

## STUDIES FOR THE GROUND INVESTIGATION OF ISTANBUL BAYEZID II PUBLIC BATH USING GEOLOGICAL, GEOPHYSICAL AND GEOTECHNICAL METHODS

### SUMMARY

Bayezid II Public Bath belonging to Bayezid Complex is an example of the oldest ones in Istanbul. The city has been seriously effected by many earthquakes throughout centuries, but the bath functioned till the first half of the 20th century and survived today. The restoration implementations for the bath started in 2000 are continuing. Geological, geophysical and geotechnical parameters about the ground were required for the preparation of the restoration project of the bath. For this purpose, geological, geophysical, geotechnical and geometrical parameters have been derived by drilling and geophysical measurement (seismic refraction) techniques. Geotechnical and geophysical engineering have plenty of shared subjects in ground studies' field. In this case study, the significance of benefiting from geophysical methods in geotechnical ground investigation is emphasized by using seismic refraction method and the related parameters are formulated.

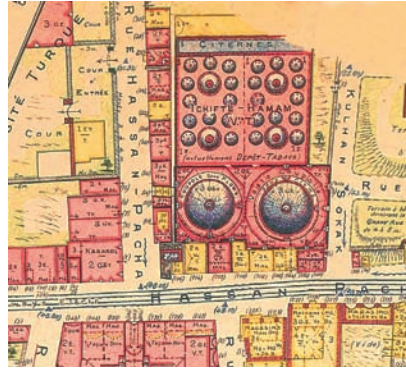
# İstanbul II. Bayezid Hamamı'nın Jeolojik, Jeofizik ve Geoteknik Yöntemlerle Zemin İncelemesi

FETHİ AHMET YÜKSEL\*  
AHMET HAMDİ BÜLBÜL\*\*

## GİRİŞ

Bayezid Camii, imaret, kervansaray, mektep ve medrese ile birlikte II. Bayezid Külliyesi'nin bir birimi olarak inşa edilen hamam; İstanbul ili, Fatih (Eminönü) ilçesi, 106 pafta, 580 ada, 33-34 parsel'de yer almaktadır. Halk arasında yanlış olarak (Yüksel, 1983; Koçu, 1960) "Patrona Halil Hamamı" olarak da anılan hamam, Osmanlı Devleti'nin İstanbul'daki erken tarihli en büyük hamam yapılarından (Şekil 1-4). 16. yüzyılda 'Yeni Hamam', 17. ve 18. yüzyıllarda Büyük Hamam "hamam-ı kebir" olarak isimlendirilen hamamın, banisi II. Bayezid tarafından, caminin mimarı Hayreddin'e 1508'de yaptırıldığı kuvvetle muhtemeldir (Encümen Arşivi, 1937; Aru, 1949). Hamamın kapılarında kitabe yoktur.

1928 yılından sonra kapatılarak deri deposu (Koçu, 1960) ve demir-



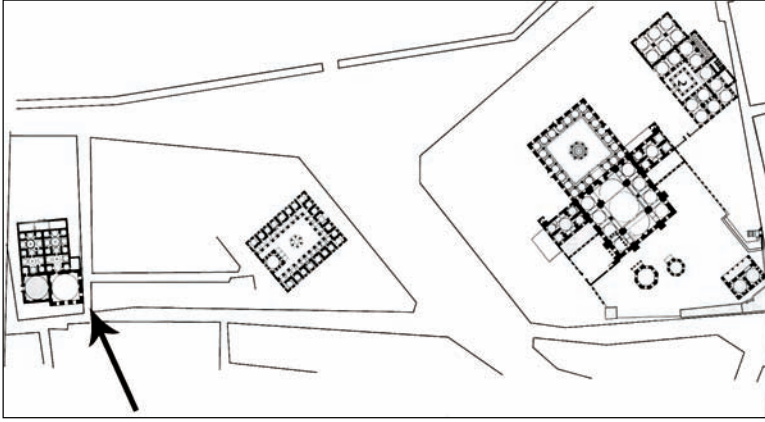
Şekil 1. Pervititch Haritası'nda II. Bayezid Hamamı (1926)

ci atölyesi olarak kullanılan ve uzun zaman harap durumda kalan hamam, geçmişte İstanbul'u kasıp kavuran yangın ve deprem gibi tabii afetlerden nasibini almıştır. Halk arasında küçük kıyamet "kıyamet-i suğra" (Cezar, 1963; Genç ve Mazak, 2001) olarak adlandırılan 1509 İstanbul Depremi'nden, II. Bayezid Külliyesi'nin zarar görmesine rağmen, hamamın zarar görüp görmediği hakkında bir bilgiye sahip değiliz. Kaynaklara göre, 12 Şu-

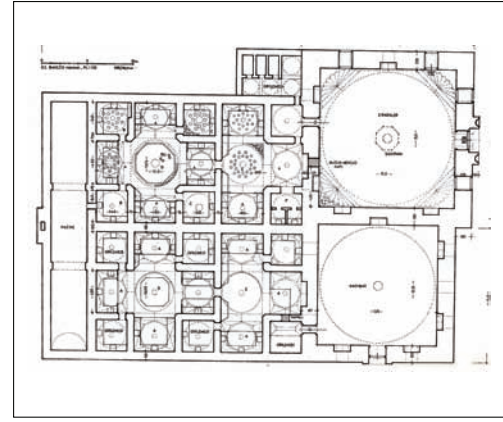
bat 1715'te Bayezid Camii civarındaki dükkânlardan birinde çıkan ve Nişanca ve Kumkapı'ya kadar uzanan yangından, hamam ve darp-hane de nasibini almıştır (Cezar, 1963). 1754 yılında Bayezid ve Fatih Camileri'nin kubbeleri ile Ayasofya Camii ve bazı hamamların (Genç ve Mazak, 2001) zarar gördüğü depremden ve İstanbul depremlerinin en kuvvetlilerinden olup II. Bayezid dönemindeki 1509 depremine yakın şiddette olan (Cezar, 1963) 1766 yılı depreminde de yapının zarar görmüş olduğu (Ambraseys ve Finkel, 1995) hakkında kesin bir bilgi yoktur. Ancak, bu depremde birkaç selâtin camii dışında tüm yapılarda orta ve yüksek derecede hasarların olduğu bilinmektedir. Hatta 22 Mayıs 1766 depreminde hasar gören İstanbul yapılarından Bayezid Camii'nin ve bu çevredeki diğer yapıların, ağır hasarlı oldukları bilinmektedir (Mazlum, 2001). Osmanlı döneminin son zamanlarındaki İstanbul depremlerinin en şid-

\* Yrd. Doç. Dr. FETHİ AHMET YÜKSEL, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl., Avcılar-İstanbul, e-posta: fayuksel@istanbul.edu.tr

\*\* Sanat Tarihçisi AHMET HAMDİ BÜLBÜL, İstanbul IV numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, e-posta: bytescil@hotmail.com



Sekil 2. Bayezid Külliyesi Vaziyet Planı (Yüksel, 1983)

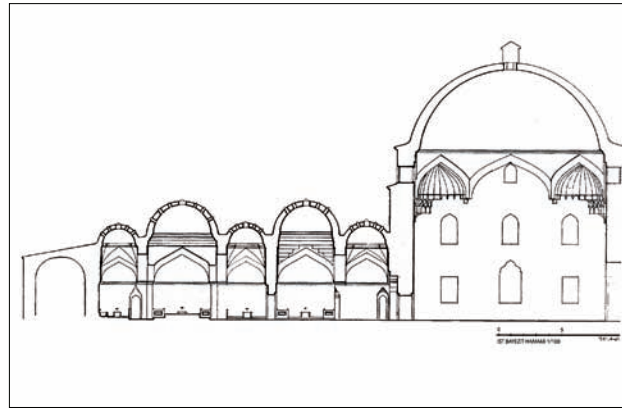


Sekil 3. Bayezid Hamamı'nın planı (Yüksel, 1983)

detlisi olan 1894 depreminde (Cezar, 1963), 'Şehremaneti tarafından keşifleri yapılan binalar ve keşif bedelleri' adlı listede, II. Bayezid Camii 197.880 lira ile yer alırken; aynı listede (Genç ve Mazak, 2001) hamamın adı geçmemektedir.

Hamam, en büyük tahribatı, depo olarak kullanıldığı 1928 yılı sonrasında yaşamıştır. Hamama daha fazla mal koyabilmek için ara katlar (Resim 6) yapılmış, üst katlarda geçişleri sağlamak için duvarlar oyularak kapılar açılmış, hat-ta kapılar açılırken üst örtü sisteminin destek noktaları bile oyulmuştur. 1930'lu yıllarda uzun bir dönem boş kalan hamam; 1950'li yıllardaki İstanbul imar faaliyetlerinden, ortadan kaldırılan pek çok hamam (Beşiktaş İskele Hamamı, Fındıklı Hamamı, Aksaray Murat Paşa Hamamı) varken, harap durumda olmasına rağmen, şans eseri kurtulmuştur (Koçu, 1960). Hatta 1952 yılında, Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Reisliği, Laleli-Çemberlitaş muntkasına ait 1/500 ölçekli imar planında aldığı durum hakkında, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'ndan görüş bile sormuştur. Kurul, hamam tarafında yol genişletmenin mümkün olamayacağını ve hamamın tamiri için gereğinin yapılmasını 07.07.1952 tarihinde karara bağlamıştır (Encümen Arşivi, 1937). Uzun zaman etrafı kaçak yapılanma ve işgallere maruz kalan hamam, bu işgallerden 1952 sonrasında kurtulmuştur.

