

DEPREM BÖLGELERİNDEKİ TARİHİ KÂGİR YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YENİ TEKNİKLER

INNOVATIVE RETROFITTING TECHNIQUES FOR HISTORICAL MASONRY STRUCTURES UNDER THE RISK OF EARTHQUAKES

AYDIN, E.Ö. ^{1*}, FAHJAN, Y.M. ², ÇÖMLEKÇİOĞLU, R. ³

E-posta: ¹ ozlemoral@gyte.edu.tr, ² fahjan@gyte.edu.tr, ³ reyhancomlekcioglu@gmail.com

Anahtar Kelimeler: Tarihi Kâgir Yapılar, Deprem, Sismik Güçlendirme, Koruma Tüzükleri

ÖZ: Bu çalışmada tarihi kâgir yapıların sismik güçlendirilmelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan Fiber Takviyeli Polymerler/Plastikler ve Zemin Yalıtımı gibi yeni sismik güçlendirme teknikleri üzerinde durulmuştur. Bu tür tekniklerin tarihi yapılarda uygulanmalarının olumlu ve olumsuz yönleri koruma disiplini ve uluslararası koruma tüzükleri çerçevesinde tartışılarak öneriler geliştirilmiştir.

ABSTRACT *This study focuses on new seismic retrofitting techniques such as Fiber Reinforced Polymers/Plastics and Base Isolation that begin to be used widespread at historical masonry buildings. Advantages and disadvantages of these techniques that have been applied to the historical buildings are discussed within the context of conservation discipline and international conservation charters and accordingly suggestions are developed.*

GİRİŞ

Depremler tarihi yapıların strüktürel sistemini en çok etkileyen tehlikelerden biridir. Tarihi kâgir yapılar genellikle taşıyıcı ayaklar, sütunlar, taşıyıcı duvarlar, payandalar, kemerler, tonozlar, kubbeler, gergiler ve ağırlık kuleleri gibi taşıyıcı bileşenlerden oluşur. Tarihi yapıların sismik yükler altındaki davranışının analizinde geometrik düzensizlik, yapı bileşenlerinde kullanılan malzemeler hakkında bilgi yetersizliği ve kâgir malzemelerin çekme kuvvetlerini karşılayamaması gibi problemlerle karşılaşmaktadır. Tarihi yapıların olası depremlerde hasar görmemeleri ve yıkılmamaları için, öncelikle yapının depreme karşı davranışı doğru olarak belirlenmeli, yapısal sistemin zayıf noktaları tespit edilmelidir. Tarihi yapıların deprem güvenliğinin tespiti amacıyla deprem analizi yapılması ön şarttır. Analiz sonuçlarına dayanarak, eğer gerekirse, seçilecek güçlendirme metotları sırasında tarihi yapıya yapılacak müdahaleler, uluslararası koruma tüzükleri çerçevesinde, yapının özgün mimari özelliklerine zarar vermeden gerçekleştirilmelidir.

Tarihi kâgir yapıların sismik açıdan güçlendirilmeleri strüktürel sistem ve elemanların güçlendirilmeleri ile sağlanabilir. Ankraj bağlantıları, güçlendirilmiş harçlar, çelik çaprazlar, bağlayıcı kirişler, moment aktaran çerçeveler, yatay diaframlar gibi standart ve geleneksel güçlendirme metotları tarihi yapıların karakterine uygun tasarlandığında başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Buna ek olarak tarihi yapıların güçlendirilmelerinde Fiber Takviyeli Polimerler/Plastikler (FRP) ve Zemin Yalıtımı (Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler ve Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler) gibi yeni teknolojilerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Tarihi yapılara yapılacak müdahaleler sırasında uygulanacak yeni teknolojilerin seçiminde itinalı olunmalı ve yeterliliği bilimsel bilgiler ve deneylerle ortaya konulmuş çağdaş yöntemler tercih edilmelidir.

Bu çalışmada sismik güçlendirilmelerinde Fiber Takviyeli Polymerler/Plastikler (FRP) ve Zemin Yalıtımı (Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler ve Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler) gibi yeni sismik güçlendirme tekniklerinin uygulandığı tarihi kâgir yapılar üzerinde durulmuştur. Bu tür uygulamaların olumlu ve olumsuz yönleri koruma disiplini ve uluslararası koruma tüzükleri çerçevesinde tartışılarak öneriler geliştirilmiştir.

