

## **YERSEL LAZER TARAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİLEN VERİLERİN RESTORASYON ÇALIŞMALARINDA KULLANIMI (ESKİŞEHİR, SEYİTGAZİ SİNCAN CEZAEVİ ÖRNEĞİ)**

*E. Şenkal<sup>a</sup>\*, R. Çömert<sup>a</sup>, S. Tuncer<sup>a</sup>*

<sup>a</sup> Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555, Eskişehir, Türkiye  
emresnkl@gmail.com, rcomert@anadolu.edu.tr, serhan.tuncer@gmail.com

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Mimari Belgeleme, Yersel Lazer Tarama, Rölöve, Restitüsyon, Restorasyon

### **ÖZET:**

Mevcut teknolojik gelişmelere paralel olarak disiplinler arası işbirliği bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bir meslek disiplininin kullandığı yöntem ve teknikler başka bir meslek disiplininin çalışma alanına uygulandığında başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Kültürel mirasın korunmasını, yapıların mümkün olan en özgün hal ve işlevleriyle gelecek nesillere aktarılmasını amaçlayan mimari restorasyon çalışmaları da meslekler arası iş birliğinin en çok ihtiyaç duyulduğu alanlardan birisidir. Restorasyon çalışmalarında, koruma altına alınacak yapının mevcut durumunun hızlı, hassas ve doğru bir şekilde ortaya çıkarılması önemlidir. Bu aşama tüm restorasyon çalışmalarının temel uygulaması olan rölöve çalışmasıdır. Son yıllarda tarihi yapıların ve kültürel miras yapılarının belgelenmesinde, veri toplama hızı, hassasiyeti ve doğruluğu açısından yersel lazer tarayıcılar sıklıkla kullanılmaktadır. Yersel lazer tarayıcılardan çok kısa zaman içerisinde elde edilen nokta bulutu verisi kullanılarak karmaşık ve düzensiz yapılar için 3 boyutlu modeller üretilmektedir. Nokta bulutu verisi ve yersel lazer tarayıcılar ile bütünleşik bir şekilde çalışan dijital kameralardan elde edilen fotoğraflar kullanılarak, yapı ölçülerini sayısal ortama birebir aktaran ortofoto görüntüler elde edilebilmektedir. Ortofoto görüntüler üzerinden yapılacak çizimler ile mimari restorasyon çalışmalarında kullanılabilen veriler oluşturulmaktadır.

Bu çalışmada; Eskişehir'in Seyitgazi ilçesinde şu an atıl durumda bulunan cezaevi yapısının yersel lazer tarama tekniği ile belgelenmesi gerçekleştirilmiştir. Belgeleme kapsamında yapının iç ve dış mekânlarına ait ölçümler yapılmıştır. Elde edilen veriler ofis ortamında kıymetlendirilerek yapının restorasyonunda kullanılmak üzere ürünler oluşturulmuştur. Üretilen veriler yardımıyla yapının rölöveleri çıkartılarak bu rölöveler üzerinde restitüsyon çalışması yapılarak yapının restorasyon süreci belirlenecektir. Ayrıca yine lazer tarama verileri üzerinden yapı grubunun planlı, vaziyet planı ve yükseklik verisinin de işlenebildiği kesitler de çıkartılarak işlenmiştir. Bölgenin tarihi yapısı itibarı ile ilçenin kalkınmasına yardımcı olmayı amaçlayan çalışma, yapının Cumhuriyet dönemi cezaevleri özelinde değerlendirilmesi yapılarak, dönem koşullarını ortaya koyan bir müze olarak yeniden tasarlanmasını amaçlamaktadır.

Çalışma sürecinde Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü lisans öğrencileri de aynı yapı üzerinde eski ölçümleme yöntemlerini kullanarak rölöve çalışması yapmıştır. Bu iki çalışmanın verileri de bize, süre ve doğruluk açısından önemli analiz verileri sağlamıştır. Sonuç olarak üretilen ürünlerin restorasyon çalışmalarında büyük kolaylıklar sağladığı, bu ürünlerin yardımıyla, bugüne kadar kullanılan klasik ölçümleme yöntemlerine nazaran çok daha hızlı ve doğru sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur.

---

\* İlgili yazar.

## 1. GİRİŞ

Kültür ve tabiat varlıklarını koruma kanunu, kültür varlığını; tarih öncesi ve tarihi devirlere ait bilim, kültür, din ve güzel sanatlarla ilgili bulunan yer üstünde, yer altında veya su altındaki bütün taşınır ve taşınmaz varlıklar olarak tanımlar. Toplumlara düşen görev ise bu varlıkların bize sağladığı bilgi birikimini korumak ve sonraki nesillere aktarmaktır. Ülkemiz kültürel miras açısından oldukça zengin olmasına karşın, yapılan belgeleme ve koruma çalışmalarının yeterli doğrulukta yapılamaması sonucunda sahip olduğu mirası gelecek kuşaklara taşıyamama tehlikesiyle karşı karşıyadır (Çabuk ve Alanyalı 2009). Gelişen teknolojinin kullanımı arazide yapılan belgeleme çalışmalarının oldukça hızlı ve hatasız hale gelmesini sağlamaktadır. Belgelemede ileri teknoloji tekniklerinin kullanımının yaygınlaşması da disiplinler arası çalışmaların sayısının artırılmasıyla mümkündür.

