

3B Bina Modellerinde Güvenlik Etkili Çoklu Detay Seviyesinde Modelleme (Privacy Enabled Multi-LoD Modelling in 3D Building Models)

Zehra KOÇ¹, Hande DEMİREL¹, Martin KADA², Andreas WICHMANN²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

² Institute of Geodesy and Geoinformation Science (IGG), Technische Universität Berlin, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany {martin.kada, andreas.wichmann}@tu-berlin.de
eng.zehrakoc@gmail.com, hande.demirel@itu.edu.tr

ÖZ

3B şehir modelleri, günümüzde pek çok alanda mekânsal bilginin görselleştirilmesi amacıyla kullanılmakta, kişi ve kurumların mekân ilişkili bilgi sistemlerine görsel atlık verisi sunmaktadır. 3B modellerin teknolojik ilerlemeler ile birlikte gelişmesi ve yaygınlaşması, kişisel bilgilerin erişilebilirliğini arttırmış fakat bununla birlikte kişisel ve kurumsal gizlilik ile ilgili güvenlik sorunlarını da ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmada, 3B bina modelleme teknikleri incelenerek kişisel gizliliğin korunduğu modellerin nasıl oluşturulabileceğine dair bir yaklaşım geliştirilmiştir. Seçilen alanda dört ayrı detay seviyesinde bina modellemesi yapılmış, binalar her detay seviyesinde bloklar oluşturacak şekilde parçalara ayrılmıştır. Ardından, güvenlik gereksinimlerine göre farklı detay seviyelerinden seçilen blokların birleştirilmesi yoluyla yeniden oluşturularak modellenmiştir. Çalışmanın sonucunda oluşturulan çoklu detay seviyesine sahip modeller, 3B şehir modellerinde kişisel gizlilik ve güvenlik sorunlarına bir çözüm önerisi olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 3B bina modelleme, detay seviyesi, kişisel gizlilik

ABSTRACT

Nowadays, 3D city models are being used in various applications to visualize spatial data and they serve as the visual spatial base of spatial information systems used by persons and institutions. Improvements and wide usage of 3D models, with technological developments, have increased the accessibility of personal information, however; personal and institutional privacy matters have arisen in the meantime as well. In this study, a framework has been proposed on how to produce the models while personal information is being preserved. The selected region has been modelled in four different detail levels and the buildings have been decomposed to create blocks in every detail level. Buildings have been remodelled by combining selected blocks from different detail levels according to privacy requirements. In conclusion, produced Multi-LoD models have been presented as a solution proposal to personal privacy and security matters.

Keywords: 3D building modelling, level of detail, personal privacy

1. GİRİŞ

Son yıllarda bilgisayar ve internet teknolojilerindeki gelişime paralel olarak veri toplama, düzenleme, analiz etme ve görselleştirme eskiye oranla çok daha yaygın bir kullanıma sahip olmuş, veri tabanlarının kapasite ve işlevselliği genişlemiş, kullanıcı ara yüzleri daha açık ve anlaşılır bir devinime uğratılmıştır. Bilgi teknolojilerinin gelişmesi, bilimsel ve toplumsal alanda sağladığı pek çok avantaja rağmen, aynı anda bilginin herkes tarafından ulaşılabilir bir hale gelmesini mümkün kıldığından kişisel verilerin güvenliği açısından toplum için bir risk faktörü oluşturmaya başlamıştır. Mekânsal bilgi için düşünüldüğünde, günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) hem mekânsal hem mekânsal olmayan bilgileri bir arada depolayarak iki ve üç boyutlu görsel veriler sunmaktadır. Bu durum, kişisel bilgilerin görselleştirmesini ve analiz edilebilmesini mümkün kılmakta ancak kişisel gizliliği ve güvenliği de tehdit etmektedir.

Görsel verilerin dijital ortamlardaki sunumu günümüzde pek çok teknik ile geliştirilerek çeşitli uygulamalar haline getirilmektedir. Özellikle şehir merkezlerinin hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılarak görselleştirme teknikleri ile atlık haritalar üzerine eklenmesi, pek çok uygulama örneğinde olduğu gibi (Google Street View, belediyelerin 3B kent bilgi sistemi yazılımları vb.) kişisel bilgilerin son kullanıcılar tarafından görünür olmasına yol açmaktadır. Bu uygulamalarda, kişilerin bina numaraları, araba plakaları, yüzleri, bazı alanlarda camlar aracılığıyla evlerinin içi dahi ayırt edilebilir durumdadır. Açıkça görünen özel şirket tabelaları istenmeyen reklamlara yol açabilmektedir. Bununla birlikte özellikle çocukların bulunduğu eğitim kurumlarının 3B görünürlüğü, kötü niyetli bilgi toplamayı kolaylaştırabilme ihtimaliyle endişe yaratmaktadır.

