



DÜNYA MİRASI AHLAT SELÇUKLU MEZARLIĞI İLE KÜMBETLERİN LİDAR VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI, YÜZEY VE YÜZEYALTI YAPI MODELLEMESİ*

Mahmut DOĞRU¹ - Aydın BÜYÜKSARAÇ²

Ercan AKSOY³ - Recai KARAHAN⁴

Murat YAKAR⁵ - Yunus Levent EKİNCİ⁶

Alper DEMİRCİ⁷ - Ali ULVİ⁸

Ahmet Suad TOPRAK⁹

Geliş Tarihi: Şubat, 2017

Kabul Tarihi: Mart, 2017

Öz

Dünya mirası olan Ahlat Mezarlığı'nda yüzeyde görülen mezarlar ve şahidelerinin yanı sıra zaman içinde yüzeyde izleri kaybolmuş mezar yapıları ya da kırılarak yüzey altında gömülü hâle gelen şahide parçaları olması muhtemeldir. Diğer yandan mezarlık alanında farklı gömülme teknikleri nedeniyle yer altı yapıları ya da mezar odası niteliğinde yapılar bulunabilmektedir. Bu özelliklerin ortaya çıkarılması ve Ahlat Mezarlığı'nın ihyası öncesi böyle bir araştırmanın yapılması, bilgilerin tamamlanması ve çalışmaların hız kazanmasına yol açacak ve olası kazı çalışmaları öncesi doğru planlamanın yapılmasını sağlayacak; özellikle mezarlar arası yer altı bağlantısı, yol vb. yapılar hakkında bilgi edinilmesine imkân verecektir. Bu amaçla mezarlık alanında manyetik ve yer radarı olarak iki farklı jeofizik yöntem uygulaması yapılmıştır.

Ayrıca kümbetlerin alanda bulunış konumlamalarını ortaya koymak, kümbet mimarisini tanımlamak ve ileride yapılacak restorasyon çalışmalarına altlık oluşturmak amacıyla üç boyutlu yersel lazer (Lidar) ölçüleri yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Selçuklular, Ahlat, Jeofizik Yöntemler, Lidar.

*Bu makale Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında yürütülen “Dünya Mirası Ahlat Selçuklu Mezarlığı ile Kümbetlerin Lidar ve Jeofizik Yöntemlerle Araştırılması, Yüzey ve Yüzeysel Yapı Modellemesi” (BEBAP: 2016 / 01) adlı projenin ürünüdür. Projenin hazırlanmasında, uygulanmasında ve gerçekleşmesinde emek eden, yardımlarını esirgemeyen ve özverili bir şekilde çalışan ekip arkadaşlarımıza; Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğüne; Bitlis Valiliğine, Ahlat Kaymakamlığına, Ahlat Belediye Başkanlığına ve Kültür ve Turizm Bakanlığının ilgili kurum ve kuruluşlarına; projenin her aşamasında bizlere rehberlik ve danışmanlık eden Atatürk Üni. öğretim üyeleri Prof. Dr. Cengiz ALYILMAZ'a ve Doç. Dr. Semra ALYILMAZ'a teşekkür ederiz.

¹ Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, dogrum@gmail.com.

² Prof. Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., İnşaat Müh. Böl., abuyuksarac@beu.edu.tr.

³ Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Böl., eaksoy@firat.edu.tr.

⁴ Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak., Sanat Tarihi Böl., rkarahan@yyu.edu.tr.

⁵ Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Harita Müh. Böl., yakar@selcuk.edu.tr.

⁶ Yrd. Doç. Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak., Arkeoloji Böl., ylekcinci@beu.edu.tr.

⁷ Yrd. Doç. Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Jeofizik Müh. Böl., ademirci@beu.edu.tr.

⁸ Öğr. Gör., Selçuk Üniversitesi, Hadim MYO, Harita Kadastro Prog., aliulvi@selcuk.edu.tr.

⁹ Öğr. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim MYO, astoprak@gmail.com.

**RESEARCHING WORLD HERITAGE AHLAT SELJUQ
CEMETERY AND CUPOLAS VIA LIDAR AND GEOPHYSICAL
METHODS, SURFACE AND SUBSURFACE STRUCTURE
MODELLING**

Abstract

In this project, which is planned in two parts, it is probable that the tombs and tombs seen on the surface in the Ahlat Cemetery which is the World Heritage, as well as tombs with disappearance of surface traces over time, or fragments which are broken and buried under the surface. On the other hand, due to different burial techniques in the cemetery, underground structures or grave rooms can be found. The discovery of these traits and the conduct of such a research before the commencement of the Ahlat Cemetery will lead to the completion of the information and the speeding up of the work, and the proper planning before the excavation work will be made. In particular, underground connection between tombs, roads and so on. It will be possible to obtain information about the structures. For this purpose two different geophysical methods have been applied in the cemetery field as magnetic and locally.

In addition, three dimensional terrestrial laser (Lidar) measurements were made in order to reveal the location of the foundations of the kümbets on the field, to define the kümbet architecture and to form a base for future restoration work.

Keywords: Seljuks, Ahlat, Geophysical Methods, Lidar.

Giriş:

Ahlat, Van Gölü'nün kuzeybatısında yaklaşık 40.000 nüfuslu Bitlis iline bağlı bir ilçe olup, çok eski bir tarihe sahiptir. Kuzeyinde Bulanık ve Malazgirt ilçeleri, batısında Muş, güneyinde Van Gölü, güneybatısında Tatvan ve Bitlis, doğusunda yine Van Gölü ve Adilcevaz ilçeleri vardır (Şekil 1).

Selçukluların yönetimine girinceye kadar Ahlat'ta pek çok devletin ve topluluğun egemenliği söz konusudur. Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu coğrafyasını ve bu bağlamda Van Gölü Havzası'nı birbirini izleyen süreçlerde ellerinde tutan Asur, Urartu, Med, Makedon, Part, Doğu Roma (Bizans), Arap, Mervani yöneticilerinin Ahlat'a özel değer verdiklerini tarihi kaynaklar da açıkça ortaya koymaktadırlar. Ancak Ahlat'ın yüzyıllar boyu devam eden ve bugüne kadar uzanan ününü Selçuklular'a / Türkler'e borçlu olduğunu açık ve kesin bir şekilde belirtmek gerekir. Sultan Selçuk'un torunları Selçuklu Beyler'i Tuğrul ve İbrahim Yinal 1040 yılında önce Azerbaycan'ı sonra da Ahlat'ı ele geçirirler. Ahlat, Selçuklular döneminde en önemli yönetim, dil, din, sanat, edebiyat ve ticaret merkezlerinden biri hâline gelir. Adı dönemin en büyük Türk ve İslam merkezleriyle (Buhara, Belh, Semerkant, Merv, Şam... ile) birlikte anılır. Bu sebeple de “*Kubbetü'l-İslam*”, “*Beldetü'l-Türk*” olarak nitelendirilir. Bu sıfatlarla / kavram işaretleriyle anılan Ahlat, adeta cazibe merkezi hâline gelir. Türk ve İslam dünyasının farklı soy, boy ve topluluklarına mensup insanlar Ahlat'a gelerek burada dil, din, bilim, sanat, edebiyat, mimarlık alanlarında birbirleriyle yarışmasına eserler

vücuda getirirler. Her biri alanının uzmanı olan bilginler, ustalar ve sanatkârlar elinde Ahlat, “Türk Rönesansı” diye nitelendirilebilecek bir dönemi yaşar (Alyılmaz, 2014a; Alyılmaz, 2014b).

Alp Arslan zamanında Ahlat Türk akıncılarının üssü olmuştur. Sonrasında farklı egemenlikler altında kalan Ahlat, 1230 yılında Selçuklular tarafından ele geçirilmiştir. Ancak 1244 yılında Moğolların eline geçmiştir. 1500’lü yılların ortasında Kanuni Sultan Süleyman tarafından fethedilinceye kadar yine çok fazla el değiştirmiştir.

Ahlat şehri, tarihî mezarlıklarıyla öne çıkar. Selçuklu Dönemi’nden kalan mezar taşları Türk tarihi açısından önemli bir değerdedir. Ayrıca Osmanlı İmparatorluğu’nun kurucusu olan Osman Gazi’nin babası Ertuğrul Gazi Ahlat’ta doğmuştur.

Bunların yanı sıra yine Selçuklular Dönemi’ne ait, lahit mezar özelliği taşıyan kümbet mezarlar bulunmaktadır ki bu mezarlar yörede sıkça kullanılan Ahlat’a özgü taşlarla yapılmıştır. İlçede taş işlemeciliğinin ön planda olduğunun bir göstergesi olan bu kümbetlerde, dönemin saygın kişilerinin mezarları bulunmaktadır (http://tr.wikipedia.org/wiki/Ahlat_Bitlis).

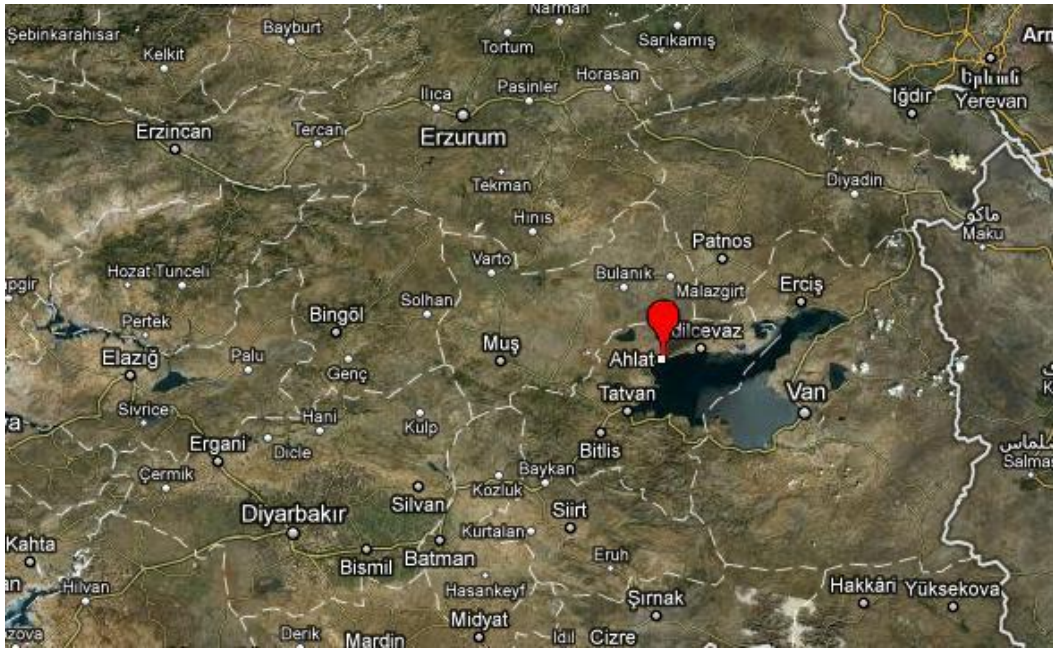


Foto 1: Ahlat ilçesi konum haritası

XIII. yy.da, Ahlat’ın nüfusu kesin olarak bilinmemekle beraber Ahlat’ın, Güneydoğu Anadolu’da Amid’ten sonra en büyük ve kalabalık şehir olduğu kaynaklardan görülebilmektedir. Bu dönemde meydana gelen bir deprem sonrası 120.000 hane Kahire’ye göç etmiştir. Diğer yandan Ahlat en önemli bilim ve sanat merkezlerinden biri olmuştur. Ayrıca mezarlıkların büyüklüğü de bunun diğer bir göstergesidir.