TARİHİ KÂGİR YAPILARIN SİSMİK GÜÇLENDİRİLEMELERİNDE FRP ve ZEMİN YALITIMI UYGULAMALARINDAN ÖRNEKLER

Deprem riski altında bulunan tarihi kâgir yapıların hasar görmüş ve/veya hasar görmesi muhtemel strüktürel sistem ve/veya elemanlarının güçlendirilmelerinde Fiber Takviyeli Polymerler/Plastikler (FRP) ve Zemin Yalıtımı (Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler ve Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler) gibi kullanımı yaygınlaşan yeni teknikler, uygulanan örnek yapılar yardımıyla, bu bölümde irdelenmiştir.

FRP Uygulamaları:

Fiber Takviyeli Polimerler; düşük yoğunluklu, uyumlu mekanik özelliktedir, paslanmaya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır. Ayrıca esnek ve hızlı uygulanabilmektedir. Günümüzde inşaat mühendisliği alanında binaların, köprülerin ve diğer alt yapı sistemlerinin sismik güçlendirmede kullanımları yaygınlaşmaktadır (Bastianini ve diğerleri, 2005).

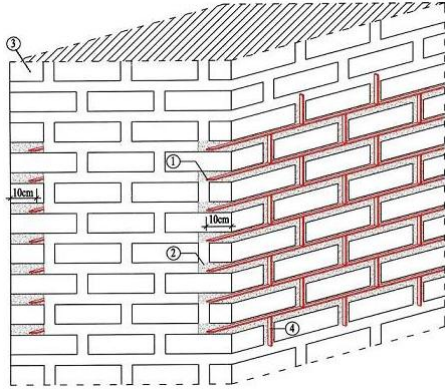
Sismik güçlendirmenin ana amacı, yapıyı deprem sırasında etkileyecek yatay kuvvetlere yani çekme gerilemelerine karşı kuvvetlendirmektir. Fiber Takviyeli Polimer uygulaması olarak tanımlanan uygulamalarda yapıların çekme bölgelerine FRP çubuklar veya şeritler yerleştirilerek bu bölgelerde deprem sırasında oluşabilecek yatay kuvvetlere karşı çekme elemanları oluşturulmaktadır.

- FRP çubuklar ile güçlendirme:

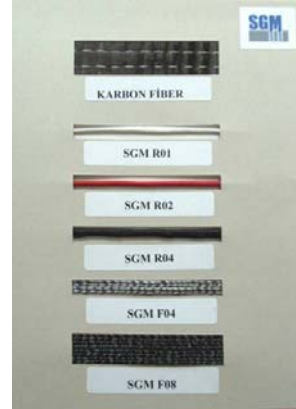
Kâgir yapıların deprem analizlerine göre belirlenmiş, hasar görmesi muhtemel strüktürel duvarlarında uygulanmaktadır. FRP çubuk ile güçlendirme uygulamalarında firmaların farklı yaklaşımları bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan birinde duvar derzlerindeki geleneksel harçlar yaklaşık 7-10 cm. boşaltılarak, boşalan alana fiber çubuklar yerleştirilmektedir (Şekil 1, 2). Boş kalan derzler yapıda kullanılan özgün harç özelliklerinde veya özgün harçla uyumlu harçla yeniden doldurularak uygulama tamamlanmaktadır (Bayraktar, 2006). Bu tür uygulamada yapıdan çıkan harcın tekrar kullanılması uygun değildir (Bayraktar, 2006). Bazı uygulamalarda ise duvar derzlerinde 2 - 3 cm. derinlikte boşluklar açılarak bu boşluklara özel reçine ya da kireç esaslı harçlar kullanarak FRP çubuklar yerleştirilmektedir (Tarihi Yapı Güçlendirme Rehberi, 2007). FRP çubuklar ile duvar yüzeyinde oluşan çekme gerilmeleri karşılanırken duvarın sünekliği de artırılmış olmaktadır. Bu çubuklar 5 - 12 mm. arasında değişen dairesel kesitli ya da 1.4 x 10 mm. ölçülerinde dikdörtgen kesitli olabilmektedir. Duvarlar, kemerler, tonozlar, kubbe ve minareler bu sistemle çeşitli konfigürasyonlarla güçlendirilebilmektedir (Bayraktar, 2006). Türkiye'de Laleli II.Beyazıt Hamamı, Abide Hatun Cami (Şekil 3) FRP çubuklar ile güçlendirilen yapılardandır.

