

# ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİNDE AYRINTI DÜZEY KAVRAMI İNCE MİNARELİ MEDRESE (KONYA) ÖRNEĞİ

A. Varlık<sup>a</sup>, F. Uray<sup>a</sup>, A. Metin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Konya (avarlik, furay@konya.edu.tr, metinazim@gmail.com)

**ANAHTAR KELİMLER:** 3B, Görselleştirme, Ayrıntı Düzeyi (LoD), 3B Kent Modelleme

## ÖZET:

3B (Üç Boyutlu) kent modellerinin en önemli özelliği farklı mekânsal bilgilerin aynı ortamda bütünleştirilip gösterimine ve karmaşık kent modellerinin oluşturulup bunların yönetimine olanak sağlamasıdır. 3B sanal kent modelleri, arazi modelleri, bina modelleri, bitki modelleri, yollar gibi ulaşım sistemlerini içeren 3B ortamlar ve coğrafi tabanlı şehir verilerinin gösterimini içermektedir. 3B binalar için ölçek kavramı, LoD (Level of Detail) ayrıntı düzeyleriyle ifade edilmektedir. Her bir LoD belirli bir genel ölçek düzeyini gösterir. Bu çalışmanın ana amacı; kent tasarımı yapan tüm disiplinlerin gereksinim duyduğu farklı LoD seviyelerinde üç boyutlu kent modellerini, lazer tarayıcılardan elde edilen nokta bulutu verileri de kullanılarak üretimlerini artırmaktır. Bu metodun nasıl ve ne şekilde uygulanacağı, yapılacak entegrasyon sonunda nasıl ve ne kalitede bir ürün elde edileceği gibi temellerin tartışılmasıdır. Bu sayede söz konusu verilerin kullanılabilirliği ve uygunluğu araştırılacaktır. Bu amaçla Konya'nın simgesi olan İnce Minareli Medrese seçilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen model gerçek ölçeğinde fotogrammetrik verilerin kullanıldığı lazer tarayıcı destekli üç boyutlu yapı modelidir.

## LEVEL OF DETAIL (LOD) CONCEPT IN THREE DIMENSIONAL CITY MODELING AND A CASE STUDY OF İNCE MİNARELİ MADRASAH (KONYA)

**KEYWORDS:** 3D, Visualization, Level of Detail (LoD), 3D City Modelling

## ABSTRACT:

The most important feature of 3D urban models is that different spatial information can be integrated and displayed in the same environment and also it is allowing complex urban models can be created and managed. 3D environments that contains land models, building models, vegetation models, transportation systems such as roads and city data that is based on geography can be shown with 3D virtual city models. For 3D buildings, the concept of scale is expressed by LoD (Level of Detail). Each LoD represents a specific generalization level. The main purpose of this study is; investigate the production of three-dimensional city models at different LoD levels required by all urban disciplines using point cloud data obtained from laser scanners. How to apply and, how to get a product at the end of integration will be discussed. The availability and usability of such data will be investigated on this paper. For this purpose, İnce Minareli Medrese, which is the symbol of Konya, was chosen. The result obtained from the study is a terrestrial laser scanner assisted three-dimensional structure model in which photogrammetric data is used in real scale.

## 1. GİRİŞ

Gerek mekânsal verilerin elde edilebilmesi için geliştirilen yeni teknikler gerekse bunlardan elde edilen farklı formattaki verilerin bir araya getirilip daha etkin sunumları için geliştirilen bilgisayar teknolojileri sayesinde üç boyutlu şehir modellerine olan ilgi hızla artmaktadır. Şehir modelleri "Dünya yüzeyinin ve şehir alanlarına ait ilgili nesnelerin dijital temsili" (Fard vd., 2009) şeklinde tanımlanmaktadır.

Bilgi erişimi ve paylaşımının yanında görselleştirme aracı olarak da katkı sağlayabilen üç boyutlu kentsel modeller, kapsamlı mekânsal incelemeler ve analizlerde de analitik değerlendirme imkânı sunar (Koramaz, 2009).

Görsel algıyı çok büyük oranda arttıran üç boyutlu şehir modellemede temel amaç analiz, keşif, karar verme, takip, yönetme vs. çok farklı amaçlar için farklı kaynaklardan elde edilmiş mekânsal verinin bütünleştirilip, coğrafi

referanslandırılması olarak sunumudur. Tüm bu farklı amaçlar için modelden farklı görsel ayrıntılar talep edilebilir.

