



**BÜYÜK ÖLÇEKLİ HARİTA ÜRETİMİNDE
CITYGML KULLANIMI**

UZMANLIK TEZİ

HAZIRLAYAN: SALİH EVREN ACAR

ANKARA-2018



BÜYÜK ÖLÇEKLİ HARİTA ÜRETİMİNDE CITYGML KULLANIMI

Tezi Hazırlayan :Salih Evren ACAR
Tez Danışmanı :Aysun BOŞÇA
Birim Amiri :Hüseyin BAYRAKTAR

Salih Evren ACAR tarafından hazırlanan Büyük Ölçekli Harita Üretiminde CityGML Kullanımı adlı bu tezin Çevre ve Şehircilik Uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Çevre ve Şehircilik Uzmanı, Aysun BOŞÇA
Tez Danışmanı

Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Çevre ve Şehircilik Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Genel Müdür V., Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BAYRAKTAR

Başkan

:

Daire Başkanı, Dr. Akın KISA

Üye

:

Daire Başkanı V., Dursun Yıldırım BAYAR

Üye

:

Daire Başkanı, Cemalettin SÖĞÜT

Üye

:

Çevre ve Şehircilik Uzmanı, Aysun BOŞÇA

Üye

:

Bu tez, Çevre ve Şehircilik Uzmanlığı Tez Hazırlama Yönergesi 'ne uygundur.

İÇİNDEKİLER

DIŞ KAPAK.....	
İÇ KAPAK.....	İ
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	İİ
İÇİNDEKİLER	İİİ
ÖZET	Vİİ
ABSTRACT.....	Vİİİ
TEŞEKKÜR.....	İX
TABLO LİSTESİ.....	X
ŞEKİL LİSTESİ.....	Xİ
KISALTMALAR	Xİİ
GİRİŞ	1

BÖLÜM 1

HARİTA İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	4
1.1. Harita	4
1.1.1. Ölçek ve Çözünürlük Kavramları	6
1.1.2. Haritacılığın Dünyadaki Gelişimi:	7
1.1.3. Harita Üretiminde Kullanılan Veri Üretim Yöntemleri.....	13
1.1.3.1. Yersel Ölçme Teknikleri	14
1.1.3.2. Uzaktan Algılama	15
1.1.3.3. Fotogrametri	18
1.1.3.4. LİDAR (Light Detection and Ranging)	20
1.1.4. Veri Üretiminde Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesine Etki Eden Faktörler.....	21
1.2. Harita ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	23
1.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Yapısı.....	25
1.3. Coğrafi Veri ve Standardizasyon.....	29
1.3.1. Uluslararası Standardizasyon Kuruluşları	30
1.3.1.1. ISO/TC211 Coğrafi Bilgi/Geomatik Teknik Komitesi	31
1.3.1.2. CEN/TC287 Coğrafi Bilgi Teknik Komitesi	32
1.3.1.3. Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC)	32
1.3.1.4. The World Wide Web Consortium (W3C)	33

BÖLÜM 2

ÜLKEMİZDE COĞRAFI VERİNİN ÜRETİMİ VE PAYLAŞIMINA YÖNELİK STANDARTLAR 34

- 2.1. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY) . 35
 - 2.1.1. Detay Kataloğu ve Ulusal Veri Değişim Formatı (UVDF) 36
 - 2.1.1.1. Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu 36
 - 2.1.1.2. Ulusal Veri Değişim Formatı 38
- 2.2. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) 40
- 2.3. Kent Bilgi Sistemi Standartları (TRKBIS) 41

BÖLÜM 3

ÜÇ BOYUTLU MODELLER VE FORMATLARA GENEL BAKIŞ..... 42

- 3.1. Üç Boyutlu Modellemede Gösterimler 43
 - 3.1.1. Voxel Temsili Modeli 43
 - 3.1.2. Yapısal Katı Geometri (CSG) Temsili Model 44
 - 3.1.3. Sınır Temsili (B-Rep) 45
- 3.2. 3 Boyutlu Veri Modeli ve Dosya Uzantıları 46
- 3.3. Üç Boyutlu Coğrafi Veri Modeli Olarak CityGML'in Mevcut Durum Eşliğinde İncelenmesi 49
- 3.4. Coğrafi İşaretleme Dili (GML) 50

BÖLÜM 4

CITYGML BİLGİ MODELİ 55

- 4.1. Veri Modelinin Tarihsel Gelişimi 56
- 4.2. CityGML Bilgi Modelinin Genel Özellikleri 57
- 4.3. Çekirdek ve Tematik Modül Uzantıları 58
 - 4.3.1. CityGML Çekirdek Modülü (Core) 58
 - 4.3.2. CityGML Tematik Modülleri 60
 - 4.3.3. CityGML Uygulama Alan Uzantıları (ADE) 62
- 4.4. CityGML Ayrıntı ve Detay Seviyeleri (LOD-Levels Of Detail) 65
- 4.5. CityGML Geometri Modeli 68
- 4.6. CityGML Semantik Model 70

BÖLÜM 5

HARİTA ÜRETİMİNDE CITYGML BİLGİ MODELİ KULLANIMI İLE ÜÇ BOYUTLU VERİ TOPLAMA ESASLARI	71
5.1. CityGML Çekirdek Modülü	72
5.1.1. Şehir Nesne Sınıfı (CityObject)	72
5.1.2. Harici Referans Sınıfı (ExternalReference):	75
5.1.3. Dış Tanımlı Geometri (ImplicitGeometry)	76
5.2. Köprü ile İlgili Verilerin Toplanması	76
5.3. Bina ile İlgili Verilerin Toplanması	79
5.4. Şehir Mobilyası ile İlgili Verilerin Toplanması	84
5.5. Arazi Kullanımı ile İlgili Verilerin Toplanması	85
5.6. Arazi (Topoğrafya) Modelinin CityGML’ de Temsil Edilmesi	86
5.7. Ulaşım ile İlgili Verilerin Toplanması	87
5.8. Tünel Sınıfı ile İlgili Verilerin Toplanması	90
5.9. Bitki Örtüsü İle İlgili Verilerin Toplanması	92
5.10. Su Kütlesi ile İlgili Verilerin Toplanması	95
5.11. CityGML Odaklı Üç boyutlu Veri Üretim Yaklaşımları	97

BÖLÜM 6

BÖHHBÜY VE CITYGML’İN VERİ ÜRETİMİNE ESAS KARŞILAŞTIRILMASI	101
6.1. Ulusal Ölçekte 3B Mekânsal Veri Standardının Belirlenmesi	104
6.1.1. Hollanda Örneği; “3D PILOT” Projesi	106

BÖLÜM 7

CITYGML BİLGİ MODELİNİN KULLANIM ALANLARI	108
7.1. Enerji Etkinliği	109
7.1.1. Yüksel Enerji Verimliliği için Akıllı Şehir Servisleri (SUNSHINE Projesi)	110
7.2. Üç Boyutlu Kadastro	113
7.2.1. Üç Boyutlu Kadastroda Almanya Örneği AFIS, ALKIS, ATKIS	115
7.3. Kentsel Dönüşüm ve Yapım İşleri Alanlarında Uygulanması	116
7.4. CityGML Standardının Akıllı Şehir Uygulamalarında Kullanımı	118
7.4.1. Sanal Singapur Projesi (Virtual Singapore)	120

SONUÇLAR VE TARTIŞMA	122
KAYNAKLAR	126
EK-1 DETAY İNCELEME TABLOSU.....	131
ETİK KURALLARINA UYGUNLUK BEYANI.....	165
ÖZGEÇMİŞ	166

ÖZET

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI	
Tezin Adı	Büyük Ölçekli Harita Üretiminde CityGML Kullanımı
Türü	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi
Yazar	Salih Evren ACAR
Teslim Tarihi	13.04.2018
Anahtar Kelimeler	CityGML, Veri Modeli, CBS, 3 Boyut
Tez Danışmanı	Aysun BOŞÇA
Sayfa Adedi	181

İnsanoğlu tarihin ilk zamanlarından beri yaşadığı bölgeyi tanıma ve bu bölge ile etkileşim halinde bulunma isteği içerisinde olmuştur. Bu arayış içerisinde sözlü iletişimden daha önce varlığını sürdüren işaret kullanımı, günümüz kartoğrafyasının temelini oluşturmuştur. Günümüzden yaklaşık 8000 yıl önce ufak bir yerleşim yerinin krokisi olarak karşımıza çıkan harita, günümüz bilgisayar ve internet teknolojilerindeki gelişmelerin ışığında, terabaytlarca veriyi depolayıp bilgiye dönüştürebilen tüm sistemin bir parçası haline almıştır.

Teknoloji alanında yaşanan gelişmeler, dünyayı modellemek için kullandığımız yöntemlerin ve bu yöntemler içerisinde kullanılan veri formatlarının gelişimine katkı sağlamıştır. Bir zamanlar kavramsal olarak temsil edilen ve kâğıt veya iki boyutlu sayısal medyalara sıkıştırılan dünya, daha gerçekçi bir yaklaşımla üç boyutlu modeller içerisinde temsil edilmeye başlanmıştır. Üç boyutlu temsilde kullanılan veri modelleri arasında nesne yönelimli bir yapıya sahip semantik, geometri, topoloji ve görünüm özelliklerinin depolanmasına izin veren CityGML dünyada genel bir standart olarak öne çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında, CityGML veri modelinin çekirdek ve tematik sınıfları detaylıca ele alınarak CityGML odaklı coğrafi veri üretim yöntemleri araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'nde belirtilen detay ve öznitelik kodlama kataloğu, CityGML tematik sınıfları ile eşleştirilmiş ve ulusal veri değişim formatı ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonrasında ise CityGML'in veri modelinin uluslararası düzeyde uygulama alanları incelenmiş ve ülkemizde geliştirilecek akıllı şehir uygulamalarına örnek oluşturması açısından bu alanlarda öneriler sunulmuştur.

ABSTRACT

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND URBANIZATION	
Thesis	Using CityGML for Large Scale Maps
Type	Expertise Thesis
Author	Salih Evren ACAR
Submission Date	13.04.2018
Key Words	CityGML, Data Model, GIS, 3 Dimension
Advisor	Aysun BOŞÇA
Total Page	181
<p>Mankind has been seeking to recognize and interact with the region that has lived since the early days of history. The use of signs, which lasted from existence before verbal communication, formed the basis of today's cartography within this way of searching. The map, which has been confronted as a sketch of a small settlement about 8000 years ago from now, has become a part of the whole system that stores terabytes of data and transforms to information in the light of the developments in today's computer and internet technologies.</p> <p>Developments in the field of technology have contributed to the development of the methods we use to model the world and the data formats used in these methods. The world, once conceptually represented and compressed into paper or two-dimensional digital media, has begun to be represented in three-dimensional models with a more realistic approach. Among the data models used in 3D representation, CityGML stands out as a universal standard in the world, allowing storage of semantic, geometry, topology and appearance features with an object oriented structure.</p> <p>In this thesis study, the core and thematic classes of the CityGML data model are examined in detail and CityGML focused geographical data generation methods are investigated. As a result of this research, the detail and attribute coding catalog specified in BÖHHBÜY is matched to the CityGML thematic classes and compared with the national data exchange format. After this study, the application areas of the CityGML data model at international level are examined and suggestions are presented in order to set an example for smart city applications to be developed in our country.</p>	

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Sn. Aysun BOŞÇA 'ya. Yine değerli tecrübelerinden faydalandığım kıymetli mesai arkadaşlarıma. Bilgi ve birikimlerini paylaşmaktan çekinmeyen ve yapıcı eleştirileriyle çalışmayı şekil ve içerik yönünden zenginleştiren Daire Başkanım Sn. Dursun Yıldırım BAYAR 'a. Fedakârlıkları ile bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan anneme ve babama. Ayrıca manevi desteği ile beni hiç yalnız bırakmayıp çalışmam boyunca sürekli yanımda olan sevgili eşim Büşra ACAR 'a en kalbi teşekkürlerimi sunarım.

Salih Evren ACAR

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Gözlem Yapılan Yere Göre Veri Üretim Yöntemleri.....	14
Tablo 2. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Sınıflaması.....	16
Tablo 4. OGC Standartları	33
Tablo 5. Detay Sınıfı Tablosu	37
Tablo 6. Detay Tablosu	37
Tablo 7. BÖHHBÜY ile CityGML'in Karşılaştırılması.....	102

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.Çatalhöyük'te Yapılan Kazılar Sırasında Ortaya Çıkan Şehir Planı	8
Şekil 2. M.Ö. 450 Yılına Ait Dünya Haritası.....	9
Şekil 3. İdrisi Tarafından Çizilen Dünya Haritası.....	10
Şekil 4. Piri Reis'e ait Kitab-ı Bahriye'de bulunan Avrupa Portolanı.....	11
Şekil 5. Aktif ve Pasif Uzaktan Algılama Sistemleri Çalışma Prensibi.....	17
Şekil 6. Fotogrametrinin Sınıflandırılması.....	19
Şekil 7. 15 nokta/m2 Yoğunluklu Nokta Bulutu Örneği	21
Şekil 8. Anket Çalışması Soru 1	22
Şekil 9. Anket Çalışması Soru 2	23
Şekil 10. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri.....	24
Şekil 11. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Yapıları	25
Şekil 12. Coğrafi Verilerin Grafik Temsili	26
Şekil 13. Vektör Veride Topolojik İlişki - Bağlılık Kuralı	28
Şekil 14. Vektör Veride Topolojik İlişki - Alan Tanımlama Kuralı	28
Şekil 15. Vektör Veride Topolojik İlişki - Yanlılık Kuralı.....	29
Şekil 16. Standardizasyon Kuruluşları.....	31
Şekil 17. UVDF Genel Şeması.....	39
Şekil 18. Anket Çalışması Soru 3	40
Şekil 19. Coğrafi Veride Gerçek Temsile Doğru Yönelim.....	42
Şekil 20. Piksel ve Voxel Temsili Gösterimi	44
Şekil 21. 2 Boyutlu Yapının 3 Boyutlu Voxel Model İle Gösterimi	44
Şekil 22. Yapısal Katı Geometri Modeli.....	45
Şekil 23. Sınır Temsili Modelinde Düzlemsel Çokgen Temsili	46
Şekil 24 Cad ve CBS Alanlarındaki 3B Standartların Karşılaştırılması.....	48
Şekil 25 Örnek XML Dokümanı.....	51
Şekil 26. Örnek XML Şeması (XSD)	52
Şekil 27.Örnek GML Dokümanı.....	53
Şekil 28. Anket Çalışması Soru 4	55
Şekil 29. CityGML Çekirdek Modül UML Diyagramı	59
Şekil 30. CityGML Modülleri.....	60
Şekil 31. CityGML Tematik Modüller.....	60

Şekil 32. CityGML Jenerik Modülü UML Diyagramı	63
Şekil 33. Uygulama Alan Uzantısı ile Modellenmiş Gürültü UML Diyagramı	65
Şekil 34. CityGML Detay ve Ayrıntı Seviyeleri (LOD).....	66
Şekil 35. CityGML’ de Binaya ait Detay Seviyeleri	67
Şekil 36. Detaylandırılmış LOD Seviyeleri	68
Şekil 37.CityGML Geometri Modelinin UML Diyagramı	69
Şekil 38. CityGML Bina Modelinin Detay Seviyelerine Göre Ayrıntıları	71
Şekil 39 Araziye Göre Konum Bilgisi	74
Şekil 40. Su Kütlesine Göre Topolojik İlişki	75
Şekil 41.Köprü Tematik Modülüne Ait UML Diyagramı	77
Şekil 42. Bina Tematik Modülü UML Diyagramı	80
Şekil 43. Bina Detay Seviyeleri	81
Şekil 44. Şehir Mobilyası Tematik Modülü UML Diyagramı	84
Şekil 45. Arazi Kullanımı Tematik Modülü UML Diyagramı	85
Şekil 46. Arazi Modülü UML Diyagramı	86
Şekil 47. Ulaşım Nesnelerinin Ayrıntı Seviyesine Göre Temsil Edilme Durumu.....	88
Şekil 48 Ulaşım Modülü UML Diyagramı	88
Şekil 49. CityGML Tünel Tematik Modülü UML Diyagramı	90
Şekil 50. Bitki Modülü UML Diyagramı	92
Şekil 51. Su Kütlesi Modülü UML Diyagramı	95
Şekil 52. CityGML Su Kütlesi Sınır Yüzeyleri	96
Şekil 53 CityGML Bilgi Modelinin Kullanım Alanları.....	108
Şekil 54 Enerji Etkinliği Haritası	111
Şekil 55 Enerji Etkinliği Veri Akışı	112
Şekil 56. Akıllı Şehirlerin Temel Bileşenleri.....	120

KISALTMALAR

3B	: Üç Boyut
3BTKVM	: Üç Boyutlu Topoğrafya ve Kent Veri Modeli
AAA	: Almanya Mekânsal Veri Altyapısı Modeli (AFIS-ALKIS-ATKIS)
AB	: Avrupa Birliği
ADE	: Uygulama Alan Uzantısı
BIM	: Yapı Bilgi Modellemesi
BÖHHBÜY	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
B-REP	: Sınır Temsili Modeli
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CBSGM	: Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
CEN	:Avrupa Standardizasyon Komitesi
CENELEC	:Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
CGIS	:Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi
CityGML	:The City Geography Markup Language
DEM	:Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)
DÖKK	:Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu
DXF	:Drawing Exchange Format File
EuroSDR	:Avrupa Coğrafi Bilgi Araştırma Kuruluşu
FGDC	:ABD Federal Coğrafi Veri Komitesi
FIG	:Uluslararası Haritacılar Birliği
GML	:Coğrafi İşaretleme Dili (Geography Markup Language)
GNSS	:Global Navigation Satellite Systems
GPS	:Global Positioning System
IEC	:Uluslararası Elektronik Komisyonu
IFC	:Industry Foundation Classes
IMGeo	:Geoinformation Bilgi Modeli
INSPIRE	:Avrupa Mekânsal Bilgi Altyapısı
ISO	:Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
KML	:Keyhole Markup Language
LİDAR	:Laser Imaging Detection and Ranging

LOD	:Detay ve Ayrıntı Seviyesi (Level of Detail)
OGC	:Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu
SIG-3D	:Special Interest Group 3D
TIN	:Düzensiz Üçgen Ağı
TRKBIS	:Türkiye Kent Bilgi Sistemi Standartları
TUCBS	:Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
TUDKA	:Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı
TUTGA	:Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
UML	:Unified Modelling Language
URI	:Uniform Resource Identifier
UVDF	:Ulusal Veri Değişim Formatı
VRML	:Sanal Gerçeklik İşaretleme Dili
VTES	:Veri Tabanı Erişim ve Sembol Kodu
Yönetmelik	:Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
W3C	:Dünya Çapında Ağ Konsorsiyumu
X3D	:Extensible 3D
XML	:Genişletilebilir İşaretleme Dili (Extensible Markup Language)
XSD	:XML Schema Definition

GİRİŞ

İnsanoğlu tarihin ilk zamanlarından beri yaşadığı bölgeyi tanıma ve bu bölge ile etkileşim halinde bulunma isteği içerisinde olmuştur. Beslenme ve korunma amacı ile başlayan bu etkileşim, insanların bir takım işaretler yardımıyla yaşadıkları bölgeleri anlatan resimlerin ortaya çıkmasına ve dolayısıyla insanlık tarihinin en eski bilimlerinden biri olan haritacılığın gelişmesinde etkili olmuştur. İnsanlar arasındaki sözlü iletişimin gelişiminden çok daha öncelere varan bu işaretleme metodu, günümüz harita işaretlerinin de en basit anlamda temellerini oluşturmuşlardır.

Harita, yeryüzüne ait coğrafi verilerin bilgiye dönüştürülmesi işidir. Bilgi ise yaşadığımız zaman diliminde insanoğlunun sahip olduğu en büyük güç kaynağıdır. Günümüzde doğru ve güncel bilgiye olan gereksinimin her alanda olduğu gibi harita ve harita üretiminde de kendini göstermesi, harita üretim metodlarının ve dolayısı ile haritayı oluşturan coğrafi verilerin de çeşitlenmesine yol açmıştır. Günümüzden yaklaşık 8000 yıl önce ufak bir yerleşim yerinin krokisi olarak karşımıza çıkan harita, günümüz bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişmelerin ışığında, terabaytlarca veriyi depolayıp bilgiye dönüştürebilen sistemler bütünüün parçası haline almıştır.

Bu iş yapısı itibarı ile karmaşık çözümlerler gerektirebilmektedir. Bu yüzden harita, son kullanıcı veya karar verici merciler tarafından doğru anlaşılmasını sağlamaya yönelik doğru ölçek ve yeterli çözünürlükte üretilmeli ayrıca açıklayıcı görseller ile donatılması gerekmektedir.

Kâğıt ortamında üretilen haritalarda veriler, sabit ölçek ile sunulmakta ve detaylar arasında farklı ölçeklerdeki temsiller yapılamamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarında ise ölçek kavramı çözünürlük ile birlikte incelenmelidir. Harita, uygulama ihtiyaçlarını karşılayacak uygun ölçekteki coğrafi veri ile üretilmelidir. Öte yandan şehirlerimizde bulunan doğal ve insan üretimi yapıların birbirleriyle olan mekânsal ve anlamsal ilişkileri düşünöldüğünde tüm kavramların yanında sabit ölçekte ve iki boyutlu haritaların ihtiyacı ne denli karşıladığı da tartışma konusudur.

Son yıllarda üç boyutlu harita üretimi çalışmalarında genellikle nesnelerin grafik veya geometrik modelleri toplanmakta ve topolojik ve anlamsal özellikleri göz ardı edilmektedir. Bu sebepten dolayı 3B şehir modelleri sadece göze hitap eden

modeller olmanın önüne geçememekte ve aynı sebepten dolayı sürdürülebilir şehir hayatı için etkin kullanılması mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla sarf edilen bu çaba detaylı analizlerin yapılmasına ve verinin birden fazla kullanıma katkıda bulunamamaktadır. Ayrıca 3 boyutlu verilerin kent modellerine dönüştürülmesinde kullanılan farklı formatlar ve iletişimsizlik standart veri üretiminin önüne geçmektedir.

Günümüzde uluslararası standardizasyon kuruluşları tarafından geliştirilen veri modellerinin yanında yaygın kullanımı ile endüstride fiili standart halini almış çok sayıda üç boyutlu veri modeli mevcuttur. Bu veri modelleri arasında nesne yönelimli bir yapıya sahip ve semantik, geometri, topoloji ve görünüm özelliklerinin depolanmasına izin veren CityGML, üç boyutlu veri modelleri arasında genel bir standart olarak öne çıkmaktadır.

Avrupa Birliği Komisyonunun kamuya açık verilerinin birlikte işletilebilir bir biçimde sunulmasını sağlayan ve Avrupa uzaysal veri altyapısının oluşturulmasını amaçlayan INSPIRE girişimi gibi gerçekleştirilen muhtelif bilimsel projelerde, 3 boyutlu mekânsal uygulamalara çözüm olarak CityGML bilgi modelinin kullanımı öne çıkmaktadır.

CityGML, üç boyutlu kent modellerinin sunumu, saklanması ve uygulamalarda altlık olarak kullanılması ile farklı uygulamalar ve platformlar arasındaki değişimi için tasarlanmış açık yapıda XML-tabanlı bir standarttır. Hâlihazırda en güncel sürüm 2.0.0 olup OGC ve ISO TC211 tarafından yayınlanan mekânsal veri değişimi için genişletilebilir uluslararası standart olan Coğrafi İşaretleme Dili (GML)'in (sürüm 3.1.1) uygulama şemasıdır (OGC, CityGML). GML, coğrafi bilgi sistemlerinde mekânsal nesnelerin sunumu ve platformlar veya uygulamalar arasında değişimi için kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle belirli bir arazi detayına ait coğrafi uygulama şemaları ve bilgileri GML veri formatında depolanabilir, şema ve bilgi aktarımı yapılabilmektedir. GML veri modelinin kullanılmasının en önemli avantajı ise haritaların (coğrafi verilerin), kullanıcı veya uygulamacı tarafından standart bir internet tarayıcısı tarafından gösterilebilmesidir. Ek bir maliyet getirmeden veya özel bir yazılıma ihtiyaç duymadan haritaların internet ortamında sunumu ve paylaşımı GML veri modelini, klasik metotlara nazaran daha yetenekli ve erişilebilir bir yaklaşım olarak öne çıkarmaktadır.

Bu kapsamda uzmanlık tezinin birinci bölümü; literatür taraması ve genel tanımlardan oluşmaktadır. Bu bölümde, mekânsal bilgi üretiminin altyapısını oluşturan haritanın tanımı yapılarak, günümüzden binlerce yıl önce başlayan haritacılık faaliyetleri ile günümüzde haritanın temelini oluşturan coğrafi veri üretimi ve veri yapısına esas uluslararası standartlar literatür taraması şeklinde anlatılacaktır.

İkinci bölümde; ülkemizde büyük ölçekli harita ve coğrafi bilgileri üreten ve kullanan kuruluşların uymakla yükümlü bulunduğu Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'nin, coğrafi verinin üretimi ve paylaşımı alanındaki mevcut durumu ile coğrafi verilerin ülke bütününde paylaşım standartlarını belirleyen TUCBS ve TRKBIS veri paylaşım standartları ele alınacaktır.

Üçüncü bölümde; mekânsal verilerin kavramsal temsilinden üç boyutlu gerçek temsiline doğru geçişte kullanılan üç boyutlu modelleme ve gösterim türleri ile üç boyutlu dosya formatları incelenerek günümüzde mevcut bu formatların artıları ve eksiler ele alınacaktır.

Dördüncü bölümde; üç boyutlu veri modelleri arasında nesne yönelimli bir yapıya sahip, semantik, geometri, topoloji ve görünüm özelliklerinin depolanmasına izin veren CityGML bilgi modelinin, ortaya çıkış amacı, tarihsel gelişimi, temel ve tematik modülleri ile genel özellikleri anlatılacaktır.

Beşinci bölümde; CityGML temel ve tematik modüllerinde yer alan ve veri üretimine esas sınıflara ait öznitelik alanları ile bunlara ilişkin veri üretim yöntemleri ile ilgili değerlendirmeler yer alacaktır. Tezin altıncı bölümünde ise; büyük ölçekli harita üretiminde mevcut yönetmelikte bulunan detay kataloğu ve veri değişim formatı olan UVDF ile CityGML veri modelinin karşılaştırması yapılarak yönetmelik ile üretilen verilerin kent ölçeğinde CityGML ve detayında TUCBS ve TRKBIS standartlarını ne derecede karşıladığı ele alınacaktır. Yedinci ve son bölümde ise CityGML bilgi modelinin kullanım alanları araştırılıp akıllı şehirlerin gerçekleştirilmesinde olan etkin rolü değerlendirilecektir.

Bu tez kapsamında, günümüz bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişmeler ile terabaytlarca veriyi depolayıp bilgiye dönüştürebilen sistemler bütünü parçası halini alan haritayı oluşturan coğrafi verilerin, akıllı kentler vizyonuna altlık olacak üç boyutlu veri modeli standardı olan CityGML ile üretilmesi çalışılmış ve değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 1

HARİTA İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

Günümüzde doğru ve güncel bilgiye olan gereksinimin her alanda kendini göstermesi, bilgi edinim yollarının ve dolayısı ile bilgiyi oluşturan verilerin de çeşitlenmesine yol açmıştır. Bilgi üretimine esas teşkil eden verilerde meydana gelen çeşitliliğin sonucu olarak ortaya çıkan standartlaşma gereksinimi, her alanda olduğu gibi haritacılık faaliyetlerinde ve günümüz coğrafi bilgi sistemleri alanında da kendini göstermiştir.

Bu bölümde mekânsal bilgi üretiminin altyapısını oluşturan haritanın tanımı yapılarak, haritacılık faaliyetlerinin günümüzden binlerce yıl önce başlayan serüveni ve bu süreçte meydana gelen yeniliklerden ve günümüz veri üretim yöntemleri ile coğrafi bilgi sistemi kavramlarından bahsedilecektir.

1.1. Harita

Uygarılıkların başlamasıyla birlikte topluluk halinde yaşayan insanlar arasında oluşan mülkiyet kavramı ve insanoğlunun doğa ile süregelen mücadelesi, yaşadıkları çevreyi belirli sınırlar içerisinde gösteren haritaların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Gelişen teknolojinin harita üretimi ve ölçme tekniklerini doğrudan etkilemesi harita ve harita üretimi ile ilgili yapılan tanımlamaları da zaman içerisinde değiştirmiştir. Aristo geometriyi yerin ölçümü jeodeziyi ise yerin bölünmesi anlamında kullanmıştır. Ünlü Alman jeodesist ve yazar F.R.Helmert (1841-1917), fiziksel ve matematiksel teorileri topladığı iki ciltlik eserinde jeodeziyi; “Yeryüzünün ölçülmesi ve haritaya aktarılması” olarak tanımlamıştır (Demirel ve Üstün, 2014). Uluslararası Haritacılar Birliği (FIG) haritacıların faaliyetleri ile ilgili olarak “Haritacı, akademik niteliklere ve teknik uzmanlığa sahip profesyonel bir kişi olarak arazi ve arazi ile coğrafi ilişkili bilgileri bir araya getirip yorumlar ve bu bilgiyi karada veya denizdeki herhangi bir yapının planlanması ve etkin yönetimi için kullanır” şeklinde ifade etmiştir. Türk Dil Kurumu haritayı “Coğrafya, tarih, dil, nüfus vb. konularla ilgili yeryüzünün veya bir parçasının, belli bir orana göre küçültülerek düzlem üzerine çizilen taslağı” olarak tanımlamıştır.

Tüm bunların yanı sıra haritanın tanımı ile ilgili çeşitli kaynaklarda çok çeşitli tanımlamalar mevcuttur. Daha çok birbiri ile benzer nitelikte olan bu tanımlarda belirtilen bu ortak kavramlar ele alındığında harita; “Yeryüzünün tamamının ya da bir kısmının belli bir oranda küçültülerek bir düzlem üzerine çizilmesi” olarak tanımlanabilmektedir.

Lisans düzeyi altındaki öğrencilik zamanlarında krokinin tanımı ile birlikte öğrendiğimiz bu tanım aslında yanlış olmamakla birlikte eksik kalmaktadır. Haritası olduğu bölge hakkında düz yazı ile ancak sayfalarca anlatılacak bilgiyi kartografik işaretler yardımı ile bir bakışta görmemizi sağlayan haritanın kullanım alanı, gelişen teknoloji ile yukardaki tanıma sığmayacak derecede artmıştır. Günümüzde sağlıktan ekonomiye istatistikten planlamaya ve daha insanoğlunun ilgilendiği alanların hemen hemen tamamında harita kullanılmaktadır. Bu doğrultuda biraz daha geniş anlamıyla tanımlayacak olursak;

“Harita, yeryüzü veya gök cisimlerinin tamamında veya bir kısmındaki doğal ya da yapay topografik nesnelerin veya mekânsal ilişkisi bulunan konuların belirli matematiksel kurallar ve bir takım kartografik işaretlemeler kullanılarak 2 veya 3 boyutlu bir yüzeye aktarılmasıdır” (Bilgi 2006).

Temelinde üzerinde yaşadığımız gerçek dünyayı en basit anlamda 2 boyutlu düzlem üzerine aktarma işi olan ve birçok bilim dalı ile iç içe olan haritacılık özellikle fizik, matematik, hukuk, coğrafya ve astronomi gibi bilim dallarının gelişiminden oldukça fayda sağlamış ve buna paralel olarak gelişmiştir.

En basit yersel ölçme ve konumlandırma tekniklerinden ışın veya radyo dalgaları kullanılarak yapılan ölçümlere kadar tüm haritacılık faaliyetleri ve ölçme işlemleri, fiziksel yeryüzü üzerinde yapıldığından haritacı mesleğini icra ederken fiziktende oldukça faydalanır. Manyetik kutbun hesaplanması, elektromanyetik dalga kullanılarak yapılan uzaklık ölçümleri veya optik aletlerde kullanılan prizma ve mercek gibi aletler buna birer örnek olarak gösterilebilir.

Haritacının faydalandığı başka bilim dalları da vardır. Kamulaştırma, arazi düzenlemesi, kadastro ve imar uygulamaları gibi işin teknik ve hukuki boyutlarının olduğu çalışmalarda iyi bir mevzuat ve sağlam bir hukuk bilgisi gerektirmektedir.

Alman filozof ve matematikçi olan G.Leibniz (1646-1716) haritacılık için “Jeodezi, matematiğin mükemmel bir uygulama alanıdır” demiştir (Şerbetçi, 1999).

Matematiğin alt dalları geometri ve trigonometri geçmişte olduğu gibi günümüzde de haritacılık faaliyetleri içinde yoğun biçimde kullanılmaktadır.

Ülkemizde Harita mühendisliği, Jeodezi ve Fotogrametri mühendisliği ya da Geomatik Mühendisliği gibi farklı isimlerle adlandırılan haritacılık mesleğinin ülkemiz dışında da Trigonometri ya da Geometri Mühendisliği olarak adlandırılması matematiğin ne derece meslek içerisinde kullanıldığını açıkça göstermektedir.

Tarihte üretilen ilk haritaların sadece yerleşim yerlerinin veya bilinen dünyanın gösterimini yapmak için değil aynı zamanda gökyüzündeki yıldızların ve diğer gök cisimlerinin konumlarını da belirlemek için kullanılması astronomi çalışmalarının ilk örneklerini, oluşturmaktadır (Şen, 2009).

1.1.1. Ölçek ve Çözünürlük Kavramları

Ölçek; bir bilginin hangi oranda temsil edileceği, çözünürlük ise belirlenen ölçekteki doğruluğun ne olacağı ile ilgili kavramlardır. Ayrıntılardan uzak ve istenilen sadelikteki bilgiye ancak bu iki kavramın etkin kullanılması ile ulaşılır.

Haritaları kroki gibi diğer temsillerden ayıran en büyük özellik, harita üzerinden ölçülen uzunluğun yeryüzündeki gerçek uzunluğun hesaplanmasına imkân vermesidir. Bir diğer ifade ile haritalar yeryüzünün belirli oranda (ölçek) küçültülerek temsil edilmesini sağlamaktadır. Basılı haritalarda iki farklı ölçek gösterimi bulunmaktadır. Bunlar, kesir ölçek ve çizgi ölçektir.

Kesir ölçek doğrudan, yeryüzünün haritada üzerindeki küçültme oranının kesirli olarak ifade edildiği ölçek türüdür. Çizgi ölçek ise; haritadaki uzunluğun gerçekte ne kadar olduğunu üzerindeki eşit aralık bulunan çizgi yardımıyla ifade edilen ölçektir.

Haritalar, uygulama ihtiyaçlarını karşılayacak uygun ölçekteki coğrafi veri ile üretilmelidir. Kâğıt ortamında üretilen haritalarda veriler, sabit ölçek ile sunulmakta ve detaylar arasındaki farklı ölçeklerdeki temsiller yapılamamaktadır.

Sayısal ortamda bulunan haritalar için ölçek; raster haritalarda bir pikselin arazi üzerinde kapladığı alanı, vektör haritalarda ise veri toplama düzeyini ifade etmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarında ölçek kavramı çözünürlük ile birlikte incelenmelidir.

Ülkemizde “Harita ve Harita Bilgilerini Temin ve Kullanma Yönetmeliği” ile “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ”ne göre 1/5000 ve altındaki seviyeler büyük ölçek olarak belirlenmiş ve TUCBS temel veri modelinde bu ölçek sınırı anlamlı kabul edilmiştir (TUCBS, 2012).

1.1.2. Haritacılığın Dünyadaki Gelişimi:

İnsanlık tarihi göz önüne alındığında Dünya'nın en eski bilimlerinden biri haritacılıktır. İnsanoğlu yaşamak için beslenme ve barınacak güvenli bölge arayışı içinde olduğu zamanlarda avlandıkları beslenme bölgelerini, kendilerine özgü biçimde geliştirdikleri işaret dili ile kayalara veya mağara duvarlarına işaretlemişlerdir. Sözlü iletişimden çok daha öncelere varan bu metot ile günümüz kartografyasında kullanılan harita işaretlerinin en basit anlamda temellerini oluşturmuşlardır (Bilgi, 2006).

Topluluk halinde yaşayan insanlar, nüfusun artmasıyla birlikte yeni yerleşim yeri arayışı içerisine girmişlerdir. İnsanoğlu bu arayış içinde hedefe ulaşmak için çeşitli araçlardan faydalanarak yön bulma kabiliyeti geliştirmiştir. Ayrıca gerek buldukları yeri gerekse göç yerlerini anlatan çeşitli işaretler bırakmakta ve bu şekilde onları takip edecek kişiler ile iletişim kurma umudu içerisinde olmuşlardır. Ne var ki kullandıkları işaretlemelerin genellikle arazide mevcut doğal unsurlar üzerinde veya deri, çanak çömlek gibi sabit olmayan ve kolay tahrip edilebilir yüzeyler üzerlerinde oluşturulması aradan geçen zaman içerisinde bu işaretlerin korunamamış olmasına neden olmuş ve ne yazık ki çok az sayıda yapıt günümüze ulaşmıştır.

Günümüzde gelişen teknoloji arkeolojik kazılar sonucu elde edilen kalıntıların gerçek tarihlerine olabildiğince yakın hesapların yapılmasına olanak sağlamıştır. Tarih saptama çalışmaları sonucu M.Ö. 6200 yılına ait olduğu düşünülen ve Anadolu'nun ilk yerleşim yerlerinden Çatalhöyük'te 1963 yılında yapılan kazılar sırasında ortaya çıkarılan şehir planının (Şekil1) yer aldığı tabletler bilinen en eski harita olarak değerlendirilmektedir.

2012 yılında Unesco Dünya Mirası Listesine eklenen bu haritayı kendine özgü kılan unsurlardan bir tanesi o zamanki insanların yaşadıkları alanı bir coğrafyanın unsuru olarak haritalaması ve yaşanan doğa olaylarından bir tanesini bu

harita içerisinde göstermesidir. Çatalhöyük'e ait bu planın aslı Anadolu Medeniyetleri Müzesinde sergilenmektedir.

Şekil 1.Çatalhöyük'te Yapılan Kazılar Sırasında Ortaya Çıkan Şehir Planı

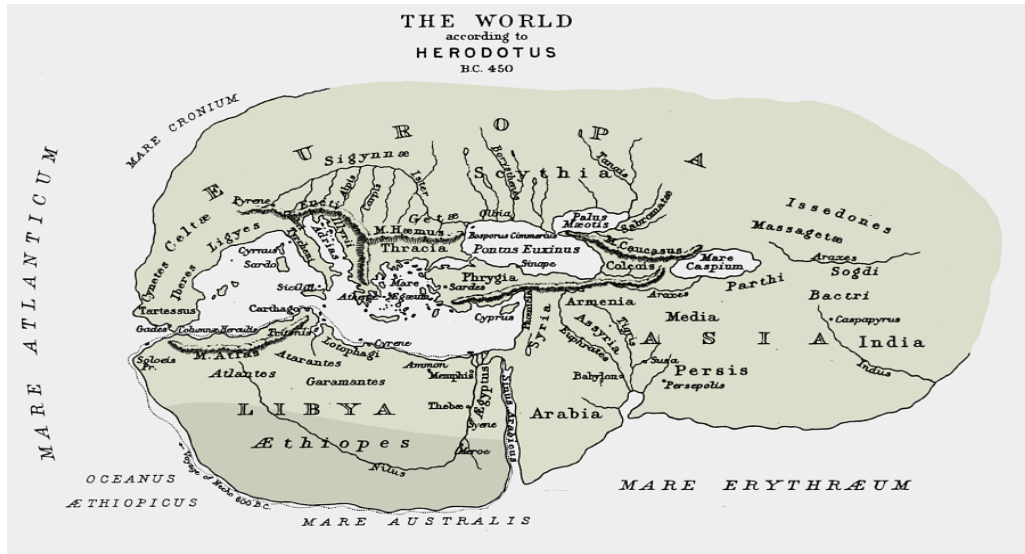


Kaynak: http://cdn.sci-news.com/images/enlarge/image_1681_2e-Catalhoyuk.jpg

Haritalar genellikle bulunulan dönem içindeki bilinen dünyayı tasvir etmek için üretilmişse de kimi zaman da yerleşim yerlerindeki zamanla değişen sınırları kalıcı hale getirip bu sınırlardan gelir elde edilmesi içinde kullanılmışlardır. Buna örnek olarak Mısır'da M.Ö 2500 yılına ait olduğu düşünülen tablet haritalar gösterilebilir. Fırınlanmış veya güneşte pişirilmiş toprak kalıplar üzerine çizilen haritaları toprak sahiplerinin kendilerine ait arazi sınırlarını belirlemekte kullandıkları ve vergi toplayıcılarının bu haritalardan faydalandıkları görülmektedir.

M.Ö. 484-424 yılları arasında yaşayan Antik Yunan yazar ve tarihçi Herodot bugünkü İtalya'nın batısından Hindistan'a Rusya'dan Mısır'a kadar olan bölgede yaptığı geziler sonucunda haritasını çıkardığı dünyayı oval bir düzlem kabul etmiş ve Hazar Denizini ilk defa bir iç deniz olarak göstermiştir. Ayrıca coğrafi koordinat sisteminde kullanılan enlem ve boylam kavramları Herodot tarafından çizilen ve dünyayı 3 büyük kara parçasından oluştuğunu kabul eden dünya haritası (Şekil 2) ile anılmaktadır (Görmüş, 2016).

Şekil 2. M.Ö. 450 Yılına Ait Dünya Haritası



Kaynak: <https://mapcollection.files.wordpress.com/2012/06/herodotusmap.gif>

Ünlü filozof Platon'un öğrencisi ve Yunan düşünür Aristoteles (M.Ö.484-322) dünyanın şeklinin küre olduğu fikrini ortaya atmış ve bu düşüncesini güneş ışınlarının kuzeye doğru değişen açısı ve deniz yüzeyinin eğri olduğunu kanıtlayıcı gözlemleri ile desteklemiştir. Ayrıca dünyanın güneşin etrafındaki dönüşü ile ekvator arasındaki eğim açısını ilk defa hesaplayan da Aristoteles'tir (Görmüş, 2016).

Üretilen haritalar yalnızca bilinen dünyayı keşfetmek için kullanılmamıştır. Birkaç kıtaya hükmetmiş ve geniş topraklara sahip imparatorluklar, hükümdarlığı altındaki toprakların güvenliği içinde bu haritalardan faydalanmışlardır. Roma İmparatorluğu'nda (M.Ö.27-M.S.395) haritacılığa büyük önem veriliyordu. Bu dönemde imparatorluğun doğal kaynaklarının belirlenmesi, askeri ve ticari güzergâhlar gibi birçok amaç için haritalar hazırlanmış stratejik planlar ve askeri taktikler bu haritalar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ayrıca İmparatorluk döneminde oluşturulan "Roma Hukuku" günümüz arazi ve mülkiyet hukuku kavramlarının da temelini oluşturmaktadır (Kaynak: web.itu.edu.tr/~bilgi/8000yil.pdf).

Ancak imparatorluğun yıkılmasıyla birlikte girilen ortaçağda bilimin ve sanatın kilise tarafından baskılanmasından nasibini alan haritacılık Avrupa kıtasında gerilemeye geçmiştir. Doğuda Çin'den Batıda Atlantik kıyılarına kadar uzaman geniş

alanlarda ticarete bulunan Müslümanlar batı dünyasında kesintiye uğrayan astronomik gözlemleri devam ettirmişlerdir. Bu dönemde yaşamış çok yönlü bir bilim adamı olan Ebu Rayhan Biruni (973-1048) oldukça hassas bir şekilde yerleşim yerlerinin enlem ve boylam farklarını hesaplamış ayrıca 16.yy a kadar Batı dünyasında doğru hesaplanamamış olan Dünya'nın yarıçapını şimdiki modern ölçümlerden yaklaşık 38 km gibi sapmayla hesaplamıştır (Özağaç, 2006).

M.S. 12.yy'da yaşayan ünlü Arap gezgin ve coğrafyacı Muhammed İdrisi, zamanının en doğru Dünya haritasını yapmak amacıyla yaklaşık 15 yıl süren çalışmalar neticesinde 70 paftadan oluşan dünya haritası çizmiştir. Bu çalışma sonucunda sadece coğrafi koordinat olarak enlem ve boylam değil aynı zamanda şehirlerin birbirleri ile olan uzaklıkları ve buldukları iklim kuşaklarını da bu eser üzerinde göstermiştir (Bilgi, 2006).

Şekil 3. İdrisi Tarafından Çizilen Dünya Haritası



Kaynak: <http://www.taussmarine.com/seyirdefteri/wp-content/uploads/2013/04/Tabula-Rogeriana.jpg>

14'üncü yüzyıla gelindiğinde artan deniz yolculuklarına paralel olarak yeni yerlerin keşfedilmesi harita üretimini de doğrudan etkilemiştir. Yapılan keşifler ve haritacılık alanında edinilen tecrübe ile bilgi birikimi, özellikle deniz ticaretinin ve yolculuklarının fazla olduğu Akdeniz kıyılarının olabildiğince yüksek doğrulukla çizilebilen haritaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Portolan tekniği ile çizilen

ve deniz yolculuklarında gemi kaptanlarına kılavuz vazifesi gören bu haritalar, denizin tahrif edici etkisinden korunması amacıyla genellikle ceylan veya koyun derisi üzerine çizilmekteydi. Portolan haritalarda enlem ve boylam çizgilerinin yerine haritanın anahtar noktalarına yerleştirilen rüzgârgüllerinden çıkan ve haritayı boydan boya kat eden ışın çizgileri bulunmaktadır. Gerçek dünyanın bilinenden farklı olduğunu ortaya çıkaran portolan haritalar, haritacılığı teknik açıdan ilerilere taşımıştır. O döneme kadar daha çok bilim adamları ve gezgin coğrafyacılar tarafından yürütülen haritacılık faaliyetleri ticareti yapılan bir meslek halini almış ve denizciler için deniz yolculuklarının güvenliği açısından kullanılmaya başlanılmıştır (Tanrıkulu, 2017).

Şekil 4. Piri Reis'e ait Kitab-ı Bahriye'de bulunan Avrupa Portolanı



Kaynak:<http://www.taussmarine.com/seyirdefteri/wp-content/uploads/2013/04/piri-reis-akdeniz-portolan.jpg>

XVI. yüzyılda Gerardus Mercator, haritalarda sıkça kullanılan silindirik izdüşümünü keşfetti ve aynı yüzyılın ortalarında bu izdüşümünü kullandığı bir harita üretti.

Fizik, matematik, astronomi ve mühendislik bilim dallarında yaptığı çalışmalarla Rönesans bilimsel devrimine önemli katkıları olan Galileo Galilei, 1608

yılında Hans Lipperhey tarafından keşfedilen mercekli teleskopu 1609 yılında geliştirerek astronomide kullanmış ve bu alanda ilk olma özelliğini elde etmiştir. Ayrıca yaptığı gözlemleri “Yıldız Habercisi” adlı kitabında yayınlamıştır.

Bugünkü gibi plana ve ölçüye dayalı olarak gerçekleştirilen kadastro çalışmaları ilk kez Fransız Devrimi ile birlikte 1. Napolyon döneminde Fransa’da uygulanmıştır. Proje geneli sınır belirleme, parsellerin sınırlandırılması, mal sahipleri sicillerinin düzenlenmesi, nirengi ve poligon ölçü ve hesap işleri gibi detaylı gerçekleştirilen bu çalışma 1808 yılında başlayıp 1850 yılında tamamlanmıştır. Daha sonra kıta Avrupası tarafından örnek alınmış ve diğer ülkeler tarafından da uygulanmıştır (Küsülü, 2011).

20. yüzyıl haritacılığın sürekli gelişim gösterdiği yeni ölçme tekniklerinin geliştirildiği ve ilk defa havadan ölçme işleminin (hava fotogrametrisi) yapıldığı zaman dilimi olmuştur. 1913 yılında büyük ölçekli kartografik çalışmalar için havadan fotoğraf çekimine, 1915 yılında ise hava kamerasının yapımı ile birlikte hava fotogrametrisine başlanılmıştır (Bilgi, 2007).

İkinci Dünya Savaşı sonrasında hız kazanan fotogrametrik ölçümlerin yanında uzaktan algılama yöntemlerinin de haritacılık alanında kullanılması, 20. yüzyılda haritacılığın gelişmesindeki en önemli adımlardan birisi olmuştur. Dünyada ilk uydunun Sovyetler Birliği tarafından 1957 de gönderilmesi ile birlikte yeni bir çağ başlamıştır. İlk zamanlar askeri ve keşif amaçlı olarak gönderilen uydular zamanla yeryüzünün incelenmesi ve yer altı ve yer üstü kaynaklarının araştırılması için de kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla gönderilen ilk uydu, 1972 de uzaya fırlatılan ve daha sonra ismi Landsat-1 olarak değiştirilen ERTS (Earth Resources Technology Satellite) uydusudur. Bu gelişmeden sonra yine ABD Savunma Bakanlığı tarafından projelendirilen GPS (Global Positioning System), dünya üzerinde uydu kapsama alanı içerisindeki herhangi bir yerden anlık konum belirlemeye imkân sağlamıştır (Bilgi, 2008) .

