluşan 3B çatı yüzeyde eksik alanlar doldurulmuş hatalı kısımlar düzeltilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.14 Çatı aktarma işleminin yapılması.



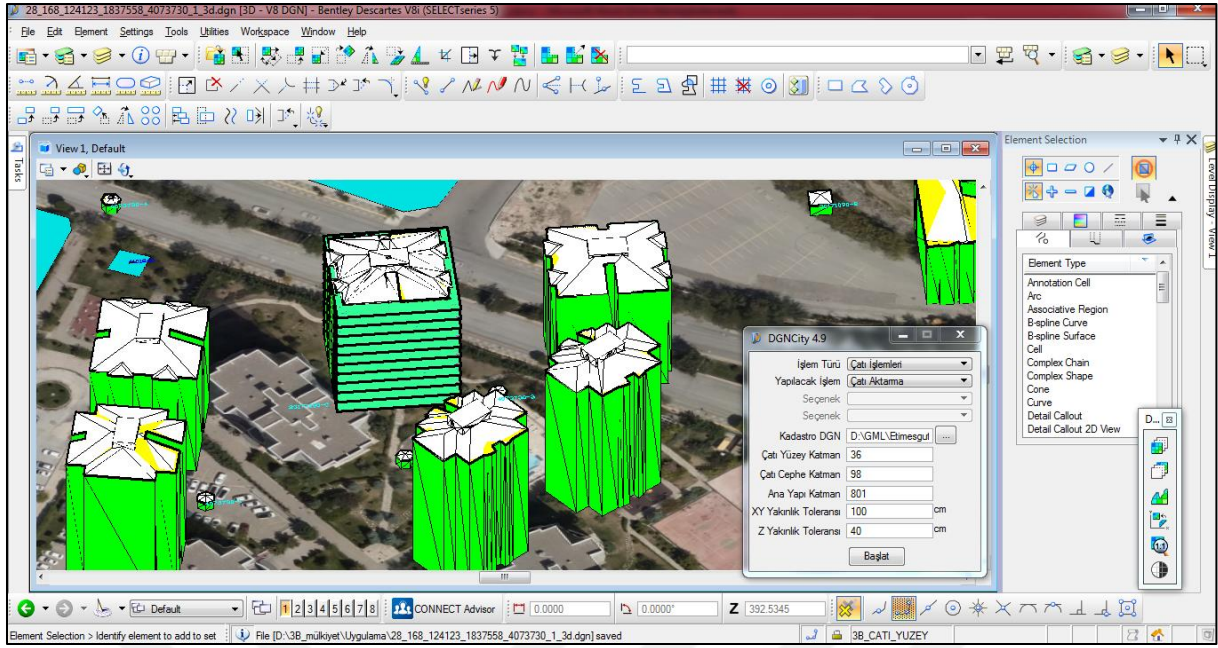
Şekil 4.15 Çatı aktarma işlemi sonrası oluşan 3B çatı yüzey katmanı.



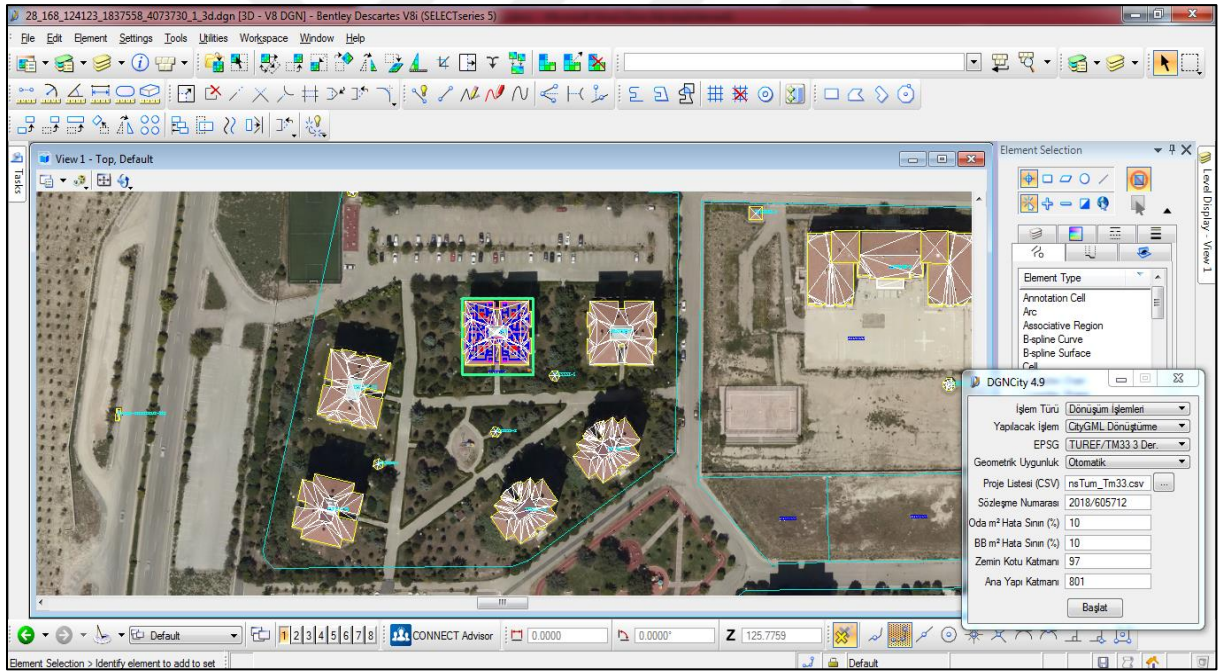
Şekil 4.16 Eksik alanları doldurulmuş hatalı kısımları düzeltilmiş 3B çatı yüzey katmanı.