Mimari bir yapının korunma süreci üç temel yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunlar sırasıyla rölöve, restitüsyon ve restorasyondur. Rölöve yapının belgeleme yapıldığı andaki durumunu, tüm ekleme ve tahribatıyla birlikte ölçülerek belgelenmesidir. Rölöve çalışması yapı için hazırlanacak olan restitüsyon ve restorasyon projeleri için olmazsa olmaz olan adımdır. Restitüsyon ise sonradan değişikliğe uğramış, kısmen yıkılmış ya da yok olmuş öğelerin, yapıların veya yerleşmelerin ilk tasarımlarındaki ya da belirli bir tarihteki durumlarının, arşiv kayıtlarından, yapı üzerindeki izlerden, yapıya, yerleşmeye ait çizim fotoğraf gibi belgelerden yararlanılarak plan, kesit, görünüş ve aksonometrik çizimlerle anlatımına denir. Restorasyon ise yapılan rölöve ve restitüsyon çalışmaları sonucunda yapının orijinal inşaat teknikleri gözetilerek mümkün olduğu kadar az müdahale ile onarılması işlemidir (Davies ve Jokiniemi, 2008)

Çalışma kapsamında Eskişehir Seyitgazi İlçesi'ndeki şu anda atıl durumda bulunan Sincan Cezaevi için önerilecek olan restorasyon projesi öncesi, lazer tarama tekniği kullanılarak ölçümleme ve belgeleme yapılmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamında işlenerek yapının üç boyutlu nokta bulutu oluşturulmuştur. Tarama sonucu elde edilen üç boyutlu nokta bulutu verisi ve fotoğraflar kullanılarak binaların cephelerinin restorasyon ve rölöve çalışmalarında kullanılmak üzere altlık ürünler olan ortofoto görüntüler üretilmiştir. Çalışma sonucunda; yersel lazer tarama yönteminin, kültürel mirasın belgelenmesinde kullanılabilir bir yöntem olduğu ve oluşturulan ürünlerin restorasyon çalışmalarında kullanılan geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı ve doğru sonuçlar ürettiği ortaya konulmuştur. Çalışmada Riegl LMS Z-390i model yersel lazer tarama cihazı kullanılmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Seyitgazi ilçesi Eskişehir'in en eski yerleşim almış bölgelerinden biridir. İlk yerleşim M.Ö. 4 bin yılına kadar takip edilebilmektedir. Eski ve orta Tunç çağlarında yerleşim almış bölge M.Ö. 15. yüzyılda Hitit etkisine girmiş, M.Ö. 1200 dolaylarında Frig Krallığı sınırları içinde yer almıştır. Krallığın yıkılmasından sonra bölge, M.Ö. 546'daki Pers istilasına kadar Lidyalıların elinde kalmıştır. M.Ö. 3. yüzyılda bölge Galatlar'ın egemenliğine geçmiştir. M.Ö. 189 ise "Nacolea" adıyla Roma İmparatorluğuna bağlanmıştır. 1083 yılında Bölge Danişmendliler ve Selçuklular tarafından fethedilmiştir. Bu savaşlar döneminde kent oldukça tahrip edilmiştir.

Bu dönemde Türkmen Köyü olarak anılan bölgenin adı, 1207-1208 yıllarında Anadolu Selçuklu Hükümdarları Gıyaseddin

Keyhüsrev'in eşi, Aleaddin Keykubat'ın annesi olan Ümmühan Hatun'un, Selçuklu komutanı Seyyid Battal Gazi'nin mezarını bularak, buraya bir türbe ve mescit yaptırmasından sonra Seyitgazi olarak yerleşmiştir. Seyitgazi I. Murat döneminde 1336 yılında Osmanlı topraklarına katılmıştır. Seyitgazi İstanbul - Bağdat - Hicaz yolu üzerindeki menzillerden biri olmuştur ve giderek gelişmeye başlamıştır. Battal Gazi Külliyesi de II. Bayezid döneminde çeşitli ekler yapılarak büyütülmüştür (Seyitgazi Kaymakamlığı Web Sitesi).

Kanuni Sultan Süleyman Irak seferi esnasında Osmanlı tarihinde önemli menzil noktalarından biri olan Seyitgazi'de konaklamıştır. Ayrıca "Beyan-ı Menazil-i Sefer-i Irakeyn-i Sultan Süleyman Han" eserinde Nasuh's Silahi yani bilinen adıyla Matrakçı Nasuh Seyitgazi Menziline resmetmiştir (Şekil - 1) (Bağcı vd. 2006).