Özellikle 1960 ve 70’lerde hız kazanan ölçme alanında veri toplamayı hassas, pratik ve hızlı hale getiren bu gelişmelere ek olarak bilgisayar teknolojilerinde geline seviye, büyük hacimli coğrafi verilerin üretilebilmesine imkân vermiş ve üretilen verinin yönetilmesi ve analiz edilmesine yönelik yeni kavramları ortaya çıkarmıştır. 1963 yılında Kanada’da arazi kullanımı ile ilgili verileri harmanlayıp

analiz etmek için CGIS (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi) adıyla devlet tarafından başlatılan proje 1971 yılında tamamlanmış ve coğrafi bilgi sistemi alanında gerçekleştirilen ilk proje olmuştur ve çeşitli yeniliklerinde önünü açmıştır. 1967 yılında ilk kartografik dijital tarayıcı üretildi ve yine ilk yüksek hassasiyetli 48*48 inç boyutlarında serbest imleç sayısallaştırma tablosu CGIS projesine yönelik geliştirildi. İlk zamanlar basit mantık ve analizlere dayalı şekilde ihtiyaç duyulan bilgilerin hızlı, sağlıklı ve ekonomik bir şekilde karşılanmasını amaçlayan Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisi, 1970'lerde coğrafi bilginin yönetimi ve 1980'lerde ise mekânsal karar destek sistemlerinin geliştirilmesine yönelik gelişim göstermiştir (Batuk, 1995).

CBS, uzaktan algılama, GPS, görüntü işleme ve ilişkili birçok yapıyı içinde barındıran ileri mekânsal veri/bilgi ve görselleştirme teknolojileri; mekânsal verilerin ve bilgilerin toplanması, dağıtılması, paylaşılması, entegrasyonu ve kullanımına yönelik araçların ve yöntemlerin gelişmesini sağlamaya başlamıştır (INSPIRE, 2004; Emem,2007).

Bilgisayar teknolojileri alanında 1970'li yıllarda başlayan standartlaşma haritayı oluşturan mekânsal veriler için 1990'lı yıllara kadar başlamamıştır. Verilerin kullanımı, paylaşımı ve işlenmesine yönelik olarak oluşturulan ve asıl hedefin birlikte çalışabilirliğin artırılması olduğu bu soyut standartlar uluslararası düzeyde CEN/TC287 ile başlamış ve günümüzde ISO/TC211 teknik komisyonu tarafından yürütülmektedir (Emem, 2007) .

1.1.3. Harita Üretiminde Kullanılan Veri Üretim Yöntemleri

Haritayı oluşturan veriler genellikle gerçek dünya üzerinde var olan coğrafi nesnelere aittir. Temelini haritanın oluşturduğu coğrafi bilgi sistemlerinin gerçekleşmesinde en fazla zamanı ve en yüksek maliyeti haritayı oluşturan mekânsal verilerin toplanması işlemi almaktadır. Geçmişte basit ölçme aletleri kullanılarak gerçekleştirilen veri toplama işlemi doğru bilgiye olan ihtiyacın giderek arttığı günümüzde yerini elektronik ölçme aletlerine ve gelişmiş uydu ve uzaktan algılama yöntemlerine bırakmıştır.

Günümüzde mekânsal verilerin elde edilmesi için kullanılan yöntemler, tablo 1’de belirtildiği üzere gözlemin yapıldığı platformun konumuna göre üç bölümde gruplanabilir.

Tablo 1. Gözlem Yapılan Yere Göre Veri Üretim Yöntemleri

Yersel	<ul style="list-style-type: none"> •Geleneksel Teknikler •Total Station •GNSS/GPS •Yersel - Mobil Lidar •Yersel Fotogrametri •Uzaktan Algılama
Havadan	<ul style="list-style-type: none"> •Hava Fotogrametrisi •Airborne (Hava) Lidar •Airborne SAR
Uzaydan	<ul style="list-style-type: none"> •Uzaktan Algılama •Optik-Termal (Pasif) •SAR (Aktif)

1.1.3.1. Yersel Ölçme Teknikleri

Yersel ölçme yöntemleri; coğrafi nesnelerin, kaynağında ve doğrudan arazi üzerinde koordinatlarının hesaplanıp bu koordinatlar ile birlikte sayısal ortama aktarıldığı ölçme yöntemidir.

Yersel ölçme yöntemlerinde ilk olarak elektronik uzaklıkölçerler ve teodolitler kullanılmıştır. Ancak günümüzde bu aletler ayrı olarak değil bütünleşik şekilde total station teknolojisi içinde kullanılmaktadır.

Total stationlar ile veri üretimi için birbirini gören jeodezik noktalara ihtiyaç duyulur. Bunun için çalışma alanında yeteri sayıda nokta bulunmalıdır. Bu tekniğin avantajı, üzeri kapalı veya açık tüm koşullardaki ortamda çalışmaya devam

edebilmesidir. Dezavantajı ise bu teknik ile geniş alanlarda yapılacak çalışmaların uzun sürmesi ve fazlaca insan kaynağına ihtiyaç duyulmasıdır.

Yersel ölçme yöntemleri içerisinde kullanılan bir diğer yöntem ise uydularla konum belirleme sistemleri olarak adlandırılan GNSS tekniğidir. Bu teknik, tam zamanlı olarak uydu ve kontrol sistemleri vasıtasıyla kod-faz varış zamanının ölçülmesi prensibine dayanarak hesaplayan, kolay ve hızlı bir şekilde konum belirleyen uydu ölçme sistemidir. Sistem temelde en eski jeodezik tekniklerden olan “geriden kestirme” esasına göre çalışmaktadır. Konumu bilinmeyen noktanın yer merkezli Kartezyen koordinatları (X,Y,Z), konumu bilinen noktalara (GNSS uyduları) yapılan gözlemler sonucu hesaplanır.

Yerden yapılan ölçme yöntemleri arasında bulunan fotogrametri, lidar ve uzaktan algılama teknikleri hava ve uzay platformlarında da kullanıldığından bütüncül bir yaklaşım sergilemesi açısından ayrı birer konu başlığı altında incelenmiştir.

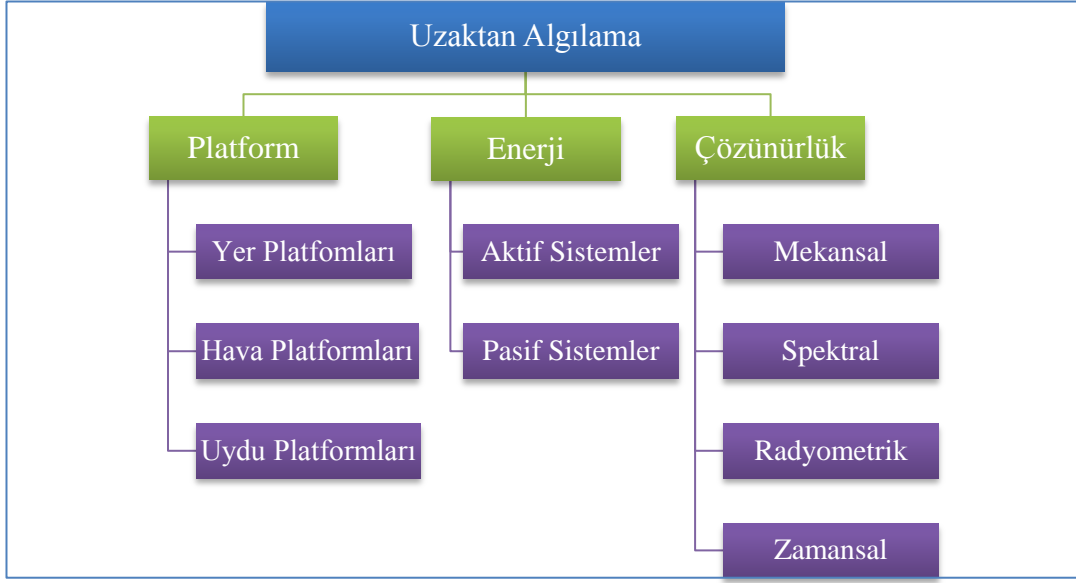
1.1.3.2. Uzaktan Algılama

Geleneksel yöntemlere oranla bilgiye daha kolay ve kısa sürede erişilebilmesine imkân veren uzaktan algılama teknolojileri; uzayda veya nesne ile belirli bir mesafede yer alan platformlardaki elektronik algılayıcılar sayesinde, nesne ile fiziksel temas halinde bulunulmadan bilgi alma ve yorumlama teknikleri olarak tarif edilebilir.

Uzaktan algılamanın temelleri fotoğraf makinesinin bulunuşuna dayansa da modern anlamdaki uzaktan algılama teknikleri, uyduların uzaya fırlatılması ile başlamıştır. İlk uzaktan algılama uydusu 1972 yılında California’da bulunan üstten fırlatılan Lansat-1 uydusudur (Curran, 1989; Bilgi, 2007).

Uzaktan algılamada teknikleri tablo 2’de gösterildiği üzere, algılayıcı platformun konumu, kullanılan enerji ve çözünürlük tipleri olmak üzere üç grupta sınıflanabilir.

Tablo 2. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Sınıflaması



Kaynak: Türkiye Bilimler Akademisi Ulusal Açık Ders Malzemeleri Konsorsiyumu, Uzaktan Algılamaya Giriş

Uzaktan algılamanın temel prensibi, belirli bir kaynak tarafından yeryüzüne gönderilen enerjinin, iletim, emilme ve yansıma sonucu platformlarda bulunan algılayıcılara ulaşan miktarının ölçülmesidir. Bu işlem için kullanılan enerjinin kaynağına göre iki tip uzaktan algılama sistemi mevcuttur. Bunlar;

- **Pasif Sistemler:** Enerji kaynağı olarak güneşi kullanarak yeryüzünden ve nesnelere yansıyan enerjiyi optik, termal ve mikrodalga algılayıcılar ile kaydeden sistemlerdir. Bu algılayıcı sistemler için güneş ışınlarının varlığı gerekli olduğundan ölçüm yapılabilmesi için havanın açık ve güneşli olması gerekmektedir.

- **Aktif Sistemler:** Kendi enerji kaynaklarını kullanarak yeryüzüne gönderdikleri radar sinyallerinin, geri iletimi ile yansıyan kısmına ait özellikleri ölçen sistemlerdir.

seviye bir hassasiyetle ölçümlendiğinin ve bu ölçümlerin ne hassasiyet ile sayısal değerlere dönüştürülebildiğinin göstergesidir. Görüntü hücrelerinin yansıma değerindeki ayrıntı radyometrik çözünürlük ile ilgilidir. Görüntüde yer alan her bir pikseldeki yansıma değeri bit değeri ile ifade edilir. Radyometrik çözünürlük arttıkça yansıma değerlerinin konumlandırıldığı sayısal skalanın bit değeri artar (Örneğin 8 bit radyometrik çözünürlük 256 seviyeli bir skalaya işaret eder).

- **Spektral Çözünürlük:** Elektromanyetik spektrumda kayıt edilebilen spektral aralıklar ile ilgili çözünürlüktür. Bu spektral aralıklar platform tarafından kayıt edilebilen “bant”lar olarak da ifade edilir. Spektral çözünürlük arttıkça algılanan bant sayısı da artacaktır.
- **Zamansal Çözünürlük:** Görüntünün toplanma sıklığı ile ilgili çözünürlüktür. Platformun aynı bölgeden ardışık olarak görüntü elde edebilmesi için gereken süreyi ifade eder.

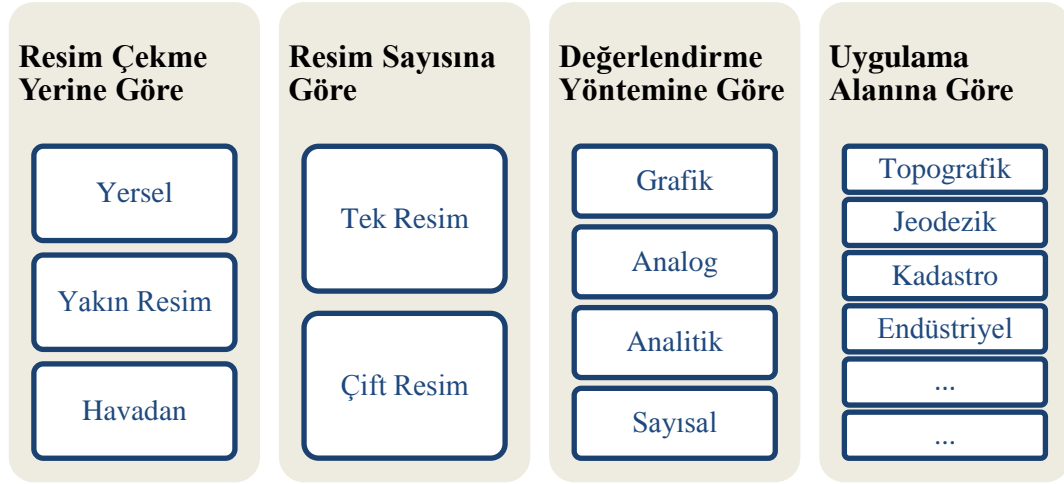
Uzaktan algılama günümüzde başta orta ve küçük ölçekli harita üretimi olmak üzere tarım, ormancılık, meteoroloji, kıyı yönetimi, biyoloji, kirlilik ve arkeoloji gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır.

1.1.3.3. Fotogrametri

Fotogrametri yeryüzünün, birtakım arazi çalışmaları ile tesis edilen kontrol noktalarından faydalanarak çekilen fotoğrafların matematik ve geometri kuralları dâhilinde yorumlanıp koordinatlandırılması işlemidir.

Günümüzde teknolojik gelişmeler fotogrametri alanında kullanılan tekniğin ve yöntemlerin çeşitlenmesine yol açmıştır. Buna göre yöntemler aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılabilir;

Şekil 6. Fotogrametrinin Sınıflandırılması



Yersel fotogrametri; ölçülecek nesne ile kamera arasındaki uzaklığın belirli mesafe içerisinde olduğu ve yersel gözlemin yapıldığı yöntemdir. Yılmaz vd. (2000) göre, yersel fotogrametride nesne ile kamera arası mesafe yaklaşık mikrometre mertebesinde 300 metre kadar kabul edilir.

Yersel fotogrametri geniş alanlarda harita üretiminden daha çok mimari çalışmalar, tıp, arkeoloji, deformasyon ölçüleri, kaza ve balistik araştırma gibi disiplin ve mühendislik çalışmalarında kullanılmaktadır (Yastıklı, 2016).

Hava Fotogrametrisi, büyük ölçekli harita üretiminde yaygın ve etkin kullanılan bir yöntem olarak;

- Planlama,
- Arazi Çalışmaları,
- Görüntü Çekimi,
- Resim Dengelemesi,
- Kıymetlendirme (çizim) işlem adımlarından oluşmaktadır.

Geniş alanlarda oluşturulacak sayısal arazi modellerinin üretilmesi için en uygun yöntemlerden biri hava fotogrametridir. Sayısal arazi modeli (SAM), konum ve yükseklik bilgilerinin kullanılması ile topoğrafyanın sayısal ortamda modellenmesidir. Sayısal arazi modelleri üzerinden o bölgeye ait ortofoto görüntüleri elde edilebilir.

Ortofoto; fotogrametri ile elde edilen sayısal görüntülerin kamera eğikliği ile arazi yükseklik farklarından oluşan hatalardan arındırılması ile elde edilmiş görüntülerdir. Ortofoto harita ise bu görüntülerin üzerine eş yükseklik eğrileri, yükseklik bilgileri ve harita kenar bilgileri eklenmek suretiyle elde edilen ve belirli bir ölçeğe sahip haritalardır. Sayısal ortofoto üzerinde, herhangi bir noktanın üç boyutlu koordinatları ölçülebilir niteliktedir (Özbalmumcu, 2007).

Bakanlığımız Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü “Gerçek(True) Ortofoto ve Coğrafi Veri Üretim İşİ” kapsamında tüm Türkiye coğrafyasını kapsayacak şekilde il merkezlerinde 1/1000 ölçeğinde gerçek ortofoto haritaları üretmiş ve kamu kurumları ile gerekli prosedürler neticesinde paylaşmaktadır.

1.1.3.4. LİDAR (Light Detection and Ranging)

LİDAR teknolojisi, özellikle üç boyutlu veri üretiminde yoğun olarak kullanılan bir yöntem olarak "Laser İmaging Detection And Ranging" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır.

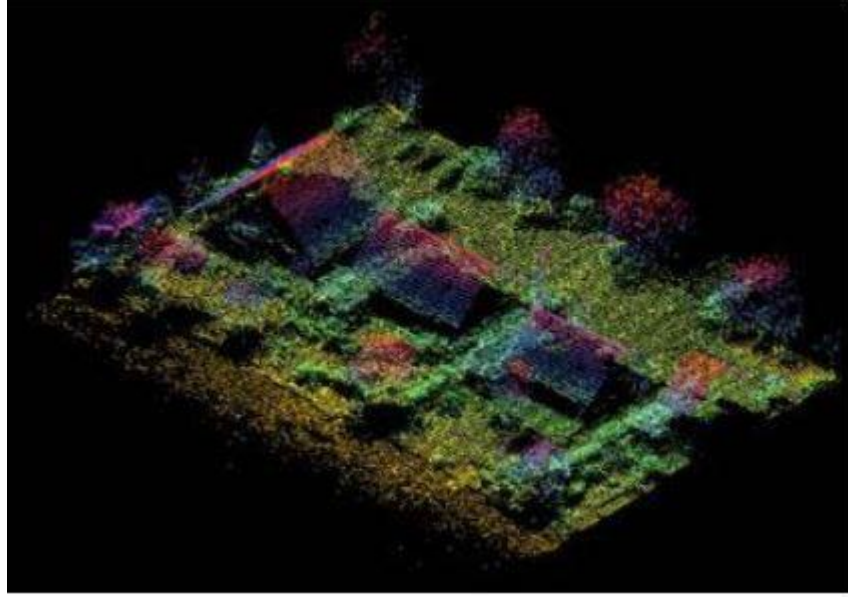
LİDAR, fotogrametrik yöntemin aksine, bir noktayı bindirilmiş görüntülerden faydalanarak birçok kez değil lazer tarayıcı, GPS ve inersiyal navigasyon gözlemlerini kullanarak bir kez ölçmeye dayalı bir sistemdir. Bu sistem içerisinde bulunan lazer tarayıcılar, gönderdikleri kısa lazer sinyallerinin dönüş süresinin yardımıyla nesne mesafelerini hesaplar ve 3 boyutlu görselleştirmeye de uygun hale dönüştürülebilir nokta bulutunu oluştururlar (Özdoğan, 2014).

İstenilen yoğunlukta üç boyutlu nokta koordinat verisi üretilmesini sağlayan LİDAR teknolojisi, üç farklı platformda kullanılmaktadır. Bunlar;

- Hava (Airborne) LİDAR
- Yersel LİDAR
- Mobil LİDAR olarak sıralanabilir (Gezmiş, 2017).

Airborne LİDAR teknolojisi kullanılarak elde edilmiş metrekarede 15 nokta yoğunluğa sahip örnek nokta bulutu verisi Şekil 7’de sunulmaktadır.

Şekil 7. 15 nokta/m² Yoğunluklu Nokta Bulutu Örneği



Kaynak: Vosselman, 2008; Özdoğan, 2014

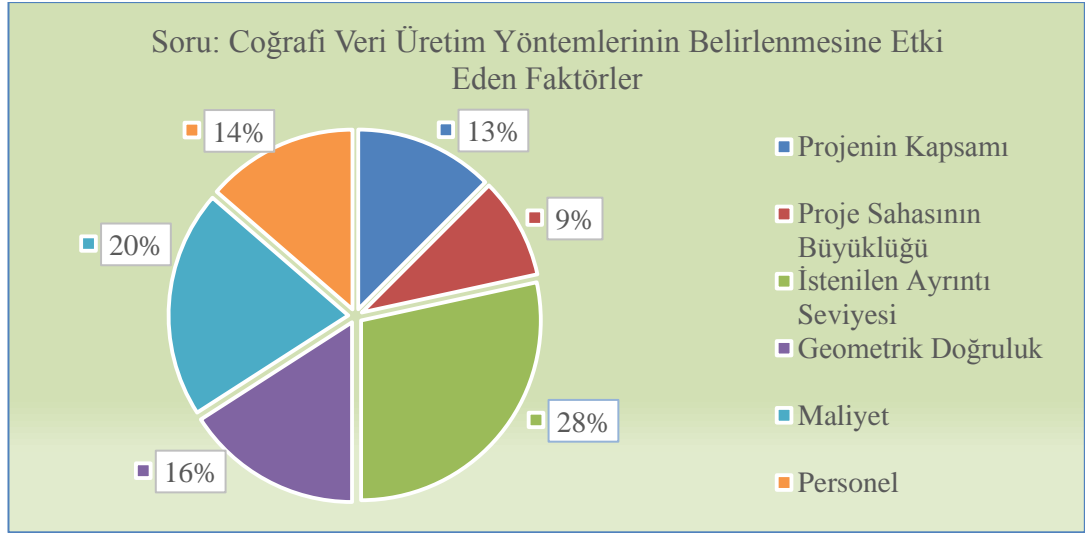
Günümüzde LİDAR verilerinden (nokta bulutu) nesne çıkartımı ayrıştırma ve sınıflama işlem adımlarını otomatik yapabilen pek çok yazılım bulunmaktadır. Bu otomatik ayrıştırma kullanıcı müdahalesi ile iyileştirilerek veri hassasiyeti arttırılabilmektedir (CBSGM, 2015).

1.1.4. Veri Üretiminde Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesine Etki Eden Faktörler

Veri temini için en uygun yöntemin bulunmasında projenin kapsamı, proje sahasının büyüklüğü veya istenilen ayrıntı seviyesi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanılabilir bütçe ve coğrafi bilgi sistemlerinin belirlediği fonksiyonlar ise seçilecek yöntemin çerçeve şartlarını oluşturmaktadır.

Tez kapsamında 68 yerel yönetimde gerçekleştirilen anket çalışmasında, ülkemizdeki yerel yönetimlerin veri üretimi için en uygun yöntemin belirlenmesinde en etkili olan unsurun projeden istenilen ayrıntı seviyesi ve proje maliyeti olduğu gözlemlenmiştir (şekil 8).

Şekil 8. Anket Çalışması Soru 1



Verilerin üretiminde izlenecek yöntemin veriyi doğru, tam ve eksiksiz olarak toplamasının yanı sıra bu işlemi ekonomik olarak da başarmalıdır. Gayrimeskûn alanda haritalama çalışmalarında, geniş arazi ölçümlerinde, kıyı haritalarının çıkartılması gibi işlerde izlenilebilecek yöntem fotogrametri olurken yerleşimin yoğun özellikle çatı paylarının fazla ve yolların dar olduğu meskûn alanlarda veri toplama işlemi yapılacaksa yersel ölçme yöntemlerinin ve GNSS/GPS tekniğinin seçilmesi proje kapsamında ekonomik olacaktır.

Ayrıca seçilen yöntem ile birlikte;

- Mevcut veriler ile güncel durum arasındaki farklılık,
- Verilerdeki titizlik, eksiksizlik ve anlamsal doğruluk
- Geometrik ve tematik doğruluk,
- Veri toplamanın getireceği maliyet hesabının yapılması,

Sorularının da cevaplandırılması gerekmektedir (Bill/Firtsch, 1991).

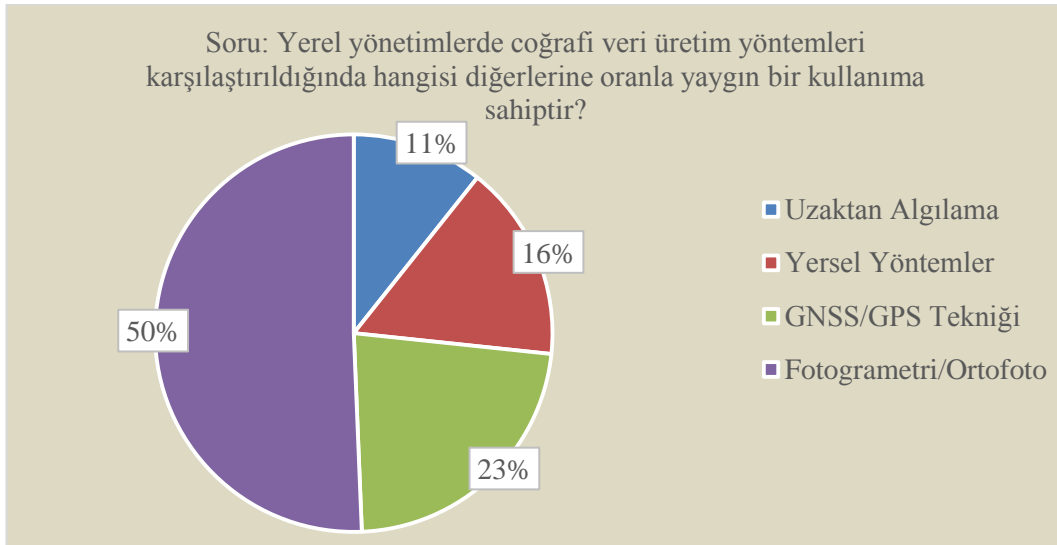
Daha önce alımı yapılmış veya farklı veri sağlayıcıları tarafından elde edilmiş verilerin kaynak olarak kullanılması sahadan veri toplama işine göre süre ve maliyet açısından daha ekonomiktir. Ancak analog veya dijital şekilde mevcut bulunan veriler için bazı dönüşümlerin yapılmasına ihtiyaç vardır. Analog verilerin kullanılabilir olması için sayısallaştırılması dijital verilerin ise ihtiyaca yönelik olarak

yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Analog verilerin sayısallaştırılmasında kullanılan yöntemler;

- Klasik sayısallaştırma
- Ekrandan sayısallaştırma
- Otomatik Sayısallaştırma
- Tarama şeklinde sayısallaştırmadır.

Tez kapsamında 68 yerel yönetimde gerçekleştirilen anket çalışmasında, ülkemizde harita üretiminde fotogrametri ve GNSS/GPS tekniklerinin coğrafi veri üretimi için kullanılmasının diğer tekniklere kıyasla daha yaygın olduğu sonucunu ortaya koymuştur (Şekil 9).

Şekil 9. Anket Çalışması Soru 2



1.2. Harita ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

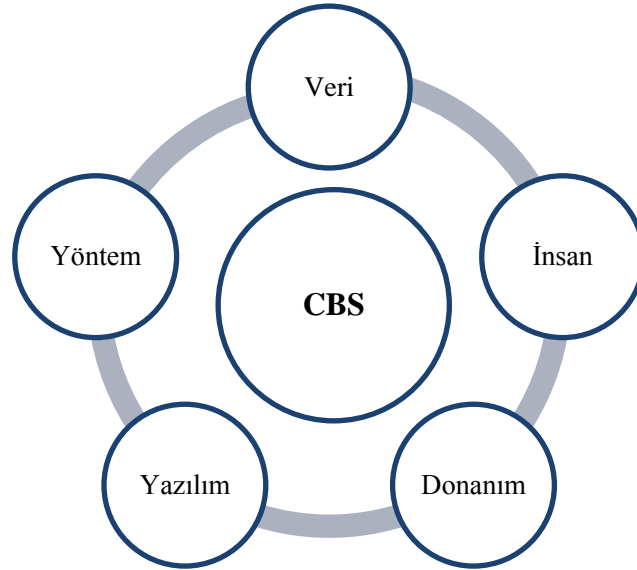
Yeryüzünün modellendiği görsel bir iletişim aracı olan haritanın en etkili kullanıldığı alan günümüzde şüphesiz coğrafi bilgi sistemleridir. Statik kâğıt harita üretimi zaman içinde, bilgisayar destekli sayısal harita üretimine (CAD) daha sonra ise CBS ortamına taşınmıştır.

En genel ifade ile CBS; Temelinde konuma dayalı grafik ve grafik olmayan verilerin (yani haritanın) bulunduğu, ekonomik, sosyal, kültürel, çevresel vb. konularda kaynakların yönetilmesi ile karşılaşılan sorunların çözümünde karar verme süreçlerine yardımcı bir sistemdir. Uluğtekin ve Bildirici'ye (1997) göre harita ile çalışanların doğru analiz yapıp hızlı karar verme yeteneğinin geliştirilmesi CBS nin hedeflerinden biridir.

Yomralıoğlu'na (2010) göre; coğrafi bilgi sistemlerini diğer sistemlerden ayıran en büyük özellik her türlü nesneye ait coğrafi veriyi barındırabilme kabiliyetinin olmasından dolayı konuma dayalı analizlerin gerçekleştirilmesine imkân vermesidir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, birbirinden farklı bileşenlerin bir araya getirilmesi ile gerçekleştirilir. CBS'nin oluşturulması için gereken bileşenler şekil 10'da yer almaktadır.

Şekil 10. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri



CBS, verinin bilgiye dönüştürüldüğü bileşenlerden oluşmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri projelerinin gerçekleştirilmesinde harcanan zaman ve maliyet en çok

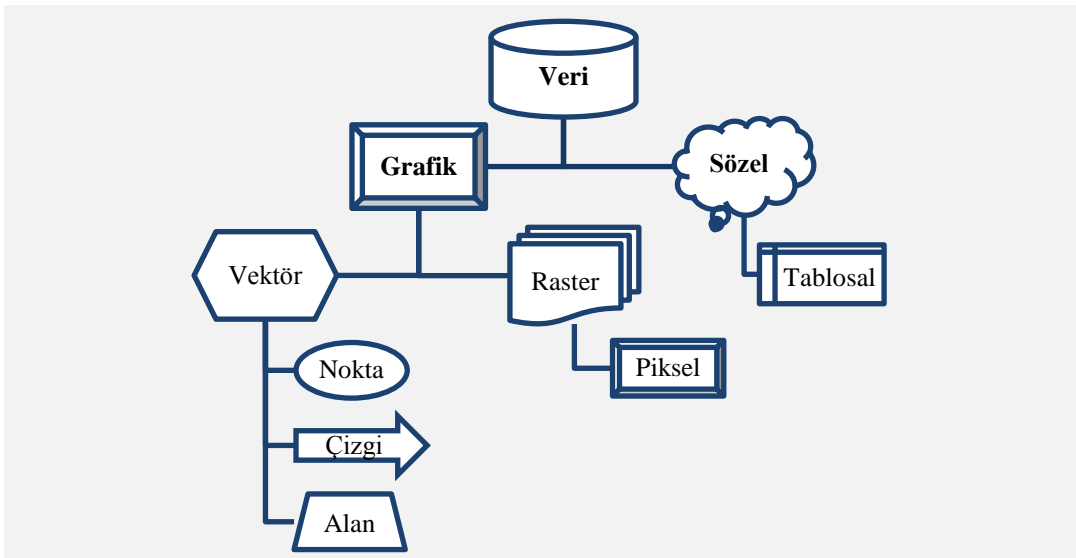
“veri” bileşenin elde edilmesi için kullanılmaktadır. CBS’nin temelini oluşturan bu veri bileşeni aslında yeryüzünün modellendiği haritalardır.

Günümüzden yaklaşık 8000 yıl önce ufak bir yerleşim yerinin krokisi olarak karşımıza çıkan ve günümüzde veri tabanlarında veya bilgisayarların hard diskleri içerisinde saklandığı ölçüler ile ancak birkaç kilobayt seviyesinde bilgi barındıran harita, 8000 yıllık tarihi yolculuğu ve günümüz bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişmelerin ışığında, terabaytlarca veriyi depolayıp bilgiye dönüştürebilen sistemler bütününe parçası haline almıştır.

1.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Yapısı

Coğrafi bilgi sistemleri temelinde üretilen veriler yapıları itibari ile grafik ve grafik olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan veri yapıları şekil 11’de gösterilmektedir.

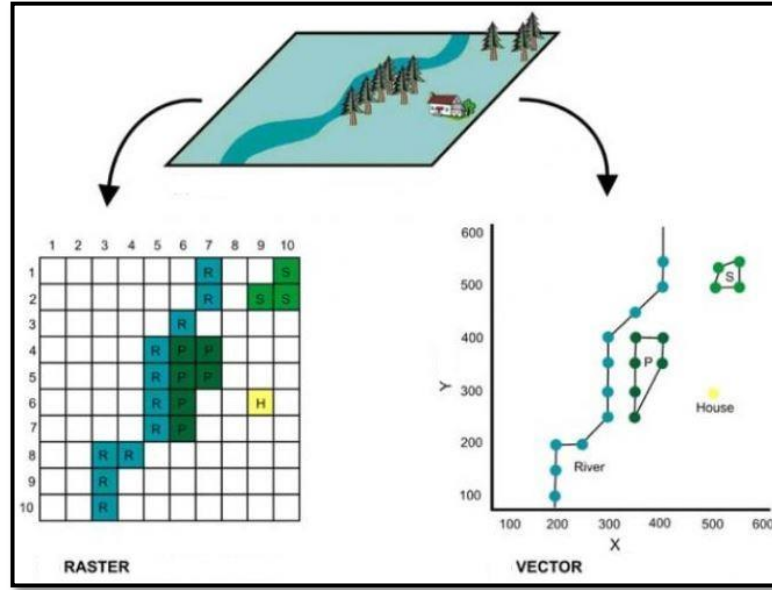
Şekil 11. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Yapıları



Grafik veri; koordinat, geometri ve diğer mekânsal bilgileri içerirken grafik olmayan sözel veri ise mekânsal veriler ile ilişkili öznitelik yani tanımsal bilgilerden oluşur.

Coğrafi bilgi sistemlerinde sayısal yani grafik veriler, uygulama ve veri türü ihtiyacına göre vektör veya raster veri formatında oluşturulur. Vektöre veri modelinde coğrafi nesnelere nokta, çizgi, alan ve bunların çoklu temsilleri ile tanımlanırken, raster veri modelinde hücre yani piksel içinde yer alan görüntü değeri tanımlanmaktadır.

Şekil 12. Coğrafi Verilerin Grafik Temsili



Kaynak: Algorithms for GIS, Laura Toma, Bowdoin College

Vektör veride nesneye ait konum bilgisi koordinat değerleri ile depolanır. Bu koordinatlar, vektör veri modelinin en küçük birimi olan noktayı oluşturur. Çizgiler ve kapalı alanlar bu nokta koordinat dizilerinden oluşmaktadır. Vektör veriler CBS’de iki farklı veri yapısı modeli ile saklanırlar. Bunlar;

- **Spagetti Veri Yapısı:** Nesneye ilişkin konum bilgisinin sadece üretilen nesne ile ilişkilendirilmiş koordinat çiftlerinden oluşturulduğu ve nesnelere arası ilişkilerin kaydedilmediği yapıdır. Bu yapı ile ortak sınırları bulunan nesnelere depolama birimlerinde iki kez kaydedilir.
- **Topolojik Veri Yapısı:** Nesneye ilişkin konum bilgisinin yanı sıra nesnelere arası komşuluk, içindelik-dışındalık ve buna benzer topolojik

ilişkilerinde tanımlandığı yapıdır. Bu modelin avantajı CBS uygulamalarında kullanıcı hatası veya hatalı veri üretimi sonucu oluşan tekrarlı geometrilerin veya kural dışı objelerin tespit edilmesi, ayıklanması için araçlar sunması ve ağ analizleri gibi analizlere imkân vermesidir.

Karaş ve Batuk'a (2005) göre topoloji, nesnelerin birbirleri ile nasıl ve ne şekilde ilişkili olduklarını, nesne geometrisinden bağımsız bir biçimde anlatma biçimi olarak ifade edilir.

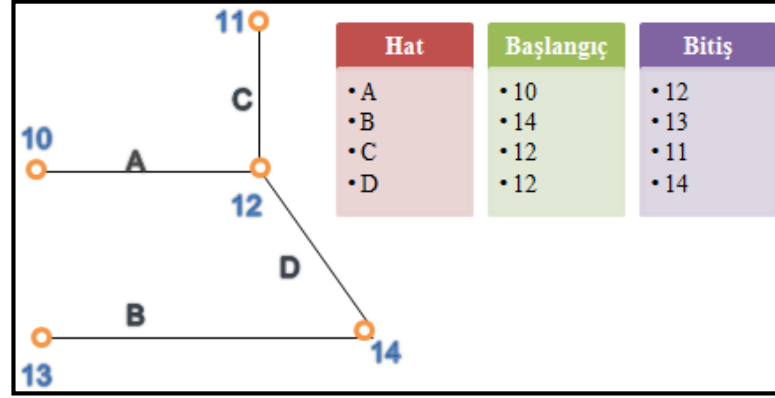
Coğrafi verilerin saklanması topolojik veri yapısının kullanımı CBS uygulamaları için daha uygundur. Coğrafi bilgi sistemlerini bilgisayar destekli çizim ve görüntüleme yazılımlarından (CAD) ayıran en büyük özellik de nesnelere arası topolojik yaklaşımdır. Topoloji, nesnelerin yalnız geometrik özelliklerini değil ilişkilerini de açıklar. Bu sayede;

- Koordinat bilgisi olmadan veri ile ilgili analizlerin yapılmasını sağlar
- Coğrafi verinin daha etkin kullanılmasını sağlayarak bilgiye olan erişim süresini kısaltır.
- Hatalı veya tekrarlı geometriler sorgu sonucu bulunabilir durumdadır.
- Verilerde ortak alanlar bir kere tanımlandığından daha etkin depolama imkânı verir.

Coğrafi bilgi sistemlerinde topoloji bağıllık, alan tanımı ve yanlılık olmak üzere üç temel kural ile sağlanır.

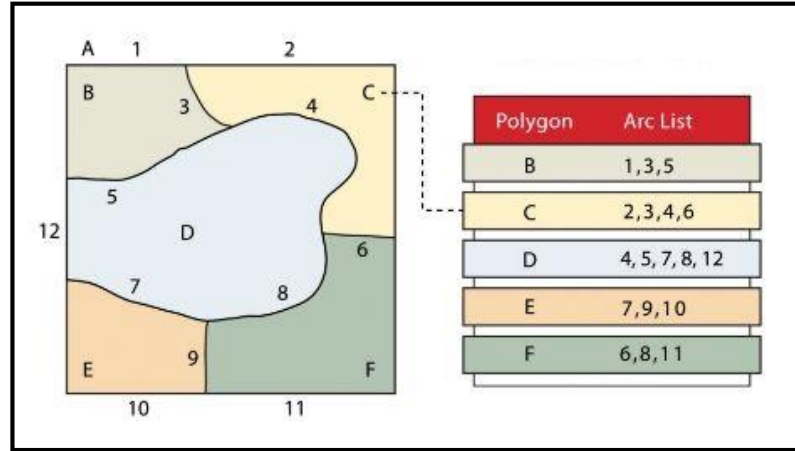
Bağıllık (Arc-Node Topology): İlişkisel bağlantı, hattın başlangıç ve bitiş düğümleri ile sağlanmaktadır. İki düğüm noktası arasında birden fazla kırık olabilir. Bu kırıkların oluşturduğu doğru parçalarının birleşimine ise Hat (Arc) adı verilir. Bu topoloji güzergâh ve en kısa mesafe analizlerinin yapılmasını mümkün kılar.

Şekil 13. Vektör Veride Topolojik İlişki - Bağlılık Kuralı



Alan Tanımlama (Polygon-Arc Topology): İlişkisel bağlantı alan ve alanı çevreleyen hat yardımı ile sağlanmaktadır. Bu sayede aynı sınırı paylaşan alanlarda veri tekrarı önlenmiş gibi alanların çakışması da önlenir (Yomralıoğlu, 2000; Karaş ve Batuk, 2005).

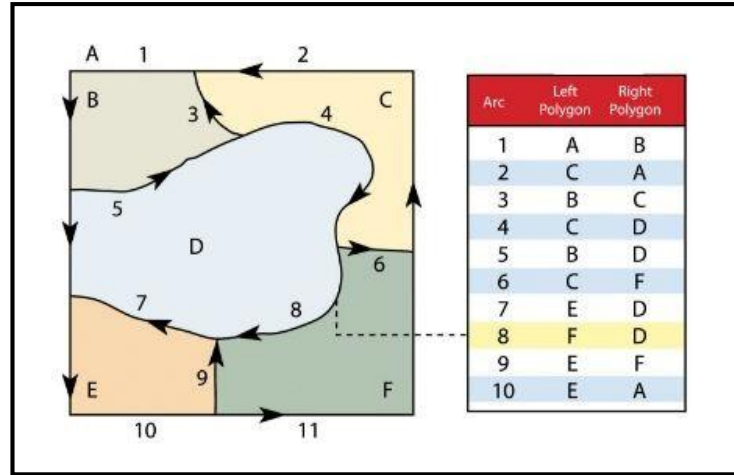
Şekil 14. Vektör Veride Topolojik İlişki - Alan Tanımlama Kuralı



Kaynak: Essentials of Geographic Information Systems, Figure 4.11

Yanlılık (Left-Right Topology): Poligon-Arc topolojisi alanları çevreleyen ortak hatların varlığı ile ilgili bilgi sağlasa da bu hatların alanların hangi taraflarında kaldığı ile ilgili bilgi vermemektedir. Yanlılık komşuluk ilişkilerini alanlar arası ortak hat ile tanımlamaktadır.

Şekil 15. Vektör Veride Topolojik İlişki - Yanlılık Kuralı



Kaynak: Essentials of Geographic Information Systems, Figure 4.12

1.3. Coğrafi Veri ve Standardizasyon

Standart kelime anlamı itibarı ile yapılaşta, anlayışta ve değerlendirmede birlik anlamına gelmektedir ve sistematığı, düzeni ve disiplini anlatmaktadır.

Coğrafi bilgi ve harita üretiminin standart olması, haritanın ve coğrafi verinin, üreticiden bağımsız olarak başka kişilerce kullanımının sağlanması adına bir gerekliliktir.

Örneğin geçmişte üretilen portolan haritalarda, yön doğrultularında harita ölçeklerinin bulunması ortak kabul görmüş ve uygulanmış bir standart olarak karşımıza çıkmaktadır. Piri Reis'in çizdiği dünya haritasında haneden haneye 6 mil, noktadan noktaya 12 mil ölçek kullanımı ile diğer çizim tekniklerinin çoğu Akdeniz ülkelerinde üretilen haritalarda da benzer veya aynı şekilde uygulanıyor olması bize harita üretimi ile ilgili standardizasyon kavramının günümüzden çok daha önce anlaşıldığının ve uygulanıyor olduğunun göstergesidir. (Ülkekel, 2014; Tanrıkulu, 2017).

Üretilen haritaların amaçları birbirinden ne kadar farklı olursa olsun üretim aşamasında geometrik ve anlamsal bazı ortak değerler söz konusudur. Koordinat sistemi, datum, yükseklik gibi değerler harita üreticisinden bağımsız ortak değerlerden birkaçıdır. Bu değerlerin harita üreticileri veya farklı kaynaklardan veri elde etmeye çalışan kişiler tarafından iyi anlaşılması ve aynı şekilde yorumlanması

daha anlamlı ve bütüncül bir veri üretiminin temelini oluşturmaktadır. Örneğin aynı standart kurallar uygulanarak üretilen veriler bir üst ölçekteki projelerin temelini oluştururken proje bütününde de uyumsuzluk yaratmayacaktır. Aksi takdirde verilerin uyumlaştırması gerekecek ve ortaya çıkan iş yükü ile proje içinde fazladan zaman ve maliyet oluşturacaktır.

Günümüzde harita ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarında getirilen standartlar, büyük ölçüde bilişim sektöründeki değişimlere bağlı olarak gelişmektedir. Teknoloji ve teknik altyapı, coğrafi bilgi alanındaki standartların oluşmasındaki en belirleyici unsurlardır.

Dünyada Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO) ve Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC) gibi girişimler, coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliğine yönelik en önemli güç olarak kabul edilmektedir. Bu gibi organizasyonlar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar coğrafi bilgi sistemlerinde birlikte çalışabilirliğe yönelik mekânsal veri altyapısının kurulmasında temel alınmaktadır (Erhan, 2013).

1.3.1. Uluslararası Standardizasyon Kuruluşları

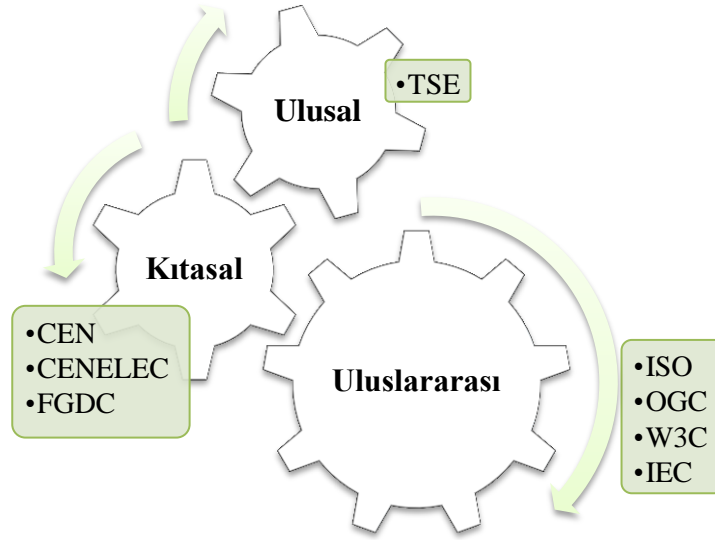
Dünya çapında yaygın ve benimsenen ana standart belirleme kuruluşu ISO'dur. Coğrafi bilgi alanında standardizasyon çalışması yürüten Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) ve ABD Federal Coğrafi Veri Komitesi (FGDC)'de çalışmalarını uluslararası düzeyde ISO'nun 211 numaralı teknik komitesi çalışmalarının paralelinde faaliyetlerini sürdürmektedirler (Aydınoglu, 2007). Ülkemizde ise Türk Standartları Enstitüsü (TSE), ISO/TC 211 teknik komitesine katılımcı üye statüsünde katkı vermektedir.

CEN tarafından yayımlanan standartlar, Avrupa Birliği (AB) kurumlarınca yapılan çalışmalarda temel alınmaktadır. Avrupa Birliği çevre politikaları ile çevre üzerinde etkili olabilecek faaliyetlerin izlenmesi amacıyla AB üye ülkelerinde mekânsal veri altyapısının oluşturulmasını amaçlayan INSPIRE projesi de bu temel üzerinde AB kurumlarının yürütücülüğünde standart geliştirme çalışmaları yürütmektedir.

Coğrafi bilgi sistemleri alanında gelişen teknolojik yenilikler sayesinde coğrafi verilerin internet üzerinden sunumu olanaklı hale gelmiş ve bu sistemlerle ilgili standart ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Kablosuz veri paylaşımı alanındaki gelişmeler sonucunda ortaya çıkan bu ihtiyaçlar doğrultusunda çalışmalar yürüten OGC ve Dünya Çapında Ağ Konsorsiyumu (W3C) organizasyonları da coğrafi bilgi sistemleri alanındaki önemli uluslararası standart geliştirme kuruluşları arasında yer almaktadır.

Şekil 16. Standardizasyon Kuruluşları



1.3.1.1. ISO/TC211 Coğrafi Bilgi/Geomatik Teknik Komitesi

Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu ISO, 1947 yılında kurulmuş bir federasyon olup merkezi İsviçre'nin Cenevre kentindedir. ISO, Uluslararası Elektronik Komisyonu (IEC)'nin çalışma alanına giren elektronik ve ilgili konuların dışında kalan tüm konularda çalışmalar yürütür. 39'ü gözlemci olmak üzere toplam 162 üye ülkeden oluşan organizasyonda, ülkemiz adına Türk Standartları Enstitüsü 380 adet teknik komite çalışmasının içinde bulunarak aktif üye statüsündedir.

ISO bünyesinde hazırlanan standartlara dair yapılan çalışmalar uluslararası düzeyde aktif ve gözlemci üyelere dayanarak ve ISO/TC olarak isimlendirilen teknik komiteler aracılığı ile yürütülmektedir.

ISO'nun 211 numaralı "Coğrafi Bilgi / Geomatik" Teknik Komitesi coğrafi verinin üretiminden sunumuna kadar olan süreç ile dijital ortamda coğrafi veri yönetimindeki yöntem ve araçlar için standartlar belirlemektedir.

ISO/TC 211 numaralı teknik komitenin amaçları arasında;

- Coğrafi Bilginin anlaşılmasını sağlayarak kullanılabilirliğini desteklemek
- Coğrafi bilgiye erişimi ve birlikte çalışabilirliği olanaklı hale getirmek
- Mekânsal veri altyapılarının kurulumunu kolaylaştırmak
- Küresel, çevreyle ilgili ve insani problemlerin giderilmesinde bütünlük yaklaşım içerisinde hareket etmek
- Sürdürülebilir gelişime katkı sağlamak (Aydınoğlu,2007).

