BİR PERİ BACASINDAKİ DEFORMASYONUN YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİ İLE BELİRLENMESİ

H.M.Yilmaz[a], F.Yildiz[b], M.yakar[b], H.Karabörk[b], M.M.Kavurmacı[c],Ö.Mutluoğlu[d],A.Göktepe[d]

[a]Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü, Aksaray ,(hmyilmaz@aksaray.edu.tr)
[b]Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü,Konya (yakar,fyildiz,hkarabork)@selcuk.edu.tr
[c]Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Aksaray (muratkavurmaci@yahoo.com)
[d]Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Harita Kadastro Programı, Konya (omutluoglu,agoktepe)@selcuk.edu.tr

ÖZET

Peri bacaları Ülkemizin doğal ve kültürel zenginliklerinden sadece birini teşkil etmekte olup Kapadokya bölgesinde bulunmaktadır. Peri bacaları tarihi ve turistik açıdan oldukça önemli bir değere sahiptirler. Coğrafi olaylar Peribacaları'nı oluştururken, tarihi süreçte, insanlar da bu peribacalarının içlerine ev yapmış, kilise oymuş, bunları fresklerle süsleyerek, binlerce yıllık medeniyetlerin izlerini günümüze taşımıştır. Bölge 60 milyon yıl önce; Erciyes, Hasandağı ve Güllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu yumuşak tabakaların milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkmıştır. Peri bacaları doğal etkenlerle oluşmakta ve yine doğal etkenlerle ömrünü tamamlamaktadırlar. Bu çalışmada Kapadokya bölgesinin batı kapısı olan Aksaray ilinin Selime kasabasında bulunan bir peri bacasındaki deformasyon araştırılmıştır. Çalışmada yersel lazer tarayıcı kullanılarak peri bacası iki periyotta üç boyutlu olarak modellenmiştir. Her iki periyotta aynı referans yüzeylerinden peri bacasının hacimleri hesaplanmıştır. Hacimler arasındaki farktan peri bacasında deformasyon olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Peri Bacası, Kadapokya, Yersel Lazer Tarama, Deformasyon

ABSTRACT

Fairy Chimneys is only a wealthiness of natural and cultural of our country and is founded in Cappadocia Region. Fairy Chimneys have a fairly important worth in point of historical and touristic. When geographic events has formed to fairy chimneys in historical periot mankind built house and church inside of fairy chimneys. Mankind decorated these church and house with fresco. Mankind reached to these days more tousend civilization. Ago 60 billion years, region has been formed from soft layes, which being constituted from lava and ash spewed out by Erciyes, Hasan Mountain and Güllü Mountain, abraded by rain and wind along billion years. Faity chimneys have been constituted and disappeared by natural effects. In this study, defprmation in a fairy chimney, which is located in Selime district of Aksaray province that is west door of cappadocia region, has been investigated. Fairy chimney has been modelled as three dimensional by terrestrial laser scanning method in two periots. Volumes of fairy chimney has been computed from the same reference surface in every periot. It was determined that deformation being or not from volume difference.

Keywords:Ffair chimney, Cappadocia, Terrestrial Laser Scanning, Deformation

1.GİRİŞ

Kapadokya bölgesi, doğa ve tarihin bütünleştiği bir yerdir. Kapadokya Bölgesi Nevşehir, Aksaray, Niğde, Kayseri ve Kırşehir illerinin kapladığı alandır. Daha dar bir alan olan kayalık Kapadokya Bölgesi ise Uçhisar, Göreme, Avanos, Ürgüp, Derinkuyu, Kaymaklı, Ihlara ve çevresinden ibarettir. Kapadokya Bölgesi'ndeki Erciyes, Hasandağı ve Göllüdağ jeolojik devirlerde aktif birer volkandı. Bu volkanla birlikte diğer çok sayıdaki volkanların püskürmeleri Üst Miyosen'de (10 milyon yıl önce) başlayıp, holosen'e (Günümüze) kadar sürmüştür. Neojen gölleri altındaki yanardağlardan çıkan lavlar, platoda, göller ve akarsular üzerinde 100-150 m kalınlığında farklı sertlikte tüf tabakasını oluşturmuştur. Bu tabakanın bünyesinde tüften başka tüffit, ignimbirit tüf, lahar, volkan külü, kil, kumtaşı ve bazalt gibi jeolojik kayaçlar bulunmaktadır. Ana volkanlardan püsküren maddelerle şekillenen plato, şiddeti daha az küçük volkanların püskürmeleriyle sürekli değişime uğramıştır (URL-1, 2008).