4.2.6 GML Dönüşümü

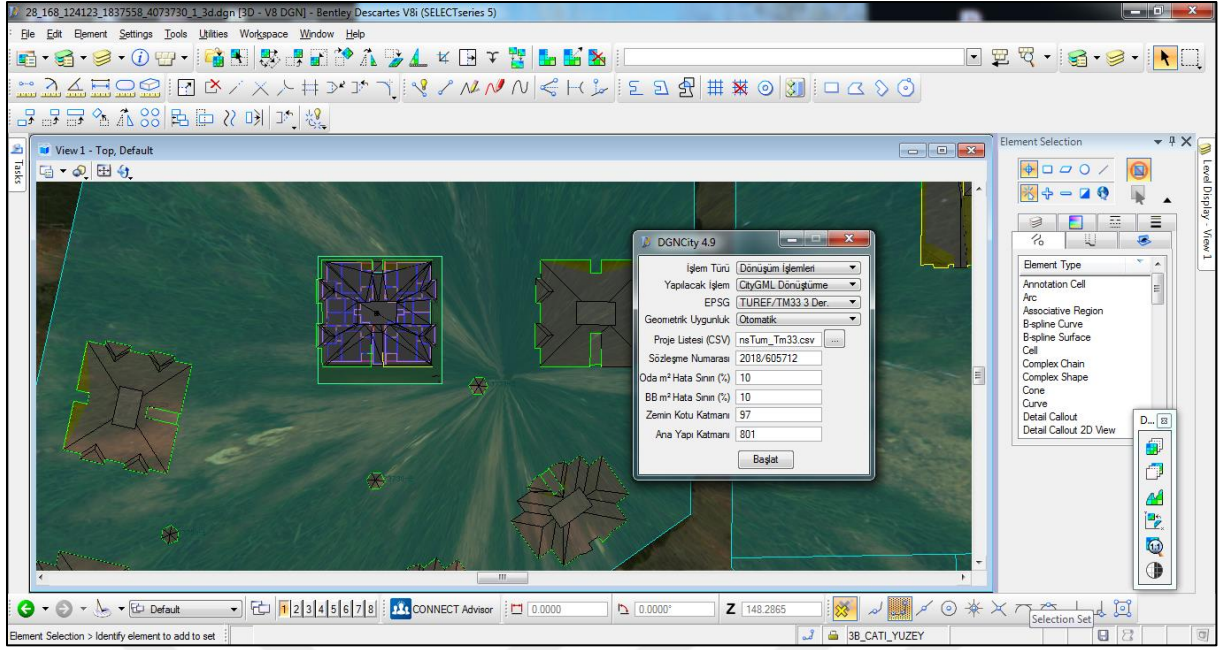
Buraya kadar 3 boyutlu bina, kendi parseli içine uygun konumda ve uygun yönde yerleştirilmiştir (Şekil 4.17). Ardından GML dönüşümü işlemi yapılmıştır (Şekil 4.18 ve 4.19). Tüm bu işlemlerin sonunda CityGML standartlarında 3 boyutlu bina modeline ulaşılmıştır (Şekil 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23). 3 boyutlu bina GML sonrası ortofoto yardımıyla kadastro adası içerisine uygun şekilde konumlandırılmış ve bu binanın 3. Kat 15 nolu bağımsız bölümünün kat planı elde edilmiştir. Benzer şekilde 3B binanın 6. Kat 28 nolu bağımsız bölümünün kat planı örnek olarak gösterilmiştir. Böylelikle 3B mülkiyet oluşturularak her bağımsız bölüm için Tapu Sicilindeki Kat Mülkiyeti, kadastro haritasında oluşturulmuştur (Şekil 4.24 ve 4.25).



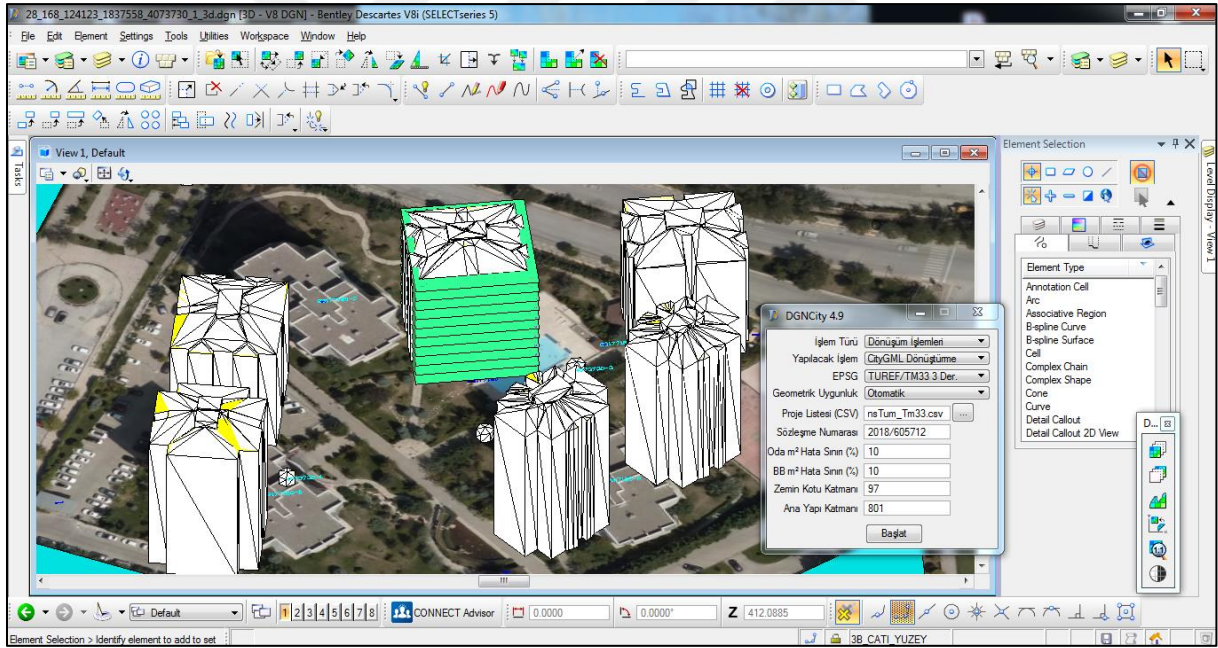
Şekil 4.17 Uygun konumuna yerleştirilmiş 3 boyutlu binanın Filled Hidden Line görünümü.



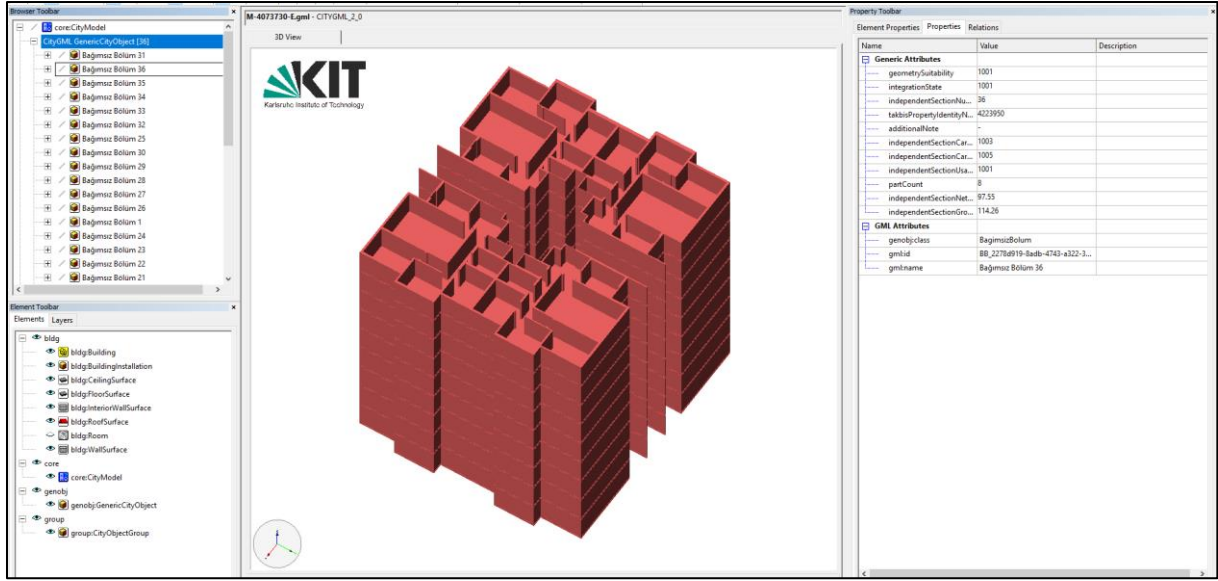
Şekil 4.18 CityGML dönüşüm işleminin gerçekleşmesi (Top görünümünde).