1.3.1.2. CEN/TC287 Coğrafi Bilgi Teknik Komitesi

Avrupa Standardizasyon Komitesi, bölgesel bir standart belirleme topluluğu olup uluslararası düzeyde ISO ve IEC ile uyum içinde çalışmalarını yürütmektedir. 2010 yılında Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi ile yakın işbirliği içerisine giren CEN'in yönetim merkezi Brüksel'dedir. Komitenin Ülkemizin de içinde bulunduğu 34 Avrupa ülkesi üyesi bulunmaktadır.

Standart belirleme çalışmaları ISO'da olduğu gibi konularına göre ayrılmış teknik komisyonlar ve bunlarında altında oluşturulan alt çalışma grupları aracılığı ile yürütülmektedir.

CEN/TC287, coğrafi veri ve servis hizmetlerinin Avrupa çapında tutarlı şekilde kullanılmasının sağlanması ve uluslararası düzeyde kullanıma uygun hale getirilmesi için gereken metodolojiyi belirleyen çerçeve yönergeler oluşturur. Bu kapsamda ISO tarafından belirlenen standartlara aykırı çalışmalar yapılmamakta ve ISO 19100 serisi standartlar Avrupa standartları olarak kabul edilmektedir.

1.3.1.3. Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC)

OGC, coğrafi bilgi ve hizmetleri her türlü uygulamada erişilebilir ve kullanışlı kılmayı amaçlayan web, kablosuz iletişim ve konuma dayalı servisler için

birlikte çalışabilirlik çözümleri sunan çok sayıda kamu kurumu, üniversite ve özel şirketin bir araya gelmesi ile 1994 yılında oluşmuş konsorsiyumdur.

Mekânsal veri paylaşımının internet ortamına taşınması ve çok çeşitli formatlar aracılığı ile bu paylaşımın yapılması karışıklığa yol açmış ve paylaşımında standartlaşmayı gerektirmiştir ki OGC'de ağırlıklı olarak web üzerinden veri paylaşımına yönelik normlar oluşturmuştur. Grafik ve grafik olmayan verilerin paylaşımına yönelik olarak kullanılan bu standartlardan bazıları tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 3. OGC Standartları

<i>Türkçe Adı</i>	<i>İngilizce Adı</i>	<i>Yayın Yılı / Versiyon</i>
WMS – Web Map Service	Web Harita Servisi	2006 / 1.3.0
WFS - Web Feature Service	Web Vektör Veri Servisi	2005 / 1.1.0
WCS – Web Coverage Service	Web Raster Veri Servisi	2008 / 1.1.2
SE- Sembology Encoding	Semboliji Kodlama	2006 / 1.1.0
SFA - Simple Feature Access	Temel Nesne Tanımları	2011 / 1.2.1
SFS – Simple Feature SQL	Temel Nesne Sorgusu	2010 / 1.2.1
SLD – Style Layer Descriptor	Katman Stili Tanımlayıcısı	2007 / 1.1.0
GML – Geographic Markup Language	Coğrafi İşaretleme Dili	2007 / 3.2.1
CityGML – City Geographic Markup Language	Şehir Tabanlı Coğrafi İşaretleme Dili	2008 / 1.0.0

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı KBS İçin Altlık Temel Standartlar Raporu / Mart 2012

1.3.1.4. The World Wide Web Consortium (W3C)

World Wide Web Konsorsiyumu, 1994 yılında kurulmuş ve günümüzde uluslararası üye kuruluşların, tam zamanlı personelin ve halktan kişilerin birlikte web standartlarının geliştirmesi ve internet potansiyelinin en üst seviyeye çıkartılması amacı ile hizmet veren uluslararası Dünya Çapında Ağ (www) standartlarını belirleyen organizasyondur.

W3C öncelikle Web standartlarının oluşturulması ve web için uzun vadeli büyümenin sağlanması için tasarlanmış yönergeler aracılığıyla görevini sürdürmektedir.

W3C, mekânsal verilerin Web ile entegrasyonunda ve birlikte çalışabilirliğinin arttırılmasında etkin rol oynamaktadır. GML ve Keyhole Markup Language (KML) gibi özel formatlara temel oluşturan ve birçok uygulama, program ve sistem için veri transferi ve paylaşma standardı olan XML, W3C konsorsiyumu tarafından tasarlanmıştır.

BÖLÜM 2

ÜLKEMİZDE COĞRAFİ VERİNİN ÜRETİMİ ve PAYLAŞIMINA YÖNELİK STANDARTLAR

Bu bölümde Ülkemizde büyük ölçekli harita üretime ve değişimine esas standartları belirleyen “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği” ile getirilen standartlar ile coğrafi verilerin paylaşım standartlarını belirleyen TUCBS ve detayında yerel yönetimlerdeki KBS veri standartlarını belirleyen TRKBİS standartları ele alınacaktır.

2.1. Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHBÜY)

Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, Bakanlar Kurulunun 23/06/2005 ve 2005/9070 karar sayılı kararıyla 15.07.2005 tarih ve 25876 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ülke genelinde üretilen mekânsal bilgilerin ve haritaların tek elden izlenmesi, üretimde standardın sağlanması ve hizmet tekrarının önlenmesi amaçlamakla birlikte oluşturulan haritaların paylaşım esaslarını da tanımlamaktadır.

Ülke bütününde büyük ölçekli harita ve coğrafi bilgileri üreten ve kullanan kuruluşlar yönetmelik hükümlerine uymakla yükümlüdür. Yönetmelik, verinin temini ve üretilmesi ile ilgili gereken kurallar ile haritalara dair minimum standart kuralları ve bu standartlara dair gereken süreçleri kapsamaktadır. Gereksinim halinde bu standartların altında kalmak şartı ile standartlar yönergelerle detaylandırılabilir. Kadastro çalışmaları da bu kapsamda çıkarılan yönergelerle yürütülmektedir.

Yönetmelik 1/5000 ve daha büyük ölçekteki (yüksek çözünürlük) mekânsal verinin yersel teknikler, uydu teknolojileri ve fotogrametrik yöntemler kullanılarak yüksek doğrulukta ve güvenilirlikte sayısal olarak üretilmesine yönelik teknik ve idari standartları kapsamaktadır. Yönetmelik ayrıca UVDF, Detay Öznitelik Kataloğu ve bu katalog ile ilişkili özel işaretleri içermektedir (HKMO, 2008).

Gelişen uydu teknolojilerinin istenilen hassasiyette daha pratik ölçümlerin yapılabilmesine olanak vermesi ve ülke bütününde standart jeodezik altyapının tesisi için gerekli düzenlemeler yönetmelikte belirtilmiştir. Buna göre konum belirlemeye yönelik jeodezik altyapıya ilişkin kurallar aşağıda belirtilmiştir.

Mevcut Jeodezik Altyapı	:TUTGA, TUDKA, Türkiye Geoidi
Referans Koordinat sistemi	: ITRF (TUTGA)
Jeodezik Datum	: GRS-80
Düsey Datum	: TUDKA + GRS-80 göre tanımlı GEOİT
Konum Bilgisi	: i- Kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) ve ortometrik yükseklik (H) veya geoit yüksekliği (N) ii- Jeodezik koordinatlar (B,L,h) ve ortometrik yükseklik (H) veya geoit yüksekliği (N) olmak üzere
Hız Vektörleri	: V_x, V_y, V_z

Büyük ölçekli mekânsal bilgiler Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) koordinat sistemine dayalı üç boyutlu kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) veya GRS80 elipsoidinde jeodezik koordinatlar (B,L,h) ile üretilmektedir.

Ülkemizde mevcut yönetmelikten önce üretilen hâlihazır ve kadastral haritalar genellikle ED50 referans sistemi kullanılarak üretilmiştir. Yönetmelik 82. Maddesinde ED50 ve TUTGA arasındaki dönüşümlere dair esasları açıklamıştır.

Mevcut yönetmelikte, 1988 tarihli önceki yönetmelikten farklı olarak GPS çalışmalarında daha güvenilir hesapların yapılabilmesi adına en büyük baz uzunluğu 20 km altında tutulmuş ve hiyerarşik ağ yapısı benimsenmiştir.

2.1.1. Detay Kataloğu ve Ulusal Veri Değişim Formatı (UVDF)

Ülkemizde 1:5000 den büyük ölçekli haritaların üretilmesinde BÖHKBÜY esas alınmaktadır. Yönetmelik ile birlikte XML tabanlı UVDF formatı geliştirilmiş ve büyük ölçekli haritalarda yer alan detaylar ve öznitelikler dikkate alınarak Detay Öznitelik Kodlama Kataloğu ve UVDF veri değişim formatı yönetmelik eki olarak yayınlanmıştır.

2.1.1.1. Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu

Detay ve Öznitelik Kodlama Kataloğu (DÖKK) Başta tematik alanlarına göre olmak üzere 6 ayrı tabloda tanımlanmıştır. Bunlar;

- a) Detay Sınıf Tablosu
- b) Detay Tablosu
- c) Öznitelik Tablosu
- d) Detay ve İlgili Öznitelikler Tablosu
- e) Öznitelik Değer Tablosu
- f) İşaret Üretim Tablosudur.

Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'nde yer alan Detay ve Detay Sınıflarına ilişkin tablolar, örnek oluşturması açısından tablo 5 ve tablo 6 da gösterilmektedir.

Tablo 4. Detay Sınıfı Tablosu

Detay Sınıf Kodu	Detay Sınıf Adı
AR	Arazi örtüsü
BR	Bitki örtüsü
DN	Detay noktası
DY	Demiryolu ve tesisleri
HA	Nakil hatları ve haberleşme tesisleri
HD	Hidrografi
IA	İdari alan/sınır/merkez
KN	Kontrol noktaları
KY	Karayolları ve tesisleri
MA	Mülkiyet alanı
PA	Proje alanı
YA	Yapılar

Tablo 5. Detay Tablosu

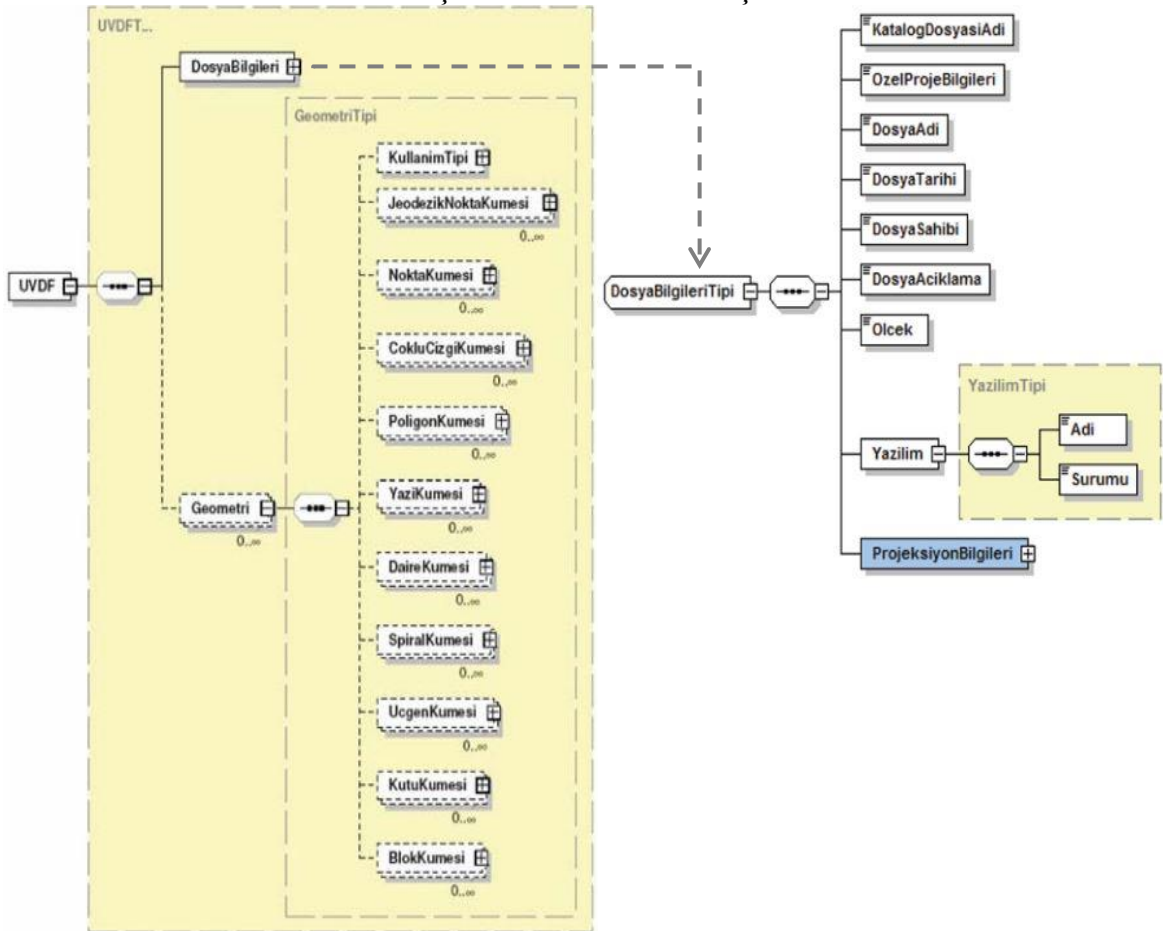
Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay Tanımı
AR	0001	Boş alan	Üzerinde herhangi bir detay olmayan alan
AR	0002	Tek kaya	Arazi üzerinde belirli bir şekilde bulunan tek kaya
AR	0003	Sıra kaya	Arazi üzerinde belirli bir şekilde bulunan sıra kaya
AR	0004	Hendek	Geçişi engellemek için, arazide insan eliyle açılmış sulu veya susuz dar ve uzun kazıntı
AR	0005	Set	Uzun toprak veya diğer malzeme yığını
AR	0006	Şev (dolma)	İnişli yer, bayır
AR	0007	Şev (yarma)	Yol, demiryolu, kanal ve benzeri tesislere geçiş sağlamak için yer yüzeyinde yapılan kazı
AR	0008	Maden ocağı	Kazılarak maden cevheri çıkarılan yer
AR	0009	Höyük	Bir yeraltı mezar odasının üzerini örten toprak yığınının oluşmuş yapay tepe
AR	0010	Eş yükseklik eğrisi	Topoğrafyanın yükseklik eğrileri
AR	0011	Kokurdan	Yüksek zeminle çevrili alçak arazi

Detay Sınıf Tablosu, detayları tematik alanlarına göre 12 grupta toplamış, Detay Tablosu ise bu sınıfları kodları, detay adı ve tanımı ile birlikte 145 detayda gruplamıştır. Burada bulunan 145 detaydan alt tip alabilecek detaylar, detay öznitelik tablosunda aldığı kod ile aynı öznitelige sahip detaylar ise Öznitelik Değer Tablosu ile ifade edilmiştir. Örneğin **Arazi Sınıfı (AR)** detayında detay kodu “0001” olan “Boş Alan” detayının alacağı öznitelik, **Detay ve İlgili Öznitelik Tablosunda** “TIP20” olarak belirtilmiş ve **Öznitelik Tablosunda** bu öznitelik kodu “Arazi Örtüsü Tipleri” olarak açıklanmıştır. **Öznitelik Değer Tablosunda** TIP20 ye karşılık gelecek öznitelik değerlerinde ise “Çöplük”, “Çorak”, “Dere Yatağı”, “Orta Malı”, “Hali Arazi”, “Kayalık”, “Taşlık”, “Kumluk”, “Lavlı / Leçelik”, “Traverten”, “Blok Kaya”, “Heyelan Bölgesi”, “Üst Kenarı Belirsiz Şev”, “Alt Kenarı Belirsiz Şev”, “Dik Şev” değerleri ile tanımlanmıştır.

2.1.1.2. Ulusal Veri Değişim Formatı

Ulusal Veri Değişim Formatı (UVDF); geometri tipleri (nokta, alan vb.), arazi ölçüm verileri, haritalara ait kartografik kalite ve veri tabanından bağımsız olarak veri paylaşımı ile olabildiğince geniş kullanıcı kitlesine ulaşma esasları dikkate alınarak tasarlanmıştır (BÖHHBÜY,2005). UVDF veri değişim formatı XML tabanlı geliştirilmiş veri değişim formatı olup “Geometri” ve “Dosya Bilgileri” olmak üzere iki ayrı XML şeması ile tanımlanmıştır. (Şekil 17)

Şekil 17. UVDF Genel Şeması



Kaynak: Hkmo, 2008

DÖKK de tanımlanmış detaylara ait geometri bilgileri UVDF kök nesnesi altındaki ilk şema olan geometri şeması içerisinde bulunan kümelerde tutulmaktadır. Bu hali ile detaylar obje temelli olmayıp nokta, çizgi, poligon vb. geometri kümeleri

içinde tanımlanmıştır. Detaya ait bilgiler XML bileşeni olarak Veri Tabanı Erişim ve Sembol Kodu (VTES) adlı kompleks tip ile tanımlanır.

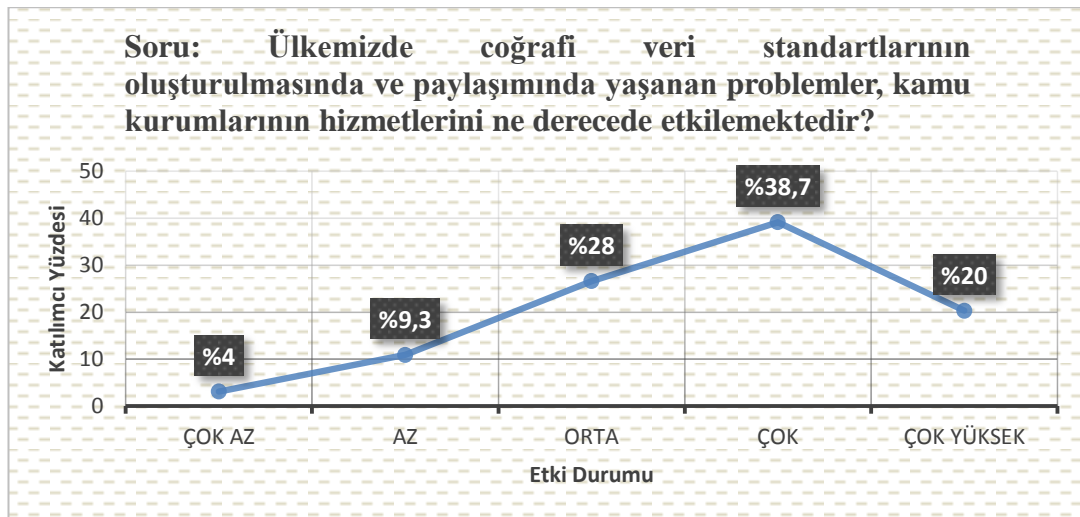
VTES, detayın temsil ettiği sınıf, kimlik numarası (ID) ve öznitelik tablosundaki geometri sembol kodu bilgilerini bulundurur. UVDF nin ikinci şeması olan dosya bilgileri şemasında ise projeksiyon bilgisini de içeren proje ve dosya ile ilgili bilgiler tutulmaktadır (Aydınöglü, 2009).

2.2. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS)

Ülkemiz, coğrafi veri üretimine ve paylaşımına esas olarak kullanılabilir, endüstri tarafından kabul görmüş standart ve ortak bir yaklaşımın gerçekleştirilmesi ihtiyacı içindedir.

Tez kapsamında yerel yönetimler düzeyinde gerçekleştirilen ankette, ülkemizde coğrafi veri standartlarının oluşturulmasında ve paylaşımında yaşanan problemlerin, yerel yönetim ve kamu kurumlarının hizmet kalitesini doğrudan etkilediği anlaşılmıştır (Şekil 18).

Şekil 18. Anket Çalışması Soru 3



Bakanlığımız Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü yürütücülüğünde gerçekleştirilen “Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Projesi (TUCBS)” çalışmaları, uluslararası alanda coğrafi veri yönetimi ve paylaşımı konularındaki mevcut eğilimi takip etmek adına gerçekleştirilmiş önemli adımdır.

TUCBS, coğrafi veri üreten ve paylaşan kurumların, sorumlusu oldukları coğrafi verileri, ortak bir CBS altyapısı üzerinden sunmalarını amaçlayan ve bu amaca hizmet edecek coğrafi veri paylaşım ve içerik standartlarının ISO, OGC ve INSPIRE gibi uluslararası standartlar temel alınarak belirlenmesine yönelik gerçekleştirilmiş bir e-devlet projesidir.

Projenin veri değişim ve içerik standartlarının belirlenmesi kapsamında; Adres, Arazi Örtüsü, Bina, Hidrografya, İdari Birim, Jeodezik Altyapı, Ortofoto, Tapu Kadastro, Topografya ve Ulaşım olmak üzere 10 adet veri teması çalışılmış olup bunlara ilişkin uygulama şemaları ve veri tanımlama dokümanları yayınlanmıştır.

2.3. Kent Bilgi Sistemi Standartları (TRKBİS)

Coğrafi verilerin standart paylaşımı ülke ölçeğinde TUCBS ile sağlanmalıdır. Ülkemizde coğrafi veri üretiminde yaşanan mükerrerliğin ve dolayısı ile gerçekleştirilen CBS projelerde oluşan yüksek veri üretim maliyetlerinin azaltılması için gerçekleştirilmiş veri paylaşım standartları TUCBS projesi ile çalışılmıştır.

Bu verilerin üretilmesinde büyük pay sahibi olan kurumlar yerel yönetimlerdir. Bu bağlamda Badem'e (2017) göre yerel yönetimler, TUCBS standartlarının kent ölçeğindeki veri üreticisi konumundadır.

Yerel yönetimler kendi iş süreçlerinde ürettikleri veya dolaylı olarak temin ettikleri coğrafi verileri, oluşturdukları kent bilgi sistemleri (KBS) içerisinde kullanmaktadır. Bakanlığımız, yerel yönetimler tarafından kullanılan coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması için TUCBS ile getirilen standartların yerel yönetimler düzeyinde bütünler nitelikteki çalışmayı "Kent Bilgi Sistemleri Standartlarının Belirlenmesi Projesi (TRKBİS)" ile gerçekleştirmiştir.

Proje ile yerel yönetimler tarafından üretilen coğrafi verilerin TUCBS portalında kullanılan metaveri ile uyumlu olması hedeflenmiştir. Bu kapsamda; Adres, Arazi Kullanımı, Arazi Örtüsü, Bina, Bitki Örtüsü, Jeodezik Tesisler, Kamusal Hizmetler, Kent Mobilyası, Su Kütlesi ve Ulaşım veri temaları için KBS veri değişim formatları hazırlanmış ve Bakanlık sayfasından yayınlanmıştır.

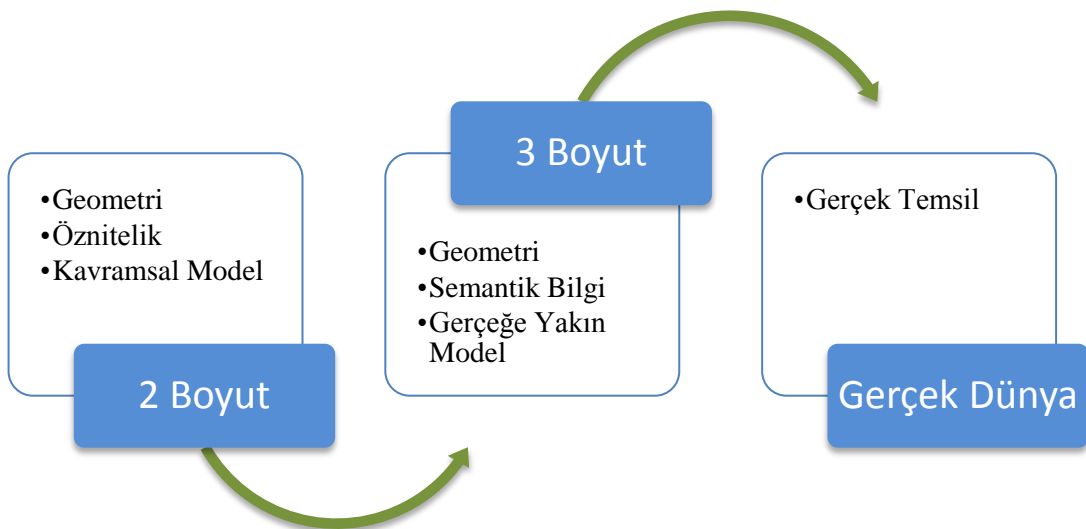
BÖLÜM 3

ÜÇ BOYUTLU MODELLER VE FORMATLARA GENEL BAKIŞ

Günümüzde bilgisayarların gerek sistem gerekse işlem gücünün gelişmesi, gerçek dünyayı temsil etmek için kullandığımız yöntemlerin ve veri formatlarının da daha gerçekçi temsillerin yapıldığı formatlara dönüşmesine katkı sağlamıştır.

Bu gelişmeler bir zamanlar teknoloji alanındaki limitlerin sınırlı olması ile zorunluluktan kâğıt ortamında veya iki boyutlu yaklaşımlar ile temsil edilen dünyanın, yeniden üç boyutlu görselleştirme ile olduğu gibi temsil edildiği üç boyutlu modellere doğru geri gelmesini sağlamaktadır. Başka bir deyişle iki boyutlu medyalar sıkıştırılan ve kavramsal olarak temsil edilen gerçek dünya, gelişen teknoloji ile yeniden olduğu gibi gerçekçi bir yaklaşımla üç boyutlu modeller içerisinde temsil edilmeye başlanmıştır.

Şekil 19. Coğrafi Veride Gerçek Temsile Doğru Yönelim



CBS, CAD ve internet tabanlı standart geliştirici uluslararası standardizasyon kuruluşları, üniversiteler ve yazılımcılar tarafından hazırlanmış görselleştirme, veri yönetimi, modelleme veya platformlar arası veri değişimi gibi farklı amaçlar doğrultusunda hazırlanmış çok sayıda 3 boyut standardı mevcuttur.

3 boyutlu veriler ve standartlar yalnızca 3 boyutlu görsel veya geometrik model oluşturmak için değil nitelikli bilginin sorgulanabileceği navigasyon, kentsel dönüşüm, afet planlama, taşkın simülasyonları gibi analizler içinde kullanılabilir olmalıdır. Bu gibi analizlerin yapılabilmesi 3 boyutlu bilginin yönetimi ve farklı uygulamalar arasındaki verilerin bütünleşmesi ile sağlanabilmektedir.

Geliştirilen ilk 3 boyutlu veri modelleri görsellik sağlaması açısından topolojisi tutarlı ve doğru, kendi içinde kesişmeyen ve geometriyi korumaya yönelik yaklaşımlar içerisinde olmuşlardır. Veri yönetimi için geliştirilmiş olan bir başka model grubu, geniş veri kümelerinin verimli depolanması, sorgulanması ve özniteliklerin korunmasına odaklanmışken bir diğer model ise hızlı ve gerçekçi görselleştirme yaparken nesnelere veya yapıların topolojik geçerliliğini dikkate almamaktadır (Sisi Zlatanova vd.).

Farklı amaçlar doğrultusunda geliştirilen bu standartların geometri, semantik bilgi ve nesnelere arasındaki ilişkiyi tutma yöntemleri gibi birbirlerinden olan farklılıkları nedeniyle, tek bir 3 boyutlu ortamda dönüşüm yapmadan bütünleştirmek neredeyse imkânsızdır. Ayrıca dönüşüm sırasında da veri kayıpları yaşanabileceği gibi formatlar arasındaki eşleştirme işleminin geçerliliği de garanti değildir.

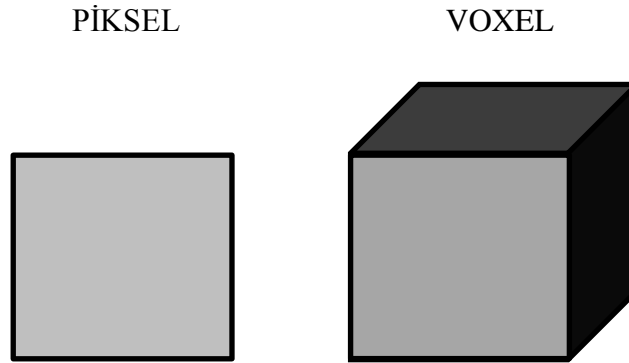
3.1. Üç Boyutlu Modellemede Gösterimler

Literatürde Yüzey Temelli (Surface-based) ve Hacim Temelli (Volume-Based) olmak üzere 2 tip 3 boyutlu modelleme söz konusudur. Sınır Temsili (Boundary Representation), şekil modeli (shape model) ve grid yüzey temelli modellemeye, Yapısal Katı Geometri (Constructive Solid Geometry), Düzensiz Üçgen Ağı (TIN) ve Voxel ise hacim temelli modellemeye örnek olarak gösterilebilir.

3.1.1. Voxel Temsili Modeli

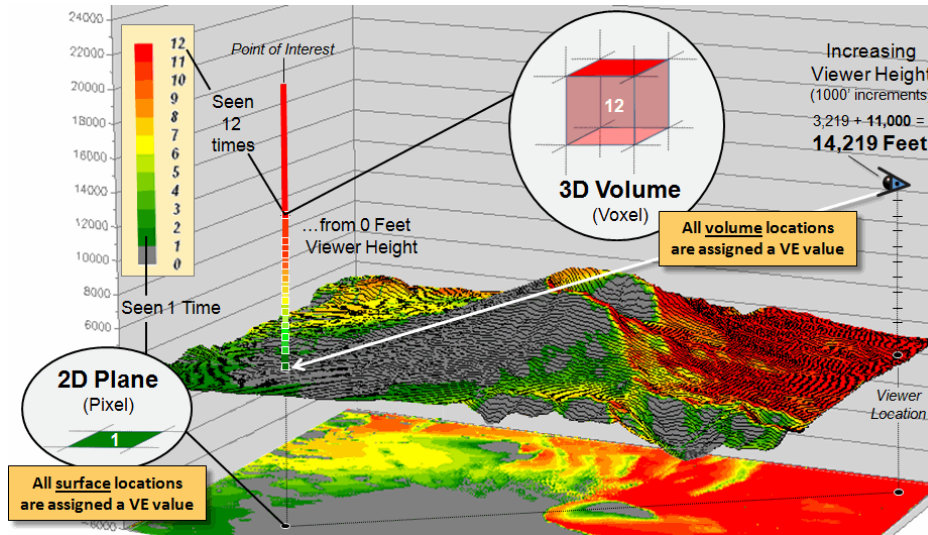
Voxel; iki boyutlu pikselin üç boyutlu karşılığı olup hacim pikselinin kısaltması olarak ifade edilebilir. Piksel ile bir nokta 2 boyutlu olarak tanımlanırken, voxel bir noktayı 3 boyutlu uzayda tanımlayan grafik bilgisini ifade etmektedir. Tanımı açıklayıcı gösterim şekil 20'de mevcuttur.

Şekil 20. Piksel ve Voxel Temsili Gösterimi



Voxel gösterimi jeoloji, okyanus, klimatoloji gibi sürekli doğal olguların modellenmesi için uygundur. Bunun nedeni modellemede düzenli olması dolayısıyla yönetimi ve analizlerin basit olmasıdır. Ancak yüksek çözünürlüklü olduğundan büyük miktarda veri hacmine ve düzenli olmayan engebeli ve dalgalı yüzeylerde gerçekçi olmayan görselleştirmelere neden olmaktadır.

Şekil 21. 2 Boyutlu Yapının 3 Boyutlu Voxel Model İle Gösterimi



Kaynak: (İnnovativegis)

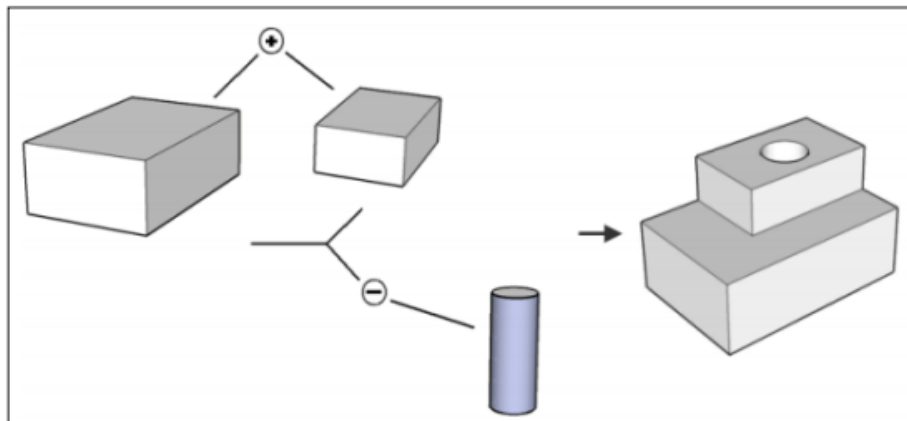
3.1.2. Yapısal Katı Geometri (CSG) Temsili Model

Yapısal Katı Geometri model küre, küp ve silindir gibi basit ve düzenli geometrik şekilleri temel alır ve nesnelere bunları birleşimleri şekliyle ifade eder

(Şekil 22). Bilgisayar destekli çizimlere düşük veri hacmi ve işlem süresinin kısa olması ile daha uygundur. Katı geometrileri oluşturmadaki diğer temsillere oranla nispeten daha sorunsuz yapısı ile mimari uygulamalarda kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) uygulamalarında da 3 boyutlu temsil yapısal katı geometri ile sağlanmaktadır.

Bu modelin dezavantajı gerçek dünyanın modellenmesinde nesnelere arasındaki ilişkilerin daha karmaşık olması ve topolojiyi tam anlamıyla yansıtmıyor olmasıdır (Sisi Zlatanova vd). Öte yandan düzenli geometrilere sahip hacimli şekiller ile düzensiz geometri hacimli şekillerin oluşturulmasında yoğun matematiksel hesaplamaların yapılması gereği sonucunda ortaya çıkan hesaplama işinin fazla olması nedeniyle düzensiz nesnelere yapısal katı geometri temsilinin pek uygun olmadığı düşünülmektedir.

Şekil 22. Yapısal Katı Geometri Modeli



Kaynak: Yücel, 2009

3.1.3. Sınır Temsili (B-Rep)

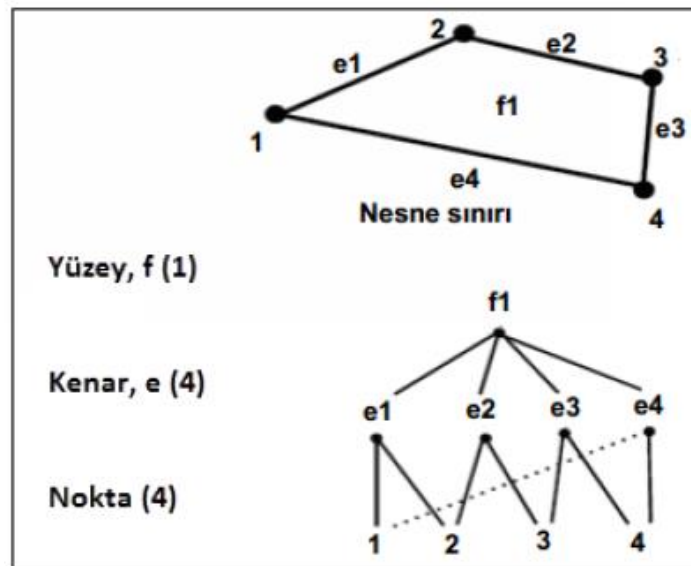
Sınır temsili diğer temsillere oranla gerçek dünyanın modellenmesinde daha yaygın olarak kabul gören bir yaklaşımdır (Foley vd., 1995). Nesnelere nokta, çizgi, poligon ve polyhedron (çok yüzlü) olarak insanlar tarafından gerçek dünyada algılandıkları şekliyle ifade edilir ve verileri sınırlarının ölçülmesi ile elde edilir. 3 boyutlu koordinatlar (x,y,z) noktaları, noktalar çizgileri, çizgiler yüzeyleri ve

yüzeylerde prizma, koni, silindir veya bunların birleşimlerinden meydana gelen ana blokları oluşturmaktadır.

Sınır Temsili modelinde nesnenin temsili geometrik veri ögesi, ögenin tanımlama kodu ve diğer öğelerle ilişkisinden oluşur. Şekil 23’de çokgen bir nesnenin temsili verilmektedir. Gerçeğe yakın topolojik ilişkinin kurulabilmesi sayesinde nesnelerin temsilini ve güncellenmesini kolay hale getirir de karmaşık hesap yükünü arttırmaktadır (Özdoğan, 2014).

Sınır temsili modeli CBS ve Cad uygulamalarında veri alışverişinde en çok kullanılan modeldir. Tez konusu CityGML veri modeli de sınır temsiline dayanan 3 boyutlu veri modeli standartlarındandır.

Şekil 23. Sınır Temsili Modelinde Düzlemsel Çokgen Temsili



Kaynak: Yücel, M.A.(2009)

3.2. 3 Boyutlu Veri Modeli ve Dosya Uzantıları

Her biri farklı amaca hizmet eden çok sayıda 3 boyutlu veri modeli mevcuttur. Uluslararası standardizasyon kuruluşları tarafından geliştirilen (Vrml, CityGML ve Ifc gibi) veri modellerin yanında çok sayıda kullanıcısı olan ücretli yazımlara ilişkin (Collada, Dxf ve 3D Pdf gibi) veya yaygın kullanımı olan (KML) formatlarda endüstride fiili standart halini almıştır.

3 boyutlu veri modeli standartları coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılmak üzere temelde aşağıdaki gibi 3 ana grupta verdikleri destekle karşılaştırılabilirler. Bunlar;

- Şekil ve görünüm desteği,
- Nesne tanımlama ve öznitelik desteği,
- Web kullanımı ve web görselleştirme desteği olarak sıralanabilir.

Sanal Gerçeklik İşaretleme Dili (VRML), Web 3D Konsorsiyumu tarafından geliştirilen internet ortamında etkileşimli ve üç boyutlu konum referanslı sanal dünya oluşturulmasını sağlayan 3 boyut standardıdır. Büyük modellemelerde dosya boyutunun yüksek olması nedeniyle yerini XML tabanlı X3D'ye bırakmıştır.

KML, coğrafi nesne ve bilgilerin Google Earth gibi uygulamalar aracılığı ile görselleştirilmesinde kullanılan XML tabanlı ve OGC tarafından kabul edilen bir 3 boyut standardıdır. Desteklediği geometri biçimi GML ile uyumludur ve geometrinin yanında görüntü, 3 boyutlu modeller ve yer işaretleri barındırır.

Collada, 3 boyutlu verilerin gösteriminde kullanılan standartlar arasındadır. Başlangıçta oyun grafiği alanındaki görselleştirmeler için tasarlanırsa da yaygın kullanıma ulaşmasında Google Earth ve Sketchup gibi uygulamaların bu standardı desteklemesinin önemi büyüktür.

I3S, Esri tarafından geliştirilen “İndekslenmiş 3 Boyutlu Sahne Katmanları” (Indexed 3D Scene Layers) veri formatı, büyük miktardaki 3 boyutlu veri kümelerinin internet üzerinden verimli bir şekilde yayınlanmasını amaçlayan genişletilebilir yapıda veri formatıdır. Bu format OGC'ye üye topluluklar tarafından (Esri) OGC dışında geliştirilmiş bir format olup 2017 yılında OGC tarafından benimsenmiştir (OGC, 2017).

IFC, Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modeling-BIM) uygulamalarında kullanılan ve bu kapsamda uluslararası alanda kabul görmüş ve standartlaşmış (ISO 16739) veri modelidir. BIM coğrafi bilgi sisteminde olduğu gibi geniş alanları modellemek için değil ağırlıklı olarak inşaat sektöründe ve sınırlı sayıdaki nesneyi (Tek bina veya bir site gibi) modellemek için kullanılır. IFC veri modelinde İlgi odağı bina ile komşuluk ilişkisi bulunan diğer nesnelere bilgilendirme amaçlı olup düşük ayrıntı seviyesindedir.

VRML, X3D ve Collada, OGC veya ISO tarafından kabul edilen uluslararası standartlardan olmamakla birlikte 3B bilgisayar grafiği verilerinin sıkıştırılmış dosya formatı standardında (U3D), 3 boyutlu kent modellerin görselleştirilmesi için kullanılabilirler (Özdoğan, 2014). Bu standartlar ileri seviye görsellik sunarken, Collada farklı geometri türlerini de desteklemektedir. Ancak CAD alanından türemeleri nedeniyle öznitelik ve semantik bilgi desteği ile zayıf kalmaktadırlar.

Shp, Ifc ve CityGML veri modelleri yalnız görselliği ve geometriği değil mekânsal analizler içinde önemli olan nesnelere arasındaki ilişkileri, topolojiyi ve öznitelik bilgilerini de tutmaktadır.

Cad ve GIS alanlarındaki 3 boyutlu standartların öznitelik topoloji ve semantik bilgiyi de içeren karşılaştırmalı tablosu şekil 24 de gösterilmiştir.

Şekil 24 Cad ve CBS Alanlarındaki 3B Standartların Karşılaştırılması

Standard/Criterion	DXF	SHP	VRML	X3D	KML	Collada	IFC	CityGML	3D PDF
Geometry	++	+	++	++	+	++	++	+	++
Topology	-	-	0	0	-	+	+	+	-
Texture	-	-	++	++	0	++	-	+	+
LOD	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Objects	0	+	+	+	-	-	+	+	+
Semantic	+	+	0	0	0	0	++	++	+
Attributes	-	+	0	0	0	-	+	+	+
XML based	-	-	-	+	-	-	+	+	-
Web	-	-	+	++	++	+	-	+	0
Georef.	+	+	-	+	+	-	-	+	+
Acceptance	++	++	++	0	++	+	0	+	++

- not supported; 0 basic; + supported; ++ extended support

Kaynak: Stoter vd., 2011

Stoter vd. (2011) göre; Yukarıdaki tabloda belirtilen formatlar arasında geometrik dönüşüm çoğunlukla sağlanmaktadır. Ancak veri formatlarının yetenekleri ve desteklediği standartlar çerçevesinde topoloji gibi diğer kriterler bu dönüşümlerde yeterli düzeyde aktarılamamaktadır.

3.3. Üç Boyutlu Coğrafi Veri Modeli Olarak CityGML'in Mevcut Durum Eşliğinde İncelenmesi

Ülkemizde coğrafi veri ve coğrafi veriye altlık olacak diğer verileri üreten veya kullanan kamu ve özel sektör kullanıcıları veriyi alışageldikleri veya genel kabul görmüş ve daha çok kullanıcısı olan yazılımları kullanarak üretmekte ve kullandıkları yazılımın tanıdığı formatlarda paylaşım yapmaktadırlar. Veri paylaşım gereksinimlerinin artması, veriyi kullanan ve paylaşanlar arasında farklı sistemler tarafından okunabilen ortak bir veri modeli bulma arayışına yöneltmiştir.

Farklı dosya formatlarındaki verilerin birbirleri ile bütünleştirilmesinde yaşanan sıkıntıların başında coğrafi veri ile bütünleşik özniteliklerin saklanma şekilleri gelmektedir. Kimi yazılımlar verideki özniteliği yerelde veya veri tabanı üzerinde oluşturulan tablolarda saklarken kimi yazılımlar grafik veriyi farklı sözel veriyi farklı yerde depolayarak tutmaktadır. Burada karşılaşılan durum veri paylaşımında bulunacak tarafların her iki sistemi de etkin şekilde kullanıyor olmasını gerektirmekte ayrıca fazladan işlem yapılarak zaman kaybına neden olmaktadır. Öte yandan bir projenin çıktısı olan ürün başka bir projenin girdisi olabilmekte ve bu etkileşimin mekânsal veri kullanıcıları tarafından etkin şekilde sürdürülebilmesi için verinin eksiksiz, tam ve anlaşılabilir olması gerekmektedir.

Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO)'nın 211 numaralı teknik komitesi ve Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC) tarafından coğrafi veri ve coğrafi veri üreten yazılımlara yönelik geliştirdikleri standartlar mekânsal veri üreten ve kullanan kişilerce veri paylaşımını ortak formatta yapabilmeye ve paylaşım sırasında ortaya çıkan diğer problemlerin giderilmesine olanak sağlamıştır. OGC tarafından geliştirilen ve ISO'nun 2007 yılında uluslararası standart olarak kabul ettiği "Coğrafi İşaretleme Dili" GML (Geography Markup Language) günümüzde birçok ülkede ulusal veri değişim formatı olarak kullanılmaktadır.

Veri ile ilgi bir diğer hususta hâlihazırda ülkemizde coğrafi veri üreticisi durumunda olan veya bu verileri kullanan kurumların yaygın olarak 2 boyutlu veri üzerinden işlerini yapıyor olmasıdır. Ülkemizde kadastro paftaları başta olmak üzere üretilen haritalar ve kentlerimiz için oluşturulan kent bilgi sistemlerinin temeli iki boyutlu verilere dayanmaktadır. Ayrıca büyük ölçekli harita üretiminin çerçeve standartlarını belirleyen yönetmelik ile getirilen standartlarda 3 boyutlu verinin

üretimine yönelik yetersiz kalmaktadır. Ancak 3 boyutlu gerçek dünya göz önüne alındığında karmaşık yapıya sahip modern kentlerde yasal güvenliğin sağlanması açısından kentsel durumun üç boyutlu olarak ele alınması gerekmektedir. Örneğin kentlerimizde mülkiyet açısından kayıt dışı ve kamuya ait alanlarda yer altına inşa edilen yapıların veya gökyüzünden bu alanlar üzerine taşmaların oluşturduğu karmaşa iki boyutlu veri ile yeterince teşhis edilememektedir.

Bunun yanı sıra kentsel alanlarda inşa edilen yer altı kanalları, metro ve tramvay hatları, telekomünikasyon ve enerji nakil hatları gibi yapılar ve bunlara ait üst hakları üç boyutlu mülkiyetin kapsamına giren konulardır. (TKGM, 2012)

3 boyutlu veri denildiğinde ilk olarak kabartma veya taban alanları üzerinde yükselen grafik veri anlaşılmaktadır. Ancak 2 boyutlu veri ile de 3 boyutlu grafik veriler elde edilebilmektedir. Buradaki en önemli ayrım yükseklik verisidir. 2 boyutlu veri kartezyen koordinatları ile x ve y değerlerini barındırır ve her x ve y koordinatı için tek yükseklik verisi atandığında sonuç olarak 2.5 boyutlu veri elde edilir. Bu veri modeli ile nesnelere detaylı analizlere imkân vermeyecek ölçüdedir ancak şekilsel olarak üçüncü boyutu temsil edecek biçimde kullanılabilirler.

Klasik yaklaşımlı 2 boyutlu veri kullanımından 3 boyutlu veri kullanımına geçişin en önemli ve başta gelen avantajları arasında, oluşturulan sanal modellerin gerçek dünyadaki görünümüne daha yakın olması ve bu sayede çok daha detaylı analizlerin doğru şekilde yapılabilir hale gelmesi bulunmaktadır. Ayrıca görselliğinin doğası gereği karar vericiler için daha anlaşılır olduğundan kent yaşamı için daha doğru kararların alınmasını kolaylaştıracak ve yerel yönetim hizmetlerinin iyileştirilmesinde etkili olacaktır.

3 boyutlu veri modelleri arasında her nesne için semantik, geometri, topoloji ve görünüm özelliklerinin depolanmasına izin veren ve nesne yönelimli bir veri modeli olan CityGML, diğer 3 boyutlu veri modellerinin arasından internet kullanımını, semantik bilgi ve topoloji desteği sayesinde 3B mekânsal veri altyapısı çalışmalarında genel bir standart olarak tercih edilmektedir (Brink vd., 2013).

3.4. Coğrafi İşaretleme Dili (GML)

Yazılımlar veya veri tabanları arasında gerçekleşen veri transferlerinde, iletilen veri yapısının diğer platformdaki sisteme uygun hale getirilmesi işlemi

karmaşık ve uzun zaman almaktaydı. Problemi ortadan kaldırmak amacıyla World Wide Web Consortium (W3C), XML çalışma grubu tarafından veri iletişim standardı olarak tasarlanan XML formatı geliştirilmiştir. Tasarlanmasındaki amaç internet aracılığı ile veri transferi yapan sistemler arasında karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak ve veri iletişimini standartlaştırmaktır.

XML, veri tanımlama için kullanılan bir dil olduğundan programlama dilleri gibi düşünülmemelidir yani davranışı ifade etmek veya karmaşık hesap yapmak için kullanılan bir mekanizması yoktur ayrıca bilgilerin grafik görselleştirilmesi veya sunumuyla da ilgilenmez.

XML dokümanları, basit metin editörlerinde yazılıp düzenlenebilmektedir ve etiketlerle çevrilmiş metinler içermektedir. Doküman içeriği bakımından HTML (Hiper Metin İşaretleme Dili) belgelerine benzese de HTML bilgilerin genel görünümünü (başlık satırları, paragraflar başlangıçları vb.) denetlemek için tasarlanmış iken XML verinin anlamını yani verilerin ne olduğunu tanımlamaktadır. Örnek XML metni şekil 25’de gösterilmektedir.

