

T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNDE FARKLI MESLEK
GRUPLARININ MİMARİ RÖLÖVE ÇİZİMİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İlir OSMANİ

Anabilim Dalı: Enformatik
Programı: Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Salih Ofloğlu

MAYIS 2019

İlir Osmani tarafından hazırlanan ‘‘ YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNDE FARKLI MESLEK GRUPLARININ MİMARİ RÖLÖVE ÇİZİMİNE ETKİSİ’’ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Enformatik Anabilim Dalında Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım Bölümü tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

Üye : Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

Üye : Dr. Öğr. Üye Belur Akkayınalı

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ücret karşılığı başka kişilere yazdırmadığımı (dikte etme dışında), uygulamalarımı yaptırmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

ÖNSÖZ

Öncelikle tez çalışmamın konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup, gerek akademik tecrübesiyle gerek alandaki bilgisiyle bana yardımcı olan tez danışmanım ve aynı zamanda yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan ve akademik kariyerimde her zaman ihtiyacımın olacağı bilgileri benimle paylaşan Enformatik bölümü başkanı Prof. .Dr. Salih Ofluoğlu'na, yüksek lisans öğrenimim boyunca bana ve arkadaşlarıma bilgilerini aktaran Enformatik bölümü öğretim üyelerine, farklı bir bakış açısı ile çalışmama katkı veren Halenur Ballısoy'a, istatistiksel verilerimin derlenmesinde destek olan Sergen Cansız'a, çalışmamın en önemli bölümü olan anketleri tamamlamam için Bimtaş çalışanları ile anketleri yapma olanağı sağlamış olan Tuna Kan'a, manevi yardımlarını esirgemeyen ve yanımda olan eşim Kevser ve aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Mayıs 2019

YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNDE FARKLI MESLEK GRUPLARININ MİMARİ RÖLÖVE ÇİZİMİNE ETKİSİ

ÖZET

İlk olarak çalışmanın temel araştırma konusu olan “yersel lazer tarama teknolojisine dair literatür taraması sonucu elde edilen kaynaklardan sentezlenen bilgilere yer verilmektedir. Literatürde yer alan pek çok farklı kaynaktan elde edinilen bilgiler ile ilk bölümde; söz konusu teknolojiye dair tanımlar, teknolojinin tarihsel gelişim süreci, çalışma prensibi, farklı disiplinlerce nasıl kullanıldığı ve kullanım aşamaları yer almaktadır. Ardından yersel lazer tarama teknolojisi kullanılarak alınan mimari rölöve çalışmalarında ekipte yer alan kişilerin eğitim geçmişleri ve mezun oldukları bölümler, yapılan rölöve çalışmasında elde edilen verilerin gerçeğe yakınlığı ve verilerin değerlendirilerek yorumlanması ile süreci nasıl etkilediğini görmek amaçlanmıştır.

Mimari rölöve alımlarında kullanılan ileri teknolojilerin çeşitlerinin anlatıldığı ikinci bölümde bu teknolojilerin ve/veya geleneksel yöntemlerin kullanım şekilleri, nitelikleri ve birbirleri ile olan ilişkileri ele alınmıştır. Böylelikle, mimari rölöve alım sürecinin genel hatları ile nasıl bir perspektifte ilerlediği anlaşılabilecek, yersel lazer tarama ve lazer teknolojilerinin gelişim süreci, analogik değerlendirmesi, tanımlamaları, kavramsal alt yapıları ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde cevaplanmak istenen sorulara ilişkin hazırlanan anket verileri irdelenmiştir. Anketler iki ayrı grup için hazırlanmıştır. Bu gruplar, sahada veri üreten ve bu veriyi ofiste işleyen kişilerden oluşmaktadır. Her grup için ayrı sorular hazırlanmış ve değerlendirilmiştir.

Son bölümde ise hipotez ve anket verilerinin birbiri ile çakışan ve farklılaşan yönlerinin nedensellik içerisinde anlatılması, tez çalışması sonucunda elde edilen sonuç, tespit ve mimari rölöve alım sürecinde kullanılan yersel lazer tarama teknolojileri ile bilgi üreten kişilerden kaynaklanan hata ve sorunların nasıl minimize edileceğine dair çıkarımlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimari rölöve, Yersel Lazer Tarama, Restorasyon

THE EFFECTS OF DIFFERENT VOCATIONAL GROUPS ON ARCHITECTURAL METRIC SURVEY SPECIFICATIONS

ABSTRACT

First of all the subject of the research is terrestrial laser scanning technology with the information obtained from many different sources in the literature; definitions of the technology in question, historical development process of technology, working principle, how it is used by different disciplines and usage stages. Then, it was aimed to see how the people involved in the architectural survey studies taken using terrestrial laser scanning technology and their educational backgrounds and the departments they graduated from, the proximity of the data obtained in the survey study and how they affect the process by evaluating and interpreting the data.

In the second section, which describes the types of advanced technologies used in architectural surveying, the usage methods, qualifications and relations of these technologies and / or traditional methods are discussed. In this way, it will be understood how the architectural surveying process proceeds in general terms.

In the third section, the survey data prepared for the questions to be answered are examined. The questionnaires were prepared for two groups. These groups consist of people who produce data in the field and process it in the office. Separate questions were prepared and evaluated for each group.

In the last section, hypothesis and survey data are explained in terms of causality, overlapping and differentiating aspects of each other, and conclusions about how to minimize the errors and problems arising from the people who produce information with the results obtained from the thesis, local laser scanning technologies used in the detection and architectural surveying process.

Keywords: Architectural Survey, Terrestrial Laser Scanning, Restoration

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
ÖZET	2
ABSTRACT	3
KISALTMA LİSTESİ	6
ŞEKİL LİSTESİ	7
TABLO LİSTESİ	8
GRAFİK LİSTESİ	9
1.GİRİŞ	10
1. Tezin Amacı	13
1.2. Tezin Kapsamı	14
1.3. Tezin Yöntemi	14
1.4. Araştırma Süreci.	15
2. MİMARİ RÖLÖVE TEKNİKLERİ	16
2.1. Mimaride Rölöve ve Çeşitleri	16
2.2. Mimarlıkta Rölöve Teknikleri	17
2.2.1. Yersel Yöntemle Rölöve Teknikleri	18
2.2.1.1. Bağlama-Üçgenleme Yöntemi	18
2.2.1.2. Dik Koordinat Yöntemi	19
2.2.1.3. Kutupsal Koordinat Yöntemi	20
2.2.1.4. Klasik Yöntemde Ölçü Alımı	21
2.2.2. Modern Yöntemle Rölöve Teknikleri	22
3. LAZER VE YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİ İLE RÖLÖVE ALMA TEKNİKLERİ	24
3.1. Lazer Teknolojisi ve Gelişim Süreci	25
3.1.1.Kullanım Alanları	26

3.1.2. Mimari Belgelemede Lazer Teknolojisi	26
3.2.Yersel Lazer Tarama Teknolojisi Çalışma Prensipleri	28
3.2.1. Ölçüm Hassasiyet	34
3.2.2. Data Boyutu ve Aplikasyon Şekilleri	41
3.2.3. Gelişim Süreci	30
3.2.4. Kullanım Alanları	31
3.2.5. Kullanıcı Meslek Grupları	32
4. YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNİN RÖLÖVE YAPIMINDA KULLANIMI: ALAN ÇALIŞMASI	44
4.1. Anket Yöntemi	44
4.2. Anket Grubu	45
4.2.1. Saha Çalışanları	46
4.2.2. Ofis Çalışanları	46
4.3. Anket Verilerinin Değerlendirilmesi	46
4.4. Anket Sonuçları	53
4.4.1 Seçmeli Cevapların Değerlendirilmesi	53
4.4.2. Açık uçlu cevapların değerlendirilmesi	64
4.4.3. Seçmeli cevaplar ile açık uçlu cevapların karşılaştırılıp değerlendirmesi	66
4.4.3.1. Ön lisans ve lisans mezunu çalışanların cevap karşılaştırması	66
4.4.3.2. 1-3 yıl arası ve 3-5 yıl arası çalışanların cevap karşılaştırması	67
5.SONUÇ	71
KAYNAKÇA	73
İNTERNET KAYNAKLARI	73
EKLER	74

KISALTMA LİSTESİ

EFAP-FEPA	European Forum for Architectural Policies
3B	Üç Boyut
RGB	Red, Green, Blue Color System
NIR	Kızıl Ötesi
TLS	Yersel Lazer Tarama Sistemi
AGC	Otomatik Algılama Kontrolü
TDC	Dijital Çevirici
CFD	Değişmez Parça Ayrımı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Bağlama Üçgenleme Yöntemiyle Rölöve Alımı	21
Şekil 2: Dik Koordinat Yöntemiyle Rölöve Alımı	22
Şekil 3: Kutupsal Koordinat Yöntemiyle Rölöve	
Şekil 4a: II. Mahmut Türbesi	22
Şekil 4b: Laser Total Station	23
Şekil 4c: Karakteristik Noktalar	23
Şekil 5: Lazer Tarayıcının 3B Nokta Yakalaması (Kula ve Ergen, 2017)	32
Şekil 6: Mağaradaki Mörk-Glacier'in görüntüsü (www.faro.com)	34
Şekil 7: Eisriecenwelt Buz Mağarası (blogs.faro-europe.com).	35
Şekil 8: Sarnıçlı Han Planı (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)	36
Şekil 9: Sarnıçın Hidrolik Sıvalı Duvarları (Temizer, T. 2006)	36
Şekil 10: Kubbeyi Destekleyen Kemerli Tuğla ((Temizer, T. 2006)	37
Şekil 11: Sarnıç Tarama Planı (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)	38
Şekil 12: %25 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ	39
Şekil 13: %50 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ	39
Şekil 14: %50 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ	39
Şekil 15: Nijerya'da Yapılmış Olan Örnek Anket Çalışmasına İlişkin Veriler	45

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Yersel lazer tarayıcı ölçüleri, tarayıcı koordinat sistemi	31
Tablo 2: Lazer Tarama Teknolojisinin Çalışma Prensibi (Temizer, T. 20)	32
Tablo 3: Lazer Tarama Modelleri ve Ölçüm Hassasiyetleri (Altuntaş ve Yıldız, 2008)	34
Tablo 4: Lazer Telemetrenin Blok Düzenegi (Kostamovaara 1991, Amann 2001)	41



GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Yaş Dağılımı	53
Grafik 2: Yaş Aralığı	54
Grafik 3: Eğitim Durumu	55
Grafik 4: Mezun olunan Bölüm Oranı	56
Grafik 5: Kaç Yıldır Restorasyon / Rölöve Projelerinde Çalışıyorsunuz	57
Grafik 6: Geleneksel Rölöve Alma Yöntemlerinden Elde Edilen Ölçümler ile Çizim Yaptınız Mı?	58
Grafik 7: Deneyimlerinizden Yola Çıkarak, Hangi Rölöve Alma Yöntemini Tercih Ediyorsunuz?	59
Grafik 8: Ne Kadar Süredir Lazer Tarama Teknolojisinden Elde Edilen Veriler ile Çizim Yapıyorsunuz?	60
Grafik 9: Rölöve Çiziminde Ve Projenin Tamamlanmasında Hangi Meslekten Kişilerin Çalışma Ekibinde Yer Alması Gerekliğini Düşünüyorsunuz?	61
Grafik 10 : Eğer lazer tarama teknolojisinden faydalandıysanız bu deneyiminizi açıklar mısınız?	62
Grafik 11 : Neden lazer tarama teknolojisinin ürettiği veriyi kullanmayı tercih ediyorsunuz?	62
Grafik 12 : Lazer tarama teknolojisi ile elde edilen ortofotoda en önemli veri sizin için nedir? Ortofotoda var olması halinde çizimi tamamlamanıza yeterli olacak verinin niteliklerini açıklayınız.	63
Grafik 13 : Lazer tarama teknolojisi ile oluşturulan ortofotodaki genel hatalar nelerdir? Çizim yapmanızı zorlaştıran sorunları açıklayınız	63
Grafik 14 : Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı <u>avantajlar</u> nelerdir?	64
Grafik 15 : Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı <u>dezavantajlar</u> nelerdir?	64
Grafik 16 : Söz konusu <u>dezavantajların</u> rölöve çizimine etkisi nedir?	65
Grafik 17 : Lazer tarama teknolojisinin faydalı olduğunu düşündüğünüz yönleri var mı? Açıklayınız	65

1. GİRİŞ

Tarihsel sürece tanıklık yapmış medeniyetler tarafından oluşturulan kültürel mirasın, kültürel devamlılığını sağlayabilmek için korunması ve belgelenmesi gerekliliği kabul edilmiş ve üzerine çalışmalar yapılan bir olgu haline gelmiştir. Kültürel mirasın geleceğe aktarımının sağlanabilmesi ancak kültürel miras diye adlandırdığımız yapı ve yapı gruplarının belgelenmesi ile mümkün olabilmektedir.

Kültürel miras belgeleme konusunda doğru ve sağlıklı veriyi elde edebilmek amacıyla yapılan çalışmalar, belgeleme alanında yeni tekniklerin doğmasına neden olmuş, gelişen teknoloji ile birlikte klasik belgeleme çalışmalarına alternatif olarak modern belgeleme teknikleri üretilmiştir. Modern yöntemler sayesinde tarihi eserlerin ve korunacak yapıların daha hassas ve hızlı bir şekilde belgelenmesine ve gelecek nesillere aktarılmasına olanak sağlanmıştır. Amerikalı bir mimar olan A. John Burs Washington'da yer alan tarihsel yapılar hakkında yaptığı bir çalışmada bu düşünceyi teyit etmiştir: (ICOMOS,1993).

“Mimari ve mühendislik dokümantasyonlar Amerika tarihindeki deneyimlerimizi için çok önemlidir. Tarihi yapılar tarihsel süreçleri anlamadaki tek kanıttır. Bu kanıtlar geçmiş anlamada bizlere yeni kapı açarlar. Sadece yapılar hakkında bilgi vermekle kalmaz, geçmişteki yaşanmış olayları, karakteristik yapıları, insanların sosyal yaşamları hakkında da bilgi sunarlar.”

Mimari dokümantasyon olarak sıkça kullanılan çalışma yöntemlerinden biri rölövedir. Rölöve projelerinin hazırlanmasında özellikle tarihi yapılarda işleme, kubbe, kemer, oyma, mukarnaslı yüzeyler gibi karmaşık geometrili gibi bölümlerin içerdiği ayrıntılar gereği hassas çalışmalar gerektirmektedir. Yapılan bu hassas çalışmalar içerdiği teknik, çalışma yapan kişinin bilgi donanımı ve kullanılan içeriğe göre hatalar içermektedir. Bu hataların azaltılmasında ileri teknolojinin ürünü olan yersel tarama teknolojisinden faydalanılmaktadır.

Lazer kavramı ilk olarak Albert Einstein'ın 1916 yılında ortaya koyduğu bir teoride varlık bulmuştur (Bozdemir, 2014). Her ne kadar ilk olarak 1916 yılında teorik olarak üretilebileceğinden bahsedilmiş olsa da ilk çalışmalar 1950'li yılların sonlarına doğru başlamıştır. 1960'lı yılların başından itibaren geliştirilen lazer teknolojisi mimari belgeleme çalışmaların temel dayanağı haline gelmiştir. 2000'li yılların başına kadar kullanılan “total station” yöntemi gibi belirli bir konumdan hedef noktasının açı ve uzaklığını hesaplayan teknolojiler; mimari rölövede kullanılan temel ölçüm tekniğidir.

Benzer çalışma prensiplerini baz alan ancak daha hassas ve nitelikli data üretimi gerçekleştiren yersel lazer tarama teknoloji mimari rölöve çalışmalarında kullanımı yaygınlaşmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu kültürel miras öğeleri düşünülüp bu yapıların belgeleme çalışmaları göz önüne alındığında bu teknolojinin önemi artmaktadır.

Lazer tarama teknolojisinin kullanımı rölöve alım süresinde kısalmayı sağlarken birçok hatayı da beraberinde getirmektedir. Yersel lazer tarama sisteminde oluşan hata kaynakları araştırmaları, hataya birçok faktörün sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Bu hatalar lazer tarayıcıların farklı modellerde olması, farklı dalga boyu ve ışın kullanımları, tarama sisteminin farklı uygulamalar tarafından oluşması, çevresel kaynaklı hatalar, objesel kaynaklı hatalar gibi çeşitlenmektedir. Lichti ve Gordon bu hataları basit olarak iki gruba ayırmıştır. (Lichti D., D., Gordon, S., J. 2004,)

İlk grup dahili hatalar olarak belirlenmiş olup bunlar kullanılan cihazın kullanım şekli, yerleştirildiği düzlem ve hassasiyet ayarlamaları gibi birkaç hata şekilleri ile sınıflandırılmıştır.

İkinci grup ise harici hatalar olarak belirlenmiş olup bunlar tarama anında havanın durumu, güneş hareketinin taramayı etkileyebilecek unsurları, tarama esnasında binanın önünde bulunan objeler gibi birkaç hata şekilleri ile belirlenmiştir.

Bu hataları incelediğinde hataya sebebiyet veren en önemli iki faktör öne çıkmaktadır. Bunlar:

- 1- Ölçüm yapılan cisim ve ölçme aletinden kaynaklanan hata (renk, doku, tarama teknolojisi vb.)
- 2- Ölçüm yapan kişiden kaynaklanan hata (mesleki eğitim geçmişleri)

Bu tez çalışması içeriği mimari rölöve çalışmalarında yersel lazer yönteminin kullanılmasında ortaya çıkan hata türlerinden olan ikinci sorun üzerinde durulacaktır. Bu seçenek üzerinde durulma nedenlerin başında Türkiye'de rölöve çalışmalarında ölçüm yapan kişiden kaynaklanan hata üzerinde yeterli bir çalışmanın bulunmaması gelmektedir. Tez kapsamında rölöve çalışmalarında ölçüm yapan kişiden kaynaklanan hatada saha içi ve sahadan elde edilen verilerin bilgisayar ortamına işlenerek elde edilen verilerin yorumlanarak rölöve oluşturulmasında kişinin mesleki eğitim geçmişinin çalışmaya olan etkisi üzerinde durulmuştur. Bu çalışmayla ortaya çıkan sorunların tespitine ve çözümüne yönelik farklı bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir.

Mimari rölöve çalışmasında ortaya çıkan bu sorun ve bu soruna geliştirilen çözüm doğrultusunda yapılan literatür araştırması sonucunda, bu konuyla ilgili kısıtlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır.

Bunlardan biri Nijerya’da gerçekleştirilen ve proje ekiplerinin liderleri ve ekip çalışanları arasındaki ilişkinin inşaat projelerine etkisini araştıran bir makaledir. Söz konusu çalışmada, 60 katılımcının yer aldığı bir anket çalışmasından faydalanılmıştır. Katılımcılar mimar, müteahhit, inşaat mühendisi, arazi çalışanı, ölçüm elemanı olmak üzere 5 farklı disiplinden seçildiği ve her bir disiplinden 12 kişi yer alacak şekilde eşit bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Araştırma sonucunda, proje liderinin mesleki niteliğinin¹ liderlik tarzı, ekip çalışanları (team composition) ve genel proje performansı ile kuvvetli bir ilişkisi olduğu savunulmaktadır. Araştırmadaki proje liderinin mesleki niteliği ise, üniversite mezunu, şirket çalışanı ve bilim kurulu üyesi olarak kategorileşmektedir. (Odusami, K. T., Iyagba, R. R., & Omirin, M. M. 2003)

Bir diğer araştırma ise, “Difficulty of Architectural Decisions” makalesinde yer alan örnek anket çalışmasıdır. Mimari kararların alınmasının zorluğunu profesyonel mimarlar ile gerçekleştirilen anket çalışması ile saptamayı hedefleyen bir makale olmuştur (EFAP-FEPA, 2013). Söz konusu çalışmada, sektörde çalışmakta olan 43 mimar katılımcı olarak yer almaktadır. Ankette yer alan soruların içeriği, gerçek dünyada alınması gereken mimari kararların ve etkenlerin zorluğunu anlamaya yöneliktir.

Son araştırma örneği ise Tigin Töre tarafından hazırlanmış olan doktora tezidir. Söz konusu çalışmada Töre (2017), sanal miras ortamlarındaki değerlendirme yöntemlerini detaylı bir şekilde aktarmakta ve bu alanda literatürdeki örneklerle yer vermektedir. Bu örnekler içerisinde anket çalışmasını da içeriğinde bulunduran AR@Melaka Projesi (Pendit vd., 2014) ve AR-Cathedral (Portalés vd., 2009) projeleri bu çalışmaya yol gösterici niteliktedir.

1.1. Tez Araştırma Soruları

Tüm bu araştırmalar ve bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, bu çalışmanın cevaplamak istediği sorular aşağıda sıralanmıştır:

1-Yersel lazer tarama teknolojisinin kullanımında yapılan hataların sebeplerinden biri bu teknolojiyi kullanan kullanıcılar olabilir mi?

2-Yersel lazer tarama yönteminin kullanıldığı ölçümlerde zaman, maliyet, hata oranlarının kullanıcı profili ile ilişkisi nedir ve bu ilişki nasıl kategorize edilebilir?

3-Yersel lazer tarama teknolojisinden faydalanılan ölçümlerdeki farklı profile göre hataları minimum düzeye indirmek için hangi yaklaşımlar önerilebilir? Bu bağlamda kullanıcılara yönelik hazırlanacak önerilerin zaman, maliyet, doğruluk açısından getireceği kolaylıklar nelerdir?

