

UZUNKÖPRÜ (CİSR-İ ERGENE)

ABSTRACT

Uzunköprü, where the historical structure is located, is a district center attached to the province of Edirne, in the Thrace part of the Marmara Region. Lying in the Maritsa and Ergene river basins, Uzunköprü (Cisr-i Ergene) has 47km of length to the south of Edirne on a slope that is completely covered with earth at a slight angle towards Ergene valley that lies to the north. The historical structure is at an average height of 15km from sea level. On the Edirne motorway route, Uzunköprü today is still accessible by motorway. The Ottomans built Uzunköprü to attach Anatolia to Rumelia from the northern Marmara coast towards the Danube and to cross the Ergene River which was the first hurdle.

Having the characteristic of being the longest stone bridge in our country, it was first built as a wooden bridge for Murat II and later turned into a masonry bridge. The bridge underwent repairs during the reigns of Osman II, Mahmud II and Abdülhamid II. The historical bridge that has provided uninterrupted service since 1427 is 1392m long, 5,5m wide with 174 arches, has suffered environmental and human based damages and continues to provide exemplary service. Because of its artistic and cultural significance and ongoing function for many centuries, has a high esteem in today's engineering field.

In terms of its construction features, historical Uzunköprü is a masonry stone bridge. Recently, due to heavy traffic, work is being conducted to divert the traffic to a new route and as a result the bridge will undergo maintenance work. In this regard, the restoration and conservation of certain historical structures on the bridge will be carried out by inter-disciplinary work (*geomorphology, geology, geotechnics, geophysics, architectural survey, characteristics of the construction materials, architectural status*) and observations and research studies on Uzunköprü will be presented as a model. As a result of these activities at Uzunköprü, recommendations are made regarding the performance and the rehabilitation of the structure.

Uzunköprü (Cisr-i Ergene)



FETHİ AHMET YÜKSEL
AHMET HAMDİ BÜLBÜL
MÜSLÜM GÜNDÜZ

► Giriş

Edirne ilinin Uzunköprü ilçesi yerleşim alanının içerisinde bulunan tarihi Uzunköprü, Edirne karayolu güzergahı üzerinde olup bugün de karayolu ulaşımını sağlamaktadır (Şekil 1).

Tarihi yapının bulunduğu Uzunköprü, Marmara Bölgesi'nin Trakya bölümünde, Edirne iline bağlı bir ilçe merkezidir. Meriç ve Ergene havzalarında yer alan 41°01' - 41°26' Kuzey enlemleri ile 26°27' - 26°57' doğu boylamları arasındadır. Uzunköprü, Edirne'nin 47km güneyinde, kuzeyde Ergene Vadisi'ne doğru hafif meyilli tamamen toprakla örtülü bir yamaçta bulunur (Şekil 2). Zemin; kil, kumlu kil, kumtaşı ve kumlu tüflerden ibarettir. İlçenin alt kenarında, ortadan geçen Ergene Nehri'nin (*yirminci yüzyılın son çeyreğinde kirlenen*) bıraktığı birikintiler yer alır. Tarihi köprü, Ergene Nehri üzerinde geniş bir ova içerisinde kalmakta olup kuzeyinde küçük küçük tepeler ile güneyinde farklı yükseltiler bulunmaktadır. Uzunköprü güzér-



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 3



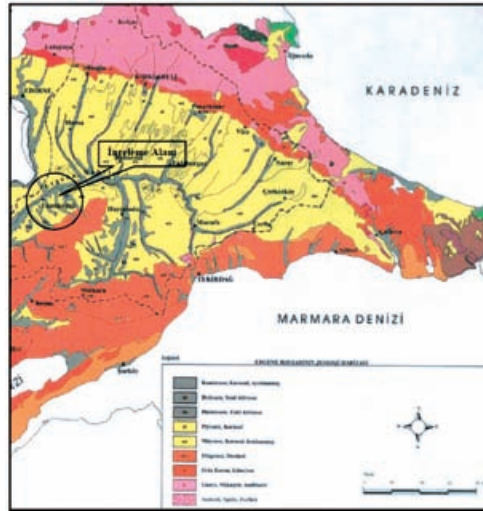
gahında büyük engel olarak Ergene Nehri, küçük engeller olarak da Soldrak ve Kırkkavak dereleriyle su taşkınlarının meydana getirdiği diğer derecikler vardır. Tarihi yapı yerleşiminin deniz düzeyinden yüksekliği ortalama 15 metredir (Şekil 3).

Osmanlılar, Marmara'nın kuzey kıyılarında itibaren, Tuna boylarına doğru, Anadolu'yu Rumeli'ye bağlamak için ilk büyük engel olan Ergene Nehri'ni aşmak amacıyla (Hibri Abdurrahman Çelebi'nin dediği gibi: "... Ergene suyu murad üzere her zaman geçit vermemeğin Ebilhayrad Merhum Sultan Murad Han ol mevzide 174 tak üzere bir köprü bina edup bir tarafına Yayalar köyünü, diğer tarafına da bir kasaba kondurup bir cami, bir imaret, bir hamam bina eylemiştir..."; Hibri, 1996) Uzunköprü'yu inşa etmişlerdir.

1427 yılından bu yana kesintisiz hizmet veren 1392m uzunluğunda, 5,5m genişliğinde ve 174 gözlü olan tarihi köprü, günümüze kadar geçen zaman içerisinde, karşılaştığı doğal ve insan kaynaklı etkiler karşısında bile, en yüksek seviyede hizmetini sürdürmektedir (Şekil 4). Köprü sanatsal ve kültürel önemi sebebiyle, yüzyıllarca ayakta kalarak faaliyette olmasından dolayı, günümüz mühendisliği içinde de büyük değere sahiptir.

Bu çalışmada, tarihi yapıların restorasyonu ve konservasyonu için disiplinler arası çalışmalardan bahsedilerek (*jeomorfoloji, jeoloji, jeoteknik, jeofizik, rölöve, yapı malzeme özellikleri, mimari durumu*), Uzunköprü'de yapılan gözlem ve araştırmalar ör-

Şekil 5



nek bir uygulama olarak sunulacaktır. Bu örnek uygulamada; tarihi köprünün sanatsal yapı ve yerbilim (jeoloji, jeofizik, jeomorfoloji ve jeoteknik) özellikleri birleştirilerek, tarihsel süreç içerisinde sel, taşkın, deprem ve kullanım kaynaklı olan etkilenmeler ile yapıldığı dönemden bugüne zeminindeki oturma ve bunun sonucunda oluşan etkiler verilmiştir. Uzunköprü'de gerçekleştirilen bu çalışmalar sonucunda yapının performansı ve rehabilitasyonuna yönelik öneriler getirilmiştir (Gündüz, 2008).

Bölgesel jeolojik arazi gözlemleri sırasında, M.T.A. tarafından hazırlanan ve proje alanını içeren bölgenin 1/25.000 ölçekli genel jeoloji haritası ve bilgilerinden faydalanılmıştır (Şekil 5). Bu çalışmada bölgesel ve yerel ön arazi çalışmaları sonucunda, köprü zemin kesitini karakterize eden lokasyonlarda, yeraltı jeolojisinin tanımlanmasına ve mevcut litolojik birimlerin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesine hizmet edecek

Şekil 4



olan zemin sondajları ve laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Mevcut toplam 6 adet zemin sondajı ile uygulanan 3 adet konik penetrasyon testi (CPT) çalışmasından sağlanan veriler, arazide yerinde yapılmış standart penetrasyon deneyleri (SPT) ve sondajlardan alınan karot-kırıntı örneklerin laboratuvarındaki ölçüm ve deneylerinden sağlanan veriler kullanılarak; temel ortamının jeoteknik özellikleri, temel tabanı düzeylerini karakterize eden jeoteknik ortamların türleri, yayılmaları ve karakterleri belirlenmiştir. Tarihi yapıda süreç içerisinde Ergene Nehri'nin taşıdığı ve yığıldığı dolgu sebebiyle gömülen köprü temellerinin derinlik ve boyutlarının belirlenmesi için, jeofizik yöntemlerden georadar (GPR) ve jeoelektrik (DES) ölçümleriyle köprü temellerinde çalışmalar yapılarak temel boyutları çıkartılmış ve sonuçları irdelenmiştir. Sağlanan tüm bilgiler, köprü yerleşim alanının zemin kesitinin jeoteknik özelliklerinin karakterize edilmesinde kullanılmıştır. Tarihi yapının mevcut durum ve boyutlarının eldeki kaynaklar ve yerinde yapılan rölöve çalışmalarıyla tespiti, yapı yüklerinin belirlenmesinde gerekli olan verileri temin etmiştir. Ayrıca, köprüde kullanılan malzemelerin özellikleri ve yapı içinde zamanla gelişen deformasyonların belirlenmesi amacıyla, yerinde (in situ), yapı üzerinde, jeofizik önemli metodlarından biri olan, sismik yöntem (*sismik kırılma*) uygulanarak elde edilen sismik hızlar yardımıyla dinamik elastik parametreleri hesaplanmıştır.