Şekil 25 Örnek XML Dokümanı

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<personel>
  <adi>Salih</adi>
  <soyadi>Acar</soyadi>
  <meslek>Muhendis</meslek>
  <telefon>+901234567890</telefon>
</personel>
```

Tüm dillerdeki harf karakterleri belge içerisinde kullanılabileceğinden hataya yer vermemek için kodlama sırasında “encoding” belirtilmelidir. Bunun için XML önsözü kullanılacaksa ilk satırda yer almalıdır ancak kullanılması isteğe bağlı olup zorunlu değildir.

XML, ağaç şeklinde uzanan yapısı sayesinde özgün veri etiketleri oluşturabilme imkânı vermektedir ancak bir XML dokümanın geçerli olabilmesi ve veri transferi sonrasında kullanılabilir olması için XML şema ile doğrulanması

gerekmektedir diğer bir deyişle XML dokümanında kullanılan elamanlar XML şema tanımı (XSD) içerisinde tanımlanmış olmalıdır.

XSD bir XML doküman tanımlama standardıdır. Genellikle uygulama şeması olarak adlandırılmaktadır ve veride hangi öznelik alanlarının olduğunu açıklar. XML metninin içerisindeki elementlerin sayısı, sırası, tipi ve alt elementleri gibi bilgileri saklayan dil XML şeması XSD dir. Şekil 26’da gösterilen dokümana ait XML şeması Şekil 26’da gösterilmiştir.

Şekil 26. Örnek XML Şeması (XSD)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified"
attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="personel">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="adi" type="xs:string"/></xs:element>
        <xs:element name="soyadi" type="xs:string"/></xs:element>
        <xs:element name="meslek" type="xs:string"/></xs:element>
        <xs:element name="telefon" type="xs:int"/></xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

ISO 19100 uluslararası standartlar serisinde kullanılan kavramsal modelleme çerçevesine uygun olarak modellenmiş ve ISO 19136 numaralı standart olarak bilinen GML, mekânsal veya mekânsal olmayan coğrafi bilgilerin taşınması ve depolanması için OGC tarafından geliştirilmiş XML tabanlı bir modelleme dilidir (ISO 19136:2007).

GML bir modelleme dili olarak mekânsal nesnelerin coğrafi bilgi sistemleri uygulamalarında değişimi ve sunumunda kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle belirli bir arazi detayına ait coğrafi uygulama şemaları ve bilgileri GML formatında depolanabilir ve istenildiği takdirde diğer formatlarda şema ve bilgi aktarımı yapılabilir. En önemli avantajı ise, haritaların kullanıcı veya uygulamacı tarafından satın alınması gereken özel bir yazılıma ihtiyaç duymadan standart bir internet gezgini tarafından gösterilebilmesidir. Şekil 27’de standart bir internet tarayıcı ile görüntülenen bir verinin GML formatlı içeriği gösterilmektedir.

Şekil 27. Örnek GML Dokümanı

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wfs:FeatureCollection xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:geonode="http://worldmap.harvard.edu/" xsi:schemaLocation="http://worldmap.harvard.edu/
http://worldmap.harvard.edu/geoserver/wfs?
service=WFS&version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=geonode%
3Ampolygon_px6 http://www.opengis.net/wfs
http://worldmap.harvard.edu/geoserver/schemas/wfs/1.1.0/wfs.xsd" timeStamp="2017-12-
16T13:42:09.245Z" numberOfFeatures="0">
  <gml:featureMembers>
    <geonode:mypolygon_px6 gml:id="mypolygon_px6.1">
      <geonode:the_geom>
        <gml:Polygon srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326"
srsDimension="2">
          <gml:exterior>
            <gml:LinearRing srsDimension="2">
              <gml:posList>79.39064024773653 11.677958136567844
79.40574644890594 11.697121798928404 79.44763182487713
11.684009962648828 79.44694517936921 11.65307701972681
79.42256926384478 11.627857397680973 79.39613341179829
11.635255390466018 79.39064024773653
11.677958136567844</gml:posList>
            </gml:LinearRing>
          </gml:exterior>
        </gml:Polygon>
      </geonode:the_geom>
      <geonode:Name>Boundary1</geonode:Name>
      <geonode:Description>This is sample boundary created for testing
purpose<BR></geonode:Description>
      <geonode:Start_Date>2012-04-15T18:30:00Z</geonode:Start_Date>
      <geonode:End_Date>2012-04-15T18:30:00Z</geonode:End_Date>
      <geonode:String_Value_1>Surya</geonode:String_Value_1>
    </geonode:mypolygon_px6>
  </gml:featureMembers>
</wfs:FeatureCollection>

```

Kaynak: http://worldmap.harvard.edu/data/geonode:mypolygon_px6

Bu kapsamda GML klasik metotlara ölçüyle daha yetenekli ve erişilebilir bir yaklaşım olarak harita üretiminde ve sunumunda kullanılabilir. GML, hemen her XML tabanlı dilde olduğu gibi belgeyi açıklayan temel şema ve gerçek verinin bulunduğu doküman olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.

GML veri, XML dokümanlarının doğrulanabilir yani GML temel şemaları ile uyumlu olduğu ölçüde anlamlıdır. GML'in ortaya çıktığı ilk sürümünde temel şemalar için DTD (Document Type Description / Doküman Tip Tanımlayıcıları) dokümanları kullanılmışsa da daha sonraki sürümlerde DTD ye olan üstünlükleri ile XSD (XML Schema Definition / XML Şema Tanımı) dokümanları kullanımına başlanmıştır. DTD formatı ile aralarındaki en önemli fark XSD formatın integer, boolean, decimal hatta kullanıcı tanımlı tiplere kadar destek veriyor olmasıdır. GML şema içerisinde GML dokümanını oluşturan XML elemanlarını, veriye ait öznitelikleri, öznitelik gruplarını ve basit veya karmaşık tipler ile veriye ait açıklayıcı bileşenleri barındırır (EMEM vd., 2008).

ISO 19109:2005, uygulama şemalarının geliştirilmesi için gerekli genel bir yöntem önermektedir. GML uygulama şeması XML şeması içinden doğrudan oluşturulabileceği gibi "Uygulama Şema Kuralları Standardı" içinde tanımlanmış

kısıtlama ve kurallara uyularak da oluşturulabilir. Bu kapsamda CityGML bilgi modeli standardı, şehirlerin üç boyutlu gösterimi ve temsiline yönelik OGC tarafından geliştirilmiş bir GML uygulama şemasıdır.

BÖLÜM 4

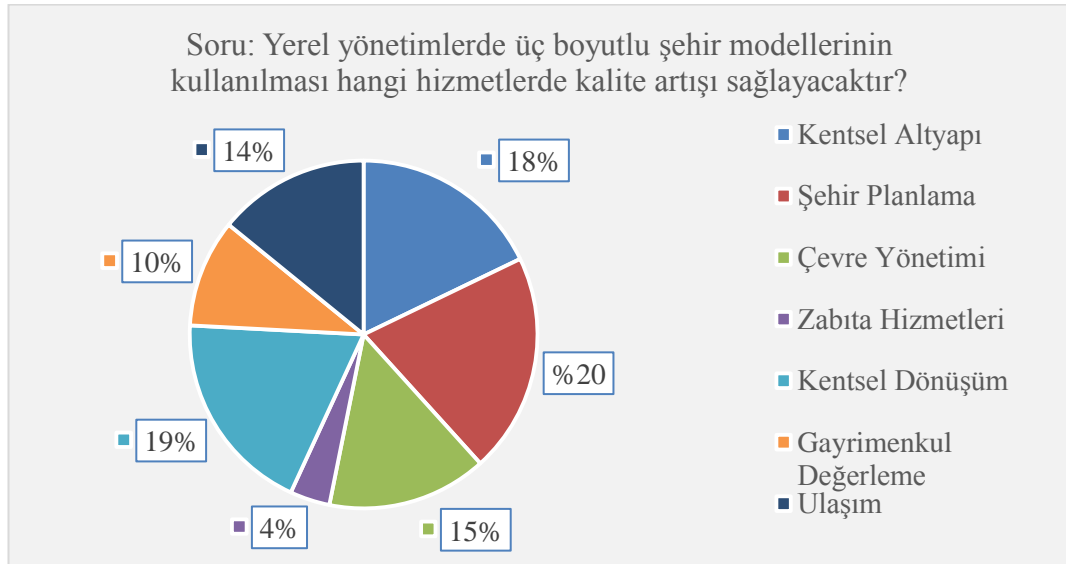
CITYGML BİLGİ MODELİ

Şehirlerin 3 boyutlu modellenmesi çoğu zaman görselleştirmenin ötesine geçemeyen bu yaklaşımlar içerisinde sürdürülse de, planlama, risk yönetimi, acil müdahale uygulamaları ve çevre yönetimi gibi birçok alanda karar vericilerin analiz ve planlama yeteneklerini geliştiren bir araç olarak giderek önemi artan bir rol oynamaktadır.

Bu sebepten yerel yönetimler klasik topografik haritaların yanında kent bilgi sistemleri ile entegre 3 boyutlu uygulamaların ve kent modellerinin oluşturulması gereksiniminin farkına varmışlardır.

Yerel yönetimlerde, üç boyutlu verinin önemine ve üç boyutlu modellerin şehirlerimizde kullanılması ile hangi hizmetlerde kalite artışı yaşanacağına ilişkin yapılan anket çalışmasında, özellikle şehir planlama, kentsel dönüşüm ve altyapı çalışmaları ön plana çıkmaktadır.

Şekil 28. Anket Çalışması Soru 4



CityGML bilgi modeli nesnelerin topolojik ilişkilerini ve semantik bilgilerini de içeren yapısı ile görselleştirmenin yanında sorgulama ve analiz imkânı vererek veri toplama için kullanılabilir bir standart olarak karşımıza çıkmaktadır.

Semantik bilgi, nesnelere ilişkin konumsal bilginin yanı sıra bu bilgiye ek olarak nesneyi tamamlayıcı öznitelik, sözel veya tematik bilginin bütününe kapsayan bilgidir. Semantik bilgiler gerek nesne geometrisinin gerekse nesneye ilişkin diğer bilgilerin analiz edilmesinde kolaylık sağlamaktadır.

CityGML, üç boyutlu kent modellerinin sunumu, saklanması ve uygulamalarda altlık olarak kullanılması ile farklı uygulamalar ve platformlar arasındaki değişimi için tasarlanmış açık yapıda XML-tabanlı bir standarttır. Hâlihazırda en güncel sürüm 2.0.0 olup OGC ve ISO TC211 tarafından yayınlanan mekânsal veri değişimi için genişletilebilir uluslararası standart olan GML'in (sürüm 3.1.1) uygulama şemasıdır (OGC, CityGML). CityGML sanal topografya ve 3B kent modelleri için bir coğrafi bilgi modeli olup ISO'nun 191xx serisi Coğrafi Bilgi Standartları ile uyumludur.

Bu bölümde; CityGML bilgi modelinin ortaya çıkış amacı, tarihsel gelişimi, temel ve tematik modülleri ile genel özellikleri anlatılacaktır.

4.1. Veri Modelinin Tarihsel Gelişimi

CityGML'in oluşturulma amacı 3 boyutlu kent modellerine ait temel kavramları ve ilişkileri ortak bir tanımda ortaya koymak ve üç boyutlu uygulamalar için bir referans oluşturmaktır.

CityGML veri modeli GDI-NRW (Kuzey Ren-Vestfalya Mekansal Veri Altyapısı) ve SIG-3D (Special Interest Group 3D) oluşumları tarafından 2002 yılında Almanya'da geliştirilmeye başlanılmıştır. Geliştirilen modele uygun ve kapsamlı ilk uygulama Pilot 3D projesi ile Hollanda'da gerçekleştirilmiş ve bu veri modelini ulusal bir standart haline getiren ilk ülke de Hollanda olmuştur (Kolbe vd, 2005).

2006 yılında kıta ölçeğinde CityGML modellerin uyumlaştırma çalışmaları EuroSDR tarafından başlatılmış ve OGC tarafından 2008 yılında versiyon 1.0.0 ile standart kabul edilmiştir.

CityGML veri modeli standart halini aldığı ilk tanıtımı takiben özellikle Almanya, Hollanda, Fransa gibi ülkelerde uygulama alanı bulmuştur. Almanya; Berlin, Köln, ve Münih başta olmak üzere 3 boyutlu şehir modellerini CityGML bilgi modeli üzerinde geliştirmiş, Fransa LOD 2 seviyesindeki veri profilini "IGN France" projesi ile Lille, Nantes ve Marsilya şehir merkezleri ile Paris bütününde

oluşturmuştur. Ayrıca CityGML, Avrupa Birliği Komisyonunun kamuya açık verilerin birlikte işletilebilir bir biçimde sunulmasını sağlayan ve Avrupa uzaysal veri altyapısının oluşturulmasını amaçlayan INSPIRE girişiminin yapıya (building) yönelik geliştirdiği bina modelini (sürüm 2,0) oldukça etkilemiştir.

OGC, ilk standart sürümü takiben yaklaşık 4. yılın sonunda, 2.0.0 versiyonunu CityGML standardı olarak yayınlanmıştır. Bununla birlikte aşağıda listelenen özellikler uygulama şemasına eklenmiştir.

- Binalarda 2 ve 3 boyutlu gösterimler arasındaki bütünleşmeyi sağlamak için binalara LOD 0 temsili eklenmiş,
- Genel nesne sınıfında temsil edilen köprü ve tüneller için tematik modüller uygulamaya konmuş,
- Dokulu yüzey uzantısı yerine görünüm modülü tavsiye edilmiş,
- CityGML çekirdek modülü üzerinde ve tüm nesnelere kapsayacak şekilde arazi ile olan ilişkilerinin temsili için Araziye (relativeToTerrain) ve Suya (relativeToWater) göre öznitelikleri eklenmiştir.
- Öznitelikler isim ve kodlara göre gruplandırılmış bu sayede genel öznitelikler doğrudan temsil edilebilir hale gelmiştir.

Ülkemizden İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Konya Büyükşehir Belediyesi başta olmak üzere bazı yerel yönetimler ve kamu kuruluşları tarafından CityGML veri modeli üzerinde sanal şehirler oluşturulması işi gerçekleştirilmiş ve bu bilgi modelinin kullanım konularını araştırılmıştır.

Bakanlığımız da akıllı şehirler vizyonunun bir parçası olarak 2015 yılında “3 Boyutlu Topoğrafya ve Kent Veri Modelinin Araştırılması ve Geliştirilmesi Projesi’ni” başlatmış ve bu kapsamda planlama, kentsel analiz ve karar destek süreçlerine katkı sağlayacak 3 boyutlu kent verisini esas alan örnek analiz araçlarının geliştirilmesi ile kente ilişkin 3 boyutlu nesne kütüphanesinin hazırlanması işini gerçekleştirmiştir.

4.2. CityGML Bilgi Modelinin Genel Özellikleri

CityGML bilgi modelinin genel özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- ISO 191xx standartları ailesi üzerine kurulmuş bir mekânsal bilgi modeli olup 3 boyutlu geometrilerin GML3 gösterimini yapar.
- Harici referans özelliği ile diğer veri tabanları veya veri setlerinde yer alan mekânsal bilgileri yönetip kullanarak mükerrer veri üretiminin önüne geçer.
- Nesnelere ait resim veya dolgu renkleri gibi yüzey karakteristikleri temsil edilebildiğinden gerçek görünümüne oldukça yakın bir şekilde temsil edilmesini sağlar.
- Temel kavram ve bileşenleri içeren ve tüm uzantıların altlığını oluşturan bir ana modül ve bu ana modül üzerine genişleyen tematik modüllerden oluşmaktadır.
- Uygulama Alan Uzantıları (ADE) ile tasarımın çok yönlü ve gelişen ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde uyarlanabilmesine olanak verir. Bu sayede farklı ihtiyaçlara yönelik yeni uzantıların eklenmesine imkân vermektedir.
- İyi tanımlanmış detay seviyeleri (LOD) ile çok ölçekli kullanım imkânı sağlarken farklı seviyelerinde çoklu gösterimi ve genelleştirmeyi sağlar.

4.3. Çekirdek ve Tematik Modül Uzantıları

CityGML bilgi modelinin temelinde sınıf tanımları yer almaktadır. Belirli sınıflar bir araya gelip modülleri oluşturur. Güncel versiyon olan 2.0.0’da bir adet çekirdek ana modül ve bu modül üzerine genişleyen on üç adet tematik uzantı modülü bulunmaktadır. Uygulamalar mutlak surette çekirdek modülü desteklemelidir. Tematik modüller ise isteğe bağlıdır (Cbsgm, 2015).

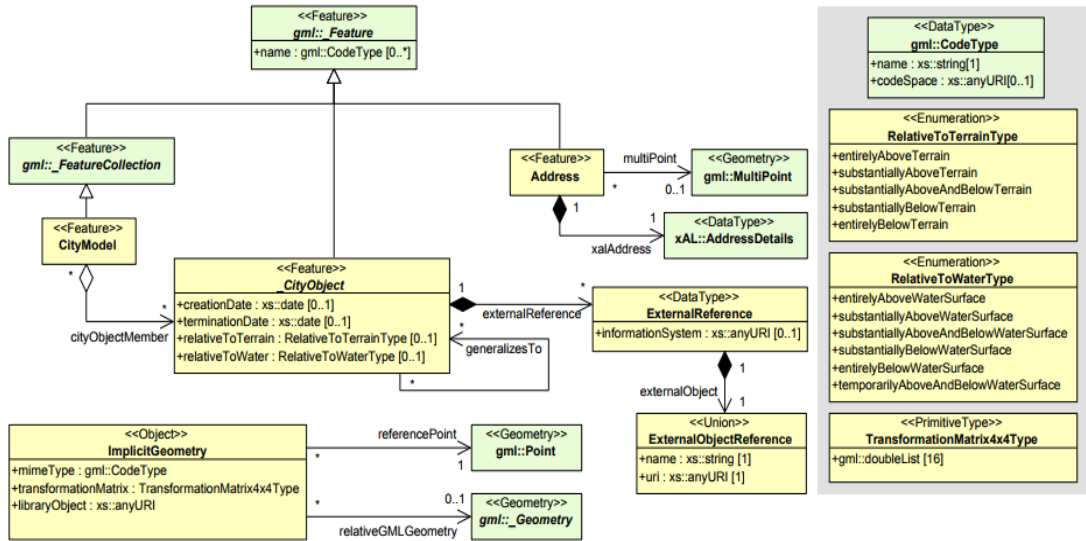
4.3.1. CityGML Çekirdek Modülü (Core)

CityGML çekirdek modülü, diğer tematik modüllerde ortak olan ve temelde gerekli olan kavramları tanımlamakta olup tüm modüllerin altlığı durumundadır. Objelerin su ve arazi yüzeylerine göre bağlı konumlandırılmasını yapan “CityObject” bu çekirdek modül içerisinde yer alır.

Çekirdek modül içerisinde, her mekânsal detay için zorunlu olmayan ve tercihe bağlı olarak tanımlanabilen adres alanı mevcuttur. Nesnenin şehir içindeki adres verisi tanımlanacaksa mutlaka bu detaya ait “Xal:AddressDetails” alanı

doldurulmalıdır. Bununla birlikte adres iki veya üç boyutlu koordinatlar ile tercihe bağlı tanımlanabilmektedir. Bu kapsamda ülkemizde verisi İçişleri Bakanlığı tarafından servis edilen Ulusal Adres Veri Tabanı (UAVT), CityGML model içerisinde kullanılabilir. Çekirdek modül UML diyagramı şekil 29’da gösterilmiştir.

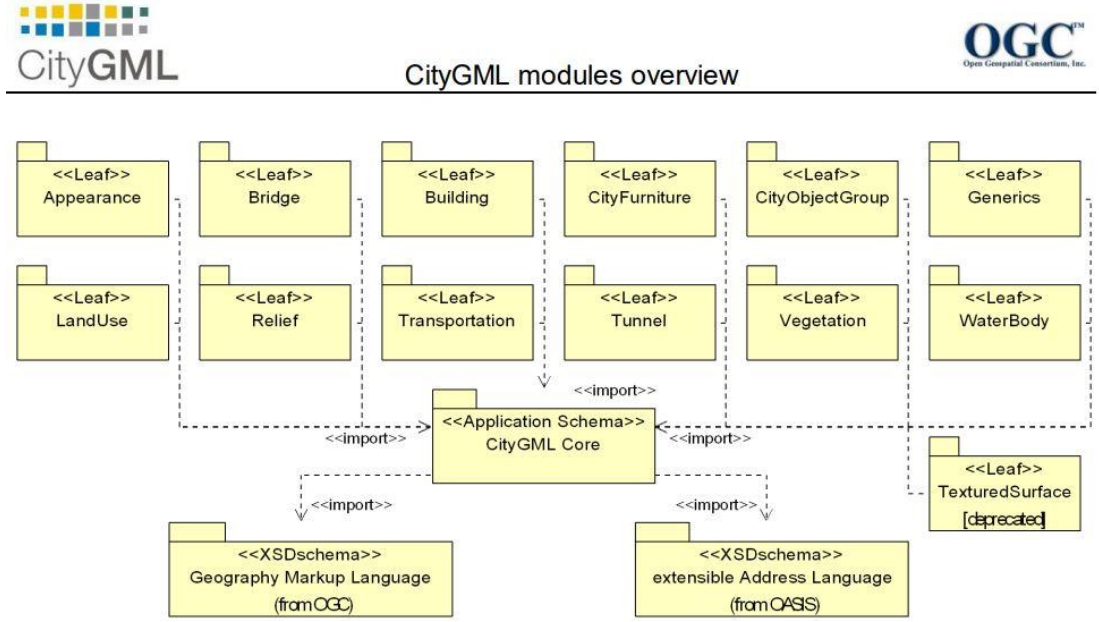
Şekil 29. CityGML Çekirdek Modül UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Çekirdek modülde yer alan her öznelik alanı, CityGML bilgi modeli bütünündeki temel öznelikler olup tematik modüllerde (bina, köprü, tünel vb.) kalıtsal olarak üst sınıftan gelen öznelik olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle bu modül üzerinde en temel ve diğer modüllerde ortak kullanılacak öznelikler saklanmaktadır. Modüllere ait genel tablo Şekil 30’da gösterilmiştir.

Şekil 30. CityGML Modülleri

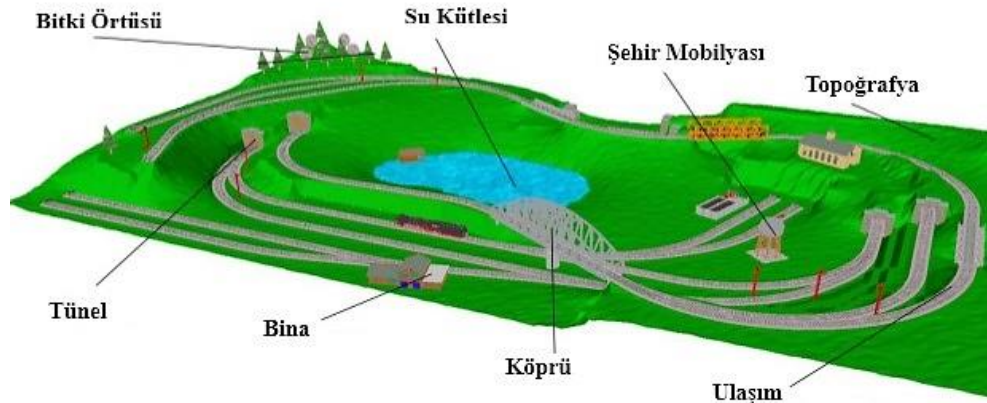


Kaynak: OGC, 2012.

4.3.2. CityGML Tematik Modülleri

Kalıtımsal olarak temel sınıf ve öznelikleri çekirdek modülünden alan 13 tematik modül, farklı uygulama ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik esnek ve genişletilebilir yapısı ile sürdürülebilir şehirler için gerekli olan bilgi ihtiyacını oldukça karşılayacak niteliktedir.

Şekil 31. CityGML Tematik Modüller



Kaynak: Slideshare, CityGML

Tematik Modüller sırasıyla;

- **Görünüm:** Eski sürümden gelen “Dokulu Yüzey” kullanımı artık tavsiye edilmemekle birlikte bunun yerine CityGML 2.0 sürümü ile Görünüm modülü getirilmiştir. Detayların ait dış yüzey görünüşlerinin tanımlandığı modüldür.
- **Köprü:** Köprü modülü, CityGML 2.0 sürümü ile eklenen bir modül olup Detay ve ayrıntı seviyesi (LOD) 1 ile 4 arasında köprü detay nesnelere ait özelliklerin temsil edildiği modüldür.
- **Bina:** CityGML bilgi modelinin en çok kullanılan tematik modülüdür. Detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında bina detay nesnelere ait coğrafi özellikler ile tematik özelliklerin temsil edildiği modüldür.
- **Şehir Mobilyası:** Reklam tabelaları, banklar, trafik lambaları, elektrik ve sokak aydınlatma direkleri gibi yerleşim alanlarında sıkça bulunan şehir mobilyalarını detay ve ayrıntı seviyesi 1 ile 4 arasında temsil eden modüldür.
- **Şehir Nesne Grubu:** Yerleşim alanlarında bulunan bina, şehir mobilyası, bitki örtüsü nesnelere gibi detayların görselleştirme veya sorgu amaçlı bir araya getirilmesi için yapılacak bazı tanımlamalar ile kullanıcı tarafından grup altına alınması için tasarlanan modüldür.
- **Jenerik:** CityGML tematik sınıfları arasında yer almayan özellikleri modellemek ve detaylandırmak için kullanılan modüldür. Birçok yönden Uygulama Alan Uzantıları (ADE) ile karıştırılabilir ancak aralarındaki fark ADE’de kendi ad alanıyla tanımlanan ekstra bir XSD şemasının bulunmasından dolayı jenerik modül kadar sınırlı olmamasıdır.
- **Arazi Kullanımı:** Detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında arazinin kullanımına ilişkin bilgileri, doğal ve yapay ilişkileri ile iki yönlü olarak hem arazi örtüsünü (taşlık vb.) hem de arazi kullanımını (park vb.) açıklar.
- **Arazi:** Detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında topoğrafyayı raster, nokta bulutu, TIN ve kırılma çizgileri gibi yöntemlerle temsil eden modüldür.
- **Ulaşım:** Ulaşım ve trafiğe dair tüm ayrıntıları (yaya yolu, refüj, demiryolu, kaldırım, yeşil alan vb.) yüzey dokuları ile birlikte (asfalt, toprak, kaldırım vb.) detay ve ayrıntı seviyesi 0’da kavramsal olarak çizgi ağı ile 1 ile 4 arasında ise 3 boyutlu model ile temsil eden modüldür.

- **Tünel:** Mekânsal özellikleri bulunan ve arazi ile arasında yapısı gereği açıklık veya boşluk oluşturan tünel, alt geçit, metro hattı gibi nesnelerin tüm bileşenlerini ve yapılarını detay ve ayrıntı seviyesi 1 ile 4 arasında temsil eden modüldür.
- **Bitki Örtüsü:** Detay ve ayrıntı seviyesi 1 ile 4 arasında bitki örtüsü nesnelerinin temsil edildiği modüldür. CityGML’ de bitkiler tek bitki nesnesi ve bitki örtüsü olmak üzere ikiye ayırmıştır. Bitki örtüsü ise kendi içerisinde hacimsel (orman) ve yüzeysel (çim) olmak üzere iki çeşittir.
- **Su Kütlesi:** Su ile ilgili nesnelere sel, gelgit ve seviye farklılıkları ile birlikte zamansal ve geometrik olarak detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında temsil eden modüldür. Burada dikkat edilecek husus 2 boyutlu gösterimin yapıldığı LOD0 seviyesinde hacimsel hesabın yapılabilmesi için gerekli ayrıntıların tanımlanmıyor olmasıdır.

4.3.3. CityGML Uygulama Alan Uzantıları (ADE)

CityGML, şehirlerin 3 boyutlu modellenmesinde nesne tabanlı bir yaklaşım üzerinde kurgulanmış, uygulama bağımsız bir bilgi modelidir. Bu yaklaşım içerisinde nesnelere her biri iyi tanımlanmış temel ve tematik modüller içerisinde temsil edilirler. Ancak gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda, CityGML şeması tarafından açıkça kapsanmayan nesnelere ve özelliklere için uygulamaların ek bilgi gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir.

Tematik sınıflar arasında yer almayan özelliklerin modellenmesi için CityGML’de iki farklı yöntem söz konusudur. Bunlardan ilki, CityGML tematik sınıfları içerisinde yer alan jenerik sınıfının kullanılmasıdır. Jenerik modüle ait UML diyagramı şekil 32’de gösterilmektedir.

- Semantik birlikte çalışabilirliği sınırlayabilir.
(<https://www.CityGML.org/ade/>)

Tematik sınıflar arasında açıkça yer almayan nesnelere için ikinci modelleme yöntemi, belirli bir uygulama alanı veya ihtiyaç ile ilgili, mevcut CityGML modüllerinde yer alan sınıflara, öznitelik veya yeni nesne tipi eklemelerinin yapılması ve bu eklemelerin CityGML şemalarına dayalı ekstra bir XML şema dosyası ile tanımlanmasıdır. Bu şekilde oluşturulan XML şemasına CityGML Uygulama Alan Uzantısı adı verilir (OGC, 2012).

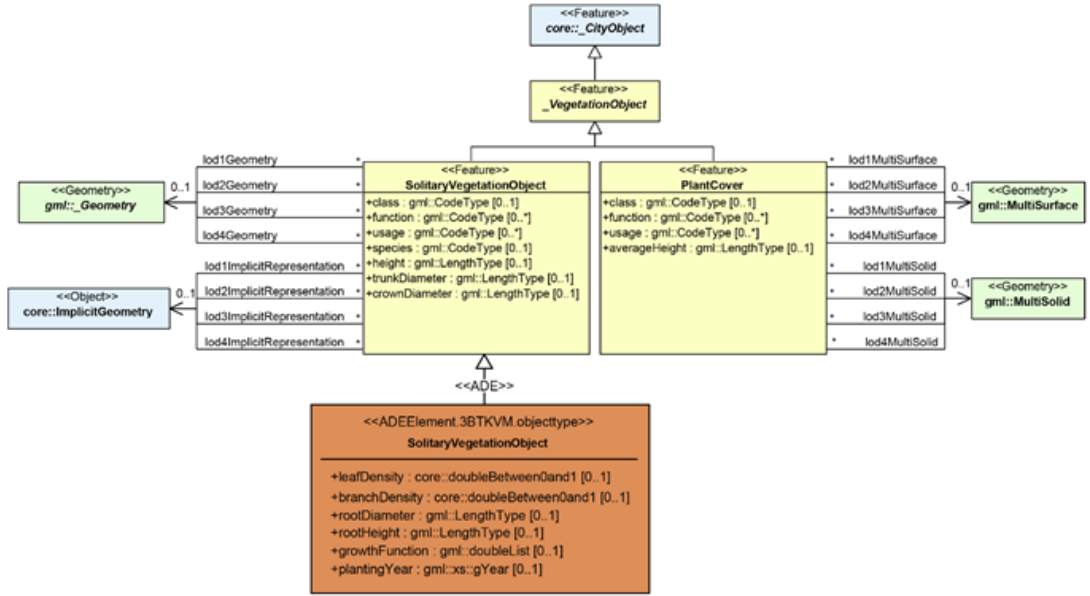
ADE şemaları, bir veya daha fazla CityGML modül şemasını genişletebilir. Bu yüzden ADE'ler oluşturulurken ilgili CityGML şemaları, oluşturulan ADE şeması içerisinde yer almalıdır.

Uygulama alan uzantıları içerisinde yer alan yeni sınıflar, CityGML şema içerisinde mevcut bulunan sınıflara dayandırılabilir. Bu sayede “*CityObject*” veya “*CityFurniture*” gibi ilgili CityGML üst sınıflarından gelen tüm özellikler ve ilişkiler otomatik olarak aktarılabilir.

Uygulama alan uzantıları, belirli uygulama alanlarıyla ilgilenen bilgi toplulukları tarafından tanımlanabilir. Bu kapsamda başta enerji etkinliği, topoğrafya, gürültü kirliliği modellemesi olmak üzere birçok alanda uygulamaya özel uzantıların oluşturulmasında giderek daha fazla kullanılmaktadır (OGC, 2012).

Bakanlığımızca, bitki örtüsü tematik modülü üzerinden geliştirilen CityGML Bitki ADE'ye ait UML şeması Şekil 33'de gösterilmektedir. Bu modelde açık sarı renk ile gösterilen sınıflar “CityGML Bitki Modülü”, açık turuncu ile gösterilen sınıflar ise “CityGML Bitki ADE” yi göstermektedir.

Şekil 33. Uygulama Alan Uzantısı ile Modellenmiş Gürültü UML Diyagramı



Kaynak: CBSGM, 2015

CityGML bilgi modelinde uygulama alan uzantılarının kullanımının avantajları;

- Uzantılar resmi olarak belirtilmiştir.
- Bu, uygulamaya özgü bilgilerin değişiminde semantik birlikte çalışabilirlik sağlar.
- Genişletilmiş CityGML dosyaları, CityGML ve ilgili ADE şemasına göre doğrulanabilir.
- Aynı veri kümesinde birden fazla ADE aktif olarak kullanılabilir.

Jenerik modül birçok yönden uygulama alan uzantıları ile karıştırılabilirler ancak aralarındaki en önemli fark, uygulama alan uzantılarının kendi isim alanıyla tanımlanan ekstra bir tanımlayıcı şemasının bulunmasından dolayı jenerik modül kadar sınırlı olmamasıdır.

4.4. CityGML Ayrıntı ve Detay Seviyeleri (LOD-Levels Of Detail)

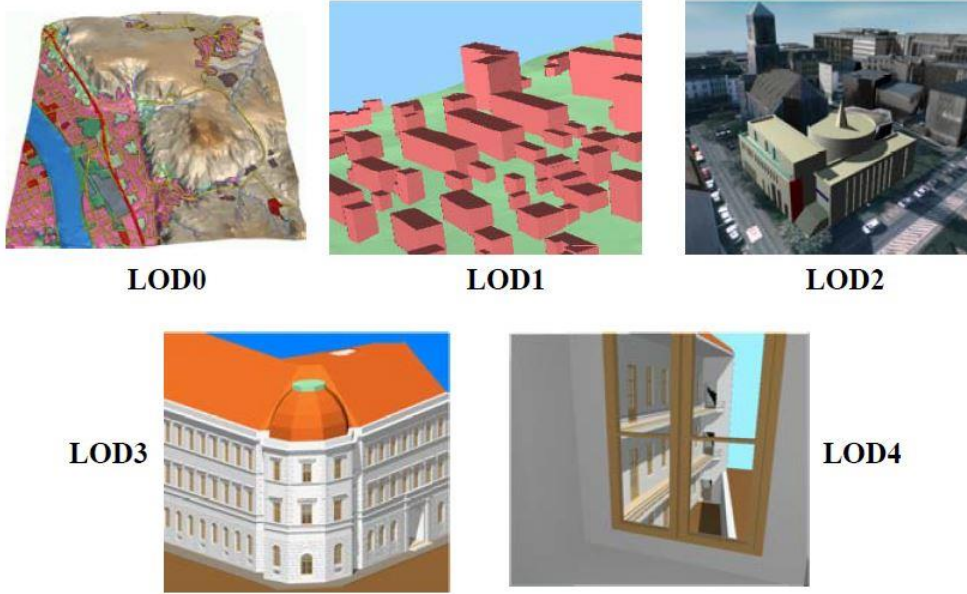
Coğrafi veriler kullanım amaçlarına ve uygulama ihtiyaçlarına cevap verecek çözünürlükte ve doğru ölçekte üretilmelidirler. Ayrıca bilgisayar ve uygulama

performansından yüksek verim elde edilebilmesi ve kullanıcı tarafından mekânın doğru algılanması, coğrafi verinin sunumunun yapıldığı detay seviyesine bağlıdır.

CityGML bilgi modeli, gerçek dünyanın 3 boyutlu olarak modellenmesinde kullanılacak hemen her türlü doğal nesne ve yapılar ile insan yapısı nesnelere ve ulaşım elemanlarını topoloji, geometri, görünüm ve semantik bilgiyi de içerecek şekilde 5 farklı detay seviyesinde (LOD) sınıflandırmıştır (Şekil 34).

Ancak bu sınıflandırmadan nesne veya nesne gruplarının tekrarlı şekilde tutulduğu veya değişen detay seviyesine göre nesnelere değiştiği algısı oluşmamalıdır. Aksi halde modelleme sırasında görselleştirmede ve analiz esnasında uygulama tarafında hata meydana gelecektir.

Şekil 34. CityGML Detay ve Ayrıntı Seviyeleri (LOD)



Kaynak: <https://cbsakademi.ibb.istanbul/citygml-veri-modeli/>

CityGML bilgi modelinde nesnelere aynı anda farklı detay seviyelerinde temsil edilebilmektedir (Glander,2013). Detay seviyelerinin bu şekilde sınıflandırılması farklı çözünürlükte analiz ve görselleştirme yapmaya imkân vermek içindir. Ayrıca oluşturulacak modelin büyüklüğü, ölçekten bağımsız bir şekilde şehrin tamamı veya küçük bir kısmı için fark yaratmadan kullanılabilir.

LOD 0 dan LOD 4' e doğru değişen detay seviyesine göre nesne ve nesne grupları, artan görsellik ve içerikte temsil edilmektedir. Bu temsiller rastgele seçilmemiş olup çeşitli araştırmalar ve çalışmalar neticesinde kurgulanmış ve faydaları ve karşılaşılabilecek sorunları tartışılmıştır (Döllner ve Buchholz, 2005).

CityGML'de kurgulanan detay seviyeleri (LOD) bina veri teması özelinde açıklanacak olursa;

- LOD 0 sayısal arazi modeli üzerine çatı payları çıkılmış veya çıkılmamış, ana hatları ile yatay düzlemde ve çokgen geometride temsil edilen binayı,
- LOD 1 taban alanı üzerinde yükselen ve düz çatılı olarak temsil edilen binayı,
- LOD 2 bina çatıları ve varsa katlar arasındaki çıkıntı veya girintilerin temsil edildiği binayı,
- LOD 3 dış görünümün en ayrıntılı temsil edildiği ve balkon, duvar detayları ve baca gibi ayrıntıların temsil edildiği binayı,
- LOD 4 son seviye olarak iç görünümün ve ayrıntılarının da temsil edildiği binayı,

İfade eder. Detayı tanıma ilişkin görsel şekil 35'de mevcuttur.





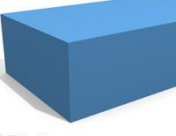







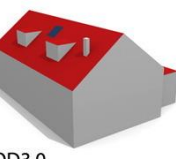



Şekil 35. CityGML' de Binaya ait Detay Seviyeleri



3 boyutlu şehir modellerinin geometrik detaylarını tam olarak temsil edebilmek için daha keskin bir LOD belirtimi sağlamaya yönelik çalışmalar akademi çevrelerince sürdürülmektedir. Bu kapsamda LOD 0 dan LOD 3 e kadar olan her

detay seviyesi kendi içerisinde 4 e bölünmüş ve bu sayede detaylar arasındaki farkların daha belirgin hale getirilmesi amaçlanmıştır (Şekil 36).

Şekil 36. Detaylandırılmış LOD Seviyeleri

	LOD x.0	LOD x.1	LOD x.2	LOD x.3
LOD0	 LOD0.0	 LOD0.1	 LOD0.2	 LOD0.3
LOD1	 LOD1.0	 LOD1.1	 LOD1.2	 LOD1.3
LOD2	 LOD2.0	 LOD2.1	 LOD2.2	 LOD2.3
LOD3	 LOD3.0	 LOD3.1	 LOD3.2	 LOD3.3

Kaynak: Biljecki vd. 2016

Yukarıda belirtilen geometrik detayların daha keskin bir LOD belirtimi ile ayrıştırılması ile ilgili çalışmalar, henüz tartışma aşamasında olup bir öneri niteliğindedir. Bu kapsamda bu model standart olmadığından yapılan incelemeler mevcut sürüm üzerinden değerlendirilmiştir.

4.5. CityGML Geometri Modeli

CityGML' de geometri, ISO 19107 Mekânsal Şemaya uygun olarak GML3 modeli üzerinde kurgulanmıştır (OGC, 2012). Projeksiyon ve geometrik eleman tanımlamaları gibi bileşenler için GML geometrik model esas alınmış, 3 boyutlu

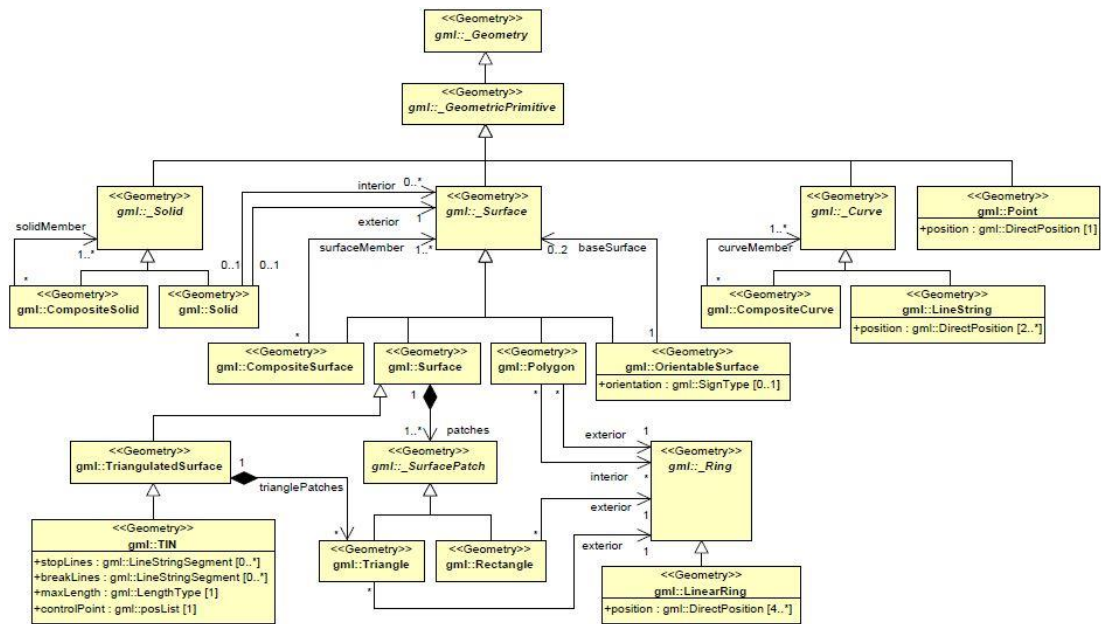
geometri gösterimi sınır temsili modeline (B-Rep) göre oluşturulmuştur. Öte yandan nesne yüzey dokularının ve malzeme özelliklerinin temsil edilebilmesi için bazı kavramları ekleyerek GML3 geometri modelini genişletmektedir.

CityGML bilgi modeli topoloji kullanımını zorunlu tutmaz. Ancak bununla birlikte geometrilerin topolojik tutarlılığı, karar verme aşamasında oldukça fark yaratan bir bilgidir. Örneğin hacim hesabının yapılabilmesi için tüm yüzeylerin doğru şekilde kapatılması ve aralarda en küçük bir fiziksel boşluğun veya tekrarlı geometrik şekillerin bulunmaması gerekmektedir.

Geometrik modelin temelinde nokta, çizgi (eğri), alan (yüzey) ve katı model gibi 0'nci boyuttan 3'üncü boyuta kadar farklı modelleri temsil eden basit geometriler vardır. Bu basit geometrilerin bir araya gelmesi ile karma geometriler, kompleks geometriler ve birleşim geometriler (aggregate) oluşturulabilir.

CityGML'de eğriler için yalnızca GML3 sınıfı "LineString" kullanılır bu nedenle düz bir çizgiyle sınırlandırılır. Yüzeyler (alan) ise etrafını çevreleyen sınır ile bu sınır içindeki tüm noktaların tek bir düzlemde bulunduğu poligonlar ile temsil edilir. Her geometri türü için farklı koordinat referans sistemi tanımlanabilmektedir. CityGML geometri modele ait UML diyagramı şekil 37'de gösterilmiştir.

Şekil 37.CityGML Geometri Modelinin UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Eğri ve yüzey geometrilerinin tanımlama noktalarından kaynaklanan varsayılan bir yönlendirilmesi (OrientableSurface) vardır. Bu özellik doğrudan GML tarafından sağlanmakla birlikte katı bir cisim yüzeyinin iç ve dış taraflarının ayırt edilmesinde veya bir yüzeyin belirli taraflarına doku giydirilmesinde kullanılabilir.

CityGML topolojik ilişkinin sürdürülmesini temelde şu üç durumla sağlar.

- Aynı detaya ait geometri bilgisi, farklı coğrafi sınıflar (Tematik Modüller) tarafından kullanılabilir.

Örneğin bir patika detayı sahip olduğu coğrafi özelliği ile iki farklı sınıfta yer alıyorsa (ulaşım - bitki örtüsü), detaya ait yüzey geometrisi hem ulaşım tematik sınıfı hem de bitki örtüsü tematik sınıfları tarafından referanslanabilir.

- Geometriler, nesne detayı ve farklı bir geometri tarafından ortak kullanılabilir.

Örneğin binanın duvarına ait detay geometrisi binanın katı geometrisi ve duvar detayı tarafından iki kez referanslanabilir.

- Detay geometrileri, farklı nesnelere sınır geometrileri tarafından ortak kullanılabilir.

Örneğin sınır komşuluğu bulunan iki binanın temas ettikleri yüzeye ait geometri, yalnızca bir temsil ile iki nesne tarafından referanslanabilir (OGC, 2012).

4.6. CityGML Semantik Model

CityGML semantik model, 3 boyutlu şehir modelleri için ISO'nun 191xx serisi Coğrafi Bilgi Standartları ile uyumludur. ISO 19109 uygulama şeması kurallarına göre, oluşturulan modeldeki coğrafi nesnelere ve özellikler, gerçek dünyanın soyutlanması ile oluşur ve bu coğrafi özellikler UML kurallarına göre oluşturulmuş sınıflar tarafından modellenir (Kolbe, 2009).

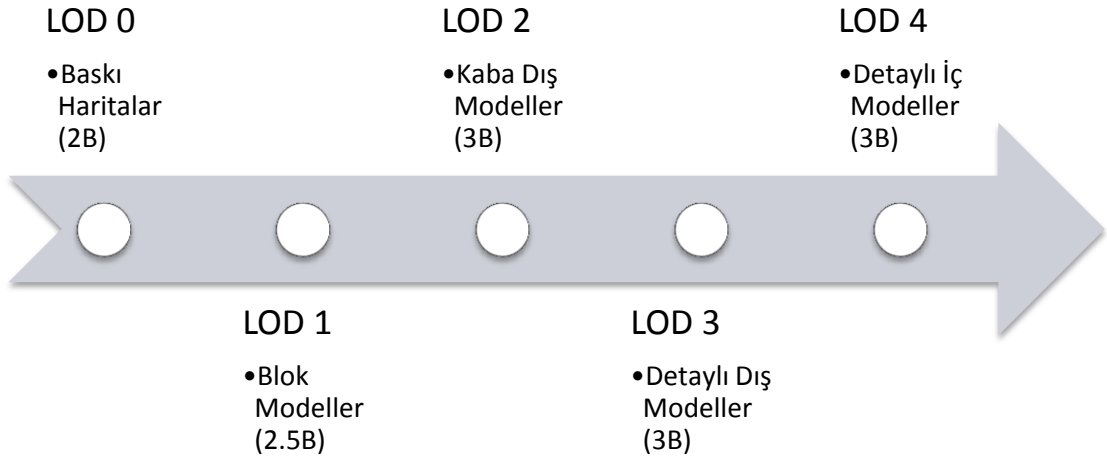
Geometrik model nesnelere topolojik ilişkilerini (geometri parçalarını) içerirken, semantik model ise nesnelere arasındaki ilişkiyi gerçek dünyadakine benzer bir yaklaşımla öznitelik, sınıf ve parça-bütün hiyerarşileri ile birlikte inceler. Tutarlı modellenen geometrik ve semantik model, gerçekleştirilecek analizlerin doğru sonuçlandırılmasında önemlidir.

BÖLÜM 5

HARİTA ÜRETİMİNDE CITYGML BİLGİ MODELİ KULLANIMI İLE ÜÇ BOYUTLU VERİ TOPLAMA ESASLARI

Coğrafi veriler, kullanım amaçlarına ve uygulama ihtiyaçlarına göre farklı çözünürlükte ve doğru ölçekte üretilmelidir. CityGML bilgi modeli, nesne temsillerini sanal şehirlerin modellenmesinde kullanılmak üzere 5 farklı detay seviyesinde (LOD) sınıflamıştır (Şekil 38).

Şekil 38. CityGML Bina Modelinin Detay Seviyelerine Göre Ayrıntıları



Kaynak: BiliJecki, 2013; Uyar ve Uluğtekin, 2016

Her detay seviyesindeki tematik modül için ortak olan ve nesneye ait temel öznelikleri içeren modül çekirdek modüldür. CityGML bilgi modeli daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere bir çekirdek modül ve bu çekirdek modül etrafındaki tematik modüllerden oluşmaktadır.