1.2. Tez Araştırma Hipotezi

Yersel lazer tarama teknolojisi kullanılarak alınan mimari rölöve çalışmalarında ekipte yer alan kişilerin eğitim geçmişleri ve mezun oldukları bölümler, yapılan rölöve çalışmasında elde edilen verilerin gerçeğe yakınlığı ve verilerin değerlendirilerek yorumlanması kısmındaki süreci, bu süreç sonucunda çıkan ürünün kalitesini etkilemektedir.

1.3. Tezin Amacı

Mimari belgeleme konusunda yaygın tercih olan mimari rölöve çalışmalarında yersel lazer tarama teknolojisinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yersel lazer tarama teknolojisinden verimli sonuçlar elde etme konusunda taranan yüzeyin özellikleri (renk, doku vb.) ve tarayıcıların etkisi yüksektir. Buna karşın, yersel lazer tarama teknolojisini deneyimleyen kullanıcıların, elde edilen veri üzerindeki etkisi olduğu görülmektedir. Eğitim geçmişleri farklı olan kullanıcıların yapmış olduğu rölöve çalışmalarında yaşanan sorunlar ve sonuç ürünler farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık rölöve çalışmalarında yeni bir grubun ortaya çıktığını ve bu grupta farklı eğitim düzeyindeki kişilerin yoğun olduğu görülmektedir.

Tez kapsamında rölöve çalışmalarında yer alan insan kaynaklı hatalarda kişilerin eğitim geçmişlerinin çalışmaya etkisi, farklı meslek gruplarının bu sürece dahil oluşu, ortaya çıkan grubu ve bu grupta yer alan farklı disiplinlerden kişilerin oranları vurgulanarak mimari rölöve çalışmalarına ve yersel lazer tarama teknolojisi kullanımının boyutlarına farklı bir bakış açısı kazandırılması hedeflenmiştir.

1.4. Tezin Kapsamı

Çalışmanın temel araştırma konusu olan yersel lazer tarama teknolojisinin mimari rölöve alımında kullanımına, bu teknolojiyi kullanan “insan” etkeni çerçevesinden bakılarak sosyolojik veriler ile desteklenerek araştırılması çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır. Bu bağlamda araştırmayı başlatan ve çalışma süresince cevap bulunması hedeflenen sorular çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Yersel lazer tarama teknolojisine dair önerilerin geliştirilebilmesi için, kullanıcıların özelliklerine dair yapılacak olan araştırma ile kullanıcı profilinin yersel lazer tarama teknolojisi ile üretilen verinin kalitesi ve düzeyi üzerindeki etkisi incelenecektir. Kullanıcı özelliklerini inceleyen bu araştırmada yapılan anket çalışması ile hazırlanan kullanım önerilerine sosyolojik ön çalışmalar da dahil edilmekte, böylelikle çalışmanın multidisipliner çalışma çerçevesi genişletilmektedir.

Bu bağlamda ilk olarak çalışmanın temel araştırma konusu olan “yersel lazer tarama teknolojisi” ne dair literatür taraması sonucu elde edilen kaynaklardan sentezlenen bilgilere yer verilmektedir. Mevcut çalışmalardan faydalanılarak kavramsal tanımlamaların yer aldığı ilk bölümü, mimari rölöve çalışmalarına yoğunlaşan ikinci bölüm takip etmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde, mimari rölöve alımında kullanılan geleneksel yöntemler ve ileri teknoloji tekniklerinin neler olduğuna değinilmekte, araştırmalar neticesinde söz konusu hataların giderilmesine ve ölçüm doğruluğunu arttıracak kolaylıkların kullanılmasına dair öneriler yer almaktadır.

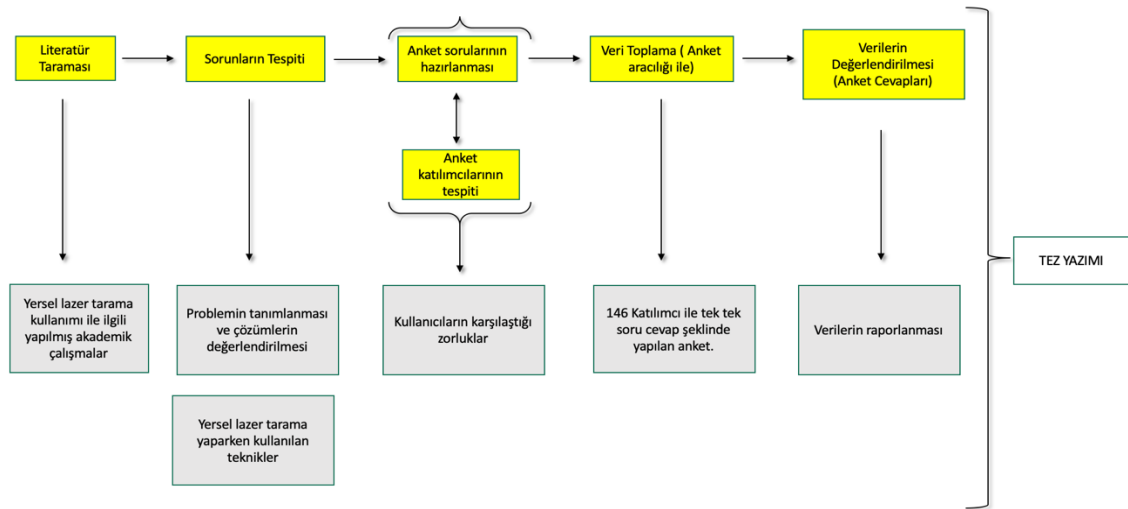
1.5. Tezin Yöntemi

Mimari rölöve alımında çalışan ekiplerde pek çok farklı meslek grubundan ve farklı eğitim geçmişine sahip kişilerin yer almasının elde edilen sonucun kalitesine etkisi araştırmanın odak noktasıdır. Söz konusu farklı disiplinlerden insanların ortak bir ekip çalışması ile ortaya çıkardıkları işlerin kalitesinin, veriyi üreten kişilerin söz konusu birikimleri ile ilişkili olabileceği konusu ise tezin cevabını bulmayı amaçladığı temel sorudur. Bu sorunun çözümüne yönelik öncelikle detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Ancak bazı noktalarda benzerlikler gösterse dahi, rölöve alımında çalışan ekipler ile yapılan anket çalışması, görüşülen ekiplerin ürettikleri rölöve işlerini de dahil eden ve tüm bu verilerden faydalanarak öneriler geliştiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmanın özellikle yersel lazer teknolojisinin kullanımına yönelik yeni bir bakış açısı getireceği, dolayısıyla çalışmanın literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anket sorularının sorulması ve yapılan anketler sırasında aslında röportaj olarak ta adlandırılabilir bir yöntem kullanılmıştır. Anket sürecinde katılımcılar ile tek tek röportaj şeklinde geçmiştir ve yaklaşık olarak her katılımcı ile 30 dakika zaman ayrılmıştır. Bu kapsamda seçmeli cevapların yanı sıra yoruma dayalı cevaplar da grafik haline getirilmiştir. Farklı meslek gruplarının aynı sorulara verdiği cevaplarda en sık kullandıkları kelimeler karşılaştırılmıştır ve aralarında ilişki kurulmuştur. Grafiklere Anket sorularının değerlendirilmesi kısmından ulaşabilirsiniz.

1.6. Araştırma Süreci

Çalışmanın araştırma sürecine ilk olarak literatür taraması ile başlandı ve bu alanda olan en çok karşılaşılan sorunlar tespit edildi. Sorunların tespit edilmesi ardından, çalışmaya yön verecek anketlerin sorularının hazırlanması başlandı ve eşzamanlı olarak anket katılımcıları tespit edilmeye başlandı. Uzun bir anket süreci ardından tüm niteliksel veriler (anket cevapları) değerlendirilip çalışmanın bütünü ile değerlendirilmiştir. Aşağıda sürece dair bir tablo yer almaktadır:



2. MİMARİ RÖLÖVE TEKNİKLERİ

Mimarî çalışmaların geçmişten bugüne kadar gelebilmesi ve geleceğe aktarılabilmesinde büyük pay oynayan mimari rölöve çalışmaları yaşanan teknolojik gelişmelerden etkilenmiştir. Rölöve tarihiyle var olan yöntemlerin halen kullanılıyor olmasının yanı sıra geliştirilen yeni yöntemler mimari rölöve alımında olumlu katkı sağlamışlardır. Geleneksel yöntem ile yapılan rölöve alımları kendi içerisinde ayrı bir kategorize edilmiş olsa da her biri birbiriyle ilişkili, geleneksel alet kullanım tekniklerini baz alan elle ölçüme dayanmaktadır. Eskiden beri kullanılan bu yöntemler rölöve çalışma ihtiyaç hızını karşılayamamakta olup çalışma sırasında birçok hata oluşumuna ortam hazırlamaktadır. Geliştirilen modern yöntemler sayesinde çalışma tespitlerinde hata oranı azalmış, doğru veriye yaklaşılmıştır. Bu bölümde mimari rölöve çalışmalarında yer alan rölöve çeşitleri, bunların ilkel ve modern yöntemle yapılan çalışma yöntemleri, geliştirilen modern teknik bu tekniğin kullanım alanlarından bahsedilmiştir.

2.1. Mimaride Rölöve ve Çeşitleri

Fransızcadan gelen Rölöve “re-“ ön eki latin kökenli olup “tekrar” anlamına gelmektedir. Fiil hali olarak “relever” ise yeniden ayağa kaldırmak anlamına gelmektedir. Mimaride rölöve ise var olan bir yapının plan, kesit, cephe ve detayları ile mimari çizim olarak anlatılmasında kullanılması için yapılan ölçü alma işlemidir (Uluengin, 2002). Burada önemli olan mevcut yapının o anki durumunu anlatması varsa eksik ve ilavelerini bu çizimlerde gösterilmesidir.

Rölöve eski bir yapının belgelenmesi, incelenmesi, kent dokusundaki yerinin saptanması, restitüsyon, restorasyon projelerinin hazırlanması ve yapımı için kişi veya tüzel kişi tarafından yapılmış ön çizim veya araştırmadır. Rölöve tescil ve onayı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu’ndan alır (Güleç, 2007).

Mimaride rölöve çizim tekniği ve ölçeği hangi amaçla yapıldığını belirleyen önemli unsurdur. Objenin büyüklüğü, boyutu ve proje amacı rölöve çizim yöntemini belirlemektedir. Bu doğrultuda dört farklı rölöve çeşidi bulunmaktadır. Bunlar:

Arşivleme Amaçlı Rölöve: Plan şeması ve kaba ölçümleri yapılarak arşivleme amacıyla yapılan rölöve çalışması olup genellikle mimarlık tarihi çalışmaların belgelenmesinde kullanılmaktadır.

Üzerinde Çalışma Yapabilmek Amaçlı Rölöve: Bu tür rölöve, üzerinde çalışma yapılabilmesi, ölçülerin kontrol edilebilmesi veya detaylandırılabilmesi için yapılmaktadır. Kurula teslim edilmeyen çalışmalar olarak yer almaktadır.

Koruma, Onarım ve Belgeleme Amaçlı Rölöve: Mimari yapıların plan, kesit ve görünüşleri detaylı bir biçimde ölçülür ve çizilir, bu belgeler tescil için kullanılabilir. Tarihi bir yapının korunması, onarılması ve rölövesinin çıkarılmasında yapılan detaylı çizimlerdir.

Restitüsyon ya da Rekonstrüksiyon Amaçlı Rölöve: Detaylı bir şekilde çizilen ve kurula sunulan çizimlerden biridir. 1/200 ölçekli bir çalışmayı baz alırsak kütle özelliklerini ve binaların genel durumunu ifade eder bir çalışmadır. Kütle özelliklerini anlatacak bir rölöve çalışması için bu ölçek yeterlidir ancak restorasyona yönelik bir rölöve çalışması ise ölçek daha büyük olmalıdır (1/50, 1/20 vb.). Yapı hakkında alınacak herhangi bir karar için bu Rölöve çalışması çok önemli ve bir o kadar hassastır. (Turan, 2004).

2.2. Mimarlıkta Rölöve Teknikleri

Türkiye’de belgeleme çalışması ilk olarak 19.02.1931 tarihinde Atatürk’ün Konya gezisi sırasında, 1930 yılında başladığı ve birçok ili kapsayan bu gezisinde Konya’da yer alan anıtları gezerken İsmet İnönü’ye telgraf çekmesi ve Türk medeniyeti eserlerinin korunması gerektiğine vurgu yapmasıyla başlamıştır. Bu telgrafın ardından 1931 yılında “Anıtlar Koruma Komisyonu” kurulmuş, anıtların onarımı, tescili, tanzimi, rölöve çalışması, fotoğraflama gibi işlemlerin yapılması sağlanmıştır (Güleç, 2007).

1993 yılında 3500 anıtın tescil fişi hazırlanmış, onarılması gereken kültür varlıklarının listesi oluşturulmuş bunun sonucunda rölöve müzesi kurulması kararı alınmıştır. İlk kez 1933 yılında Sedat Çetintaş tarafından Bursa ve Edirne’de yer alan tarihi eserlerin toplam 49 levhadan oluşan rölövelerini hazırlamıştır. Bu rölövelerin hazırlanmasında kullanılan yöntemler genellikle el çalışmalarıyla yapılan ilkel metotlar olmuştur. İlerleyen süreçlerde ise oluşturulan özel kuruluşlar, fonlar ve çalışmalar sayesinde bilgi transferi gerçekleşmiş, rölöve yapım çalışmalarında teknolojinin de entegre edilmesiyle yeni yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler iki kategori altında çeşitlenmiştir. Bunlar:

1- Yersel Yöntemle Rölöve Teknikleri

2- Modern Yöntemle Rölöve Teknikleri’dir (Nickerson, 1994).

2.2.1. Yersel Yöntemle Rölöve Teknikleri

Manuel metotların kullanıldığı bu yöntem oldukça sadedir. Gerekli ekipmanları ise lazer metre şakul, bant, ip, su terazisi gibi basit ölçüm aletleridir. Bu aletlerle ölçüm yapılırken bazı bilgiler eksik ya da yanlış girilebilir, bu hatanın nedeni bazı ekonomik yetersizlikler ya da eğitim düzeyinin yetersiz oluşundan kaynaklanabilir. Nikerson, yaptığı bir çalışmada manuel yöntemle yapılan rölöve çalışmalarında doğruluk derecelerini değerlendirmiş ve sonucunda X, Y, Z ölçümleri, üçgenleme metotları, yön, mesafe ve derinlik diye adlandırdığı üç temel klasik yöntemle ölçüm yapmış, sonuçlarını öğrencileriyle birlikte değerlendirmiştir. Bu sonuçlara göre üçgenleme metodunun standart hata payına en yakın hata ve en az sapma ile hassasiyeti en yüksek olan yöntem olduğu saptanmıştır.

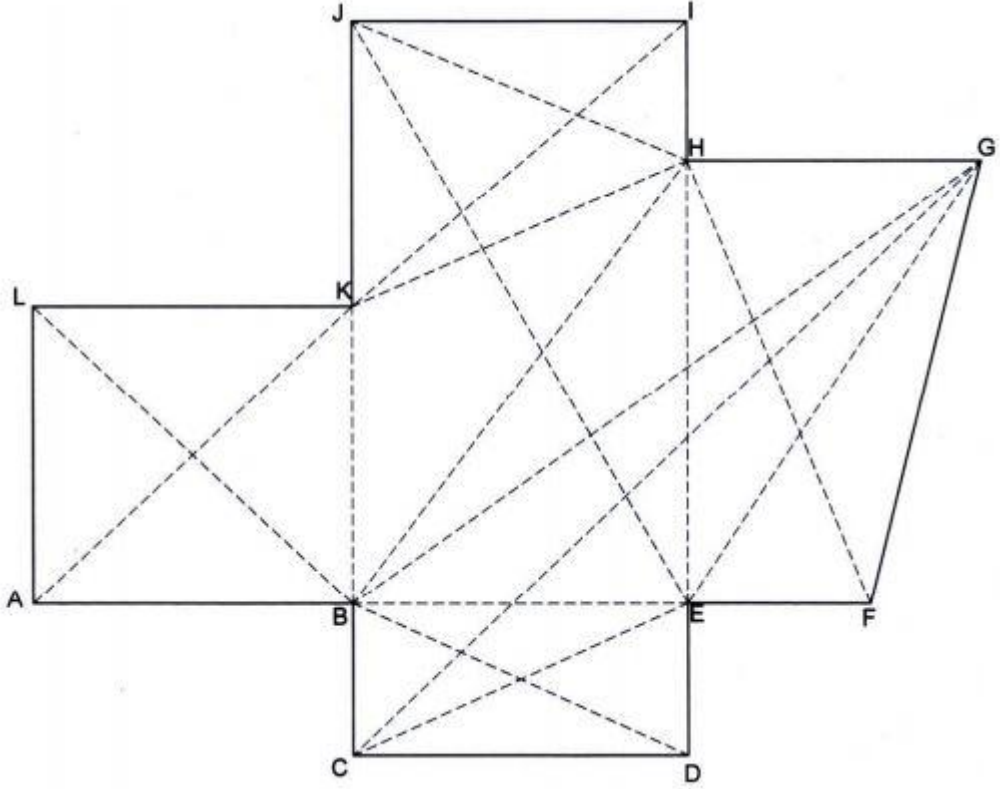
Özellikle yapının planı ve düzlemsel noktalarını belirlemede kullanılan bu yöntem, katlanır metre, 5'er ve 20'şer metrelik şerit metre ya da elektronik metre, teodolit, nivo, su terazisi, hortum terazi şakul, pusula, profil tırağı, tebeşir, ip, forogram makinesi, lazerli şakul, lazer terazi, lazer ışın lambası gibi aletler kullanılmaktadır (Güleç, 2007).

Yersel yöntemle rölöve yapımı üçe ayrılmaktadır. Bunlar:

- 1- Bağlama Üçgenleme Yöntemi
- 2- Dik Koordinat Yöntemi
- 3- Kutupsal Koordinat Yöntemi
- 4- Klasik Yöntemde Ölçüm Alımıdır.

2.2.1.1. Bağlama-Üçgenleme Yöntemi

Çoğunlukla yapıların iç kısımlarının seri bir şekilde ölçülmesi yöntemidir. Bu yöntem tarihi eserlerin iç mekan ölçümünde kullanılan en yaygın yöntemdir. Çelik şerit metre kullanılarak mekan üçgenlere ayrılır daha sonra ölçme işlemi yapılır. Burada önemli olan ise üçgenlerin açılarının çok küçük olmamasıdır.

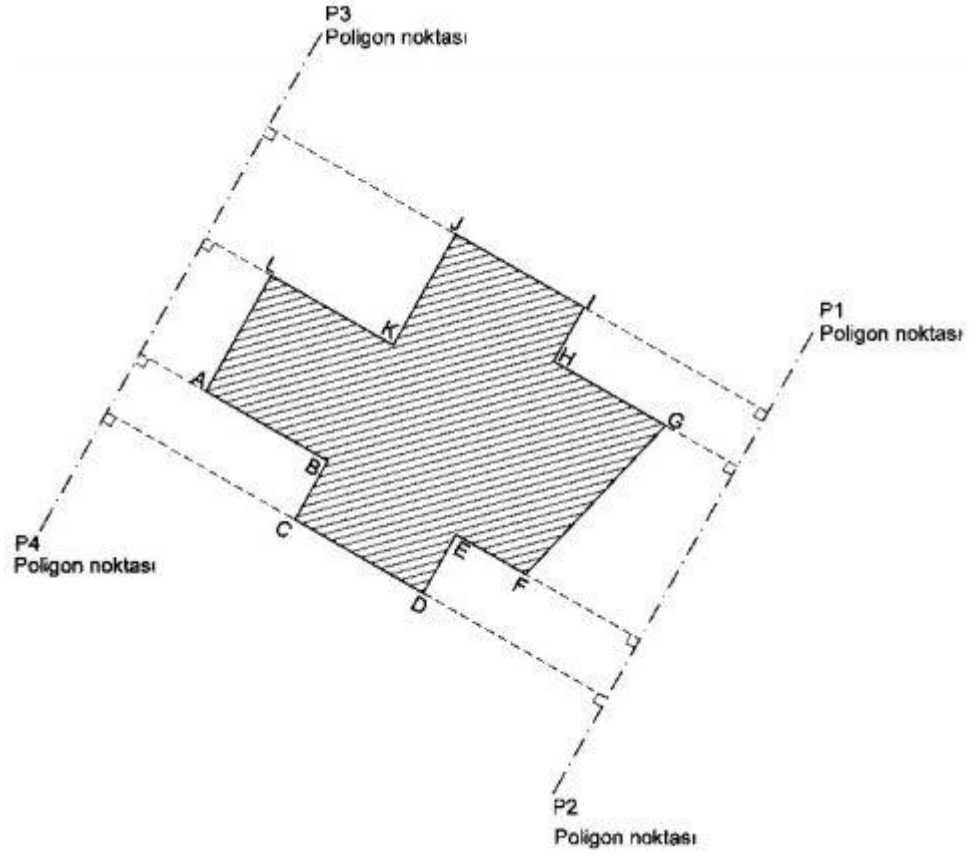


Şekil 1: Bağlama Üçgenleme Yöntemiyle Rölöve Alımı

2.2.1.2. Dik Koordinat Yöntemi

Büyük yapıların hem iç hem de dış kısımlarında ölçüm yapılabilmesini sağlayan bu yöntem ilk yöneme göre daha az aletin kullanıldığı bir sistemdir. Yapıyı tamamen çevreleyen bir poligon oluşturulur, bu oluşturulan poligonlar çok sayıda noktanın ölçülebilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilir. Ölçüm yapılacak ölçü doğrularına jalonlar yerleştirilir ardından prizma ve üçgenleme yöntemi kullanılarak ölçme işlemi gerçekleştirilir (Yakar, 2004).

