

# KAMPÜS BİLGİ SİSTEMİ VE CityGML: MERSİN ÜNİVERSİTESİ

L. Kuşak\*, F. B. Ünel, M. Yakar

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 33 343, Yenişehir/Mersin –  
lutfiyekusak(fatmabunel, myakar)@mersin.edu.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** Kampüs Bilgi Sistemi, CityGML, üç boyutlu (3B) modelleme.

## ÖZET:

3B sanal şehir modellerinin oluşturulması, sunulması ve kullanıma hazırlanması dünyada ve Türkiye’de giderek yaygınlaşmaktadır. 3B sanal şehir modellerinin sunulmasında CityGML kullanımı oldukça yaygındır. Şehirlere benzeyen yapısı ile üniversite yerleşkelerinin de kampüs bilgi sistemleri kapsamında 3B modellerine rastlamak mümkündür. Hazırlanmış olan Kampüs Bilgi Sistemlerinin sürdürülebilirliğinin, genişletilebilirliğinin ve esnekliğinin sağlanması oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı Mersin Üniversitesi bünyesinde hazırlanması planlanan kampüs bilgi sistemi projesinin sürdürülebilirliğinin ve genişletilebilirliğinin desteklenmesi kapsamında tercih edilen CityGML’in getireceği avantaj ve dezavantajlar tartışılmıştır.

**KEYWORDS:** Campus Information System, CityGML, 3D Modeling

## ABSTRACT:

The creation of virtual 3D city models, presentation and preparation to use, is widespread in the world and in Turkey. The use of CityGML in the presentation of 3D virtual city models is quite common. It is possible to find 3D models within the campus information systems of the university campuses with its structure similar to the cities. It is important to ensure the sustainability, extensibility and flexibility of the Campus Information Systems prepared. The aim of this study is to discuss the advantages and disadvantages of CityGML, which is preferred within the scope of supporting the sustainability and expandability of the campus information system project, which is planned to be prepared within Mersin University.

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Tarım, astronomi, arkeoloji, mimarlık, havacılık, ticaret, iklim, suç, savunma, afet, ekoloji, ekonomi, eğitim, enerji, mühendislik, çevre, orman, oyun sektörü, jeoloji, sağlık, hidroloji, sigorta, arazi kullanımı, şehircilik, iletişim, turizm, ulaşım, eğitim ana başlıkları altında 1000 den fazla uygulama alanında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aktif olarak kullanılmaktadır (“GIS Applications”, 2019; Yomralıoğlu, 2000).

Gerek teknoloji alanındaki gelişmeler gerekse değişen ihtiyaçlar doğrultusunda klasik CBS geliştirilmekte, web sayfaları ve cep telefonları aracılığı ile mekânsal verinin 2 boyutlu ve 3 boyutlu sunumu ( Simões vd., 2015; Blut vd., 2019), sorgulanması, analizi gibi yeni özellikler kullanıcılara sunulmaktadır (“İBB Harita”, 2019; Kahraman vd., 2011).

Mekânsal bilginin saklanması, düzenlenmesi, analizi, sorgulanması ve sunumu için web tabanlı/web tabanlı olmayan birçok ticari/ticari olmayan ve aktif kullanımda olan ve müşteri değerlendirmeleri yapılmış 215 farklı CBS yazılımı bulunmaktadır (“GIS Software”, 2019).

1962 yılında Roger Tomlinson ile başlayan CBS çalışmaları 1979 yılında istatistiksel çalışmalarla devam etmiş, 2004 yılının ortalarında coğrafi veriye ücretsiz erişimi sağlayan Open Street Map ve 2005 yılının ilk çeyreğinde hem masaüstü hem de mobil

web desteği sağlayan Google Map servisi kullanıcıların hizmetine sunulmuştur (“GIS Timeline”, 2019).

CBS çalışmaları, günümüzde binaların iç yapılarının haritalama işlemleri, sürücüsüz araçlar için navigasyon sistemleri, görselliği artırılmış 3B CBS çalışmaları ve daha pek çok uygulama ile devam etmektedir.

Çoğu 3B şehir modelleri ilk etapta sadece görselleştirme amaçlı üretilenler de bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde uygulama alanları giderek artmaktadır (Buyukdemircioğlu ve Kocaman, 2018; Saran vd., 2018; Yücel ve Selçuk, 2015). Simülasyon, navigasyon, şehir planlama, çevresel gözlemler, afet yönetimi gibi alanlarında yer aldığı pek çok uygulama alanı için 3B şehir modelleri önemli hale gelmiştir (Rodrigues vd., 2013).

3 boyutlu şehir modellemesi için 3B CBS, mimarlık, inşaat, bilgisayar ortamında görselleştirmeye kadar pek çok alanda çalışılmaktadır.