Çekirdek modül üzerindeki öznelilik değerleri kalıtsal olarak tematik modüllere aktarılmaktadır yani çekirdek modül özellikleri tematik modüllerde üst sınıftan gelen özellik olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden verinin etkin kullanımı için öncelikle çekirdek modül ile tematik modüllerin rolü ve bu sınıflardaki detaylara ait öznelilik alanlarının iyi anlaşılması gerekmektedir.

Bu bölümde; CityGML temel ve tematik modüllerinde yer alan ve veri üretimine esas sınıflara ait öznitelik alanları ile bunlara ilişkin veri üretim yöntemleri ile ilgili değerlendirmeler yer alacaktır.

5.1. CityGML Çekirdek Modülü

Çekirdek modül içerisinde yer alan “Feature” sınıfı, CityGML bilgi modeline doğrudan GML tanımlama standartlarından aktarılan bir sınıf olup GML tarafından gelen geometri ve metaveri özelliklerini barındırmaktadır. Objelerin su ve arazi yüzeylerine göre bağlı konumlandırılmasını yapan “CityObject” sınıfı da bu sınıfın alt sınıfı içerisinde yer almaktadır. Ayrıca mekânsal detayların isimlendirmeleri de bu özellik ile sağlanmaktadır.

Name (İsim): CityGML’ de tanımlanan mekânsal nesnelere için sayı kısıdı olmaksızın yaygın kullanıldığı isimleri dışında ek isimlerin de tanımlanmasına imkân vermektedir. Nesnelere isim verilmesi zorunlu bir öznitelik olmayıp isteğe bağlıdır. Bulunması durumunda metin veri formatında istenildiği kadar isim ve her isim için tek bir bağlantı yolu (URI) tanımlanabilir.

Address (Adres): Çekirdek modül içerisinde, her mekânsal detay için zorunlu olmayan ve tercihe bağlı olarak tanımlanabilen adres alanı mevcuttur. Nesnelere ait adres verisi tanımlanacaksa mutlaka bu detaya ait “Xal:AddressDetails” alanı doldurulmalıdır. Bununla birlikte adres iki veya üç boyutlu koordinatlar ile tercihe bağlı olarak da tanımlanabilmektedir.

Adres özneliği “AddressDetails” ve “MultiPoint” alt sınıflarından oluşmaktadır. Bir binaya veya bina içindeki dairelere verilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Dolayısı ile alt elemanlara da atanabilmektedir. Adres için koordinat tanımlamalarında değer kısıtlaması olmadan ondalık sayı girilmesi gerekmektedir.

5.1.1. Şehir Nesne Sınıfı (CityObject)

CityGML bilgi modelinde yer alan tüm tematik sınıfların temel kavramsal sınıfı “CityObject” dir. Bu sınıf içerisinde yer alan öznitelikler nesnenin tanımlayıcı bilgileri olup doldurulması tercihe bağlıdır. CityObject sınıfı içerisinde aşağıdaki öznitelik alanları bulunmaktadır.

- CreationDate
- TerminationDate
- RelativeToTerrain
- RelativeToWater

CreationDate (Oluşturma Tarihi): Detaylara ilişkin verilerin toplanma tarihidir. Bu öznitelik alanı zorunlu bir alan olmamakla birlikte en fazla bir adet yıl-ay-gün cinsinden bilgi barındırır.

Girilen bilginin doğruluğu kontrol edilmediğinden doğru formatta ve geçerli değerler girilmelidir.

TerminationDate (Kaldırma Tarihi): Detaylara ilişkin verileri kayıtlarının kaldırılma tarihidir. Bu öznitelik alanı zorunlu bir alan olmamakla birlikte en fazla bir adet yıl-ay-gün cinsinden bilgi barındırır.

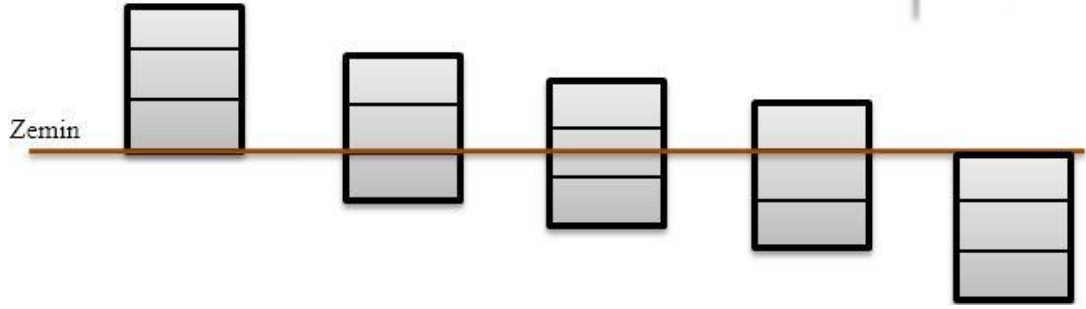
Girilen bilginin doğruluğu kontrol edilmediğinden doğru formatta ve geçerli değerler girilmelidir.

RelativeToTerrain (Araziye Göre Rölatif Konum): Nesne ile arazi arasındaki ilişkiyi kuran ve nesnenin araziye göre konumunu tanımlamak için kullanılan bir özniteliktir. Aslında bu değer kaba olarak sınırlı bir topolojiyi de tanımlamaktadır.

Araziye göre rölatif konum bilgisi zorunlu bir öznitelik alanı olmamakla birlikte CityGML bilgi modeli içinde tanımlanmış beş değerden en fazla birini alır. Bunlar;

- EntirelyAboveTerrain (Tamamen arazi üzerinde)
- SubstantiallyAboveTerrain (Önemli miktarda arazi üzerinde)
- SubstantiallyAboveAndBelowTerrain (Önemli miktarda arazi üzerinde ve altında)
- SubstantiallyBelowTerrain (Önemli miktarda arazi altında)
- EntirelyBelowTerrain (Tamamen arazi altında)

Şekil 39 Araziye Göre Konum Bilgisi



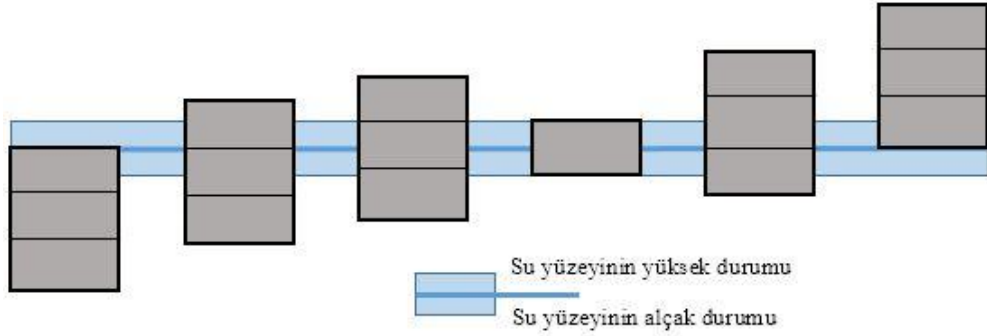
Araziye göre rölatif konum bilgisi zorunlu olmadığından boş bırakılabilir. Bu durumun semantik analizlerin yapılmasına bir etkisi bulunmamaktadır. Yani parça bütün ilişkisine benzer bir yaklaşımla, arazi modeli bulunan bir veriden arazi üzerinde kalan binaların sorgulamalarının yapılması mümkündür.

Araziye göre rölatif konum bilgisi saha ve ofis çalışmaları sırasında veya nesne geometrileri ile arazi geometrisi arasındaki ilişkinin modellendiği programlarla üretilebilir.

RelativeToWater (Suya göre Rölatif Konum): Nesne ile su yüzeyi arasındaki ilişkiyi kuran ve nesnenin su yüzeyine göre konumunu tanımlamak için kullanılan bir özniteliktir. Suya göre rölatif konum bilgisi zorunlu bir öznitelik alanı olmamakla birlikte CityGML bilgi modeli içinde tanımlanmış altı değerden en fazla birini alır. Bunlar;

- EntirelyBelowWaterSurface (Tamamen su yüzeyi altında)
- SubstantiallyBelowWaterSurface (Önemli miktarda su yüzeyi altında)
- SubstantiallyAboveAndBelowWaterSurface (Önemli miktarda su yüzeyi üzerinde ve altında)
- TemporarilyAboveAndBelowWaterSurface (Geçici bir süre için su yüzeyi üzerinde veya altında)
- SubstantiallyAboveWaterSurface (Önemli miktarda su yüzeyi üzerinde)
- EntirelyAboveWaterSurface (Tamamen su yüzeyi üzerinde)

Şekil 40. Su Kütlesine Göre Topolojik İlişki



Su yüzeyine göre rölatif konum bilgisi zorunlu olmadığından boş bırakılabilir. Bu durumun semantik analizlerin yapılmasına bir etkisi bulunmamaktadır. Yani parça bütün ilişkisine benzer bir yaklaşımla, su kütlesi ile temas halinde bulunan nesnelerin suya göre konumları sorgulanabilir.

CityGML bilgi modelinin avantajlarından biride, arazi gibi süreklilik göstermeyen su kütlesi verilerinin, zamana göre analizlerinin yapılmasına imkân vermesidir. Zamana bağlı gelgitler yaşayan denizler veya mevsimsel kuraklık ya da yüksek yağış karşısında su seviyesi değişen barajlar buna örnek olarak gösterilebilir.

5.1.2. Harici Referans Sınıfı (ExternalReference):

Mükerrer veri üretiminin önüne geçilmesinde izlenecek yollardan biri, mevcut veriyi kaynağında kullanıp sürekli güncel kalmasını sağlamaktır.

CityGML bilgi modeli harici referans özelliği ile adresi gösterilen veri tabanlarındaki bilgiyi kullanabilmektedir. Bu sayede mekânsal bilgi yerinden yönetildiğinden tekrarlı ve sürekli güncelleme gereksiniminden doğan veri problemi de ortadan kalmaktadır.

Çekirdek modülü içerisinde bulunan harici referans alanı detaya ilişkin zorunlu bir öznitelik değildir. Bulunması durumunda referans gösterilecek nesnenin adı ve referans bilgi sistemi ile nesnenin bağlantı yolu (URI) bilgileri gerekmektedir.

Harici referans için bulunması için gereken öznitelik alanları;

- Referans Bilgi Sisteminin Bağlantı Yolu
 - Bağlantılı Nesne Adı
 - Bağlantılı Nesne Yolu

5.1.3. Dış Tanımlı Geometri (ImplicitGeometry)

ImplicitGeometri, 3 boyutlu kent modellerinde kullanılan dış tanımlı nesnelere ile ilgili bilgileri içermektedir. Dış tanımlı nesnelere 3 boyutlu kent modellerde kullanılan harici hazır modelleri içermekte olup kullanımları model oluşturulurken kolaylık sağlamaktadır.

ImplicitGeometry kullanılacaksa tanımlanması gereken 3 adet öznelik alanı mevcuttur. Bunlar;

- **MimeType (Çok amaçlı e-posta eklentisi tipi):** Dış tanımlı geometriler için GML kod listesi şeklinde tanımlanan çoklu medya nesnelere göstermektedir. Mime listesi diğer kod listelerinde olduğu gibi tam sayılar ile tanımlanmamış ve doğrudan metin tanımlayıcılar ile verilmiştir.
- **TransformationMatrix (Dönüşüm Matrisi):** Dış tanımlı nesne kullanılması durumunda nesnenin oluşturulacak sanal model üzerinde konumlandırılması için gerekli olan 4x4 boyutundaki matrisi tanımlamaktadır.
- **LibraryObject (Nesne Kütüphanesi):** Dış tanımlı 3 boyutlu nesne modellerinin CityGML verisi içerisinde kullanılması durumunda gereklidir. Dış tanımlı nesneye ait geçerli bir 3 boyutlu model adresinin girilmesi gerekmekte olup değer kontrolü yapılmadığından kullanıcı tarafından doğru girilmesi gerekmektedir.

5.2. Köprü ile İlgili Verilerin Toplanması

Köprü modülü, CityGML 2.0 sürümü ile eklenen bir modül olup Detay ve ayrıntı seviyesi 1 ila 4 arasında köprü detay nesnelere ait özelliklerin temsil edildiği modüldür.

CityGML bilgi modeli, oluşturulan 3 boyutlu sanal modellerde yeterli seviyede analiz imkânı verebilmek ve uygun ölçekte görsellik sağlayabilmek için farklı detay ve ayrıntı seviyesinde bilgi içermektedir. Bu yüzden toplanacak veriler istenilen ayrıntı seviyesi için yeterli düzeyde olmalıdır.

Köprü elemanlarının geometrisi LOD 1 ile LOD 4 arasında tüm bileşenler için “*gml::Solid*”, “*gml::MultiSurface*” ve “*gml::MultiCurve*” ile tanımlanırken sadece LOD 4 seviyesinde gösterimi yapılan köprü mobilyaları ve köprü iç elemanları için “*gml::Geometri*” kullanılır. Ayrıca köprü yapım elemanları, köprü mobilyaları ve köprü iç ve dış eklentilerine ait elemanlar için dış tanımlı geometrilerde kullanılabilirlerdir.

Köprü tematik modülü, aşağıda belirtilen sınıflardan oluşmaktadır. Bunlar;

- AbstractBridge
- BridgeConstructionElement
- BridgeInstallation
- InteriorBridgeInstallation
- BridgeFurniture
- BridgeRoom

AbstractBridge (Özel Köprü) Sınıfı: Köprü ile ilgili özet bilgilerin bulunduğu sınıftır. Bu sınıf içerisinde bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek en fazla bir adet değere göre köprü ana kategorisini gösteren öznitelik alanıdır.
- **Function (İşlev):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değerlere göre köprünün işlevi ile ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.
- **Usage (Kullanım):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değerlere göre köprünün kullanımı ile ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfConstruction (Yapım Yılı):** Köprüye ait en fazla bir adet yapım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfDemolition (Yıkım Yılı):** Köprüye ait en fazla bir adet yıkım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.
- **IsMovable (Hareketli mi?):** Tanımlandığı köprünün sabit veya hareketli olup olmadığı bilgisini veren öznitelik alanıdır. Tanımlı kod

listesi içerisinde “Evet” veya “Hayır” olmak üzere en fazla bir adet değer atanabilir.

BridgeConstructionElement (Köprü Yapım Elemanları): Köprü tematik modülünün önemli sınıflarından olup köprünün ayakta kalmasını sağlayan direk, bağlantı yerleri vb. yapısal elemanlarının LOD 1 ile LOD 4 arasında tanımlandığı bilgileri barındırır.

BridgeInstallation (Köprü Eklentileri) Sınıfı: Köprüye ait yapısal olmayan merdiven ve anten gibi köprü dış eklentilerinin, LOD 2 ile LOD 4 arasında gösterim sağlayacak şekilde tanımlandığı sınıftır. Değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir. Tünel dış eklentilerine ait geometri bilgisi doğrudan “gml::Geometry” içerisinde nesneyi tanımlayacak ardışık nokta şeklinde oluşturulabileceği dış tanımlı geometri ile de oluşturulabilir.

InteriorBridgeInstallation (Köprü İç Eklentileri) Sınıfı: Bu sınıf, köprü içerisindeki korkuluk, iç merdiven gibi eklentilerin sadece LOD 4 detay seviyesinde tanımlanmasında kullanılmaktadır. Class (sınıf), Function (işlev) ve Usage (kullanım) öznitelik alanlarından oluşmaktadır. Bu alanlara ilişkin değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir.

BridgeFurniture (Köprü Mobilyaları) Sınıfı: Köprü içerisinde bulunan mobilyaların sadece LOD 4 detay seviyesinde tanımlandığı sınıf olup “Class” (sınıf), “Function” (işlev) ve “Usage” (kullanım) öznitelik alanlarından oluşmaktadır. Bu alanlara ilişkin değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir. Köprü mobilyalarında geometri bilgisi doğrudan “gml::Geometry” içerisinde nesneyi tanımlayacak ardışık nokta şeklinde oluşturulabileceği dış tanımlı geometri de kullanılabilir.

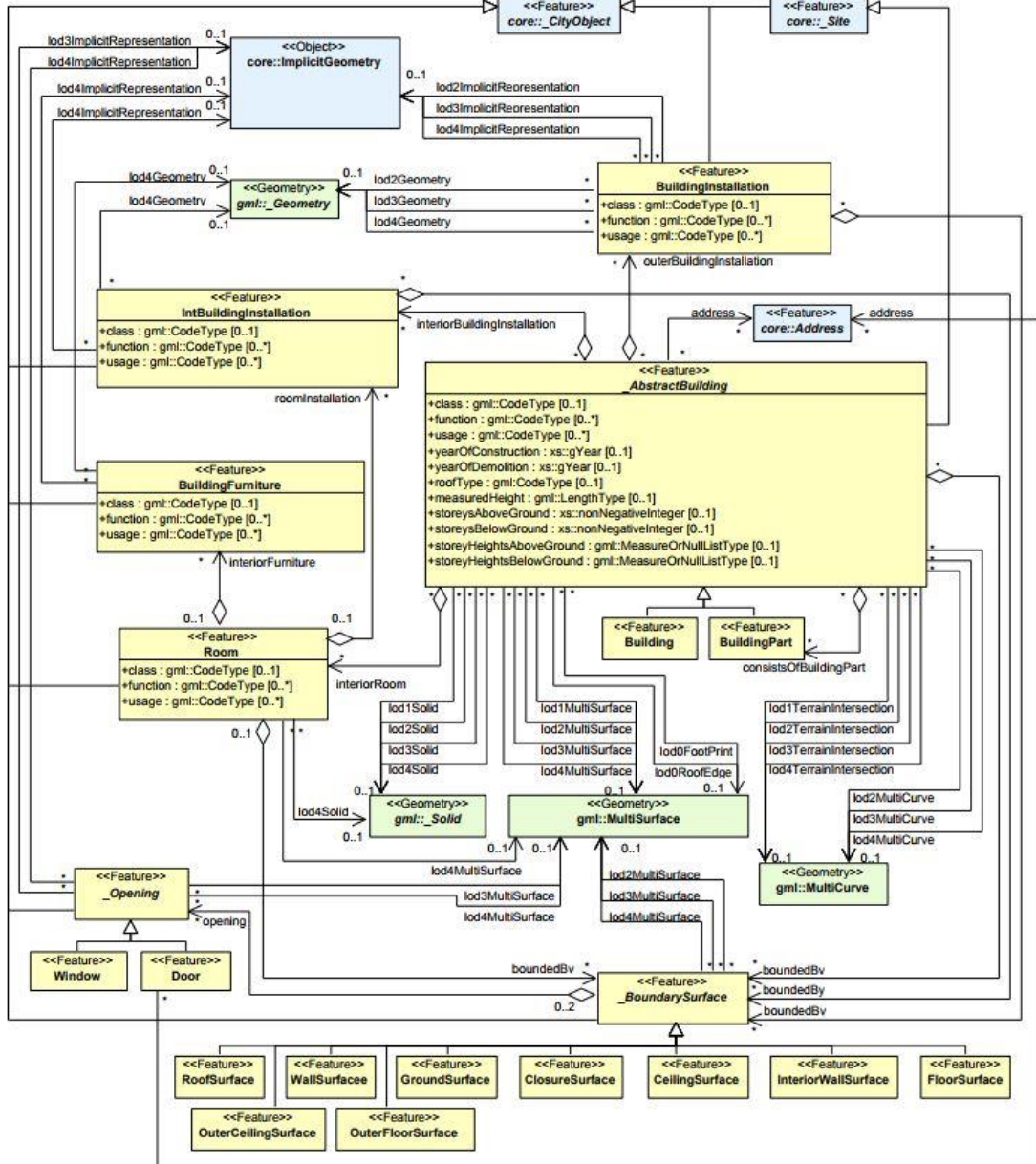
BridgeRoom (Köprü Odası) Sınıfı: Köprü içerisinde bulunan kapalı parçaların sadece LOD 4 seviyesinde tanımlanması için kullanılan sınıftır. Köprü odası nesnelere ait yüzeyler geometrik olarak açıklık kalmayacak şekilde tamamen kapatılmalıdır.

5.3. Bina ile İlgili Verilerin Toplanması

Bina Tematik Modülü, CityGML bilgi modelinin en yaygın kullanılan tematik olup detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında bina detay nesnelere ait

coğrafi özellikler ile tematik özelliklerin temsil edildiği ve 3 boyutlu gösteriminin yapıldığı modüldür.

Şekil 42. Bina Tematik Modülü UML Diyagramı



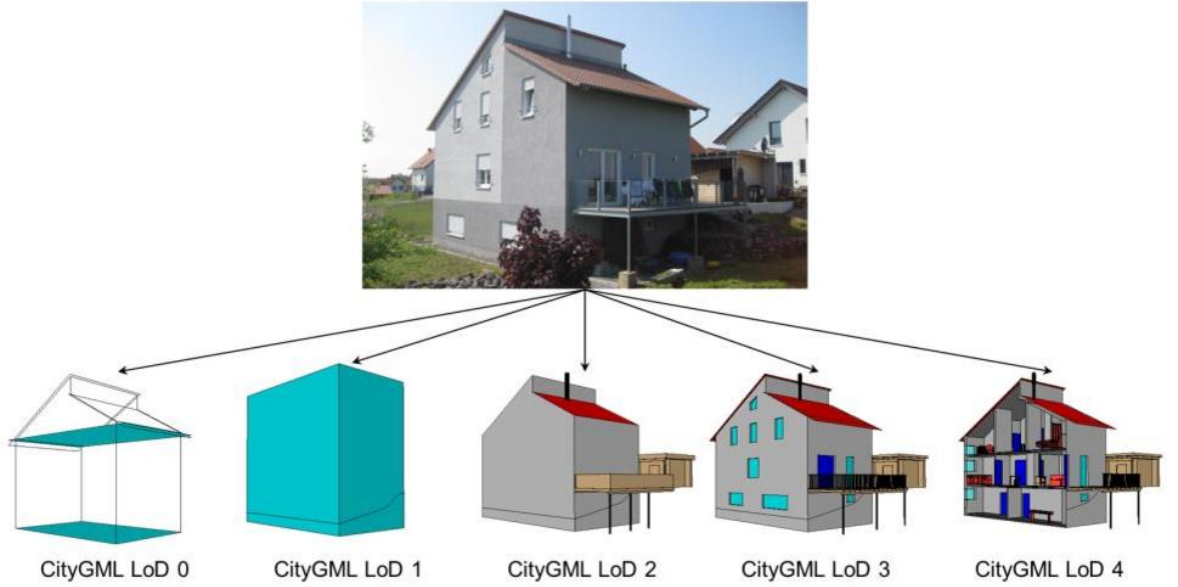
Kaynak: OGC, 2012

Ülkemizde bina verileri, binanın arazi ile temas halinde bulunduğu hali ile toplanmaktadır. CityGML bilgi modeli binalar için LOD 0 seviyesinde hem çatı izdüşümü hem de bina ayak izi olmak üzere iki temsil içinde bina geometrisini

tutabilmektedir. Detay seviyesine göre temsil kabiliyeti bina özelinde şekil 43’de gösterilmektedir.

Binaların LOD 0 seviyesindeki modelleri, 2 boyutlu veriler ile elde edilebilmektedir. Bunun için binanın taban ve çatı geometrileri yeterli olacaktır. LOD 0 seviyesindeki binalar, taban yüksekliklerinden çatıya kadar olan mesafede yükseltılarak LOD 1 seviyesindeki modeller elde edilebilir. Eğer binalar fotogrametrik yöntemler ile elde edilecekse çatı çevresi üzerinden çatı payları düşülerek de oluşturulabilir.

Şekil 43. Bina Detay Seviyeleri



Kaynak: Löwner vd, 2013.

CityGML’ de 3 boyutlu verinin temsili, LOD 2 detay ve ayrıntı seviyesi ile başlamaktadır. Bu seviyedeki binalar çatı ve sundurma gibi basit geometrik hatları ile temsil edilirler ve binaya doku giydirilmesi yapılabilmektedir. Duvar ve çatıda bulunan bina elemanları (baca, balkon, pencere vb.) yalnız doku giydirilmesi ile temsil edilebilir olup detaylı gösterimi yapılmamaktadır.

3 boyutlu mimari modeller ilk olarak LOD 3 seviyesinde elde edilebilir. Bu detayda balkon pencere, çatı elemanları, kapı gibi bina elemanları temsil edilebilir olup binanın dış görünüşünün en ayrıntılı temsilinin yapıldığı seviyedir.

LOD 4 detay seviyesi, CityGML bilgi modelinin en ayrıntılı detay seviyesi olup binanın iç elemanlarının da temsilinin yapıldığı seviyedir.

Yapılara ilişkin veri toplama yöntemleri yapıların hangi detay seviyesinde temsil edileceğine göre çeşitlilik göstermektedir. LOD 1 detayı için mevcut iki boyutlu LOD 0 detayındaki verilerden dönüşüm yapılabileceği gibi sayısal ortofoto haritalar üzerinden elde edilen bina verileri de kullanılabilir.

LOD 2 detay seviyesinde binanın dış detayına ait elemanların temsili yapılmadığından (pencere, kapı vb.) geometriler yersel, fotogrametrik veya lidar nokta bulutu verileri ile temin edilebilir. Bu verilere modelleme yazılımlarıyla doku giydirilmesinin yapılması da mümkündür.

LOD 3 detay seviyesi ayrıntılı geometri bilgisi barındırdığından anlamsal bileşenlerin referanslanması gerekmektedir. Bu detay seviyesi için yersel yöntemlerden ziyade yoğun nokta bulutu verilerinin kullanılması daha etkili olacaktır. Bu yüzden detaylı saha çalışması kadar ofis çalışması da gereklidir.

Yapılar için toplanması gereken öznitelik bilgileri tematik modüle ait Şekil 42’de bulunan UML diyagramında açıklanmıştır. Buna göre üretilecek sınıflar;

- AbstractBuilding
- IntBuildingInstallation
- BuildingInstallation
- BuildingFurniture
- Room

AbstractBuilding (Özet Bina) sınıfı: Bina ile ilgili özet bilgilerin bulunduğu sınıftır. İçerisinde bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf):** Tanımlı kod listesi içerisinden seçilecek en fazla bir adet değere göre yapıyı tanımlayan özniteliktir. (Örnek: Yerleşim, Sağlık vb.)
- **Function (İşlev):** Tanımlı kod listesi içerisinden seçilecek değerlere göre yapının işlevi ile ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.

- **Usage (Kullanım):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değerlere göre yapının kullanımı ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfConstruction (Yapım Yılı):** Yapıya ait en fazla bir adet yapım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfdemolition (Yıkım Yılı):** Yapıya ait en fazla bir adet yıkım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.
- **RoofType (Çatı Tipi):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek en fazla bir adet değere göre yapının çatı tipini tanımlayan özniteliktir.
- **MeasuredHeight (Ölçülmüş Yükseklik):** Yapının ölçülmüş yükseklik değeri olup LOD 2 seviyesinden itibaren yapı geometrisinden de çıkartılabilir.
- **StoreysAboveGround and StoreysBelowGround (Yer üstünde ve yer altında kalan kat sayıları):** Yapılara ait yer altında ve yer üstünde kalan kat adetlerinin tanımlandığı özniteliktir. Değer kontrolü yapılmakta olup pozitif tam sayı girilmesi gerekmektedir.
- **StoreyHeightsAboveGround and StoreyHeightsBelowGround (Yer üstünde ve yer altında kalan kat yükseklikleri):** Yapıların yer altında ve yer üstünde kalan bölümlerinde bulunan katların ortalama yükseklik değerlerini tanımlayan öznitelik alanlarıdır.

IntBuildingInstallation (Bina İç Eklentisi) Sınıfı: LOD 4 ayrıntı seviyesinde ve isteğe bağlı olarak, bina içerisinde yer alan iç merdivenler, korkuluklar, borular vb. eklentilere ait sınıf, işlev ve kullanım ile ilgili özelliklerin tanımlandığı öznitelik alanları bulunmaktadır. Tanımlı kod listesi içerisinde sınıf için en fazla bir adet, kullanım ve işlev için birden fazla değer seçilebilir.

BuildingInstallation (Bina Dış Eklentisi) Sınıfı: LOD 2 LOD 3 ve LOD 4 ayrıntı seviyelerinde merdiven, anten, balkon vb. bina dış eklentilerine ait sınıf, işlev ve kullanım ile ilgili özelliklerin isteğe bağlı olarak tanımlandığı sınıftır. Tanımlı kod listesi içerisinde sınıf için en fazla bir adet, kullanım ve işlev için birden fazla değer seçilebilir.

BuildingFurniture (Bina Mobilyası) Sınıfı: LOD 4 ayrıntı seviyesinde yapı içinde bulunan mobilyaları sınıf, işlev ve kullanım öznitelik alanları ile tanımlayan sınıftır. Bu üç öznitelik alanı için tanımlanmış kod listeleri bulunmakta olup sınıf için en fazla bir adet, işlev ve kullanım için birden fazla değer seçilebilir.

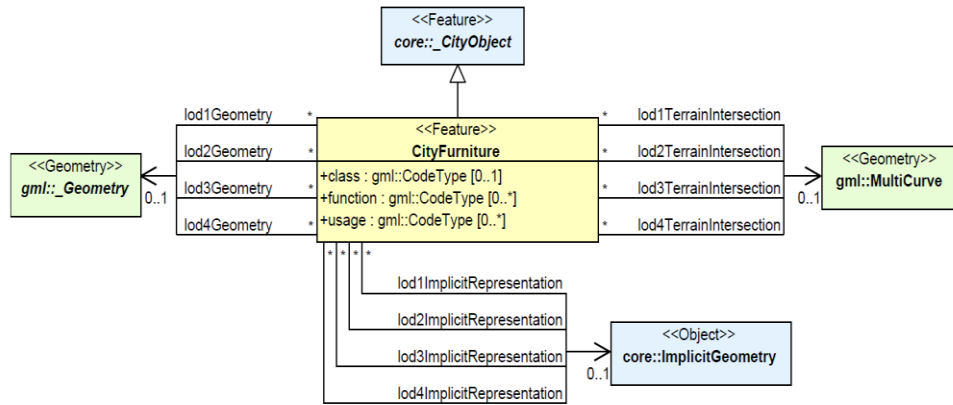
Room (Oda) Sınıfı: LOD 4 ayrıntı seviyesinde, yapı içinde yer alan bölümleri sınıf, işlev ve kullanım öznitelik alanları ile tanımlayan sınıftır. BuildingFurniture sınıfı ile parça bütün ilişki içerisindedir. Bina içerisinde bulunan bölümler topolojik olarak açık alan bulundurmamalıdır.

5.4. Şehir Mobilyası ile İlgili Verilerin Toplanması

Reklam tabelaları, banklar, trafik lambaları, elektrik ve sokak aydınlatma direkleri gibi kentlerimizdeki yerleşim alanlarında sıkça bulunan şehir mobilyaları, CityGML bilgi modelinde detay ve ayrıntı seviyesi 1 ile 4 arasında temsil edilebilmektedir.

CityGML bilgi modelinde bulunan tematik modüllerde, üst sınıftan kazanılan özellikler kalıtsal olarak alt sınıfa aktarılmaktadır. Şehir mobilyası tematik sınıfı, şekil 44’de yer alan UML diyagramında belirtildiği üzere çekirdek modülde bulunan “CityObject” sınıfından türemektedir. Dolayısı ile bu sınıfta bulunan öznitelikler doğrudan şehir mobilyası sınıfına aktarılmaktadır.

Şekil 44. Şehir Mobilyası Tematik Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

CityFurniture (Şehir Mobilyası) sınıfı: LOD 1 ila LOD 4 ayrıntı seviyeleri arasında şehir mobilyası nesnelere ait işlev ve kullanım amacını belirleyen öznelik bilgilerini içermektedir. Bu üç öznelik bilgisinin doldurulması zorunlu olmayıp, tanımlı kod listeleri içerisinde bir adet şehir mobilyası sınıfı ile birden fazla işlev ve kullanıma ilişkin değer verilebilmektedir.

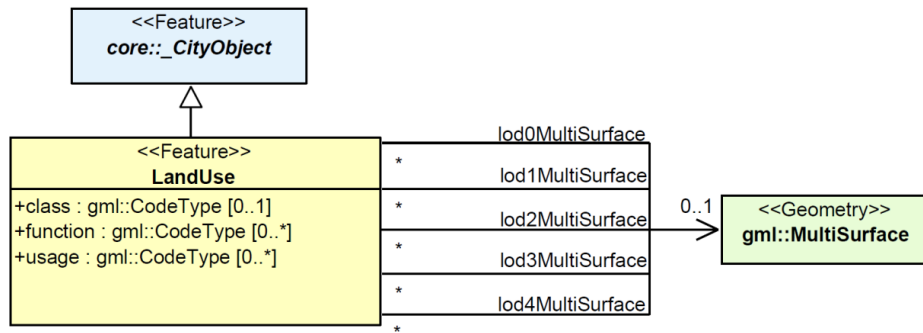
Şehir mobilyası tematik sınıfında bulunan nesnelere ait geometriler isteğe bağlı olarak iki şekilde tutulmaktadır. Doğrudan geometrik bilgi “gml::Geometry” içerisinde nesneyi tanımlayacak ardışık nokta şeklinde oluşturulabileceği gibi çekirdek sınıfta bulunan özellik olan dış tanımlı geometri ile de oluşturulabilir. Dış tanımlı geometri kullanımı sürekli ve belirli aralıklarla tekrarlayan şehir mobilyaları için tercih edilebilir.

Şehir Mobilyası sınıfına ait toplanması gereken öznelikler temel öznelikler olup ofis ortamında oluşturulabilir.

5.5. Arazi Kullanımı ile İlgili Verilerin Toplanması

Arazi kullanımı sınıfı, ayrıntı seviyesi 0 ila 4 arasında arazinin kullanımına ilişkin bilgileri, doğal ve yapay ilişkileri ile iki yönlü olarak açıklar. Arazi kullanımı sınıfı arazi örtüsü ile ilgili bilgileri de kapsamaktadır.

Şekil 45. Arazi Kullanımı Tematik Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Şehir mobilyası sınıfı gibi arazi kullanımı sınıfı da, çekirdek modül üzerinde bulunan CityObject sınıfı üzerinden türemektedir ve üst sınıfta bulunan tüm özellikler doğrudan aktarılmaktadır.

Bu sınıf için toplanması gerek öznitelik bilgileri;

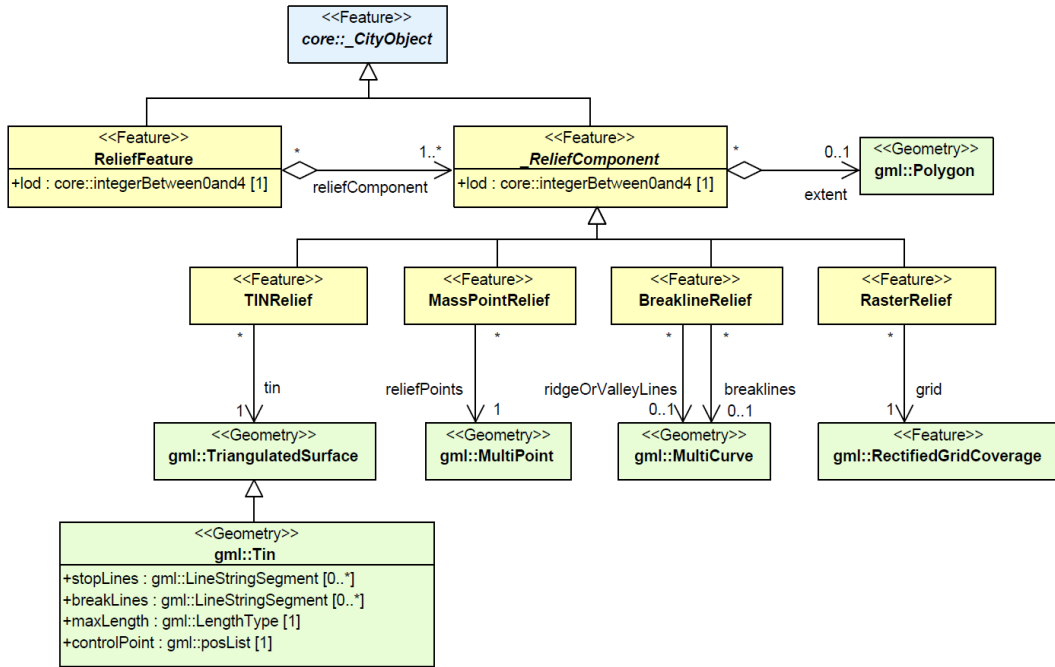
LandUse (Arazi Kullanımı) Sınıfı: Tüm detay seviyelerinde ve isteğe bağlı olarak, araziye tanımlayan ana sınıf ile işlev ve kullanım bilgilerini içeren özniteliklerden oluşmaktadır. Tanımlı kod listesi içerisinde sınıf için en fazla bir adet, kullanım ve işlev için birden fazla değer seçilebilir.

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü kavramları birlikte ele alınmış olup ayırım tanımlı kod listelerinde belirtilen alanların seçilmesi ile yapılmaktadır.

5.6. Arazi (Topoğrafya) Modelinin CityGML' de Temsil Edilmesi

CityGML'de topoğrafya, arazi bileşeni sınıfının altında bulunan TIN, nokta bulutu, arazi kırıkları ve raster gibi yöntemlerle LOD0 ila LOD 4 arasında temsil edilmektedir.

Şekil 46. Arazi Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Yukarıda belirtilen UML diyagramından görüleceği üzere arazi modülünde bulunan sınıflarda, nesne yönelimli öznitelik alanları mevcut değildir. Bu sınıflar arazi örtüsüne ait bileşenlerden çok arazi yüzeyinin (topoğrafyanın) temsil edilmesine yönelik bileşenlerini içermektedir.

Arazi modülü içerisinde Arazi Detayı (ReliefFuture) ve onun altında bulunan sınıf olan Arazi Bileşeni (ReliefComponent) olmak üzere iki temel sınıf mevcuttur. Bu iki sınıfta çekirdek modülde bulunan “CityObject” sınıfından türemektedirler. Dolayısı ile tüm kalıtsal özellikler doğrudan aktarılmaktadır.

Arazi modülünde, arazi detayı ve arazi bileşeni sınıfları topoğrafyanın farklı detay seviyelerinde temsil edilebilmesi için zorunlu alanlardır. Yani topoğrafya mutlak surette, şekil 46’da yer alan UML diyagramındaki arazi bileşeni alt sınıflarından biri veya bunların birleşimleri şekilde temsil edilmelidir.

TINRelief (Düzensiz Üçgen Model) Sınıfı: Bu sınıf, topoğrafyanın bir GML geometrisi olan üçgen yüzey (TriangulatedSurface) kullanılarak temsil edilmesini sağlar.

MassPointRelief (Nokta Bulutu) Sınıfı: Bu sınıf, lazer tarama veya fotogrametrik yöntemler kullanılarak elde edilen nokta bulutu verilerini kullanarak arazinin temsil edilmesini sağlar.

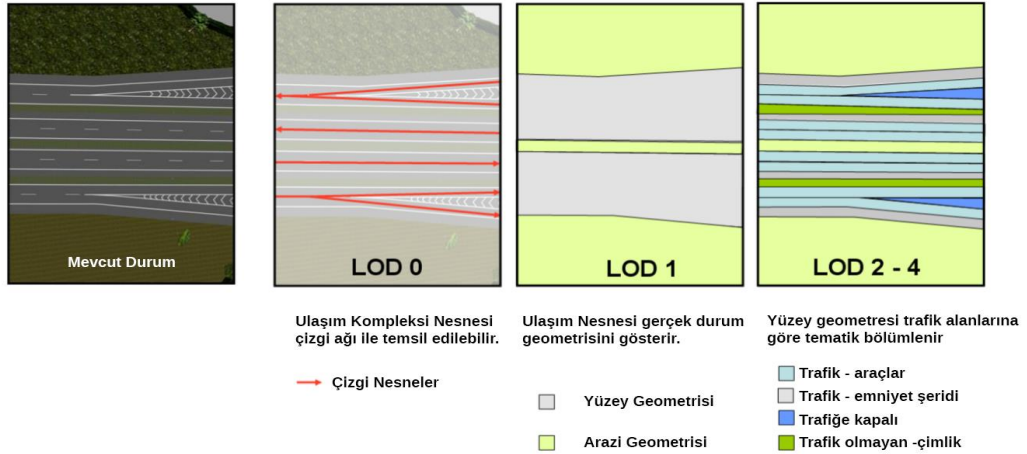
BreaklineRelief (Kırılma Çizgileri) Sınıfı: Arazi kotlarındaki ana değişimlerin nokta serisi şeklinde tanımlandığı arazi gösterim sınıfıdır.

RasterRelief (Raster Arazi Modeli) Sınıfı: Koordinatlı ve yükseklik verisi içeren sayısal görüntülerden (DEM vb.) faydalanılarak arazi yüzeyinin oluşturulup temsil edilmesini sağlar.

5.7. Ulaşım ile İlgili Verilerin Toplanması

Ulaşım modülü; ulaşım ve trafiğe dair tüm ayrıntıların yüzey dokuları ile birlikte (asfalt, toprak, kaldırım vb.) temsil edilmesini sağlayan modüldür. Bu detaylar; ayrıntı seviyesi 0’da kavramsal olarak çizgi ağı, ayrıntı seviyesi 1’de yollar ve yüzeyler alan geometri tipinde, ayrıntı seviyesi 2 ila 4 arasında ise tüm ulaşım elemanları 3 boyutlu olarak modellenir (OGC, 2012).

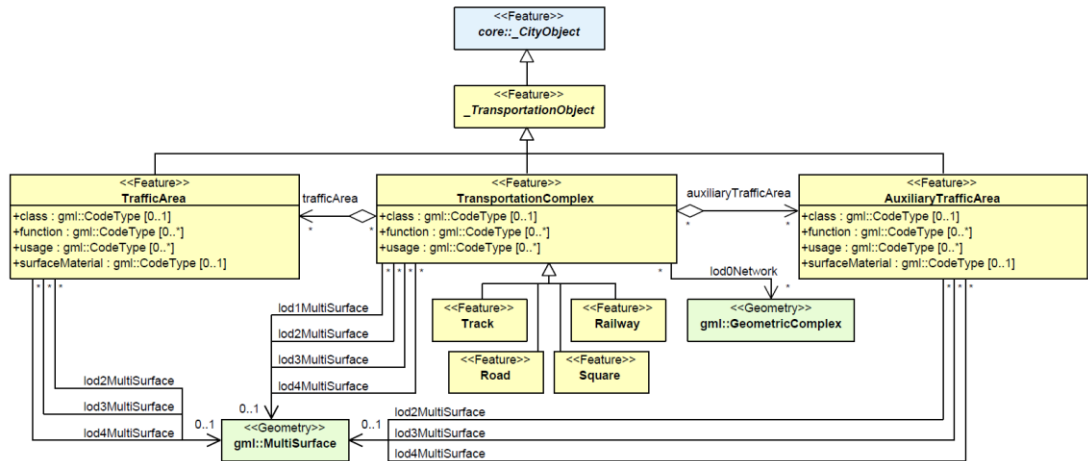
Şekil 47. Ulaşım Nesnelerinin Ayrıntı Seviyesine Göre Temsil Edilme Durumu



Ulaşım verileri ile ilgili ana sınıf “TransportationObject” (Ulaşım Nesnesi) sınıfıdır. Ulaşım nesnesi sınıfı çekirdek modülde bulunan CityObject sınıfı üzerinden türemiştir. Dolayısıyla tüm kalıtsal özellikler doğrudan aktarılmaktadır.

Ulaşım nesneleri sınıfı, aşağıda belirtilen (şekil 48) UML diyagramında da görüleceği üzere trafik kompleksi, trafik alanı ve yardımcı trafik alanı alt sınıflarından oluşmaktadır.

Şekil 48 Ulaşım Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

TransportationComplex (Ulaşım Kompleksi) Sınıfı: Ulaşıma ilişkin nesnelerin ana kategorilerini ve bu kategori altındaki işlev ve kullanım gibi detay özneliklerinin (kavşak, tren istasyonu, iskele vb.) tanımlandığı sınıftır.

Ulaşım kompleksi sınıfı içerisinde bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf) :** Ulaşım nesnelere tanımlayıcı ana kategoriyi (karayolu trafiği, demiryolu trafiği vb.) LOD0-LOD4 arasındaki her ayrıntı düzeyinde gösteren öznitelik alanıdır. Ulaşım nesnelere ilişkin ana kategori tanımlı kod listeleri içerisinde en fazla bir tane seçilebilmektedir.
- **Function (İşlev) :** Sınıf ile ana kategorisi belirlenen ulaşım nesnelere LOD0-LOD4 arasındaki her ayrıntı düzeyinde daha detaylı alt sınıflarının belirtildiği (otoyol, karayolu vb.) öznitelik alanıdır. Tanımlı kod listeleri içerisinde her sınıf için birden fazla seçilebilmektedir.
- **Usage (Kullanım) :** Bu öznitelik alanı, sınıf ile ana kategorisi belirlenen ulaşım nesnelere kullanım amacını LOD0-LOD4 arasındaki her ayrıntı düzeyinde tanımlamak için kullanılır. Kullanım ve İşlev öznitelik alanları aynı kod listesini kullanmakta olup tanımlı kod listeleri içerisinde her sınıf için birden fazla seçilebilmektedir.

CityGML bilgi modelinde ulaşım verileri trafik ve trafik olmayan (yardımcı trafik) alan olmak üzere iki detayda ele alınmaktadır.

TrafficArea (Trafik Alanı) Sınıfı: Trafik unsurunu oluşturan yaya ve araçlara ait alanların, yüzey malzemeleri ile birlikte (asfalt, çakıl vb.), LOD 2 ile LOD 4 detay ve ayrıntı seviyelerinde temsil edildiği sınıftır.

Trafik alanlarına ait sınıf, işlev ve kullanım öznitelikleri tanımlı kod listesi içerisinde seçilmektedir.

AuxiliaryTrafficArea (Yardımcı Trafik Alanı) Sınıfı: Ulaşım ile ilgili olup trafik unsuru oluşturmayan alanlar içerisinde kalan nesnelere (şerit, kaldırım taşı, yeşil alan vb.), yüzey malzemeleri ile birlikte LOD 2 ile LOD 4 detay ve ayrıntı seviyelerinde tanımlandığı sınıftır.

Yardımcı Trafik Alanlarına ait sınıf, işlev ve kullanım öznitelikleri tanımlı kod listesi içerisinde seçilmektedir.

5.8. Tünel Sınıfı ile İlgili Verilerin Toplanması

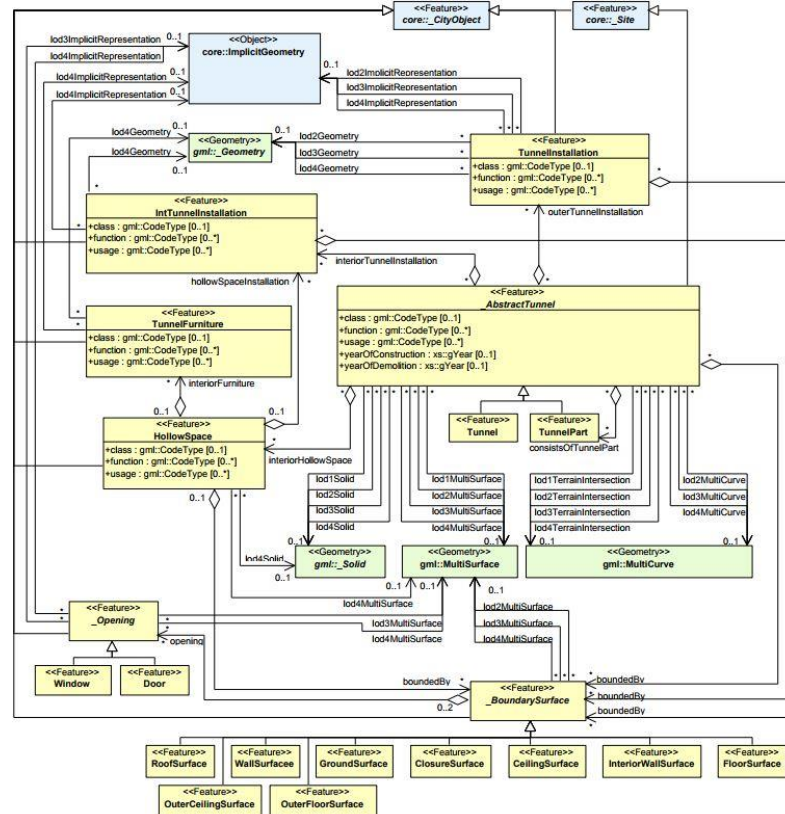
Arazinin doğal seyri ile arasında açıklık veya boşluk oluşturan tünel, alt geçit, yeraltı treni hattı gibi nesnelere, CityGML’de tünel modülü ile LOD 1 ila LOD 4 arasında temsil edilebilir.