Şekil 1 – Matrakçı Nasuh'un Seyitgazi Minyatürü  
Seyitgazi ilçesi sınırları içinde Frig Vadisinin pek çok önemli tarihi eserini barındırmaktadır. Aslanlı Mabeyn, Bahşeyiş Anıtı, Küçük Yazılıkaya, Mezarınıtı, Hamamkaya, Seyircekale ve Zahran Vadisi bunlardan bir kaçıdır. Ayrıca Selçuklu dönemi eserleri, Seyit Battalgazi Külliyesi ve hamam, Osmanlı döneminden de Melikgazi türbesi, Sücaatin-i Veli Külliyesi ve Askerlik Şubesi yapıları da Seyitgazi İlçesi'nin önemli tarihi eserlerindedir.

Ekonomik olarak inişli çıkışlı bir grafik gösteren Seyitgazi, Osmanlı döneminde yangınlar ve hastalıklar nedeniyle düşüş gösterirken, Kurtuluş Savaşı'nda Yunan işgaline maruz kalmış ve oldukça fazla hasar görmüştür. 1 Eylül 1922'de işgalden kurtulmuş ve Eskişehir'e bağlanarak günümüze kadar gelmiştir.

Eskişehir ilinde hem coğrafi nedenlerle hem de kentin merkezi bir konumda olması nedeniyle çok sayıda cezaevi binası vardır. Bunlardan yapılardan biri de şu anda atıl durumda bulunan Eski Sincan Cezaevi'dir. Milli Emlak'tan alınan tapu verilerine göre

875 m<sup>2</sup> tarla olarak kayıtlı bölgede 1954 yılında cezaevi inşaatı başlamış, Temmuz 1957'de ise açık avlulu cezaevi çalışmaya başlamıştır. Cezaevi yetersiz gelmesi nedeniyle 2000'lerin başında kapatılmıştır. Yapı cezaevi dokusuyla, 2012 yılında bir televizyon dizisinde de yer bulmuştur.

### 3. YÖNTEM

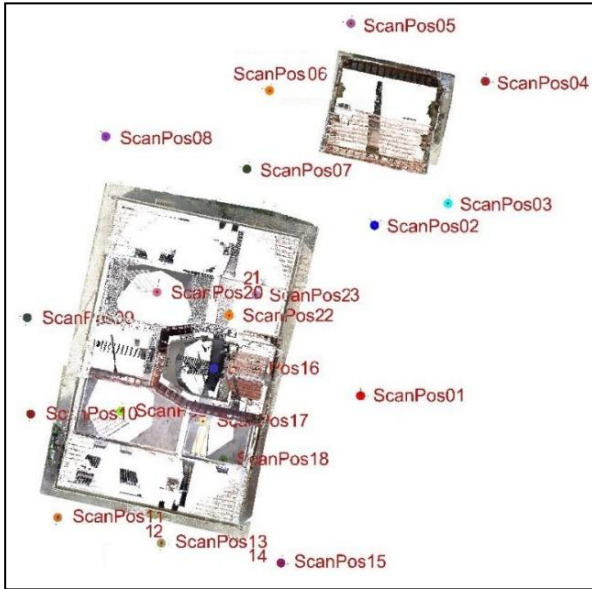
Bu çalışmada yöntem dört aşamada uygulanmıştır. Bu aşamalar;

- Tarama Pozisyonlarının Planlanması
- Veri Toplama
- Veri İşleme
- Mimari Ürünler

#### 3.1 Tarama Pozisyonlarının Planlanması

Tarama pozisyonlarının planlamasında, tarama pozisyon sayısı ve hangi konumda olacağını, taramanın hangi çözünürlükte ve hangi proje koordinat sisteminde olacağı belirlenmiştir.

Tarama pozisyonlarının konumları ve sayısı bina üzerine gölge alan bırakmayacak şekilde olmalıdır (Şekil - 2). Bir taramada taranmayan kısım diğer taramada taranarak bu boşluklar doldurulmalıdır.



Şekil 2 – Tarama Pozisyonları

Taramanın konumsal çözünürlüğü, tarayıcı ile taranan nesne arasındaki mesafe arttıkça açısal çözünürlükte buna bağlı olarak arttırılmalıdır (Çömert vd. 2012).

Lazer tarama ölçümlerinde farklı pozisyonlardan elde edilen veriler her biri tarayıcı merkezli bir koordinat sistemine sahiptir. Bu verileri tek bir obje olarak elde etmek için farklı koordinat sistemine sahip veriler referans koordinat sisteminde birleştirilir. Referans koordinat sistemi tarayıcı merkezli koordinat sistemi olabileceği gibi, jeodezik bir koordinat sistemi de olabilir. Tarayıcı merkezli koordinat sisteminde genellikle ilk tarama pozisyonu referans olarak seçilir. Eğer yerel veya jeodezik bir koordinat sistemi seçilecekse kontrol noktaları olan reflektörlerin, seçilecek koordinat sistemine göre koordinatları belirlenmelidir.