Diğer alanların aksine; 3B CBS’den beklenen sadece verinin 3B sunumu değil klasik CBS’nin güçlü özellikleri arasında yer alan sorgulama, analiz gibi özelliklerin de desteklenmesidir (Buyukdemircioğlu ve Kocaman, 2018). Bu amaçla şehircilik çalışmaları (D’Hont vd., 2013; De Jesus vd., 2018; Guney, 2016), kadaströ (Gózdź vd., 2014), çevre, afet (Kolbe vd., 2005), mikro klima bölgelerinin gösterimi (Kardinal Jusuf vd., 2017), güneşlenme süreçleri (Chaturvedi ve Kolbe, 2016),

\* Corresponding author. This is useful to know for communication with the appropriate person in cases with more than one author.

Kampüs Bilgi Sistemleri (KBS) gibi 3B CBS uygulamaları geliştirilmiştir.

Son dönemlerde ise sadece profesyonel kullanıcılarla sınırlı kalmayıp profesyonel olmayan kullanıcılara da erişimi desteklemek için 3B CBS'nin web ortamında sunumu çalışmaları göze çarpmaktadır (Willmes vd., 2010).

3B modellerin oluşturulması, görseleştirilmesi, web ortamında sunulması ve değişimi için CAD (Computer Aided Design), CG (Computer Graphics-Bilgisayar Grafikleri), BIM (Building Information Management) ve CBS tabanlı uygulamalarda farklı veri modelleri kullanılmaktadır (Saran vd., 2018).

Grafik tasarımlarda Web tabanlı görselleştirme için en çok kullanılan 3B modeller VRML, X3D ve COLLADA iken, BIM çalışmalarında IFC, gbXML, 3B mekansal objelerin değişimi ve sunumunda CBS'de tercih edilen 3B modeller ise GML, CityGML ve KML'dir (Saran vd., 2018). Her modelin zayıf ve güçlü tarafları bulunmaktadır. IFC ve VRML metin tabanlı iken KML, X3D, CityGML, gbXML ve COLLADA XML tabanlı modellerdir. Diğer modellerin aksine CityGML, gbXML, IFC modellerinde semantik destek bulunurken diğerlerinde bu destek görülmemektedir. Aynı şekilde diğer bütün modeller web ortamında render özelliğini desteklemesine rağmen IFC ve gbXML bu özelliği desteklememektedir (Saran vd., 2018).

3B CBS uygulamaları arasında yer alan 3B Kampüs Bilgi Sistemlerinin gelişimi CBS'nin gelişimi ile benzer özellikler taşımaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde arazi kullanımı ve planlamaya yönelik uygulamalar kısmında tanımlanan üniversite Kampüs Bilgi Sistemleri (KBS) (Yomralıoğlu, 2000) pekçok üniversitede çalışma konusu olarak güncelliğini korumaktadır.

Üniversitenin ve alt bölümlerinin (akademik ve idari) mekânsal ve mekânsal olmayan veri setleri elde edilerek, donanım ve yazılımlar kullanılarak saklanıp, analiz edilip, sunulmasında günümüzde CBS tabanlı KBS ler geliştirilmektedir (Kahraman vd., 2013, 2011). Bu tip sistemler sayesinde kampüs alanları çok daha planlı ve etkin kullanabilmekte ve kararlar alınabilmektedir.

Şehir hayatına ekonomik ve sosyal açıdan katkıları olan üniversiteler binaları, barınma olanakları, rekreasyon ve spor alanları, idari yapıları, yol ağları ve daha birçok özellikleri ile şehirlerin küçük bir modelini temsil etmektedirler.

Türkiye'de 2019 yılı itibarıyla önlisans, lisans, yüksek lisans ve doktora dâhil yaklaşık 8 milyon öğrenci bulunmakta ve 206 üniversitede eğitim-öğretim devam etmektedir. Bu üniversitelerde aktif 166.230 akademisyen hizmet vermektedir ("YÖK", 2019). Güncel sayılara idari personel ve diğer hizmet çalışanları eklendiğinde üniversite yerleşkelerinin yönetilmesinin önemi daha da çok ortaya çıkmaktadır.

Genellikle sade görünüşleri, hızlı sorgulamaya imkân vermesi nedeni ile CBS örneklerinde olduğu gibi KBS'ler için de 2B web tabanlı örnekler bulunmaktadır ("Georgia Tech", 2019). Kullandıkları sistemler 3B sunumları desteklemesine rağmen 2B sunumların tercih edildiği dikkat çekmektedir.

Aynı 3B şehir modellerinde olduğu gibi 3B kampüs modelleri de ilgi çekici konu özelliğini korumaktadır. Google Trends sayfası araştırma sonuçlarına göre 3B kampüs ve 3B şehir

haritaları hakkında kullanıcılar tarafından araştırmalar yapıldığı görülmektedir (Şekil 1).

