
II. Gün

2. Oturum

Oturum Başkanı: **Prof. Dr. Mustafa TOKYAY - ODTÜ**

Malzeme Araştırmaları

Mimari Onarımlarda Malzeme Kullanımı Ve Yöntem Sorunları

Yard. Doç. Dr. Bekir Eskici

Ankara Üniversitesi, Başkent Meslek Yüksekokulu,
Gümüşdere Mahallesi (Eski Zirai Donatım kampusü), No: 30,
Dışkapı, Keçiören, Ankara
Tel: 0532 658 51 03 • E-posta: beskici@humanity.ankara.edu.tr

Öz

Restorasyon (onarım) bugünkü kavramsal içeriği ile, basit bir tamir etkinliği değil, çeşitli uzmanlık alanlarından yararlanan bilimsel bir disiplindir. Bunun gereği olarak, korunacak bir eserin durumunun incelenmesi, bozulma nedenlerinin araştırılması, tespit edilmesi ve buna göre müdahale yöntemlerinin geliştirilmesi gerekir.

Bu gün gelişmiş ülkelerde başarı ile uygulanan koruma etkinliklerinin temeli uluslararası bilgi ve deneyimlere dayanmaktadır. Ülkemizde ise, ne yazık ki, bu bilgi ve deneyim yeterince oluşmamış, bazı temel sorunlar hala çözülememiştir. Bu durum çoğu zaman restorasyonların tehlikeli müdahalelere dönüşmesine, özellikle de yapı malzemelerinin büyük ölçüde tahrib edilmesine neden olmaktadır. Bunda ihale yoluyla yapılan onarımların idari açıdan olabildiğince çabuk ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesi isteği temel rol oynamakta; bu durum koruma ve onarım projelerinde aranan bilimsel kriterlerin göz ardı edilmesine yol açmaktadır

Türkiye’de bu anlayış doğrultusunda devam ettirilen koruma ve onarım uygulamalarında, “yaklaşım sorunu” ve “yanlış malzeme kullanımı” olmak üzere iki temel yanlış dikkati çekmektedir: Birincisi, her türlü bilimsel bilgi ve deneyimden yoksun müteahhit firmaların bir sanat yapıtı karşısındaki tutumunu sergilemektedir. Bu yaklaşım tarihi bir binanın onarımını yeni inşaat onarımı ile eşdeğer görmekte; kendinden önce yaratılmış bir ürünün ortaya koyduğu koşullara sadık kalmak, onları anlamak ve yorumlamak zahmetine katlanmadan, koruma yerine yenilemeyi tercih etmektedir. Yanlış malzeme seçiminde ise, onarımlarda nitelik bakımından uygun olmayan malzemelerin kullanılması söz konusu olmaktadır.

Anahtar Sözcükler: koruma, onarım, malzeme, arkeometri, tahribat, ihale.

Giriş

İnsanlığın ortak mirası olan kültür varlıklarının korunması evrensel bir konudur. Bunun için kültürel mirası korumaya yönelik yaklaşımlar geliştirmek, uygulamaya

dönük ölçüt ve teknikler oluşturmak ve bunlara ilişkin bilgileri toplayıp yaygınlaştırmak üzere ülkemizin de üyesi olduğu (ICCROM, ICOMOS gibi) uluslararası koruma örgütleri oluşturulmuştur. Bugün, gelişmiş ülkelerde korumaya ilişkin etkinliklerin teknik temeli bu örgütlerin desteğiyle kazanılan uluslararası bilgi ve deneyimlere dayanmaktadır.

Restorasyon bugünkü kavramsal içeriği ile, basit bir tamir etkinliği değil, çeşitli uzmanlık alanlarından yararlanan bilimsel bir disiplindir. Bunun gereği olarak, korunacak bir eserin durumunun incelenmesi, bozulma nedenlerinin araştırılması, tespit edilmesi ve buna göre müdahale yöntemlerinin geliştirilmesi gerekir. Restorasyon bir anıtın sadece biçimini değil, malzemesini ve yaşayan varlığını da korumakla görevlidir.

Bir yapıda malzeme biçim ve üslubu taşıyan önemli bir unsurdur. Yapının biçim ve üslubunda yani fiziksel bütünlüğünde meydana gelen bozulma malzemenin bozulmasıyla doğrudan ilgilidir. Dolayısıyla restorasyonun pratikte temel konusu doğrudan malzemeye yapılan müdahaledir. Hiçbir müdahale özgün malzemeye saygısızlık etme hakkına sahip değildir. Kısmen eskimiş malzemeyi yenisiyle değiştirme kolaycılığının günümüz koruma anlayışında yeri yoktur. Fiziksel gücü zayıflamış malzemenin güçlendirilerek ömrünün uzatılması restorasyon etiğinin bir gereğidir. Ancak, işlevsel ve fiziksel bütünlüğünü yitirmiş durumda olan malzemelerin değiştirilerek yenilenmesi işlemi de restorasyon için gerekli bir müdahale yöntemidir. Bu aşamada değişecek malzemenin niteliklerinin bilimsel yöntemlerle araştırılıp belirlenmesi, yenisinin özgün malzemeyle uyumlu olması önem taşımaktadır. Bunu sağlamak ise, ancak disiplinler arası işbirliği ile mümkün olabilmektedir.

Koruma (konservasyon) bilimi arkeoloji, sanat tarihi, kimya, fizik, biyoloji, arkeometri, mineroloji, petrografi, jeoloji, güzel sanatlar, müzecilik, gibi pek çok konuyu bünyesinde toplayan ve bunları kendi çalışma malzemesine yönelik olarak değerlendiren bir disiplindir. Çeşitli niteliklerdeki kültür varlıklarının konservasyonu sırasında farklı malzeme cinslerine göre, değişik boyutlarda çok çeşitli maddeler ve teknik bilgi kullanılarak birbirinden farklı uygulamalar gerçekleştirilebilir.

Arkeoloji ve sanat tarihi, eski bir yapı ya da objeyi geçmişin örnekleri ışığında inceleyip onu kendi tarih ve üslup çerçevesine yerleştirir; onun özelliklerini ortaya çıkartarak mekan içindeki yerini belirler. Yapı ya da eşyanın biçimi üzerine eğilen bu disiplinlerin aksine, daha çok teknik araştırma ve incelemeleri kapsayan kimya, fizik, biyoloji, arkeometri gibi fen bilimleri ise onların yapıldıkları maddelerin özellikleri, bozulması ve korunması konularıyla ilgilenir. Bu bilim dalları sayesinde örneğin duvar örgüsünde kullanılan bir harç ya da sıvanın bileşimleri, kimyasal ve fiziksel özellikleri, bünyesindeki sonradan meydana gelen değişimler veya bozulmalar hakkında bilgi edinilebilmektedir. Genel olarak **arkeometri** biliminin inceleme alanına giren bu tespitler tahripsiz yöntem olarak ta isimlendirilen

“fiziksel (optik) metotlar” ve “mikro kimyasal yöntemler” ile gerçekleştirilir. Fiziksel (optik) yöntemler sayesinde, özellikle **radyografi** ve **gammagrafi** teknikleriyle incelenen eşyanın iç yapısı ve yüzey özellikleri hakkında fikir edinmek mümkün olmaktadır. Eski onarımlarda destek amaçlı kullanılan metallerin malzeme içindeki korozyonlarının yol açtığı bozulmalar **gammagrafi** ile, çatlakların içi **endoskopi** ile incelenebilmektedir. **Mikrokimya** ile organik ya da inorganik kökenli maddelerin bileşimleri, örneğin bir duvar resmi yapımında kullanılan sıvanın, bağlayıcı ve pigmentlerin morfolojik yapısı belirlenebilmektedir. Eserler üzerindeki kimyasal bozulmalar ile (mermerden bir heykelin yüzeyindeki siyah tabakanın ve/ veya tuğla yüzeyini kaplayan tortunun), bir eserin onarımında kullanılmış olan yapıştırıcı, sağlamlaştırıcı, yüzey kaplayıcı gibi malzemelerin tespitini mikro kimyasal analizler yoluyla tespit etmek mümkündür. **Mikrobiyoloji**, sanat eserlerinin bozulmasında önemli rol oynayan mantar, küf, yosun, kurt ve böcek gibi çeşitli mikroorganizmaların tespiti ve bunlara karşı alınacak önlemler konusunda konservasyon bilimine büyük katkılar sağlamaktadır.

Özellikle ikinci dünya savaşından sonra, kültürel mirası koruma etkinliğinin zanaat olmaktan çıkıp bilimsel nitelik kazanması dünyada **koruma laboratuvarlarının** hızla çoğalmasına yol açmıştır. Bu sayede çoğalan ve çeşitlenen araştırma yöntemleri kültür varlıklarının hizmetine sunulmuştur. Ülkemizde ise ne yazık ki bu alandaki çalışmalara yakın zamanlara kadar ilgi gösterilmemiş, devlet eliyle kurulan ve desteklenen laboratuvar sayısı bir elin parmaklarını geçmemiştir. Bu laboratuvarların görevi, buraya incelenmek üzere getirilen malzemeler için mahiyeti, terkibi ve yapısının bilinmesi, bozulma türleri ve nedenlerinin araştırılması, çeşitli deneme uygulamalarıyla korunmalarını sağlayacak en uygun malzeme ve yöntemlerin belirlenmesidir.

Malzeme Onarımlarında Karşılaşılan Temel Sorunlar

Gelişmiş ülkelerdeki restorasyonlar, yöntemlerini yukarıda sözü edilen çeşitli disiplinlerden derlediği bilimsel bilgiler üzerine temellendirmekte ve bu sayede başarılı uygulamalara dönüşmektedir.

Ne varki, ülkemiz’de, tarihi yapılar üzerinde gerçekleştirilen onarım etkinliklerinin pek çoğunun bilimsel yöntem ve içerikten yoksun olduğu ve uzman ekipler tarafından yapılmadığı bilinen bir gerçektir. Halen “basit onarım adı altında”, imece usulü toplanan kaynaklarla cemaat ve dernekler tarafından izinsiz ve denetimsiz onarımlar gerçekleştirildiği bilinmektedir. Gerek projeli, gerekse projersiz gerçekleştirilen bu onarımlar sırasında yapılar üzerindeki belge değeri taşıyan bir takım iz ve kalıntıların yok edildiği, hatalı ve yanlış uygulamalar sonucu özgün malzemelere zararlar verildiği anlaşılmaktadır. Kültür ve sanat tarihi araştırmaları için büyük önem taşıyan binalara ait taşçı işaretlerinin, özgün sıvalar üzerindeki grafitilerin, kısmen tahrib olmuş taş, alçı, çini, tuğla, kalemşi gibi dekorasyona ait yapı bileşenlerinin koruma adına kolaylıkla yok edilip yenilendiği sıkça karşılaşılan onarım (?) vukuatlarındandır. Bunun çok dramatik bir örneği

yakın zamanlarda Konya’da yaşanmış; Vakıflar Bölge Müdürlüğü adına, Sahip Ata Hanikahı onarımını yürüten yüklenici firmanın taşeron müteahhidi tarafından yapıdaki özgün çini kaplamalar, yeni mamul fayanslarla değiştirilmek üzere, söktürölüp zemin dolgusunda kullanılmıştır (Fotoğraf 1). Olaydan nice sonra haberdar olan ilgili (ilgisiz demek daha doğru) ve yetkililer (!) duruma el koyarak hiç değilse yapıya ait özgün Selçuklu çinilerinin bir kısmını müteahhidin elinden zor kurtarabilmişlerdir. Sökölüp atılan çiniler ise yeniden ihale edilerek büyük kayıplarla yerlerine tekrar konulmuştur (Fotoğraf 2).. Yine benzer bir onarım (!) vukuatı Amasya’da cereyan etmiş, 15. yüzyıl eseri olan Beyazıd Paşa Camisi tabhane odasındaki güzelim alçı dolap süslemeleri yeterince sağlam olmadıkları gerekçesiyle sökülmeğe iken, halkın ihbarı üzerine son anda durdurulabilmiştir. Onarım adına yapılan bu tür tahribat örneklerinin sayısını çoğaltmak mümkündür. Burada önemli olan bu ve benzeri durum karşısında, koruma etkinliklerini yöneten kurumların yetkililerince takınılan tutum ve davranışlardır. İdarece bu



Fotoğraf 1: Konya Sahip Ata Hanikahı (13. yüzyıl). Özgün çini kaplamalar yenileme niyetiyle yerlerinden sökülüp ıskartaya çıkartılmışlardır.



Fotoğraf 2: Konya Sahip Ata Hanikahı (13. yüzyıl). Sökülen özgün çini kaplamalar ikinci bir ihale ile yerlerine yerleştirilerek restore edilmişlerdir.

olaylar basit birer iş kazası olarak nitelendirilmekte, yine aynı türden müteahhitlere onarım işleri tüm hızıyla ihale edilmektedir. Bunda ihale yoluyla yapılan onarımların idari açıdan olabildiğince çabuk ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesi isteği temel rol oynamakta; bu durum koruma ve onarım projelerinde aranan bilimsel kriterlerin göz ardı edilmesine yol açmaktadır

Türkiye’de bu anlayış(sızlık) doğrultusunda sürdürülen koruma ve onarım uygulamalarında, malzeme kullanımına yönelik iki temel yanlış dikkati çekmektedir:

- 1- Yaklaşım (zihniyet – düşünce) yanlışlığı
- 2 - Yanlış malzeme seçimi

Birincisi, her türlü bilimsel bilgi ve deneyimden yoksun müteahhit firmaların bir sanat yapıtı karşısındaki tutumunu sergilemektedir. Bu yaklaşım tarihi bir binanın onarımını yeni inşaat onarımı ile eşdeğer görmek; kendinden önce yaratılmış bir ürünün ortaya koyduğu koşullara sadık kalmak, onları anlamak ve yorumlamak zahmetine katlanmamaktadır. Böylece, sorunları çözmek için mevcut olasılıkları da gözden geçirerek en az müdahaleyle en iyi korumayı sağlayacak yöntemi seçmek, bunu yaparken de çeşitli uzmanlık alanlarından yardım almak gibi bir kaygı güdülmemektedir. Yenileme bu anlayışın temel desturu olmaktadır. Örneğin tarihi bir binaya ait özgün ahşap doğramaların veya taş,



Fotoğraf 3: Aksaray Sultan Han (13. yüzyıl). Onarımda kullanılan farklı malzeme ve yöntemler üslub birliğinden yoksundur.

tuğla, çini gibi özgün kaplamaların, pekala bakımı ve onarımı yapılabilecekken, yeni malzemelerle değiştirilmesi; kalemişi nakışların yenilenmesi, cephe onarımlarında uydurma bir “tarz” olarak sıkça gördüğümüz, özgün biçimiyle hiç de ilgisi olmayan kabarık ve renkli derz (yağlı boya ile renklendirilen derz uygulamaları da görülmektedir) uygulamaları bu yaklaşımın tipik sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır (Fotoğraf 3 – 6). Çoğu zaman “*ilgili idarece(!)*” de benimsenen bu yaklaşım sayesinde, sözüm ona onarım işi, müteahhit açısından hem kolay, hem de karlı bir etkinliğe dönüşmektedir.

Yanlış malzeme seçiminde ise, onarımlarda nitelik bakımından uygun olmayan malzemelerin kullanılması söz konusu olmaktadır. Tarihi bir binaya ait özgün ahşap



Fotoğraf 4: Alay Han (Aksaray Nevşehir Arasında, 13. yüzyıl). Onarımda renk ve doku bakımından aşırı farklı malzeme kullanılmıştır.



Fotoğraf 5: Konya Alaaddin Camisi (13. yüzyıl). Çimento içerikli kabarık derz uygulamasının özgün biçimiyle bir ilgisi yoktur.



Fotoğraf 6: Saframbolu’da bir Osmanlı Camisi. Kabarik ve renkli derz uygulaması. Derz ve tuğla taklidi harçlar yağlı boya ile renklendirilmişlerdir.

doğramalar yerine alüminyum veya PVC, kireç bazlı özün derz ve sıva onarımlarında çimento, mimari elemanların yapıştırılması veya desteklenmesinde paslanmaz çelik yerine demir, bakır vb. oksidasyona açık malzeme kullanımı en sık karşılaşılan yanlış malzeme seçimleridir. İç ve dış cephe onarımlarında, özgün taş yerine yapay taş, çini yerine fayans, tuğla yerine briket gibi niteliksiz malzeme kullanımları da yine sıkça karşılaştığımız yanlış uygulamalardır (Fotoğraf 7-8). Özellikle çimento Cumhuriyet dönemi onarımlarının vazgeçilmez bir unsuru olmuş; neredeyse her bina onarımında bolca kullanılmıştır (Fotoğraf 9-10). Bugün geçmişteki çimento kullanımı ve bunun olumsuz etkilerinden zarar gör-



Fotoğraf 7: Payas Sokollu Külliyesi (16. yüzyıl). Onarımda kullanılan yapay taşlar, özgün taşlara oranla daha çabuk tahrib olmuş, tabakalar halinde dökülmüşlerdir.



Fotoğraf 8: Payas Sokollu Külliyesi (16. yüzyıl). Onarımda kullanılan yapay taşlar, özgün taşlara oranla daha çabuk tahrib olmuş, ufalanmışlardır.



Fotoğraf 9: Ağzı Karahan (Aksaray Nevşehir Arasında, 13. yüzyıl). Eski onarımlarda çimento kullanımından kaynaklanan tuz çıkışı.



Fotoğraf 10: Beypazarı Boğazkesen Türbesi (13. yüzyıl). Onarımda çimento kullanımına bağlı tuz çıkışı.

meven tarihi bina örneği yok gibidir. Yoğun tuz içeriği, geçirimsizliği ve düşük genişleme özellikleriyle çimento, tam tersi niteliklere sahip özgün malzemeler üzerinde bozulma sürecini hızlandırıcı rol oynamaktadır (Fotoğraf 11-12). Kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından geleneksel yapı malzemeleriyle ısı, nem ve çeşitli hava koşullarına karşı tamamen farklı çalışan bu malzemeler gerek renk ve doku benzerliği gerekse estetik bütünlük bakımından da büyük bir uyumsuzluk sergilemektedir (Fotoğraf 13-15).



Fotoğraf 11: Sokollu Külliyesi (16. yüzyıl). Onarımda bütün örtü yüzeyleri çimento ile kaplanmıştır.



Fotoğraf 12: Zazadin Han (Konya-Aksaray Arasında, 13. yüzyıl). Destek amacıyla yapılan çimento kaplamalı ayağın kalıp izleri ve tattaları halen durmaktadır.



Fotoğraf 13: Malatya Ulu Camii (13. yüzyıl). Önceki onarımlarda çimento kullanımı, özensiz ve çirkin.



Fotoğraf 14: Birgi Ulu Camii Minaresi (14. yüzyıl). Tuğla gövdedeki çimento içerikli sıva ve derzler çirkin ve uyumsuz.



Fotoğraf 15: İznik, Elbeyli Köyü Bizans Hipojesi (4. yüzyıl): Önceki onarımlarda uygulanan alçı sıva özensiz ve uyumsuz.

Sonuç

Bu gün gelişmiş ülkelerde başarı ile uygulanan koruma etkinliklerinin temeli uluslararası bilgi ve deneyimlere dayanmaktadır.

Ülkemizde ise, ne yazık ki, bu bilgi ve deneyim yeterince oluşmamış, bazı temel sorunlar hala çözülememiştir. Bu durum çoğu zaman restorasyonların tehlikeli müdahalelere dönüşmesine, özellikle de yapı malzemelerinin büyük ölçüde tahrib edilmesine yol açabilmektedir.

Türkiye’de karşılaştığımız bu sorunların temel kaynaklarını idari ve teknik açılardan şu şekilde sıralayabiliriz.

- 1- Yasal düzenlemelerin yetersizliği,
- 2- Mevcut ihale yasaının getirdiği zorlayıcı şartlar (fiyat kırma yöntemi ile düşük tekliflere pirim tanıma eğilimi),
- 3- Restorasyon uygulamalarının giderek artması sonucu, bunu yeni bir kar alanı olarak gören teknik bilgi ve donanımdan yoksun firmaların restorasyon yapması,
- 4- Onarım projelerini gerçekleştiren firmalarda aranan kriterlerin yetersizliği,
- 5- İlgili kurumlar ve koruma kurullarında konuya vakıf üye sayısının yetersizliği,
- 6- Onarımları denetleme mekanizmasının kurumsal olarak yeterli düzeyde işlerlik kazandırılmaması,
- 7- Onarımlarda araştırma ve belgeleme sürecine ağırlık verilmemesi,
- 8- Mimari ve malzemeye yönelik koruma uzmanlarının azlığı,
- 9- Uzmanlaşmış yayın yetersizliği,
- 10- Yeterince kamuoyu oluşmamış olması.
- 11- Yerel yöneticilerin siyasi bir rant beklentisine bağlı olarak onarımlarda nitelik değil niceliğin ön planda tutulması.

Kaynakça

- Ahunbay, Z. (2004) Tarihi Çevre Koruma Ve Restorasyon, (3. baskı), İstanbul.
- Akyol, A.A. , Eskici, B., Kadioğlu, Y.K. (2007) “Kastamonu, Kasabaköy Mahmut Bey Camisi Arkeometrik Çalışmaları”, 22. Arkeometri Sonuçları Toplantısı (29 Mayıs – 2 Haziran 2006 Çanakkale), Ankara, s., 83 – 98.
- Anonim (2002) Kültür Ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu Ve Yönetmelikler, Kültür Bakanlığı, Kültür Ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim (2005) Yasal Düzenlemelerde Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunması Ve Yerel Yönetimler, Kültür Ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Bektaş, C. (1992) Koruma Onarım, İstanbul.

Brandi, C. (1977) Teoria Del Restauro, Torino.

Asthurst, J. , Dimes. G.F. (1998) Concervation of Bulding & Decorative Ston., Oxford.

Caner, E. S. (2000) "Taş Koruma Malzemeleri: İşlevleri Ve Sorunları", 1. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu Ve Restorasyonu Kolokiyumu (6 – 7 Mayıs 1999, Ankara), Ankara, s., 119 – 123.

Capponi, C. , Vedovello. S. (2000) The Restoration of the Tower of Pisa, A Project Worksite for the Conservation of the Surface, Roma.

Eskici, B. (1997) "Taş Eserlerin Korunması Üzerine Notlar", Türk Arkeoloji Dergisi. Sayı: 31. Ankara, s. 383-392.

Eskici, B., Akyol, A.A., Kadioğlu, Y.K. (2007): "Erzurum Yakutiye Medresesi Yapı Malzemeleri, Bozulmalar Ve Koruma Problemleri", 24. Araştırma Sonuçları Toplantısı (29 Mayıs – 2 Haziran 2006 Çanakkale), Ankara, s.,381 – 398.

Fornari, G. , Pedemonte, E. (2003). Chimica e Restauro, La Scienza Dei Materiali Per L'Architettura, Venezia.

Kerr, P.F. (1977). Optical Mineralogy, McGraw-Hill Co. First Ed'n.New York.

Kuban, D.(2000). Tarihi Çevre Korumanın Mimarlık Boyutu, Kuram Ve Uygulama, İstanbul.

Lazarini, L. , L.T. Tabasso. (1986) Il Restauro Della Pietra, Padova.

Madran, E. , Özgönül, N. (2005) Kültürel Ve Doğal Değerlerin Korunması, Ankara.

Means, R.E., Parcher. J.V. (1963). Physical Properties of Soils, Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus. Ohio.

Pollard, A.M. Heron. C. (1996) Archaeological Chemistry, The Royal Society of Chemistry. Cambridge.

Rilem. (1980). "Research and Testing", Materials and Construction 13, Chapman and Hall. Paris.

Torraca. C. (1988) Porous Bulding Materials, Materials Science For Architectural Conservation, 3th Edition, ICCROM.

Tuncel, M. (1994) "Türkiye'de Mimari Mirası Koruma Anlayışı Ve Koca Sinan Eserlerinden Tekirdağ Rüstem Paşa Külliyesi'ndeki Gölgesine Kısa Bir Bakış", Sanat Tarihi Dergisi, Sayı: VII, İzmir, s. 185 – 209.

UNESCO (1963) Müzelerin Teşkilatlanması, Pratik Öğütler, Ankara.

Urbano, G. (2000) Intorno Al Restauro, Milano.

Yavuz, A. T. (2007) "Kültür Varlıklarının Özgün Cepheleri Ve Restorasyon Uygulamaları", Sanat Tarihi Araştırmaları, Prof. Dr. Haşim Karpuz'a Armağan, Konya, s. 359 – 374. Fotoğraf 11

Kerpiç Duvarların Korunması İçin Sıva Araştırması

Nurhayat Değirmenci

Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Çağış Kampüsü 10145 Balıkesir
Tel: (266) 612 11 94
nurhayat@balikesir.edu.tr

Öz

Kerpiç, hammaddesinin kolay ve her yerde bulunabilmesi, uzman işçilik gerektirmemesi, asgari işçilik ve maliyetle elde edilebilmesi nedeniyle hala vazgeçilmez bir yapı malzemesidir. Kerpiç binlerce yıllardan beri yalnız kırsal kesimde değil aynı zamanda tarihi ve anıtsal yapılarda da kullanılmıştır. Tarihi kerpiç yapılar gelecek kuşaklara devredilmesi gereken kültür mirasımızdır ancak tecrübeler göstermiştir ki, kazılar sonucunda açığa çıkan tarihi kerpiç duvarlar çevrenin zararlı etkilerine uzun süre dayanmamaktadır. Son yıllarda tarihi kerpiç duvarların korunması için dikkate değer çalışmalar yapılmıştır. Bunların bazıları kısmen başarılı olurken diğerleri başarısız olmuştur. Bu çalışmada kerpiç duvarların korunması için kerpiç toprağına uçucu kül ve kireç ilave edilerek bir sıva geliştirilmesi amaçlanmıştır. Deney sonuçları bu sıvanın katkısız kerpiç toprağına göre yeterli dayanıma sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar sözcükler: tarihi kerpiç yapılar, uçucu kül, kireç, dayanım, su emme.

Giriş

Kerpiç çok eski bir geçmişe sahip yapı malzemesidir. Tuğla ve çimento endüstrisinin gelişmesi ile birlikte şehir yapılarında kullanımından vazgeçildiği halde ekonomik nedenlerle kerpiç kullanımından kırsal kesimde hala vazgeçilememektedir. Hammaddesinin kolay ve hemen her yerde bulunabilmesi, uzman işçilik gerektirmemesi, asgari işçilik ve maliyetle elde edilebilmesi kerpicingin başlıca tercih edilme sebepleridir (Mc Henry,1984). Diğer yapı malzemelerinin geri dönüşümü söz konusu olmadığı halde kerpiç öğütölüp, ıslatılarak yeniden kullanılabilmekte zaman içinde toprağına karışarak doğaya zarar vermemektedir. Kerpicingin ısı tutucu bir malzeme olması kışın ısıtma, yazın soğutma enerjisinden ve yakıttan tasarruf sağlamakta, kerpiç yapı uygun ısı ve nem dengesi ile sağlık açısından da iyi bir biyoklimatik konfor sağlamaktadır (Akman,1996).

Ancak geleneksel kerpiç yapı günümüz gereksinimlerine cevap verebilecek nitelikte değildir. Toprak malzemenin en belirgin iki sakıncası basınç dayanımının

az, rutubete karşı duyarlılığının fazla olmasıdır. Günümüzde tarihi toprak yapıların korunmasında en önemli sorun kazılar sonucu ortaya çıkan kerpiç duvarların korunması sorunudur. Kerpiç duvarlar geleneksel toprak sıva uygulanarak, çimento, kireç, alçı gibi bağlayıcılarla stabilize edilerek veya özel kimyasal maddeler ile su geçirmez hale getirilerek korunmaya çalışılmıştır. Bugüne kadar kerpiç toprağının özelliklerini geliştirmek için yapılan çalışmalar maliyetlerin yüksekliği, yöresel koşullara uyumsuzluk ve ileri teknoloji gerektirmesi gibi nedenlerle kısmen başarılı olmuştur. Bu nedenlerden dolayı kerpiç malzemesinin özelliklerinin iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar halen sürmektedir.

Kerpiç özelliklerinin iyileştirilmesinde yaygın olarak kullanılan bağlayıcı türlerinden biri de kireçtir. Kerpice düşük oranlarda kireç katkısının basınç dayanımını düşürdüğü bununla birlikte suya karşı direnci arttırdığı bilinmektedir. Kireç katkılı kerpiç toprağının preslenerek üretilmesi durumunda basınç dayanımının arttığı belirtilmektedir (Işık, 2001).

Uçucu kül kullanımı kerpice özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Turanlı (1985) çalışmasında kerpiç stabilizasyonunda uçucu külün kireçten daha etkili olduğunu özellikle kerpice basınç dayanımını kirece göre beş kez artırdığını ifade etmektedir. Şimşek ve arkadaşları (2001) tarafından kerpiç toprağının çimento, uçucu kül ve samanla iyileştirilmesine çalışılmış, uçucu küllü kerpiçlerin el kalıbı ile daha ekonomik ve kolay üretilebileceği sonucuna varılmıştır. Baradan (1990,1995) çalışmalarında uçucu kül, pişmiş toprak tozu ve kireç kullanarak kerpice mekanik ve fiziksel özelliklerini araştırmış ve bu karışımların kerpiç duvarlar için sıva olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Değirmenci ve Baradan (2001) tarafından yapılan çalışmada uçucu kül, pişmiş toprak tozu ve kireç kullanılarak kerpiç duvarların korunması için pozolanik bir sıva geliştirilmiş ve bu sıvanın tarihi kerpiç duvarlarda sıva ve bağlayıcı olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Araştırmacıların (2005) diğer bir çalışmalarında bu pozolanik sıvanın kimyasal etkilere karşı dayanımı araştırılmış ve uçucu külün sülfat, tuz ve asitlere karşı dayanıklılığı arttırmada yarar sağladığı sonucuna varılmıştır.

Amaç

Bu çalışmada kerpiç toprağına çeşitli oranlarda uçucu kül ve kireç ilave ederek kerpiç duvarlar için koruyucu bir sıva geliştirilmesi amaçlanmıştır..

Deneyisel Çalışmalar

Deneyisel çalışmada kullanılan kerpiç toprağı Balıkesir Üniversitesi Çağış Kampusu'ndan temin edilmiştir. Toprak örnekleri AASHTO zemin sınıflandırmasına göre A-7-5, USCS Birleşik zemin sınıflandırmasına göre MH zemin sınıfına dahildir olmaktadır. Toprak örnekler hava kurusu durumuna getirildikten ve 40 no'lu elekten elendikten sonra TS 1900 standardına göre kıvam limitleri ve Proktor değerleri belirlenmiş ve Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan uçucu kül Soma Termik Santralinden temin edilmiştir. Bu santralde yılda yaklaşık 4 milyon ton uçucu kül elde edilmekte ve bu külün çok az miktarı değerlendirilmektedir. Soma uçucu külü Türk standartlarına (TS EN 450-1 ve TS EN 197-1) göre W sınıfı (yüksek kalkerli), ASTM C-618 standardına göre ise C sınıfı (yüksek kireçli) uçucu küldür. Soma uçucu külünün kimyasal bileşimi Tablo 2’de verilmektedir.

Deneysel çalışmada Öztüre Kireç Tesislerinin sönmüş toz torba kireci kullanılmıştır. Kireç oranı %10 olarak sabit tutulurken kerpiç toprağına kütlece % 0, 5, 7 ve 10 oranlarında uçucu kül katılmıştır. Karışımların hazırlanmasında Hobart mixer kullanılmış, karıştırıcıya önce katı haldeki malzemeler konulmuş daha sonra su ilave edilmiştir. Karma suyu miktarı sarsma tablasında 110 ± 5 civarında yayılma sağlayacak şekilde tayin edilmiştir. Taze karışımda yayılma oranı ölçüldükten sonra hazırlanan harç iki tabaka halinde 5 cm ayrıtlı küp kalıplara doldurulmuş ve titreşim hızı 6000-10000 d/d olan vibratörlü kalıp masasında 30 saniye süre ile sıkıştırılmıştır. Bütün numuneler 24 saat sonunda kalıptan alınarak deney gününe kadar laboratuvar ortamında muhafaza edilmiştir. Numunelerin üçer tanesi kuru olarak yirmi sekizinci günde serbest basınç dayanımına tabi tutulurken diğer üçer tanesi ise 24 saat su içinde bekletildikten sonra ıslak olarak basınç deneyi uygulanmıştır. Basınç dayanımı deneyi 28 günlük numuneler üzerinde uygulanmış ve basınç dayanımı değerleri üç deney numunenin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Deneyde 50 kgf/s yükleme hızı ile 3000 KN’luk basınç deney cihazı kullanılmıştır. Deney sırasında oluşabilecek etkileri önlemek için deneyden önce numunelerin alt ve üst yüzlerine metal plakalar yerleştirilmiştir. Bu karışımlara ait 28 günlük basınç dayanımı değerleri ve su içinde 24 saat tutulan numunelerin basınç dayanımlarındaki değişim Şekil 1’ de verilmiştir

Basınç dayanımı ve kuru birim ağırlık ve kılcal su emme deneyleri için küp numuneler hazırlanmıştır. Küp numuneler ağırlıkları sabit kalıncaya kadar 105 °C’de kurutulduktan sonra, ağırlıkları 0.1 g duyarlıklı terazi ile tartılarak kuru birim ağırlıkları hesaplanmış ve katkı oranlarına bağlı olarak bu değerler Şekil 3’de gösterilmiştir. Ayrıca her karışıma ait numunelerden üçer tanesi üzerinde kılcal geçirimlilik deneyi uygulanmıştır. 28 gün normal laboratuvar koşullarında bekletilen numuneler 105 °C’de 24 saat kurutulduktan sonra alt yüzeylerinden su ile temas ettirilerek kılcal geçirimlilik deneyi uygulanmış ve 24 saat sonunda emilen su miktarına göre kılcal geçirimlilik katsayısı;

$$(Q/A)^2 = k \times t \text{ bağıntısıyla hesaplanmıştır.}$$

Burada;

Q: 24 saatte emilen su (cm^3),

A: kesit alanı (cm^2), t: zaman (sn)

k: kılcal geçirimlilik katsayısı (cm^2/sn).

Uçucu kül oranlarına göre sıva örneklerinin kılcal geçirimsizlik katsayıları Şekil 4'de verilmiştir.

Tablo 1 Kerpiç Toprağının Özellikleri.

Sınıflandırma	AASHTO USCS	A-7-5 MH
Kıvam limitleri		
	Likit limit LL (%)	56
	Plastik limit PL (%)	35
	Plastisite indeksi PI (%)	21
Tane dağılımı	Kaba (> 4.76 mm), (%)	1.00
	Kum (0.074–4.76 mm), (%)	18.00
	Kil ve silt (<0.074 mm) (%)	81.00
Proktor değerleri		
	Optimum su içeriği w_{opt} (%)	38
	Max. Kuru birim ağırlık γ_{dmax} (kN/m ³)	14
Özgül ağırlık		2.44

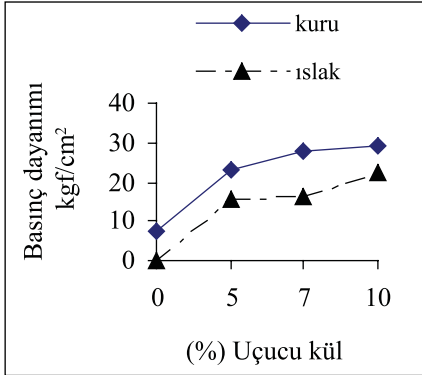
Tablo 2 Uçucu Külün Kimyasal Bileşimi.