- FRP şeritler ile güçlendirme:

Duvarların, kemerlerin, tonozların ve kubbelerin dış yüzeylerinde, uygun doğrultularda FRP ile sarılarak mevcut yükler altında taşıma kapasitelerinin ve sünekliklerinin artırılması amaçlanır. Ancak bu güçlendirme tekniğinde uygulama detayları çok önemlidir. Özellikle yapıştırma yapılacak alt yüzeylerin doğru hazırlanması gereklidir (Tarihi Yapı Güçlendirme Rehberi, 2007).



Şekil-1. FRP çubukların uygulama detayının şematik çizimi,
Kaynak: Bayraktar, 2006.



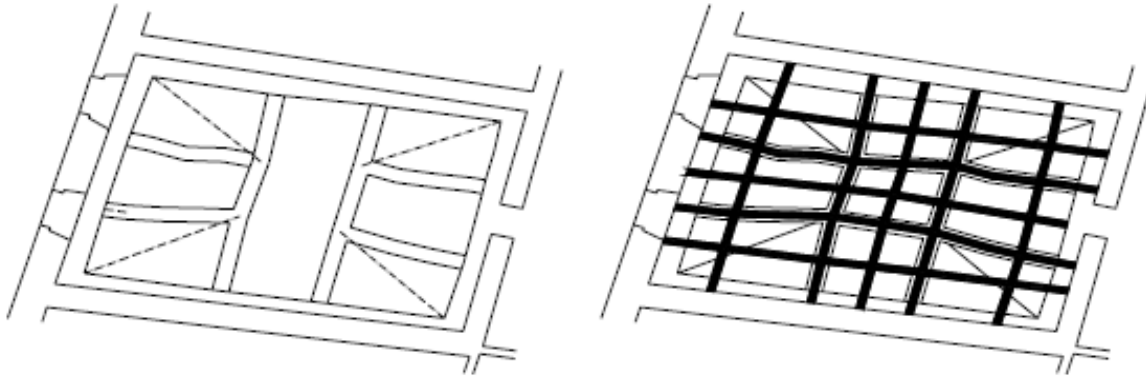
Şekil-2. FRP çubuk ve şeritlerden örnekler
Kaynak: Bayraktar, 2006.



Şekil-3. Abide Hatun Cami'nin FRP çubuklarla güçlendirme uygulaması
Kaynak: Bayraktar, 2006.



İtalya Roma'da yer alan karmaşık bir yapıya sahip Emi-Pandolfi binası, 1997 depreminde ciddi hasar görerek birçok yapısal elemanı FRP ile güçlendirilmiş yapılardandır. Yapıda hasar görmüş eni 7.4 m., uzunluğu 10.3 m., ortalama kalınlığı 12 cm. olan tonozun güçlendirilmesinde FRP şeritler kullanılmıştır (Şekil 4). Uygulama sırasında tonoz üzerindeki dolgu materyal kaldırılmış, tonoz yüzeyi zımpara ve su bazlı çözücü ile temizlenmiştir. Tonoz yüzeyine uygulanacak şeritlerin bulunduğu doğrultular epoksi astar boya ile boyandıktan sonra epoksi macunu sürülmüştür. FRP şeritlerin ilk katmanı bağlayıcı bantlar üzerine epoksi reçine ile uygulanmıştır. Her katman arasına epoksi macunu sürülerek işleme devam edilmiştir. Üzerine çelik levha yerleştirilerek uygulama tamamlanmıştır. Ancak bağlantıyı arttırmak amacıyla fiber hizalama yapılan yüzeylerin üzerine delikli tuğla ile duvarlar örülmüştür (Şekil 5, 6) (Bastianini ve diğerleri, 2005).



Şekil-4. Tonoza uygulanan FRP'nin şematik anlatımı,
Kaynak: Bastianini ve diğerleri,2005



Şekil-5. Tonoza yapıştırılmış FRP şerit
ile mevcut duvar arasındaki detay,
Kaynak: Bastianini ve diğerleri, 2005.