1957 ve 1958 yıllarında Ordu Caddesi'nin genişletilmesi projesi nedeniyle, Hamam ve



Sekil 4. Bayezid Hamamı'nın enine kesiti (Yüksel, 1983)

Simkeşhane'nin yıkılması gündeme gelmiş; sonucunda Simkeşhane'nin ön cephesi yıktırılmış, hamama ise dokunulmamıştır (Ünsal, 1969).

Caddenin kotununun 3 metre aşağıya çekilmesiyle yapının temelleri ortaya çıkartılmıştır (Müller-Wiener, 2001).

İstanbul'da depremlerle yıkılan ve/veya hasar gören birçok yapının aksine, II. Bayezid Hamamı'nın bu depremlerden etkilendiğine dair herhangi bir kayda rastlanmamasına rağmen; yapıda birtakım deformasyonlar (kubbe ve duvarlarda derin açılmalar, çatlaklar, dökülmeler, vb.) olmuştur (Resim 11, 16).

Tarihi hamamın çok uzun süre kullanılmaması sonucu; bakımsızlık, binayı saran bitkiler (Resim 15), çevredeki yapılaşma (Resim 3, 4; Şekil 1) ve önünden geçen yoğun trafik akışının oluşturduğu titreşimler, bu deformasyonların başlıca sebepleridir. Geçmiş zamanlarda, hamamın duvarlarında gelişen ağaç ve bitkilerin temizlenmesi ile, kubbe, duvar ve saçakların bakımı gibi bazı tadilat ve onarımların (Resim 17) yapılmış olmasına rağmen; tarihi hamam kullanıma açılmamış,

adeta harabeye dönmüştür (Resim 12-14). Tramvay yolundaki kazı nedeniyle, tüm yapıda (duvarlar ve ana kubbelerde) ayrılma meydana gelmiştir. Mevcut durumda, tramvay hattının binaya olumsuz etkisi sürmektedir (Özgen, 2003).

17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi'nden sonra, İstanbul'da birçok kamusal, özel ve tarihi yapının depreme dayalı güçlendirilmeleri ve restorasyonları gündeme gelmiş; bu yapıların, sahadaki mevcut yapılaşmaya ait temel ve bina tasarımının uygunluğunun kontrolü için, gerekli olan jeolojik, jeofizik ve geoteknik zemin yapılarını ve zemin parametrelerini ortaya koymak ve depreme yönelik yapı tasarım parametrelerini belirlemek amacıyla, zemin etüdü çalışmaları yapılmıştır. II. Bayezid Hamamı'nın zemin araştırmalarında: yerel ve çevresel jeoloji, sondaj, SPT (*Standard Penetrasyon Testi, zemin mukavemetini ve yoğunluğunu değerlendirmek ve örselenmiş örnek almak amacıyla, sondaj kuyusu içinde (in situ) yapılan bir dinamik kesme deneyidir.*), deprensellik, taşıma gücü ve otur-

ma analizleri, sıvılaşma potansiyeli, jeofizik (sismik kırılma) ve depreme yönelik tasarım spektrum parametreleri belirlenmiştir.

Tarihi yapılarda strüktürel bozulmaların ve sorunların olması durumunda, strüktürel sağlamlaştırma gereksinimi de ele alınmalıdır. Böyle bir gereksinim, çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir. Uygun bir onarım ve strüktürel sağlamlaştırma projesi, ancak strüktürel bozulma nedenlerinin tespiti sonucunda hazırlanabilir. Bunların başta gelenleri, sırasıyla:

- zemin özelliklerinden kaynaklanan hasarlar (*yapının bulunduğu zeminden kaynaklanan sorunlar: zeminin taşıma gücünün düşük olması, düzgün olmayan oturmaların ortaya çıkması, zemin sıvılaşması ve yer altı su seviyesinin değişimi sonucu oluşan hasarlar gibi*),
- yapımdan kaynaklanan hasarlar (*yapının kesitlerinin beklenen yüklerin oluşturacağı etkileri taşıyabilecek durumda olmamasından kaynaklanan hasarlar, yağma yapılarında büyük açıklıkların bırakılması, düşey taşıyıcı duvarların üst*

- üste gelmemesi, duvar bağlantılarının eksik olması, ahşap yapılarda bağlantıların yetersiz olması gibi*),
- malzeme ve yapım tekniklerinin yetersiz seçilmesinden kaynaklanan hasarlar,
- uzun süreli doğal etkenlerin oluşturduğu hasarlar,
- yapının bulunduğu yer ve iklimden dolayı zamanla oluşan etkilerin meydana getirdiği hasarlar,
- sel, yangın ve deprem gibi doğal afetlerin oluşturduğu hasarlar ile
- bakımsızlık, terk ve kasıtlı tahrip sonucu ortaya çıkan hasarlardır.



Resim 1. Hamamın üst örtüsünün görünüşü, 1937  
(KTVKK arşivi, dosya no:1180)



Resim 2. Hamamın kabartmalarının görünüşü, 1937  
(KTVKK arşivi, dosya no:1180)



Resim 3. Hamamın etrafındaki yapıların yıkılmadan önceki hali, 1937  
(KTVKK arşivi, dosya no:1180)



Resim 4. Hamamın genel görünüşü, 1937 (KTVKK arşivi, dosya no:1180)



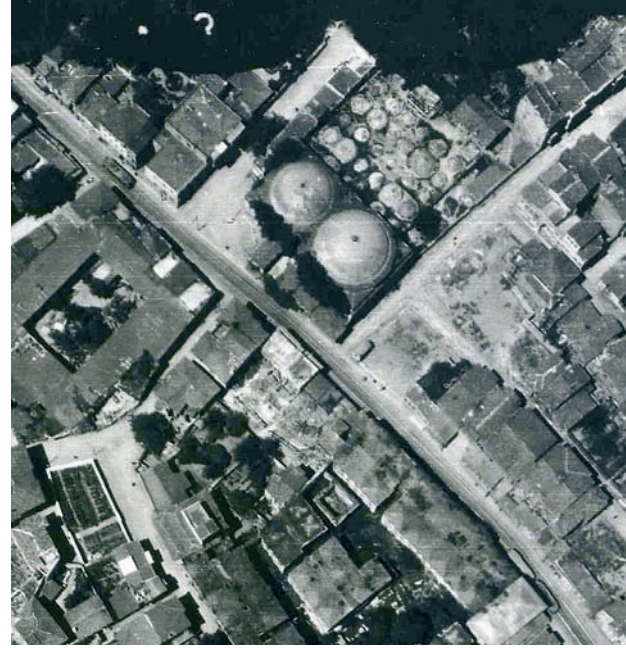
Resim 5. Hamamın üst örtüsü, 1937 (KTVKK arşivi, dosya no:1180)



Resim 6. Hamamın içine sonradan eklenen ara katların görünüşü, 1937  
(KTVKK arşivi, dosya no:1180)

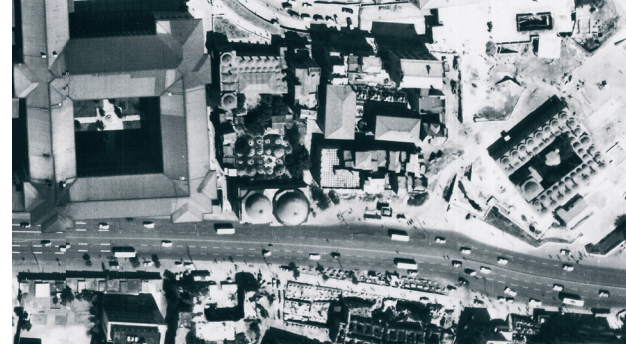


Resim 7.  
Hamamın  
içten görünü-  
şü, 1937  
(KTVKK arşivi,  
dosya no:1180)



Resim 8.  
Hamamın  
havadan  
görünüşü,  
1950  
(A.H.Bülbul  
fotoğraf arşivi)

Resim 9.  
Hamamın  
genel  
görünüşü,  
1950 (A.H.  
Bülbul fotoğ-  
raf arşivi)



Resim 10.  
Hamamın  
havadan  
görünüşü,  
1964 (A.H.  
Bülbul fotoğraf  
arşivi)

Resim 11.  
1999 depremi  
sonrası yapıda  
meydana gelen  
çatlaklar, 2000



Resim 12.  
1996 yılında  
hamamın iç  
görünümü



Mimari korumanın ve strüktürel sağlamlaştırmanın amacı, tarihi eser ve dokuların, özgün biçimleriyle korunarak gelecek kuşaklara aktarılmalıdır; asıl zor olan da budur. Bunu sağlayabilmek için, profesyonel bir çalışma ve son teknik imkânları (jeofizik, jeoloji, jeomorfoloji, çevre, geoteknik, vb.) kullanmak gerekir. Özellikle temellerin genişletilmesi ve çakılan kazıklarla yüklerin alt zemin tabakalarına iletilmesi, yaygın onarım ve güçlendirme yöntemlerindedir. Yapılacak müdahalelerin belirlenmesi aşamasında jeofizik yöntemleri kullanmak, projeyi güçlendirecektir. Aynı zamanda, yine jeofizik etütlerle zeminde yer altı suyu seviyesinin kontrolü ve zemin yoluyla çevre binalar ve yollardan gelen titreşimin önlenmesi (*II. Bayezid Hamamı'nın deformasyonlarının nedeni*), oluşan hasarı azaltacaktır.