1990'larla birlikte geliştirilen üç boyutlu kentsel sanal modeller planlama süreçlerinde kentin geliştirilmesine yönelik önerilerin tartışılmasında önem kazanmaya başlamıştır. Edinburg ve Bath modelleri ilk önemli sanal kent modelleri olarak bilinmektedir. Strathclyde University'de (Avustralya) ABACUS grubun geliştirdiği Edinburg modeli ile University Collage of London'da yer alan CASA grubunun Bath University ile birlikte geliştirdikleri Bath sanal kentsel modeli, kendi alanlarında akademik ve mesleki deneyimlerin geliştirilmesine katkıda bulunmuşlardır. Bu modeller zengin kültürel mirasa sahip kentlerde tarih ve kültür bilincinin artırılmasında ve bu kentlerin korunmasında doğrudan katkıları sunabilmektedir (Hamilton, 2001).

Çok aktörlü katılımcı planlama ve tasarım sürecinde kullanılan üç boyutlu sanal görselleştirme uygulama örneklerinin yanında internet üzerinden fazla sayıda

kullanıcıya eri ebilen ve etkile im kurabilen sanal kent uygulamaları gelmektedir. Bu kentlerin bazıları Bath, Glasgow, Dublin, Philadelphia ve Los Angeles'dır (Koramaz, 2009).

Günümüzde üç boyutlu ehir modellerinin üretimi ile ilgili standartlar henüz olu turulmamı tır. Sadece CityGML yazılımı tarafından farklı kaynaklardan elde edilen verilerin görselle tirilmesi için geli tirilmi standartlar mevcuttur. CityGML ehir modelleri için detay seviyesine göre be ayrı ayrıntı düzeyi (Level of Detail) LoD tanımlanmaktadır.

Bu çalı mada ise kent tasarımı yapan tüm disiplinlerin gereksinim duydu u farklı LoD seviyelerinde üç boyutlu kent modellerini, lazer tarayıcılardan elde edilen nokta bulutu verileri de kullanılarak üretimlerini ara tırmaktır. Kentsel tasarım yapacak disiplinlerin ihtiyaç duydukları verilerin uygunla tırılarak, sunulmasıdır. Bu entegrasyonun nasıl ve ne ekinde yapılaca ı, yapılacak entegrasyon sonunda nasıl ve ne kalitede bir ürün elde edilece i gibi temellerin tartı lmasıdır. Bu sayede söz konusu verilerin kullanılabilirli i, uygunlu u ara tırılacaktır (Metin, 2016).

Yapılan modelleme çalı maları sonunda elde edilen bu verilerin kar ıla tırılması için do ruluk, üç boyutlu sunum detayları temel kar ıla tırma ilkeleri olarak kabul edilmi tir. Bu amaçla Konya'nın simgesi olma özelli ini ta ryan nce Minareli Medrese seçilmi tir. Çalı ma sonunda elde edilen model gerçek ölçe inde fotogrametrik verilerin kullanıldı ı yersel lazer tarayıcı destekli üç boyutlu kent modelidir.

## 2. ÇALI MA BÖLGESİ

Konya nce Minareli Medrese, Anadolu Selçuklu Dönemi'ne ait e siz eserlerden biridir. Alaeddin Tepesi'nin batısında, Beyhekim Mahallesi'nde bulunan medrese, do udan Alaeddin Keykubad Caddesi, batı, güney ve kuzeyden ise nce Minare Soka ı ile sınırlanmı tır. 1260-1265 yılları arasında Sultan II. zzeddin Keykavus Devri'nde ünlü vezir Sahip Ata Fahreddin Ali tarafından Mimar Kelük bin Abdullah'a yaptırılmı tır (Sözen,1972), (Erdemir, 2007).



ekil 1. Medresenin XIX. yy.'da ki durumu, (A. Kuran'dan)

Minare, H.15 aban 1319/27 Kasım 1901 Çar amba günü yıldırım isabet etmesi nedeniyle birinci e refesine kadar yıkılmı , bu sırada da batısındaki mescidin kubbesine de zarar vermi tir. U ur-Koman“1929 yılında harap durumdaki mescit ve son cemaat yeri duvarlarının tamamen yıkıldı mı” ekil 2'de ifade eder. Mevcut bilgilerden 1930'lı yıllara

kadar binanın bu harap durumunu korudu u görülür. Atatürk'ün Konya gezisinden sonra içinde medresenin de bulundu u birçok eski eserin tamir edilmesine ili kin talimatı, uzun yıllar sürece k olan onarım çalı malarının ba langıcını olu turmu tur (Uzunharman, 2015).