Mezartaşları incelendiğinde, Ahlat pek çok kadı, ilim adamı ve sanatkâr yetiştiren bir ilim ve kültür merkezi konumunda olmuştur. Kubbet-ül İslâm denilmesi, Ahlat'ın bu sıfatı taşıyan Belh ve Buhara ile kıyaslanacak kadar gelişmiş olduğunu göstermektedir. Hamdullah Kazvinî bağ ve bahçeleri bol ve meyveciliği iyi olan Ahlat'ın İlhanlılar'a ödediği verginin 51.500 dinar olduğunu söylemektedir. Bu dönemde Erzurum'un 22.000, Bayburt'un 21.000 dinar vergi ödediği dikkate alınırsa bu şehrin önemi daha iyi görülecektir.

Ahlat, bütün Ortaçağ İslam dünyasında mezarlıklar bakımından önemli bir yere sahiptir. Ahlat'ta muhtelif yerlerde görülen küçük mezarlıklardan başka tarihî değer taşıyan ve büyük sahalar kaplayan Harabe Şehir Kabristanı, Taht-ı Süleyman Kabristanı, Kırklar Kabristanı, Merkez Kabristanı, Meydanlık Kabristanı, Kale Kabristanı adlarıyla anılan altı adet kabristan vardır.

Ahlat mezartaşları, Çatma lâhidler, Şahidesiz prizmatik sandukalar, Şahideli mezarlar olarak üç ana gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ikinci ve üçüncü grup, farklı üslupları ve farklı devirleri gösteren form ve tezyinat özelliklerine göre kendi içlerinde alt gruba ayrılır. Örneğin 2. grupta yer alan sandukalar; tek parça gövdeli basit sandukalar, gövdeli ve kapaklı sandukalar olarak iki farklı tipte değerlendirilmiştir. 3. grup mezarlar tiplerini; silindirik sandukalar, sütun biçiminde sandukalar, üç parçadan oluşan üzeri açık sandukalar, tekne biçiminde sandukalar, dikdörtgen prizma biçiminde tekparça sandukalar olmak üzere beş grupta incelemek mümkündür. Bu beş tip sanduka, birbirinden zaman bakımından kesin çizgilerle ayrılmamakla beraber, genel olarak birbirini takip etmekte ve ayrı ayrı devirleri temsil etmektedir (Karamağaralı, 1992: 44-85) (Foto 2).



Foto 2: Ahlat mezar taşları

1.1. Ahlat'ta Kümbetler

Ahlat kümbetleri yapıları itibarıyla Orta Asya Türk çadırına benzemektedir. Dolayısıyla Türklerin yaşamında önemli yer tutan çadırın sanatını, mimaride aktarılan biçim olarak görmek mümkündür. Böylece kümbet mimarisini İslam sanatına tanıtan Türklerdir denilebilir. Türklerde bu sanat İslam öncesinde “Kurgan” olarak tanımlanmaktaydı. Kümbet mimarisi XI. yy.da Selçuklu Dönemi'nde başlamaktadır. Türklerin Horasan'dan Anadolu'ya yayılma yollarında bu mezar abidelerini görmek mümkündür (Tabak, 1972).

Genellikle iki katlı olan Ahlat kümbetlerinde, alt katta bir tonoz ile örtülmüş mezar odası ve üst katta namaz ve ibadet yeri vardır. Silindirik ve poligonal gövdenin üzeri konik veya piramit şeklindeki koni ile kaplanmıştır. Ahlat kümbetleri, Selçuklu, İlhanlı, Karakoyunlu ve Akkoyunlu Dönemleri'ne tarihlenmektedir (Beygu, 1932). Ahlat'ta 15 adet kümbet bulunmaktadır.

Mirza Bey Kümbeti: İki kubbe Mahallesi ana yolun kenarındaki bu kümbet 1967'de hemen hemen bütünüyle onarılmıştır. Kümbet tek katlı olup alt kısmı toprak seviyesinden aşağıdadır. Kare plana sahip olan kümbet, dıştan piramidal kulahta örtülü ve içten kubbelidir (Tabak, 1972) (Foto 3a).

Abdurrahman Gazi Türbesi: Hz. Ömer Dönemi'nde Ahlat'ın fethi esnasında, şehit olan ve burada defnedilen, komutan İyaz Bin Ganem'in idaresindeki İslam Ordusu ile Anadolu'nun doğusunda sefere çıkmış, Hz. Muhammed (s.a.v) sancaktarı Muaz bin Cebel'in oğlu Abdurrahman Gazi bu türbede yatmaktadır. Türbe, tarihsel dönemde değil, 1974 yılında Ahlat kümbet mimarisine uygun olarak inşa edilmiştir (Foto 3b).

Şeyh Necmeddin Türbesi: 1222 tarihinde inşa edilmiş olan kümbet, Ahlat'ta bugüne ulaşabilen en eski yapıdır. Ergezen Mahallesi içinde bulunan mezarlıkta yer alan bu kümbetin en önemli farkı, kümbet mimarisinde olmakla beraber, kare planlı oluşudur. 1968 yılında büyük bir onarım geçiren yapının kemer boşluğu rozet motifleriyle süslenmiştir (Yaşa, 1992; Beygu, 1932) (Foto 3c).

Erzen Hatun Kümbeti: 1396-1397 yıllarında yaptırılmış olan kümbet, Karakoyunlu Emir Ali, kızı Erzen Hatun için yaptırılmıştır. İki katlı olan kümbetin altında mezarlar, üstte dua için alan bulunmaktadır. Ahlat kümbetleri içerisinde en zengin motiflerin bir arada olduğu ender eserlerden biridir (Beygu, 1932) (Foto 3d).

Keşiş Kümbeti: Keşiş ya da Tek Kümbet olarak anılan kümbet, kitabesi olmadığından yapılış zamanı ve kimin için yapıldığı bilinmemektedir. İki kubbe Mahallesi Çifte Kümbet'in güneyinde konumlanmıştır. Ancak sanat tarihi incelemelerine göre XIII ve XIV. yy. arasına

tarihlenmektedir. Eserin, bu bakımdan Karakoyunlular Dönemi'ne ait olduğu ortaya çıkmaktadır. Kare planlı mezar odasının üstünde on iki yüzlü gövde yükselir (Tabak, 1972). (Foto 3e).

Hasan Padişah Kümbeti: 1275 tarihinde inşa edildiği kitabesinden anlaşılan kümbet, Emir Hüsameddin Hasan Aka b. Mahmud adına Taht-ı Süleyman mahallesinde Ulu Kümbet'in bir benzeri olarak yapılmıştır. Ulu Kümbet'ten sonra Ahlat'ın en önemli ve en büyük kümbetidir (Aslanapa, 1993) (Foto 3f).

Emir Bayındır Kümbeti: 1481 yılında vefat ettiği bilinen Melik Bayındır için yapılan bu kümbetin kitabesinde yaşamı ve nitelikleri anlatılmaktadır. Akkoyunlular Dönemi'ne ait bir yapıdır. İki kubbe Mahallesi'nin batısında Meydanlık Mezarlığı'nın ucundadır. Sanat tarihi açısından son derece önemli örneklerden bir tanesidir (Beygu, 1932) (Foto 3g).

Dede Maksut Türbesi: Ahlat'taki eyvan tipi türbelere güzel bir örnek olan kümbet, XVI. yy.da yapılmıştır. Kare ve planlı olup içten beşik tonoz, dıştan düz bir çatı örtülmektedir. Güneyinde bir pencere, kümbeti aydınlatmaktadır. Emir Ali Türbesi'nin karşısında İki kubbe Mahallesi'nde bulunmaktadır (Yaşa, 1992; Beygu, 1932) (Foto 3h).

Usta-Şagirt Kümbeti (Ulu Kümbet): Kesin olarak ne zaman yapıldığı bilinmeyen kümbetin adı, büyüklüğü nedeniyle "Ulu Kümbet" olarak tanımlanmıştır. Ancak bu kümbetin yanında bulunan başka bir kümbetin XIX. yy. sonunda yıkıldığı bilinmektedir. Söz konusu kümbetin 1273 yılında inşa edildiği ve "Şadi Aka"ya ait olduğu belirlenmiştir. Bu kümbette 13. yüzyıl özelliklerinde köşeleri yassılaştırılmış kare bir taban üzerinde, yedi metre çapında silindirik bir gövde yükselir ve mukarnas kornişlerinde oturan konik bir başlıkla biter. Doğuya açılan kapıdan başka yönlere açılan üç pencere vardır (Foto 4a).

Anonim Kümbet (2): Şirin Hatun adıyla tanınan bu kümbet, İki kubbe Mahallesi'nde bulunmaktadır. XV. yy.da inşa edildiği sanılmaktadır. Kümbet kare planlı olup içten kubbe, dıştan piramit biçimli çatıyla örtülüdür. Güneyden iki, batıdan bir pencere ile aydınlanır ve kitabesi yoktur (Tabak, 1972) (Foto 4b).

Alimoğlu Hurşit Kümbeti: Taht-ı Süleyman Mahallesi'nde, Hasan Padişah Kümbeti'nin batısında bulunur. Muhtemelen XIII. yy. sonlarında yapılmıştır. Diğer kümbetler gibi, iki katlıdır, altta bir kare ve üstte bir silindirik gövde bulunmaktadır. Onikgen planı, üst katın kuzeyindeki bir giriş kapısı ile doğu, batı ve güneydeki bir pencereye sahiptir (Foto 4c).

Anonim Kümbet (1): XIV. yy.da yapıldığı sanılan kümbet, İki kubbe Mahallesi'nde, Hasan Padişah Kümbeti'nin kuzeyindedir. Kare planlı olan kümbet; içten bir kubbe, dıştan

piramit biçimli külahla örtülüdür. Çok harap durumda olan kümbet, 1967’de yeniden yapılmıştır (Tabak, 1972) (Foto 4d).

Emir Ali Türbesi: Kare plana sahip kümbetlerden biridir. Doğusunda bir avlusu vardır. İkkubbe Mahallesi’nde doğu kesiminde yer alır. Türbe tek katlıdır. Yapının, XIV. yy.da yapıldığı düşünülmektedir. Dıştan piramit görünlü ancak iç mekânda kubbe ile örtülüdür (Yaşa, 1992; Tabak, 1972; Beygu, 1932) (Foto 4e).