60 milyon yıl önce 3. Jeolojik devirde Toroslar yükseldi. Kuzeydeki Anadolu Platosu'nun sıkışmasıyla yanardağlar faaliyete geçti. Erciyes, Hasandağı ve ikisinin arasında kalan Göllüdağ, bölgeye lavlar püskürttü. Platoda biriken küller yumuşak bir tüf tabakası oluşturdu. Tüf tabakasının üzeri yer yer sert bazalttan oluşan ince bir lav tabakasıyla örtüldü. Bazalt çatlayıp parçalara ayrıldı. Yağmurlar çatlaklardan sızıp yumuşak tüfü aşındırmaya başladı. Isınan ve soğuyan hava ile rüzgârlar da oluşuma katıldı. Böylece sert bazalt kayasından şapkaları bulunan koniler oluştu. Bu değişik ve ilginç biçimli kayalara halk bir ad yakıştırdı: "Peri bacası" (URL-2, 2008).

Bölge günümüzde turizm açısından büyük bir öneme sahiptir. Dünyanın birkaç bölgesinde de görülen Peri Bacaları, hiçbir yerde Kapadokya'da olduğu kadar yoğun bir şekilde bulunmamaktadır bu yüzden dünyanın 7 harikasından biri olarak bilinir. Şapkadaki kayanın direncine bağlı olarak, peribacaları uzun veya kısa ömürlü olmaktadır. Kapadokya Bölgesi'nde erozyonun oluşturduğu peribacası tipleri; şapkalı, konili, mantar biçimli, sütunlu ve sivri kayalardır. Peri bacalarının çapları ise 1 m ile 15 m arasında değişmektedir. Çatlak Aralığının 1 m'den küçük olması veya 15 m'den büyük olması durumunda ise peri bacası gelişimi gözlenmemektedir (URL-3, 2008)

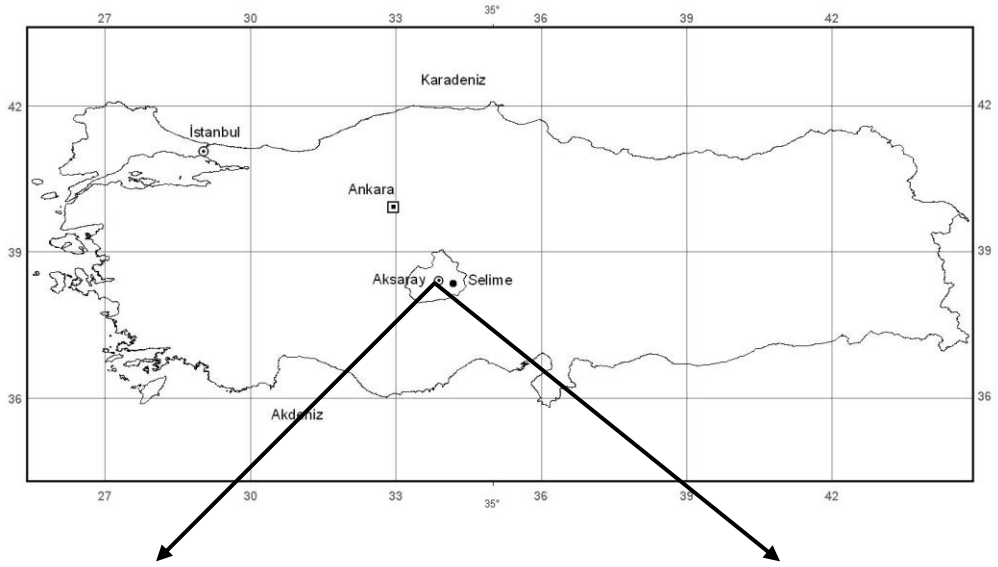
Bu çalışmada Kapadokya bölgesi içinde bulunan Aksaray ilinin Güzelyurt ilçesine bağlı Selime kasabasındaki bir peri bacasında meydana gelen aşınma miktarı Yersel Lazer Tarama teknolojisi kullanılarak araştırıldı.