Tarihi yapılarla ilgili olarak son zamanlarda hazırlanan rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri ile gerçekleştirilen onarım ve güçlendirme çalışmaları, inşaat mühendislerinin disiplinler arası çalışma yapmalarının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Tarihi yapılara ne şekilde yaklaşılması gerektiği, gerçekte çok disiplinli ve kapsamlı bir çalışmayı gerektirmektedir. Bu kapsamlı çalışmada, jeofizik yöntemlerin yeri oldukça fazladır; özellikle farklı oturmaların nedenini tespit etmekte başarıyla kullanılmaktadır.



Resim 13. 1972 yılında hamamın genel durumu



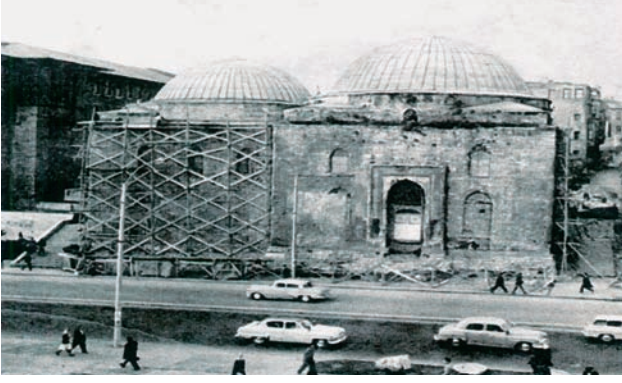
Resim 14. Onarım öncesi hamamın ana caddeye bakan cephesi, 1996



Resim 15. Onarım öncesi hamamın üst örtüsündeki bitkiler, 1996



Resim 16. II. Bayezid Hamamı'nın kubbesindeki çatlaklar



Resim 17. Hamamın eski onarımı



Resim 18. Hamamın son onarımı (2007)



Resim 19. Hamamın onarım sonrası görünüşü



Resim 20. Hamamın onarım sonrası görünüşü

## II. Bayezid Hamamı ve Yakın Çevresinin Jeolojisi

İlçenin denizden yüksek kısımlarının jeolojik istifini, genellikle Paleozoik yaşlı Trakya formasyonunun üzerinde yer alan Çukurçeşme ve Güngören formasyonları oluşturmaktadır. Bayezid ve çevresinde Güngören formasyonu ve altında Trakya formasyonu yer alırken; Fatih'e doğru, Güngören formasyonunun altında Çukurçeşme formasyonu da görülmektedir. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.

### Güngören formasyonu

Arıç (1955) tarafından adlandırılan formasyon, ak krem ve yeşilimsi mavi killerden oluşmaktadır. Formasyon içerisinde beyaz, krem renkli, orta sert, yer yer merceksi marn düzeyleri bulunmaktadır. Güngören formasyonu, üstündeki Bakırköy formasyonu ile tedrici geçişli olup, yaşı Üst Sarmasiyen'dir (Arıç, 1955). Güngören formasyonu, Çukurçeşme formasyonunun üzerinde tedrici geçişle yer almaktadır. Formasyon gri-yeşilimsi gri

renkli ve paralel laminalı killere (*literatürde İstanbul kili veya Süleymaniye kili olarak geçmektedir.*) başlar. Göl fasiyesinde gelişmiş olan formasyon içinde, yer yer çok iyi boylanmış gri renkli ince kum mercikleri ile yeşil renkli marn ve kireçtaşı ara tabakalı killer bulunur. Ancak genelde kil ve marn egemenliğinden söz edilebilir.

### Çukurçeşme Formasyonu

Çukurçeşme formasyonu, sarımsı kahve ve pas renkli gevşek kil çimentolu veya çimentosuz kil, silt ve çakıl ara katkılı, tutturulmamış ya da kötü tutturulmuş, yer yer omurgalı kemik ve diş kalıntıları içeren, bol mikali kum ve kumtaşlarından oluşur. İstifin alt kesimlerinde çakıllı, üst kesimlerinde de silt ve killi kum/kumtaşları egemendir. Bazı seviyelerinde ince seviyeler halinde Unio ve Mactra fosilleri içeren marn ve killer ile ince kömür ara katkıları da kapsar. Formasyon içerisinde kumlarla diğer tutturulmamış çökeller arasında yanal ve düşey

geçişlere sıkça rastlanır. Kalınlığı 20 metre civarındadır. Çukurçeşme formasyonu, Gürpınar formasyonunu uyumsuz olarak örter ve Üst Miyosen (Panoniyen) yaşlıdır.

### Trakya formasyonu

Tutturulmamış çakıl ve kaba çakıl içeren çakıl taşı ile kumtaşı ve kıl taşından oluşan birime, Trakya formasyonu adı verilmiştir. Trakya havzasının kuzey kesimlerinde yaygın olarak izlenen birim, Yıldız Dağları üzerinde, yer yer 2-5 metre, yer yer de 9-10 metre kalınlıklarda çökelmiştir. Karbonifer yaşlı Trakya formasyonu, kendisinden yaşlı tüm formasyonlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Kırmızı, kahve, açık kahvemsi, sarı ve yer yer beyaz renkli, çapraz katmanlı, kötü boylanmalı ve kırmızımsı kil-mil matrisli olup, tutturulmamış çakıl taşındaki taneler çoğunlukla kuvars, kuvarsit, çakıl-kaba çakıllı, nadiren şist, gnays, metagranit ve volkanitlerden oluşmuştur. Tepe ve sırtlar-

da ince yaygı şeklindeki birim, ince kumdan kaba kum-çakılçık boyutuna değişen taneli ve çoğunlukla beyaz kuvars kumludur. Taraça şeklinde çukur havzalarda depolanan 8-10 metre kalınlıktaki kesimler ise, çakılçık-kaba çakıl boyutundaki tanelerden oluşur. Bu depoların ta-

banında, yer yer yeşilimsi gri renkli bentonitik killer gözlenir.

### Afet Durumu

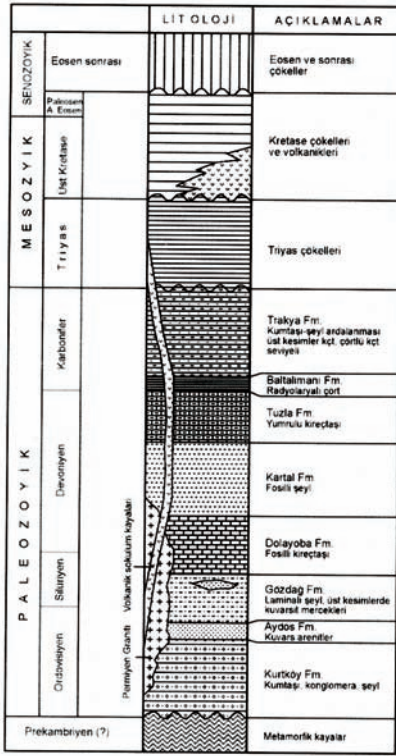
Bilindiği gibi, doğal duraylılık sorunlarını oluşturan değişik türde kütle hareketleri (*heyelan, kayma, akma, düşme, devrilme, vd.*), meydana geldikleri yerlerde denge bozulmalarını yaratmakta; mevcut teknik girişim ortamlarının ve yapılarının zarar görmesine, hatta tümüyle elden çıkmasına neden olabilmektedir. Doğal duraylılık sorunu olarak adlandırılan bu olayları doğuran esas 3 faktör ise: ortamın jeolojik özellikleri (litoloji ve yapı), yüzey suyu- yer altı suyunun varlığı ve topografik eğimdir. İnceleme alanında dayanımlı litoloji koşulları bulunmakta; heyelan, kaya düşmesi, sellenme, vb. sorunlar bulunmamaktadır. Hamamın zemini, topografik olarak eğimsiz (düz) kabul edilebilir.