3B şehir modellerinde gerekli görsel bilgileri korurken aynı zamanda kişisel verileri de gizleyen modeller oluşturabilmek bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar daha çok geometrik modellerin genelleştirilmesi ve kullanılan fotoğrafların görsel perdeleme ile belirli alanlarda görsel kalitesinin düşürülmesi, piksellerin

bulanıklaştırılması yaklaşımlarıyla çözümlenmiştir. Bu yaklaşımlar genel olarak araba plakaları, insan yüzleri gibi nesnelere odaklanmış ve perdeleme, bulanıklaştırma vb. tekniklerin sonucunda kişisel bilgileri gizlemeyi hedeflerken daha geniş alanlarda bilgi kayıplarına neden olmuştur. Öndeki nesnelere gizlenirken arkadaki model de aynı oranda kaybedilebilmektedir. Ayrıca görüntü bulanıklaştırma gibi yöntemlerle gizlenen bilgiler, profesyonel incelemelerle ayırt edilebilir özelliklerini korumaya devam etmektedir.

Bertino vd. (2008), görselleştirilmiş şehir modellerinde güvenliği sağlamaya ve kişisel bilgilerin erişilebilirliğini kısıtlamaya yönelik kontrollü erişim yöntemleri önermişlerdir. Bir başka çalışmada, çoklu fotoğraf tekniği kullanılarak resimlerin gereksinimlere göre farklı açılardan çekilen fotoğraflarla gerekli gizlemeler sağlandıktan sonra yeniden oluşturulması ve modellemelerde kullanılması karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu yöntem, pencereler aracılığıyla evlerin içinin görünürlüğü konusunda geçerli bir çözüm sunmamaktadır (Kada vd., 2009). Gerçekliğin azaltılarak animasyon çizimlerle üretilen 3B bina modelleri ise kişisel gizliliğin korunmasına yönelik sunulan çözüm önerilerinden biri olmuştur (Döllner ve Buchholz, 2005).

Bu yaklaşımlara ek olarak, kartografik genelleştirme ve basitleştirme teknikleri pek çok kez güvenlik sorunlarıyla başa çıkma yöntemi olarak benimsenmiştir. Bina bloklarının tipikleştirilmesi ve gereksinimler doğrultusunda bir araya toplanması şeklindeki bir öneri Kada vd. (2009) tarafından sunulmuştur. Tek tek binalardansa çok binalı site alanları için uygun bir yöntem olabileceği belirtilmiştir.

Filippovska vd. (2016), 2B ve 3B modellerde kişisel gizliliğin korunmasına yönelik uzay bölümlendirme tekniğini önermişlerdir. Örnek çalışmada binalar uzay birimlere parçalanmış ve Boole (Boolean) fonksiyonları uygulanarak gizlilik koşullarına göre yeniden oluşturulmuştur.

İncelenen bu çalışmalarda, 3B şehir modellerinde ve özellikle bina seviyesindeki modellemelerde kişisel bilgilerin gizlenmesine yönelik problemlerin tanımlandığı, fakat henüz yeterli çözümlerin sunulmadığı görülmüştür. Genelleştirme ve basitleştirme yaklaşımları veya bulanıklaştırma teknikleri kullanılarak fazla veri kaybı ile sonuçlanan çalışmaların günümüzdeki güvenlik ihtiyacını karşılayamadığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, kişisel bilgilerin

gizlenmesini gerçekleştirmek üzere çoklu detay seviyelerini modelleyen bir yaklaşım önerilmektedir. Çalışmanın amacı, erişilebilir görsel verilerdeki güvenlik ihtiyacını karşılayabilecek uygun bir modelleme yaklaşımının geliştirilmesidir. Önerilen yaklaşım ile binalar pek çok detay seviyesinde ayrı ayrı modellenmiş, güvenlik ihtiyaçlarına göre bu modellerin çeşitli kombinasyonlarından oluşan çoklu detay seviyesinde bina modelleri üretilmiştir. Böylece kişisel veriler korunurken modellerde veri kaybının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

2. 3B ŞEHİR MODELLEME

3B şehir modelleri temel olarak arazi modeli, bina modeli, yeşil alan modeli, yol modeli ve ulaşım sistemleri modellerinin çok katmanlı birleştirilmesiyle meydana gelen, görünen coğrafyanın görsel bir sunumu niteliğindeki şehir ölçekli karmaşık modellerdir (Döllner vd., 2006).

