



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**3D YERSEL LAZER TARAMA
TEKNOLOJİSİNİN GÜNCEL MİMARİ
KORUMA PROJE UYGULAMALARINDA
KULLANIM OLANAKLARINA YÖNELİK
DEĞERLENDİRMELER**

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Şubat-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ tarafından hazırlanan “3D Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Güncel Mimari Koruma Proje Uygulamalarında Kullanım Olanaklarına Yönelik Değerlendirmeler” adlı tez çalışması 23/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç.Dr.S.Armağan GÜLEÇ KORUMAZ

.....

Danışman

Doç.Dr.Bilgehan YILMAZ ÇAKMAK

.....

Üye

Doç.Dr.H.Hale KOZLU

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ

KONYA/2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

3D YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİNİN GÜNCEL MİMARİ KORUMA PROJE UYGULAMALARINDA KULLANIM OLANAKLARINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Doç.Dr.Armağan GÜLEÇ KORUMAZ

2023, 89 Sayfa

Jüri

**Doç.Dr.Armağan GÜLEÇ KORUMAZ
Doç.Dr.Bilgehan YILMAZ ÇAKMAK
Doç.Dr.Hale KOZLU**

Kültürel mirasın belgelenmesi çalışmalarında teknolojik gelişmeler ve araştırmalar sonucu yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.Teknolojinin bize sunduğu yöntemlerden 3b lazer tarama teknolojileri mimari belgelemeye birçok kolaylık sağlamıştır.Kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır.Lazer tarama yöntemi geleneksel yöntemlere göre daha hızlı, doğruluk oranı yüksek, yüksek kaliteli veri olanağı sağlamaktadır.Ölçüm sırasında elde edilen yoğun nokta bulutundan 3 boyutlu model ve model üzerinden 2 boyutlu ortofotolar elde etmeye yöneliktir. Koruma projesi paftalarında modelden elde edilen ortofotolar kullanılmaktadır. 2 boyutlu çizimlere alltlık oluşturmanın yanı sıra 3 boyutlu renkli modeller, sanal tur,yüksek çözünürlüklü haritalar da elde edilebilmektedir.

Dijital ortamda işlenen ve saklanan veriler teknoloji sayesinde çevrimiçi kullanılabilen ve kolayca çoğaltılıp, paylaşılabilir.Uygulamanın bu özelliği mirasın belgelenmesine farklı bir boyut kazandırarak miras varlıklarının dijital kaydedilmesine olanak sağlamaktadır.

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında korunması, belgelenmesi gerekli bir kültür mirası yapısı özelinde yersel lazer tarama yöntemi ile ölçümü yapılmış, model verileri elde edilmiştir.Elde edilen model cad yazılımlarında işlenerek koruma projesine referans oluşturmuştur.Ve alanın koruma projesi çizilmiştir.Süreçte kullanılan lazer tarama yöntemi deneyimlenerek mimari belgeleme alanına getirdiği yenilikler ve kullanım olanaklarına, sunduğu avantajlara ve tespit edilen limitlere yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lazer tarama, Mimari Belgeleme, Mimari Koruma

ABSTRACT

MS/ THESIS

EVALUATIONS ON THE USE OF 3D TERRESTRIAL LASER SCANNING TECHNOLOGY IN ARCHITECTURAL CONSERVATION PROJECTS

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor: Asst.Prof.Dr.Armağan GÜLEÇ KORUMAZ

2023, 89 Pages

Jury

**Asst.Prof.Dr.Armağan GÜLEÇ KORUMAZ
Asst.Prof.Dr.Bilgehan YILMAZ ÇAKMAK
Asst.Prof.Dr.Hale KOZLU**

New methods have been started to be used as a result of technological developments and researches in the documentation of cultural heritage. One of the methods offered to us by technology, 3D laser scanning technologies have provided many conveniences to architectural documentation. Its use is becoming more widespread every day. It is intended to obtain 3D model from the dense point cloud obtained during measurement and 2D orthophotos from the model. Orthophotos obtained from the model are used in the conservation project sheets. In addition to creating a base for 2D drawings, 3D color models, virtual tours, high resolution maps can also be obtained.

The data processed and stored in the digital environment can be used online and easily reproduced and shared thanks to technology. This feature of the application adds a different dimension of the documentation of the heritage and enables the digital recording of heritage assets.

Within the scope of the master's thesis study, a cultural heritage structure that needs to be protected and documented was measured by terrestrial laser scanning method and model data were obtained. The model obtained was processed in cad software and created a reference for the conservation project. And the conservation project of the area was drawn. Evaluations were made regarding the innovations and possibilities of use brought to the field of architectural documentation, the advantages it offers and the limits determined.

Keywords: TLS, Architectural documentation, Architectural conservation

ÖNSÖZ

‘3d Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Güncel Mimari Koruma Proje Uygulamalarında Kullanım Olanaklarına Yönelik Değerlendirmeler’ konusu Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı bünyesinde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma alanımla ilgili kaynak ve verileri paylaşan Konya Büyükşehir Belediyesi ve Konya Vakıflar Bölge Müdürlüğüne,

Akademik çalışmamda emeği geçen, desteğini hep yanımda hissettiğim, tüm çalışmalarımnda bana yol gösteren tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Saadet Armağan GÜLEÇ KORUMAZ’a

Hayatım boyunca desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme ve bana her an destek olan değerli eşim Zekeriya ÇELEBİ’ye

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Büşra KUBİLOĞLU ÇELEBİ
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM	3
2.1. Materyal.....	3
2.1.1. Yersel Lazer Tarayıcılar ve Tarama Yöntemi	3
2.1.2. Yersel Lazer Tarama Cihazları ve Çalışma Prensipleri	4
2.1.3. Çalışmada Kullanılan Araçlar	6
2.2. Yöntem.....	8
3. KURAMSAL ALTYAPI	10
3.1. Kültürel Mirasın Koruma Kavramı	10
3.2. Kültürel Mirasın Belgelemenin Önemi.....	11
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	12
4.1. Kültürel Mirasın Belgeleme Yöntemleri	12
4.2. YLT Teknolojisinin Kullanım Alanları	14
5. ALAN ÇALIŞMASI	19
5.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgi	21
5.2. Gevraki Han	22
5.2.1. Gevraki Han Konumu	22
5.2.2. Gevraki Han Tarihi ve Tescil Durumu.....	23
5.2.3. Gevraki Han Mimari Özellikleri.....	29
5.3. Arazi Çalışması	34
5.3.1. Yersel Lazer Tarama Cihazı İle Veri Toplama.....	35
5.4. Ofis Çalışması	44
5.4.1. Yersel Lazer Tarama Verilerinden 3D Model Üretilmesi.....	45
5.4.2. 3D Modelin Mimari Koruma Uygulama Projesinde Altlık Olarak Kullanılması	50

6. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ	58
6.1 Değerlendirmeler.....	58
6.1.1. Yersel Lazer Tarama Yöntemi'nin Avantajları	58
6.1.2. Yersel Lazer Tarama Yöntemi'nin Limitleri.....	61
6.2 Sonuç	62
KAYNAKLAR	64
EKLER	69



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

YLT: Yersel Lazer Tarama

3D: 3 Boyut

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ICOMOS : International Council on Monuments and Sites

DEM : Digital Elevation Model

BIM : Building Information Modeling

CAD : Computer Aided Design

1. GİRİŞ

Kültürel miras varlıkları günümüze kadar ulaşması ve taşıdıkları değer sebebiyle belge niteliğindedir. Geçmişten günümüze ve geleceğe aktardığı bilgiler, taşıdıkları estetik değer ve yıllanmış olmaları sebebiyle belgelenmelidir ve korunmalıdır. Belgeleme çalışmaları birçok aşamadan oluşmaktadır. Gözlem, araştırma, ölçülendirme, detaylandırma, görselleştirme, kaydetme, raporlama çalışmalarının tamamı en doğru şekilde belgelemeyi oluşturmaktadır.

Mimarlık alanında kültür varlıklarının belgelenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. En önemli hususlardan biride ölçü almak, birebir model oluşturmak, detaylandırmaktır. Bu çalışmalar klasik metodlarla da yapılabildiği gibi gelişen teknolojinin kullanımıyla daha hızlı, doğru ve detaylı veriye ulaşılmıştır. Teknolojinin mimari belgelemeye kazandırdığı yöntemlerden biri de yersel lazer tarama uygulamasıdır. Bu bağlamda kültürel miras eserlerinin belgelenmesinde yersel lazer tarayıcıların nasıl kullanıldığı ve kullanım olanakları, limitleri tez çalışması konusunu oluşturmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Günümüze ulaşmış kültürel miras varlıkları taşıdıkları değerler sebebiyle tarihi belge niteliği taşımaktadır. Eserlerin sadece yıllanmış ve güzel olmalarının yanı sıra yapıldığı döneme ait mesajları, bilgileri taşımaktadır ve bu bilgilerin kaydedilmesi, belgelenmesi eserin gelecek nesillere aktarılması hususunda büyük önem taşımaktadır. Belgeleme araştırma, inceleme, gözlem, veri elde etme, işleme, paylaşma gibi aşamalardan oluşan uzun ve bütüncül bir süreç ve aktiviteler bütünüdür.

Son yıllarda hızla gelişen teknoloji kültürel miras belgeleme alanında da yeni yöntem ve tekniklerin kullanılmasında etkili olmuştur. Geçmişten beri kullanılan geleneksel belgeleme yöntemlerin eksikleri ve zorlukları değerlendirildiğinde ölçüm ve belgeleme alanında yeni yöntem arayışına gidilmiştir. Birçok farklı alanda kullanımı olan teknolojik cihazlar kültürel miras varlıklarının belgelenmesi, ölçümü kapsamında da kullanılmıştır. Bu teknolojik cihazlardan biri de yersel lazer tarama aletidir. Lazer tarama yöntemi diğer ölçüm sistemlerine göre yüksek hızla çalışarak zaman tasarrufu sağlamaktadır ve doğruluğu yüksek veriler elde edilmektedir. Gelişen yeni yöntemler ve cihazlar ölçüm ve belgelemede kolaylık sağlamış, hız kazandırmış olsa da tek başına

yeterli olmamıştır. Yersel lazer tarama yöntemide birçok açıdan fonksiyonel ve avantajlı olsa da tek başına yeterli olmadığı durumlar vardır. Bu bağlamda diğer yeni yöntemlere ve geleneksel ölçüm teknikleriyle birlikte kullanmak, değerlendirmek gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı da seçilen bir kültür mirası özelinde gelişen teknoloji ürünü olan yersel lazer taramanın kullanımını değerlendirmektir. Geleneksel ölçüm yöntemi ile kıyaslanarak sağladığı olanaklarını ve dezavantajlarını rapor etmektir. Çalışmada kullanım olanaklarını değerlendirilmesinin yanı sıra ihtiyaç duyulna diğer yöntemler ve kullanım amaçları da gözlemlenerek kaydedilmesi amaçlanmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Bu tez çalışması kapsamında konu seçiminin de çıkış noktası olan mimari kültür varlıklarının korunmasının, belgelenmesinin öneminden ve kısaca yöntemlerinden bahsedilmiştir. Belgeleme yöntemlerinde teknolojik gelişmeler incelenmiştir. Çalışmada kullanılan belgeleme metodu olan yersel lazer tarama teknolojisi hakkında genel bilgi verilmiştir ve bu teknolojinin mimari belgeleme dışındaki kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Yersel lazer tarama cihazlarının türleri ve çalışma prensipleri araştırılmıştır ve çalışmada kullandığımız lazer tarama cihazının teknik özellikleri, çalışma prensibi hakkında bilgi verilmiştir.

Yersel lazer tarama teknolojisi uygulamalı olarak deneyimlenmiştir. Alan çalışmaları için kültürel, tarihi yapılar araştırılmıştır ve günümüzde oldukça bakımsız durumda olan ve yapılar bütününden oluşan Gevraki Han seçilmiştir. Tez çalışmasında alan çalışması için seçilen Gevraki Han'ın konumu tarihi ve mimari özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca alan çalışmasında Gevraki Han'ın neden seçildiğinden de kısaca bahsedilmiştir.

Teorik bilgilendirmenin ardında yapılan uygulama çalışmaları aşama aşama kaydedilmiştir. Arazi çalışmaları ve ofis çalışmaları olarak iki başlıkta değerlendirilmiştir uygulama kısmı. Arazi çalışmalarında Gevraki Han'da yerinde yapılan ölçümler lazer tarayıcı ile yapılan tarama çalışmaları ve kullanılan diğer yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Arazide tamamlanan veri toplama işleminden sonra ofis çalışmaları kısmı başlamıştır. Toplanan verilerin nasıl işlendiği kullanılan yazılımlar, elde edilen verilerin koruma uygulama projelerinde kullanımı bu başlık altında değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin de mimari koruma uygulama

projelerinde altlık olarak kullanımı anlatılmıştır ve bazı yapıların projelendirme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu toplanan veriler ışığında ve arazi çalışmalarında, ofis çalışmalarında kazanılan deneyimler değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan yersel lazer tarama teknolojisinin mimari belgeleme alanına kazandırdığı avantajlar raporlanmıştır. Hiçbir belgeleme yöntemi kendi başına düşünülmediği gibi lazer taramayla veri elde etme yöntemide bazı noktalarda diğer ölçüm yöntemlerine ihtiyaç duymuştur. Çalışma kapsamında bu yöntemin avantajlarını yanı sıra limitlerinden, yetersiz kaldığı noktalardan da bahsedilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Gevraki Han'ın koruma uygulama projesi için yersel lazer tarama teknolojisi kullanılmıştır. Ölçümleri lazer tarayıcı ile yapılarak projeye katkıları ve teknolojinin limitleri değerlendirilmiştir.

2.1. Materyal

2.1.1. Yersel Lazer Tarayıcılar ve Tarama Yöntemi

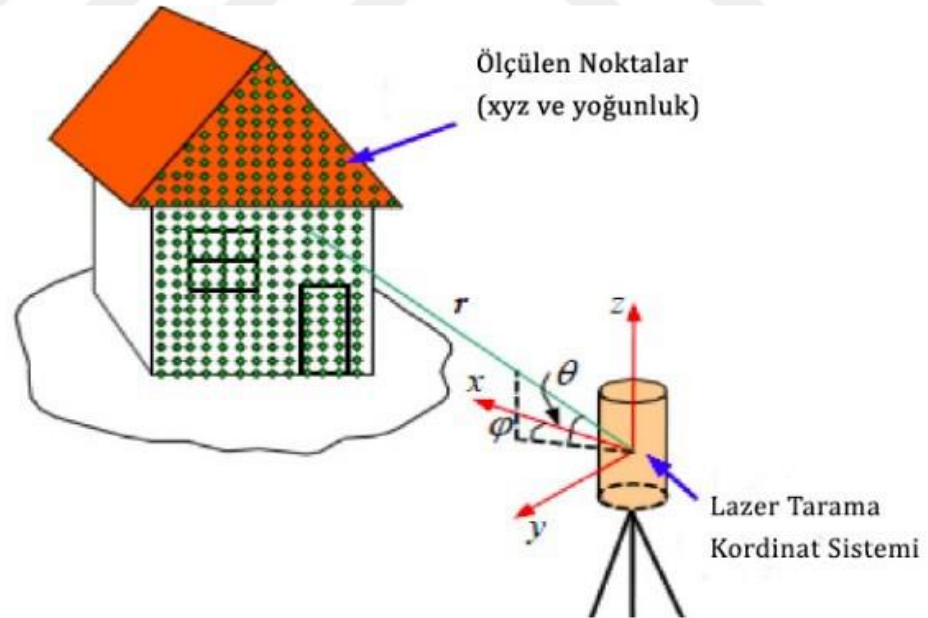
Lazer tarayıcılar ilk kez 1960'lı yıllarda kullanılmıştır ve bu teknoloji günümüze kadar geliştirilmiş, halende gelişmektedir. Tarayıcıların ticari amaçla kullanımı ise 2000'li yıllarda görülmüştür, birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

Ylt metodu nesnelerin doğrudan yüksek hassasiyette ve otomatik olarak üç boyutlu nokta koordinatlarının kaydedildiği bir teknolojidir. Bu teknoloji özellikle mühendislik alanında ve kültürel mirası belgeleme işlemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ylt teknolojisi kültür varlıklarının hassasiyet oranı fazla üç boyutlu modellerin oluşturulması, taranan objenin fazlaca detay içermesi, yüksek çözünürlüklü eşleşme, zamana bağlı değişim izleme ve saklama, sunma, paylaşma imkanına sahip olduğu için kültürel miras varlıklarına ve arkeolojik alanlara yönelik sürdürülen çalışmalarda kullanılabilir. Ölçülen nesneye, yapıya ait kısa sürede 3D nokta bulutu verisinin elde edildiği yöntemdir yersel lazer tarama. Lazer tarayıcıyla farklı istasyonlardan yapılan taramalar ile nesneye lazer ışınları gönderilir ve ışının geri dönüş süresi değerlendirilerek 3D nokta bulutu oluşturularak verilerin elde edilmesiyle

çalışmaktadır. Farklı noktalardan yapılan taramalardan elde edilen veriler aynı koordinat sisteminde birleştirilerek nesnenin nokta bulutu verisi oluşturulmaktadır. Yersel lazer tarama teknolojisi yüzlerce hatta binlerce noktanın ölçümünü kısa sürede gerçekleştirerek doğruluğu yüksek veriler elde etme olanağı sağlamaktadır. Lazer tarayıcı bünyesinde bir kamera sistemi bulunması durumunda uygun ışıkta yapılan taramalarda nokta renk verilerinin de kaydedilmesiyle renkli 3D modeller elde edilebilmektedir.

2.1.2. Yersel Lazer Tarama Cihazları ve Çalışma Prensibi

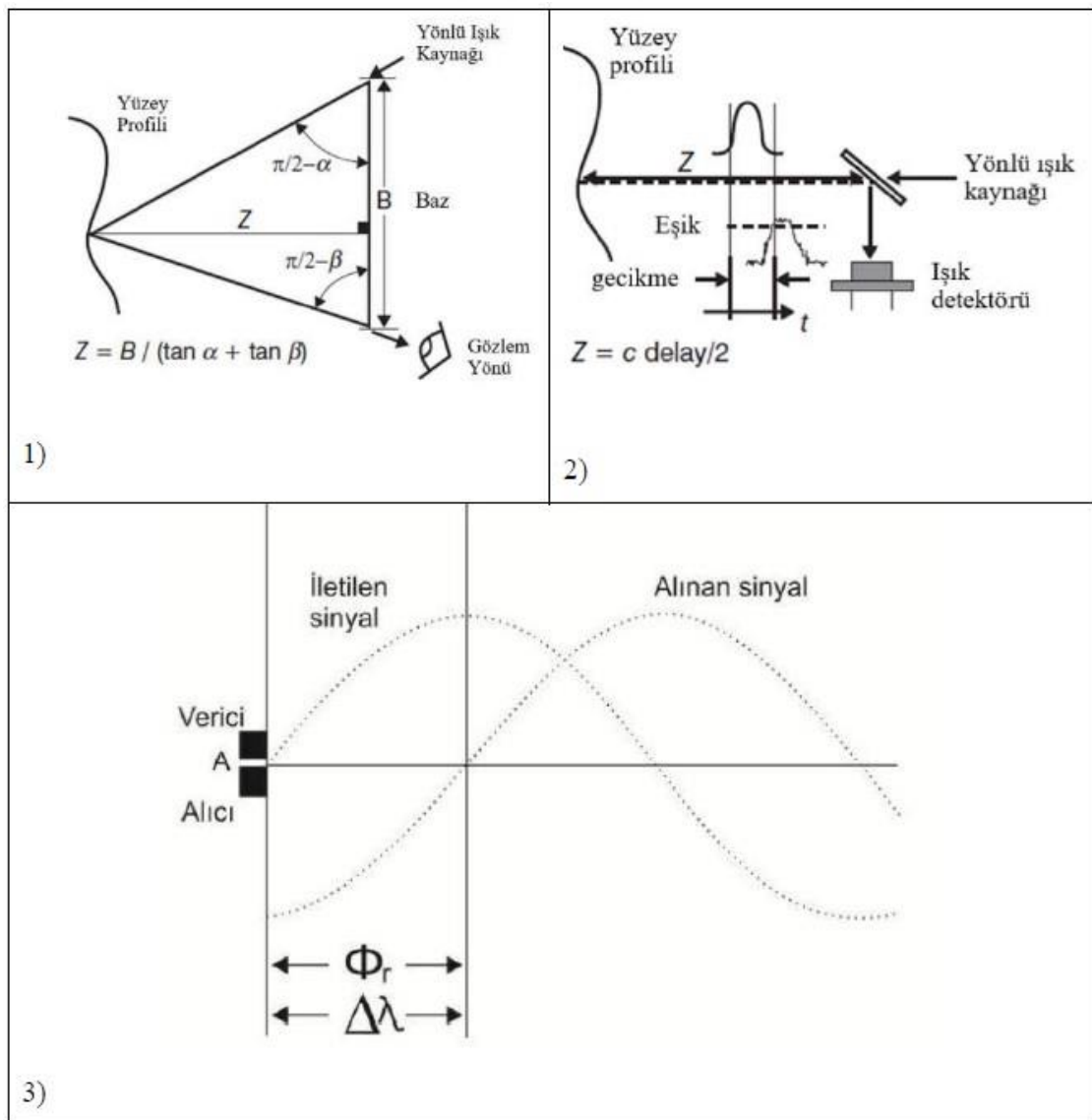
Ylt teknolojisi basit anlamda farklı aralıklardaki noktaların birleşmesiyle oluşan nokta bulutu verilerinin oluşturulduğu bir yöntemdir. Lazer tarayıcıdan nesneye gönderilen iki parçaya bölünmüş ışın gönderilir. Işınlardan biri zaman ölçümünü başlatırken diğer ışın taranacak yüzeye gönderilir. Nesneye gönderilen ışın yüzeye ulaştığında geri saçılmakta ve tarayıcıya geri dönmektedir. Bu bağlamda taranan yüzeye ait 3D nokta verileri nesne yüzeyini kaplamaktadır.



Şekil 2.1. Tarayıcı çalışma prensibi (Nguyen, T. T., Nguyen, Q. M., Liu, X. G., & Ziggah, Y. Y. (2012, October)

Ylt tekniği ile yapılan ölçümlerde özellikle dikkat edilmesi gereken parametreler vardır. Bunlar taranacak nesnenin büyüklüğü, seçilen tarama cihazı ve yüzey arasındaki mesafedir. Bu mesafe ölçümünde lazer tarayıcılar üç farklı yöntem ile çalışmaktadır. Bu

yöntemler faz karşılaştırma, uçuş zamanlama ve üçgenleme yöntemleridir. Lazer tarayıcıların üçgenleme yöntemi ile çalışanları kosinüs teoremine dayanır .Tarayıcıdan belli bir açıya göre nesneye gönderilen ışının tarayıcıya tekrar dönmesiyle mesafe hesaplanır. Uçuş zamanı yöntemi ise tarayıcıdan gönderilen lazer ışınının ölçülen nesneden, yapıdan geri yansyarak tarayıcıya döndüğü süreyi ölçerek veri elde etme prensibiyle çalışmaktadır. Lazer tarayıcılarda faz karşılaştırma yöntemi tarayıcıdan gönderilen ışın ve geri yansıyan ışının sinüs dalgasının faz farkı karşılaştırılması prensibiyle çalışmaktadır. Üçgenleme ve uçuş zamanı yöntemlerinde hesaplama tek bir ışın ile yapılmaktadır.Fakat faz karşılaştırma yönteminde ölçülen nesneye devamlı ışın gönderilmektedir.



Şekil 2.2. 1.Aktif Üçgenleme Yöneti , 2.Uçuş Zamanlı Yöntem, 3.Faz Karşılaştırma Yöntemi (Vosselman ve Maas 2010)

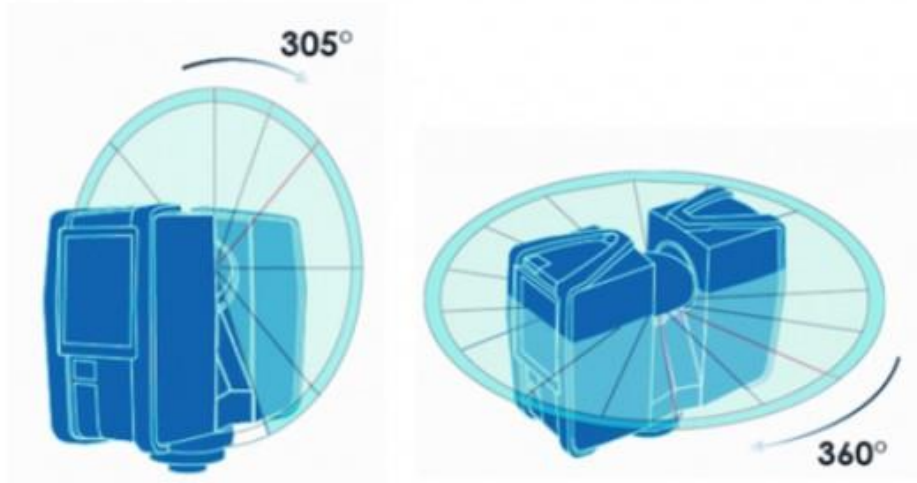
2.1.3. Çalışmada Kullanılan Araçlar

Bu çalışma kapsamında alan ölçümünde kullanılan lazer tarama işlemlerinde FARO S120 lazer tarayıcı kullanılmıştır. Ölçümlerde kullanılan bu lazer tarayıcı faz farkı karşılaştırma prensibi ile çalışmaktadır.