Çift Kümbet: 1279’da hayatını kaybeden Bugatay Aka’nın oğlu Hüseyin Timur, 1280’de vefat eden Hüseyin Aka’nın kızı Esen Tekin Hatun için yaptırmıştır. Kümbetlerin bulunduğu Alana bu kümbetlerden dolayı “İki Kumbet Mahallesi” adı verilmiştir. Bugatay Aka-Şirin Hatun Kümbeti, Harabe Şehir alanına yakındır. Kümbet 1281 yılında yaptırılmıştır. Kümbet içten kubbe, dıştan konik külahla örtülmüştür (Yaşa, 1992; Tabak, 1972) (Foto 4f).



Foto 3: (a) Mirza Bey Kümbeti, (b) Abdurrahman Gazi Türbesi, (c) Şeyh Necmeddin Türbesi, (d) Erzen Hatun Kümbeti, (e) Keşiş Kümbeti, (f) Hasan Padişah Kümbeti, (g) Emir Bayındır kümbeti, (h) Dede Maksut Türbesi

Ahlat'ta bulunan tarihî kümbetler gelecek nesillere bırakılacak kültürel mirasımızın başında gelmektedir. Bu kümbetleri gelecek nesillere aktarabilmek için bakım onarım ve yenileme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için bilimsel verilerin ve kaynakların elde edilmesi gerekmektedir. Bu veriler gelişen teknoloji ile birlikte değişim göstermektedir.

Teknolojinin sunduğu gelişmelerden biri de yersel lazer tarama teknolojisidir. Yersel lazer tarama, geleneksel ölçme teknikleri ile kıyaslandığında, 3B nokta bilgilerinin çok yüksek hızla elde edilebildiği bir ölçme tekniğidir. Yersel lazer ölçmelerinde temel büyüklük, alet ve ölçülen nokta arasındaki mesafedir. Lazer mesafe ölçümü için farklı teknikler kullanılmaktadır. Bunlar; üçgenleme, faz farkı ölçümü ve ışığın gidiş / dönüş zamanı ölçümü ya da puls (atma) yöntemidir. Yersel lazer tarayıcılar, kısa aralıklarla lazer darbelerinin gönderilmesi ve ölçülmesi ilkesine dayanan darbe yöntemini kullanmaktadır. Lazer tarayıcılar, tıbbi görüntüleme, endüstriyel tasarım, çarpışma testleri ve tehlike haritalarının üretilmesi gibi çeşitli platformlarda kullanılır (Lichti ve Gordon 2004). Bununla birlikte, tarihsel ve kültürel eserlerin belgelenmesi ve tasarlanmasında, yersel lazer tarayıcılar günümüzde kullanılan jeodezik ve fotogrametrik yöntemlerle beraber geniş kullanım bulmaktadır. Bu işlemin temel amacı, Ahlat'da yersel lazer tarama tekniği ile 3B model elde etmek ve daha sonra yapılabilecek restorasyon çalışmalarında bu verileri kullanmaktır. Dolayısıyla, maliyet ve zaman bakımından kârlı olacaktır.

1.4. Mezar Araştırmalarında Jeofizik Çalışmalar

Jeofizik yöntemlerin uygulaması ile tarihî ve arkeolojik alanlarda hasar vermeden inceleme yapmak mümkündür. Bunun yanı sıra arkeolojik alanlarda yapılacak kazı çalışmalarının uzun yıllara yayılmış olması, kültürel mirasa ulaşmanın güçlüğü ve zaman yetersizliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Oysa jeofizik yöntemlerle sanal kazı tabir edilebilecek görüntüleme yapılmakta ve arkeologlara yardımcı olacak kazı haritaları oluşturulabilmektedir. Ahlat Mezarlığı gibi dünya mirası hâline gelmiş ve Türklerin Anadolu'daki önemli izlerini taşıyan bu alanda oldukça sık ve detaylı jeofizik ölçüler alınarak, Ahlat Mezarlığı'nın yüzey altı yapısı hakkında bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Özellikle Selçuklu gömme âdetleri, mezarlar arası bağlantı olup olmadığı, mezar derinlikleri, mezar içinde kullanılan malzeme özellikleri gibi bilgilere ulaşmak hedefi ile jeofizik çalışmalar yapılacaktır.

Bugüne kadar dünyanın farklı yerlerinde uygulanan jeofizik yöntemlerin arkeolojik aramalarda oldukça başarılı olduğu ulusal ve uluslararası yayınlardan takip edilebilmektedir. Ülkemizde de yapılan uygulamalar, mühendislik ve arkeoloji arasında sağlam bir bağın kurulmasını sağlamış ve arkeojeofizik kavramı gelişmiştir. Proje ekibi bu kapsamda çok sayıda projede görev yapmış ve bunları farklı dergilerde de yayınlamıştır. Bu çalışmalardan biri de yine

bir Selçuklu yazlık yerleşimi olan Beyşehir Kubadabad yerleşimidir. Ahlat ve civarında ulaşılan kalıntılar, çini örnekleri ile Kubadabad'da bulunanlar arasında çok büyük bir benzerlik vardır. Bu çalışma ile ülkemizin diğer çağdaş yerleşimleri arasında da bağ kurma olanağı sağlanacaktır. Daha önce edinilmiş deneyimlerin de bu alanda uygulanması başarılı sonuçlar almanın bir dayanağı durumundadır.

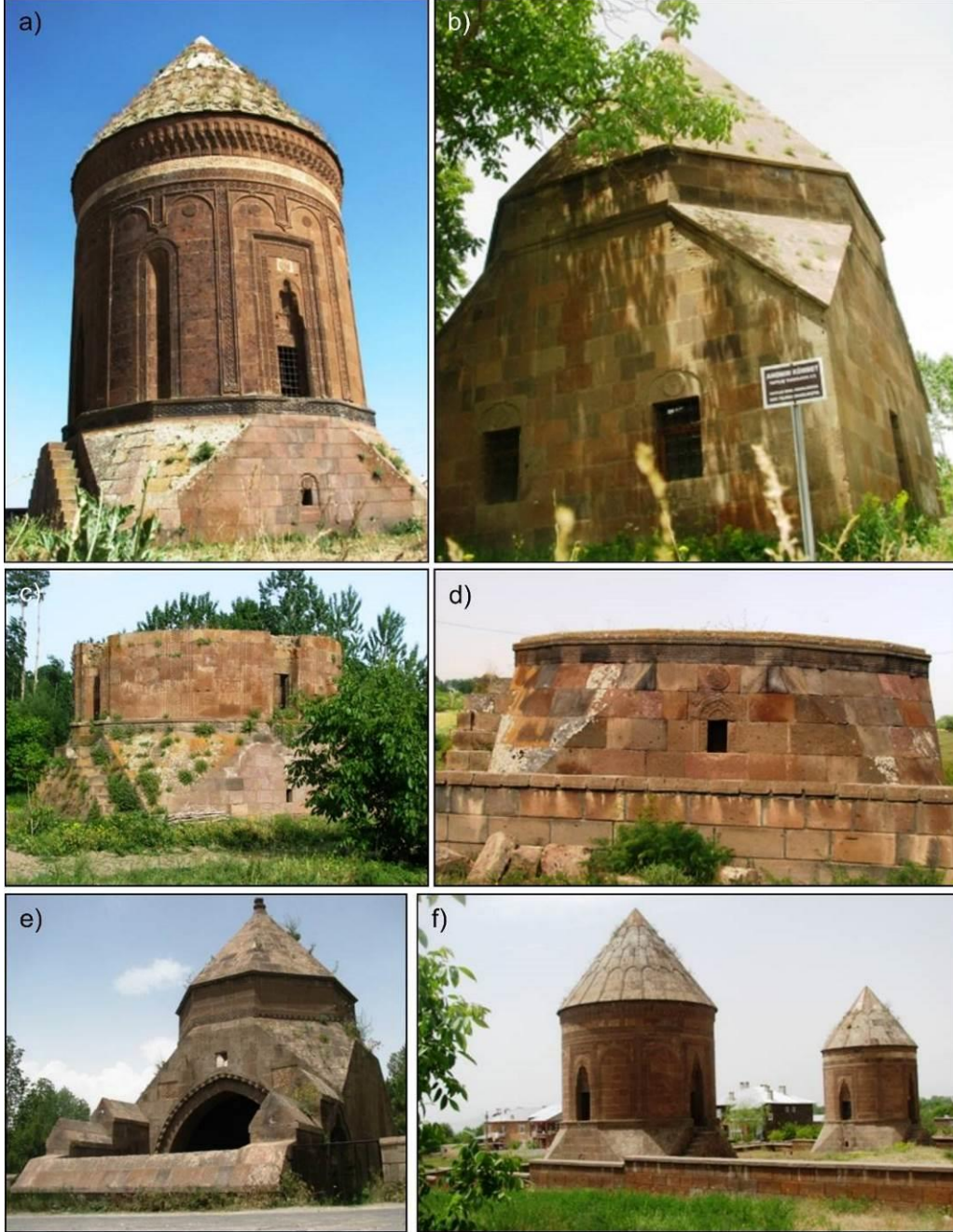


Foto 4: (a) Usta-Şagirt Kümbeti (Ulu Kümbet), (b) Anonim kümbet -2, (c) Alimoğlu Hürşit Kümbeti, (d) Anonim Kümbet-1, (e) Emir Ali Türbesi, (f) Hüseyin Timur-Esen Tekin Kümbeti

Arkeolojik alanlarda hasar vermeden inceleme yapmak ve elde edilen bulguları yapılacak kazı planlamasında kullanmak oldukça yaygın bir çözüm olarak tüm dünyada

uygulanmaktadır. Ülkemizde arkeolojik alanlarda uygulanan jeofizik çalışmalarda genellikle olumlu sonuçlar alınmış ve hedeflenen alanlarda bulgulara ulaşılmıştır. Ülkemizin arkeolojik zenginliği çok eski çağlara dayanmaktadır. Bu anlamda bir laboratuvar görüntüsü veren Anadolu topraklarında yapılan çalışmalarda farklı arkeolojik dönemlere ait bulgulara ulaşılmıştır. Isparta Gündürle’de Harmanören nekropolünde yapılan jeofizik çalışmalarda MÖ 2500 yılına ait küp mezarlar tespit edilmiş ve yapılan kazılar sonrası elde edilen pitoslar, Isparta müzesinde sergilenmeye başlanmıştır (Büyüksaraç vd., 2006). Afyon Bayat’ta Dedemezari nekropolünde yapılan manyetik ölçüler sonrası MÖ 2000 yılına tarihlenmiş, küp mezar ve kaya çevrimli mezarlar, elde edilmiştir (Büyüksaraç vd., 2007; Arısoy vd., 2008). Sivas Divriği Kalesi’nde yapılan jeofizik çalışmalar sonucunda kalede geçmişte yapılan yerleşme izleri bulunmuştur (Büyüksaraç vd., 2011). Batı Anadolu’da farklı kültürlerin oluşturduğu Olympos antik isimli Nif Dağı yerleşiminde yapılan farklı jeofizik yöntem uygulamaları sonucunda kaya mezarları ve küp mezarlar elde edilmiş ve ölü gömme âdetleri hakkında bilgilere ulaşılmıştır (Büyüksaraç vd., 2013). 2011-2013 yılları arasında Çanakkale Gelibolu Yarımadası’nda 1915 yılında yapılmış olan Çanakkale Savaşı sırasında şehit düşen askerlere ait mezar araştırma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında jeofizik yöntemlerden yararlanılmıştır (Büyüksaraç vd., 2014). Çanakkale Assos’ta gerçekleştirilen arkeojeofizik çalışmalar neticesinde birçok yapı kalıntısının varlığı tespit edilmiş ve arkeolojik kazı alanları belirlenmiştir (Kaya vd., 2004). Çanakkale ili Biga ilçesinde bulunan Parion antik kentinde yapılan çalışmalar sonrasında nekropol alanında önerilen yerlerde birçok mezar kalıntıları ortaya çıkarılmıştır (Ekinci ve Kaya, 2007; Ekinci vd., 2012). Afyon Emirdağ’da bulunan Amorium antik kentinde farklı jeofizik yöntemler uygulanmış ve olası antik kalıntıların yerleri haritalanmıştır (Kaya vd., 2007; Ekinci vd., 2014).