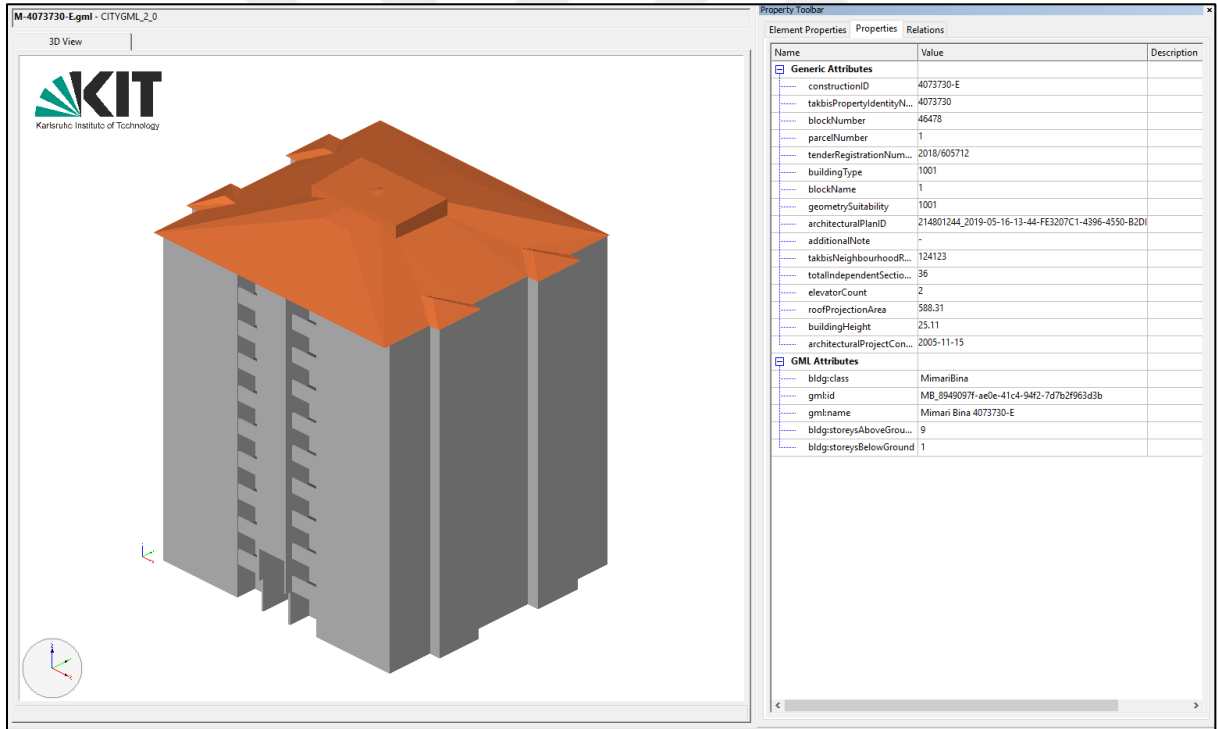
Şekil 4.19 CityGML dönüşüm işleminin gerçekleşmesi (Transparent Modeling görünümü).



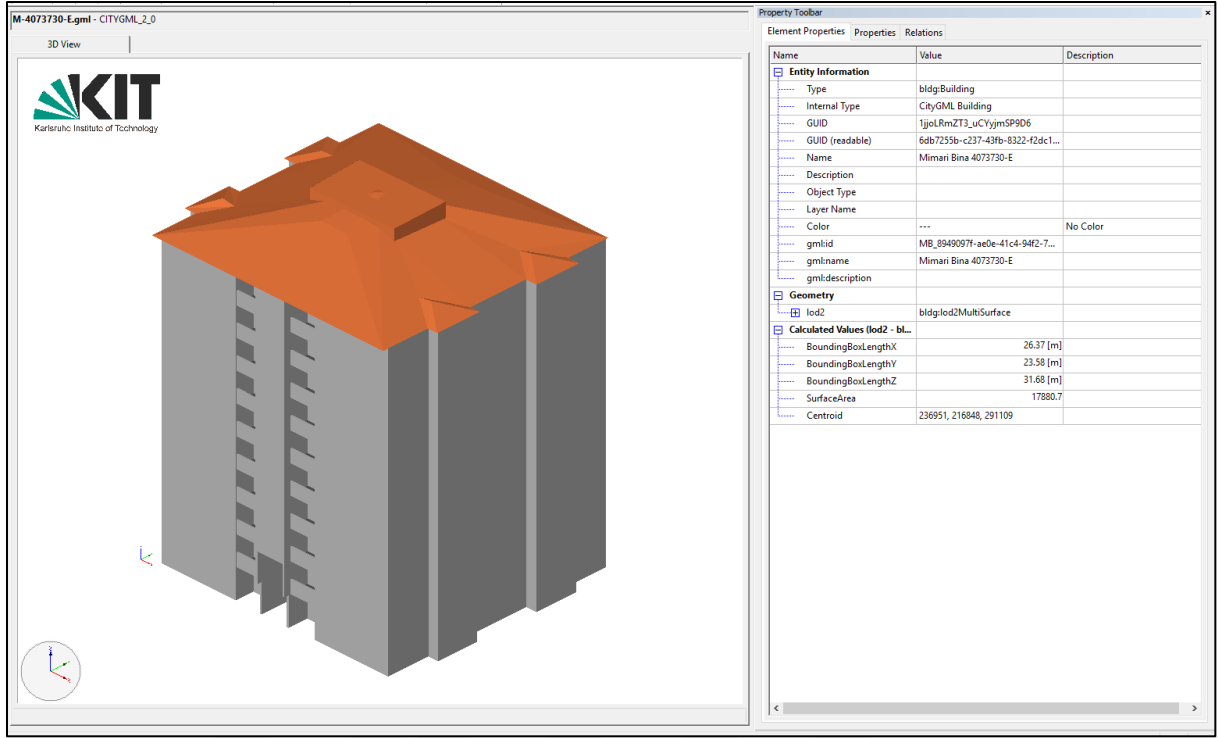
Şekil 4.20 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binanın tamamı ve fotogrametrik haritadaki 3B yüzeyler (Illustration: Ignore Lighting görünümünde).