Çalışmada kullanılan RiScan yazılımında üç farklı koordinat sistemi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, tarayıcının tarama yaptığı pozisyonunda sahip olduğu kendi koordinat sistemidir

(SOCS: Scanner Own Coordinate System). İkinci koordinat sistemi, taramalar için referans olarak tanımlanan proje koordinat sistemidir (PRCS: PProject Coordinate System). Üçüncü ise, jeodezik veya kartografik bir koordinat sistemlerinin tanımlandığı global koordinat sistemidir (GLCS: GLocal Coordinate System).

#### 3.2 Veri Toplama

Bu çalışmada veri toplamada Riegl marka LMS Z-390i model 3 boyutlu(3B) lazer tarayıcı kullanılmıştır. Bu lazer tarayıcı lazer ışını gidiş geliş zamanı ilkesine göre çalışmaktadır. Normal ışık ve yansıtma şartları altında 50 metre mesafede 6 mm hassasiyete sahip ve 1.5 - 400 metre arasında ölçüm yapabilmektedir. Tarayıcıdan çıkan lazer ışını yakın kızılötesi ve 0.7 µm - 1.3 µm arasında değişen dalga boyuna sahiptir. Tarayıcı 80° düşey eksen ve 360° yatay eksen yönünde dönme kabiliyetine sahiptir. Cihazın açısal çözünürlüğü 0.001° değerine kadar artırılabilir, saniyede 8000 - 11000 arası nokta verisi elde edebilme kapasitesine sahiptir (LMS-Z390i User's Manual) (Şekil - 3).



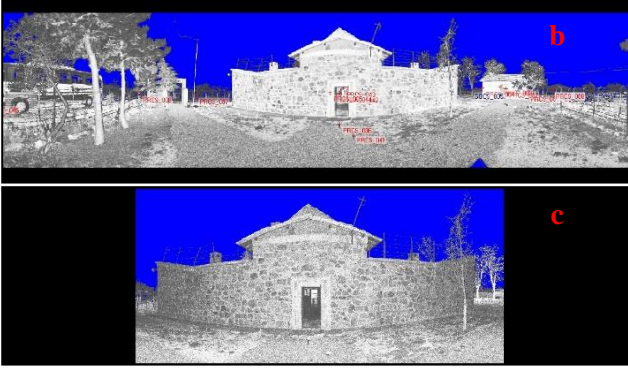
Şekil 3 – Riegl LMS Z-390i

Tarayıcı kendi yazılımı olan RiScan Pro ile kontrol edilmektedir. Bu yazılım tarayıcının ve kameranın kontrolü, verilen toplanması, görselleştirilmesi ve verilen işlenmesinde de kullanılmaktadır.

Tarama işlemine geçmeden önce nokta bulutlarını birleştirilmesinde kullanılacak reflektörler uygun yerlere yerleştirilmesi işlemi yapılmıştır. Bu işlemde hatayı en aza indirmek için reflektörlerin alana iyi bir şekilde dağılmış olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca her bir taramada, önceki ve sonraki taramalar ile ortak olacak şekilde en az 4 adet ortak reflektör kullanılmalıdır.

Tarama işleminde her bir istasyondan 3 farklı tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunlar genel alan taraması, bağlantı noktası taraması ve detaylı alan taramasıdır (Şekil - 4).

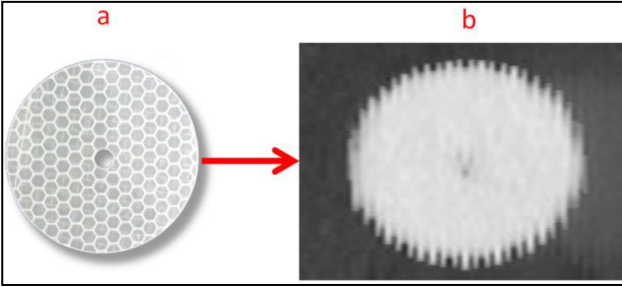




Şekil 4 - a: Genel alan taraması, b: Genel alan taraması üzerinde reflektörlerin seçimi, c: Detaylı alan taraması

Genel alan taramasında, istasyondan tarayıcının gördüğü alanı belirlemek için  $0.200^\circ$  açısal çözünürlükte tarama yapılmıştır. Genel alan taramasındaki en önemli nokta reflektörlerin algılanması için beam-widening lens komutunun aktif olmasıdır. Genel alan taraması üzerinden reflektörler ve detaylı olarak taranacak alan seçilmektedir.

Bağlantı noktası taramasında nokta bulutlarının birleştirilmesi için bağlama noktası olarak kullanılacak reflektörlerin orta noktalarının koordinatları maksimum çözünürlükte taranarak belirlenmesi yapılır (Şekil – 5). Taraması yapılacak reflektörler, genel alan taraması üzerinden seçilir.