### Deprem Durumu

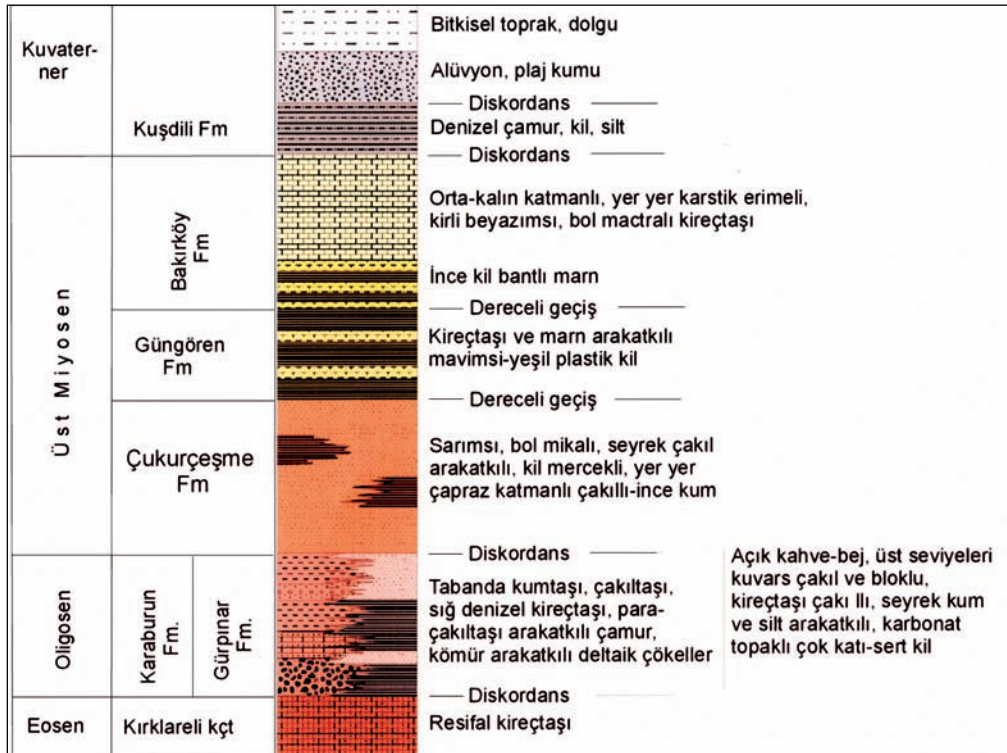
Söz konusu saha, Türkiye deprem haritasına göre 1. derece deprem bölgesinde (Şekil 7) ve Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın kuzeyinde yer almaktadır. Bu durum, ayrıca depremsellik durumu başlığı ile bir sonraki bölümde detaylı olarak incelenmiştir. Bu kesimde 2003 yıl-

ına kadar kaydedilen depremlerin dağılımları ve büyüklükleri, Şekil 7'de verilmiştir.

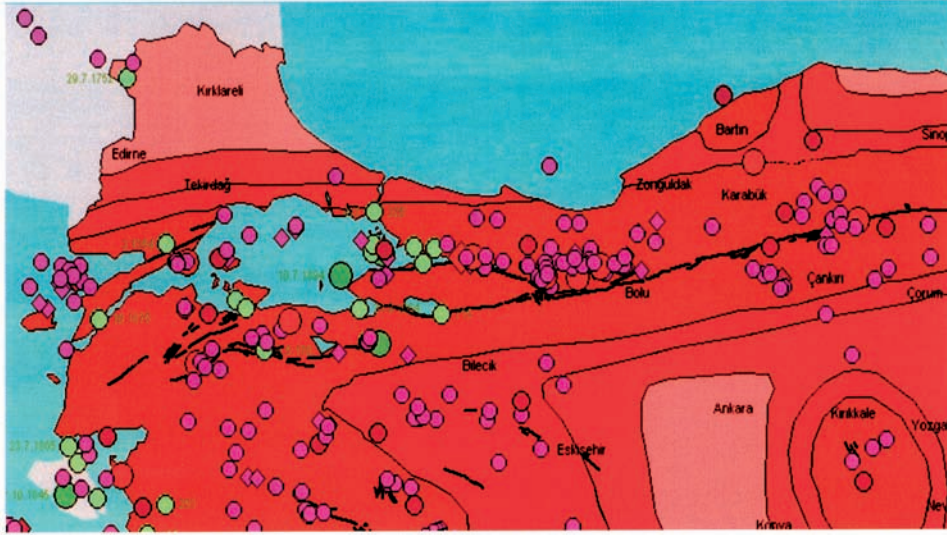
Marmara Havzası'ndaki deprem etkinliği için, tarihsel döneme ait M.Ö. 2100 - M.S. 1900 tarihleri arasında kaydedilmiş olan deprem kataloglarına bakıldığında, depremlerin havzada belli yerlerde kümeleşme gösterdiği görülmektedir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nin kayıtlarına dayanarak, 2003 yılına kadar meydana gelen depremler ve büyüklükleri Şekil 7'de gösterilmiştir. Büyük depremlerin oluştuğu Kuzey Anadolu Fayı üzerinde 17 Ağustos 1999 Gölçük ve 12 Kasım 1999 Düzce-Bolu depremleri meydana gelmiştir. Episantrları İstanbul'un Batı yakasına yaklaşık 100km uzaklıkta yer alan özellikle Gölçük Depremi'nin İstanbul'da neden olduğu hasar ve can kaybı dikkate alındığında, bundan sonra oluşması muhtemel daha yakın kaynaklı (Saros ve/veya Marmara ortası) aynı büyüklükteki bir depremin yapacağı etki, kuşkusuz daha büyük boyutlarda olacaktır. İnceleme alanının Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisinden geçen koluna uzaklığı, bilindiği gibi ortalama 50km'dir.



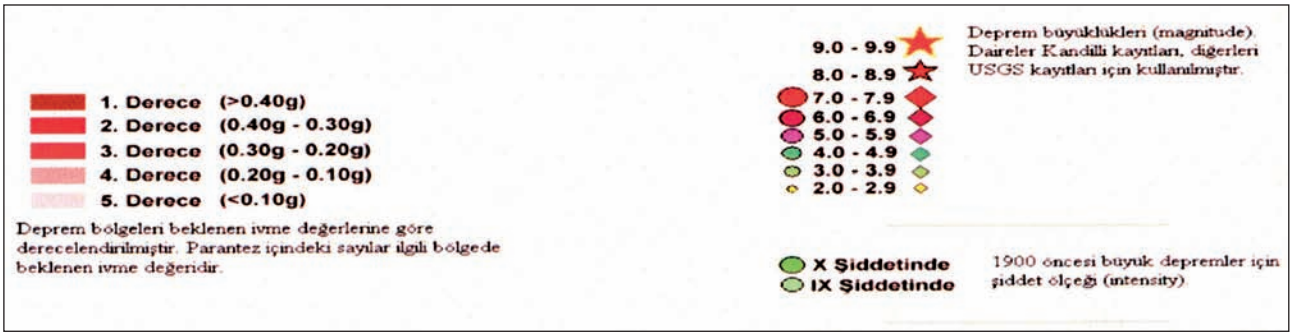
Şekil 5. İstanbul ili ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti



Şekil 6. İstanbul ili ve çevresinin genelleştirilmiş senozoyik-kuvaterner stratigrafi kesiti



Şekil 7. 2003 yılına kadar İstanbul ve çevresinde meydana gelen depremler (Kaynak: <http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/index.html>)



## Deprem Riski Analizi

İnceleme alanının Marmara Denizi ve yakın çevresinde oluşacak depremlerden etkileneceği, 1999 tarihli depremlerden de anlaşılacağı üzere açıktır. Bir bölgede karşılaşılan deprem sıklığı - Magnitüd ilişkisi;  $\log N = a - b.M$  eşitliği ile incelenebilir. B.Ü. Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün 28 derece 40 dakika ve 30 derece boylamları ile 40 derece 25 dakika ve 41 derece 20 dakika enlemleri arasında 1900-1996 yılları arasında olmuş depremlerin aletsel kayıtlarına ilişkin veriler yardımı ile bölge denklemi;  $\log N = 3.13 - 0.47.M$  olarak bulunmuştur. Eşitlik, 95 yılı temsil etmesine ve bölgedeki deprem etkinliğinin son dönemlerini içermemesine rağmen, bölge için önemli bir değerlendirme ölçütüdür. Bu ölçüt dikkate alındığında, 6.0 büyüklüğündeki bir depremin 50 yıllık, 6.7 büyüklüğündeki bir depremin 100 yıllık bir periyodu olduğu istatistiksel olarak hesaplanmaktadır. Bölgede yapılacak yapıların yapı ömrü içinde oluş peri-

yodu:  $T_c = 1/N$  ve yapı ömrü süresince yaşanacak deprem riski:  $RD(T_c) = 1 - \exp(-D/T_c) = 1 - \exp(-N \cdot D) = 1 - 1/\exp(N \cdot D)$  eşitliği ile tanımlanmaktadır. Bu eşitlik yardımıyla, bölgede 6.5 ve 7.0 büyüklüğünde oluşacak bir depremde, 50 yıl kullanımı amaçlanan yapılarda deprem riski sırasıyla: %53.8 ve %30.4; 100 yıl kullanımı amaçlanan bir yapının depremden etkilenme olasılığı ise 6.5 büyüklüğünde bir deprem için %71.0, 7.0 büyüklüğünde bir deprem için %48.5'tir. Bu sonuçlar, 100 yıl kullanım amaçlı yapının, en az bir büyük deprem yaşayacağı sonucunu çıkarmaktadır. Bayındırlık Bakanlığı'nun son genelgesine göre, inceleme alanı 1. derece deprem bölgesindedir. Spektral ivme katsayısı  $A(T)$ , afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (2/9/1997 RG, No:23098) uyarınca, T periyodunun fonksiyonu olarak;  $A(T) = A_o.I.S(T)$  bağıntısından hesaplanacaktır. Burada I, bina önem katsayısı olup 1.4 olarak seçilmelidir.