Uzunköprü (Ergene Köprüsü/Sultan II.Murat Köprüsü/Cisr-İ Ergene), Tarihi ve Mimari Özellikleri

Edirne ili Uzunköprü ilçesine adını veren köprü, Ergene Nehri üzerine inşa edilmiş olup ülkemizin en uzun kargir köprüsü olma özelliğine sahiptir (Şekil 6). II Murat'ın banisi olduğu bu köprünün bulunduğu yerde vaktiyle ahşap köprüler vardı; bunlar zamanla harap olmuş ve hizmet edemez duruma gelmişlerdi. Kuruluşunun ilk dönemlerinde adı "Ergene Köprüsü" anlamına gelen "Cisr-i Ergene" olan Uzunköprü'nün, 1718 yılında bir süre "Kasr-ı Ergene" olarak değiştirilmiş olduğunu kaynaklardan izlemekteyiz (BOAMMD:1561, Gömlek no: 103; MAD, no:55, s.503b-504a).

I.Murat zamanında ilk Osmanlı harekâtı sırasında burada mevcut köprü, ilerleyişi aksatmak amacıyla düşman tarafından tahrip edilmiş; fakat, I.Murat'ın emriyle ahşap olarak tekrar yapılmıştır (22 Mart 1361). II.Murat'ın kovaladığı Mustafa Çelebi de ahşap köprüyü tahrip etmiş; köprü II.Murat zamanında (1421) yeniden ahşap olarak inşa edilmiştir. Bu ahşap köprülerin büyük su taşkınlarında harap duruma geldiği ve ihtiyacı karşılamaz olduğu aktarılmaktadır (Çulpan, 1975, s.99).

Bugünkü Uzunköprü kasabasının ve özellikle köprünün bulunduğu yer bataklık ve ormanlık iken, II.Murad bir köprü, cami ve imaret yaparak Ergene kasabasını kurmuştu (Aşıkpaşazade, s.110, Gökbilgin, s.216). Hoca Sadeddin'in "zıkr-ı istibnay-ı cisr-i Ergene" başlıklı yazısında:

"Ergene köprüsünün zemini mukaddema cengelistan olup ekser mevazii bataklık ve ormanlığı haramilere durak idi... binaen alâ zâlik Şah.. hazain-i mefouré harç idüp...ve yüz yetmiş dört tâk-ı ref'i üzre memdud bir kantara-i bi-manend bina ettiler ki nümune-i alem oldu bir başına Ergene nâm bir kaseba-i dilküşâ peyda idüb câmi ve imaret bina etmişlerdir...



Şekil 6

imaret-i mezbûre tamam oldukda Edirne'den ulema ve fukarâyı ol kasabaya davet idüb it'âm-ı âm eyledi... ve bina iden mîmara hil'at-ı fâhire ve atâyây-ı vafire ile rivayet buyruldu ve köprünün cânib-i âharında dahi bir kubbe-i azîme kondurub kasaba ve karye-i mezbureteyn ahâlisini avâriz-ı divâniyeden muaf ve müsellemler eyledi" söylemektedir (Hoca Sadettin Efendi, 1992, s.164).

İşte bu nedenle aydın yolları tutan padişah, cana kıyan yollarda keder dikenlerini kaldırmak üzere ve pek çok paralar sarf ederek, önce bölgeyi temizletmiştir (Hoca Sadettin Efendi, 1992, s.164). Sonunda II.Murat tarafından kargir büyük bir köprünün yapılmasına karar verilmiş, İshak Paşa ve Hacı İvaz nezaretinde işe başlanmıştır. İlk temel Yayalar Köyü tarafına atılmıştır (Ayverdi, 1958, s.14). Daha sonra Ergene Nehri üzerine rastlayan kesimde inşaata başlanmıştır. Burada var olan ahşap köprü birkaç yıl içinde kargire çevrilerek kasaba tarafındaki inşaata geçilmiştir. Yapımda inşaat malzemesi olarak kullanılan taşlar, Eskiköy, Kuleliburgaz, Taşçıarnavut köylerindeki ocaklardan çıkartılarak Yayalar Köyü kenarında; Kestanebolu, Süleymaniye Köyleri ocaklarından getirilen taşlar da kasaba içinde, bugünkü Halise Hatun Mahallesi'nde toplanarak yontulmaya ve köprüye yerleştirilmeye başlanmıştır (Uzunçarşılı, 1958, s.14; Balkaş, 1958, s.27; Çulpan, 1975, s.99).

Bazı araştırmacılara göre H.829 / M.1426'da (Uzunçarşılı, 1958, s.14),

bazılarına göre de 1428 yılında Sultan II.Murad'ın Edirne'de bulunduğu sırada köprünün yapılmasını ferman eylediği (Gökbilgin, 1965, s.124) köprünün; H.847 / M.1443-44'te tamamlandığını kitabesinden öğreniyoruz. II.Abdülhamid dönemindeki onarım sırasında üzerinden alınarak Gazi Mahmut Bey Çeşmesi üzerine yerleştirilen kar-

tuş içine alınmış iki satır süslü hatla yazılan kitabede mealen "İnşa edilen bu köprüyü Allah günahlarını affeylesin Sultan Muhammed oğlu Sultan Murad hicri 847 yılında emretmiştir." yazmaktadır. Çulpan, Aşıkpaşazade ve Solakzade Tarihi'nden naklen, çeşmenin Varna zaferinden sonra (10 Kasım 1444) Edirne'ye dönen Sultan II.Murat'ın beraberinde vezirler, komutanlar, gaziler ve Şehzade Mehmet olduğu halde Uzunköprü'ye geldiğini ve köprünün görülmedik bir törenle kullanılmaya açıldığını söyler (Çulpan, 1975, s.101). Köprünün inşası 18 sene sürmüş olup bu esnada cami, imaret ve medrese de yapılmıştır. Köprünün diğer ucunda ise Yayalar Köyü kurulmuştur (Gökbilgin, 1952, s.217). Yayalar Köyü ve Uzunköprü'nün ilk resmedildiği eser ise günümüzde Topkapı Sarayı Müzesi'nde bulunan Seyid Lokman'ın Türkçe eseri olan 1584 tarihli *Hünernâme*'dir. Köprü ve köprünün her iki yakası Velican tarafından karşılıklı iki sayfa halinde resmedilmiştir (Resim 1).

Ergene'de su yolu, kaldırım, köprü ve değirmen onarımlarına ait ve H.953 / M.1546 tarihlenen muhasebe kaydında (MAD, no:55, s.503b-504a) köprünün kayıtlara geçen ilk onarımının bu yıllarda yapıldığını öğreniyoruz. Yine muhasebe kaydında adı geçen ayrıca eski fotoğraflarda da görülen değirmenler günümüze gelememiştir (Resim 2-10).

Köprü, II.Osman, II.Mahmud,



Resim 1. Uzunköprü'nün Velican tarafından yapılan minyatürü (1584, Hünername'den birleştirilerek)



Resim 2. Uzunköprü'nün Yıldız Albümlerindeki bir fotoğrafı (yaklaşık 1890, İÜ Nadir Eserler Ktp. No:90412-28)



Resim 6. Köprü yakınındaki değirmen ve köşkün görüldüğü eski bir fotoğraf (Çulpan, 1975)



Resim 3. Uzunköprü'nün 1900'lü yıllara tarihlenen bir kartpostalı



Resim 4. Uzunköprü'nün 1938 yılındaki durumu (A.H.Bülbül Fotoğraf Arşivi)



Resim 5. Uzunköprü, 1936 (Arseven, 1936)



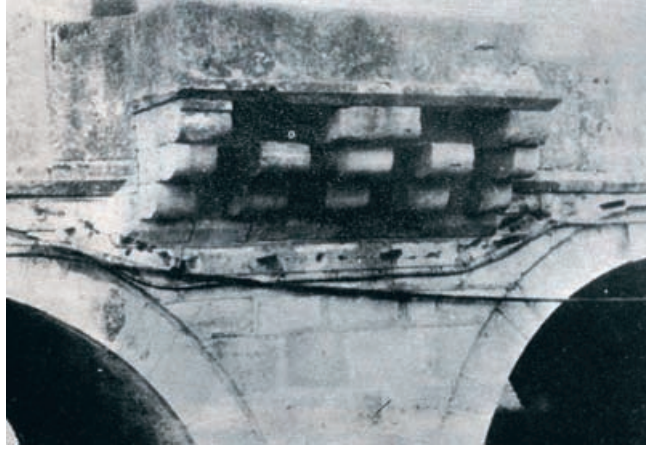
Resim 7. Uzunköprü, 1950 (A.H.Bülbül Fotoğraf Arşivi)

II.Abdülhamid zamanlarında onarımlar geçirmiştir. II.Abdülhamid onarımı sırasında, köprü üzerindeki kitabe, kasaba içindeki belediye parkında bulunan çeşme üzerine taşınmıştır. Gazi Mahmut Bey Çeşmesi veya Köprübaşı Çeşmesi olarak adlandırılan ve I.Murat zamanında yaptırılan çeşme, ahşap köprünün muhafazası için Demirtaş Paşa tarafından görevlendirilen Mahmut Bey (Mahmut Baba)'e atfedilmiştir (Balkaş, 1958, s.21).