Bu modeller doğal ve yapay unsurları bir arada sunar. 3B şehir modelleri şehir planlama, afet yönetimi, sivil savunma, enerji planlama, çevre yönetimi, taşınmaz bilgisi, trafik yönetimi, görsel turizm gibi pek çok alanda kullanılmakta ve gerekli uygulamaların tasarımına imkân vermektedir (Schulze, 2007).

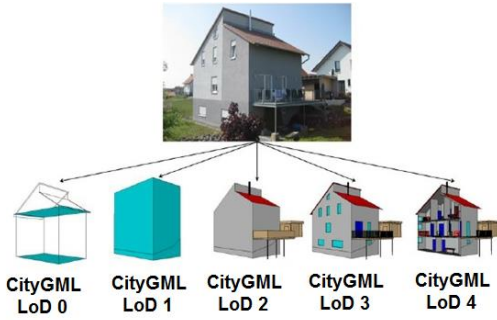
3B şehir modelleri genel olarak otomatik teknikler (otomatik, yarı-otomatik, manuel) ve veri giriş teknikleri (fotogrametrik yöntemler ve lazer tarama yöntemleri) olmak üzere iki farklı şekilde oluşturulabilir. Fotogrametrik teknikler hava ve uydu fotoğraflarından bina ve yol gibi bilgilerin çıkartılması yoluyla uygulanmaktayken, bugün mobil haritalama yöntemlerinin de gelişmesiyle lazer tarayıcılar, yüksek kalitede kameralar, GPS/INS üniteleri ile donatılmış mobil araçlarla 3B derinlik ve doku bilgileri de taşıyan koordinatlandırılmış fotoğraflar elde edilebilmektedir. Video akış teknikleri ile mobil haritalama işlemi daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Günümüzde şehir modellerinin mobil araçlar yardımıyla 3B ve panoramik olarak anında ve iyi çözünürlükte üretilmesi mümkündür.

3. DETAY SEVİYESİ KAVRAMI VE ÇOKLU DETAY SEVİYESİNDE MODELLEME

Detay Seviyesi (LoD-Level of Detail), 3B şehir modellerinde genelleştirme içeriğini belirleyen bir kavramdır. LoD derecesinin artması, 3B geometrinin detay içeriğinin zenginleşmesi anlamına gelir. LoD azaldıkça genelleştirme yoluyla detay seviyesi düşük geometrik görseller

elde edilir. Böylece ihtiyaç doğrultusunda ayrıntılandırılmış mekânsal veriler üretilerek maddi anlamda tasarruf sağlanırken aynı zamanda ideal veri üretimi ile zamandan tasarruf edilir ve kullanıcılar için daha işlevsel modeller elde edilebilir.

Bugüne dek çeşitli detay seviyesi tanımlamaları yapılmıştır. Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından belirlenen standartlara göre City Geography Markup Language (CityGML) dili kapsamında beş ayrı LoD tanımlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. CityGML'de detay seviyesi tanımları. (Löwner vd., 2012)

Bu tanımlamada en düşük seviye olan LoD0, 2.5B sayısal arazi modelinden oluşur. Bu model hava fotoğrafı veya harita ile de desteklenebilir. LoD1, çatı yapısı ve doku içermeyen blok modelidir. LoD2'de çatı yapıları ve dokular görünür durumdadır. Yeşil alanlar ile birlikte sunum da mümkündür. LoD3, duvar ve çatı yapılarıyla, balkon, cumba ve izdüşümler gibi mimari detaylarla zenginleştirilmiş bir detay seviyesidir. Yapılar, yüksek çözünürlüklü dokularla detaylandırılabilir, detaylı yeşil alan ve ulaşım modelleri eklenebilir. LoD4 ise LoD3'ün iç mimari ile detaylandırılmış modelini temsil eder. Odalar, iç kapılar, mobilyalar, merdiven gibi detaylar eklenerek en yüksek detay seviyesinde modeller oluşturulur (Kolbe vd., 2005).

OGC tarafından belirlenen CityGML standartlarındaki beş detay seviyesinin üretilen modele yönelik ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda, modeller için farklı şirket ve kuruluşlar tarafından farklı LoD tanımlamaları da yapılmıştır. Bir geomatik şirketi olan BLOM, blok modellerden oluşan dört ayrı detay seviyesi tanımlamıştır. NAVTEQ, çatı şekillerine yükseklik bilgisi ekleyerek oluşturduğu 3B modelleri için tek modelde aynı anda gösterilen dört LoD tanımlayarak yalnızca müze, anıt gibi önemli görsel şehir yapıları için foto-gerçekçi görseller

kullanmış, diğer yapıları ise dokular kullanarak görselleştirmiştir. Benzer bir şirket olan Vertex Modelling, ürettikleri Londra şehir modelini kendilerinin tanımladığı toplam dört ayrı LoD seviyesi ile oluşturmuştur (Biljecki vd., 2013).