ekil 2. Medresenin XX.yy. ba larında durumu, (Vakıflar Genel Müdürlü ü Ar ivinden)

Medrese açık olup halen Konya Selçuklu Devri Ta ve Ah ap Eserler Müzesi olarak hizmet vermektedir. Medresenin günümüze onarım görmeden ula abilen kısımlarından taç kapı, minare kaidesi ve ön cephesinin, kesme ta tan yapıldı ı anla ılmaktadır. Cephelerden kısmen asli halini koruyabilen batı cephede ise kö elerde yonu ta ı ve araları kireç harçlı derzle örülü olmak üzere moloz ta kullanılmı tır (Uzunharman, 2015).



ekil 3. Medresenin XX. yy. sonlarına do ru durumu

## 3. YÖNTEM

### 3.1 Yersel Lazer Tarama Teknolojisi

Yersel lazer tarama yöntemi, objelerin do rudan, hassas ve otomatik olarak 3B koordinatlarının elde edilmesini sa layan bir teknolojidir. Yersel lazer tarayıcı sistemleri çok kısa bir sürede fiziksel verilerin hassas ve yo un bir ekinde ölçülmesine olanak tanımaktadır (Avdan vd., 2013).

Lazer tarayıcılar nesne yüzey verisini 3B koordinat olarak elde etmektedirler. Her saniyede binlerce nokta verisi elde edebilen otomatik ve sistematik bir i lem akı ma sahiptirler. Tarayıcı ayrıca taranan nesne yüzeyinin yansıma de erlerini de 3B koordinatlara ek olarak sa layabilmektedir (A kin, 2009).

### 3.2 Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile Ana Vektörlerin Çizimi

Yersel lazer tarama yöntemi ile ana vektörlerin çizimi için; tarayıcıdan elde edilmiş, pek çok farklı yönden alınan nokta kümelerinin tek bir koordinat sisteminde bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktaların jeodezik yöntemlerle bir koordinat sistemine bağlanması suretiyle ölçülerin referanslanması sağlanmaktadır. Böylece taranan yapı, tanımlanan koordinat sisteminde üç boyutlu nokta kümesi şeklinde sağlanmaktadır (Demir vd., 2005). Elde edilen bu nokta kümesi CAD programları üzerinden açılarak ana vektörlerin çizim işlemi gerçekleştirilir.

## 4. UYGULAMA

### 4.1 İnce Minareli Medrese'nin Yersel Lazer Tarayıcı ile Taranması

Yersel lazer tarama işlemlerinde ölçüm tasarımı, açık bir sorudur ve bu zamana kadar hiçbir standart kural saptanmamıştır. Yine de herhangi bir ölçme sisteminde olduğu gibi bir ön planlama gerektiğinden gerekli bilgilerin türetilmesi gerekir. Tarama işlemine başlamadan önce operatör belirlenmiş konumlara aleti kurar ve tarama yazılımındaki gerekli düzenlemeleri; tarama çözünürlüğü, tarayıcının objeye olan mesafesi, doğruluk modu, tarama sayısı, ilk veya son atım ölçümleri vb. bilgileri girer (Gümü , 2010).

Ölçülerin ülke jeodezik koordinat sisteminde ya da küresel bir koordinat sisteminde ifade edilmesi pek çok uygulama için önemli bir konudur. Özellikle geniş alanların ölçümünde jeodezik koordinatlar ek ölçü yapmaya gerek kalmadan tüm ölçülerin birleştirilmesini sağlar. Yani jeodezik koordinatlar hem lazer tarama ölçülerinin birleştirilmesini hem de bu ölçülerin diğer ölçülerle uyumunu sağlar. Jeodezik koordinatlar özellikle konuma dayalı bilgi sistemi uygulamaları için oldukça önemlidir (Yıldız vd., 2009).