2. Materyal ve Yöntem

Proje kapsamında iki farklı uygulama yapılmıştır. Buna göre öncelikle Ahlat Meydanı Kabristanı olarak bilinen ve en büyük mezarlık olan alanda jeofizik yöntemlere dayalı yer altı yapılarını tarama işlemi yapılmıştır. Jeofizik yöntemler kapsamında iki farklı yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler, “Yer Radarı” ve “Manyetik Yöntem”leridir. Daha önce öngörülen ancak yere çakma uygulaması gerektiren, Özdirenç Yöntemi’nin çalışma alanına zarar verme potansiyeli bulunduğundan uygulanmamıştır. Ancak bu uygulamanın proje amacına ve bulgulara herhangi bir etkisi yoktur.

İkinci aşamada ise Ahlat’ta bulunan kümbetlerden 14 adedi Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile taranmış ve gerçek boyut görüntüleri elde edilmiştir.

2.1. Jeofizik Yöntemler

2.1.1. Manyetik Yöntem

Manyetik Yöntem, yer altında mıknatıslanma duyarlılığı farklı yapıların aranması veya araştırılmasında kullanılan temel jeofizik yöntemlerden birisidir. Manyetik yer alanı ölçmelerinde anomaliye ulaşınca kadar veri üzerinde bazı düzeltmeler yapılır. Bu düzeltmeler sistematik ya da rastgele hataların giderilmesidir.

Yeryuvarı üzerindeki bir noktada ölçülen manyetik yer alanının değeri Ekvator civarında 20.000 nT, kutuplarda 60.000 nT'dır. Manyetik alan ölçmelerinin birimi Tesla (T) olup uygulamada Tesla'nın milyarda biri büyüklüğünü ifade eden 1 nT (nanoTesla) = 10^{-9} T (cgs sisteminde, 1nT = 1 gamma = 10^{-5} Gauss) kullanılmaktadır. Bir noktada ölçülen manyetik yer alanı Fölç,

$$\mathbf{F}_{ölç} = \mathbf{F}_0 + \mathbf{F}_k + \mathbf{F}_z$$

bağıntısıyla verilebilir. Bu eşitlikteki F_0 , manyetik yer dipol alanı ve bu alanın seküler (yıllık) değişimlerini, F_k , yer kabuğunun üst ve orta katmanlarındaki mıknatıslanabilir kayaç veya minerallerin manyetik yer alanının etkisiyle oluşan manyetik alanı ve F_z , ise güneş hareketlerinin ve güneşteki aktivitelerin iyonosfer ve yer yuvarında meydana getirdiği, periyodik veya anlık elektrik akımları nedenli alanı ifade etmektedir.

F_0 manyetik yer dipol alanında F_{IGRF} ve F_s olmak üzere iki bileşen vardır. F_{IGRF} (International Geomagnetic Reference Field), yerin merkezinde olduğu varsayılan dipol alanını, F_s ise dipol alanının yıllık değişimini göstermektedir. F_{IGRF} ve F_s her 5 yılda bir IAGA (International Association Geomagnetism and Aeronomy) tarafından yayınlanmaktadır. F_z , günlük değişimleri ve anlık değişimleri ifade eder. Günlük değişimler, manyetik çalışmanın amacına göre, inceleme sahasının yakınında bir sabit noktada, çalışma süresince ölçüm yapılarak manyetik yer alanının değişimleri saptanır ve sonra da arazi verilerine uygulanır.

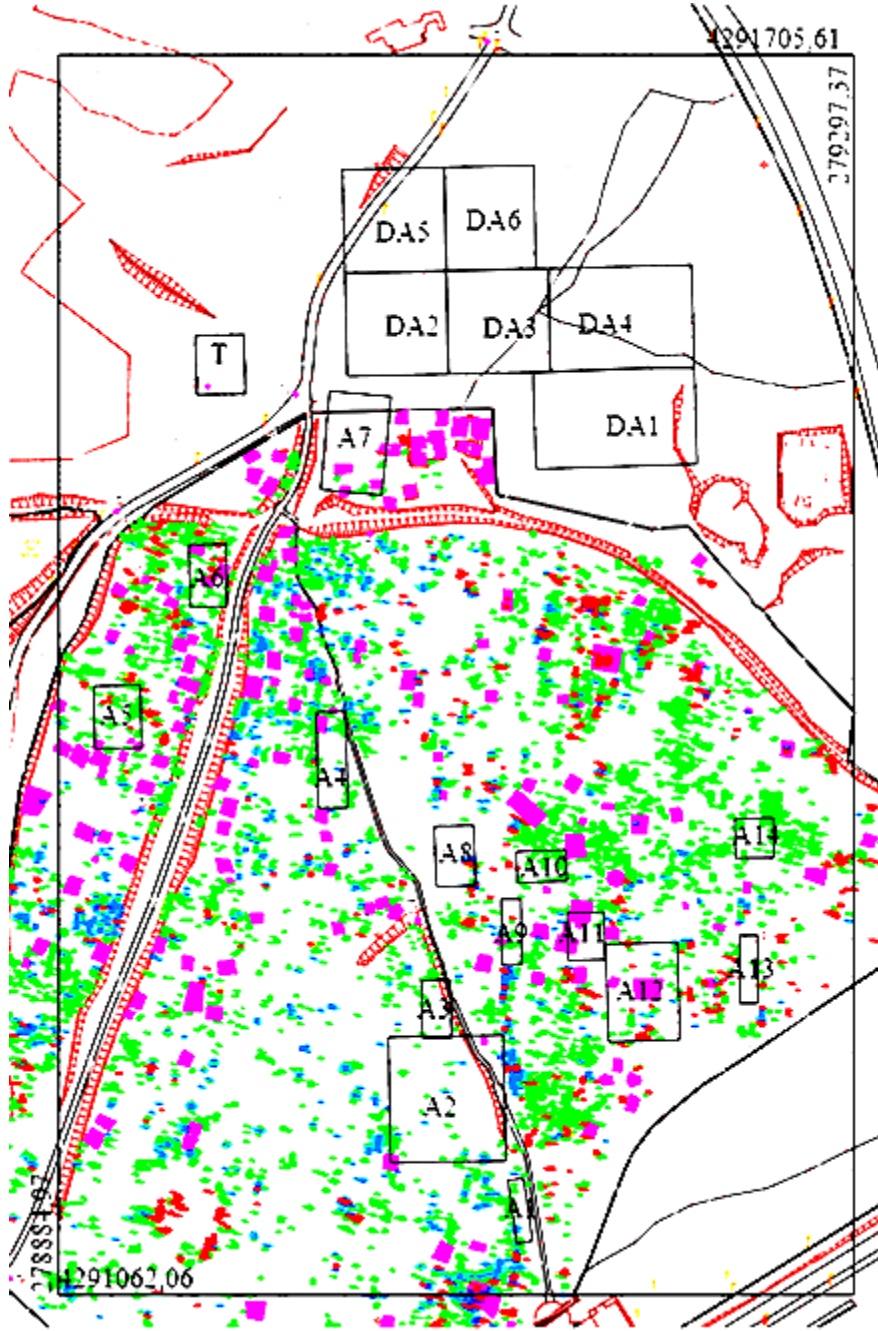
Çalışma alanında yapılacak manyetik ölçülerde manyetik yer alanının toplam bileşeni ölçülmüştür. Ölçüler sırasında manyetometre kullanılmıştır. Kullanılan manyetometrenin sensör duyarlılığı 0.01 nT'dır. Ölçüler, 1 m profil aralıklı olarak her bir profilde 0.5 m'de bir ölçü alınarak yapılmıştır. Yöntemin uygulanması sırasında sensör kuzey - güney yönünde tutulmuş ve manyetik yer alan yönünde ölçüler alınmıştır. Alınan ölçüler, farklı yazılımlarla gridlenmiş ve harita hâline getirilmiştir.

Manyetik anomalilere öncelikle manyetik yer alanının eğim açısından kaynaklanan hatayı gidermek için kutba indirgeme işlemi uygulanır. Böylece manyetik anomaliler sanki kutbunda yani eğim açısının 90 olduğu konumda oluşmuş gibi yeniden oluşturulur. Bu durumda varsa kalıntı mıknatıslanma etkileri de ortaya çıkmış olur. Daha sonra kutba indirgenmiş manyetik anomalilere analitik sinyal işlemi uygulanır. Bu işlemle birlikte hedeflenen anomalinin genliği artırılmış olur ve sınırları keskinleşir.

Proje alanında yapılan manyetik yer alanının toplam bileşeni ölçülmesi sırasında manyetometre yapılan ölçümler kuzey - güney yönlü olarak profiller doğrultusunda yapılmıştır (Foto 5). Ahlat Selçuklu Mezarlık alanı olarak bilinen ve meydan mezarlığı olarak da tanımlanan proje alanında uygulanan jeofizik yöntemler mezarlık dış alanı ve iç alanı olarak iki kısımda uygulanmıştır. Ölçü planlaması Şekil 1’de gösterilmiştir. Planlama sırasında mezarlık dış alanında yüzeyde herhangi bir belirti olmamasından dolayı geniş ve kesintisiz olarak tarama gerçekleştirilmiştir. Ancak mezarlık iç alanında yüzeyde var olan mezarlar nedeniyle aralarda ölçüler alınabilmiştir.