Anlık dinamik görselleştirmeler için CityGML'de tanımlanan LoD seviyelerinin yetersiz bulunduğu durumlarda detay seviyelerinin çok sayıda tanımlanması ve aynı anda birçok detay seviyesinde modellerin üretilmesi ise bir diğer yaklaşım olarak önerilmiştir. Bu yaklaşım için ilerlemeli veri kaydı ve veriler arası düzenli geçişlerin yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Kada, 2014).

Bu çalışma kapsamında üretilen modellerde de kişisel veriler düşük detay seviyeleri ile korunurken ticari kısımlar gibi veri korunumunun önemli olmadığı alanlarda yüksek detay seviyelerinin kullanılması için çok LoD'lu bir yaklaşım belirlenmiş ve güvenlik ihtiyaçlarının gerektirdiği şekilde örnek bir model üzerinde CityGML'de tanımlanan standartlardan farklı olarak dört ayrı detay seviyesi tanımlanmıştır. Sonuç ürünler bu detay seviyeleri kullanılarak oluşturulmuştur. Tanımlanan detay seviyeleri ile ilgili ayrıntılı bilgi, çalışmanın Uygulama bölümünde yer almaktadır.

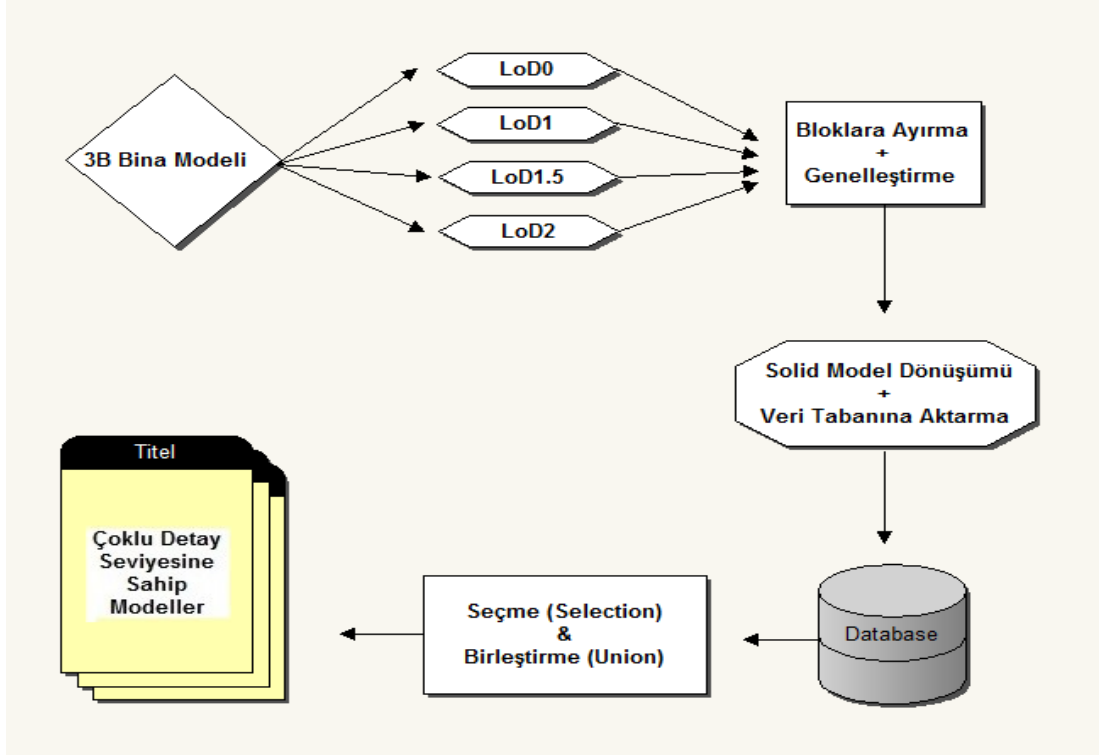
4. ÇALIŞMA ALANI

Çoklu detay seviyesinde 3B bina modelleme çalışması için uygulama alanı olarak, farklı görsel detaylara ve farklı çatı tiplerine sahip binalardan oluşan site görünümünde bir alana gereksinim duyulmuştur. Bu amaçla, çalışmanın gereksinimleri karşılayan niteliklerde bir yerleşim birimi olan, Berlin – Mitte bölgesinde bulunan Siegmunds Hof öğrenci yurdu alanı seçilmiştir.