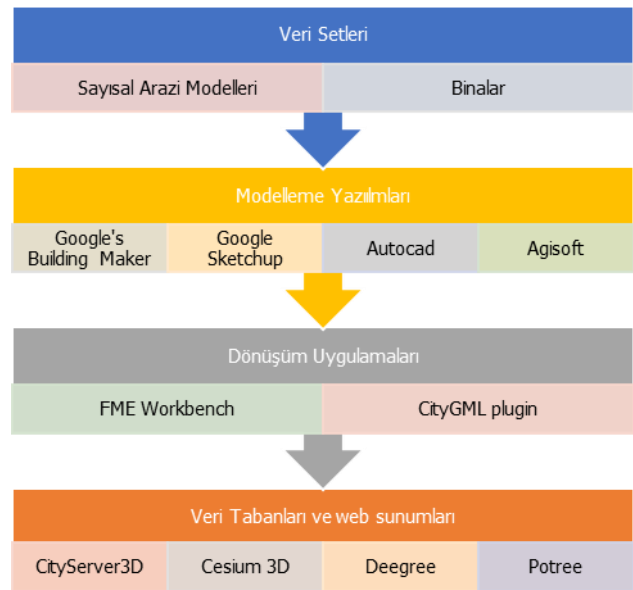
Benzer şekilde 3B kampüs bilgi sistemlerinin web ortamında sunulması çalışmalarına da rastlamak mümkündür. Şehir modellerinde olduğu gibi benzer veri setlerinin kullanıldığı kampüs yerleşkeleri çalışmaları büyük bir şehri doğrudan modellemektense bazı çalışmalarda protatip olarak tercih edilmiştir.



Şekil 1. Web'de dünya genelinde son 12 aylık 3B kampüs ve 3B şehir haritaları araştırmaları karşılaştırması ("Google Trends", 2019).

Karabük üniversitesi (Kahraman vd., 2011), Cologne Üniversitesi (Willmes vd., 2010), Hacettepe Üniversitesi (Buyukdemircioğlu ve Kocaman, 2018), Bandung Teknoloji Enstitüsü (Suwardhi vd., 2016) gibi üniversitelerin 3B web tabanlı KBS çalışmaları bulunmaktadır.

Çalışmalarda kullanılan veri setleri, verilerin modellenmesinde kullanılan yazılımlar, veri tabanları ve web sunucuları olmak üzere 4 temel başlık altında incelenmiştir (Buyukdemircioğlu ve Kocaman, 2018; "Cesium", 2019, "CityServer3D", 2019, "Deegree", 2019, "Potree", 2019, Kahraman vd., 2013, 2011; Willmes vd., 2010). Elde edilen sonuçlar özet grafik şeklinde sunulmaktadır (Şekil 2). Kullanılan standart yazılımların bulunmaması dikkat çekmektedir. Bu nedenle elde edilen 3B modellerin dönüşümünde ve web ortamında sunulmasında mutlaka bir dönüştürücü sistem kullanılması gerekmektedir.



Şekil 2. 3B Web Tabanlı KBS çalışma Sistemleri

Bazı çalışmalarda ise üniversite yönetimi tarafından, sistem yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi parça parça tasarlanmak yerine hazır sistemler ve yazılımlar tercih edilmektedir. Bu sistemlerden birisi de Concept 3D yazılımıdır ("Concept 3D", 2019). Bu yazılım kullanılarak sadece Amerika'da 250'den fazla üniversiteye kampüs haritası desteği verilmektedir ("Arizona State University", 2019). ESRI desteği ile yapılan

Harvard Üniversitesi 3B KBS diğer hazır yazılımlara örnek olarak verilebilir ("Harvard University", 2019).

1992 yılında eğitim öğretime başlayan Mersin Üniversitesinin gelişimi hala devam etmektedir. Bu nedenle etkin yönetim ve planlama için KBS olması kaçınılmazdır. Fakat daha önce herhangi bir CBS tabanlı bir altyapı çalışması bulunmayan üniversitede öncelikle verilerin ifadesi için bir standart tanımlanması gerekmektedir. Bu sayede yeni hazırlanacak olan bilgi sisteminde entegrasyon çalışmaları çok daha kolay olacaktır.

Çalışmada verilerin standartlarının tanımlanması için CityGML modelinin kullanılması düşünülmektedir. Gerek 3B Şehir modellerinde gerekse 3B KBS'ler için yapılan çalışmalar incelendiğinde belirli bir standart tanımlanmasının diğer sistemler ile entegrasyonda daha az sıkıntı yaratacağı veya standardı tanımlanmamış sistemlerin CityGML dönüşümleri uygulanarak kolaylıkla sisteme entegre edilebileceği görülmüştür.

## 2. CityGML

### 2.1 CityGML nedir?

Special Interest Group 3D (SIG 3D) tarafından ilk olarak Almanya'da geliştirilen CityGML daha sonra Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından ISO TC211 standartlarında tanımlanan XML tabanlı bir kodlamadır ("CityGML", 2019).