Şekil 5 - a: Nokta bulutlarının birleştirilmesi için kullanılan reflektörler, b: Orta noktası maksimum çözünürlükte taranmış reflektör görüntüsü

Detaylı alan taraması, genel alan taraması üzerinden belirlenen alanın yüksek çözünürlüklü olarak taranmasıdır.

Bu çalışmada tarayıcı ve taranan cephe arasındaki mesafeye bağlı olarak uygun görülen açısal çözünürlükte detaylı alan taraması gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de detaylı alan taramasına ilişkin bilgiler gösterilmektedir. Her bir istasyonda detaylı alan taraması yapıldıktan sonra nokta bulutların renklendirilmesi için kullanılacak fotoğraflar bindirmeli olarak çekilmiştir.

Tarama Poz.	Taranan Nokta Sayısı	Çözünürlük <sup>(0)</sup>	Süre
-------------	----------------------	---------------------------	------

1	1345600	0.080	3' 29"
2	2604690	0.080	5' 27"
3	599900	0.090	1' 34"
4	716113	0.090	1' 37"
5	740155	0.090	1' 46"
6	743020	0.090	1' 47"
7	1245162	0.090	2' 45"
8	744180	0.090	1' 44"
9	1165720	0.100	2' 33"
10	1227632	0.100	2' 34"
11	842736	0.100	1' 55"
12	869400	0.100	1' 54"
13	1428750	0.090	3' 27"
14	1187025	0.110	2' 41"
15	868775	0.080	2' 19"
16	1998000	0.120	4' 08"
17	1998000	0.120	4' 08"
18	919185	0.100	1' 56"
19	2880000	0.100	5' 58"
20	2378744	0.110	4' 56"
21	2378744	0.110	4' 56"
22	1288319	0.100	2' 43"
23	1097430	0.100	2' 19"

Tablo 1. Detaylı Tarama Bilgileri

### 3.3 Veri İşleme

Verilerinin işlenmesi, nokta bulutlarının renklendirilmesi, birleştirilmesi ve nokta bulutu verilerinden 3B nokta bulutu modelinin oluşturulmasını kapsamaktadır.

Riegl 390i ile elde edilen nokta bulutu verilerinde renk bilgisi yoktur. Nokta bulutlarına renk verisi detaylı tarama sonrasında çekilen fotoğraflar kullanılarak atanmaktadır. Nokta bulutundaki her bir noktaya, görüntü üzerinde ilgili pikseldeki renk değeri olarak atanmaktadır (Şekil – 6). Renklendirme işleminde resim koordinatları tarama koordinatlarına dönüştürülmektedir. Dönüşüm işleminde dönüklük ve öteleme parametreleri görüntü ve resim üzerinde bulunan hedefler kullanılarak (reflektörler) yapılmaktadır. Bu işlem RiScan Pro tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6 – Renklendirilmiş Nokta Bulutu Verisi

Nokta bulutlarının birleştirilmesi işlemi SOCS sisteminde bulunan her bir nokta bulutunun proje koordinat sistemine dönüştürülmesi işlemidir. Bu çalışmada proje koordinat sistemi olarak ilk istasyonun koordinat sistemi seçilmiştir. Diğer istasyonlardan elde edilen nokta bulutları proje koordinat sistemine dönüştürülmüştür. Dönüşüm işleminde bağlama noktası taramasında hassas olarak taranan reflektörler kullanılmıştır. RiScan Pro yazılımı otomatik olarak farklı taramalardaki bağlantı noktalarını eşleştirerek dönüklük ve öteleme matrislerini hesaplar. Hesaplanan dönüklük ve öteleme matrisleri kullanılarak tüm nokta bulutu verileri proje koordinat sistemine dönüştürülür. Referans sistemine dönüştürülen nokta bulutları birleştirilerek 3B nokta bulutu üretilir.

### 3.4 Mimari Ürünler

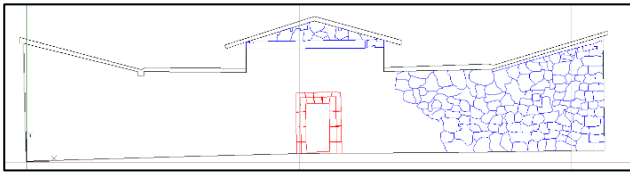
Bu çalışmada Seyitgazi'de bulunan Sincan Cezaevinin restorasyonunda kullanılmak üzere nokta bulutu verileri ve görüntülerden yapının iç ve dış cephelerine ait ortofoto görüntüler, plan ve iki boyutlu cephe çizimi ürünleri üretilmiştir.

Ortofoto görüntü; eğiklik, dönüklük ve yükseklik farkından dolayı meydana gelen hataların düzeltildiği ve dik izdüşüm haline getirildiği sayısal görüntülerdir (Yastıklı 2007). RiScan Pro yazılımı ile ortofoto görüntü üretilirken ilk önce ortofotosu yapılacak alanı temsil eden bir düzlem oluşturulur. Ardından bu düzlemi temsil eden nokta bulutu ve görüntüler kullanılarak ortofoto görüntüler üretilir. Üretilen bu görüntüler bire bir perspektiften arındırılmış ortofoto görüntülerdir. Şekil 7'de yapıya ait ortofoto görüntü görülmektedir.