Teodolit yardımıyla eksenlerden ve karelerden oluşan bir ağ sistemi oluşturulur, bu ağdaki kesişim noktalarına çivi ve ip yardımıyla zemin üzerinde belirtilir. Krokiler üzerine eksenler işlenir, çekül ve metre yardımıyla alınan ölçüler x ve y eksenine olan uzaklıkları baz alınarak ölçüm yapılmaktadır.

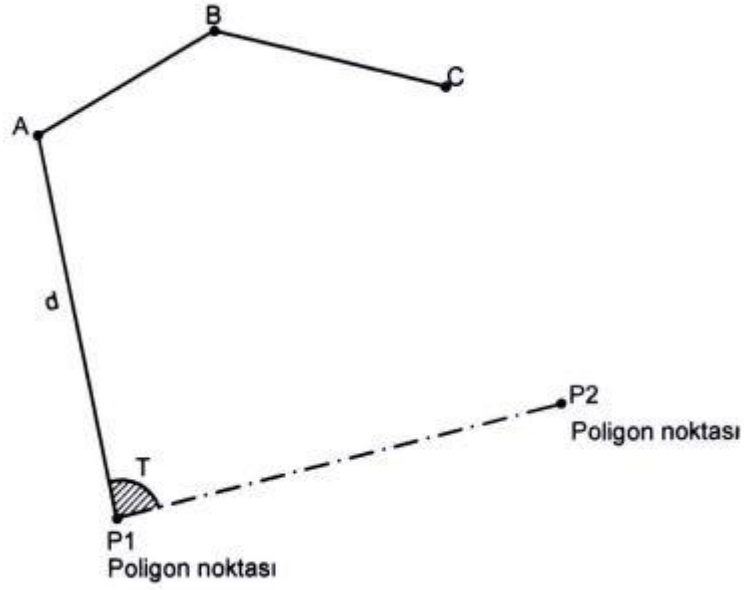


Şekil 2: Dik Koordinat Yöntemiyle Rölöve Alımı

2.2.1.3. Kutupsal Koordinat Yöntemi

Bu yöntem çoğunlukla büyük, düzensiz, birbirinden bağımsız kalıntıların olduğu karmaşık yapıdaki tarihi eserlerin rölöve çalışmalarında kullanılmaktadır. Takometre, jalon, çelik şerit ve mira aletleri kullanılarak ölçüler metre ile alınarak ölçüm yapılmaktadır

Noktanın konumu T kutup açısı ile d kutup kolu üzerinden ölçüm yapıp, açı ve uzunluk takometre yardımıyla ölçülmektedir. Bu yöntemle aynı zamanda rölöve projesinin plan kısmının oluşturulmasında kullanılmaktadır (Yakar, 2004).



Şekil 3: Kutupsal Koordinat Yöntemiyle Rölöve

2.2.1.4. Klasik Yöntemde Ölçü Alımı

Klasik yöntemler rölöve çalışması yapmak, plan ölçüsü almaktan daha zor olmaktadır. Ölçüm işlemi yapılırken nivo, şakül, metre ve elektronik metre kullanılmaktadır. Nivo yatay açıları ölçmede kullanılırken ölçülerin alınmasında su terazisi, metre ve şakül tercih edilmektedir. Yapının kesiti alınırken tabanı düz olduğunda kat yükseklikleri rahatça ölçülebilmektedir. Taban düz olmadığında terazi hattı kurularak, düşeydeki yüksekliklerin yukarı ve aşağısı biçiminde metotlar uygulanarak ölçüm yapılması gerekmektedir. Silme, kasnak eteği gibi terazi hattı oluşturulabilecek bir ortam var ise ölçüler bu hatta göre yapılır, olmadığında ise 1 cm çapında şeffaf bir hortuma su doldurularak terazi hattı oluşturulmaktadır (Duran, Toz, 2003). Oluşturulan bu hatta yatay düzlem sağlandıktan sonra, ip gerilerek ölçüler bu ipin üstüne ve altına göre alınmaktadır. Kat yüksekliklerinin ölçümünde hata payı az olarak uygulanan teknik, merdiven boşluğundan döşeme üzerinden diğer döşemeye sarkıtılan şakül ve metre ile yapılan ölçümdür. Bu işlemin bütün kodlar için yapılması sonucunda bina yüksekliği elde edilmiş olur.

Yapının cephe ölçüleri teorik olarak alınmasına gerek olmadığı bilinmektedir. Yataydaki ölçüler plandan, düşeydeki ölçüler ise kesitten elde edilerek bina yüksekliği ve genişliği bulunabilir. Cephe ölçüleri alınırken hassas nokta düşey referans noktalarının kurulmasıdır.

Kemerli yapıya sahip eserlerin ölçülmesinde, açıklık, tepe noktası ve üzengi yüksekliğinin ölçülmesi yeterli olmaktadır. Kemer kısmı ölçülürken, kemerde yer alan taşların derzleri iki uçtaki üzengi noktasına bağlayarak her bir taştan üzengi hattına çekilip, ip üzerine indirilecek şakülün yüksekliğini ve kenardan uzaklığı ölçülerek yapılmaktadır (Duran, Toz, 2003).

Minare yüksekliğini ölçümü diğer kısımlara oranla daha zor olduğu bilinmektedir. Minare çıkılabilir olsa dahi külah yüksekliği, şerefe yüksekliği gibi yükseklikleri ölçmek zorlayıcıdır. Bu ölçümleri yapmanın en uygun yolu teodolit kullanmaktır. Hem düz arazide hem de eğimli arazide tek ya da iki yerden ölçü alımıyla minare yüksekliği hesaplanabilir. Minarenin kubbesi ölçülürken tepesine ve ucuna birer çubuk yerleştirilerek, iki çubuk arası iki veya üç yerden sabitlenerek yatay ve düşey mesafeleri alınmaktadır (Yakar, 2004).

Kapı, pencere doğramaları ve silme detayları kendini yineliği için bir defa alınması yeterli olmaktadır. Bu ölçüler birkaç farklı yöntemle alınabilmektedir. Profil, silme gönye, şakül araçlarıyla ve profil tarağı aracıyla 1/1 ölçekte karbon kağıdı kullanılarak alçı kalıbı detay üzerinde dondurularak fotoğraf çekimi yapılır, detayların çizim ölçeğiyle normal çizim ölçeği birbirinden farklılık göstermektedir (Yakar, 2004).

Rölöveler ve çizimler bir yapıyı anlamlandırmada yeter olmamaktadır, buna ilave olarak önceden çekilen fotoğraflarda yer almalıdır. Yapıya bir müdahale olmadan önce çekilen fotoğraflar yapıyı en net anlatan belgelerdir. Bu belgeler yapıyı ölçülendirmekten çok yapı çevresini anlamlandırmada kullanılmaktadır. Yapı silüetler fotoğraf çizilmemelidir, çekilen fotoğraflarda yapı ile perspektif ilişkisi kurulmalı, rölöve çalışması yapılacak yapının ise tam karşısından çekilmelidir.

2.2.2. Modern Yöntemle Rölöve Teknikleri

Yaşanan teknolojik gelişmelerle rölöve alımında başlık 2.2.1’de anlatılan klasik yöntemlere alternatif olarak daha modern yeni yöntemler üretilmiş, rölöve projelerinin oluşturulmasında kolaylık sağlanmıştır. Rölöve ölçüsü almak, fotoğraf çekmek, çizim yapmak ve bu çizimleri üç boyutlu görsele dönüştürmek artık daha kısa sürmektedir. Yeni yöntemlerle üretilen rölöve çalışmalarında görsel niteliği daha zengin, daha gerçekçi ve hassas ürünler elde etme mümkün olmakta, elde edilen ürünlerin uzun süre sanal ortamda muhafaza edilebilmesi mümkün olmaktadır.

Modern yöntemle rölöve alımlarında daha yaygın olarak harita yapımında kullanılan total station ya da takometrelerin kullanıldığı topografik aletler, tarayıcılar, dijital fotoğraf

makinesi, bilgisayar, G.P.S. (Global Posisitoning System), yersel fotogrametri metotları kullanılmaktadır.

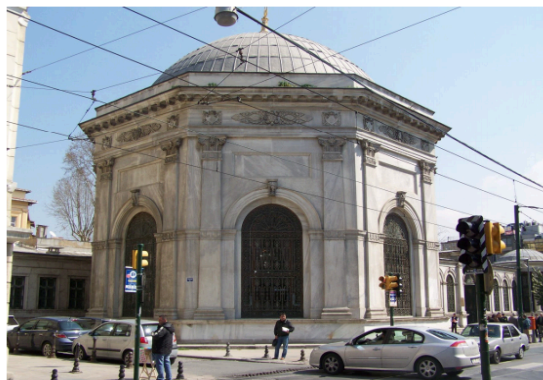
Belirlenecek olan nokta ulaşılamayacak bir konumda ise topoğrafik metotlar diye adlandırılan takometreler, reflektörsüz ölçüm yapan total stationlar kullanılmaktadır. Objeye çok temasa geçmeden yapılan ölçümlerde yakın resim fotogrametrik metotların kullanımı, CIPA, ICOMOS gibi kurumlarında da desteğiyle giderek artmaktadır (ICOMOS, 1993).

Modern yöntemde belgeleme çalışmalarında kullanılan, mimari uygulamalar için tasarlanmış ve 3d lazer tarayıcıları olarak bilinen tarama yöntemleri geliştirilmiştir. Lazer teknolojisinin gelişimine bağlı olarak, gerekli objeyi kısa sürelerde saniyede 50.000 noktaya kadar ölçüm yapılabilmektedir (Arias ve ark. 2005). Balzani lazer teknoloji üzerine yapış olduğu bir araştırmasına göre hata payı ± 2 mm ± 5 cm arasındadır. Mimari belgeleme çalışmalarında istenen hassas metrik verinin elde edilmesidir. Bu nedenle rölöve çalışması yapılan tarihi yapıların iki boyutlu çizimlerinin yanı sıra üç boyutlu görsel sunumlarında bu çizimleri desteklemesi beklenilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalardan elde edilen veriler:

- El çizimleri,
- CAD ortamında hazırlanmış bilgisayar çizimleri,
- 3D görselleştirmeler,
- Sanal gezinti veya animasyonlar olarak sunulabilmektedir.

Laser Total Station ile bir tarama yapmanın ana unsurları da aşağıda belirtildiği gibidir.

Örnek olarak İstanbul tarihi yarımada içinde bulunan ve Çemberlitaş Divan Yolu Caddesi'nde üzerinde olan II. Mahmut Türbesi gösterilmiştir (Şekil 4a).



Şekil 4a: II. Mahmut Türbesi

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler sonucu bu çalışma için Topcon GPT-2009 ölçme aleti kullanılmıştır. Bu aletin en önemli özelliği reflektörsüz ölçüm yapabilme özelliğine sahip olmasıdır. Mevcut olan Total Station aletlerine göre daha duyarlı ölçümler yapabilen bu alet ile; reflektörsüz olarak 3 m ile 25 m arasındaki mesafelerde $ms = +10 \text{ mm}$, 25 m'den büyük olan mesafelerde $ms = +5 \text{ mm} + 2\text{ppm} \times S$ Reflektörlü ölçmelerde ise $ms = +3\text{mm} + 2\text{ppm} \times S$ duyarlıklarda uzunluk ölçümleri yapılabilmekte, açı ölçümlerinde ise $m = 2.7$ mgon duyarlılığındadır (Şekil 4b). (N. Ersoya , G. Akdenizb , İ. Çetina , E. Gülerb. 2015)



Şekil 4b: *Laser Total Station*

Sayısal ortamda mimari çizim aşamasında fotoğraf ölçeğini daha duyarlı hale getirmek amacı ile obje noktaları tesis edilmiştir. Bu noktaların dışında ise ayrıca karakteristik noktalar belirlenmiştir. (Şekil 4c)



Şekil 4c: *Karakteristik Noktalar*

3. LAZER VE YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİ İLE MİMARİ RÖLÖVE ALMA

Lazer temelli teknolojiler, son 20 yılda hızla çeşitlenmiş ve birçok disiplinde öncelikli olarak tercih edilir duruma gelmiştir. Mimari belgeleme çalışmalarında ise, total station, lazer metre, cors, yersel lazer tarayıcı gibi ürünler tercih edilirken tez kapsamında teknolojik gelişmelerle entegre olan yersel lazer tarama teknolojisi ele alınacaktır.

3.1. Lazer Teknolojisi ve Gelişim Süreci

Lazer kelimesi, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation tanımının kısaltması olan Laser'den Türkçeleşmiştir. Anlamı ise, radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışın güçlendirilmesi olarak çevrilebilir (Köksal ve Köseoğlu, 2011). İnce, uzun bir şerit olarak algıladığımız lazer, aslında atom ve moleküllerin enerji seviyelerindeki geçişlerdir. Temel olarak lazeri, diğer ışık kaynaklarından ayıran şey birden fazla frekansta olması ve dalga aralığının oldukça dar bir çapta olmasıdır. Böylelikle yoğun bir düzlem şeklinde ve prizmatik aparatlarla yönlendirilebilir ışık kaynaklarıdır. Bir lazer ışını, herhangi bir cihazdan çıktıktan sonra, diğer ışık kaynaklarından farklı olarak düz bir hat halinde ilerlemektedir. Çarptığı yüzeyde oluşan elektromanyetik ışınım dalgaları dairesel ve eliptik bir yörüngede geliş güzel dağılmaktadır. Bu dağılma sonucunda bir miktar foton kaynağa geri yansır ve kaynakta yorumlanabilir. Bu yansıma sonucunda lazer ışığı bir teknolojiye dönüştürülmüş olur ve birçok amaç için kullanılabilir. (Petrie ve Toth, 2008). Mesafe ve açı arttıkça, tüm ışık kaynaklarında olduğu gibi foton aralığı genişlemektedir. Bu durum çarptığı yüzeyden yansıyan ışınımın dalga boyu aralığını genişletecektir.

Özellikle mimari belgeleme çalışmalarında kullanılan lazer teknolojisinin, bu yansıyan fotonları pikseller olarak yorumlaması, yukarıda anlatılan genişlemeden kaynaklı olarak birbirinden ayrık pikseller olarak algılanmasına neden olmaktadır. Bu durum görüntü kalitesi düşük ortofoto datalarına dönüştürmektedir. Lazer teknolojilerini önemli kılan ve birçok kullanım alanının var olmasını sağlayan dağılmayan bir yapıda olup bükülebilir olmasıdır. Bu sayede mesafe, açı ve uzay düzleminde noktasal konum belirleyebilme gibi konularda mimari belgeleme çalışmalarında yer alan tekniklere teknolojik alt yapı oluşturabilmektedir.

Lazer kavramı ilk olarak Albert Einstein'ın 1916 yılında ortaya koyduğu bir teoride varlık bulmuştur. 1958 yılına gelindiğinde ilk lazer üretilmiş (Heritage ve Large, 2009; Price ve Uren, 1989) ve ticari amaçla kullanımı 1971 yılını bulmuştur (Silfwst, 2004; Heritage ve Large, 2009). Bugün hala, özellikle uzun mesafelerde foton aralığı sıklığını koruyabilerek ısı kaynağına dönüştürüp işlem yapabilme ve buna bağlı olarak dalga boyunu dar tutabilme gibi konularda Ar-Ge çalışmaları sürdürülmektedir.

3.1.1.Kullanım Alanları

Lazer tarama teknolojisinin birçok kullanım alanı olup hala gelişim süreci tamamlanmamıştır. İlk olarak mühendislik dallarında kullanılmaya başlayan lazer teknolojisi, mekanik aksam üretimi ve ağır sanayi ile uzay teknolojilerinde var olmuş, 1970'li yıllarda pahalı bir teknoloji olması sebebi ile oldukça hassas hesaplar sonucu üretilen cihazların imalatında ısı gücü ile yakma ve uzay düzleminde koordinat oluşturup geometrik şekil üretme gibi alanlarda kullanılmıştır.

Genelde endüstride kabul görmüş boru tesisatında kullanılan lazer tarama, mimarlık, arkeoloji, taş ocaklarının kontrolünde kullanılmaya başlanmıştır. Temassız bir şekilde çalışma metodolojisinin sahip olan bu teknoloji çalışma yapılan yüzey hakkında yoğun 3B noktaların görüntülerini perspektif bir açıyla kaydetmektedir. Kaydedilen bu veriler yoğun veriler olup bazen RGB olarak ortaya çıkabilmektedir (Benli, 2015).

Günümüzde mimari, mühendislik, madencilik, mekanik fabrikasyon, tıp gibi birçok alanda kullanılmakta olup ülkemizde 1990'lı yılların sonuna doğru özellikle kültürel miras öğelerinin belgelenmesinde total station cihazlarında kullanılmaya başlamıştır (Bingöl, 2009). Bu teknoloji ile yatay ve eğik düzlemde açı, mesafe ve uzay düzleminde noktasal konum ölçebilme gibi işlemler gerçekleştirildiğinden mimari rölöve çalışmalarında noktasal altılıklar oluşturulabilmektedir. Böylelikle uzun mesafelerde hata payı daha düşük ölçümler yapılabilir.

3.1.2. Mimari Belgelemede Lazer Teknolojisi

Bugün dünya mimarisi ve arkeolojisi sahip olduğu kültürel mirası belgeleme hızının yavaş olmasından dolayı büyük kayıp yaşamaktadır. Bu kayıpta birçok faktör yer almaktadır; insan kaynaklı savaş, düzensiz gelişme, doğal afetler, ihmal, yeterli düzeyde olmayan koruma yöntemler vb. Afganistan'da gerçekleşen silahlı çatışmalar sonucunda büyük arkeolojik kayıplar vermiştir. Sınırlı belgeler ve kalıntılardan oluşan mimari yapıtlar Ocak

2004’ de Amerika Enstitüsünde gerçekleşen yıllık arkeolojik toplantıda Afganistan Ulusal Arkeoloji Enstitüsü müdürü Abdul Wasey tarafından belgelenmiştir. Buna ek olarak son yıllarda yıkılan yerlerden olan Bamiyan’daki heykeller, Budist tapınağı, Tepe Shutur-e Hadda ve Chakari kulesi belgelenmiştir.

Genel olarak tanımlanmış olan kültürel mirasın belgelenmesinde iki ana faaliyet söz konusudur. Bunlar:

1- İlgili bilgilerin çeşitli araç ve yöntemlerle toplanması (fiziksel bilgileri de dahil olmak üzere anıtların, binaların, sitelerin özellikleri, tarihçesi ve sorunları)

2- Süreci, bu bilgileri düzenlemek, yorumlamak ve yönetmektir.

Özellikle arkeolojik alanlarda yapılan çalışmalarda mimari belgelemenin mirasın korunmasında önemli bir yol göstericidir. Örneğin kazı sırasında bulunan yapının enkazı yorumlamada ya da eksik bir duvarı tamamlamada kullanılmaktadır. Koruma müdahalesinden sonra da belgeler izleme, yönetim ve rutin bakım için en temel kaynak olmaktadır. Yapılan müdahalelerin kaydı, gelecekteki değerlendirmeler, önceki sorunların ve müdahalelerin kısa tarifi, acil durumları tanımlamak ve doğru müdahaleyi yapmak için kullanılmaktadır.

Gelişmekte olan ülkeler yapılan belgeleme çalışmalarında daha düşük maliyet açısından düşük teknolojiyi yöntemler tercih edilmektedir örneğin basit ölçekli ve nispeten düz yüzeylerin yarı düzeltilmiş bir şekilde fotoğraflanması (zemin mozaikler, bina kotları, taş desenler vb.). Bu yöntemlerde üretilen belgelerin doğruluk derecesi gelişmiş yöntemlere göre daha azdır. Ön kayıt ve karmaşık olmayan yapılarda bu yöntemler kabul edilebilse de tam anlamıyla mimari belgelendirme sayılmamaktadır. Bu noktada teknolojik teknikler devralmaktadır. Bu tekniklerden en genci ve donanımlısı olan lazer teknolojisi mimari rölöve alımlarında önemli bir yere sahiptir.

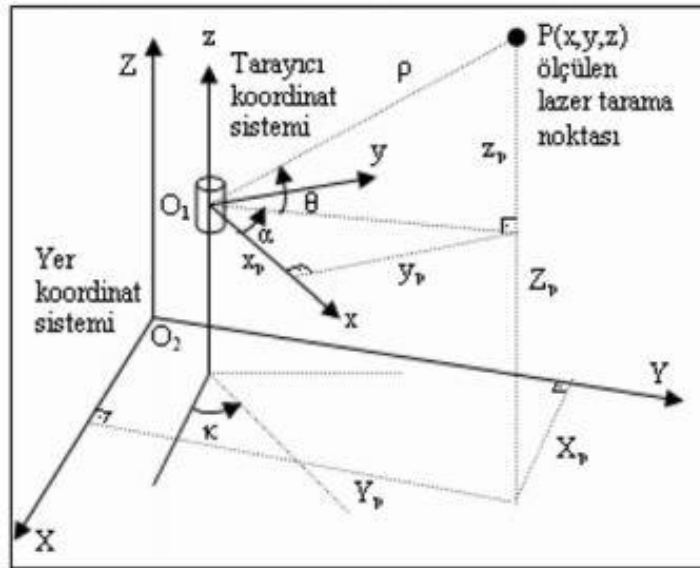
Lazer teknolojisi mimari belgelemede modern yöntemler arasında en detaylı ve gerçeğe en yakın ürün çıkmasını sağlayan araçtır. Yapılan çalışmanın zorluğuna göre yakın lazer ve uzak lazer seçenekleri ile yapılan çalışmanın ayrıntı detayı seçilebilirken mimari belgelemede yakın lazeri daha çok kendileri veri üretmek isteyen eğitim geçmişleri buna uygun olmayan kişiler tarafından tercih edilmektedir.