CityGML şehirlerdeki binalar, yollar, nehirler, köprüler, bitkiler ve şehir mobilyaları gibi 3B nesnelerin geometrisini ve özelliklerini tanımlama yolunu tanımlar (Kolbe vd., 2005). Bu tanımlamalar renkler ve dokular ile desteklenerek görünüşleri zenginleştirilir. 3B objeler için farklı detay seviyelerinin tanımlanabildiği CityGML'de bu farklılıklar değişik uygulamalar ve amaçlar için objelerin sunulabilmesini desteklemektedir (Tablo 1) (Arroyo Ohori vd., 2018; Kolbe vd., 2005; Konde vd., 2018).

LoD0	2B ve 2,5B Sayısal Arazi Modeli (SAM)
LoD1	Blok modeller
LoD2	Çatı ve doku özellikleri olan blok modeller, bitki objeleri
LoD3	Duvar, çatı, balkon gibi detaylı bina objeleri, detaylı bitki ve ulaşım objeleri
LoD4	Odalar, merdivenler ve mobilyalar gibi iç yapı elemanları

Tablo 1. LoD seviyeleri ve gösterimler

Verinin değişimi ve dağıtılması CityGML'in en genel kullanıldığı alandır (Kolbe, 2008). CityGML veri setleri XML dosyaları gibi metin dosyalarını içerir ve bazen dokular için kullanılan görüntü dosyaları da beraber taşınır. Her bir metin dosyası özel bir bölge veya obje gibi veri setinin bir parçasını sunar. CityGML dosyasında bir hiyerarşi bulunur ve en özel objeye ve özelliklerine kadar ulaşılır. Objelere ait geometri Geography Markup Language (GML) 3.2.1 kullanılarak tanımlanır.

CityGML'in diğer önemli uygulaması açık kaynaklı bir veri tabanı olan 3D City Database (DB)'dir. 3D City DB içeriği görselleştirme için KML, COLLADA ve GTF formatlarında export edilebilir ve içerinde Google Earth, ArcGIS ve web tabanlı Cesium Virtual Globe yazılımında bulunduğu yazılımlarda kullanılabilir (Arroyo Ohori vd., 2018)

CityGML, geometri ve semantikliği tek bir veri modelinde birleştirmesinden dolayı 3B şehir modellerinin depolanması ve değişimi için cazip çözümler sunmaktadır. Fakat görselleştirme konusunda bir takım sıkıntılar bulunmaktadır. Bunu aşabilmek için FZK Viewer, FME Data Inspector ve Azul gibi masaüstü görüntüleyicileri kullanılmaktadır (Arroyo Ohori vd., 2018).

CityGML neden önemli sorusunun kısaca yanıtları aşağıdaki gibidir:

- CityGML şehirlerin ve dış mekanların modellenmesinde en önemli uluslararası standarttır.
- BIM standartları arasında yer alan IFC'ye göre, CityGML modelleri daha az detaya sahiptir fakat çok daha fazla mekânsal uzantıyı kapsamaktadır.
- CityGML detay seviyelendirmede 5 farklı seçenek sunabilmektedir.
- CityGML özel uygulamalarda ve web tarayıcıları için değişim formatlarını desteklediği gibi görselleştirme için veri kaynağıdır.
- CityGML görülebilirlik ve güneş potansiyelinin de içinde yer aldığı çok sayıda mekânsal analiz için kullanılabilir (Arroyo Ohori vd., 2018)

### 2.2 3B şehir modellerinde CityGML

3B şehir modelleri günümüzde çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bu çalışmalar büyük ölçekten mikro ölçeğin kullanıldığı bina ölçeğine kadar değişmektedir (Arroyo Ohori vd., 2018).

Şehircilik ölçeğindeki çalışmalar için CBS ve CityGML tercih edilirken, bina ölçeğindeki çalışmalarda BIM kullanılmakta ve IFC (Industry Foundation Classes) formatı tercih edilmektedir (Kardinal Jusuf vd., 2017). Binalar ve arazi için semantic model olan ve değişim formatlarını destekleyen, nesneye ait çatılar, duvarlar, merdivenler için sınıflar tanımlayan ve ISO/PAS 16739 standartına dayanan IFC formatı karmaşık şehir modellerinin sunumunu desteklememektedir (Kolbe vd., 2005).

CityGML'de 3B şehir modellerinin kaydedildiği enerji planlama, değişim analizleri, taşınmazların vergilendirilmesi, gökyüzü görünüşünün hesaplanması, termal simülasyonlar gibi birçok çalışma bulunmaktadır. Her bir çalışmada özel semantik bilgiye ihtiyaç duymaktadır (Arroyo Ohori vd., 2018; Rodrigues vd., 2013).

Günümüzde bina içi aktivitelerde, dışarıda yapılan aktiviteler kadar dikkat çekmektedir. Bina içi navigasyon, sanal simülasyon veya tesis yönetimi uygulamalarında kullanılmak istenen detay seviyelerinin seçimi çok önemlidir.