Şekil 2.3. Lazer Tarama Cihazı

FARO lazer tarayıcının kapsama alanını yatayda 360° ve düşey ekseninde 305 derecedir. Bu geniş açılı kapsama alanı ile görüş açısı fazladır. Tarayıcının orta kısmında 45° açı ile sabitlenmiş ayna düzeneği vardır. Bu düzenek ile tarayıcıdan nesneye gönderilen lazer ışınları milyonlarca noktanın ölçümünü çok kısa sürede yapmaktadır. Cihaz bünyesinde bulunan ve entegre çalışan kamera sistemi ile ölçüm sırasında fotoğraflardan da çekilmektedir. Fotoğraflar sayesinde elde edilen RGB kodları nokta verisi üzerine işlebilmektedir.



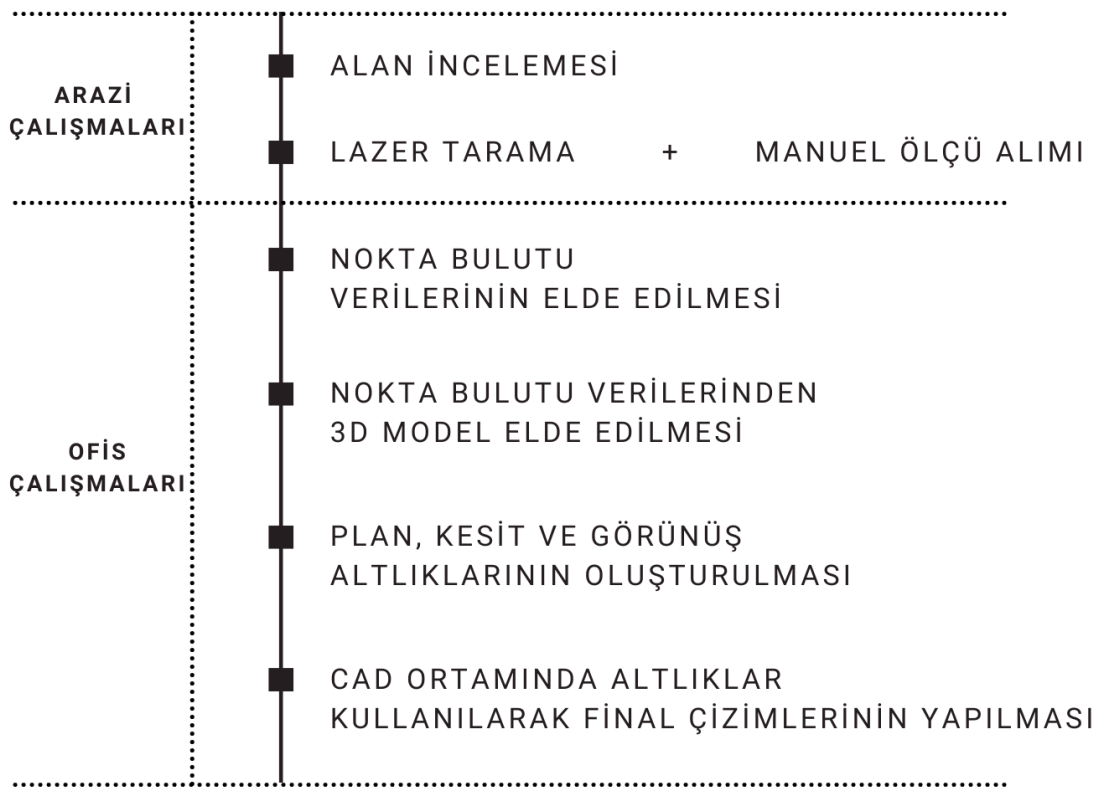
Şekil 2.4. Tarama Cihazının Lazer Tarama Açılı ve Yönelimleri

Alan çalışmasında koruma uygulama projesi altlığı için ölçümler lazer tarayıcı ile yapılmış olsada alanda kaydedilecek kroki ve detay ölçümleri geleneksel rölöve tekniklerinde kullanılan metre, kalem, kağıt, profil tarağı, lazer metre çalışmalarında diğer malzemelerdir. Fotoğraf makinesi de belgeleme ve ölçümlerde kullanılan bir araçtır.

Ofis çalışmasında, alan çalışmasında elde edilen verilerin işlenmesi, değerlendirilmesi için bilgisayar ve birçok bilgisayar yazılımı kullanılabilir. Bu tez çalışmasında lazer tarama cihazından elde edilen verilerin koordinat sisteminde karşılaştırılması ve nokta bulutu verilerinin işlenmesi için kullanılan FARO S120 tarama cihazı için de önerilen SCENE 5.0 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım ile nokta bulutu verilerinin işlenmesinin yanında bu işlenen verilerin saklanması için SCENE Webshare Cloud kullanılabilir ve kolayca paylaşılabilir. Çalışmada veri işlenmesinde kullanılan bir diğer yazılım da Pointcab Software'dir. Bu çalışmada nokta bulutu verisi işlemede SCENE programı kullanıldığı için Pointcab sadece elde edilen model üzerinden ortofoto ve gerekli yerlerden plan, kesit düzlemleri oluşturmak için kullanılmıştır. Elde edilen cephe ortofotoları ve kesit düzlemleri son olarak Autocad programına aktarılır ve altlık olarak kullanılarak Autocad programı kullanılarak koruma uygulaması çizimleri gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında yersel lazer teknolojisi ile veri kalitesini, doğruluğunu, hızını etkileyecek parametrelere yönelik belirlenen alan özelinde denemeler yapılmıştır. Elde edilen verilere göre YLT teknolojisinin mimari koruma uygulama projesi hazırlama yani mimari belgeleme alanına getirdiği yenilikler ve kullanım olanaklarına yönelik değerlendirmeler ölçümleri gerçekleştirilen alan özelinde rapor edilecektir. Bu çalışma arazi çalışmaları ve ofis çalışmaları olarak iki alanda gerçekleştirilmektedir.



Tablo 2.1. Tez Alan Çalışmaları Aşamaları

Arazi çalışmaları için öncelik korunması gerekli bir kültür mirasının belirlenmesidir. Ölçümleri yapılacak alan belirlendikten sonra arazi çalışmaları kapsamında alan incelemesi, lazer tarama cihazı ile ölçüm ve fotoğrafla belgeleme yapılacaktır. Ölçüm yapılacak istasyonlar belirlenir ve gerekli sayıda noktadan lazer tarayıcı ile ölçüm yapılarak veri elde edilir. Ayrıca arazide belirli alanlarda manuel ölçüm de yapılarak lazer taramaya göre değerlendirilecektir. Tüm ölçümlerin yapılmasıyla arazi çalışması tamamlanır.

Ofis çalışmaları kapsamında arazi çalışmasından elde edilen veriler ofis ortamında birleştirilerek 3D nokta bulutu model elde edilir. Model üzerinden çizimler için altlıklar oluşturulur ve proje çizimleri gerçekleştirilir. Elde edilen çizimler ve arazide yapılan manuel ölçüm verileri karşılaştırılarak verilerin doğruluğu kontrol edilir ve süreçte yersel lazer taramanın mimaride belgeleme çalışmalarında kullanımı deneyimlenecek, avantajları ve dezavantajları değerlendirilecektir.

Bu çalışmada yersel lazer tarama teknolojisi ile elde edilen veriler ve bu verilere ulaşım süreci deneyimlenerek 3D belgelemesi gerçekleştirilen korunması gerekli bir kültür varlığı örneği üzerinden YLT teknolojisinin mimari belgeleme alanına getirdiği yenilikler ve kullanım olanaklarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında veri kalitesini, doğruluğunu ve hızını etkileyecek parametrelere yönelik seçilen alan özelinde denemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile teknolojinin günümüzde kullanım potansiyelini artırmaya yönelik değerlendirmeler yaparak sonuçlar elde edilmiştir.

3. KURAMSAL ALTYAPI

Bir belgeleme yöntemi özelinde koruma projeleri ile kültürel mirasın belgelenmesini konu olarak seçtiğim bu tez çalışmasında öncelikli olarak kültür varlıkları koruma kavramı ve bu değerli eserlerin korunmasını belgelenmesinin önemi araştırılmıştır. Kültür varlıklarının belgelenmesinde kullanılan birçok yöntem vardır. Belgelemede kullanılan diğer yöntemlerde araştırılmıştır ve rapor edilmiştir. Kültürel mirası belgelemede kullanılan diğer yöntemleri sunmanın başka bir sebebi de tez kapsamında kullanılan yersel lazer tarama teknolojisine yönelik değerlendirmelerin sağlıklı sonuç vermesidir. Belgelemede farklı yöntemler kullanıldığı gibi yersel lazer tarama teknolojisi de koruma proje uygulamaları dışında birçok alanda kullanılmaktadır. Literatür araştırmasında bu teknoloji ile ilgili daha çok bilgiye sahip olmak adına yersel lazer tarama teknolojisinin kullanım alanlarına yönelik kaynaklar da taranmış ve tez kapsamında raporlanmıştır.

3.1. Kültürel Mirası Koruma Kavramı

Kültürel miras insanlığın tarih boyunca biriktirdiği tecrübeler, gelenekler, eserler, yapılar yani somut ve soyut kültür öğelerinin tamamıdır. Toplumunu oluşturan bireylere ortak geçmişi anımsatan, birliktelik ve dayanışma duygularını güçlendiren bir hazinedir. Kültürel miras öğeleri geçmişle bugün arasında güçlü bir bağ kurarak içinde yaşanılan kültüre, dünyaya sağlam bir temel ve geleceğe referans oluşturmaktadır. Bu da ancak kültürel varlıkların korunması ile mümkün olabilecektir.

Korunması gereken kültür varlıkları birçok başlık altında ele alınmıştır. UNESCO, ICOMOS gibi kurumlar ve organizasyonlar tarafından kullanılan yasa ve yönergelere göre kültürel miras birkaç kategoride değerlendirilmiştir. Bunlar batıklar, sualtı kentlerinden oluşan sualtı kültürel mirası, gelenekler, gösteri sanatları, doğal sitler biyolojik-jeolojik biçimlenmelerden oluşan doğal miras, ritüellerden oluşan somut olmayan kültürel miras ve tablo, heykel, arkeolojik eserler gibi taşınır kültür varlıkları, anıtlar, arkeolojik sitler, tarihi şehir dokuları gibi taşınmaz kültür varlıklarından oluşan somut kültürel miras öğeleridir. Geleneksel yapılar ve eski mimari eserler de geçmiş hakkında çok değerli bilgiler vermektedir. Bu kültür varlıklarına bakarak bulunduğu yöreye özgü yapım tekniklerini yöresel yapımda kullanılan malzemeleri, yöre halkının

geleneklerini, yaşam biçimini öğrenmek mümkündür. Yani bu mimari miras öğeleri yerel kimliği göstermekte ve anonim olarak günümüze aktarmaktadır.

Kültür varlıklarını koruma kavramı korumaya yönelik ilk düzenleme eğitim, sanat, sağlık, din amacıyla kullanılan binalara saldırıları yasaklayan 1907 tarihli Lahey Sözleşmesi ile yapılmıştır. 1950 sonrası ise kültür varlıklarının sanatsal, işlevsel ve bilimsel değerinin yanında insanlığın ortak mirası olmasından kaynaklı korunması anlayışı benimsenmiştir. 2000 ve sonrası yıllarda ise UNESCO, Avrupa Konseyi ve herkesçe kültür varlıkları için ortak miras anlayışı hakim olmuştur. Kültürel miras yeni oluşumların kaynağı olarak gösterilmiş ve bütünüyle korunması, geliştirilip genişletilmesi ve yaşanmışlığın bir belgesi olarak geleceğe aktarılması düşüncesi benimsenmiştir. İnsan gelişimi, kültür çeşitliliği ve geçmiş gelecek arası diyalogun yükseltilmesi, kültürel bağ koruma modeli ile mümkündür. Bu bağlamda kültürel mirasa verilen misyon zamanla değişmiştir. Başlarda sadece tarihi ve sanatsal değere sahip olan varlıklar toplumun, bireylerin, yörenin kültürel kimliğini oluşturan ve dönemler boyu aktaran unsurlar olarak da değerlendirilmiştir.

3.2. Kültürel Mirası Belgelemenin Önemi

Kültürel mirasın ve tüm bu kültür varlıklarını korumanın önemi evrenseldir. Korumanın bir diğer yolu da bu miras varlıkları bütünüyle belgeleyip kayıt altına almaktır. Bir eserin fiziksel tanımının yapılması en geniş anlamıyla mimarlıkta belgelemedir. Belgeleme çalışmaları ile kültür varlığının geçmişi ile ilgili bilgi sahibi olunabilmekte ve yapının döneminden taşıdığı iletiler günümüze ve geleceğe aktarılabilir. Kültür varlıklarını belgelemenin bir diğer amacı da eserin mevcut durumunun tespit edilmesi ve yapının belgelendiği dönemde çağdaş kullanımının değerlendirilmesidir. Kültür varlıklarının tam olarak anlaşılması, mevcut hali ile orijinal durumunun karşılaştırılabilmesi belgeleme çalışmaları ile mümkündür. Yapılardaki belgeleme çalışmasından elde edilen veriler koruma projelerinde altlık oluşturmaktadır. Kültür varlıklarının belgeleme çalışmalarında eserdeki bozulma durumunu, kullanılan malzemeleri, yapının geçirdiği müdahaleleri ve morfolojisini belirleyen özellikleri rapor etmek olanakları vardır.

4.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışmanın en önemli aşamalarından biri de literatür taramasıdır. Tez çalışması kapsamında yersel lazer tarama teknolojisi ve diğer kültürel mirası belgeleme yöntemleri araştırılmıştır. Bu çalışmada hem belgeleme yöntemlerinin karşılaştırılmasına hem de yersel lazer tarama teknolojisinin gelişimine yönelik bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca 3D teknolojisinin çalışma prensibi ve mimari belgeleme dışındaki kullanım alanları, kullanım yöntemleri, sağladığı kolaylıklar incelenmiştir.

4.1. Kültürel Mirası Belgeleme Yöntemleri

Kültürel mirasın korunması kadar kaydedilmesi, dökümantasyonda gerekmektedir. Kültür varlıkları sonraki nesillere orijinal haliyle aktarılacak istenmiştir. Geçmişten beri birçok belgeleme tekniği kullanılmıştır. Süreç içerisinde teknolojinin gelişimiyle belgeleme teknikleri çeşitliliğinin de artışı ve gelişim olmuştur. Gelişen teknoloji ve yöntemlerle zamandan tasarruf yapılmış, hata oranları azalmış ve iş yükü azaltılarak kolaylıklar sağlanmıştır.

Kültürel mirası koruma ve sonraki nesillere aktarabilme kaygısı geleneksel belgeleme tekniklerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Hasarlı nesnelere, geometrisi karmaşık yapılarda, detay ölçümlerinde hassasiyet gerektiren durumlarda uzun zaman aldığı ve düşük hassasiyette ölçüm yapılabilmesi sebebiyle geleneksel belgelemeye alternatifler aranmıştır. Geleneksel belgeleme teknikleri üç başlıkta değerlendirilebilir. Bunlar görsel belgeleme, yazılı belgeleme ve rölöve çalışması ölçümleridir. Fotoğraflama, haritalama, eskiz ve çizimlerle yapının kaydedilmesi durumu görsel belgelemedir. Yazılı belgeleme ise kütüphane, kaynak araştırması, gezi yazıları, koruma durumu çalışmaları ve sözlü kaynaklardan alınan bilgilerle raporlayarak kaydetme şeklindedir. Diğer geleneksel belgeleme yöntemi de rölöve, restitüsyon, müdahale analizi çalışmalarıyla belgelemedir. Bu yöntemle belgelemede öncelikle rölöve çizimleri için ölçüm yapılır. Kullanılan aletler şerit metre, şakül, mira, nova, lazermetre, pusula, ip, kalem ve milimetrik kağıttır. El ile rölöve ölçümünde ilk olarak ölçümü yapılacak yapının, nesnenin şematik planı, çizimi yapılır. Yapılarda üçgenleme metodu ile köşelerden metre yardımı ile ölçümler yapılır, şematik plan üzerine işlenir. Üçgenlerle bağlama yöntemi ile tüm mekanlar kendi içinde ve ortak noktalardan birbirine

bağlanarak plan düzleminde mimari yapının ölçümü, belgelemesi yapılmış olur. Yapının yükseklik bilgisi için ise sıfır kotu oluşturulup kot yapı boyunca lazer düzleş, su hortumu veya nivo ve mira ile taşınır. Böylece her mekanın alanının sıfır noktasına uzaklığı ölçülerek yükseklikleri kaydedilir. Yapı mekanlarının, cephesinin ve detaylarının mevcut haliyle, tüm deformasyonlarıyla, ekleriyle ölçümü yapıp, çizime aktarılmasıyla rölöve çalışması tamamlanmaktadır. Rölöve kültür varlığını belgelendiği zamandaki haliyle kaydedilmesidir. Yapı hakkında araştırma yapılarak, kaynaklar taranarak, yapı izleri takip edilerek ve sözlü kaynaklara başvurularak ilk yapıldığı dönem ve yapının durumu hakkında bilgi sahibi olunabilir. Elde edilen bilgiler ışığında yapının ilk yapıldığı halinin tahmin edilerek belgelenmesi de restitüsyon çalışmasıdır. Rölöve ve restitüsyon hem mevcut duruma yönelik hemde eserlerin orijinalliğine yönelik belgeleme sağlamaktadır.

TEKNİK	ÜRÜN GENEL UYGULAMA ALANLARI		OBJE	KULLANIMDAKI KISITLAMALAR	
DOLAYLI TEKNİKLER: VERİ ELDE ETMEDEKİ FARKLILIKLAR					
UZAKTAN ALGILAMA	3D	Geniş Alanlar ve Peyzaj Belgeleme	Peyzaj gözlemeleme, su alan/hacim gözlemeleme, maden alanları gözlemeleme	1-1500 Km ²	Dalga boyuna bağlı olarak, birçok örnekte santimetrenin altında bir doğruluk elde edilememektedir.
HAVA LAZER TARAMA	3D	Topografik Haritalar	Bitki Örtüsü Gözlemeleme ve Haritalama	1-500 Km ²	Metrenin altındaki çözünürlük maliyeti artırmaktadır.
HAVA FOTOGRAMETRİSİ	3D				Koordine edilmiş uçuş planlarının yapılması ve yersel kontrol noktalarının ayarlanması.
YERSEL LAZER TARAMA	3D	Nokta Bulutu ve Yüzey Modelleri	Bina Model ve Çizimleri	5-500 m ³	Nokta bulutu yoğunluğu istenilen şekilde olması, bu veriye uygun fotoğrafların elde edilmesi..
YAKIN RESİM FOTOGRAMETRİSİ	3D	Resim Haritaları, CAD Çizimleri, Afet Öncesi Belgeleme.	Bina Cephe Çizimleri ve Dik Resimler, Yüzey Modelleri, 3D Resimler	2-100 m ³	Kalibre edilmiş kameralar, optimize edilmiş resimler, objenin bulunduğu yerin kontrolü, yazılım ve operatör yeteneği.
DÜZENLENMİŞ FOTOĞRAFÇILIK	2D	Durum Kayıtları	Düz yüzeylerin belgelenmesi	2-50 M ³	Sadece tek bir referans düzlem ölçülenebilir.
KÜÇÜK OBJE TARAYICILARI	3D	Nokta Bulutu, Yüzey Modelleri	Heykel, Kazı Buluntuları	1-5 M ³	Kontrol edilebilir çalışma ortamı gereklidir.
DOĞRUDAN TEKNİKLER: KAYITTA SEÇİLEN VERİLER					
GPS	3D	Topografya verileri, Nokta Verisi	Bitki örtüsü ölçümü, daha önce ölçülen haritaların küresel koordinat sistemine dönüştürülmesi	1-20 Km ²	Açık hava gereklidir. Yüksek doğruluk sorun oluşturmaktadır.
TOTAL STATION	3D	CAD ortamında çerçeve çizimler, Nokta verisi	Planlar, Kesitler, Yüksek doğrulukta topografik ağ ölçümü.	0.5-50 m ³	Veri organizasyonları kodlarla, katmanlarla, ve GIS protokolleri ile yönetilir. Eğitimli operatör gereklidir.
NİVELMAN	2D	Nokta yüksekliklerinin gözlemelemesine dayanır.	Kesin nokta yükseklikleri belirlenir	1-50 m	Belirlenen noktalar strüktür mühendisliği için periyodik ölçülerek hareket olup olmadığı kontrol edilir.
ÇİZİM	2D	Anahtar çizimlerin yapılması, tanımlayıcı ifadeler.	Strüktür notları, mimari çizimler, kazı notları	0.25-5 m ³	Kesin doğru olmayan bilgiye dayalı seçilen verileri kapsar.

Tablo 4.1. Ölçüleme Teknikleri ve Etkili Kullanım Alanları (English Heritage, 2003)

Gelişen teknoloji ve bilimsel araştırmalar sonucu modern tekniklerin rölöve çalışmalarında kullanımı klasik yöntemlere göre fazlaca kolaylık sağlamıştır. Modern tekniklerle ölçü almak, 3D veriler elde etmek, çizim yapmak ve fotoğraflama çalışmaları daha kolay, hızlı ve yüksek hassasiyette olmaktadır. Ayrıca bu yöntemle

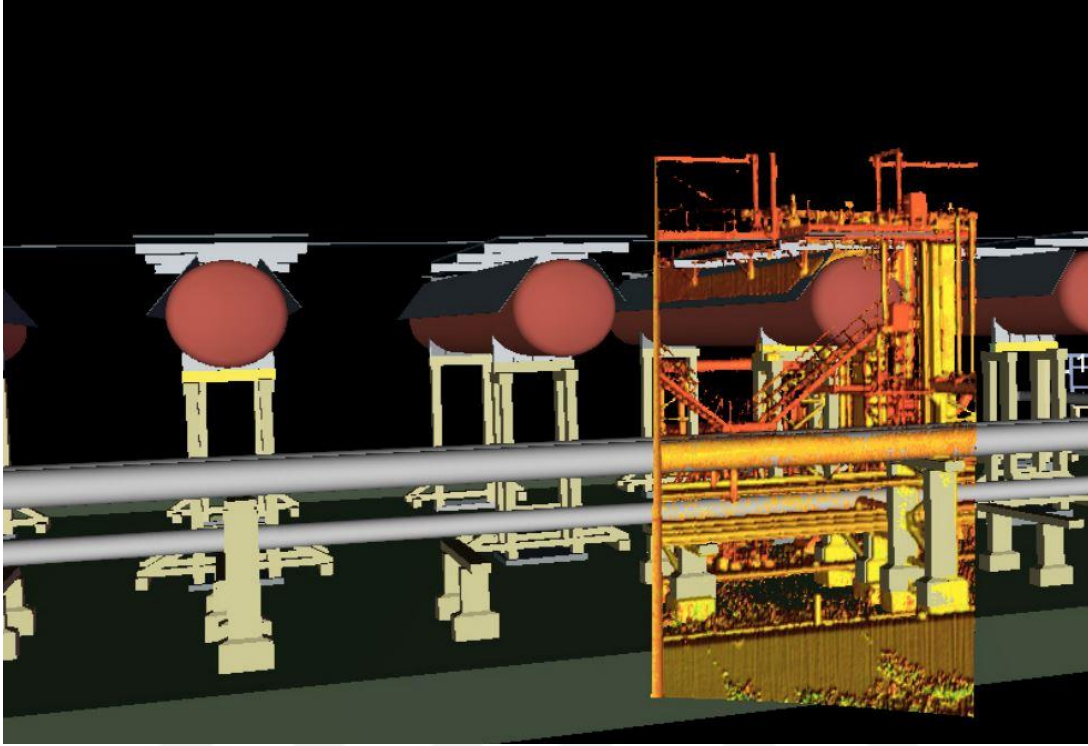
elde edilen verilerin uzun süre dijital ortamda saklanabilme, çoğaltılabilme ve kolayca paylaşılabilme olanağı vardır. Modern belgeleme teknikleride üç ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlardan ilki rölöve ile ölçü alımında teknolojiye daha fazla yararlanmak olarak değerlendirilebilir. Rölöve alımında gelişmiş nivo ve teodolitler, total station, navigasyon sistemleri kullanılarak daha hızlı ve doğruluk oranı yüksek ölçümler bu kategoride değerlendirilebilir. Ayrıca ölçümlerin dijital ortamda çizimlerinin yapılması da depolama ve belgelemede avantaj sağlamaktadır. Teknolojik belgeleme yöntemlerinden diğeri de fotogrametri tekniğidir. Bu teknolojiye bir yapı veya arazinin tamamı havadan veya yerden fotoğraflanır. Herbir noktanın eksiksiz çekildiği tüm fotoğraflar bir yazılım yardımıyla ortak noktalardan üst üste bindirilerek noktaların üçgenlemesi prensibiyle birleştirilip, 3 boyutlu nokta bulutu elde edilmekte 3D modele dönüştürülebilmektedir. Lazer tarama tekniği teknolojik belgeleme tekniklerinden en gelişmiş olanıdır. Tarayıcılar saniyede milyonlarca noktayı atıp, dönüş süresine göre 3 boyutlu olarak algılayarak veri oluşturabilen sistemlerdir. Tarama cihazından gönderilen lazer ışınının ölçümü yapılacak nesne yüzeyine çarpması ve geri dönmesine kadar geçen sürenin mesafe bilgisine dönüştürülmesi ve eş zamanlı cihazın çektiği fotoğraflarla karşılaştırılmasıyla elde edilen verilerle belgeleme tekniğidir. Lazer tarayıcılar teknolojiye geliştirilerek su altı ve havadan taramada da kullanılmaktadır. Yersel lazer tarama ise 4 tip cihazla yapılabilmektedir. Bunlar el tipi lazer tarama, giyilebilir lazer tarama, mobil lazer tarama ve sabit lazer taramadır.