Spektrum katsayısı  $S(T)$  ise;  $S(T) = 1 + 1.5 T/T_A$   
 $S(T) = 2.5$   
 $S(T) = 2.5 T_A/T_B$  ( $T > T_B$ )  
 formülleri ile verilmektedir. Büyük depremlerin oluştuğu Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde, 7.4 büyüklüğündeki 17 Ağustos 1999 Gölcük (İzmit) depremi ile 7.2 büyüklüğündeki 12 Kasım 1999 Düzce (Bolu) depremi oluşmuştur. Bu depremler öncesi tarihsel ve aletsel döneme ait depremlerin B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü veri bankaları incelendiğinde, küçük ve orta büyüklükte çok sayıda depremin, bu hat ve bu hatla ilişkili çekim fayları üzerinde oluştuğu görülmektedir. İnceleme alanına yakınlığı dikkate alındığında, son yüzyılın başlarından itibaren aletsel dönemde oluşan depremlerin; İzmit çevresi, Armutlu yarımadası ve Yalova ile Saros Körfezi arasında kalan ve Marmara Denizi'ni kateden fay hattı civarında yoğunlaştığı görülmektedir. Oluşan depremlerin odak derinlikleri ise 8-40km arasındadır.



Bölgenin, özellikle Marmara Denizi ve yakın çevresinde oluşacak depremlerden etkileneneği açıktır. Ancak ilçenin depremselliğini, bugün tektonik yapısı tam açıklığa kavuşmayan, Marmara Denizi içindeki Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun konumu belirleyecektir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te tasarım depremi olarak, 50 yıllık yapı ömrü için aşılma olasılığı %10 olan depremin yer hareketinin esas alınması istenmektedir. Söz konusu inceleme alanının bulunduğu Marmara Bölgesi için yapılan risk analizlerine göre; yıllık %10 risk için maksimum deprem

şiddeti, 50 yıllık bir yapı ömrü için, Richter ölçeği ile  $M=7.7$  olarak verilmektedir. Bu şiddet, deprem kaynağı olan Kuzey Anadolu Fayı için geçerlidir. Yıllık %10 degerindeki risk için deprem kaynağından episentrik mesafe (km olarak) ile zemin ivmesinin değişimi, 50 yıllık bir yapı ömrü dikkate alınarak, aşağıdaki gibi olmaktadır; Tablo 1'de, deprem kaynağına olan uzaklığa göre oluşabilecek maksimum yüzey ivme değerleri verilmiştir. Tablo 2'de ise, Marmara Denizi'ndeki potansiyel fayın, zemin türüne göre meydana getireceği maksimum yüzey ivme değerleri görülmektedir.

Episentrik mesafe, R (km)	a (cm/sn <sup>2</sup> )
20	0.54g
30	0.32g
40	0.21g
50	0.15g

Tablo 1. Deprem kaynağından uzaklığa göre ivme değerleri

Tablo 2. Marmara Bölgesi'nde potansiyel fayın 15 ve 20km uzaklıklarda oluşmasına göre tasarım depremi büyüklükleri

Ms=7.5, Uzaklık=20km	Zemin Türü	Kayma Dalgası	%50 - %84
0.23-0.40g	Z1 türü zemin	Vs>700 m/s	0.21 - 0.35g
	Z2 türü zemin	Vs=400-700 m/s	0.22 - 0.38g
	Z3 türü zemin	Vs=200-400 m/s	0.25 - 0.42g
	Z4 türü zemin	Vs<200 m/s	0.25 - 0.55g
Ms=7.5, Uzaklık=15km	Zemin Türü	Kayma Dalgası	%50 - %84
0.29-0.50g	Z1 türü zemin	Vs>700 m/s	0.26 - 0.44g
	Z2 türü zemin	Vs=400-700 m/s	0.28 - 0.48g
	Z3 türü zemin	Vs=200-400 m/s	0.28 - 0.53g
	Z4 türü zemin	Vs<190 m/s	0.31 - 0.60g

## Jeolojik Çalışmalar

İnceleme alanındaki jeolojik ve litolojik yapıyı belirleyebilmek amacıyla, hamamın dışında açılan 1 adet sondaj yardımıyla ve alınan numuneler üzerindeki jeolojik çalışmalar ile civardaki diğer zemin araştırmalarına göre; parselde 25 metre boyunca, üst miyosen yaşlı Güngören formasyonu yer almaktadır. Bu birim, marn ve killerden meydana gelmektedir; alandaki kalınlığının yaklaşık 35-40 metre

olduğu tahmin edilmektedir.

Akdeniz etkisinde kalan Marmara ikliminin hüküm sürdüğü bölgede, yazlar kurak olmamakla birlikte sıcak, kışlar ise genellikle ılık ve yağışlı geçer. Yağışlar çoğu kez yağmur, zaman zaman kar şeklindedir. Florya gözlem istasyonu verilerine göre, ortalama yıllık yağış toplamı 649.0mm'dir. İnceleme alanında, Aralık - Ni-

san ayları arasındaki dönemde su fazlası bulunmaktadır. Dolayısı ile bu dönemde, yüzeysel ve yer altı sellenmesi oluşabilmektedir.

Alanda yapılan sondaj çalışmaları sırasında, yer altı suyuna, zemin yüzeyinden itibaren 8.5 metre derinlikte rastlanmıştır. Bununla birlikte, mevsimsel yağışlara bağlı olarak, yer altı su seviyesi (YASS)'nin yükselebileceği dikkate alınmalıdır.

## Jeofizik Çalışmalar

II. Bayezid Hamamı'nın güncel zemin koşullarının ve temel altı tabaka kalınlığının belirlenmesi amacıyla, iki serim jeofizik (sismik kırılma) ölçümü yapılmıştır. Elde edilen elastik dalga hızlarından yararlanılarak, dinamik elastik parametreleri hesaplanmıştır.

Zemin araştırmalarında, jeolojik bilgilerin yardımıyla sismik

kırılma yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, önce arazide uygun konumda seçilecek çeşitli serimler boyunca alınan sismik kırılma kayıtları (sismogramlar) değerlendirilerek, yer altının geometrik ve fiziksel parametreleri belirlenir. Yer altının geometrik ve fiziksel parametrelerinin hesaplanabilmesi için; sismik P (Boyuna

Dalga) ve S (Enine Dalga) hızlarının belirlenmesi gerekir. Bu amaçla, sismik kırılma serimlerinde, P ve S dalgalarını kaydedecek özel tasarlanmış jeofon adı verilen sinyal kaydediciler kullanılır. Genel olarak mühendislik amaçlı sığ çalışmalarda, 12 adet jeofon kullanılır. Sismik cihaz olarak, 12 kanallı bilgisayar destekli mühendislik sismografi

kullanılır. Sismogramlardan elde edilen Zaman-Uzaklık grafikleri yardımıyla, ortama ait elastik dalga hızları ve yer altının (jeolojik ortamın) geometrik parametreleri (*derinlik, tabaka kalınlığı, fay atımı, tabaka dalım açısı, vb.*) hesaplanarak; jeolojik ortamın Sismik Zemin Kesiti çizilir (Şekil 9-12).

Sismik kırılma çalışmalarında, P ve S dalgası için bir serim boyunca karşılıklı atışlar (toplam sekiz atış) yapılır. İncelenecek derinlik, serim uzunluğu ile ilgilidir. İstenilen derinliği görebilmek için serim uzunlukları, yaklaşık olarak, incelenecek derinliğin üç katı kadar olmalıdır.