3.2. Yersel Lazer Tarama Teknolojisi Çalışma Prensipleri

Miras alanlarındaki izleme, koruma ve restorasyon çalışmaları için mimari yapıların 3B modellemesi veri toplama ve verilen işlenmesi büyük önem taşımaktadır. Oluşturulan bu 3B modellerin doğruluğu ve gerçekliğe yakınlığı çalışmanın devamı ve yapının geleceği için son derece hassas olmaktadır. Genel olarak yapıların karmaşıklığından dolayı, 3B modelleme zaman alabilir ve bazı zorluklar içerebilir. Bu teknik doğruluğu, hızı ve esnekliği nedeniyle yaygın olarak kabul edilmektedir (Temizer, Nemli ve Arkadaşları, 2012). Yersel lazer tarayıcıları gelecek için kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılan birincil teknik olarak yerini alabilir. Ancak bu teknolojinin yeteneklerini ve doğru kullanım koşullarını ve sınırlarını anlamak da önemlidir.

Lazer tarayıcıların çalışma prensipleri incelendiğinde ölçüm yapacak alanın tamamı için satır ya da sütunlar oluşturduğunu saptanmıştır. Ölçülecek objeyi yatay ve düşeyde belirli bir açı ile nokta dizileri şeklinde tarayarak cismin nokta bulutu halinde görüntülenmesini sağlamaktadır (Lichti ve Gordon, 2004). Her ölçüm yapılacak nokta için lazer aleti merkezli kutupsal koordinatlar ile ölçüm yapmaktadır. Bu koordinatlar ölçülen noktaya olan eğik uzaklık, ölçüm doğrusunun x eksenine ile yatay düzlemde yaptığı açı α ve ölçüm doğrusunun yatay ile yaptığı açı θ olmaktadır (Altuntaş ve Yıldız, 2008). Buna ilaveten ölçülen yüzeyin yapısına göre dönen sinyalin yoğunluğu değişerek kaydedilmektedir.

Tablo 1: Yersel lazer tarayıcı ölçümleri, tarayıcı koordinat sistemi ve yer koordinat sistemi



Tabloda yer alan:

x,y,z: Tarayıcı alet ile orjinli nokta bulutu koordinatları

ρ : Lazer tarayıcı ile ölçüm yapılan cisim noktası arasındaki eğik mesafe

α : Işın doğrultusunun x eksenine ile yatay düzlemde yaptığı açı

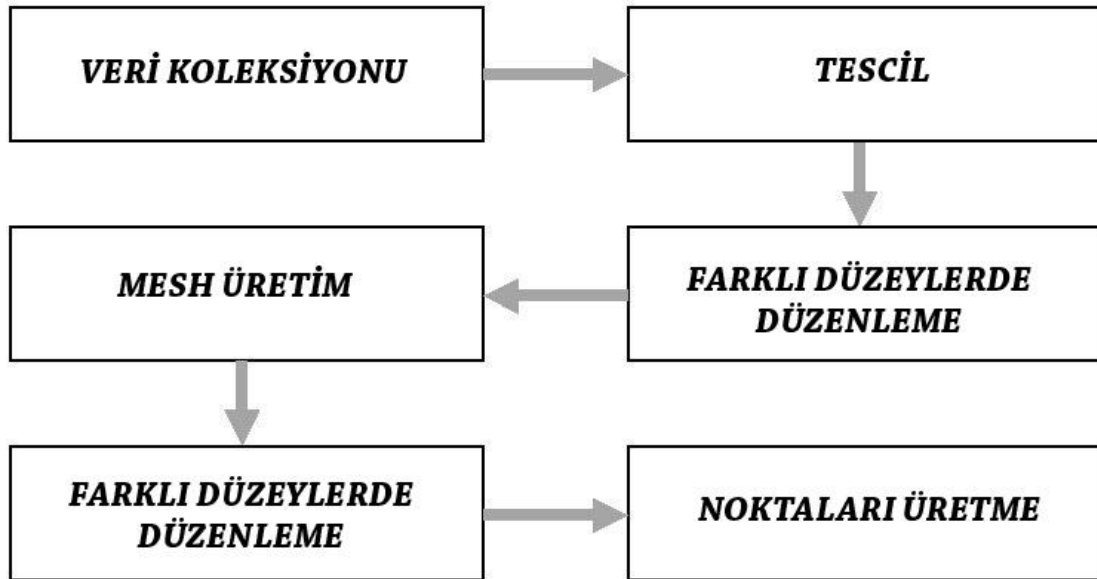
θ : Işın doğrultusunun yatay düzlemle yaptığı eğim açısı

O_1 : Lazer tarayıcı yerel koordinat sistemi

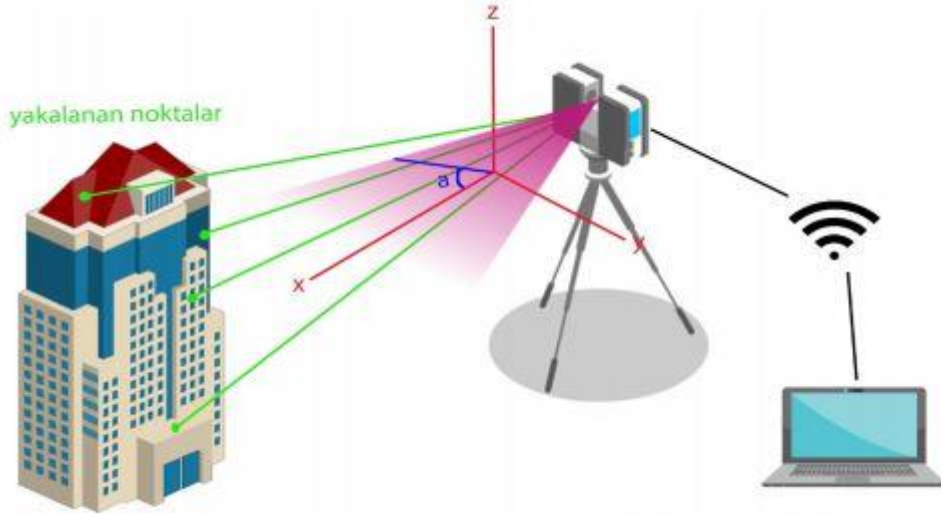
O_2 : Yer koordinat sistemi

Lazer tarayıcıdan yayılan ışın ölçüm yapılacak yapıya doğru gider ve yüzeyinden geri seker, bilgisayar tarafından milyonlarca birime dönüştürülmüş nokta verilerini oluşturur. Bu nokta bulutundaki noktalar x, y, z koordinatlarına göre üç boyutlu noktalar kümesini oluşturur. Birkaç dakika içerisinde nesne veya yüzey işleme tabi tutulur ve üç boyutlu koordinat sistemi oluşur (Baz ve diğerleri, 2008). Nokta bulutu tarafından oluşturulan tasvir bir nesnenin ölçek ve zemin seviyesine göre hassas bir şekilde dijitalleştirilir. Bu şekilde istenilirse kendisi koordinat sistemine göre binaların yüzeylerini, sokağı ve sokak açısını tanımlayabilir.

Tablo 2: Lazer Tarama Teknolojisinin Çalışma Prensipleri (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012,)



Yersel lazer tarayıcılar total stationlar gibi belli bir noktaya kurulup yönlendirilemediği için tarayıcı merkezli x,y,z, eksenleri her defasında bir başka doğrultuyu gösterecektir.



Şekil 5: Lazer Tarayıcının 3B Nokta Yakalaması (Kula ve Ergen, 2017)

Mimari rölöve çalışması için yapının dış yüzeyi taranacaksa, tarayıcı herhangi bir noktaya kurularak bina yüzeyinde tarama işlemi yapılır. Daha sonra tarayıcı ilk taramanın bitişik alanını da kapsayacak bir konuma konularak tarama işlemine devam edilir. Bazı hesaplama ve ölçme tekniği hariç, bu ortak taranan alanlar nokta kümelerinin doğru bir şekilde birleştirilmesi için gereklidir. Tarayıcı alet orjinli x,y,z nokta bulutu koordinatları, ek ölçüler ve hesaplamalar ile jeodezik koordinat sistemine ya da başka bir koordinat sistemine dönüştürülerek hesaplama işlemi yapılmaktadır.

3.2.1. Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Gelişim Süreci

Yersel lazer sisteminin de faydalandığı lazer teknolojisi 1960'lı yıllardan günümüze kadar yaklaşık kırk yılı aşan bir süredir geliştirilip, sanayi, ulaşım, endüstri, mimari gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Yersel lazer tarama teknolojisi ise bir mimari alanda bir ölçüm aracı olarak araştırma konusu haline gelmesi yaklaşık 10 yıl gibi yakın bir geçmişe sahiptir.

Tek renklilik, iyi kombinasyon, yüksek güçte, kısa atımlar ve lazer ışığının düzenlenmesi ihtimali gibi lazer radyasyonunun belirli özelliklerinden dolayı ölçümler için kullanılan bu teknolojinin yararları daha yeni fark edilmektedir. Hızlı ve minimum maliyetle, yapının tamamının 3B model olarak eksiksiz bilgiye dönüştürmesi mümkün kılınmaktadır.

3.2.2. Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Kullanım Alanları

2000’li yıllardan bu yana yersel lazer tarama, tarihi yapıların belgelenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Korunan alanlarda daha büyük önem kazanmıştır. Çünkü belgeleme çalışmasında yaşanan zorlukları hafifletmektedir. Geniş alanlarda çalışmak ve zamandan tasarruf sağlamak amacıyla tercih edilmektedir. Bu teknoloji sayesinde kapsamlı nokta verileri (nokta bulutları) ile bir cismin üç boyutlu gerçeği ile örtüşen bir veri elde edilebilir. Ayrıca elde edilen bu üç boyutlu veri tabana ile uygun yazılım kullanılarak üç boyutlu hale çevrilebilmektedir.

Yersel lazer tarama teknolojisinin kullanım alanları incelendiğinde:

- 1) Projelerin sahaya uygunluğunun denetlenmesi, planda görünen yapı ile gerçekte görünün yapının kıyaslanması ve kalite kontrolün sağlanması
- 2) Sanal planlama ve mevcut arazi yapısını barındıran mekânsal durumun analiz edilmesi (birleşik binalar, çok katlı ulaşım alanları, alışveriş merkezleri, vb.)
- 3) Binaların uygun bakımını sağlamak için, kompleks yapı çözümlemeleri, risk keşifleri ve çürüme denetlenmesini amaç belirleyen yapı bilgi sistemleri oluşturulması. (Wunderlich, 2003).
- 4) Görsel 3B fabrika oluşturmak için endüstriyel ortamların belgelenmesi, mevcut fabrika veya tesisin bütünüyle dijital modellemesinin oluşturulması. Bir görsel 3B kurulumuyla, yeni ekipman oluşturulabilir ve üretim aksaması yaşanmaksızın çalışmalar devam edebilir. 3B model vasıtasıyla, değişikliklerden etkilenen ve eskiyen mevcut çizimleri, gerçeğe uygun olarak oluşturmayı olanak kılmıştır.
- 5) Bir ülkenin altyapı sistemlerinin belgelemesi. Demiryolu, yol şebekesi, tüneller, köprüler, enerji hatları gibi hasar almış kısımların teşhisi için araştırma gerektiren değerlendirme metotları için bir temel sağlar. Bu sayede yapılması gereken onarımlar gecikmeden tamamlanabilir.
- 6) Taranacak yapı ya da alanın deformasyon kontrolü sadece ayırık noktalar olmadan yersel lazer tarayıcılarla teşhis edilebilir. Böylece yerel deformasyonlar saptanabilir. Tarihi mirasın (kiliseler, kaleler, saraylar, vb.) detaylı analizini ve hasar tespitini, bunların korunması için gerekli çalışmaların yapılması, hasara ve yıkıma uğradığında gelecekte herhangi bir zaman diliminde restorasyonun yapılabilmesi. Bu durumlarda, en narin yapılar ve detayları doküman haline getirilebilir. Bu, ulusal anlamda kültürel miras bilgi sisteminin kurulması için daha

fazla temel sağlayabilir. Doğru, gerçek, görsel 3B modeller sayesinde, internet aracılığıyla dünyadaki tüm insanlara tarihi miraslar sanal (Sanal Turizm) olarak ziyaret ettirilebilir (Reshetyuk, 2005).

3.2.3. Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Kullanıcı Meslek Grupları

Yersel lazer tarama teknolojisi kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılma popülarlığı her gün artmaktadır. Tarihi yapı, alan, çevre vb. değeri korunma aşamasındaki ilk evre olan belgeleme çalışmasında bu teknoloji kullanılmaktadır. Farklı kültürleri barındıran ülkemizde yersel lazer tarama sistemi sayesinde, Tarihi Yarımada gibi çalışılması çok zor olan tarihi eserlerin projeleri belgelendirilmiştir. Bu teknoloji yeni olmasına rağmen ülkemizde rağbet görmektedir.

Kullanım alanı giderek artan bu teknolojinin farklı disiplinler tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Mimari, endüstri, inşaat, makine vb. gibi alanlarda kullanım olanağı olan lazer tarama sisteminin mimari belgeleme alanında yapılan araştırma ve anket çalışması sonucunda mimari restorasyon bölümü eğitimini almış kişilerin kullanım oranının görece diğer disiplinlerden eğitim alan kişilerden fazla olduğu saptanmıştır. Rölöve çalışması yapılmasında eğitim geçmişinin bu çalışmaya uygunluğu en fazla olan mimari restorasyon eğitimi alan kişilerin olmasına rağmen, belgeleme çalışmasında lazer kullanımının farklı disiplinlerden kişiler tarafından tercih edildiği görülmektedir. Bu disiplinler arasında şehir ve bölge planlama, harita mühendisliği, iç mimarlık ve mimarlık yer almaktadır. Bu farklı disiplinlerin belgeleme çalışması yapma oranı azımsanmayacak bir boyuta ulaşmıştır.

Eğitim geçmişleri mimari rölöve alımına uygun olmayan kişiler tarafından yapılan yersel lazer tarama, rölöve çalışmalarının oluşturulması ve elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi kısmında görece farklılıkların olduğu görülmektedir.

Saptanan bu farklılık kaynağının aldıkları eğitim paralelinde değiştiğine dair benzer çalışmalar yer almaktadır. Bunlardan biri Nijerya'da gerçekleştirilen ve proje ekiplerinin liderleri ve ekip çalışanları arasındaki ilişkinin inşaat projelerine etkisini araştıran bir makale bulunmuştur^{2*}. Söz konusu çalışmada, 60 katılımcının yer aldığı bir anket çalışmasından faydalanılmıştır. Katılımcılar mimar, müteahhit, inşaat mühendisi, arazi çalışanı, ölçüm elemanı olmak üzere 5 farklı disipline seçildiği ve her bir disipline 12 kişi yer alacak şekilde eşit bir dağılım gösterdiği görülmüştür.

Anket içerisinde katılımcıların mesleki niteliklerine yönelik 10 karakteristik özelliklerine göre bir kategorilendirme yapılmıştır. Yapılan kategorilendirmede yer alan her bir seçenek, makale içerisinde detaylı bir şekilde açıklanmış böylelikle genel bir ad konulan kategori ile neyin kastedildiği açık bir şekilde anlaşılmaktadır.

Table 1 Characteristics of the sample		
	Number	Percent
<i>(a) Professional group</i>		
Architects	12	20
Builders	12	20
Civil engineers	12	20
Estate surveyors	12	20
Quantity surveyors		
Total	60	100
<i>(b) Project leaders' age</i>		
21–30 years	4	7
31–40 years	34	56
41–50 years	16	27
51–60 years	6	10
Total	60	100
<i>(c) Academic qualification</i>		
ND/FND		
	4	7
Professional diploma	5	8
Bachelor's degree	17	28
PGD/Master's degree	32	53
Doctorate degree	2	3
Total	60	100
<i>(d) Professional qualification</i>		
Graduate member	6	10
Corporate member	48	80
Fellow member	6	10
Total	60	100
<i>(e) Industrial experience</i>		
Less than 10 years	10	17
10–19 years	35	58
20–29 years	12	20
30–39 years	3	5
Total	60	100
<i>(f) Country of training</i>		
Local training	48	80
Overseas training	12	20
Total	60	100
<i>(g) Interpersonal relationship</i>		
Introvert	46	78
Extrovert	13	22
Total	59	100
<i>(h) Leadership style</i>		
Shareholder leader	15	25
Autocrat leader	10	17
Consensus leader	30	51
Consultative autocrat leader	4	7
Total	59	100
<i>(i) Team composition</i>		
in-house consultants	16	27
External consultants	39	65
Consortium	5	8
Total	60	100
<i>(j) Project performance</i>		
Poor	32	53
Good	28	47
Total	60	100

Şekil 15: Nijerya'da Yapılmış Olan Örnek Anket Çalışmasına İlişkin Veriler

Şekil de yer alan görselde ise, söz konusu anket çalışmasında katılımcılara yöneltilen soruların kategorileri ve elde edilen cevapların dökümü yer almaktadır. Meslek, eğitim,

yaş, mesleki deneyim gibi kategorilerin varlığı göze çarpmaktadır. Makale de anket dökümüne dair uygulanmış olan puanlama sistemi de anlatılmaktadır. Söz konusu puanlama sistemine göre, verilen her bir cevap belli bir puana sahiptir ve elde edilen puanlara göre liderlik yönetimi ile üretilen çalışma arasında bir ilişki kurulmuştur.

3.2.4. Yersel Lazer Tarama Teknolojisinin Ölçüm Hassasiyet

Yersel lazer tarama yöntemi içerdiği teknolojik ekipman ve çalışma metodu ile ilkel yöntemlere göre daha hassas bir ölçüm yapmaktadır. Gelişen teknoloji paralelinde yenilenen lazer tarama teknolojisi her türlü arazi ve kütle yapısına göre düzenlenmiştir. Lazer tarayıcılar ölçüm için konumlandırıldığı pozisyondan gönderdiği lazer ışınlar isimler çok sık aralıklarla koordinatlı nokta kümesi halinde bilgisayar ortamına aktaran koordinat ölçüm makinesidir (URL-3). Bu ölçümü yapan farklı türde makineler olup benzer çalışma prensiplerine sahiptir. Tablo 3'te bu makine türleri ve ölçüm hassasiyetleri yer almaktadır.

Tablo 3: Lazer Tarama Modelleri ve Ölçüm Hassasiyetleri (Altuntaş ve Yıldız, 2008)

Marka	Model	Ölçme Mesafesi(m)	Ölçme hızı	Tarama Açısı	Mesafe doğruluğu	Konumsal doğruluk	İşinsal açıklık
Optech	Iris 3D	3m-1500m (%80 yansıtıcı yüzey)	2500 nokta/san	310° (V) 360° (H)	7 mm @ 100 m	8 mm @ 100 m	0.00974°
Riegl	LMS-Z420	2m-1000m (%80 yansıtıcı yüzey)	12000nok/san	0-80°(V) 0-360°(H)	8mm@50m	10mm@50m	0.25mrad
	LMS-Z390	1m-300m (%80 yansıtıcı yüzey)	11000nok/san	0-80°(V) 0-360°(H)	4mm@50m	6mm@50m	0.25mrad
	LMS-Z210	4m-650m (%80 yansıtıcı yüzey)	12000nok/san	0-80°(V) 0-360°(H)	10mm@50m	15mm@50m	2.7mrad
Leica	Scan Station	300m (%90 yansıtıcı yüzey)	4000 nokta/san	270° (V) 360° (H)	4mm@ 50m	6mm@ 50m	4mm@50m
	HDS3000	300m (%90 yansıtıcı yüzey)	4000nok/san	270° (V) 360° (H)	4mm@ 50m	6mm@ 50m	4mm@50m
	HDS4500 (53m)	53.5m	500000nok/san	310° (V) 360° (H)	5mm+120ppm (%100 yan.y)	13.7m@25m (%100 yan.y)	8.5mm@25m
	HDS6000	79m (%80 yansıtıcı yüzey)	500000nok/san	310° (V) 360° (H)	5mm@ 50m	10mm@ 50m	3mm+0.22mrad
Z-F	Imager5006	1m-79m	500000nok/san	310° (V) 360° (H)	0.1mm@50m	1mm@50m	0.22mrad
Faro	LS 880	1m-80m	120000nok/san	320° (V) 360° (H)	3mm	5mm	0.01°

Yersel lazer tarama teknolojisinin ölçüm hassasiyetinin güncel bir örneği olan Faro lazer tarama sistemi ile Almanya Dresden Teknoloji Üniversitesi Haritacılık Enstitüsü tarafından sadece 4 gün gibi kısa bir sürede, dünyadaki en büyük buzul mağara olan Avusturya Werfen yakınlarındaki Eisriesenwelt mağarasında yapılan çalışmadır. 43 km uzunluğa sahip olan “Buz Devlerinin Dünyası” olarak adlandırılan labirentleri ve geniş boşlukları olan devasa bir mağara sistemidir. Çalışma yapılan lazer tarayıcı 805 nm dalga boyun ile yakın kızıl ötesi (NIR) spektrumunda çalışmaktadır. Yatay düzlem bu eksen çevresinde dönerek, yatay yönde 360 derecelik bir görüntü alanına sahiptir. Aynasının

dikey olarak dönmesi ve tripod ile birlikte 305 derecelik dikey görüntü kaydedebiliyor (URL-4).

