

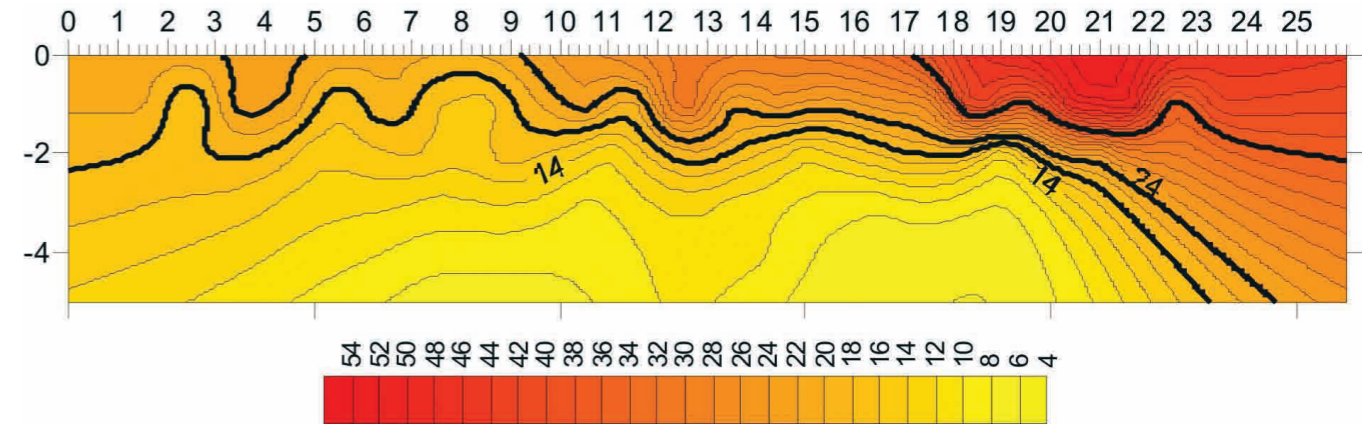
USING THE GEOPHYSICAL METHODS FOR HISTORICAL BUILDING BEFORE RESTORATION

ABSTRACT

Resent days it is possible to know the shape or structural features about historical building such as bridge, tower, bath, place of worship, madrasah, alms house, water way etc. and their structural shapes such as wall, column, floor, beam etc. before restoring these building by using Geophysical methods. At the same time we could know the geotechnical parameters of the place where these buildings were built as well.

This work gives some information about some real historical building (Edirne Uzunköprü, II. Bayazıt Hamamı, Gayrettepe su yolu, Amasya Terziköy antik Roma hamamı, Boyabat Kalesi) using the geophysical methods (seismic, electricity, GPR, magnetic) and researching technics (tomography, 2D, and 3D, inverse resolution).

The geophysical methods gives some economical and faster important information for protection, restoring, repairing, resquing of the historical building for their deflation, cracking, reversing, decomposing, stability, static, strain, collpsing, earthquake effects and environmental effects etc.



Resim 3: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü ayaklarının oturduğu temelden Jeoelektrik kesit.

Genelde bu tip yapıların temelleri taş duvarlar ve kiremitten örülmüş kemerli yapılardır. Tarihi yapıların temelleri genelde ana kayaya oturtulmuştur (Süleymaniye camii). Bazen de dolgu üzerine inşa edilmişlerdir (Eminönü Yeni Camii) (Resim 3).

Yapı malzemeleri taş tuğla ahşap ve toprak (kerpiç) olarak kullanılmaktadır. Esas malzeme taştır. Diğer malzemeler ise genellikle kubbelerde bağlantı noktalarında ve yapı içi ayrıntılarda kullanılmıştır. Tuğla taştan sonra en önemli malzemelerdendir. Selçuklu döneminde önemi çok daha fazladır. Büyük yapılarda birçok kullanım alanı vardır. Kubbeler ve minareler genellikle tuğladan yapılır. Ayrıca kemer gibi kubbeye yardımcı örtü elemanlarından ana malzeme tuğladır. Ahşap ve kerpiç büyük ve görkemli yapılarda pek kullanılmaz.