Bileşen (%)	Uçucu kül
SiO ₂	45.98
Al ₂ O ₃	23.75
Fe ₂ O ₃	4.59
CaO	15.34
MgO	2.10
SO ₃	0.99
K ₂ O	1.19
Na ₂ O	0.21
CaO _{free}	1.90
Kızırma kaybı	1.62
Özgül ağırlık	2.24

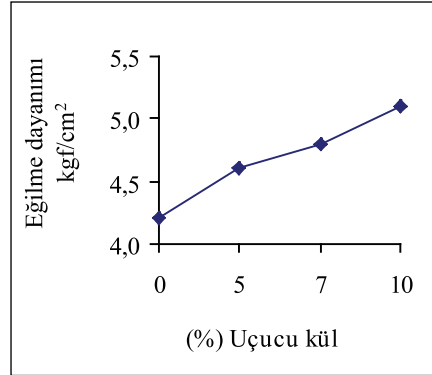
Deney Sonuçları

Uçucu küllü sıva karışımlarının 28 günlük basınç dayanımı değerleri uçucu kül katkı oranlarına bağlı olarak 7.6 kgf/cm² ile 29.4 kgf/cm² arasında değişmektedir. Bu çalışmada en düşük basınç dayanımı değeri uçucu kül katkısız örnekler için 7.6 kgf/cm² olarak elde edilmiştir. TS 2514 (Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları) standardına göre %1 saman katkılı ve katkısız kerpiçlerin en küçük basınç daya-

nımı 8 kgf/cm^2 ' den az ve ölçülen numunelerin basınç dayanımı ortalaması 10 kgf/cm^2 ' den az olmamalıdır. TS 537 (Çimentolu Kerpiç Bloklar) standardında ise %5, %7 ve %10 çimento katkılı numunelerin 28 günlük en az basınç dayanımları ortalaması sırası ile 10, 16 ve 21 kgf/cm^2 olarak verilmiştir. Bu çalışmada sadece toprak kullanılarak katkısız üretilen siva örneklerinin 28 günlük basınç dayanımı ortalaması 7.6 kgf/cm^2 olarak elde edilmiştir. Bu değer TS 2514'de kerpiç için verilen minimum değer altındadır. Uçucu kül ve kireç katkısı ile üretilen siva örneklerinin basınç dayanımı değerleri (22.3 kgf/cm^2 ile 29.4 kgf/cm^2 arasında) Türk Standartlarında (TS 2514 ve TS 537) gerekli görülen değerlerin üzerindedir. Su içinde 24 saat tutulan uçucu kül katkılı siva örneklerinin basınç dayanımları 15.6 kgf/cm^2 ile 22.4 kgf/cm^2 arasındadır. Örnekler su içinde tutulduktan sonra da basınç dayanımı açısından standartlarda önerilen değerleri sağlamaktadır. Katkısız siva örnekleri ise 1 saatten sonra su içinde tamamen dağıldığından 24 saat su içinde tutulduktan sonra basınç dayanımlarını ve kılcallıkla su emme değerlerini tayin etmek mümkün olamamıştır.

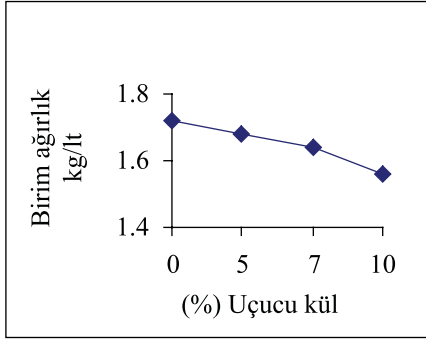


Şekil 1 Uçucu küllü siva örneklerinin 28 günlük basınç dayanımları

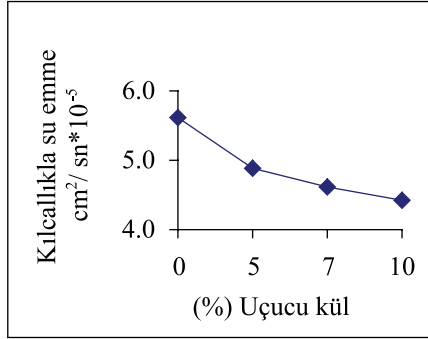


Şekil 2 Uçucu küllü siva örneklerinin 8 günlük eğilme dayanımları

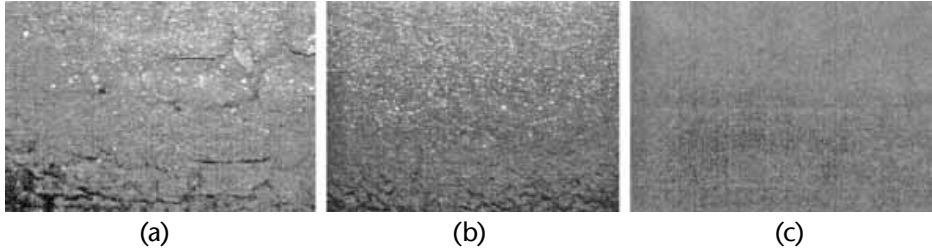
Örneklerin kılcallıkla su emme katsayıları $4.42 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sn}$ ile $5.61 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sn}$ arasında değişmektedir. Uçucu kül katkısının kılcallıkla su emme değerlerini düşürdüğü suya karşı dayanımı arttırdığı görülmüştür. Katkı siva örneklerinin birim ağırlıkları 1.56 kg/l ile 1.72 kg/l arasında değişmektedir. Uçucu kül katkısı birim ağırlıkta azalmaya neden olmaktadır. Uçucu kül katkısız siva örneklerinin kuru birim ağırlıkları 1.72 kg/l olarak elde edilmiştir.



Şekil 3 Uçucu küllü sıvaların birim ağırlık değerleri



Şekil 4 Uçucu küllü sıvaların kılcal su emme değerleri



Şekil 5 Kerpiç duvarlar; sıva uygulanmamış^(a), geleneksel toprak sıva uygulanmış^(b), uçucu küllü sıva uygulanmış^(c).

Sonuçlar

Uçucu kül katkısı sıva örneklerinin basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerlerini katkı oranına bağlı olarak arttırmaktadır. Elde edilen basınç dayanımı değerleri standartlarda gerekli görülen değerleri sağlamaktadır. 24 saat su içinde tutulan sıva örnekleri de basınç dayanımı bakımından standartlarda öngörülen değerleri sağlamaktadır. Uçucu kül katkısız sıva örneklerinin ise bir saatten daha az bir zaman içinde suda tamamen dağıldığından su içinde tutulduktan sonra basınç dayanımlarını ve kılcallıkla su emme değerlerini tayin etmek mümkün olamamıştır. Uçucu kül katkısının kılcallıkla su emme değerlerini düşürdüğü suya karşı dayanımı arttırdığı görülmektedir. Uçucu kül katkısı birim ağırlıkta azalmaya neden olmaktadır. Uçucu küllü sıva kerpiç yapılarda daha önce kullanılan geleneksel sıvalar ile karşılaştırıldığında; fiziksel ve mekanik özellikleri, iyi işlenebilme ve düz yüzey verme, kolay uygulanabilme özellikleri ile yapıların suyun tahrip edici etkisine karşı korunmasında uygun bir sıva türü olarak görülmektedir. Şekil 5 den görülebileceği gibi içerdiği kül oranına göre rengi değişmekte, geleneksel toprak sıvaya göre biraz koyu renk almaktadır. Uçucu küllü sıva ile çatlamayan oldukça düzgün ve tozumayan yüzeyler elde edilmektedir. Uçucu küllü sıva çok az bir enerji ile düşük bir maliyetle elde edilebilmektedir, çünkü ana malzemelerinden biri olan uçucu kül atık malzemedir. Uçucu kül kat-

kılı sıva tarihi kerpiç yapıların korunmasında yarar sağlayabilecek, aynı zamanda atık malzeme olan uçucu külün değerlendirilmesi ile ülke ekonomisine ve çevre kirliliği sorununun çözümüne katkıda bulunulacaktır.

Kaynaklar

Akman, A. (1996) Yapı Biyolojisi-Yapı Ekolojisi ve yapıların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerini Ortaya KoyanBiyoklimatik–Diyagnostik Araştırma Teramed,Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü, Araştırma Tezi, İstanbul.

ASTM C618 (1993) Standard Specification for Fly Ash for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete. American Society for Testing Materials, Annual Book of ASTM Standard, pp.310-312, 04.02.

Baradan, B. (1990) A New Restoration Material for Adobe Structures. 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture. New Mexico.

Baradan, B. (1995) Kerpiç Yapıların Korunması için Uygun Puzolanik Karışımlar. Sempozyum; Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması, Ankara,s.73-80.

Degirmenci, N, Baradan, B. (2001) A pozzolanic plaster for conservation of historical earthen walls.In:Second international congress on (studies in ancient structures).YTU, Faculty of Architecture,İstanbul,p.609-18.

Degirmenci, N, Baradan B. (2005) Chemical resistance of pozzolanic plaster for earthen walls. Construction Building Materials. 19 pp 536-542.

Işık Bilge.(2001) Experimental study with gypsum stabilized earthen wall material:Alker for sustainable habitat. Science conf. YSRF San'a.

Mc. Henry, P.G. (1984) Adobe and Rammed Earth Buildings (Design and Construction) The University of Arizona Press, Tuscon.

Şimşek, O, Sancak, E, Fırat, S. (2001) Kerpiç Özelliklerini İyileştirme Yönünde Bir Araştırma. Türkiye İnşaat Mühendisliği XVI. Teknik Kongre.

Turanlı,L.(1985) Evaluation of Some Physical and Mechanical Properties of Plain and Stabilized Adobe Blocks. Master Thesis, M.E.T.U, Ankara.

TS EN 450-1 (2006) Uçucu kül-Betonda kullanımı için Bölüm 1:Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri. Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.

TS EN 197-1 (2002) Çimento-Bölüm1: Genel çimentolar-bileşim,özellikler ve uygunluk kriterleri.Türk standartları Enstitüsü,Ankara.

TS 1900 (1987) İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 537 (1977) Çimentolu Kerpiç Bloklar. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 2514 (1977) Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

An experimental research about the plaster for conservation of adobe masonry walls

Nurhayat Değirmenci

Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Çağış Kampüsü 10145 Balıkesir

Tel: (266) 612 11 94

nurhayat@balikesir.edu.tr

Abstract

Adobe is still an indispensable building material with its universal and easily available, almost no requiring energy and its easiness in production and construction with low cost and least skilled people. It has been used for thousands years not only in rural housing but also in monument and historical structures. Historical earthen architecture is a heritage that must be handed over the next generations but experience shows that exposed historical adobe walls do not survive along time after excavations due to environmental hazards. In the last decade there has been considerable work carried out on the conservation of historical adobe structures. Some of them had limited success while many others had not. The present study has been mostly aimed at developing a plaster for conservation of adobe masonry walls with addition of fly ash and lime to adobe soil. The test results showed that this plaster has adequate mechanical properties in comparison with plain adobe soil.

Horasan Harç ve Sıvaları

İsmail Kılıç

Trakya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Kırklareli
(0288) 246 16 66
ismailkiloc@trakya.edu.tr

Öz

Harç ve sıvalar, bina yapım sırasındaki ve sonrasındaki işlevleriyle günümüz ve tarihi yapıların en önemli elemanlarındandır. Geleneksel malzemelerde olduğu gibi yöreye, yapıların yapıldığı zamana, yapım tekniğine, yapının fonksiyonuna, yapıda kullanıldıkları yere ve karışımlarında kullanılan malzemeye göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı, dönemlerinin yapı teknolojisi hakkında önemli bilgiler verebilecek belgesel kaynaklardır ve bu tarihi belge niteliğinin korunması gerekmektedir. Tarihi eserlerin sağlıklı olarak onarılması ve yaşatılabilmesi için restorasyon aşamasında kullanılan malzemelerin mevcut olan özgün malzemelerle uyumlu olması istenmektedir. Aksi takdirde yapılan restorasyon çalışmaları yapının özgünlüğüne zarar vermektedir.

Günümüzde tarihi eserlerin restorasyonu aşamasında, horasan harcı ve sıvaların üretiminde farklı karışımların uygulandığı görülmektedir. Tarihi eserlerin özgünlüğünün korunması açısından, restorasyon öncesinde harç ve siva numunelerinin analiz ettirilmesi sonucu elde edilen veriler doğrultusunda, karışımda kullanılması gereken malzemelerin ve oranlarının belirlenmesi, farklı bağlayıcı veya malzemelerin kullanılmaması daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu nedenle horasan harç ve sıvaların tarifi ve bazı özelliklerinin bilinmesi önem kazanmaktadır.

Anahtar sözcükler: Tarihi eser, Koruma, Restorasyon, Horasan, Harç, Siva

Giriş

Horasan harç ve sıvaları tarihi yapılarda, özellikle hamamlar, su kanalları ve su sarnıçlarında sıkça kullanılan malzemelerdir. Bu yapıların korunmasına yönelik müdahalelerden önce, tarihi yapıda kullanılan harç ve sıvaların özelliklerinin araştırılması ve belirlenen özellikleri sağlayabilecek harç ve siva üreterek koruma çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir. Harç özellikleri bilinmeden bilinçsizce seçilen çimento gibi bağlayıcı malzemeler kullanılarak yapılan müdahaleler tarihi yapıların bozulma süreçlerini hızlandırmaktadır. Aynı zamanda bu tür restorasyon çalışmaları tarihi yapının özgünlüğüne zarar vermektedir. Bu nedenle, tarihi eserlerde horasan harç ve sıvalar üzerinde yapılacak olan restorasyon ça-

lışmalarından önce, tarihi eserdeki harcın analiz ettirilerek, bağlayıcı olarak kullanılacak kirecin, agrega olarak kullanılacak tuğlanın ve eğer kullanılmışsa katkı maddelerinin miktar ve özelliklerinin belirlenerek onarım harcının oluşturulması özgünlük açısından daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu nedenlerden dolayı horasan harç ve sıvalarının tarifi ve bazı özelliklerinin bilinmesi önem kazanmaktadır.

Horasan Harcı

Harç ve sıvalar, doğal ve sentetik katkı maddeleri içeren veya içermeyen, bağlayıcı, su ve dolgu maddeleri karışımı olarak tanımlanabilir. Bu maddeler çoğunlukla üretimleri için kullanılan bağlayıcıların niteliğine göre isimlendirilirler. Örneğin; kireç harç ve sıvaları, alçı harç ve sıvaları (Güleç, 1992).

Yapıda harç kullanımının temel amacı, yapı bileşenlerini meydana getiren elemanların birbirleri ile bağlantısını sağlayarak bir bütün oluşturmaktır. Böylece, bileşene gelen basınç yüklerinin dağılımını gerçekleştiren harç, bileşenin esnemesine de yardımcı olur. Taş veya tuğladan yapılmış olan, birçok eski eserin kalın duvarlarında kullanılmış olan harçlar, sınırlı basınç dayanımına sahip olsa da bunun bir harç için oldukça doyurucu olduğu bilinmektedir. Harç kullanımının diğer bir sebebi ise yapı elemanlarını çevresel faktörlerden korumaktır (Sabbioni,1997).

Horasan harç ve sıvaları, Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemi yapılarında ve genellikle hamamlar, su kanalları ve su sarnıçlarında yaygın olarak kullanılmıştır (Şekil 1,2). Horasan harç ve sıvalarında bağlayıcı olarak kireç, agrega olarak ise tuğla veya kiremit kırıkları gibi pişirilmiş toprak malzemeler kullanılmıştır.

Horasan, kırılmış ve öğütülerek toz haline getirilmiş, tuğla, kiremit, çömlek vb. pişmiş kildir. Horasanın belli oranlarda kireç ve su ile karıştırılmasıyla elde edilen harç ise horasan harcı olarak tanımlanır. Bazı uygulamalarda harcın içerisine kum katılırken, bazılarında ise nohut büyüklüğünde, parçalar halinde tuğla, kiremit kırıklarına rastlanır. Bu ikinci grup harçlar, yapıda kullanılan yontulmuş taşları birleştiren, bağlayan klasik harçlardan farklıdır. Fonksiyonları bakımından günümüz betonuna eşdeğerdir. Tarihi eserlerin incelenmesinde bunlara da horasan denilse de daha gerçekçi bir sınıflandırma yapıldığında “horasan betonu” adını almaları daha doğru olur (Akman,1986).



Şekil 1,2. Edirne, Gazi Mihal Hamamı ve kubbelerinde kullanılan horasan sıva.

Horasan harcı, Roma döneminde “cociopesto”, Hindistan’da “surkhi” olarak adlandırılmaktadır (Böke ve diğ., 2004). Arap ülkelerinde “homra”, Yunanistan’da “korassani” adı ile bilinmektedir (Akıncı,1998).

Vitrivius yazmış olduğu kitapta, Napoli Pompei civarındaki Puzzuoli kasabasındaki toprağın hidrolik özelliğini vurgulamaktadır. Romalı yazar, kum ve kireçten oluşan harca 1/3 oranında öğütülmüş, elenmiş pişmiş toprak veya tuğla katıldığı zaman, daha iyi bir harç elde edilebileceğini belirtmekte, ancak bunun hidrolik özelliğinden bahsetmemektedir. Buradan da anlaşılabacağı gibi, hidrolik şertleşme olayı ilk önce volkanik artıklarının bol olduğu Roma’da ve onun etkisindeki Akdeniz ülkelerinde değerlendirilmiştir (Akıncı,1998).

Osmanlı döneminde inşaat ustaları sınıflandırması yapılırken, “horasancı” denilen bir usta grubunun da bulunduğu bilinmektedir. Tarihi kayıtlarda horasan harcının “keyl” adıyla, hazır olarak satın alındığı da belirlenmiştir (Akıncı,1998). Horasan harcının mukavemet açısından, kireç harçlarına göre teknik üstünlüğü eski ustalar tarafından bilinmekteydi. Ayrıca, harcın renginden dolayı tuğla yapılarda mükemmel bir ahenk oluşturmaya, mimaride estetik açıdan da diğer harçlardan daha özel bir yer almasına sebep olmuştur (Akman,1986).

Horasan Harç ve Sıvaların Üretiminde Kullanılan Malzemeler

Bağlayıcılar

Bağlayıcılar, kırma taş, tuğla kırıkları, çakıl, kum gibi dolgu maddelerini birbirine bağlayarak, bir anlamda yapıştırarak, yapay taş oluşumuna imkan veren malzemelere verilen addır (Akman,1990). Horasan harcı üretiminde bağlayıcı olarak kullanılan malzeme kireçtir.

Kireç erken dönemlerden itibaren kullanılan bir bağlayıcıdır. Babil, Mısır, Finike-liler, Hitit ve Persler tarafından yapılarda bağlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır (Eriç,1994). Kirecin hammaddesi kireçtaşı(kalker), kalsiyum karbonat (CaCO_3)

ve magnezyum karbonattan ($MgCO_3$) oluşan kütlelerdir. Eğer kireçtaşı %90 $CaCO_3$ içerirse “yüksek kalsiyumlu kireçtaşı” adını alırken, %10’dan çok $MgCO_3$ içermesi halinde “magnezyumlu kireçtaşı” denir. Birinci gruptan elde edilen kireç beyaz renkli, ikinciden elde edilen esmerdir ve dayanımı nispeten yüksektir (Akman,1990).

Kireç üretiminde iki aşama vardır; birinci aşama kireçtaşının yakılması(kalsinasyon) işlemi ve ikinci aşama söndürme işlemidir. Kalsinasyon işlemi kireç ocaklarında odun ve kömür kullanılarak(çalı kireci) veya fabrikalarda sıvı yakıt kullanılarak gerçekleştirilir. Kireçtaşının 900°C üstünde yakılmasıyla elde edilen kireç, beyaz, amorf ve kolayca ufalanabilen bir malzemedir. Kaliteli ürün elde edebilmek için, kirecin dikkatle hazırlanarak söndürülmesi gerekir. Bu da sönmemiş kirece ağırlığının 1/3’ü kadar su eklenmesiyle olur (Akman,1990).

Söndürme esnasında kireç hacminde büyük bir artış olur. Kireç tamamen söndürülmeden yapıda kullanılırsa hacim artışına bağlı olarak, kullanıldığı yerde hasara yol açar. Bu yüzden kireç taşları en az iki hafta su içerisinde bekletilerek söndürülür. Söndürme işlemi teknelerde, kireç kuyularında veya fabrikalarda su püskürtülerek yapılır. Kireç söndürülürken, üzerine azar azar su döküp, soğuyup kabarmasını bekledikten sonra, yavaş yavaş su eklemeye devam edilir. İlkel bir yöntem olan kireç kuyularında, kireç fazla su ile söndürüldüğünden, ürün sulu kıvamdadır ve yağlı kireç olarak adlandırılır. Fabrikalarda ise sönmüş kireç ince toz halindedir ve bu kirece hidrate kireçte denir (Akman,1990).

Kireci kullanmadan önce kuyuda bekletme ve dinlendirme sürelerine kesinlikle uyulması gerekir. Hava kireçlerinin en fazla 1-2 cm kalınlığında tabakalar halinde kullanılması CO_2 gazının nüfuzu için gereklidir. Kalın tabakalar iç kısımları havadan karbondioksit alamadıkları için sertleşmezler. Hava kireçleri yapı içerisinde suya maruz olmayan yerlerde, su kireçleri yapı dışında ve su içinde kullanılabilir niteliktedir (Mavi, 2000).

Agregalar

Agregalar, harç ve sıva yapımında bağlayıcı maddelerle birlikte kullanılan, mineral kökenli, farklı boyutlara sahip malzemelerdir. Doğal veya yapay yolla elde edilmeleri mümkündür. Kum ve çakıllar doğal agregaları oluştururken, kırma taşlar, yüksek fırın cürüfları, pişmiş killer ve bunların geliştirilmesiyle elde edilmiş maddeler yapay agregaları oluşturur. Eski eserlerde en yaygın olarak kullanılmış agregalar ise, başta kum olmak üzere, tuğla ve kiremit kırıkları, kırılmış taş, mermer, yüksek fırın cürüfları ve külleridir. Dolgu maddelerinin granülometrisi ve özellikleri harç ve sıvanın mukavemetini doğrudan etkiler. Bunu dikkate alarak, eski eser onarımlarında, çoğunlukla silis içeren yıkanmış olması sebebiyle kil ve silt gibi zararlı maddeleri barındırmayan dere kumları kullanılmalıdır. Deniz kumları, homojen, temiz ve ince taneli olmalarına rağmen içerdiği tuz sebebiyle harç mukavemetini düşürür. Topraktan elde edilen kum ise içerisinde olabilecek kil ihtimali yüzünden, iyice yıkandıktan sonra kullanılır (Satongar,1994).

Horasan harç ve sıvalardaki tuğla agregalar, hamamlarda kullanılan yapı tuğlalarından ve günümüz tuğlalarından daha fazla puzolanik özelliğe sahiptir. Bu durum, kullanılan kil minerallerinin daha fazla olması ve düşük sıcaklıklarda pişirilmesi ile açıklanabilir. Geçmişte üretilen tüm yapı tuğlaların puzolanik olduğu ve horasan harç ve siva hazırlanmasında kullanılabileceği görüşü doğru değildir. Günümüzde üretilen harman tuğlaları içinde bu görüş geçerlidir (Böke ve diğ., 2007).

Horasan harç ve sıvalarda agrega olarak kullanılan tuğlalar, aynı yapılarda kullanılan yapı tuğlalarından ve günümüz tuğlalarından daha gözeneklidir. Geçmişte üretilen tüm yapı tuğlaların puzolanik olduğu ve horasan harç ve siva hazırlanmasında kullanılabileceği görüşü doğru değildir. Horasan harç ve siva üretiminde agrega olarak kullanılacak olan tuğlalar, kilce zengin doğal hammadde kaynakları kullanılarak üretilmeli, düşük sıcaklıklarda (600-900°C) pişirilmeli, Suda çözünür tuzları içermemeli ve kullanılmadan önce su ile temas etmemiş olmalıdır (Böke ve diğ., 2007).

Katkı Maddeleri

Harç ve sıvanın bazı özelliklerini iyileştirmek veya yeni özellikler kazandırmak amacıyla bağlayıcı ve dolgu maddeleri ile karıştırılarak kullanılan malzemelere “katkı maddeleri” denir.

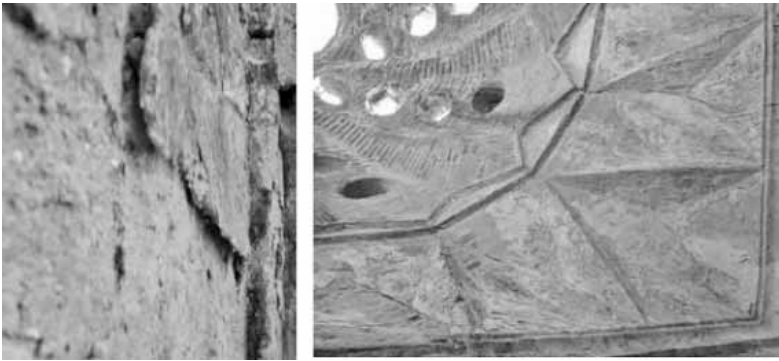
Erken dönemlerde kullanılan kireç harçları ve özellikle sıvalarının mukavemetini artırmak için bitkisel lifler, hayvan kıl ve tüyleri kullanılmıştır (Sickels, 1981). Katkı maddesi olarak kırılmış ve öğütülmüş pişmiş toprak malzemeler, demir cevheri, odun kömürü gibi inorganik malzemelerde kullanılmıştır. Puzolanik karakteri olan veya olmayan kil ve diğer silikatlı malzemeler harçlara ve sıvalara katılarak bu malzemelerin hidrolik özellikleri arttırılmaya çalışılmıştır (Güleç, 1992). Puzolanik toprakların bulunmadığı yerlerde M.Ö. 150’de Mısır’dan, Vitruvius zamanından 1850’lere kadar farklı bölgelerde yapılmış olan uygulamalardan, harç içerisine albümin, kitre zamkı, doğal reçineler, balmumu, kazein, keratin, ürin, malt, gomalak, yumurta akı, yumura sarısı, pirinç, kesilmiş süt, arpa suyu, pamuk, kıtık, hayvan kılı, saman, kara ağaç kabukları gibi katkı malzemelerinin kullanıldığı anlaşılmaktadır (Ashurst, 1983).

Horasan Harç ve Sıvaların Özellikleri

Horasan harcı ve sıvaları hidrolik özelliklerinden dolayı suya karşı dayanıklıdır. Hamam yapılarındaki sıvalar, su ile doğrudan veya yüksek nemin duvarlarda yoğunlaşması sonucunda sürekli temas halindedir. Sıvanın yapısında bulunan kalkerleşmiş kireç(CaCO_3), gözenek suyunun içinde çözülmekte ve yeniden çökelmektedir. Bu süreçte, siva tabakası bozulmaya uğrayarak tabakalara ayrışmasına karşın, çöken kalsiyum karbonat sayesinde kopmamaktadır. Bu durum sıvaların iç kısımlarında da gözlenmektedir. Yer yer çözünen kalsiyum karbonat,

harç içerisindeki tuğlaların gözeneklerinde yeniden çökeliş, sıvaların dağılmasını önleyerek onları dayanıklı hale getirmektedir. Bu gözlemler horasan harcı ve sıvalarının ıslak mekanlar için kullanılabilecek en uygun malzemeler olduğunu göstermektedir (Akman,1986).

Horasan harcı, sağlam bir kütle yapı oluşturmak amacı ile kullanılan bir malzeme olup, hidrolik harçlar grubu içerisinde yer alır. Hidrolik özellikleri nedeniyle bu harç ve sıvalar sarnıç, su kuyusu, su kemerleri ve hamam yapılarında kullanılmıştır (Şekil 3,4). Hidrolik harçlarda kullanılan malzeme su ile kimyasal reaksiyona girerek katılaşıp. Bu tür harçların suya, özellikle deniz suyuna karşı dirençleri oldukça yüksektir. Bu nedenle nem oranının yüksek olduğu deniz kıyısı şehirlerinde oldukça yaygın olarak kullanılmışlardır (Akman,1986).



Şekil 3,4. Edirne, Gazi Mihaî Hamamı duvar ve kubbelerindeki horasan harç ve sıvaları.

XIV. ve XVI. yüzyıllarda Bursa ve Edirne’de inşa edilmiş bazı hamamlarda kullanılan ve günümüze kadar özelliklerini koruyan horasan harç ve sıvaları üzerinde yapılan inceleme sonucunda, belirlenen özellikler aşağıda verilmiştir (Böke ve diğ., 2007).

- Horasan harç ve sıvalar kireç, tuğla kırıkları ve bazen de ince kumun çok iyi karıştırılmasıyla elde edilmektedir.
- Harçlar ağırlıkça yaklaşık 1 kireç, 3 tuğla kırığı karıştırılarak hazırlanmaktadır.
- Sıvalar ağırlıkça % 50’nin üzerinde kireç kullanılarak hazırlanmıştır.
- Sıvaların hazırlanmasında, harçlardan farklı olarak ince taneli tuğla agregalar kullanılmıştır.
- Horasan harç ve sıvalarda protein içeren katkı malzemeleri(yumurta akı vb.) tespit edilememiştir.
- Horasan harç ve sıvalar, çimento harç ve sıvalardan çok daha gözenekli bir yapıya ve daha düşük yoğunluklara sahiptir.
- İncelenen bütün horasan harç ve sıvalar hidrolik özelliğe sahiptir.

Çağdaş Harçların Fiziksel Özelliklerinin Geleneksel Harçlarla Karşılaştırılması

Portland çimentosunun yaygın kullanımından sonra geleneksel kireç harçlarının kullanımı giderek azalmıştır. Eski tuğla ve taş yapılarda çimento kullanılarak yapılan onarımlar, eski ve yeni harç arasındaki fiziksel uyumsuzluktan dolayı, tipik başarısız restorasyon projelerini oluştururlar. Kirecin yerini çimento bağlayıcıların almasıyla daha çabuk priz yapan, daha yüksek mukavemetli, ancak hızlı su emen, geç kuruyan harçlar elde edilmiştir. Bu gelişmelerden faydalanılarak yapılan uygulamalarda, daha kısa sürede daha dayanıklı onarımlar yapıldığı düşünülse de, restorasyon çalışmalarında kullanılan çimentonun, uzun vadede yarardan çok zarar getireceği anlaşılmıştır (Pusat,2002).

Tarihi eser onarım çalışmalarında çimento kullanımına engel olan sebepler şöyle özetlenebilir (Pusat,2002).

- a. Eski ile yeni harçlar arasındaki renk ve doku farkı oluşturur.
- b. Portland çimentosu yüksek basınç dayanımına sahip bir malzemedir. Yapıda hareketlenmeler olduğu takdirde, çimento harç üzerine gelen gerilmeyi eski yapı malzemesine ileterek onun yıpranmasına sebep olur.
- c. Portland çimentosu harç ve betonları büyük termal genleşme katsayısına sahiptir. Bu katsayı eski eserdeki kireç harcı, birçok tuğla ve taşın iki katı kadardır. Sıcaklık farkları dolayısı ile genleşen yeni harç, eski malzeme üzerinde basınç oluşturarak, eski eserin zarar görmesine neden olur.
- d. Çimentonun fırınlanması sırasında oluşan sodyum ve potasyum oksitler, kendi başlarına veya toprak kaynaklı kimyasal tuzlarla reaksiyona girerek, suda çözünür karbonatları oluşturur ve böylece duvar bölgesine fazladan suyun girmesine neden olur. Ayrıca klorür, sodyum, potasyum sülfat ve nitrat oluşumuna sebep olur. Alınan tuzlar, malzeme bünyesine giren suyun kuruyarak buharlaşması ile yüzeyde çiçeklenme veya kavlama şeklinde görülen yüzey erozyonuna sebep olarak, taş bozulmalarını hızlandırır.
- e. Portland çimentosu harçlarının porozitesi oldukça düşüktür. Çok küçük boyutlu boşluklar(0,1 mikron) içerirler. Bunun ilk bakışta faydalı olduğu düşünülse de aslında zararlıdır. Suyun buharlaşmasına izin vermeyen bu boşluklar, malzemenin nefes almasını da engellemiş olurlar. Bu olaya bağlı olarak ta, harç yapısında iç yoğunlaşmalar meydana gelir. Yüksek su emme gücüne sahip çimentoda, don etkisi de şiddetli olur. Bunun sebebi kılcal ağda suyun donarak şişmesi ve kılcal ağ yapısının difüzyon yoluyla büyük boşlukları beslemeye imkan vermemesidir.

Harç ve Sıvaların Onarımı

Yüzyılları bugünlere getiren tarihi yapılar çeşitli nedenlere dayanan bozulmalarla ömürlerini tüketirler. Bu kültürel değerleri gelecek zamanlara taşıyabilmek amacı ile oluşan hasarlar mümkün olduğunca az müdahale ile onarılmalıdır. Daha önemlisi bu hasarların nedenleri kontrol altına alınarak aynı hasarların tekrarlanması engellenmelidir.

Tarihi yapılarda: yapının fonksiyonu, kalıcılığa verilen önem, sonradan gördüğü onarımlar, yapım tekniği, yörenin şartları gibi etkenlere bağlı olarak karşılaşılan malzeme sorunları oldukça çeşitlidir. Tarihi yapı malzemelerinin bozucu etkenlere karşı davranışları modern malzemelerden oldukça farklı olduğu için tarihi yapılarda çözüm aranırken geleneksel malzemelerden soyutlayarak yapılacak bir yaklaşım bir çok bakımdan yetersiz kalacaktır (Mavi, 2000).

Eski yapıların sağlıklı olarak onarılması ve yaşayabilmesi için restorasyon esnasında mevcut orijinal malzemelere uygun olan onarım malzemelerinin hazırlanması gereklidir. Harç ve sıvaların kimyasal içeriklerinin ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi üretilecek yeni malzemelerin orjinallerle ve diğer yapı malzemeleri ile uyumlu olması için zorunludur. Bu malzemeler üzerinde yapılması gerekli olan çalışmalar göz ardı edildiği için, orijinal malzemeler yenileriyle değiştirilmek suretiyle gerekli dökümantasyon yapılmadan yok edilmiştir. Ne yazık ki pek çok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de orijinal malzemelere uygun olmayan harç ve sıvaların kullanılması sonucunda eserlerde, restorasyon sonrasında, pek çok problemler olmaktadır. Örneğin, onarımda kullanılan harç ve sıvalarda genelde bağlayıcı olarak yüksek oranda portland çimentosu kullanılmaktadır. Portland çimentosu kullanılarak yapılan onarım ürünlerinin gözenekliliğinin az, sağlamlılığının ve yoğunluğunun fazla olması, bağlayıcı aktif killer(kalsiyum-alüminyum-silikatlar) yanında alçı(kalsiyum sülfat) ve bazı bazik alkali tuzları içermesi istenmeyen özelliklerdir. Bu özellikler onarım malzemelerinin orijinal malzemelere zarar vermesine neden olabilir. (Güleç, 1992).

Sonuç

Tarihi eserlerin restorasyonu aşamasında, tarihi eserlerin özgünlüğünün korunması açısından, kullanılacak olan onarım malzemelerinin orijinal malzemelerle uyumlu olması gerekmektedir. Bu nedenle, analizler sonucunda orijinal malzemelerin özelliklerinin tespit edilmesi ve elde edilen veriler doğrultusunda onarım malzemelerinin üretilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede tarihi eserlerin özgünlüğüne zarar vermeden geleceğe devredilmesi mümkün olabilir.

Kaynaklar

Akıncı, Ş., (1998) “İstanbul’un Fethinden Lale Devrine Kadar Osmanlı Kagir Mimarisinde Yapım Teknikleri”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Akman, S., (1986) "Horasan Harcı ve Betonunun Tarihi ve Teknik Özellikleri", II. Uluslar arası Türk İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, İstanbul.

Akman, S., (1990) "Yapı Malzemeleri", İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul.

Ashurst, J.N., (1983) Practical Building Conservation-Mortars, Plasters and Renders , English Heritage Technical Handbook, V.3, London.

Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., (2004) "Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri", Yapı Dergisi.

Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B., Uğurlu, E., (2007) "Onarım Amaçlı Horasan Harç ve Sıvaların Hazırlanması", Mimarlıkta Malzeme Dergisi.

Eriç, M., (1994) "Yapı Fiziği ve Malzemesi", Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Güleç, A., (1992) "Bazı Tarihi Anıt Harç ve Sıvaların İncelenmesi", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Mavi, Ö., (2000) "Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pusat, S.E., (2002) "Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harç Üretimi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sabbioni, C., Zappia, G., (1997) "Sulphur and Carbon Compounds on Damaged Mortars in Ancient Masonry", 4th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean, C-1, Rodos.