Foto 5: Manyetik ölçüm yapılması sırasında uygulanan ölüm düzeneği



Şekil 1: Jeofizik ölçülerin yapıldığı alanlar

2.1.2. Yer altı Radarı Yöntemi (GPR)

Yer radarı (GPR), jeofizik bir yöntem olup, yer altı görüntüsünü elde etmek için kullanılmaktadır. Tahribatsız bir yöntem olan GPR, radyo spektrumunun mikrodalga bandında (UHF / VHF frekanslarında) elektromanyetik dalga kullanır ve yer altı yapılarından yansıyan sinyalleri kullanarak yer altından bilgi toplamaya dayanır. GPR sisteminin tasarımı, çok geniş bir yelpazede tanımlanmakta, kaya, toprak, buz, tatlı su, şehir alt yapısı ve binalar dâhil olmak üzere çeşitli ortamlarda uygulamalar olabilmektedir. Koşulların düzgün şekilde

oluşturulmasıyla, gömülü nesnelere, malzeme özelliklerindeki değişiklikler, boşluk ve çatlakları tespit etmek için GPR kullanılmaktadır. GPR Yöntemi'nde genellikle 10 MHz ila 2.6 GHz aralığında yüksek frekanslı radyo dalgaları kullanılmaktadır. Seçilecek frekansta belirleyici olan faktörler, etkili olan hedef derinliği, hedef büyüklüğü ve araştırma yapılacak alandır. Genel olarak GPR ölçümü belirli aralıklar ile belirlenmiş gridlenmiş alanlarda uygulanır. Yöntem, genel olarak antenlerden üretilen elektromanyetik sinyallerin yer altındaki gidiş - geliş yolculuğu sırasında uğradığı değişimlerin orijinal sinyallerden farkı ile ilgilenir (Conyers, 2004). GPR sistemi verici Tx ve alıcı Rx antenlerinden oluşur. Uygulama sırasında, bir verici anten ile yere elektromanyetik dalga yayar. Enerji, gömülü bir cisim veya farklı dielektrik değerine sahip malzemeler arasında bir sınırla karşılaştığında, yüzeye yansır, kırılır ya da saçılır. Diğer bir alıcı anten, dönüş sinyalindeki değişiklikleri kaydeder. GPR yöntemi, akustik değil, elektromanyetik dalga ile ilgilidir. Yer altı elektriksel özelliklerin yer altı mekanik özelliklerinin değişimine bağlı değişimini yansıtır. GPR sinyallerinin hareket ettiği ortamlardaki fiziksel ve kimyasal özelliklere göre hızlarını belirleyerek hedefe ulaşır ve hedef hakkında da bilgi toplar. Yerin elektriksel iletkenliği ve iletilen merkez frekansı, GPR uygulamasının etkin derinlik aralığını belirler. Elektrik iletkenliğinde artış, elektromanyetik dalganın ilerleme hızını azaltır ve böylece penetrasyon derinliği azalır. Dalganın ilerleme zamanı bilindiği durumlarda ortamın hızı da bilindiğinden, hedef derinliği de hassas olarak belirlenebilmektedir (Küçük, 2009). Dolayısıyla, çalışma frekansı daima çözünürlük ve penetrasyon arasında bir dengedir. Yeraltı penetrasyonunun optimum derinliği, penetrasyon derinliğinin düşük GPR frekanslarında birkaç yüz metreye (Grönland'da ana kayaya) ulaşabileceği buzda elde edilir. Kuru kumlu topraklar veya granit, kireçtaşı ve beton gibi masif kuru malzemeler iletken olmaktan ziyade dirençli olma eğilimindedir ve penetrasyon derinliği 15 m kadar olabilmektedir. Nemli ve / veya kil yüklü topraklarda ve yüksek elektriksel iletkenliğe sahip malzemelerde penetrasyon birkaç santimetre kadar küçük olabilir. GPR sinyallerinin seyahat süreleri nanosaniye (10-9 s) cinsinden belirlenir. Bu sayede ölçüm sırasında antenler, 2 - 20 cm aralığında sabit ya da değişken aralıklarla hareket ederek çok hızlı şekilde bilgi toplar. Enerji transferinin iki önemli bileşeni elektrik ve manyetik sabitlerdir. Yansıyan dalgalar, sayısal olarak yeraltından yansıyan bilgilerdir. Bu şekilde birçok iz elde edilerek bir araya getirilip 2B düşey kesit olarak profil hâline getirilir. İzlerin grid aralığına bağlı olarak profiller boyunca elde edilmesi ile 2B ya da 3B yeraltı görüntüsüne ulaşılır.

GPR birçok alanda birçok uygulamaya sahiptir. Yer bilimlerinde ana kaya, toprak, yeraltı suları ve buzunu incelemek için kullanılır. Mühendislik uygulamaları, yapıların ve kaldırımların tahribatsız muayenesini (NDT), gömülü yapıları ve elektrik hatlarını tespit etmeyi ve topraklar ve kayaların incelenmesini içerir. Çevresel iyileştirmede, arkeolojik alanda

arkeolojik özellikler ve mezarlıkların haritalanmasında kullanılan GPR, düzenli dolgu alanlarını tanımlamak için kullanılır. GPR, yasadışı mezarları ve gömülü kanıtları tespit etmek için kriminal amaçlar için de kullanılır. Askeri kullanımlar mayınların, patlamamış mühimmatın ve tünellerin tespitini içerir. Yer altı madenciliği uygulamalarında bir kuyudan yapıları haritalamak için kuyu gözetleme radarları kullanılır.

GPR, yeraltında dielektrik özelliklerde değişiklikler tespit ettiğinden, iletken olmayan tesislerin yerini belirlemek son derece etkili olabilir.

2.1.2.1. Veri Toplama

GPR ölçümlerinde antenler farklı düzeneklerde veri toplamak için uyarlanabilmektedir. En yoğun kullanılanları, sabit aralıklı ölçüm ve ortak orta nokta anten düzenekleridir. Anten aralığı sabit olan düzenekte verici (Tx) ve alıcı (Rx) antenler arasındaki mesafe sabit tutulur ve hareket ettirilir. Bu düzenek bir kişi tarafından uygulanarak ölçü alınabilir. Ortak orta nokta ölçümünde ise belirlenen sabit bir orta noktanın iki tarafına yerleştirilen verici ve alıcı antenler düzenli aralıklar ile birbirlerinden uzaklaştırılır. Antenler genellikle korumalı olarak kullanılır. Aynı koruma düzeneğine konulan Tx ve Rx antenleri, yeryüzünde sürüklenerek hareket ettirilir ve yeraltından çeşitli izler toplamakta ve bu izlerin binlercesi bir araya gelerek profili oluşturmaktadır. Ölçümler, profiller boyunca belirli aralıklarla alınır. Bu izler yan yana getirilerek radagram adı verilen radar kesitleri elde edilir. Profiller bir alanda birbirine paralel olacak şekilde seçilir. Böylece geometrik bir düzenek kurulmuş olur. Sonuçlar 3B olarak görüntülenebilir (Koçaslan, 2008). GPR ölçümleri sırasında fiberglas kablolar kullanılır ve toplanan sinyaller kontrol ünitesine gönderilerek sayısallaştırılmış olur. Sayısal veriler, bilgisayar ortamında değerlendirilir. Arazi şartlarına bağlı olarak uygulama kolaylığı, çevre dostu olması, diğer jeofizik yöntemlere göre çok daha hızlı veri toplanabilmesi ve yüksek çözünürlüklü yer altı görüntülemesini yapabilmesi yöntemin en büyük avantajlarıdır. GPR yönteminin zorluğunun başında yüksek iletken bir ortamda çalışamaması ve çözünürlüğün derinlikle derecesinin azalmasıdır.

2.1.2.2. Veri İşleme

GPR yönteminde toplanan sayısal verilerin görüntü hâline getirilmesi işlemi hedefiyle veri işleme yapılır. Bu amaçla çoğunlukla daha önceden uygulanmış örnek sayısal süzgeçler kullanılır. Elde edilen veriler yalnızca sinyal değil aynı zamanda sinyalin çözünürlüğünü azaltan gürültüler de içerir, gürültülerin temizlenmesi işlemi de veri işlem dizgesi içindedir (Daniels, 2004). Gürültülerin en doğru şekilde temizlenebilmesi için süzgeçlenmesi gerekmektedir. Süzgeç algoritmaları genelde çok karışık olmaktadır. En uygun süzgeç değişkenlerini kullanarak

orijinal verinin en az hasar görmesi sağlanmalıdır. Verinin güvenliği ve kullanılabilirliği açısından yorumlamaya uygun, süzgeçleme gerekmektedir (Yalçiner vd., 2008). Çalışma sırasında veri işlem aşaması için bir ticari yazılım olan ReflexW (Sandmeier, 2003) programı kullanılmıştır.

Yeraltı yapılarının tanımlanabilmesi için elde edilecek görüntüleme haritaları, belirli zaman aralıkları ile hesaplanan yatay zaman kesitleriyle sağlanabilmektedir. Bu şekilde veri değerlendirmeleriyle yeraltındaki farklılık oluşturan yapıların yeri ve şekilleri kolaylıkla tespit edilebilmektedir (Leucci ve Negri, 2006).

Elektrik direkleri, güç hatları, metal çitler, ağaçlar, binalar gibi engelleyici ya da frekans bozucu etkenler, kırılma sinyalleri oluşturarak GPR verilerine gürültü ekleyebilir. Bu durum GPR verilerinde oluşan hiperbolların yeraltından mı yoksa yer üstünden mi olduğunu anlamanın ne kadar önemli olduğunu gösterir (Bano vd., 2000).

Çalışma alanında yapılan GPR ölçümlerinde hedeflenen derinlikler yaklaşık ilk 10 metre olup, bu derinliğe ait bilgiyi üretebilecek olan 250 MHz frekanslı anten ile ölçüler alınmıştır (Foto 6).GPR ölçümleri sonrasında elde edilen sonuçlar, 0.5 - 4.0 m arası derinlikler için elde edilmiş ve dış-iç alanlar için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu yolla derine doğru alansal değişimler gözlemlenmiştir.



Foto 6: Yer altı radarı (GPR) ölçüm düzeneği ve arazi ölçümü sırasında kullanımı

2.3.1. Yersel Lazer Tarayıcıların Genel Özellikleri

Bu çalışmada Faro Focus^{3D} X 130 marka ve modelindeki yersel lazer tarayıcı kullanılmıştır. Kümbetlerin 3B tarama verileri SCENE 5.5 yazılımıyla, nokta bulutları düzenlenerek ve birleştirmeleri yapılarak elde edilmiştir. Yöntem olarak yersel lazer tarama yöntemi kullanılmıştır (Foto 7).



Foto 7: Emir Bayındır ve Erzen Hatun kümbetlerinde 3Boyutlu Yersel Lazer tarayıcı cihazı ile ölçüm

2.3.2. Uygulama

Çalışmalar sırasında tarama çözünürlüğü 1 / 4, tarama kalitesi 4x, tarama mesafesi 20 m altında seçilmiştir. Tarama esnasında bazı istasyonlarda kümbetlerin etrafındaki ağaçların taramaya engel teşkil etmesinden dolayı kümbetlerin tamamen taranabilmesi amacıyla tarama istasyonlarında tarama mesafesi 2-30 m aralığında seçilmiştir. Tarama açısı yatayda 360 düşeyde 300'dür. Tarama süresi bütün istasyonlarda 11 dakika 15 saniyedir. Nokta taraması yanında tarayıcının fotoğraf çekme özelliğinden de yararlanılıp tarayıcı dâhilinde bulunan çözünürlüğü 70 MP olan dijital fotoğraf makinesi ile nokta renklendirmesinde kullanılmak üzere renkli fotoğraflar da çekilmiştir. Tarama çözünürlüğü arttıkça taranan noktalar arası mesafe azalmakta dolayısıyla tarama boyutu ve çözünürlük yani taranan nokta sayısı artmaktadır. Tarama süresi ise çözünürlükle doğru orantılı olarak artış göstermektedir.