3B şehir modellerinin sunumu için tasarlanan CityGML 3B şehir modellerinin doğrudan web ortamında sunulması ve görselleştirilmesi amacı ile tasarlanmadığından web ortamları için çalışmalar devam etmektedir. Web ortamında görselleştirmede CityGML geometrik bilgileri semantik bilgilerinden ayrı olacak şekilde görselleştirilebilir. Semantikliğin kaybolmasına rağmen X3D, KML, COLLADA gibi standartlar kullanılarak web ortamında görselleştirmeler yapılabilir (Arroyo Ohori vd., 2018).

### 2.3 3B Kampüs Bilgi Sistemlerinde CityGML

CityGML formatı çok amaçlı veri kaynakları kullanılarak oluşturulan 3B şehir modellerinin yönetilmesi için çok faydalıdır.

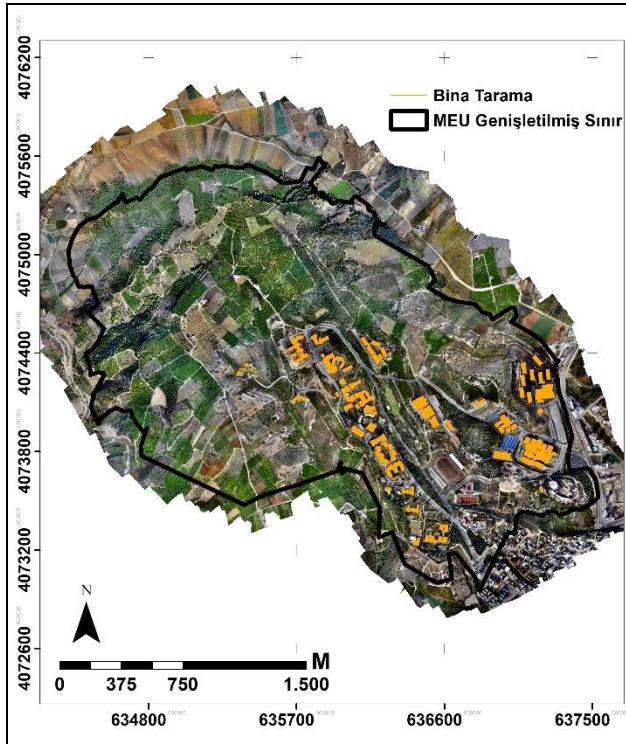
Bu düşünce ile kampüs alanlarında da benzer çalışmalar yapılmıştır.

3B KBS hazırlanması ve sunumu (Al-rawabdeh vd., 2014; Buyukdemircioglu ve Kocaman, 2018; Kahraman vd., 2013, 2011; Suwardhi vd., 2016; Willmes vd., 2010), enerji simülasyon uygulaması (Coccolo ve Kampf, 2015), trafik gürültü etki alanlarının araştırılması (Saran vd., 2018) çalışmaları bulunmaktadır.

## 3. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEM

### 3.1 Çalışma alanı

3 Temmuz 1992 yılında TBMM'nin kabul etmiş olduğu 3837 sayılı Kanun ile kurulan Mersin Üniversitesi 10 Kasım 1992 yılında faaliyete geçmiştir. 2018 yılında yayınlanan 2017 faaliyet raporu (MEU 2017 Yılı İdare Faaliyet Raporu, 2018) verileri dikkate alındığında Çiftlikköy, Yenişehir ve Tece olmak üzere 3 farklı kampüs alanında faaliyet göstermektedir. Çiftlikköy Merkez Kampüsü (Şekil 3) kent merkezine 14 kilometre uzaklıkta olup toplam 4.180 dekar alan üzerine kurulmuştur.



Şekil 3. Mersin üniversitesi Çiftlikköy kampüsü alanı ortofoto ve bina taramaları

Merkez Kampüs sınırları içinde, Dış Hekimliği, Güzel Sanatlar, İktisadi ve İdari Bilimler, İletişim, Fen-Edebiyat Mimarlık, Güzel Sanatlar, Mühendislik, Turizm, Havacılık ve Uzay Bilimleri ve Tıp fakültelerinin yanı sıra Sağlık Bilimleri, Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Enstitüleri Fen Bilimleri, Beden Eğitimi ve Spor, Devlet Konservatuarı, Takı Teknolojisi ve Tasarımı, Sağlık ve Yabancı Diller Yüksekokulları ile Sağlık

Hizmetleri, Sosyal Bilimler ve Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulları yer almaktadır.