Satongar, Ş., (1994) "İstanbul Şehir Surları Horasan Harçları Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sickels, B.L., (1981) Organics vs. Synthetics: Their Use as Additives in Mortars, Cements and Grouts Used in Conservation of Historic Buildings, Rome, S.25-52.

Tarihi Yapıların Onarımında Hazır Harçların Kullanımı

Engin Cüneyt Seyhan

BASF Yapı Kimyasalları San. A.Ş.
engin.seyhan@basf.com

1. GİRİŞ

Tarih boyunca Anadolu dünyada eşi görülmecek değerinde bir tarihi zenginlik içerisinde muazzam yapılara sahip olmuştur. Dünyanın ilk şehirleri ve ilk üniversitesi Anadolu’da kurulmuştur. Anadolu’nun içinde bulunduğu aktif deprem bölgesine rağmen bu yapıların birçoğu bugüne kadar ayakta kalmayı başarmıştır. Ancak sanayileşme ve çarpık kentleşme nedeniyle birçok tarihi yapı hasara uğramış ve hatta yok olmuştur. Benzer sorunlarla dünya genelinde de karşılaşmış, savaşlar ve sanayileşme ile geçtiğimiz yüzyılın ilk yarısında birçok tarihi yapı yok olmaya yüz tutmuştur. Farklı zamanlarda birçok esere koruma amacıyla müdahale edilmiş ancak genel bir felsefenin dünya genelinde hakim olmaması ve müdahalelerin fazla standardize olmayışı nedeniyle yapılan çözümler genellikle geçici olmuş, çoğunda yapıyı özgünlüğünden uzaklaştırmıştır. Bu nedenle 1964 yılında temel restorasyon ilkelerini ortaya koyan “**Venedik Tüzüğü**” kabul edilmiştir. Venedik Tüzüğü’nde ortaya konulan ilkeler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Restorasyonla ilgili bütün işlemler ayrıntılı bir arkeolojik ve tarih araştırmasını izlemelidir.
- Yapının onarım ve güçlendirilmesinde geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda yeterliliği bilimsel olarak kaydedilmiş çağdaş yöntemler kullanılabilir.
- Yapıda değişik dönemlere ait katkılar korunmalıdır.
- Eksik parçalar ve bölümler yapıya yanlış anlamaya neden olmayacak biçimde birleştirilebilir.
- Restorasyon sırasında yapılan tüm işlemler ayrıntılı olarak belgelenmelidir.

Venedik Tüzüğü ile dünya genelinde var olan tarihi yapıların korunması için izlenecek adımların ana felsefesi oluşturulmaya çalışılmıştır. Böylece tarihi yapılara yapılacak müdahaleler standartlaştırılmaya çalışılmıştır. Venedik Tüzüğü’nün ortaya koyduğu ilkeler incelendiğinde bir yapıya müdahale etmeden önce tarihi ve arkeolojik incelemelerden başlayıp, uygun müdahale tekniklerinin ve

malzemelerinin belirlenmesinden, yapılan uygulamaların eksiksiz olarak kayıt altına alınmasına kadar devam eden sistematik bir sürecin varlığı anlaşılr. Bu sistematik süreç içerisinde restorasyon çalışmalarının bilimsel ve disiplinli olması için mühendislik, mimarlık, sanat tarihi, kimya ve malzeme bilimlerinde uzman kişilerin birlikteliğiyle yürütülmesi gereklidir.

2. HAZIR HARÇLAR

2.1. Giriş

Venedik tüzüğünde restorasyon ile ilgili olarak genel ilkeler belirlenmiş ve restorasyon felsefesi oluşturulmaya çalışılırken yapıya yapılacak teknik müdahalelerin detayları ise hiç bir zaman kesin ve net talimatlarla ifade edilememektedir. Aynı konu üzerinde mühendisler, mimarlar, restoratörler ve, arkeologlar farklı görüşlere sahip olabilmektedir. Ancak kullanılacak malzemeler konusunda belirli ilkeler üzerinde daha kolay anlaşılabilinmekte, daha net ifadeler ortaya konulabilmektedir. Bunda en önemli etkenlerden biri de yığma yapılarda kullanılabilen yapı malzemeleri konusunda hazırlanmış standartlardır. EN 459 ve EN 998 harç üretiminde kullanılan kireçlere ve kireç esaslı hazır harçlara yönelik sınıflandırmaları içermektedir. Böylece restorasyon sırasında kullanılacak malzemelerin kaliteleri standartların öngördüğü ölçüde garantilenmiş olur.

20 yılı aşkın bir süredir BASF Yapı Kimyasalları tarihi yapı onarımları için geliştirilmiş özel malzemelerin üretimini yapmaktadır. İlk kez İtalya’da başlayan restorasyon ürünleri üretimi ve uygulamaları bugün Türkiye’de de başarılı bir şekilde yürütülmektedir. **Albaria™** markası altında hazır duvar harçları (**Albaria™ Intonaco**) ve enjeksiyon harçları (**Albaria™ Iniezione**) üretimi Türkiye’de gerçekleştirilmelidir. ISO ve TUV sistemleri altında üretim ve kalite kontrol aşamalarından geçen harçlar kalite sürekliliğini en güvenli şekilde garantilemektedir.



Resim 1. Diyarbakır surlarının Albaria™ harçları ile onarımı

Restorasyon uygulamalarında geleneksel olarak eski yöntemlere sadık olarak şantiyede imalatı yapılan ve horosan harcı olarak isimlendirilen kireç esaslı harç-

lar kullanılmaktadır. Şantiyede hazırlanan horosan harçları yapı itibariyle geleneksel harçlara oldukça benzemekte ve tarihi eserde kullanılmış mevcut yapı malzemelerine uyum sağlayacak şekilde formülize edilmektedirler. Ancak pratik uygulamalarda birçok sıkıntı ile karşılaşmaktadır. İlk olarak bu harçların şantiye koşullarında belirli bir kalite sürekliliği sağlanarak hazırlanması oldukça zordur.



Resim 2. Şantiyede kireç söndürme işlemi

Tamamen açık hava koşullarında depolanan ve hammadde olarak kullanılan malzemelerin satabilitelerinin sağlanabilmesi (sürekli aynı kalitede temin edilebilmesi) oldukça zordur. Daha da zor olan bir diğer nokta ise hazırlanan harcın kalitesinin tamamen sahada elle karışım yapan işçiye bağlı olmasıdır. Tüm üretimin açık havada işçiler tarafından elle gerçekleştirilmesi ister istemez her karışımında farklı bir malzeme elde edilmesinde neden olmakta ve son derece hassas olunması gereken bir konu olan malzeme kalitesinde büyük soru işaretleri doğurmaktadır.

2.2. Hidrolik Kireç Esaslı Hazır Sıvalar

Restorasyon sırasında hazır harçların kullanımı sahada yapılan harç imalatları sonucunda oluşan birçok sakıncayı ortadan kaldırmaktadır. Ancak horosan harcı olarak kullanılacak hazır harçlar bazı önemli özelliklere sahip olmalıdırlar;

- Kireç esaslı olmalıdır.
- Alt yüzeye iyi yapışmalıdırlar.
- Nefes alabilme yeteneği yüksek olmalıdır.
- İçerdiği suda çözünebilir tuzlar sınırlı olmalıdır.
- Çiçeklenmeye karşı dirençli olmalıdır.
- Su emme özelliği sınırlı olmalıdır.
- Mekanik özellikleri standartların tarif ettiği sınırlar içinde olmalıdır.

Yukarıda verilen özelliklere ek olarak kullanılacak harçlar çimento içermemelidir. Çözünebilir tuzların sınırlandırılması ve eski harçlarla uyum sağlayarak uzun sü-

reli dayanım kazanmak için harcın çimento içermemesi önemli bir gerekliliktir. Bu prensipler ışığında **Albaria™ Intonaco** kireç esaslı sıva harcı olarak geliştirilmiştir. Doğal hidrolik kireç esaslı yapısı ile horosan harçları ile uyum içerisinde oluşu, EN standartları ile sınıflandırılması ve standart üretim ile kalite sürekliliğini garanti etmesi kullanıcılar için ideal bir malzeme yaratmıştır.



Resim 3. Albaria™ Intonaco ile sıva yapımı

2.3. Puzolanik Kireç Esaslı Enjeksiyon Harçları

Tarihi yapı onarımında sıklıkla karşılaşılan bir diğer uygulama ise duvarların konsolidasyonu ve çatlak onarımlarıdır. Yığma duvarların sünekliğinin ve dayanımının artırılması için zaman içerisinde duvar kesitinde meydana gelen boşluklar ve çatlakların doldurularak duvar kesitinin sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. Boşlukların ve çatlakların doldurulması ise çok akışkan bir malzemenin duvar içerisine enjeksiyonu ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu amaçla kullanılacak malzemenin de tıpkı horosan harcında olduğu gibi mevcut yapı ile uyum göstermesi gerekmektedir. Enjeksiyon harcının sahip olması gereken özellikler aşağıda gibi özetlenirse;

- Kireç esaslı olmalı, çimento, epoksi vb. madde içermemelidir.
- Yüksek akışkanlık gösterirken su kasma görülmemelidir.
- Hidratasyon ısısı düşük olmalıdır.
- Sülfatlara karşı dirençli olmalıdır.
- Nefes alabilme özelliği gelişmiş olmalıdır.
- Mekanik özellikleri standartların tarif ettiği sınırlar içinde olmalıdır.

Bu prensipler ışığında enjeksiyon harcı **Albaria™ Iniezione** geliştirilmiştir. Çok düşük viskozitesi, kireç esaslı yapısı, sülfat direnci, yüksek nefes alabilme özelliği, yeterli mekanik dayanımı ile konsolidasyon ve çatlak onarımlarında ideal enjeksiyon harcı olarak kullanılabilir.



Resim 4. Albaria™ Iniezione ile enjeksiyon yapılarak Rii Veneziani'nin (Venedik, İtalya) konsolidasyonu

2.4. Pozolanik Kireç Esaslı Onarım Harçları

Taşıyıcılık probleminin ortaya çıktığı birçok durumda da yığma duvarların kesitlerinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan püskürtme beton çimentolu yapısı ile tarihi dokuya uyum sağlayamamaktadır. Bu noktada beton kadar yüksek dayanımlı ancak tarihi dokuya da uyumlu malzemelere olan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle BASF İtalya Ar-Ge merkezlerinde pozolanik kireç esaslı, yüksek dayanımlı bir onarım harcı **Albaria™ Struttura** geliştirilmiştir. **Albaria™ Struttura** 15 Mpa'ın üzerinde bir basınç dayanımına sahipken, yüksek sülfat direnci, çiçeklenme direnci, düşük su emme özelliği, suda çözünebilen tuzların sınırlandırılması ve çimento içermeyen pozolanik çimento yapısı ile tarihi dokuya betona göre daha uyumlu bir onarım uygulamasına imkan vermektedir.



Resim 5. Albaria™ Struttura ile eski bir kilise tonozunun mantolama ile güçlendirilmesi

3. SONUÇ

Tarihi eser onarımı, proje teknikleri, uygulama teknikleri ve kullanılan malzemeleri ile oldukça özel ve titiz uygulamalardır. Özellikle kullanılacak malzemelerin seçimi ve uygulanması oldukça hassas süreçlerdir. Restorasyon uygulamalarının titizliği ve yapılan onarımların bazen geri dönüşü olmayan sonuçlar doğuracağı düşünüldüğünde hazır malzemelerin kullanımının ne kadar gerekli olduğu gerçeği daha net olarak görülmektedir. Restorasyon ilkelerine uygun, güncel standartlara göre sınıflandırılmış ve kalite sürekliliği **BASF** güvencesi altında olan **Albaria™** harçları ile tarihi yapıların kendi özgünlükleri içinde güvenle gelecek nesillere miras olarak bırakılması sağlanmaktadır.

4. KAYNAKLAR

- [1] Dal Bo, A. 2001. Chimica Del Restauro. BASF Construction Chemicals Italy, Treviso.
- [2] BASF Yapı Kimyasalları San. A.Ş. 2006. Yapı Sistemleri Teknik Bilgi Föyleri. İstanbul
- [3] BASF Construction Chemicals, 2003. Il Recupero Delle Murature, Linee Guida Murature. Treviso.



Resim 6. Albaria™ serisi harçlar ile yapı cephesinin yenilenmesi

Kütahya Balıklı Cami Yapı Malzemeleri Arkeometrik Çalışmaları

Ali Akın Akyol

Ankara Üniversitesi Başkent M.Y.O. Restorasyon-Konservasyon Programı,
Gümüşdere Kampüsü, Dışkapı, Ankara
(0312) 3164926 (Dahili: 25)
aliakinakyol@gmail.com

Yusuf Kağan Kadioğlu

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Beşevler Kampüsü, Tandoğan, Ankara
(0312) 2126720 (Dahili: 1139)
yusuf.kagan.kadioglu@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

2006 yılında Kütahya Balıklı Camisi'nde gerçekleştirilen inceleme ve örnekleme çalışması ile camiye ait taş/kayaç, harç, sıva ve seramik örnekleri üzerinde arkeometrik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Taş ve seramiklerin bünyesinde bulunan suda çözünen tuzlar spot tuz testleri ve kondaktometrik analiz ile elde edilmiştir. Harç ve sıvaların agrega ve bağlayıcı içerikleri asidik agrega/bağlayıcı, agrega granülometrisi, ince/parlak kesit optik mikroskopi ve X-ışını toz kırınımı analizleri ile belirlenmiştir. Ayrıca taş ve seramiklerin fiziksel özellikleri uygulanan fiziksel testler ile belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen çalışma ile Kütahya Balıklı Cami'de kullanılan yapı taşının ignibirit, özgün bağlayıcının kireç harcı olduğu görülmüştür. Bazı çimento içerikli harçların da yakın dönem müdahalelerini yansıttığı anlaşılmıştır. Petrografik çalışmaların ışığında özgün yapısal örneklerin hammadde kaynağı açısından yerel formasyona ait olduğu anlaşılmıştır. Bazı taş örneklerin yüksek tuz içerikleri ve duraysız fiziksel durumları onların farklı derecelerde bozulma sürecinde olduklarını göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Kütahya Balıklı Cami, Tarihi Yapılarda Malzeme Analizi, Arkeometri, Yapı Malzemeleri

GİRİŞ

Tarihi alan ve mekanların disiplinler arası bir bakış demeti ile evrensel kültürel mirasın bir parçası kabul edilip araştırılmaya, incelenmeye, anlaşılmaya ve en önemlisi de sahiplenilmeye ihtiyacı vardır. Bu amaca hizmet edecek incelemeler

de, hem tarihi yapılarda kullanılan malzemelerin varolanlar üzerinden (tarihi, mimari, estetik, turistik vb. özelliklerinin bir bütün olarak) doğru değerlendirilip belgelenmesine, hem de restorasyon (sanatsal onarım) ve konservasyon (koruma) uygulamalarında seçilecek eşdeğer onarım malzemelerinin (yapıda bütünlüğü bozmayacak özelliklere sahip) niteliklerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Bununla beraber tarihi yapılarda kullanılan malzemelerin yapının ömrü süresince yıkıcı / yıpratıcı (çevre, iklim, insani etkiler vb.) şartlara karşı korudukları, kaybettikleri veya yeni bir form kazanarak başkalaşan (bozulan) özelliklerinin incelenmesi ve araştırılması oldukça önemli olan arkeometrik çalışmaları gerekli kılmaktadır.

T.C. Vakıflar Bölge Müdürlüğü'nün ilgili kararı ile Erciyes İnşaat Sanayi ve Turizm A.Ş tarafından 2006 yılında yürütülen "Kütahya Balıklı, Meydan (Arslan Bey) ve Kurşunlu Camileri ile Cemalettin Mescidi Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projesi" kapsamında ele alınan mescit ve camiler, "Kütahya Balıklı, Meydan ve Kurşunlu Camileri ile Cemalettin Mescidi Yapı Malzeme Analizleri" adı altında gerçekleştirilen arkeometrik incelemelerin konusunu oluşturmaktadır. İncelenen yapıların malzeme özelliklerini yansıtan ve örneklemi oluşturan taş, harç, sıva ve seramik gibi malzemelerden oluşan örnekler çeşitli analitik metodlar kullanılarak restorasyon amacına uygun olarak incelenmiştir (Şekil 1a).

Bu bildiride, Balıklı Cami yapı malzemeleri üzerinde gerçekleştirilen arkeometrik çalışmalar sunulmaktadır. Sahip olduğu değerlerle Balıklı Camisi'nin aslına uygun olarak korunmasına hizmet edecek arkeometrik incelemeler ile yapının yapım teknolojisi, geçmişten günümüze zaman içinde gerçekleşen değişim ve dönüşümler (müdahaleler) halen yapıda varolan malzemeler üzerinden araştırılarak hem belgelenmeye çalışılmış, hem de restorasyon ilke ve etiklerine uygun olarak seçilecek onarım malzemelerinin niteliği hakkında bilgi verecek bilimsel bir zemin hazırlanmıştır.

YÖNTEM VE DENEYLER

Kütahya Balıklı Camisi'nin 1237 yılında, Anadolu Selçuklu hükümdarı II. Gıyaseddin Keyhüsrev (1237-1246) döneminde, dönemin komutanlarından Kütahya fatihi olarak bilinen Hezar Dinarî tarafından, mescit olarak yaptırılmış olduğu kitabelerinden anlaşılmıştır. Yapıldığı tarihten itibaren çok çeşitli onarımlara uğrayarak günümüze kadar ulaşabilmiştir. Tarihi kayıtlara ve incelemelere göre caminin, yapılışından yaklaşık 150 yıl geçtikten sonra ilk kez Germiyanolu Beyliği döneminde 1381/82 yıllarında, 1642/43 tarihlerinde, yeniden inşa edilince 1799/1800 yıllarında, 1897 yılında ve son olarak da 1980'li yıllarda onarım geçirmiş olduğu anlaşılmıştır (Güner, 1964). Malzeme incelemeleri açısından yapısal malzemenin kökeni oldukça önemlidir.

Çalışmanın konusunu oluşturan taş/kayaç, harç, sıva ve seramikler öncelikle görsel olarak değerlendirilmiş, fotoğraflanarak belgelenmiş ve kodlanmıştır (Tablo 1).

İncelemelere, alanda örneklemeler sırasında ve laboratuvarında uygulanan standart spot tuz testleri ile başlanılmıştır. Spot testler malzemelerin doğal içeriğini oluşturan ya da çevresel (iklimsel etkilerde yağmur ve karın etkisi, gece-gündüz sıcaklık farkları, hava kirliliği, trafik, insani etkiler vb.) etkilerle sonradan kazandıkları özellikleri belirlemek amacı ile uygulanmaktadır. Özellikle tarihi yapı malzemeleri incelenirken (toprak, taş, seramik, harç vb.) malzeme üzerinde ya da bünyesinde bulunan suda çözünebilen tuzların belirlenmesi oldukça önemlidir. Belli hacimsel sınırlar arasında nicel değerler veren bu testler ile tahripkar tuz türleri ve miktarlarının malzeme bünyesindeki varlığı belirlenebilmektedir. Bu tuzlar; sodyum, potasyum ve magnezyum tuzları olan sülfatlar, fosfatlar, nitrat ve nitritler, klor ve karbonat gruplarıdır (Feigl, 1966). Örneklerde toplam tuz ölçümü (kondaktometrik analiz) tayini için 100 ml su içerisine alınan örnekler (taş ve seramikler) bir gün suda bekletildikten sonra toplam tuz içerikleri iletkenlik ölçer ile (Neukum Serie 3001 marka conductometer) kaydedilmiştir. Örneklerin tuz türleri ve nicelikleri Tablo 2’de verilmektedir.

Yapı malzemelerinin (taş, harç, ahşap vb.) dayanımı/duraylılığı fiziksel özelliklerinin belli standart sınırlar içindeki durumları ile açıklanabilmektedir. Görsel algı ile malzemeler çoğunlukla sağlam (dayanıklı) gibi görünmelerine rağmen, iklimsel (mevsimsel döngüde sıcaklık ve nem değişimi, donma/çözülme gibi), çevresel (denize, sanayi bölgelerine, atık su/katı atık alanlarına yakınlık, trafik eksoz gazları, hatalı şehircilik vb.) ve insani (yokedici, tahripkar/vandalist veya turistik etkiler) nedenlerle olumsuz yönde etkilenmektedirler. Uygulanan fiziksel testler ile yapı malzemelerinin özgün niteliklerini korudukları veya ne derece doğal durumlarından uzaklaşmış olduklarını tespit etmek mümkün olabilmektedir. Balıklı Camisi taş ve seramik örneklerine; sertlik, yoğunluk (d-ıslak / d-kuru), su emme kapasitesi (%SEK) ve gözeneklilik (%P) gibi fiziksel özelliklerini belirlemeyi amaçlayan testler uygulanmıştır. (RİLEM, 1980) (Tablo 3).

Balıklı Cami harç ve sıva örneklerin agrega ve bağlayıcı bölümlerin belirlenmesi için öncelikle kuru tartıma alınan harç ve sıva örnekler daha sonra bağlayıcı (karbonat içerikli tüm malzeme) içeriğinden arındırılmak üzere seyreltik asitle (% 2’lik HCl) muamele edilmişlerdir. Süzme, yıkama ve kurutma işlemleri ile bağlayıcısından ayrılan ve toplam agrega kısmı elde edilen örnekler, kurutulduktan sonra tekrar tartıma alınarak ağırlıkça (%w/w) yüzde bağlayıcı ve agrega oranlarına ulaşılmıştır (Tablo 4).

X-ışını toz kırınımı analizi (XRD) örneklerin (harç ve sıva) kristal yapıları ile mineral fazlarının dağılımının anlaşılması için uygulanmaktadır. Analiz, yönlenmemiş (unoriented) toz örneklerle doğrudan uygulanmıştır (Hurlbut, 1971; Brindley ve Brown, 1980). Örnekler uygun bir ön eleme yapılarak taş parçacıkları ve

safsızlıklardan arındırılmışlardır. Örneklerin XRD spektrumları PHILIPS model PW 1353/20 Cu / 40kV / 40mA K X-ışını nikel (Ni) filtre kullanılarak alınmıştır. Tarama 1 ile 75 derece (2) arasında yapılarak alınmıştır. Seçilmiş harç örneğinin (KCB-H8) XRD spetrografiği Şekil 2'de verilmektedir.

Arkeometrik çalışmaların temelini oluşturan ince/parlak kesit optik mikroskopi analizi için de örneklerin ince kesitleri hazırlanmıştır. İnce kesitler, *Leica Polarizan Research Model Optik Mikroskobu* kullanılarak incelenmiş, x2,5 ve x4 büyütmelemlerle tek ve çift nikolde mikrofotografları alınmıştır. Seçilmiş taş (KCB-T3), seramik/tuğla (KCB-B3), harç (KCB-H3) ve sıva (KCB-S3) örneklerin ince kesit mikrofotografları Şekil 3a-d'de gösterilmektedir (Kerr 1977).

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Kütahya Balıklı Cami taş ve seramik (tuğla) örneklerinin bünyesinde bulunan tuz türleri spot tuz testleri ile belirlenebilmiştir (Tablo 2). Tuzlardan nitrit ve nitrat kaynağını özellikle çevresel etkilerden özellikle de trafikten kaynaklanan eksoz gazı salınımindan almaktadır. Taş örneklerde özellikle KCB-T1 taş ve seramik örneklerde diğerlerine oranla daha fazla nitrit/nitrat içerik görülmektedir. Buna karşın taş ve seramiklerin (KCB-T5 dışında) fosfat içerikleri oldukça düşük, limit (0,25 mg/L) değerlerdedir. Taşlarda karbonat içerik, doğal yapıdan ya da derz ve moloz dolgu harçlarından taş ve seramiklere taşınmaktadır. Taş ve seramiklerde sülfat içerik güney ve batı cephe taş ve seramik örneklerinden; KCB-T5, KCB-T6 ve KCB-T7 taş ve incelenen 3 seramik örneğinde yüksek değerdedir. Klor içerik ise, özellikle yakın dönem onarımlarının bulunduğu çimento içerikli harçlı bölgelerde taş malzemeye etki etmektedir. Toplam tuz değerleri açısından KCB-T5 örneği taş örnekler içinde oldukça yüksek değerde tuz içermektedir. Taşlar için tuzlar önemli bir bozulma sürecini ifade eder niteliktedir. Camide nem etkisi ile malzemeye taşınan tuzlar özellikle taban seviyesindeki taşlarda kavrama ve malzeme kaybına yol açan bozulma süreci içerisindeyler (Şekil 1b,c,d,g). Malzemelerin fiziksel özellikleri dikkate alındığında neredeyse seramiklerle aynı seviyede fiziksel özelliğe sahip olan taşların sahip olduğu yüksek gözenekli yapı içerisinde, oldukça kolay şekilde gelişecek olan tuzlanmanın etkisi camideki ıg-nimbirit türü taşlar için oldukça tahripkar niteliktedir (Torraca, 1988). pH değerleri tuz etkilerinin nispeten yoğunlaştığı KCB-T5 ve seramik örneklerde daha asidik bir özelliğe işaret eder durumdadır.

Balıklı Cami taş ve seramik örnekleri üzerinde gerçekleştirilen fiziksel testler ile malzemelerin fiziksel durumları belirlenmiştir (Tablo 3). Bu testleri yapabilmek için gereken örnek miktarı (6 ve 10 cm³'lük en az 5'er örnek; RILEM, 1980) standart uygulamalar açısından mümkün olmadığı için uygulama, örnekleme ile alınan taş ve seramik parçaları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yapıyı ifade eden taş örneklerine uygulanan fiziksel testlerde, örneklerin oldukça düşük yoğunluk (ortalama 1,24 g/cm³) ve yüksek oranda gözenekliliğe (ortalama %31,75) sahip olduğu görülmektedir. Ortamın mikroklimatik yapısı özellikle de nem etkisi ne-

deniyle bu örnekler ileri derecede bozulma sürecindeki örneklerdir. Taşların aynı tür kayaç yapısına sahip olmalarına (H: 3,0-3,5 Mohos) rağmen lokasyon farklılıkları taşlarda farklı bozulma derecelerini işaret eder niteliktedirler (Means ve Parcher, 1963). Taş örnekler içinde KCB-T1 örneği bu açıdan oldukça ileri derecede bozulmaya uğramış örnektir. Belli bir üretim sürecini takip eden seramikler için yapım tekniği, hammadde seçimi ve pişirim sıcaklığı örneklerin gözeneklilik değerleri açısından önemlidir. Seramiklerde ortalama %22,60 değerindeki gözeneklilik seramikler için oldukça iyi bir fiziksel durumu ifade etmektedir (Tablo 3).

Kütahya Balıklı Camisi'ne ait harç ve sıva örneklerin agrega/bağlayıcı içeriği ve agregada taneciklerin granülometrik dağılımı Tablo 4'de verilmektedir. Harç ve sıvalarda agrega/bağlayıcı oranlarına bakıldığında örneklerde oldukça değişken agrega/bağlayıcı içerik (harçlarda yaklaşık %19-71 ve sıvalarda %19-65 arasında bağlayıcı) göze çarpmaktadır. KCB-S1 sıva katları arasında da oldukça farklı agrega/bağlayıcı içeriği bulunmaktadır. Sadece asidik işleme agrega bağlayıcı oranlarına ulaşmak mümkün değildir. Çünkü bu analiz ile karbonat içerikli tüm malzemeler (kireçtaşı, mermer tozu vb.) çözünerek bağlayıcı oranlarının içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle gerçek dağılım için ince kesit analizi ile gerçekleştirilen incelemeler sonucunda ayrıştırılmış toplam agrega ve bağlayıcı oranlarına ulaşılmıştır (Tablo 5).

Harç ve sıva örnekler asidik işleme uğradıktan sonra, çözülmeden kalan toplam agreganın içeriğini oluşturan taneciklerin (olası saman/bitki artıkları, kiremit/tuğla kırıkları vb. gibi tüm katkıların) dağılımı, sistematik eleme yapılarak (63-1000 μm $\emptyset$ aralığındaki eleklerle) ağırlıkça (0,0001 hassasiyetle) elde edilmiştir (Tablo 4). Asidik işlemde sonra çözülmeden kalan toplam agreganın içeriğine ve tanecik türlerine genel olarak bakıldığında; özgün harç ve sıvalardaki minerallerin mikromorfolojik yapılarının dere yatağı malzemesi gibi yuvarlanmış yapıda olmadığını, köşeli/kırıklı agrega içerdiğini göstermektedir. Agregada granülometri ile belirlenen homojen dağılımlı olmayan agregalar, eleme yapılmadığının ve belli tanecik boylarının tercih edilmediğinin kanıtı olarak gözükmektedir. Harç ve sıva örneklerin agrega tanecik dağılımına bakıldığında ise (harçlarda KCB-H8 ve sıvalarda KCB-S4 örneği dışında) nispeten homojen bir agrega dağılımı göze çarpmaktadır. Harçlarda ana yapıyı kaba taneciklerin (>1000 μm) oluşturduğu (%34-62 seviyesinde) görülmektedir. Sıvalarda ise daha dengeli bir agrega tanecik dağılımı (%22-45) bulunmaktadır. KCB-S1 örneği sıva katları arasında agrega tanecik dağılımı açısından da oldukça farklı bir içerik bulunmaktadır. Aynı cepheye ait üst sıva katları agrega tanecik dağılımında benzerlikler görülmektedir (Tablo 4).

Harç ve sıva örneklerin bağlayıcı içeriklerine ulaşmak için X-ışını toz kırınımı analizi (XRD) uygulanmıştır. Harca eklenen kireç (CaCO_3) ile kil veya kum yapıdan gelen mineral yapı da kuvars (SiO_2) olarak spektrografikte görülmektedir (Şekil

2). Kil türü KCB-H8'de kaolin olarak belirlenmiştir. Harç ve sıvalarda bağlayıcı olarak yakın dönem onarımlarında çimentonun da kullanılmış olduğu görülmektedir (KCB-S4 gibi).

Taş, seramik, harç ve sıva örneklerin ince kesit incelemeleri ile örneklerin, mikromorfolojik mineral yapıları, mineral türü içerikleri ve dağılımları gözlemlenmiştir (Tablo 5 ve Şekil 3a-d). Taş örneklerin tümü yerel formasyon özellikleri gösteren ignimbirit türü kayaç yapısındadır. Taşlarda bozulmaya bağlı olarak genel yapıda değişen oranlarda killeşme (KCB-T3'de ileri derecede), plajiyoklazlarda serizitleşme ve devitrifikasyon görülmektedir (Şekil 3a).

Petrografik ince kesit analizi ile harç ve sıva örneklerde matriks içi ayrıştırılmış agrega / bağlayıcı dağılımı oranlarına ulaşmak mümkün olabilmektedir (Tablo 5). Harç ve sıvaların agrega içeriğinde organik katkı bulunmamaktadır. Aynı şekilde mukavemeti artırıcı rol oynayan tuğla kırıkları/tozu da örneklerde belirlenmemiştir. Harç örneklerde %5-30, sıvalarda ise %10-20 arasında değişen oranlarda mermer tozu/kırığı içeriğe rastlanmıştır. Özgün harç ve sıvaların agrega içeriğinin yerel formasyona ait kayaç yapısı izlenebilmektedir (Tablo 5, Şekil 3a-d).

Kütahya Balıklı cami yapı malzemeleri farklı analitik yöntemlerle arkeometrik olarak incelenmiş ve malzemeler karakterize edilmiştir. Lokal kayaç yapısını yansıtan kayaç/taş örneklerde görülen benzer homojen yapı, harç ve sıva agrega bağlayıcı oran ve tanecik dağılımlarında benzer dağılım oranları şeklinde görülmektedir. Cami içinde tüm duvar yüzeyleri çimento içerikli sıvayla, ahşap yüzeyler de yağlı boya ile tümüyle kaplanmış olduğundan cami içi özgün malzemeye ulaşmak mümkün olamamıştır (Şekil 1h). Mikroklimatik yapının değişkenliğinin yanında yapıda güney ve batı kısımda içte ve dış kısımlarda izlenen yoğun nemlenmenin (Şekil 1b,c,d,e) nedenini oluşturan drenaj problemleri yapı malzemelerini olumsuz yönde etkilemekte, yoğun tuzlanma sonucunda da taş yüzeylerde siyah tabakalanma, yapraklaşma ve parça kaybına varan çok çeşitli bozulmalara sebep olmaktadır (Şekil 1e,g).

Çağdaş restorasyon-konservasyon uygulamalarında, disiplinler arası niteliği ile arkeometrik çalışmaların/incelemlerin öncül rolü önemlidir. Bu çalışmaya konu olan arkeometrik analizler ile Kütahya Balıklı Camisi yapı malzemeleri tanımlanmış, malzeme sorunları ve kaynakları belirlenmiş, gerçekleştirilen incelemelerin ışığında gerçekleştirilebilecek bir restorasyon yaklaşımına bilimsel bir zemin hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Brindley, G.W., Brown, G. (1980) Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identifications, Mineral Society, London.

Feigl, F. (1966) Spot Test in Organic Analysis, Elsevier Publication Company, Amsterdam.

Güner, H. (1964), Kütahya Camileri.

Hurlbut, C.S. (1971) Dana's Manual of Mineralogy, John Wiley and Sons, Inc., 18th Ed'n., New York.

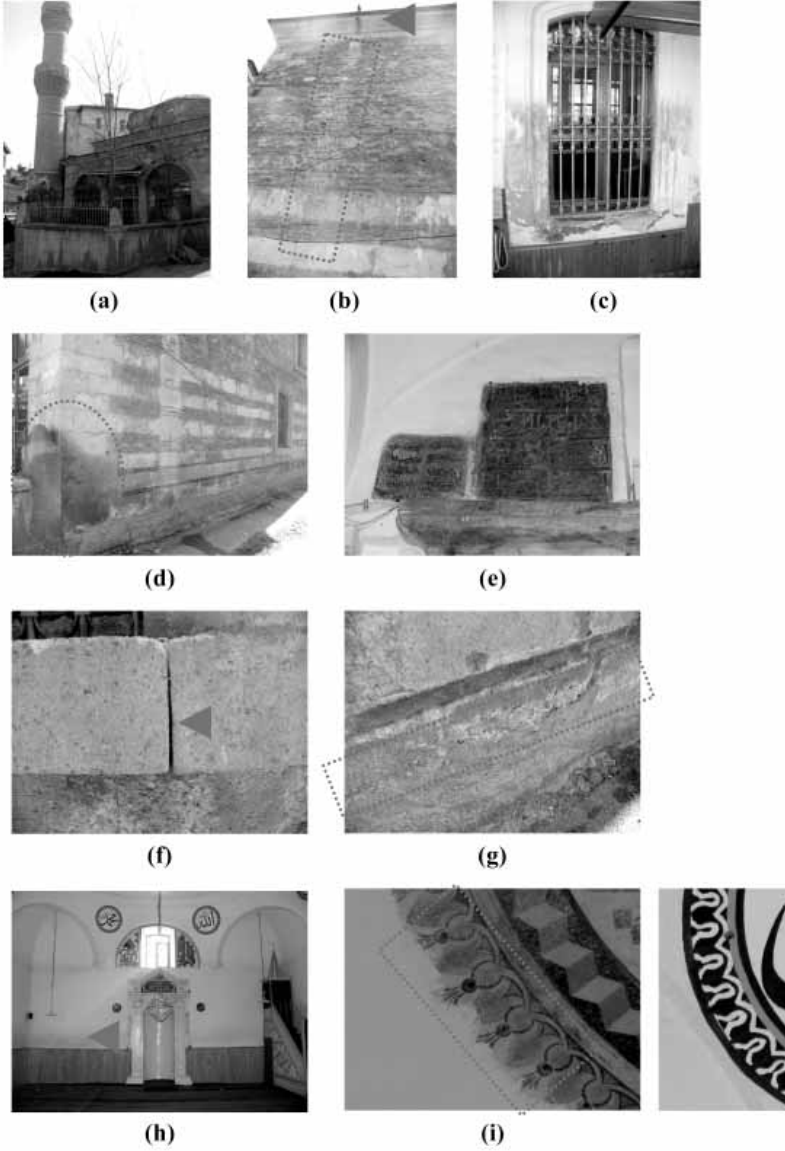
Kerr, P.F. (1977), Optical Mineralogy, McGraw-Hill Co. First Ed'n., New York.