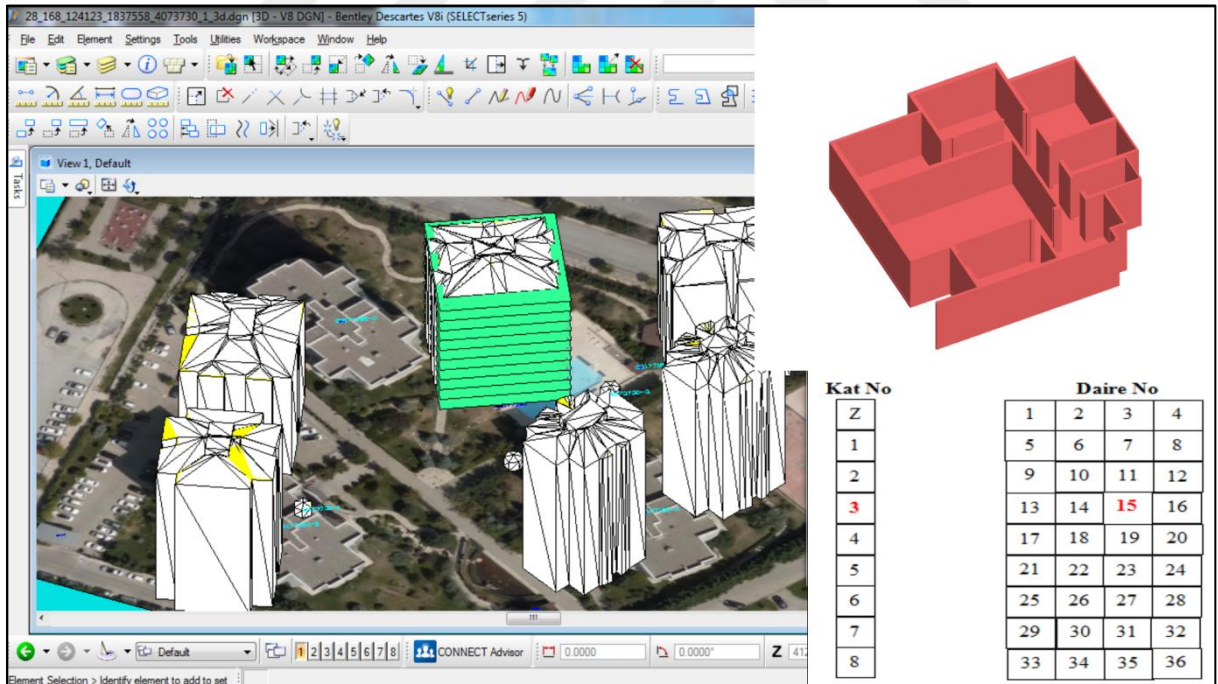
Şekil 4.21 3 boyutlu binanın GML dosyasının FZKViewer’da açılarak vaziyet planında yer alan bilgilerle karşılaştırılıp kontrol edilmesi ve binanın 8 katında toplam 36 bağımsız bölümün varlığının teyit edilmesi.



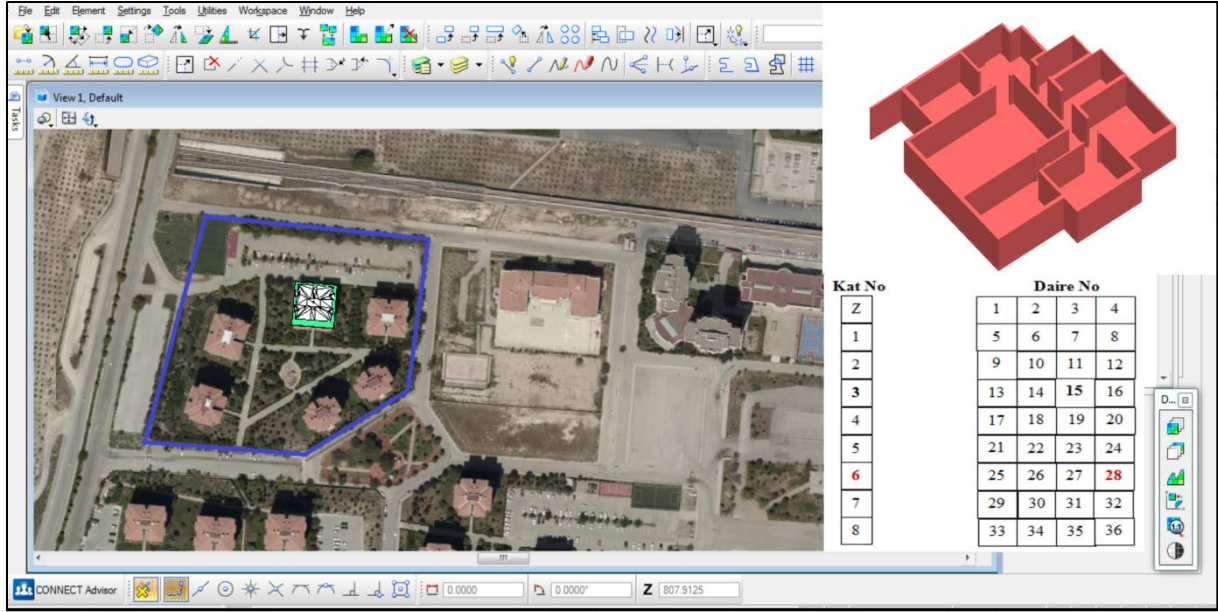
Şekil 4.22 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binanın GML dosyasının FZKViewer’da açılarak blok bilgilerinin kontrolünün yapılması ve 3 boyutlu binanın 9 katının da sorunsuz oluşmasının teyiti.



Şekil 4.23 CityGML dönüşümü tamamlanmış 3 boyutlu binaya ait GML dosyasının FZKViewer’da açılıp yüzey alanı bilgilerinin kontrol edilmesi.



Şekil 4.24 GML sonrası ortofoto yardımıyla kadaströ adası içerisine uygun şekilde konumlandırılmış 3 boyutlu bina (yeşil renkte gösterilmiştir) ve bu binanın 3. Kat 15 nolu bağımsız bölümünün kat planı görünümü.



Şekil 4.25 Ortofoto yardımı ile kendi parseline uygun şekilde konumlandırılmış 3B bina ile bu binanın kat sayısı, katlardaki bağımsız bölüm numaraları ve 6. kat 28 nolu bağımsız bölüm kat planı.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geomatik mühendisliğindeki gelişmelere bağlı olarak 3 boyutlu mülkiyet haritalarının oluşturulması başlıklı bu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilerek öneriler geliştirilmiştir.

- Geomatik mühendisliğinin mekânsal bilgi ile olan etkileşimi konusunda 2 boyutlu haritalar yetersizdir ve CBS'nin tüm dünyada sıklıkla kullanılması sonucunda sayısal haritalar, mekânsal modelleme ve 3 boyutlu modellemenin kullanımı hem zorunlu hale gelmiş hem de kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle 3B yapı, fotorealistik modelleme ve görselleştirme yönteminden faydalananarak 4B CBS ile zamanlamadaki hatalar kolaylıkla bulunabilmekte küçük etkinlikler herhangi bir gecikme olmadan tamamlanabilmektedir. 4B CBS görünümü ile daha iyi görselleştirme yapılabilecek, planlamadaki sıra ve işleyiş daha kolay anlaşılacaktır.