Rektörlük, idari ve akademik merkez birimlerinin de bulunduğu Çiftlikköy Merkez kampüsünde Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi (Hastane) ve diğer araştırma ve uygulama merkezleri ile öğrencilerin sosyal, kültürel ve sportif amaçlı kullanabileceği pek çok tesis ve alan da yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Mersin Üniversitesi kampüs binaları (a. İnşaat ve Harita Mühendisliği Bölümü, b. Devlet Konservatuarı, c. İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, d. Eğitim Fakültesi)

Kent merkezinin batı yönünde bulunan Yenişehir Kampüsü, toplam 27.885 metrekare alana sahiptir. 1999 Tarihinden itibaren hizmet veren bu kampüste, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim, Su Ürünleri ve Eczacılık Fakülteleri, Nevit Kodallı Oda Müziği Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Konser Salonu ile Sürekli Eğitim Merkezi, Türkçe Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Uygulama Kreşi yer almaktadır.

Mersin sahil bandında yer alan Tece Kampüsü, toplam 20.000 m alana sahiptir. Bu kampüste Denizcilik Fakültesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu, Mersin Meslek Yüksekokulu, Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Deniz Kaplumbağaları Araştırma ve Uygulama Merkezi faaliyetini sürdürmektedir.

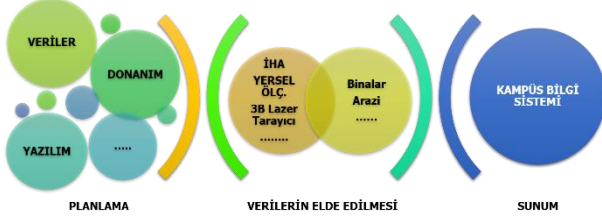
Mersin Üniversitesinde son üç yıla ait veriler incelendiğinde 2015-2016 akademik yılında 40.792, 2016-2017 akademik yılında 44.849 ve 2017-2018 akademik yılında kayıtlı öğrenci sayısı 47.298 olarak sunulmaktadır. ("YÖK", 2019). Kontenjanında artış gösteren Mersin Üniversitesinin arazi durumunun ve ihtiyaçlarının en optimum şartlarda yönetilebilmesi için Kampüs Bilgi Sistemine duyulan ihtiyaç göz önüne alınarak 2019-1-AP4-3225 kodlu "Mersin Üniversitesi Taşınmazlarının Yönetimi için Değerleme Altyapısının Oluşturulması" ve 2019-1-AP4-3454 kodlu "Mersin Üniversitesi Kampüs Bilgi Sistemi İçin Mekânsal Verilerinin Hazırlanması" isimli birbirini tamamlayan iki farklı proje sunulmuştur.

Sunulan bu projelerin ve diğer yapılacak olan çalışmaların bütünü kapsamında Mersin üniversitesi kampüs bilgi sistemi için yapılacaklar yöntem bölümünde açıklanmaktadır.

### 3.2 Yöntem

Planlama, verilerin elde edilmesi ve sunum olarak üç aşamada düşünülen projenin ilk aşaması olan planlama, bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır (Şekil 5).

Verilerin elde edilmesi ve sunulması konuları projenin diğer aşamaları olup daha sonra tamamlanması planlanmaktadır.



Şekil 5. Mersin Üniversitesi KBS işlem adımları

Yapılan son dönem çalışmalarında iç ve dış kavramların birleştirildiği görülmektedir (Tang vd., 2018). Buna göre Mersin Üniversitesi Kampüs Bilgi Siteminin bir bütün olarak ilk etapta Kampüs alanı çalışmalarının yapılması daha sonra bina modellerinin tasarlanması fakat bu işlemler yapılırken CityGML kullanılması planlanmaktadır.

#### LoD0

- Binaların Dış Cepheleri
- Topografik Haritanın oluşturulması ve Bina alanlarının tespiti

#### LoD1

- Bina özellikleri
- Kampüs donatılarının ve binaların hazırlanması

#### LoD2

- Bina özellikleri ve diğer ayrıntılar
- Kampüs donatılarının ve binalarının temel özellikleri

#### LoD3

- Bina eşya bloklarının hazırlanması
- Kampüs donatılarının ve binaların detaylı sunumu

#### LoD4

- Bina iç ve dış detayları

Şekil 6. CityGML seviyelendirme çalışması

Veri setlerinin tanımlanması sistemin başka sistemlere olan entegrasyonunu kolaylaştırmak amacıyla ile CityGML standartlarında tanımlanacaktır. CityGML seviyelendirme detaylarına göre bina ve arazi ayrı ayrı planlanmıştır (Şekil 6).

Proje kapsamında LoD0 seviyesi için daha önceden hazırlanmış olan kampüse ait ortofoto altlık olarak kullanılacaktır.

LoD1 seviyesi düşünüldüğünde mevcut binaların güncellenmesi için, kampüs alanı içerisindeki binaların proje kapsamında temin edilen döner kanatlı İHA ile 3Boyutlu modelleri oluşturulacaktır. Bu işlem yapılırken doğruluklarının artırılması için binalara ait farklı eğikliklerde, yüksekliklerde görüntüler alınacaktır (Jarzabek-Rychard ve Karpina, 2016; "Tips and Tricks", 2017). Bu işlemlerin yapılamayacağı kısımlarda ayrıca 3D lazer tarayıcı, GPS ve total station yardımı ile detay alımları yapılarak kampüs alanı içerisindeki binaların modellerinin daha doğruluklu olarak hazırlanması hedeflenmektedir.