Means, R.E., Parcher, J.V. (1963) Physical Properties of Soils, Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus, Ohio, ABD.

RILEM (1980) Recommended Tests to Measure the Deterioration of Stone and to Assess the Effectiveness of Treatment Methods, Commission 25_PEM, Materials and Structures, 13, s. 175-253.

RILEM (1980) Research and Testing, Materials and Construction 13, Chapman and Hall, Paris, s. 73.

Torraca, G. (1988) Porous Building Materials, ICCROM, Third Ed'n, İtalya, s. 109-119



Şekil 1. (a) Kütahya Balıklı Cami, (b) Çatı drenaj problemi; cephede yağmur oluşunun sebep olduğu tuzlanma (c) Son cemaat mekanı pencere denizlik ve sövesinde nem problemi (d) kuzeybatı köşede nem problemi (e) Dış cephe ve kitabelerde tuz birikimi ile siyah tabakalanma (f) derz boşalmalarından kaynaklanan statik problem (g) çimentolu onarımın malzemeye taşıdığı tuzlanma ve taş yüzeylerde yapraklaşarak bozulmalar (h) cami içi tüm yüzeylerin çimentolu sıva ile örtülmesi, alt seviyelerde yoğun nem problemi (i) cami içi özgün süslemelerine boya ile kapatma ve yeniden boyamadan kaynaklanan uygun olmayan müdahaleler.

Tablo 1. Kütahya Balıklı Cami örnek seti lokasyon bilgileri.

Örnekler	Lokasyon
KCB-T1	Batı cephe, sağ pencere kemerinden taş
KCB-T2	Güney cephe, sol taraf köşeye yakın 2. metreden taş
KCB-T3	Güney cephe, güneydoğu köşe moloz dolgudan taş
KCB-T4	Güney cephe, güneybatı köşeye yakın 2. metreden taş
KCB-T5	Güney cephe, güneydoğu köşe moloz dolgudan taş
KCB-T6	Batı cephe, sağ pencerenin sağ tarafından taş
KCB-T7	Batı cephe, sağ pencere üst kısım (kemer üstünden) taş
KCB-T8	Batı cephe, sağ pencere yanından 2. metreden taş
KCB-B1	Batı cephe, sağ pencere sağ tarafı 1. metreden tuğla
KCB-B2	Güney cephe, güneydoğu köşe moloz dolgu içinden tuğla
KCB-B3	Güney cephe, orta kısım yerden 50. cm'den (alttan ilk sıra) tuğla
KCB-H1	Batı cephe, sağ pencere sağ tarafı 1. metreden (tuğla arasından) derz harcı
KCB-H2	Batı cephe, sağ pencere sağ tarafından derz harcı
KCB-H3	Batı cephe, sağ pencere kemerinden taş-tuğla arası derz harcı
KCB-H4	Batı cephe, sol pencere sövesi solundan ahşap-taş arası derz harcı
KCB-H5	Batı cephe, tabandan 50. cm'den derz harcı
KCB-H6	Güney cephe, güneybatı köşeye yakın 2. metreden harç
KCB-H7	Güney cephe, güneybatı köşeye yakın taş arası derz harcı
KCB-H8	Güney cephe, güneydoğu köşe moloz dolgu harcı
KCB-H9	Güney cephe, güneydoğu köşe tuğla üzeri/arası harç
KCB-S1	Batı cephe sağ pencere altından 30. cm'den sıva
KCB-S2	Batı cephe, sağ pencere yanından 2. metreden sıva
KCB-S3	Batı cephe, bahçe duvarına yakın tabandan sıva
KCB-S4	Son cemaat, pencere denizlikten onarım sıvası
KCB-S5	Son cemaat, pencere denizlikten sıva
KCB-S6	Mihrabın sağ alt köşesinden sıva

Kodlama: Önek KCB: Kütahya-Camileri-Balıklı, T: Taş, H: Harç, S: Sıva, B: Seramik (KCB-H1 Balıklı Cami 1 Nolu harç örneğini ifade etmektedir)

Tablo 2. Kütahya Balıklı Cami taş ve seramik örnekleri tuz türü ve nicelikleri.

Örnekler	NO ₂ ^{-*}	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	% S**	pH***
KCB-T1	0,25	10	0,25	+	x	+	0,45	6,55
KCB-T3	0,15	75	0,25	+	x	x	0,61	5,63
KCB-T4	0,15	10	0,25	+	x	x	0,45	6,18
KCB-T5	0,15	75	2,00	+	+	+	2,69	5,60
KCB-T6	0,15	75	0,25	+	+	++	0,93	5,78
KCB-T7	0,15	10	0,25	+	++	++	0,63	6,22
KCB-B2	0,30	75	0,25	+	+	+	1,70	5,62
KCB-B3	0,30	75	0,25	+	+	+++	2,89	5,74

(*) Testlerin Hassasiyeti; Nitrat (NO₂⁻): 0,025 mg/L, Nitrat (NO₃²⁻): 10 mg/L, Fosfat (PO₄³⁻): 0,2 mg/L, Karbonat (CO₃²⁻): 4 mg/L, Sülfat (SO₄²⁻): 50 mg/L, Klor (Cl⁻): 3 mg/L,
Notasyon: (+): Az (++) Orta (+++) Çok, (x): Hassasiyet sınırının altında

(**) % S: Toplam suda çözünen tuz miktarı

(***) pH değerleri 100 mL suda alınmıştır

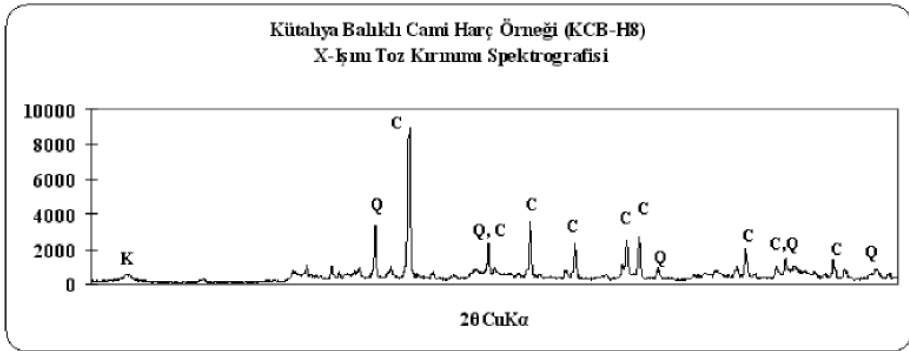
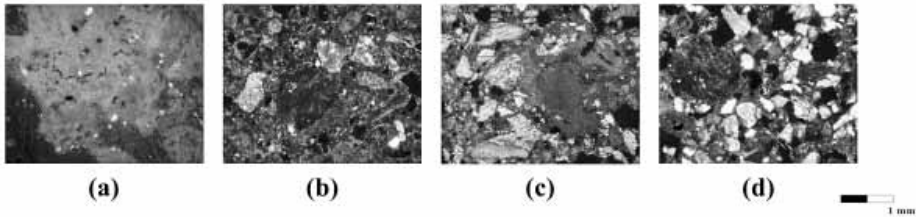
Tablo 3. Kütahya Balıklı Cami taş ve seramik örnekleri fiziksel testleri.

Örnekler	Taş Türü	H (Mohos)*	d (I)*	d (K)	% SEK	% P
KCB-T1	İgnimbrit	3,4	1,89	1,13	35,27	39,95
KCB-T3	İgnimbrit	3,0	1,67	1,14	27,97	31,78
KCB-T4	İgnimbrit	3,2	1,88	1,27	25,92	32,81
KCB-T5	İgnimbrit	3,1	1,73	1,25	22,01	27,56
KCB-T6	İgnimbrit	3,5	1,90	1,32	22,89	30,27
KCB-T7	İgnimbrit	3,2	1,86	1,34	20,98	28,12
KCB-B2	Seramik	3,5	2,23	1,63	16,33	26,67
KCB-B3	Seramik	3,4	2,06	1,67	11,07	18,53
Taş Ortalama			1,82	1,24	25,84	31,75
Seramik Ortalama			2,14	1,65	13,70	22,60

(*) H: Sertlik, d : Islak/Kuru yoğunluk (g/cm³), SEK: Su Emme Kapasitesi (%),
P: Gözeneklilik (%)

Tablo 4. Kütahya Balıklı Cami harç ve sıvalarında asidik agrega/bağlayıcı analizi dökümü

Örnekler	B (%)	Agr. (%)	% Agrega Tanecik Dağılımı ($\mu\text{m}, \emptyset$)					
			<63	63-125	125-250	250-500	500-1000	>1000
KCB-H2	46,51	53,49	2,96	11,35	13,14	16,44	18,23	37,88
KCB-H4	18,99	81,01	1,74	14,84	14,40	19,02	16,09	33,92
KCB-H5	31,74	68,26	1,42	11,90	15,05	16,53	16,55	38,56
KCB-H8	71,04	28,96	2,34	6,20	8,52	11,29	9,70	61,94
KCB-H9	65,00	35,00	4,17	9,45	15,21	14,28	12,99	43,91
KCB-S1a	19,97	80,03	1,17	3,03	6,37	30,38	26,62	32,43
KCB-S1b	65,77	34,23	4,56	8,40	10,22	14,92	17,13	44,78
KCB-S3	19,93	80,07	1,57	3,71	7,62	32,88	22,37	31,85
KCB-S4	49,70	50,30	5,57	9,19	11,98	26,29	24,97	21,99

**Şekil 2.** Kütahya Balıklı Cami harç örneği (KCB-H8) XRD Spektrumu
(C: Kalsit-Kireç, K: Kaolin, Q: Kuvars-kum)**Şekil 3.** Kütahya Balıklı Cami örnekleri ince kesit analizi mikrofotoğrafları
(a) KCB-T3 (b) KCB-B3 (c) KCB-H3 (d) KCB-S3

Tablo 5. Kütahya Balıklı Cami harç ve sıva örneklerinde ince kesit analizi ile elde edilen agrega/bağlayıcı tür ve içeriklerinin dökümü.

Örnekler	Açıklamalar
KCB-H1	Kireç Harcı; yoğun nem etkili oldukça kaba taneli ve nem etkili ayrılmış yapıda %70 oranında agrega (agreganın %90'ı kireçtaşı ve %10'u kuvars, ve çört) bulunuyor. Geriye kalan %30'lik bağlayıcı kısmın %80'i kireç ve %20'si mermer tozlarından oluşuyor.
KCB-H2	Üst kısmında sıva katının yer aldığı kireç harcı; Sıva katında %20 agrega ve %80 kireç harcı bulunuyor. Harç katı kaba taneli yapıda %15 oranında bağlayıcı kireç ve %85 oranında agrega (ignimbrit ve kireçtaşı) bulunuyor.
KCB-H3	Üst kısmında çimentolu bir sıva katı ve altında yeralan kireç harcı; harçta yapıyı %25 oranında bağlayıcı (üstte bağlayıcının %100'ü çimento, alt harç katında bağlayıcının %95'i kireç ve %5'i mermer tozu) %75 oranında agrega (agreganın %90'ı kireçtaşı ve %10'u kuvars) oluşturuyor.
KCB-H4	Kireç Harcı; yapıyı %20 oranında bağlayıcı (bağlayıcının %90'ı kireç ve %10'u mermer tozu) ve %80 oranında agrega (agreganın %70'i ignimbrit ve %30'u kuvars, kuvarsit ve plajiyoklazlar) oluşturuyor.
KCB-H5	Kireç Harcı; yapıyı %80 oranında agrega (agreganın %95'i ignimbrit, %5'i kuvars) ile %20 oranında bağlayıcı kireçten oluşturuyor.
KCB-H6	Kireç Harcı; yoğun nem etkisi ile ayrışmaların görüldüğü yapıyı %80 oranında agrega (agreganın %95'i kireçtaşı, %5'i kuvars ve çört) ile %20 oranında bağlayıcı kireç oluşturuyor.
KCB-H7	Kireç Harcı; yapıyı %60 oranında agrega (agreganın %85'i ignimbrit ve %15'i kuvars, kuvarsit ve biyotit) ile %40 oranında bağlayıcı (%85 oranında kireç ve %15 oranında mermer tozu) oluşturuyor.
KCB-H8	Kireç Harcı; yoğun nem etkisi ile ayrışmaların görüldüğü yapıyı %65 oranında agrega (agreganın %90'ı kireçtaşı, %10'u kuvars ve kuvarsit) ile %35 oranında bağlayıcı kireç (%80 kireç ve %20 mermer tozu) oluşturuyor.
KCB-H9	Kireç Harcı; yapıyı %75 oranında agrega (agreganın %75'i kireçtaşı, %25'i kuvars, kuvarsit ve çört) ile %25 oranında bağlayıcı (%70 kireç ve %30 mermer tozu) bulunuyor.
KCB-S1	Kireçli Sıva Harcı; oldukça kaba taneli yapıda %85 oranında agrega (agreganın %95'i kireçtaşı ve %5'i kuvars) bulunuyor. Geriye kalan %15'lik kısmın %90'ı kireç ve %10'u mermer tozlarından oluşuyor.
KCB-S3	Kireçli/Killi Karbonatlı Sıva Harcı; kaba taneli yapıda %10 oranında bağlayıcı kireç ve %90 oranında agrega (agreganın %85'i kuvars, çört, kuvarsit, %15'i ignimbrit ve kireçtaşı) bulunuyor.
KCB-S4	Çimentolu/Kireçli Sıva Harcı; nem etkisi ile ayrışmaların görüldüğü yapıyı %70 oranında bağlayıcı (bağlayıcının %40'ı çimento, %40'ı kireç ve %20'si mermer tozu) %30 oranında agrega (kuvars, kuvarsit, kireçtaşı ve çört) oluşturuyor.
KCB-S5	Kireçli/Killi Sıva Harcı; yapıyı %85 oranında bağlayıcı (bağlayıcının %90'ı kireç ve %10'u mermer tozu) ve %15 oranında agrega (kuvars ve feldispatlar) oluşturuyor.
KCB-S6	Kireçli/Killi Sıva Harcı; nem etkili ayrışmaların görüldüğü KCB-S5 ile benzer yapı ve içerikte sıva.

Archaeometric Studies on Constructive Materials of Kütahya Balıklı Mosque

Ali Akın Akyol

Ankara University Başkent Vocational School Program of Restoration & Conservation,
Gümüşdere Kampüsü, Dışkapı, Ankara
(+90 0312) 3164926 (25)
aliakinakyol@gmail.com

Yusuf Kağan Kadioğlu

Ankara University Department of Geological Engineering
Beşevler Kampüsü, Tandoğan, Ankara
(+90 0312) 2126720 (1139)
yusuf.kagan.kadioglu@eng.ankara.edu.tr

ABSTRACT

In 2006, archaeometric studies were processed by surveying and sampling studies on the stone, ceramic, mortar and plaster samples from Kütahya Balıklı Mosque.

Spot salt test and conductometric analysis were applied to get water soluble salt content of stone and ceramic samples. The aggregate and binder part of the plaster and mortars were determined by the analyses of acidic aggregate & binder, aggregate granulometry, thin section optic microscopy and X-ray diffraction. In addition, the physical conditions of the stone and ceramics were examined by some physical test.

The results of archaeometric studies showed that the constructive stone material is the ignimbrite and original binder material is lime mortar. The cement content of the some binder of mortars reflects the recent interferences on mosque. In the light of petrographic studies it was understand that the source of the original constructive raw material is the local formation. It was also showed that high soluble salt content and in a bad physical conditions of some stones have some degree of decomposition in a period.

Key Words: Kütahya Balıklı Mosque, Material Analysis on Historical Buildings, Archaeometry, Constructive Materials

II. Gn

**Yapısal Güçlendirme Yoluyla Korumacılık Uygulamasına
Toplu Bakış Kamu Kurumlarının Uygulamalarında İzlenen
Yöntemlerin İrdelenmesi ve Gözlenen Sorunların Tartışılması**

Oturum Başkanı: **Prof. Dr. Erhan KARAESMEN - ODTÜ**

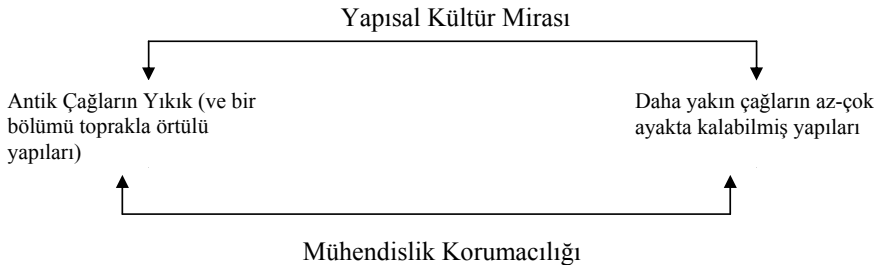
Yapısal Güçlendirme Yoluyla Korumacılık Uygulamasının Aşamaları

Bilge Küçükdoğan¹, Gizem Sevgili¹, Erhan Karaesmen¹

¹ İnşaat Mühendisliği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Turkey.
Email: karaesmn@metu.edu.tr

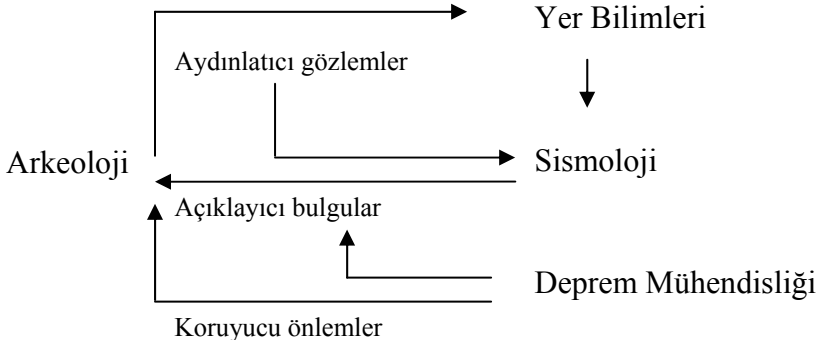
1. Olaya Genel Bakış

Tarihi kültür mirasının korunması, çağdaş toplumların gündemine yer almaya başlayan bir ilginç tekno-sosyal prosestir. Toplumların çeşitli katmanlarında ve bu arada bir miktar devlet yönetim kademelerinde, tarihi kültür mirası, hak ettiği kadar olmasa bile biraz daha duyarlılık gösterilerek ele alınır olmuştur. Konu, mimarlık, şehir planlaması, inşaat mühendisliği, sanat tarihi ve yapı restorasyonu disiplinlerinin yanı sıra toplumsal gelişme sosyolojisi ve felsefesiyle de ilgili boyutlar taşımaktadır. Bir miktar hasar görmüş ve ayakta kalabilmiş binalar ile henüz zaman etkisinin yorgunlaştırıcılığından öte aşikar bir hasar görmemiş binaların, anıtların ve diğer tür tarihi yapıların korunabilmesi için yapı sistemlerinin desteklenmesi gerekmektedir. Çok ağır hasar görmüş ve neredeyse yerle bir olmuş yapıların parçalarının bir araya getirilerek yeniden bir bütün oluşturulması konusu ise daha farklı teknik destekleme ihtiyaçları sergileyecektir. Burada arkeoloji neredeyse yok olmuş ve parçalarının bir bölümü toprak altında kalmış yapıların gözükebilecek kadarını ortaya çıkarmada çok önemli bir araç olarak kendini göstermektedir. Yapı parçalarının bir araya getirilerek bir yeni bütün oluşturması şansı yoksa arkeolojik çalışmaların ürünü olarak en azından bir dönemin yapı türlerinin ve bunların temsil ettiği sosyal biçimlerin algılanabilmesinin yarı yıkık durumlarıyla bile bu yapıların gün ışığına çıkarılmasında büyük yarar vardır. Toprak altından çıkarılmış yapı parçalarının, en azından, yeniden yıkılmayacak biçimde desteklenerek korunması da bir başka teknik korumacılık faaliyeti oluşturur. Buradaki açıklamalar, mühendislik korumacılığı ile yapısal kültür mirası arasındaki bağlantıları göstermekte olup Şekil 1'deki şematik tablolaştırmada bir özetini bulmaktadır.



Şekil 1: Yapısal kültür mirası ve mühendislik korumacılığı ilişkisi

Ancak, kısmi hasarlı ya da çok hasarlı ama yakın gelecekte doğal afetlerin etkisiyle ya da aşırı eskime sonucu olarak kısmen ya da tamamen yıkılma ihtimaliyle karşı karşıya bulunan yapılarda kapsamlı bir yapısal destekleme ve güçlendirme operasyonu gerçekleştirmek söz konusudur. Bu tür yapılardan geçmişi çok zengin Türkiye toprakları üzerinde bol miktarda mevcudiyeti konuyu hem genelde hem de ülkemiz özelinde dikkat çekici bir başlık olarak gündeme taşımaktadır. Öte yandan, eski yapılar üzerindeki hasarın ana sebeplerinden biri olarak gösterilen deprem etkisi ülkemizde de maalesef yaygın biçimde rastlanan bir afet türü olarak bilinmektedir. Dolayısıyla arkeolojinin yapısal takviye düzenlemeleriyle ilgili bağlantılarını incelerken arkeoloji-deprem ilişkisi ön plana çıkmaktadır. Bu ilişki deprem biliminin ana öğelerini oluşturan “ yer bilimleri, sismoloji, deprem mühendisliği” disiplinlerinin arkeolojiye karşı konumlarını gösteren Şekil 2’deki şemada yer almaktadır.



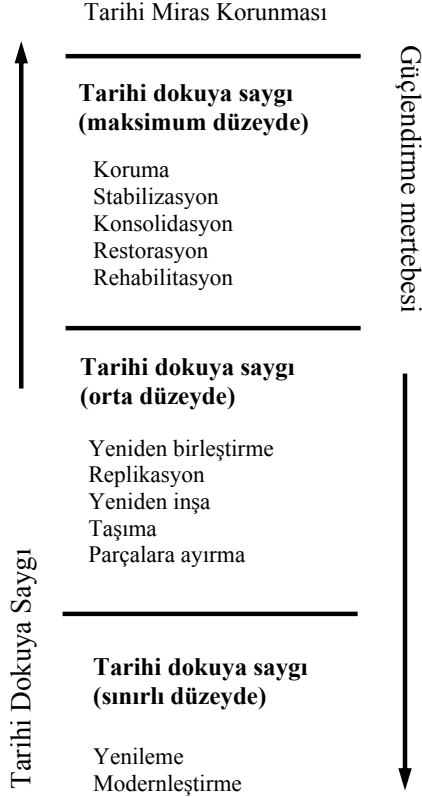
Şekil 2. Arkeoloji-deprem ilişkisi

Bu makalede yapısal takviye ve güçlendirme yoluyla hayatiyet kazandıracak tarihi yapıların uygulama aşamaları özetle ele alınacaktır. Bu aşamalar içinde ülkemizdeki uygulamaların şimdiki işleyiş biçiminde öneminin farkına çok az varıldığı gözlenen “desteklenecek-güçlendirilecek yapıyla ilgili mevcut durumun saptanması ve ön değerlendirme” aşaması üzerinde daha kapsamlı durulacaktır.

2. Güçlendirme ya da Takviye İhtiyacının Belirlenmesi

Yukarıda da açıklandığı gibi eskime, bir çarpma kazası, deprem ve sel gibi doğal afet etkileri eski eserlerin bazılarında değişik hasar mertebesinde ve müdahale edilmesini gerektiren çeşitli durumlar ortaya çıkarabilir; ya da hasarlı bir durum söz konusu değildir ama yapı deprem riski yüksek bir yerde yer almaktadır. Eski- menin etkisine ek olarak muhtemel bir kuvvetli depremin zorlamasıyla yıkılması ya da ağır hasar görmesini beklemeden şimdiden bazı yapıların sağlamlaştırılması gerekmektedir. Ancak, bunun bir teknik ve sosyal ihtiyaç haline dönüşmesi farklı bir prosestir. Burada çeşitli toplumlar arasında ya da bir toplumda onun katmanları arasında kendini gösteren “ tarihi kültür mirasını sahiplenme ve korunması için gayret sarf etme ” arayışları belirleyici olmaktadır. Şekil 3’te sahiplenme ve duyarlılık gösterme farklarının kademelendirilmesi olgusu şematik ola-

rak özetlenmiş bulunmaktadır. Buna göre, ihtiyacın belirlenmesi teknik, kültürel ve aynı zamanda sosyolojik bir olaydır.



Şekil 3. Tarihi mirasın korunması ve müdahalelerinin kademelendirilmesi

3.İhtiyaç Belirlendikten Sonra Ortaya Çıkan Durum

3.1. Bir genel hatırlatma

Teknik ve sosyolojik bir karmaşık olgu biçimiyle tarihi kültür mirası korumacılığına yapısal güçlendirme yoluyla destek verme ihtiyacının bir belirlenmesinin yapıldığı kabul edilebilir. Sonrasında, bir dizi teknik çalışma aşaması korumacılıkla ilgili teknik uygulamaların arka arkaya getirilmesini gerektirecektir. İlgilenilen yapı toplumsal amaçlı kullanılan bir kamu yapısı olabilir ya da özel kişilere ve kurumlara ait bir yapı olabilir. Bu son durumda yapılacak teknik müdahalelerin yapının tarihi karakterini bozup bozmaması konusunda mülk sahipleri özel bir duyarlılık gösteremeyebilir. İşin fonksiyonel ve ekonomik yönleri bu kişilerin kafasında daha önde yer alabilir. Ancak tarihi kültür mirası ile ilgili ülke çapına yayılmış resmi ve güçlü nitelik taşıyan “koruma kurulları” tarihi kültür mirası tanımına giren bir yapının, onarım güçlendirme, renovasyon (fonksiyon yenileme) türü işlemlere belli bir düzen getirmekle görevlidir. Bir bölümü muhtemelen yakıştırma biçiminde bu kurulların işleyişine getirilmiş olan eleştirel saptamalara

rağmen bu alanda belli bir disiplin sağlamanın arayışında olduğunun da bir göstergesidir.

Teknik müdahale yöneltilecek yapıyla ilgili “durum saptaması ve değerlendirilmesi” aşamasından başlayarak inşaat işinin tamamlanıp yapının yeni haliyle hizmete girmesine kadar giden bir dizi etkinlik mevcuttur. Bu etkinliklerin aşamalar biçiminde incelenmesine girmeden önce altının bir kez daha çizilmesi gereken çok önemli bir olgudan yeniden söz etmekte yarar vardır. “Durum saptaması ve değerlendirmesi” aşaması kendisinden sonra gelecek tüm operasyonel aşamaları etkileme ve yönlendirme özelliğine sahiptir. Ülkemizdeki uygulamalarda önemi bir türlü algılanamamış bu çok önemli ve kritik başlangıç aşamasının üzerinde aşağıdaki alt bölümlerde ayrıntılı olarak durulacaktır. Bu aşamaların çalışmalarından başlayarak uygulamanın sonuç vermesine kadar yürüyen tüm adımlarda çok disiplinli bir uzmanlar grubunun birbirini tamamlayıcı işbirliği yapması gerekmektedir. Sanat tarihçisi, kentsel ve yapısal gelişme sosyolojisi uzmanı, şehir ve bölge planlamacısı, mimar, restorasyon uzmanı ve inşaat mühendisliği disiplinleri içinden altyapı uzmanları, yapı malzemesi uzmanları ve yapının iskeletini oluşturan karkas parçasının davranışı konusunun uzmanları ve analizcileri, bazı durumlarda arkeolog, gibi uzmanlar bazen hepsi birlikte bazen aralarından bir bölümü kuvvetli bir işbirliği içinde çalışma durumundadır.

3.2. Durum saptaması ve değerlendirilmesi aşaması

Bu aşamanın çok kilit ve çok belirleyici karakterine rağmen ülkemizde benimsemememiş ve algılanamamış oluşu sonraki aşamalarda ortaya çıkan aykırılıkların ve yetersizliklerin ana sebeplerinden biri olarak düşünülmektedir. Bu aşamada gösterilecek etkinliklerin teknik ayrıntıları makalenin kıdemli yazarının çeşitli Türkçe ve İngilizce yayınlarında genişçe ele alınmıştır. Bu aşamada gösterilecek teknik faaliyetin burada fazla ayrıntısına girilmeden ana başlıklar halinde aşağıdaki gibi özetlenmesinde yarar görülmektedir.

a. Müdahale edilecek yapının sanat tarihi yönünden incelenmesi

Yapının inşa edildiği dönemde o ülkedeki ve yöredeki hangi ihtiyaca karşılık gelecek biçimde planlandığı ortaya çıkarılmalıdır. Günümüzde kendisine verilecek yeni kullanıma fonksiyonlarının yüzyıllar öncesinin beklentisini değiştirmesi söz konusu olabilir. Çünkü genel sosyal ihtiyaçlar ve beklentiler değişmiştir ama planlandığı gündeki fonksiyonuna uygun olarak bu yapının belli bir karakteri oluşmuş durumdadır. Mimari özellikler, yapımında kullanılan malzeme ve seferber edilen teknoloji ona bir karakter vermişse modern yaşamın yeni işlevsellik ihtiyacına yapının genel karakteri ve görüntüsel biçimi fazla değiştirilmeden de ulaşılabilir. Bu amacın incelemeye ve tartışmaya açılabilmesi için tarihsel perspektif içinde yapının geçmişinin belirlenmesi gereklidir.

- b. Topografik ve jeolojik durum incelemesi (Yapının oturduğu arazinin topografik ve jeolojik özellikleri ile ilk dönemlerden bu yana bu özelliklerde değişiklik olup olmadığının incelenmesi)

Tarihi yapılarda rastlanan hasarlarda ulaşım yapıları başta olmak üzere zemin ve arazi ile ilgili olumsuzlukların rol oynaya geldiği bilinir. Dolayısıyla genel bir durum saptaması olayında işin bu yönüyle de ele alınmasından büyük yarar olacaktır.

- c) Yapının mevcut durumuyla geometrik özelliklerinin belirlenmesi

Ulaşılabiliyorsa sonradan gelmiş bazı değişikliklerden önceki en eski haliyle yapının mimari plan ve karkas taşıyıcı sisteminin geometrisinin belirlenmesinde büyük yarar vardır. Böylece planda ve üç boyutlu olarak geliştirilecek modeller için önemli bir enstrüman ele geçirilmiş olacaktır. Günümüzün hassas ölçme aletleriyle karmaşık görüntülü eğrisel yapı bölümlerini kapsayan binalar ve köprüler dahil her türlü tarihi yapı için geometrik özelliklere rahatlıkla ulaşılabilmektedir.

- d. Yapının orijinalinde ve sonradan ilave edilmiş bölümlerinde kullanılmış malzemelerin incelenmesi

Müdahale gerektiren yapı taş tuğla ahşap ve hatta demir gibi eski dönemlerden beri bilinen çeşitli malzemelerin birlikte kullanılışıyla yapılmış olabilir. Mimari mekanlara belirli bir sınırlayıcılık getiren karkas taşıyıcı sistem tek bir malzemeden yapılmış olsa bile mimari fonksiyonları tam yerine getirebilmek için diğer bazı malzemelerin kullanımı ile yapı elemanları ve mekanlar yapımına gidilmiş olabilir. Bu bilgiler yapısal davranış analizlerinde çok yararlı olacaktır. Öte yandan, malzeme konusu ile ilgili olarak yapıda değiştirilecek bazı elemanların inşa edildiği dönemin orijinal malzemeleriyle benzerlik göstermesi kuvvetle arzu edilebilir. Bu durumda yöredeki taş ocaklarının ve ağaç kaynaklarının (ormanların, korulukların) araştırılması da gerekebilir.

- e. Deprem etkisi bakış açısından inceleme

Türkiye'miz de dahil bazı ülkeleri özel olarak ilgilendiren deprem afetinin yapısal hasar yaratıcı etkileri üzerinde daha dikkatli durulmalıdır. Yapının bulunduğu bölgenin depremselliği, sismolojik geçmişi, o yöredeki benzer yapılarda gözlenmiş olan hasarların tipi incelemeye alınma durumundadır. Mevcut yapının deprem etkisi dahil hasar yaratabilecek tüm etkiler altında bir ön incelemesine girilirken de yöreyle ilgili deprem bilgileri önem taşıyacaktır.

- f. Bir araya getirilmiş bilgilerin yardımıyla yapının bir ön yapısal analizinin yapılması

Geometrisi, malzemesi ve kestirilebildiği kadar hassasiyet mertebesiyle deprem zorlamalarının etkisi tahmin edilebilen bir yapıda yükler aşağı yukarı belli gibidir.

Buradan hareketle fazla ayrıntısına girilmeden yapının geometrik çapraşıklığını da göz önünde tutan bir yaklaşık ön analiz yapılması mümkündür. Bu mevcut ve muhtemel küçük hasarların nerelerde kendini gösterebileceğini baştan kestirebilmek için yararlı bir çalışma olacaktır.

g. Sistematik fiziksel hareket izleme ve ölçüm alma düzeneğinin kurulması (monitoring)

Önceki çalışmaların bulgularıyla yapı taşıyıcı sisteminin aşırı deformasyon gösterebilecek kesimleri analitik olarak belirlenmiş bulunacaktır. Bu kesimlerdekiler başta olmak üzere, mühendislik sezgisi ve tecrübesinin yönlendiriciliği ile yapının diğer bazı kesimlerindeki kesitlerde deformasyon ölçmeleri yapılmasında yarar vardır. Günümüzde bunları sürekli olarak yapıp bilgisayar bilgi ortamına nakleden mekanizmalar geliştirilmiştir. Böylece yapının zaman zaman olabilecek orta boy depremlerin etkisi dahil tüm dış etkiler altında oluşabilecek şekil değiştirmeleri sürekli olarak izlenebilir. Bunlar sonraki aşamaları için söz konusu olabilecek daha bariz şekil değiştirmeleri de otomatik olarak izlenip kayda alınabilir.

h. Yapı sistemi kimliğinin belirlenmesi (system identification)

Yapı sistemi kimliğinin belirlenmesi saptama ve değerlendirme çalışmaları aşamasındaki son adımı oluşturacaktır. Günümüzde yapı sistemi kimliğinin belirlenmesinde teorik yaklaşımlardan da yararlanılmaktadır. Ancak, yapıya zarar vermeyeceği kesin biçimde garanti altına alınmış bazı dış yükleme deneyleriyle de bu kimliğin belirlenmesi kolaylaşabilmektedir. Özellikle deprem kuvvetleri simülasyonunu gerçekte beklenebilecek kuvvetin çok küçük oranlarında bir sarsıntı vererek önceden kurulmuş monitoring sistemi yardımıyla ölçmeler alınması yoluna gidilebilir. Buradan gelecek veriler teorik çalışmalardaki bulguları hem kontrol eder hem de tamamlar. Ancak, tarihi karakteri ağır basan ve büyükçe boyutlu yapılarda hasar vermeyen deney metotları anlayışı çerçevesinde de olsa, bu tür testlerin yapılması özel müsaadelere dayalıdır. Her zaman çok kolay olmayabilir.

3.3 Uygulamaya geçiş ve uygulamanın yürütülmesi aşaması

Dikkatli ve ciddi bir durum saptaması ve değerlendirilmesi çalışması yapıldığında ondan sonraki aşamaların yürütülüşü büyük ölçüde kolaylaşmaktadır. Öncelikle netlik kazanmaktadır. Yapılacak teknik müdahalenin projelendirilme ve uygulama faaliyetlerinin tanımları belirsizlikten kurtulmaktadır. Böylece ilgili devlet kurumları tarafından yapılacak ihalelerin dosyalarının hazırlanması kolaylaşmakta ve rasyonellik kazanmaktadır. Eski eser onarımı, desteklendirilmesi ve güçlendirilmesi gibi ülkemizde az bilinen bir faaliyet dalındaki ihale süreci de eksik gediklerle doludur. Olay sadece ihale dosyalarının düzgün hazırlanmasıyla sınırlı değildir. İşin yürütülmesi, oraya projelendirme safhasından itibaren yöneltilen kalite kontrolünün ve iş denetiminin yerleştirilmesi ayrıca gerekmektedir.