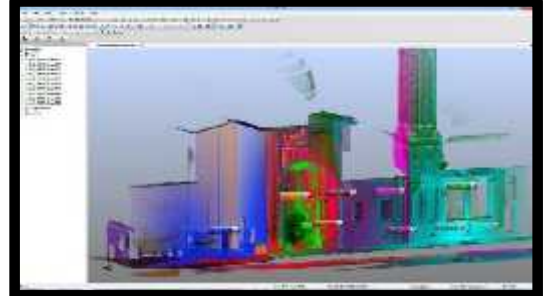


ekil 4. Lazer Tarayıcı ve Özel Yansıtıcı Küre Hedefler

İnce Minareli Medresenin dış kısmı Faro Focus3D X 330 Yersel Lazer Tarayıcı ile 23 istasyondan bindirmeli olarak taranmıştır. Aynı zamanda 14 istasyondan da medrese içi kısmında taraması yapılmıştır.

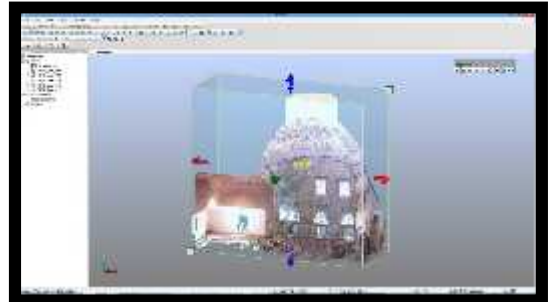
Tarama çözünürlüğü fazla detayın olduğu Taç Kapı ve Çukubbe kısmında tarama çözünürlüğü ekil 5.9'da gösterildiği gibi 1/2, tarama kalitesi 6x, tarama mesafesi 20 m altında seçilmiştir. Detay yoğunluğu az olan bölgelerde ise tarama çözünürlüğü 1/4, tarama kalitesi 4x, tarama mesafesi 20 m altında seçilmiştir.

3B modelleme, tarama sonucu toplanan nokta bulutlarının değerlendirilmesi ve düzenli hale getirilmesi için yazılımlar geliştirilmiştir. Günümüzde, lazer tarayıcı üretici firma ve onlara bağlı kuruluşların geliştirdiği birçok yazılım vardır. Ayrıca piyasada yaygın olarak bulunan CAD ve 3B modelleme yazılım paketleri de bulunmaktadır.



ekil 5. Oturumları Renklendirilmiş Nokta Bulutu

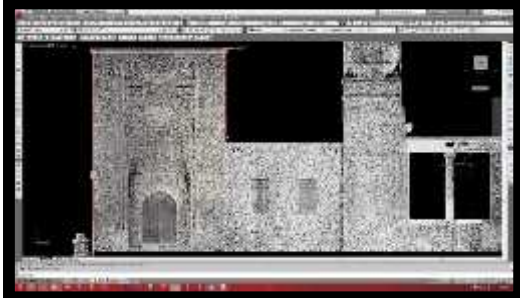
Nokta bulutu ile ana vektörlerin çizimi için; tarayıcıdan elde edilmiş, pek çok farklı yönden alınan nokta kümelerinin tek bir koordinat sisteminde bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktaların jeodezik yöntemlerle bir koordinat sistemine bağlanması suretiyle ölçülerin referanslanması sağlanmaktadır. Böylece taranan yapı, tanımlanan koordinat sisteminde üç boyutlu nokta kümesi şeklinde sağlanmaktadır (Demir vd., 2005). Elde edilen bu nokta kümesi CAD programları üzerinden açılarak ana vektörlerin çizim işlemi gerçekleştirilir.



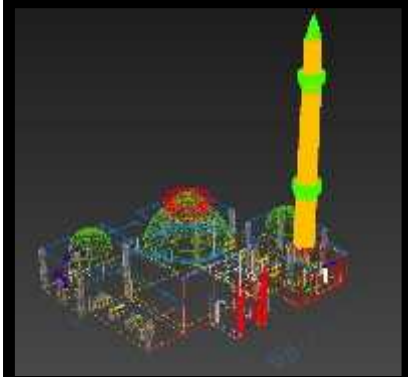
ekil 6. Kapalı Avlu Nokta Bulutu Kesiti

### 4.2 Kıymetlendirme İşlemleri

Yapının rölelerinin oluşturulması için gerekli olan plan ve cephe çizimleri, 3 boyutlu nokta bulutu üzerinden elde edilmiştir. Nokta bulutu ofis ortamında cephelerin milimetre hassasiyetinde ölçüm yapılmasına imkân verir ve cepheye ait birçok detay içerir. Koruma çalımlarında çok büyük bir öneme sahip olan cephelerde meydana gelen bozulmalar nokta bulutu kullanılarak kolaylıkla çizilebilmektedir (Metin, 2016). Çizim işleminde AutoCAD programı kullanılmıştır.