LoD2 seviyesinde ayrıca kampüs alanı içerisindeki diğer ağaç, otopark alanları, donatıların tespiti yapılarak kullanım alanları tespit edilecektir.

LoD3 ve LoD4 seviyesinde tanımlanan 3B modellerinin oluşturulmasında kullanılacak Sketchup, Agisoft Photoscan, Revit ve diğer yazılımlardan elde edilecek 3 boyutlu modellerin bilgi sistemlerine entegrasyonu sağlanabilecektir.

CityGML kullanılarak tanımlanmış olan veriler web ortamında sunulmak üzere hazırlanacak ve kampüs alanındaki yönlendirmeler yapılabilecektir.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üniversite yerleşkelerinin yönetilmesi, herhangi bir afet, büyük etkinlikler, yeni yer seçimi ve diğer hızlı ve güvenilir kararlar almayı gerektiren durumlara kolaylıkla müdahale edilebilmesi için bütün üniversitelerde kampüs bilgi sistemlerinin kurulması gerekmektedir. 2B ve 3B olacak şekilde web sayfası üzerinden sunulsun veya sunulmasın sürdürülebilir, esnek, analizlere imkân veren, açık, kullanıcı dostu, karar almayı kolaylaştırıcı sistemlerin kurulması 1.000-60.000 kişinin aktif olarak yaşadığı kampüs alanları için kaçınılmaz öneme sahiptir.

Bütün kullanım alanlarının açık ve net ifade edildiği, kampüs donatılarının hepsinin kayıt altına alındığı, düzenli, yeni gereksinim duyulacak bina ve hizmet alanlarının uygun yer seçim analizlerinin rahatlıkla yapılabildiği, şehirlerin bozulan yeşil alan dokusunun içerisinde korumaya alınmış yerlerden birisi olan yerleşkeler için, günümüzde su, enerji ihtiyaçlarının konuma dayalı planlanabildiği, oluşturulduğu ve uygulanabildiği sistemlerin getireceği başarı ve düzen tartışılmaz bir şekilde önem arz etmektedir.

Uluslararası kabul gören ve yaygın kullanım alanı olan bir standart olarak CityGML kullanımı KBS hazırlanmasında önemlidir. 3D City Database kullanılarak hazırlanması düşünülen sistem daha sonraki çalışmalarda kolaylıkla Cesium yazılımına entegre edilerek web üzerinden sunumu da test edilecektir.

## BİLGİ

Bu çalışma Mersin Üniversitesi 2019-1-APA-3454 kodlu BAP projesi desteği ile hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

Al-rawabdeh, A., Al-ansari, N., Attya, H., Knutsson, S., 2014. GIS Applications for Building 3D Campus, Utilities and Implementation Mapping Aspects for University Planning Purposes. Journal of Civil Engineering and Architecture,.

Arizona State University, 2019. <https://myatlascoms.com/map/?id=120> ( 4.22.19).

Arroyo Ogori, K., Biljecki, F., Kumar, K., Ledoux, H., Stoter, J., 2018. Modeling Cities and Landscapes in 3D with CityGML, içinde: Building Information Modeling. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_11)

Blut, C., Blut, T., Blankenbach, J., 2019. CityGML goes mobile: application of large 3D CityGML models on smartphones. International Journal of Digital Earth. <https://doi.org/10.1080/17538947.2017.1404150>