Şekil 7 – Sincan Cezaevi giriş kapısı tarafına ait ortofoto görüntü

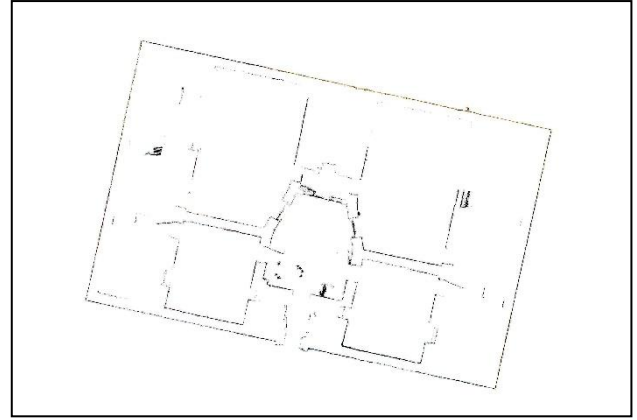
Çalışma kapsamında ortofoto görüntüler Point Cloud yazılımı kullanılarak AutoCAD ortamına aktarılmıştır. Ardından AutoCAD ortamında cephelerinin 2 boyutlu Cad çizimleri yapılmıştır. Şekil 8'de yapının giriş kapısının bulunduğu cepheye ait ortofoto görüntü üzerinde yapılan örnek çizim görülmektedir.



Şekil 8 – Cephe rölovesi alınırken yapılan çizim işleminden örnek bir görüntü

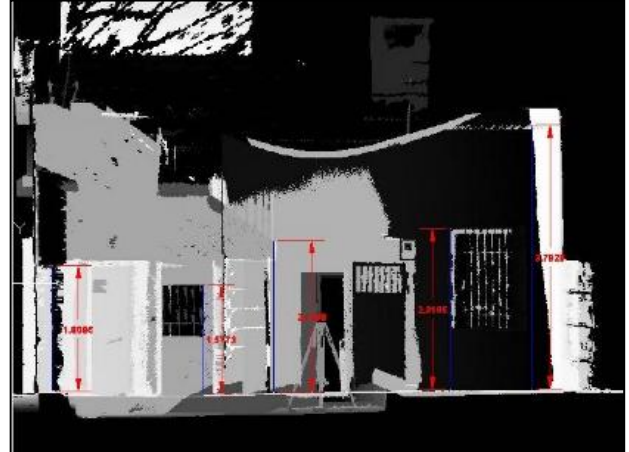
Ayrıca çalışmada plan ve kesit verileri de ortofoto olarak elde edilmeye çalışılmıştır. Yapı grubunun büyüklüğü nedeniyle ve yapılan hassas tarama sonucunda 35 milyon üzerinde noktadan oluşan bir nokta bulutu verisi elde edilmiştir. Plan ya da kesit üretiminde tüm tarama verilerinin kullanılması gerekmektedir. Bu da nokta bulutu verisinin ofis ortamında işlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yapılacak çizimler için altlık oluşturacak plan ve kesitlerin de ortofoto yöntemiyle elde edilmesi amaçlanmıştır.

Plan verisinin hazırlanması için yine cephe ortofotolarının alınmasında kullanılan yöntem kullanılmıştır. Öncelikle tüm nokta bulutu verilerinden yapının pencere ve kapı açıklıklarının içeren bir bölümü alınarak plan görüntüsü elde edilmiştir. Cepheden farklı olarak bu sefer düşey düzlemde bir yüzey tanımlanmıştır ve ortofoto üretimi bu düzlem üzerinden gerçekleştirilmiştir (Şekil – 9).



Şekil 9 – Ortofoto görüntü üzerinden yapılan plan

Kesit verisi için de, yine cephede uygulanan yöntemle bir yüzey hazırlanmış, bu yüzey de yapı içinde ihtiyaç duyulan yükseklik verilerinin elde edilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil – 10). Arazideki kot farkları nedeniyle yapı içindeki yüksekliklerin ölçülmesi için nivo ya da benzeri ekipmanlar ya da hortum terazisi gibi elle ölçüm teknikleri gerekmektedir. Lazer tarama verileri sayesinde yükseklikler tek bir ölçümleme tekniği ile elde edilebilmiştir. Örneğin giriş holü tavan yüksekliği 1.8 m, küçük avlu pencerelerinin yüksekliği 1.5 m, galeri katının zemin yüksekliği 2.1 m, ana mekanın tavan yüksekliği 3.7 m'dir.