- Günümüzde CBS ve fotogrametrinin birlikte kullanılmasıyla pek çok şey kolaylaşmış ve bu iki bilim arasında bir bütünlük sağlanmıştır. Gelişen teknoloji sayesinde 3 boyutlu şehir modellerinin oluşturulması bu bütünlüğün en iyi tamamlayıcısıdır. Fotogrametri ve 3 boyutlu modellemedeki gelişmelerin CBS ile entegrasyonu sonucunda pek çok uygulama yapılsa da halen kentsel alanlardaki yeni tasarımlar, imar uygulamaları, koruma altında olan tarihi yapıların restorasyonu veya tanıtımı için modellenmesi, kent bilgi sistemi çerçevesinde 3 boyutlu kadastro ihtiyacı, mekânsal alanlarda yol planlaması, mekan ile orman arasındaki ilişkileri düzenleme gibi konularda sanal ortamda oluşturulmuş 3 boyutlu görselleştirilmiş ve güncel modellere gereksinim vardır. Bu 3 boyutlu görselleştirilmiş modeller coğrafi bilgi sistemlerine altlık oluşturacaktır.

- CBS ve fotogrametrinin birlikte kullanılması ile 3 boyutlu şehir modellerinin üretimi günümüzde oldukça önem kazanmıştır. Bununla ilgili olarak TKGM'nin 2019 yılında ülke

genelinde başlattığı proje ile Türkiye'deki 40.000 km² olan yerleşim alanının 3 Boyutlu Şehir Modeli üretiminin tamamlanması halinde, verilerin tapu ve kadastro verisiyle bütünleşmesi ayrıca bu verilerin kadastro bilgi sistemi içerisinde saklanması sağlanmış olacaktır. Fakat burada 3 boyutlu şehir modeli üretimi projesinde TKGM 'nin CBS ve diğer bilgi sistemleri ile iş birliği içinde olması gerekir. Yürütülen projede CBS ile yakından çalışma yapılarak kurumlar arası ilişkilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yüzeyin hem altı hem de üstündeki nesnelere ait kullanılabilecek konumsal veriler, 3B kadastroda çoğunlukla CAD modellerinde saklanmaktadır. Fakat, CAD modellerindeki 3B nesnelerin sınırlarına ait verilerin 3B kadastroda kullanabilmesi için CAD modellerine bazı dönüşüm ve genelleştirme işlemlerinin yapılması gerekir. Kurumların birbiri ile entegrasyon içinde olmaları sonucu bu vb. projelerde daha fazla verim sağlanacak, bilgi sistemlerinin verileri birbirlerine altlık oluşturacaktır.

- Bu gelişmeler ışığında 3 boyutlu CBS ve 3 boyutlu planlama alanlarında yaşanan ilerlemeler, günümüzde 3 boyutlu kadastral tescili teknik açıdan mümkün kılmaktadır. Böylece var olan teknolojik gelişmeler sayesinde 3 boyutlu kadastro yapılabilir ve 3 boyutlu kadastro eksikliğinden kaynaklanan sorunlara çözüm bulunabilir. Bu durumda kadastral haritaların yerini kadastral modellemeler alacaktır.

- 3 boyutlu görünüm sayesinde elde edilen mekânsal veriler ile hangi meslek grubunda olursa olsun daha sağlıklı çalışmalar yapılacaktır. Bu bağlamda 3 boyutlu görünüm ve mekânsal bilgi, günümüzde önem taşıdığı kadar gelecekte de önem arz edecektir. Fakat 3 boyutlu kadastro sadece yeryüzü için tasarlanması, elbette uygulamanın amacına tam manasıyla hizmet etmeyecektir. Burada uzun yıllardan beri alt yapısı oluşturulmamış yer altı tesislerinin 3 boyutlu bir sistemde gösterimi pek kolay olmasa da yapılmalıdır.

- Yeraltı binaları ve yapıları, birbiri üzerine taşmış yapılar, apartmanlar, tarihi eserler ve kirli alanlar 3 boyutlu kadastro ihtiyacını ortaya koyan nesnelerdir. 2 boyutlu kadastro, çözümünde yetersiz kaldığı mülkiyet sorunu, 3 boyutlu kadastro ile çözüm bulmuş olacaktır. Böylece düşey boyuttaki haklar korunabilecek, yerin altının ve üzerinin kullanımında yaşanan hak ihlallerinin önüne geçilebilecektir. Ancak bunun için mülkiyetin 3 boyutlu olarak tanımlanması ve tapu kütüğüne tescil edilmesi gerekmektedir. Bu durumun sonucu olarak da daha sağlıklı kentleşme mümkün kılınacaktır.

- Ülkemizde 3 boyutlu mülkiyet hakkının korunduğu ve güvence altına alındığı yasal ve güvenilir bir kadastro sistemi için gereken tüm çalışmalar tamamlanmalıdır. Bilgisayar teknolojisi ile birlikte teknik gelişmeler göz önünde bulundurularak 2 boyutlu kadastro haritaları üzerine 3 boyutlu modeller yerleştirilmeli ve böylece 3 boyutlu kadastroya geçilmelidir. Fakat bu sistemin yasal alt yapısını oluşturabilmek için Türk Medeni Kanunu'ndaki 3 boyutlu mülkiyet kavramının uygun şekilde hazırlanması, diğer kanunlarda gereken yasal düzenlemelerin öncelikli olarak tamamlanması gerekmektedir.

- 3 boyutlu kadastronun yasalara uygun şekilde hazırlanması sonucu Kat Mülkiyeti Kanunu ile önüne geçilmek istenen çoklu iyelik hakkında karşılaşılan problemler de çözüme kavuşmuş olacaktır.

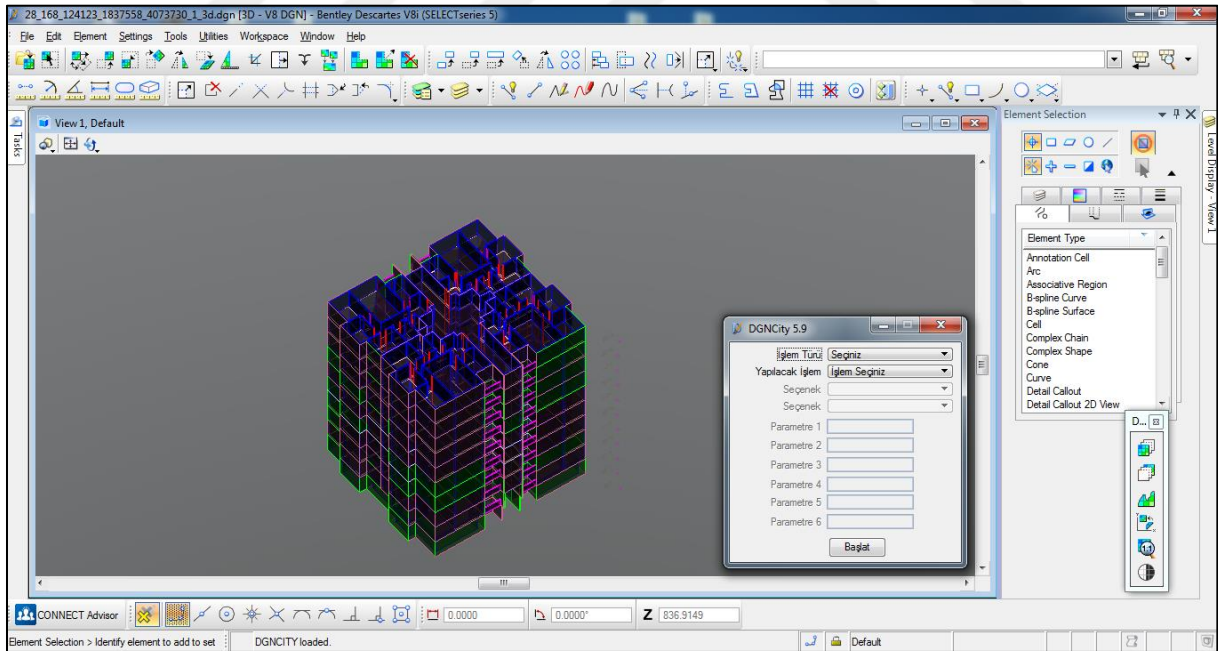
- Kurulacak 3 boyutlu kadastro sisteminin işleyişi analiz edilerek hem ekonomi alanında, hem devletin ilgili birimlerine hem de taşınmaz sahiplerine doğru ve güvenilir bilgi sağlanmış olacaktır. Doğrulan bilgi sayesinde taşınmaz malların hukuksal ve geometrik boyutları güvence altına alınacaktır. Böylece yatırımların ve ekonomik ilişkilerin bir düzen içinde sürdürülmesi mümkün olacaktır.