Lazer Tarama ile bir cismin ölçülen yüzeyinin yakalanan üç boyutlu verilerine ek olarak, taranan cismin yoğunluk değerlerinin de ölçülebiliyor. Neredeyse saniyede bir milyon noktaya varan ölçüm hızı, tüm yüzey yapıları lazer ışınlarıyla elde ediliyor ve bunun sonucunda dijital noktadan gerçek noktaya sonuçlanıyor. Tarama süreci boyunca 158 adet tarama elde edilmiş olup tüm mağara sistemi belgelenmiştir (URL-4).



Şekil 6: Mağaradaki Mörk-Glacier'in görüntüsü (URL-4)

Mağaranın içerisine özel tekniklerle farklı noktalara yerleştirilen referanslar ile 158 lazer tarama ve 2000'nin üzerinde doku görüntüsü elde edilmiştir. Toplam elde edilen data boyutu 27 gigabayt boyutundadır. 151 lazer tarama verisi nokta bulutu için kullanılmış olup, nokta bulutları birkaç taramayı birbirine bağlayıp, çeşitli yazılım programları kullanılarak yüksek boyuttaki dataları işlemek için sınıflandırılmıştır (URL-4).



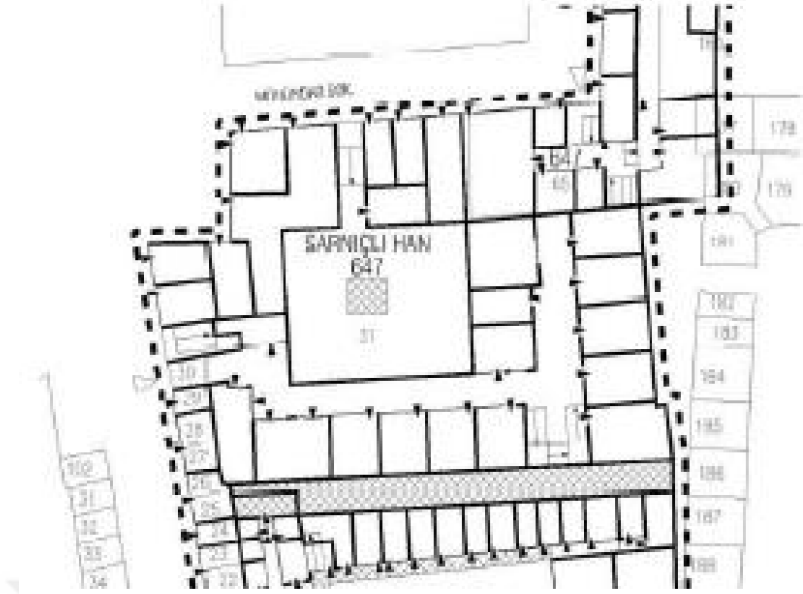
Şekil 7: Eisriesenwelt Buz Mağarası (URL - 5).

Bunun sonucunda Eisriesenwelt buz mağarasının karmaşık modeli buz, kaya, merdiven ile patikalar, tırabzanlar ve diğer özellikleri kategorize edilip verileri saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda yersel lazer tarama çalışmasının dört avantajı sıralanmıştır. (URL - 5).

Bunlar:

- 1- Yüksek esneklik:** Lazer tarayıcılar, taşınabilir hafif (5kg) ve kompakt (24cm×20cm×10cm) olmasının yanı sıra, entegre lityum-iyon bataryası ile 5 saate kadar bataryası ile çalışabiliyor.
- 2- Yüksek tarama hassasiyeti:** Entegre renkli kamerası, paralaks olmaksızın 70 mega piksellik fotorealistik 3D tarama yapabilmektedir.
- 3- Yüksek hız:** Saniyede 976.000'e kadar nokta yakalayarak yüksek hızda nesnenin sanal bir kopyasını çıkabilmektedir.
- 4- Kolay kullanım:** Dokunmatik ekran kontrolleri sayesinde kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Yersel lazer tarama sisteminin ölçüm hassasiyetini vurgulayan diğer bir örnek ise İstanbul'da yer alan Bizans döneminden kalma Sarnıçlı Han içerisinde yer alan sarnıcın ölçümüdür.



Şekil 8: Sarıncılı Han Planı (Temizer, T. ve Arkadaşları, 2012)

Sarıncılı Hanı plan şeması 8 m kenarlı bir kareye benzemektedir. Kenar uzunlukları 8,0 x 8,0 x 8,3 x 9,8 metre ve kubbenin temel taşının yerden yüksekliği 7,10 m olarak saptanmıştır. İç duvarların üç köşesi kemerler altındaki hidrolik sıvalı oluklar; ve dışa doğru çıkıntı yapan dördüncü köşe oval bir şekle sahiptir.



Şekil 9: Sarıncılı Hidrolik Sıvalı Duvarları (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)

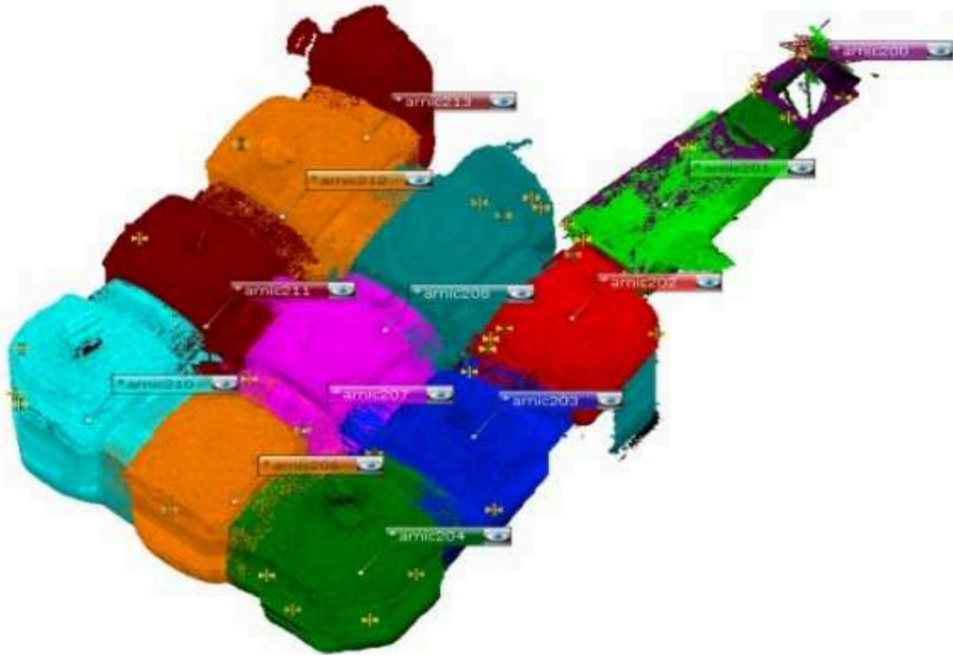
Üzerinde en üst yapıyı oluşturan 10 kubbeden 6'sı silindirik havalandırma milleri ile su almaktadır. Yapının sıvalı olmayan üst kısımlarında gözlenen kemerler kalın harç tabakası ile kaplı, kemerlerdeki kalın tuğlalar ve sarkıkların arasında yapılan gözlemler parçaların “gizli tuğla döşeme” ile yapıldığı anlaşılmıştır.



Şekil 10: Kubbeyi Destekleyen Kemerli Tuğla (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)

Bir harç ile yapılan bu harçlarda şeritlerin yer aldığı saptanmış olup, bu tuğla döşeme tekniğinin 11. ve 12. Yüzyıllarda yer aldığı bilinmektedir. Saptamalar yapıldıktan sonra sarnıcın ölçüm işlemine geçilmiştir.

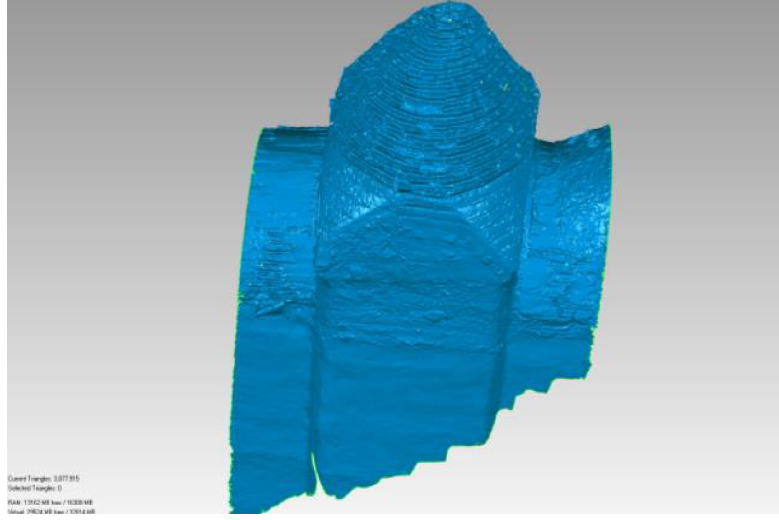
Sarnıç 3D lazer tarayıcı modellerinden biri ile taranmıştır. Cihaz lazer ışınını dikey bir aralıkta, 3050 ve 3600 yatay aralığı, ölçüm yapmaktadır. Ölçüm oranı saniyede 976,000 noktadır. Mesafe doğruluğu +/- 2mm'ye kadar, gün ışığı aralığında 0.6m ile 120m arasında olup kapalı alanlarda 153 m yüksekliğe kadar ölçüm yapabilmektedir. Sarnıç ölçüm çalışmasında 536 milyon nokta kaydedilmiştir.



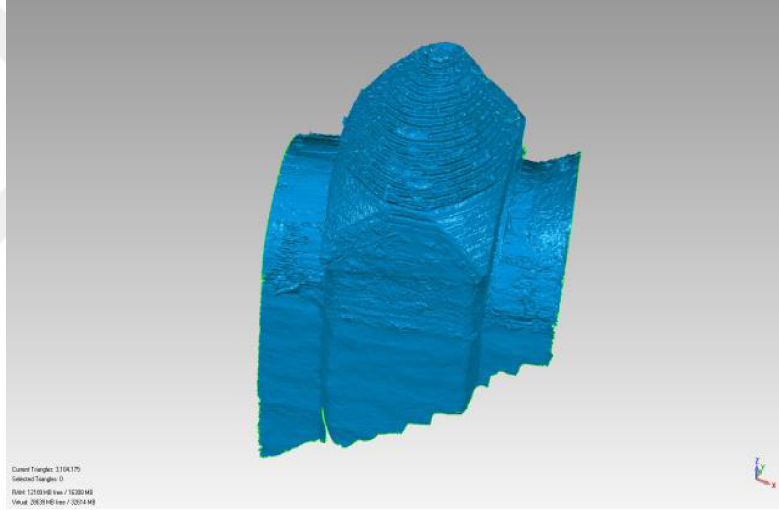
Şekil 11: Sarnıç Tarama Planı (Temizer, Nemli ve Arkadaşları, 2012)

Sarnıç 10 adet kubbeye sahip olduğu için tarama işlemi on farklı istasyondan yapılmıştır. Tarama mesafesi 10 metre olarak belirlenmiş olup ayak izi boyutu 3mm çapa sahiptir. Tarama işleminin sonucunda elde edilen nokta verisi değerlendirilerek filtreleme işlemi yapılmıştır. Filtreleme işlemi hem noktaların azaltılması hem de gereksiz görüntü kirliliğinin azaltılması için de yapılmıştır (Roca-Pardiñas ve diğerleri, 2008). Bu çalışmada filtreleme çalışması %25, %50 ve %75 olarak üç farklı aşamada yapılmış ve doğru veri bulabilmek için ağ düzleştirme yapılmıştır.

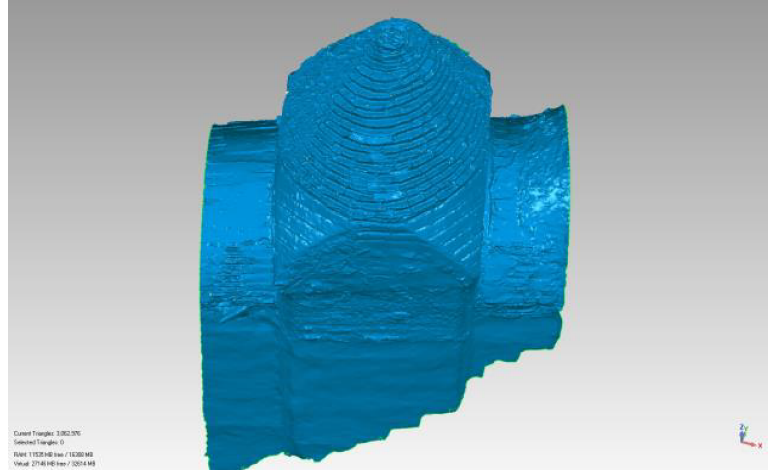
Sunulan çalışmada, referans ağ modeli ilk önce özgün nokta bulut verilerinden oluşturulmuştur. Asgari olarak, %25 filtrelenmiş nokta bulutundan, %50 filtrelenmiş nokta bulutundan ve %75 filtrelenmiş nokta bulutundan orta ve maksimum düzleştirilmiş ağ modelleri oluşturulmuştur. %25, %50 ve %75 filtrelenmiş nokta bulutları için ortam yumuşatma sonuçları Şekil 11,12,13 yer almaktadır.



Şekil 12: %25 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)



Şekil 13: %50 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)



Şekil 14: %50 Filtrelenmiş Nokta Bulutu ve Orta Düzleştirilmiş Ağ (Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012)

3.2.5. Yersel Lazer Tarama Teknolojisindeki Data Boyutu ve Aplikasyon Şekilleri

Yersel lazer tarama sistemi (TLS) incelendiğinde farklı bileşenlerinin olduğu saptanılmıştır. (Barber ve arkadaşları, 2001). Bunlar:

- Tarama ünitesi
- Kontrol ünitesi
- Güç kaynağı
- Tripod ve Sehba

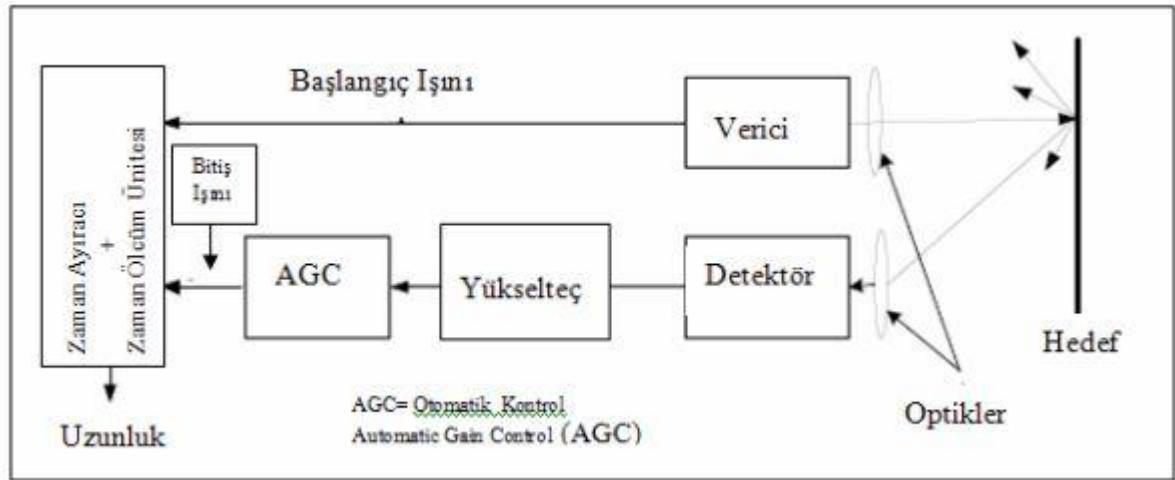
Lazer tarama sisteminin tarayıcı ünitesi boyut olarak bilinen ölçü aletlerinden daha büyük bir yapıdadır. Bir yersel tarayıcının esas bileşeni tarama ünitesi olup 3 boyutlu veri saptamak için kullanılan kısımdır ve iki temel ünitesi bulunmaktadır (Wehr ve Lohr, 1999):

- Lazer telemetresi (Lazer uzunluk ölçme aleti)
- Lazer ışın saptırma ünitesi (Optik mekaniksel tarayıcı)

Bir lazer telemetresi oluşturan aplikasyonlar ise aşağıda yer almaktadır:

- Bir verici (Transistorlü lazer veya yarı geçirken lazer diyot)
- Alıcı kanal (Otomatik Algılama kontrolü (AGC), detektör, yükselteç)
- Zaman ayırıcısı ve zaman ölçümü ünitesi (Dijital çevirici (TDC))
- Verici ve alıcı optikleri (Üretilen veriyi almak için kullanılan cihazlar)

Tablo 4: Lazer Telemetrenin Blok Düzenegi (Amann 2001)



Lazer verici sistemi iki parçaya ayrılmaktadır. Bunlar:

- 1) Alıcıya gönderilen lazer atımını başlatan ve zaman ölçüm aplikasyonunu çalıştıran kısım
- 2) Objeye gönderilen lazer atımını başlatan kısım

Tarayıcı yer alan detektör ise obje yüzeyinden geri dönen lazer atımlarının toplanıp algılanmasında kullanılmaktadır. Lazer atımının gücü elektrik akımında geri dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında alınan güç oranı ses sinyali oranını ve mesafe hassasiyetini etkilediği için aplikasyonların çalışma ilişkisi iyi anlaşılmalıdır. Çalışma esnasında yayılan lazer gücünün bir kısmı tarayıcıya geri dönmektedir ancak alınan lazer gücü oranı verilen lazer gücü oranının yanında çok küçük kalmaktadır (Gümüş ve Erkaya, 2007). AGC vasıtasıyla zaman ölçümü düzenlenerek alınan lazer atımının dinamikleri, optik veya elektriksel azaltıcı yardımıyla saptanabilmektedir. Bu aplikasyon sayesinde geri atılan lazer parçacıkları saptanabilmektedir

Lazer telemetrelerde yer alan değişmez parça ayrımı (CFD) kullanılarak, dönüş atımı iki kısma ayrılır ve bu kısımlardan biri geciktirilir. Geciktirilmiş ve geciktirilmemiş atımların ana kısmı ve diğer kısımları, atım genişliğinin yarısında zamanlama çalıştırılır. CFD aplikasyon kullanımı dönüş atımının oluşturduğu şekil ve genişlik farkından oluşan zamanlama hatalarını düzeltir ve mesafe hassasiyetini artırır.

Lazer tarayıcıdan yapılan atımın yayılması ve yüksek frekanslı osilatörü ile ölçülen saat atımları tarafından TDC aracılığıyla ölçülen atımın geri yansıyan parçacıklarının alınması arasında geçen sürenin (t) saptanılmasında analog iç değerlendirme yöntemi ile dijital sayım

tekniki kullanılmaktadır (Amann ve arkadaşları, 2001). Hedefin tarayıcı uzaklığı hesaplaması řu şekildedir:

$$R = c \frac{t}{2}$$

Lazer telemetrelerin atım için belirli maksimum duyarlılık mesafesi olan (Rmax) etkileyen faktörler şunlardır:

- TDC'nin maksimum erimi (bit sayısı)
- Obje yüzeyinin yansıma özelliği
- Lazerin tarama gücü
- Atmosferik iletim
- Işın sapması
- Dedektör duyarlılığıdır.

4. YERSEL LAZER TARAMA YÖNTEMİNİN RÖLÖVE YAPIMINDA KULLANIMI: ALAN ÇALIŞMASI

Çalışmanın temel amacı olan rölöve çalışmalarında yer alan insanların mesleki birikimlerinin ürettikleri projeye etkilerini araştırmak adına bir anket çalışması yapılmıştır.

Bu bölümde yersel lazer tarama yöntemi ile yapılan rölöve çalışmalarında kullanıcı grupların eğitim geçmişlerinin araştırılması, farklı disiplinlerden kişiler tarafından oluşturulan anketin uygulanması, anket uygulanan grupların saha içi ve saha dışı (ofis) olmak üzere iki ayrı grup olacak şekilde yapılması ve anket sonuçlarının değerlendirilmesi, hipotez ve anket verilerinin birbiri ile çakışan ve farklılaşan yönlerinin nedensellik içerisinde anlatılması, tez çalışması sonucunda elde edilen sonuç, tespit ve mimari rölöve alım sürecinde kullanılan yersel lazer tarama teknolojileri ile bilgi üreten kişilerden kaynaklanan hata ve sorunların nasıl minimize edileceğine dair çıkarımlar yer almaktadır.

Tüm bu saptamaların sonucunda, yersel lazer tarama teknolojisinden faydalanan ölçümlerdeki farklı kullanıcı profillerine göre hataları minimum düzeye indirmek için standartlaştırma yapılmasının mümkün olup olmadığı tartışılmaktadır. Bu doğrultuda kullanıcılara yönelik hazırlanacak önerilerin zaman, maliyet, doğruluk açısından getirdiği kolaylıklar ve bu kolaylıkların çalışma performansına olan etkisi anket sonuçları ile birlikte ele alınarak değerlendirilmektedir.

4.1. Anket Yöntemi

Yersel lazer tarama yönteminin kullananların profilini tespit etmek amaçlı olarak çalışmaya anket çalışmasının eklenmesine karar verildikten sonra, anketin içeriğine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda öncelikle yapılan araştırmalardan faydalanarak, sonrasında ise tez danışmanı ve restorasyon bölümünden alınan destek ile anket soruları hazırlanmıştır. Rölöve alımında görev alan ekip çalışanlarının mesleki birikimleri ve eğitim geçmişleri ile ürettikleri işin kalitesi arasında daha sağlıklı bir bağlantı kurulması amacıyla, anket çalışması saha ve ofis çalışanlarına ayrı olmak üzere iki gruba yönelik anket soruları oluşturulmuştur. Bu kapsamda yapılan ön araştırmalar sonucunda hazırlanan anketlerin uygulanma aşamasında ise, belirli bir sahada çalışan ekibin ürettiği veri ile ofiste çalışan ekibin koordine olmasına özen gösterilmiştir. Böylelikle sahada çalışan ekibin ürettiği veri ve bu veri ile çalışan ofisteki ekibin profillerinin ilişkili olarak tespiti hedeflenmektedir.