Yapı Jeofiziği, binanın duvar, kolon, tavan, döşeme, temel v.s. gibi yüzeylerini ve bina temellerinin oturduğu yer altı yapısındaki özellikleri inceler.

Yapıları oluşturan ana unsurlardan duvarlar moloz ve kesme taştan yapılır. Ekseriya çamur veya kireç harcı kullanılmıştır. Özellikle Selçuklu dönemi yapılarda (dini yapılarda) sütunlar büyük yere ve öneme sahiptir. Köprüler genelde tek göz köprü ve düz köprü olmak üzere iki türde inşa edilmiştir. Tek göz köprüler bir büyük sivri kemere, bazen onun bir veya iki yanına dekoratif amaçlı olarak yerleştirilmiş bir veya birkaç küçük

kemere sahiptir. Düz köprüler ise bir birine eşit büyüklükte birçok küçük kemere sahiptir. Düz köprüler ise bir birine eşit büyüklükte birçok kemere sahiptir (Resim 4). Genellikle geniş nehirler üzerine inşa edilmişlerdir. Köprüler genellikle yontma veya kesme taştan yapılmış, tek göz köprülerin çoğunluğunda küçük kemerler kesme tuğlayla çerçeveslenmiştir.

Tarihi yapılarda gözlenen önemli yapısal hasarlar (deprem, yangın dışında) zemin oturmalarına bağlı gelişen dikeye yakın çatlamlar veya yarılmalar (Patronu Halil Hamamı-II. Bayazıt Hamamı), depremlerle ilgili deformasyonlar (Fatih Camii, Ayasofya), şehir altyapı sistemlerinden (temiz ve pis su şebekelerinden sızmalar), tarihi yapıların çevrelerinde yapılan yeni yapılaşmaların oluşturduğu zemin sorunlarıdır.

Tarihi Yapıların Restorasyonlarında Jeofizik Yöntemlerin Kullanılması Metodolojisi

Yrd. Doç. Dr. FETHİ AHMET YÜKSEL*

GİRİŞ

Taşınmaz kültür varlıklarımızdan olan tarihi yapılar taş, tuğla, kerpiç, ahşap gibi yapı malzemelerinden yapılmış yığma yapılardır. Yığma yapılar yapay geç ve doğal taşların bir harç kullanılarak bağlanmasıyla oluşturulan taşıyıcı yapı öğeleridir ve bu tür yapılara kargir denir. Kargir duvarlar, düşey yük taşıyan ve taş ve tuğladan oluşan karma yapı bileşenleridir. Bu yapıların yük altında davranış ve dayanımları harç ve yapı gerecinin özelliklerine bağlıdır (Ercan, 2003). Kâgir yapılar yatay deprem yüklerine karşı çok zayıftır. Depreme dayanıklılık tuğla ile harç arasındaki aderans'a bağlıdır. Çünkü yatay yükler altında doğan kesme yükleri ve kayma gerilmeleri tuğla harç yapışmasının bozulmasına ve yapının yıkılmasına yol açar (Akman, 1987) (Resim1, 2).



Resim 1: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü kemerlerinden birinde deformasyon .



Resim 2: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü Kemer ayağındaki deformasyon.

Resim 4: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü ayaklarında Jeofizik (Jeoelektrik) ölçmeler.