- Öte yandan 3 boyutlu kadastro sistemi, akıllı şehirlerin oluşturulması ve yatırımların daha doğru planlanması aşamasında verdiği bilgilerle de önem arz edecektir. Şehirlerin birbirine bağlı bir ekonomide rekabet etmeleri ve şehrin insanının refahını sürdürülebilir bir şekilde temin etmesi için şehirlerin, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları yakından takip etmesi gerekir. Bu gerekliliğin bir sonucu ise şehirlerle ilgili çözümlerin belirli bir sistem içerisinde ele alınmasıdır.

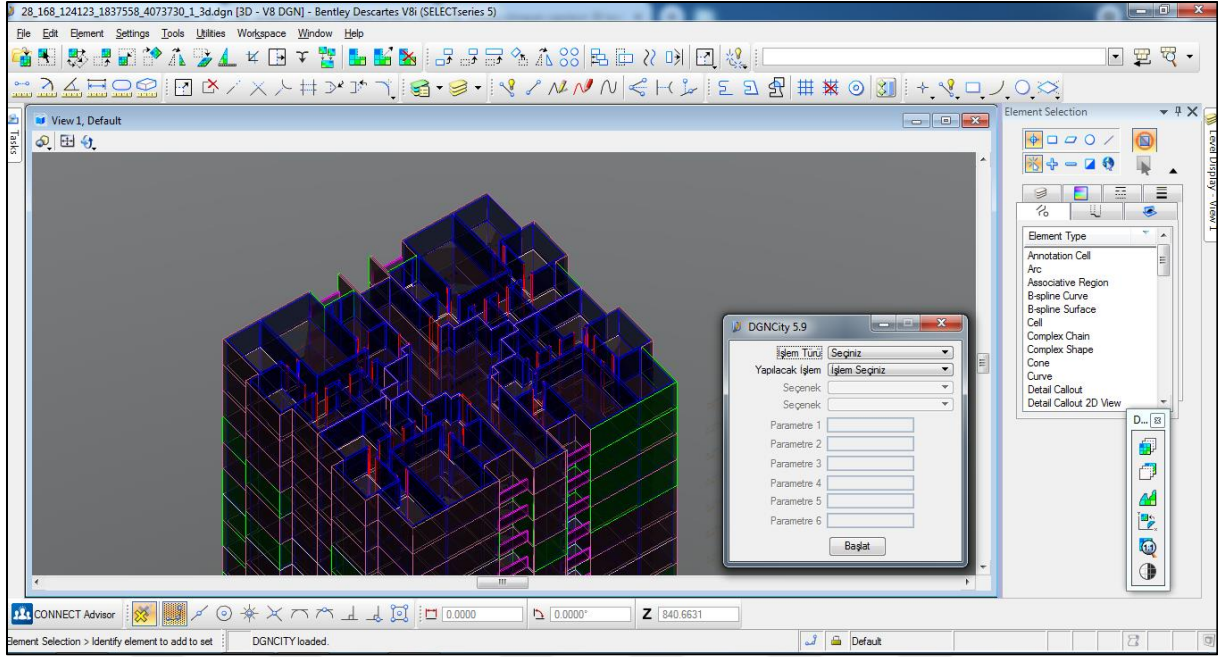
- Günümüz kentlerinde karşılaşılan sıkıntıları yönetmenin ve üstesinden gelmenin yollarını bulmak, yerel yönetimler için adeta bir zorunluluktur. Bu sıkıntıların başında çarpık ve hızlı kentleşme, hava kirliliği, çevrenin bozulması, yoğun trafik ile su ve atık sistemleri gibi sorunlar yer almaktadır. Bu ve benzeri sorunların çözümü için kesinlikle yeni bir vizyona yeni bir anlayışa ihtiyaç vardır. Böylece akıllı şehirlerin ülkemiz için bir lüks değil aksine bir ihtiyaç olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu bağlamda Türkiye'de bazı metropollerde az da olsa akıllı şehir uygulamalarına rastlıyor olmak sevindiricidir.

• Türkiye’deki akıllı şehir uygulamalarına bakıldığı zaman dünyadaki uygulama örnekleri ile kıyaslandığında oldukça yeni olduğu ve geliştirilmesi gerektiği gözlenmektedir. Ülkemizde yalnızca akıllı şehir uygulamalarının teknolojik boyutuna rastlanmaktadır. Fakat akıllı şehir uygulamasının tam olarak niteliğini taşıması için tüm bileşenlerinin bir bütün halinde sistematik olarak ele alınması gerekmektedir. Aksi halde uygulamada etkinlik azalacak akıllı şehirlerden kastedilen tasarım yetersiz kalacaktır.

• Yapılan bu tez çalışmasının son bölümünde 3B mülkiyet haritalarının oluşturulması için gerçek verilere dayalı olarak gerçekleştirilen uygulamada 2 boyutlu olarak sayısallaştırılmış binanın 3. boyutunun elde edilmesi ve GeoReferans işlemiyle ait olduğu parsel atanması ardından binanın yönüne göre uygun şekilde konumlandırılması ve GML dönüşümü tamamlanmıştır. Böylelikle CityGML standartlarında LOD3 düzeyinde ayrıntılı iç mekan nesnelerini içeren 3B bina modeli elde edilerek binadaki tüm bağımsız bölüm bilgilerine 3 boyutlu ortamda erişim mümkün kılınmıştır (Şekil 5.1). Binaların detaylı gösterimine olan ilgi ve ihtiyacın artması, bina ayrıntı düzeylerinin de önemini artırdığından uygulamada bu seviyede model üretmesi kurum tarafından uygun görülmüştür.



Şekil 5.1 Tüm bağımsız bölümlerin dış duvar ve iç mekan bilgilerinin detaylı olarak modellendiği 3B bina.



Şekil 5.2 Tüm bağımsız bölümlerde dış duvar ve iç mekan bilgilerinin detaylı olarak modellenmesi.