Tünel modülü, hem geometri elemanları hem de bileşenlerinin temsil biçimi bakımından bina modülü ile benzerlik göstermektedir. Kullanılan geometrik elemanlar bina modülü ile aynı değerleri kullanmakta olup koordinatlı bir poligon serisi olarak ondalık sayılardan oluşmaktadır.

Tünel elemanlarının geometrisi LOD 1 ila LOD 4 arasında tüm bileşenler için “*gml::Solid*”, “*gml::MultiSurface*” ve “*gml::MultiCurve*” ile tanımlanırken sadece LOD 4 seviyesinde gösterimi yapılan tünel mobilyaları ve tünel iç elemanları için “*gml::Geometri*” kullanılır. Ayrıca tünel mobilyaları ile tünel iç ve dış eklentilerine ait elemanlar için dış tanımlı geometrilerde kullanılabilir.

CityGML Tünel Modülüne ilişkin UML diyagramı şekil 49’da gösterilmektedir.

Şekil 49. CityGML Tünel Tematik Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Tünel tematik sınıfı aşağıda belirtilen sınıflardan oluşmaktadır. Bunlar;

- AbstractTunnel
- TunnelInstallation
- InteriorTunnelInstallation
- TunnelFurniture
- HollowSpace

AbstractTunnel (Özet Tünel) Sınıfı: Tünel ile ilgili özet bilgilerin bulunduğu sınıftır. Bu sınıf içerisinde bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek en fazla bir adet değere göre ana kategoriyi gösteren özniteliktir.
- **Function (İşlev):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değerlere göre tünelin işlevi ile ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.
- **Usage (Kullanım):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değerlere göre tünelin kullanımı ile ilgili bilgileri tanımlayan öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfConstruction (Yapım Yılı):** Tünele ait en fazla bir adet yapım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.
- **YearsOfDemolition (Yıkım Yılı):** Tünele ait en fazla bir adet yıkım yılının değer kontrolü yapılmaksızın dört haneli olarak belirtildiği öznitelik alanlarıdır.

TunnelInstallation (Tünel Eklentileri) Sınıfı: Tünele ait dış eklentilerin LOD 2 ila LOD 4 arasında gösterim yapacak şekilde tanımlandığı sınıftır. Değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir. Tünel dış eklentilerine ait geometri bilgisi doğrudan “gml::Geometry” içerisinde nesneyi tanımlayacak ardışık nokta şeklinde oluşturulabileceği dış tanımlı geometri ile de oluşturulabilir.

InteriorTunnelInstallation (Tünel İç Eklentileri) Sınıfı: Bu öznitelik sınıfı, tünel içerisindeki eklentilerin sadece LOD 4 detay seviyesinde tanımlanmasında kullanılmaktadır. Class (sınıf), Function (işlev) ve Usage (kullanım) öznitelik alanlarından oluşmaktadır. Bu alanlara ilişkin değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir.

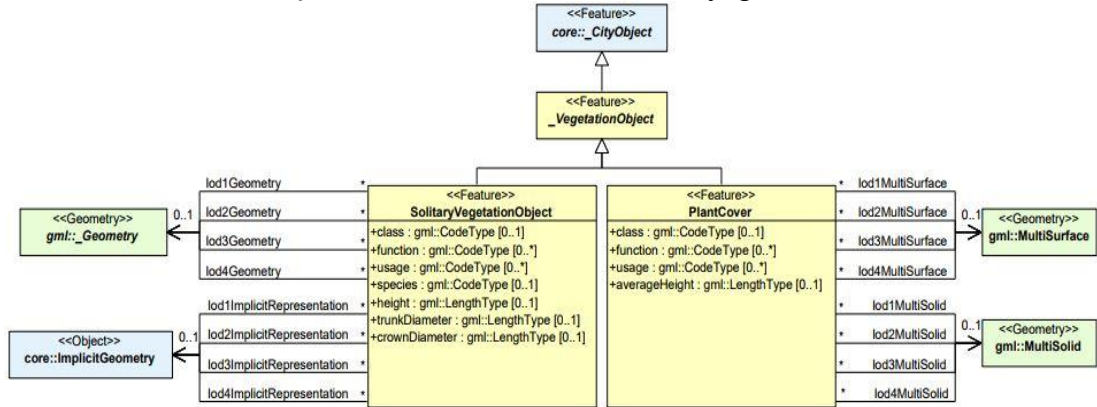
TunnelFurniture (Tünel Mobilyaları) Sınıfı: Tünel içerisinde bulunan mobilyaların sadece LOD 4 detay seviyesinde tanımlandığı sınıf olup “Class” (sınıf), “Function” (işlev) ve “Usage” (kullanım) öznitelik alanlarından oluşmaktadır. Bu alanlara ilişkin değerler tanımlı kod listeleri içerisinde seçilmektedir. Tünel mobilyalarında geometrik bilgi doğrudan “gml::Geometry” içerisinde nesneyi tanımlayacak ardışık nokta şeklinde oluşturulabileceği dış tanımlı geometri ile de oluşturulabilir.

HollowSpace (Tünel Boşluğu) Sınıfı: Bu öznitelik, sadece LOD 4 seviyesi için tanımlanmakta olup tünel içerisinde bulunan boşluğu “gml::_Solid” veya “gml::MultiSurface” geometri ile tanımlamak için kullanılır.

5.9. Bitki Örtüsü İle İlgili Verilerin Toplanması

CityGML bitki örtüsü modülü, bitki örtüsü sınıfına ait nesnelerin detay seviyesi 1 ile 4 arasında temsil edilmesini sağlayan modüldür. Bitki örtüsü tematik modülünde bulunan ana sınıf “Bitki Objesi Sınıfı’dır”. Bu sınıf şekil 50’de yer alan UML diyagramında belirtildiği üzere çekirdek modülde bulunan “CityObject” sınıfından türemektedir.

Şekil 50. Bitki Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

Bitki Objesi Sınıfı iki alt sınıftan oluşmaktadır. Bunlar; orman gibi yoğun bitki örtüsü ile kaplı alanlar için kullanılan “Bitki Örtüsü” sınıfı ile etrafında

yoğunluğun olmadığı, tek halde bulunan bitkiler için kullanılan “Tek Bitki Objesi” sınıfıdır.

PlantCover (Bitki Örtüsü) Sınıfı: Bitki örtüsü sınıfına ait nesnelere, hacimsel veya yüzeysel olmak üzere iki şekilde toplanabilir. Yüzeye yakın çimenlik gibi alanlarda “*gml::MultiSurface*” geometri kullanılırken orman gibi daha çok hacimsel ve uzun bitkiler için “*gml::MultiSolid*” geometri kullanılmalıdır. Bitki örtüsü sınıfında bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf):** Bitki örtüsü sınıfı ile ilgili ana kategorinin belirtildiği öznitelik alanıdır. Tanımlı kod listesi içerisinde isteğe bağlı olarak en fazla bir adet değer alır.
- **Function (işlev):** Bitki örtüsü sınıfı ile ilgili işlevin belirtildiği öznitelik alanıdır. Tanımlı kod listesi içerisinde isteğe bağlı olarak birden fazla değer atanabilir.
- **Usage (Kullanım):** Bitki örtüsü sınıfı ile ilgili kullanımın belirtildiği öznitelik alanıdır. Tanımlı kod listesi içerisinde isteğe bağlı olarak birden fazla değer atanabilir.
- **AverageHeight (Ortalama Uzunluk):** Tanımlandığı bitki örtüsü sınıfında bulunan nesnelere ait ortalama yükseklik değerinin girildiği öznitelik alanıdır. Değer kontrolü yapılmaksızın ondalık sayı biçiminde girilir.

SolitaryVegetationObject (Tek Bitki Nesnesi) Sınıfı: Tek nesne olarak temsil edilecek bitkiler için, bitkinin mutlak koordinatlarının toplanması yeterli olacaktır. Ancak nesnenin birden fazla kez tekrarlanacak olması durumunda detay seviyesine bağlı olarak artan temsil kabiliyeti nedeni ile dönüşüm matrisi kullanılarak bu nesne boyutlandırılmalıdır.

Bununla birlikte şehir yaşamındaki ağaçların benzerliği ve sık tekrarı düşünüldüğünde, her ağaç nesnesi için geometri “*gml::_Geometri*” olarak ele almaktansa “*core::ImplicitGeomerty*” kullanılarak hazırlanacak model kütüphanelerindeki örnek nesnelere de kullanılabilir. Tek bitki nesnesi sınıfında bulunan öznitelik alanları;

- **Class (Sınıf):** Tek bitki sınıfı ile ilgili ana kategorinin belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde en fazla bir adet değer alır.
- **Function (işlev):** Tek bitki sınıfı ile ilgili işlevin belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde birden fazla değer atanabilir.
- **Usage (Kullanım):** Tek bitki sınıfı ile ilgili kullanımın belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde birden fazla değer atanabilir.
- **Species (Tür):** Bitkinin türünü belirten öznitelik alanıdır. Tanımlı kod listesi içerisinde isteğe bağlı olarak en fazla bir adet değer alır.
- **Height (Uzunluk):** Tanımlandığı bitkinin boyuna ait uzunluk değerinin girildiği öznitelik alanıdır. Değer kontrolü yapılmaksızın ondalık sayı biçiminde girilir.
- **TrunkDiameter (Gövde Çapı):** Tanımlandığı bitkinin gövde çapına ait genişlik değerinin girildiği öznitelik alanıdır. Değer kontrolü yapılmaksızın ondalık sayı biçiminde girilir.
- **crownDiameter (Taç Çapı):** Tanımlandığı bitkinin üst bölümünde bulunan taç genişliğine ait değer girildiği öznitelik alanıdır. Değer kontrolü yapılmaksızın ondalık sayı biçiminde girilir.

Yukarıda detaylı belirtildiği üzere bitki örtüsü tematik sınıfına ait nesnelere, hacimsel (orman) veya yüzeysel (çim) olmak üzere bitki örtüsü şeklinde toplanabileceği gibi tek bitki nesnesi şeklinde de toplanabilmektedir. Bu sayede CityGML bilgi modeli, şehir yaşamı içerisinde önemi tartışılmayacak olan bitki örtüsü konusunda detaylı analizlerin yapılması ve bitkilere ait yeterli görselliğin kullanıcı tarafında oluşturulmasına imkân verebilmektedir.

CityGML’de veri toplama, her detayın 3 boyutlu bilgisi elde edilecek şekilde 2 boyutlu klasik yöntemlerle de yapılabilmektedir. Ancak klasik yaklaşımda olduğu gibi nesneye ait sadece detay merkezinin koordinatları değil o nesneyi tanımlayacak tüm geometri bilgisi ile nesnenin temsil edilmek istendiği hedef detay (LOD) seviyesinde bilgi temin edilmelidir. Ancak özellikle, benzer dış görünüş ve özelliklerde bulunan tek bitki nesnelere için dış tanımlı geometri ile model

kütüphanelerinde oluşturulacak örnek nesnelerin kullanılması pratikte ciddi emek kaybının önüne geçecektir. Ayrıca bu yaklaşım ile bitkinin farklı mevsimlerdeki durumları da görsel olarak temsil edilebilir olacaktır.

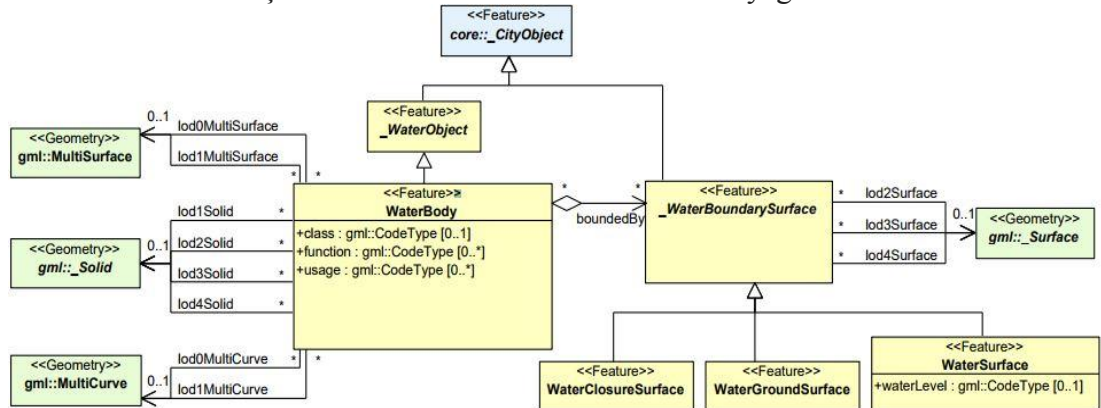
5.10. Su Kütlesi ile İlgili Verilerin Toplanması

Su kütlesi modülü, su ile ilgili nesnelere detay ve ayrıntı seviyesi 0 ile 4 arasında temsil edilmesinde kullanılır.

CityGML, su ve su kütlesi ile ilgili nesnelere sel, gelgit ve zamansal seviye farklılıkları ile birlikte geometrik olarak temsil edilebilme kabiliyetindedir. Bu sayede durağan yapıda bulunmayan su kütlesi ile ilgili gerçeğe yakın analizlerin yapılmasına imkân vermektedir. Burada dikkat edilecek husus, LOD 0 seviyesinde 2 boyutlu gösterim yapıldığından hacimsel hesabın yapılabilmesi için gerekli ayrıntıların tanımlanmıyor olmasıdır.

Su kütlesi ile ilgili detayların geometrik tanımlanmasında LOD 0 ve LOD 1 detay seviyelerinde “*gml::MultiSurface*” veya “*gml::MultiCurve*” geometrileri, LOD 1 ve LOD 4 detay seviyelerinde ise “*gml::_Solid*” geometrisi kullanılır. Su kütesini sınırlayan alt ve üst yüzeyler ise LOD 2 ile LOD 4 detay seviyelerinde “*gml::_Surface*” geometri ile tanımlanmaktadır. Su kütlesi modülü ile ilgili UML diyagramı şekil 51’de gösterilmiştir.

Şekil 51. Su Kütlesi Modülü UML Diyagramı



Kaynak: OGC, 2012

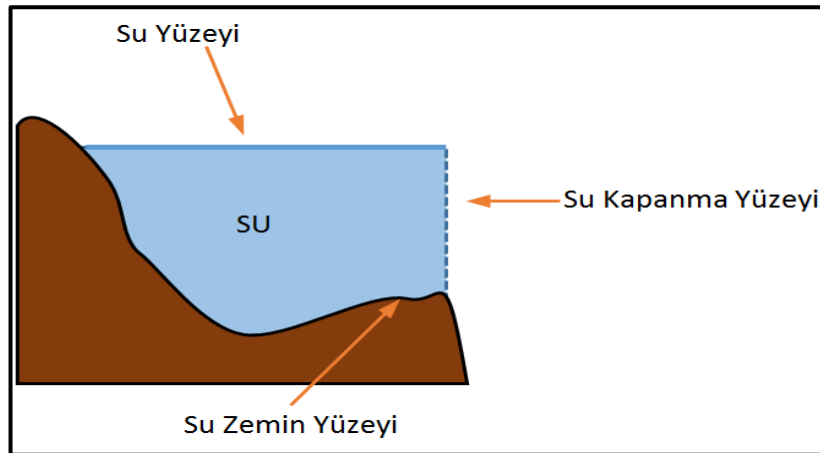
Yukarıda belirtilen UML diyagramında gösterildiği üzere su kütlesi modülü çekirdek modülde bulunan “CityObject” sınıfından türemiştir ve temelde su kütlesi ve su sınırlayıcı yüzey sınıflarından oluşmaktadır.

WaterBody (Su Kütlesi) Sınıfı: Göl, nehir ve akarsu gibi bünyesinde su barındıran nesnelerin tanımlandığı sınıftır. Su kütlesi sınıfında toplanması gereken üç alt öznitelik bulunmaktadır.

- **Class (Sınıf):** Su kütlesi sınıfı ile ilgili ana kategorinin belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde en fazla bir adet değer alır.
- **Function (işlev):** Su kütlesi sınıfı ile ilgili işlevin belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde birden fazla değer atanabilir.
- **Usage (Kullanım):** Su kütlesi sınıfı ile ilgili kullanımın belirtildiği öznitelik alanıdır. İsteğe bağlı olarak tanımlı kod listesi içerisinde birden fazla değer atanabilir.

WaterBoundarySurface (Su Sınır Yüzeyi) Sınıfı: LOD 2 ila LOD 4 detay seviyelerinde su kütlesini çevreleyen sınır yüzeylerinin tanımlandığı kavramsal sınıftır. Su sınır yüzeyi 3 alt sınıftan oluşmaktadır. Su kütlesini çevreleyen sınır yüzeyini açıklayıcı bilgi şekil 52’de gösterilmektedir.

Şekil 52. CityGML Su Kütlesi Sınır Yüzeyleri



WaterClosureSurface (Su Kapanma Yüzeyi): Su kütlelerinin birbirleri arasındaki sınırları veya su kütlelerinin bittikleri yerin tanımlanmasında kullanılan sınıftır.

WaterGroundSurface (Su Zemin Yüzeyi): Su kütlelerinin alt sınır seviyesinin tanımlandığı sınıftır.

WaterSurface (Su Yüzeyi): Su kütlelerinin üst sınırının tanımlandığı sınıftır. Su seviyesini içeren öznitelik alanı barındırır.

- **WaterLevel (Su Seviyesi):** Tanımlı kod listesi içerisinde seçilecek değere göre su seviyesinin durumunu belirten öznitelik alanıdır.

5.11. CityGML Odaklı Üç boyutlu Veri Üretim Yaklaşımları

CityGML bilgi modeli temelini XML'e dayanması, harita üretiminde basit editörlerin veri üretiminde kullanılmasına imkân vermektedir. Bu yaklaşım özellikle LOD 0 (baskı harita seviyesi) ile LOD 1 (blok model seviyesi) detay ve ayrıntı seviyelerinde kullanılabilir olmakla birlikte veriler sahada her detayın üç boyutlu bilgisi üretilecek şekilde klasik veri üretim metotları (GPS, Total station vb.) ile oluşturulabilir ve bu editörler ile sayesinde zenginleştirilebilir. Ancak LOD 1 detay seviyesinden sonra klasik harita üretim metotlarından ziyade detaylı üç boyutlu modeller veya lazer tarama gibi veri kaynakları ile üretilen verilere ve bu verilerin modellendiği yazılımların kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

LOD 2 detay seviyesinden itibaren nesnelere hem geometrik ve öznitelik bilgileri ile hem de dış görünüş itibarı ile gerçek temsiline daha yakın şekilde oluşturulur. Bu detay seviyeleri, şehirlerin üçüncü boyutta modellenmesinde önemli olduğu gibi modeli doğru anlamada ve şehir ile ilgili olguları ve detayları kavrayıp karar vermede daha etkilidir.

Nesneye ilişkin detay görünüşlerinin oluşturulmasında birinci ve en temel yaklaşım metodu, farklı detaylara renk atamaktır. Bu temel yaklaşım ile saha çalışmalarında yapı detaylarına ilişkin ek bilgilerin toplanması, yapıların önceden tanımlı farklı renk veya malzeme ile kaplanarak temsil edilmesi sağlanabilir ve böylelikle yapılar ayrıntıların daha rahat anlaşılır olduğu şekilde temsil edilir. Ayrıca yapılar kat adetlerine göre bölümlendirilebilir ve belirli kütüphaneler oluşturularak bu binalara dış cephe görünümü verilerek algıyı kolaylaştırır.

Yönetmelikte yapılar ile ilgili olarak belirlenen malzeme bilgisi LOD 1 ve kısmen LOD 2 ayrıntı seviyelerinde yeterli olmakla birlikte artan ayrıntı seviyesi ile birlikte kapı, pencere, çatı gibi detayların işin içine girmesi, yapılar için belirtilen öznitelik alanlarının sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Buda hem görünüm hem de anlamsal bilginin yeterli düzeyde temsil edilememesine yol açmaktadır.

Nesneye ilişkin detay görüntülerinin oluşturulmasında ikinci yaklaşım ise görüntü alımıdır. Bu yöntem gerçekçi temsili sağlanmasında daha etkili olduğu gibi veri üretim maliyeti de buna bağlı olarak artacaktır. Görüntü alımı ve model oluşturulmasında kullanılan yöntemler;

- Yersel Fotogrametri,
- Mobil Görüntüleme Araçlarının Kullanılması,
- Eğik Resim Fotogrametrisi,
- LIDAR

Olarak sıralanabilir.

Yersel fotogrametri ve mobil görüntüleme araçları, detaya ilişkin görüntülerin bir saha personeli ile manuel veya hareketli bir araç yardımı ile otomatik olarak yerden elde edildiği yöntemlerdir. Yersel fotogrametride, kalibrasyon parametreleri bilinen bir makine yardımı ile manuel olarak alınan görüntüler işlenerek üç boyutlu model oluşturulabilir. Mobil görüntüleme araçları ise hareketleri boyunca belirli aralıklar ile tüm yönlerden (360°) görüntü alımı yapan donanımlara sahiptir. Bu donanımlar ile elde edilen görüntüler, ofis ortamında mevcut vektör veriler üzerine giydirilerek yapılar gerçek görünümüne kavuşturulabilir. Eğer görüntüler kamera konumu bilinen ve lazer tarayıcı destekli bir platform ile oluşturulursa, elde edilecek nokta bulutu verileri sayesinde oluşan geometrik model üzerine doku kaplama işlemi uygulanabilir. Mobil görüntüleme ve lazer tarama verilerinin eşzamanlı kullanımı ile özellikle kent mobilyası sınıfında bulunan nesnelerin üretimi için oldukça etkili olacaktır.

Bu yöntemler ile görüntü alımının önündeki en büyük engeller dar sokaklar, gün ışığı, gölgelenme ve trafik (insan-araç) olarak sıralanabilir. Dolayısı ile özellikle süre ve maliyet açısından geniş kapsamlı projelerde tüm bu faktörlere dikkat edilmeli ve yöntemler ekonomik olacak şekilde kullanılmalıdır.

Mobil görüntüleme veya yersel fotogrametri ile ulaşılamayan alanlarda eğik kameralı insansız hava araçlarının kullanılması özellikle yapıların tüm cephelerinin görüntülenmesinde oldukça etkilidir. Elde edilen görüntülerden fotogrametrik yöntemler kullanılarak doku giydirilmiş üç boyutlu modeller elde edilebilir. Bu kapsamda Bakanlığımızca gerçekleştirilen Gerçek(True) Ortofoto ve Coğrafi Veri Üretim İş'i'nin sonuç ürünleri arasında bulunan nokta bulutu verilerinden LOD 1-LOD2 ve kısmen LOD 3 seviyesinde modeller çıkartılabilir ve grafik doku ile kaplanabilir durumdadır.

Bir diğer yöntem ise üç boyutlu veri üretimi sürecinde yoğun kullanımı ile hem geometri hem de renk bilgisi sağlayan havai ve yersel LİDAR teknolojileri bulunmaktadır. Günümüzde bu teknolojilerden yararlanarak üretilen verileri otomatik-yarı otomatik yöntemler ile nesne bazlı sınıflamaya imkân veren yazılımlar özellikle bina modellerinin oluşturulmasında model kalitesini arttırmaktadır (CBSGM, 2015).

Haritanın temelini oluşturan ve CBS bileşenleri arasında en çok maliyet ve zamanın harcandığı coğrafi verilerin, mümkün mertebe en fazla detayı ve bilgiyi içerecek şekilde üretilmesi, verilerin üç boyutlu modeller içerisinde kullanılmasının sağlayacağı faydayı arttıracaktır.

Üç boyutlu veri üretimi, temel yapısı itibarı ile nesne yönelimli olmalıdır. İki boyutlu verilerde göz ardı edilen yapılara ait çıkmalar, ağaçların yüksekliği gibi bilgiler nesneye ait özelliklerdir ve bu özellikler CityGML veri modelinde kullanılmaktadır. Bu nedenle veri üretiminde nesnenin konumunun yanında nesne geometrisine etki eden yüksek ve derinlik gibi üçüncü boyutu oluşturan tüm özellikler kullanılmalıdır. Örneğin yönetmeliğe göre tek ağaç nesnesi hiçbir öznitelik bilgisi içermeden, nokta geometri tipi ile ağacın zemin ile kesiştiği noktanın koordinatları ve detay kodu ile temsil edilir. CityGML bilgi modeli ise ayrıntı seviyesine (LOD 1 – LOD 4) göre çeşitlilik gösterecek şekilde nesnelerinin sınıfı, işlevi, kullanımı, geometrisi, türü, gövde çapı, taç çapı ve varsa hazır model kütüphanesinden eşleştirilmesi gibi ek bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Ancak veri üretimine esas konumsal doğruluk en az yönetmelikte belirtilen standartlar içinde olmalıdır.

Özet ile ifade edilecek olursa üç boyutlu şehir modellerinin oluşturulduğu CityGML odaklı veri üretiminde her nesne, doğru anlaşılıp ayırt edilmesini kolaylaştıracak seviyede görünüme ve belirlenen hedef detay seviyesindeki (LOD) temsili sağlanacak kadar bilgiye sahip olmalıdır.

BÖLÜM 6

BÖHHBÜY VE CİTYGML'İN VERİ ÜRETİMİNE ESAS KARŞILAŞTIRILMASI

Ülkemizde büyük ölçekli haritaların üretilmesi için gerekli jeodezik ve kartografik kurallar ile platformlar arası değişim Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ile belirlenmektedir.

BÖHHBÜY ile gerçekleştirilen veri üretimi sonunda iki sonuç ürün elde edilmektedir. Bunlardan ilki sayısal ortamda bulunan ve CBS uygulamalarına altlık teşkil etmesi beklenen sayısal harita, ikincisi ise sayısal harita ile oluşturulan kâğıt paftalardır.

Sayısal harita ve pafta üzerinde detaylar, yönetmelik ekinde yer alan detay ve öznitelik kataloğunda belirtilen sınıflara uygun şekilde üretilir ve işaret tablosunda belirtilen şekilde ifade edilirler.

Bu kapsamda yönetmelik ekinde yayınlanan ve büyük ölçekli harita üretiminin nesne ve öznitelik temelli sınırlarını belirleyen DÖKK ile üretilen verilerin platformlar arası değişimini belirleyen UVDF veri formatı birlikte incelenmiş ve sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

- Detaylar ve bu detaylara ilişkin öznitelik değerleri büyük ölçekli harita üretimi için sınırlı sayıda bilgi içermektedir. Dolayısı ile gerçekleştirilen veri üretimi coğrafi veriye ihtiyaç duyulan çalışmalara ve CBS uygulamalarına çözüm üretecek nitelikte bilgi barındırmamaktadır.
- Coğrafi veriler, nesnenin semboloji tablosunda belirtilen değerleri ile gösterilmektedir. Bu sembol tablosu endüstride veri üretimi için temel kabul edildiğinden sembol tablosunda yer almayan nitelikler göz ardı edilmekte ve üretilmesi durumunda ise standart gösterimin dışına çıkmaktadır.
- Detaylar her ne kadar tematik sınıflar içerisinde gruplanmış olsa da veri üretiminde sınıfsal ilişki kurulmamıştır.

- Daha çok iki boyutlu veri ile pafta üretimine yönelik bir yaklaşımın sonucu gerçek hayatta detayın özneteliği kabul edilecek bilgi ayrı bir detaymış gibi üretilmekte ve gösterilmektedir.
- Pafta üretimi odaklı coğrafi veri üretiminin bir sonucu olarak detaylar, nesnenin gerçek dünyadaki yapısını veya özneteliğini yansıtacak şekilde üretilmemektedir.
- Detay kataloğunda üretilecek nesneye ilişkin topoloji ve öznetelik ilişkileri hakkında tanımlama yapılmamıştır. Detay ve öznetelik kataloğunda detayla ilgili topolojik ilişkinin tanımlanmaması UVDF de geometri ile öznetelik ilişkisinin kurulamamasına yol açtığından üretilen coğrafi verinin yönetilememesine neden olmaktadır (Aydınoglu, 2009).
- UVDF veri formatının GML yerine XML tabanlı olması metaveri, zamansal bilgi ve topolojinin kurulamamasına ve dolayısı ile mekânsal veri değişimi için sınırlı kalmasına yol açmıştır (Aydınoglu, 2009).

Yönetmelik ile getirilen standartlar ile CityGML veri modeli genel olarak karşılaştırıldığında;

Tablo 6. BÖHHBÜY ile CityGML'in Karşılaştırılması

Yönetmelik	CityGML
❖ Veri üretimi ve görselleştirmeye yönelik standartları içerir.	❖ Veri depolama ve paylaşım standardıdır. Model gerçek dünyadaki görünümüne çok yakın olduğundan objeyi tarif edecek ek işaretlere ihtiyacı yoktur.
❖ Sınıfsal ilişki bulunmamaktadır.	❖ Veri modeli sınıf tanımlarından oluşmaktadır.
❖ Detaylar belirli temalar altında oluşturulmuştur ancak tematik değildir, veri temaları arasında ilişki bulunmamaktadır.	❖ Detaylar tematik modüller içerisinde temsil edilir.
❖ Detaylar pafta üzerindeki gösterime en uygun geometri ile	❖ Detaylar yeryüzündeki temsiline uygun geometri ile oluşturulur.

<p>temsil edilir.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Detaylar için sınırlı sayıda öznitelik alanı bulunmaktadır. ❖ Üç boyutlu koordinat üretimi ile ilgili jeodezik kurallar getirilse de veri üretimi detayların iki boyutlu temsiline yöneliktir. ❖ Ölçek bağımlıdır. Süreklilik yoktur. ❖ Yeryüzü kavramsal temsil edilir. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ İhtiyaca göre belirlenen ve detayın yeryüzündeki gerçek temsilini sağlayacak kadar öznitelik bilgisi oluşturulabilir. ❖ Üç boyutlu veri modelidir. Detayın üç boyutlu temsiline yönelik bilgiler istenir. ❖ Ölçek kavramından ziyade detay seviyeleri kavramı kullanılarak, farklı detay seviyeleri arasında daha yumuşak bir geçiş sağlanır. ❖ Kavramsal bir görselleştirmeden gerçekçi bir görselleştirmeye geçilmiştir.
---	---

Büyük ölçekli harita üretiminde kullanılan XML tabanlı veri formatının (UVDF), sadece şemalarda tanımları yapılan geometrik ve öznitelik verilerinin değişimi için geliştirilmiş bir veri formatı olması itibarı ile kapsam ve işlev yönünden sınırlı kalması, dolayısı ile ülke bütününde standart veri paylaşımının etkin şekilde sürdürülebilmesini etkilemektedir.

Bu kapsamda teknolojik gelişmelerin ışığında büyük ölçekli harita üretimine yönelik veri üretiminin, üst ölçekte TUCBS ile belirlenen coğrafi veri paylaşım standartlarına uyumlu olarak üretilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Gerek akademik ve gerekse kamuda ortaya çıkan görüşler dikkate alınacak şekilde detay kataloğunun geliştirilmesi ve veri değişim formatı olarak GML'in kullanılması uygun olacaktır.

Veri modeli olarak GML'in kullanılmasının başlıca iki avantajı olacaktır. Bunlardan birincisi oluşturulan haritaların metaveri ve zamansal bilgi gibi mekânsal veri değişimi için gerekli niteliklere kavuşturulması, ikincisi ise üç boyutlu kent modellerinin oluşturulabileceği CityGML veri modeline altlık sağlayacak kapasiteye eriştilmesidir.

Tez kapsamında yapılan ve ekte yer alan (EK-1) çalışmada, mevcut yönetmelik ekindeki detayların CityGML bilgi modeli içerisindeki temsili ile bu temsillerin yapıldığı sınıflar belirlenmiştir. Ayrıca TUCBS ile belirlenen coğrafi veri paylaşım standartları ve detay seviyede TRKBIS ile belirlenen kent bilgi sistemi standartları içerisindeki temsil durumları çalışılmış olup aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Birçok alanda karar vericilerin analiz ve planlama yeteneklerini geliştiren bir araç olarak değerlendirilen CityGML bilgi modeli için altlık oluşturacak düzeyde yeterli bilgi içermemektedir.
- Büyük ölçek olarak belirlenen ve detay seviyede bilgi barındırması ile kamu kurum ve kuruluşların mekânsal veri ihtiyacını karşılaması beklenen yönetmelik ekindeki detayların, öznelik kapsamında TUCBS ve TRKBIS standartlarını tamamlamada eksik kalmaktadır.
- Yönetmelikte idari birim, mülkiyet sınırı vb. soyut anlam i kavramlar, CityGML içerisinde yönetmelikte belirtilenden farklı geometri türünde tutulmaktadır. Bu gibi detaylara ilişkin kavramlar, yönetmeliğe uygun olacak şekilde bir bölümünün jenerik modülü veya geliştirilecek bir uygulama alan uzantısı ile temsil edilebilecek ve böylelikle ilgili sınıflar ile ilgili standardizasyon sağlanmış olacaktır.
- Mevcut kent bilgi sistemi içerisinde yer alan verilerden ekte yer alan ve sınıfları belirlenenler için, geliştirilecek bir araç yardımı ile üç boyutlu temsili sağlayacak CityGML formatına dönüştürülebilecektir.

6.1. Ulusal Ölçekte 3B Mekânsal Veri Standardının Belirlenmesi

Ulusal coğrafi bilgi sistemlerinin kurulması, çağdaş coğrafi bilgi teknolojilerinin ülkede etkin bir şekilde kullanılması için gerekli olan coğrafi veri ve bilginin üretimine, kalitesine ve paylaşımına yönelik standartların belirlenmesine ilişkin görevler Bakanlığımız Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir.

Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından üst ölçekte TUCBS ve detayda TRKBIS olmak üzere veri üretim ve paylaşım

standartları INSPIRE ve ISO/TC211 standartlarına uygun olarak belirlenmiş ve uygulamaya konulmuştur.

Ülkemizde 3 boyutlu veriye ilişkin ilk standart belirleme çalışmaları da Bakanlığımızca “3 Boyutlu Topoğrafya ve Kent Veri Modeli Projesi” ile çalışılmış ve bu kapsamda;

- Detaylara ilişkin (ağaç, direk vb.) gösterimlerin kolay tanımlanmasına olanak veren 3 boyutlu model kütüphanesi oluşturulmuş,
- CityGML tabanlı görselleştirme, veri sunma ve analiz etme imkânı sunan araçlar hazırlanmış,
- Hazırlanan veriyi CityGML bilgi modeline göre doğrulayan (Validator) araç kiti geliştirilmiş,
- Pilot uygulama ile test edilmiştir.

CityGML bilgi modeli özel olarak kent ölçeğinde modelleme ve analiz çalışmaları için kullanılmaktadır. Kente ilişkin olgular ise zaman içerisinde sürekli güncellenmekte ve veri toplama aşamasındaki mevcut durum ile farklılık göstermektedir. Kentlerimiz için oluşturulacak 3 boyutlu modellerin sürekliliğinin sağlanması, model içerisindeki verilerin mevcut uygulamalardan doğrudan ve sürekli beslenmesi ile gerçekleştirilebilecektir.

CityGML bilgi modeli, araştırmanın muhtelif bölümlerinde belirtildiği üzere esnek yapısı sayesinde kent bilgi sistemi veri modeli ile genişletilebilir niteliktedir. Diğer bir deyişle KBS’de bulunan veriler kaybolmadan temsil edilebilir. Dolayısı ile Bakanlığımız Bulut Kent Bilgi Sistemi ile de entegre edilebilir. Ancak mevcut sistem içerisinde bulunan verilerin, CityGML bilgi modeli içerisinde temsili, Bakanlığımızca belirlenen 3BTKVM ile belirlenen standartlarının Kent Bilgi Sistemi standartları ile karşılaştırılması ve ihtiyaçlara göre 3 boyutlu coğrafi veri modelinin oluşturulması için genişletilip yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir.

Ayrıca hazırlanan veri modeli pilot bir uygulama ile çalışılarak, kamuya iş yapan endüstrinin pratikte karşılaşılabilecekleri zorluklar ile çözüm yolları da araştırılmalıdır. Bu kapsamda sonuç belge üzerinden üç boyutlu veri üretimi ve paylaşımı uygulama kılavuzu hazırlanarak yayımlanmalıdır.

Oluşturulacak bilgi modeli ile kentsel dönüşümden enerji etkinliği ve şehir planlamaya kadar birçok alanda başta Bakanlığımız olmak üzere kamu kurumlarının 3 boyutlu veri modeli ihtiyacına çözüm getireceği ön görülmektedir.

6.1.1. Hollanda Örneği; “3D PILOT” Projesi

Avrupa’da 3 boyutlu veri standartlarının araştırılması ve geliştirilmesi çalışmaları büyük oranda Hollanda’nın coğrafi standartlarını geliştiren ve yöneten Geonovum (Ulusal Uzamsal Veri Altyapısı Yürütme Komitesi), Altyapı ve Çevre Bakanlığı, Kadastro ve Jeodezi Komisyonu (NCG) tarafından gerçekleştirilen “3B Pilot” projesi ile başlamıştır (Brink vd, 2014).

Proje kapsamında 3 boyutlu coğrafi bilginin edinilmesi, sürdürülmesi ve yaygınlaştırılması konuları, 65’in üzerinde paydaşın katılımı ve işbirliği ile ortak bir yaklaşımla araştırılmıştır (Stoter vd, 2011).

Projenin en büyük sonuçlarından biri, 3B verilerin edinimi, standardizasyonu, depolanması ve kullanımı ile ilgili sorunları kapsayan bir 3B Mekânsal Veri Altyapısı (SDI) konseptinin oluşturulması olmuştur. Ayrıca elde edilen bulgular ile bir CityGML ADE geliştirilmiş ve ulusal bir 3 boyut standardı oluşturulmuştur.

Geliştirilen uygulama alan uzantısı, büyük ölçekli harita gösterimlerinde tüm nesnelere 2 boyutlu nokta, eğri veya yüzey geometrisi ile temsil eden mevcut Geoinformation Bilgi Modeli'nin (IMGeo) yeni bir sürümü niteliğindedir. CityGML ile tamamen bütünleşik versiyonu olan IMGeo 2.0, nesnelere, LOD0 detay ve ayrıntı seviyesinde 2.5 boyutlu olarak, LOD1, LOD2 ve LOD3 detay ve ayrıntı seviyelerinde ise 3 boyutlu hacimsel olarak temsillerini genişletmeyi kolaylaştırmıştır.

Projede 3 boyutlu veri modelinin uygulanmasını ve yaygınlaştırılmasını destekleyen bir takım sonuç ürünler (de toolkit) elde edilmiştir. Bu ürünler veri modelinin standart uygulanmasını izlemek ve 3D Pilot projesinin sonuçlarının takip edilmesi için de kullanılmıştır. Bunlar;

- Proje sırasında oluşturulan pilot uygulamalardan elde edilen örnek veri dosyaları (IMGeo2.0-CityGML)
- 3 boyut doğrulayıcı (3D validatör)

- 3 boyutlu IMGeo verilerini oluşturmak için gerekli standart özelliklerin belirlenmesi
- 3 boyutlu verileri yönetmek ve güncellemek için izlenecek standart yöntemin belirlenmesi
- Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), CityGML ve IMGeo standartları arasında gerçekleştirilecek uyumlaştırmanın belirlenmesi (geonovum).

CityGML ADE ile IMGeo 2.0'ın geliştirilme sürecinde, geliştirilen standardın yaygın şekilde uygulanabilirliğinin sağlanmasına yönelik bir takım dikkat edilmesi gereken hususların olduğu belirtilmiştir.

Bu hususlardan ilki, İki ve üç boyutlu veri kümelerinden meydana gelen 3 boyutlu standartların endüstride kullanılması ile IMGeo için geliştirilen bu yeni modelleme yönteminin pratikte hangi etkilerinin olacağını ve nasıl çalıştığının iyi araştırılması gerekliliğidir. CityGML-IMGeo verilerini oluşturmak için hangi yöntemler kullanılabilir? Bu veriler nasıl doğrulanmalı ve korunmalıdır? Farklı Ayrıntı Düzeyleri (LOD'ler) arasındaki bağlantılar nasıl korunacak gibi soruların çözüme kavuşturulması ile daha sonuç odaklı yeni bir projenin gerçekleştirilmesi düşünülmektedir (Zlatanova vd, 2012).

BÖLÜM 7

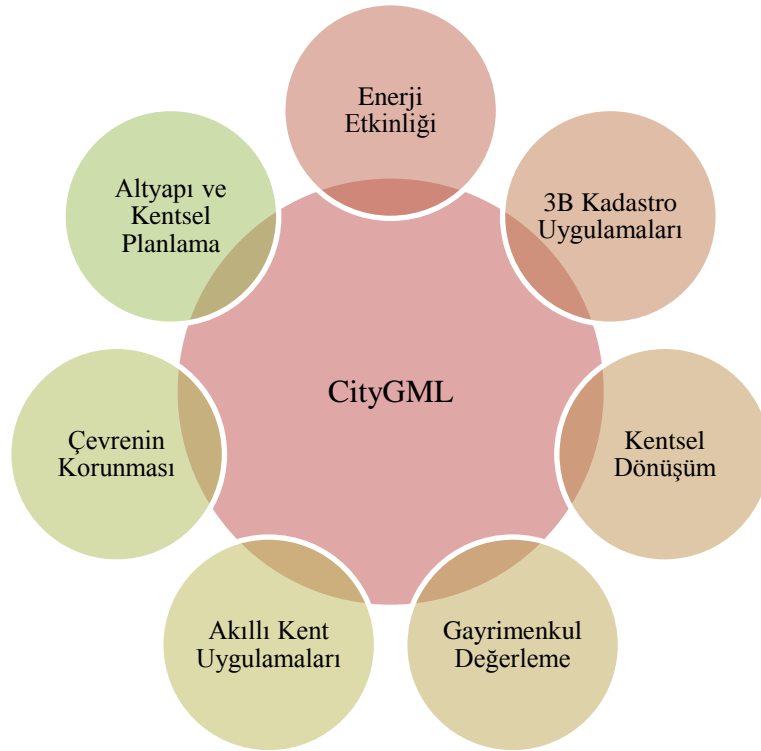
CITYGML BİLGİ MODELİNİN KULLANIM ALANLARI

Günümüzde mimari projelerden kentsel tasarıma, yerel yönetim uygulamalarından enerji verimliliği ve kirlilik gibi çevresel analizlere kadar hemen her alanda üç boyutlu modellere olan gereksinimler kendini göstermektedir.

Daha çok şehir yaşamı ile ilgili konularda mekânsal veriye dayalı olarak geliştirilen üç boyutlu şehir modellerinin kullanımı ile bu konularda yapılan araştırmalar ve geliştirilen projeler son yıllarda bu gereksinimler ışığında giderek artmaktadır.

Avrupa Birliği Komisyonunun kamuya açık verilerinin birlikte işletilebilir bir biçimde sunulmasını sağlayan ve Avrupa uzaysal veri altyapısının oluşturulmasını amaçlayan INSPIRE girişimi gibi gerçekleştirilen muhtelif bilimsel projelerde 3 boyutlu mekânsal uygulamalara çözüm olarak CityGML bilgi modelinin kullanımı öne çıkmaktadır.

Şekil 53 CityGML Bilgi Modelinin Kullanım Alanları



Bu bölümde, CityGML'in veri modelinin uluslararası düzeyde uygulama alanları incelenmiş ve ülkemizde geliştirilecek akıllı şehir uygulamalarına örnek oluşturması açısından bu alanlarda öneriler sunulmuştur.

7.1. Enerji Etkinliği

Şehirlerimizde enerjinin büyük bir kısmı, yapılarda aydınlatma ve ısıtma olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz enerji ihtiyacının yarısından fazlasını dışarıdan karşıladığımız düşünülürken binalarımızdaki enerji verimliliği ve performansının önemi daha çok anlaşılmaktadır. Tüketilen enerjinin verimsiz kullanımı dolayısı ile yaşanan kayıp, çevresel ve finansal sonuçları itibarı ile ülkemiz toplumunun genel refahı üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve buna bağlı olarak çıkartılan 27075 sayılı “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” binalarda enerjinin etkin kullanımı ile çevrenin korunmasına yönelik olarak alınacak tedbirleri açıklamış ayrıca yönetmelikte belirtilen şartları sağlayan yapılarda “Enerji Kimlik Belgesi” alınmasını zorunlu kılmıştır.

Bakanlığımız Teşkilat ve Görevleri hakkındaki 644 sayılı Kanun Hükmündeki Kararnamenin 2' inci maddesinin (f) bendinde göre; “... yapılarda enerji verimliliğini artırıcı düzenlemeleri yapmak, buna ilişkin faaliyetleri yönetmek ve izlemek; yapı malzemelerinin denetimine ve uygunluk değerlendirmesine ilişkin iş ve işlemleri yapmak” görevi Bakanlığımıza verilmiştir.

Enerjinin etkin kullanımına ilişkin etki eden faktörlerin başında mekânsal nitelikli özelliklerin bulunması, enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına dair yapılacak çalışmaların, mekânsal verilerin odağında bulunan Bakanlığımızca yürütülmesi sonucunu doğurmaktadır.

Tüm bu sorumluluklar ışığında Bakanlığımız, kentlerimizin enerji performanslarının izlenebileceği ve dünyada mevcut örnekleri bulunan 3 boyutlu Enerji Atlaslarını uygulamaya koymalıdır.

Enerji etkinliği hesaplamalarının bina veya şehir bütünü ölçeğinde yapıldığı 3 boyutlu enerji atlası uygulamaları için semantik ve geometrik bilgiyi barındıran CityGML bilgi modeli kullanılabilir. Bu sayede yapıya ait fiziksel özellikler (pencere, çatı, duvar) ile yapıyla ilişkili diğer nesnelere ve çevresel bileşenlere (ağaç,

komşu bina vb.) enerji etkinliği hesaplamalarında kullanılıp enerji verimliliğine olan etkileri incelenebilmektedir.

CityGML Bilgi modelinin enerji etkinliği alanında kullanıldığı yerlerden bir kaçını aşağıda listelenmiştir.

- Güneş enerjisi tarlalarının konumlandırılmasında
- Binalarda ısıtma ve soğutma sistemleri için gerekli enerji miktarının hesaplanmasında
- Binaya etki eden çevresel faktörlerin izlenmesinde
- Binalarda yenilenebilir enerji kullanımının izlenmesinde
- Güneş enerjisinden elektrik üreten panellerin binaya en doğru şekilde konumlandırılmasında
- Enerjiye etki eden mevsimsel faktörlerin izlenmesinde
- Bina cephelerinin maruz kaldığı rüzgâr etkisinin araştırılmasında
- Kullanılacak yapı malzemesine göre elde edilecek enerji verimliliğinin hesaplanmasında
- Rüzgâr koridorlarının hesaplanmasında
- Gölgeleme sonucu yaşanacak kayıpların hesaplanmasında

CityGML bilgi modeli, 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve buna bağlı olarak çıkartılan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine göre usul ve esasları belirlenen enerji kimlik belgesinde bulunması gereken özellikleri karşılayacak nitelikte bilgi barındırma kabiliyetindedir.

Bu kapsamda CityGML tabanlı ulusal bir enerji alan uzantısı geliştirilmesi çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemlerinin koordinatörlüğünde Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü ve ilgili sektör temsilcileri tarafından gerçekleştirilmesi uygun olacaktır.

7.1.1. Yüksel Enerji Verimliliği için Akıllı Şehir Servisleri (SUNSHINE Projesi)

Avrupa Birliğinin “Bilgi ve İletişim Teknolojileri Politikaları Destekleme Programı” kapsamında finanse edilen SUNSHINE – “Smart Urban Services for Higher eEnergy Efficiency” projesi bir akıllı şehir uygulaması olup yapılardaki enerji

etkinliğinin CityGML tabanlı analiz edilmesi ve etkinliğin artırılmasına dair yapılacak iyileştirmeler ile ilgili konuları kapsamaktadır.

İtalya, Yunanistan, Malta ve Hırvatistan olmak üzere toplam 4 ülkedeki 8 şehirde pilot uygulaması yapılan proje, şehirlerdeki enerji etkinliğinin artırılmasına yönelik hizmetleri, var olan coğrafi web servisleri ile birlikte hem web tabanlı hem de mobil uygulamalardan erişilebilen akıllı bir hizmet platformu oluşturmayı amaçlamıştır. Projenin sonuç ürünleri 3 ana grup altında ele alınmıştır. (Sunshine, 2016)

- **Enerji Ön Sertifikası ve Ecomaps**

Kamusal hizmetler (kadaströ, kentsel planlama vb.) tarafından sağlanan binaya ilişkin bilgiler, web servisleri aracılığı ile CityGML Energy ADE içerisinde kullanılıp, planlama faaliyetleri ve enerji ön sertifikasyon amaçları için kullanılacak kentsel ölçekli 3 boyutlu “ecomaps” enerji etkinliği haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır (Schrenk vd., 2013).