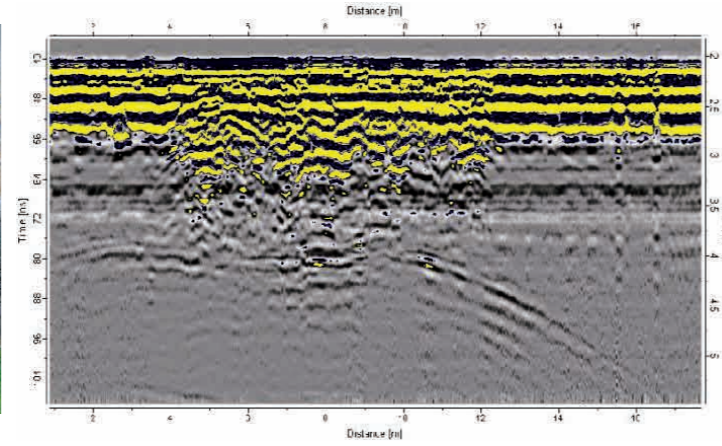


*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Avcılar-İstanbul, fayuksel@istanbul.edu.tr

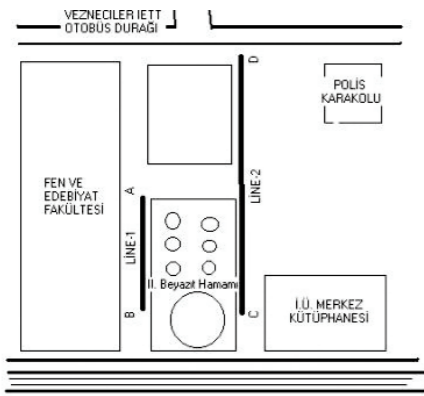




Resim 5, Edirne-Uzunköprü ilçesi Uzunköprüde GPR etüdü.



Resim 6, Edirne-Uzunköprü ilçesi Uzunköprü GPR radargramı.



Resim 7: II. Beyazıt Hamamı temel etüdü Sismik araştırması



Resim 8: İstanbul, Laleli II. Beyazıt Hamamı (Patronuhalil Hamamı) restorasyonu.

Yapılarda uygulanan jeofizik yöntemler

Yapı Jeofiziği, binanın duvar, kolon, tavan, döşeme, temel v.s. gibi yüzeylerini ve bina temellerinin oturduğu yer altı yapısındaki özellikleri inceler (Kurtuluş ve

Bozkurt, 2007).

Hasar görmüş (deprem, yangın) veya yıpranmış (hava kirliliği, asit yağmurları, aşırı donma çözülme) tarihi yapıların

onarılması, korunması, kurtarılması amacıyla tarihi yapının kondurulduğu alanının yer altı yapılarının ve bunların mühendislik özelliklerinin ortaya çıkar-

ılması ve yapıların bu özelliklere göre restorasyon projelerinin hazırlanması gerekir. Bu amaç için jeolojik, jeofizik ve jeoteknik yöntemler uygulanır. Yer altı araştırması için sismoloji, sismik (kırılma ve yansıma), elektriksel özdirenç, elektromanyetik,

manyetik, doğal gerilim, kuyu jeofiziği (sonic, özdirenç, gamma ışını, yoğunluk, nötron, SP, sıcaklık logları), sonik tomografisi, radar (GPR) tomografisi gibi jeofizik yöntemler uygulanır (Resim 5, 6, 7). Yapılarda tahribatsız olarak

jeofizik (sismik, GPR, Elektrik, SP, Ultrasonik) yöntemler kullanılarak duvarda çatlak, kırık ve ezilme yerlerinin belirlenmesi, sıva ve taş kaplama kalınlığının hesaplanması, taşa bozuşma, temellerin rutubetliliği ve harç özellikleri belirlenir (Resim 9, 10).



Resim 9: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü Ağır tonajlı araçlardan oluşan deformasyonlar.



Resim 10: Süpürgeçiler Hanı, Laleli İstanbul

Tarihi Yapıların Durumunu Belirlemede Jeofizik ve Hasarsız Yöntemlerin Kullanılması

Duvarda kullanılan gereçlerin taş, tuğla ve harcın basınç dayanımları E elastisite değerlerinden bulunur. E elastisite ise duvar üzerinden yapılan küçük ölçekli jeofizik (sismik kırılma) ölçümlerle, V_p ve V_s hızlarının belirlenmesiyle bulunur (Resim 11, 12).