4.2. YLT Teknolojisinin Kullanım Alanları

Yersel lazer tarama teknolojisi 3 boyutlu modellemeye ihtiyaç duyan birçok alanda kullanılmaktadır ve 3D lazer tarayıcılar teknoloji alanında yeni bir gelişim kolu oluşturmuşlardır. YLT teknolojisinin en önemli kullanım alanlarından biri bu tez kapsamında da kullanıp değerlendireceğimiz üzere kültürel mirasın belgelenmesi, mimari koruma uygulama projelerinin hazırlanmasıdır. Kültürel miras varlıkları arasında önemli yere sahip ve korunması gerekli olan arkeolojik sit alanlarının, büyük alanlara yayılmış, ölçümü zor kazıların modelinin oluşturulmasında, mevcut durumunun belgelenmesinde kullanılmaktadır.

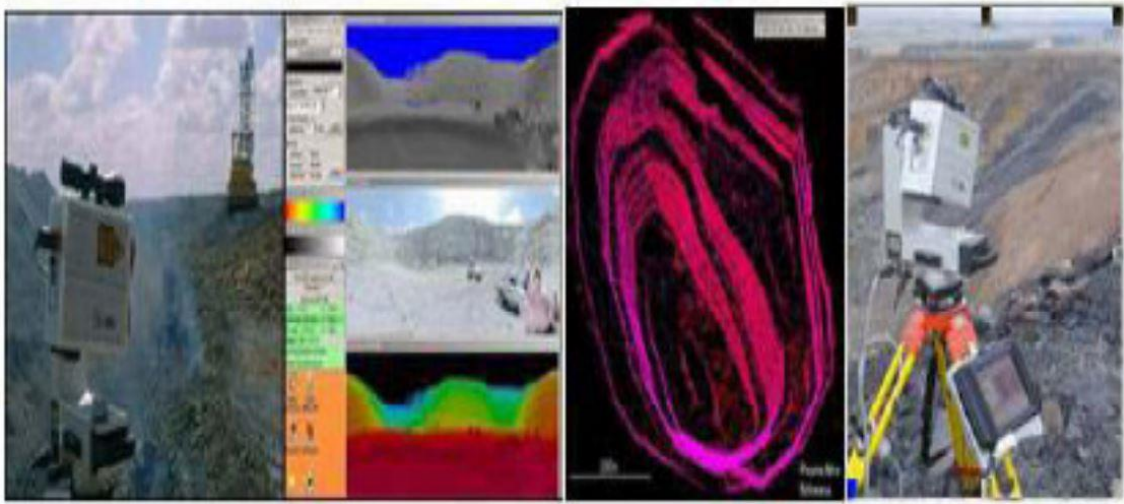
Endüstriyel uygulamalarda lazer tarayıcıların kullanıldığı bir diğer alandır. Tarayıcı ile yapılan tarama sonucu elde edilen ve gerçeğe büyük oranda yakın olan 3 boyutlu nokta bulutları ile model hazırlanmakta bu sayede endüstriyel ürün ile ilgili

birçok bilgiye hızlıca ulaşılabilir. Ayrıca üretimde oluşabilecek hatalar öngörülmekte ve hatalara müdahale edilebilmektedir.



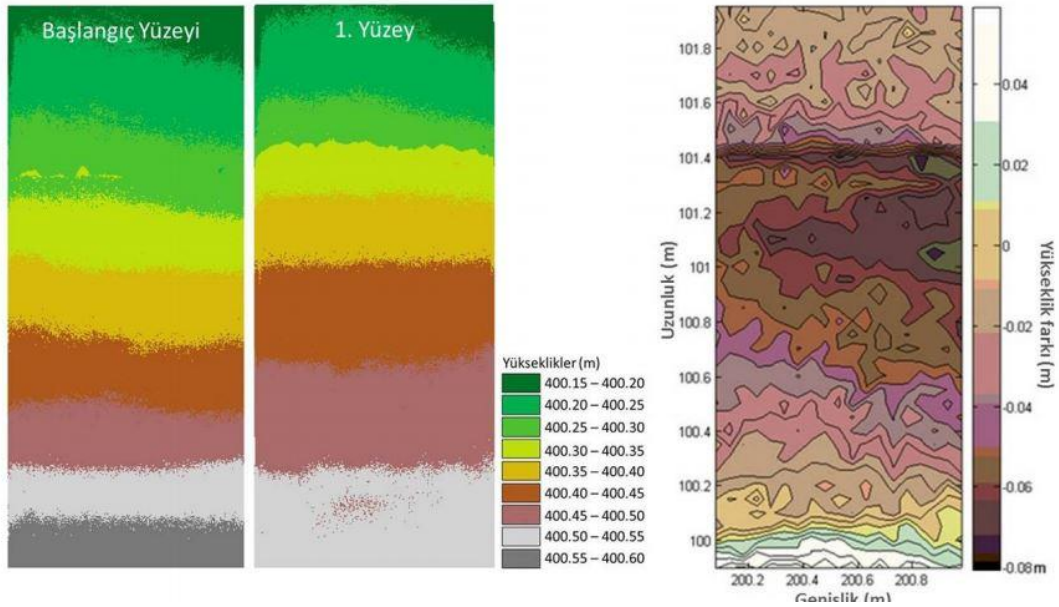
Şekil 4.1. Endüstriyel Yapının Nokta Bulutu ve Modeli (Harvey 2010)

Madencilik ve tünel çalışmalarında lazer tarayıcıların kullanıldığı alanlardandır. Madencilik ve tünel alanında YLT teknolojisi kullanımının asıl amacı güvenlik sağlanması ve olası risklerin ortadan kaldırılmasıdır. Lazer tarayıcılar ile yapılan periyodik ölçümlerle süreçte oluşan ve oluşumu baş gösteren çatlaklar, deformasyonlar tespit edilerek, gerekli önlemler alınarak maden çökmesi, göçükler gibi kazaların önüne geçilebilir. YLT teknolojisinin maden ve tünel uygulamalarında kullanımının bir diğer sebebi de tarayıcının sunduğu veri potansiyeli ile büyüklük, şekil, hacim gibi kritik geometrik bilgiler analiz edilerek gereksiz kazı çalışmalarından kaçınılması ve iş maliyetini azaltmak, enerjinin verimli kullanılmasını sağlamaktır.



Şekil 4.2. Madencilik, Taşocağı ve Kazı Uygulamaları Örneği (Gümüş, 2008)

Lazer tarama teknolojisinin yaygın kullanıldığı bir diğer alan ise jeolojik çalışmalardır. Küresel ısınma ve çeşitli doğa olaylarından kaynaklı deniz suyu seviyesi değişkenlik göstermektedir ve kıyıları rüzgar ve dalga erozyonuna maruz kalmaktadır. Belirli periyotlarla yapılan taramalar sürekli izlenmesi gereken bu duruma çözüm olmuştur.



Şekil 4.3. Jeolojik Oluşum İzleme Uygulamaları Örneği (7.Kıyı Mühendisliği Sempozyumu)

Jeolojik çalışmalar kapsamında bu teknoloji ile fay hatlarının düzenli izlenebilmesi de mümkündür. Tarama verileri ile önce arazinin 3D modeli hazırlamakta

ve geliştirilen yazılımlarla model bitki örtüsünden arındırılarak elde edilen yüzey modelinden fay hatları belirlenebilmektedir. Heyelan ve kaya düşmesi olayları insanlara ve yapılara büyük zararlar vermektedir. Kütle hareketleri görülen ve risk teşkil eden alanlar yersel lazer tarayıcılarla belli aralıklarla kaydedilerek risk denetim altına alınabilir, yapılan çıkarımlarla oluşabilecek heyelanın hacmi, zararları öngörülebilmektedir. YLT teknolojisi ile elde edilen modelden DEM verisi kullanılarak CBS ortamında bakı ve eğim haritalarında çıkarılabilmekte ve akım yönleri belirlenebilmektedir. Ve DEM verisiyle havza ve drenaj ağı özellikleri, akarsu yatağındaki morfolojik değişimler raporlanabilmektedir. Bu bağlamda riskli taşkın sahalarının da kontrolü sağlanabilmektedir.

Ylt teknolojisi bir ülkenin altyapı sisteminin, tesislerinin kontrolünde ve belgelenmesinde de kullanılmaktadır. Demiyolu, karayolu şebekesi, köprüler, tüneller ve enerji hatları gibi kullanıma ve zamana bağlı hasara uğramış veya risk teşkil eden alanların tespiti için kullanılmakta ve araştırma gerektiren değerlendirme metodları için temel sağlamaktadır.



Şekil 4.4. Karayolu Taraması Örneği (Harvey 2010)

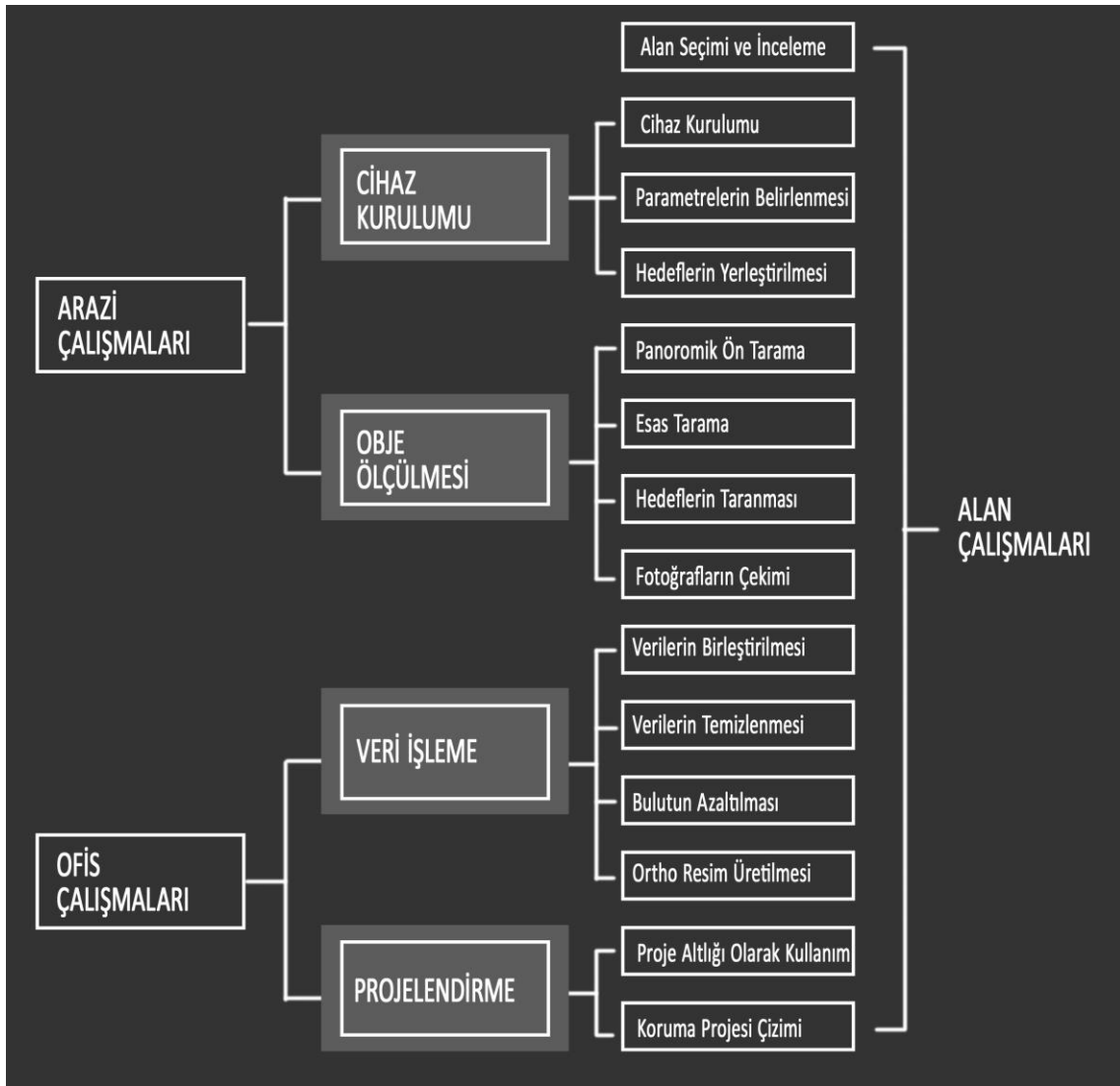
Yersel lazer tarama cihazları son yıllarda trafik kazaları ve adli vakalarda bile kullanılacağı çalışılmıştır. Bir kaza sonrası kaza mahaline ait yüksek doğrulukta ayrıntıları içeren model oluşturulmakta ve model farklı görüş açılarından analiz edilerek kaza araştırmaları için çözüm sunmaktadır. Yine model üzerinden araç deformasyonları gözlemlenebilir ve gerçek olayın canlandırılabilmesi için kaza animasyonu hazırlanabilmektedir. Adli olaylarda da suç işlendikten sonra olay mahalinin en hızlı

şekilde, bozulmadan tüm ayrıntıları ile kaydedilmesi gerekmektedir. Lazer tarayıcılar ile 3D nokta bulutlarından renkli model elde edilebilmektedir. Böylece olay yeri tüm ayrıntılarıyla kayıt altına alınmabilmekte, istenilen zamanda farklı açılardan incelenerek değerlendirilebilmektedir.



5. ALAN ÇALIŞMASI

Bu tez kapsamında alan çalışması olarak yersel lazer tarama teknolojisinin koruma uygulama projelerinde, mimari belgelemede kullanım olanaklarına yönelik değerlendirmeler Konya’da bulunan Gevraki Han’ın koruma projesinin süreciyle birlikte ele alınmıştır. Korunmaya ihtiyacı olan bu Han ile ilgili daha önce bir çalışma yapılmamış olup koruma uygulama projesi kapsamında yapının belgelemesi sağlanacaktır. Korunması gerekli kültür mirası eserleri tekil basit yapılar, ölçeği büyük daha karmaşık yapılar veya yapılar topluluğu halinde olabilmektedir. Bu büyük, karmaşık ve birçok yapının birlikte bulunduğu alanların geleneksel yöntemlerle ölçümü uzun zaman almakta ve veri bütünlüğü elde edilmesi bakımından zahmetlidir. Bu bağlamda külliye, mağara, hamam gibi ölçümü zor ve büyük ölçekli yapıların ve sokak sağlıklaştırma projesi gibi grup yapıların belgelenmesinde hızlı ölçüm, veri bütünlüğü ve hassas veri olanakları sunduğu için yersel lazer tarama yöntemi kullanılmakta ve diğer yöntemlere göre tercih edilmektedir. Han’ın avlulu olması, bitişik nizam çoklu yapılardan oluşması ve yapıdaki tahribatın, deformasyonların fazla, detayların çeşitli olması gibi parametreler alan seçiminde etkili olmuştur ve yersel lazer taramanın avantajları bakımından her bir parametre değerlendirilecektir, geleneksel yöntemlerle kıyaslanacaktır.



Tablo 5.1. Alan Çalışması Aşamaları

Tez çalışması için alan incelemesi yapıлып, çalışılacak alana karar verdikten sonra seçilen alan hakkında bilgi toplanıp kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Alan çalışmaları arazi çalışmaları ve ofis çalışmaları olarak iki alanda sürdürülmüştür. Arazi çalışmaları da tarayıcı ile veri toplanmış, detay ölçümleri yapılmıştır ve tez kapsamında aşama aşama tarayıcı kullanımı hakkında bilgi verilmiştir. Tamamlanan arazi çalışmalarından sonra elde edilen verilerin işlendiği kullanılabilir hale getirildiği ofis çalışmalarına geçilmiştir. Kullanılan programlar ve nasıl veri işlendiği, sonuç ürün formatları bu sırada uygulanmış ve tez kapsamında raporlanmıştır. Son olarak ofis çalışmaları kapsamında koruma uygulama projesi çizilmiştir.

5.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgi

Anadolu yarımadasının ortasında bulunan Konya ili İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde, şehrin de adını verdiği Konya bölümünde bulunmaktadır. Coğrafi olarak 36041' ve 39016' kuzey enlemleri, 31014' ve 34026' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ülkenin en büyük yüz ölçümüne sahip ili olan Konya'nın yüzölçümü göller hariç 38257 km²'dir. Rakımı ise ortalama 1016 metredir. İklim özellikleri karasal iklim gösteririr. Şehir aslında göl tabanı olan bir ovanın kenarına konumlanmıştır. Takkeli dağ ve Loras dağları şehrin batısında yükselmektedir.

Konya'nın tarihinin MÖ. 7000'lere kadar gittiği tahmin edilmektedir. Neolitik-Cıllı Taş dönemine ait eserlere Çatalhöyük, Karahöyük'te yapılan kazılarda rastlanmıştır. Alaaddin tepesi çevresinde yapılan çalışmalarda buradaki izlerin MÖ.1000'lere dayandığını göstermektedir. Bir dönem de Friglerin ardından Lidya egemenliğine girmiştir. Roma döneminde zamanın önemli şehirlerinden biri olmuştur Konya. Hatta bu dönemde İconium adını almıştır. Yedinci yüzyıl sonlarında Anadolu'ya doğru islam hareketleri başlamıştır. Konya'nın Türklerin egemenliğine geçtiği tarih tam bilinmese de Malazgir Savaşı sonrası olduğu bilinmektedir. Sonrasında Selçuklu başkenti olması şehri daha da önemli hale getirmiştir. Ayrıca Alaaddin Keykubad döneminde Mevlana, babası Sultanü'l Ulema Bahaüd-din Veled ve Şeyh Şahabeddin-i Sühreverdi gibi isimlerin Konya'ya gelmeleri burada yaşamaları Konya'nın bir kültür şehri olmasını sağlayan önemli faktörlerdendir. 13. Yüzyıl sonlarında Selçuklu'nun gücü azalmıştır ve önce Karamanoğulları ardından da İlhanlıların hakimiyeti görülmüştür.

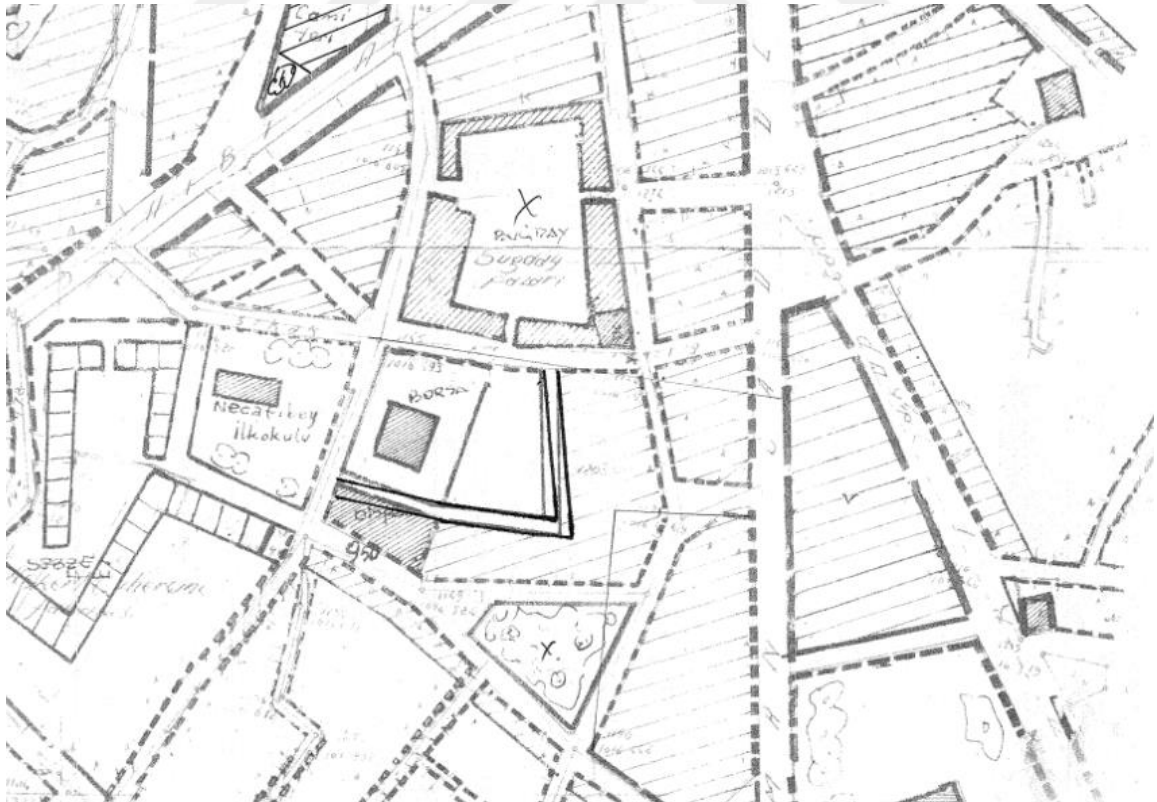
Coğrafi konum itibari ile ticaret ağı bakımından Konya stratejik öneme sahiptir. Etrafındaki bölgeleri Ege,Marmara, Doğu Anadolu, Karadeniz ve Akdenizi birbirine bağlayan yolların kesişim noktasındadır. Alan olarak ta büyük şehirlerden olması sebebiyle ticaret merkezlerindedir. Coğrafi konumundan ve idari merkez olmasından kaynaklı Konya Selçuklular ve Osmanlılar döneminde ticari fonksiyonlarında artmasıyla gelişmiş, zengin bir şehir konumuna gelmiştir. Konum olarak çevresinde bulunan bölgelerin ticaret yolu kesişiminde bulunan Konya ticaret merkezi olmuştur. Konya çarşılarında geleneksel Türk çarşılarının karakteristik özellikleri görülmektedir.Şehirdde çarşı ve çarşı dokusundaki yapılar önemlerini korumuşlardır ve işlevleri itibari ile kentin sürekliliğini sağlamışlardır.Tarihi kent merkezleri ve çarşı birlikteliği mekanı anlamak ve kenti hissetmek için önemli yerlerdir. Konya çarşılarında

tarihi ticaret yapılarından günümüze kalan örnek sayısı azınlıktır. Ayrıca 1900 yıllarında Konya çarşısı bir yangın geçirmiş ve ticari doku olarak yeniden inşa edilmiştir. Zamanla tarihi çarşı, bedesten, han yapıları yerini alışveriş merkezlerine bırakmıştır. Ancak Konya çarşılarında kentin köklü ticaret kurumlarının ve kendine özgü ürünlerin satıldığı dükkanların ticarete devam etmesi, kırsal nüfusun ulaşımını sağlayan otobüs terminalinin bulunması ve kentlinin çarşı dokusunda altyapısı olan ticaret biçiminin ve alışveriş alışkanlığının bulunması çarşı kültürünün devam etmesinde, yapıların günümüze ulaşmasında etkili olmuştur.

5.2. Gevraki Han

5.2.1. Gevraki Han Konumu

Gevraki Han konum bilgisi olarak Konya ili, Meram ilçesi, karakurt mahallesi 17 L II pafta, 16726 ada, 2, 3, 4 ve 5 parsellerde bulunmaktadır.



Şekil 5.1. Gevraki Han İmar Planı

Gevraki Han'ın kuzeyinde yakın zamanda restorasyonu da yapılan eski buğday pazarı yer almaktadır. Han'ın batısında bitişiğinde bir hastane bulunurken doğusunda da Karatay Belediyesi vardır. Önceleri şehrin ana terminali olan ama günümüzde ilçelere ve bazı çevre illere güzergahı olan otobüslerin kullandığı eski garaj terminali Gevraki Han'ın Güneydoğusunda hana yaklaşık 300 metre uzaklıktadır. Konya'nın tarihi çarşılarının bulunduğu bölgede yer alan Gevraki Han'ın kuzeyinde yaklaşık 300-400 metre mesafelerde yakın dönemde restore edilerek korumaya alınan tarihi bedesten çarşısı ve günümüzde yeniden inşa edilen mevlana çarşısı bulunmaktadır.



Şekil 5.2. Gevraki Han Konumu

5.2.2. Gevraki Han Tarihi ve Tescil Durumu

Gevraki Han ve dükkanlarda ne zaman yapıldığını gösteren bir kitabe bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalarda Gevraki Han yerinde öncesinde bir medresenin bulunduğu rapor edilmiştir.