2. ÇALIŞMA BÖLGESİ (Selime)

Çalışmaya konu olan peri bacası Kapadokya bölgesinin batı kısmındaki giriş kapısı olan Aksaray ilinin Güzelyurt ilçesine bağlı Selime beldesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Selime kasabası Aksaray'a 35 km. uzaklıktadır.

Eski adı Karballa, daha sonra Gelveri olan Güzelyurt, paleolitik çağdan beri insanlara yurt olmuştur. Şu andaki ilçe önemli bir neolitik (M.Ö 6500 – 5000) yerleşim merkezi üzerine kurulmuştur. Bu bölge Eti, Hitit, Pers, Kapadokya krallığı, Eski yunan, Roma, Bizans, Selçuk ve Osmanlı medeniyetlerine evsahipliği yapmıştır.

Denebilir ki; bugünkü Güzelyurt, Kapadokya bölgesi içinde – yer altı şehirleri, kaya oyma yapıları, eski Bizans stili binaları, kiliseleri, Manastır Vadisi ile – Kapadokya'nın tüm özelliklerini bir araya toplamış, tarihi ve turistlik açıdan mutlaka görülmesi gereken bir yerdir. Çalışma Selime kasabasında bulunan bir peri bacasında gerçekleştirildi.

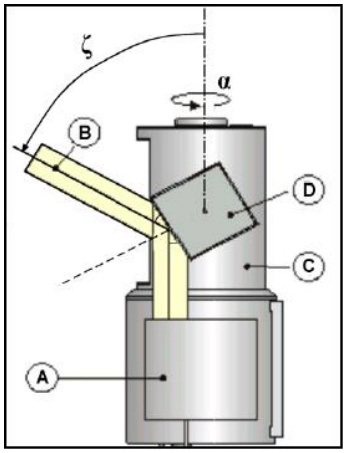


Şekil 1, Selime Kasabasının Konumu ve Çalışma Alanı

3. YERSEL LAZER TARAMA TEKNOLOJİSİ

Son yıllarda lazer tarama sistemlerinin 3D modelleme çalışmalarında kullanımı hızla artmaktadır. Bu sistemde kompleks yapıdaki objelerin modellemesi nokta kümeleri yardımı ile yapılmaktadır. Bütün nokta kümelerindeki noktalar 3D koordinatlara sahiptir. Binlerce 3D boyutlu nokta ilgili obje yüzeyinde birkaç dakikada elde edilebilmektedir. Yersel lazer tarama 3D obje modellemede oldukça yeni bir metottur. Yersel lazer tarama teknolojisinin bazı dezavantajları olmasına rağmen önemli avantajları da vardır. Bu avantajlar 3D noktaların doğrudan elde edilmesi, düzensiz yapıdaki objelerin tanımlanmasında oldukça etkili olması ve sonuçların kısa sürede elde edilmesi olarak sıralanabilir. Mesafe sınırlaması, görüntü maliyetinin yüksek olması ve objeye ait öz nitelik verilerinin elde edilememesi başlıca dezavantajlarıdır (Demir ve ark. 2004).