Şekil 54 Enerji Etkinliği Haritası

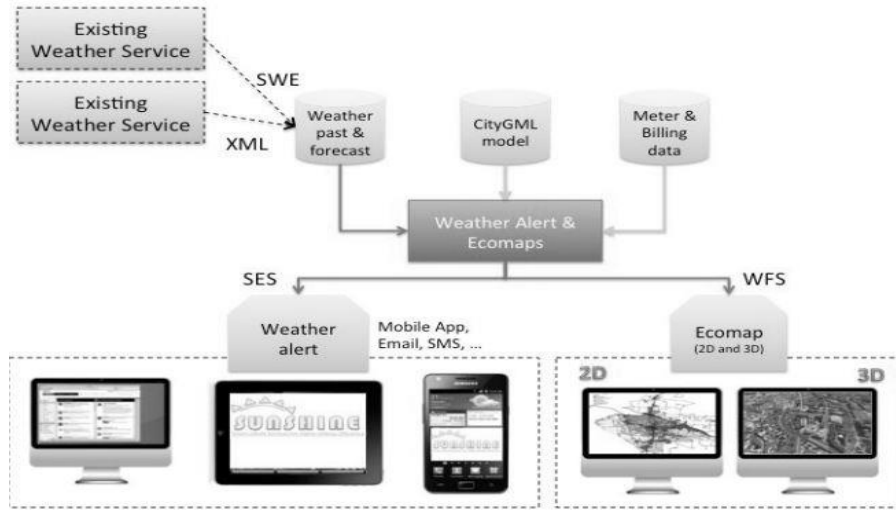


Kaynak: <http://www.sunshineproject.eu/news>

- **Enerji Etkinliğinin Optimizasyonu**

OGC'nin birlikte çalışabilir sensör web etkinliği (SWE) standartları üzerinden erişim sağlamak üzere özelleşmiş mevcut web servisleri aracılığı ile yerel hava durumu tahminlerine göre mobil iletişim araçları vasıtasıyla gönderilecek otomatik uyarılarla ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan enerjinin optimize edilmesi amaçlanmıştır.

Şekil 55 Enerji Etkinliği Veri Akışı



Kaynak: Schrenk vd, 2013

- **Kamusal Hizmetler için Uzaktan Erişim**

Kamusal hizmetlerin verildiği alandaki (kamu binaları, sokak aydınlatmaları, stadyumlar vb.) enerji kayıplarını önlemek ve verimliliği artırma adına kamu görevlileri tarafından mobil aygıtlar üzerinden kontrol edilebilen aydınlatma sistemlerinin oluşturulması amaçlanmıştır (Schrenk vd,2013).

7.2. Üç Boyutlu Kadastro

Kadastro; Arsa, arazi ve mülk gibi taşınmazların yer, sınır, değer ve alan tespitlerin tüm hukuksal durumları ile birlikte saptanıp plana bağlanması işidir. Arsa ve arazilerin üzerindeki sabit yapılar da bu taşınmazların parçası olarak kabul edilmektedir.

Ülkemizde yapılan kadastro çalışmalarının kanuni dayanağı 3402 sayılı Kadastro Kanunudur. 5304 sayılı Kanunla değişik 3402 sayılı Kanunun 1 inci maddesi ile Kanunun amacı; “Ülke koordinat sistemine göre memleketin kadastral veya topoğrafik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek hukukî durumlarını tespit etmek suretiyle 4721 sayılı Türk Medeni Kanununun öngördüğü tapu sicilini kurmak, mekânsal bilgi sisteminin alt yapısını oluşturmaktır.” şeklinde tanımlanmıştır (RG. 1987).

Kanun tüm bu ifadeler ile tescile konu ihtiyaçların teknolojik gelişmeler ışığında ülke bütününde çağdaş şehircilik anlayışına uygun olarak karşılanmasını ve kadastro sonucu üretilen verilerin ilgili tüm sektörlerde kullanılabilmesini hedeflemiştir (Toker, 2016).

Ülkemizde kadastronun yatay tescilden düşeye doğru geçişindeki ilk adım 1965 yılında yürürlüğe giren 634 sayılı Kat Mülkiyeti Kanunu ile olmuştur. Kanuna göre bir yapının kat, daire, dükkân, depo gibi bölümlerinden kullanılmaya elverişli olanları üzerinde gayrimenkulün maliki veya ortakları tarafından bağımsız mülkiyet hakkı kurulabilmektedir (Resmi Gazete, 1965).

Bu hak tamamlanmış ve yapı kullanma izin belgesi almış yapılarda kat mülkiyeti şeklinde oluşturulurken henüz tamamlanmamış ve ileride kat mülkiyetine konu olacak yapıların bağımsız bölümleri için kat irtifakı şeklinde tesis edilmektedir. Ancak mülkiyetin üçüncü boyutuna ilişkin bu veriler mimari projesi ile sadece kâğıt ortamında kalmakta ve tapu kütüğündeki sayfasına müstakil olarak tescil edilmek suretiyle üçüncü boyutun teknik olarak gösterimi yapılamamaktadır.

Kadastro ile parsel üzerinde oluşturulan mülkiyet hakkı, kişiye sahip olduğu parselin kullanım hakkını verir ve parselin üstündeki ve altındaki tüm mekân için tesis edilir (Döner vd., 2011). Bu kapsamda arsa ve arazi gibi taşınmazlara ilişkin alt ve üst hakları kanunla belirlenen yasal sınırlamalar saklı kalmak şartı ile malikin tasarrufu altındadır.

Ancak kat mülkiyetinde olduğu gibi aynı ve şahsi irtifak hakları da tapu kütüğünde mevzuatına göre tescil edilirken, bu hakların temsilinin yapıldığı paftalar iki boyutlu olarak oluşturulmaktadır.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünün, mülkiyet hakkının kullanımına etki eden yükseklik bilgisinin nasıl toplanacağına belirlenmesi, iki boyutlu veriler ile entegrasyonunun sağlanması ve bu verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve gösterilmesine ilişkin teknik hususların belirlenmesine yönelik 18.04.2011 tarih ve 2011-1107/2 nolu iç denetim raporunun 16 nolu bulgusunda;

- Mevcut kadastro sisteminin parselin eğim durumuna bağlı yüzölçümü tanımlarının yapılmasına imkân sağlamadığı,
- Kadastro ve yenileme çalışmalarında mülkiyet hakkının kullanımına ilişkin derinliği ve yüksekliği içeren verilerin toplanmadığı hususuyla mevcut durumun gözden geçirilmesinin gerektiği,
- Eğim durumuna bağlı yüzölçümü hesabının yapılmaması nedeniyle vatandaşlar tarafından parselin yüzölçümünün azaldığı algısı ile yapılan işlemlere dava açtığı,
- Üç boyutlu bir model geliştirilmediği takdirde düşey boyutun kullanımı ile ilgili hakların kadastroda temsilinin sağlanamayacağı ve kesişen ya da üst üste binen mülkiyet birimlerinin kadastroda gösterilmeyeceğinden kent planlaması, afet yönetimi ve arazi kullanımı gibi uygulamalarda da etkin şekilde kullanılmayacağı hususları tespit edilmiştir.

FIG Kadastro ve Arazi Yönetimi komisyonu tarafından 2014 yılında yürürlükte olması öngörüsü ile gerçekleştirilen ve 4 yıllık bir çalışmanın ürünü olarak 1998 yılında yayınlanan “Kadastro 2014” çalışmasında, gelecekte kâğıt ve kalem kadastro sununun ortadan kalkacağı ve kadastro nun iki boyutlu haritalar ile kısıtlı kalmayacağı vurgusu yapılmıştır (Erkek vd., 2013).

Tüm bu hukuki temeller çerçevesinde parselin yüzeyinden parselin altındaki ve üstündeki her şeyi kapsayan mülkiyetin, 2 boyutlu sistemler içerisinde ele alınması, karmaşık yapıya sahip modern kentlerde yasal güvenliğin sağlanması ve kadastro sonucu üretilen verilerin haritacılık ile ilgili tüm sektörlerde kullanılabilmesi noktasında yetersiz kalmaktadır. Dünyadaki örnekler incelendiğinde de kadastro nun üçüncü boyutla ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Ülkemizde Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü “3 Boyutlu Şehir Modellerinin Üretimi Projesi” ile kentsel alanlarda eğik hava görüntülerinden faydalanarak kamu kurum ve kuruluşları ile paylaşılacak 3 boyutlu şehir modellerini oluşturmayı amaçlamıştır. Bu kapsamda Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü arasında “Yüksek Çözünürlüklü Coğrafi Görüntü Altlığı Üretimine Yönelik Eşgüdüm Protokolü” imzalanmıştır. Dört yılda tamamlanması planlanan projenin her iki yılda bir güncellenmesi hedeflenmektedir. Projede üretilen verilerin üç boyutlu kadastro oluşturulması için altlık olması planlanmaktadır.

3 boyutlu veri üretimine ilişkin olarak gerçekleşen bu projenin kentlerimizde sürdürülebilirliği için verilerin uygun bir bilgi modeli içerisinde kullanılması gerekmektedir. Kanunda belirtildiği gibi mekânsal bilginin altyapısını oluşturan kadastroya sadece kadastro özelinde bakılmayıp daha geniş bir perspektif ile bütünleşik 3 boyutlu kent modelleri ile birlikte uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

Ayrıca 3 boyutlu kadastronun tesisinde sadece veri üretimine ilişkin gereksinimler değil hukuki, kamusal, teknik ve sosyal gereksinimler bir bütün içerisinde ele alınmalı ve incelenmelidir. 3 boyutlu kadastro konusunda gerekli olgunluğa erişilebilmesi için;

- Mevcut durum analiz edilmeli,
- Mülkiyet hakkının düşey boyutuna etki eden haklar ile bu hakların kapsamaları belirlenmeli,
- Yasal düzenlemeler yapılarak kurumlar arası görev paylaşımları oluşturulmalı,
- Bakanlığımızca, ulusal ölçekte 3 boyutlu mekânsal veri standardı modeli içerisinde kadastronun temsinin sağlanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilerek bütünleşik kent modellerinde kadastral verilerin temsil edilmesine yönelik Bakanlığımız mekânsal veri altyapısı üzerinden erişimin sağlanacağı bir yapı için çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

7.2.1. Üç Boyutlu Kadastroda Almanya Örneği AFIS, ALKIS, ATKIS

Almanya’da kadastro çalışmaları 19. yüzyılda mülkiyetin vergilendirilmesi için amacı ile başlamıştır. Günümüzde bu çalışmalar harita ve planlamanın yaygın

kullanılması ile birlikte “Ulusal Mekânsal Veri Alt Yapısının” bir parçası olan “Arazi Bilgi Sistemi” (LIS) ile çok amaçlı bir hal almıştır.

Almanya’daki federal yapının bir sonucu olarak kadastrodan sorumlu kurumlar yerel yönetimlerdir. Ülke bütünündeki standardın sağlanması görevi ise “Federal Almanya Cumhuriyeti Haritacılık Çalışma Komitesi Makamı” na (AdV) verilmiştir. Jeodezik Kontrol, Kadastro ve Topoğrafya Bilgi sistemlerinin bir bütün içerisinde çalıştığı (AFIS, ALKIS, ATKIS) AAA veri modeli bu komitenin tavsiyeleri sonucu oluşturulmuştur. AAA veri modeli uluslararası ISO ve OGC standartlarına uygun olarak geliştirilen ulusal bir standarttır.

Bu komite, çevrenin korunması, planlama, afet yönetimi ve enerji etkinliği gibi konularda giderek artan 3 boyutlu mekânsal veri ihtiyacının karşılanmasına yönelik bir takım tavsiyelerde bulunmuş ve 3 boyutlu veri modelinin AAA ile entegre bir şekilde geliştirilmesini Alman kadastrounun başlıca görevi olarak yorumlamıştır.

Almanya, AAA’nın genişletilmiş versiyonunda mekânsal şema için ISO 191xx serisi normları ve 3 boyutlu nesne gösterimi için CityGML kullanmayı planlamaktadır (Gruber, 2014).

7.3. Kentsel Dönüşüm ve Yapı İşleri Alanlarında Uygulanması

Ülkemiz başta yıkıcı depremler olmak üzere farklı şekillerde meydana gelen doğa olaylarından sıklıkla etkilenen bir coğrafyanın üzerinde bulunmaktadır. Niteliksiz ve mühendislik hizmeti alınmadan oluşturulan yapıların taşıdığı riskler sonucu afete dönüşen bu doğa olayları, can ve mal güvenliğinin sağlanması için planlı yapılaşmanın ve kentsel dönüşümün gerekliliğini göstermektedir.

Kentsel dönüşüm, kentlerde standardı düşük ve niteliksiz yapılar ile afet riski taşıyan alanların belirlenip, fen ve sanat normlarına uygun olarak sağlıklı ve yaşanılabilir hale getirilmesi işlemidir. Bu kapsamda Bakanlığımız 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” ile kentsel dönüşümün uygulayıcısı durumundadır. Ayrıca Yerel Yönetimler de 5393 sayılı Kanunla belediye veya mücavir alan sınırları içerisinde bulunan yerlerde kanunda belirtilen şartlar sağlanmak üzere kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri uygulayabilmektedirler.

Kentsel dönüşüm süreci, içerisinde sosyal, sanatsal, teknik birçok bileşeni barındıran bir süreç olup bu süreçte, yapıların fen ve sanat normlarına göre oluşturulması kadar mevcut sosyal dokunun da korunması gerekmektedir. Planlanan yapının çevresinde oluşturacağı etki ile şehir silüetinde meydana getireceği değişikliğin iyi analiz edilmesi ve yapılaşma başlamadan gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca bulunduğu bölge içindeki ulaşım, altyapı ve çevresel problemlerde bir bütün içerisinde incelenmelidir.

Ülkemizde önemi giderek artan bu durumun sağlanmasındaki en gerçekçi çözüm ise kentsel dönüşümde kullanılmak üzere şehirlerimizin üç boyutlu modellenmesi olarak durmaktadır. 3 boyutlu modeller yalnızca görselleştirme amacı ile değil etkili analizlerin yapılmasına imkân verecek şekilde geometrik ve semantik bilgiyi barındıran doğru bir coğrafi model içerisinde oluşturulmalıdır.

Öte yandan dünyadaki standart uygulamalar incelendiğinde bina yapım süreçlerinin bir bütün olarak ele alındığı BIM uygulamaları, dünyada genel kabul görmüş standartlardandır.

BIM; binanın, yapımından ekonomik ömrünü tamamlamasına kadar geçecek süreçteki ihtiyaç duyduğu proje bilgilerini içeren, inşasında ve sonrasında görevli kimselerin birbirleri ile etkileşim halinde olmalarını sağlayan bir uygulama metodu olarak, yapı bazında üç boyutlu modellerin oluşturulmasında en yaygın kabul gören uygulamadır.

Dünyada kullanımı giderek yaygınlaşan BIM, bazı ülkeler de zorunlu tutulmaktadır. Akkoyunlu'ya (2015) göre; Finlandiya, 2007 yılında hazırladığı ilk uygulama stratejisini 2012 yılında güncelleyerek ülkedeki tüm yapılarda zorunlu kılmış, Norveç ve İngiltere ise kamu alanında yapılan projelerde BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca ABD merkezli Leed ve İngiltere merkezli Breeam gibi yeşil bina yapımı ile ilgili oluşturulan sertifikalandırma kuruluşları, etkin bir yeşil bina tasarımı ve yapımı için BIM'in bu alanda vazgeçilmez olduğunu kabul etmişlerdir.

Geleneksel tekniklere göre oldukça üstün özelliklere sahip BIM ile ilgili Ülkemizde de farkındalığın artırılması ve bu alanda yapılan çalışmalardan çıkan sonuçlara göre kentsel dönüşüm süreçlerine adapte edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Ancak kentin tüm olgularını tanımlamayan ve özelinde bina ile ilgilenen bu model, kent özelinde planlama süreçlerinde ve bütünsel kent modellerinin oluşturulmasında tek başına kullanılamamaktadır.

CityGML veri modeli ise kentsel dönüşümde şu alanlarda yaşanacak sorunların çözümünde kullanılabilir.

- Şehir Siluet Analizinin Yapılmasında
- Yapıların Güneşlenme ve Görünürlük Analizlerinin Yapılmasında
- Rüzgâr Akımlarının Hesaplanmasında
- Yapıların Çevresel Analizlerinde
- Sosyal Doku Analizlerinde
- Altyapı ve Ulaşım İlişkin Analizlerde
- Kentlerin Zamansal Değişimlerinin İzlenmesinde

Bu kapsamda kentsel dönüşüm süreçlerinde bu iki modelin entegre çalıştırılması yerinde olacaktır. Öncelikle kentsel dönüşüm uygulayıcısı olan Bakanlığımızca BIM uygulamalarının kullanılmasını yaygınlaştıracak adımlar atılmalı ve dönüşüm sürecinin bir parçası haline getirilmesi için çalışılmalıdır.

Bakanlığımızca, belirlenecek üç boyutlu veri modeli standartları ile BIM uygulamalarından sağlanacak IFC formatlı bina modellerinin oluşturulacak üç boyutlu şehir modelleri içerisinde kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

Bu süreçte gerekli mevzuat değişiklikleri yapılarak dönüşüm sürecinin bir parçası olan projelerden Bakanlığımızca, üç boyutlu kent veri modeline uygun yapı bilgi modelleri temin edilmeli ve bu sayede üç boyutlu kent modelinin güncel kalması sağlanmalıdır.

Kadastronun 3 boyutlu dönüşümüne de katkı sağlayacak olan projelerden enerji kimlik belgesine esas oluşturacak bina bilgileri de elde edilebilecektir.

7.4. CityGML Standardının Akıllı Şehir Uygulamalarında Kullanımı

Günümüzde şehirler; nüfus artışı, çarpık kentleşme, çevre, sağlık, ulaşım gibi temel alanlarda zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu alanlarda karşılaşılan sorunların bertaraf edilmesinde ve sürdürülebilir çözümler sağlanarak hatta fırsata dönüştürülmesinde akıllı şehir kavramı önem teşkil etmektedir.

Bu doğrultuda akıllı şehirler, Bakanlığımızın 2018-2022 Stratejik Planı'nda stratejik bir amaç olarak yer almıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü

tarafından Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Projesi başlatılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bir diğer strateji projesi olan Coğrafi Bilgi Stratejisi ile eşgüdümlü olarak; sürdürülebilirliğin sağlanması ve teknoloji destekli çözümlerin ulusal düzeyde geliştirilerek kentlerimizde yaygın bir şekilde kullanılması, mükerrer yatırımların önlenmesi, koordinasyonun ve bilgi paylaşımının sağlanması amaçları doğrultusunda akıllı şehirlerin oluşturulması için gerekli strateji ve eylemler belirlenmektedir.

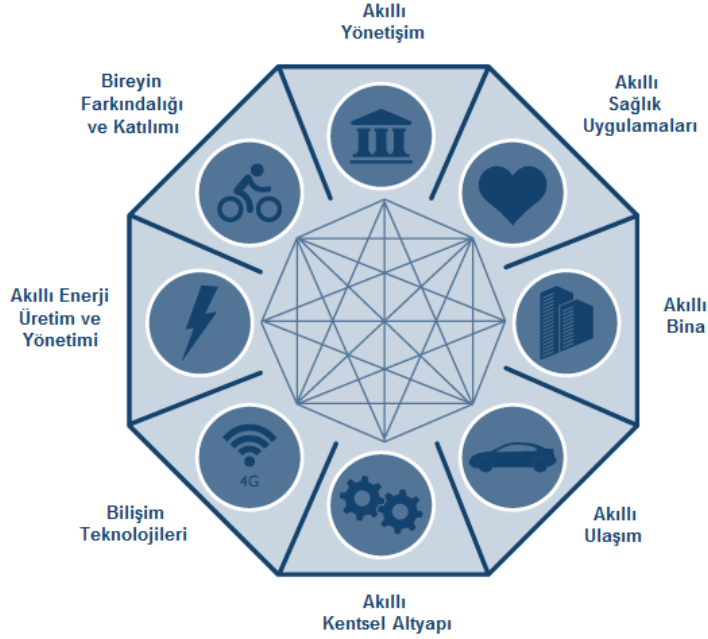
Akıllı şehir kavramına ilişkin uluslararası anlamda kabul görmüş tek bir tanım bulunmamaktadır. Bu sebeple akıllı şehir ile ilgili literatürde birçok farklı tanım yer almaktadır. Akıllı Şehir Konseyi'ne göre (2015) akıllı şehirler; bilgi ve iletişim teknolojilerini şehrin yaşanabilirliğini, çalışabilirliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için kullanan şehirler olarak tanımlanabilmektedir.

Diğer bir tanımda ise Avrupa Birliği akıllı şehirleri; geleneksel hizmetlerin ve ağların sayısal ve telekomünikasyon teknolojileri kullanarak, yaşayanların ve işyerlerinin fayda sağlayacağı şekilde daha verimli hale getirildiği yerler olarak tanımlamaktadır.

Bu bağlamda, akıllı şehir yaklaşımının temel amacı bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve şehirlerde sürdürülebilir sistemler oluşturmak olarak ifade edilebilir.

Frost&Sullivan'a göre, akıllı şehir 8 bileşenden oluşmaktadır ve en az 5'ini yerine getiren şehir, akıllı şehir olarak kabul edilmektedir. Dünya üzerinde 2025'e kadar 26'dan fazla akıllı şehrin oluşabileceği tahmin edilmektedir. Frost&Sullivan'a göre bir şehrin akıllı sayılabilmesi için geçerli bileşenler, şekil 56'da gösterilmiştir.

Şekil 56. Akıllı Şehirlerin Temel Bileşenleri



Kaynak: Frost ve Sullivan, 2015

Dünyada CityGML veri modeli, akıllı kent bileşenlerinin oluşturulabilmesi noktasında, 3 boyutlu mekânsal uygulamalara çözüm olarak kullanımı öne çıkmaktadır. Altyapı, ulaşım, bina, enerji gibi akıllı şehir bileşenlerinin tasarımı ve planlaması, uygulama aşamasından önce üç boyutlu şehir modellerinde planlanıp, simüle edilebilmektedir. Yapılacak yatırımların doğru planlanması, ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

Akıllı şehir kavramı dünya ölçeğinde değerlendirildiğinde; Barcelona, Amsterdam, Kopenhag, Stokholm, Berlin, Viyana, Paris, Tokyo, Seul ve Singapur gibi merkezler geliştirdikleri akıllı şehir uygulamaları ile göze çarpmaktadır. Bu şehirlerin arasından Singapur, “Sanal Singapur Projesi” (Virtual Singapore) ile akıllı şehirlerin oluşturulmasında CityGML bilgi modeli standartlarının kullanılmasıyla ön plana çıkmaktadır.

7.4.1. Sanal Singapur Projesi (Virtual Singapore)

Sanal Singapur; akıllı şehir ve akıllı ulus kavramlarını destekleyip yerel yönetim hizmetlerini geliştirecek bir araç olarak Singapur için değer yaratmak

amacıyla, Ulusal Araştırma Vakfı (NRF), Başbakanlık, Singapur Arazi İdaresi (SLA) ve Singapur Hükümeti Teknoloji Ajansı (GovTech) tarafından desteklenen bir kamu-özel işbirliği araştırma geliştirme projesidir (Nrf, 2018).

CityGML standartlarının kullanıldığı bu projede LOD3 detay seviyesindeki üç boyutlu şehir modelleri, oblik görüntüler, hava fotoğrafları ve airborne ve mobil LiDAR teknolojileri dâhil olmak üzere farklı veri kaynakları kullanılarak oluşturulmuştur. Projenin birinci aşamasında topoğrafya, bina, bitki örtüsü ve su kütlesi sınıfları içinde yer alan veriler için hava kaynaklı veri üretim yöntemleri kullanılarak üretilmiş ardından ikinci aşamada ulaşım, şehir mobilyası, köprü ve tünel sınıfları içerisinde yer alan veriler nokta bulutu verisi sağlayan yersel ve mobil tarama teknolojileri ile elde edilmiş ve bütünleştirilmiştir.

Soon ve Khoo' ya göre (2017) Sanal Singapur projesi, devlet kurumları tarafından sağlanan hizmetlerden elde edilen verileri, 3 boyutlu veri modellerini ve internet üzerinden elde edilen gerçek zamanlı dinamik verileri (IoT) aynı platformda birleştirilmektedir. Bu doğrultuda akıllı şehirlerde büyük veri kavramının önemi kabul edilerek, coğrafi ve coğrafi olmayan statik, dinamik ve gerçek zamanlı şehir verilerinde gerçekleşecek her değişikliğin, içe ve dışa aktarma gibi yöntemler kullanılmadan, doğrudan üç boyutlu model içerisinde otomatik olarak gerçekleşmesine yönelik veri tabanı yönetim sistemlerinin geliştirilmesine devam edilmektedir. Ayrıca geliştirilen üç boyutlu modelin sürekliliğinin ve güncelliğinin sağlanması hususunda, projede kullanılan veri üretim yöntemlerinin tekrar kullanılmasının yanında BIM modellerinin kullanımı da alternatifler arasındadır.

Projenin araştırma ve geliştirme safhasında, mevcut kentsel yeşil alanların iyileştirme ve yenileme çalışmalarının tasarımı, mobil ağların kentsel düzeyde kapsama alanlarının incelenmesi ve zayıf alanların tespit edilmesi, acil durum tahliye prosedürlerinin oluşturulması için tahliye simülasyonlarının gerçekleştirilmesi, ulaşım akışı ve yaya hareketlerinin modellenmesi ile ulaşım planlama çalışmaları gibi farklı alanlarda çalışmalar gerçekleştirilerek projeye ilişkin yetenekler test edilmiştir. Projenin; taşkın önleme, enerji etkinliği uygulamaları, peyzaj çalışmaları, rüzgâr akış simülasyonları ve şehir planlama gibi birçok alanda; devlet, özel sektör, endüstri ve akademik çevrelerce uygulama geliştirimini kolaylaştırmak üzere kullanıma açılması planlanmaktadır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında; dünyada üç boyutlu veri modeli standardı olarak kabul edilen CityGML, harita üretiminde kullanılması konusu araştırılmış ve büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliğinin detay kataloğu ile veri değişim formatı olarak belirlenen standartlar ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda yönetmelik detay kataloğunda belirlenen nesnelerin CityGML standardı içerisinde hangi sınıflarda temsil edilebileceği tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle ülkemizdeki coğrafi veri üretim yöntemleri ile mevcut durum araştırılmış ardından üç boyutlu veri üretiminin klasik anlamda iki boyutlu veri üretimine olan üstünlükleri belirlenmiştir. Buna göre;

Ülkemizde kadastro paftaları başta olmak üzere üretilen haritalar ve şehirlerimiz için oluşturulan kent bilgi sistemlerinin temeli iki boyutlu verilere dayanmaktadır. Ayrıca büyük ölçekli harita üretiminin çerçeve standartlarını belirleyen “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği” ile getirilen standartlarda üç boyutlu verinin üretimine ve paylaşımına yönelik sınırlı kalmaktadır. Ancak üç boyutlu gerçek dünya göz önüne alındığında karmaşık yapıya sahip modern kentlerde başta yasal güvenliğin sağlanması açısından mülkiyet durumu olmak üzere altyapı planlamasından kentlerin dikey gelişiminin planlamasına kadar olan kentsel durumun üç boyutlu olarak ele alınması gerekmektedir.

Buna göre klasik anlamda iki boyutlu veri üretiminden üç boyutlu veri kullanımına geçişin avantajları genel olarak şu şekilde sıralanabilir.

Üç boyutlu veri kullanımına geçişin en önemli ve başta gelen avantajı, üç boyutlu veriler ile oluşturulan sanal şehir modellerinin, gerçek dünyadaki görünümüne daha yakın olması itibarı ile dünyayı, insanlara gerçekten görmeye alışık oldukları şekilde ve üç boyutlu olarak algılatması ve bu sayede doğru karar verebilme kapasitesinin artmasıdır. Üç boyutlu görsellik karar vericiler için daha anlaşılır olduğundan kent yaşamı için daha doğru kararların alınmasını kolaylaştıracak ve bu sayede yerel yönetim hizmetlerinin iyileştirilmesinde de etkili olacaktır.

İkinci olarak, iki boyutlu veriler yoğun olarak gerçek dünyaya ait temsil verileridir. Bu yüzden kavramsal olarak modellenmiş sayısal haritalar ile gerçekleştirilen analizler bu kapsamda sınırlı kalabilmektedir.

Üç boyutlu veri modellerinin kullanılmasının bir diğer avantajı ise iki boyutlu veriler ile sunulan bilgiden çok daha fazlasının çok daha hızlı bir şekilde sunulabiliyor olmasıdır. İki boyutlu veri modelleri ile çeşitli analizler sonucu ulaşılabilecek bir bilgi, yeterli yazılım ve donanım desteği ile üç boyutlu model içerisinde doğrudan aktarılabilir.

Günümüzde teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile bilgisayarın gerek sistem gerekse işlem gücünün gelişmesi ile bir zamanlar iki boyutlu medyalar sıkıştırılan ve kavramsal olarak temsil edilen dünya artık daha gerçekçi bir yaklaşımla üç boyutlu modeller içerisinde temsil edilebilir hale gelmiştir.

CityGML, üç boyutlu harita üretiminde, kavramsal görselleştirmeden gerçekçi bir görselleştirmeye geçilerek kesintisiz bir medya planının oluşturulmasına imkân vermektedir. Ayrıca verilerin belirli düzeylerde sınırlandırılmasına yol açan “ölçek” kavramından kurtulmamıza ve farklı detay seviyeleri arasında daha yumuşak bir geçişin sağlanması ile ölçek bağımsız bir temsile geçilmesine imkân vermektedir. Bu iki durumun oluşması, CityGML veri modeli klasik anlamda bildiğimiz harita kavramının çok üstünde bir CBS uygulaması olarak kullanılması sonucunu doğurmaktadır.

CityGML’in, günlük olarak içinde bulunduğumuz şehir hayatını ilgilendiren konuları, üç boyutlu olarak karşılamak ve karşılaştığımız problemlerin çözümünde karar verme sürecini kolaylaştırmak için tasarlanmış bir veri modeli olması itibarı ile doğrudan büyük ölçekli “harita” üretimi için kullanılması düşünülmemektedir. Bunun yerine CityGML, iki ve üç boyutlu coğrafi verilerden beslenen üç boyutlu bir mekânsal veri modeli olarak düşünülmelidir.

CityGML veri modelinin ilgi odağında yer alan detayların büyük ölçekli harita kapsamında üretilmesi, veri üretiminin tek elden izlenmesi ile hizmet tekrarının engellenmesi amacıyla çıkartılan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği ile getirilen standartların yeniden incelenmesi sonucunu doğurmaktadır. Ancak burada şu soruların cevaplanması gerekmektedir. Yönetmelik, yalnızca harita üretimi ile ilgili standartların oluşturulması noktasında mı kalmalı,

yoksa mekânsal verinin kaynağı olan haritalardan en yüksek verimin alınabilmesi için yeniden bir veri modeli, detay kataloğu ve paylaşım formatının belirlenmesi çalışmasına mı ihtiyaç var? TUCBS ile TRKBIS bu yönetmeliğin neresinde yer almalı? Üç Boyutlu Şehir Veri Modeli standartları nasıl geliştirilmelidir?

Burada asıl tartışılması gereken konu ise, yukarıda belirtilen soruların cevaplarının nerede aranacağı ve bir veri modeli geliştirme çalışmasının nasıl yürütüleceğidir. Ülkede farklı disiplinlerin ve kurumların ortak çalışma kültürünün gelişmesine de katkı sağlayacak bu çalışma;

- ✓ Ulusal coğrafi bilgi sistemlerinin kurulması ve çağdaş coğrafi bilgi teknolojilerinin ülkede etkin bir şekilde kullanılmasına yönelik standartların belirlenmesi görevlerini üstlenen Bakanlığımızın koordinasyonunda,
- ✓ Gerek akademi gerekse kamu ve özel sektör alanlarında ortaya çıkan görüşlerin dikkate alındığı bir ortamda,
- ✓ Coğrafi veri üreten ve paylaşan tüm kurumların katılımları ile oluşan çalışma grupları aracılığı ile yapılmalı ve hazırlanmalıdır.

Ayrıca hazırlanan veri modeli pilot bir uygulama ile çalışılarak, ülkede bu alanda iş yapan endüstrinin (özel sektör - kamu) üç boyutlu veri üretiminde pratikte karşılaşılabilecekleri zorluklar ile çözüm yolları da araştırılmalıdır. Bu kapsamda sonuç belge üzerinden üç boyutlu veri üretimi ve paylaşımı uygulama kılavuzu da hazırlanarak yayımlanabilir.

Oluşturulacak bilgi modeli ile kentsel dönüşümden enerji etkinliği ve şehir planlamaya kadar birçok alanda başta Bakanlığımız olmak üzere kamu kurumlarının 3 boyutlu veri modeli ihtiyacına çözüm getireceği ön görülmektedir.

Tez kapsamında yapılan bu tespitin ardından, CityGML veri modelinin uluslararası düzeydeki uygulama alanları incelenmiş ve dünyada askeri, sağlık, enerji, çevre gibi farklı alanlarda kullanılan veri modelinin, Bakanlığımız görev ve sorumluluk alanları ile örtüşen enerji etkinliği, kentsel dönüşüm, kadastro ve akıllı şehirler konularındaki kullanımları araştırılmıştır. Tez içerisinde detaylıca ele alınan bu konular ile ilgili özet olarak;

- Kentsel dönüşümün uygulayıcısı olan Bakanlığımızca kentsel dönüşüme esas üç boyutlu kent modellerinin hazırlanabileceği,
- CityGML tabanlı üç boyutlu kent modellerinin güncelliğinin sağlanmasına yönelik çalışmaların yapılması gerektiği ve kentsel dönüşümün de bunun bir parçası haline getirilebileceği,
- CityGML tabanlı ulusal bir “Enerji Alan Uzantısı” (Enerji ADE) geliştirilmesi çalışmalarının, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin koordinatörlüğünde Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü ve ilgili sektör temsilcileri tarafından gerçekleştirilmesi gerektiği,
- Kentlerimizin enerji performanslarının izlenebileceği ve dünyada mevcut örnekleri bulunan 3 boyutlu Enerji Atlaslarının bu veri modeli üzerinden uygulamaya konabileceği,
- Ülkemizde mülkiyetin dikey boyutunun kullanımı ile hakların kadastro temsiline yönelik gerçekleştirilecek üç boyutlu kadastro çalışmalarının, yalnız kadastro özelinde bakılmayıp bütünleşik kent modelleri içerisinde araştırılması gerektiği ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Sonuç olarak 3 boyutlu modellerin oluşturulmasının artık bir lüks olmaktan daha çok bir ihtiyaç olma yolunda ilerlediği günümüzde, akıllı şehir kavramının birer parçası olan uygulamaların, CityGML tabanlı üç boyutlu sanal şehir modelleri ile entegre edilmesinin; analiz etme, planlama, yönetim ve hizmet noktasında kaliteyi arttıracakları değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

AKKOYUNLU, Tahir, 2015, Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AYDINOĞLU Arif Çağdaş, 2007, ISO/TC211-Cografî Bilgi Standartları, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi Bildiriler Kitabı, Trabzon.

AYDINOĞLU Arif Çağdaş, 2009, Türkiye İçin Coğrafi Veri Değişim Modelinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

BADEM Harun, 2017, Türkiye’de Kent Bilgi Sistemlerinin Ulusal Ölçekte Yaygınlaştırılmasına Yönelik Çözüm Önerileri, Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi, Ankara.

BILJECKI Filip, LEDOUX Hugo, STOTER Jantien, 2016, An improved LOD specification for 3D building models. Computers, Environment and Urban Systems, 2016, 59: 25-37.

BİLGİ Serdar, 2007, Fotogrametri ve Uzaktan Algılamada Veri Elde Etme Yöntemlerinin Gelişimi ve Kısa Tarihçeleri. Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yöneyimi Dergisi, 2007/1.

BİLGİ, Serdar: 8000 Yıllık Geçmiş ile Harita ve Haritacılık, Popüler Bilim Dergisi, Sayı:144, s.38-42, Şubat 2006.

BİLJECKİ Filip, 2013, The concept of level of detail in 3D city models, Delft University of Technology, February 2013, GIST Report No. 62, ISSN: 1569-0245.

BÖHHBÜY, 2005, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050715-5.htm> (10.03.2017).

BÖLME Murat, 2013, Lidar İle Sayısal Arazi Modeli Üretimi Ve Sistemin Doğruluğunun Ve Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

CBS akademi, İBB, <https://cbsakademi.ibb.istanbul/citygml-veri-modeli/> (10.03.2018)

CBSGM, 2015, Üç Boyutlu Topoğrafya ve Kent Veri Modeli Projesi.

CURRAN Paul J, 1989, Principles of Remote Sensing, Longman Scientific & Technical Series, John Wiley&Sons Inc. (ISBN:0582300975), New York, USA.

DÖLLNER Jürgen, BUCHHOLZ Henrik 2005, Continuous level-of-detail modeling of buildings in 3D city models. In: Proceedings of the 13th annual ACM international workshop on Geographic information systems. ACM, 2005. p. 173-181.

DÖNER Fatih, BIYIK Cemal, DEMİR Osman, Dünyada Üç Boyutlu Kadastro Uygulamaları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan, Ankara.

EMEM Ozan, 2007. Modern CBS Yaklaşımlarında Ve Ulusal Mekânsal Veri Altyapılarında Web Servislerinin Yeri Ve Ogc Mekansal Web Servisleri Kullanımının İncelenmesi, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon

EMEM Ozan, BATUK Fatmagül, AYAZLI İsmail Ercüment, 2008, Ukva kapsamında UVDF-GML Tasarımı, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi 2008/2 sayı 99.

ERHAN Sercan, 2013, Web Ortamında Coğrafi Verilerin Birlikte Çalışabilirliğine Yönelik Yaklaşımların Belirlenmesi: Ulaşım Veri Teması Örneği, yüksek lisans tezi, İTÜ, İstanbul.

ERKEK Bilal, ATEŞ H. Bahadır, ÖZER Erdem, BAKICI Sedat, 2013, Oblik Fotogrametri Ve Arazi Yönetiminde Kullanım Alanları, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (TUFUAB) VII. Teknik Sempozyumu, Trabzon.

FOLEY James, VAN DAM Andries, FEİNER Steven, HUGHES John, 1995, Computer Graphics: Principles and Practice, 2nd edition.

Frost & Sullivan, 2015, Key Trends and Outlook for Building Management Solutions, in Southeast Asia.

Geonovum, <https://www.geonovum.nl/onderwerpen/3d-geo-informatie/historie-3d-geo-informatie-nl> (29.12.2017).

GEZMİŞ Özlem, 2017, Yersel Ölçüm ve Fotogrametrik Alım Yöntemi ile Yapılan Hâlihazır Haritaların Kıyaslanması, İller Bankası Uzmanlık Tezi, Ankara.

GLANDER Tassilo, 2013, Multi-Scale Representations of Virtual 3D City Models, Dissertation, Hasso-Plattner Institut, Berlin.

GÖRMÜŞ Kurtuluş Serdar, 2016, Jeodezi Tarihindeki Bilim İnsanları Ders Sunusu, Bülent Ecevit Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü.

GRUBER Ulrich, RIECKEN Jens, SEIFERT Markus, 2014, Germany on the Way to 3D-Cadastre. In: Proc. FIG Congress. 2014. p. 1-11.

Harita Genel Komutanlığı, Haritanın Tanımı Özellikleri, Sınıflandırmalar, <https://www.hgk.msb.gov.tr/images/egitim/genelharitacilik.pdf> (22.02.2018)

HKMO, 2008 Harita ve Kadastro Mühendisler Odası, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi sayı:99, 2008.

INSPIRE, 2004, Establishing an infrastructure for spatial information in the Community (INSPIRE), INSPIRE Direktifi Önerisi, Brussels, 23.7.2004, COM(2004) 516 final, 2004/0175 (COD)

İnnovativegis, http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/topic27/Topic27_files/image023.gif, (12.02.2018).

Kadastro Mevzuatı Ders Notu, 2016 https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik/ekleri/kadastro_mevzuati_ders_notu_2016.pdf (19.12.2017).

KARAS İsmail Ragıp, BATUK Fatmagül, 2005, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Topoloji Kavramı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Karlsruhe Ins. Karlsruhe Institute of Technology, Bina Kullanım Durumlarının Detay Seviyesine Göre Temsili <https://www.semanticscholar.org/paper/New-Concepts-for-Structuring-3D-City-Models-An-Ext-L%C3%B6wner-Benner/869eb8c933190e7db83c9aadd0d0de261b77060e>, (22.02.2018).

KOLBE Thomas H, 2009, Representing and exchanging 3D city models with CityGML. 3D geo-information sciences, 2009, 15-31.

KOLBE Thomas, GRÖGER Gerhard, PLUMER Lutz, 2005, International Symposium on Geo-information for Disaster Management on 21-23 March in Delft, Spinger Verlag.

KÜSÜLÜ Emine Işık, 2011, Ülkemizde ve diğer ülkelerde kadaströ hizmetleri ve karşılaştırılması, Ülkemizdeki kadaströ hizmetlerinin riskleri, sorunları ve çözüm önerileri, kadaströ verilerinin TAKBİS' e entegresinin sağlanmasındaki sorunlar ve çözüm önerileri, TKGM, Ankara.

LÖWNER Marc, BENNER Joachim, GRÖGER Gerhard, HÄFELE Karl-Heinz, 2013, 13th International Conference on Computational Science and Its Applications, 24-27 June, Vietnam.

Nrf, 2018, Sanal Singapur Projesi, Ulusal Araştırma Vakfı İnternet Sitesi, <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>, (21.03.2018).

OGC, 2012 City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, sürüm 2.0.0 <http://www.opengeospatial.org/standards/CityGML>

OGC, CityGML, <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>, (16.07.2017)

ÖZAĞAÇ Servet, 2006, Cumhuriyet Dönemi Türk Haritacılık Tarihi Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi, Ankara

ÖZBALMUMCU Mahmut, 2007, Fotogrametrik Yöntemle Ortofoto Harita Üretiminin Temel Esasları, Ortofotonun Yararları ve Kullanım Alanları TUFUAB IV.Teknik Sempozyumu, İstanbul.

ÖZDOĞAN Şüheda, 2014, Bina Nesnelerinin CityGML Standardına Göre Lod2 ve Lod3 Ayrıntı Düzeylerinde Üç Boyutlu Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Resmi Gazete, Tarih: 21.6.1987, Sayı: 19512, Kadastro Kanunu.

Resmi Gazete, Tarih: 23.6.1965, Sayı: 12038, Kat Mülkiyeti Kanunu.

SCHRENK Manfred, WASSERBURGER Wolfgang, MUSIC Barbara, DÖRRZAPF Linda, 2013, SUNSHINE: Smart Urban Services for Higher eEnergy Efficiency.

SEZGİN Fuat, 2006, Amerika'nın Müslümanlar Tarafından Kristof Kolomb Öncesi Keşfi, İTÜ, İstanbul, 14 Nisan.

Slideshare, CityGML, <https://www.slideshare.net/SafeSoftware/how-to-easily-read-and-write-CityGML-data-using-fme> (20.06.2017).

SOON Kean Huat, KHOO Victor H.S, 2017, Citygml Modelling For Singapore 3d National Mapping, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS), 26–27 October 2017, Melbourne, Australia.

STOTER Jantien, VOSSelman George, GOOS Joris, ZLATANOVA Sisi, VERBREE Edward, KLOOSTER Rick, REUVERS Marcel, 2011, Towards a national 3D Spatial Data Infrastructure: case of the Netherlands. Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation, 2011/6: 405-420.

SUNSHINE, 2016, <http://www.sunshineproject.eu/> (14.01.2018).

ŞEN Zekai, 2009. Haritacılığın Gelişimi Ve En Son Yöntemler. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 11-21.

ŞERBETÇİ Muzaffer. Türk haritacılığı tarihi (1895-1995). TMMOB, 1999.

ŞİSMAN Aziz ve KİBAROĞLU Didem, 2009, Dünyada Ve Türkiye'de Kentsel Dönüşüm Uygulamaları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs, Ankara.

TANRIKULU Murat, 2017. Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri. Harita Dergisi, Ocak 2017, Sayı:157 Syf.29-38.

TKGM, 2012, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Kadastro Dairesi Başkanlığı İç Denetim Raporu, bulgu no:16, Ankara, 2012

TOKER N. Kemalettin, 2016, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Kadastro Mevzuatı Ders Notu, Ankara.

TOMA Laura, Algorithms for GIS, Laura Toma, Bowdoin College
<http://www.bowdoin.edu/~ltoma/teaching/cs3225-GIS/fall17/Lectures/gis-datamodels-networks-and-terrains.pdf> (06.02.2018)

TUCBS, 2012, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi Standartlarının Belirlenmesi Projesi: Tucbs Kavramsal Model Bileşenleri Raporu.

Türkiye Bilimler Akademisi Ulusal Açık Ders Malzemeleri Konsorsiyumu, Uzaktan Algılamaya Giriş http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/632/mod_resource/content/0/Ders_Notlari/Unite1_Uzaktan_Algilamaya_Giris.pdf

Uçar, D. ve Uluğtekin, N., Kartografyaya Giriş, Basılmamış Ders Notları, İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Kartografya Anabilim Dalı, İstanbul.

ULUĞTEKİN Necla ve BİLDİRİCİ İbrahim Öztuğ, 1997, Coğrafi Bilgi Sistemi ve Harita, 6. Harita Kurultayı, Ankara, Syf. 85-93.

UYAR Azize, ULUĞTEKİN Necla, 2016, 3B Modellemede Genelleştirme Problemleri ve Lod Kavramı, 6. Uzaktan Algılama ve Cbs Sempozyumu, 5-7 Ekim 2016, Adana.

ÜLKEKUL Cevat, 2014, Piri Reis'in 1528 Tarihli Bölgesel Haritası, Uluslararası Piri Reis ve Türk Denizcilik Tarihi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TTK Yay.1. Cilt, Ankara, 183-210.

VAN DEN BRINK Linda, STOTER Jantien, ZLATANOVA Sisi, 2013, Establishing a national standard for 3D topographic data compliant to CityGML. International Journal of Geographical Information Science, 27.1: 92-113.

XML tanımı ve kaynak dökümanları, <https://www.w3schools.com/xml/default.asp>. (18.05.2017).

YASTIKLI Naci, 2016, Yersel Fotogrametri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi İstanbul.

YILMAZ Hacı Murat, KARABÖRK Hakan, YAKAR Murat, 2000, Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 4 Sayı 1, syf. 18-28.

YOMRALIOĞLU Tahsin, 2010, Coğrafi Bilgi Teknolojileri, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Eylül 2010 Sayı:514 Syf. 49.

ZLATANOVA Sisi, STOTER Jantien, ISIKDAG Ümit, 2012, Standards For Exchange And Storage Of 3D Information: Challenges And Opportunities For Emergency Response, In Proceedings Of The 4th International Conference On Cartography & GIS, Volume 2, Albena, June 2012, Pp. 17-28.