Uzunköprü'nün H.1030 / M.1620 yılında Sultan II.Osman döneminde (Gökbilgin, 1952, s.216) gerçekleştirilen ilk onarımı ve 1822 yılında Sultan II.Mahmut döneminde gerçekleştirilen ikinci büyük onarımdan (Ayverdi 1989, s.553; Çulpan 1975, s.98) sonra, 1891'de de bir onarım geçirdiği Başbakanlık Osmanlı Arşivleri'nde Maliyeden Müdevver Maliye Defter Tasnifinde "*Cisr-i Ergene kazasındaki köprülerin tamirinin mültezime verilme-*

si" aşamasında ilgili mühendislerin rüşvet aldığı iddiasıyla ilgili 02/Ra/1306 (1891) yazıdan anlaşılmaktadır (BOAMMD:1561, Gömlek no: 103). Köprü 1971 yılındaki esaslı onarıma kadar yapılan tamirlerde olduğu gibi korunurken, 1964-71 yılları arasında Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen üçüncü büyük onarımda, aynı duyarlılık gösterilmeyerek, 150cm

genişletilmiş ve üzeri 20cm kalınlığında demir ve betonla kaplanmıştır (Çulpan, 1975, s.100). Köprü 19.yüzyıl'ın sonlarında ve 1956 yılında büyük taşkınlarla maruz kalmıştır. Bu taşkınlarda köprünün büyük gözünün memba (*köprünün gözlerinden geçen suyun kaynak tarafı*) ve mansap (*köprünün gözlerinden geçen suyun aktığı taraf*) taraflarında evvelce var olan iki değirmen-



Resim 8. Köprünün günümüze gelemeyen balkonunun fotoğrafı (Çulpan, 1975)



Resim 9. Uzunköprü'nün 1956'de çekilmiş genel görünüşü (A.H.Bülbül Arşivi)



Resim 10. Uzunköprü'nün genel görünüşü (Çulpan, 1975)



Resim 11. Bir su baskınında Uzunköprü'nün görünüşü, 2005'te çekilmiştir (Karayolları Genel Müdürlüğü Arşivi)



Resim 12. Uzunköprü'nün havadan görünüşü



Resim 13. Kemer üzengi taşına kadar toprak altında kalan köprü'nün görünüşü

Resim 14. Köprüden düzenli olarak suyun geçtiği iki kemer



Resim 15. Geometrik kompozisyonla düzenlenmiş bir kilit taşı



Resim 16. Köprü'nün kilit taşındaki geometrik bezeme



Resim 17. Köprü'nün üzerindeki bitkisel bezemelerden



Resim 18. Köprü üzerindeki bitkisel bezemelerden



Resim 19. Köprü'nün cumbasında yer alan aslan figürü



Resim 20. Köprü kemerlerinden birinin üzerinde yer alan aslan figürü



Resim 21. Kemer duvarının üzerinde yer alan üçlü aslan kompozisyonu



Resim 22. Köprüdeki fil figürlerinden biri



Resim 23. Köprü üzerindeki "El mü'kililah" yazılı kompozisyon (Çulpan, 1975)



Resim 24. Köprü'nün kitabesi (Çulpan, 1975)

den güney tarafındaki 1956 yılında, diğeri ise daha önceleri yıkılmıştır. Son yıllarda yaşanan su taşkınlarında köprü tamamen sular altında kalmıştır (Resim 11).

Bazı ölçülere göre 1266,00m

(Tunç, 1978, s.192); bazı ölçülere göre 1254,00m (Ayverdi, 1989, s.553) olan köprü'nün eni 5,90 metredir (Tunç, a.e., s.192). 174 gözden meydana gelen köprü'nün kemer aralıkları 5, 9, 11, 13 metre ara-

sında değişmektedir. Köprü korkulukları Selçuklu Dönemi'nde genellikle tempon duvarı üzerinde aynı hizada düz bir şekilde yükselmekte iken, Osmanlı Dönemi'nde gelişerek özellikle bu köprüde oldu-

ğu gibi tempon duvarından önde ve tempon duvarı ile korkuluklar arasında korniş tacı kullanılarak yapılmaya başlanmıştır (Resim 12-14).

Gerek bitkisel gerek de geometrik süslemelerdeki çeşitlilik, süslemelerin tek bir usta elinden çıkmadığını gösterir. Bunlar, köprüde çalışan taşçı ustalarının kendi dağarcıklarından aktardıkları beze-me örnekleri olmalıdırlar (Özbek, 2002, s.457).

Köprü ayakları üzerinde ve kemerlerin kilit taşlarında, hayvan fi-

gürleri (*fil, arslan, kuş*), yazı (*Ali, el müllkilillah*), bitkisel (*rumi, palmet ve kıvrık dallar*) ve geometrik (*dörtgen, sekizgen ve onikigen gibi çokgenlerden oluşturulmuş düzenlemeler*) kompozisyonlardan oluşan oyma ve yüksek kabartma tekniğinde yapılan süslemeler bulunmaktadır (Resim 15-24). Bu süslemelerden, kemer kilit taşları gibi değiştirilmesi zor olan bölümlerdeki süslemelerin özgün oldukları söylenebilir. Özellikle korkuluklardaki süslemelerin ise, onarımlar sırasında yapılmış ola-

bileceği de kuvvetle muhtemeldir. Süslemelerde dikkat çeken bir özellik de köprünün her iki cephesinde de yer alıyor olmalarıdır.

1890 yılına tarihlendirilen fotoğrafta (Resim 2) köprünün selyaralarının tamamı görünürken; günümüzde kemer üzengi taşlarına kadar toprağın altında kalmış olup, su iki kemerden akmaktadır (Resim 14). Üzerinden yüksek tonajlı araçların geçmesi nedeniyle, köprü başka bir tehlikeyle de karşı karşıya kalmıştır.

Ergene Köprüsü'nün Disiplinlerarası Çalışmalarla İncelenmesi

Köprü, üç parça halinde incelenebilir:

a) Sol kanat: Ergene Nehri üzerinde suyun akıntısına dikey durumda, boyu 204 metredir.

b) Orta kısım: Ergene Nehri'nin taşkın sahası üzerindedir, boyu 1056 metredir.

c) Sağ kanat: Fazla suları karşılamak ve bu civarda yatan Gazi Mahmut Baba'nın manevi himayesi amacı ile eklenmiş, 100 metrelik bir rıhtım-yoldan ibarettir. Buradaki korkuluk taşlarının bir kısmı 1908 sıralarında Belediye tarafından söktürülmüş ve şehir içindeki çeşmelerin inşaatında kullanılmıştır. Sağ taraftaki 25m'lik diğer bir kısım da 1957'de doldurularak otopark haline getirilmiştir. Geri kalan 75m'lik kısım, Belediye binasının ön duvarını teşkil etmektedir. Bu gibi müdahaleler, köprünün her iki ucunda da uzun yıllardır süregelmiştir. Uzunköprü güzergahında büyük engel olarak Ergene Nehri, küçük engeller olarak da Soldrak ve Kırkkavak dereleleriyle su taşkınlarının meydana getirdiği diğer derecikler vardır (Şekil 7). Sulara serbest akış sağlamak için bu kısımlardaki gözler büyükçe tutulmuş, dolayısıyla bu topografik ve teknik durum gereği köprü döşemesi de büyük gözlerle doğru inişli ve çıkışlı bir şekil almıştır. Köprünün yalnız Ergene Neh-



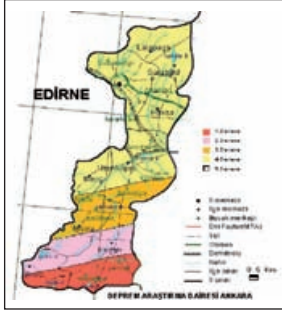
basınç dayanımı $\sigma = 200-600$ kPa, horasan harçlı kargir malzemeninki ise tahmini $\sigma = 150-300$ kPa mertebesindedir (Çamlıbel, 2000). Horasan harcında dayanımın, düşük dozajlı bir çimento harcının dayanımı civarında olacağı varsayımı yapılabilir. Basınca belli limitlerde dayanır, çekmeye karşı ise dayanımı çok az olduğundan; yapının çekme mukavemeti, içindeki bağlayıcı harcın mukavemetine eşdeğerdir.

ri üzerindeki kısmı günümüze kadar eski durumunu muhafaza edebilmiş; diğer taraflardaki özellikleri zamanla kaybolmuştur. Yapıda, Ergene'nin ötesindeki Eskiköy, Kuleliburgaz, Taşçıarnavut köylerindeki ocaklardan getirilen taşlar kullanılmıştır. Bu taş ocaklarından Kuleliburgaz ve Taşçıarnavut köyleri halen Meriç'in batısında, Yunanistan toprakları içinde kalmıştır. Eskiköy ocaklarından ise artık faydalanılmamaktadır. Karayolları tarafından yaptırılan bugünkü onarımlar için gerekli taşların Edirne'nin kuzeydoğusunda Kavaklıköy civarından getirilmekte olduğu bilinmektedir.

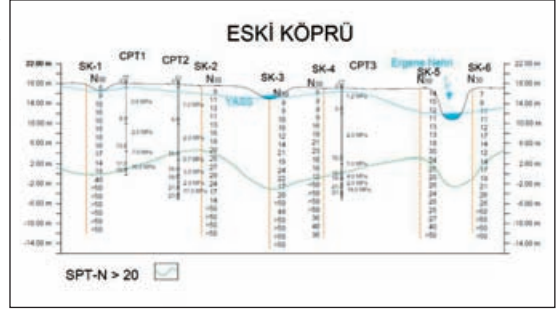
Tarihi Uzunköprü, inşa özellikleri bakımından bir taş köprüdür. Yapı altta doğal kireçtaşından kesme taşların ince bir bağlayıcı harç ile birleştirilerek inşa edildiği temel, üzerinde ayaklar, ayakları bağlayan kemerler ve döşemeden oluşmaktadır. Bağlayıcı olan horasan harcının

Uzunköprü'de eldeki kaynakların bilgilerine göre, biri 19.yüzyıl sonlarında, diğeri 1956 yılında olmak üzere iki büyük kış yaşanmış ve taşkın olmuştur. 1 Şubat 1956 günü kar yağmaya başlamış, buz kütleleri üst üste yığılmışlardır. 12 Şubat tarihinde karlar ve buzlar erimeye başlamış; 14 Şubat Salı akşamı bütün köprü sahasını sular kaplamıştır. Kaynaklar, Uzunköprü'nün büyük gözünün menba ve mansap taraflarında evvelce iki değirmen olduğu bilgisini vermektedirler. Bunlardan menba tarafındaki altı taşlı ve mansap tarafındaki beş taşlı olduğu ve bunların mahalli un ihtiyacını sağlamakta oldukları; sonrasında ise 1956 taşkınında menba tarafındaki değirmenin harap olduğu, mansap tarafındaki ise bundan daha evvel yıkıldığı bilgisi vardır (İşli ve Koz, 1998). Bu bilgiler de taşkınları işaret etmektedir.