Mehmet Önder, Mevlana Şehri Konya Çalışmasında 'Gevraki (Fethiye Medresesi: Konya'nın Çadır Çeşme mahallesinde idi. Konyalı Hacı Abdülfettah Çavuş (Ölümü:1718) tarafından yaptırılmıştır. Bugün mevcut değildir.' İfadelerinde bulunmuştur. Gevraki bir diğer adıyla Hacı Fettah Medresesi günümüzde han ve çarşının bulunduğu yerde, Buğday Pazarı'nın güneyinde konumlanmıştır. Gevraki Medresesi ilk kez Abdülfettah Çavuş tarafından 1712 yılında tefsir ve hadis okutulmak amacıyla yaptırılmıştır. Medrese 1 dersane ve 12 oda olarak yapılmıştır. Medresenin

ikinci banisi Gevraki Hacı Kadir Efendi'dir. Harap olan medreseyi imar ederek müderrisi olmuştur.1848 tarihinde Gevraki Medresesi bir avlu etrafında dizilmiş 14 odalı, kerpiç toprak damlı ve tek katlı bir binadır. Gevrakizade Abdülkadir Efendi müderrislikten sonra 1902 yılında vefatına kadar Konya Müftülüğü görevine devam etmiştir. Önce Gevraki Han'ın güneyinde evinin yanındaki mezarlığa ardından mezarlık alanının iş merkezine dönüştürülmesi sebebiyle Musalla mezarlığına son olarakda Furkan Dede Caddesinin refüjündeki günümüzdeki yerine nakledilmiştir.



Şekil 5.3. Hacı Abdülkadir Efendi

Bu bağlamda medrese ile ilgili en eski bilgi olarak 1848 yılında 14 odalı bir yapı olduğu rapor edilmiştir. Bu tarihten 1924 yılında medreselerin kapatılmasına kadar eğitim faaliyetine devam ettiği düşünülmektedir. Sonrasında da medresenin yıkıldığı ve bu alana dükkanların yapıldığı saptanmıştır.



Şekil 5.4. 1930 Tarihli Gevraği Medresesi Kadastro Paftası



Şekil 5.5. 1930 Tarihli Gevraği Medresesi Kadastro Paftası

Gevraği Medresesi'nin son müderrisi Hacı Vehbi Efendidir ve 1939 yılında vefat etmiştir. Hacı Vehbi Efendi'nin torunları tarafından medresenin yerine farklı esnaf dükkanlarının belirtilmiştir. İlk dükkan yapımları ve medresenin kapatılması değerlendirildiğinde Gevraği Hanı'nın 20. Yüzyıl başlarında yapıldığı anlaşılmaktadır. Gevraği Medresesi'ne ait vakfiyede çadırçeşme yakınındaki medreseye bitişik iki katlı odaları, avlusu, ahır bulunan hanı vakfettiği belirtilmiştir. Bu beyanda bahsedilen dükkanlar 2 katlıdır, günümüzde ise yerinde bulunan dükkanlar tek katlıdır. Vakfiyede bahsedilen dükkanlar günümüze ulaşmamıştır. Han avlusunun ortasında bulunan dükkanların sonradan yapıldığı hem cephe özelliklerine hem de kullanılan malzemelere bakılarak anlaşılmaktadır. Esnaflarda bu ortada bulunan dükkanların 1950-1960 yıllarında yapıldığına dair bilgiler vermiştir.



Şekil 5.6. 1951 Sonrası Gevraği Medresesi İmar Planı ve Kadastro Parselleri

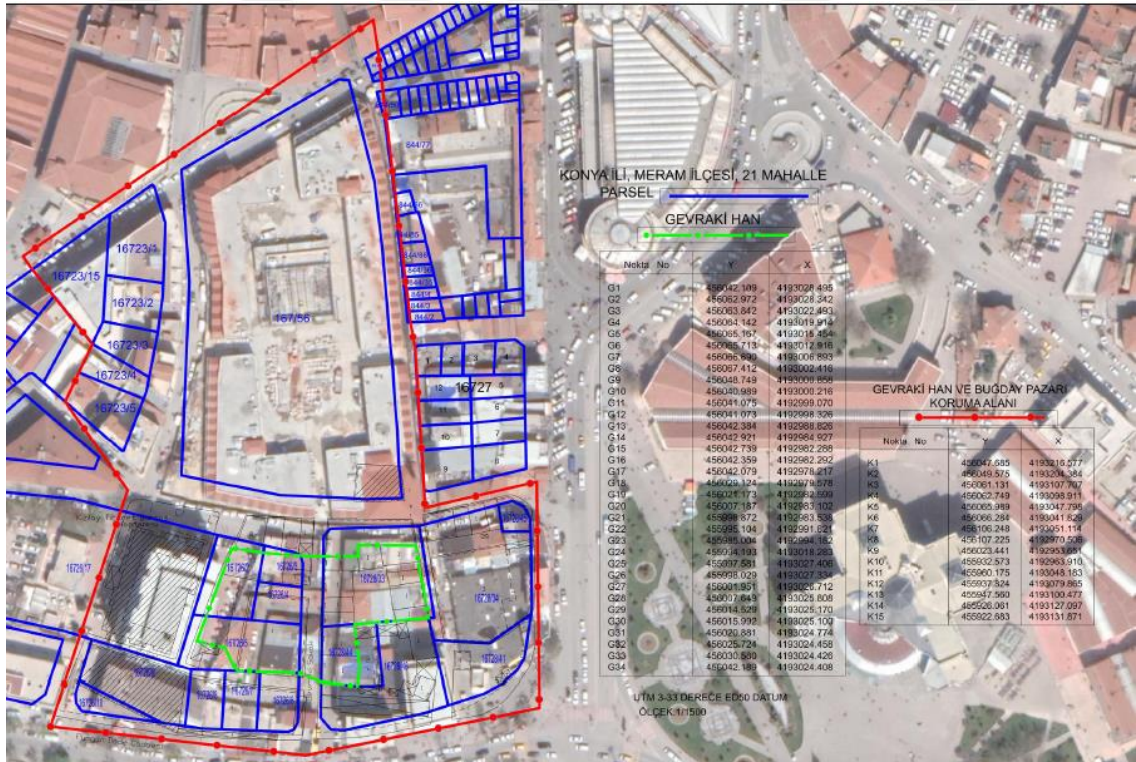


Şekil 5.7. 1951 Yılı Uydu Görüntüsü



Şekil 5.8. 1962 Yılı Uydu Görüntüsü

Konya Kültür Varlıkları Koruma Bölge kurulu kararı ile Sit ekleme geçiş alan sınırında kalan, mülkiyeti özel, Konya Büyükşehir Belediyesi ve vakıflara ait olan Gevraği Han Dükkanları 2020 yılında korunması gerekli taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir.



Şekil 5.9. Gevraği Han ve Çevresi

5.2.3. Gevraki Han Mimari Özellikleri

Gevraki Han vaziyet planı şeması olarak açık bir avlunun üç tarafına dizilmiş dükkan sıralarından oluşmaktadır. Herbir dükkan sırası bitişik nizamda inşa edilmiştir. Dükkanların çoğunluğu dikdörtgen plan şemasına sahiptir. Çarşı dükkanlarının giriş cepheleri avluya ya da sokağa bakmaktadır.



Şekil 5.10. Gevraki Han'ın 1960'lı Yıllardaki Durumu

Gevraki Han cephe düzeni olarak nizami, sade bir görünüme sahiptir. Çarşı dükkanları genel olarak tek cepheli ve dükkanların önünde bulunan sokağa bakacak şekilde tasarlanmıştır. Dükkanların ön cephelerinde girişi sağlayan geniş kapı açıklığı vardır. Kaynaklardan edinilen bilgilere göre dükkanların kapı ve doğramaları özgün halinde ahşap iken sonradan demir ve metal doğramalı olarak yenilenmiş ve günümüze bu şekilde gelmiştir.



Şekil 5.11. Gevraki Han Dükkan Cepheleri-Giriş Kapıları

Mevcutta dükkan önlerinde bulunan sundurmalar sonradan yapılmıştır. Özgün durumda çatının ahşap saçağı daha geniş tutularak cepheye hareketlilik kazandırmıştır. Dükkanlar özgün halinde kiremit kaplı, içten ahşap kirişlemeli kırma çatı ile örtülüdür. Ancak zamanla yapılan müdahalelerle üst örtüler betonarme veya düz dam haline getirilmiştir.



Şekil 5.12. Gevraki Han Saçak-Çatı Durumu

Gevraki dükkanlarının ana yapım malzemeleri taş ve tuğladır. Yapıların beden duvarlarında moloz taş ve tuğla birlikte kullanılmıştır. Üst örtü ana taşıyıcılarında, kapı camekan kanatlarında ahşap ve üst örtü kaplamasında kiremit dükkanların yapımında kullanılan ana malzelerindendir. Yakın dönemde yapılan müdahalelerde ise sac, metal, demir malzemeler kapı ve doğramalarda, betonarme malzeme ise zemin ve çatılarda görülmüştür.

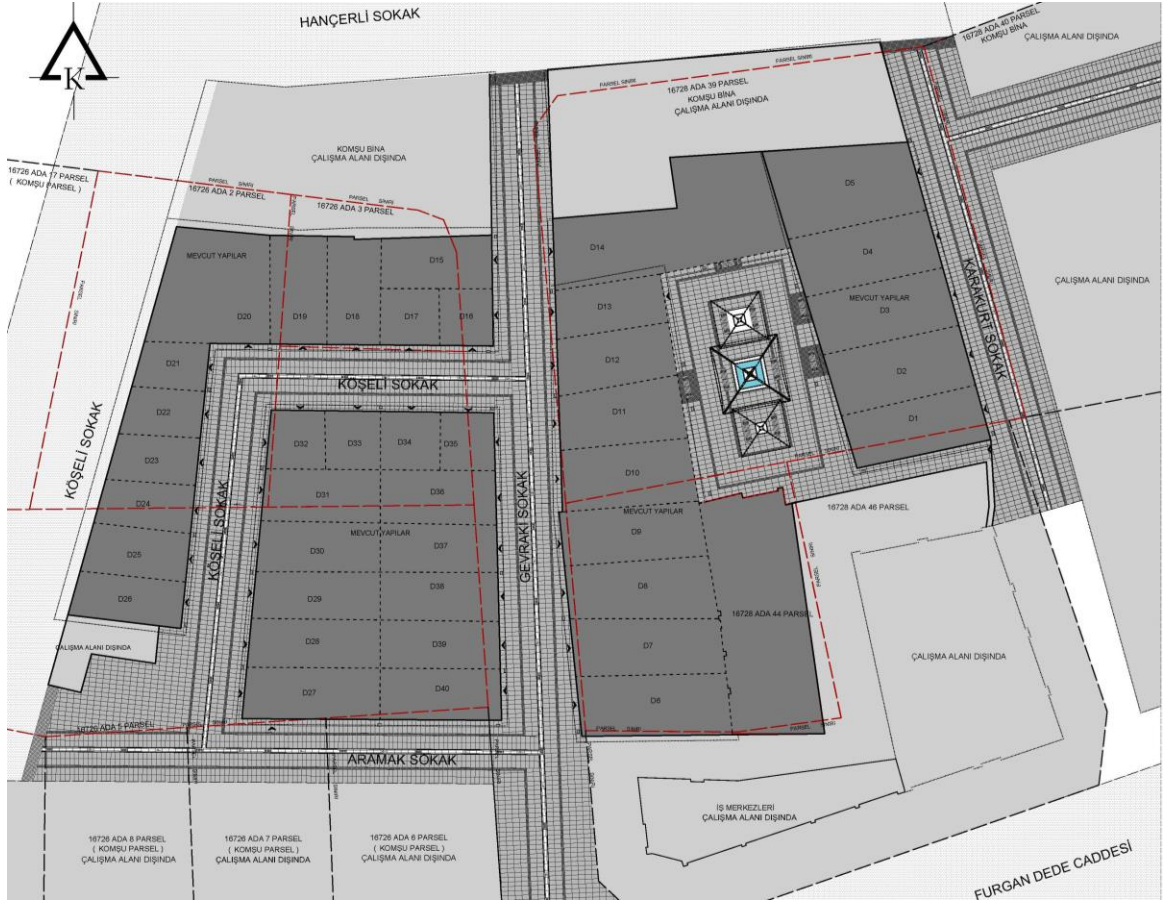


Şekil 5.13. Gevraki Han Cephesi-Yapım Malzemeleri



Şekil 5.14. Gevraki Han Cephesi-Yapım Malzemeleri

Gevraki Han dükkanlarda yapım malzemesi olarak taş ve tuğla kullanılmıştır. Dükkanların üzeri geniş saçaklı kırma çatı ile örtülüdür ve çatı üzeri kiremit kaplamadır. Dükkanların giriş hariç diğer cepheleri sağır bırakılmıştır. Süsleme, bezeme açısından sade bir mimariye sahiptir. Dükkanlara süreç içerisinde yapılan işe, kullanım durumuna ve ihtiyaçlara göre uygulamalar yapılmış, ilave bölümler eklenmiştir.



Şekil 5.15. Gevraki Han Vaziyet Planı

Gevraki Han'ın batı kanadı, kuzey-güney doğrultusunda bitişik nizamda yan yana sıralanmış altı dükkan bulunmaktadır. Çarşının doğu kanadında ise Gevraki sokağa bakan dokuz adet dükkan kuzey-güney doğrultusunda bitişik nizamda sıralanmıştır. Dükkan girişleri Gevraki sokak tarafındandır. Dükkanlardan dört tanesinin avluyada cephesi vardır fakat sağır bırakılmıştır. Gevraki çarşısının kuzeyinde giriş cepheleri Köşeli sokağa bakan, doğu-batı yönünde beş adet dükkan sıralanmıştır. İki sokağın kesişiminde kalan dükkanın arkasında ise girişini Gevraki sokaktan alan bir dükkan daha vardır.

Gevraki Han'ın orta bölümünde etrafı sokaklarla çevrilmiş alanda sırt sırta yerleştirilmiş dükkanlar bulunmaktadır. Dükkanlar kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen bir alana oturmaktadır. Bu orta dükkanların kuzeyinde ve batısında Köşeli Sokak, doğusunda Gevraki Sokak ve güneyinde Aramak Sokak bulunmaktadır. Doğu kanadında beş, batı kanadında beş ve kuzey tarafında dört olmak üzere orta alanda toplamda ondört adet dükkan vardır. Bu dükkanlar tek katlı olarak yapılmıştır. Doğu ve batı kanadındaki dükkanlar sırt sırta ve hemen hemen simetrik olarak tasarlanmıştır. Dükkanlar doğu-batı doğrultusunda dikdörtgen planlıdır. Doğu kanadında bulunan dükkanlar girişlerini Gevraki sokaktan, batı kanadı dükkanları ise Köşeli sokaktan alır. Kuzey kanattaki dört dükkan yaklaşık aynı büyüklüktedir ve girişlerini Köşeli sokaktan almaktadır. Ortada bulunan iki dükkan kare planlıdır ve diğer tüm cepheleri sağırdır. Köşe dükkanlar ise kareye yakın dikdörtgen planlıdır ve yan cepheleride açılarak bu köşe dükkanlara iki cepheden erişim sağlanmıştır.

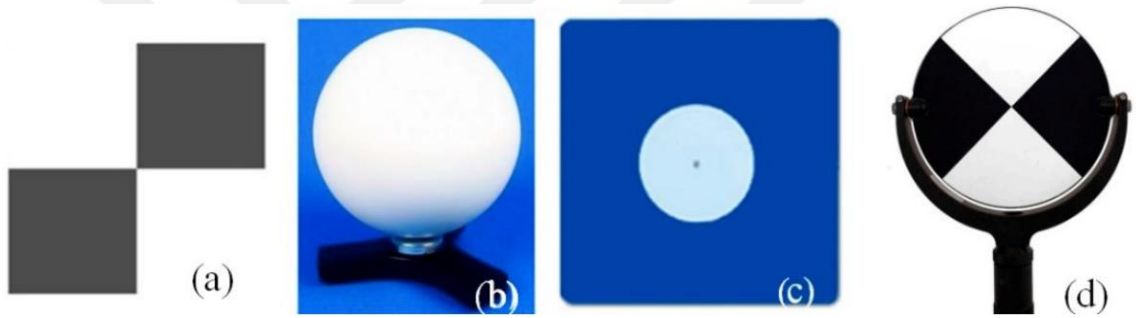
Karakurt Sokak üzerinde bitişik nizamda, kuzey-güney doğrultusunda sıralanmış beş dükkan bulunmaktadır. Bu dikdörtgen plan şemasına sahip dükkanların hem dükkanların batısında kalan avluya hemde Karakurt sokağa cephesi olmasına rağmen giriş sadece sokak tarafından verilerek diğer cepheler sağır bırakılmıştır. Karakurt Sokağın güneybatısında bulunan açıklıktan günümüzde kahvehane olarak kullanılan, batı kanadı dükkanlarının sırtında bulunan bir dükkana ulaşılır. Dükkan kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen plan şemalıdır ve avlu tarafından giriş almaktadır.

5.3. Arazi Çalışması

Tez kapsamında alan çalışması için seçilen Gevraki Han'ı kültür varlıkları kapsamında korunması gereken bir yapılar bütünüdür ve belgelenmesi sağlanmalıdır. Alan incelemesi ve mevcut durum gözlemi yapıldıktan sonra arazi çalışmaları kapsamında ölçümler yapılmıştır. Bu bağlamda Han'ın ölçümünde yersel lazer tarama yöntemi kullanılmıştır. Ylt yöntemine ek olarak geleneksel yöntemlerle detay ölçümleri yapılmıştır. Tüm alanın cephelerin, mekan içlerinin ve kapı, pencere, çatı, döşeme detayları fotoğraflanmıştır. Son olarak koruma projelerinde önemli bilgiler veren sözlü kaynaklar araştırılmış, bölge yaşayanları ile konuşularak yapılan müdahaleler ve öncesi hakkında bilgi toplanarak arazi çalışmaları tamamlanmıştır.

5.3.1. Yersel Lazer Tarama Cihazı İle Veri Toplama

Arazide yersel lazer tarama ölçümüne cihaz kurulumu ile başlanmıştır. Tarayıcının kurulumunda hizalanması, ortalanması ve tam terazide olması dikkat edilecek önemli noktalardandır. İstenilen sonuç ürün, doğruluk ve sonuç ürün ölçeğine uygun tarama parametreleri işlem sırasında uygulanmalıdır. Tarama yapılacak istasyonlar arasındaki mesafe ve bindirme oranı sonuç ürün doğruluğunu etkilemektedir. Ölçüme başlanmadan önce yapılması gereken bir diğer uygulama da hedef noktalarının yerleştirilmesidir. Hedef noktaları elde edilen birçok ayrı verinin birleştirilmesinde referans olarak kullanılmaktadır. Bu referans noktalarının büyüklüğü, sayısı ve tarama istasyonlarından görünürlüğü önemlidir.



Şekil 5.16. Hedef Noktası Türleri (Fryskowska, A. 2019)

En yaygın kullanılan hedef noktası dama tahtalarıdır. Aynı koşullarda noktasal olarak hedefin merkezinin bulunması doğruluğu kürelere göre daha fazladır. Dama tahtaları sadece karşıdan yani tek cepheden görülürken, kürelerin hedef noktası olarak kullanılmasının avantajı her açıdan görülebilmesidir. Kürenin kütle merkezi yüzeyini temsil eden bir nokta bulutu merkezinde yer alır. Kullanım oranı daha az yaygın olan diğer hedef noktası türü ise HDS(High Definition system)'dir. Bu hedef noktaları özel malzemelerden üretilirler ve farklı yansıma katsayılarına sahiptirler.

Tez kapsamında alanda lazer taramada kullandığımız hedef noktası türü dama tahtalarıdır. Çalışma alanında her cepheden ortak görünen kubbe, külah gibi noktalar olmadığı için ve bitişik nizam yapı topluluğunda tek yönlü cephe taraması çoğunlukta olduğu için küre hedef noktalarına ihtiyaç duyulmamıştır. Yeterli sayıda ve büyüklükte birçok hedef noktası tarama yapılacak yüzeylere yerleştirilmiştir ve tüm istasyonlardan taramalar tamamlanana kadar noktaları değiştirilmemiştir. Hedef tahtası yerleşimi

genellikle birbirine yakın üçlü gruplar halinde yapılmıştır. Üç ortak referans noktasından daha doğru bir birleşim mümkündür.



Şekil 5.17. Cepheye Yerleştirilmiş Hedef Noktaları



Şekil 5.18. İç Mekana Yerleştirilmiş Hedef Noktaları

Tarama yapılacak alanda hedef tahtaları uygun aralıklarda ve sayıda yerleştirildikten sonra cihaz kurulumu yapıp lazer tarama işlemine geçilmiştir. Tarayıcının kurulduğu her istasyonda bir önceki istasyonla arasındaki mesafeye ve ortak görüş miktarına, ortak hedef tahtalarına dikkat edilmiştir.



Şekil 5.18. Lazer Tarayıcının Kurulumu

Yapılan her taramada tarayıcı kurulum hedefler yerleştirildikten sonra cihaza istenilen veri kalitesi, renkli-siyah beyaz nokta verisi, çözünürlük ayarı ve yapıya olan uzaklığı ile ilgili değerler tanımlanarak tarama başlatılır. Yersel lazer tarayıcının tarama hızı ve tarama işlemi tamamlama süresi istenilen kaliteye yani tarama başlatılırken girilen verilere göre değişkenlik gösterir. Biz bu çalışmada alanın büyük olması, tarama sayısının oldukça fazla olması ve alanda bezeme, süsleme gibi renkli model gerektiren bir mimarinin olmaması sebebiyle taramalar renksiz yapılmıştır. Renkli yapılan taramalarda lazer tarayıcı tarama işlemi bitirdikten sonra 3D küp resim oluşturacak şekilde fotoğraf çekimi yapar. Yaptığımız taramalarda her bir tarama uzunluğu iç mekanda yaklaşık 5 dakika , dış mekanda cephe taramalarında da 5,5 dakika sürmüştür ve arazideki yersel lazer tarayıcı ile belge kaydetme işlemi toplamda 4 gün kadar zaman almıştır.



Şekil 5.19. Lazer Tarayıcı Kontrol Ekranı

Her bir taramada cihaz kurulduktan sonra taramaya isim verilir.Cihaz anasayfasından manage kategorisine girilir.Buradan proje bilgilerinin yer aldığı project başlığı seçilin ve project name kısmından taranan alana göre tarama yapılır.



Şekil 5.20. Lazer Tarayıcı Kontrol Ekranı

Bir sonraki aşamada ise iç mekan, dış mekan bilgisi ve tarayıcı ile yapı arasındaki uzaklık yani tarayıcının ne kadar uzağa lazer göndereceği belirlenir. Manage menüsü altında profiles sekmesinden yapılır bu ayar. Gevra ki Han da tek bir cephe taranmadığı, bitişik nizamdaki dükkanların verisi tüm çıkacağı için dış mekanda 20 metre uzaklık seçilmiştir. İç mekanda da genelde tek mekan olması dükkan boylarının

veride tam çıkması için 10 metre üzeri tarama ayarında ölçüm yapılmıştır. 10 metreyi fazlasıyla aşan çok büyük alanlarda istasyon sayısı çoğaltılıp bindirme oranına dikkat edilerek mekanın ölçümü tamamlanır.



Şekil 5.21. Lazer Tarayıcı Kontrol Ekranı

Önemli olan tarama ayarlarından bir diğeri ise tarama verisini kalitesi ve çözünürlüğüdür. Ana menüdeki parameters başlığı altındaki resolution – quality sekmesinden ayarlanır. Ölçümü yapılan yapının büyüklüğüne, bezeme oranına, karmaşıklığına göre bu ayarın değerlendirilmesi gerekir. Gevrahanın alan olarak büyük, sokak silüeti ölçeğinde bir yapı olması ve cephelerinde hassas ölçü gerektiren bir süsleme olmaması sebebiyle zamandan da tasarruf etmek için orta ayar denebilecek görselde belirtilen değerlerde taraması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.22. Lazer Tarayıcı Kontrol Ekranı

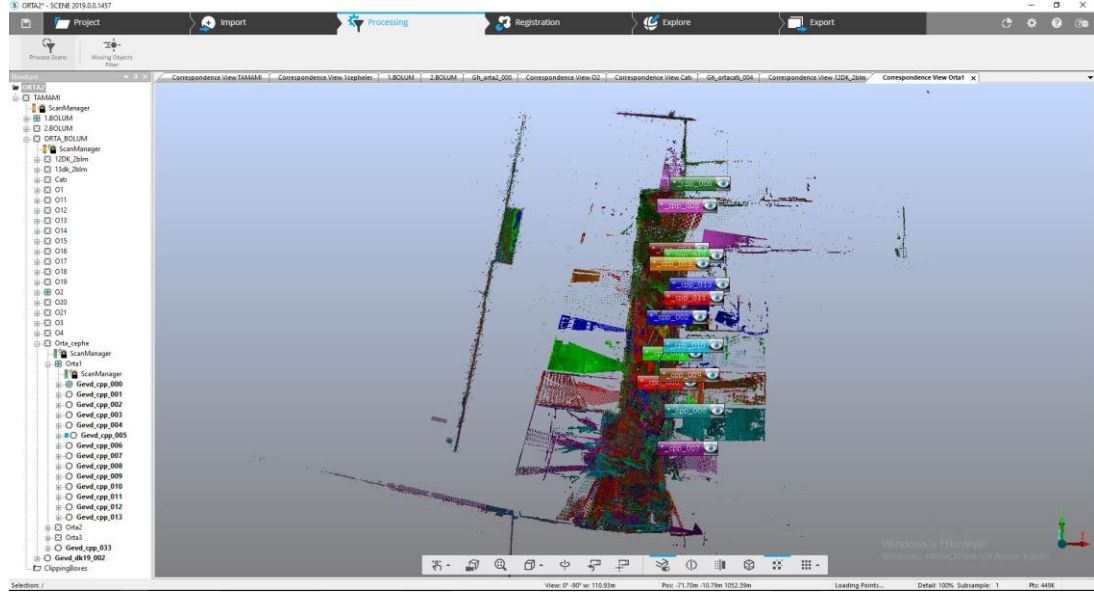
Yersel lazer tarayıcılar tam olarak 360 derece ölçüm yapabilmektedir. Ancak bazı durumlarda küçük, tek yüzey ölçülecek alanlarda veri kirliliği oluşmaması için sadece yüzeyi kapsayacak şekilde cihaza açı değeri girilebilir. Tarayıcının bu özelliği hem gereksiz veri ölçümü yapmayarak ofis çalışmalarına kolaylık, hem de alan çalışmalarında zaman tasarrufu sağlayacaktır. Yine ana menüdeki parameters kategorisinin alt başlığı olan horizontal vertical bölümünden açı değeri ayarlaması yapılır. Gevraiki Han tek cephe özelinde bir yapı olmadığı ve karşılıklı ve bitişik nizam yapılaşmanın olduğu bir alan olduğu için bu alanda yaptığımız taramalarda tercihimiz daha çok çakışık veri elde etmek adına 360 derece oldu.