Seçilen yurt alanınının 10 binayı kapsayan bir bölümü belirlenerek 3B modelleme çalışması kapsamında örnek alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanınının Google Earth ekran görüntüsü.



Şekil 3. Çoklu detay seviyesine sahip modellerin üretim şeması.

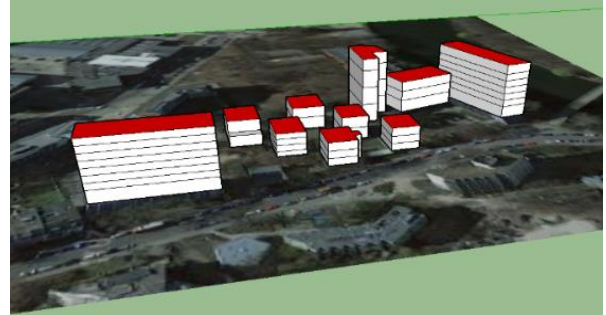
5. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama aşaması şemada ifade edildiği gibi (Şekil 3), belirlenen detay seviyelerinde 3B bina modellerinin oluşturulması, her detay seviyesindeki bina modellerin katı bloklara ayrılması, üretilen katı blokların kullanılan veri tabanında depolanması ve farklı detay seviyelerinden güvenlik gereksinimlerine göre seçilen blokların veri tabanından çağrılarak birleştirilmesi yoluyla çoklu detay seviyesinde yeni 3B bina modellerinin oluşturulması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Modeller öncelikle üç ayrı detay seviyesinde oluşturulmuş (LoD0, LoD1 ve LoD2) ve çoklu detay seviyesindeki modellerin üretim aşamasında bunlara LoD1 ve LoD2 arasında tanımlanan LoD1.5 detay seviyesi eklenmiştir.

a. 3B Bina Modellerin Oluşturulması

3B bina modelleri, ilerlemeli olarak dört farklı detay seviyesinde oluşturulmuştur (LoD0, LoD1, LoD1.5 ve LoD2). Çalışma süresince 3B modelleme programlarından biri olan SketchUp yazılımından yararlanılmıştır. Öncelikli olarak bölgenin Google Earth ekran görüntüsü, SketchUp yazılımına coğrafi koordinatları ile eklenmiş ve eklenen görüntü üzerinde, binaların Google Earth yazılımı aracılığıyla ölçülen

yükseklik bilgilerinden (bina yükseklikleri ve kat yükseklikleri) yararlanılarak LoD0 detay seviyesindeki ilk model üretilmiştir (Şekil 4). Üretilen bu seviye, binaların en genel hatlarıyla görselleştirildiği ve ayrıntıların içerilmediği, modelin en düşük detay seviyesi olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. LoD0 – en düşük detay seviyesi.

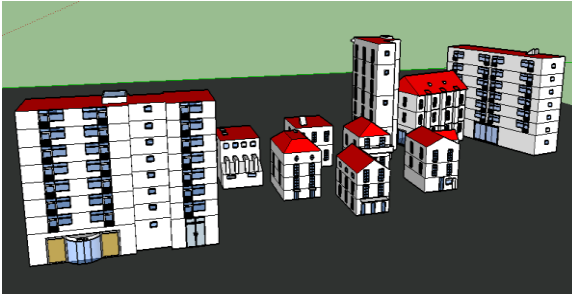
LoD1, orta seviye model olarak tasarlanmış ve bu seviyede binaların dış kolonları, çatılar, bacalar, tenteler, güneş panelleri, merdivenler ve detaylandırılmamış haliyle balkonlara yer verilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. LoD1 – orta detay seviyesi.

Güvenlik etkili çoklu detay seviyesinde bina modellerinin üretimi için, üç ayrı detay seviyesinde oluşturulan modellere LoD1.5 olarak tanımlanan, LoD2'nin detaylarını kısıtlı olarak içeren bir detay seviyesi daha eklenmiştir. Bu seviyede LoD2'de yarı görünür halde bulunan pencereler saydamlaştırılmış ve pencere detayları görüldüğü halde içeriği göstermeyen bir güvenlik etkili detay seviyesi tanımlanmıştır.

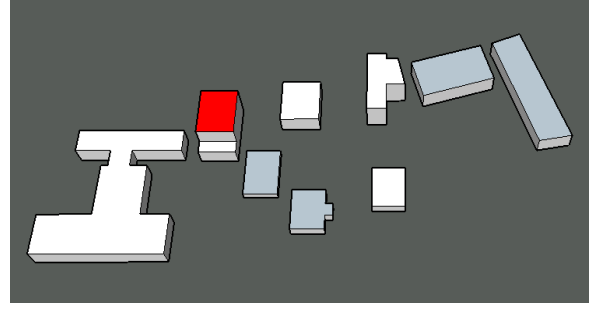
LoD2 ise en yüksek detay seviyesi olarak tasarlanmış ve mimari detaylar ile modellenmiştir. Pencere ve kenarlıklar, detaylandırılmış balkon şekilleri, ana kapı ve girişler gösterilmiştir (Şekil 6).