Şekil 8



Şekil 9



Şekil 10

Jeolojik Çalışmalar

Genel jeoloji haritası çıkarılan bölge, GD kesiminde yer alan ve KKD yönünde akış gösteren Kurşunlu / Karakütük Deresi'nin akarsu yatağı boyunca yer alır. Çevre kayaların genellikle ince danelerinden oluşmuştur. Uzunköprü'nün güneyi Ergene Grubu, kuzeyi Danişmen Formasyonu, yer yer Trakya Formasyonu ile örtülüdür. Ergene Grubu, Trakya havzasında ve Gelibolu Yarımadası'nda ayrı ayrı gelişim gösterir.

Trakya havzasında Ergene Grubu; beyaz, sarımsı beyaz- kirlili sarı renkte, iyi gözenekli, orta-iyi boylanmalı, tane boyu alttan üste doğru incelen, aşınma tabanlı, çapraz katmanlı, gevşek tutturulmuş çakıl-kum üzerine aslıtından durulma yeşil renkli kil, çakıl ve kil içerikli kırmızı renkli çamurtaşı ve az tutturulmuş miltaşından oluşur. Birim gölsel, karasal ve nadiren denizel oluşuklardan meydana gelir. Ergene Grubu örgülü veya menderesli akarsu çökelleri olup, çapraz katmanlı çakıltaşı ve kumtaşı kanal çökellerini, yaygın olarak bulunan kil ve siltler ise taşkın ovası çökellerini karakterize eder. Ergene Grubu kendinden önceki tüm birimlerin üzerine açılmalı uyumsuzdur. Üzerine Trakya Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Ergene Grubu'nda taneler bol kuvars içerir, oldukça yuvarlaktır. Birimde laminalanma, tabakalanma, düzlemsel ve teknelemsel çapraz tabakalanma, dereceli tabakalanma izlenmektedir. Kırmızı renkli çamurtaşları yer yer kum ve çakıl içeriklidir. Ergene Grubu Trakya havzası kenarlarında 40-60m, havza

ortalarında ise 350-400m kalınlıktadır. Yulaflı sondajında 666m kalınlık kesilmiştir. Ergene Grubu'nda bulunan omurgalı fosillerine göre, Orta-Üst Miyosen yaşı verilmiştir. Ergene Grubu'nda havza içinde Kurtdere, Çelebi ve Sinanlı formasyonları ayırt edilmiştir.

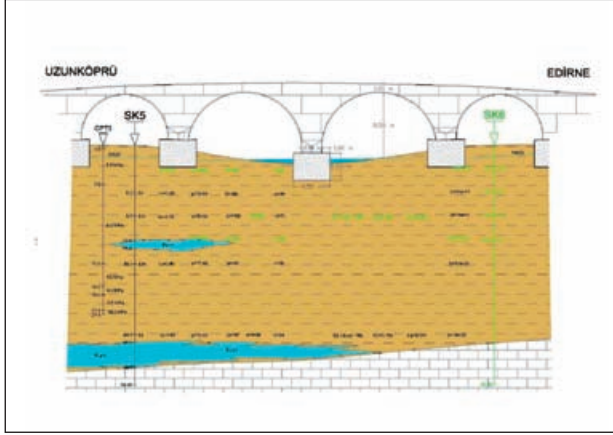
Gelibolu yarımadasında Ergene Grubu; Çanakkale ve Conkbayırı formasyonları olarak temsil edilmiştir. Alüvyon içerik, Ergene Ovası'nın çok düşük eğiminin sonucu olarak düşük enerjili akarsu-yun taşıdığı yoğunluğu ince daneli zeminlerden oluşan siltli kumlu kilden oluşmaktadır. Bu içerik aynı zamanda Trakya yöresi jeolojik istifinin litolojik içeriği ile de uyumludur. Rengin yeşil, kahve ve koyu gri arasında kesit boyunca değiştiği, demiroksit ve manganoksit yüzeyleri gözlenen, içerisinde ince kum taneleri içeren seyrek olarak karbonat yumruları gözlenen çok seyrek iyi boylanmamış çakıl taneleri ihtiva eden, yer yer ince daneli kum merceği içeren siltli kumdur. Üst kot ile ana kaya arasında alüvyon zeminin içeriğinin sondajlar arasındaki yanallı sürekliliği yer yer kum mercekleri ve jeolojik geçmişte ana kayanın akarsu tarafından aşındırılmış yataklarında çökelmiş kum birimleri ile bozulmuştur. Bunun dışında ortam yanallı olarak benzerdir. Alüvyon zeminin altında gri-yeşil renkli marn birimlerine girilmiştir. Alüvyon içindeki kum merceklerinin ise orta sıklıkta olduğu görülmüştür. Bu birimin üst seviyelerinde SPTN değerlerinin 50'nin üzerine kademeli olarak çıkması, ana ka-

yanın üst seviyesi üzerindeki su etkisiyle bozunmuş ve kayadan çok zemin niteliği kazanmıştır.

Uzunköprü ve çevresi 4. derece deprem bölgesi içindedir (Şekil 8). Dolayısıyla sıvılaşma söz konusu olmamıştır. Zira bölgede 1440'lardan bugüne geçen zaman içerisinde yapıyı etkileyecek depremin oluşmadığı, yapının günümüze hizmet görebilecek düzeyde bir sağlamlıkla ulaşmış olmasından anlaşılmaktadır (Şekil 9).

Tarihi yapı ile ilgili plan, kesit, harita gibi bilgiler, M.Gündüz'ün 2008 yılında sunduğu Yüksek Lisans tez çalışmasına kadar kaynaklarda mevcut değildi. Tezde, tarihi yapıda boyutlandırma çalışmaları, yük hesabı ile esas yapı boyutları ve ayak açıklıklarının belirlenmesi ölçümlerine dayanan rölöve çalışmaları yapılarak; köprünün ayaklarının oturtulduğu zemin kesiti, yerinde (SPT, CPT, Jeofizik sismik, GPR ve DES ölçümleri) ve laboratuvarda yapılan deneylerle oluşturulmuştur. Arazide elde edilen veriler, sondajlardan alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonuçları ile desteklenmiştir. Sondajların yerlerinin belirlenmesindeki temel geoteknik yaklaşımı belirleyen: uzunluğu yaklaşık 1200m'yi bulan ve Ergene Ovası'nın nehirle beraber tamamını kaplayan tarihi yapı için, zemin kesitini verebilecek dağılımda ve yapıda ara ara görülen hasar yoğunlaşmasına zeminsel özelliklerin katkısının araştırılabilmesi için veri temini beklentisi; yeni köprü güzergahında ise zemin özellik-

Sekil 11

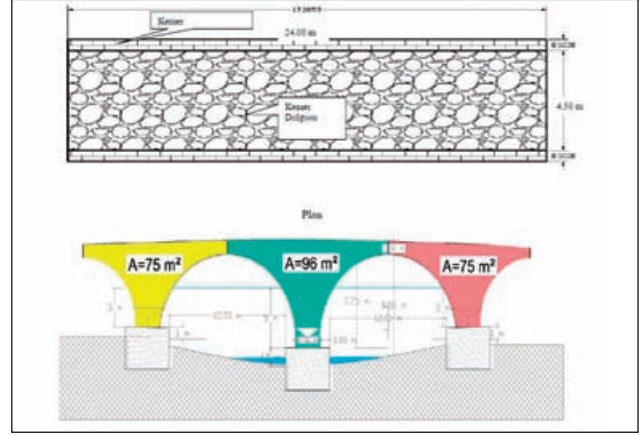


lerinin araştırılması olmuştur. Sondajlardan elde edilen bilgilerle, mevcut köprü'nün ve alternatif güzergahın zemin özellikleri 30m'lik kesit boyunca ortaya konmuştur. Buradan elde edilen bilgiler, diğer veriler ile birleştirilerek, köprü'nün yapıldığı dönemlerdeki geçgisinin belirlenmesinde planlayıcının geoteknik yaklaşımının anlaşılması hakkındaki yoruma temel dayanak olmuştur. Tüm bu bilgi birikimi ile geçginin mühendislik jeolojisi kesiti (Şekil 10) hazırlanması ve temellendirme ortamlarının geoteknik değerlendirmesi, risk analizleri ve irdelemeleri doğrultusunda kullanılmıştır. Sondajlardan elde edilen profiller, SPT N, YASS bilgileriyle mevcut köprü'nün zemininin özellikleri 30m boyunca hazırlanan kesitler ile verilmiştir (Şekil 11).