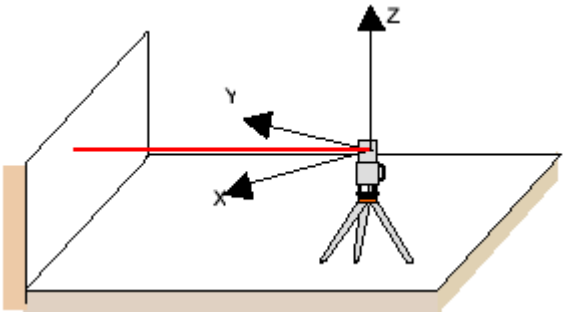
Yersel lazer tarama teknolojisinin en önemli bileşeni yersel lazer tarayıcılardır. Bir yersel lazer tarayıcı yatay ve düşey yönde dönebilen bir mekanizmaya sahiptir. Modüle edilen lazer ışını aletin elektronik biriminden çıkar ve büyük bir hızla dönen optik kısma çarpar. Bir ayna gibi hareket eden bu optik birim yüzeyindeki ışın yansıtılır ve özel bir açı (ξ) ile aletten çıkar. Lazer tarayıcı bu açıyı elde ettikten hemen sonra bir sonraki açıyı elde etmek için düşey eksen etrafında çok küçük bir açı ($\Delta\alpha$) ile döner (Şekil 2)(Vozikis ve ark. 2004). Bu işlem periyodik olarak tarama işlemi bitene kadar devam eder. Bu taramalar esnasında büyük bir noktalar kümesi elde edilir ve bu noktalar kümesindeki her bir nokta kutupsal koordinatlarla (ξ, α ve r – objeye ile tarayıcı arasında ölçülen mesafe) tanımlanır.



Şekil 2, Yersel Lazer Tarayıcının Genel Yapısı

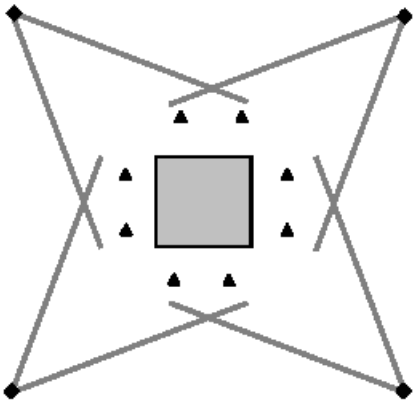
Bugün yersel lazer tarayıcılar için en popüler mesafe ölçme sistemi "time of flight" prensibidir. Ölçülen mesafe doğruluğu birkaç mm'dir.

Bu teknolojide kullanılan yersel lazer tarayıcı birkaç saniyede binlerce noktayı elde edebilen motorize bir total station olarak dikkate alınabilir. Lazer tarayıcı çalıştırıldığında ölçülen noktalar dahili bir koordinat sisteminde koordinatlandırılır (Şekil 3) (Bornaz ve ark. 2004). Bu koordinat sistemi bir kutupsal koordinat sistemidir. Kontrol noktaları yardımıyla bu koordinatlar istenilen bir koordinat sistemine dönüştürülebilmektedir.