ekil 7. Ön Cephe Nokta Bulutundan Çizim ilemi



ekil 8. Nokta Bulutundan Restorasyonu Çizilen Medresenin Model için Kullanılacak Ana Hat Çizgileri

### 4.3 Ayrıntı Düzeylerinde Modelleme

#### 4.3.1 LoD-0 Seviyesindeki Modeli

LoD-0 seviyesinde Medresenin modeli, SYM verisinin uydu görüntüsüyle 3B ortamda ili kilendirilmesi i lemidir. Burada gerçek arazi yüzeyinin gösterimi amaçlanmaktadır.



ekil 9. LoD-0 Seviyesi Medrese Modeli

#### 4.3.2 LoD-1 Seviyesindeki Modeli

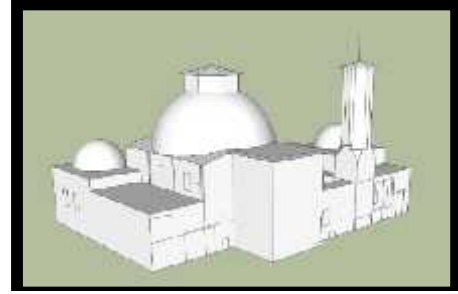
LoD-1 seviyesinde Medresenin modeli; LoD-0 seviyesinde kent modeline vektör verilerin ilave edilmesi a masıdır. LoD-1 seviyesinde binaların katı model olarak, kat âdetinin üç katı kadar yükseltilerek modele eklenmesidir.



ekil 10. LoD-1 Seviyesi Medrese

#### 4.3.3 LoD-2 Seviyesindeki Modeli

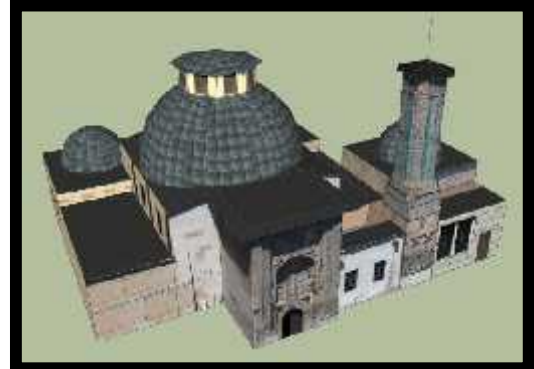
LoD-2 seviyesinde kent modeli, LoD-1 seviyesinde olu turulan kent modeline çatı detayının eklenmesi a masıdır. Çalı ma alanına ait stereo görüntüleri üzerinden çizimler yapılarak binaların çatıları elde edilebilir. Bu Çalı mada Hava Foto rafları, Lazer Tarama ölçümlerinden elde etti imizi nokta bulutundan çizilerek çatı kısımları ve ana hatlar elde edilmi tir.



ekil 11. LoD-2 Seviyesi Medrese Modeli

#### 4.3.4 LoD-3 Seviyesindeki Modeli

LoD-3 seviyesinde Medresenin modeli, binaların dı cepheleri ifade eden yüksek kalitede bir üründür. Bina dı cephelerine ait çizimlerin gösterimi sa lanması amaçlanır. Çizimlerden elde edilen model üzerine yüksek çözünürlükte çekilen foto raflar, hava foto rafları ve lazer tarama verisinden gelen RGB de eri kullanılarak renklendirme yapılmı tir.



ekil 12. LoD-3 Seviyesi Medrese Modeli

#### 4.3.5 LoD-4 Seviyesindeki Detayların Modeli

LoD-4'te, LoD-3'e ek olarak binaların içyapıları ve detaylar dikkate alınmaktadır. LoD-3 ayrıntı düzeyindeki yapılara, odalar, merdivenler, iç duvarlar, mobilyalar gibi bina içinde bulunan nesnelere eklenmesi ile LoD-4 ayrıntı düzeyine ulaılır.