Anket sorularının hazırlanması 2018 yılı Nisan ayında başlayarak tez danışmanı ve Mimar Sinan Üniversitesi Sanat Eserleri Konservasyonu ve Restorasyonu Bölümünden öğretim elemanları ile yapılan görüşmeler sonucunda hazırlanmıştır. 2018-2019 öğretim yılı öncesi yaz tatili döneminde anketlerde herhangi bir sorun olup olmadığının tespit edilebilmesi için deneme amaçlı anket çalışmaları yapılmıştır. Pilot amaçlı yapılan anketler sonrasında anket soruları netlik kazanmıştır.

Anket sorularının kesinleşmesi sonrasında, anketin yapılacağı katılımcılar belirlenmiştir. Anketin yapım aşamasında dikkat edilmiş olan önemli bir nokta ise, ankete katılan kişilerden ürettikleri rölöve örneklerinin toplanması olmuştur. Katılımcıların ürettikleri rölöve çalışmaları da teze dahil edilerek, katılımcılardan elde edilen bilgilerin daha somut bir temele oturtulması amaçlanmaktadır. Tez çalışmasında verilen cevaplar baz alınarak en sık kullanılan kelimeler belirlenmiş olup grafik haline getirilmesi ile kullanılmıştır.

Yapılan araştırma ve denemelerden sonra anket çalışması son haline getirilmiş ve uygulanmıştır. Toplam 143 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması; bulunulan ortam, soruların açık uçlu ve yoruma açık olması nedeni ile her bir kişi ile mülakat tekniğiyle ilerlemiştir. Anket sorularından elde edilen sonuçlara ilişkin grafikler “4.4. Anket Sonuçları” başlığında yer almaktadır.

4.2. Anket Grubu

Anket grubu temelde hipotez kapsamında iki kategoriye ayrılmıştır. Bunlar:

1-)Mimari eğitim geçmişi olan çalışanlar (Mimarlar, Restoratörler)

2-)Mimari eğitim geçmişi olmayan çalışanlar

Anket uygulanacak grup saha içi ve ofis çalışanları olarak kendi içerisinde alt gruba ayrılmıştır. Dolayısıyla anket çalışması uygulama anlamında ofis ve saha çalışanları olarak ayrılmış, ancak seçilen gruplarda mesleki deneyimlerine göre çeşitlilik göstermesine dikkat edilmiştir. Bu gruplar yönlendirme ile ulaşılan saha çalışanlarının anlaşılabilir oldukları lazer tarama firmaları ve lazer tarama işlemini yaptıktan sonra verileri ilettikleri bağlantılı ofis çalışanları olarak belirlenmiştir. Anket yapılan gruplar, anketlerin yapıldığı tarihlerde sahada ve ofiste yer alan çalışanlar arasından seçilmiştir. Ayrıca anket verilerinin değerlendirme aşamasında kullanılması amacı ile önceden seçmeli cevaplar ile açık uçlu cevapların karşılaştırılması planlanmıştır. Bu sayede kişilerin ortak olarak ne düşündükleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

4.2.1. Saha Çalışanları

Toplamda 143 kişi ile yapılan anket çalışmasının 52'si saha çalışanıdır ve 6 farklı şirkete bağlı olarak çalışan kişiler ile görüşmeler yapılmıştır. Birbirinden farklı ofislerde çalışan 52 kişinin 12'si aynı firmada istihdam edilmektedir. Toplam 52 çalışanın 27'sinin mimari eğitim geçmişi bulunmamakta, 25'inin ise mimari eğitim geçmişi bulunmaktadır.

4.2.2. Ofis Çalışanları

Anket yapılan kullanıcılar arasında, 12 Mimarlık ofisindeki 91 ofis çalışanı yer almaktadır. 91 kişinin 85'i Mimar veya Restoratör, geri kalan 6 kişi ise farklı mimari eğitim geçmişi bulunan çalışanlardır.

Ofis çalışanları ile yapılan anketlerden, özellikle açık uçlu sorulara verilen cevaplardan faydalanılarak anket verilerinin değerlendirilmesi kısmında yer verilmiştir.

4.3. Anket Verilerinin Değerlendirilmesi

Anket çalışmasında yer alan cinsiyet, yaş gibi kullanıcıların temel özelliklerini belirleyen sorular, yersel lazer tarama teknolojisi kullanıcılarının rölöve alırken yaşadıkları deneyimleri kişilerin temel profilleri ile çapraz sorgulamaların yapılabilmesi amacıyla ankete dahil edilmiştir. Bu bağlamda yapılan anket çalışmasında, özellikle farklı yaş gruplarından katılımcıların verdiği cevaplar çalışma sonucunu etkileyen önemli bir kategori olmuştur. Diğer bir önemli faktör ise, sahada görev alan çalışanların elde ettikleri veri ile ofislerde çalışanların verdiği cevaplar olmuştur.

Anket yapılan 143 katılımcının %54'ü kadın, %46'sı ise erkektir. Yersel lazer tarama teknolojisini kullananların deneyimlerini sorgularken daha homojen sonuçlara ulaşabilmek adına, katılımcıların cinsiyetlerinin yakın oranlarda olmasına dikkat edilmiştir. Ankete katılan saha çalışanlarının %72'si erkek, %28'i kadın iken, ofis çalışanlarının %35'i erkek, %65'i kadındır. Bu oranlardan yola çıkarak; erkeklerin saha çalışmalarında, kadınların ise ofis çalışmalarında daha yoğun yer aldığı söylenebilir.

Katılımcıların yaş aralıklarına göre dağılımı incelendiğinde; %47 oranı ile 25-36 yaş aralığının en fazla olan yaş grubu olduğu görülmektedir. Katılımcıların %28'inin 19-24 yaş aralığında, %25'inin 36-49 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Katılımcıların yaş aralıkları ofis ve saha çalışanları detayında incelendiğinde ise; saha çalışanlarının %57'sinin büyük çoğunluk ile 19-24 yaş grubunda olduğu, ofis çalışanlarının ise

%67'sinin büyük çoğunluk ile 25 - 36 yaş grubunda olduğu görülmektedir. Bu oranlar, saha çalışanlarının ofis çalışanlarına oranla daha genç olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, saha çalışmalarının fiziksel zorlukları nedeniyle daha genç kişiler tarafından yürütüldüğünü söylemek mümkündür.

Anket kapsamında rölöve çalışması yapan kişilerin %57'sinin eğitim geçmişlerinin ön lisans ile sınırlı kaldığı, aldıkları eğitim sonuçlarına göre ise %43 ile Mimari Restorasyon olduğu, buna ek olarak azımsanmayacak oranda iç mimar, mimar, şehir ve bölge planlama, harita mühendisliği ve arkeoloji gibi farklı disiplinlerden kişiler tarafından da yapıldığı rölöve çalışmalarının yürütüldüğü görülmektedir.

Saha çalışanları ile yapılan anketlerden, özellikle açık uçlu sorulara verilen cevaplardan faydalanılarak aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır:

Mimar olan saha çalışanlarının, lazer taramayı yaparken çalıştıkları ekipte yer alacak kişilerin Harita Mühendisi veya Restoratör olmalarını tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Saha çalışanları lazer tarama aracını kullanmak için önceden bir eğitim almadıklarını, sahada izleyerek öğrendiklerini belirtmişlerdir. “Saha çalışmalarına katılmadan önce bir eğitim olmalı mı?” sorusuna ise, evet ve hayır diyenlerin sayısı birbirine çok yakın olup, olması gerekenin saha çalışması öncesinde bir eğitim, ardından saha da izleyerek öğrenmek olduğunu dile getirilmiştir.

Yersel lazer tarama işleminin en doğru şekilde yapılması için gereken ekipmanların, tarama sürecinin daha hızlı sonlandırılması istendiğinden birçok uygulamada kullanılmadığını belirtilmiştir.

Ofis çalışanları ile yapılan anketlerden, özellikle açık uçlu sorulara verilen cevaplardan faydalanılarak aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır:

Ofis çalışanları ile yapılan anketleri baz alarak, 15 kişilik lazer tarama firmasının çalışanlarından 12'sinin mimari eğitim geçmişi olan çalışanlarının yaptıkları lazer taramalar anket yaptığım 3 mimari ofise gönderilmiştir. Bu 3 mimari ofis çalışanları ise bu firmadan gelen ortofotolar ile çok rahat çizim yaptıklarını belirtmektedir.

Yersel lazer tarama yapan saha çalışanlarından restorasyon mezunu olanların yolladığı verileri daha verimli kullanabildiklerini söylemişlerdir.

Ofis çalışanlarına gelen bazı taramaların gerçeğe uygunluk seviyesinin ve anlaşılabilirliğini yüksek olduğu, bazılarının ise çalışılmasında büyük zorluklar yaşandığı

ve çalışmanın yorumlanmasında oluşan zaman kaybı belirtilmiştir. Bunun sebebinin de hava koşullarının rölöve çalışması yapılırken dikkate alınmamasından (rüzgar ve kapalı havalarda) kaynaklı olduğu ifade edilmiştir.

Ofis çalışanlarının ‘Lazer tarama teknolojisi ile oluşturulmuş ortofotodaki genel hatalar nelerdir? Çizim yapmanızı zorlaştıran sorunları açıklayınız’ sorusuna verdikleri yanıt ise şu şekilde oldu;

“Veriyi hazırlayan kişinin yaptığı işle ilgili bilgi düzeyi düşükse, genel olarak kesit algısı doğru olmuyor ve görünüşe girmemesi gereken bir sürü görüntüyü ortofoto da görebiliyorsunuz, aynı şekilde parça parça alınan ortofotoları birleştirmeyi bilmiyorsa ve size parça parça verdiyse bu veriyi sizin ‘autocad’ ortamında birleştirmeniz gerekiyor bu da ayrı ayrı birleştirdiğiniz ortofotolar üzerinde sapma yaratıyor ve verini doğruluğu tartışılıyor.”

Ofis çalışanlarına ‘Lazer tarama teknolojisinden elde edilen ortofoto ve yapıya ait fotoğraflar ile saha çalışmasına katılmadan bir rölöve çiziminin yapılmasının mümkün yeterli olacağını düşünüyor musunuz?’ sorusu sorulmuştur. Cevap olarak;

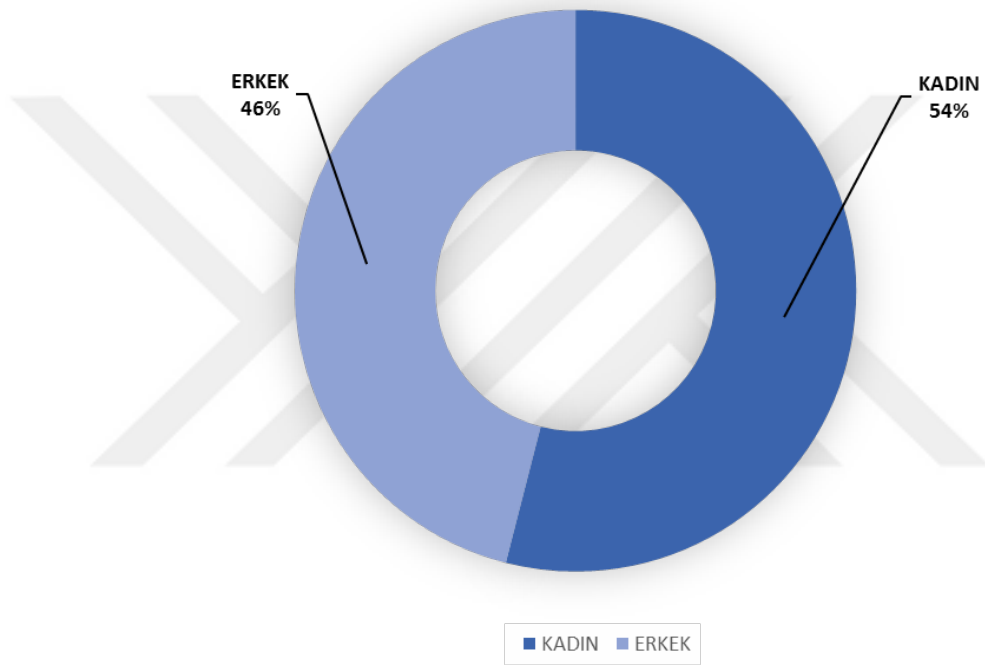
“Bu dokümanlarla çizim yapılabilir fakat doğruluğu tartışılır, çünkü veriyi hazırlayan kişinin bilgi seviyesine ve veri işlemedeki hassasiyetine güvenemezsiniz ve bilemezsiniz. Fakat elde yapının tümünü kapsayan bir nokta bulutu verisi varsa bunu autocad ortamında kesip biçerek doğru düzlemde doğru veriyi elde ettiğinizden emin olursunuz. Ayrıca ankete katılanlar nokta bulutu ile autocad ortamında piyasada çalışabilen çok çalışan yok.” denilmiştir.

Ofis çalışanlarına sorulan ‘Lazer tarama teknolojisinden elde edilen ortofoto ve yapıya ait fotoğraflar ile saha çalışmasına katılmadan bir rölöve çiziminin yapılmasının mümkün yeterli olacağını düşünüyor musunuz?’ sorusuna cevap olarak yanlış verilerin bir araya getirilip birleştirilmesi (bize gelen kesit, görünüş, planlarda aslında geride olan çizimlerin ortofotoya eklenmesi, bunu sebebi de ortofotoyu yapan kişinin yeterli bilgiye sahip olmaması) , gereksiz verilerin temizlenmemesi (ağaç ,araba, mobilya vs. çizimin önüne geçmesi yani daha az noktaya total kurularak işten kaçılması ya da veriye yeterli özenin gösterilmemesi)

4.4. ANKET SONUÇLARI

4.4.1 Seçmeli Cevapların Değerlendirilmesi

Anket sorularında yer alan cevapların seçmeli seçeneklerden değerlendirilmesi aşağıdaki grafikler ile anlatılmıştır.

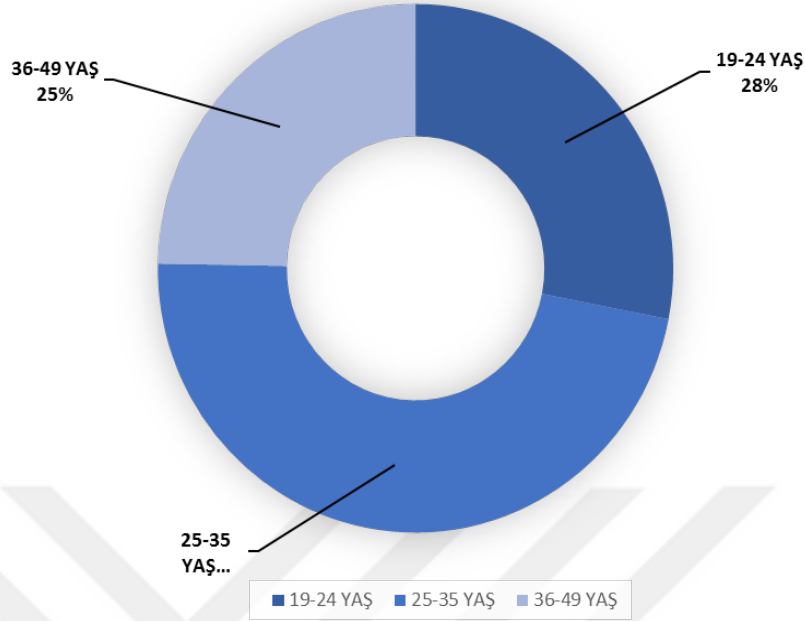


Grafik 1 Cinsiyet Dağılımı

Saha çalışanları % 72 erkek, yüzde % 28 kadın

Ofis çalışanları % 65 kadın, yüzde % 35 erkek

Bu sorunun cevabına göre, saha kısmında erkeklerin daha çok olmasının nedeni saha şartlarının zor olmasından kaynaklanıyor olması olarak yorumlanabilir. Ancak, anketin çalışanlar ile mülakat şeklinde yapılmasından dolayı aslında erkek çalışanların tercihleri saha görevi iken , kadın çalışanlar ise ofisi tercih ettikleri saptanmıştır.



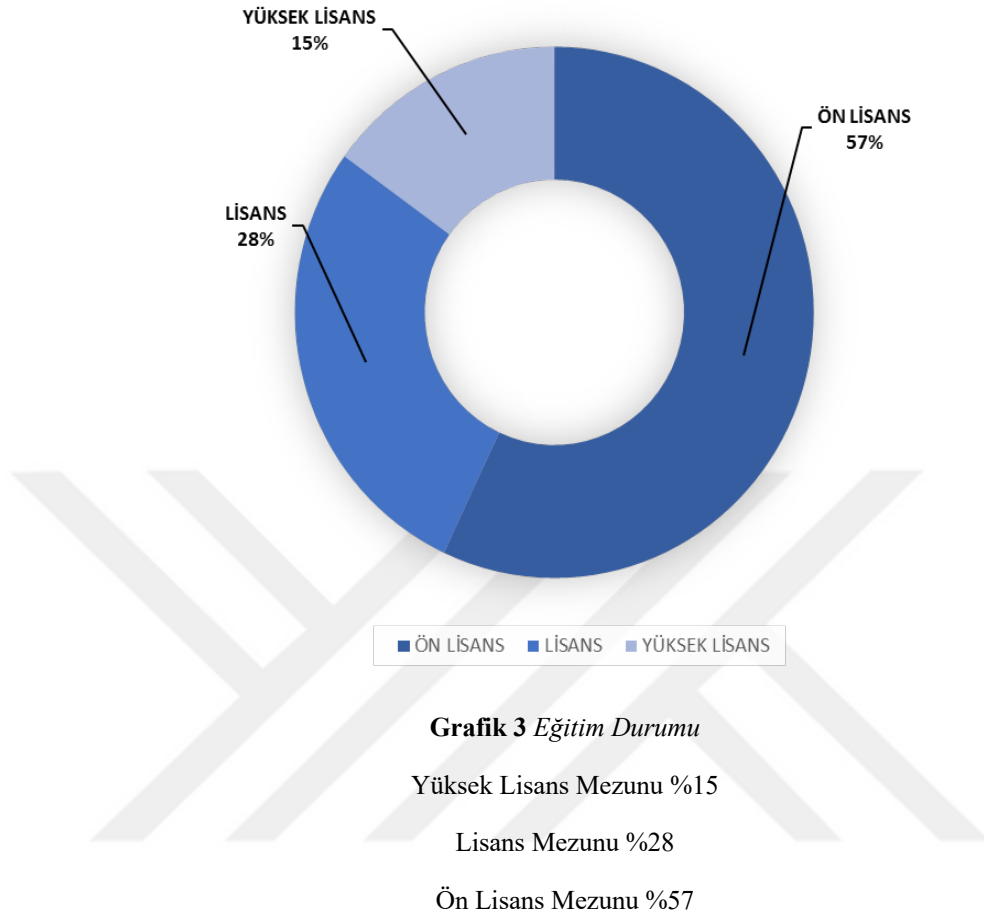
Grafik 2 Yaş Aralığı

19-24 Yaş aralığında olan çalışanlar %28

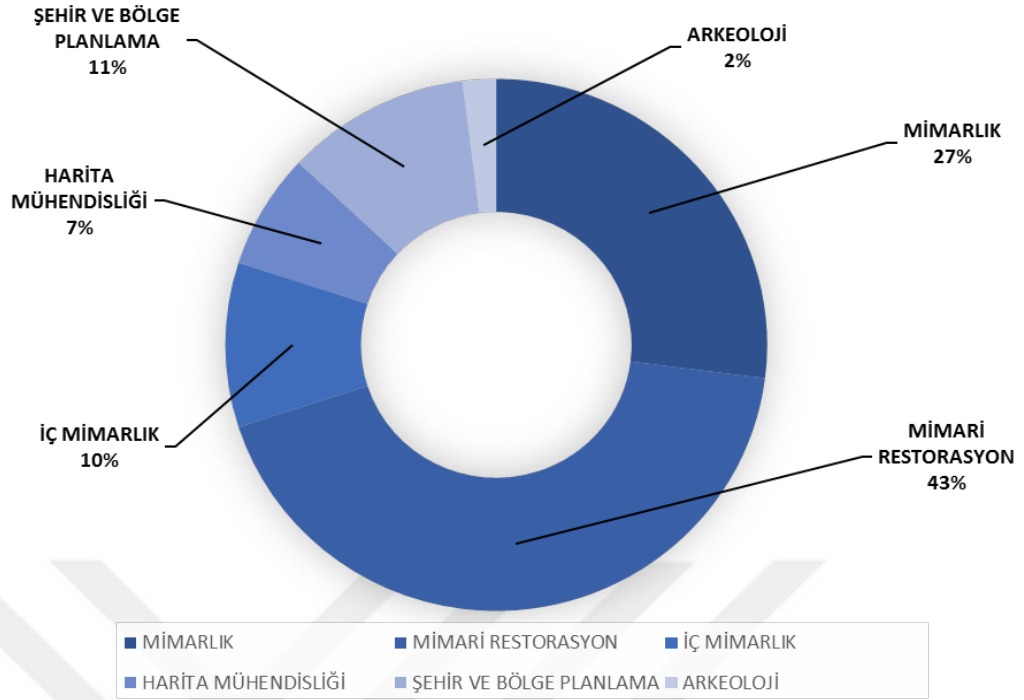
25-35 Yaş aralığında olan çalışanlar %47

36-49 Yaş aralığında olan çalışanlar %25

Bu sorunun cevabına göre, şirketler çalışanlarının yaklaşık 3/2'lik bölümü en az 5 sene deneyimli çalışanlardan oluşmuş olup, %80'i ön lisans mezunu çalışanlardan oluşmaktadır.. En az 10 sene deneyimli olan kişiler ise projenin başında yer alan ve deneyimleri yüksek olan mimarlar ile rerstoratörlerden oluşmaktadır. Piyasada çalışanların neredeyse yarısı ise 25 – 35 yaş arası çalışanlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Bu sorunun cevabına göre, bu sektörde çalışan kişilerin yarısından fazlasını (% 51) ön lisans mezunları tarafından oluşmakta olup , çoğu en az 5 senelik deneyimleri olan çalışanlardır. Lisans ve Yüksek lisans mezunu olan çalışanlar ise, projeleri yönlendiren kişiler olduğu sonucuna varılmıştır. Lisans mezunu çalışanları ise sektörün %28 ‘ini oluşturduğu gözlemlenmiştir.