Sismik kırılma çalışmalarıyla elde edilen jeolojik ortamlara ait P ve S dalga hızlarından ve bu hızların birbirlerine oranlarından

yararlanılarak; yapılacak olan veya mevcut binanın temellerine ait temel derinliği, sıvılaşma potansiyeli, oturma, dinamik elastik parametreleri, dinamik zemin emniyet gerilmesi (ZEG), zemin taşıma gücü (ZTG), zemin hakim periyodu (ZHP), kırık ve boşluklar ile yer altı suyunun durumu gibi parametreler hesaplanabilir. Sismik kırılma çalışmasıyla, bir noktadan derine doğru yapılan mekanik jeolojik sondajın aksine, serim boyunca (bir jeolojik kesit boyunca) yer altı incelenebilmekte ve jeolojik ortamın geometrisi gözlenebilmektedir.

II. Bayezid Hamamı'nın zemin araştırması için sismik kırılma çalışmasında, Hamam ile Fen-Edebiyat Fakültesi binası arasında kalan kesimde A serimi, iki metre ve İstan-

bul Üniversitesi Merkez Kütüphanesi arasında kalan kesimde de B serimi, beş metre jeofon aralıkları tasarlanmıştır (Şekil 8).

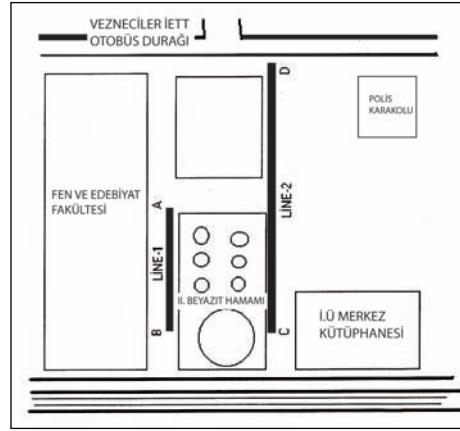
Sismik Kırılma çalışmasıyla elde edilen jeolojik ortamlara ait sismik P ve S dalga hızları, Zaman-Uzaklık grafiklerinden elde edilir (Şekil 9). Elde edilen ortam hızlarından, tarihi hamamın oturtulduğu alana ait Dinamik Elastik Parametreleri hesaplanır (Tablo 3). Bulunan ortam hızları ve Dinamik Elastik Parametreler yardımıyla, yapıya ait geoteknik parametreler hesaplanır (Tablo 4). Zaman-Uzaklık eğrileri incelendiğinde, serim uzunluğuna bağlı olarak, iki tabakalı jeolojik ortam belirlenmiştir. Birinci tabakaya ait ortam çok düşük hızlıdır ( $V_p=332-493\text{m/sn}; V_s=175-177\text{m/sn}$ ).

Tablo 3. II. Bayezid Hamamı'nın oturtulduğu parselde ait Ortam Hızları ve Dinamik Elastik Parametreleri (Özdemir, vd., 2003)

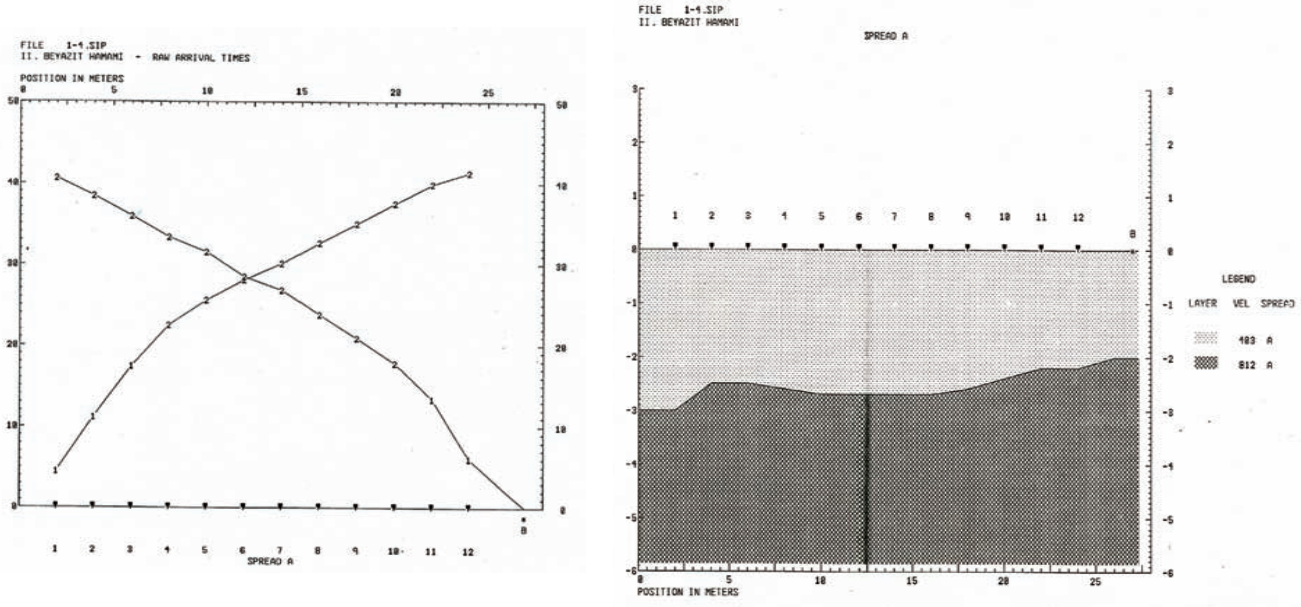
Serim No	Sismik Hız $V_p$ (m/sn)	Sismik Hız $V_s$ (m/sn)	Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ )	Poisson Oranı $\sigma$	Kayma Modülü $G$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Elastisite Modülü $E$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Bulk Modülü $k$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
Serim-1 I. Ort.	493	175	1.7	0.43	530	1514	3501
Serim-1 II. Ort.	812	410	1.76	0.33	3020	8027	7819
Serim-2 I. Ort.	332	177	1.67	0.3	532	1385	1163
Serim-2 II. Ort.	1273	745	1.85	0.24	10493	26013	16646

Tablo 4. II. Bayezid Hamamı'nın oturtulduğu parselde ait Ortam Hızları ve ZEG, ZTG, ZHP Parametreleri ile Tabaka kalınlıkları (Özdemir, vd., 2003)

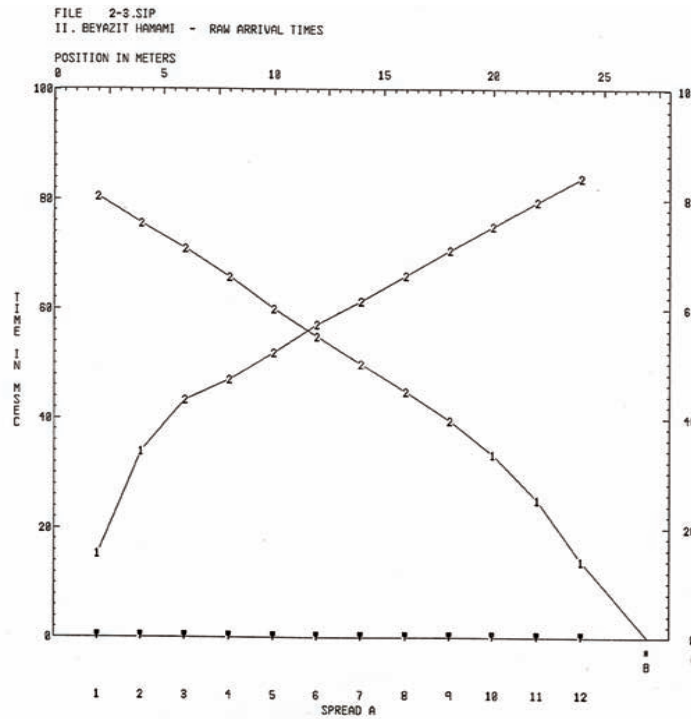
Serim No	Sismik Hız $V_p$ (m/sn)	Sismik Hız $V_s$ (m/sn)	Zemin Emniyet Gerilmesi $q_s$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Zemin Taşıma Gücü $q_u$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Tabaka Kalınlığı $h$ (m)	Zemin Hakim Periyodu $T$ (sn)
Serim-1 I. Ort.	493	175	0.42	1.2	2.5	0.06
Serim-1 II. Ort.	812	410	8.81	17.5	-	0.49
Serim-2 I. Ort.	332	177	0.7	1.31	4.2	0.09
Serim-2 II. Ort.	1273	745	9.27	15.8	-	0.27