Şekil 3, Bir Yersel Lazer Tarayıcının Dahili Koordinat Sistemi

Obje, yüzeyinin tam olarak taranabilmesi için genellikle farklı noktalardan taranır (Şekil 4) (Impeyong ve Choi 2004). Bu durumda taramalarda obje köşelerinde bindirme olmasına dikkat edilmelidir. Bu işlem faklı noktalardan taranan obje yüzeylerinin hassas bir şekilde birleştirilmesi için gereklidir. Tarayıcının konumlandırıldığı noktaların koordinatları jeodezik ölçmelerle belirlenir. Obje noktalarının doğrudan koordinatlandırılmaları gerektiğinde tarayıcının her konumuna karşılık gelen yöneltme açılarının ve koordinatlarının bilinmesi gerekir. Ölçülen noktaların koordinatlarının doğruluğu tarayıcının konum ve yöneltme elemanlarının doğruluğuna oldukça bağlıdır. Ayrıca doğruluk yansıyan lazer ışınlarının yoğunluğuna da bağlıdır. Obje yüzeyinin özelliği ve ışının yüzeye gidiş açısı da önemli bir etkendir.
Tarayıcının konum ve yöneltmeleri bilinmiyorsa bunların yer kontrol noktaları yardımı ile dolaylı olarak hesaplanması gerekir. Yer kontrol noktaları olarak genellikle geri yansıtmalı işaretler kullanılır ve bunlar çok yüksek kontrastlı ve tek parça olduklarından görüntü üzerinde otomatik olarak bulunabilir. Her bir taramanın 6 yöneltme parametresinin hesaplanması için her bir taramada en az 3 yer kontrol noktasına ihtiyaç vardır. Farklı taramaların nokta kümelerini birleştirmek için bağlantı noktalarına ihtiyaç vardır. Genellikle bunlar da geri yansıtmalı işaretlerdir (koordinatları bilinmez) ve değerlendirme işlemi sırasında sistem tarafından otomatik olarak bulunurlar.



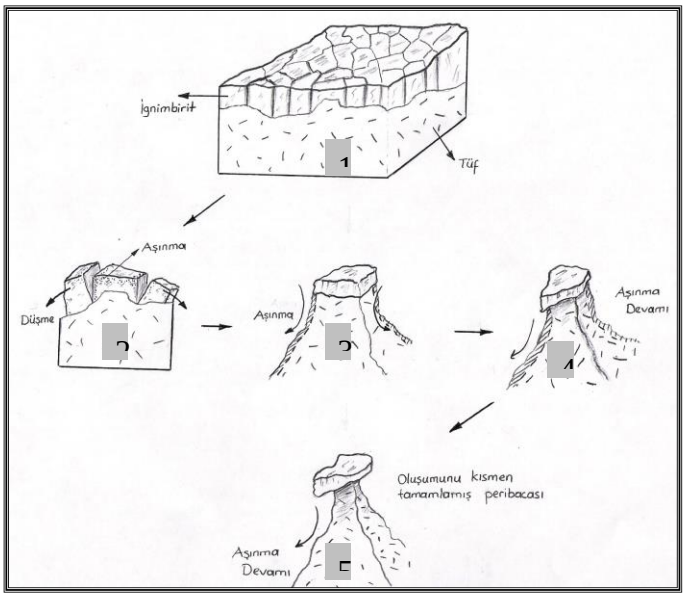
◆ Lazer tarayıcı istasyonları ▲ Yer kontrol noktaları
Şekil 4, Lazer Tarayıcı ve Yer Kontrol Noktalarının Konumu

4. ÇALIMA ALANININ JEOLOJİK YAPISI

Çalışma alanı ve çevresinde bölgesel olarak gözlemlenen kayaçlar, Orta Anadolu Masifi adı altında tanımlaması yapılan jeolojik birim içerisinde yer alırlar. Çalışma alanının litostratigrafi birimlerini Selime tüfleri, Kızılkaya ignimbiriti ve alüvyon oluşturur.

Selime tüfü muhtemelen, volkanizma sonucu ortaya çıkan proklastik malzemelerin gölsel bir havzada çökelmesi sonucu oluşmuşlardır. Topoğrafya da mesa şekilli düzlükler oluşturmasıyla karakteristik olan ignimbiritlerin içerisinde genel olarak her yönde soğumaya bağlı olarak gelişen kırık ve çatlakların varlığı ve yamaç eğiminin dik oluşu inceleme alanında çok sayıda kaya düşmesine neden olmuştur. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar inceleme alanında, Melendiz çayı ve çevresinde, tutturulmamış çakıl, kil, kum ve toprak şeklinde gözlenmektedir. Güncel oluşuklar ise, yüksek tepelerin yamaçlarında ve eteklerinde toplanmış olan değişik boyutlu çakıllar ile temsil edilmektedir (Güncüoglu ve ark. 1991, 1992).