2.3.3. Yersel Lazer Tarayıcı ile Yapılan Ölçmelerin Değerlendirilmesi

Tarama verileri Scene 5.5 yazılımıyla, nokta bulutları düzenlenerek ve birleştirmeleri yapılarak kümbetlerin 3B görüntüsü elde edilmiştir. Kümbetlere ait yersel lazer tarama dataları 32 GB SD hafıza kartından alınıp bilgisayar ortamında oluşturulan bir klasöre aktarılmıştır. Daha sonra Scene 5.5 yazılımında bir klasör oluşturulup ham datalar bu klasör altına **“import”** edilmiştir. Scene 5.5 yazılımı bilgisayarda çalıştırılıp sırayla **“crate a new project”**, **“please select a location”** komutları ile yeni bir proje ve konum seçilmesi istenip **“please enter name”** komutu ile proje adı girilmiştir.

Sırasıyla **“tools”**, **“options”**, **“folder”**, **“proje location”**, komutları ile proje konumu bulunup ham datalar ekrana aktarılmıştır. Datalar seçilip **“loaded”** komutu ile yazılıma yüklenmiştir.

“Polygon selector” komutuyla gereksiz noktaların ve verilerin silme işlemi her istasyon için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir (Foto 8).

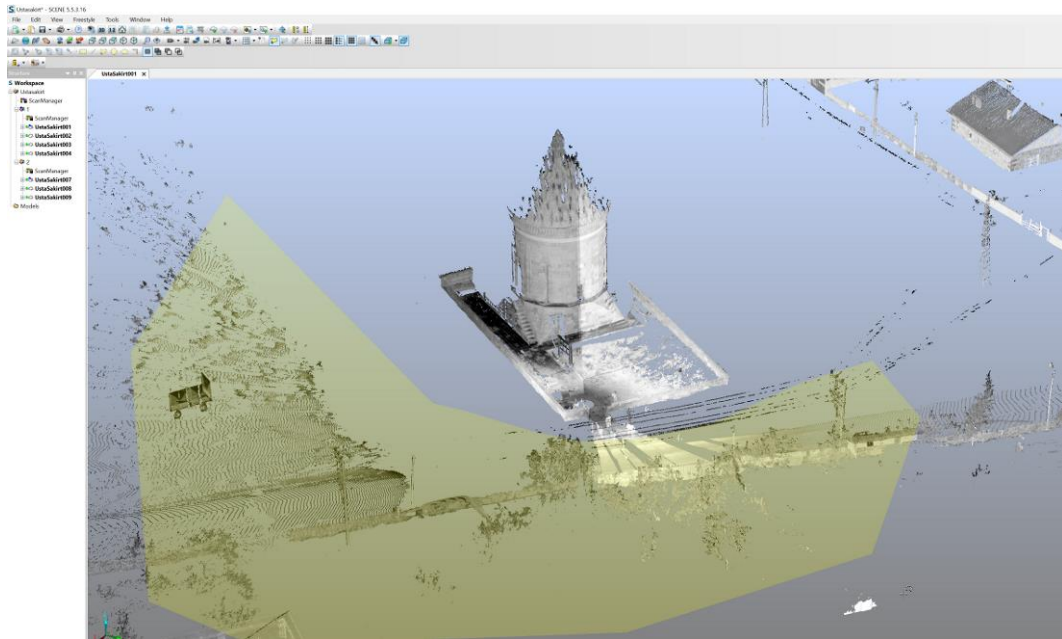


Foto 8: Gereksiz noktaların silinmesi işlemi

Farklı istasyonlardan elde edilen nokta bulutlarını birleştirmek için **“scans”**, **“operations”**, **“registration”**, **“place scans”** komutları ile bindirmeli taramalardan elde edilen ortak noktalar kullanılarak proje ekranda otomatik olarak birleştirilmiştir. Foto 9’da da görüldüğü gibi her bir tarama farklı renkte gösterilmektedir. Projenin birleştirilmesinden sonra yazılımda görünen ışığın yeşil olması durumunda projedeki nokta birleşmesi tamamen hatasız, sarı olması durumunda az hatalı, kırmızı olması durumunda ise nokta birleşmesi hatalı anlamına gelmektedir (Foto 9).

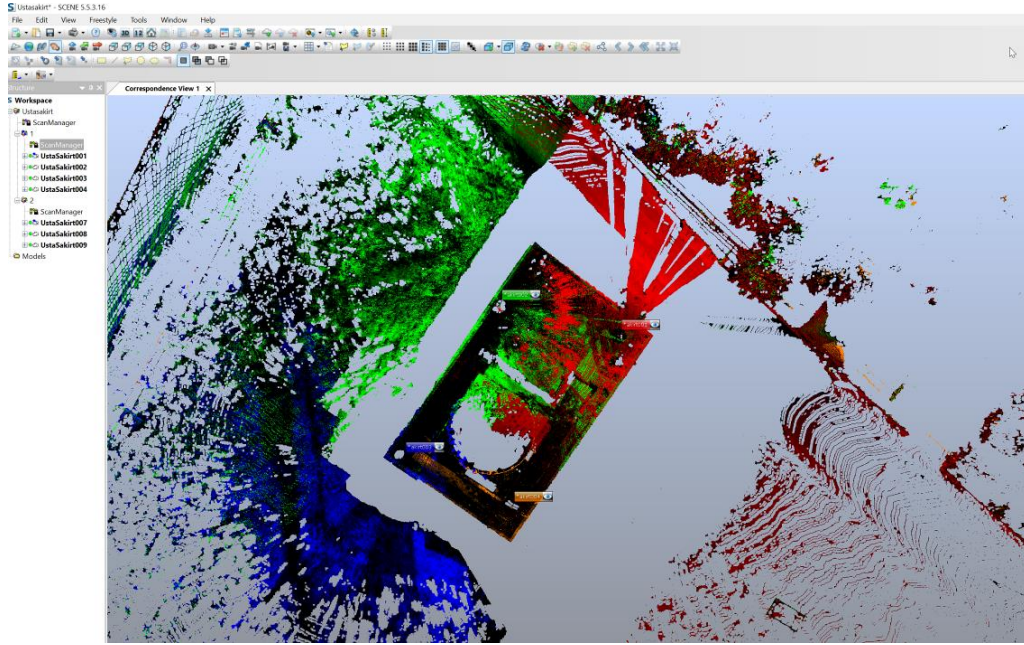


Foto 9: Farklı pozisyonlar yapılan taramalara ait renklendirme görüntüsü

Model farklı cephelerden incelenerek projede hata olup olmadığına bakılmıştır (Foto 2.10 vb.).

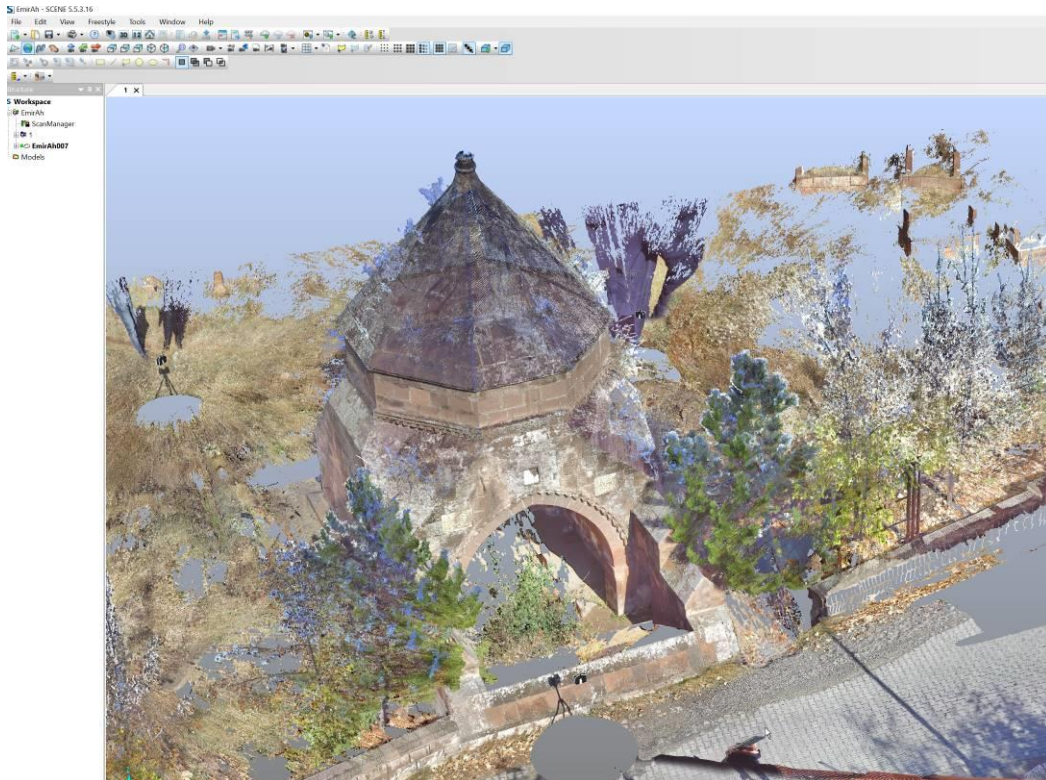


Foto 2.10(a): Modelin incelenmesi

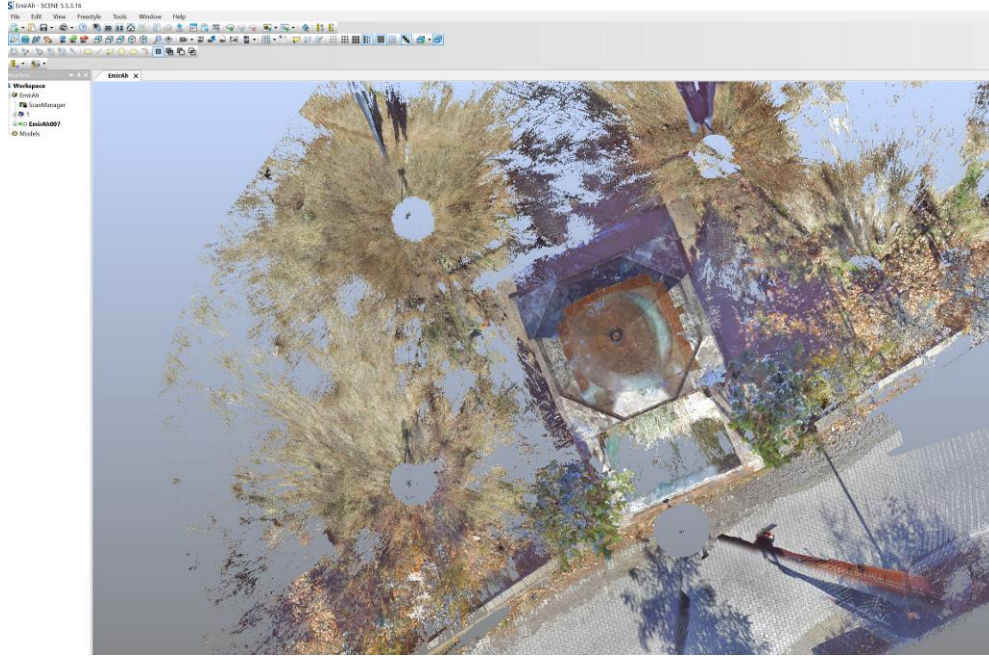


Foto 2.10(b): Modelin incelenmesi

“File”, “scan project”, “create project point cloud” komutları ile bütün datalar tamamen birbirine kilitlenerek bir bütün hâline getirilip modelin nokta bulutu oluşturulmuş (Foto 2.11) ve 3B model elde edilmiştir (Foto 2.12).