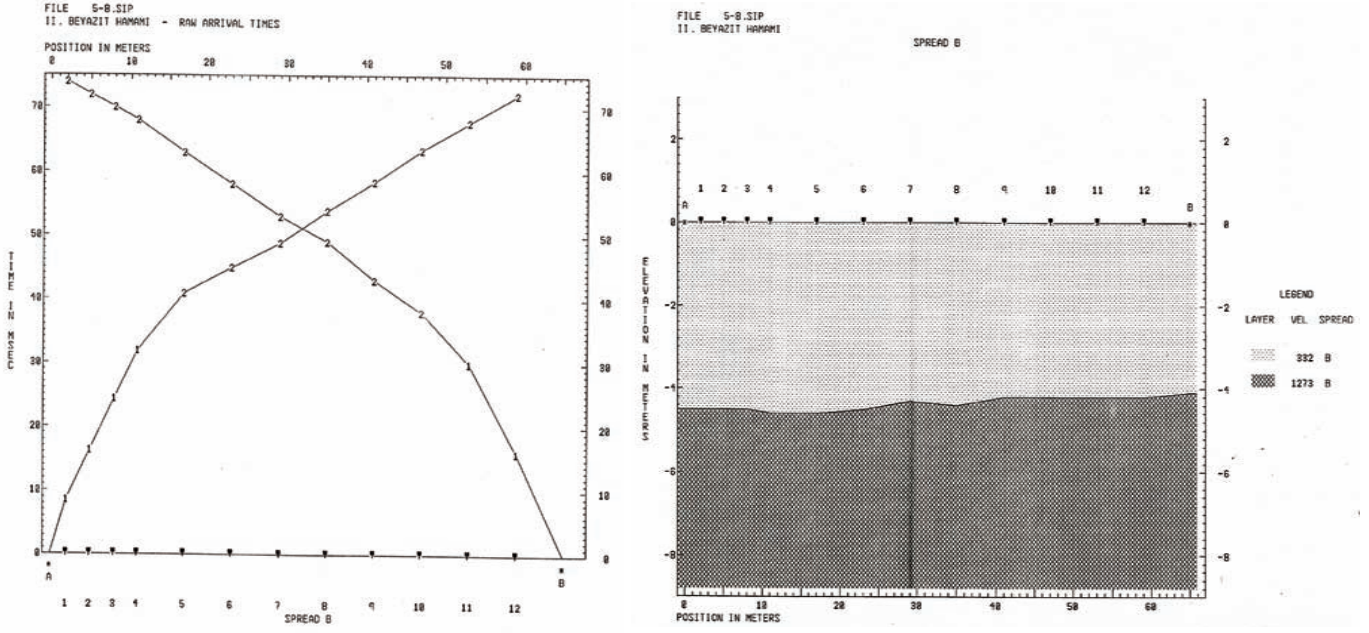
Şekil 8. II. Beyazıt Hamamı Zemin Araştırması için Sismik Kırılma Serim (Line) yerleri



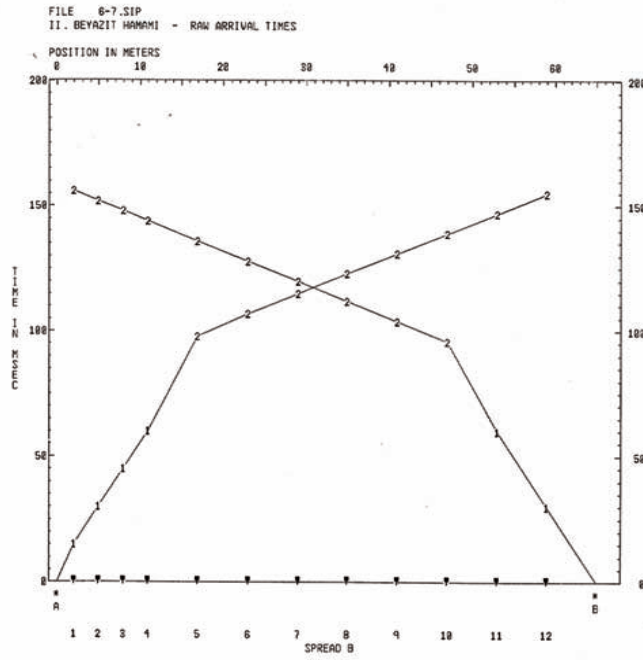
Şekil 9. Sismik Kırılma, P Dalgası; Zaman-Uzaklık grafiği ve Sismik Zemin Kesiti, Serim A



Şekil 10. Sismik Kırılma, S Dalgası; Zaman-Uzaklık grafiği, Serim A



Şekil 11. Sismik Kırılma, P Dalgası; Zaman-Uzaklık grafiği ve Sismik Zemin Kesiti, Serim B



Şekil 12. Sismik Kırılma, S Dalgası; Zaman-Uzaklık grafiği, Serim B

## Geoteknik Çalışmalar

Etüt alanında 1 adet sondaj yapılmıştır: sondajın derinliği 25.0 metredir ve sondaj, kil tabakası içerisinde noktalanmıştır. Sondajda, Güngören formasyonunun marn ve kil birimlerine rastlanmıştır. Sondaj boyunca SPT N değerleri 31-50 arasında değişmektedir. En üstteki 4.0m'lik marn tabakasında ise, N değerleri >50 olarak elde edilmiştir.

Alanda yer altı su seviyesi 8.5m derinliğindedir.

Sondaj sırasında alınan örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde; kıvam limitleri, tane dağılımı deneyleri, serbest basınç ve kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Zeminlerin fiziksel özelliklerini belirleyen deneylerin sonuçları Tablo 5'te, mukavemet deney sonuçla-

rı Tablo 6'da verilmiştir. Deney sonuçlarına göre, temel altındaki zemin, çok kumlu siltli kildir (SC).

Zeminin davranışı statik ve dinamik yönden incelenmeli; sonuçlar birlikte değerlendirilmelidir. Statik yönden değerlendirme yapılırken, taşıma gücü ve oturmalar dikkate alınmalıdır. Zemin emniyet gerilmesi, temel tipine ve boyutla-

rina bağlı olmakla birlikte, zeminin taşıma gücü ve oturma kriterlerinin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir. Dinamik zemin davranışını belirlerken, zeminin sismik etkide nasıl bir tepki spektrumu vereceği ve zemin büyütmesinin ne olacağı önemlidir. Deprem durumunda sıvılaşma ve/veya sıvılaşma kaynaklı oturma ve çökmeler dikkate alınmalıdır. Diğer önemli nokta ise, deprem sırasında artan boşluk suyu basıncının siltli ve killi zeminlerde meydana getireceği taşıma gücü kaybıdır.

Sıvılaşma, maksimum deprem ivmesi ( $a_{max}$ ) etkisiyle, yüzeyden itibaren ilk 15-20m'de yer alan zeminlerin tanesal ve yerleşim özellikleri ile yer altı su seviyesinin yüksek olmasına bağlı olarak ortaya çıkan bir davranıştır. Sıvılaşmanın oluşmasıyla zeminin taşıma gücünü kaybetmesi ve buna bağlı olarak yatay ve düşey zemin hareketlerinin oluşması, büyük depremlerin hepsinde gözlenir ve buna bağlı olarak yapılar hasara uğrar veya yıkılırlar. Sıvılaşma, tekrarlı yükler altında zemindeki pozitif boşluk suyu

basıncının çok yükselmesi ve bunun sonucu olarak efektif gerilmelerin azalması ile oluşur. Efektif gerilme değerleri sıfıra düşünce zemin bir sıvı gibi davranır ve daha önce taşıdığı yükler sıvılaşmadan sonra zemine batar ve/veya geçer. Deprem yükleri kısa süreli yüklerdir ve bu süre içinde yükleme şartları drenajsızdır, ancak bu kısa süre içinde efektif gerilmelerin sıfırlanabileceği zemin boyutu, iri taneli zemin boyutudur. Öncelikle yer altı su seviyesi altındaki üniform kumlar olmak üzere, gevşek yerleşmiş alüvyonlar, sıvılaşma bakımından çok riskli zeminler grubuna girerler.

Tarihi hamamın temelleri taş dolgu temeldir. Binada yapılacak güçlendirme çalışmalarından sonra oluşacak ilave yüklerle bağlı olarak, bina temellerinin de modifiye edilmesi gerekebilir. Emniyetli taşıma gücü, yeni temelin tipine ve boyutlarına göre belirlenebilir. Düşey yatak katsayısı ( $K_s, v$ ):

$$K_s, v = 2000 t/m^3,$$

temellerde kazıklı uygulama yapılmaması durumunda yatay yatak katsayısı ( $K_s, h$ ):

$$K_s, h = 3000 t/m^3 (Marn)$$

$$K_s, h = 4000 t/m^3 (katı kil)$$

olarak alınabilir.

İnceleme alanında, bina temelleri killi kum zemine oturmaktadır. Zeminin SPT N değerleri yüksektir ve yer altı suyu 8.5m derinliktedir. Bu yüzden, alanda sıvılaşma oluşmayacaktır. Ancak, sınırlı düzeyde taşıma gücü kaybı olması ihtimali bulunmaktadır. Temellerde yapılacak değişiklik, bu durumu karşılayacaktır.