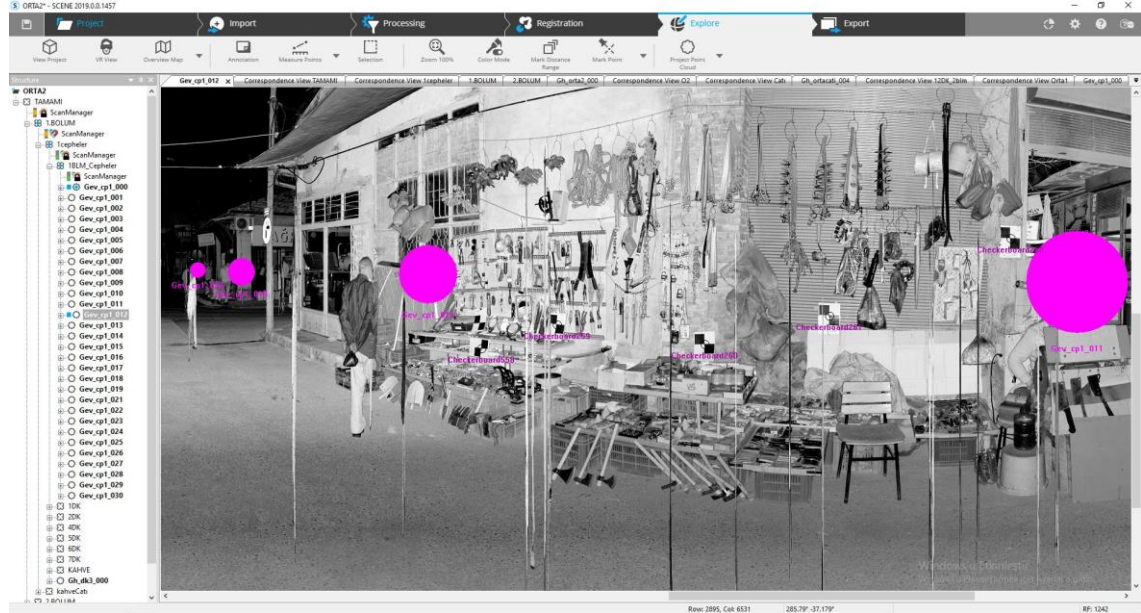
Şekil 5.23. Lazer Tarayıcı Kontrol Ekranı

Yersel lazer tarama teknolojisi ile renkli tarama yapıp 3D modeli renkli elde etmekte mümkündür. Renkli tarama seçilmesi halinde tarayıcı iş prensibi olarak önce renksiz taramada aynı olan lazer gönderme yöntemi ile yüzey noktalarını tespit ederek nokta bulutu verilerini oluşturur. Renksiz taramada ölçüm işlemi burada sonlanırken renkli tarama seçilmiş ise cihaz ölçümün ardından fotoğraflama işlemine geçer. Ofis çalışmalarında mesh model cihazın kaydettiği fotoğraflarla kaplanarak renkli model oluşturulmuş olur. Tarama başlamadan yapılan ayar yine parameters menüsü altındaki scan with color seçeneğidir. Tez çalışmasında yapılan taramaların renksiz olması uygun görülmüştür. Bunun sebebi renkli tarama gerektiren karmaşık, süslemeli yapıların bulunmaması ve renkli taramada her istasyonun tarama süresi artacağı için alan büyüklüğü göz önüne alınarak zamandan tasarruf yapılmasıdır. Ayrıca alandan kaynaklı tarama verisinin fazla olması ofis ortamında da yüksek donanım gerektirmektedir. Renkli taramada ofis çalışmalarında veri boyutunu artıracığı için ekstra zorluk çıkaracak, maliyeti artıracaktır.

Gevraki Handa toplamda 372 istasyondan tarama yapılmıştır. Tarama yapılan her istasyonun birbirine yakınlığı ve taradıkları ortak alan, gördükleri referans hedefleri oldukça önemlidir.



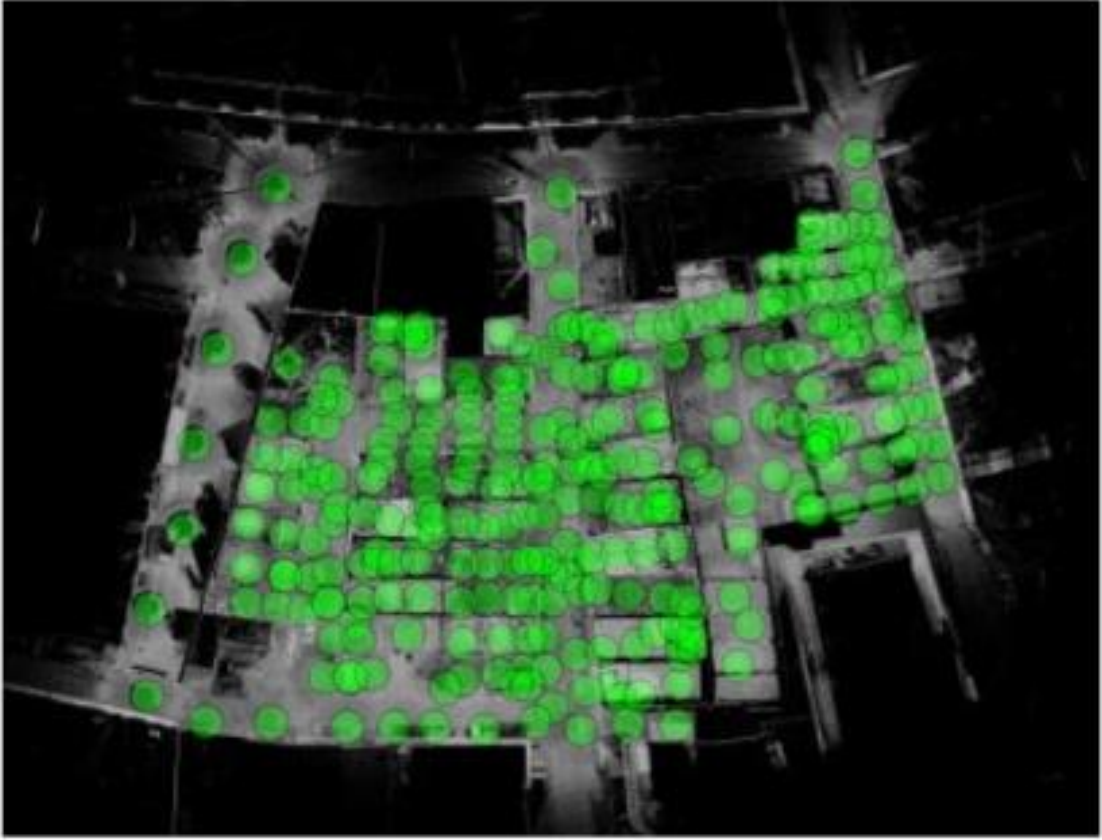
Şekil 5.24. Veri Aktarımı ve Bir Sokaktaki Tarama Miktarı



Şekil 5.25. Tarama İstasyonları ve Modelden Panoramik Görüntü

Bir sokaktaki tarama istasyonlarını gösteren görsel 4.24 de istasyonların yakınlığı ve fazlalığı görülmektedir. Şekil 4.25. de ise tamamlanmış model üzerinden pembe noktalar olarak gördüğümüz simgeler tarayıcı konumlarını temsil ederken iki

tarayıcının ortak olarak chekerboard olarak tanımlanan targetları gördüğü gözlemlenmektedir.



Şekil 5.26. Gevraki Han Tüm Tarama İstasyonları

Bu bağlamda yapıların ölçümleri lazer tarayıcıyla tamamlanmış olur fakat detay verileri yeterli hassasiyette elde edilememiştir. Sonrasında alanda bulunan özgün kapı, camekan, doğrama, kaplama detayları geleneksel yöntemlerle metre, kağıt, kalem yardımıyla ölçülmüştür ve krokiye işlenmiştir. Son olarak mevcut durumun görsel olarak kaydedilmesi ve tarama verilerini anlamaya yardımcı olması adına tüm alan fotoğraflanmıştır.

5.4. Ofis Çalışması

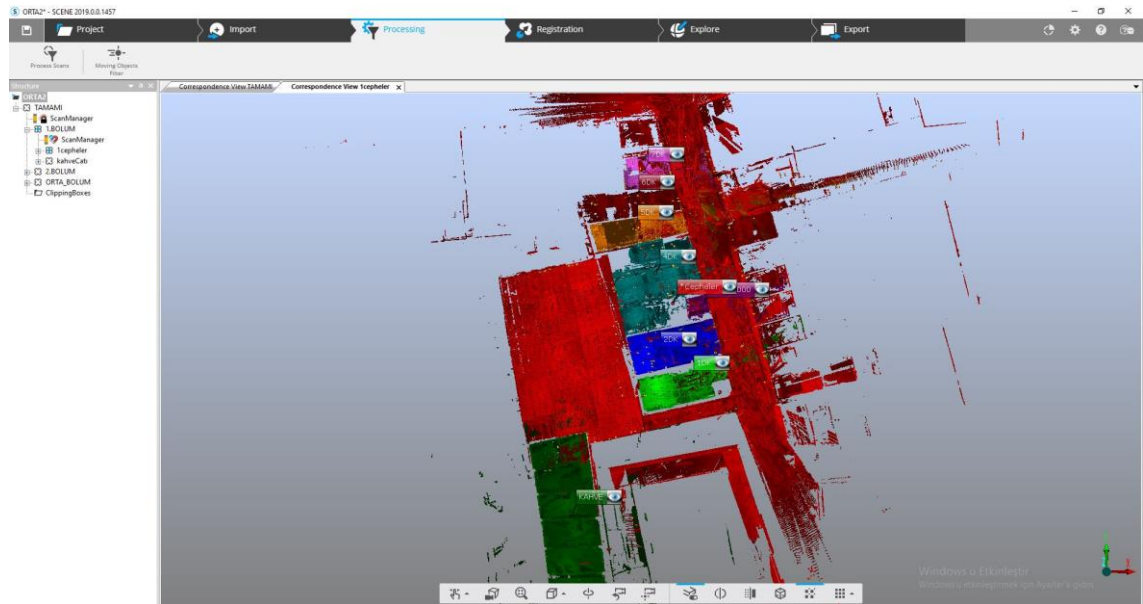
Bu tez çalışmasında ofis çalışmaları kapsamında, arazi çalışmasında lazer tarayıcı ile yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin nasıl işlendiği, hangi programların kullanıldığı, oluşturulan veri türü, sonuç ürünler ve koruma uygulama projesi rölöve

altlığı olarak kullanımı, geleneksel yöntemlerle elde edilen verilerle birlikte değerlendirilmesi ve koruma projesinin hazırlanması anlatılmıştır.

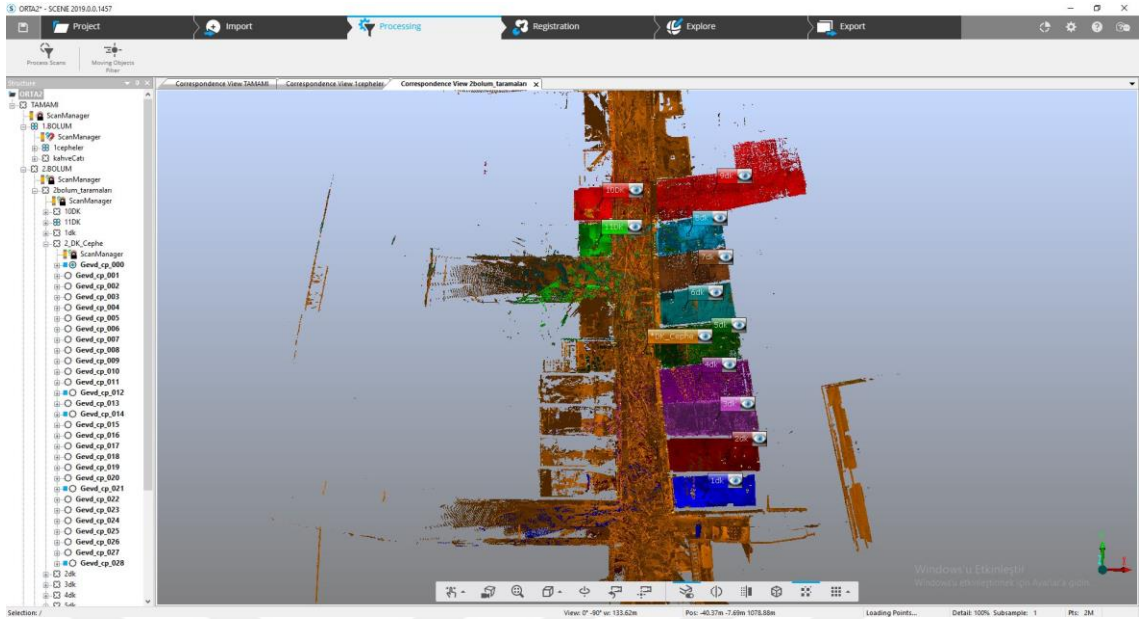
5.4.1. Yersel Lazer Tarama Verilerinden 3D Model Üretilmesi

Alanda yapılan lazerle tarama ölçümlerinden elde edilen veriler bilgisayar ortamında scene yazılımına aktarılmıştır. Toplamda 372 istasyondan yapılan ölçümlerden toplanan veriler tek bir koordinat sisteminde bir araya getirilip hizalanarak birleştirilmiştir. Çalışma kapsamında birleştirme işlemi nokta bulutu içerisinde ortak hedef noktaları tanımlanarak yapılmıştır. Bu noktalarla yapılan birleştirme işlemi cloud to cloud olarak adlandırılır. Cloud to cloud sistemi aynı cluster içindeki ortak noktaları karşılaştırarak verileri birleştirir. Hedef noktalarının görümediği ve yetersiz kaldığı yerlerde veriler üzerinde ortak noktalar eklenir ve aynı noktalar aynı isimlendirilir. Bunun yanında birleştirme çalışması direkt olarak jeodezik koordinat sisteminde de yapılabilmektedir.

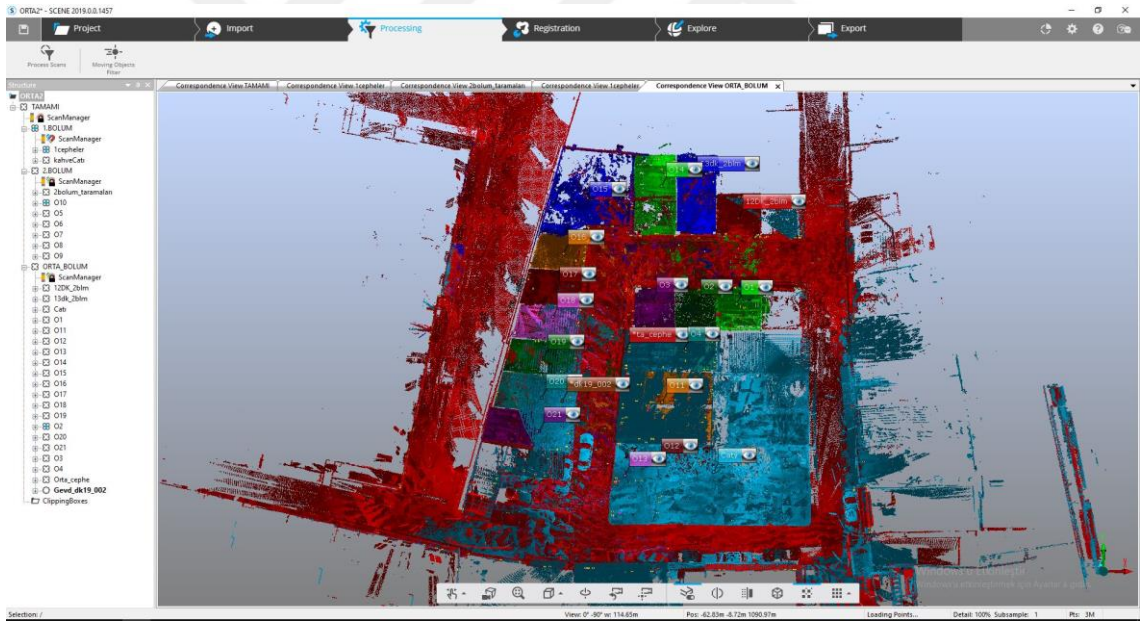
Çalışmada alan büyük olduğu için ve tarama istasyonu sayısı fazla olduğu için verileri parça parça birleştirip sonra birbirleri ile bağlanan bir yöntem uygulanmıştır. Alan 3 bölüme ayrılmıştır. Gevraği sokağın batı tarafındaki dükkanlar bölüm 1, doğu tarafındaki dükkanlar bölüm 3 ve gevraği sokak taramaları da bölüm 2 olarak gruplanmıştır.



Şekil 5.27. Scene Programı Veri Birleştirme Aşaması

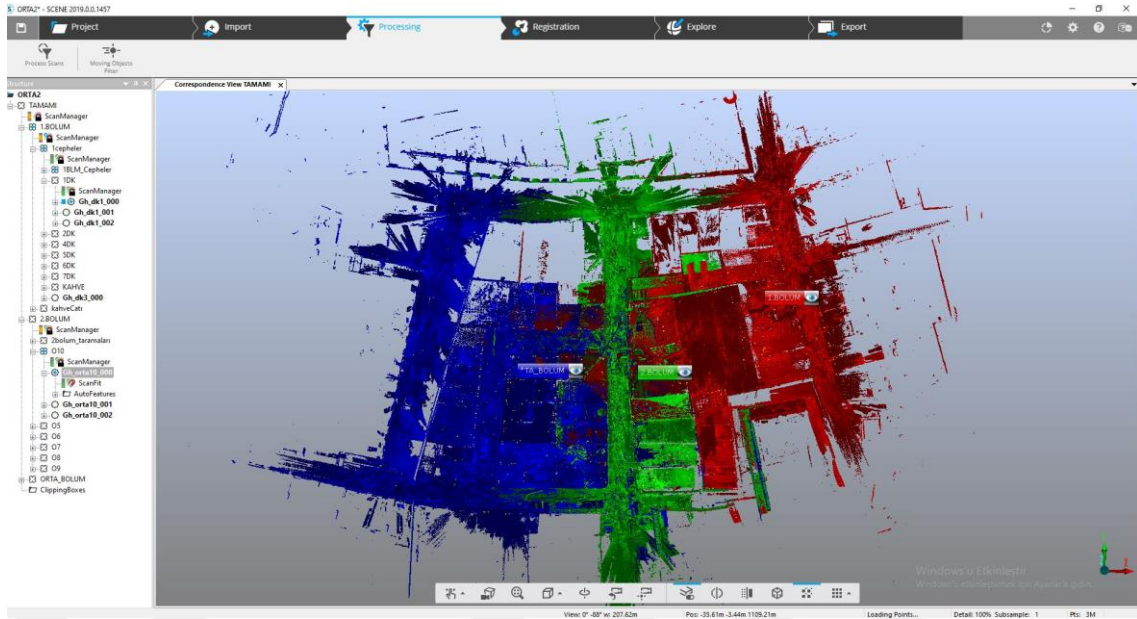


Şekil 5.28. Scene Programı Veri Birleştirme Aşaması



Şekil 5.29. Scene Programı Veri Birleştirme Aşaması

Gruplanan veriler kendi sınıfı içerisinde önce dükkan dükkan birleştirilip sonra dükkanların referans noktalarından karşılaştırılarak birbirine bağlanmasıyla bölüm bütününde veri elde edilmiştir. Görseller de tanımlı her bir renk kendi içinde doğru birleşmiş verileri temsil eder.



Şekil 5.30. Scene Programı Veri Birleştirme Aşaması

3 ayrı bölüm şeklinde elde edilen veriler de aynı prensipte ortak tarama alanları ve referans noktaları baz alınarak birleştirilir. Bu görselde de her bir renk program da kendi içinde veri kaymaları olmadan doğru birleşmiş bölümleri ifade eder.

Verilerin birleştirilmesi sonucu oluşan ham nokta bulutları belirli bir amaç için bu haliyle doğrudan kullanılamaz. Verilerin kullanılabilmesi ve daha doğru model oluşması için bir sonraki aşama ise ağaç, eşya gibi taramaya giren istenmeyen ve rastgele dağılmış noktaların temizlenmesidir. Alanın dışında oluşan ve yapıyı kapatan noktalar sonuç modelin veri kalitesini olumsuz etkilediği için nokta temizliği gerekli bir işlemdir. Bu işlemde nokta sayısında yaklaşık %5 - %10 oranında azalma olmaktadır. Temizlenen veriler görüntü işleme ve üç boyutlu modellemeye hazırdır.

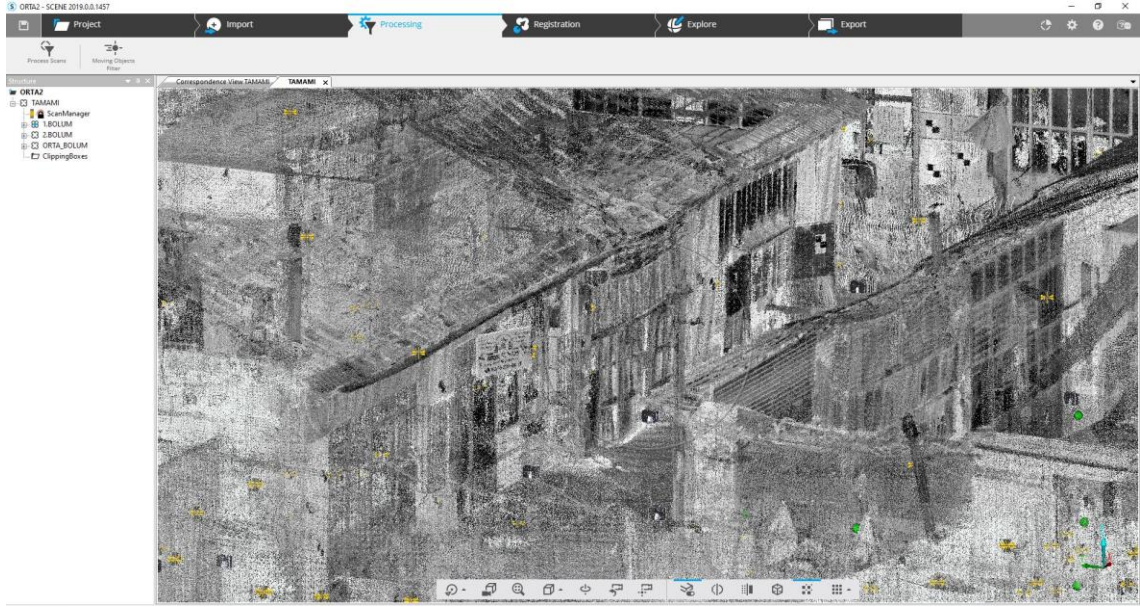
Temizlenen nokta bulutuyla yapının net 3 boyutlu görüntüsü elde edilmiştir. Bu elde edilen temiz nokta bulutu üzerinden sayısal veriler ölçülebilir ve yüzeyler üzerine giydirmeye ve kaplamalar yapılabilir. Arınmış net 3 boyutlu nokta bulutundan mesh model elde edilmiştir. Nokta bulutu verisi, mesh model fotoğraflarla kaplanabilir. Tez kapsamında ölçüm taramasını renkli yapıladığı için cihaz tarama sonrası fotoğraflama yapmamıştır.