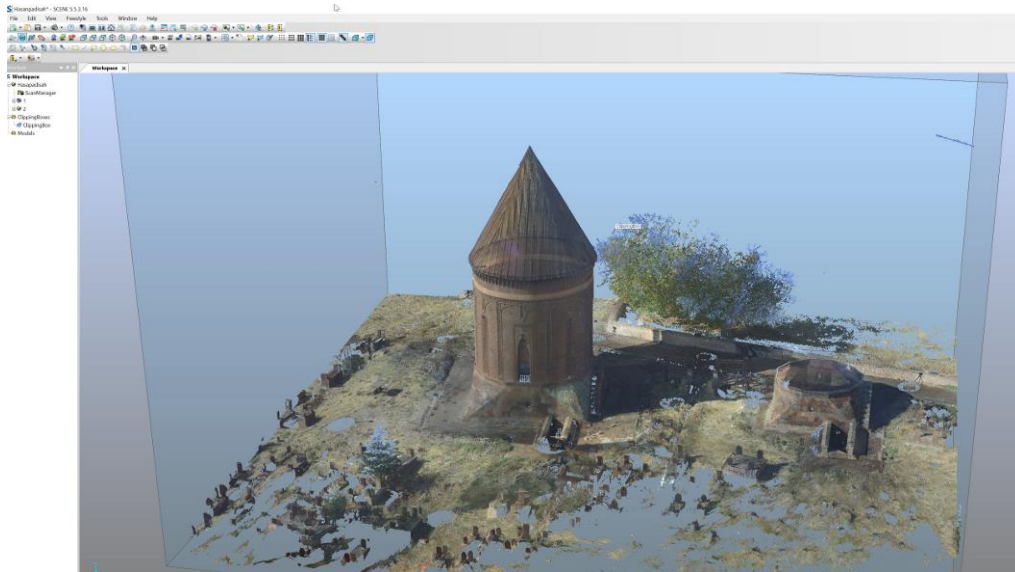


Foto 11: Kümbetin üç boyutlu modeli

Kümbetlere ait oluşturulan 3B nokta bulutu modeli (Foto 12) üzerinden tarayıcı yazılımı sayesinde elde edilen ortofotolardan bire bir ölçü alma, farklı cephelerden görüntü oluşturma, kesit görüntüleme, plan çizimi gibi işlemler yapılabilmektedir (Şekil 2). İstenildiği durumlarda 3B modelin belli bir kısmı mesela herhangi bir cephe görüntüsü farklı dosya uzantılarında kullanıcılara sunulabilmektedir.

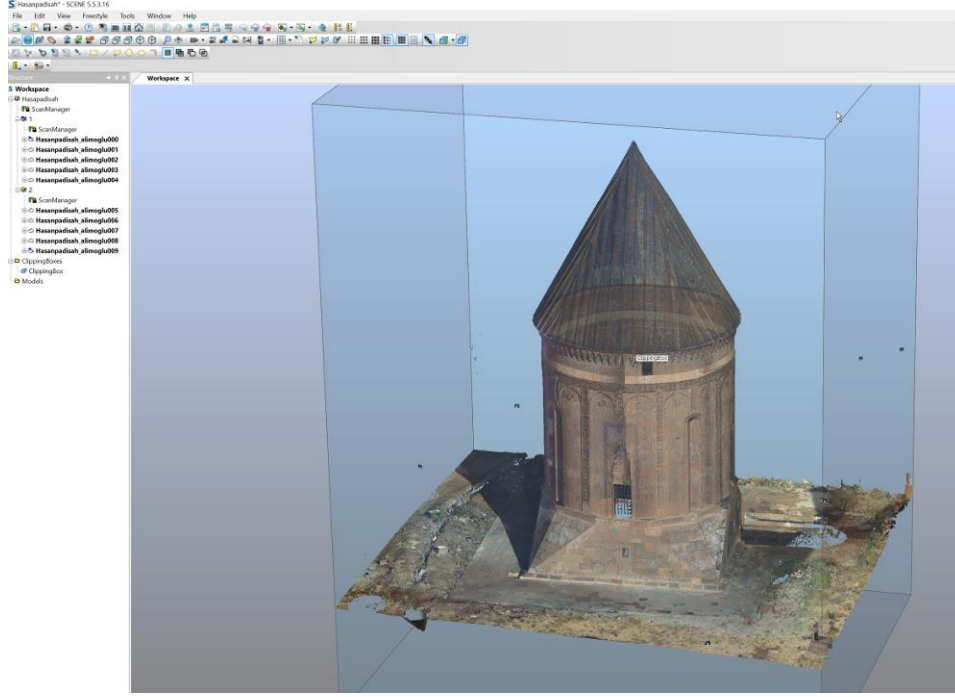


Foto 12: Kümbetin nokta bulutu görüntüsü

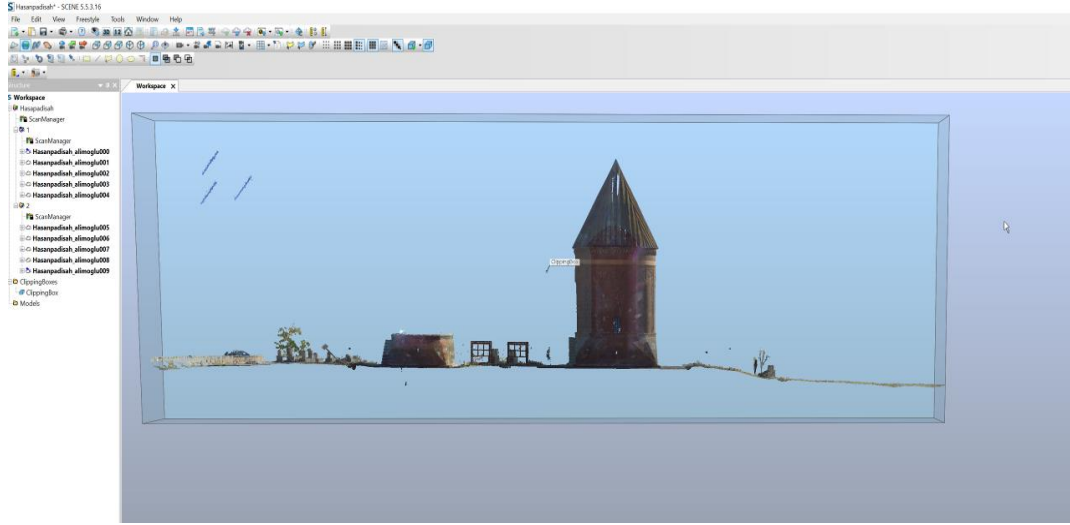


Foto 13(a): Kümbetin Ortofotodan kesit görüntüsü

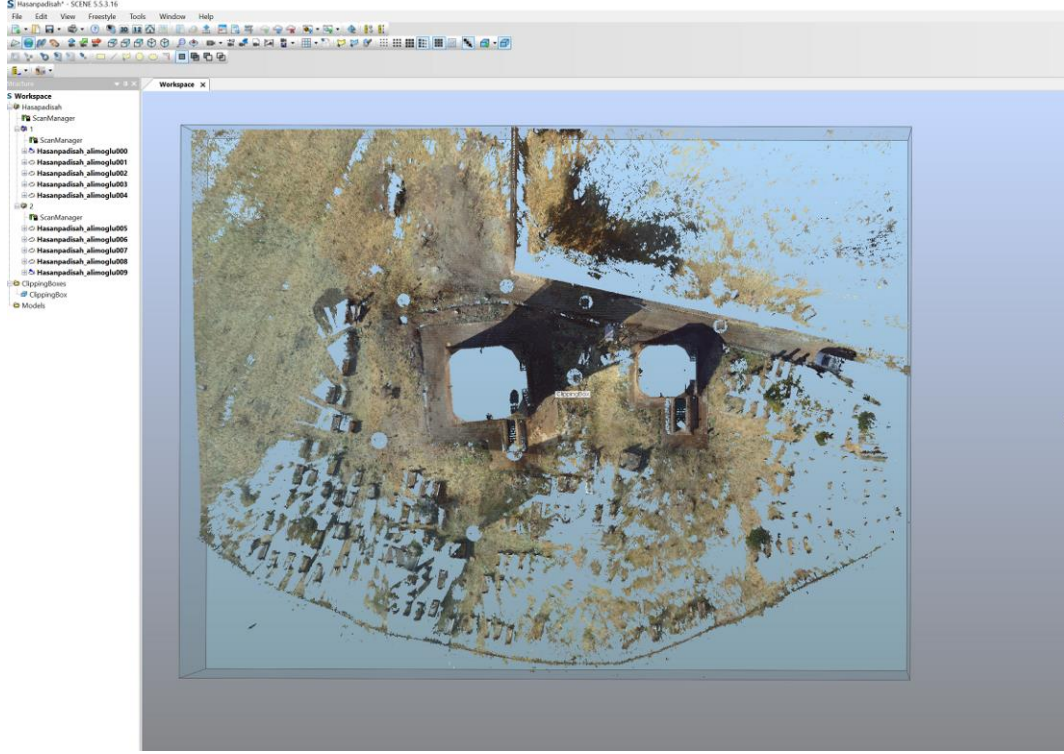
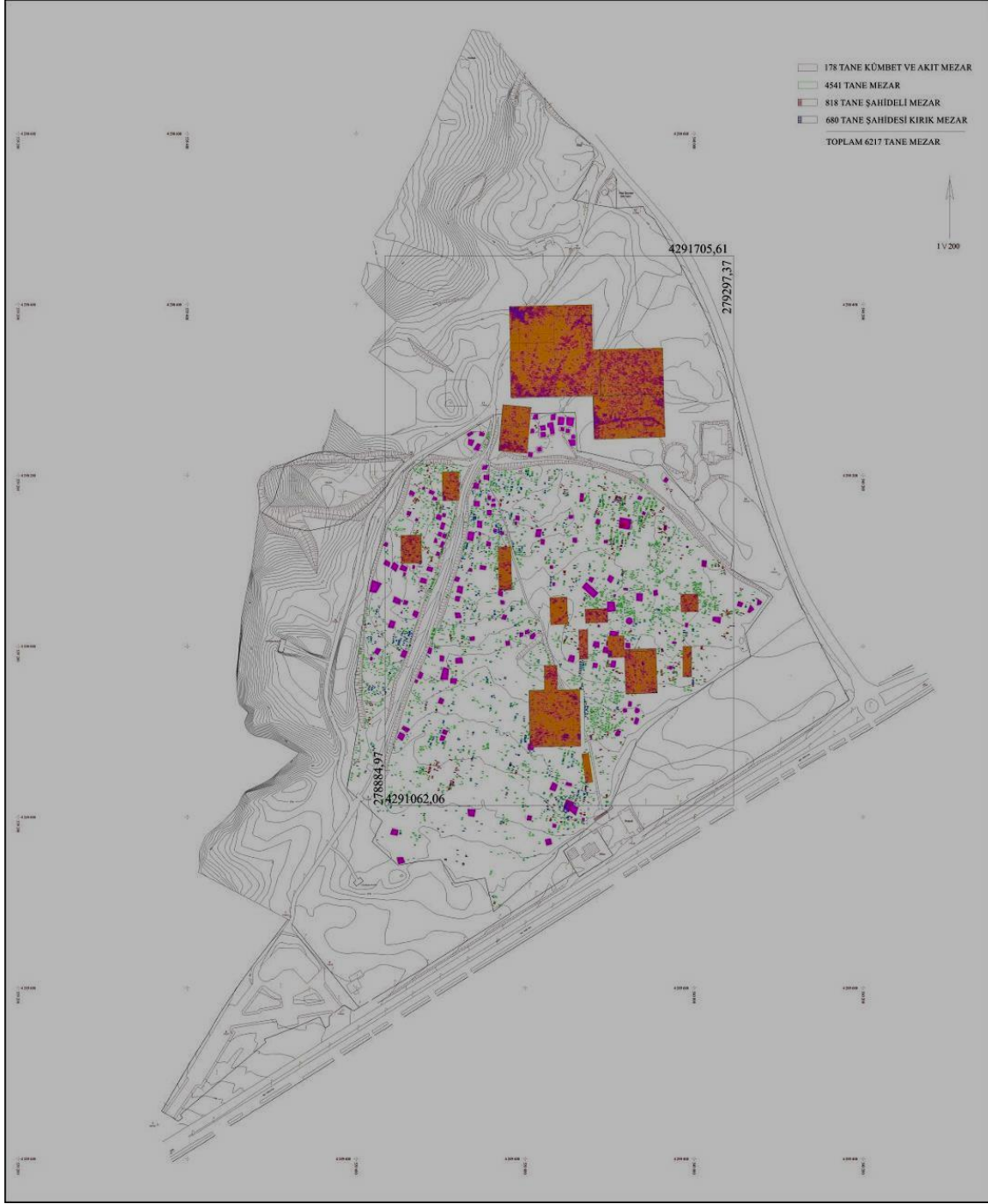