- Buradan hareketle gelişen sensör ve yazılımlar sayesinde eğik hava fotoğrafları veya hava LIDAR verileri kullanılarak farklı LOD seviyelerinde mekânsal verilerin 3 boyutlu olarak görselleştirilmeleri sonucu 3B şehir modellerine ulaşılmaktadır. 3B şehir modelleri, kentsel uygulamalarda karar vermede, projelendirmede, mühendislik uygulamalarında veya farklı sektörlerde altlık olarak kullanılmaktadır. Böylece günümüzde 3B şehir modelleri üretimi ve kullanımı artık bir gereklilik olarak görülmektedir.

- Bakıldığı zaman 3B kent modelleri çalışmalarında net bir şekilde belirlenmiş kurallar halen bulunmamaktadır. Konu ile ilgili ilk çalışmayı, 3B bina veri paylaşımını kolaylaştırmak amacıyla CityGML kapsamında Open Geospatial Consortium (OGC) yapmıştır. Fakat bu çalışmalar günümüzde genişletilerek detaylandırılmalıdır. Bu sebeple OGC, bu alandaki çalışmalarına hala devam etmektedir. CityGML, coğrafi referanslandırma ve web kullanımı desteği sebebiyle 3B mekansal veri altyapısı sunmada oldukça başarılıdır. Yapılan uygulamada bu duruma dikkat çekmek istenmekte ve bu alandaki gelişmelerin takip edilmesinin 3B kent modelleri üretimi için önem taşıdığı vurgulanmaktadır.

- CityGML'in bir başka avantajı ise 3B sayısal arazi modellerine, 3B bina modellerine ve 3B şehir nesnelere modelleme kolaylığı sağlamasıdır. Burada en önemli husus ayrıntı düzeylerinin, farklı veri setlerindeki verileri 3B kent modelleri ile birlikte kullanmasıdır.

Böylece farklı şehir modellerinin uygun standartlarda olması, birbiri arasındaki veri alış-verişi, birbirleri ile bütünleşmesi farklı ayrıntı düzeyleri sayesinde mümkün olacaktır. Bu nedenle 3B şehir modelleri üretimi konusunda çalışmaların çeşitlenerek genişletilmesi her alanda yarar sağlayacaktır.

- Tüm bu gelişmelerin yanında ülkemizde kat planı olmayan binalar da mevcuttur. Bu binalarda bağımsız bölümlerdeki ya da müstakil katlardaki 3 boyutlu mülkiyetin ilişkilendirilmesini yapmak çok da mümkün değildir. Burada taşınmaz üzerinde mülkiyet oluşmuşsa taşınmaz hisseli mülkiyet şeklinde görülmektedir. Dolayısıyla her bir bağımsız bölüme bir mülkiyet bilgisi girilecekse bile ancak tüm mülkiyet bilgileri aktarılabilir. Alternatif olarak eğer bu bilgiler Kent Bilgi Sistemleri ve benzerine altlık yapacaksa ayrıca bir kullanıcı bilgisi eklenebilir. Ayrıca bazı binalarda bağımsız bölümlerin de kendi içerisinde bir yapılandırması yoktur. Halihazır altlıklar ve benzerlerinde bina dış yapısı ölçüldüğü için bu binaları gerçekçi anlamda 3 boyutlu modellemek çok da olanaklı olmayabilir. Bunun için ya halihazır çalışmalarda ya da daha spesifik bir şekilde yeniden veri toplanması gerekmektedir. Öte yandan kat planı olmayan binalar için 3 boyutlu mülkiyetin oluşturulması noktasında yurt dışı çalışmaları örnek alınabilir.