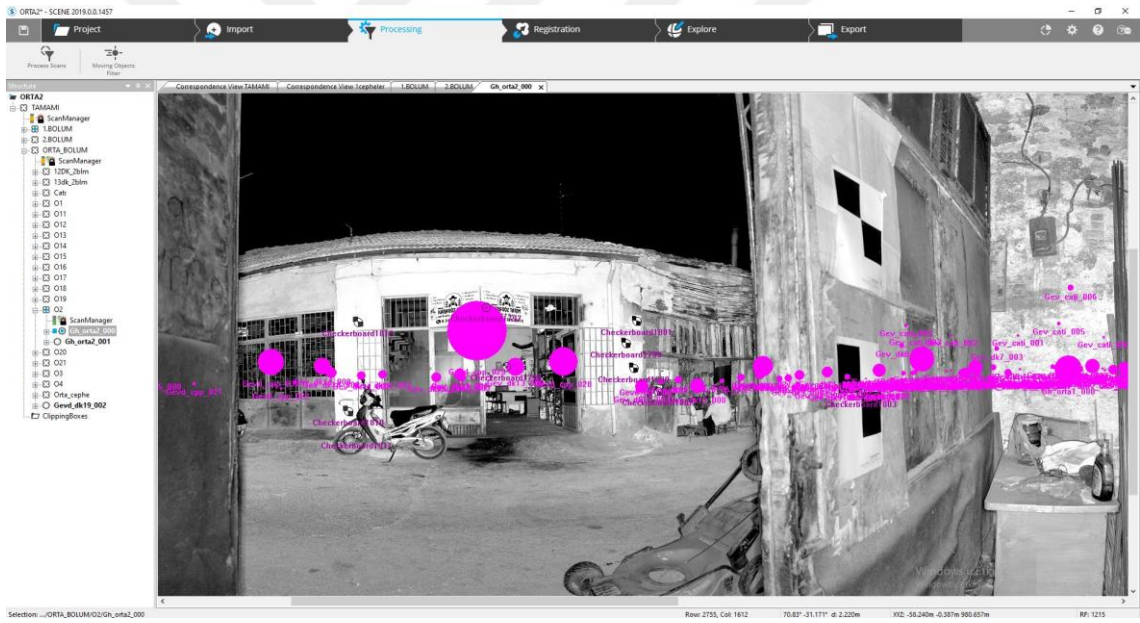
Şekil 5.31. Gevraği Han 3D Nokta Bulutu



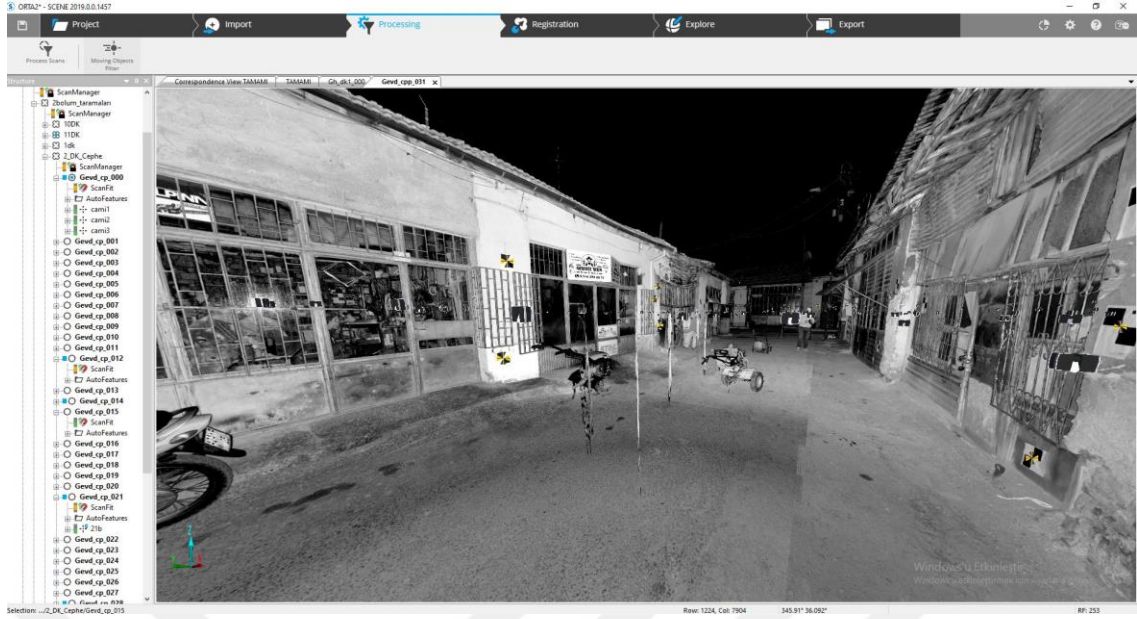
Şekil 5.32. Gevraği Han 3D Nokta Bulutu



Şekil 5.33. Gevraki Han 3D Nokta Bulutu Cephe Görünümü



Şekil 5.34. Gevraki Han Modeli Panoramik Görüntü



Şekil 5.35. Gevraği Han Modeli Panoramik Görüntü

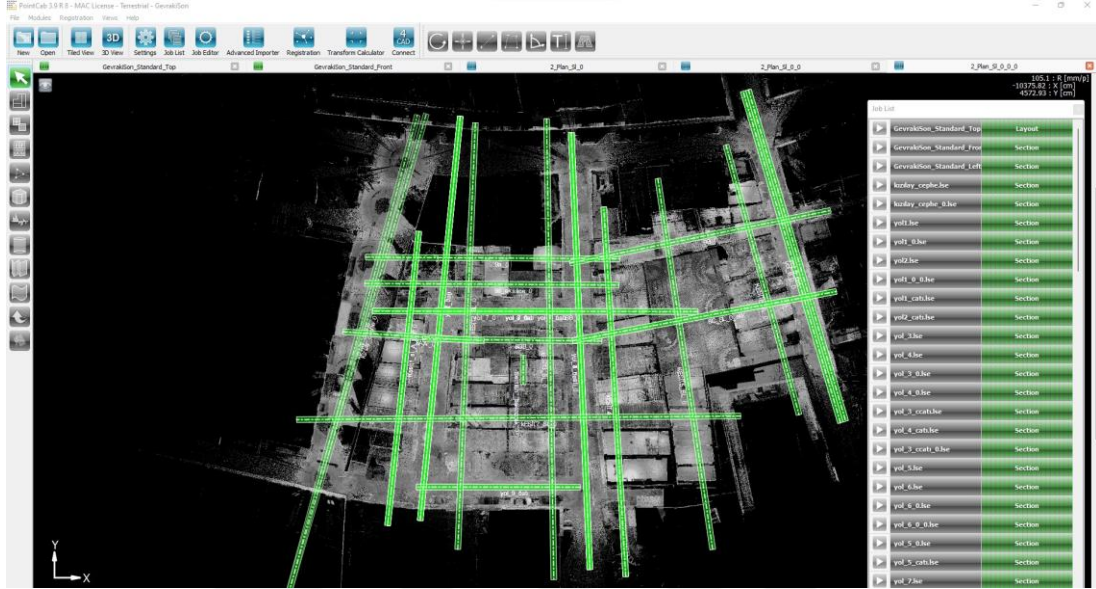
5.4.2. 3D Modelin Mimari Koruma Uygulama Projesinde Altlık Olarak Kullanılması

İşlenen nokta bulutu modelinden elde edilebilen birebir ölçekli ortofoto altlıkları koruma projelerinin ilk aşaması olan rölöve çiziminde kullanılması için hazırlanmıştır. Ayrıca pointcab yazılımında Gevraği Han'ın modelinin her bir tarama istasyonundan 3 boyutlu panoramik olarak görülebilmektedir.



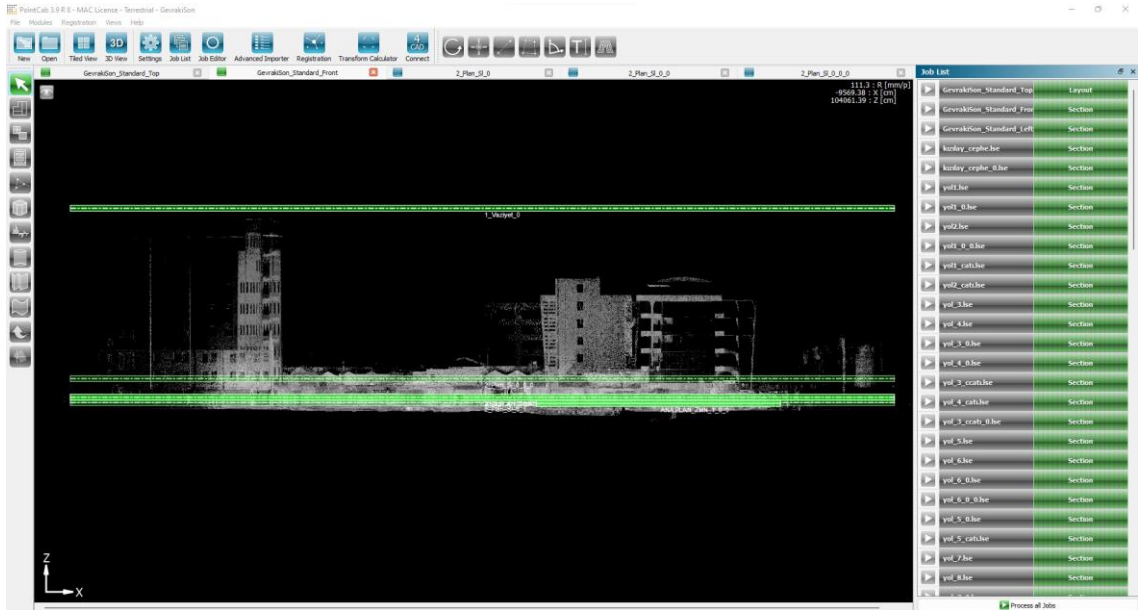
Şekil 5.36. Gevraği Han Modeli Panoramik Görüntü

Elde edilen 3D model pointcab programına aktarılır. Bu yazılım 3D model üzerinden istenilen yerlerde plan kesitleri, cephe kesitleri oluşturulabilmekte ve kesit düzleminde istenilen tarafa bakılabilmektedir.



Şekil 5.37. Gevraki Han Modelinden Ortofoto Oluşturulan Kesit ve Silüet Yerleri

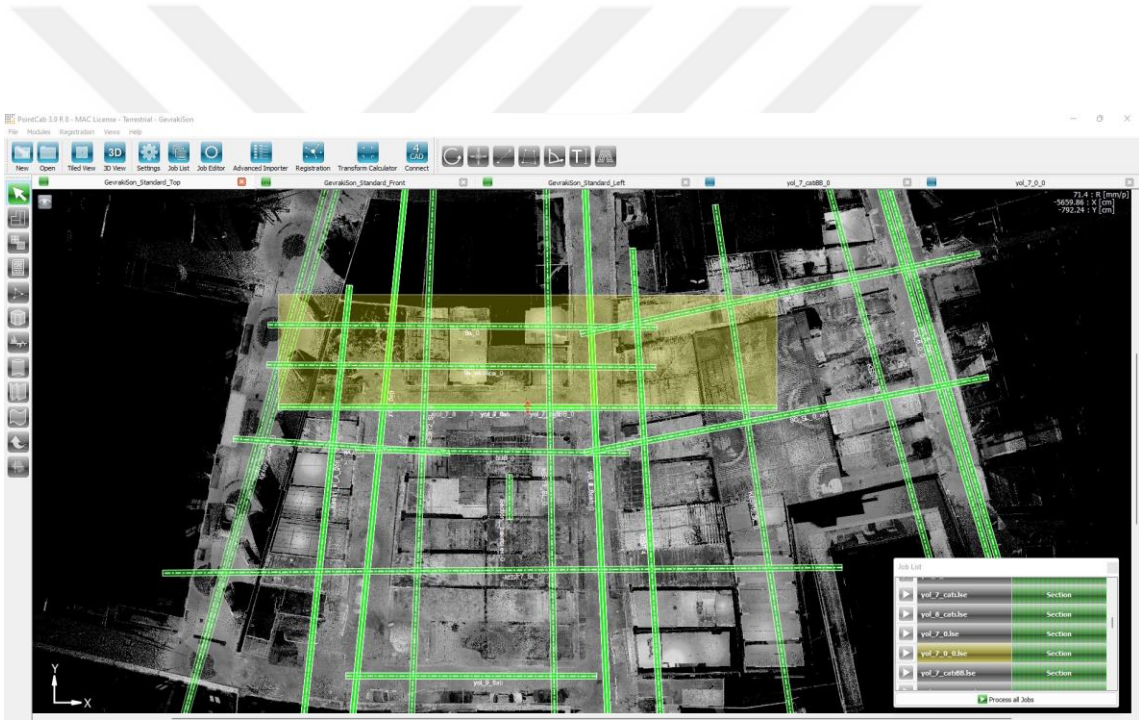
Elde edilen hanın 3D modeli üzerinden tüm alanın kesit ve silüet düzlemleri oluşturulmuştur. Görselde plan üzerinde alanda yollardan geçen silüet düzlemleri ve mekan içlerinden geçen kesit düzlemleri görünmektedir.



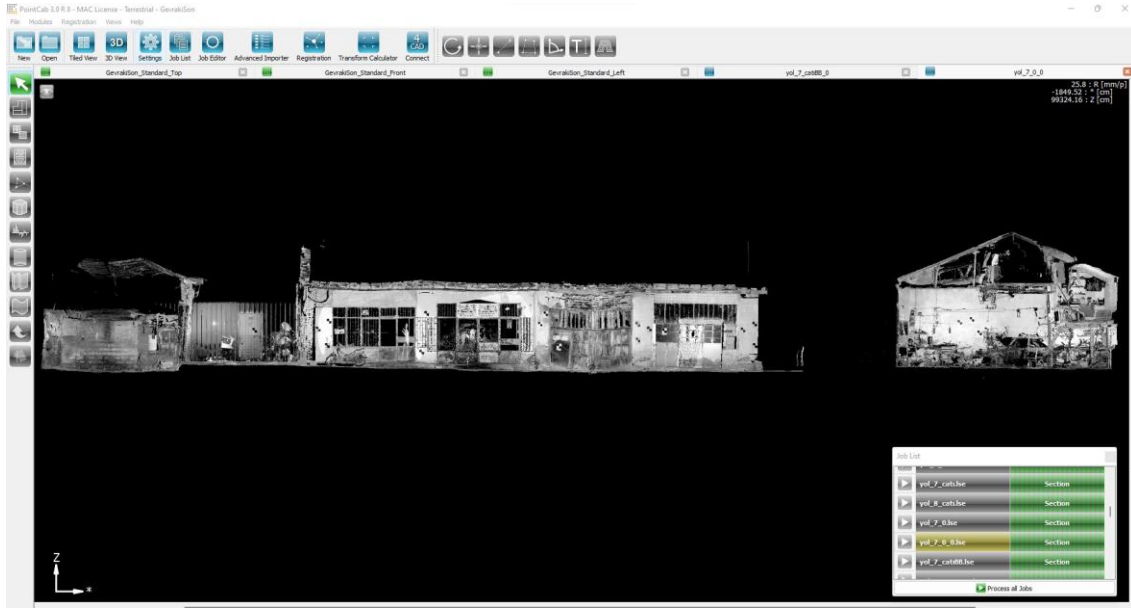
Şekil 5.38. Gevraki Han Modelinden Ortofoto Oluşturulan Plan Düzlemi Yerleri

Kat planları için de kat sayısı ve mekan yüksekliğine göre plan düzlemleri oluşturulmuştur ve tavan ve taban planları için her iki tarafa da bakılarak ortofotoları kaydedilmiştir.

Gevraki Handa tüm dükkanlardan geçecek şekilde yedi adet kesit düzleninden ortofotosu ve dükkanların tüm cephelerini görecek şekilde dokuz adet silüet düzleminden ortofoto hazırlanmıştır. Bunlara yardımcı önüne eşya geçen alanlarda yardımcı lokal kesitler de hazırlanmıştır. Mekanlar asma katlı olduğu için plan çalışması için iki plan kesiti düzleminden dört tavan ve taban olmak üzere dört ortofoto kaydedilmiştir. Son olarak vaziyet planı ve çatı planları için yapıların üstünde bir düzlemden vaziyet yönünde bir ortofoto kaydedilmiştir.

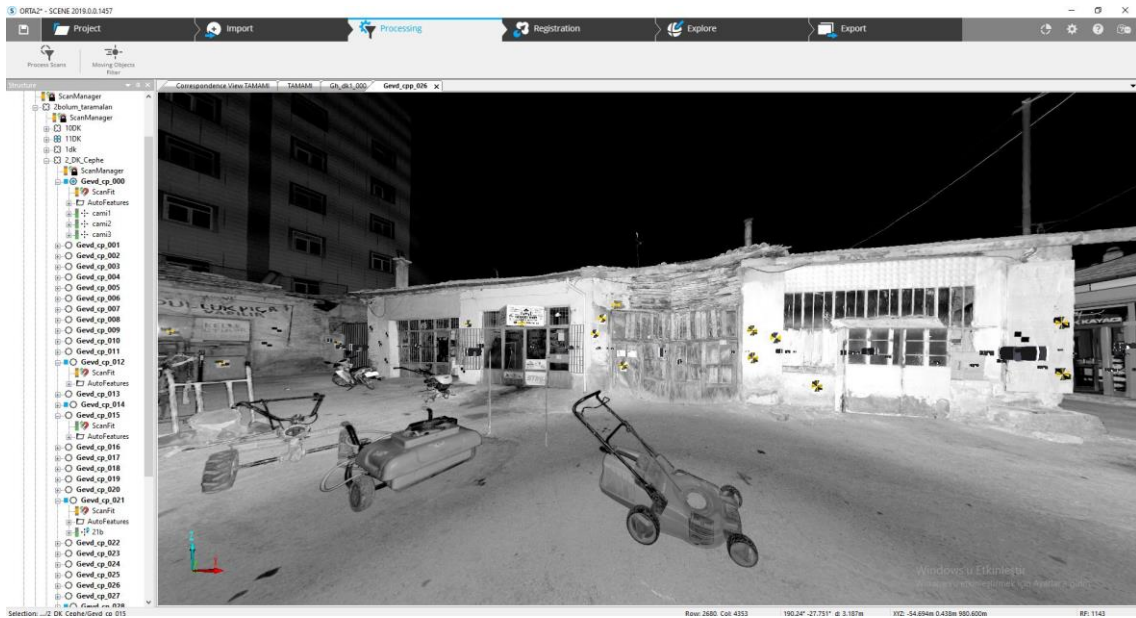


Şekil 5.39. Kesit Düzleminin Bakış Yönü ve Görüş Miktarı



Şekil 5.40. Cephe Ortofotosu

Şekil 4.40. da köşeli sokaktan geçen ve kuzeyinde ki dükkanların cephelerine bakan düzlem ve görüş alanı gösterilmiştir. Seçilen düzlem, bakış açısı ve uzaklığı seçildikten sonra görüntü işlenerek ortofotosu kaydedilir. Kaydedilen ortofoto görüntüleri Auto cad programına birebir ölçekte aktarılarak yapının çeşitli kat planları, vaziyet planı, kesitleri ve görünüşleri tekniğine uygun olarak çizilebilmektedir.



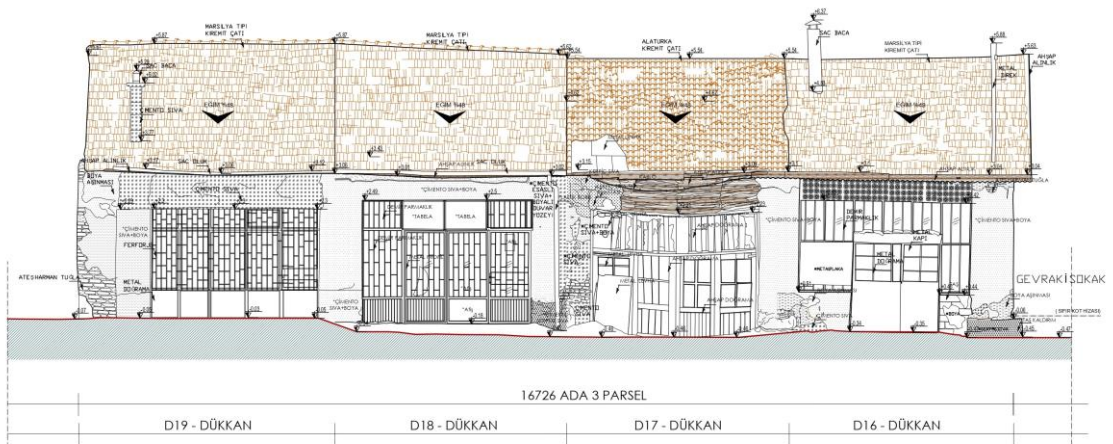
Şekil 5.41. 3D Cephe Modeli



Şekil 5.42. Cad Yazılımına Aktarılmış Ortofoto



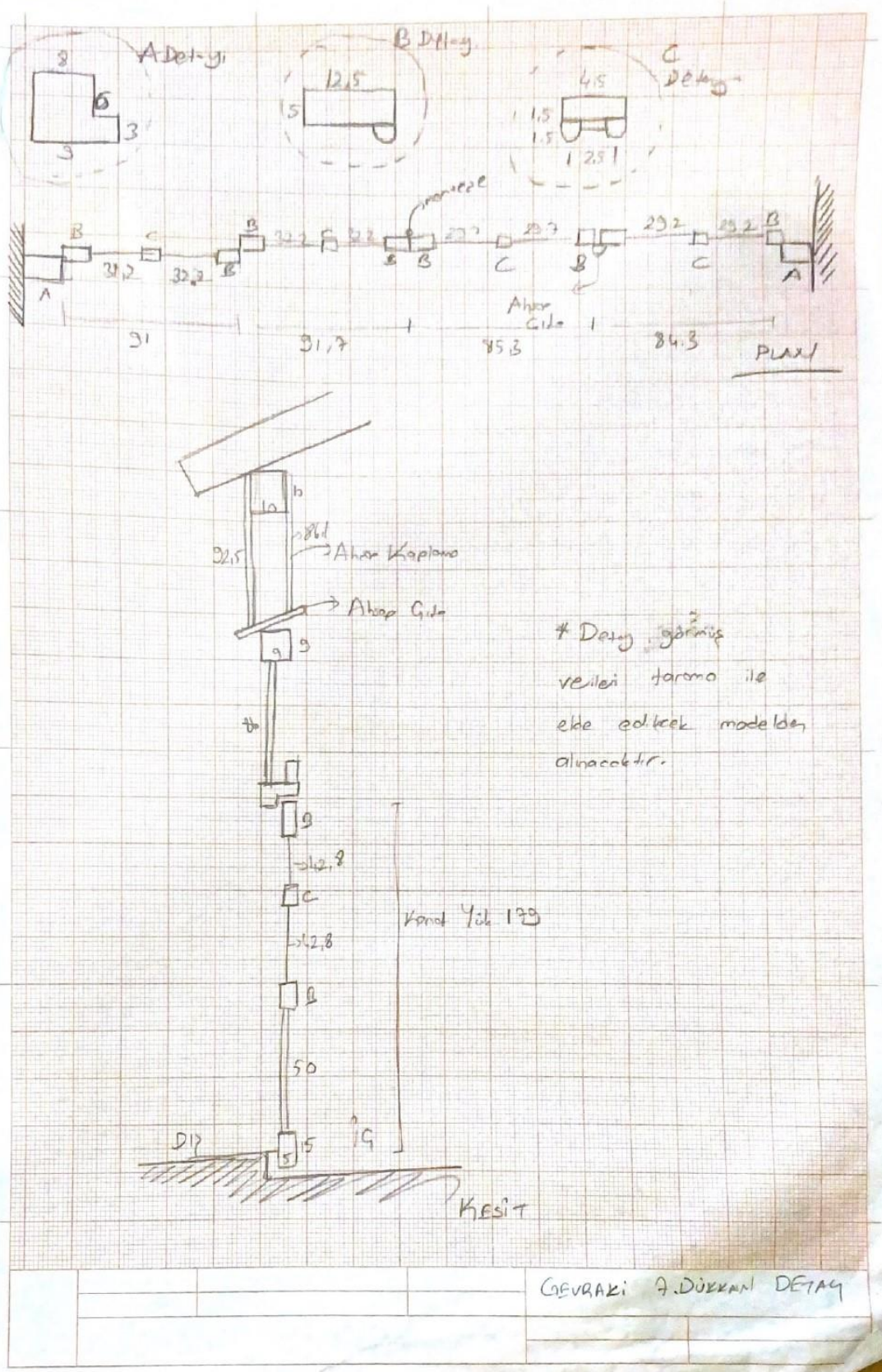
Şekil 5.43. Ortofotonun Çizim Altlığı Olarak Kullanılması