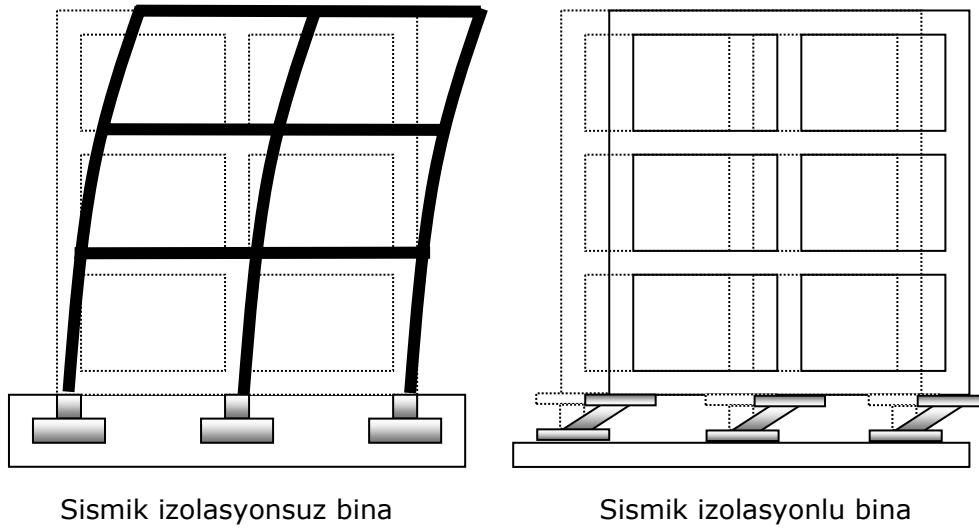


Şekil-6. Boşluklu tuğla duvara yapıştırılmış
FRP şerit ile mevcut duvar arasındaki detay,
Kaynak: Bastianini ve diğerleri, 2005.

Zemin Yalıtımı:

Yapıların depreme dayanıklı klasik tasarımında, depremden dolayı gelecek yatay yükleri taşıyabilecek şekilde hesap, boyutlandırma ve tasarım gerekmektedir. Sismik yalıtım prensibinin yaklaşımı ise, deprem hareketinden yapıya gelebilecek yatay yüklerin ve titreşim enerjisinin azaltılmasıdır. Zemin yalıtımı uygulamalarında temel ile üst yapı arasında konulan izolatör sisteminin deprem enerjisini mümkün olduğu kadar yutması amaçlanmaktadır. Buna bağlı olarak maksimum salınım yalıtım sisteminde gerçekleştirilirken, üst yapıda minimum salınım hedeflenmektedir (Kelly, 1991).

Bu teknolojinin doğru uygulanması, yapıların şiddetli depremler sırasında elastığe yakın davranmasını sağlar, yapıya gelen kuvvetler azalır, kat ivmeleri küçülür, katlar arası görece deplasmanlar küçülür. Böylece sadece can güvenliği değil, aynı zamanda üst yapının yapısal elemanlarının hasarı ve yapısal olmayan diğer eleman ve ekipmanların maddi hasarları minimuma indirilebilir (Sadek ve diğerleri, 1997) (Şekil 7). Bu tür avantajları nedeniyle zemin yalıtımı uygulamaları, tarihi değer taşıyan yapıların deprem hasarlarından korunması konusunda ümit verici bir yöntem olarak görülmektedir. Piyasada iki tip sismik yalıtım sistemi bulunmaktadır.



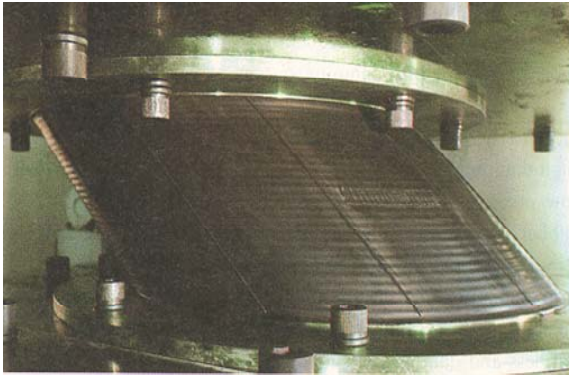
Şekil-7. Sismik izolasyonlu ve sismik izolasyonlu yapıların deprem karşındaki davranışları

- Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler – Rubber Bearings:

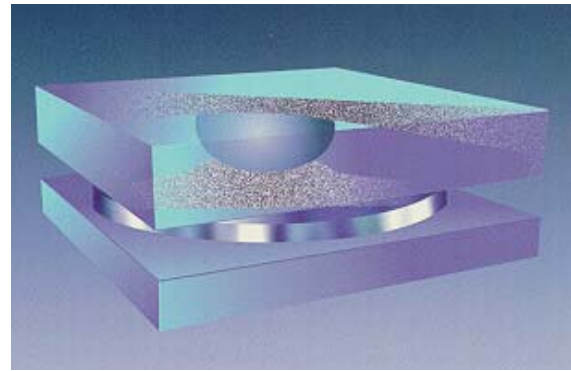
Lamine edilmiş kauçuk taşıyıcı tipteki bu izolatörler (Şekil 8), genelde yatay doğrultuda esnekler. Düşey yükler doğrultusunda ise basınç dayanımları yüksektir. Yatay birim şekil değiştirmesi ve kayma deformasyonu yüksek olan (%150) doğal kauçuğun içine rijitlik ve sönüm artışı için karbon siyahı eklenir. Ayrıca dinamik sönümü ve yatay stabilitesini yükseltmek amacıyla kurşun çekirdek yerleştirilir. Kauçuk esaslı sismik izolatörlerde yatayda her yönde kayma deformasyonu %150'ye yakındır. İzolatör cihazının orijinal pozisyonuna dönmesi düşey yüke ve içindeki çelik levhaların ve kurşun çekirdeğe bağlıdır. Hesaplanan yatay ve düşey deplasmanları karşılayabilecek kapasitedeki kauçuk esaslı sismik izolatör taban plakları yardımıyla kolon altına yerleştirilir [1].

- Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler – Friction Pendulum Bearings:

Sürtünme esaslı sismik izolatörler (Şekil 9) birbirinin üzerinde kayan iki adet çelik tabaka ve ilave bir çelik mafsaldan imal edilmiştir. Özel metallere kullanılarak iç bükey küresel yüzey üzerinde kayabilen mesnet elemanı bu yatay hareket sırasında binayı yükselten bir özelliği olduğundan gelen enerjiyi sönmülemekte ve deprem etkisini azaltmaktadır [1].