- Buyukdemircioglu, M., Kocaman, S., 2018. A 3D campus application based on city models and WebGL, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-161-2018>
- Cesium, 2019. <https://cesiumjs.org/> ( 4.13.19).
- Chaturvedi, K., Kolbe, T.H., 2016. Integrating Dynamic Data And Sensors With Semantic 3d City Models In The Context Of Smart Cities, içinde: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W1-31-2016>
- CityGML,2019. <https://www.opengeospatial.org/standards/citygml/> ( 4.11.19).
- CityServer3D,2019. <http://www.cityserver3d.de/en/features/details/> ( 4.12.19).
- Coccolo, S., Kampf, J., 2015. Urban energy simulation of the EPFL campus in Fribourg using a new paradigm: the CITYGML application domain extension energy. Proceedings of International Conference CISBAT 2015 Future Buildings and Districts Sustainability from Nano to Urban Scale.
- Concept 3D , 2019. <https://www.concept3d.com/> ( 4.22.19).
- D'Hont, E., Cadzow, S., Prandi, F., Soave, M., De Amicis, R., Piffer, S., Gonzalez Boix, E., 2013. Using Citygml To Deploy Smart-City Services for Urban Ecosystems. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-4-w1-87-2013>
- De Jesus, E.G.V., De Amorim, A.L., Groetelaars, N.J., Fernandes, V.O., 2018. Modeling cities for 3D\_GIS purposes, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-135-2018>
- Deegree , 2019. <https://www.deegree.org/> (4.22.19).
- Georgia Tech , 2019. <https://map.gatech.edu/> (4.22.19).
- GIS Applications,2019.<https://gisgeography.com/gis-applications-uses/> (4.23.19).
- GIS Software, 2019. <https://www.g2.com/categories/gis> (4.21.19).
- GIS Timeline , 2019. <https://www.gislounge.com/gis-timeline/> (4.21.19).
- Google Trends,2019. <https://trends.google.com/trends/?geo=US> ( 4.21.19).
- Gózdź, K., Pachelski, W., Oosterom, P. Van, Coors, V., 2014. The Possibilities of Using CityGML for 3D Representation of Buildings in the Cadastre, içinde: 4th International Workshop on 3D Cadastres. ss. 339–361.
- Guney, C., 2016. Rethinking GIS towards the vision of smart cities through CityGML, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W1-121-2016>
- Harvard University , 2019. <https://harvard-cga.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=e1c067ed58c5408b853cdb5cf3511446> ( 4.22.19).
- İBB Harita , 2019. <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr/> ( 4.22.19).
- Jarzabek-Rychard, M., Karpina, M., 2016. Quality analysis on 3d buidling models reconstructed from uav imagery, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B1-1121-2016>
- Kahraman, I., Karas, I.R., Alizadehasharfi, B., Abdul-Rahman, A., 2013. A 3D campus information system-initial studies, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W2-35-2013>
- Kahraman, I., Karas, I.R., Rahman, A.A., 2011. Developing Web-Based 3D Campus Information System. ISG & ISPRS.
- Kardinal Jusuf, S., Mousseau, B., Godfroid, G., Soh Jin Hui, V., 2017. Integrated modeling of CityGML and IFC for city/neighborhood development for urban microclimates analysis, içinde: Energy Procedia. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.329>
- Kolbe, T.H., 2008. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML, içinde: 3D Geo-Information Sciences. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-87395-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-87395-2_2)
- Kolbe, T.H., Gröger, G., Plümer, L., 2005. CityGML: Interoperable access to 3D city models, içinde: Geo-information for Disaster Management. [https://doi.org/10.1007/3-540-27468-5\\_63](https://doi.org/10.1007/3-540-27468-5_63)
- Konde, A., Tauscher, H., Biljecki, F., Crawford, J., 2018. Floor plans in citygml, içinde: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W6-25-2018>
- MEU 2017 Yılı İdare Faaliyet Raporu, 2018. Mersin.
- Potree , 2019. <http://www.potree.org/> (4.13.19).
- Rodrigues, J.I.J., Figueiredo, M.J.G., Costa, C.P., 2013. Web3D GIS for city models with cityGML and X3D, içinde: Proceedings of the International Conference on Information Visualisation. <https://doi.org/10.1109/IV.2013.102>
- Saran, S., Oberai, K., Wate, P., Konde, A., Dutta, A., Kumar, K., Senthil Kumar, A., 2018. Utilities of Virtual 3D City Models Based on CityGML: Various Use Cases. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. <https://doi.org/10.1007/s12524-018-0755-5>
- Simões, B., Prandi, F., De Amicis, R., 2015. I-Scope: A CityGML Framework for Mobile Devices, içinde: Proceedings - 2nd ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems, MOBILESoft 2015. <https://doi.org/10.1109/MobileSoft.2015.14>
- Suwardhi, D., Trisyanti, S.W., Ainiyah, N., Fajri, M.N., Hanan, H., Virtriana, R., Edmarani, A.A., 2016. 3D surveying, modeling and geo-information system of the new campus of ITB-Indonesia, içinde: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W2-97-2016>
- Tang, L., Li, L., Ying, S., Lei, Y., 2018. A Full Level-of-Detail Specification for 3D Building Models Combining Indoor and Outdoor Scenes. ISPRS International Journal of Geo-Information. <https://doi.org/10.3390/ijgi7110419>
- Tips and Tricks , 2017. <https://blog.dronedeploy.com/> ( 4.21.19).

Willmes, C., Baaser, U., Volland, K., Bareth, G., 2010. Internet Based Distribution and Visualization of A 3D Model of the University of Cologne Campus. Earth.

YÖK , 2019. . Öğrenim Düzeyine Göre Öğrenci Sayısı. <https://istatistik.yok.gov.tr/> ( 4.21.19).

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar, 5. ed. Akademi Kitapevi, Trabzon, Türkiye.

Yücel, M.A., Selçuk, M., 2015. Farklı Ayrıntı Düzeylerinde 3 Boyutlu Kent Modelleme Ve CityGML. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>