Yapı rolövede, 174 kemerli köprü'nün tüm ayakları değil, nehir yatağı üzerindeki ana ayak, bunun sol ve sağında bulunan ayaklar ve bunları bağlayan kemerler boyutlandırılmıştır (Şekil 12). Yapının hasar durumu hakkındaki tespit, sadece gözlemlere dayalıdır. Bu konuda ileri tetkiklere gidilmeden değerlendirme için gözlemlerde dikkat çeken hasarlar gruplandırılmıştır. Gövdede blok taş kaybı, kemerden üst düşemeyle uzayan çatlamlar ve blok oynamaları, temelden üst dö-

şemeye ayakları boyunca kesen açık çatlaklar ve temelde oyulmalar şeklinde gözlenen hasarlar ayrılarak; yerleri yapının geçgisi boyunca enkesit üzerine işlenmiştir. Bu kesit geoteknik bulgularla birleştirilerek verilmiştir (Şekil 13,14), (Gündüz, 2008).

Zemin kesiti ve geoteknik değerlendirmeler ile, zemin kesitinde beliren alüvyonun kalınlığı, geçgi boyunca değişken taban kaya üst kotu ile akarsu geçişleri dışında %1'in altında eğimle doğrusal değişen üst yüzey topografyası belirlenmiştir. Zemin ortamı, jeolojik geçmişte akarsuların ilk dönemlerde aşındırdığı tabanı süreç içerisinde taşıdıkları malzemelerle tabanından itibaren eş kotlarda doldurması ile gelişmiş olup; kaya birimlerin alterasyonu ile oluşmamıştır. Zemin sınıfı bulguları incelendiğinde, eş kotlarda özellikle 10m'ye kadar zemin direncinde benzerlik vardır. Bu benzerlik, geoteknik açıdan üzerinde değişik türden geçitlerin bulunduğu güzergahda alüvyonun, Ergene'nin yatağını sakin bir taşkın ovası niteliğindeki çökme ortamı istifi olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak, arazi ve laboratuvar deneylerine göre, zemin direnci derinlikle artmamaktadır. Zemin direncinde azalmanın görüldüğü seviyelerde sıvılık indisi (IL) incelendiğinde; bu kotlarda IL 'nin 0,6'nun üstü-



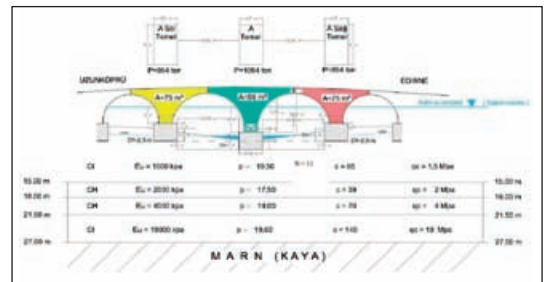
Sekil 12



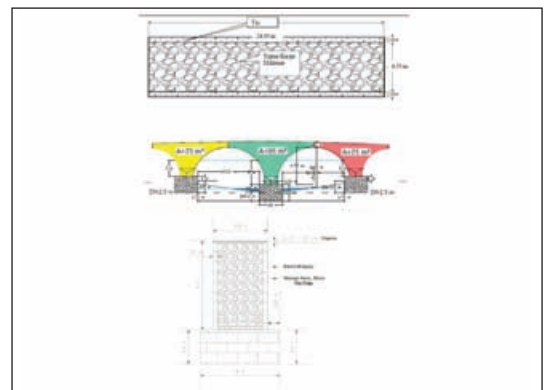
Sekil 13



Sekil 14



Sekil 15



Sekil 16

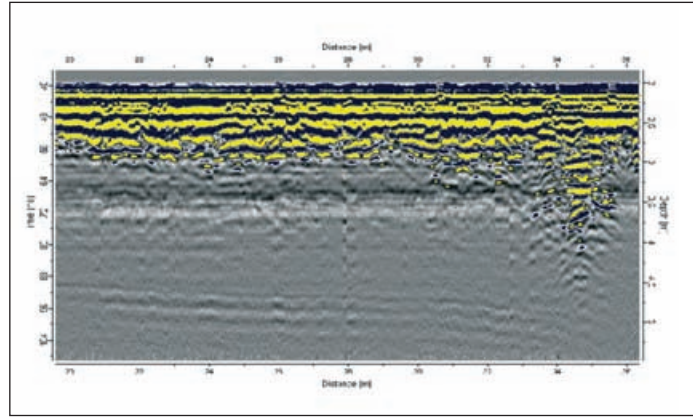
ne yükseldiği, yani zeminin OCR değerinin 10m'den sonra 1'e yöneldiği görülmektedir. Laboratuvar deneyleri incelendiğinde, drenajsız kayma direncinde derinlikle beklenen artış saptanmadığı gibi, sayısal değerleri ile $SPT N$ ve q_c arasında oransal ilişki de kurulamamıştır. Görülen kum seviyelerinde bulgularda yanal süreklilik tespit edilmemiştir. Geoteknik değerlendirmeler sonucu, zemin özelliklerindeki değişimin kaynağı, efektif gerilme koşulları ile açıklanabilir (Şekil 15).

Ortaya çıkan bulgularda değerlendirilen zemin özellikleri, zeminin yoğun boşluk suyu basıncı etkisini

işaret etmektedir. Bu sonuç, arazi çalışmalarıyla belirlenemeyen kum ortamının devamlılığının akarsu akış istikametinde var olduğunun bir belirtisi olarak alınabilir. Kumlar bu tür ortamlarda enerjinin nispeten yüksek olduğu akarsu yatağında depolanağından, akarsu geçmişte bu bölgelerden akmuş olabilir. Kuyularda artezyen durumunun tespit edilmemesi bu durum ile çelişiyor gibi dursa da, üst zeminin 4-5m seviyesinde kum içeriğinin yüksek olması, geçiyi ara mesafeleri çok açık olmayan, 1 adet nehir eksenine dik, 2 adet çapraz olarak akarsuyun kesmesi, yeraltı suyunun bu seviyelerde dağılabile-

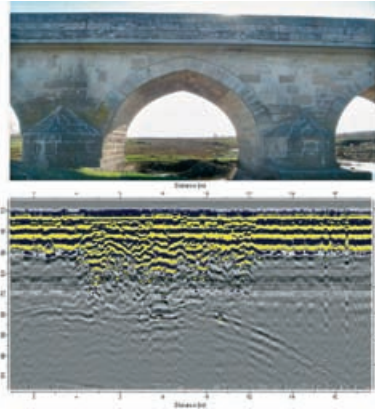
ceği ortamı da yaratmaktadır. Temel gömme derinliği (D_f) altında bulunan alüvyon zemin kalınlığı, geçgi boyunca taban kaya üzeri topografyasının sonucu olarak değişiklik göstermektedir. Tarihi yapının 1200m gibi oldukça uzun bir eksen boyunca oturduğu düşünüldüğünde, zemin özelliklerinin derinlikle değişimindeki sapmalar, D_f den itibaren gerilmelerin sönmüleneceği öngörülen 2B derinliğinin altında kaldığından, rahatlatıcıdır. Geoteknik değerlendirmeler sonrasında geçiyi temsil edecek ideal zemin kesiti oluşturulmuş ve bilgiler üzerine işlenerek verilmiştir (Şekil 16).

Şekil 17

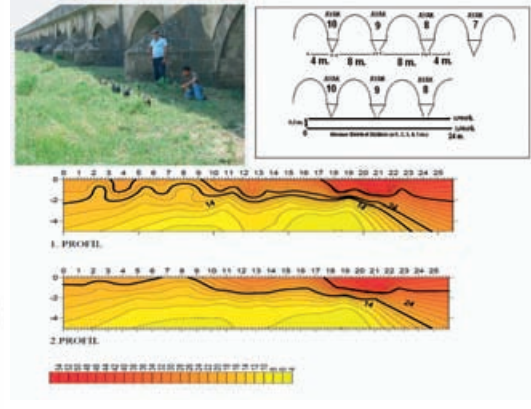
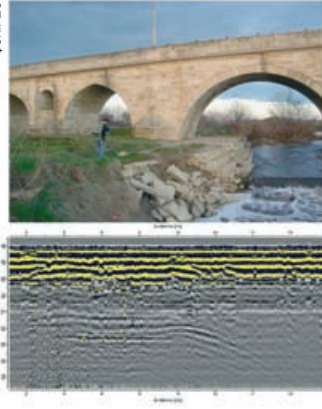


Şekil 18

Şekil 19



Şekil 20



Şekil 21

Jeofizik Çalışmalar

Tarihi köprüde yapılan jeofizik çalışmalarda; temel derinliği-yayılmının belirlenmesi ve tarihi yapıyı oluşturan taş örgünün dinamik elastik parametrelerinin tespiti için jeofizik yöntemlerden yararlanılmıştır. *Georadar/ Yer radar/ (GPR) yöntemi*, yüzeye yakın araştırmalar için kullanılan yüksek fre-

kanslı bir elektromanyetik, jeofizik yöntemdir (Şekil 17-20). Bir yer radarı: verici anten, alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtcıdan oluşmaktadır. Verici anten (*transmitter*), yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahiptir ve birkaç nanosaniyeli bir elektromanyetik sinyal üretir. Yer içinde ilerleyen dalgalar anomali

verecek herhangi bir nesne ile karşılaştıklarında, yansıma veya saçılmaya uğrayarak tekrar yukarı çıkarlar ve yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtcı yardımı ile zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilirler; buna, radar izi (*radargram*) adı verilir. Zaman birimi nanosaniyedir. Ölçümler genellikle bir profil üze-



KEMER ALTI KÖPRÜ AYIĞI YAN DUARI DİNAMİK ELASTİK PARAMETRELERİ											
FR. NO	TABAKA	Vp	Vs	h	d	u	G	E	k	Tu	GK
		m/sn	m/sn	m	grim°	[L]	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	sn	[L]
LINE-1	I	1650	1051	0,70	1,93	0,158631	21745,18	50389,27	24081,57	0,002664	1,569933
	II	550	340	1	2,7	0,172207	32900,5	77339,2	39323,7	0,001156	1,591136
Vp: P-DALGA HIZI		h: TABAKA KALINLIĞI				u: POISSON ORANI					
Vs: S-DALGA HIZI		d: YOĞUNLUK				G: KAYMA MODÜLÜ			G.K. (Vp/Vs): HIZ ORANI		

Şekil 22

rinde, önceden belirlenmiş ölçüm noktalarında alınırlar. Her ölçüm noktasındaki izler yan yana getirilerek, radargram adı verilen radar kesitleri elde edilir (Yüksel, 2007).