Şekil 10 – Yapıya ait çeşitli yükseklikler

Elle yapılan ölçümlerde metre, lazer metre, şakül, su terazisi, bant, ip, hortum gibi pek çok alet kullanılarak çeşitli pratik ölçümleme teknikleri gelişmiştir. Bu aletler kullanılarak bağlama, üçgenleme, dik koordinat ve kutupsal koordinat gibi yöntemler kullanılarak mimari yapılarda plan kesit ve rölöve ölçüleri alınabilmektedir. Plan ölçümlerinde üçgenleme yöntemi kullanılarak en az hataya sahip sonuçlar elde edilmektedir. Bu yöntemde ölçülecek alan çok küçük açılı olmayan üçgenlere bölünür, bu üçgenlerin çakıştırılmasıyla da mümkün olan en küçük hata payı sağlanmış olur (Bakır, 2010).

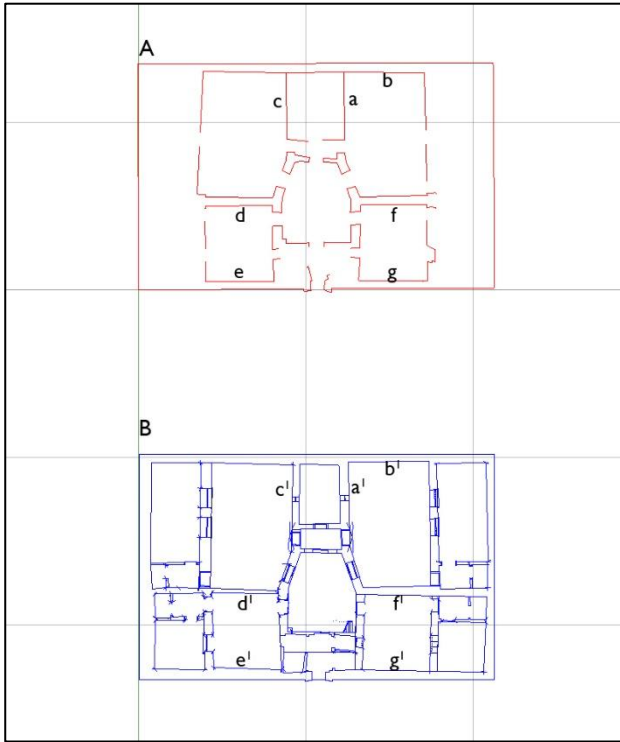
Rölöve çıkartılırken yapı içindeki pencere ve kapı gibi açıklıkların yükseklikleri, kat yükseklikleri ve üstü örtü yüksekliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yükseklikler kesit çizimlerinde gösterilmektedir. Ancak dikey ölçümleme yapmak yatay ölçümleme yapmaya göre daha zordur. Çünkü düz zemine oturmayan yapılarda kot farklarını elle ölçerken hata yapma olasılığı artmaktadır. Tabanı düz olmayan yerlerde terazi hattı kurarak, düşeydeki yükseklikleri bu hattın yukarısı ve aşağısı

biçiminde almak gerekir. Silme, kasnak eteği gibi terazi hattı oluşturabilecek bir hat varsa, ölçüler ona göre alınabilir. Ama eğer yoksa yaklaşık 1 cm çapında şeffaf bir hortuma su doldurularak terazi hattı oluşturulur. Bu hat boyunca mekânın içine -yatay düzlem sağlandıktan sonra- ip gerilerek ölçüler bu ipin üstüne ve altına göre alınır. Kat yüksekliklerinin ölçümünde en doğru sonucu, merdiven boşluğundan döşeme üstünden döşeme üstüne sarkıtılan şakül ve metre ile alınan ölçü verir. Bu işlemin bütün kotlar için yapımı bize bina yüksekliğini verir (Güleç, 2007).

#### 4. BULGULAR

Çalışma süresince Eskişehir, Seyitgazi Eski Sincan Cezaevi binasında Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü lisans öğrencilerinden oluşan bir ekip de elle ölçümler yapmıştır. Öğrenciler lazer metre, su terazisi ve hortum terazisi kullanarak ölçümlerini tamamlamışlardır. Çalışma süresince tüm ekip toplamda 10 gün arazi çalışması yapmak zorunda kalmışlardır.

Yukarıda da bahsedildiği üzere, yersel lazer tarayıcı ile arazi çalışması üç kişi ile yapılmıştır ve 1 gün içerisinde tüm çalışma verisi toplanabilmiştir. Elde edilen veriler ofis ortamında işlendikten sonra ortaya çıkan ürünler lisans öğrencileriyle de paylaşılmış, ürettikleri planın ölçüleri lazer tarama verileriyle ilişkilendirilerek düzeltilmiştir (Şekil – 11).