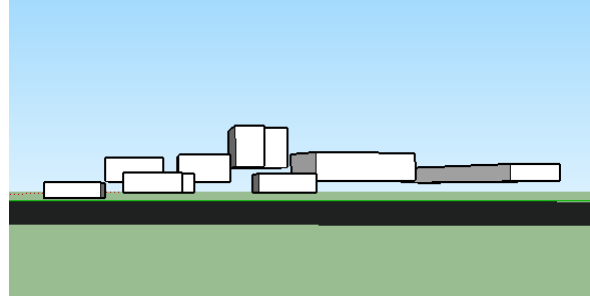
Şekil 6. LoD2 – en yüksek detay seviyesi.

b. Bina Bloklarının Oluşturulması ve Saklanması

Oluşturulan modellerin her detay seviyesinde bloklara ayrılarak mekânsal veri tabanında saklanması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında mekânsal veri tabanı olarak Oracle Spatial kullanılmıştır. Veri tabanında saklanan bina bloklarının ihtiyaca göre çeşitli detay seviyelerinden seçilerek birleştirilip güvenlik etkili çoklu detay seviyesinde yeni bina modellerinin üretilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda bina blokları, her bir binanın tek bir katı bir blok oluşturulacak şekilde tasarlanmış ve binalar her detay seviyesinde katlarına ayrılmıştır. Her kat tek hacimli bir blok oluşturacak şekilde yeniden modellenmiş ve veri tabanına aktarılmıştır (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. LoD0'ın 1. katlarının blok modelleri (LoD0-1).



Şekil 8. LoD0'ın 2. katlarının blok modelleri (LoD0-2).

Blokların veri tabanına aktarılması aşamasında mekânsal veri tipleri arasında format dönüşümleri sağlayan bir dönüştürücü program olan FME (Feature Manipulation Engine)'den yararlanılmıştır. Veri dönüşümü işlemi sırasında üretilen modellerin veri tabanına katı cisim (solid) olarak tanıtılmasını sağlamak için ise dönüşüm işlemi sırasında FME programının katı cisim dönüştürücüsü (SolidBuilder) kullanılmıştır.

c. Çoklu Detay Seviyesinde Bina Modellerinin Oluşturulması

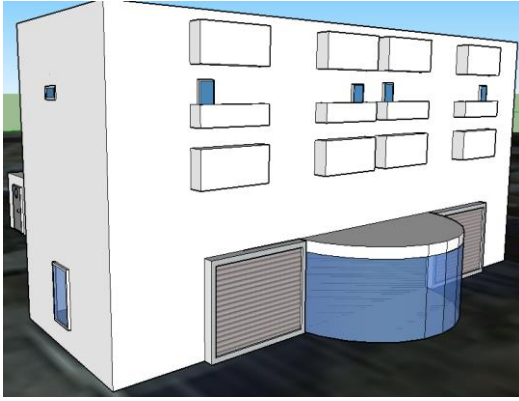
Çoklu detay seviyesinde bina modellerinin veri tabanı içerisinde Boole (Boolean) fonksiyonları kullanılarak oluşturulması hedeflenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda 3B mekânsal veriler ile ilgili kullanılan veri tabanı içerisinde kesişim, filtreleme, tampon analizi, alan hesabı gibi birçok coğrafi işlemin hızlı ve pratik bir şekilde gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Fakat çoklu detay seviyesinde bina modellerinin üretimi için birleşim (union) fonksiyonunun kullanılması gerekmektedir. Veri tabanında yapılması düşünülen üretim işlemi aşağıdaki gibidir:

$$Dc = (LoD2 - 1) \cup (LoD0 - 2) \cup (LoD1 - 3) \cup (LoD1.5 - 4) \cup (LoD1 - 5) \quad (1)$$