Tarihi yapı temel derinliğinin tespiti için, Georadar ile 100 Megahertz'lik anten kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde temelin sürekliliği araştırılmış ve kemer altında ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler neticesinde, kemer altlarında temelin devam etmediği elde edilen grafikten okunmaktadır. Geoteknik değerlendirmeler için yapılacak analizlerde kullanılmak üzere en fazla yük yoğunlaşmasının görüldüğü ayak olan nehir yatağında ki ayak temelinin yayılımı ve derinliğinin tespiti, yoğun su akışından dolayı yapılamamıştır. Bunun yerine ana ayağı iki yakaya bağlayan kemerin karşı ayakları Georadar ile araştırılmıştır. Arazide yapılan radar çalışmasında, ana ayak için temel derinliğinin 3,5m, diğer ayaklarda ise 2,5m olduğu biçiminde yorumlanmıştır. Ancak sonucun kesin ve net verisi elde edilemediğinden; diğer jeofizik yöntemlerden DES ile bu durumun desteklenmesi gerektiğine karar verilerek, sonraki aşamada bu yöntem ile temel yayılımı ve derinliği araştırılmıştır.

Elektrik Sondaj (DES), yeraltı şartlarını araştırmak için elektrik akımını kullanan bir yöntemdir (Şe-

kil 21). Bunlardan en sık kullanılanı bir çift elektrotla yer içine akım gönderilmesi ve bir voltmetreye bağlı diğer bir çift elektrotla da bu akımın meydana getirdiği potansiyel farkının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Yeri oluşturan ortamların elektrik akımına direnci, zeminin dane boyu, sıklığı, kil kapsamı ve elektrolitik akışkanların varlığı ve değişimine bağlıdır. Yeraltındaki farklı elektriksel rezistiviteli tabakalar farklı litolojilere sahip tabakalar olarak yorumlanabilmekte ve bunların yeraltı suyu iletkenlikleri ile dolaylı değerlendirmeler yapılabilmektedir (Yüksel, 2007). Akım elektrotların potansiyel elektrotlarına nazaran belli bir oranda uzakta olduğu bir yöntemdir. Bu metodun derinlik sondajı (DES) uygulamasında penetrasyon derinliğinin, iki akım elektrotu arasındaki mesafenin yarısı kadar olduğu kabul edilmektedir. DES çalışması, suyun olmadığı gömülü ayaklarda yapılabilmektedir. Bu yöntemin kullanılmasında amaç, radar ile tespit edilen ana ayaklar dışındaki diğer ayaklarda 2,5m'lik temel derinliğinin kesinleştirilmesidir. Yapılan bu çalışmada, jeoelektrik kesitlerdeki eş rezistivite konturlarında görüldüğü üzere, temel derinliği 2,5m civarındadır.

Sismik Ölçümler, köprü ayaklarının oturtulduğu zemin, köprüde kullanılan malzemelerin özellik-

leri ve yapı deformasyonlarını araştırmak için yapılmıştır. Sismik serim doğrultuları boyunca yatay ve düşey jeofonlar kullanılarak karşılıklı atışlar yapılmış ve bu şekilde P ve S dalgası kayıtları alınmıştır. Serim hatlarında, atış noktası ile ilk jeofon (alıcı) ve jeofonlar arasındaki uzaklıklar yapı özelliklerinden dolayı değişken seçilmiştir. Arazide elde edilen veriler "SIP" bilgisayar yazılımı ile işlenmiş; her bir kayıt için "ilk kırılma zamanları" saptanmıştır. Verilerin grafik ortama aktarılmasıyla hesaplanan ve görünürlük kazandırılan P ve S dalga hızları (V_p , V_s), daha sonra "SIP" yazılımı ile modellenmiş ve serim hatları dolayında belirlenen 2 ana sismik zonu temsil eden gerçek hızlara dönüştürülmüştür. Sağlanan sismik verilerden hareketle 1. ve 2. sismik zonlar ayrılarak, bunların "P ve S gerçek dalga hızları" hesaplanmış; sonra bu sismik ortamlar için öncelikle her serim hattı bazında ayrı ayrı geçerli olmak üzere, zemin ve köprü malzemesinin dinamik elastik parametreleri bulunmuştur (Şekil 22). Sismik dalgalar ortamın elastik özelliklerine bağlı yayıldıklarından, elde edilen sismik kayıtlardan jeofonlara varış zamanları, sismik V_p ve V_s hızları, blok taş ve yığma malzeme olarak ayrılan iki tabakanın elastik parametreleri olan *bulk*, *young* ve *kayma modülleri* ile *poisson oranı* hesaplanmıştır.

Geoteknik Modelleme

Bu aşamaya gelinceye kadar gerçekleştirilen çalışmalar sonunda erişilen bilgi birikimi ile, araştırmaya konu olan tarihi köprünün yapı ve zemininde girilecek tüm olası mühendislik işlerinde en gerçekçi yaklaşımların sağlanmasına imkan yaratmak için; gerek yapı özellik ve davranışları gerek de zemin para-

metreleri ve büyüklükleri bakımından, yapıdan etkiyecek gerilmelerin sönmüneceği derinlik boyunca farklılıklar taşıyan "ortam" türleri, mühendislik verileriyle sayısallaştırılmış zemin kesitinden seçilerek (Şekil 12), geoteknik model oluşturulmuştur (Şekil 16).

Yapı genel olarak iki tip ana mal-

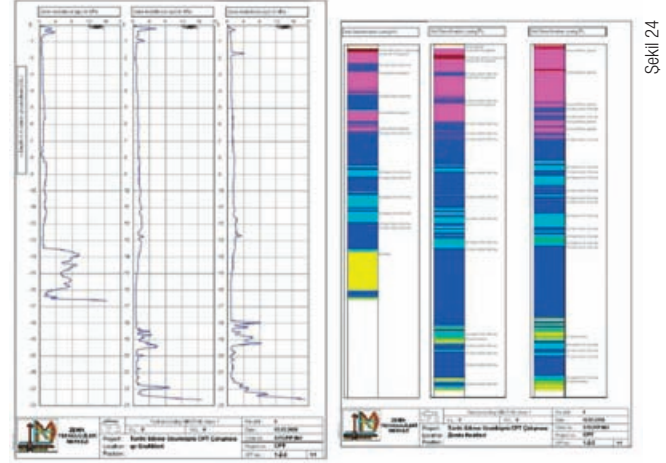
zeme ile inşa edilmiştir. Dış yüzeylerde kesme kireçtaşı blokları kullanılmış, içeri ise kct ve ince malzemelerden oluşan karışık malzeme ile doldurulmuştur. Arazide yapılan sismik çalışmada, arada kullanılan dolgu malzemenin yoğunluğu $1,93g/cm^3$; kemer taşlarının yoğunluğu ise $2,7g/cm^3$ olarak ölçülmüştür. Ölçülen

bu değerler, bu tür malzemeler için uygun görülerek hesaplamalarda kullanılmıştır. 5,5m eninde olan köprüde, dış kenarlarda 0,5m kalınlıklı kes-

me taş; iki dış kenar için 1m'lik kesimde, ortada ise 4,5m'lik kesim için kemer dolgu malzeme yoğunlukları dikkate alınmıştır. Yapılan rölöve ça-

lışmasından elde edilen köprü kesit ve planı bu aşamada kullanılarak, yarıdan zemine aktarılan temel basıncı yaklaşık 300 kPa hesaplanmıştır.

Şekil 23



Analiz ve Değerlendirmeler

Yapılan arazi deneylerinin çeşitliliği, kullanılan CPT'nin modelinin yeni ve elektronik olması, laboratuvar deneylerinin güvenilirliği, bölgenin deprem durumu ve zemin profilinin gerilmelerin sönmüldüğü derinlikte yanal olarak çok değişken olmaması nedenleri ile, analizlerde Güvenlik Sayısı, 2 olarak seçilmiştir (Şekil 23,24).

Zeminden 3,5m'ye gömülmüş ana ayakta B=4,5m ve L=8m boyutlu dikdörtgen temel için; laboratuvar deney sonuçlarını kullanarak, son taşıma gücü Terzaghi formülünde YSS seviyesinin D_f ile yüzey arasındaki durumda $C_w = 0,5$ ile nihai taşıma gücü 150 kPa; bu da G.S.=2 ile $\sigma_{em} = 255$ kPa dolayında bir güvenli taşıma gücü düzeyi anlamına gelecektir.