KAYNAKLAR

- Akçın H ve Yüceer K** (2005) Kent Gelişiminde ve Kent Bilgi Sistemlerinin Oluşumunda 3 Boyutlu Mülkiyet, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- Arslan A E, Şeker D Z ve Ergun F** (2010) 3B Yapı Modelleri ve Fotorealistik Modellerin Geomatik Alanında Kullanımına Bir Örnek, *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, Cilt, Sayı 101.
- Asri İ ve Çorumluoğlu Ö** (2007) Büyük Objelerde Tarihi Dokümantasyon ve Tanıtım Amaçlı GPSSİT Destekli Dijital Fotogrametrik 3B Modelleme, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği 4. Teknik Sempozyumu (TUFUAB)*, Haziran 2007.
- Atlas** (2005) Arastalı Köprü. Sayı 146. Mayıs 2005.
- Ayazlı İ E** (2006) Üç Boyutlu Kadastro, *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006, İstanbul.
- Ayazlı İ E ve Batuk F** (2007) Üç boyutlu Kadastro Gereksinimi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 2-6 Nisan 2007, Ankara.
- Bilgin C** (2019) 3 Boyutlu Kadastro ve Ekonomik Açıdan Önemi, *Tapu ve Kadastro Mülkiyet Dergisi*, Nisan 2019, Sayı 2
- Çağdaş V ve Gür M** (2003) Sürdürülebilir Kalkınma ve Kadastroda Evrim, *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2003/89, Ankara.
- Çoruhlu Y E, Demir O ve Yıldız O** (2015) 3B Kadastro Nesnesi: Hava Hakkı ve Kat mülkiyetine Yönelik Gelişim Süreci Analizi, *Ankara Barosu Dergisi*, 2015/3, Trabzon.
- Döner F ve Bıyık C** (2009) Kadastroda Üçüncü Boyutun Kapsam ve İçeriği, *XII. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Mayıs, Ankara.
- Döner F** (2010) Türk Kadastro Sistemi için Üç Boyutlu Yaklaşım, *Doktora Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak, Trabzon.
- Döner F, Bıyık C ve Demir O** (2011) Dünyada Üç Boyutlu Kadastro Uygulamaları, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Elvan L** (2017) Akıllı Şehirler Lüks Değil İhtiyaç, *İTÜ Vakfı Dergisi*, Dosya: Akıllı Şehirler, Temmuz Eylül 2017, Sayı 77.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kaya S** (2019) Farklı Ayrıntı Düzeylerinde Bina Bilgi Modellerinin Oluşturulması, *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019, İstanbul.
- Kayapınar Y E** (2017) Akıllı Şehirler ve Uygulama Örnekleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *İTÜ Vakfı Dergisi*, Dosya: Akıllı Şehirler, Temmuz-Eylül 2017, Sayı 77.
- Kuleyin Y** (2019) Akıllı Kadastro 360 Derece, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 25-27 Nisan 2019, Anlara.
- Kumar A C and Reshma T** (2017) 4D Applications of GIS in Construction Management, *Advances in Civil Engineering*, vol.2017, Article ID 1048540, 9 pages, 2017, India.
- Kumdağcı S** (2005) Kadastral Amaçlı Bilgi Sistemlerinde 3 Boyutlu Modelleme ve Görselleştirme Tekniklerinin Kullanılması Konusunda Bir Araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mangır F** (2016) Smart City Strategies for Local Governments: The Case of Konya in Turkey, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, Cilt. 19, 41. Yıl Özel Sayısı, 2016, ss. 17-36.
- Özbalmumcu M** (ty) Fotogrametrik Yöntemle Ortofoto Harita Üretiminin Temel Esasları, Ortofotonun Yararları ve Kullanım Alanları, Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Sesli F A** (2006) Sayısal Fotogrametri İle Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi, *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2006/2, Sayı 95.
- Stoter J E** (2002) From 2D Parcels to 3D Registrations 3D Cadastres: State-of-the-art, *GIM International*, February 2002, Hollanda.
- Stoter J and Salzmann M** (2003) Towards a 3D Cadastre: Where Do Cadastral Needs and Technical Possibilities Meet?, *Computers, Environment and Urban Systems*. - Vol. 27, no. 4 (July 2003) ; p. 395-410.
- Stoter J E** (2004) 3D Cadastre, Publication on Geodesy 57, Delft.
- Şenyurdusev G ve Doğru A Ö** (2019) Akıllı Şehir Yönetimi İçin Prosedürel 3B Kent Modeli Oluşturulması ve Fotorealistik 3B Görselleştirme, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 23-25 Ekim 2019, Ankara.
- Terzi F ve Ocakçı M** (2017) Kentlerin Geleceği: Akıllı Kentler, *İTÜ Vakfı Dergisi*, Dosya: Akıllı Şehirler, Temmuz Eylül 2017, Sayı 77.
- Tufan T, Tuna H, Soylu M ve Cankurt İ** (2019) Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü 3 Boyutlu Şehir Modelleri Üretimi Projesi, *TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 23-25 Ekim 2019, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ulvi A, Yakar M, Yiğit A Y, Kaya Y** (2020) İHA ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu Nokta Bulutu ve Modelinin Üretilmesi, *Geomatik Dergisi*, Yıl 2020, Cilt 5, Sayı 1. 19-26.
- Uyar A, Uluğtekin N** (2016) 3B Modellemede Genelleştirme Problemleri ve LOD Kavramı, *6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Yaşayan A** (2011) Fotogrametri Ders Notları, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2295, Açık öğretim Fakültesi Yayını No: 1292.
- Yılmaz S, Şaşkın Ö** (2015) Kadastral Verilerin Değerleme Çalışmalarının Geliştirilmesine Yönelik Olarak Güncellenmesi ve Entegrasyon Sorunlarının Değerlendirilmesi, *Proceedings of the World Cadastre Summit*, 2015, İstanbul.
- Yücel M A, Selçuk M** (2009) Üç Boyutlu Kent Modellerinde Ayrıntı Düzeyi (LOD) Kavramı, Jeodezi, *Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2009/2 Sayı 101.
- Yücel M A** (2009) Farklı Ayrıntı Düzeylerinde Üç Boyutlu Kent Modelleme ve Uygulanabilirliğinin Araştırılması, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- URL-1**<http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografi_bilgi_sistemleri_onlisans_ue/fotogrametri.pdf>, Ziyaret tarihi:16.10.2020.
- URL-2**<<https://surveyinggroup.com/dsm-dem-dtm-cbsde-yukseklilik-modelleri/>>, Ziyaret tarihi:23.10.2020.
- URL-3**<<https://www.harita.gov.tr/urun-154-30m-aralikli-sayisal-arazi-modeli--sam-.html>>, Ziyaret tarihi: 23.10.2020.
- URL-4**<<https://cbsakademi.ibb.istanbul/dsm-nedir/>>, Ziyaret tarihi: 23.10.2020.
- URL-5**<<https://sozluk.gov.tr/>>, Ziyaret tarihi: 02.11.2020.
- URL-6**<<https://kahramanmaras.bel.tr/foto-galeri/turkoglu-ilcesi-kilili-mahallesi-18082016-tarih-ve-51410302-754-e1171-sayili-yazisi-geregi-aski#&gid=null&pid=1>>, Ziyaret tarihi: 02.11.2020.
- URL-7**<<https://www.insaport.com/haberler/tapuda-uc-boyutlu-kadastro-uygulamasi/>>, Ziyaret tarihi:13.11.2020.
- URL-8**<<https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/#ara/cografi/39.7955045765923/32.84608483314515>>, Ziyaret tarihi: 03.12.2020.
- URL-9**<Ortofoto yardımıyla uygun şekilde konumlandırılmış 3 boyutlu bina görünümü (<https://sabangul.com.tr/uc-boyutlu-kadastro-sitesi-yayinda-parseli-uc-boyutlu-goruntuleme>) >, Ziyaret tarihi:03.12.2020.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-10<<http://www.avinal.com/index.php/tr/bim-yap-bilgi-modellemesi/bim-nedir>>, Ziyaret tarihi: 09.05.2021.

URL-11<<https://docplayer.biz.tr/amp/3669483-Bim-building-information-modeling-teknolojilerine-bakis-tarcan-kiper-subat-2012.html>>, Ziyaret tarihi: 10.05.2021.

URL-12<Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Hakkında Kanun, (2019, 24 Aralık). *Resmi Gazete* (Sayı: 30988). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/12/20191224-14.pdf>>, Ziyaret tarihi:08.12.2020.

URL-13<<http://www.teknolo.com/akilli-sehirler/>>, Ziyaret tarihi: 21.02.2021.



EK AÇIKLAMALAR

EK A: İzin Yazısı

TKGM Harita Dairesi Başkanlığı'ndan tez çalışması için "3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesi" kapsamında veri kullanımına ilişkin resmi izin yazısı.

	T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Harita Dairesi Başkanlığı	
Sayı : E-29543219-622.03-1139128		13.04.2021
Konu : Veri kullanım izin talebi		
Sayın Resmîgöl ŞENER		
İlgi : 12.04.2021 tarihli başvurunuz.		
İlgi başvurunuz ile; Genel Müdürlüğümüz tarafından yürütölen "3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesi" kapsamında çalıştığınız yüklenici firmadan temin edilen talep eki görsellerin yüksek lisans tezinizde kullanmak üzere izin talep etmektedir. Talep ekinde gönderdiğiniz "3B Şehir Modelleri Üretimi ve 3B Kadastro Altlığı Oluşturma Projesine" ilişkin görselleri projeye atıfta bulunarak; Çalıştığınız projenin ilgili kısımlarına ilişkin raster ve vektör verilerin hiç bir şekilde paylaşılması, teziniz içerisinde proje adının doğru kullanılması, firma adı ve görsel içeriği yerleşim yeri adları belirtmelerinin yapılmaması ve Kurum faaliyetlerini olumsuz etkileyecek ifadelere yer verilmemesi koşullarıyla kullanmanız İdareimizce uygun görölmektedir. Bilgi ve gereğini rica ederim.		
İbrahim CANKURT Genel Müdür a. Harita Dairesi Başkanı		



ÖZGEÇMİŞ

2008 yılında Bölükbaşıoğlu İlköğretim Okulundan, 2012 yılında Sungurlu Lisesinden mezun oldu. Aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü'ne yerleşti ve öğrenimine burada devam etti. 2014 yılında Sungurlu Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'nde, 2015 yılında ise BSH Harita Mühendislik Bürosu'nda stajlarını tamamladı. Bölümden 2016 yılında mezun oldu. Aynı yıl Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 2019 yılında Ankara'da Birlik Harita bünyesinde çalışmaya başladı ve halen aynı kurumda çalışmaya devam etmektedir.