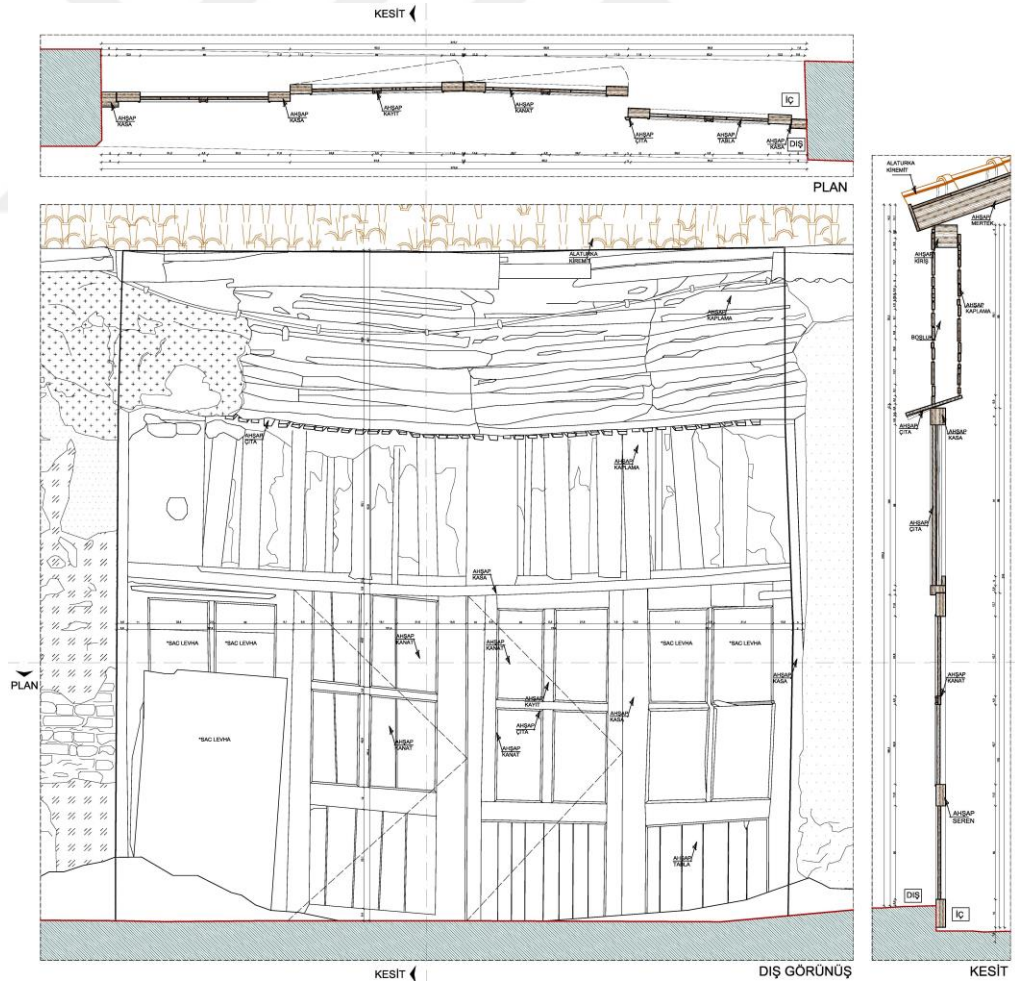
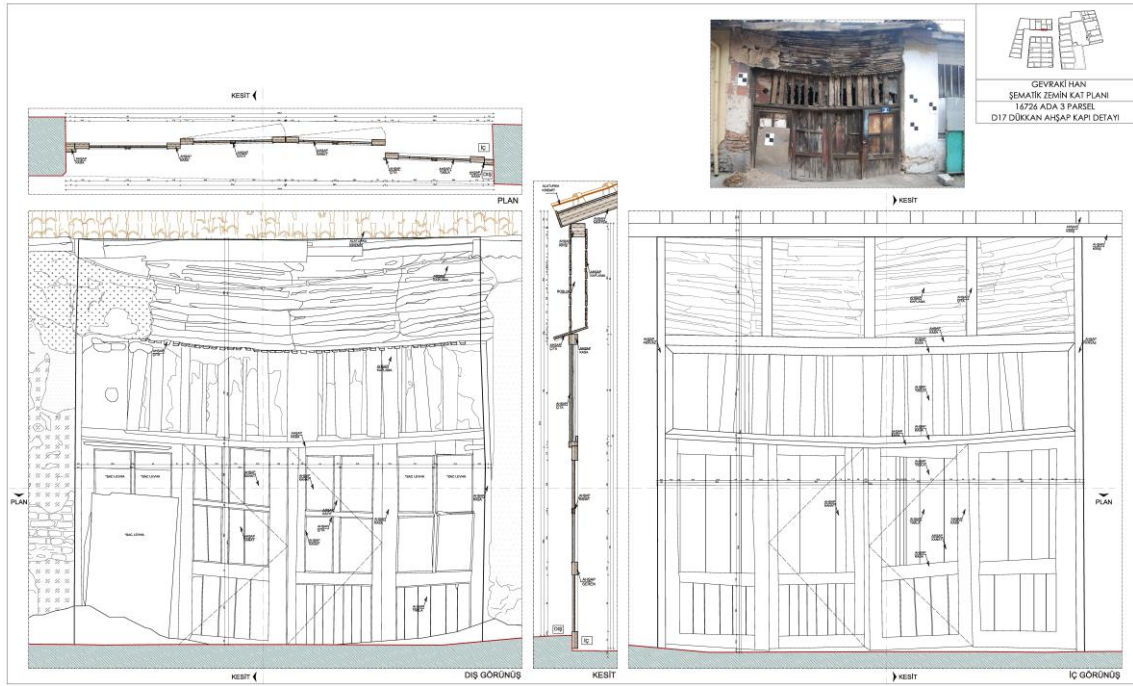
Şekil 5.44. Detaylandırılarak Tamamlanmış Cephe Rölöve Çizimi

Koruma projelerinde ilk olarak yerinde yapılan ölçüm referanslı rölöve çizimleri yapılır. 3D modelden ara yazılımla elde edilen ortofolar Autocad programına aktarılır. Bu programda birebir ölçekli ortomodel üzerinden yapının duvarları, pencere, kapı boşluklarını, döşemeleri, esaslı deformasyonları çizilerek kaydedilir. Bu çizim üzerine tüm bozulmalar, malzeme taramaları, bezemeler işlenir, kot, ölçü ve yazıları eklenerek rölöve çizimi tamamlanmış olur. Görsel 4.42. de Autocad programına aktarılmış ortofoto mevcuttur. Ve resim 4.43. de de bu veri üzerinden çizilmiş cephe çalışması görülmektedir. Tarama verisinde görünen her şey,taş doku, bozulmalar, dökülmeler rölöve projesinde işlenmelidir. Görsel 4.44. de ise kot, tarama, yazı eklenerek cephe rölövesi tamamlanmıştır.

Lazer tarama verilerinden cephe, kapı-pencere görünüşü gibi yüzey bilgileri alınabilir. Kapı, pencere, dolap, ocak gibi plan ve kesit düzleminde ekstra detay gerektiren öğelerin de genel olarak en boy bilgileri ve görünüşleri kaydedilmektedir. Bu elemanların detay ölçüleri, kasa, kanat, çita ilişkileri alanda geleneksel yöntemlerle metre, milimetrik kağıt, kalem yardımıyla ölçülmüştür. Bu detay krokileri taranarak dijital ortamda ve dosyalanarak fiziki halde belgelenmiştir. Ölçüm krokilerinde alınan nokta detayları ve plan, kesit ölçülerinde kapı, pencerelerin 1/10 rölöve detayları projelendirilmiştir. Plan ve kesitten taşınan görünüş ölçüleri ile tarama verisinden çizilen görünüş arasında ölçü farkı çıkmamıştır. Böylece her iki ölçüm metodunun da sağlaması yapılmış olmaktadır.



Şekil 5.45. Geleneksel Yöntemlerle Alınmış Detay Kroki Çizimi



Şekil 5.46. Krokiden Projeye Aktarılan Detay Çizimi

6. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ

6.1 Değerlendirmeler

6.1.1. Yersel Lazer Tarama Yöntemi'nin Avantajları

Doğruluk - Zaman Tasarrufu

Yersel lazer tarayıcıyla yapılan ölçümlerin doğruluğu bazı noktalarda manuel olarak kontrol edilmiştir ve yerindeki ölçüyle elde edilen model aynı değerdedir. Saniyede binlerce nokta ile ölçüm yapan bu teknoloji tüm detaylarıyla hata payı en az şekilde model elde edecek veri kaydetmektedir. Çalışmada tarama yoğunluğu artırıldığında ve yapı ile tarayıcı arasındaki mesafe azaltıldığında veri hassasiyetinin arttığı tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemlere göre daha hızlı ve doğruluk-hassasiyet oranı yüksek veri kaydetme olanağı 3D teknolojisi ile mümkün olmuştur. Özetle tarayıcı yapı yüzeyini yatay ve düşey yönde tarayarak tespit ettiği milyonlarca noktadan bir nokta bulutu oluşturmaktadır. Böylece yüzey geometrisi elde edilmektedir.

	Ölçek	Etkili Nokta Yoğunluğu	Ölçüm Hassasiyeti
Yakın Mesafe	1:5	0.5 mm	+/- 0.5 mm
	1:10	1.0 mm	+/- 1.0 mm
Yersel	1:20	2.5 mm	+/- 2.5 mm
	1:50	5.0 mm	+/- 5.0 mm
	1:100	15.0 mm	+/- 15.0 mm

Tablo 6.1. Veri Doğruluk Oranları (Bryan, P., Blake, B., Bedford, J., Barber, D., & Mills, J. (2013))

Proje Altlığı

Mimari belgelemeye sağladığı bir diğer kolaylıkta elde edilen model üzerinden projelendirme ihtiyacı doğrultusunda istenilen sayıda ve yerden plan, kesit, silüet düzlemleri, ortofotoları kaydedilerek yapının mevcut halinin belgelenmesi sağlanmaktadır. Geleneksel yöntemlerle ölçümü zaman alan ve zor olan malzeme farklılıkları, yüzey deformasyonları, asimetrik yüzeyleri fazla olan yapıların ölçümleri lazer tarayıcılar ile detaylı, doğruluk oranı yüksek, en önemlisi de zamandan büyük

oranda tasarruf edilerek yapılabilmektedir. Bazı yapılarda büyüklük bakımından fazla olduğu ve insan ölçeğini aştığı için geleneksel ölçüm tekniklerinde ulaşılamayan, ulaşılsa bile hata oranı yüksek ölçümler yapılabilmektedir. Lazer taramada belli mesafelerden ölçüm yapılabildiği için en doğru şekilde model oluşturularak form olarak uygun her türlü yapının model verisi elde edilebilmektedir.

Güvenlik

Yersel lazer tarama teknolojisi ile ölçüm sırasında taranan yapı ile temas ve yakınlık yoktur. Bu durum belgelenmesi gereken hasas yapılara temas olmadığı için kültür varlıkları zarar görmeden ölçümünün yapılmasını sağlar. Çalışma prensibi olarak yapı ile belli uzaklıkta çalışan tarama cihazı eserin ölçüm sırasında daha fazla zarar görmesini engellediği gibi tarama yapan ekip iş sağlığı ve güvenliği konusunda riskleri ortadan kaldırmaktadır. Yıkılma riski olan harabe binalarda tarama ekibi yapıdan belli bir mesafe uzaklıkta olduğu için olası yıkılma, çökme, parça düşmesi durumlarında ekibin zarar görmesini engeller.

Bütüncül Veri

Korunması ve belgelenmesi gerekli kültürel miras varlıkları büyük, karmaşık yapılar ve bir alanda bulunan yapılar topluluğu olabilir. Bu çoklu yapıların ve karmaşık yapıların ölçümü ve bütüncül veri oluşturulması zordur. Bu tez çalışması geleneksel yöntemler ile ölçülseydi her bir dükkan kendi içinde ölçülüp ortak noktalardan birbirine bağlanmaya çalışılacaktı. Yersel lazer tarayıcı ile yapılan ölçümlerde dükkanların cepheleri bir bütün olarak kaydedilmiştir ve yine ortak noktalardan yazılımla iç mekanlarla birleştirilip hanın üç boyutlu modeli bir bütün olarak elde edilmiştir. Çalışmadaki gibi büyük ölçekli ve kentsel ölçekteki karmaşık çoklu yapı alanların taramasında YLT metodu zaman tasarrufu, hassas veri olanağı ve bütüncül veri olanağı sağlanmaktadır.

Dijital Arşiv

Ylt teknolojisi ile veri elde etmenin bir diğer avantajı ise bütünüyle dijital arşiv oluşturmasıdır. Taramadan gelen ham veriler, işlenen nokta bulutları, elde edilen modeller, ortofoto görüntüleri, çizime aktarılmış koruma projeleri paftaları bilgisayar ortamında depolanmaktadır. Dijital arşiv sayesinde ofis ortamında alan tasarrufu yapılmasının yanı sıra veriler istenilen sayıda kolayca kopyalanıp çoğaltılabildiği için olası veri kayıplarının önüne geçilmiş olur.

Veri Paylaşımı

E-posta ortamında veri paylaşımı, aktarımı da oldukça kolaylaşmaktadır. Teknoloji ile geliştirilen bulut tabanlı çalışan webshare programları ile verilerin depolanmasını ve paylaşılmasını kolaylaştıran bir platform oluşturulmuştur. Bu depolama platformu paydaşların sadece internet erişimi ile tüm kaynaklardan ve her boyuttaki depolanan dijital veriye istenilen her yerden ulaşımını mümkün kılmaktadır. Geliştirilen bulut tabanlı depolama ve paylaşım platformu öncelikli olarak veri güvenliği sağlarken fiziksel paylaşım zorluğundan kaynaklanan gecikmeleri de önlemektedir.

Yazılım Desteği

Yersel lazer tarayıcılar ile elde edilen nokta verilerinin kullanılması için işlenmesi gerekmektedir. Mimari alanında yapı bilgi modellemesi (BIM) yazılımlarının teknolojiyle gelişmesiyle lazer tarama verileri ile 3D model elde edilebilmektedir. 3 boyutlu modeller nokta bulutu verileri CAD yazılımına aktarılması ile oluşturulabilir. Modelin renkli fotoğraflarla çakıştırılması yapılarak kaplanabilir. Kaplanan model gerçek ölçü ve görünümüyle kaydedilmiş olur. Gelişen CAD yazılımları ile veri düzenlemesi ve kullanımı daha kolay hale gelmiştir. Ayrıca 4B BIM modelleri ile YLT teknolojilerinden elde edilen verilerin çakıştırılması ile veri doğruluğu da kontrol edilmiş olur.

Kültür varlıklarının belgelenmesinde yapı ölçümü aşaması lazer tarayıcılara göre daha çok zaman alsada geleneksel yöntemlerle de yapılabilir. Düzgün yapıların cephe plan ölçümleri geleneksel yöntemlerle doğru olarak alınabilsede yüzeydeki deformasyonlar, malzeme farklılıkları fotoğraflar üzerinden ancak gerçeğe yakın şekilde işlenebilmektedir. Bu bağlamda yersel lazer tarama yöntemiyle yapı tüm deformasyonlarıyla ölçülüp birebir ortofotosu kaydedildiği için doğruluk oranı fazla, gözleme dayalı olmayan proje altlıkları kaydedilmektedir. Tarihi kültür varlıklarının koruma uygulama projelerinin hazırlanmasında yapının güncel durumunu belgeleyen deformasyon analizi, özgünlük analizi ve malzeme analizi gibi paftalar tarama verisi altlıkları ile gerçeği birebir yansıtan şekilde hazırlanabilmekte, belgelenmektedir. Bu tez çalışması kapsamında da CAD ortamında 2 boyutlu koruma uygulama projesi çizimleri model üzerinden alınan kesitlerle hazırlanmıştır. Plan, kesit ve görünüşlerdeki tüm deformasyonlar modelden alınan ortofotolar üzerinden mevcutta olduğu gibi belgelenmiştir.

6.1.2. Yersel Lazer Tarama Yöntemi'nin Limitleri

Ylt teknolojisinin sağladığı birçok avantaj, kolaylık olsa da yeterli olmadığı yönleri ve düşünülmesi, geliştirilmesi gereken, çözüm bekleyen noktaları vardır. Bu yöntem kullanılırken tarama yapılan nokataların yeri ve sıralaması önemlidir. Bu bilgi dijital olarak kaydedilmediği için mutlaka kroki ile çalışılmalıdır. Ayrıca yapı ile tarayıcı arasındaki mesafe doğru öngörülmesi çünkü mesafenin az veya fazla olması durumlarında nokta bulutu verilerinde eksikler olabilmektedir. Lazer tarayıcının konumu kadar yüksekliği de önemlidir. Çalışma prensibi olarak karşıdan tarama yapan bu cihaz bazen taranacak yapının büyük olması yada formu, tepe noktası yüksekliği, detay yoğunluğu, bazende arazi şartlarından kaynaklı olarak yetersiz gelmektedir. Bu durumlarda olumsuz durumların da engellenmesi için farklı teknolojilerden, hava araçlarından yardım alınabilmektedir.

Yersel lazer tarama ile yapılan ölçümlerde hatalara sebep olan faktörler vardır. Ölçüm sırasında değerlendirilmesi gereken bu faktörler tarayıcı özelliklerinden, taranan nesne yüzeyinden ve çevresel durumdan kaynaklı olabilmektedir. Her hava şartında tarama yapılamamaktadır. Sıcaklık, basınç, aydınlatma yetersizliği, rüzgar-yağış gibi kötü hava koşulları taramayı kısıtlandıran, sonuç ürünü etkileyen, değişkenliğinin kontrol edilmesi gereken durumlardır. Taranan nesne yüzeyinin yansıtıcılığının fazla olması ölçüm sonuçlarını etkiler ve daha gürültülü, kirli verilerin oluşmasının sebeplerinden biridir. Ölçüm hatalarının bir diğer sebebi de tarayıcı özelliklerinden kaynaklanır. Her alanda, aynı tarayıcı ile tarama yapılamamaktadır. Çalışma alanına uygun çalışma prensibine göre tarayıcı seçilmelidir ve tarayıcı ön ayarları ortama göre yapılmalıdır.

Yersel lazer tarama teknolojisinde yapı çevresinin oldukça temiz ve açık olması önemlidir. Çalışma prensibi gereği taranan yüzey ile cihaz arasında belli bir mesafe olması gerekmektedir. Yapının önünü kapatan taşınmaz nesnelere, ağaç ya da bitkiler bulunabilmektedir. Tarayıcının bu nesnelere geçememesinden kaynaklı sonuç üründe yüzeyde bölgesel veri bozulma, hatalar meydana gelmektedir. Ayrıca arşiv için saklanan bu kirli nokta bulutu formatının sonraki bir zamanda kullanımı ve formatından kaynaklı dezavantajları olabilmektedir.

Tarayıcılar ile yapılan çok detaylı ve çözünürlüğü yüksek taramalar sonuç ürünün veri kalitesini iyileştirirken veri işleme ve tarama süresini oldukça uzatmaktadır. Aynı zamanda elde edilen bu yoğun verilerin işlenebilmesi için iyi bir

yazılıma ve yazılıma ek birde yüksek performanslı donanıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu teknolojiye lazer tarayıcı maliyeti oldukça fazladır ve cihazın senelik kalibrasyonu ve garanti kapsamındaki özellikleri, bakımları sınırlı tutulmuştur. Bu bağlamda cihaz maliyetinin oldukça fazla olmasının yanında donanım maliyeti de cihaz maliyetine ilave olarak ekstra maliyet oluşturmaktadır.

Yersel lazer tarama teknolojisi kültürel mirasın belgelenmesine sağladığı kolaylıklar sebebiyle son yıllarda daha yaygın olarak kullanılan bir yöntem olsa da hem ulusal, hem de uluslararası alanda bu yöntemin kullanımı, miras varlıklarının belgelenmesi ve veri yönetimi alanlarında halen belirlenmiş ve kabul edilmiş bir standart bulunamamıştır. Bu durumu saptamış ve çalışma yürüten organizmalar mevcuttur. Amerika Birleşik Devletleri bünyesindeki bazı programlar belgeleme alanında kullanılacak standartlar ve klavuzlar oluşturmak için çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışma kapsamında bir rehberde de lazer tarama teknolojisinin miras varlıklarının belgelenmesinde kullanımına getirdiği olanaklar ve dezavantajlar da değerlendirilmiştir.

6.2 Sonuç

Kültürel miras varlıkları taşıdıkları önem sebebiyle uzun yıllardır belgelenmiştir ve eserlerin koruma projeleri yürütülmüştür. Belgeleme çalışmalarında yapıları ölçme işlemi geleneksel yöntemlerle ve fotogrametrik yöntemlerle yapılmıştır. Yersel lazer tarama teknolojisinin ölçümde kullanılması birçok hususa diğer ölçüm yöntemlerine göre kolaylık ve avantaj sağlamıştır fakat yalnız başına yeterli olmamıştır. Bu teknoloji ölçüm işlemi özellikle büyük, karmaşık, kentsel ölçekteki yapılarda çok daha hızlı ve doğruluk oranı yüksek bir biçimde sağlarsa diğer ölçüm yöntemlerine de yer yer ihtiyaç duymuştur. Bu tez çalışmasında alan olarak belirleyip ölçümleri yapılan Gevraki Han bu teknoloji ile yaklaşık 4-5 günde taranmıştır. Tüm alanın yani 41 dükkanın geleneksel yöntemlerle ölçümü çok uzun zaman alırdı. Lazer tarama yönteminin bu kadar hızlı olmasının yanı sıra cihaz ve çevresel olarak optimum şartlar sağlandığında doğruluk oranında çok yüksektir. Tarama verilerinden elde ettiğimiz model üzerinden alınan ölçülerle alanda manuel metre ile alınan ölçüler karşılaştırılarak doğruluğu da teyit edilmiştir. Han aktif kullanımda olduğu için ölçüm yapılacak alanı boşaltmak mümkün olmamıştır. Bu durum geleneksel yöntemlerde yaklaşımı zorlaştırdığı için mani olacak olsa da 3D teknolojisinde taranan nesne ile tarayıcı arasında belli bir mesafe olması gerektiği için sorun teşkil etmemiş, ölçümü etkilememiştir. Gevraki Han alan

çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği bakımından yıkılma riski bulunan bir yapı yoktu fakat cihazın uzaktan çalışması risk teşkil eden harabe yapılarda büyük avantaj sağlamaktadır. Lazer tarayıcılar yapının modelini, kaplamasının olduğu gibi ölçekli olarak kaydedip, model oluşturduğu için koruma projeleri altlığı olarak kullanıldığında projedeki tüm deformasyon, malzeme farklılıkları, doku görünümleri gerçeği birebir yansıtmakta çizilen hiçbir çizgi gözleme, yoruma dayalı olmamaktadır.

Teknolojinin günümüzde kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılması, ilerleyen teknolojiyle yeni yöntemler geliştirileceğinin ve yersel lazer tarama teknolojisinin daha ulaşılabilir olacağını, yaygınlaşacağını habercisidir. Diğer belgeleme yöntemlerine göre avantajları oldukça fazla olsada yetersiz kaldığı yerler gözardı edilmemeli, belgeleme bütüncül bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Gerekli tüm metodlar kullanılarak belgelenmiş ürünün doğruluğu, kalitesi ve başarısı tek bir yöntem sayesinde olamayacaktır. Gelişen teknolojiyi takip edip, olanaklarını kullanmak ve farklı yöntemlerden faydalanmak sağlıklı ve doğru bir belgeleme için temel unsurdur.

KAYNAKLAR

Yastikli, N. (2007). Dijital fotogrametri ve lazer tarama kullanılarak kültürel mirasın belgelenmesi. *Kültürel Miras Dergisi* , 8 (4), 423-427.

Gümüş, K., & Erkaya, H. (2007). “Mühendislik Uygulamalarında Kullanılan Yersel Lazer Tarayıcı Sistemler. *YTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, İstanbul*.

Gümüş, K., Erkaya, H., & Tunalıoğlu, N. (2009). YERSEL LAZER TARAMA VERİLERİNDE ÇEVRESEL VE OBJESEL NEDENLERDEN KAYNAKLANAN HATALAR. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara*, 137-138

Yüksel, B. (2008). *Taş Duvarların Lazer Tarayıcı Verileriyle Modellenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Castagnetti, C., Bertacchini, E., Capra, A., & Dubbini, M. (2012). Kültürel mirasın korunması için karasal lazer tarama: antik yapılar için geometrik anomalilerin analizi. In *ŞEKİL Çalışma Hafta 2012-Territory, çevre ve kültürel miras* (s. 1-13). FIG Federation International des Geometres

İRGİN UZUN, T., & Spor, Y. (2019). Yersel lazer (nokta bulut) tarama yöntemi ile rölöve–restitüsyon-restorasyon projesi hazırlama süreci ve bir örnek: Elazığ Harput Kale Hamamı. *Tasarım+ Kuram*, 15(28), 1-26.

Behlül, K. U. L. A., & Ergen, E. LAZER TARAYICI TEKNOLOJİSİNİN YAPIM YÖNETİMİNDE KULLANIM ALANLARI.

Wei, OC, Chin, CS, Majid, Z., & Setan, H. (2010). Yersel lazer tarama kullanılarak tarihi anıtın 3 boyutlu belgelenmesi ve korunması. *Geoinformation Science Dergisi* , 10 (1), 73-90.

Çelik, M. Ö., Hamal, S. N. G., & Yakar, İ. (2020). Yersel Lazer Tarama (YLT) Yönteminin Kültürel Mirasın Dokümantasyonunda Kullanımı: Alman Çeşmesi Örneği. *Turkey Lidar Journal*, 2(1), 15-22.

Rüther, H., Held, C., Bhurtha, R., Schröder, R., & Wessels, S. (2011, May). Challenges in heritage documentation with terrestrial laser scanning. In *Proceedings of the 1st AfricaGEO Conference, Capetown, South Africa* (Vol. 30).

Shanoer, M. M., & Abed, F. M. (2018). Evaluate 3D laser point clouds registration for cultural heritage documentation. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(3), 295-304.

KAYA, Y., YİĞİT, A. Y., ULVİ, A., & YAKAR, M. (2021). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunda Fotogrametrik Tekniklerinin Doğruluklarının Karşılaştırmalı Analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 165, 57-72.

Grussenmeyer, P., Landes, T., Voegtle, T., & Ringle, K. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(B5), 213-218.