Taşa, TS-1979 'a göre, Poisson Oranı (σ) 0.15-0.17 alınabilir. Taşın, türüne göre, ortalama yoğunluğu 2.2-3.3 gr/cm³ arasındadır. Tuğla ise kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı ya da birlikte yoğrulup kalıba dökülüp, ocaklarda pişirilmesiyle elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir gereçtir. Genellikle tarihi yapılarda dolu tuğla (porozite oranı < % 15) kullanılmaktadır. Tuğlalarda Poisson oranı, boşluk oranına göre 0.18 (dolu) değişir. Tuğlalar düşey



Resim 11: Edirne, Uzunköprü ilçesi Uzunköprü Kemerli yan duvarında yapılan sismik etüt

basıncılara göre çalışırlar. Harç ise bağlayıcısı kireç, ince kum, tuğla kırıntısı ve su ile karıştırılmış yapıştırıcı karışımdır. Bağlayıcısı

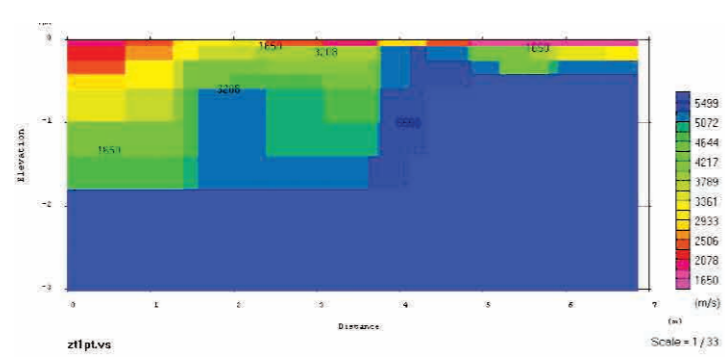
kireç olana horasan denir. Kuvars, kireçtaşı kumu kullanılan karışımlarla oluşan harçların birim hacim ağırlığı $\gamma_n \geq 1.5$ gr/cm³ tür. Harç-



larda hava boşluğu yüksek olup, iyi yerleşmişlerde %5'in üzerindedir. Harçların Poisson oranı taşıyan yükler altında 0.2, kırılmaya yakın ise 1 gibi alınır (Ercan, 2003).

Jeofizik ve Uzaktan algılama yöntemleri (İnsar, Sar, uydu görüntüleri) kullanılarak uzun köprüler, büyük yapılar (dini yapı kompleksleri, anıtiyatrolar, kervansaraylar, kale surları, su bentleri, göletler), yollar (roma taş yolları), kuleler gibi taşınmaz kültür varlıklarının zaman içindeki düşey ve yatay deformasyonları belirlenebilmektedir (Resim 13, 14, 15).

Su, çamur ve heyelan altında



Resim 12: Uzunköprü kemer yan duvarına ait Sismik kırılma kesiti.

kalan yerleşim ve yapıların yerlerinin ve konumlarının belirlenmesinde, eski demiryolu, maden galerisi, gömülü su tünelleri ve sarnıçlar, gizli kale tünelleri veya

mekanlarının ortaya çıkarılmasında da jeofizik yöntemler (sismik yansıma, GPR, manyetik, gravite, jeoelektrik) sıkça kullanılmaktadır (Resim 16, 17, 18).



Resim 13: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü kemerlerinden birinde oluşan deformasyon