Tüm bunlar Türkiye'deki resmi işlerde sıkça rastlanan problemler olarak tartışma konusu yapılmaktadır. Bu kısa makale bir yandan da, ihale süreci sorunlarının bir miktar açığa çıkarılması amacıyla kaleme alınmıştır.

a. Sonraki aşamaların faaliyetlerine toplu bakış

b. Projelendirme işleri ve bunların kontrolü

Durum saptaması ve değerlendirilmesi ciddi ve ayrıntılı yapılmış bir yapıya uygulanacak teknik müdahale için projelendirme tarifleri tartışılmaz biçimde yapılabilmelidir. Buradan hareketle projenin çeşitli alt bölümlerinde ve safhalarında yapılacak kontrollerin belirlenmesi de rahatlık ve netlik kazanır. Projelendirme kavramı bilindiği gibi hem mimari öğeleri hem de yapının taşıyıcı sistemini ilgilendirir. Burada sıfırdan başlayıp yeni yapılacak bir bina yerine mevcut yapıyı tarihi karakterini de mümkün olduğu kadar koruyabilmek kaydıyla belli bir mimari düzen içinde yeniden oluşturma mecburiyeti vardır. Eğer bir renovasyon ya da rehabilitasyon işine girilmişse günümüzün bazı kolaylaştırıcı çağdaş mimarlık öğelerinin de mevcut yapıya eklenmesiyle eskisinden az farkla da olsa yine de hafifçe değişik bir mimari konum ortaya çıkabilir. Olay eski yapının onarımı biçiminde geliyorsa mimari fonksiyonlarda değişiklik söz konusu olmayacaktır ama yine, orada bile bazı çağdaş teçhizat unsurlarının eklenmesiyle eski mimarlık programı çok hafifçe değişebilir. Yeni fonksiyonlarla yürüyecek bir bina güçlendirmesi ve değişimi söz konusuysa dış görünüş ve kitle etkisi muhafaza edilmekle birlikte yapının iç kesimlerinde bazı değişikliklere müsaade edilmesi söz konusudur. Bu değişikliklerin yapının zaten asıl teknik müdahaleyi görecektir olan taşıyıcı sistemine etkileri de işin içine katılmak zorundadır. Destekleme kavramı yapının mevcut elemanları ve onun bazı kesitlerini ve elemanların birleştiği yerdeki bazen karışık geometri taşıyabilen birleşme bölgelerini takviye etme anlamına gelmektedir. Ancak bu takviyede bazen yapının özellikle deprem dahil yatay yüklerini çoğunlukla alabilecek yeni bir ek çelik karkas ilave edilmesi gerekebilir. Bu dışarıdan bir yapı ilavesi yoluyla desteklenebilir. Buna karşılık, mevcut yapının elemanlarının kesitlerinin ve köşelerinin bazılarının dayanım gücünü arttıracak önlemlerin alınması ise güçlendirme yoluyla bir iç destek yaratma kavramına dayanmaktadır. Günümüz tekniğinde yaygın biçimde yer alan bazı güçlendirme tekniklerinin proje safhasında mukayeseli olarak irdelenmesi ve bunlardan en uygununun veya uygunlarının seçilmesi söz konusudur. Bu teknikler kısaca şunlardır: çelik halatlar ile dıştan sarmalama, harici ayaklarla destekleme, harçla eksik parçaları tamamlama ve birleşim yerlerini kaynaştırma, ardgerme teknolojiyle duvarların ve yapı elemanlarının sağlamlaştırılması, yapı elemanını altından zemine sabitleme, metal çivi ve parçalar kullanarak yığma eleman parçalarını sabitleme vb. Öte yandan, günümüzde oldukça yaygın bir biçimde kullanım alanı bulan polimerlerin- yapı literatürde FRP (fiber takviyeli plastik) diye adlandırılan malzemelerin- farklı yöntemlerle yapı elemanlarının üzerine uygulanması da tarihi yapı güçlendirme teknikleri arasında sayılmaktadır.

Proje safhasında karar verilecek bir diğer husus ise bu dönemde yapılacak bir müdahalenin yapım teknolojilerinin daha ilerlediği sonraki zamanlarda yapılması, o tarihte tasarlanması, o tarihte tasarlanabilecek bir müdahale ile kolaylıkla yer değiştirebiliyor olması hususudur. Günümüzün teknolojik gelişmeleri öyle yapmaktadır ki belli bir dönemde kararlaştırılan bir teknik önlemin yerine kısa bir süre sonra daha rahatlatıcı bir sonuç verecek bir yenisi tasarlanabilmektedir. Bu durumda günümüzde yapılmış olan müdahalenin çok kesin, kalıcı ve değiştirilemez ve el değiştirilemez bir nitelik taşıması arzulanmaz.

c. Uygulama aşamasının yürütülüşü ve oradaki teknik denetim

Güçlendirme amacıyla yapılacak teknik müdahalenin mertebesi tarihi yapı için amaçlanan kullanım işlevselliği ile doğrudan bağlantılıdır. Bazı yapıların geçmiş işleviyle ya da yeni belirlenen işleviyle (toplantı merkezi, restoran, otel vb.) kullanılması söz konusu olduğunda müdahale yapının ayakta güvenilir biçimde durmasının ötesine geçmektedir. Yeni bir işlevsellik için gerekli olan eklemeler, düzenlemeler ve benzeri gereklilikler ile müdahalenin mertebesi değişebilmektedir. Böylece taşıyıcı sistemin güçlendirilmesinin yanı sıra mimari yeni işlevsellik kazandırma beklentisi birlikte tatmin edilmiş olmaktadır. Yapılacak müdahalelerin mertebesi uygulamayı yapacak ekibin kalitesine bağlı olarak olumlu ya da daha az olumlu sonuçlar verebilme riskiyle karşı karşıyadır. Sadece eski fonksiyonla devam ve bazı elemanların değiştirilmesi ya da üzerine takviye edecek yeni elemanların yapıştirilmesi yoluyla yapılacak bir müdahale biraz daha basittir. Teknolojik yaklaşım özellikleri ön plandadır. Yapının kitle etkisinin korunması ve iç mekanlardaki bazı detayların muhafaza edilmesi gerekecektir. Ülkemizdeki uygulamalarda fazla aşına olunmayan yenilikçi teknolojik aplikasyonlardan çok çekinilmektedir. Zaten sayıları çok sınırlı olun uygulama şirketlerinin bu konularda birikimi yoktur. İş yaptıran idarelerde de genel bir bilgi eksikliği mevcut olup özellikle bu uygulamaların denetiminin nasıl yapılacağı konusunda kuşku taşımaktadırlar. Ardgermeli beton kablolama yoluyla yağma yapıların takviye edilmesi teknikleri batı Avrupa ülkelerinde çok yaygın kullanıldığı halde ülkemizde bu konuya çok mesafeli kalınmakta ve durulmaktadır.

Sadece ileri teknoloji uygulamalarında değil, klasik işlerin yürütülüşündeki iş denetimi ve kalite kontrol mekanizmaları ülkemizde yetersiz düzeyde yürümektedir. Kamu yönetiminin bu özel ve hassas konuyla ilgili birimlerine yeni alınan teknik personel bu tür bir denetim çalışmasında görev alıp alamayacağının kesinlikle test edilmesinde büyük yarar vardır.

3. Sonuçlar ve yorumlar

Ülkemizdeki ve dünyadaki uygulamalarda tarihi eserlerin teknik müdahale yoluyla güçlendirilmesi yoluna gidildiği bilinmektedir. Ülkemizde henüz gelişme çizgisi yakalayamamış konu olmakla birlikte kamuya ve topluma ait olduğu bilinen tarihi binalar, anıtlar ve köprülerde yapı sistemini güçlendirme yoluyla destekleme

işleri biraz daha sıkça yapılır olmuştur. Giderek daha da sıklaşması beklenmektedir. Ancak, kamu yönetiminde ve serbest kesimde konuyla ilgili ve orada kısmen uzmanlaşmış teknik personel sayısı henüz yetersizdir. Ayrıca, bilgi dayanakları da yeterince gelişmemiştir. Özellikle tarihi kültür mirası korumacılığındaki teknik müdahalelerin çok önemli ve temel bir parçasını oluşturan “durum saptaması ve değerlendirilmesi” aşaması zayıf bir halka olarak kendini göstermektedir. Oysa, bu safhadaki çalışmaların öneminin kavranması ve gereğinin yerine getirilmesi sonraki tüm aşamalara da rahatlık ve netlik sağlayabilme gücüne sahiptir. Teknik müdahalelerde tarihi karakterin de olabildiğince gözetilmesi konusu bir diğer duyarlı alt bölgeyi oluşturmaktadır. Bu konuda gösterilecek hassasiyetin daha da öteye götürülmesi ve eksik bilgi birikiminin geliştirilmesi temenni olunur.

Referanslar:

1. Karaesmen, E., 2005. Lecture Notes: Introduction to Architectural Engineering for CE 480, Bosphorous University, Istanbul, 110 pages.
2. Sykora, D., Look, D., Croci, G., Karaesmen, E., and Karaesmen, E., 1993, Reconnaissance Report of Damage to Historic Monuments in Cairo, Egypt Following the October 12, 1992 Dahshur Earthquake, Technical Report NCEER-93-0016, Buffalo
3. Karaesmen E.,1999, “Evaluation of Cultural Heritage Including Ancient Structures in Seismic Zones”, Proceedings of the International Symposium on the Urban Settlements and Natural Disasters (organized by UIA and Chamber of Architects of Turkey),Istanbul, pp 85-95
4. Karaesmen En., Karaesmen Er.,1994, “A Study of the Structural Behaviour of Historic Masonry Buildings in Seismic Zones.” Proceedings of the 10th ECEE, Vienna, pp. 927-933
5. Karaesmen, E., 1997, “Tarihi Yapıların Korunması Olayına Mühendisçe Bir Bakış” İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, İzmir
6. Sevgili, G., Küçükdoğan, B., and Karaesmen, E., 2005, Old Masonry in Seismic Zones, Earthquake Engineering : Essentials and Applications, Earthquake Engineering Research Center, METU, July 18-20, 2005
7. Küçükdoğan B., 2007, An Investigation of Strengthening of Historical Masonry Constructions by Steel Skeleton, M.S. Dissertation, METU, Ankara
8. Britognia, M. Croci, G., 1993 “Modern Technologies for Investigation and Monitoring of Structures” Proceedings of the Egyptian- Italian seminar on “Geosciences and Archaeology in the Mediterranean Countries, EAO Scientific Publications, Cairo.

II. Gün

Tarihi Köprülerin Korunmasında Yaşanan Sorunlar ile
Uygulamadaki İdari ve Teknik Hususlar
(Karayolları Genel Müdürlüğü)

Geçmişten Günümüze Tarihi Köprüler

Halide Sert

Karayolları Genel Müdürlüğü Köprüler Dairesi Başkanlığı
Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü
Tel: 0 312 415 80 44
E-Posta: hsert@kgm.gov.tr

Özet

Anadolu'da tarih öncesinden bu yana yaşayan toplumlar ortaya koydukları uygarlıklar içinde, ulaşım amacıyla birtakım tesisler meydana getirmişlerdir. Bu arada yollar üzerindeki büyük suları geçebilmek için de KÖPRÜLER yapmışlardır. İlk mühendislik yapılarını akarsuları geçmek için yapılan Köprüler olarak kabul etmek yanlış olmaz.

Bu bildiri kapsamında, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü'nün; gerek sanat tarihi, gerek teknoloji tarihi açısından büyük önem taşıyan tarihi köprülerimizin bakım ve onarımlarındaki kaliteyi daha da artırmak, sahip olduğumuz envanterimizi ve arşivimizi daha da zenginleştirmek ve tüm bu hizmetlerin uluslararası kurallara uygun ve bilinçli olarak yapılmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirdiği onarım çalışmaları ile eğitim çabaları irdelenecektir.

Anahtar sözcükler: Karayolları, Tarihi Köprü, Bakım, Onarım, Güçlendirme.

Giriş

5539 Sayılı Kuruluş Kanunumuzun 30/5/1973 gün ve 1737 Sayılı kanunla değişik madde 2 (F) bendine göre 'Tarihi Yol ağlarına ait köprü ve diğer yan tesisleri, hazırlayacağı veya hazırlatacağı plan ve projelere göre onarmak ve bakımlarını sağlamak' görevi Karayolları Genel Müdürlüğü' nün asli görevleri arasında sayılmıştır.

Uzun yıllar Köprüler Dairesi Başkanlığına bağlı Köprü Bakım Şubesi Müdürlüğü bünyesinde yürütülen bu çalışmalar, 26 Ağustos 2003 tarihinden itibaren aynı Başkanlığa bağlı olarak kurulan Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü tarafından yürütülmeye başlanmıştır.

Genel Müdürlüğümüz, kuruluşundan itibaren tarihi köprü onarımlarına büyük önem vermiş, her sene ayrılan belli ödeneklerle ve belli programlar dahilinde bu nadide kültür varlıklarını ayakta tutmak için gayret göstermektedir.

Bugün Türkiye'de Roma, Bizans, Selçuklu, Osmanlı ve Erken Cumhuriyet dönemlerinden günümüze ulaşan konum, biçim, yapım tekniği, kemer formu,

kullanılan malzeme vb. bakımlardan çeşitlilik gösteren 1266 adet kayıtlı tarihi köprü bulunmaktadır. Tarihi köprülerimizin 53 tanesi Devlet yolunda, 59 tanesi İl yolunda geri kalanı da köy yollarında veya turistik yollarda hizmet vermektedir.

Türkiye'deki Tarihi Köprüler

Dönemlerine Göre Tarihi Köprülerimiz:

Hitit Dönemi (M.Ö. XIII. YY.'da Hitit başkenti Boğazköy'de)	1 Adet
Roma Dönemi	80 Adet
Bizans Dönemi	10 Adet
Selçuklu Dönemi	90 Adet
Osmanlı Dönemi	413 Adet
Dönem Çeşitliliği	96 Adet
Dönemi Belli Olmayan	576 Adet
Toplam	1266 Adet

Yapım Tekniklerine Göre Tarihi Köprülerimiz:

Taş Kemer	1221 Adet
Ahşap	3 Adet
Demir	28 Adet
Betonarme Bowstring	14 Adet
Toplam	1266 Adet

Yurtdışındaki Osmanlı Köprülerimiz:

Arnavutluk	18 Adet
Bosna-Hersek	121 Adet
Bulgaristan	24 Adet
Hırvatistan	2 Adet
Kosova	11 Adet
Macaristan	1 Adet
Makedonya	20 Adet
Romanya	2 Adet
Yugoslavya (Sırbistan, Karadağ, Vojvodina, Sancak)	42 Adet
Yunanistan	25 Adet

Mısır	2 Adet
K.K.T.C	1 Adet
Lübnan	2 Adet
Toplam	271 Adet

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Daire Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü envanteri.

Not: Bu sayılar 2006 yılı sonu itibariyledir.

Roma Dönemi Köprüleri (M.Ö. 30 - M.S. 395)

Cendere Köprüsü / (M.S. 198-200) / Adıyaman

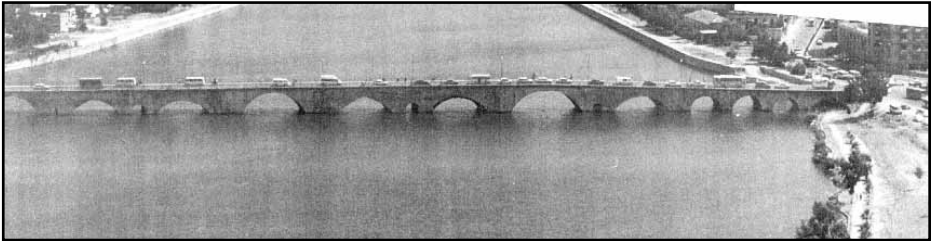
Roma İmparatoru Septimus Severus tarafından yaptırılmıştır. 116.80 metre uzunluğunda olan köprünün büyük kemei 34.20 metre açıklığındadır.



Şekil-1

Taşköprü / (M.S. 2 yy.) / Adana

Roma döneminde yapılan köprü; Bizanslılar tarafından (M.S.527-565) tarihlerinde onarılmıştır. 310.20 metre uzunluğunda ve 7 metre eninde olup, 14 gözlüdür.



Şekil-2

Bizans Dönemi Köprüleri (M.S. 395-1453)

Sangarios Köprüsü / (M.S. 6 yy.) / Sakarya

Bizans İmparatoru Justinianos tarafından yaptırılmıştır ve 12 gözlüdür. 336.50 metre uzunluğunda ve 10.10 metre enindedir. En büyük kemer açıklığı 33.00 metredir.



Şekil-3

Selçuklu Dönemi (1040 - 1308)

Bu dönemde milletler arası büyük ticaret yolları çeşitli yönlerdeki pek çok ülkeyi Anadolu'dan geçerek bağlarken, gerek memleket içindeki ve gerekse dış ülkelerle olan alışverişlerde en büyük vasita kervan ulaşımı olmaktaydı. Bu yollar üzerindeki en önemli yapılar ise kervansaraylar ve köprülerdi.

Selçuklu Dönemi Köprüleri (M.S.1040 - 1308)

Dicle Köprüsü (Ongözlü) / (1065-1067) / Diyarbakır

Mervanoğulları zamanında yapılan köprü Anadolu'daki en erken İslam köprüsüdür. 178 metre uzunluğunda, 5.60 metre genişliğindedir.



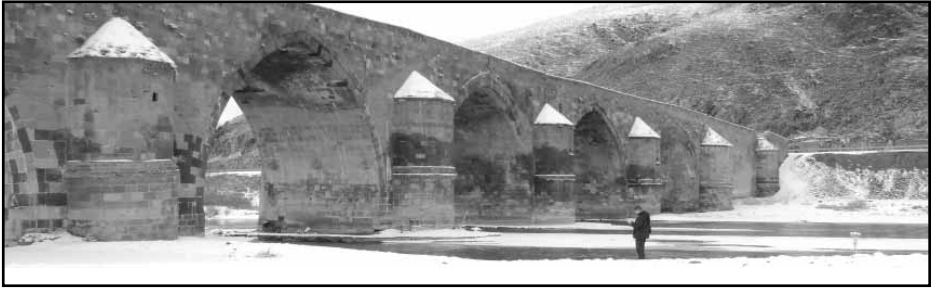
Şekil-4

Malabadi (Batmansu) Köprüsü / (1147-1154) / Diyarbakır

Artukoğlu İlgazi Temurtaş tarafından yaptırılmıştır. Toplam 240 metre uzunluğundadır. 40.80 metre açıklıktaki ana kemeriyle dünyanın günümüze ulaşmış en geniş açıklı taş kemer köprüsüdür.

**Şekil-5****Çobandede Köprüsü / (1298) / Erzurum**

İlhanlılar döneminde vezir Emir Çoban Salduz tarafından yaptırılmıştır. Uzunluğu 204 metre, eni ise 7.35 metre olan köprü'nün bir kemeri kapalı olup toplam 7 kemerlidir.

**Şekil-6****Osmanlı Dönemi (M.S. 1299 - 1923)**

Osmanlı İmparatorluğunda yapılacak seferler için hazırlıklar arasında o yöreye giden yolların elden geçirilmesi, ordunun ve ağırlıkların güvenle taşınmasını sağlamak üzere yol ve köprülerin onarımı, sefer öncesi ordu birliklerince yapılırdı. Bunlar; Yol ve geçit güvenliğini sağlayan, yolun bakım ve onarımını yapan derbentçiler, yolun kaplamalarını sağlamlaştıran kaldırımcılar, köprü yapılamayan yerlerde geçidi sağlayan gemiciler ve köprüyü yapan, bakım ve onarımını sağlayan köprücülerdi.

Uzunköprü / Osmanlı Dönemi (M.S. 1427-1443) / Edirne

Padişah II. Murat tarafından yaptırılmıştır. Orjinalinde 1392 metre olan köprü, 174 adet gözden oluşmaktadır. Günümüzde 1266 metre uzunluğu ile dünyanın en uzun taş köprüsüdür.



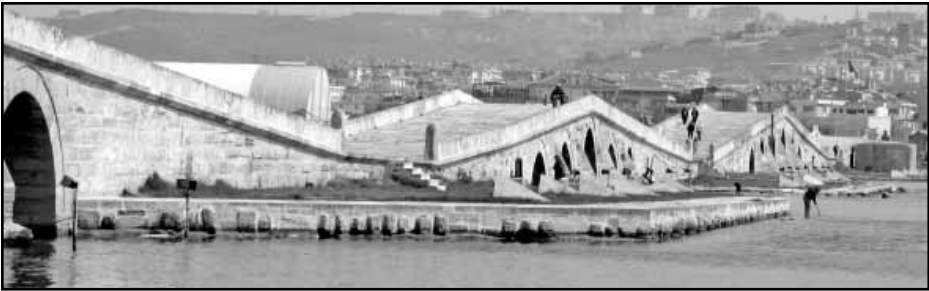
Şekil-7

Mimar Sinan Dönemi (1490-1588)

Mimar Sinan'ın Türkiye sınırları dahilinde 9, sınırlarımız dışında ise 3 tane köprüsü vardır.

Büyüçekmece Köprüsü / (1567) / İstanbul

Köprü, Büyüçekmece gölünde 3 adet adacık üzerine inşa edilmiş 4 tane köprüden meydana gelmiştir. 7+7+5+9 olmak üzere 28 adet sivri kemer bulunmaktadır. Toplam uzunluğu 628,85 metredir. Köprü yapılırken sallarla getirilen kaya bloklarla göl içinde üç adet adacık inşa edilmiştir. Kemerleri taşıyan ayakların yerleri belirlenmiş ve su sızdırmaz şekilde hazırlanmış, 2-3 m. boyunda tahtalar tabana çakılarak kesonlar oluşturulmuştur. "Süleyman devleri" olarak adlandırılan seçme uzun boylu işçiler tulumlarla kesonlar içindeki suları boşaltmış, daha sonra temel yüzeyine döktürülen kurşunlarla 15 – 20 cm. kalınlığında bir kurşun tabakası meydana getirilmiştir. Böylece köprü ayakları sağlam bir temele oturmuştur.



Şekil-8

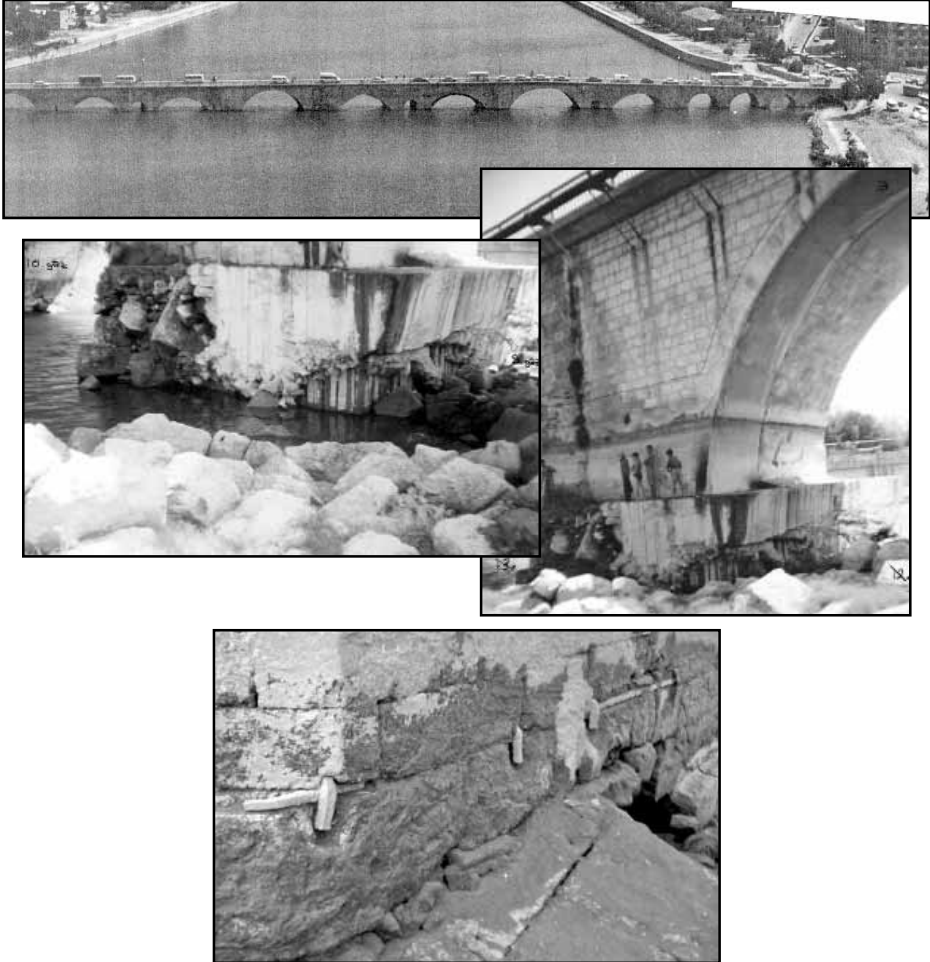
Tarihi Köprülerin Tanımı ve Restorasyon Öncelikleri

Doğal engebelerin şekil verdiği tarihi köprüler, bir kıyıdan öteki kıyıya ulaşımı sağlamak üzere planlanmış, sade ama aynı zamanda çok fonksiyonel sanat yapılarıdır. Bu nedenle emniyetli bir geçişi imkan vermesi için öncelikle *stabil* olmaları gerekmektedir. Yapılacak onarımlarda öncelikle stabiliteyi bozan etkenlerin ortadan kaldırılarak eserin sağlamlaştırılması ve kullanılması düşünülen malzemelerin de buna göre seçilmesi gerekmektedir.

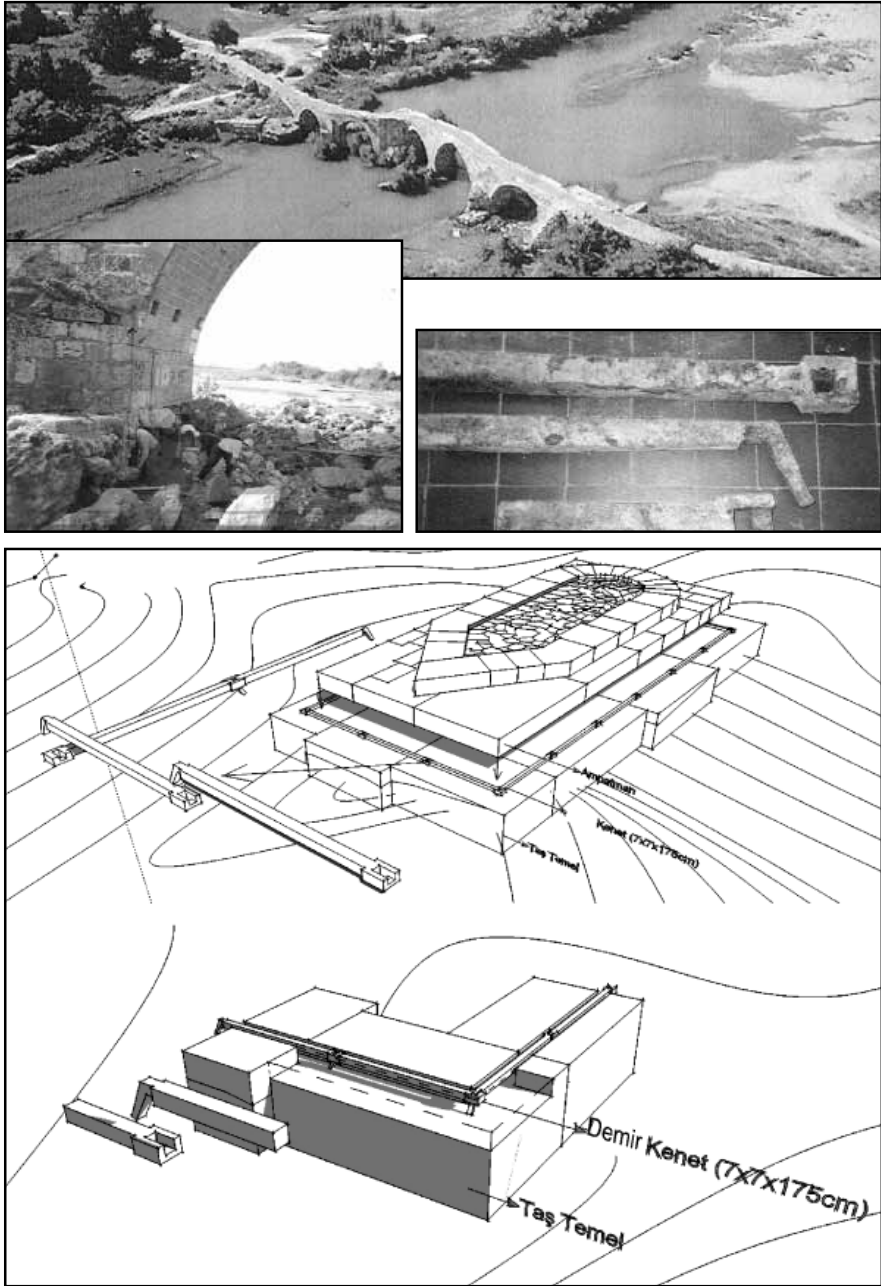
Temel Sistemleri

A) Roma ve Bizans Dönemi Köprülerinin Birçoğunun Temel Sistemleri;

Büyük taş bloklarının birbirine demir kenetlerle bağlanmasıyla oluşturulmuştur.



Şekil 9: Taşköprü, Roma Dönemi, 2. yy., Adana.
(Temelde kullanılan demir kenetler)

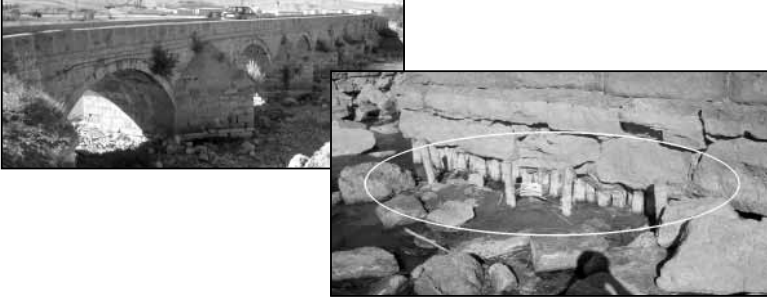


Şekil 10: Aspendos Köprüsü (Belkis), Roma Dönemi temelleri üzerine (2. yy) inşa edilmiş Selçuklu Köprüsü (13. yy), Antalya,

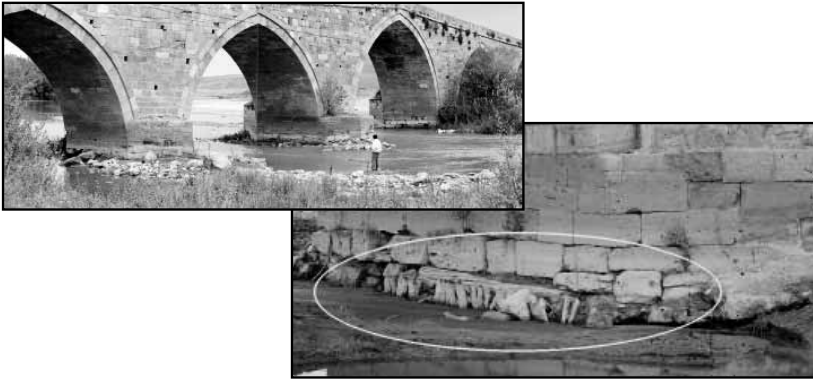
Not: Temellerde kullanılmış olan orijinal demir kenet uzunluğu 175 cm.dir. Onarım esnasında bulunan bu kenetler Antalya Müzesine teslim edilmiştir. (1999)

B) Selçuklu ve Osmanlı Dönemi Köprülerinin Birçoğunun Temel Sistemleri;

1. Özellikle taşıma gücü zayıf ve tabanı gevşek malzemelerden oluşan zeminlerde ahşap kazıklar üzerine,

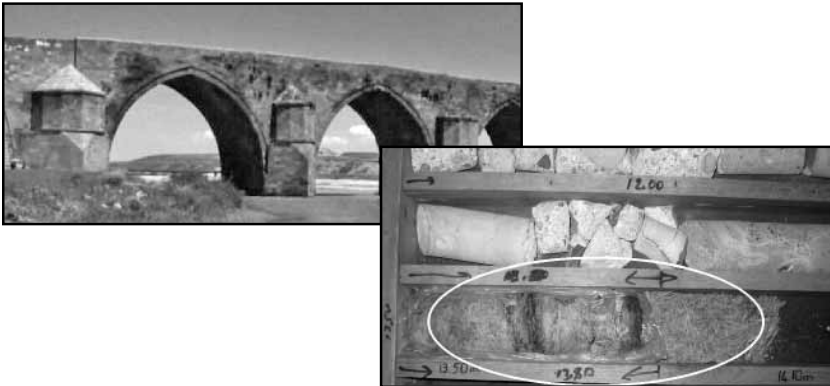


Şekil 11: Kesikköprü, Selçuklular Dönemi (13. yy), Sivas

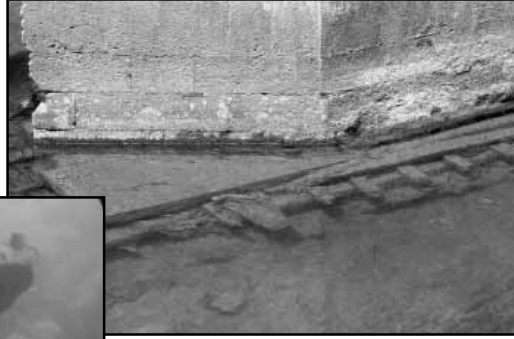


Şekil 12: Şahruh Köprüsü, Dulkadiroğulları Dönemi (13. yy), Kayseri

2. Sağlam zeminlerde ise, 2 veya 3 sıradan oluşan ahşap ızgaralar üzerine inşa edilmişlerdir.



Şekil 13: Çobandede Köprüsü, İlhanlılar Dönemi (13. yy), Erzurum (Sondaj yapılarak alınan karot neticesinde ortaya çıkarılan ahşap ızgara tabakası)

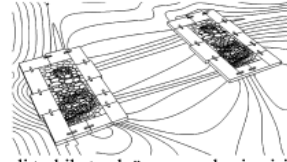


Şekil 14: Konjic Köprüsü, Osmanlılar Dönemi (17. yy), Bosna-Hersek (Ampatman altında bulunan 2 ve 3 sıradan oluşan ahşap ızgaralar)

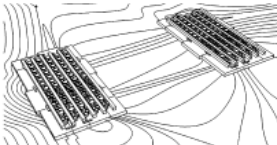
Her durumda geçerliliği, yıllara meydan okuyan dayanımla kanıtlanmış olan bu yöntemle; temel altında büyük boyutlu bir 'elastomer mesnet' teşkil edilmiş, kısaca zemin ile yapının tabanı arasına esnek enerji sönümleyici elemanlar yerleştirilerek, zeminden yapıya aktarılan deprem kuvvetleri azaltılmıştır.

Konjic Köprüsü'nün Orijinal Yapım Tekniği

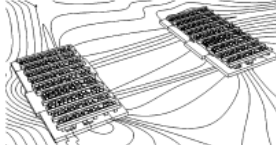
(Padişah IV. Mehmet tarafından 1682'de yaptırılmıştır. 6 gözden oluşmakta olup 86.20 metre uzunluğunda ve 5.35 metre genişliğindedir. II. Dünya Savaşı esnasında yıkılmış olup onarım çalışmaları halen devam etmektedir.)