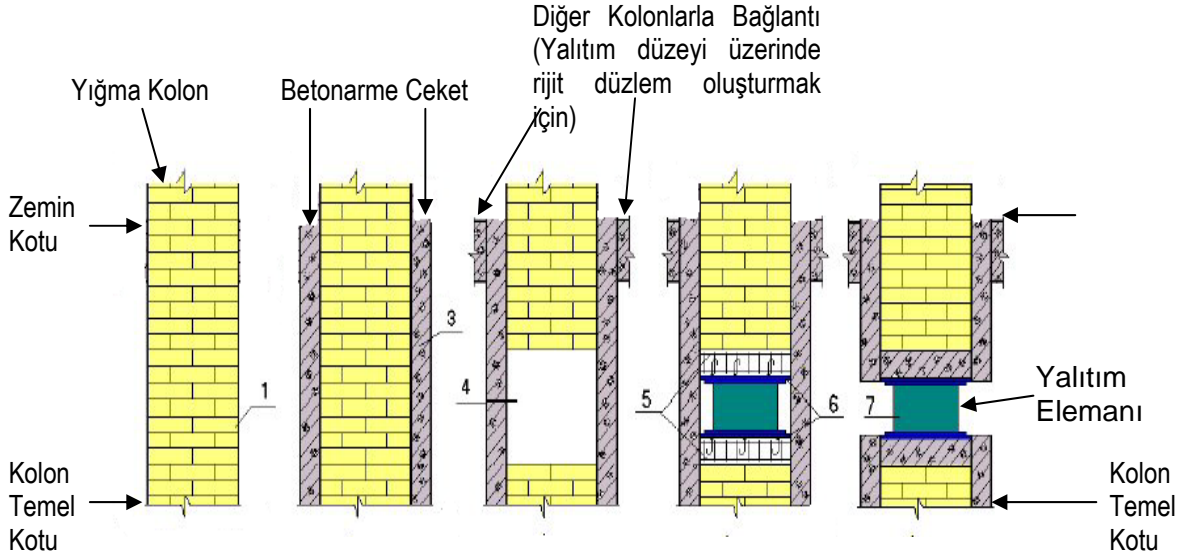


Şekil-8. Kauçuk esaslı sismik izolatörler



Şekil-9. Sürtünme esaslı sismik izolatörler

Tarihi ve diğer mevcut binalara yalıtım uygulanmasında taşıyıcı duvarlar ve/veya kolonlar kesilerek değişik uygulama konfigürasyonlarına başvurulabilmektedir. Zemin yalıtımın kâgir yapılarda uygulanması şematik olarak Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil-10. Zemin yalıtımının tarihi kâgir duvarlarda uygulanmasının şematik anlatımı, Kaynak: Erdik, M., Yayınlanmamış Ders Notları

Amerika Birleşik Devletleri'nde zemin yalıtımı uygulaması yapılmış tarihi binalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- San Francisco City Hall
- Oakland City Hall
- Los Angeles City Hall
- US Court of Appeals

ÇAĞDAŞ KORUMA TEKNİKLERİNİN KORUMA TÜZÜKLERİNDEKİ YERİ

"Mimari Mirasın Korunması" konusunun disiplin içinde yürütülmesi ve bilimsel bir uğraş haline dönüşümünde 1964 yılında Venedik'te düzenlenen "II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimari ve Teknisyenleri Kongresi" nde "Venedik Tüzüğü" adıyla anılan kararlar yol gösterici olmuştur. Tüzük, dünyanın beş kıtasında uygulamaya konulmuş, kurallarına uyum gösterilmeye çalışılmıştır. Zaman içinde tüzüğü aşan durumların var olduğu kabul edilmiş fakat tüzüğe dokunulmamıştır (Ahunbay, 1996).

Venedik Tüzüğü'nde, Venedik Tüzüğü'nden önce ve sonra hazırlanan konuyla ilgili tüzüklerde "Mimari mirasın restorasyonu sırasında çağdaş teknik ve malzemelerin seçimiyle" ilgili geçen maddeler bu bölümde özetlenecektir. Venedik Tüzüğü'nden önce çağdaş tekniklerin seçimiyle ilgili olarak 1931'de Atina'da toplanan "Tarihi Anıtların Korunması ile İlgili Mimari ve Teknisyenlerin I. Uluslararası Konferansı"nda:

- Tarihi anıtların onarımında çağdaş tekniğin sunduğu bütün olanaklar akıllıca kullanılmalıdır,

ifadesi vardır (Ahunbay, 1996). Bu ifadeyle çağdaş, yenilikçi tekniklerinin mimari mirasın restorasyonunda kullanılabileceği konusu ilk defa vurgulanmaktadır.

1964'te Venedik Tüzüğü adıyla anılan kararların 10. maddesinde yer alan [2]:

- Geleneksel tekniklerin yetersiz kaldığı yerlerde, koruma ve inşa için bilimsel verilerle ve deneylerle geçerliliği saptanmış herhangi çağdaş bir teknik kullanılarak kültür varlığı sağlanabilir,

ifadesiyle 1931'deki konferans bildirgesinde konuyla ilgili ifadenin daha da netleştirildiği görülmektedir.

Gelişen teknoloji bağlamında kültürel mirasın restorasyonunda kullanılan malzeme ve tekniklerde gelişmektedir. Çağdaş tekniklerin mimari mirasın restorasyonunda kullanım prensiplerini de içeren ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) tarafından 2003'te hazırlanan "Mimari Mirasın Analiz, Koruma ve Yapısal Restorasyon Prensipleri" başlıklı tüzükte (ICOMOS Charter- Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage (2003)) konuyla ilgili maddeler aşağıda özetlenmiştir [3]:

Genel kriterler başlığı altında yer alan konuyla ilgili madde [3]:

1.7. Mimari mirasın restorasyonu sırasında uygulanması düşünülen müdahaleler yapıya fayda veya zarar getirisi belirlenmeden kesinlikle gerçekleştirilmemelidir. Ancak acil koruma önlemlerinin alınması, direkt yıkılma riski taşıyan yapılar için (örn. sismik hasarlardan sonra) gereklidir. Bu tür acil önlemlerin uygulanması sırasında da mümkün olduğunca yapıda geri alınamaz müdahalelerden uzak durulmalıdır.