Resim 13. LoD-4 Seviyesinde Modelden Kesit Görünümü

### 5. SONUÇLAR

Üç boyutlu tarama teknolojileri kültürel mirası belgelemek için önemli bir araçtır. Üç boyutlu tarayıcılar düzensiz ve karmaşık yüzeylere sahip nesnelere ölçümü için çok uygundur ve büyük bir olasılıkla buna benzer yapılarındaki uygulamalar için en iyi yöntemdir.

Önce Minareli Medresenin yersel lazer ile ölçümü lazer taramanın zaman kazanımı ve yüksek tarama çözünürlüğü açısından çok güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Halen büyük nokta bulutu dosyalarının bilgi yönetimine gelindiğinde bazı zorlukları bulunmaktadır. Hacimsel olarak geniş dosyalardır ve her bir işlem adımı uzun sürmektedir, en yüksek düzeyde bilgisayar kapasitesi gereksinimi vardır. Özetle lazer tarama arkeolojik dokümantasyon alanında büyük bir potansiyele sahiptir.

Disiplinler arası çalışmalar düzenlendiğinde böyle bir modelleme çalışması esasen üç mesleki disiplini kapsamaktadır. Bunlar; modelin üretim aşamasında harita mühendisliği ve şehir bölge planlaması, üretilen modelin kullanım aşamasında şehir planlama ve mimarlık disiplinleridir.

Özellikle CBS'de altlık olabilecek üç boyutlu kent modelleri üretiminin içerisinde çok önemli bir yer tutan veri bütünlüğü sağlama çalışmasının temel kriterleri ve temel problemleri ortaya konmaya çalışılmaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar yersel lazer tarama verilerinden 3B şehir modelini oluşturulan bina gibi yer üstü objelerin hızlı bir biçimde araziden toplanarak çıkarılabildiğini göstermektedir. Ülkemiz için henüz çok yeni olan bu teknolojinin kullanımının yaygınlaşmasıyla kentsel alanların detaylı ve hızlı bir şekilde belirlenmesi binaların üç boyutlu modellenmesi hızlı bir biçimde yapılabilecektir. Yersel lazer tarama sistemleri ile elde edilen sonuç ürünün sayısal olması, üç boyutlu verinin görselleştirilmesi, yönetilmesi ve CBS ortamında sunulması gibi farklı uygulama alanlarında da kullanılmasına olanak sağlaması, ülkemizde gelecekte yapılabilecek birçok çalışmaya kapı açacaktır.

### 6. KAYNAKLAR

- Akın, F.H., Lazer Tarama Verileriyle 3B Objelerin Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2009.
- Avdan, U., Pekkan, E., Cömert, R., "Maden Ölçümlerinde Yersel Lazer Tarayıcıların Kullanılması (Tozman Madeni Örneği)", Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, Sayı:5(2), 2013, s.16-28.
- Demir, N., Vatan, M., Alkılıç, Z., "Lazer Tarama Sisteminin Mimarlıkta Kullanımı", Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, Kocaeli, 2005.
- Erdemir, Y., Önce Minareli Medrese, Konya Valiliği Kültür Müdürlüğü Yayınları, 2007.
- Fard, J., Z., "3D City Modeling", Digital Image Processing CSI 8810 The University of Georgia, 2009.
- Gümü, M., Yersel Lazer Tarayıcıların Deformasyon Ölçmelerinde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2010, s.18-21, 23-29.
- Hamilton, A., Trodd, N., Zhang, X., Fernando, T., Watson, K., Learning Through Visual Systems To Enhance The Urban Planning Process Environment And Planning B: Planning And Design, 2001, s. 833-845.
- Koramaz, T.K., Kentsel Koruma Uygulamalarında Bilgisayar Kullanımıyla Üçüncü Boyut Etkilerinin Değerlendirilmesi: Zeyrek Örneği, TÜBİTAK Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2002.
- Metin, A., Üç Boyutlu Kent Modellerinde Ayrıntı Düzeyi Kavramı Önce Minareli Medrese (Konya) Örneği, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2016.
- Sözen, M., Anadolu Medreseleri Selçuklular ve Beylikler Devri, Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1972.
- Uzunharman, H., Önce Minareli Medrese'nin Taç Kapısındaki Kitabelerin Hat Sanatı Açısından Değerlendirilmesi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Çorum, 2015.
- Yıldız, F., Altunta, C., "Yersel Lazer Tarayıcı Nokta Bulutlarının Jeodezik Koordinat Sistemine Dönüştürülmesi", Harita Dergisi, Sayı:142, 2009, s.51-58.