1. Temeli teşkil etmek üzere yapılan içerisi blokaj dolgulu, birbirine kenetlenmiş taşlarla oluşturulan platform



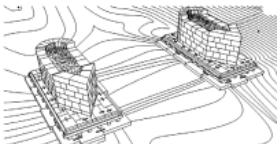
2. Birinci sıra ahşap ızgara



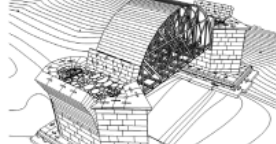
3. İkinci sıra ahşap ızgara ve içine yapılan dolgu



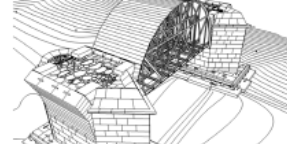
4. Ampatman ve ayak başlangıcı



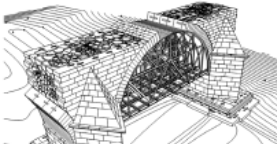
5. Üzengi seviyesine kadar ayaklar



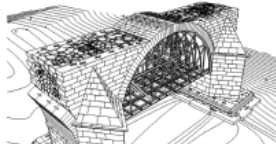
6. Kemer ve kornişlerin yapımı



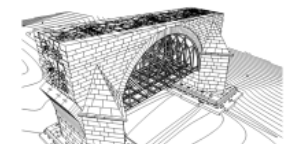
7. Selyaran ve topuk külahlarının yapımı



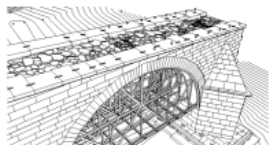
8. Tempan, kemer ve iç dolgunun yapımı



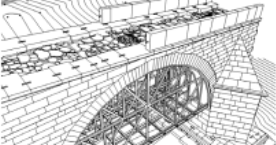
9. Kilit taşının konularak kemerin tamamlanması



10. Döşeme altına kadar tempan ve dolgunun yapılması



11. Tempan üzerinde kornişlerin yapılması



12. Korkulukların yapılması



13. Döşemenin yapılması

Tarihi Köprülerimizde Meydana Gelen Başlıca Hasarlar ve Nedenleri

Zemin Kaynaklı Hasarlar

Köprü stabilitesini en çok etkileyen ve köprü kemerlerinde büyük çatlaklar oluşturarak yıkılmasına neden olan en büyük etken; nehir taban (talveg) seviyesinde meydana gelen değişiklikler yüzünden, temellerin oturduğu zeminin oyularak ahşap kazık ve ızgaraların aynı zamanda da temel bağlantı demirlerinin açığa çıkması ve önlem alınmadığı takdirde oturma yapmasıdır.



Şekil 15: Aspendos Köprüsü, Selçuklu Dönemi, 13. yy., Antalya

Doğal Afetler

Tarihi Köprülerimiz uzun yıllar önce yapıldığı için geçmişten günümüze sel, deprem vb. gibi birçok doğal etkene maruz kalmıştır. Ülkemizin yüksek dereceli deprem kuşağında bulunması, son yıllardaki düzensiz yağış rejimleri gibi nedenlerle köprülerimiz zamanla yıpranmakta, taşıyıcı sistemlerinde ciddi boyutlarda hasarlar meydana gelmektedir.



Şekil 16: Misis Köprüsü, Roma Dönemi, Adana
(1998 yılı Ceyhan Depremi sonrası)

Uzun Süreli Doğal Etkenler

Köprülerde kullanılan malzemeler yazın yüksek sıcaklık altında genişmekte, kışın ise dona maruz kalmaktadır. Rüzgar ise köprülerimizi etkileyen bir başka doğal etkidir. Köprü bünyesine zamanla yerleşen bitki toplulukları da köprü içine kök salarak köprüde çatlakların oluşmasına neden olmaktadır. Zamanla ırmak yatağının dolması nedeniyle, su seviyesinin yükselmesi sonucu köprü'nün sular altında kalması da bir diğer uzun süreli doğal etkidir.



Şekil 17: Alçak Köprü, (M.S. ?-1213),
Amasya



Şekil 18: Tunca Köprüsü, Osmanlı
Dönemi, 17. yy., Edirne

İnsan Kaynaklı Zararlar

Nehir yatağından malzeme alınması, su kenarlarının doldurularak nehir yatağı-
nın daraltılması, çarpık kentleşme, hazine avcılığı, sulara bırakılan kimyasal mad-
deler, çöpler, kanalizasyon atıkları, köprü üzerinden geçirilen su borusu, PTT,
elektrik hatları, döşeme üzerine asfalt dökülmesi, betonarme tabliye yapılarak,
köprünün genişletilmesi, yangın, savaş vb. insan kaynaklı zararların başlıcaları-
dır. Ayrıca günümüz kullanımında ağır taşıt trafiğini geçirmek zorunda kalan
tarihi köprülerimiz; dikkatsiz ve duyarsız sürücülerin verdiği hasarlar neticesinde
maalesef günden güne tahrip olmaktadır.



Şekil 19: İstasyon Köprüsü, Amasya



Şekil 20: Demirköprü, Muğla

Tasarım ve Onarım Hataları

Köprülerimizde malzemeden, işçilikten veya strüktür tasarımından kaynaklanan
hatalar olabilmekte, bu durum köprünün kısa sürede tekrar onarımını gerektir-
mektedir.



Şekil 21: İbrahimpaşa Köprüsü, Nevşehir

Çevre Yapılar

Tarihi Köprülerimizin çevresinde bulunan yapılar köprülerimizin silüetinin algılanmasını engellemekte ayrıca debuşeyi daraltmaktadır. Tarihi bir köprünün hemen yanına yeni bir köprü yapılacağı zaman iki köprü arasındaki mesafe en az tarihi köprünün boyu kadar olmak zorundadır. Ayrıca mezbaha, mezarlık, tuvalet, köprü gözlerinin yol olarak kullanılması, zaman içinde oluşan dolgu alanlarının tarım alanı olarak kullanılması da köprü çevresinde olumsuz sonuçlara neden olmaktadır.



Şekil 22: Dicle Köprüsü, Diyarbakır



Şekil 23: Ali Fuat Paşa Köprüsü, Sakarya

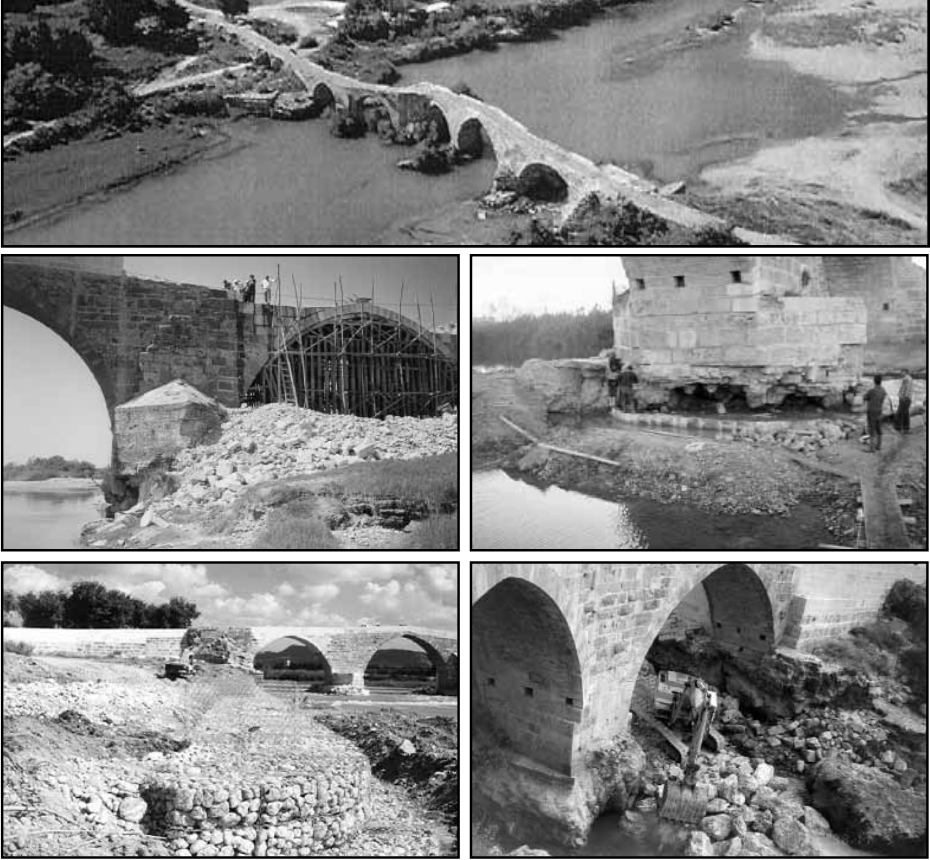
Tarihi Köprülerde Onarım Çalışmaları

Aspendos Köprüsü (Antalya)

Selçuklu Sultanı I.Alaaddin Keykubat tarafından 1219-1236 yıllarında yaptırılmıştır. Mevcut kalıntılara bakıldığında köprünün yapıldığı yerde eski bir Roma köprüsünün bulunduğu görülmektedir. Köprünün en önemli özelliği doğrusal olmayışıdır. Selçuklular köprüyü inşa ederken, Roma dönemi kalıntılarını temel olarak kullanmış ve köprü ayaklarını bu temeller üzerine inşa etmişlerdir.

Köprüde Yapılan Onarım Çalışmaları

Gerek Sanat Tarihi, gerek Türk köprücülüğünün teknolojik tarihi açısından büyük önem taşıyan köprüdeki restorasyon çalışmamız; ayakların temellerindeki oyulmalar ile kemerlerdeki ve tempan duvarındaki çatlakların giderilerek köprünün sağlamlaştırılması, korkulukların tamamlanması ve döşemenin üzerindeki asfaltın sökülerek özgün taşlarla tekrar yapılması, "köprü çevresiyle bir bütündür" ilkesinden hareketle köprü çevresinin düzenlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kitabe taşları, taş muhafaza içine alınıp orijinaline uygun şekilde yerine konulmuştur.



Şekil 24: Aspendos (Belkis) Köprüsü, Antalya
(1997 – 2000 arasında onarılmıştır.)

Olukköprü (Antalya)

M.S. II. Yüzyılda Romalılar tarafından yapılan köprünün kemer açıklığı 13.50 metre, kemerin nehirden yüksekliği ise 35 metredir. Orijinalinde 2.80 metre olan köprü genişliği, korkuluklar arasına dolgu yapılarak 3.50 metreye çıkartılmıştır.

Köprüde Yapılan Onarım Çalışmaları

1997 yılında onarılan köprünün döşemesindeki ağır dolgu tabakası temizlenerek orijinal döşemesi ortaya çıkarılmış, eksik korkulukları tamamlanmış, ayrıca köprünün giriş-çıkışlarına araçların hızlı geçmemesi için kasisler yapılmıştır. Restorasyondan sonra köprü orijinal genişliği aynen korunmasına rağmen daralmış, ağır taşıtların geçmesine izin verilmemiştir.



Şekil 25: Olukköprü, Roma Dönemi, 2. yy., Antalya

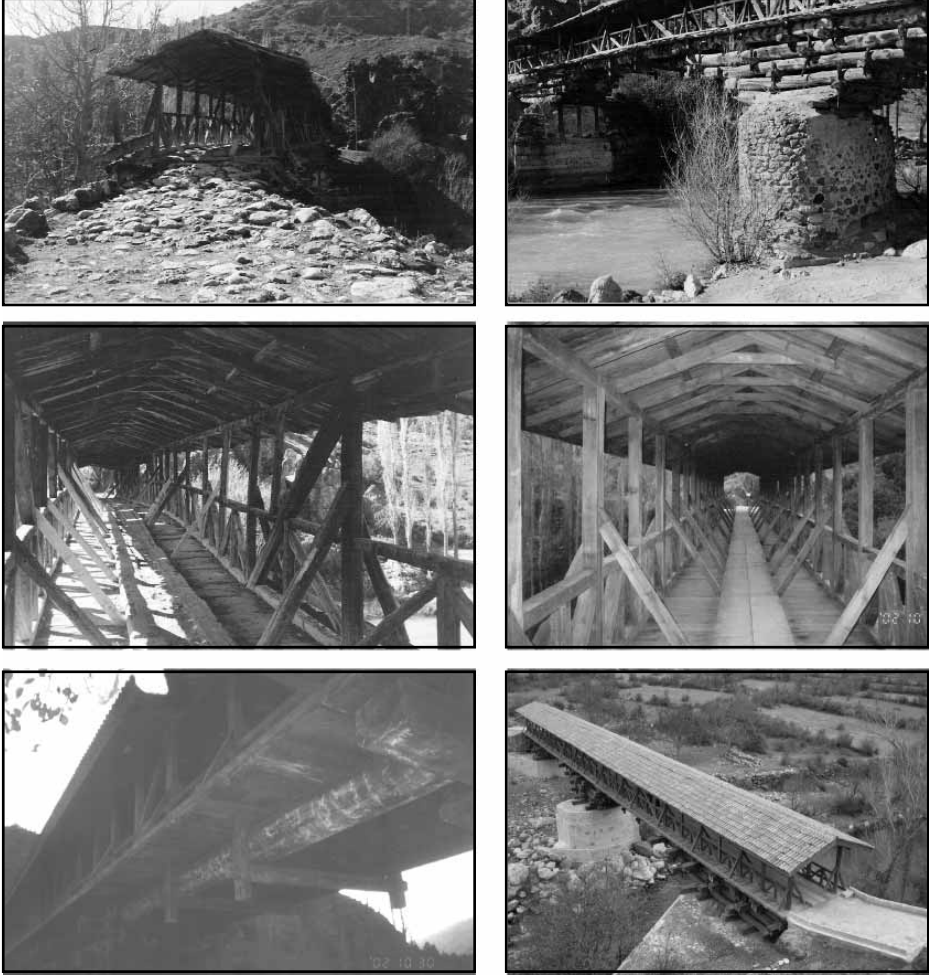
Bayramören Ahşap Köprüsü (Çankırı)

Çankırı İli Bayramören İlçesi Melen Çayı üzerinde bulunan Bayramören Köprüsü iki açıklıklı olup, uzunluğu 49.21 metre, genişliği ise 3.40 metredir. Ahşap köprülerdeki en önemli problem çürüme ve kurtlanmadır. Halkın söylemine göre 150 yıllık olan Bayramören Köprüsü'ndeki ahşap malzeme büyük ölçüde çürüdüğü ve fay hattı üzerinde bulunması nedeniyle depremlerden zarar gördüğü için, köprü onarım programına alınmış ve 2001 yılında onarılmıştır.

Köprüde Yapılan Onarım Çalışmaları

Ahşap malzemelerdeki hasarlar çok fazla olduğundan, köprü teknolojisinin yaşatılabilmesi amacıyla sağlamlaştırma ilkesi gereği köprü'nün yapımında yeni ahşap malzemeler kullanılmıştır. Köprü'nün ana taşıyıcı elemanları 17.50 metre uzunluğunda, 0.55 metre çapındaki ahşap kirişlerdir. Orman Bölge Müdürlüğü'nden özel izinle temin edilen ahşaplar, uzun süre ayakta kalabilmesi ve kısa sürede çürümemesi için basınçlı vakum yöntemi kullanılarak emprenye edilmiştir. Ah-

şap kırışların içine 30-50 mm nüfuz eden bu kimyasal eriyik ahşap malzemeyi rutubet, su, mantar, böcekler vb. gibi dış etkilere karşı korumaktadır.

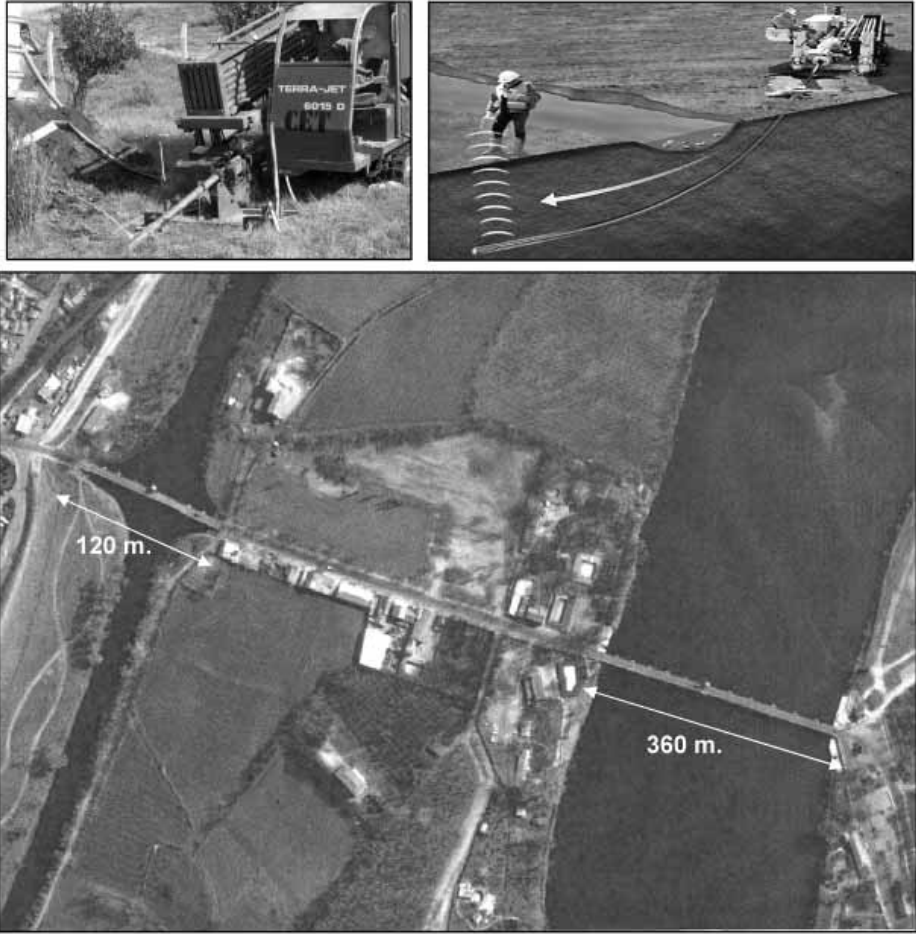


Şekil 26: Bayramören Köprüsü, Çankırı

Tarihi Köprü Onarımlarında Yeni Tekniklerin Uygulanması

Yönlendirilebilen Yatay Sondaj Sistemi

Bu sistemde bir noktadan giren kazı makinası, yeraltında yatay ve dikey olarak istenildiği gibi kontrol edilebilmekte, varış noktasına ulaşınca makinanın ucuna döşenecek boru, kablo vb. takılmakta ve makine tekrar geriye çekilmektedir. Bu yöntemle; onarım çalışmaları halen devam etmekte olan Edirne ilindeki Tarihi Tunca ve Meriç köprüleri üzerinden geçirilen su borusu, elektrik ve telefon tesisatı, iki ayrı boru içerisinde alınarak 2006 yılında nehir tabanından karşı kıyıya geçirilmiştir.



Şekil 27: Tunca ve Meriç Nehirlerinde uygulanan yönlendirilebilen yatay sondaj sistemi

Sonuç

Görüldüğü gibi restorasyon yöntemi köprünün malzemesi, konumu, büyüklüğü gibi etkenlere göre değişmekte, her köprü için ayrı bir restorasyon tekniği uygulanmaktadır. Köprü onarılırken öncelikle uygun restorasyon tekniği seçilmekte, onarım bu çerçevede gerçekleştirilmektedir. Yani bir köprü için geçerli olan teknikler diğer bir köprüde değişik sebeplerden dolayı uygun olmayabilir .

Tarihi köprülerde taşıyıcı sistem basınca çalışmaktadır. Su akışı, deprem vb. yatay yükler ise hem basınç hem de çekme gerilimi meydana getirir. Dolayısıyla restorasyon esnasında, özgün yapı olan esnek temel bağlantı sistemi aynen korunmalı, enjeksiyon veya beton manto gibi uygulamalarla temel rijit hale getirilmemelidir.

Gerek sanat tarihi, gerek teknoloji tarihi açısından büyük önem taşıyan tarihi köprülerimizin, uluslararası mevzuata uygun olarak yapılması gereken bakım ve onarımları ile ilgili olarak sahip olduğumuz envanterimizi ve arşivimizi daha da geliştirmek, aynı zamanda yurtdışında mevcut bulunan Türk köprülerinin de envanterini çıkarmak için yayın taramamız yoğun bir şekilde devam etmektedir.

Uygulamaların denetlenmesi işinde tarihi yapım teknikleri, koruma kuramı ve uygulaması konusunda eleman yetiştirmek üzere, Tarihi Köprülerin Onarımı Kontrollüğü Geliştirme Kursu adı altında hizmet içi eğitim verilmekte olup bunun daha da yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca restorasyonun uluslararası kriterlere uygun bir şekilde yapılabilmesi ve koruma bilincinin oluşturulabilmesi için kontrollük hizmeti verenlerin, uygulayıcıların ve akademisyenlerin ortak hareket etmesi gerekmektedir.

Hem teknoloji tarihi, hem de kültür tarihi açısından büyük önem taşıyan tarihi köprülerimizin kendisine yakışır bir ortamda ve şekilde sergilenenebilmesi, ayrıca; bizden sonraki kuşaklara da aktarılabilmesi için hepimizin, üstümüze düşen görev ve sorumlulukları yerine getirmemiz gerekmektedir.

Kaynaklar

1. 'Karayolları Tarihi', (2007), Yollar Türk Milli Komitesi Yay., Ankara.
2. İlter,İ., (1995) 'Türkiye Karayollarının Tarihsel Gelişimi', İMO Yay., İstanbul.
3. Sert, H., (2005) 'Türkiye'de Tarihi Köprülerin Onarımı', Korumada 50 Yıl Semp., MSÜ,İstanbul.
4. Erinçer, M. (2005) 'Akarsu Rejimi ve Oyulma Nedeni' (Konjic Köprüsü Teknik Rapor Eki).
5. Yüksel Domaniç Müh. Ltd.Şti. (2005) 'Konjic Köprüsü Ön Çalışmaları Değerlendirme Özeti'(Konjic Köprüsü Teknik Rapor Eki).
6. Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü Envanteri
7. Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, (2005) 'Köprü Temellerinde İyileştirme Alternatifleri', Ankara. (Konjic Köprüsü Teknik Rapor Eki)
8. Çulpan C., (1975)'Türk Taş Köprüleri', Türk Tarih Kur. Yay., Ankara.
9. İlter F., 'Osmanlılara Kadar Anadolu Türk Köp.', KGM. Yay.,Ankara,.
10. Tunç G., (1978) 'Taş Köprülerimiz', KGM Yay., Ankara.
11. 'Tarihi Köprülerin Onarımı' (2007), KGM, Ankara.

Tarihi Köprülerin Projelendirilmesi Ve Onarımlarına İlişkin Mevzuat

Ayşe Avşin, Halide Sert
Karayolları Genel Müdürlüğü

Türkiye, binlerce yıllık geçmişe dayanan zengin uygarlıkların yaşadığı bir ülke olarak kültürel mirasının korunması konusunda önemli sorumlulukları olan ülkelerin başında gelmektedir. Kültür mirasının korunmasındaki önemi sadece geçmiş değerlerimizi gelecek kuşaklara tanıtabilmek amacıyla sınırlandırılmaz. Mimarlıkta ve şehircilikte ulusal ve tarihsel değerleri dikkate almadan gerçekleştirilen tasarımlar toplumda yabancılaşmayı süratlendirmekte ve kişiliksiz bir toplum oluşturmaktadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü; mimari, sanat tarihi ve teknoloji tarihi açısından büyük önem taşıyan Tarihi Köprülerin tespit, bakım ve onarımlarındaki kalitenin daha da artırılarak, sahip bulunduğumuz envanter ve arşivimizi daha da zenginleştirmek için yoğun bir çaba sarf etmektedir.

Tarihi köprülerimizin doğal, kültürel, mimari, tarihi ve estetik değerleri ile özgün kimliğinin korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasının sağlanabilmesi için proje ve uygulama çalışmalarında ulusal ve uluslararası mevzuat hükümlerine uyulması gerekmektedir.

Uluslararası mevzuat kapsamında 1964 yılında Venedik'te toplanan ve **Venedik Tüzüğü** olarak bilinen Tarihi Anıtların ve Yerleşmelerin Korunması ve Onarımı için Uluslararası Tüzük, 16 Kasım 1972 tarihinde kabul edilen **Dünya Kültürel Ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme** ile 3 Ekim 1985 tarihinde imzalanan **Avrupa Mimari Mirasının Korunması Sözleşmesi** yer almaktadır.

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu kapsamındaki kültür varlıklarının rölöve, restorasyon, restitüsyon projeleri, sokak sağlıklılaştırma, çevre düzenleme projeleri ve bunların uygulamaları ile değerlendirme, muhafaza, nakil işleri ve kazı çalışmalarına ilişkin mal ve hizmet alımları, ceza ve ihalelerden yasaklama hükümleri hariç 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu'na tâbi değildir .

Bu nedenle; Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu kapsamındaki tarihi köprülerimize ilişkin her türlü bakım ve onarım çalışmalarında **"5226 ve 3386 Sayılı Yasalar ile değişik 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve alt mevzuatı, Koruma Yüksek Kurulu İlke Kararları, Koruma Bölge Kurulu Kararları"** gibi ulusal mevzuat hükümleri uygulanmaktadır.

1. 5226 ve 3386 Sayılı Yasalar ile değişik 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu alt mevzuatı

- 4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun 3. Maddesinin (İ) Bendi Gereğince Yapılacak İhalelere İlişkin Usul Ve Esasların Belirlendiği Yönetmelik Ve Alt Mevzuatının Açıklanmasına Dair Yönerge
- Tek Yapı Ölçeğinde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Teknik Şartnamesi
- Tek Yapı Ölçeğinde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Yaklaşık Maliyet Hazırlama Yöntemi

2. Tarihi Köprülere ilişkin proje ve uygulama işlerinde uygulanana Koruma Yüksek Kurulu İlke Kararları

- 4.10.2006 tarih ve 717 sayılı Kültür Ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun Baraj Alanlarından Etkilenen Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunması İle İlgili ilke kararı
- 3.5.2006 Tarih Ve 716 Sayılı Karayolları Güzergahı Üzerinde Yer Alan Mimari

Ve Tarihi Değeri Bulunan Köprülerin Tadilat, Tamirat Ve Esaslı Onarımlarına ilişkin ilke kararı

- 22.3.2001 Tarih Ve 680 Sayılı Uygulamanın Denetlenmesine İlişkin İlke Kararı
- 5.11.1999 Tarih Ve 665 sayılı Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Ve Tabiat Varlıkları İle Koruma Alanları Ve Sit Alanları Üzerine Konulacak Her türlü Işıklı Ve Işıksız Tabelalar İle Çevresinde Yapılacak Donanımlara ilişkin İlke Kararı
- 5.11.1999 Tarih Ve 662 Sayılı Tescil Kaydı Bulunmayan Taşınmaz Kültür Varlığı Özelliğindeki Yapılar Ve Yapı Elemanlarına İlişkin İlke Kararı
- 5.11.1999 tarih ve 660 sayılı ilke kararı
- 5.11.1999 tarih ve 658 sayılı ilke kararı
- 19.4.1996 tarih ve 434 sayılı ilke kararı
- 4.3.1988 tarih ve 21 sayılı ilke kararı
- 13.2.1976 tarih ve 8893 sayılı ilke kararı
- 2.12.1970 tarih ve 5632 sayılı ilke kararı
- 24.9.1967 tarih ve 3674 sayılı ilke kararı

3. Tarihi Köprülere ilişkin İç ve Dış Genelgeler

- 1.11.2004 Tarihli Köprü Civarından Malzeme Alınmamasına İlişkin Dış Genelge

- 12.4.1993 Tarihli Köprülerden Tesisat Geçirilebilmesi Esaslarına İlişkin Dış Genelge
- 17.1.1989 Tarihli Köprü Civarından Malzeme Alınmamasına İlişkin Dış Genelge
- 23.2.2007 Tarihli Özel Yük Taşıma İzin Belgelerinde Köprüler ile İlgili Hususlara İlişkin İç Genelge

4. Tarihi Köprü Rölöve, Restitüsyon Ve Restorasyon Projeleri İle Mühendislik Hizmetlerine İlişkin Projelerin Temini ve Uygulamaya Esas Özel Teknik Şartname

Kültür varlığı niteliğindeki tarihi köprülerimizin yeni yol şebekelerinin dışında kalmaları nedeniyle, zaman içinde kullanımlarını yitirmelerinden dolayı harap oldukları, kullanılanların da genişletme isteğiyle mimarisinin bozuldukları, su borusu geçirmek veya üstlerine gelişi güzel direk dikmek suretiyle de tahrip edilmeleri nedeni ile daha önce alınmış olan 430 sayılı ilke kararı iptal edilerek, 3.5.2006 tarihinde 716 sayılı İlke Kararı alınmıştır. Bu karar doğrultusunda tarihi köprüleri terk etmek, yıkmak, genişletmek, doğalgaz, su borusu, elektrik kablosu gibi yeraltı tesisatı geçirmek, elektrik, aydınlatma ve telefon tesisatı için direk dikmek gibi herhangi fiili bir müdahaleye girilmemesi, tarihi köprülerin trafik ihtiyaçlarına cevap vermemesi halinde bunların yanından geçirilmesi zorunlu olan yeni karayolu köprülerinin eski köprüye olan uzaklığı ve yerleştirme biçimi konusunda Karayolları Genel Müdürlüğünün görüşü alındıktan sonra ilgili koruma bölge kurulundan özel karar talep edilmesinin gerekli olduğu, köprülerin tadilat, tamirat ve esaslı onarımı yapılırken mimari karakterlerini bozmadan orijinal durumlarının araştırılarak buna uygun rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerinin hazırlanıp ilgili koruma bölge kurullarından izin alınması gerektiği ve aynı zamanda diğer kamu kurum ve kuruluşları, valilik ve belediyelerce yapılacak onarım uygulamalarına ilişkin taleplerin Karayolları Genel Müdürlüğü aracılığı ile koruma bölge kurulu müdürlüklerine iletilmesi gerekmektedir.

5226 ve 3386 Sayılı Yasalar ile değişik 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nun 12. maddesi ve 13.4.2005 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunmasına Ait Katkı Payına Dair Yönetmelik" hükümleri doğrultusunda tarihi köprülerin bakım ve onarımlarına kaynak bulunabilmektedir.

"Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunmasına Ait Katkı Payına Dair Yönetmelik" hükümlerine göre; Belediyelerin görev alanlarında kalan taşınmaz kültür varlıklarının korunması ve değerlendirilmesi amacı ile kullanılmak üzere 1319 sayılı Emlak Vergisi Kanununun 8. ve 18. maddeleri gereğince mükelleflerden tahakkuk edilen emlak vergisinin % 10 u Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunmasına Ait Katkı Payı olarak ayrılır. Bu miktar il özel idaresi tarafından açılmış bir hesapta toplanır. Belediyelerce taşınmaz kültür varlıklarının korunması

ve değerlendirilmesi amacı ile yapılacak proje ve uygulama işlerinde kullanılmak üzere **Katkı payı hesabında toplanan miktardan** yapılacak işin yaklaşık maliyeti tutarındaki miktar Valinin Kontrolünde belediyelere aktarılır. Bu pay valinin denetiminde kullanılır.

Tarihi köprülere ait onarımlarda ilgili mevzuat ve kurul onaylı projesine uyulması halinde " 3386 ve 5226 Sayılı Kanunla Değişik 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununun" 65. maddesindeki cezai hükümlere göre işlem yapılmaktadır.

Sonuç olarak; Tarihsel, arkeolojik, sanatsal, bilimsel, kültürel ve teknik bakımlardan önem arz eden korunması gerekli taşınmaz kültür varlıklarımızdan tarihi köprülerimizin korunması, sağlamlaştırılarak yaşatılması ve gelecek kuşaklara aktarılması amacı ile belgelenmesine yönelik rölöve, restitüsyon, restorasyon projeleri ve mühendislik hizmetlerine ait projelerin elde edilmesi ve söz konusu projeler doğrultusunda ulusal ve uluslararası restorasyon ilkelerine bağlı kalarak onarımlarının yapılmasının sağlanması için gerekli mevzuat hükümlerinin tam ve doğru bir şekilde bilinmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- 'Kültür ve Tabiat Varlıklarının Korunmasına Yönelik Mevzuat' (2007), T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü,
- 'Kültür ve Turizm Bakanlığı', Mevzuat, (2007)

Proje ve Onarım İhaleleri

Esat Mahmut Partal, Halide Sert
Karayolları Genel Müdürlüğü

4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun “İstisnalar” başlıklı 3 (i) maddesi gereğince; “(Ek: 5226/ 21 md.) 21.7.1983 tarihli ve 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu kapsamındaki kültür varlıklarının rölöve, restorasyon, restitüsyon projeleri, sokak sağlıklılaştırma, çevre düzenleme projeleri ve bunların uygulamaları ile değerlendirme, muhafaza, nakil işleri ve kazı çalışmalarına ilişkin mal ve hizmet alımları” ceza ve ihalelerden yasaklama hükümleri hariç bu kanun dışında tutulmuştur.

Bu nedenle, 01.01.2006 tarihinden itibaren söz konusu kanun kapsamında bulunan kültür varlıkları ile ilgili her türlü ihale işlemleri; 18.06.2005 tarih ve 25849 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu kapsamındaki kültür varlıklarının rölöve, restorasyon, restitüsyon projeleri, sokak sağlıklılaştırma, çevre düzenleme projeleri ve bunların uygulamaları ile değerlendirme, muhafaza, nakil işleri ve kazı çalışmalarına ilişkin mal ve hizmet alımlarına dair yönetmelik” ve bu yönetmeliğe ait alt mevzuatı çerçevesinde yürütülmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen Tarihi Köprülerle ilgili onarım çalışmalarına yönelik ihale işlemleri 2 aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir.

1. PROJE İHALESİ

1.1. Proje İhalesi Teknik Kriterleri

1.1.1. İsteklinin İhale Konusu İş veya Benzer İşlerdeki Deneyimini Gösteren Belgeler

Koruma Bölge Kurulunca onaylanmış **Tarihi Taş Köprü veya Tarihi Su Kemerine ait “Rölöve - Restitüsyon ve Restorasyon Projesi”** yapmış olduğunu kanıtlayan İş Deneyim Belgesi aranmaktadır.

Ayrıca; Denetim veya Yönetim görevlerinde bulunmayan Mühendislik veya Mimarlık bölümünden mezun olmuş Mimar veya Mühendis isteklilerin Diplomaları için yapıım özelliği nedeniyle İş Deneyim Belgesi yerine kabul edilmemektedir. (4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun 3. Maddesinin (İ) Bendi Gereğince Yapılacak İhalelere İlişkin Usul ve Esasların Belirlendiği Yönetmelik ve Alt Mevzuatının Açıklanmasına Dair Yönerge gereğince)

1.1.2. İsteklinin Organizasyon Yapısına ve Personel Durumuna İlişkin Belgeler

İsteklinin organizasyon yapısı ile ihale konusu işi yerine getirmek için idarece öngörülen sayıda ve nitelikte personel çalıştırılmasına ilişkin belgeler ve bunların taşımaları gereken asgari yeterlik kriterleri:

1.1.2.1. Anahtar Teknik Personel Olarak;

İhale konusu hizmet işinde en az 5 (beş) yıl deneyimli olması koşulu ile restorasyon konusunda yüksek lisans yapmış **1 adet Mimar veya Uzman Mimar Anahtar Teknik Personel** olarak istenmekte olup, bu personelin ihale tarihinden önce işe alınmış ve ihale tarihi itibarıyla isteklinin bünyesinde çalışıyor olması gerekmektedir. (2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununun yapı esasları başlıklı 18. maddesi gereğince)

Anahtar Teknik Personellerin; Diplomaları (aslı veya noter onaylı) Özel sektörde geçen deneyim süresi ilgili meslek odası kayıt süresini gösteren belgeyle, kamuda geçen deneyim süresi hizmet çizelgesi ve/veya meslek odası üye kayıt belgesiyle, isteklinin bünyesinde bulunuyor olduğu hususu ise ilgili adına prim ödendiğini veya ilgilinin işe alındığını gösteren sosyal güvenlik kurumu onaylı belgeler ile tevsik edilmektedir. Ayrıca Anahtar Teknik Personelin benzer iş olarak değerlendirilen işlerde çalıştıklarını kanıtlayan belgeleri de sunmaları zorunlu tutulmaktadır.

Ayrıca; Anahtar Teknik Personeller için yapılacak değerlendirmelerde benzer iş olarak; Koruma Bölge Kurulunca onaylanmış **Tarihi Taş köprü, Tarihi Su Kemerri veya 1. Grup Eski Eserlere ait rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerinin** hazırlanması işinde çalıştıklarını kanıtlayan belgeleri sunmaları istenmekte ve bu personelin aynı zamanda Teknik Personel olarak ihale konusu iş’de istihdam edilmemesi zorunlu tutulmaktadır.