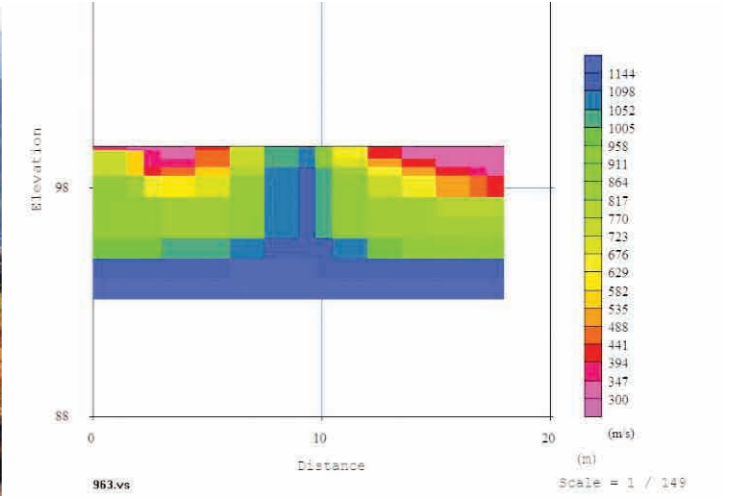
Resim 14: Edirne Uzunköprü ilçesi Uzunköprü ayaklarında deformasyon



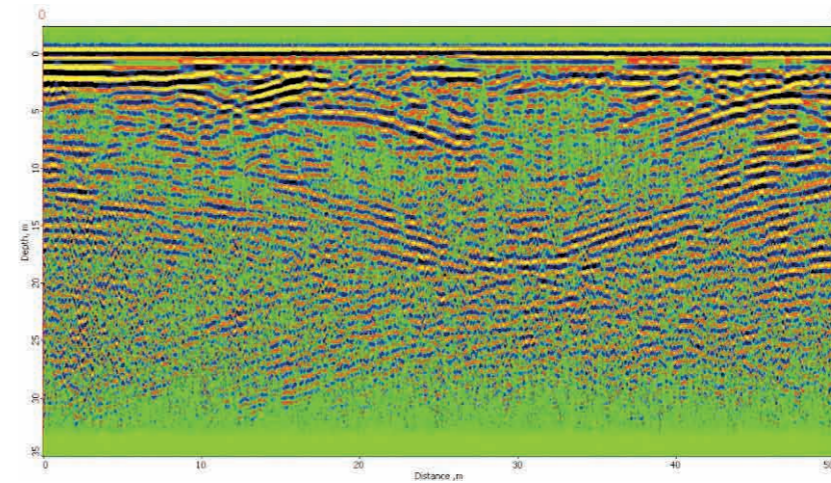
Resim 15: Edirne Uzunköprü de Ergene üzerine inşa edilmiş 1200 m. uzunluğundaki Uzunköprü.



Resim 16: Sinop Boyabat Kalesi sismik kırılma etüdü



Resim 17: Sinop, Boyabat Kalesi tunel etüdü, Sismik kesiti



Resim 18: İstanbul Gayrettepe Eski Taksim su yolu galerisi GPR radargramı.

SONUÇ

Jeofizik yöntemlerin tarihsel yapıların incelenmesinde kullanılması son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Binalar son derece ileri teknolojik aletler

kullanılarak ekonomik, hızlı ve tahribatsız olarak incelenmektedir. Taşınmaz kültür varlıklarımızdan olan tarihi ve arkeolojik yapıların restorasyonu, korun-

ması ve kurtarılmasında modern yöntemlerden olan jeofizik yöntemlerin kullanılmasıyla yapıların durumu daha doğru belirlenebilmektedir.

REFERANSLAR

- Akman, M. S., 1987, yapı malzemeleri.. İTÜ Kütüphanesi, sayı 1336, 162s.
 Ercan, A., 2003, yapı inceleme yöntemleri. Birsan yayınevi, 181s.
 Kurtuluş, C. ve Bozkurt, A., 2007, Jeofizik yöntemlerle yer ve yapı incelemeleri. 336s., İzmit.
 TSE-11979, TS705 Fabrika Tuğlaları. TSE Enst. Yay., 8s., Ankara.
 DİB, 2997, Anadolu'da İslam Kültür ve Medeniyeti. DİB yay. 682, sanat eserleri diz. 7, (Gen. Koordinatör M. Görmez), Ankara.
 Yüksel, F. A., Boşca, F. Ve Dereli, F., 2007, Boyabat Kalesi Arkeojeofizik Etüdü. İnt. Earthquake Semp. Kocaeli 2007, Bildiri Özleri Kitabı 747.