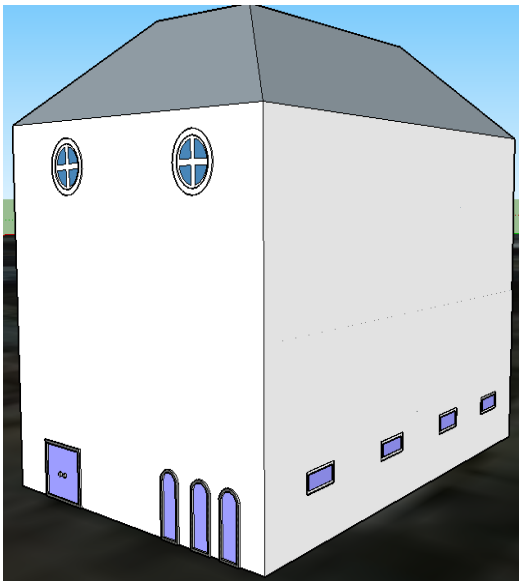
Dc çoklu detay seviyesinde model, LoD2-1 LoD2'nin 1. katı, LoD0-2 LoD0'in 2. katı, LoD1-3 LoD1'in 3. katı, LoD1.5-4 LoD1.5'in 4. katı, LoD1-5 LoD1'in 5. katıdır.

Bu fonksiyon ile model üretimi için gerekli olan birleşim (union) işlemi, çalışmada kullanılan mekânsal veri tabanında 3B geometriler için desteklenmediğinden çoklu detay seviyesinde modeller 3B modelleme programı aracılığıyla, el ile oluşturulmuştur.

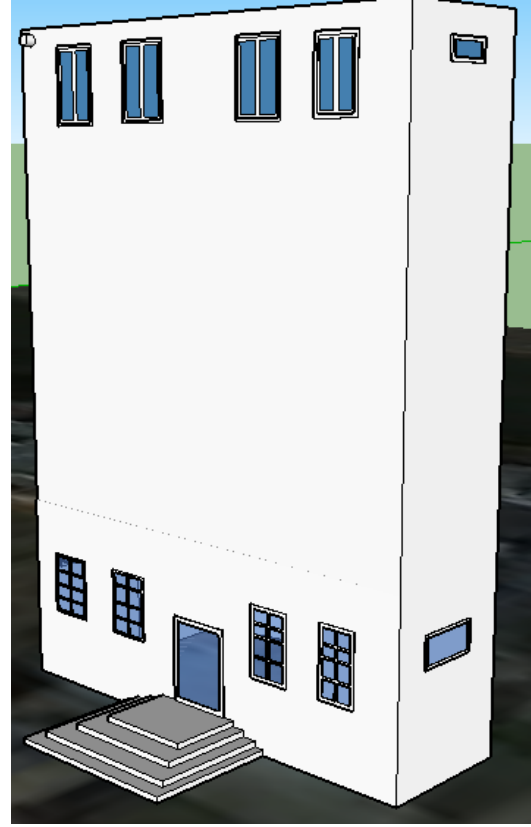
Üretilen çoklu detay seviyesinde bina modelleri için birinci katlar LoD2'den, ikinci katlar LoD0'dan, üçüncü katlar LoD1'den, dördüncü katlar LoD1.5'ten ve beşinci katlar LoD1'den seçilen kat blokları birleştirilerek üç bina modeli oluşturulmuştur (Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11). Oluşturulan güvenlik etkili modeller, seçilen katı cisim şeklinde kat bloklarının birleşimi halindeki tek hacimli ve yine katı cisim olan binalardır.



Şekil 9. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -1.



Şekil 10. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -2.



Şekil 11. Çoklu detay seviyesinde bina modeli -3.

Üretilen üç çoklu detay seviyesinde bina modeli için birleştirilen blokların seçimi, modelleme alanı olarak seçilen ve şehir içinde merkezi bir konumda bulunan öğrenci yurdunun kişisel gizlilik ve güvenlik gereksinimleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Birinci katlarda genellikle giriş ve danışma bölümlerinin yer aldığı var sayılarak bina içerisindeki ilgili birimlere dair göstergelerin bulunduğu ve bunların görünür olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle birinci katlar için modelin en yüksek detay seviyesinden alınan bloklar kullanılmıştır (LoD2). İkinci katlarda bina yönetimi bulunduğu var sayılarak bu alanların daha güvenli olabilmesi için modelin en düşük detay seviyesinden alınan bloklara yer verilmiştir (LoD0). Üçüncü ve beşinci katların yurtda konaklayan küçük yaşta öğrencilerin yaşam alanı olduğu var sayılarak bu katlar için modelin orta detay seviyesi olarak tanımlanan LoD1'den alınan bloklar kullanılmıştır. Dördüncü katlar için ise daha büyük yaşta öğrencilerin konakladığı var sayılmış ve genel anlamda şehir içi kişisel yaşam alanları için uygun olabileceği düşünülen, LoD2'deki camların opaklaştırılması yoluyla elde edilen modelin LoD1.5 ara detay seviyesi kullanılmıştır.