1.1.2.2. Teknik Personel Taahhünamesi;

Aşağıda belirtilen Teknik Elemanların, Teknik Personel Taahhünamesinde yer alması zorunlu tutulmaktadır.

ADET	POZİSYONU	MESLEKİ ÜNVANI	MESLEKİ ÖZELL.
1	Proje Müdürü	Yük.Mimar / Mimar	Resto.konu.en az 3 yıl dene.
1	-	İnş.Yük.Müh./İnş.Müh.	Resto.konu.en az 3 yıl dene.
1	-	Jeo.veFot.Müh.	Konusunda en az 3 yıl dene.
1	-	Jeoloji Müh.	“
1	-	Sanat Tarihçisi	“

(Taahhüname ekinde ilgili personelin diploma veya meslek odası belgesinin aslı veya noter tasdikli suretinin eklenmesi gerekmektedir.) Bu kapsamdaki Teknik

Personel için Teknik Personel Taahhütnamesi verilmesi yeterlidir. İhale üzerinde kalan isteklinin, taahhüt edilen Teknik Personelin idarece öngörülen nitelik ve sayıda olduğuna dair belgeleri sözleşmenin imzalandığı tarihten itibaren 5 (Beş) gün içinde idareye sunması zorunludur. İş ortaklığında Teknik Personel, ortaklık oranına bakılmaksızın pilot ve diğer ortaklar tarafından karşılanabilir.

1.2. Proje Bedeli Yaklaşık Maliyet Hesabı

Her yıl Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca tespit edilerek resmi gazetede yayımlanan "Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkındaki Tebliğ" esas alınarak "Tek yapı ölçeğinde rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri yaklaşık maliyet hazırlama yöntemi-ne" göre proje bedeli yaklaşık maliyet hesabı yapılmaktadır.

1.3. İhale Dokümanlarının Hazırlanması

İhale dokümanı aşağıdaki belgelerden oluşmaktadır:

- Hizmet İşleri Tip İdari Şartnamesi
- Hizmet İşleri Tip Sözleşmesi
- Birim Fiyat Tarifleri
- Birim Fiyat Teklif Cetveli
- Venedik Tüzüğü
- Hizmet İşleri Genel Şartnamesi
- Tarihi Köprü Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri ile Mühendislik Hizmetlerine İlişkin Projelerin Temini ve Uygulamaya Esas Özel Teknik Şartname
- Tek Yapı Ölçeğinde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Teknik Şartnamesi
- Mimarlık ve Mühendislik Hizmetleri Şartnamesi
- Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 05.11.1999 Tarih ve 660 Nolu İlke Kararı
- Standart Formlar

1.4. İhalenin Yapılması

Yukarıda sözü edilen ihale kriterleri esas alınarak Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu Kapsamındaki Kültür Varlıklarının Rölöve, Restorasyon, Restitüsyon Projeleri, Sokak Sağıklaştırma, Çevre Düzenleme Projeleri ve Bunların Uygulamaları ile Değerlendirme, Muhafaza, Nakil İşleri ve Kazı Çalışmalarına İlişkin Mal ve Hizmet Alımlarına Dair Yönetmelik ve bu yönetmeliğe ait alt mevzuat hükümleri çerçevesinde Tarihi Köprülerin proje ihalesi yapılmaktadır.

2. ONARIM İHALESİ

2.1. Onarım İhalesi Teknik Kriterleri

2.1.1. İsteklinin İhale Konusu İş veya Benzer İşlerdeki Deneyimini Gösteren Belgeler

Projeleri Koruma Bölge Kurulunca onaylanmış esaslı onarım niteliğindeki **Tarihi Taş Köprü veya Tarihi Su Kemer**i yapmış olduğunu kanıtlayan İş Deneyim Belgesi aranmaktadır.

Ayrıca; Denetim veya Yönetim görevlerinde bulunmayan Mühendislik veya Mimarlık bölümünden mezun olmuş Mimar veya Mühendis isteklilerin Diplomalari işin yapım özelliği nedeniyle İş Deneyim Belgesi yerine kabul edilmemektedir. (4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun 3. Maddesinin (I) Bendi Gereğince Yapılacak İhalelere İlişkin Usul ve Esasların Belirlendiği Yönetmelik ve Alt Mevzuatının Açıklanmasına Dair Yönerge gereğince)

2.1.2. İsteklinin Organizasyon Yapısına ve Personel Durumuna İlişkin Belgeler

İsteklinin organizasyon yapısı ile ihale konusu işi yerine getirmek için idarece öngörülen sayıda ve nitelikte personel çalıştırılmasına ilişkin belgeler ve bunların taşımaları gereken asgari yeterlik kriterleri:

2.1.2.1. Anahtar Teknik Personel Olarak;

İhale konusu uygulama işinde en az 5 (beş) yıl deneyimli olması koşulu ile restorasyon konusunda yüksek lisans yapmış **1 adet Mimar veya Uzman Mimar Anahtar Teknik Personel** olarak istenmekte olup, bu personelin ihale tarihinden önce işe alınmış ve ihale tarihi itibarıyla isteklinin bünyesinde çalışıyor olması gerekmektedir. (2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununun yapı esasları başlıklı 18. maddesi gereğince)

Anahtar Teknik Personellerin; Diplomalari (aslı veya noter onaylı) Özel sektörde geçen deneyim süresi ilgili meslek odası kayıt süresini gösteren belgeyle, kamuda geçen deneyim süresi hizmet çizelgesi ve/veya meslek odası üye kayıt belgeyle, isteklinin bünyesinde bulunuyor olduğu ilgili adına prim ödendiğini veya ilgilinin işe alındığını gösteren sosyal güvenlik kurumu onaylı belgeler ile tevsik edilmektedir. Ayrıca Anahtar Teknik Personelin benzer iş olarak değerlendirilen işlerde çalıştıklarını kanıtlayan belgeleri sunmaları zorunlu tutulmaktadır.

NOT: Anahtar Teknik Personeller için yapılacak değerlendirmelerde benzer iş olarak; projeleri Koruma Bölge Kurulunca onaylanmış esaslı onarım niteliğindeki **Tarihi Taş köprü, Tarihi Su Kemer**i veya **1. Grup Eski Eser onarımı** işinde çalıştıklarını kanıtlayan belgeleri sunmaları zorunludur. Anahtar Teknik Personel olarak gösterilen personel, aynı zamanda Teknik Personel olarak ihale konusu iş’de istihdam edilmemesi zorunlu tutulmaktadır.

2.1.2.2. Teknik Personel Taahhütnamesi;

Söz konusu iş için aşağıda belirtilen elemanlara ilişkin Teknik Personel Taahhütnamesinin verilmesi zorunludur.

ADET	POZİSYONU	MESLEKİ ÜNVANI	MESLEKİ ÖZELLİKLERİ
1	Şantiye Şefi	*Yük.Mimar/Mimar	Resto.konu.en az 3 yıl dene.
1	Şantiye Şef Yrd.	*İnş.Yük.Müh./İnş.Müh.	Resto.konu.en az 3 yıl dene.
1	Alet Operatörü	Topoğraf	Konusunda en az 3 yıl dene.

(Taahhütname ekinde ilgili personelin diploma veya meslek odası belgesinin aslı veya noter tasdikli suretinin eklenmesi gerekmektedir.) Bu kapsamdaki Teknik Personel için Teknik Personel Taahhütnamesi verilmesi yeterlidir. İhale üzerinde kalan isteklinin, taahhüt edilen Teknik Personelin idarece öngörülen nitelik ve sayıda olduğuna dair belgeleri sözleşmenin imzalandığı tarihten itibaren 5 (Beş) gün içinde idareye sunması zorunludur. İş ortaklığında Teknik Personel, ortaklık oranına bakılmaksızın pilot ve diğer ortaklar tarafından karşılanabilir.

* Bütün tarihi köprü onarım ihalelerinde bu elemanların Teknik Personel Taahhütnamesinde yer alması zorunlu tutulmaktadır.

2.2. Onarım Yaklaşık Maliyet Hesabı

Onarımı yapılacak köprünün yaklaşık maliyeti, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Abide ve Yapı İşleri Daire Başkanlığı Eski Eser Birim Fiyat Eki Listesi ve Karayolları Birim Fiyat Listesine göre hesaplanmaktadır.

2.3. İhale Dokümanlarının Hazırlanması

İhale dokümanı aşağıdaki belgelerden oluşmaktadır:

- Uygulama İşleri Tip İdari Şartnamesi
- Uygulama İşleri Tip Sözleşmesi
- Birim Fiyat Tarifleri
- Birim Fiyat Analizleri
- Birim Fiyat Teklif Cetveli
- Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri
- Venedik Tüzüğü
- Uygulama İşleri Genel Şartnamesi
- Tarihi Köprü Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri ile Mühendislik Hizmetlerine İlişkin Projelerin Temini ve Uygulamaya Esas Özel Teknik Şartname
- Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 05.11.1999 Tarih ve 660 Nolu İlke Kararı
- Standart Formlar

2.4. İhalenin Yapılması

Yukarıda sözü edilen ihale kriterleri esas alınarak Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu Kapsamındaki Kültür Varlıklarının Rölöve, Restorasyon, Restitüsyon Projeleri, Sokak Sağıklaştırma, Çevre Düzenleme Projeleri ve Bunların Uygulamaları ile Değerlendirme, Muhafaza, Nakil İşleri ve Kazı Çalışmalarına İlişkin Mal ve Hizmet Alımlarına Dair Yönetmelik hükümleri çerçevesinde işin ihalesi yapılmaktadır.

SONUÇ:

2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanununun Yapı Esasları başlıklı 18. maddesi gereğince; Tescilli taşınmaz kültür varlıklarının rölöve, restorasyon ve restitüsyon projeleri ile bunların uygulanmasına yönelik ihale ilanlarında **Anahtar Teknik Personel olarak restoratör mimar veya uzman mimar** bulundurulması koşulu aranmalı, bunun yanı sıra işin niteliğine ve ihtiyaca göre inşaat mahallinde bulundurulmak üzere **restorasyon konusunda deneyimli Teknik Personelin** taahhüt olarak talep edilmesi gerekmektedir.

Gerek Hizmet Alımı (Proje) gerekse Uygulama İşleri (Restorasyon) ihalelerinde İş deneyimini gösteren belgeler, isteklinin ihale konusu iş veya benzer işlerdeki deneyimini ortaya koyan ve 4734 Sayılı Kamu İhale Kanununda yazılı esas ve usullere göre düzenlenerek verilen ve değerlendirilen; **iş bitirme belgesi, iş durum belgesi, iş yönetme belgesi ve iş denetleme belgesidir.**

İş deneyiminde değerlendirilecek benzer işler; ihale konusu iş veya işin bölümleriyle nitelik ve büyüklük bakımından benzerlik gösteren, aynı veya benzer inşaat usul ve tekniği gerektiren, tesis, makine, teçhizat ve diğer ekipman ile mali güç, ihtisas ve organizasyon gerekleri itibariyle benzer özellikteki işlerdir.

Belirtilen esaslara uygun biçimde, hangi nitelikteki iş ya da işlerin benzer iş kabul edileceği ilgili idarelerce tespit edilmeli ve ihale veya ön yeterlik dokümanı ile ihale veya ön yeterliğe ilişkin ilan veya davet belgelerinde belirtilmelidir.

İhale komisyonları, iş deneyimi olarak sunulan belgelerin ihale konusu işe benzerlik ve öngörülen asgari tutarı sağlayıp sağlamadıkları yönünden yapacakları yeterlik değerlendirme işlemlerini 4734 Sayılı Kamu İhale Kanununda yer alan esaslara göre gerçekleştirmelidirler. Denetim veya yönetim görevlerinde bulunmayan Mimar veya Mühendis isteklilerin diplomaları 4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun 3. Maddesinin (İ) Bendi Gereğince Yapılacak İhalelere İlişkin Usul ve Esasların Belirlendiği Yönetmelik ve Alt Mevzuatının Açıklanmasına Dair Yönerge gereğince İş Deneyim Belgesi yerine kabul edilmemelidir.

KAYNAKLAR

- 'Tarihi Köprülerin Onarımı' (2007), T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü,
- '4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu'
- '2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'
- 18.06.2005 tarih ve 25849 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 'Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu' kapsamındaki kültür varlıklarının rölöve, restorasyon, restitüsyon projeleri, sokak sağlıklılaştırma, çevre düzenleme projeleri ve bunların uygulamaları ile değerlendirme, muhafaza, nakil işleri ve kazı çalışmalarına ilişkin mal ve hizmet alımlarına dair yönetmelik' ve bu yönetmeliğe ait 'alt mevzuat'

Tarihi Köprülerde Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projelerinin Yapımı, Kontrolü ve Temel Kriterler

Hakan Demirci, Halide Sert
Karayolları Genel Müdürlüğü

Giriş

Tarihi ve mimari önemi olan veya çevreye uyumlu yapıları koruyarak, onararak, düzelterek çevrenin mimari niteliğinin yükseltilmesi ve korunması gerekli yapıların, restorasyon ilkelerine bağlı olarak onarılarak gelecek kuşaklara aktarılabilmesi için gerekli olan bütün araştırma, inceleme, kroki, çizim, resim ve grafiklerin tümü restorasyon projesi olarak ifade edilir. Restorasyon projelerine başlamadan önce yapının; Tarihçesi, Estetik Özellikleri ve Değeri, Teknik Özellikleri ve Yasal Statüsü araştırılır. Bu araştırmalar yapının tanınmasını sağlayarak, restorasyonu yönlendirecek temel veriler elde edilir. En az müdahaleyle en iyi korumayı sağlayacak yöntem seçilmeye çalışılır..

Rölöve, Restitüsyon ve Restorasyon Projelerinin Hazırlanması

Rölöve

Rölöve, yapının yakından incelenmesi, belgelenmesi, mimarlık tarihi açısından değerlendirilmesi ve restorasyon projesinin hazırlanabilmesi için mevcut durumun ölçekli çizimlerle anlatımı olup alındığı tarih için geçerlidir. Rölövenin yapılış amacı onun çizim tekniğini ve ölçeğini de belirler. İyi bir rölöve yapıdaki düzensizlikleri ve tasarım hakkında daha önce bilinmeyen ayrıntıları açığa çıkarabilir. Ölçümler, klasik ve modern yöntemler olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Klasik yöntemler

Metre, gönye, çekül gibi klasik ölçüm aletleri kullanılarak yapılan ölçüm yöntemidir.

Dijital Fotogrametrik Sistemler

Özel kameralarla yapılan fotoğraf çekimlerinin değerlendirilmesi ve yazılımlar yardımı ile yüksek doğrulukta, ölçekli ve 3 boyutlu rölöve çizimlerinin elde edilebildiği bir yöntemdir. Burada bütün adımlar dijital ortamda gerçekleşir. Bunun için gerekli olan üç bileşen vardır. Bunlar; digital kameralar, digital görüntüler ve görüntü analiz yazılımıdır. Üç boyutlu değerlendirme için yapının fotoğrafları farklı açılardan bindirmeli olarak çekilir ve yapı üzerinde kontrol noktaları seçilir. Kontrol noktalarına ait arazi koordinatları ve resim koordinatları ölçülür. Bu koordinatlar arasında ilişki kurularak matematiksel bir model oluşturulur.

Cizim Teknikleri

Köprülerde, bir adet vaziyet planı, döşeme planı ve ayak planı hazırlanır. Vaziyet planında tüm yönler, köy, kasaba ve şehir isimleri belirtilir. Suyun akış yönü ve memba-mansap tarafları işaretlenir. Çevredeki yapılar ve yakın çevre ile önemli noktalar vaziyet planı üzerinde işlenir. Döşeme planında, plan yatay düzlemi döşemenin 90-100 cm. üzerinden geçecek şekilde alınır. Ayak planında ise bu düzlem üzeni seviyesinden geçirilir. Kemer ve ayaklara akslar verilerek, numaralandırılır. Boşaltma gözleri veya odacıklar varsa ek plan çizimleriyle bunların da anlatımı sağlanır. Yaklaşık aynı seviyede olan düzlemleri ifade edecek şekilde yatay düzlem aşağı, yukarı hareket ettirilebilir. Kemer izdüşümleri, yok olan veya görülemeyen ögelerin anlatımı için kesik çizgiler kullanılır. Eğimli yüzeyler (döşeme, korkuluk) oklarla belirtilir ve eğim yüzdesi üzerine yazılır. Görünüşler, cephelere paralel düzlem üzerinden dik bakılarak (orthogonal projeksiyonla) çizilir. Düzlemsel olmayan köprülerde yüzeylerin açılımı çizilir. Ölçümün yapıldığı tarihteki su seviyesi ve akarsu yatağı işlenir. Kotlar metre ve santimetre, ölçüler santimetre olarak verilir. Kesitler, yapının bütün özelliklerini anlatacak şekilde ve kemer akslarından her iki yöne bakacak şekilde geçirilir. Korniş, korkuluk ve çörten gibi detaylar, bezemeler ve özel ayrıntılar 1/1 ile 1/10 arasındaki ölçeklerde çizilir. Gerekğinde izometrik perspektiflerden de yararlanılır. Fotoğraflar, önemli ayrıntıları kapsayacak nitelikte ve yakın plandan, cepheye paralel olarak yapılmasına özen gösterilir. Fotoğraf albümü, genelden ayrıntıya giden bir düzende hazırlanır.

Analiz Çalışmaları

Rölöveler tamamlandıktan sonra çizimler üzerinde çalışılarak değişik yapım evrelerinin kronolojik sıralanışı belirlenir ve doku analizi paftaları hazırlanır. Yapıdaki bozulmalar saptanarak, müdahale türleri ve yerleri belirlenir. Onarımların plan, kesit ve görünüşler üzerinde ayırt edilerek belirtilmesi için yapının dikkatle incelenmesi, yapım tekniği ve üslup benzerliği / farklılığı gösteren bölgelerin saptanması gerekir. Bu çalışma sonunda belirlenen ilk yapım ve onarım evreleri farklı renk veya taramalarla gösterilir. Bir lejantla özgün yapı, tarihlenebilen diğer yapım evreleri belirtilir. Çatlaklar, oyuklar, yüzey kaybına uğramış taşlar, çiçeklenmeler, ot, ağaç gibi bitkiler, biyolojik bozulmalar, kirlenmeler paftalar üzerine işlenerek müdahale öncesindeki hasar durumu grafik olarak anlatılır. Yapının özgün ayrıntılarını örten eklerin kaldırılmasından sonra ortaya çıkan veriler fotoğrafla belgelenir ve ölçekli çizimleri yapılır.

Restitüsyon

Kısmen veya tamamen yok olmuş, sonradan değiştirilmiş ögelerin veya yapıların, ilk tasarımlarındaki ya da belirli bir tarihteki durumlarının, arşiv kayıtlarından, yapı üzerindeki izlerden, yapıya ait çizim, fotoğraf gibi belgelerden yararlanılarak anlatımına restitüsyon denir. Parçaların tekrar bileştirilmeleri söz

konusu olmasa da bu şekildeki restitüsyon çalışmaları, bir anıtın özgün tasarımını açıklamak, tarihi gelişimini irdelemek, kalıntıların daha iyi kavranabilmesini sağlamak için yapılır. Restitüsyonda yapı üzerindeki izlerden, korunmuş kısımlardan, dönem örneklerinden yararlanılarak, yıkılmış, boyutu değiştirilmiş veya doldurulmuş öğelerin çizimlerle eski düzeninde ifade edilmesi mümkün olur. Yapı hakkında detaylı bilgilerin sağlanamaması veya uygulamanın mümkün olmaması durumunda restitüsyon çalışmalarının çizim olarak kalması ve uygulamaya konulmaması gerekir.

Restorasyon Projesi

Yapıdaki bozulmaların durdurulması ve strüktürel aksaklıkların giderilebilmesi için gerekli olan müdahaleleri kapsayan ve yapının alacağı son durumu ifade eden projedir. Restorasyona, rölovenin tamamlanması ve yapının bozulma nedenlerinin araştırılarak tespit edilmesinden sonra geçilebilir.

Restorasyonda;

- Onarımın özgün dokuya en az müdahale ile gerçekleştirilmesi,
- Yapım tekniklerinin orijinaline benzer veya uyumlu olmasına dikkat edilmesi göz önünde tutulması gereken başlıca kurallardır.

Restorasyon projesi değişik disiplinlerin katkısıyla hazırlanır. Strüktür bozulmalarının teşhisi ve onarım önerileri zemin ve strüktür mühendisliğinin; malzeme analizlerinin yapılması, uygun malzeme seçimleri kimyacıların ve malzeme uzmanlarının çalışmalarını gerektirir. Müdahaleler sağlamaştırmadan, yeniden yapmaya kadar değişen seçenekler arasından seçilecektir. Restorasyon projeleri bu konuda birikimi, deneyimi olan mimarlar tarafından, 'Tek Yapı Ölçeğinde Röl., Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Tek. Şart.' uygun olarak ve uygulamada kullanılacak malzeme ve tekniklerin belirtildiği teknik raporla birlikte hazırlanır ve Koruma Bölge Kurulları tarafından onaylanarak kesinleşir. Her rölove paftasına karşılık bir restorasyon paftasının hazırlanması esastır. Önerilen müdahaleler restorasyon paftalarına bir lejantla işlenir. Restorasyon projesinde değiştirilmesi veya yenilenmesi düşünülen, arazi yapısı, kemerler, ayaklar gibi öğelerin, rölovede tespit edilen mevcut durumlarının kesik çizgilerle proje üzerinde işlenmesi gerekir. Yapının onarım sonrasında alacağı durumu ve çevresiyle olan ilişkisini daha iyi göstermek amacıyla, restorasyon projesine ek olarak perspektifler ve maketlerden yararlanılır. Özellikle yeniden yapım uygulamalarında kütsel ilişkilerin daha iyi algılanabilmesi için 3 boyutlu modellerden ve maketlerden faydalanılması uygun olur. Restorasyonu yönlendiren veriler, temel yaklaşım, uygulanacak teknikler, malzemeler ayrıntılı rapor içinde yer alır. Yapının sağlamaştırılması veya bütünlenmesi sırasında özgün malzemelerin ve geleneksel tekniklerin yanısıra çağdaş tekniklerin ve özgün doku ile uyumlu çağdaş malzemelerin kullanılması da söz konusudur. Malzeme araştırmaları, yeni malzeme

seçimi, malzeme sağlamlaştırması konuları ayrıntılı laboratuvar çalışmalarını gerektirir.

Çevre Düzenleme ve Peyzaj Projesi

Çevre ve yörenin doğal, kültürel, tarihi, ekonomik, estetik, görsel değerlerini ve özgün kimliğini koruyarak ön plana çıkaran bir projelendirme anlayışıyla hareket edilir. Elektrik ve telefon hatlarının, reklam panolarının, altyapı hatlarının ve benzerlerinin yaratacağı karmaşıklığın giderilmesi yönünde düzenlemelere gidilir. Bunların doğal çevreye ve tarihi dokuya uyumlu şekilde planlaması yapılır.

İnşaat Mühendisliği Hizmetleri

Proje Hazırlama Süreci

Yapıya ait strüktürü belirten etüt, şema ve açıklamaları kapsayan bir öneri raporu hazırlanır. Öneri raporundaki esaslar dahilinde yapının genel hatlarla belirtilmesi için statik ön projesi hazırlanır.

Uygulama Projesi

Yapının taşıyıcı sisteminin statik hesaplarının yapılması, düğüm noktalarının bulunması ve taşıma kapasitesinin hesaplanmasıdır. Çeşitli yazılımlar ile yapının yük dağılımı belirlenerek, basınç ve çekme gerilmelerinin yoğun olduğu riskli bölgeler saptanabilmektedir. Ayrıca ayaklara gelen yükler de hesaplanarak, zemin iyileştirme çalışmaları kapsamında değerlendirilir. Restorasyon projelerine uygun olarak, kalıp ve iskele projeleri hazırlanır.

Elektrik Mühendisliği ve Aydınlatma Hizmetleri

Elektrik mühendisliği hizmetleri, yapı ile ilgili; dıştan ışıklandırma, çevre aydınlatması, elektronik kumanda, kayıt ve yayın tesislerini, trafo ve besleme hatlarını ile benzeri özel tesisleri içine alır.

Proje Hazırlama Süreci

Muhtelif çözüm teknikleri ve tesisat çeşitlerini, tesislerin prensip ve sistemleri üzerindeki önerileri, kroki, şema ve hesaplarla belirten bir öneri raporu hazırlanır. Rapor çerçevesinde, yapı üzerinden tesisat geçirilmemesine dikkat edilerek, tesislerin ana hatlarının geçtiği yerleri, aparey ve kumanda noktalarının yerlerini, santral ve cihazların yerleşimlerini belirten ön proje hazırlanır.

Uygulama Projesi

Ön projesine uygun olarak, tesislerin uygulama safhası için gerekli bütün bilgileri hesapları veren ve tesislerin bütününe şemalarını ihtiva eden projedir. Uygulama projesinde tespit edilmiş olan santral, kumanda ve tablo ünitelerinin bulunduğu mahallerin, yerleştirmelerin ve özel bağlantıların tespit ve askı sistemlerinin detay projeleri hazırlanır.

Kaynaklar

1. Ahunbay,Z., (1996), 'Tarihi Çevre Kor. ve Rest.',YEM Yay.,İstanbul.
2. 'Tarihi Köprülerin Onarımı' (2007), KGM, Ankara.
3. 'Tek Yapı Ölç. Röl., Restitüsyon ve Restorasyon Prj. Tek. Şartnamesi'
4. Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü Envanteri

Orijinal Malzemelerin ve Kullanılması Düşünülen Malzemelerin Analizleri ve İrdelenmesi

Ceren Üste, Halide Sert
Karayolları Genel Müdürlüğü

Venedik Tüzüğü Madde 9’da, onarımın uzmanlık gerektiren bir iş olduğu ve kendine temel aldığı özgün malzeme ile güvenilir belgelere saygıyla bağlı olduğu, **Madde 10’da** geleneksel tekniklerin yetersiz kaldığı yerlerde, koruma ve inşa için bilimsel verilerle ve deneylerle geçerliliği saptanmış herhangi çağdaş bir teknik kullanılarak anıtın sağlamaştırılabileceği, **Madde 12’de** eksik kısımlar tamamlanırken, bütünle uyumlu bir şekilde bağdaştırılması gerektiği, fakat bu onarımın, aynı zamanda sanatsal ve tarihi tanıklığı yanlış bir biçimde yansıtmaması için, özgünden ayırt edilebilecek bir şekilde yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Buna dayanarak, tarihi köprü restorasyon tekniğinde esas amaç olan ‘**en az müdahale**’ yani ‘**sağlamaştırma**’ tekniğiyle, tarihi belge ve estetik değeri korunarak orijinaline en uygun şekilde gereksiz eklentilerinden arındırarak onarımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte, **3 T** şeklinde adlandırılan ‘**Tespit, Teşhis, Tedavi**’ aşamaları büyük önem arz etmektedir.

Tarihi köprülerin bünyesinde bulunan orijinal malzemelerin kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin, bozulma nedenlerinin, bozulmaya yol açan faktörlerin tespit, teşhis ve tedavileri ile bunların ışığında uygulanacak koruma yöntemlerinin seçiminin ve geliştirilmesinin bilimsel koşullar altında ele alınması gereklidir.

Bu orijinal malzemeler, o kentin kültürel ve simgesel yapılarından olan köprülerin inşa edildiği dönemin tasarım, mimari ve teknoloji anlayışı ile yapım tekniği, geçirdiği dönemlere ait verileri kendinden sonraki nesillere aktarabildiği için belge niteliğindedir.

Tarihi köprülerde kullanılan yapı malzemeleri, yapım tekniğine göre çeşitlenmektedir. Genellikle taş kemerden inşa edilen tarihi köprülerin, diğer yapım teknikleri taş+tuğla, ahşap, demir ve betonarme bowstring’dir.

Köprü bünyesindeki malzemelerin hasar derecesine göre müdahalenin kapsamı genişlemekte olup, özgün malzeme ve dokuya olabildiğince sadık kalınmalı, onarım sırasında kullanılması düşünülen malzemelerin özgün malzeme ile hem

mekanik ve kimyasal dayanıklılık açısından hem de renk ve doku özellikleri açısından uyumlu olmasının araştırılması gerekmektedir.

Malzeme analizlerini yapmak ve temellerin durumunu görmek amacıyla; öncelikle köprü üzerinde, köprü ayaklarına denk gelecek şekilde, döşeme üzerinden sondaj yapılarak karot numuneleri alınmalıdır.

Sondaj Yapılması ve Karot Alınması Çalışmaları

Sondaj yapılarak karot numuneleri alınması, köprü döşeme üst kotundan temel alt kotuna kadar olan mesafedeki katmanların kalınlıklarını, bu katmanların hangi kotlar arasına yerleştiğini, malzeme özelliklerini ve temeller ile temellerin üzerine oturduğu zemin hakkında bilgi edinmemize yardımcı olur. **Amaç;**

- a. Köprü temellerinin oturduğu zeminin jeolojik, jeoteknik ve petrografik özelliklerini tespit edebilmek,
- b. Orijinal harçların karışım oranları ile kimyasal analizlerinin ve orijinal taşların analizlerinin laboratuvar ortamında deneylerinin yapılabilmesine olanak tanımak ve bu sayede tespit edilen orijinal harç karışım oranlarına ve orijinal taşla uyum sağlayacak taş seçimine göre köprü onarımında kullanılacak malzemelerin tespit edilebilmesini sağlamak,
- c. Varsa köprü temelleri altında bulunan orijinal ahşap ızgara ve kazıklara ait numunelerin ve yeni kullanılacak ahşap malzemelerin anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit edebilmektir.

Yukarıda yer alan çalışmaların tamamlanmasından sonra elde edilen laboratuvar verileri ve uygulama projelerine göre köprü bünyesinde kullanılacak en uygun yapı malzemeleri ve temin edileceği yerler belirlenerek köprünün onarımı yapılmalıdır.

Erzurum- Kars Yolu, Hınıs Yol Ayrımında Selçuklu Dönemine ait ve 1298 yılında inşa edilmiş olan Tarihi Çobandede Köprüsünde, Genel Müdürlüğümüz Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı tarafından sondaj yoluyla alınan karot numuneleri.





Tarihi Köprülerde Kullanılan Yapı Malzemeleri

1) Taş

Onarımda kullanılacak taş ve taş ocağı seçimi yapılırken, elde edilen laboratuvar sonuçlarına göre; taş numunelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılarak ilgili ocakların rezerv durumu, ocakta istenilen ebat ve evsafa taş olup olmadığı, taş kesimi için yakın civarda fabrika bulunup bulunmadığı ve mevcut köprünün orijinal taşının rengi ve dokusuyla uyumlu olup olmadığı kriterleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapıya yeni girecek malzemenin özgün malzemeye zarar vermeyecek ve onunla uyumlu olacak şekilde seçilmesine dikkat edilmesi gerekir. Özgün taş ve dokuya olabildiğince sadık kalınmalı, taşların yüzündeki patinaya kesinlikle dokunulmamalı, sökülen taşlar veya nehirden çıkarılan orijinal taşlar köprü bünyesinde mutlaka kullanılmalıdır. Kullanılacak taşlar düzgün ve homojen olmalı, toz, toprak, organik madde içermemeli, çatlaksız ve damarsız olmalıdır. Taşların sadece brüt bloklandırılması sırasında katarak testerelerden yararlanılmalı, taşların alıştırılmasında Osmanlılardan beri gelen geleneksel taşçı el aletleri kullanılmalıdır.

Türkak Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite kapsamına alınmış olan Genel Müdürlüğümüz Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı laboratuvarlarında onarım esnasında kullanılacak olan taşlar ile köprü bünyesindeki orijinal taşların basınç dayanımı (mpa (N/mm²)), don kaybı (%), birim hacim ağırlık (g/cm³), su emme (%), sürtünme ile aşınma kaybı (cm³/50cm²) olmak üzere 5 çeşit deneyi yapılmaktadır.

Örnek 1: Afyon ili, Şuhut ilçesinde, Synade Höyüğü'nün kuzeyindeki Tarihi Dörtgöz Köprüsü'ndeki taşlara ait laboratuvar deney sonuçları;

OCAK ADI	DON ZAIYATI (%)	AŞINMA YÜZDESİ (%)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	ABSORBSİYON (%)	SERTLİK	BASINÇ MUK. (Mpa)	TAŞ CİNSİ
Dörtgöz Köp. Orijinal Taş	1,10	51,1	1,469	22,7	1	6,6	TÜF
Dörtgöz Köp. Orijinal Taş	0,30	27,2	2,624	0,5	2	50,3	TRAVERTEN
Ağın Gri Taşı	0,28	10,00	2,14	1,36	1,5	53,41	ANDEZİT

Köprü bünyesinde tüf ve traverten olmak üzere iki cins taş kullanılmıştır. TÜF; aşınması çok yüksek, basınç mukavemeti çok düşük olduğu için, TRAVERTEN; mesafe olarak uzak (M= 270 km.) ve rengi beyaz olduğu için tercih edilmemiş, buna karşılık o yörenin taşı olan ve aşınması düşük, basınç mukavemeti yüksek, renk olarak daha uygun ANDEZİT taşı (M= 64 km.) tercih edilmiştir.

Örnek 2: Adana ili, Ceyhan ilçesinde Tarihi Misis Köprüsü' ndeki taşlara ait laboratuvar deney sonuçları;

1998 yılında Adana'nın Misis beldesinde meydana gelen deprem sonucunda Tarihi Misis Köprüsü'nün 9 adet kemerinde ağır hasar meydana gelmiş ve deformasyona uğramıştır. Kemerlerin yapının ana taşıyıcı elemanları olması nedeniyle kemer stabilitesinin yeniden sağlanabilmesi için onarımda kullanılacak yapı taşının doğal koşullara dayanıklı ve sertlik derecesinin yüksek olması gerekmektedir.

OCAK ADI	DON ZAIYATI (%)	AŞINMA YÜZDESİ (%)	ÖZGÜL AĞIRLIK (TON/M3)	ABSORBSİYON (%)	SERTLİK
Misis Köp. Orijinal Taş	10,67	62,0	2,69	15,2	1,5
G.Antep Taş Ocağı	6,51	50,8	2,54	10,6	1,0
Tarsus Nacarlı Taş Ocağı	4,24	34,4	2,30	6,06	1,5
Misis Çatal Taş Ocağı	9,07	40,4	2,65	11,0	1,25
Elazığ Körpe Taş Ocağı	2,11	2,80	2,66	2,30	2,0

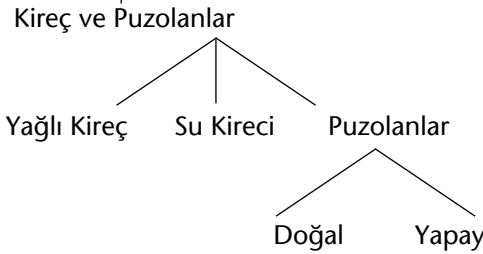
Elde edilen deney sonuçlarına göre; Elazığ Körpe taş ocağından alınan taş numunesinin don zaiyatı, aşınma yüzdesi ve su emme oranının köprüden alınan orijinal taş numunesi ile diğer ocaklardan alınan taş numunelerine göre daha düşük, özgül ağırlık ve sertlik derecesinin ise daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve onarım esnasında bu taşın kullanımı tercih edilmiştir.

Not: Onarımda kullanılacak taş seçiminde laboratuvar sonuçlarına göre işlem yapılmalı ve teknik açıdan en uygun olan taşın onarımda kullanılması sağlanmalıdır.

Köprüler su üzerinde yer alan ve emniyetli geçişi sağlamakla yükümlü yapılardır. Dolayısıyla stabil, yani devrilmeye, çökmeye, eğilmeye karşı dayanıklı olmalıdırlar. Bu nedenle; taş ocağından alınan taş numunelerinin don zaiyatı, aşınma yüzdesi ve su emme oranının köprüden alınan orijinal taş numunesi ile diğer ocaklardan alınan taş numunelerine göre daha düşük, özgül ağırlık ve sertlik derecesinin ise daha yüksek olması gerekmektedir.