Grafik 4 Mezun Olunan Bölüm

Mimari Restorasyon % 47

Mimarlık %26

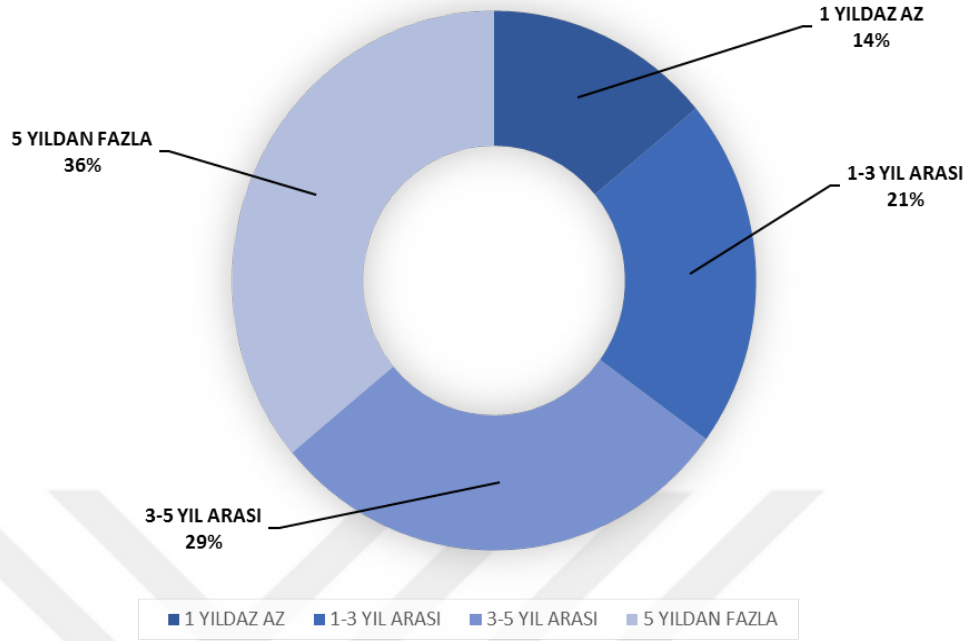
Şehir ve Bölge Planlama %11

İç Mimarlık %7

Harita Mühendisliği %5

Arkeoloji %1

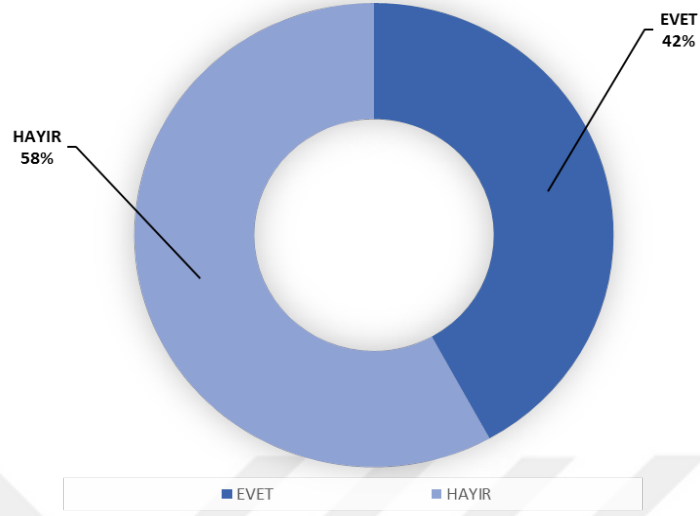
Bu sorunun cevabına göre ise, bu sektörde çalışanların yarısına yakın kısmı üniversitelerin mimari restorasyon bölümlerinden mezun çalışanlardır. Sırasıyla mimarlar, iç mimarlar ve şehir plancıları bu sektörde çalışan diğer meslek gruplarını oluşturmaktadır.



Grafik 5 Kaç Yıldır Restorasyon/Rölöve Projelerinde Çalışıyorsunuz?

- 1 yıldan az deneyimi olanlar %14
- 1-3 yıl arası deneyimi olanlar %21
- 3-5 yıl arası deneyimi olanlar %29
- 5 yıldan fazla deneyimi olanlar %36

Bu sorunun cevabına göre ise, lazer taramanın Türkiye’de ne zamandır yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. 5 yıldan fazla deneyim sahibi olan çalışanların %36 olması, şu an mevcut şirketlerde, lazer tarama ile tam gerektiği gibi proje yürütmenin Türkiye’de 5 yıldan eski olmadığını göstermektedir . İtalya ve Almanya’da ise bu teknoloji 15 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır.

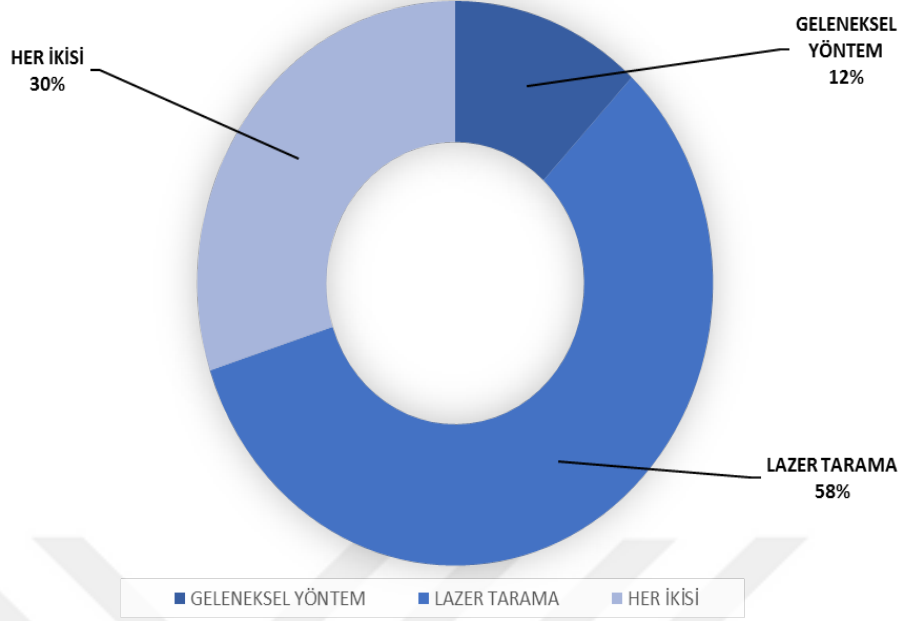


Grafik 6 Geleneksel Rölöve Alma Yöntemlerinden Elde Edilen Ölçümler İle Çizim Yaptınız Mı?

Evet diyenler %42

Hayır diyenler %58

Bu sorunun cevabı göre ise, Türkiye’de geçmişî kısa olan Lazer tarama teknolojisinin sektöre hızlı bir şekilde nasıl yön verdiğini göstermektedir. Geleneksel yöntemler ile rölöve almayanların sayısının, alanların sayısından %16 daha fazla olması bu sonuca varılmasında büyük etkindir.



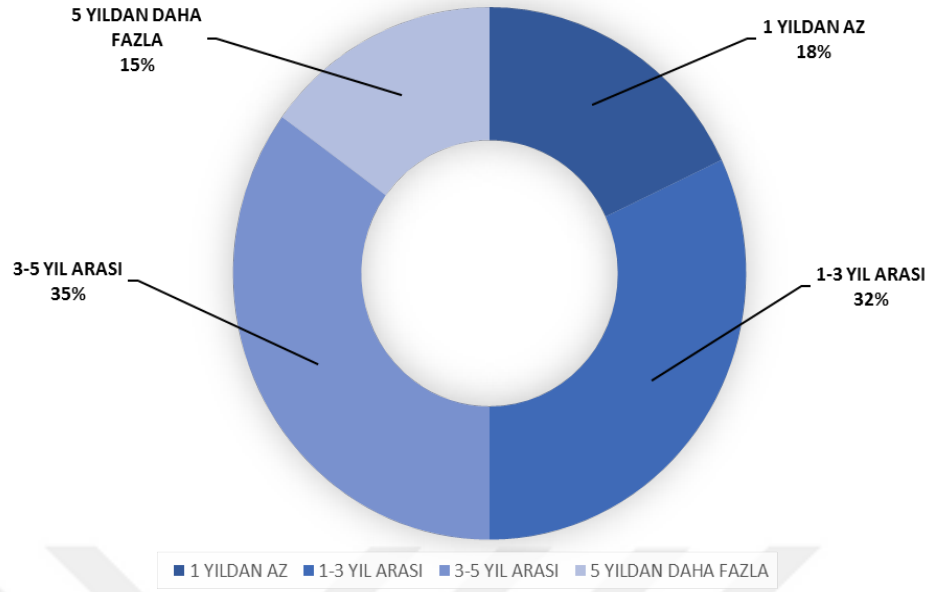
Grafik 7 Deneyimlerinizden Yola Çıkarak, Hangi Rölöve Alma Yöntemini Tercih Ediyorsunuz?

Geleneksel Yöntem ile %12

Lazer Tarama Yöntemi ile %58

Her iki Yöntem ile %30

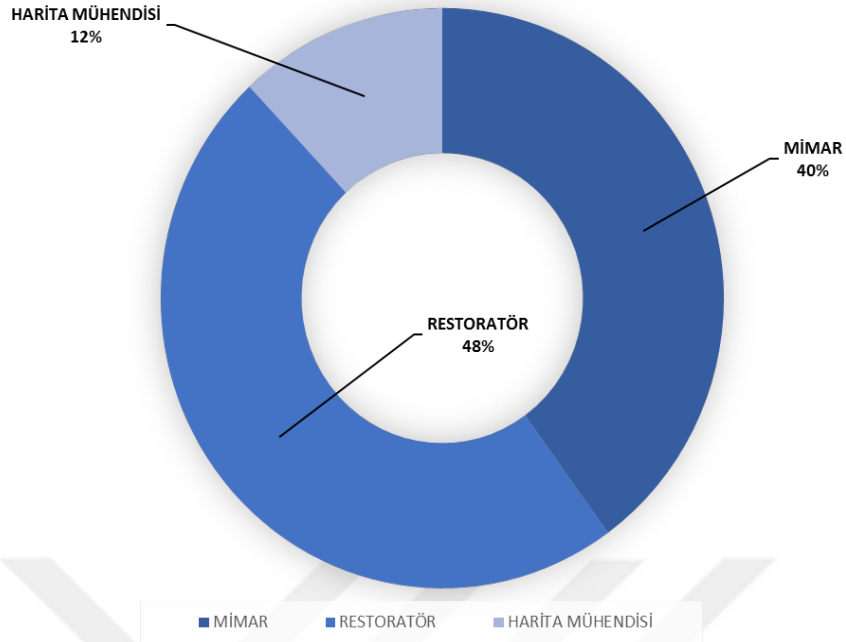
Bu sorunun cevabı ‘Geleneksel rölöve alma yöntemlerinden elde edilen ölçümler ile çizim yaptınız mı?’ sorusu ile aynı sonucu vermekle birlikte, aynı zamanda her iki yöntemi kullanan kişilerin de sayısının 3/1’lik bir bölümü oluşturduğunu göstermektedir. Sektörde hata payı en düşük olan çalışanlar ise, her iki yöntemi kullanan çalışanlardır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, geleneksel yöntem ile rölöve almanın yakın zamanda tarihe karışacağı yorumu yapılabilir.



Grafik 8 Ne Kadar Süredir Lazer Tarama Teknolojisinden Elde Edilen Veriler ile Çizim Yapıyorsunuz?

- 1 Yıldan az çizim yapanlar %18
- 1-3 Yıl arası çizim yapanlar %32
- 3-5 Yıl arası çizim yapanlar %35
- 5 Yıldan fazla çizim yapanlar %15

Bu sorunun cevabı, lazer tarama teknolojisinin Türkiye’de ne kadar geçmişi olduğunu göstermektedir. Verilen cevaplar incelendiğinde, rölöve alımında lazer tarama teknolojisinin 5 yıldan uzun süredir kullanımının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu soruya verilen cevaplarda en yüksek oranın 1-3 yıl ve 3-5 yıl aralığında olması, bu teknolojinin 2014 yılı itibari ile kullanımının arttığını göstermektedir.



Grafik 9 Rölöve Çiziminde Ve Projenin Tamamlanmasında Hangi Meslekten Kişilerin Çalışma Ekibinde Yer Alması Gerekliğini Düşünüyorsunuz?

Harita Mühendisi tercih edenler %12

Mimar Tercih edenler %40

Restoratör tercih edenler %48

Bu sorunun cevabı ile, lazer tarama ile elde edilen verinin en iyi şekilde işlenmesi için Mimarlık ve Restorasyon bölümünden mezun olan çalışanların yoğun olması gerektiği saptanmıştır. Ayrıca Restoratör olan çalışanların %80'i ekiplerinde Restoratör olması gerektiğini düşünürken, Mimar olan çalışanların da %80'i ekiplerinde Restoratör olması gerektiğini düşünmektedir. Bu durum, aynı meslek gruplarından kişilerin benzer mesleki birikimleri sayesinde daha koordineli çalışabildiği şeklinde yorumlanabilir.

4.4.2. Açık Uçlu Cevapların Değerlendirilmesi

Tez çalışmanın bu kısmında ise Kelime Bulutu ve Kelime frekansı analizi ile bu sorulara verilen cevaplardan hangi kelimelerin daha çok kullanıldığı tespit edilmeye çalışılmış ve sonuçlara göre soruların cevapları yorumlanmıştır.

8.Soru : Eğer lazer tarama teknolojisinden faydalandıysanız bu deneyiminizi açıklar mısınız?

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘HATA’, ‘PAY’, ve ‘DÜŞÜK’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘HATA’ kelimesi 85 , ‘PAY’ kelimesi 69 ve ‘DÜŞÜK’ kelimesi 52 kere kullanılmıştır. Elde edilen bu

verilerden yola çıkarak lazer tarama teknolojisinden faydalanan kullanıcıların, bu teknoloji ile elde ettikleri verilerde hata payının düşük olduğunu deneyimledikleri anlatılmaktadır.



Grafik 10

9.Soru : Neden lazer tarama teknolojisinin oluşturduğu veriyi kullanmayı tercih ediyorsunuz?

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘lazer’, ‘hızlı’, ve ‘tercih’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘LAZER’ kelimesi 83 , ‘HIZLI’ kelimesi 72 ve ‘TERCİH’ kelimesi 68 kere

kullanılmıştır. Elde edilen

verilerden anlamlı bir sonuç oluşturmak adına ‘hızlı’ kelimesi yol gösterici bir öneme sahiptir. Kullanıcıların lazer tarama teknolojisi ile daha hızlı sonuçlar elde edebildikleri için bu teknolojiyi kullanmayı tercih ettikleri saptanmıştır.



Grafik 11

11.Lazer tarama teknolojisi ile elde edilen ortofotoda en önemli veri sizin için nedir? Ortofotoda var olması halinde çizimi tamamlamanıza yeterli olacak verinin niteliklerini açıklayınız.



Grafik 12

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘DOĞRULUĞU’, ‘DÖŞEME’, ve ‘ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘DOĞRULUĞU’ kelimesi 90 , ‘DÖŞEME’ kelimesi 78 ve ‘ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ’ kelimesi 58 kere kullanılmıştır.

Bu soruya verilen cevaplardan yola çıkarak, kullanıcıların en fazla önemli verinin doğruluğu olduğunu söylemektedirler. Kullanıcılar için ortofoda döşeme ve çözünürlük kriterlerinin önemli olması, lazer tarama teknolojisi ile elde edilen verinin kaliteli olmasının önemli olduğunu göstermektedir. Bu durum kullanıcıların özellikleri detay çizimlerinde bu teknolojinin kolaylıklarında faydalanmayı amaçladıkları şeklinde yorumlanabilir.

14.Soru: Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı avantajlar nelerdir?

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘EĞİTİM’, ‘HATASIZ’, ve ‘KOT’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘EĞİTİM’ kelimesi 80 , ‘HATASIZ’ kelimesi 71 ve ‘KOT’ kelimesi 55 kere kullanılmıştır.



Grafik 14

15. Soru: Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı dezavantajlar nelerdir?

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘MİMARLIK’, ‘YOK’, ve ‘RESTORASYON’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘MİMARLIK’ kelimesi 60 , ‘YOK’ kelimesi 51 ve ‘RESTORASYON’ kelimesi 45 kere kullanılmıştır.



Grafik 15

16. Soru : Söz konusu dezavantajların rölöve çizimine etkisi nedir?



Grafik 16

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘EĞİTİM’, ‘BİLGİSİ’, ve ‘FARKEDEMEME’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘EĞİTİM’ kelimesi 36 , ‘BİLGİSİ’ kelimesi 31 ve ‘FARKEDEMEME’ kelimesi 21 kere kullanılmıştır.

Bu soruya verilen cevaplardan ‘farkedememe’ kelimesi, lazer tarama teknolojisinin kullanımı esnasında mesleki birikimin etkisini anlamak açısından oldukça aydınlatıcıdır. Mesleki birikiminde lazer tarama teknolojisine dair herhangi bir eğitim almamış olan kişilerin, karşılaşılabilecek hataları öngöremediği ve bu durumun çizim esnasında çalışanları oldukça zorladığı saptanmıştır.

17. Soru: Lazer tarama teknolojisinin faydalı olduğunu düşündüğünüz yönleri var mı? Açıklayınız.



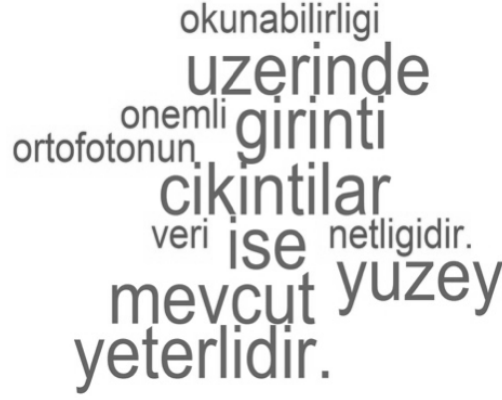
Grafik 17

Tez kapsamında bu cevapta kullanılan anlamlı kelimelerinin büyük bir çoğunluğu ‘HATA’, ‘DOĞRU’, ve ‘ZAMAN’ kelimeleri.

143 kişinin bu soruya verdiği cevaplar arasında sırasıyla ‘HATA’ kelimesi 56 , ‘DOĞRU’ kelimesi 42 ve ‘ZAMAN’ kelimesi 31 kere kullanılmıştır.

Bu soruya verilen cevaplardan yola çıkarak, lazer tarama teknolojisinin hata payını en aza indirdiği, doğru sonuca ulaşmayı kolaylaştırdığı ve zaman kazanımı sağladığı verisine ulaşılmıştır.

Ön lisans ve lisans mezunu çalışanların 12. soru olan ‘*Lazer tarama teknolojisi ile elde edilen ortofotoda en önemli veri sizin için nedir? Ortofotoda var olması halinde çizimi tamamlamanıza yeterli olacak verinin niteliklerini açıklayınız.*?’ sorusuna verdikleri cevaplarda en çok kullandıkları kelimeler grafik olarak aşağıdadır.



Grafik 20: Lisans mezunu çalışanı.



Grafik 21: Ön lisans mezunu çalışanı

Aynı soru Lisans ve Ön lisans mezunu çalışanlar tarafından cevaplandığında, lisans mezunları mimari yapını üzerindeki girinti çıkıntıların belirgin olması gerektiğini ve çizimi tamamlamak için yeterli olduğunu düşünürken; ön lisans mezunu çalışanlar alınan kesitin doğruluğu ve çözünürlüğünün iyi olması ile çizimi tamamlayabileceklerini düşünülmektedir.

4.4.3.2. 1-3 Yıl Arası ve 3-5 Yıl Arası Çalışanların Cevap Karşılaştırması

1-3 yıl arası ve 3-5 yıl arası çalışanların 8.soru olan ‘ *Eğer lazer tarama teknolojisinden faydalandıysanız bu deneyiminizi açıkklar mısınız?* ’ sorusuna verdikleri cevaplarda en çok kullandıkları kelimeler grafik olarak aşağıdadır.



Grafik 22: 1-3 yıl arası çalışanlar



Grafik 23: 3-5 yıl arası çalışanlar

Aynı soru 1-3 yıl arası ve 3-5 yıl arası çalışanlar tarafından cevaplandırıldığında, 1-3 yıl arası çalışanlar lazer tarama şirketlerinden gelen verilerin zorlayıcı olduğunu düşünürken, 3-5 yıl arası çalışanlar ise tecrübeli olmadığınız taktirde çizim yapma aşamasının zorlayıcı olacağını düşünmektedir.