İnceleme alanında yapılan çalışmalara göre, temellerin oturduğu zemin özellikleri dikkate alındığında, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" esaslarına göre zemin grubu ve sınıfı;

**Zemin grubu: C**

**Yerel zemin sınıfı: Z2**

olarak tanımlanmaktadır. Binanın tasarımında spektrum karakteristik periyodları:

$$T_A = 0.15 \text{ sn.}; T_B = 0.40 \text{ sn.}$$

alınmalıdır. İnceleme alanı 1. derece deprem bölgesinde olduğundan, etkin ivme  $A_0 = 0.40g$ , spektrum ivme katsayısı  $S(T) = 2.5$  olduğuna göre; spektral ivme  $S_a = 1.0g$  olarak hesaba katılmalıdır.

Tablo 5. Zeminlerin indeks özellikleri

Sondaj No	Derinlik h(m)	Çakıl %	Kum %	Silt %	Kil %	$w_L$ %	$w_p$ %	PI %	Zemin Sınıfı
SK-1	3.0 – 3.5	0.0	47.1	52.9	-	-	-	-	Siltli kumlu KİL, SC
SK-1	8.5 – 9.0	0.0	7.65	92.35	95.0	38.0	57.0		Siltli KİL, CH

NOT:  $w_L$  = Likit limit,  $w_p$  = Plastik limit, PI = Plastisite indisi

Tablo 6. Numunelerin mukavemet özellikleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Kohezyon, c (kN/m <sup>2</sup> )	Kayma Muk. Açısı, $\phi$ (°)
SK-1	2.5 – 3.0	0	34.0
SK-1	8.5 – 9.0	223.0	0.0

## Sonuç ve Öneriler

İstanbul ili, Fatih ilçesi, II. Bayezid Hamamı için yapılan jeolojik, jeofizik ve geoteknik zemin etüdlerine göre, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1- Saha incelemeleri, eski çalışmalar ve elde edilen veriler değerlendirildiğinde, parselde marn, kil ara katkılı marn ve kil zemin bulun-

maktadır. Tarihi hamamın temelleri, marn tabakasına oturmaktadır.

2- Zemin özellikleri ve yer altı suyu durumu dikkate alındığında,

alandaki sivilaşma olasılığı yoktur. Ancak, sınırlı düzeyde taşıma gücü kaybı meydana gelebilir.

3- Hamamın temelleri taş dolgudan oluşmaktadır. Binada yapılacak güçlendirme çalışmalarından sonra oluşacak ilave yüklerle ilgili olarak, bina temellerinin de modifiye edilmesi gerekebilir.

4- Uygulanacak temel güçlendirmesinin yüklerle yapacağı katkı seviyesi de analizlerde göz önüne alınmalıdır. Bina ve temel güçlendirmesinden kaynaklanan ilave

yüklerin, yeni oturmalarına sebep olabileceği ve bunun dinamik yük etkisiyle artacağı, temel güçlendirme sisteminin seçiminde bir kriter olarak ele alınmalıdır.

5- Tasarım için gerekli olan veri ve parametreler aşağıda verilmiştir:

Temel tipi = **Bina güçlendirme sistemine ve mevcut temelin özelliklerine göre değerlendirilmeli ve belirlenmelidir.**

Emniyetli taşıma gücü ( $q_d$ )= **Değiştirilecek temel tipine ve boyutlarına göre değişecektir.**

Düşey yatak katsayısı

( $K_{s,v}$ ) = **2000 t/m<sup>3</sup>**

Yatay yatak katsayısı

( $K_{s,h}$ ) = **3000 t/m<sup>3</sup>** (Marn)

= **4000 t/m<sup>3</sup>** (Katı kil)

Deprem bölgesi = **1. Derece**

Etkin yer ivme katsayısı

( $A_0$ ) = **0,40g**

Spektral büyütme (S) = **2.5**

Spektral ivme ( $S_a$ ) = **1.0g**

Zemin grubu (ZG) = **C**

Yerel zemin sınıfı (YZS) = **Z2**

Spektrum karakteristik periyodları ( $T_A, T_B$ ) = **0.15 sn. ve 0.40 sn.**

## REFERANSLAR

1- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F., 1995, *The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review (1500-1800)*, Eren Yayınları, İstanbul.

2- Arıç, C., 1955, *Haliç-Küçükçekmece Gölü Bölgesinin Jeolojisi*, İTÜ Maden Fakültesi Yayını, İstanbul.

3- Aru, K.A., 1949, *Türk Hamamları Etüdü*, İstanbul Matbaası, T.A.O., İstanbul, s.67-69.

4- Bayrı, M.H., 1970, *Yer Adları ve Yer Adlarına Bağlı Folklor Bilgileriyle İstanbul*, Hayat Yayınları, Tifdruk Matbaacılık San. A.Ş., İstanbul.

5- Cezar, M., 1963, "Osmanlı Devrinde İstanbul Yapılarında Tahribat Yapan Yangınlar ve Tabii Afetler", *Türk Sanatı Tarihi Araştırma ve İncelemeleri*, C.I, İ.G.S.A. Türk Sanatları Enst. Yay., İstanbul, s.479-487.

6- Çinicioğlu, F., Öztoprak, S., 2004, 'II. Bayezid (Patrona Halil) Hamamı için Geoteknik Etüd Raporu, Nisan 2004' İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Döner Sermaye İşletme Md. Raporu, Proje No:2004/26 (Yayınlanmamış Rapor), İstanbul.

7- Eyice, S., 1994, "Bayezid Külliyesi", *Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, C.2, Kültür Bakanlığı- Tarih Vakfı ortak yayını, İstanbul, s.87-96.

8- Eyüpgiller, K.K., Ersen, A., Özgen, K., 2003, *II. Bayezid Hamamı Restorasyon Projesi*, Yayınlanmamış rapor, İstanbul.

9- Genç, M., Mazak, M., 2001, *Fotoğraf ve Belgelerle 1894 Depremi*, İGDAŞ Yayınları, İstanbul.

10- Haskan, M.N., 1995, *İstanbul Hamamları*, İstanbul T.T.O.K.Yay., İstanbul.

11- İstanbul IV Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu (KTVKK) Müdürlüğü Arşivi, *Dosya No:1180*.

12- Keçeli, A., 2009, *Jeofizik, Jeoloji, Jeoteknik, Maden Mühendislerine Uygulamalı Jeofizik*, JFMO Eğitim yay. No:9, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ekim Ajans Matbaacılık Hizmetleri, 479s.

13- Koçu, R.E., 1960, "Beyazid Hamamı", *İstanbul Ansiklopedisi*, C.IV, İstanbul Ansiklopedisi Neşriyatı Koll. Şti, İstanbul, s.2240-2242.

14- Kuban, D., 2007, *Osmanlı Mimarisi*, YEM Yayın, İstanbul.

15- Mazlum, D., 2001, *Osmanlı Arşiv Belgeleri Işığında 22 Mayıs 1766 İstanbul Depremi ve Ardından Gerçekleştirilen Yapı Onarımları*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

- 16- Müller-Wiener, W., 2001, *İstanbul'un Tarihsel Topografyası*, Y.K.Y., İstanbul.
- 17- Özdemir, M., Yüksel, F.A., Çakan, F., 2003, İ.Ü. *Bayezid Kampüsü II. Bayezid Hamamı Binası (Patrona Halil Hamamı) Jeofizik (Sismik Kırılma) Zemin Araştırması Raporu, Şubat 2003*, İstanbul Üniversitesi Müh. Fak. Dekanlığı, Sayı:2003/734 (Yayınlanmamış Rapor), İstanbul.
- 18- Özgen, K., 2003, *II. Bayezid Hamamı ve Eski Devlet Arşivleri Güçlendirme, Restorasyon ve Yeniden İşlevlendirme Projelerinde Taşıyıcı Sistemi İyileştirme Esasları Hakkında Rapor*, İstanbul.
- 19- Pervititch, J., 2001, *Sigorta Haritalarında İstanbul*, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul.
- 20- Soyhan, C., 1974, "Beyazid Hamamı'nda Kullanılan Bizanten Parçalar", *Arkitekt*, İstanbul, s.3.
- 21- Şehsuvaroğlu, H.Y., 1952, "Bayezid Hamamı ve İstanbul Depremleri", *TTOK Belleteni*, S.129, s.9.
- 22- Ünsal, B., 1969, "İstanbul'un İmarı ve Eski Eser Kaybı", *Türk Sanatı Tarihi Araştırma ve İncelemeleri*, C.II, İ.G.S.A. Türk Sanatları Enst. Yay., İstanbul.
- 23- Ürekli, F., 1999, *İstanbul'da 1894 Depremi*, İletişim Yayınları, İstanbul.
- 24- Yüksel, İ.A., 1985, *Osmanlı Mimarisinde II. Bayezid ve Yavuz Selim Devri (886-926/ 1481-1520)*, İstanbul.
- 25- [www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/index.html](http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/index.html)

**KATKI BELİRTME**

*Bu çalışmayı hazırlarken büyük yardımlarını esirgemeyen İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na, İstanbul IV Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü'ne, Yrd. Doç. Dr. Sadık ÖZTOPRAK'a ve Geoteknik Yük. Müh. Müslüm GÜNDÜZ'e teşekkür ederim.*