2) Kargir Köprülerde Kullanılan Bağlayıcı Maddeler

Bağlayıcı Maddeler



Bağlayıcı Madde: Kireç, alçı gibi su ile karıştırıldığında plastik bir hamur veren, bir süre sonra katılaştıran, daha sonra da sertleşen ve bu özelliklerinden dolayı taş ve kumu bağlamakta kullanılan maddelerdir. Priz yapma bakımından iki büyük bağlayıcı madde grubu vardır: Hidrolik bağlayıcılar ve Hidrolik olmayan bağlayıcılar.

a) Hidrolik bağlayıcılar: Hem havada hem de suda katılaşma yeteneği olan bağlayıcı maddelerdir. Bunlarla suya dayanıklı harç yapılabilir. (Çimento)

b) Hidrolik olmayan bağlayıcılar: Sadece havada sertleşebilir. (Yağlı kireç)

Çimentodan önce bağlayıcı maddeler olarak toprak, toprak-kireçtaşı karışımları, kireç, alçı, doğal puzolanlar kullanılmıştır.

2.a) Kireç

Kalsiyum karbonatın, yani kireçtaşının (CaCO_3) 900°C nin üzerinde pişirilmesiyle elde edilen bağlayıcı maddedir (CaO). Kireç 1690°C de uçmaya başlar. 2572°C de ergir ve 2850°C de kaynar. Bu madde **sönmemiş kireçtir**. Bu kireç su katılarak söndürülür ve **sönmüş kireç** (kalsiyum hidroksit) elde edilir. 500 kg. sönmemiş kireç, 1m^3 kireç hamuru verir. Tarihi köprü onarımında kullanılacak olan kireç yaş söndürme metoduyla, bolca sulandıktan sonra su içine atılır ve macun kıvamına getirilerek söndürülür. Buna **kaymak kireç** adı verilmektedir.

2.b) Puzolan

Puzolan: Normal sıcaklıkta kireçle birleşerek su karşısında sertleşme yeteneği kazanan ve bu özelliğinden dolayı da bağlayıcı olarak kullanılan bir çeşit volkanik toprak. Puzolanlar, Romalılarca kullanılmış oldukları için bunlara 'Roma çimen-

tosu' da denilmektedir. İçinde koloidal elemanlar ve aktif silis içerir. Tek başlarına bağlayıcılık özellikleri yoktur. Kireçle karıştırılınca bağlayıcılık özelliği kazanır.

2.b.1) Doğal puzolanlar: Volkanik tüf, pomza taşı.. (Anadolu'da tüfün birçok renk seçeneğine sahip olduğu, ocaktan çıktığında yumuşaklığından dolayı kolay işlendiği ve zaman içinde sertleştiği bilinmektedir.)

2.b.2) Yapay (suni) puzolanlar: Öğütülerek kullanılan 600-900 C° de pişirilmiş kil veya şist ile su içinde hızla soğutulan yüksek fırın cürufudur. Pişmiş kil, tuğla.

3) Harç

Derz boşalmaları, önceden yapılan yanlış onarımlar çerçevesinde derzlerin kapatılması ve dolayısıyla derzlerdeki durum hakkında yorum yapılamaması, derzlerin yüzey bozulması ve erozyonundan dolayı çukurlarında biriken toprağın, kilin, kumun dolması sonucu otların, çalılarının ve ağaçların büyümesi gibi nedenlerle köprü bünyesindeki harçlarda bozulmalar meydana gelebilmektedir.

Köprünün onarımında kullanılacak harçlar hazırlanmadan önce orijinal harçlardan numune (derz harcı, dolgu harcı vb.) alınarak, laboratuvar ortamında kimyasal analizleri yapılmalı ve karışım oranları bulunmalıdır. Buna göre restorasyon sırasında da aynı malzeme ve karışım oranlarının kullanılması sağlanmalıdır.

3.1) Sönmüş Kirece Dayanan Kireç Harçlar

Kireç harçları, teknik şartlarına uygun ve istenilen oranlarda sönmüş kireç hamuru, kum ve suyun homojen bir şekilde karıştırılması ile elde edilir.

3.2) Yonu Taşı Tozlu ve Tuğla Tozlu Horasan Harcı

Örnek: Eğil-Bingöl Eski İl Yolunda ve Selçuklu Dönemine ait Tarihi Karaköprü ile Bitlis-Baykan Devlet Yolunda ve Osmanlı Dönemine ait Tarihi Dörtulular-1 Köprüsü'nün Kültür ve Turizm Bakanlığı Restorasyon ve Konservasyon Merkez Laboratuvarı'nda yapılan harç analizleri sonucunda hazırlanan karışım oranları aşağıda verilmiştir.

ORİJİNAL NUMUNELERE AİT KARIŞIM ORANLARI	KARAKÖPRÜ	DÖRTULULAR-1
Malzemenin Adı	Karışımındaki Ağırlıkça Oranı (%)	Karışımındaki Ağırlıkça Oranı (%)
Sönmüş kireç (Kireç Hamuru)	40%	40%
Tuğla kırığı ve tozu	20%	
Kum taşı ve kireç taşı	20%	
Volkanik agreg	20%	60%
Toplam	100%	100%

Tarihi köprü restorasyon işlerinin uluslararası onarım ilkelerine göre yürütülebilmesi için; daha önce İstanbul Restorasyon Konservasyon Merkezinde gerçekleştirilen, şuan Genel Müdürlüğümüz Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığına ait laboratuvarlarda yapılabilen farklı karışım oranlarına göre hazırlanan harç numuneleri üzerindeki deneylerle (basınç ve eğilmede çekme dayanımı) onarım çalışmalarının bilimsel bir zemine oturtulması amaçlanmıştır.

Tarihi Karaköprü ve Dörtulular-1 Köprülerinin onarımında kullanılan harçlarla ilgili deney sonuçlarının karşılaştırılması;

Örnek 1:

Katkılı taş tozlu;

Lab.No:584		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 25 taş tozu, Binder 5 katkı malzemesi (her 1 m3 için 10 lt))					
		Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün (Mpa)		28 Gün (Mpa)		90 Gün (Mpa)	
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır		1,6	1,8	10,6	2,3
				2,3		10,9	
				2,4		12,0	
				3,2	1,6	6,8	2,3
				3,2		—	
				—	1,6	—	—
	ORT	—	—	2,5	1,7	10,1	2,3

Katkısız taş tozlu;

Lab.No:587		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 25 tuğla tozu)					
		Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün		28 Gün		90 Gün	
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır		11,1	1,9	12,1	2,5
				10,5		12,6	
				10,1		13,6	
				10,1	2,3	13,0	2,3
				9,7		12,5	
				8,9	1,9	13,2	2,2
	ORT	—	—	10,1	2,0	12,8	2,3

Örnek 2:

Katkılı tuğla tozlu;

Lab.No:585		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 25 tuğla tozu, Binder 5 katkı malzemesi (her 1 m3 için 10 lt)					
		Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı	Basınç Dayanımı	Eğilmede Çekme Dayanımı
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün		28 Gün		90 Gün	
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır		12,3	2,3	14,2	2,8
				10,7		14,6	
				9,8		13,6	
				10,5	2,0	13,6	2,8
				11,6		15,8	
				12,0	3,0	15,3	2,4
	ORT	—	—	11,1	2,4	14,5	2,7

Katkısız tuğla tozlu;

Lab.No:588		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 25 tuğla tozu)							
		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı	
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün				28 Gün		90 Gün	
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır	16,7		3,0	20,2		2,9	
			15,9			21,3			
			16,8			14,6			
			16,3		2,8	20,5		2,9	
			16,0			19,0			
			16,4		2,8	19,3		3,0	
	ORT		-			-			16,4 2,9 19,1 2,9

Örnek 3:

Katkılı taş+tuğla tozlu;

Lab.No:586		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 10 taş tozu, % 15 tuğla tozu, Binder 5 katkı malzemesi (her 1 m3 için 10 lt))							
		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı	
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün		28 Gün		90 Gün			
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır		14,9	3,0	16,8	2,6		
				15,3		15,8			
				13,4		11,9			
				14,4	3,0	14,4	2,9		
				14,8		15,9			
				14,5	2,3	13,3	2,6		
	ORT		14,5	2,8	14,7	2,7			

Katkısız taş+tuğla tozlu;

Lab.No:589		(% 40 Söndürülmüş taş kireç ,% 20 Kum (yıkılmış), % 15 Puzolan esaslı hidrolik kireç,% 10 taş tozu, % 15 tuğla tozu)							
		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı		Basınç Dayanımı		Eğilmede Çekme Dayanımı	
Numune Yaşı		2 ve 7 Gün		28 Gün		90 Gün			
Deney Sonucu	Her bir değer	2 ve 7günlük değer alınamamıştır		15,7	2,3	17,9	2,8		
				16,3		18,5			
				15,5		16,3			
				14,3	2,8	18,0	2,2		
				14,9		14,6			
				15,6	3,0	16,1	2,6		
	ORT			15,4	2,7	16,9	2,5		

Not: Kireç harçlarının hala günümüzde bile priz süresi devam etmekte olup, zamana bağlı olarak artan bir mukavemet göstermektedir.

Orijinal harç numuneleri ve çeşitli karışım oranlarına göre hazırlanan harçlarla ilgili deney sonuçları üzerinde yapılan değerlendirmeler neticesinde tarihi köprü onarımlarında kullanılacak karışım oranları ile ilgili çalışmalar laboratuvar ortamında halen devam etmektedir.

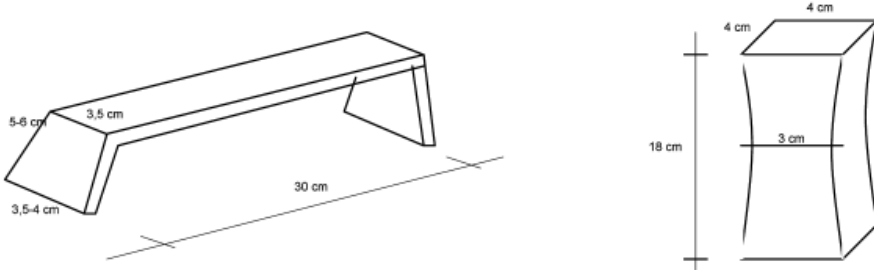
Not: Köprünün özgün malzeme karışım oranlarına dikkat edilmesi koşuluyla, günümüz eski eser onarım teknolojisinden yararlanılarak taşların birbirine daha iyi bağlanmasını sağlamak amacıyla puzolan esaslı hidrolik kireç, yonu taşı tozlu ve/ veya tuğla tozlu horasan harcı kullanılmalıdır. Onarım sırasında kullanılacak harçların, orijinal harçlar üzerinde yapılan laboratuvar analizlerine göre kontrol-lükçe belirlenecek oranlarda karıştırılarak hazırlanması gerekmektedir.

4) Kenet / Zivana

Kenet ve zivanalar, tarihi köprü onarımlarında, taşların birbiri ile bağlantısını sağlayarak yapıyı güçlendirme işlevine sahiptir.

Taş örgüsünde kullanılan kenet ve zivanalar rutubet etkisi ile paslanıp korozyona uğrayabilmektedir. Oluşan bu pas, demirin şişerek hacminin artmasına neden olup taşın dağılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, paslanmaya karşı dayanıklı olan galvanizle kaplanmış ve korozyona dayanıklı projesine uygun kenet ve zivanalar kullanılmalıdır.

Tarihi Mostar Köprüsünde Kullanılan Kenet ve Zivanalar



Kenet: Yaklaşık 1,0 kg/adet

Zivana(saplama): Yaklaşık 1,9 kg/adet

5) Kurşun



Kurşun Kazanı

Kurşun fabrika ürünü olmalıdır. Nakliyesi için herhangi bir özel şart bulunmamaktadır. Kurşunlar 400 C ° ısıtılarak üzerindeki pasası alındıktan sonra 380 C° de bir defada kullanılmalıdır. Eritme ve dökümü sırasında yüksek sıcaklıktan dolayı ortaya çıkan buharın sağlığa zararlı olması nedeni ile gerekli güvenlik önlemlerinin alınması sağlanmalıdır.

6) Ahşap

Tarihi köprülerde ahşap malzemenin bozulma nedenlerini gruplandırmak için öncelikle, köprülerde bu malzemenin nerede ve nasıl kullanıldığını incelemek gerekir.

6.1) Özellikle taşıma gücü zayıf ve tabanı gevşek malzemelerden oluşan zeminlerdeki Selçuklu ve Osmanlı Dönemi Köprülerinin birçoğunun temel sistemlerinde, ahşap kazıklar veya ahşap ızgaralar kullanılmıştır.

Örnek: Bosna-Hersek'teki Tarihi Konjic Köprüsü.

Tarihi Konjic Köprüsünün temellerindeki zarar görmüş ahşap ızgaralar aynen korunmuş, sağlamlaştırma ilkesi gereği yeni ahşap malzemelerle çakma sürme yöntemiyle takviye edilmiştir.

6.2) Köprüde ahşap taşıyıcı eleman olarak da kullanılmaktadır.

Örnek: Çankırı İli Bayramören İlçesi Melan Çayı üzerinde bulunan Tarihi Bayramören Köprüsü.

Ahşap köprülerdeki en önemli problem çürüme ve kurtlanmadır. Halkın söylemine göre 150 yıllık olan Tarihi Bayramören Köprüsü'ndeki ahşap malzeme büyük ölçüde çürüdüğü ve fay hattı üzerinde bulunması nedeniyle depremlerden zarar gördüğü için, köprü onarım programına alınmış ve 2001 yılında onarılmıştır.

Ahşap malzemelerdeki hasarlar çok fazla olduğundan, köprü teknolojisinin yaygınlaştırılması amacıyla sağlamlaştırma ilkesi gereği köprünün yapımında yeni ahşap malzemeler kullanılmıştır.

Not: Orijinal ahşap numune deneylerinin yapılabilmesi için, örnekler ilk olarak anatomik olarak teşhis edilmeli, ayrıca tarihlendirme yapıp, numuneler üzerinde fiziksel ve mekanik denemeler yapılmalıdır. Örneklerin en az 50 cm boyunda olması ve 5x5 cm. kesitli olanlardan en az iki adet, daha büyük kesitli olanlardan 5x10, 10x10 cm. bir adet alınması yeterli düzeyde inceleme için gereklidir. Ayrıca alınan bu örneklerde, çürüklük ve aşırı kusurluluk kesinlikle olmamalıdır.

Köprü temellerinden alınan bu malzemede, önemli görülen bazı fiziksel ve mekanik özelliklere ait deneyler yapılmalıdır. Fiziksel özelliklerden rutubet, yoğunluk ve daralma denemeleri, mekanik özelliklerden liflere paralel ve dik basınç direnci denemeleri yapılmalıdır. Özellikle, liflere dik basınç direnci bu kullanım yeri için özel bir önem arz etmektedir.

Edirne-Sarayıcı'nda bulunan Osmanlı Dönemine ait Mimar Sinan eserlerinden Kanuni Köprüsü'nün dere yatağında bulunan ahşap ızgara sistemi.



Edirne- Pazarkule- Yunan Hududunda bulunan Osmanlı Dönemine ait Meriç Köprüsü'nün sondaj çalışmaları sırasında alınan ahşap numuneleri aşağıda gösterilmektedir.



Kanuni ve Meriç Köprüleri'nin, **anatomik incelemesi** sonucunda, trahelerin halkalı dizilmesi, ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin ani ve öz ışınlarının 1-2 ya da çok sıralı olması gibi nedenlerle, ahşap numunelerin meşe odunu olduğu tespit edilmiştir.

Tarihlendirme sonucunda, Kanuni Köprüsünden alınan numunenin yıllık halka sayısının yeterli olması nedeniyle tarihlendirme mümkün olmuş ve meşe ağacının 1545 yılından sonra kesildiği saptanmıştır. Köprü yapımı bu tarihten son-

radır. Osmanlı döneminde kesilen odunların birkaç yıl bekletildikten sonra kullanılması ve numunedeki son yıllara ait bazı halkaların tahrip olması nedeniyle kesin tarih vermek mümkün olamamıştır.

Fiziksel ve mekanik inceleme sonucunda, Kanuni Köprüsünden alınan örneklerde önemli derecede renk koyulaşması olduğu görülmüş, meşe odunun rutubetle uzun süre temas etmesi sonucu oluştuğu düşünülmüştür. Kanuni Köprüsünden alınan numunenin rutubetinin, ilk alındığı anda ortalama %100; Meriç Köprüsünde ise %70 olduğu saptanmıştır. Yoğunluk değerlerine bakıldığında, Kanuni Köprüsünde $0,98 \text{ g/cm}^3$; Meriç Köprüsünde ise 0.97 g/cm^3 ; yeni meşelerin yoğunluk değeri ise 0.7 g/cm^3 tür. Yoğunluktaki bu farklılığın nedeni ağaç malzemenin uzun süre liflerine dik yönde yük etkisi altında kalmasıdır.

Teşekkür

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Botanliği Anabilim Dalında görevli Doç. Dr. Ünal Akkemik'e ve Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda görevli Prof. Dr. Nusret As'a ahşap numunelerle ilgili deneyleri yaptıkları ve çalışmalarımızın bilimsel bir zeminde yapılabilmesine destek oldukları için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Tarihi Köprülerin Onarımı (2007), T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü

Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü Envanteri

Hasol, D., Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü (7.Baskı), YEM Yayınları, İstanbul, Türkiye

Onarım ile İlgili Önemli Hususlar

Tuncay Akbulut, Halide Sert

Karayolları Genel Müdürlüğü

Tarihi Köprü Onarımı her aşamasında özen gösterilmesi gereken teknik bir konudur. Onarım esnasında kullanılacak malzemeler, uygulanacak teknikler orijinaline uygun şekilde seçilmeli ve onarım her aşamasında sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Geçmişte uzman olmayan kişiler tarafından yapılan yanlış onarımlar tarihi köprülerimizin yalnızca orijinalitesini bozmakla kalmamış, aynı zamanda bu eserlerin yapıldığı dönemlerdeki malzeme, işçilik ve teknik özelliklerinin gelecek nesillere doğru bir şekilde aktarılmasına da engel olmuştur. Bu nedenle tarihi köprü onarımlarının bu konuda uzmanlıklarını kanıtlamış kimseler tarafından yapılması gerekmektedir.

Tarihi Köprülerin Onarımı ile İlgili Önemli Hususlar

Genel Hususlar

- Onarım işinin her aşamasında restorasyon projesine kesinlikle uyulmalıdır..
- Köprü onarımları Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün "Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri" ve "Eski Eser Birim Fiyat Analizleri"ndeki hususlara riayet edilerek yapılmalıdır.

Kalıp ve İskele İşleri

- Projesine göre kemerlerin askıya alınması gerekli olan köprülerde mutlaka bir askıya alma iskele projesi hazırlanmalıdır.
- Kemer taşlarının sökülmesi ve yeniden kemer yapılması işleri için askıya alma iskelesi, tempan duvarlardaki onarımlar için ise iş iskelesi yapılmalıdır. Askıya alma iskelesi yapılması işlerinde genellikle ahşap veya metal elemanlar kullanılmaktadır. Taş köprülerin ağır yapılar olması nedeniyle özellikle su içinde yapılan onarım çalışmalarında, işin stabil ve güvenli bir şekilde yürütülmesi amacıyla askıya alma iskelesi sisteminin uygun bir şekilde projelendirilmesi gerekmektedir.
- Askıya alma iskeleleri tamamlandıktan sonra iskelelerin projeye uygunluğu kontrol edilerek tutanağa bağlanmalıdır. İskelelerin projeye uygunluğu kontrol edilmeden ve kontrollük tarafından teslim alınmadan önce kesinlikle kemer yapım çalışmalarına başlanmamalıdır.
- Köprü onarımının aynı yıl içerisinde tamamlanamaması ve yıllara sari bir şekilde yapılması durumunda askıya alma iskelesi çalışılmayan kış aylarında

kesinlikle köprü bünyesinde bırakılmamalıdır. Köprü bünyesinde bırakılan askıya alma iskelesi, sel durumlarında köprü kemerlerinden geçen kütük vb. malzemeyi tutarak debuşeyi daraltmakta, bu durum köprüde büyük hasarların oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle askıya alınan kemerde yapılan çalışmalar, çalışılmayan dönemin başlangıcından önce mutlaka tamamlanmalıdır.

Söküm İşleri

- Projesine göre sökülecek elemanlar, etrafındaki taşlara zarar vermeden yerinden alınarak şantiye sahası içinde uygun bir yerde istiflendikten sonra köprünün hangi bölümüne ait olduğu (temel, tempan duvar, döşeme vb.) yazılarak numaralandırılmalıdır.
- Sökümden çıkan kullanılabilir orijinal taşların ileride köprü bünyesinde aynı imalatla tekrar kullanılması esas amaç olacaktır. Ancak sökümden çıkan ve ıslahı mümkün olmayan malzemeler ise dolgu malzemesi olarak kullanılmalıdır.
- Köprünün kemerlerinden sökülen taşların tekrar kullanılması hususunda çok seçici davranılmalıdır. Kemerler ana taşıyıcı elemanlar olduğu için sökülen taşlar büyük bir özenle yerinden çıkarılmalı, eğer çok hasarlıysa kemer taşı olarak tekrar kullanılmamalıdır.
- Stabilesi bozulmuş kemerler projesine göre askıya alınmalıdır. Ayrıca kemer üzerindeki veya yakınındaki tempan duvarı, döşeme veya dolguda söküm işi var ise, ilgili kemer veya kemerler mutlaka askıya alınmalıdır.
- Kemerlerde fazla deformasyon yoksa ve sadece aradaki bazı kemer taşları fiziksel özelliklerini yitirerek bozuşmuş ise bozulan alanlar çürütülerek yerine yeni taşlar konulmak suretiyle ıslah edilmesi yoluna gidilmeli ve kemerin orijinal durumu korunmalıdır. Fakat kemerin geneli fiziksel özelliğini tamamen yitirmiş ve bozuşmaya maruz kalmışsa kemer askıya alındıktan sonra söküm-yeniden yapım işleri gerçekleştirilmelidir.

Kazı İşleri

- Kazıya başlanmadan önce kazı yapılacak yerin rölövesi alınmalı ve bu işlem, kazı bittikten sonra da tekrar edilerek projesine işlenmelidir.
- Tarihi Köprülerde el kazısı ve makine kazısı olmak üzere 2 çeşit kazı yapılır:
- Araştırma hafriyatı köprü ayaklarının etrafında veya toprak altında kalmış kemerleri ve tempan yüzeylerini açığa çıkarmak için yapılan itinalı kazıdır.
- El kazısı köprü yakınlarında ve kemer altlarında yapılır. İş makineleri köprüye mümkün olduğu kadar yaklaştırılmamalıdır. Arazinin uygun olduğu köprülerde iş makinasıyla köprüye en fazla 1 m. yaklaşılacak şekilde kazı yapılabilir.

- Bütün kazılarda hafriyatta bulunacak unsurların tahrip edilmemesi, bulunacak taş, çini, madeni ve ahşap vb. gibi antik parçaların kazıdan ayrılarak çıkarılması gerekmektedir.

Kemer İşleri

- Köprüdeki kemerlerin inşası, yapıda en fazla dikkat ve özen gerektiren yapı elemanları ve sistemin ana taşıyıcıları olması nedeniyle düzgün işçilik gerektirmektedir. Kemerlerde kullanılacak kemer taşlarının sertlik derecesinin 1,5'tan az olmamasına özen gösterilmelidir.
- Kemer taşları öncelikli olarak varsa mevcut sökümünden artan ve tekrar kullanılabilir durumda olan kemer taşlarıyla yapılmalıdır.
- Kemerlerde, düşey eksenin sağında ve solunda kalan daire dilimlerinde bulunan kemer taşlarının derzleri her sırada, ait olduğu dairenin merkezine yönlendirilmelidir. Bu işlem gerçekleştirilirken 5 sırada bir sağlı-sollu kot alınarak kemer yayının projeye uygun bir şekilde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Düşey eksenin sağında ve solundaki daire dilimlerinde bulunan kemer taşları eşzamanlı olarak yerleştirildikten sonra kilit taşıyla bağlanarak sistemin stabilitesi sağlanmalıdır.
- Bütün kemer taşları şablonuna uygun olarak kesilecek, yüzeyleri ince dişli el tarağı ile işlenerek aralarında 5-8 mm. derz yapılacak şekilde birleştirilmelidir. Bu birleştirme sırasında kemer taşlarının projede belirtilen yerlerinde kenet ve zıvanalar kullanılmalıdır.

Tempan Duvar İşleri

- Taş köprülerde bulunan tempan duvarlarında kullanılan başlıca üç taş çeşidi vardır:
 - Yonu taşı
 - Kaba Yonu taşı
 - Moloz taş
- Bu taşların kullanılması köprünün büyüklüğü ve bölgesel özelliğe göre değişmektedir. Büyük ve uzman mimarlar tarafından yapılan köprüler genellikle yonu taşı ile yapılırken, daha basit köprüler ve halk köprüleri ise kaba yonu veya moloz taş ile yapılmıştır.
- Tempan duvarındaki yonu taşı duvar kalınlığı en az 40-60 cm arasında olmalı, taşlar iç yüzeyde sıralı moloz duvarla iç içe girecek şekilde farklı derinliklerde olmalıdır.
- Köprü yapısında bulunması muhtemel olan selyaranlar tempan duvarına bir ek olarak değil duvarın bir parçası olarak yapılmalıdır. Yani tempan taşları ile selyaranda kullanılan taşlar birbirinin içine girmelidir.

- Tempan duvarı, sıralı moloz duvar ve dolgu bir arada örülmelidir. Köprüde önce tempan duvarını, sonra sıralı moloz duvarı örmek , daha sonra ise dolguyu yapmak doğru bir teknik değildir.
- Tempan duvar sıraları yer düzlemine paralel olarak yükselmeli, köprünün döşemesinin eğimli olduğu durumlarda kornişin altındaki son tempan duvar sırasında mümkün olduğu kadar üçgen kesitli taşlardan kaçınılmalıdır.
- Köprünün ana bölümlerinde kullanılan taşlar yerlerine yerleştirilmeden önce ıslatılmalı, bu yolla taşın harcın suyunu emmesi önlenmelidir.
- Tempan taşları arasındaki derzin kalınlığı 5-8 mm. olmalıdır.
- Uygun bir taş duvar örgüsünde üst üste örülen iki tabakanın düşey derzleri birbiri üzerine gelmemelidir. Bu derzler birbirinden taş kalınlığının yarısı kadar uzakta olmalıdır.
- Her taşın uzunluğu yüksekliğinin 1,5 - 3 katı olmalıdır. Çok uzun ve ince taşlar kolaylıkla kırılabilme özelliğine sahiptirler.

Sıralı Moloz Taş Duvar İşleri

- Tempan duvara paralel örülen sıralı moloz taş duvar imalatı öncelikli olarak varsa mevcut sökümünden artan taşlarla yapılmalı, eksik kalan imalat yeni taşlarla tamamlanmalıdır.
- Moloz taşlarının geniş yüzeyleri yatak sathı olarak kullanılmalı, düşey derzler alttaki taşın ortasına gelecek şekilde şaşırtmalı olarak yerleştirilmelidir.
- Üst kotlarda en az 40 cm olması gereken duvar kalınlığı, zemine yaklaştıkça kalınlaşır ve zeminde iki yakadaki sıralı moloz duvar yapısı birleşir. Taş derzlerinin üst üste gelmemesi kadar taş sıralarının da şaşırtmalı olarak tempan duvarına ve dolguya girmesi, köprünün stabilitesi bakımından çok önemlidir.

Moloz Taş Dolgu İşleri

- Kemer yapımı tamamlandıktan sonra tempan duvar ve sıralı moloz taş duvarlar arasına yapılan dolgudur.
- Moloz taş dolgular, horasan harçlı ocak taşı ile yapılır. (Sökümünden çıkan ve dolgudan başka herhangi bir imalatda kullanılamayacak durumda olan taşlar dolguda kullanılabilir.)
- Dereden toplanan düz yüzeyli taşların dolguda kullanılması uygun değildir.
- Mevcut köprüde sökülmesine gerek görülmeyen moloz dolgu ile yeni yapılacak dolgunun aderansının temini amacıyla eski dolgu yıkandıktan sonra eksik kalan kısımlar doldurulmalıdır. Yeni dolgu taşlarıyla yapılan imalatta dolgu taşları geniş yüzeyleri üzerine yatırılmalı, bütün taş yüzeylerinin horasan harcıyla kaplanmasına dikkat edilmelidir.

- Unutulmaması gerekir ki köprü dolgusu köprünün statik bütünlüğünü oluşturan en önemli yapılardandır. Dolayısıyla dolgu boşluk alanlarının rasgele doldurulması değil köprü tempan duvarları arasında sağlam bir duvar örülmesi işidir.

Döşeme İşleri

- Döşeme köprünün en fazla dış etkiye maruz kalan bölümlerindendir. Köprü döşeme taşlarının minimum kalınlığı 15 cm olmalıdır.
- Döşeme taşlarının üst yüzeyleri düzgün olmalı, altta kalan yüzeyleri ise alt kısımdaki dolguyla ve horasan harcıyla aderans sağlaması amacıyla girintili yapılmalıdır.
- Döşeme taşları arasındaki derzin kalınlıkları orijinaline ve projesine uygun bir şekilde yapılmalıdır.
- Eğimin az olduğu köprülerde yağmur sularının birikmesini önlemek ve tahliyesini sağlamak amacıyla projesinde gösterilen boyutlarda çörtentler yapılır.
- Yerine konan döşeme taşlarına mutlaka yüz açma işlemi uygulanmalıdır.
- Döşemede kullanılacak taşın aşınma değerleri düşük olmalıdır.

Çürütmeler

- Sökülmesi ve yıkılması gerekmeyen veya mümkün olmayan yerlerde yonutaşı imalatın etrafındaki sağlam olan taşlara zarar vermeden gerekli görülen yerlerde taşın bir bölümünün alınarak (çürütülerek) yerine sağlam taşların monte edilmesi işidir.
- Çürütmenin derinliğinin en az 30 cm, çürütme yapıldıktan sonra yerine koyulacak kaplama taşının kalınlığının en az 25 cm olması gerekmektedir.
- Çürütme yapılırken eski taş yüzeyi, diğer taşlara zarar vermeden itina ile düzeltildikten sonra, çürütme yapılan bölge temizlenir ve yeni taş çürütülen yere yerleştirilerek horasan harcı ile eski yüzeye bağlanır. Bu işlem yapılırken eski taş ve yeni taş yüzeylerinin birbiriyle tam örtüşmelerine dikkat edilmelidir.

İmalatlarda Yüz Açılması, Derz Açılması Ve Yapılması İşleri

- Tarihi köprü restorasyon işlerinde kullanılacak olan yapı elemanlarının imalat sırasında tarak, murç ve mucarta gibi aletlerle işlenmesi işlemine yüz açılması denir. Eski taşlara yüz açılırken kemer taşları, yonu taşı, tempan, vb. ait taşların köşe ve kenarları kırılmadan varsa bitki, ot ve köklerinden arındırılmalı, kesinlikle taşın patinasına (dış yüzeyine) dokunulmamalıdır.
- Derz açılması işleminde, 3 - 5 cm arasında değişen derinliğe kadar açılan derz yerleri temizlenerek yeniden derz yapılmaya elverişli hale getirilmelidir. Hazırlanacak horasan harcı karışımı mala ucu ile derz yüzüne uygulanmalı ve harcın prizi tamamlanıncaya kadar sulanmalıdır.

- Derz yerlerine tatbik edilen harcın taş yüzeyine bulaşmasıyla köprüde hoş olmayan bir görüntü meydana gelmektedir. Bu yüzden derz yapma işlemi tamamlandıktan sonra bu yüzeyler tel fırça ile fırçalanmalı, çıkarılamıyorsa yıkanarak temizlenmelidir.
- Döşemelerde derz yapılırken; taşların derz harcıyla ve yağmur sularının tahliyesine imkan verecek eğimde yerine konulması, düşey derzlerin düzgün olarak tanzimi, derzlerin kademeli ve arada boşluk kalmayacak şekilde derz şerbeti ile satıh seviyesinde doldurulmasına dikkat edilmelidir.
- Yonu taşı kaplama imalatlarında derz kalınlığı 5-8 mm aralığında ve derz yüzeyinden 1-2 mm içeride olacak, kabartma derz kesinlikle kullanılmayacaktır.
- Taş aralarında derz yapılmayan bölümler bırakıldığı takdirde bu bölümlerden giren bitki tohumları gelişerek zamanla büyümekte, bitki kökleri derzlerin bozulmasına ve taşlarda ayrılmalar meydana gelmesine neden olmaktadır. Ayrıca bu bölgelerden giren sular köprünün iç bölgelerine kadar ilerleyerek köprü stabilitesine zarar vermektedir. Bu nedenle köprüde derz yapılmayan hiçbir yer bırakılmamalıdır.

Delik, Kenet, Kanal Ve Kurşun İşleri

- Köprüyü oluşturan taş yapı elemanlarının kenet demirleriyle bağlanarak birlikte çalışması için taşlar üzerinde kenet yuvaları açılır.
- Bu işlem yapılırken taşlar zedelenmeden açılan delikler temizlenerek (toz, taş kırıntısı v.b.) kenet yapılmaya hazır hale getirilmelidir.
- Taş yüzeylerine açılan ve kenet demirlerinin oturacağı kanalların boyutları, kenet demiri uzunluğu, genişliği ve kalınlığı kadar olmalıdır. Taşların zarar görmemesi için itinalı olarak çalışılmalıdır.
- Kenet yerleştirme işlemi tamamlandıktan sonra demir ve taş elemanların birbiriyle tam olarak bağlanması için kenet deliklerine kurşun dökülür. Kurşunlar 400 derecede ısıtılarak eritilmeli, üzerindeki pasa alındıktan sonra açılan deliklere 370-380 derecede ve zaman kaybetmeden bir defada itinalı bir şekilde dökülmelidir.
- Taşların birbiriyle bağlantısını sağlayarak yapıyı güçlendirme işlevine sahip olan kenetler, diğer yandan da önemli bir tahribat nedeni olabilir. Taş aralarından giren yağmur suları kenetleri çürüterek taşların ayrılmasına neden olmaktadır. Bu sebeple kenet bağlantısından sonra birbirine yanaşık taşlar arasında boşluk kalmamasına dikkat edilmeli ve köprüde üzeri galvanizle kaplanmış korozyona dayanıklı kenet demirleri kullanılmalıdır.

Taş Tahkimat (Radye Temel) İşleri

- Taşıyıcı ayakları ve ayak temelleri hasar görmüş köprülerin, zeminindeki oyulmaların giderilmesi ve köprünün bulunduğu zeminin orijinal haline getirilmesi amacıyla köprü, ayakları içine alacak şekilde radye temel niteliğinde taş tahkimatla tahkim edilir.
- Yapılacak taş tahkimatlarda kalite ve estetik görüntüye dikkat edilmeli, uzun yıllar hizmet verebilmesi için tabakalar halinde serilmeli ve sıkıştırılmalıdır.
- Radye temel uzunluğu membada ve mansapta köprünün bulunduğu zemindeki oyulma miktarına göre, kontrol direktifinde projesine uygun olarak yapılır.
- Radye temelde kullanılan taşların çapları su akıntısıyla sürüklenmeyecek kadar büyük olmalıdır.
- Nehir yatağının derinde kalan yerlerinde istifsiz, bunların üzerine ise istifli taş tahkimat yapılmalıdır.
- Radye temel zeminin rölövesi alındıktan sonra uygulanmalı, rötre kotunun üstüne çıkılmamalı ve radye temelden sonra su seviyesinde meydana gelen yükselme gerekli hidrolik hesaplar yapılarak hesaplanmalıdır.

Tarihi köprü onarımlarının uluslararası kurallara uygun ve doğru bir şekilde yapılabilmesi için yukarıda genel hatlarıyla belirtilen hususlara dikkat edilmeli ve tarihi köprü onarımları bu çerçevede yapılmalıdır.

Kaynaklar

Tarihi Köprülerin Onarımı (2007), T.C. Ulaştırma Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü

Karayolları Genel Müdürlüğü, Köprüler Dairesi Başkanlığı, Tarihi Köprüler Şubesi Müdürlüğü Envanteri