Bir peri bacasının oluşumu şematik olarak Şekil 5'de görülmektedir. Birinci aşamada tüf üstü ignimbiritler, ikinci aşamada doğal etkenler nedeniyle oluşan aşınmalar sonucunda düşmeler, üçüncü ve dördüncü aşamada aşınmanın devam ettiği ve son aşamada oluşumunu kısmen tamamlamış bir peri bacası görülmektedir.



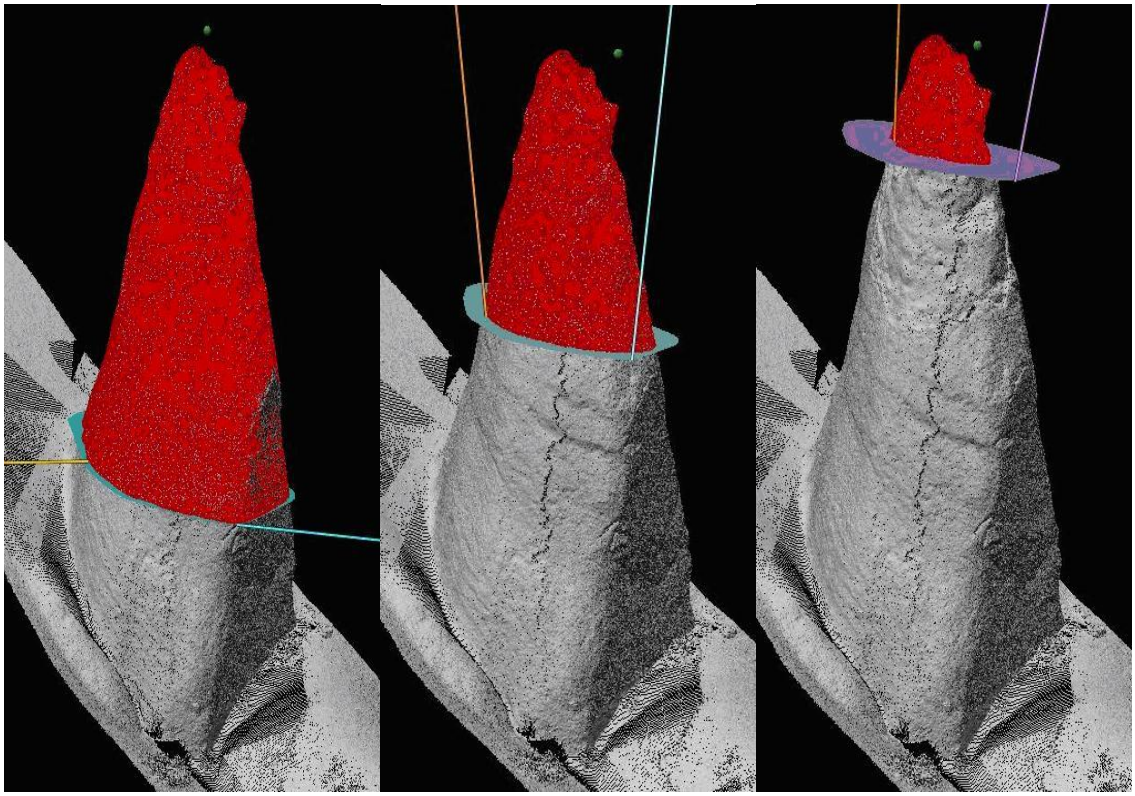
Şekil 5, Bir peri bacasının oluşunun şematik görünümü