Zeminin güvenli taşıma gücü: Skempton ile yaklaşık $D_f = 3,5m$ derinlikte B = 4,5m için

$D_f / B = 0,77$ ve $\sigma_{em} = 232kPa$ hesaplanmaktadır.

İnce daneli zeminlerde CPT sonuçlarından, taşıma gücü: B derinliği boyunca ortalama $q_c = 2$ MPa ve $q_d = 760$ kPa ile, $\sigma_{em} = 380kPa$ köprü ayağı taban basıncından önemli ölçüde yüksektir. Ana ayak taban basıncının 300 kPa olduğu düşünüldüğünde CPT'nin en

güvenilir sonucu sağladığı görülmektedir.

Sıkışabilir kilin derinliği 21,5m, bu alanda kilin drenajsız deformasyon modülünü modelden $E_s = 3000$ kPa ile 3,5m derinliğe oturtulmuş temel için ani (drenajsız) oturma, yaklaşık, $S_i = 273$ mm bulunmuştur. Konsolidasyon oturması ise, tipik zemin kesidini kullanarak hesaplanırsa, $D_f = 3,5m$ 'deki temel altındaki sıkışabilir kil 12m'ye kadar devam ettiğinden, temel tabanından sıkışabilir zeminin orta noktası 6m'ye ana ayaktaki taban basıncını yük olarak uyguladığımızda hesaplamalar için bu derinliklerdeki ana ayak ve yanındaki temellerden gelen gerilme artışları; A temeli için tarihi yapının yapıldığı dönem olan 1440'lı yıllar dikkate alındığında ilk aşamada hesaplamalara ilave trafik yükü dahil edilmemiştir. Temelin altındaki kil tabakasının kalınlığı $H_0 = 12000mm$ olup, zeminde çift yönde drenaj mevcuttur.

Sıkışabilir kil ortasında 6m derinlikte gerilme artışı için *Boussinesq* ile etki sayıları

$$m_1 = 0,66$$

$$n = 0,375$$

$$\kappa = 0,07$$

$$N = 4 \text{ için,}$$

$$\text{Kilin ortasında gerilme artışı}$$

$$\sigma_1 = 84 \text{ kPa}$$

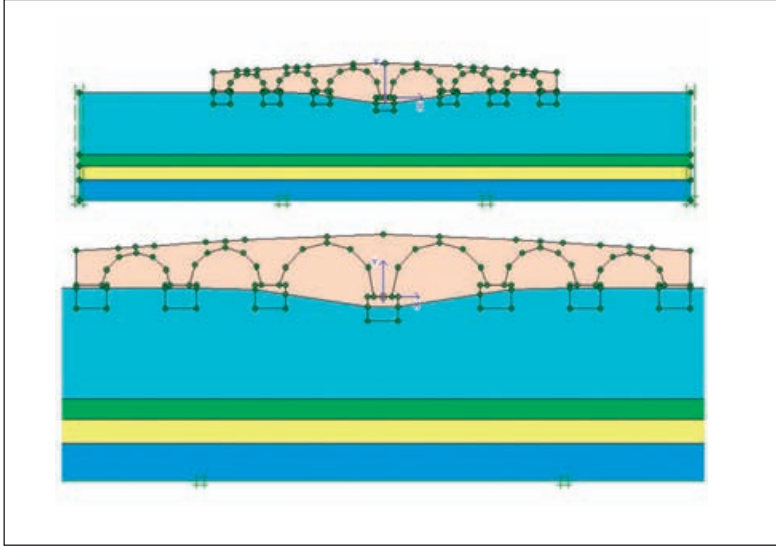
A temelinden, komşu temellerin etkisi ise; Temel ekseninde $\sigma = 1,25$ kPa iki komşu temel için Ana temel ve komşu temellerden sıkışabilir zeminin ortasında toplam gerilme artışı $\sigma = 85$ kPa'dır.

Bu değerler ile kilin son sıkışması: $D_f = (-)3,5m$, YAS (+) 1,5m için $w_n = 19,54$ kN/m³; 12m kalınlığındaki kili normal yüklenmiş kabul ederek,

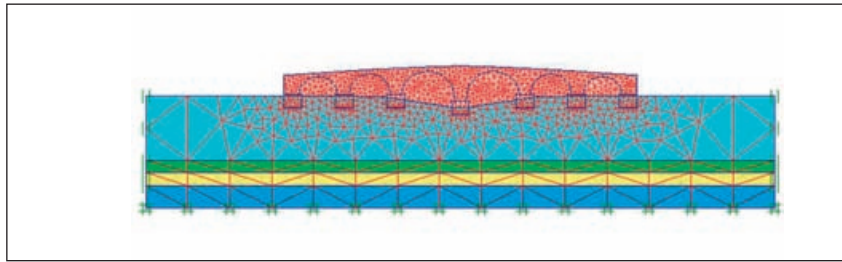
$$\sigma'_0 = 59kPa \text{ için } \Sigma S = 865mm \text{ dir.}$$

Yapı inşasından yaklaşık 500 yıl sonra, günümüzden yaklaşık 60 yıl önce güncel taşıt araçları trafige çıkmıştır, trafik için paletli makine, vs. geçişleri dikkate alındığında, yaklaşık 100 kPa taşıt yükü sıkışabilir zeminin ortasında temel altından 6m aşağıda; Kilin ortasında gerilme artışı $\kappa = 0,07$ simetri sayısı 4 için $\Delta\sigma = 29$ kPa'dır. Bu gerilme artışı 59 kPa efektif gerilme ve 85 kPa yapı yükünden dolayı toplam 144 kPa sıkışabilir kil ortasındaki etkiye ilave edilirse, $\Delta\Sigma S = 177mm$ olarak hesaplanır. Oturma süresi hesabından da $t_{50} = 5,9$ dak=0.0041 gün'den konsolidasyon katsayısı (laboratuvar) $c_v = 0,0048$ m²/gün olarak hesaplanır. Konsolidasyon yüzdesi $U = \Delta H/S_\infty$ ve 12m kalınlığındaki sıkışabilir kilde inşa sonrasında %90 konsolidasyon için ge-

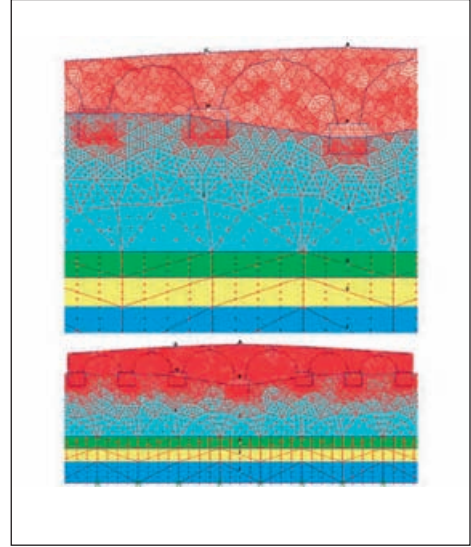
Sekil 25



Sekil 26



Sekil 27



rekli süre $t_{90} = 17,5$ yıl olarak hesaplanmıştır. Bu süre, köprü altındaki killerin birincil konsolidasyon oturmasını, yapımdan birkaç on yıl sonra tamamladığını göstermektedir. Sonlu Elemanlar yöntemiyle Oturma Analizi yapıldığında, oturmalar 70cm mertebesinde çıkmaktadır (Şekil 25-27).

Analizlerde çıkan oturma değerleri, -böyle bir alanda konumlanmış tarihi yapının yaklaşık 560 yıldır hizmet görüyor olması gerçeği değerlendirildiğinde-, planlamasında bir geoteknik öngörünün var olduğunu ortaya koymaktadır. Oturmalar, güncel durumda 1200m uzunluk ve farklı yüksekliklerdeki 174 ayak sayısı ile değerlendirildiğinde; temellerin olası sorunlar öngörülerek boyutlandırıldığı ve yapım süresi ile zemin için bulgulardan elde ettiğimiz konsolidasyon süresinin yakın olması sonucu inşaat süresinde bu öngörünün de etkisinin olduğu söylenebilmektedir. İnşaat aşamalarının; öncelikle temeller ve ayaklar üzerine kemer taşlarının yığılması ile ön yüklenme, ardından oluşan farklı oturmanın ayaklarda kot düzenlemesiyle gideril-

mesi ve kemerler ile bağlantıların yapımı şeklinde sıralandığı düşünülmektedir. Tüm bunlar, dönemin ileri düzeydeki mühendislik sezgisinin daha detaylı irdelenerek günümüze aktarılması konusunda, araştırmaların çoğaltılmasının, tarihi sürece dünya mühendisliğindeki konumumuza katkı sağlayacağını göstermektedir.

Tarihi yapının günümüzdeki durumuna yönelik gözlemler ve sahada yapılan hasar incelemelerinde, 2 türden fazla hasarın gözlemlenmiştir. Yapıdaki hasarlar arasında;

- gövdede blok taş kaybı,
- kemerden üst döşemeye uzayan açık çatlaklar,
- kemerlerdeki blok taşlarda oluşan oynamalar,
- temelden üst döşemeye ayakları boyunca kesen açık çatlaklar ve
- temelde oyulmalar dikkati çekmiştir.