1-3 yıl arası ve 3-5 yıl arası çalışanların 8.soru olan '**Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı avantajlar nelerdir??**' sorusuna verdikleri cevaplarda en çok kullandıkları kelimeler grafik olarak aşağıdadır.



Grafik 24: 1-3 yıl arası çalışanlar



Grafik 25: 3-5 yıl arası çalışanlar

Aynı soru 1-3 yıl arası ve 3-5 yıl arası çalışanlar tarafından cevaplandırıldığında her iki kullanıcı grubu da eğitim döneminde gerekli bilgisayar programlarının ders olarak verilmesi gerektiğini düşünmektedir ve mezun oldukları ilgili bölümlerde geleneksel yöntemlerin öğretilmesinden dolayı avantajlı olduklarını düşünmektedir.

5. SONUÇ

1960'lı yıllarda ortaya atılan ve günümüze kadar gelişimini devam ettiren lazer tarama sistemleri mimari, endüstri, makine, harita, savunma sanayi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Genelde endüstride kabul görmüş boru tesisatında kullanılan lazer tarama, mimarlık, arkeoloji, taş ocaklarının kontrolünde kullanılmaya başlanmıştır. Temassız bir şekilde çalışma metodolojisinin sahip olan bu teknoloji çalışma yapılan yüzey hakkında yoğun 3B noktaların görüntülerini perspektif bir açıyla kaydetmesi kullanım popülarlığını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır.

Günümüzde mimari, mühendislik, madencilik, mekanik fabrikasyon, tıp gibi birçok alanda kullanılmakta olup ülkemizde 1990'lı yılların sonuna doğru özellikle kültürel miras öğelerinin belgelenmesinde total station cihazlarında kullanılmaya başlamıştır (Bingöl, 2009). Bu teknoloji ile yatay ve eğik düzlemde açı, mesafe ve uzay düzleminde noktasal konum ölçebilme gibi işlemler gerçekleştirildiğinden, mimari rölöve çalışmalarında noktasal altılıklar oluşturulabilmektedir.

Özellikle mimari belgeleme çalışmalarında kullanılan yersel lazer tarama teknolojisi çalışma prensibi, içerdiği aplikasyon, çalışma süresinin kısalması gibi alternatiflerin yanı sıra birçok hatayı da beraberinde getirmektedir. Yersel lazer tarama sisteminde oluşan hata kaynakları araştırmaları, hataya birçok faktörün sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Bu hatalar lazer tarayıcıların farklı modellerde olması, farklı dalga boyu ve ışın kullanmaları, tarama sisteminin farklı aplikasyonlar tarafından oluşması, çevresel kaynaklı hatalar, objesel kaynaklı, kullanıcı kaynaklı hatalar gibi çeşitlenmektedir.

Tez kapsamında üzerinde durulan yersel lazer tarama teknolojisi ile rölöve çalışması yapan kişilerin eğitim geçmişlerinin çalışma sürecine olan etkisi üzerinde durulmuştur. Yapılan araştırma ve anket sonuçları değerlendirildiğinde rölöve çalışmasında gerek saha içi gerekse ofiste çalışmayı devam ettiren kişilerin rölöve alımına uygun eğitim geçmişini bulunmayan kişiler tarafından, ki bu kişilerin oranı yapılan anket çalışması sonucuna göre %43 çıkmıştır. Bu durumun ülkemizde yeni yeni gelişmekte olan yersel lazer tarama teknolojisinde son derece güncel olan anket sonuçlarında yer alan yaş oranı, %28'i 19-24 yaş aralığında, ve lazer kullanma yılına bakıldığında, %64'ü 5 yıldan az olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan araştırma ve anket sonuçlarına bakıldığında hipotezde belirtilen yersel lazer tarama teknolojisi kullanılarak alınan mimari rölöve çalışmalarında ekipte yer alan kişilerin eğitim geçmişleri ve mezun oldukları bölümler, yapılan rölöve çalışmasında elde edilen verilerin gerçeğe yakınlığı ve verilerin değerlendirilerek yorumlanması kısmındaki süreci etkilemektedir. Bu savın destekleyici cevaplarının yer aldığı, ofis çalışanları ile yapılan anketleri baz alarak aynı firmadan gelen bazı taramaların gerçeğe uygunluk seviyesinin ve anlaşılabilirliğini yüksek olduğunu, bazılarının ise çalışılmasında büyük zorluklar yaşadıklarını, anket sorularında yer alan “Rölöve çiziminde ve projenin tamamlanmasında hangi meslekten kişilerin çalışma ekibinde yer alması gerektiğini düşünüyorsunuz?” sorusuna yanıt olarak %48’nin Restoratör ve %40’nın Mimar olması gerektiği cevabı görülmektedir.

Lazer tarama teknolojisinin 15 yıllık bir geçmişi olmasına rağmen, anket sonuçlarına göre katılımcıların sadece %15’i 5 yıldan fazla bir süredir lazer tarama teknolojisinden yararlanarak çizim yaptığı görülmektedir.

Ayrıca Mimar Sinan Üniversitesi Restorasyon ve Mimarlık bölümü öğretim elemanları ile anket soruları hazırlanırken yapılan görüşmeler neticesinde, lazer tarama ile ilgili okullarda ayrı bir ders olması gerektiğini söylediler. Özellikle Restorasyon öğrencilerinin mezun olduktan sonra pratik lazer tarama ile ilgili hiç bilgi sahibi olmadıkları belirtilmiştir. Çalışmamda okullara lazer tarama sistemini öğrencilerin öğrenmesi için eğitim verilmesi gerektiği savına varılıyor.

Ayrıca 12 mimari ofisin sahiplerinden 7’si lazer tarama teknolojisinden yararlanmalarına rağmen, yapılan hatalardan şikayetçi olduklarını ve çalışanları ölçü kontrolü için ilgili yapılara gönderdiklerini söylemişlerdir.

Ayrıca lazer tarama ofisleri sahiplerinin kendilerine çalışmak için başvuran kişilerin büyük bölümünün deneyimsiz olduğunu, ve deneyimli kişilerin bu piyasada zor bulunduğunu belirtiyorlar, bunun sebebi ise bu işi az sayıda firmanın yapıyor olmasıdır .

Yapılan anketler neticesinde varılan sonuç ise, anket katılımcılarının büyük bir bölümünün ortofoto kalitesinden memnun olmaması ve buna sebep olarak taramayı gerçekleştiren ve veriyi işleyen kişilerin tecrübesiz kişilerden oluşmuş olmasıdır. Diğer bir bölümünün de mimari eğitim altyapısına sahip olmayan kişilerden oluşmuş olmasıdır. Lazer tarama teknolojisinin zamandan ve maliyetten kazandırması gerekirken Türkiye’de henüz tam olarak istenilen seviyeye ulaşamamıştır.

KAYNAKÇA

Akın, Galip. (2009) Bilimsel Araştırma ve Yazım Teknikleri. Ankara: Tiydem Yayıncılık

Altuntaş, C., Yıldız, F., 2008, Yersel Lazer Tarayıcı Ölçme Prensipleri ve Nokta Bulutlarının Birleştirilmesi, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yöntemi Dergisi, sayı 98, sayfa 20-27

Amann, M-Ch., Bosch, T., Lescure, M., Myllylä, R. and Riox, M., 2001. Laser ranging: a critical review of usual techniques for distance measurement. Optical Engineering, 40 (1), pp. 10 – 19.

Arias, P., Herraiz J., Lorenzo H., Ordonez C., 2005. “Control of Structural Problems in Cultural Heritage Monuments Using Close Range Photogrammetry and Computer Methods

Baltacı, E. Ş. (2011). Mimari Fotogrametri Yöntemlerinin Rölöve Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi. Adana: Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Barber, D., & Mills, J. (2018). 3D Laser Scanning For Heritage: Advice And Guidance To Users On Laser Scanning In Archaeology And Architecture. Swindon: Historic England

Barber, D., Mills, J. and Bryan, P. G., 2001. Laser Scanning and Photogrammetry: 21st century metrology.. Potsdam, Germany, September 18 – 21, pp. 360 – 366

Benli, G., Ekizce E., G., 2017, Rölövede Yersel Lazer Tarayıcının Katkısı Üzerine Bir Örneklem; Tarihi Yarımada’daki Sarnıçlı Han ve Avlusundaki Sarnıç

Benli, G., 2015, The Advantages of Using Laser Scanners in Surveying in Protected Sites: A Case Study in Historical Peninsula in Istanbul

Boehler & Marbs (2002) 3D Scanning Instruments. In Proceedings of International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording – Complementing or Replacing Photogrammetry. Corfu, Greece, September, 1 – 2.

Burns, J., A., 1989, Recording Historic Structures. Washington DC.: The American Institute of Architects Press.

Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması”.İTÜ Dergisi, Cilt:2, Sayı: 6, 19-30

Duran, Z., Toz, G.,2003. “Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve EFAP-FEPA ,2013“Difficulty of Architectural Decisions –A Survey with Professional Architects”

G. Bitelli, M. Dubbini, A. Zanutta, 2013, Terrestrial Laser Scanning and Digital Photogrammetry Techniques to Monitor Landslide Bodies

Güleç, A., S., 2007, Yersel Fotogrametri Yöntemiile Rölöve Alım Tekniğinin Taç Kapılarda Uygulanışı Konya Örnekleri

Güleç, S., A., 2007, Yersel Fotogrametri Yöntemiile Rölöve Alım Tekniğinin Taç Kapılarda Uygulanışı Konya Örnekleri

Gümüş (2008) Yersel Lazer Tarayıcılar ve Konum Doğruluklarının Arastırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Haddad, N., A., 2010, From Ground Surveying To 3D Laser Scanner: A Review of Techniques Used for Spatial Documentation of Historic Sites

ICOMOS, 1993, “Optimum Practice in Architectural Photogrammetry Surveys”. Comité Scientifique International 10 éme Assemblée Générale, Sri Lanka ,30 July- 4 August 1993

K.Gümüş, H. Erkaya, 2007, Mühendislik Uygulamalarında Kullanılan Yersel Lazer Tarayıcı Sistemler, TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı 2 – 6 Nisan, Ankara

Kula, B., Ergen, E., 2017, Lazer Tarayıcı Teknolojisinin Yapım Yönetiminde Kullanım Alanları

Lichti D., D., Gordon, S., J. 2004, Error Propagation in Directly Georeferenced Terrestrial laser Scanner Point Clouds for Cultural Heritage Recording, Proceedings of FIG Working Week

Nickerson, S.,1994. “Comparison of Hand Measurement Techniques”.

Odusami, K. T., Iyagba, R. R., & Omirin, M. M. (2003). The Relationship Between Project Leadership, Team Composition and Construction Project Performance in Nigeria. International Journal of Project Management 21, 519-527.

- Pakben, U. (2013)** Tarihi Yapıların Rölöve ve Analizlerinde Kullanılan İleri Belgeleme Teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pendit, U. C., Zaibon, S. B., Abubakar, J. a ve Ntroduction, I., 2014.** User Experience on Enjoyable Informal Learning via Mobile AR : evelopment and Evaluation, International Journal of Interactive Digital Media, 2(2), 29–34
- Portalés, C., Lerma, J. L. ve Pérez, C., 2009.** Photogrammetry and augmented reality for cultural heritage applications, The Photogrammetric Record, 24(December), 316–331.
- Prof. Dr., Bozdemir, S., 2004,** Klasik Fiziğin Kuramı ve Felsefesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Aralık
- Reshetyuk (2006)** Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners. Licentiate thesis in Geodesy Royal Institute of Technology (KTH) Department of Transport and Economics Division of Geodesy
- Roca-Pardiñas J., Lorenzo H., Arias P., Armesto J., 2008.** From laser point clouds to surfaces: Statistical nonparametric methods for three-dimensional reconstruction, Computer-Aided Design 40 (2008) 646–652
- Rondeel, S., Barry, M., Lichti, D. (2015)** Laser Scanner Validation Methods for Land Surveyors. FIG Working Week 2015. From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World. Sofia, Bulgaria, May 17-21.
- Safkan, S., Hamarat, H., Duran, Z., Aydar, U., & Çelik, M. F. (2014).** Yersel Lazer Tarama Yönteminin Mimari Belgelemede Kullanılması. V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014). İstanbul.
- Temizer, T., Nemli, N. ve Arkadaşları, 2012,** 3D Documentation Of A Historical Monument Using Terrestrial Laser Scanning Case Study: Byzantine Water Cistern, İstanbul
- N. Ersoya , G. Akdenizb , İ. Çetina , E. Gülerb. 2014** Laser Total Station aletinin rölöve alımında kullanımı

Tigin, T., 2017, Mimari Koruma Bağlamında Artırılmış Mekân Uygulamalarının Kullanımı ve Deęerlendirilme Ölçütleri "@Rkademi" Uygulaması. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Restorasyon Yenileme - Koruma Programı.

Tofan, D., Galster, M., Avgeriou, P., 2013, Difficulty of Architectural Decisions –A Survey with Professional Architects. Software Architecture. 7th European Conference, ECSA2013, Montpellier, France, July 1-5.

Uluengin, B. M., 2002, “Rölöve”. YapıEndüstri Merkezi Yayınları, İstanbul

Wehr, A. and Lohr, U., 1999. Airborne laser scanning – an introduction and overview. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 54, pp. 68 – 82.

Yakar, M., 2004. “Yakın Resim Fotogrametrisi ve Uygulama Alanları” ders notları

İTERNET KAYNAKLARI

URL 1, <http://www.nickerson.icomos.org>

URL 2, www.sciencedirect.com.

URL 3, <http://www.motifharita.com>

URL 5, blogs.faro-europe.com

URL 6, www.faro.com

URL 7, www.frmtr.com

EKLER

EK 1: OFİS ÇALIŞANLARI ANKETİ

Bu anket formu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Bölümü'nde konusu "Mimari Rölöve Çalışmalarında Yersel Lazer Tarama Yönteminin Kullanımına Dair Tespitler ve Öneriler" olan ve Prof. Dr. Salih Ofluoglu'nun danışmanlığında gerçekleştirilecek olan *Yüksek Lisans Tez* çalışmasına yönelik olarak düzenlenmiştir. Vereceğiniz cevaplar sadece bilimsel bir araştırmanın veri tabanını oluşturmak için kullanılacaktır.

Anketin amacı, Türkiye'de kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan yersel lazer tarama teknolojisinin mimari rölöve alanında kullanımına odaklanmak ve bu teknolojiyi kullanarak sahada elde edilen veriyi işleyen *ofis çalışanlarının* veriyi işleme sürecini kullanıcı detayında analiz etmektir.

Anket süresi yaklaşık 15 dakikadır. Araştırmaya göstereceğiniz ilgiye şimdiden teşekkür ederim.

*İşaretle sorular anketör tarafından cevaplandırılacaktır.	
Anket No*	
Anket Yapılan Kişinin Çalıştığı Firma Adı*	
Telefon*	
Mail*	

1. Cinsiyeti*:

- a) Kadın
- b) Erkek

2. Yaş aralığınız:

- a) 12 – 18
- b) 19 – 24
- c) 25 – 34
- d) 35 – 49
- e) 50 – 64
- f) 65 +

3. Eğitim durumunuz:

- a) Lise mezunu
- b) Ön Lisans Mezunu
- c) Lisans Mezunu
- d) Yüksek Lisans Mezunu
- e) Doktora Mezunu
- f) Diğer:

4. Mezunu olduğunuz bölüm:

- a) Mimarlık
- b) Mimari Restorasyon
- c) Restorasyon ve Konservasyon Bölümü
- d) Arkeoloji
- e) Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
- f) Harita Mühendisliği
- g) Geomatik Mühendisliği
- h) İç Mimarlık
- i) Diğer:
- j) Lise mezunuyum

5. Kaç yıldır restorasyon / rölöve projelerinde çalışıyorsunuz?

- a) 1 yıldan az
- b) 1 – 3 yıl arası
- c) 3 – 5 yıl arası

- [illegible]

13. Lazer tarama teknolojisinden elde edilen ortofoto ve yapıya ait fotoğraflar ile saha çalışmasına katılmadan bir rölöve çiziminin yapılmasının mümkün ve yeterli olacağını düşünüyor musunuz?

- a) Evet
- b) Hayır

14. Rölöve çizimi yaparken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı avantajlar ya da dezavantajlar nelerdir?

a) Avantajlar:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

b) Dezavantajlar:

.....
.....
.....
.....
.....
(herhangi bir dezavantajla karşılaşmıyorsanız 16. soruya geçiniz)

15. Söz konusu dezavantajların rölöve çizimine etkisi nedir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

16. Söz konusu dezavantajları gidermek adına neler yapılabileceğini düşünüyorsunuz?

- a) Sektörde uzun yıllar çalışarak deneyim kazanmak yeterli olacaktır
- b) Mimarlık bölümlerinden destek sağlayacak eğitim alınmalı
- c) Gerekli bilgisayar programlarını öğrenmeye yönelik teknik eğitim alınmalı
- d) Diğer:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

17. Edindiğiniz deneyimlerden ve çalışma çevrenizden yola çıkarak, rölöve çiziminde ve projenin tamamlanmasında hangi meslekten kişilerin çalışma ekibinde yer alması gerektiğini düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

- a) Mimarların
- b) Mimari Restoratörlerin
- c) Restoratörlerin
- e) Diğer:.....
.....
.....
.....

18. Lazer tarama teknolojisinin faydalı olduğunu düşündüğünüz yönleri var mı? Açıklayınız.

- a) Evet, çünkü

.....
.....
.....

b) Hayır, çünkü
.....

.....
.....
.....

19. Lazer tarama teknolojisi ile alınan veriler
rölöve çiziminin tamamlanmasını
hızlandırıyor mu? Açıklayınız.

a) Evet, çünkü
.....

.....
.....
.....

.....
.....

b) Hayır, çünkü
.....

.....
.....
.....



EK 2: SAHA ÇALIŞANLARI ANKETİ

Bu anket formu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Bölümü’nde konusu “Mimari Rölöve Çalışmalarında Yersel Lazer Tarama Yönteminin Kullanımına Dair Tespitler ve Öneriler” olan ve Prof. Dr. Salih Ofluoglu’nun danışmanlığında gerçekleştirilecek olan *Yüksek Lisans Tez* çalışmasına yönelik olarak düzenlenmiştir. Vereceğiniz cevaplar sadece bilimsel bir araştırmanın veri tabanını oluşturmak için kullanılacaktır.

Anketin amacı, Türkiye’de kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan yersel lazer tarama teknolojisinin mimari rölöve alanında kullanımına odaklanmak ve bu teknolojiyi kullanan saha çalışanlarının veri elde etme sürecini kullanıcı detayında analiz etmektir.

Anket süresi yaklaşık 15 dakikadır. Araştırmaya göstereceğiniz ilgiye şimdiden teşekkür ederim.

*İşaretle sorular anketör tarafından cevaplandırılacaktır.	
Anket No*	
Anket Yapılan Kişinin Çalıştığı Firma Adı*	
Telefon*	
Mail*	

1. Cinsiyeti*:

- a) Kadın
- b) Erkek

2. Yaş aralığınız:

- a) 12 – 18
- b) 19 – 24
- c) 25 – 34
- d) 35 – 49
- e) 50 – 64
- f) 65 +

3. Eğitim durumunuz:

- a) Lise mezunu
- b) Ön Lisans Mezunu
- c) Lisans Mezunu
- d) Yüksek Lisans Mezunu
- e) Doktora Mezunu
- f) Diğer:
.....

4. Mezunu olduğunuz bölüm:

- a) Mimarlık
- b) Mimari Restorasyon
- c) Restorasyon ve Konservasyon Bölümü
- d) Arkeoloji
- e) Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
- f) Harita Mühendisliği
- g) Geomatik Mühendisliği
- h) İç Mimarlık
- i) Diğer:
.....
- j) Lise mezunuyum

5. Kaç yıldır bu restorasyon / rölöve projelerinde çalışıyorsunuz?

- a) 1 yıldan az
- b) 1 – 3 yıl arası
- c) 3 – 5 yıl arası
- d) 5 yıldan daha fazla

-
- c) Rölövesi alınan yapıya göre gösteriyor.
11. Lazer tarama yöntemi ile rölöve hataları karşılaşıyor musunuz?
gibi hatalar olduğunu açıklar mısınız?
- a) Evet

.....
.....

b) Hayır, çünkü
.....

.....
.....
.....
.....
.....

13. Rölöve alırken eğitim geçmişinizin veya mezun olduğunuz bölümün sağladığı avantajlar ya da dezavantajlar nelerdir?

a) Avantajlar:
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

b) Dezavantajlar:
.....
.....
.....
.....
.....

.....(herhangi bir dezavantajla karşılaşmıyorsanız 16. soruya geçiniz)

14. Söz konusu dezavantajların rölöve alma üzerindeki etkisi nedir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

15. Söz konusu dezavantajları gidermek adına neler yapılabileceğini düşünüyorsunuz?

a) Sektörde uzun yıllar çalışarak deneyim kazanmak yeterli olacaktır

b) Mimarlık bölümlerinden destek sağlayacak eğitim alınmalı

c) Diğer:
.....
.....
.....
.....

16. Sektörde edindiğiniz deneyimlerden ve çalışma çevrenizden yola çıkarak rölöve alımında hangi meslektan kişilerin çalışma ekibinde yer alması gerektiğini düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

a) Mimarların

b) Mimari Restoratörlerin

c) Restoratörlerin

d) Diğer:.....
.....
.....
.....
.....