Modellerin üretimi için birleştirilen katı bloklar ve bu katı blokların alındığı detay seviyelerindeki modellerin görselleri ile ilgili detaylı bilgiler, Kaynaklar bölümünde verilen yüksek lisans tez çalışmasında yer almaktadır (Koç, 2016).

6. SONUÇLAR

3B şehir modelleme ve görselleştirme tekniklerinin gelişmesi ile birlikte kişisel bilgiler herkes tarafından erişilebilir boyuta ulaşmış ve bu durum çeşitli güvenlik problemlerini de beraberinde getirmiştir. 3B modellerin birçok detay seviyesinde modellenmesi bu çalışmada bir çözüm önerisi olarak sunulmuştur. İhtiyaçlar doğrultusunda kişisel gizlilik gerektiren bölümler için düşük detay seviyelerinden ve ayrıntı gerektiren bölümler için ise daha yüksek detay seviyelerinden seçimler yapılarak çok LoD'lu 3B bina modellerinin oluşturulması güvenlik problemlerine veri kaybına sebep olmadan çözüm getirebilmektedir. Örneğin, genellikle ticari amaçlarla kullanılan birinci katlar, müşteriler açısından daha çok detay içeren bir seviyede tasarlanmalıyken; ikinci ve diğer katlar genellikle kişisel alanlardan oluştuğu için daha az detay gerektirmektedir. Bu nedenle detay seviyelerinin güvenlik ihtiyaçlarına göre tasarlanması, gerek duyulan durumlarda yeni detay seviyelerinin tanımlanması veya ara detay seviyelerinin üretilmesi yararlı olacaktır. Çok LoD'lu 3B modeller ile farklı ayrıntılardan oluşan birleşik modeller üretmek mümkündür.

Çok LoD'lu 3B bina modellerinin seri ve pratik olarak üretilebilmesi için üç boyutlu verileri saklayabilen, görselleştirebilen, bu verilerle kesişim, birleşim gibi işlemleri gerçekleştirebilen mekânsal veri tabanlarının geliştirilmesinin, çalışmanın geleceği açısından faydalı olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bertino, E., Thuraisingham, B., Gertz, M., Damiani, M.L., (2008). **Security and Privacy for Geospatial Data: Concepts and Research Directions**, Proceedings of the International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS (SPRINGL '08), pp. 6-19.
- Biljecki, F., Zhaoa, J., Stotera, J., Ledoux, H., (2013). **Revisiting the Concept of Level of Detail in 3D City Modelling**, ISPRS 8th 3Dgeoinfo Conference.
- Döllner J, Buchholz H., (2005). **Expressive Virtual 3D City Models**, Proceedings of the 22nd International Cartographic Conference, Spain.
- Döllner, J., Baumann, K., Buchholz, H., (2006). **Virtual 3D City Models as Foundation of Complex Urban Information Spaces**, Proceedings of the 1th international conference on Urban Planning and Spatial Development in the Information Society (REAL CORP). CORP – Competence Center of Urban and Regional, Planning, pp. 107–112.
- Filippovska, Y., Wichmann, A., Kada, M., (2017). **Space Partitioning for Privacy Enabled 3D City Models**, Proceedings of the 3D Geoinfo 2017. (kabul edildi)
- Kada, M., Peter, M., Fritsch, D., Siemoneit, O., Hubig, C., (2009). **Privacy-Enabling Abstraction and Obfuscation Techniques for 3D City Models**, Proceedings of the 2nd SIGSPATIAL ACM GIS International Workshop on Security and Privacy in GIS and LBS, pp. 53-57.
- Kada, M., (2014). **Progressive Transmission of 3D Building Models Based on String Grammars and Planar Half-Spaces**, Proceedings of ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. II-2, pp. 9–14.
- Koç, Z., (2016). **A Multi-LOD Approach for Privacy Enabled 3D Building Model**, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kolbe, T. H., Gröger, G., Plümer, L., (2005). **CityGML-Interoperable Access to 3D City Models**, Proceedings of the First International Symposium on Geo-Information for Disaster Management GI4DM, Delft, Netherlands. LNCS, Springer Verlag, Berlin.
- Löwner, M. O., Benner, J., Gröger, G., Gruber, U., Häfele, K.-H., Schlüter, S., (2012). **CityGML 2.0 – ein internationaler Standard für 3D-Stadtmodelle, Teil 1: Datenmodell. CityGML 2.0 – an international standard for 3D city models, part 1: Data model**, Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, pp. 340-349.
- Schulze-Horsel, M., (2007). **3D Landmarks – Generation, Characteristics and Applications**. CyberCity_3DLandmarks_3DARCH2007.