5. UYGULAMA

Uygulama için seçilen peri bacası Optech yersel lazer tarayıcı ile 2007 yılının Mayıs ve Ekim aylarında 1cm tarama aralıklarında taranmıştır. Taramalarda elde edilen veriler Polyworks yazılımında değerlendirilmiştir. Elde edilen nokta bulutları bağlama noktaları yardımıyla birleştirilmiştir. Kullanılan kontrol noktaları yardımıyla arazide tesis edilen yerel koordinat sistemine dönüşüm yapılmıştır. Her iki periyotta aynı referans yüksekliklerinden peri bacasının hacimleri hesaplanmıştır. Hacim farklarından peri bacasında aşınmanın olup olmadığı araştırılmıştır. Yersel lazer tarama sonucunda peri bacasının elde edilen nokta bulutundan oluşan üç boyutlu modeli ve hacim hesaplarında kullanılan referans yüzeyleri Şekil 6 'da görülmektedir. Her iki periyottada beş referans yüzeyinden peri bacasının hacimleri hesaplandı. Elde edilen hacim değerleri ve periyotlar arasındaki farklar Tablo 1'de verilmiştir.

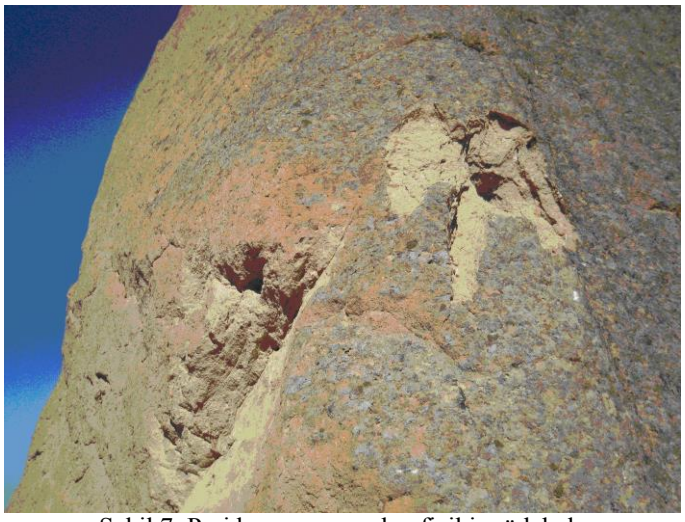
Mayıs/Ekim 2007	PERİ BACASI		
	HACİM (m^3)		
Periyot/Referans Yüzeyi	**Periyot I**	**Periyot II**	**Fark (cm^3)**
RY 1	296,592821	296.423659	169.162
RY 2	196,630512	196.470160	160.352
RY 3	125,80935	125.649229	160.121
RY 4	22,368755	22.368646	109
RY 5	0,109745	0.109739	6

Tablo 1, Peri bacasında hesaplanan hacimler



Şekil 6, Peri bacasına ait üç boyutlu nokta bulutu ve referans yüzeyleri

Tabloda ilk referans yüzeyinde iki periyot arasındaki hacim farklarının yüksek olduğu görülmektedir. Arazide yapılan çalışma esnasında bu peri bacasında bu sürede fiziki müdahalelerin yapılmış olduğu gözlemlendi (Şekil 7).