EK-1. DETAY İNCELEME KATALOĞU

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
AR	1	BOŞ ALAN	TIP20	1	ÇÖPLÜK				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				2	ÇORAK				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				3	DERE YATAĞI				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				4	ORTA MALI				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				5	HALİ ARAZİ				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				6	KAYALIK				Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				7	TAŞLIK	1603	TAŞLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				8	KUMLUK	1604	KUMLUK	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				9	LAVLI / LEÇELİK	1608	LAVLI LEÇELİK ARAZİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				10	TRAVERTEN	1609	TRAVERTEN	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				11	BLOK KAYA	1610	BLOK KAYA	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				12	HEYELAN BÖLGESİ	1607	HEYELAN GÖÇÜK BÖLGESİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Örtüsü	Landuse
				13	ÜST KENARI BELİRSİZ ŞEV	1808	ŞEV ÜST KENARI BELİRSİZ	ALAN	Topografya	Yok	Relief
				14	ALT KENARI BELİRSİZ ŞEV	1807	ŞEV ALT KENARI BELİRSİZ	ALAN	Topografya	Yok	Relief
				15	DİK ŞEV	1809	DİK ŞEV	ÇİZGİ	Topografya	Yok	Relief
	2	TEK KAYA				1601	TEK KAYA	NOKTA	Arazi Örtüsü	Yok	City Furniture / Generic
	3	SIRA KAYA				1602	SIRA KAYA	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Yok	City Furniture / Generic
	4	HENDEK				1801	HENDEK	ALAN	Yok	Yok	Relief
	5	SET				1803	SET	ALAN	Yok	Yok	Relief

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
AR	6	ŞEV (DOLMA)				1805	ŞEV (YARMA)	ALAN	Topografya	Yok	Relief
	7	ŞEV (YARMA)				1806	ŞEV (DOLMA)	ALAN	Topografya	Yok	Relief
	8	MADEN OCAĞI	TIP30	1	KİREÇ OCAĞI	1810	ŞEVLE GÖSTERİLEN OCAK (KUM, TAŞ, KİREÇ, KİL, TUĞLA)	ALAN	Arazi Örtüsü	Yok	Relief
				2	KUM OCAĞI						
				3	MADEN SAHASI						
				4	TAŞ OCAĞI						
				5	TOPRAK OCAĞI						
				6	DİĞER MADEN OCAKLARI						
	9	HÖYÜK				1811	HÖYÜK	NOKTA	Yok	Yok	Relief
	10	EŞ YÜKSEKLİK EĞRİSİ	TIP31	1	ANA	1	ANA	ÇİZGİ	Topografya	Yok	Relief
2				ARA	2	ARA	ÇİZGİ	Topografya	Yok	Relief	
3				YARDIMCI	3	YARDIMCI	ÇİZGİ	Topografya	Yok	Relief	
				KOT DEĞERİ			5	KOT DEĞERİ	YAZI	Topografya	Yok
11	KOKURDAN				6	KOKURDAN	ÇİZGİ	Topografya	Yok	Relief	
BR	1	YEŞİL ALAN	NITELIK_02	10	YAPRAĞINI DÖKEN	1402	YAPRAĞINI DÖKEN AĞAÇ (GRUP)	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				11	YAPRAĞINI DÖKMEYEN	1403	YAPRAĞINI DÖKMEYEN AĞAÇ (GRUP)	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				12	KARIŞIK ORMAN	1417	KARIŞIK ORMAN	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				13	YANMIŞ ORMAN	1418	YANMIŞ ORMAN	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				14	İĞNE YAPRAKLI				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				15	GENİŞ YAPRAKLI				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
			TIP19	1	ORMAN				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
BR	1	YEŞİL ALAN	TIP19	2	SEBZE BAHÇESİ	1413	SEBZE BAHÇESİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				3	BAĞLIK	1406	BAĞLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				4	BAĞ VE BAHÇE				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				5	BAHÇE	1421	PARK BAHÇE	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Landuse
				6	ÇAY BAHÇESİ	1411	ÇAY BAHÇESİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				7	ÇAYIR	1414	ÇAYIR	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				8	FİDANLIK	1419	FİDANLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				9	FINDIKLIK	1408	FINDIKLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				10	FISTIKLIK	1409	FISTIKLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				11	HARAP BAĞ				Arazi Örtüsü	Yok	Vegetation
				12	HARMAN YERİ				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Landuse
				13	KAMIŞLIK	1416	KAMIŞLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				14	KAVAKLIK				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				15	TARLA				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Landuse
				16	KIŞLAK				İdari Birimler	Bitki Örtüsü	Landuse
				17	MERA				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Landuse
				18	MEYVALIK	1405	MEYVALIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				19	OTLAK				Arazi Örtüsü	Arazi Kullanımı	Landuse
				20	SERA				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation / Landuse

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
BR	1	YEŞİL ALAN	TIP19	21	SÖĞÜTLÜK				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				22	SULAK BAŞI				Arazi Örtüsü	Yok	Yok
				23	ÇALILIK	1404	ÇALILIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				24	PALAMUTLUK				Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				25	TURUNÇGİL BAHÇESİ	1410	TURUNÇGİL BAHÇESİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				26	YAYLAK				İdari Birimler	Bitki Örtüsü	Landuse
				27	YILGINLIK				yok	yok	Yok
				28	ZEYTİNLİK	1407	ZEYTİNLİK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				29	GÜL BAHÇESİ	1412	GÜL BAHÇESİ	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
				30	SAZLIK	1415	SAZLIK	ALAN	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
	2	ORMAN SINIRI			1401	ORMAN SINIRI	ÇİZGİ	Yok	Arazi Kullanım / Bitki Örtüsü	Yok	
	3	YANGIN ÖNLEME ŞERİDİ			1420	YANGIN ÖNLEME ŞERİDİ	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Yok	
	4	BÜYÜK MÜNFERİT AĞAÇ			1422	BÜYÜK MÜNFERİT AĞAÇ (İĞNE YAPRAKLI)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation	
					1423	BÜYÜK MÜNFERİT AĞAÇ (GENİŞ YAPRAKLI)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation	
	5	TEK AĞAÇ			1424	TEK AĞAÇ	NOKTA	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation	
	6	TEK ÇALI			1425	TEK ÇALI	NOKTA	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
BR	7	SIRA AĞAÇ							Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Vegetation
	8	YEŞİL ÇİT				1426	YEŞİL ÇİT	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Bitki Örtüsü	Generic
DN	1	TELEFON DİREĞİ				2001	TELEFON DİREĞİ	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	2	ELEKTRİK DİREĞİ				2002	ELEKTRİK DİREĞİ	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	3	LAMBA / AYDINLATMA DİREĞİ	TIP22	1	SOKAK / CADDE LAMBASI	2003	CADDE VE SOKAK LAMBASI	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
				2	PIST IŞIKLANDIRMA LAMBASI	2004	PIST IŞIKLANDIRMA LAMBASI	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	4	VİNÇ	TIP21	1	SABİT	2005	VİNÇ (SABİT)	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
				2	RAYLI	2006	VİNÇ (RAYLI)	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	5	ABİDE				2007	ABİDE	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	6	HEYKEL	ADL_NUMARASI			2008	HEYKEL	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	7	TRAMVAY / TROLEYBÜS DİREĞİ				2009	TRAMVAY TROLEYBÜS DİREĞİ	NOKTA	Ulaşım	Yok	City Furniture
	8	TRAFİK SİNYALİ				2010	KARA VE DEMİRYOLU TRAFİK SİNYALİ	NOKTA	Ulaşım	Kent Mobilyası	City Furniture
	9	GÖZLEM İSTASYONU	TIP23	1	MAREOGRAF	2011	MAREOGRAF İSTASYONU	NOKTA	Yok	Yok	Building
				2	METEOROLOJİ	2014	METEOROLOJİ İSTASYONU	NOKTA	Yok	Yok	Building
				3	TRAFİK KONTROL	2015	TRAFİK KONTROL İSTASYONU	NOKTA	Ulaşım	Yok	Building
4				AĞIRLIK KONTROL	2016	AĞIRLIK KONTROL İSTASYONU	ALAN	Ulaşım	Yok	Building	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
DN	9	GÖZLEM İSTASYONU	TIP23	5	GÖZETLEME KULESİ	2023	GÖZETLEME KULESİ	NOKTA	Yok	Yok	Building
				6	ARAÇ MUAYENE				Yok	Yok	Building
				7	VERGİ KONTROL				Yok	Yok	Building
				8	SABİT GPS İSTASYONU				Yok	Yok	Generic
				9	AKIM GÖZLEM İSTASYONU				Yok	Yok	Generic
	10	REKLAM PANOSU	ADL_NUMARASI			2012	REKLAM PONOSU	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	11	TAŞ SÜTUN				2013	TAŞ SÜTUN	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	12	ÇAN KULESİ				2017	ÇAN KULESİ	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	13	MAĞARA				2018	MAĞARA	NOKTA	Yok	Yok	Yok
	14	POMPA İSTASYONU	ADL_NUMARASI			2019	POMPA İSTASYONU	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	15	PETROL KUYUSU	ADL_NUMARASI			2020	PETROL KUYUSU	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	16	PETROL KULESİ				2021	PETROL KULESİ	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	17	HUDUT TAŞI	ADL_NUMARASI			2022	HUDUT TAŞI (DEVLET)	NOKTA	Yok	Yok	Yok
	18	FABRİKA BACASI				2024	FABRİKA BACASI	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	19	BEKÇİ KULUBESİ				2025	BEKÇİ KULÜBESİ	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture
	20	TELEFON KULUBESİ				2026	TELEFON KULÜBESİ	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	21	RÖGAR KAPAĞI				2027	RÖGAR KAPAĞI	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture
	22	TELEFON SANTRALİ				2028	TELEFON SANTRALI	ALAN	Yok	Yok	City Furniture

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
	23	MİNARE				2029	MİNARE	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture	
	24	BAYRAK DİREĞİ				2030	BAYRAK DİREĞİ	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture	
	25	PERİ BACASI				2031	PERİ BACASI	NOKTA	Yok	Yok	Generic	
	26	MADEN YERİ	DURUMU				2032	MADEN (İŞLEYEN)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
							2033	MADEN (İŞLEMEYEN)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
							2034	MADEN GİRİŞİ	NOKTA	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
	27	KM TAŞI VEYA LEVHASI	ADL_NUMARASI			2035	KM TAŞI VEYA LEVHASI	NOKTA	Ulaşım	Yok	City Furniture	
28	YANGIN VANASI				2036	YANGIN VANASI	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture		
29	BENZİN İSTASYONU	ADL_NUMARASI			2037	BENZİN İSTASYONU	NOKTA	Ulaşım	Yok	Building		
DY	1	DEMİRYOLU	ADL_NUMARASI			401	DEMİRYOLU	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
			DURUMU			402	YAPILMAKTA OLAN DEMİRYOLU	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
			HAT_SAYISI									
	2	HEMZEMİN GEÇİT	TİP05	1	BARİYERLİ	403	HEMZEMİN GEÇİT	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
			TİP05	2	BARİYERSİZ							
	3	ALT GEÇİD	ADL_NUMARASI			404	METRO (TOPRAK ALT)	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Generic	
4	ÜST GEÇİD	ADL_NUMARASI			405	TRAMVAY / METRO (TOPRAK ÜSTÜ)	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Bridge		
5	KÖPRÜ	ADL_NUMARASI			406	YÜKLEME PLATFORMU	ALAN	Ulaşım	Ulaşım	Bridge		
		DURUMU										

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
DY	5	KÖPRÜ	UZUNLUĞU									
	6	MENFEZ				407	DEMİRYOLU MAKASI	NOKTA	Ulaşım	Ulaşım	Generic	
	7	TRAMVAY VE METRO HATTI	ADL_NUMARASI							Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			DURUMU									
	8	METRO GİRİŞ, ÇIKIŞI	ADL_NUMARASI						Ulaşım	yok	Transportation	
	9	İSTASYON	ADL_NUMARASI						Ulaşım	Ulaşım	Transportation / Building	
	10	RAMPA							Ulaşım	Ulaşım / Kent Mobilyası	Generic	
11	MAKAS BİNASI							Ulaşım	Ulaşım	Building		
HA	1	NAKİL HATTI	TIP07	1	TELEFON HATTI	801	TELEFON HATTI TOPRAK ÜSTÜ	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler / Altyapı	Generic	
						802	TELEFON TOPRAK ALTI	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic	
				2	RADYO / TV HATTI	803	RADYO TV HATTI TOPRAK ÜSTÜ	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic	
						804	RADYO TV HATTI TOPRAK ALTI	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic	
				3	ELEKTRİK HATTI	805	ELEKTRİK HATTI TOPRAK ÜSTÜ	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic	
						806	ELEKTRİK HATTI TOPRAK ALTI	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic	
				4	YÜKSEK GERİLİM HATTI	807	YÜKSEK GERİLİM HATTI	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
				5	ORTA GERİLİM HATTI				Yok	Yok	Generic	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
HA	1	NAKİL HATTI	TIP07	6	ALÇAK GERİLİM HATTI				Yok	Yok	Generic
				7	BORU HATTI	808	BORU HATTI ZEMİN ÜSTÜ	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic
						809	BORU HATTI ZEMİN ALTI	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic
				8	KANALİZASYON	810	KANALİZASYON	ÇİZGİ	Yok	Kamusal Hizmetler	Generic
				9	RAYLI NAKİL HATTI	811	RAYLI NAKİL HATTI	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic
				10	GSM BAZ İSTASYONU				Yok	Bina	Generic
	2	TRAFO	TIP32	1	MERKEZ TİP	812	TRAFO MERKEZ TİPİ, İNDİRİCİ	ALAN	Yok	Kent Mobilyası	Landuse
			TIP32	2	HÜCRE TİP	813	TRAFO (HÜCRE TİPİ)	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Landuse
			TIP32	3	AÇIK TİP	814	TRAFO (AÇIK TİP)	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Landuse
	3	SOME NOKTASI				815	SOME NOKTASI	NOKTA	Yok	Yok	Generic
	4	BRANŞMAN NOKTASI				816	BRANŞMAN NOKTASI	NOKTA	Yok	Yok	Generic
	5	ELEKTRİK SANTRALİ				817	ELEKTRİK SANTRALİ	ALAN	Yok	Yok	Building
	6	HABERLEŞME İSTASYONU	TIP33	1	RADYO / TELSİZ	818	RADYO TELSİZ İSTASYONU	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Building
			TIP33	2	RADAR	819	RADAR İSTASYONU	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Building
			TIP33	3	TV	820	TV İSTASYONU	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Building
	7	ANTEN ŞEBEKE				821	ANTEN ŞEBEKE	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Generic
	8	TELEFERİK (TELEKABİN)				822	TELEFERİK (TELEKABİN)	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
HA	9	TELEFERİK (TELESİYEJ)				823	TELEFERİK (TELESİYEJ)	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
	10	PİLON				825	PİLON	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture	
	11	DOĞALGAZ DAĞITIM İSTASYONU				826	DOĞAL GAZ DAĞITIM İSTASYONU	ALAN	Yok	Yok	Building	
	12	VANA				827	VANA	NOKTA	Yok	Kamusal Hizmetler	City Furniture	
	13	NÜKLEER ENERJİ VE NÜKLEER ETKİ ALANI				828	NÜKLEER ENERJİ VE NÜKLEER ETKİ ALANI	ALAN	Yok	Yok	Landuse	
HD	1	AKARSU	ADL_NUMARASI							Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody
			DEBISI							Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody
			DERINLIGI/ GENISLIGI							Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody
			NITELIK_05	40	SULU	602	YATAĞI DAR SULU DERE	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody	
						601	YATAĞI GENİŞ SULU DERE	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody	
				41	KURU	603	YATAĞI GENİŞ KURU DERE	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütlesi	Relief	
						604	YATAĞI DAR KURU DERE	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütlesi	Relief	
			TIP06	1	AKARSU				Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody	
				2	NEHİR				Hidrografya		WaterBody	
				3	DERE				Hidrografya		WaterBody	
				4	ÇAY				Hidrografya		WaterBody	
16	KURU DERE					Hidrografya	Yok	Relief				

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
HD	2	ÇEŞME	GÖSTERİMİ			605	ÇEŞME	ALAN	Hidrografya	Su Kütleli	City Furniture / Generic
			NITELİK_05	40	SULU						
				41	KURU						
			TIP35	1	TAZE SU / İÇİLEBİLİR						
			TIP35	2	MİNERAL						
			TIP35	3	ALKALİN						
		4	TUZ								
	3	PINAR	NITELİK_05	40	SULU	607	PINAR	NOKTA	Hidrografya	Su Kütleli	WaterBody
				41	KURU						
			TIP35	1	TAZE SU / İÇİLEBİLİR						
			TIP35	2	MİNERAL						
			TIP35	3	ALKALİN						
			TIP35	4	TUZ						
	4	KUYU	NITELİK_05	40	SULU	608	KUYU	NOKTA	Hidrografya	Su Kütleli	City Furniture / Generic
				41	KURU						
			TIP35	1	TAZE SU / İÇİLEBİLİR						
			TIP35	2	MİNERAL						
			TIP35	3	ALKALİN						
TIP35			4	TUZ							
TIP34			1	(HİDROGRAFI / KUYU) TULUMBALI	609	TULUMBA	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture / Generic	
TIP34			2	(HİDROGRAFI / KUYU) SERENLİ	611	SERENLİ KUYU	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture / Generic	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Özellik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
HD	4	KUYU	TIP34	3	(HİDROGRAFI / KUYU) ARTEZYEN	610	ARTEZYEN	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	City Furniture / Generic
	5	KANAL	GENISLIGI			612	KANAL	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
			GÖSTERİMİ								
			UZUNLUĞU								
			YÜKSEKLİĞİ								
	6	KANALET	GENISLIGI			615	KANALET	ÇİZGİ	Yok	Su Kütleli	Generic
			UZUNLUĞU								
			YÜKSEKLİĞİ								
	7	SU SIFONU				616	SU SIFONU	NOKTA	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
	8	SU YOLU	ZEMIN_DURUMU	1	TOPRAK ÜSTÜ	617	TOPRAK ÜSTÜ SU YOLU	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
				2	TOPRAK ALTI	618	TOPRAK ALTI SU YOLU	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
	9	SU YOLU KÖPRÜSÜ	ALT_GABARI			619	SU YOLU KÖPRÜSÜ	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Bridge
			GENISLIGI								
			MALZEME								
UZUNLUĞU											
10	HAVALANDIRMA BACASI				621	HAVALANDIRMA BACASI	NOKTA	Yok	Kent Mobilyası	Generic	
11	SU DEPOSU	ZEMIN_DURUMU	1	TOPRAK ÜSTÜ	622	SU DEPOSU	ALAN	Yok	Su Kütleli	Generic	
			2	TOPRAK ALTI							
12	SU KULESİ	YUKSEKLIGI			623	SU KULESİ	NOKTA	Yok	Yok	City Furniture	
13	SU YOLU TUNELİ				624	SU YOLU TUNELİ	ÇİZGİ	Yok	Yok	Tunnel	
14	HAVUZ	GENISLIGI			626	HAVUZ	NOKTA	Hidrografya	Su Kütleli	Building / WaterBody	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
HD	14	HAVUZ	KAPASITESI			626	HAVUZ	NOKTA	Hidrografya	Su Kütleli	Building / WaterBody
			KULLANIMI								
			UZUNLUĞU								
			YUKSEKLİĞİ								
	15	SARNIÇ				627	SARNIÇ	NOKTA	Yok	Yok	Building
	16	İSTİKAMET OKU				628	İSTİKAMET OKU	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic
	17	DENİZ VE GÖL KİYİSİ	TIP06	8	SABİT	629	DENİZ VE GÖL KİYİSİ	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
			TIP06	9	DEĞİŞKEN	630	DEĞİŞEN KIYI	ÇİZGİ	Hidrografya	Su Kütleli	Generic
	18	HİDROGRAFİK ALAN	TIP06	10	DENİZ	2614	DENİZ İSİMLERİ	YAZI	Yok	Yok	Yok
			TIP06	11	GÖL / GÖLET / BARAJ	2615	GÖL-NEHİR İSİMLERİ	YAZI	Hidrografya	Yok	Yok
						2616	ÇAY-DERE İSİMLERİ	YAZI	Hidrografya	Yok	Yok
			TIP06	13	ÇELTİK	632	ÇELTİK	ALAN	Arazi Örtüsü-Hidrografya	Yok	Landuse
			TIP06	14	BATAKLIK	633	BATAKLIK	ALAN	Arazi Örtüsü-Hidrografya	Su Kütleli	WaterBody
			TIP06	15	GEÇİCİ GÖL	631	GEÇİCİ GÖL	ALAN	Hidrografya	Yok	WaterBody
	19	ÇAĞLAYAN				634	ÇAĞLAYAN	ÇİZGİ	Hidrografya	Yok	Generic
20	KANAL KAPAĞI				635	KANAL KAPAĞI	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
21	BENT				636	BENT	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
22	DALGAKIRAN / MENDİREK				638	DALGAKIRAN / MENDİREK	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
23	MAHMUZ				639	MAHMUZ	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
HD	24	LİMAN / İSKELE				640	İSKELE	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic	
	25	KIYI DUVARI / RIHTIM				641	KIYI DUVARI VE RIHTIM	ÇİZGİ	Yok	Yok	City Furniture	
	26	DENİZ FENERİ				642	DENİZ FENERİ	NOKTA	Yok	Yok	Building	
	27	DALGAKIRAN							Yok	Yok	Generic	
	28	SABİT ŞAMANDIRA				643	ŞAMANDRA	NOKTA	Yok	Yok	Generic	
	29	KABLO YERİ							Yok	Yok	Generic	
	30	DÜDEN				644	DÜDEN	NOKTA	Hidrografya	Su Kütlesi	WaterBody	
	31	SUDA KAYA				1605	SUDA KAYA	ALAN	Arazi Örtüsü	Yok	Generic	
	32	AKIM GÖZLEM İSTASYONU							Yok	Yok		
IA	1	İDARİ ALAN	ADI_NUMARASI							Yok	Adres	
			TARİH							Yok	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	1	ÜLKE / DEVLET					İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)
			TIP08	2	BÖLGE					İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)
			TIP08	3	İL					İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	4	İLÇE					İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	5	BUCAK					Yok	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	6	KÖY					İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	7	MAHALLE					İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)
			TIP08	8	BELEDIYE					İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
IA	1	İDARİ ALAN	TIP08	9	MÜCAVİR ALAN				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
	2	İDARİ SINIR	ADL_NUMARASI						Yok	Adres	Yok (Öznitelik)	
			TARİH						Yok	Adres	Yok (Öznitelik)	
			UZUNLUĞU						Yok	Adres	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	1	ÜLKE / DEVLET	1001	DEVLET SINIRI		İdari Birimler	Yok	Yok (Alan)	
			TIP08	2	BÖLGE				İdari Birimler	Yok	Yok (Alan)	
			TIP08	3	İL	1002	İL SINIRI		İdari Birimler	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	4	İLÇE	1003	İLÇE SINIRLARI		İdari Birimler	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	5	BUCAK	1004	BUCAK SINIRI		Yok	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	6	KÖY	1005	KÖY SINIRI		İdari Birimler	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	7	MAHALLE				İdari Birimler	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	8	BELEDİYE	1006	BELEDİYE SINIRI		İdari Birimler	Adres	Yok (Alan)	
			TIP08	9	MÜCAVİR ALAN	1007	MÜCAVİR ALAN SINIRI		İdari Birimler	Yok	Yok (Alan)	
	3	İDARİ MERKEZ	ADL_NUMARASI				2609	YÖRE İSİMLERİ	YAZI	İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)
			ESKI_ADI						NOKTA	İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)
			NUFUSU					İdari Birimler		Yok	Yok (Öznitelik)	
			TARİH					Yok		Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	1	ÜLKE / DEVLET			İdari Birimler		Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	2	BÖLGE			İdari Birimler		Adres	Yok (Öznitelik)	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
IA	3	İDARİ MERKEZ	TIP08	3	İL				İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	4	İLÇE				İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	5	BUCAK	2606	BUCAK VE KÖY ADI VE NUMARASI	YAZI	İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	6	KÖY							
			TIP08	7	MAHALLE							
			TIP08	8	BELEDİYE			NOKTA	İdari Birimler	Adres	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	9	MÜCAVİR ALAN			NOKTA	İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
	4	SORUMLULUK ALANI	TIP08	1	ÜLKE / DEVLET				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	2	BÖLGE				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	3	İL				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	4	İLÇE				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	5	BUCAK				Yok	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	6	KÖY				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	7	MAHALLE				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	8	BELEDİYE				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
			TIP08	9	MÜCAVİR ALAN				İdari Birimler	Yok	Yok (Öznitelik)	
	KN	1	YER KONTROL NOKTASI	ADL_NUMARASI	TIP24/1	NİRENGİ	2401	NİRENGİ NOKTASI	NOKTA	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
				DERECESİ	TIP24/2	POLİGON	2402	POLİGON NOKTASI	NOKTA	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
							2403	YARDIMCI POLİGON NOKTASI	NOKTA	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
KN	1	YER KONTROL NOKTASI	KOT_DEGERI	TIP24/3	NİVELMAN / RS	2404	NİVELMAN NOKTASI	NOKTA	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			NITELIK_04	TIP24/4	TUTGA	4	KOT NOKTASI	NOKTA	Topografya	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			ROPER_KROKISI	TIP24/5	ITRF96 / TUDKA99	2405	DUVAR MADENİ RÖPERİ	NOKTA	Yok	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			TARİH	TIP24/6	ED 50 NOKTASI	2601	NİRENGİ NOKTASI NUMARASI VE KOTU	YAZI	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			TESIS_DURUMU	TIP24/7	GRAVİMETRİ	2602	POLİGON NOKTASI NUMARASI VE KOTU	YAZI	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			TIP24	TIP24/8	GPS	2603	YARDIMCI POLİGON NOKTASI NUMARASI VE KOTU	YAZI	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			URETEN_KURUM			2604	NİVELMAN NOKTA NUMARASI VE KOTU	YAZI	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			URETIM_YONTEMI			2605	MADENİ DUVAR RÖPERİ NUMARASI VE KOTU	YAZI	Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			X_KOORDINATI						Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
			Y_KOORDINATI						Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture
Z_KOORDINATI						Jeodezi	Jeodezik Tesisler	Yok / CityFurniture			
KY	1	KÖPRÜ / VİYADÜK	ADI_NUMARASI	TIP36/1	KEMERLİ	215	KÖPRÜ / VİYADÜK	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			ALT_GABARI	TIP36/2	YÜZER KÖPRÜ / DUBALI	218	YAPILMAKTA OLAN KÖPRÜ	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			DURUMU	TIP36/3	KİRİŞLİ				Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			GENISLIGI	TIP36/4	ASMA				Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			KOT_DEGERI	TIP36/5	KALKAR				Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			MALZEME	TIP36/6	SÖKÜLEBİLİR				Ulaşım	Ulaşım	Bridge

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
KY	1	KÖPRÜ / VİYADÜK	TIP36						Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			UST_GABARI						Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			UZUNLUGU						Ulaşım	Ulaşım	Bridge
	2	KARAYOLU	ADI_NUMARASI	TIP1/1	OTOYOL	205	YAPILMAKTA OLAN YOL	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			DURUMU	TIP1/2	DEVLET YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			MALZEME	TIP1/3	İL YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			SERIT_SAYISI	TIP1/4	ÖZEL YOL				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			TARİH	TIP1/5	BİSİKLET YOLU	206	BİSİKLET YOLU	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			TIP01	TIP1/6	PATİKA	203	PATİKA	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation
			YONU	TIP1/7	HAM YOL				Yok	Yok	Transportation
				TIP1/8	CADDE	2607	CADDE VE YOL ADI VE NUMARASI	YAZI	Ulaşım	Ulaşım	Yok
				TIP1/9	ÇIKMAZ SOKAK				Yok	Yok	Transportation
				TIP1/9	SOKAK				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				TIP1/10	KOŞU YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				TIP1/11	BAĞLANTI YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				TIP1/12	TARLA YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				TIP1/13	SERVİS YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				TIP1/14	BÖLÜNMEŞ ANA ARTER				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
	TIP1/15	BÖLÜNMEMİŞ ANA ARTER				Ulaşım	Ulaşım	Transportation			
	TIP1/16	KÖY YOLU				Ulaşım	Ulaşım	Transportation			
	TIP1/17	SERT SATIHLI YOL	201	SERT SATIHLI YOL	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation			
	TIP1/18	TOPRAK YOL	202	TOPRAK YOL	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation			

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
KY	3	MENFEZ				217	MENFEZ	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Generic
	4	REFÜJ	TIP02	1	(REFÜJ) YÜKSELTİLMİŞ				Yok	Yok	Transportation
				2	(REFÜJ) ALÇALTILMIŞ						
	5	KALDIRIM				204	KALDIRIM KENARI BORDÜR TAŞ	ÇİZGİ	Ulaşım	Yok	Transportation
	6	OTOPARK	TIP03	1	AÇIK	1219	OTOPARK	NOKTA	Ulaşım	Ulaşım	Landuse
				2	KAPALI					Ulaşım / Kamusal Hizmetler	Landuse
				3	(OTOPARK) KATLI					Kamusal Hizmetler	Landuse
	7	KAVŞAK	TIP04	1	(KAVŞAK) T ŞEKLİNDE				Ulaşım	Ulaşım	Transportation
				2	(KAVŞAK) DÖRTLÜ						
				3	(KAVŞAK) YONCA						
				4	(KAVŞAK) KATLI						
				5	(KAVŞAK) Y ŞEKLİNDE						
	8	MEYDAN	ADL_NUMARASI						Ulaşım	Ulaşım	Transportation
	9	ALT GEÇİT	ADL_NUMARASI			208	KARAYOLU ALT GEÇİTİ	ALAN	Ulaşım	Ulaşım	Generic
	10	ÜST GEÇİT	ADL_NUMARASI	TIP36/1	KEMERLİ	209	KARAYOLU ÜST GEÇİTİ (ÜSTÜ AÇIK)	ALAN	Ulaşım	Ulaşım	Bridge
			ALT_GABARI	TIP36/2	YÜZER KÖPRÜ / DUBALI	210	KARAYOLU ÜST GEÇİTİ (ÜSTÜ KAPALI)	ALAN	Ulaşım	Ulaşım	Bridge
TIP36			TIP36/3	KİRİŞLİ				Yok	Yok	Bridge	
UST_GABARI			TIP36/4	ASMA				Yok	Yok	Bridge	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
KY	10	ÜST GEÇİT		TIP36/5	KALKAR				Yok	Yok	Bridge
				TIP36/6	SÖKÜLEBİLİR				Yok	Yok	Bridge
	11	TÜNEL	ADL_NUMARASI	TIP36/1	KEMERLİ	211	KARAYOLU TÜNELİ	ALAN	Ulaşım	Ulaşım	Tunnel
			ALT_GABARI	TIP36/2	YÜZER KÖPRÜ / DUBALI				Yok	Yok	Tunnel
			GENISLIGI	TIP36/3	KİRİŞLİ				Yok	Yok	Tunnel
			TIP36	TIP36/4	ASMA				Yok	Yok	Tunnel
			UZUNLUGU	TIP36/5	KALKAR				Yok	Yok	Tunnel
				TIP36/6	SÖKÜLEBİLİR				Yok	Yok	Tunnel
	12	OTOBÜS DURAĞI	ADL_NUMARASI	TIP3/1	AÇIK	212	OTOBÜS DURAĞI (AÇIK)	NOKTA	Ulaşım	Kent Mobilyası	City Furniture
			TIP03	TIP3/2	KAPALI	213	OTOBÜS DURAĞI (KAPALI)	ALAN	Ulaşım	Kent Mobilyası	City Furniture
	13	ŞARAMPOL				219	ŞARAMPOL	ÇİZGİ	Yok	Yok	Transportation / Relief
	14	BANKET							Ulaşım	Ulaşım	Transportation
	15	MERDİVEN				207	MERDİVEN	ALAN	Ulaşım	Kent Mobilyası	City Furniture
	16	BÜZ				216	BÜZ	NOKTA		Ulaşım	Generic
17	KOŞU PARKURU				220	KOŞU YÜRÜYÜŞ PARKURU	ÇİZGİ	Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
18	YOL PİSTİ							Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
19	SIĞ GEÇİT YERİ							Ulaşım	Ulaşım	Transportation	
MA	1	ADA	ADL_NUMARASI, TARİH						Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic
	2	PARSEL	NITELIK_01	1	(PARSEL CİNSİ) ARAZİ				Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic
NITELIK_01			2	(PARSEL CİNSİ) TARLA				Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic	

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
MA	2	PARSEL	NITELIK_01	3	(PARSEL CİNSİ) BAĞ				Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic
			NITELIK_01	4	(PARSEL CİNSİ) BAHÇE				Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic
			NITELIK_01	5	(PARSEL CİNSİ) ORMAN				Tapu-Kadastro	Yok	Landuse / Generic
			ADA_NUMARASI			2612	ADA NUMARASI	YAZI	Tapu-Kadastro	Bina	Yok
			ADI_NUMARASI			2613	PARSEL NUMARASI	YAZI	Tapu-Kadastro	Bina	Yok
			ITIRAZ_DURUMU						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			ITIRAZ_NEDENI						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			MALIK						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			NOKTA_SAYISI						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			OLCU_HESAP_FARK						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			OLCU_KROKISI						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			OLUSUMU						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			TAPU_YUZOLCUMU						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			TECVIZ_DURUMU						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
	TECVIZ_SINIRI						Tapu-Kadastro	Yok	Yok		
	3	MÜLKİYET SINIRI	ITIRAZ_DURUMU			1009	MÜLKİYET SINIRI	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
MA	3	MÜLKİYET SINIRI	ITIRAZ_NEDENI			1010	İTİRAZLI MÜLKİYET SINIRI	ÇİZGİ	Yok	Yok	Generic
			OLCU_HESAP_FARK	TIP10/1	(MÜLKİYET SINIRI) ÇİT	1012	ÇİT, BİR TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Kent Mobilyası	Generic
			TECVİZ_DURUMU			1013	ÇİT, İKİ TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Kent Mobilyası	Generic
			TECVİZ_SINIRI	TIP10/2	(MÜLKİYET SINIRI) TEL ÖRGÜ	1014	TEL ÖRGÜ, BİR TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
			URETİM_YONTEMI			1015	TEL ÖRGÜ, İKİ TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
			UZUNLUGU	TIP10/3	(MÜLKİYET SINIRI) PARMAKLIK	1016	PARMAKLIK, BİR TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
						1017	PARMAKLIK, İKİ TARAF AİT	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
				TIP10/4	(MÜLKİYET SINIRI) DUVAR	1019	DUVAR	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
				TIP10/5	(MÜLKİYET SINIRI) ÇİFT DUVAR	1020	ÇİFT DUVAR	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
				TIP10/6	(MÜLKİYET SINIRI) İSTİNAT DUVARI	1021	İSTİNAT DUVARI	ÇİZGİ	Bina	Bina	Generic
				TIP10/7	(MÜLKİYET SINIRI) TONÇ	1022	TONÇ (BİR TARAF AİT)	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Bina	Generic
			1023			TONÇ (İKİ TARAF AİT)	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Bina	Generic	
		TIP10/8	(MÜLKİYET SINIRI) DUVAR ÜZERİ TEL ÖRGÜ				Yok	Yok	Generic		
		TIP10/9	(MÜLKİYET SINIRI) DUVAR ÜZERİ PARMAKLIK				Yok	Yok	Generic		
	4	PARSEL KÖŞE NOKTASI	ADL_NUMARASI						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
OLCU_YONTEMI											

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
MA	4	PARSEL KÖŞE NOKTASI	TARİH						Tapu-Kadastro	Yok	Yok
			URETEN_KURUM								
			URETIM_YONTEMI								
			X_KOORDINATI								
			X_TOLERANS								
			Y_KOORDINATI								
			Y_TOLERANS								
			Z_KOORDINATI								
			Z_TOLERANS								
			ZEMIN_KONTROLU								
	5	İRTİFAK HAKKI	TIP25	1	YOL GEÇİT HAKKI	1011	İRTİFAK HAKKI	ÇİZGİ	Tapu-Kadastro	Yok	Generic
TIP25			2	BORU HATTI							
PA	1	PROJE ALANI	ADI_NUMARASI	TIP28/1	KAMULAŞTIRMA PROJE ALANI				Tapu-Kadastro	Yok	Generic
			DUSUNCELER	TIP28/2	İMAR UYGULAMASI PROJE ALANI						
			TARİH	TIP28/3	BARAJ İNŞAATI PROJE ALANI						
				TIP28/4	TOPLULAŞTIRMA PROJE ALANI						
				TIP28/5	YOL İNŞAATI PROJE ALANI						

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
PA	1	PROJE ALANI		TIP28/6	ENERJİ NAKİL HATTI PROJE ALANI				Tapu-Kadastro	Yok	Generic	
				TIP28/7	MADEN İŞLETME ALANI	1008	MADEN İŞLETME SINIRI	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Yok	Generic	
				TIP28/8	TARIM GELİŞTİRME PROJE ALANI					Tapu-Kadastro	Yok	Generic
				TIP28/9	SULAMA İNŞAATI PROJE ALANI							
				TIP28/10	MERA ALANLARININ TESBİTİ ÇALIŞMASI							
				TIP28/11	TESİS KADASTROSU							
				TIP28/12	YENİLEME ÇALIŞMASI							
				TIP28/13	DOĞAL GAZ BORU HATTI							
				TIP28/14	DOĞAL GAZ ÇEVİRİM SANTRALİ							
	2	SİT ALANI	ADI_NUMARASI	TIP29/1	1.DERECE ARKEOLOJİK SİT ALANI	1025	SİT ALANI SINIRI	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Yok	Generic	
			DUSUNCELER	TIP29/2	2.DERECE ARKEOLOJİK SİT ALANI							
			TARİH	TIP29/3	3.DERECE ARKEOLOJİK SİT ALANI							
				TIP29/4	1.DERECE DOĞAL SİT ALANI							
				TIP29/5	2.DERECE DOĞAL SİT ALANI							

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
PA	2	SİT ALANI		TIP29/6	3.DERECE DOĞAL SİT ALANI	1025	SİT ALANI SINIRI	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Yok	Generic
				TIP29/7	KURUL KARARI İLE OLUŞAN SİT ALANI						
YA	1	YAPI/YERLEŞİM ALANI	ADRES_1_IL	TIP13/1	(YAPI / KONUT) ABİDE				Yok	Bina	Building
			ADRES_2_ILCE	TIP13/2	(YAPI / KONUT) BİNA / MESKEN	1201	MESKEN (KONUT), BİNA	ALAN	Bina	Bina	Building
			ADRES_3_KOY			1211	İNŞA HALİNDE BİNA	ALAN	Bina	Bina	Building
			ADRES_4_MAH	TIP13/3	(YAPI / KONUT) DEPOLU KONUT				Yok	Bina	Building
			ADRES_5_CAD	TIP13/4	(YAPI / KONUT) DUBLEKS KONUT				Yok	Bina	Building
			ADRES_6_SOK	TIP13/5	(YAPI / KONUT) RESMİ BİNA	1202	RESMİ BİNA	ALAN	Bina	Bina	Building
			ADRES_7_BNO	TIP13/6	(YAPI / KONUT) KALE	1226	KALE-HİSAR (SAĞLAM)	ÇİZGİ	Bina	Bina	Building
						1227	KALE-HİSAR (HARAP)	ÇİZGİ			
			ADRES_8_KNO	TIP13/7	(YAPI / KONUT) KULE				Yok	Yok	Building
			ADRES_9_MEVKI	TIP13/8	(YAPI / KONUT) MESKEN				Yok	Bina	Building
			DEPREM_KATSAYISI	TIP13/9	(YAPI / KONUT) TARİHİ HARABE	1228	TARİHİ HARABE (ŞEKİL BELLİ)	ALAN	Yok	Bina	Building
						1229	TARİHİ HARABE (ŞEKLİ BELLİ OLMAYAN)	NOKTA	Yok	Bina	Building
			ISINMA_TURU	TIP13/10	(YAPI / KONUT) TRIPLEKS KONUT				Yok	Bina	Building

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
YA	1	YAPI/YERLEŞİM ALANI	KAT_ADEDI	TIP13/11	(YAPI / KONUT) SUNDURMA	1212	SUNDURMA	ALAN	Bina	Bina	Building
			KAT_ALANI	TIP13/12	(YAPI / KONUT) YERLEŞİM ALANI	1230	HARAP YERLEŞİM ALANI	ALAN	Bina	Yok	Building
			MALZEME						Bina	Bina	Building
			TABAN_ALANI						Bina	Bina	Building
			YAKIT_TURU			2608	YAPI İSİMLERİ	YAZI	Bina	Bina	Building
			KAT_ADEDI			2611	KAT ADEDİ	YAZI	Bina	Bina	Building
	2	EĞİTİM TESİSİ	ADI_NUMARASI	TIP11/1	ANAOKULU				Yok	Bina	Building
			DUSUNCELER	TIP11/2	İLKOKUL				Yok	Bina	Building
			KAT_ADEDI	TIP11/3	İLKÖĞRETİM OKULU				Yok	Bina	Building
			MALZEME	TIP11/4	KREŞ				Yok	Bina	Building
				TIP11/5	LİSE				Yok	Bina	Building
				TIP11/6	ORTAOKUL				Yok	Bina	Building
				TIP11/7	ÖĞRENCİ YURDU				Yok	Bina	Building
				TIP11/8	ÜNİVERSİTE				Yok	Bina	Building
				TIP11/9	YÜKSEK OKUL				Yok	Bina	Building
				TIP11/10	EĞİTİM TESİSİ	1203	OKUL	ALAN	Bina	Bina	Building
				TIP11/11	DERSHANE				Yok	Bina	Building
				TIP11/12	ŞOFÖR EĞİTİM ALANI				Yok	Yok	Building

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
YA	3	SANAYİ TESİSİ	ADL_NUMARASI	TIP17/1	ELEKTRİKLİ DEĞİRMEN	1220	DEĞİRMEN (ELEKTİRİKLİ)	NOKTA	Bina	Kent Mobilyası	Building
			DUSUNCELER	TIP17/2	FABRİKA	1205	FABRİKA	ALAN	Bina	Bina	Building
			KAT_ADEDI	TIP17/3	İMALÂTHANE	1206	İMALATHANELER	ALAN	Bina	Bina	Building
			MALZEME	TIP17/4	RAFİNERİ				Yok	Bina	building
			TIP17	TIP17/5	SULU DEĞİRMEN	1221	DEĞİRMEN (SU İLE ÇALIŞAN)	NOKTA	Bina	Kent Mobilyası	Building
				TIP17/6	YELLİ DEĞİRMEN	1222	DEĞİRMEN (YELLE ÇALIŞAN).	NOKTA	Bina	Kent Mobilyası	Building
				TIP17/7	RADYO / TV BİNASI	1204	RADYO TV BİNASI	ALAN	Bina	Bina	Building
				TIP17/8	AKARYAKIT DEPOLAMA TESİSLERİ	1216	AKARYAKIT TANKI	ALAN	yok	Yok	Building
	4	İŞ YERİ	ADL_NUMARASI	TIP12/1	AKARYAKIT DEPOLAMA TESİSLERİ				Yok	Bina	Building
			DUSUNCELER	TIP12/2	AKARYAKIT VE BAKIM İSTASYONU				Yok	Yok	Building
			KAT_ADEDI	TIP12/3	ASMA KATLI DÜKKAN				Yok	Yok	Building
			MALZEME	TIP12/4	ASMA KATLI İŞYERİ				Yok	Yok	Building
			TIP12	TIP12/5	ASMA KATLI MAĞAZA				Yok	Yok	Building
				TIP12/6	BÜRO				Yok	Bina	Building
				TIP12/7	ÇAY OCAĞI				Yok	Bina	Building
				TIP12/8	ÇEKME KATLI DÜKKAN				Yok	Yok	Building
				TIP12/9	ÇEKME KATLI İŞYERİ				Yok	Yok	Building

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML		
YA	4	İŞ YERİ		TIP12/10	ÇEKME KATLI MAĞAZA				Yok	Yok	Building		
				TIP12/11	DEPO				Yok	Bina	Building		
				TIP12/12	DEPOLU DÜKKÂN				Yok	Bina	Building		
				TIP12/13	DEPOLU MAĞAZA				Yok	Bina	Building		
				TIP12/14	DÜKKÂN				Yok	Bina	Building		
				TIP12/15	FIRIN				Yok	Bina	Building		
				TIP12/16	GARAJ				Yok	Bina	Building		
				TIP12/17	HİPERMARKET				Yok	Yok	Building		
				TIP12/18	LOKANTA				Yok	Bina	Building		
				TIP12/19	MAĞAZA				Yok	Bina	Building		
				TIP12/20	PİDE FIRINI				Yok	Yok	Building		
				TIP12/21	PLAZA				Yok	Yok	Building		
			5	SOSYAL TESİS	ADI_NUMARASI	TIP14/1	ÇOCUK BAHÇESİ				Yok	Kamusal Hizmetler	Landuse
					DUSUNCELER	TIP14/2	EĞİTİM VE DİNLENME TESİSİ				Yok	Kamusal Hizmetler	Landuse / Building
KAT_ADEDI	TIP14/3	FUAR VE FESTİVAL ALANI						Arazi Örtüsü	Kamusal Hizmetler	Landuse			

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML	
YA	5	SOSYAL TESİS	MALZEME	TIP14/4	GARAJ (ÜCRETSİZ)				Yok	Yok	Building	
			TIP14	TIP14/5	SİĞİNAK				Yok	Kamusal Hizmetler	Building	
				TIP14/6	HAYVANAT BAHÇESİ					Arazi Örtüsü	Kamusal Hizmetler	Generic
				TIP14/7	HELİKOPTER PİSTİ	1224	HELİKOPTER PİSTİ	NOKTA	Ulaşım	Kamusal Hizmetler	Transportation	
				TIP14/8	İSKELE					Yok	Yok	Generic
				TIP14/9	KAMPİNG ALANI					Arazi Örtüsü	Kamusal Hizmetler	Generic
				TIP14/10	KAPLICA					Yok	Yok	Building
				TIP14/11	KONAKLAMA ALANI					Yok	Kamusal Hizmetler	Building
				TIP14/12	KÜLTÜR MERKEZİ					Yok	Kamusal Hizmetler	Building
				TIP14/13	LİMAN					Yok	Ulaşım	Generic
				TIP14/14	MİLLİ PARK	1026	MİLLİ PARK SINIRI	ÇİZGİ	Arazi Örtüsü	Yok	Generic	
				TIP14/15	OTEL					Yok	Kamusal Hizmetler	Building
				TIP14/16	OTO TERMİNAL İŞLETMESİ					Yok	Yok	Building
				TIP14/17	PANAYIR YERİ					Yok	Yok	Generic
	TIP14/18	PANSİYON					Yok	Yok	Building			

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
YA	5	SOSYAL TESİS		TIP14/19	PARK				Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
				TIP14/20	PAZAR YERİ				Yok	Arazi Kullanım	Landuse
				TIP14/21	PİKNİK ALANI				Yok	Yok	Landuse
				TIP14/22	PİLAJ				Arazi Örtüsü	Kamusal Hizmetler	Landuse
				TIP14/23	RAYLI TAŞIMA İSTASYONU				Ulaşım	Ulaşım	Building
				TIP14/24	SİNEMA				Yok	Yok	Building
				TIP14/25	TATİL KÖYÜ				Yok	Yok	
				TIP14/26	TİYATRO				Yok	Kamusal Hizmetler	Building
				TIP14/27	YEŞİL SAHA				Arazi Örtüsü	Yok	Building
				TIP14/28	DİĞER SOSYAL TESİSLER				Arazi Örtüsü	Kamusal Hizmetler	Building
	6	DİNİ YAPI	ADI_NUMARASI	TIP15/1	CAMİ / MESCİD	1207	CAMİ-MESCİD	NOKTA	Bina	Bina	Building
			DUSUNCELER	TIP15/2	HAVRA	1210	HAVRA	NOKTA	Bina	Bina	Building
			KAT_ADEDI	TIP15/3	KİLİSE	1209	KİLİSE	NOKTA	Bina	Bina	Building
			MALZEME	TIP15/4	TÜRBE	1208	TÜRBE	NOKTA	Bina	Bina	Building
			TIP15	TIP15/5	İSLÂM MEZARLIĞI	1231	MEZARLIK (İSLÂM)	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
				TIP15/6	HRİSTİYAN MEZARLIĞI	1232	MEZARLIK (HRİSTİYAN)	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse

Detay Sınıf Kodu	Detay Kodu	Detay Adı	Detay ile İlgili Öznitelik Tablosu	Öznitelik Değer Kodu	Öznitelik Değeri	İşaret Kodu	İşaret Tanımı	Tür	TUCBS	TRKBIS	CityGML
YA	6	DİNİ YAPI		TIP15/7	MUSEVÎ MEZARLIĞI	1233	MEZARLIK(MUSEVÎ)	ALAN	Arazi Örtüsü	Arazi Kullanım	Landuse
				TIP15/8	TEK MEZAR (İSLÂM)	1234	TEK MEZAR(İSLÂM)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Yok	Generic
				TIP15/9	TEK MEZAR (HRİSTİYAN)	1235	TEK MEZAR(HRİSTİYAN)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Yok	Generic
				TIP15/10	TEK MEZAR (MUSEVÎ)	1236	TEK MEZAR(MUSEVÎ)	NOKTA	Arazi Örtüsü	Yok	Generic
	7	SPOR TESİSİ	ADL_NUMARASI	TIP16/1	BASKETBOL SAHASI	1225	SPOR TESİSİ	ALAN	BİNA	Bina	Building
			DUSUNCELER	TIP16/2	BUZ PATENİ SAHASI						
			KAT_ADEDI	TIP16/3	FUTBOL SAHASI						
			MALZEME	TIP16/4	BASKETBOL SAHASI						
			TIP16	TIP16/5	BUZ PATENİ SAHASI						
				TIP16/6	GOLF SAHASI						
				TIP16/7	HALI SAHA						
				TIP16/8	HİPODROM						
				TIP16/9	KAPALI SPOR SALONU						
				TIP16/10	KOŞU PARKURU						
				TIP16/11	SPOR KOMPLEKSİ						
	TIP16/12	TENİS KORTU									
	TIP16/13	VOLEYBOL SAHASI									

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve evre ve şehircilik Uzmanlığı Yűnetmeliđine uygun olarak hazırladığımı belirtir, bunu onurumla doğrularım.

evre ve şehircilik Bakanlığı tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

13/04/2018


Salih Evren ACAR

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 2011 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından açılan Çevre ve Şehircilik Uzman Yardımcılığı sınavını kazanarak, 2014 yılının Nisan ayında Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nde göreve başladı. Halen Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı'nda Çevre ve Şehircilik Uzman Yardımcısı olarak çalışmaya devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.