Benli, G., & Görmüş Ekizce, E. (2017). Rölövede yersel lazer tarayıcının katkısı üzerine bir örneklem; Tarihi Yarımada'daki Sarnıçlı Han ve avlusundaki sarnıç.

Thanh, N.T., Nguyen T. T., Quang M. N., Xiu G. L., Yao Y. Z. 3D object model reconstruction based on laser scanning point cloud data, International Symposium on GeoInformatics for Spatial- Vietnam, 16-20 October 2012, https://www.researchgate.net/publication/306278163_3D_object_model_reconstruction_based_on_laser_scanning_point_cloud_data

Bernat, M., Janowski, A., Rzepa, S., Sobieraj, A., & Szulwic, J. (2014). Kültürel mirasa ait yapıların bakımında yersel lazer tarama kullanımı üzerine çalışmalar. *14. Bilişim, Jeoinformatik ve Uzaktan Algılama Konulu Geokonferans, SGEM. ORG, Albena, Bulgaristan*, 3, 307-318.

English Heritage, (2003). "Metric Survey Documentation"

GÜLEÇ, A., (2007). “Yersel fotogrametri yöntemi ile rölöve alım tekniğinin teç kapılarda uygulanişı: Konya örnekleri”. Selçuk üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya,2007.

Guarnieri, A., Remondino, F. ve Vettore, A. (2006). Kültürel Miras 3D modellemesine uygulanan dijital fotogrametri ve TLS veri füzyonu. *Uluslararası Fotogrametri Arşivi, Uzaktan algılama ve mekansal bilgi bilimleri* , 36 (5), 1-6.

Korumaz, M. (2016). KÜLTÜREL MİRASIN 3D BELGELENMESİNDE YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI: AKSARAY’DA BİR SİVİL MİMARLIK ÖRNEĞİ. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 15(2), 138-156.

Bastanlar, Y., Grammalidis, N., Zabulis, X., Yilmaz, E., Yardimci, Y., & Triantafyllidis, G. (2008). 3D reconstruction for a cultural heritage virtual tour system. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. Beijing*, 37, 1023-8.

Klapa, P., Mitka, B., & Zygmunt, M. (2017, Aralık). Entegre fotogrametrik ve yersel lazer tarama verilerinin kültürel miras araştırmalarına uygulanması. In *GİB Konferans Serisi: Dünya ve Çevre Bilimleri* (. Cilt 95, No. 3, s 032.007.). GİB Yayıncılık.

Uzun, T., & Spor, Y. (2019). Yersel lazer (nokta bulut) tarama yöntemi ile rölöve–restitüsyon-restorasyon projesi hazırlama süreci ve bir örnek: Elazığ Harput Kale Hamamı.

Karşıdağ, G. (2013). *Yersel lazer tarama ölçmelerinde doğruluk analizi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Bastanlar, Y., Grammalidis, N., Zabulis, X., Yilmaz, E., Yardimci, Y., & Triantafyllidis, G. (2008). 3D reconstruction for a cultural heritage virtual tour system. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. Beijing*, 37, 1023-8.

Lerma, J. L., Navarro, S., Cabrelles, M., & Villaverde, V. (2010). Terrestrial laser scanning and close range photogrammetry for 3D archaeological documentation: the

Upper Palaeolithic Cave of Parpalló as a case study. *Journal of Archaeological Science*, 37(3), 499-507.

Eltner, A., Mulsow, C., & Maas, H. G. (2013). Quantitative measurement of soil erosion from TLS and UAV data. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci*, 40, 4-6.

Lingua A., Rinaudo F., 2001. The statue of Ramsete II – integration of digital photogrammetry and laser scanning technique for 3D modelling. Proceedings of 18th International Symposium CIPA 2001. Potsdam, Germany, September 18 – 21, pp. 206 – 211.

Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Kavulya, G. Calis, G., 2011. “Assessment of target types and layouts in 3D laser scanning for registration accuracy”. *Automation in Construction*, Volume 20, Issue 5, August 2011, Pages 649-658.

SAFKAN, S., HAMARAT, H., DURAN, Z., AYDAR, U., & ÇELİK, M. F. YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNİN MİMARİ BELGELEMEDE KULLANILMASI

Yazıcılar, E. E. (2011). *Obje Yüzeylerinin Belirlenmesinde Lazer Tarayıcıların Kullanım Olanakları* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

SABUNCU, A., & Özener, H. (2020). Mimari Dökümantasyonda Yersel Lazer Tarama Teknolojisi Kullanımı: Tarihi Sismoloji Binası Örneği. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 1(1), 45-52.

Uzar, M., TUNALIOĞLU, N., Arican, D., & Arda, T. (2019). Investigation of the filtering methods on 3D models using terrestrial laser scanning data.

English Heritage, 2011. “*3D Laser Scanning for Heritage- Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture*”. English Heritage Publishing.

Fryskowska, A. 2019. “An Improvement in the Identification of the Centers of checkerboard Targets in point Clouds Using Terrestrial Laser Scanning”. *Sensors*, 2019, 19, 938.

Tülay, Ö. C. A. L. (2006). Konya Şehrinin Selçuklulardan Günümüze Ticaret Fonksiyonu. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (19), 401-435.

Uysal, M. (2010). TARİHSEL SÜREÇTE GELENEKSEL KONYA ÇARŞISI İÇİN BİR MEKÂNSAL ANALİZ. *Milli Folklor*, 22(86).

Korumaz, S. A. G., & Kubiloğlu, B. Evaluations on The Use Of 3d Terrestrial Laser Scanning Technology in Architectural Conservation Projects.

Nguyen, T. T., Nguyen, Q. M., Liu, X. G., & Ziggah, Y. Y. (2012, October). 3D object model reconstruction based on laser scanning point cloud data. In *Int. Symp. Geoinformatics Spat. Infrastruct. Dev. Earth Allied Sci.*

Bryan, P., Blake, B., Bedford, J., Barber, D., & Mills, J. (2013). *Metric survey specifications for cultural heritage*. English Heritage.



EKLER

EK-1 Gevraki Han Rölöve ve Restorasyon Projeleri

Gevraki Han Vaziyet Planı Rölöve Projesi



Gevraki Han Vaziyet Planı Restorasyon Projesi



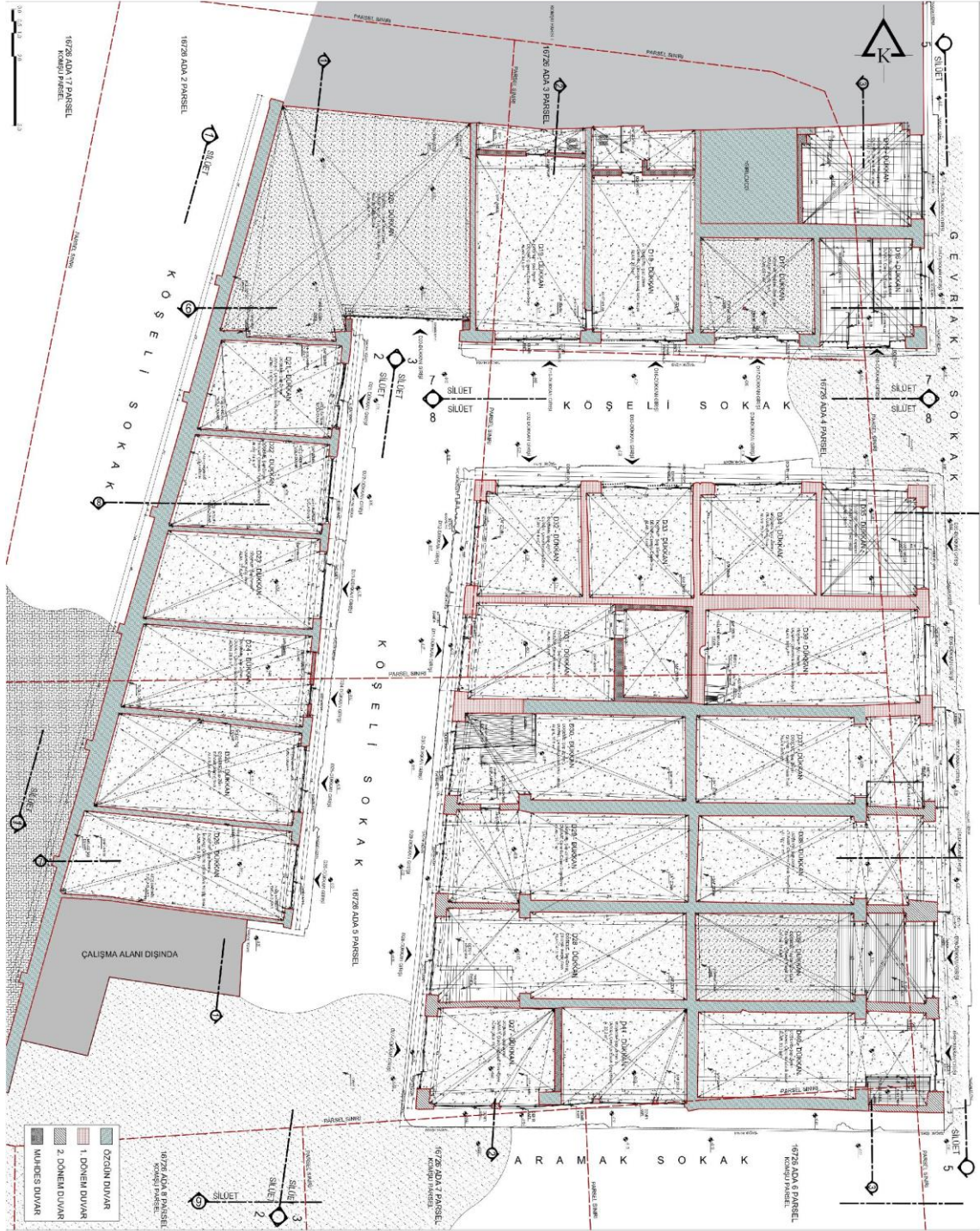
Gevraki Han A Bölümü Zemin Kat Planı Rölöve Projesi



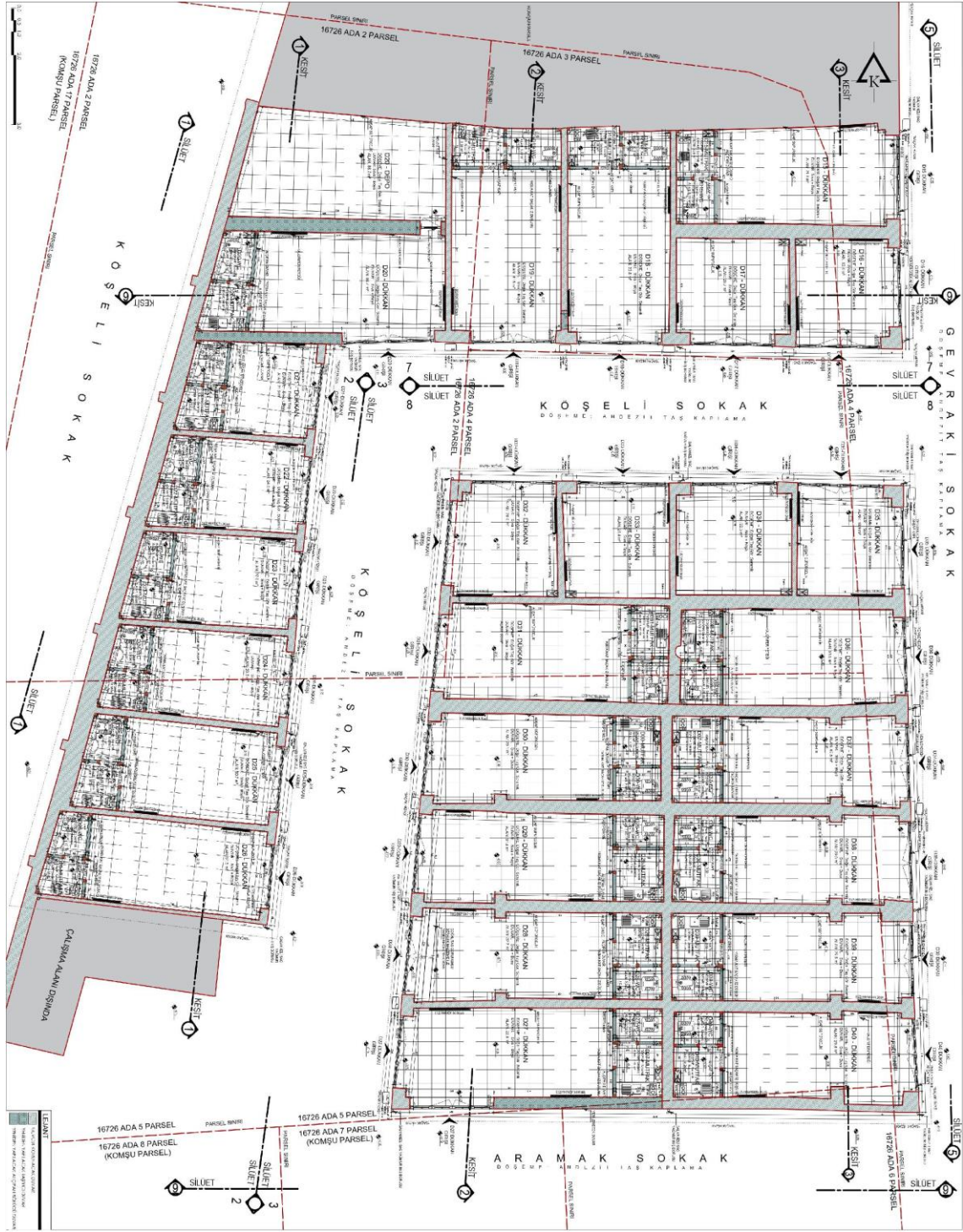
Gevraki Han A Bölümü Zemin Kat Planı Restorasyon Projesi



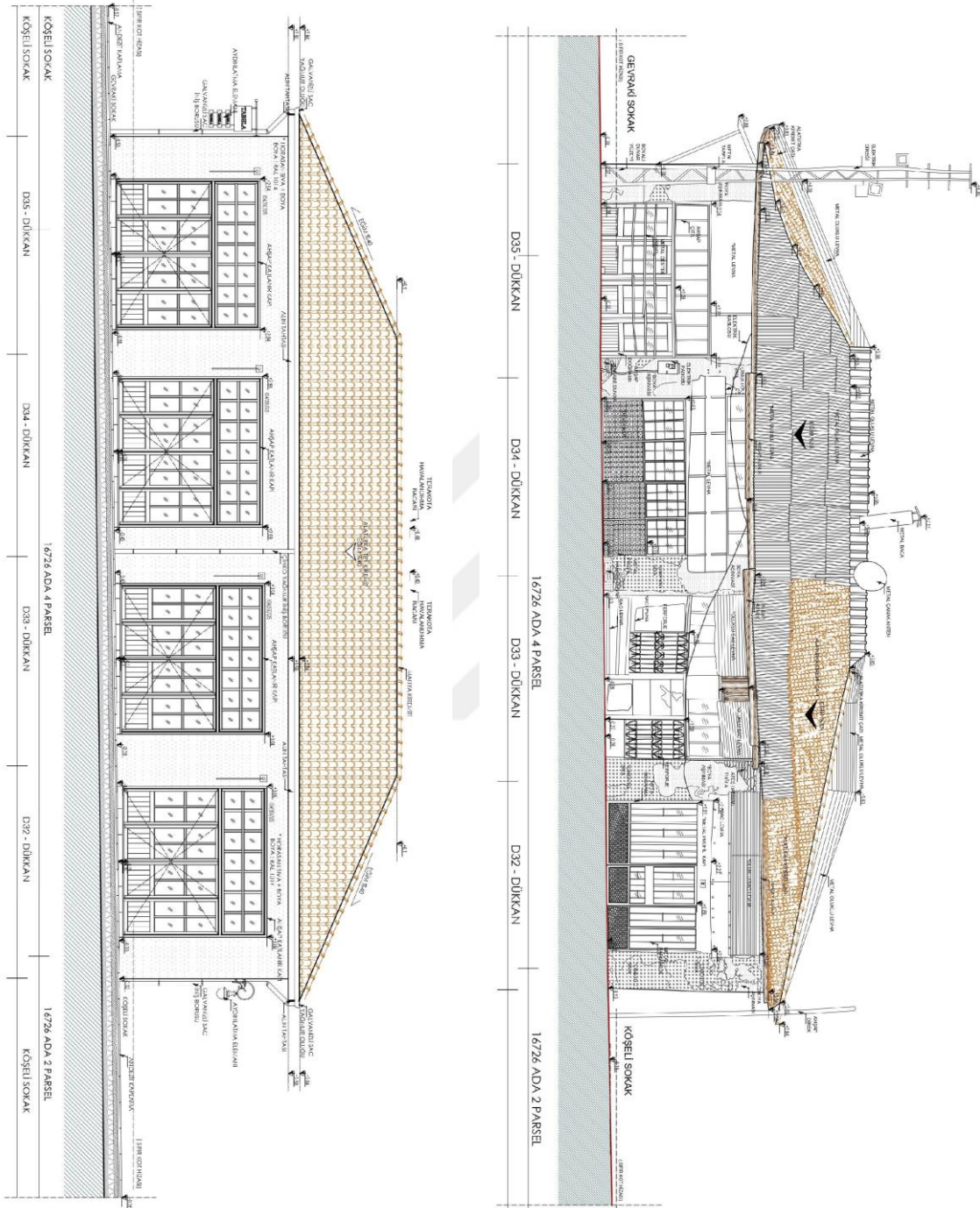
Gevraki Han B Bölümü Zemin Kat Planı Rölöve Projesi



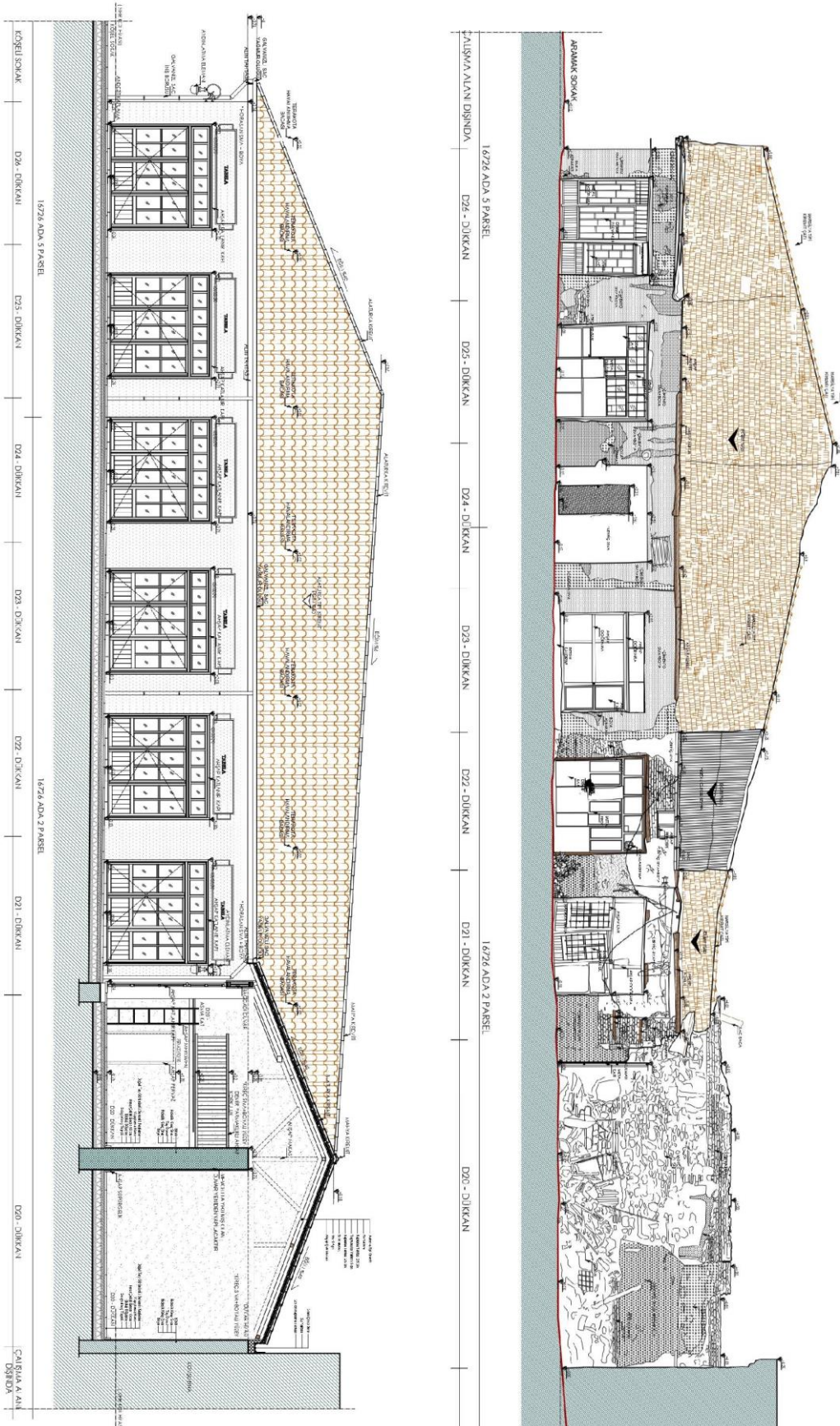
Gevraki Han B Bölümü Zemin Kat Planı Restorasyon Projesi



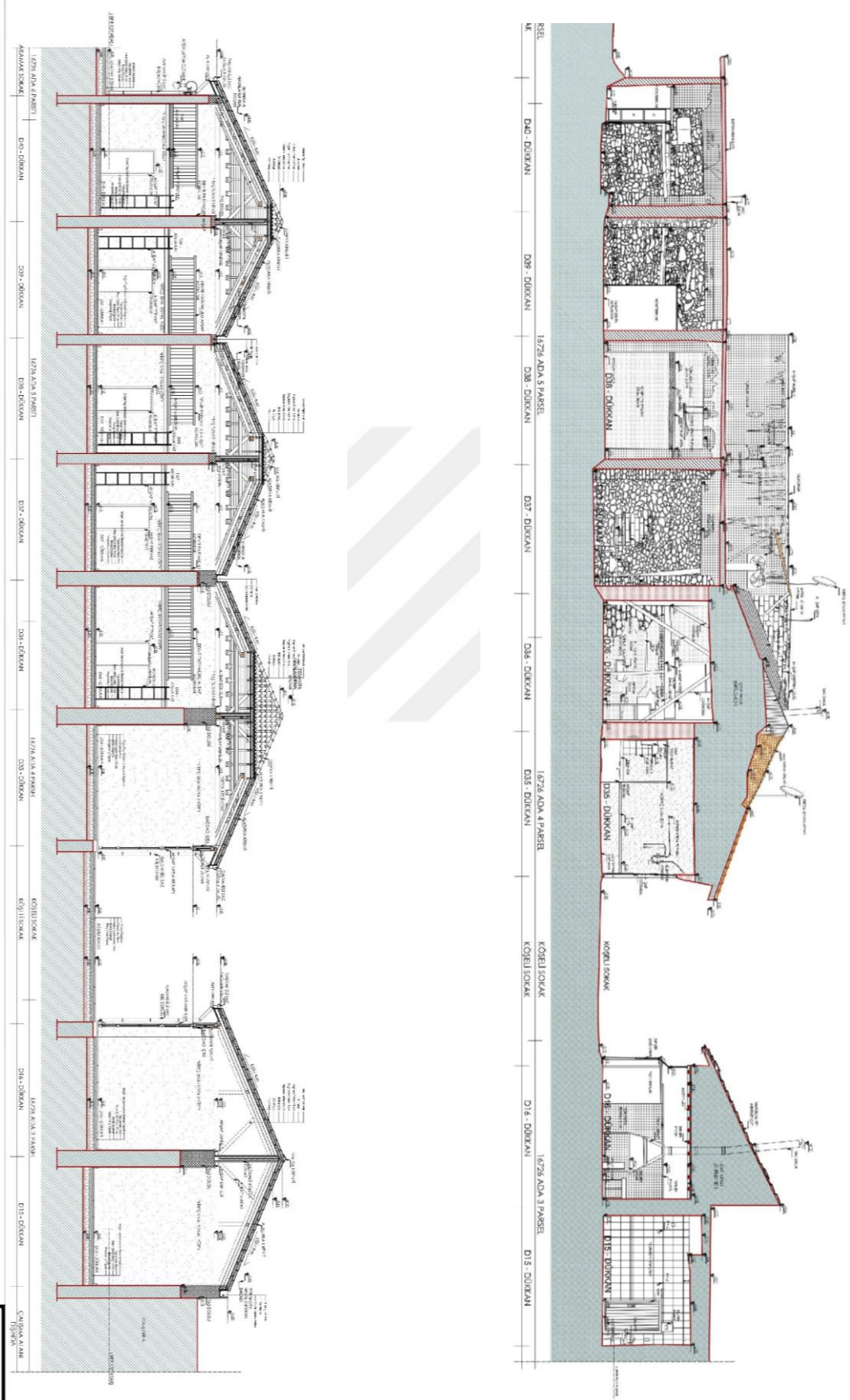
Dükkan cepheleri rölöve ve restorasyon projeleri



Dükkan cepheleri rölöve ve restorasyon projeleri



Dükkan kesitleri rölöve ve restorasyon projeleri



EK-2**Konya Büyükşehir Belediyesi Restorasyona Yönelik Gevraki Han Değerlendirmeleri**