Şekil 7, Peri bacasına yapılan fiziki müdahale

6.SONUÇLAR

Peri bacaları ülkemizin sahip olduğu en önemli tarihi ve kültürel değerlerden biridir. Bulundukları bölgeler tarihi, turistik ve ekonomik katkılar sağlamaktadırlar. Peri bacaları uzun yıllar önce doğal olaylarla oluşmuşlardır. Canlılara benzer bir şekilde doğal etkenler nedeniyle oluşmakta, gelişmekte ve bir süre sonra da yok olmaktadırlar. Peri bacaları bulundukları yerde zamanla jeolojik yapıya bağlı olarak yağış, rüzgar, nem gibi doğal olayların etkisiyle meydana gelen aşınmalar oluşmakta ve yine bu doğal etkenler ve bazen de yapılan fiziki müdahalelerle yok olmaktadır. Bu çalışmada bir peri bacasındaki aşınma altı aylık bir zamanda aşınma olup olmadığı yersel lazer tarama teknolojisi ile araştırıldı. Yersel lazer tarama teknolojisi mm seviyesinde doğrulukla üç boyutlu noktalar üreten bir teknolojidir. Peri bacası 1 cm yatay ve düşey aralıklarla farklı zamanlarda tarandı. Hacim farklarından peri bacasında aşınmanın olup olmadığı araştırıldı. Yapılan çalışma sonucunda peri bacasında kısmi bir aşınmanın olduğu ancak bu aşınmaya peri bacasına yapılan fiziki müdahalenin sebep olduğu tespit edildi. Peri bacalarındaki muhtemel aşınmanın daha sağlıklı bir şekilde tespit edilebilmesi için daha fazla periyotta ölçülerin yapılması ve varsa aşınma miktarlarının meteorolojik verilerle ilişkilendirilmesi doğal etkenlerin peri bacalarının oluşması ve bir anlamda da yok olması hakkında daha doğru ve bilimsel sonuçlar verecektir. Ayrıca üç boyutlu koordinatları bilinen binlerce noktayı kısa sürede ve mm hassasiyetinde elde edebilen lazer tarama teknolojisi peri bacası gibi düzensiz yüzeylere sahip objelerin üç boyutlu modellerinin elde edilmesinde ve buna bağlı işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılabilecek en uygun yöntemlerden biri olarak değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen “Kapadokya (Selime-Aksaray) Bölgesindeki Doğal Sit Alanındaki Değişimlerin Yersel Lazer Tarama Teknoloji Kullanılarak Üç Boyutlu Modelleme İle Belirlenmesi” isimli ve 106M057 nolu araştırma projesi kapsamında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] BORNAZ, L., RINAUDO, F., 2004. Terrestrial Laser Scanner Data. processing. Proceedings of XX ISPRS Congress, 12-23 July. 2004, Istanbul, Turkey,

[2] DEMİR N., BAYRAM B., ALKİS Z., HELVACI C., ÇETİN I., VOGTLE. T., RINGLE K., STEINLE E, 2004, “Laser Scanning for Terrestrial Photogrammetry, Alternative System or Combined with Traditional System?”, XX. ISPRS Symposium, Commission V, WG V/2, 12-21 July, İstanbul.

[3] FRÖHLICH, C., METTENLEITER, M., 2004, "Terrestrıal Laser Scannıng –New Perspectıves In 3d Surveyıng", International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI-8/W2,

[4]GÖNCÜOĞLU, CM., TOPRAK, V., KUŞÇU, L, ERLER, A., VE OLGUN, E., 1991 Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi Bölüm 1: Güney kesim: Türkiye Petrolleri Anonim Şerketi Rapor No: 2909, 140 s.

[5] GÖNCÜOĞLU, C.M., ERLER, A., TOPRAK, V., YALINIZ, K, OLGUN, E., VE ROJAY, B., 1992, Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 2: Orta kesim: Türkiye Petrolleri Anonim Şirketi Rapor No: 3155,76 s.

[6] IMPYEONG, L., YUNSOO, C., 2004, "Fusion of Terrestrial Laser Scanner Data and Images for Building Reconstructions", ISPRS xx. Symposium, Com. V., WG V/4, 12-23 July 2004, İstanbul.

[7] SHULZ, T., INGESAND, H., 2004, "Terrestrial Laser Scanning- Investigations and Applications for High Precision Scanning", FIG Working Week 2004, Athens, Greece.

[8] VOZIKIS, G., HARING, A. VOZIKIS, E., AND KRAUS, K., 2004, "Laser Scanning: A New Method for Recording and Documentation in Archaeology", FIG Working Week 2004, Athens, Greece.

[9] URL-1, 2008 (http://www.avanosevi.com/tr/kapadokya.html)

[10] URL-2, 2008 (http://tr.wikipedia.org/wiki/Kapadokya).

[11] URL-3, 2008 (http://www.avanosum.com/peribacalari.asp)