Geçgi kesiti genel sonuçlar ile birlikte incelendiğinde, yapı yüklerinin yoğun olarak etkidığı yaklaşık 10m derinlik boyunca zemin genel özelliklerinde önemli değişikliklerin olmadığı ve dolayısıyla hasarların zeminin geoteknik özelliklerin-

den kaynaklanmadığı görüşü egemen olmuştur. Ancak, yapıda yüzey kotlarına son yıllarda yapılmış müdahaleler, yüzey suyu akışını yer yer engellemiş ve bu durum bölgesel göllenmelere neden olmuştur. Bu bölgeler, özellikle içerisinde temelden üst döşemeye doğru açık çatlakların yoğun olduğu 1.grup hasarların görüldüğü kısımda gözlemlenmektedir. Kemerden üst döşemeye uzayan açılmış çatlaklar ile kemerlerdeki blok taşlarda oynamalar şeklinde görülen hasarların dağılımı rastgeledir. Yapının yayılımı boyunca ara ara görülmektedir. Bu tür hasarlar, yapının üst döşemeden su alarak kemer ve dolgularının bağlayıcı harcında yıkanmaya ve bozulmaya neden olması sonucunda, sıkı yapının bozulması ve yoğun seyreden titreşimli trafik yüklerinin etkisi, titreşimin yoğun algılandığı sıkı yapının bozulduğu kemer ve döşeme arasındaki hasarlar ile yapıdan blok taş kaybının kaynağıdır. Çok nadir de olsa ayaklarda görülen oyulmalar ise yüzey suyu akışı kaynaklıdır. Bunların dışında, malzeme özelliklerine bağlı bozulmaların da hasar verici etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu hasar etkileri ortadan kaldırılmaz ise yapı bir süre sonra kullanılamaz duruma gelecektir.

Tarihi yapıdaki yoğun trafik yükü, ilk etapta köprü ağır taşıtlara kapatılarak mutlaka kaldırılmalıdır. Yapı temelleri, çevresinde su akışını engellemeyecek şekilde düzenlen-

melidir. Üst döşeme bölgesi kontrol edilerek buralardan kemer dolgusuna yönelecek su akışı engellenerek onarımlar gerçekleştirilmelidir.

Oyulmalara karşı temellerin çevresi koruma altına alınmalıdır. Uzunköprü için yapılacak teknik girişimlere, yapının özellikleri bakımından

ayrıntılı irdelenmesinden sonra elde edilecek veriler ve bu çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirildikten sonra karar verilmelidir.

Sonuç

Bu çalışmada, tarihi Uzunköprü ve üzerine oturduğu zeminin geoteknik değerlendirmesi yapılmıştır. Yapımına 15.yüzyıl'da başlanan köprünün temel boyutları ve konumu, o zaman da geoteknik bilgilerden yararlandığı gibi bir izlenim vermektedir. Bu bağlamda, köprüde günümüzde gözlemlenen hasarların zeminden değil, doğa koşulları ve çağdaş trafikten kaynaklandı-

ğı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, tarihi yapıların güvenlik kontrolü ve rehabilitasyonuna geçilmeden önce, mevcut hasarın kökeninin temel zemininden kaynaklanıp kaynaklanmadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tespitlerin CPTU, georadar ve sismik ölçümlerle gerçekleştirilmesi daha doğru sonuçlar sağlayacaktır. Yapılan farklı hesaplamalar, tarihi köp-

rünün yapımından sonraki on yıl içinde 70-87cm dolayında bir oturma gösterdiğini, yığma yapının da bu değerlere tahammül edebildiğini göstermektedir. İleride girişilecek rehabilitasyon çalışmalarında zeminle ilgili bir işlemin gerekmeceği sonucuna varılmış olup, taşıyıcı sistem özelliklerinin iyileştirilmesi ve köprünün ağır trafikten arındırılması önerilmektedir.

REFERANSLAR

- 1- I. Edirne Kültür Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 2003, Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü- Edirne Valiliği.
- 2- Aksoy, İ.H., 1978, *Tarih Boyunca Su Boşaltma Araçları ve Temel İnşaatında Uygulamaları Teknik Raporu*, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- 3- Aksoy, İ.H., 1982, *İstanbul'da Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri*, İTÜ İnşaat Fakültesi Doktora Tezi, İstanbul.
- 4- Aşıkpaşazade, 1985, *Aşıkpaşaoğlu Tarihi*, (Haz.: Nihal Atsız), Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- 5- Ayverdi, E.H., 1989, *Osmanlı Mimarisinde Çelebi ve II.Sultan Murad Devri 806-855 (1403-1451)*, İstanbul Fetih Cemiyeti Enstitüsü Yayını, Damla Ofset, İstanbul.
- 6- Bağman, L., 2005, *Uzunköprü, Tarihi ve Belgeleri*, Ulusal Bellek, Edirne.
- 7- Balkaş, İ.H., 1958, *Tarihte Ergene ve Uzunköprü*, Edirne.
- 8- Başbakanlık Osmanlı Arşivleri, Muhasebeden Müdevver Defter [BOAMMD], No.55, ss.503b-504a ve Dosya No:1561, Gömlek No: 103.
- 9- Canbil, N., 1969, *Trakya'da Türk Devri Köprüleri*, İÜ Edebiyat Fak. Sanat Tarihi Bölümü, Yayınlanmamış Lisans Tezi, İstanbul.
- 10- Çulpan, C., 1975, *Türk Taş Köprüleri*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, İstanbul.
- 11- Çulpan, C., 2002, *Türk Taş Köprüleri Ortaçağ'dan Osmanlı Devri Sonuna Kadar*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, İstanbul.
- 12- Desai, C.S., Johnson, L.D., Hargett, C.M., 1974, 'Analysis of Pile-Supported Gravity Lock', *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, Vol. 100, No. 9, September 1974, pp.1009-1029, USA.
- 13- Ekiz, İ. , 1981, *Çözümlü Köprü Problemleri*, Seçkin Kitabevi Yayınları, İstanbul.
- 14- Germen, M., Tanyeli, G., Sözen, M., 2000, *Türkiye'nin Köprüleri*, Koç Allianz Yayınları, İstanbul.
- 15- Gökbilgin, M.T., 1952, *XV-XVI. Asırlarda Edirne*, Üçler Basımevi, İstanbul.
- 16- Gökbilgin, M.T., 1965, "XV. Asrın Birinci Yarısında, II.Murad Devrinde Hristiyan Birliği ve Osmanlı- Macar Mücadeleleri Esnasında Edirne", *Edirne'nin 600.Fethi Yıldönümü Armağan Kitabı*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, s.119-137.

- 17- Gündüz, M., 2008, *Tarihi Uzunköprü'nün Geoteknik Yaklaşımına Performans Kontrolü ve Rehabilitasyon Önerileri*, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- 18- Hibri, A., 1996, Enisü'l Musamirîn, *Edirne Tarihi 1360-1650*, (Çev.: Ratıp Kazancıgil), Edirne Valiliği Yayınları, Edirne.
- 19- Hoca Sadettin Efendi, 1992, *Tacü'l Tevârih*, (Haz.: İsmet Parmaksızoğlu), Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- 20- *Hünernâme Minyatürleri ve Sanatçıları*, 1969, Yapı Kredi Doğan Kardeş Yayınları, İstanbul.
- 21- İşli, E.N., Koz, S. (ed.), 1998, *Edirne: Serhattaki Payitaht*, 1998, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- 22- İşmen, İ., 1972, *İnsanlar ve Köprüler*, Türkiye İş Bankası Yayınları, İstanbul.
- 23- Önalp, A., 2002, *Geoteknik Bilgisi I, Zeminler ve Mekaniği*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 24- Önalp, A., Arel, E., 2004, *Geoteknik Bilgisi II, Yamaç ve Şev'lerin Mühendisliği*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 25- Önalp, A., Sert, S., 2006, *Geoteknik Bilgisi III, Bina Temelleri*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 26- Özbek, Y., 2002, *Osmanlı Beyliği Mimarisinde Taş Süsleme (1300-1453)*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- 27- Peynircioğlu, H., Özudođru, K., Aksoy, İ.H., 1978, *Eminönü — Süleymaniye — Unkapanı Bölgesinin Geoteknik Etüdü ve Yeni Cami Temellerinin İncelenmesi Teknik Raporu*, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- 28- Sarac, M.M., 2003, *Tarihi Yığma Kargir Yapıların Güçlendirilmesi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- 29- *Tarihi Köprüler*, 2009, Karayolları Genel Müdürlüğü Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:268, Ankara.
- 30- *Tarihi Köprülerin Onarımı*, 2007, Karayolları Genel Müdürlüğü Köprüler Dairesi Başkanlığı Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü, Ankara.
- 31- Tođrol, E., 1986, *Haliç'in Geoteknik Sorunları ve Çözüm Yolları*, Bođaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- 32- Tunc, G., 1978, *Taş Köprülerimiz*, Karayolları Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- 33- Uzunçarşılı, İ.H., 1958, "Sultan Murad II Vasiyetnamesi", *Vakıflar Dergisi*, S.IV, Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, s.1-18.
- 34- Yılmaz, H.F., Pekin, F., 2008, *100 Köprü*, NTV Yayınları, İstanbul.
- 35- Yüksel, F.A., 2007, *Çevre ve Mühendislik Jeofiziği Ders Notları*, İstanbul Üniversitesi.
- 36- Zemin Teknolojileri Merkezi, 2005, *Tarihi Meriç köprüsü Sondaj Raporu*, İstanbul.
- 37- Zemin Teknolojileri Merkezi, 2005, *Tarihi Tunca Köprüsü Sondaj Raporu*, İstanbul.
- 38- Zemin Teknolojileri Merkezi, 2005, *Tarihi Uzunköprü ve Uzunköprü Çevreyolu Sondaj Raporu*, İstanbul.