Foto 13(b): Kumbetin Ortofotodan plan görüntüsü

3. BULGULAR

3.1. Mezarlık Dış Alan Bulguları

Ahlat Selçuklu Meydan Mezarlığı'nın duvarlarla çevrili alanının dışında kalan ve Emir Bayındır Kumbeti ile mezarlık arasında kalan alanda yapılan jeofizik çalışmalara ait bulgular, manyetik ve GPR bulgularının birlikte değerlendirilmesi şeklinde ele alınmıştır. Buna göre arkeolojik bulgu derinliği olarak kabul edilen 0.5 m – 3.5 m aralığında 0.5 m aralıklarla GPR haritalaması yapılmıştır. Bu haritalamadan 2 m için elde edilen sonuçlar, Şekil 2a'da meydan mezarlığı vaziyet planı üzerinde gösterilmiştir. Aynı şekilde manyetik bulgular, Şekil 2b'de verilmiştir.



Şekil 2 (a): 2 m derinlik için yer radarı (GPR) bulgu haritası

Ölçümler, mezarlık ihata duvarının dışı ve içi olarak ayrımlanarak yapılmıştır. Mezarlık dış alanında çok geniş alanlarda ölçümler gerçekleştirilirken, iç kısımda daha dar alanlarda ölçümler yapılmak zorunda kalınmıştır. Bulgular kısmında verilen sonuçların bazıları, her bir belirti için ayrı ayrı değerlendirilebilirken bütünleştirilmiş haritalar, mevcut vaziyet ile eşleştirilebilmiştir.

Özellikle dış alanda oldukça farklı gömülü yapının olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca ölçü alanlarının genel gösteriminde T alanı olarak gösterilen alanda bir mezar yapısının varlığı tespit edilmiştir. Diğer alanlarla ilgili detaylı bilgiler, ayrı ayrı yorumlanabilir düzeyde verilebilir.

Genel anlamıyla, ilk yarım metreden sonra başlayan gömülü yapıların derinlikleri 3 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Ancak çoğunlukla 0.5-2 m derinlikleri arasında gömülü yapıların varlığı tespit edilmiştir. Var olan mezarların özellikle iç alanda tespitleri son derece net bir şekilde sağlanmıştır. Yüzeyle şahideleri bulunan ya da sandukaları belirgin olan yapıların yanı sıra gömülü yapıların birleştirilmesi ile tam bir mezarlık haritası elde etmek mümkün hâle gelmiştir.

Kümbetlerin incelenmesi çalışmaları kapsamında 14 adet kümbetin yersel lazer taramaları yapılmıştır. En az 10 noktadan yapılan taramalar sonrasında oluşturulan 3B görüntüler elde edilmiştir. Her bir cepheden oluşturulan görüntüler yardımıyla da ortofoto görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen ortofoto haritaları yardımıyla kümbetlere ait rölöve çalışmaları başlatılmıştır.

Kaynaklar

- ALYILMAZ, C. (2014a). “Çin Bilim Heyetinin Ahlat Araştırma Gezisi ve Düşündürdükleri”. *II. Uluslararası Ahlat - Avrasya Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu 25-27 Eylül 2013*, İstanbul, 108-116, ed. – yay hzl. O. Belli - V. E. Belli.
- ALYILMAZ, C. (2014b). Eski Türk Yazıtlarının Anadolu'daki Temsilcileri: Ahlat Mezar Taşları. *Kırgız Cana Karahandar Kaganattarı*, Bişkek, 27-41.
- ASLANAPA, O. (1993). *Türk Sanatı*. İstanbul.
- BANO, M., MARQUIS, G., NIVIÈRE, B., MAURIN, J.C. ve CUSHING, M. (2000). “Investigating Alluvial and Tectonic Features with Ground-Penetrating Radar and Analysing Diffraction Patterns”. *Journal of Applied Geophysics*, 43, 33-41.
- BEYGU, A. Ş. (1932). *Ahlat Kitabeleri*. İstanbul: Hamit matbaası.
- BÜYÜKSARACI, A., ARISOY, M. Ö., BEKTAŞ, Ö., KOÇAK, Ö. ve ÇAY, T. (2008). “Determination of Grave Locations in Dedemezari Necropolis Using Magnetic Field Derivatives”. *Archaeological Prospection*, 15(4), 267-283.
- CONYERS, L. B. (2004). *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*. California: Altamira Press. Walnut Creek,

- DANIELS, D. J. (2004). *Ground Penetrating Radar 2nd Edition*, Published by the IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series, London, United Kingdom.
- DAVIS, J. L. ve ANNAN, A. P. (1989). Ground-Penetrating Radar for High-Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy: Geophysical Prospecting, 37, 531-551.
- EKİNCİ, Y. L., KAYA, M. A., BAŞARAN, C., KASAPOĞLU, H., DEMİRCİ, A. ve DURGUT, C. (2012). "Geophysical Imaging Survey in the South Necropolis at the Ancient City of Parion (Kemer-Biga) Northwestern Anatolia, Turkey: Preliminary results". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 12(2), 145-157.
- EKİNCİ, Y. L., BALKAYA, Ç., ŞEREN, A., KAYA, M. A. ve LIGHTFOOT, C. (2014). "Geomagnetic and Geoelectrical Prospection for Buried Archaeological Remains on the Upper City of Amorium, a Byzantine City in Midwestern Turkey". *Journal of Geophysics and Engineering*, 11(1), 15-12.
- EKİNCİ, Y.L. ve KAYA, M.A. (2007). "Three Dimensional Resistivity Imaging of Buried Tombs at the Parion Necropolis (NW Turkey)". *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 10(2), 1-8.
- KARAMAĞARALI, B. (1992). *Ahlat Mezar Taşları*. Ankara.
- KAYA, M. A., EKİNCİ, Y. L., YİĞİT, P. ve LIGHTFOOT, C. S. (2007). "Magnetic Investigation at the Amorium Archaeological Site, Emirdağ, Afyonkarahisar, Turkey". *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 10(1), 1-7.
- KAYA, M. A., ULUGERGERLİ, E., KARLIK, G., KAYA, C., EKİNCİ, Y. L., AKÇA, İ., DOĞAN, M. ve GÜNDOĞDU, Y. (2004). "Archaeogeophysical Investigations in Ancient Assos Site (Ayvacık, Çanakkale) (DCR, VLF-EM and GEORADAR)". *The 16th International Geophysical Congress and Exhibition of Turkey*, Ankara, 7-10 December, Symposium Proceedings Book, 411-414.
- KOÇASLAN, A. (2008). *Sonlu Farklar Yöntemi ile Çok Yüksek Frekanslı Elektromanyetik Dalga Alanı Hesabı*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi.
- KÜÇÜK, K. (2009). *Mermer Sahalarından Alınabilecek Blok Boyutlarının Belirlenmesinde Yeni Bir Kayaç Kütle Sınıflama Yönteminin Geliştirilmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- LEUCCI, G. ve NEGRI, S. (2006). "Use of Ground Penetrating Radar to Map Subsurface Archaeological Features in an Urban Area". *Journal of Archaeological Science*, 33, 502-512.
- LICHTI D. D. ve GORDON S. J. (2004). "Error Propagation in Directly Georeferenced Terrestrial Laser Scanner Point Clouds for Cultural Heritage Recording", *Proceedings of FIG Working Week*, s.on CD, Athens, Greece, 22-27.
- TABAK, N. (1972). *Ahlat Türk Mimarisi*. İstanbul.
- TRAVASSOS, J. D. ve MENEZES, P. D. L. (2004). "GPR Exploration for Groundwater in a Crystalline Rock Terrain", *Journal of Applied Geophysics*, 55(3-4), 239-248.
- YALÇINER, C. Ç., BANO, M., KADIOĞLU, M., KARABACAK, V., MEGHRAOUI, M. ve ALTUNEL, E. (2008). "New Temple Discovery at the Archaeological Site of Nysa (Western Turkey) Using GPR Method". *Journal of Archaeological Science*, 36(8), 1680-1689.
- YAŞA R. (1992). *Bitlis'te Türk İskânı*. Ankara.