Şekil 11 – A: Lazer tarama verileri üzerinden çizilen plan,  
B: Elle ölçümlerle çizilen plan

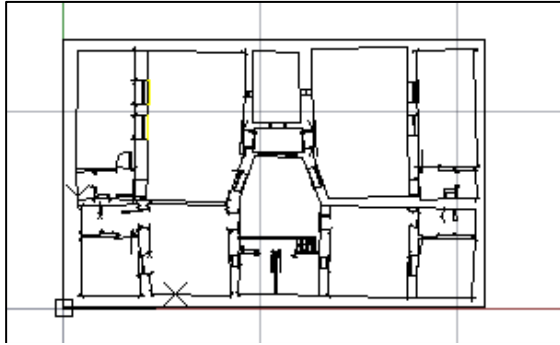
İmar planındaki ölçüler lazer tarama ile alınan ölçümler ile 0.5 cm hassasiyetinde örtüşmektedir. Ancak iç mekân ölçümlerinde elle alınan ölçümler ile lazer tarama ile elde edilen ölçümler arasında 12 cm'ye kadar varan farklar bulunmaktadır (Tablo 2).

Lazer Verisi(A) (m)	Elle Ölçüm(B) (m)	Fark (cm)
a	4.05	a <sup>1</sup> 3.97 8
b	4.80	b <sup>1</sup> 4.72 8
c	3.97	c <sup>1</sup> 3.85 12
d	3.99	d <sup>1</sup> 4.10 11
e	4.07	e <sup>1</sup> 4.04 3
f	3.87	f <sup>1</sup> 3.99 12

Tablo 2. Lazer tarama ve elle ölçülmüş kenarların uzunlukları ve aradaki fark

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yersel lazer tarama ile yapılan çalışma kuşkusuz çok daha hızlı ve çok daha doğru veri üretilmesini sağlamaktadır. Ancak bazı durumlarda, özellikle iç mekân çalışmalarında, veri toplamak imkânsız olabilmektedir. Cezaevi örneğinde, yapı içinde kuzey ve güney uçlardaki koşu mekânlarından, giriş holünün kuzey ve güneyindeki mekânlardan ve galeri katından yersel lazer tarayıcı ile veri almak mümkün olmamıştır. Bahsedilen mekânlar ortalama 1 ila 1,5 metrekarelik alanlara sahip mekânlardır. Cezaevinin dört ana koşusuna ise bu küçük mekânlar aracılığıyla giriş yapılmaktadır. Bu küçük mekânlarda lazer tarama cihazı ile yeterli veri elde edilemediği için, bu noktalarda ileri teknoloji kullanarak belgeleme yapılamamıştır. Ancak lisans öğrencilerinden oluşan grup elle yaptıkları ölçümlerle, bu mekânları da ölçümleyebilmişlerdir ve iki yöntemin verilerini birleştirerek nihai plan çizimine ulaşılmıştır (Şekil – 12).



Şekil 12 – Nihai plan

Çalışma sonucunda açıkça görülmektedir ki mimari belgeleme sürecinde ileri teknolojilerin hem doğruluk hem de zaman açısından çok büyük faydası vardır. Ancak bu teknolojiler de belirli koşullarda yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada da eski usul ölçümleme yöntemlerini kullanmak gerekmektedir. Yapılacak çalışmaları en doğru ve hızlı sonuca ulaştırmak için eski ve yeni yöntemlerin entegrasyonu mutlaka yapılmalıdır.

## 6. TEŞEKKÜR

Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü öğrencileri Gül Dilan Gül, Berna Mun, Mehmet Keskin, Gizem Özerol, Gülçin Çamlıbel'e ve Yrd. Doç. Dr. Uğur Avdan'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## 7. KAYNAKLAR

Bağcı, S., Renda, G., Tanındı, Z., Çağman, F. (2006). Osmanlı Resim Sanatı. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. İstanbul.

Bakır H., (2010). Tarihi Yapılarda Rölövenin Hazırlanması Ve Sultan Alâeddin Camii Uygulama Projesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi

Çabuk A., Alanyalı F. (2009). Kültür Varlıklarının Belgelemesi. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

Çömert R., Avdan U., Tün M., Ersoy M., (2012). "Mimari Belgelemede Yersel Lazer Tarama Yönteminin Uygulanması (Seyitgazi Askerlik Şubesi Örneği)." *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* 4(1): 1-18.

Davies, N., Jokiniemi, E. (2008) Dictionary of Architecture and Building Construction. Architectural Press. New York.

Güleç A. S., (2007). Yersel Fotogrametri Yöntemi ile Rölöve Alım Tekniğinin Taç Kapılarda Uygulanışı Konya Örnekleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi

Seyitgazi Kaymakamlığı Web Sitesi, Seyitgazi Tarihi [http://www.seyitgazi.gov.tr/default\\_B0.aspx?content=199](http://www.seyitgazi.gov.tr/default_B0.aspx?content=199) (15.05.2013).

Terrestrial Laser Scanner LMS-Z390i User's Manual, 2007. 3D Imaging Laser Scanner General Description and Data Interfaces, Riegl Laser Measurement Systems GmbH, A-3580 Horn Reidenburgstrasse 48 Austria.

Yastıklı, N., 2007. Documentation of Cultural Heritage Using Digital Photogrammetry and Laser Scanning. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 8/issue. 4, pp 423-427.