İyileştirici önlemler ve denetimler başlığı altında yer alan konuyla ilgili maddeler [3]:

3.5. Her müdahale yapının belirlenen emniyet sınırları ile uyumlu olmalıdır. Bu nedenle yapıdaki tarihi değerlere en az hasarı verecek şekilde yapılacak müdahalenin yapının emniyeti ve dayanıklılığını garanti altına alacak şekilde minimum düzeyde tutulmalıdır.

3.7. Geleneksel ve yeni teknikler arasında seçim söz konusu olduğunda durum bazında karar verilmeli, emniyet ve dayanıklılık gereksinimleri göz önünde bulundurularak en az yayılcı ve tarihi değerlerle en uyumlu teknik tercih edilmelidir.

3.9. Mümkün durumlarda, benimsenen müdahaleler dönüşebilir olmalıdır, böylece yeni bilgi ve tekniklerin kazanılması durumunda yapılan müdahaleler en uygun önlemlerle yapıdan uzaklaştırılabilir. Müdahalelerin tamamen dönüştürülemediği yerlerde, mevcut müdahaleler diğer müdahaleleri sınırlandırmamalıdır.

3.10 Restorasyon çalışmalarında kullanılan malzemelerin (özellikle yeni malzemelerin) özellikleri ve mevcut malzemelerle uyumluluğu ispatlanmış olmalıdır. Bunlar uzun dönem etkilerini de içermelidir ki, böylece istenmeyen yan etkilerden sakınılabilsin.

Korumanın bilimsel bir disipline kavuşması amacıyla çıkarılan koruma tüzüklerinde tarihi yapılarda çağdaş malzeme ve tekniklerin kullanımına belirli şartlar altında izin verilmektedir. Bu tekniklerin bilimsel verilerle ve deneylerle geçerliliği saptanmış olması ön şarttır. Mevcut yapıyla uyumu, uzun dönem içindeki davranışlarının tespiti önemli konular arasındadır. Ayrıca yapılacak müdahalelerin dönüştürülebilir olması da istenen diğer şartlardandır. Dönüştürülemeyen uygulamaların yapıya yapılacak gerekli diğer müdahaleleri de engellememesi istenmektedir.

KORUMA TÜZÜKLERİ ÇERÇEVESİNDE TARİHİ KÂĞİR YAPILARDA YENİ SİSMİK GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASININ GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Tarihi kâgir yapılarda FRP uygulamaları ve zemin yalıtımının deneysel verilerle geçerliliği saptanmıştır. Ancak bu uygulamalar, şiddetli bir depremde sınanmamıştır. Bu açıdan bakıldığında incelenen tekniklerin uzun dönem içindeki etkileri konusu netleşmemiştir.

Olumlu Bulunan Yönler

- FRP çubuklar çelik donatılara göre çok yüksek mekanik dayanımlara sahipken korozyona uğramamaları nedeniyle çok uzun ömürlüdürler. Bu nedenle yapı bünyesine zarar vermemektedirler.
- Çelik donatı ile güçlendirilme durumunda yapıya yerleştirilen elemanlar daha geniş kesitlidir. FRP çubuklarının tercih edilmesi durumunda yapıya daha küçük kesitli güçlendirme elemanları yerleştirilmektedir. Böylece yapıdaki müdahale alanının yayılımı azalmaktadır.
- Zemin yalıtım sistemlerinde kullanılan izolatörler genellikle 50 – 100 yıl ömürlü olduğu tahmin edilmektedir. Ancak fonksiyonunu yitiren izolatörler yenileriyle değiştirilebilir. Bu sebeple zemin yalıtımı sistemleri uzun ömürlü olarak tanımlanabilir.
- Zemin yalıtımı sistemleri sadece yapısal elemanları değil aynı zamanda yapısal olmayan diğer eleman ve ekipmanların hasarını minimuma indirmesi nedeniyle sanat tarihi açısından önemli objeleri bünyesinde barındıran yapıların sismik izolasyonları için ayrı bir önem taşımaktadır.

Olumsuz Bulunan Yönler

- FRP uygulamaları duvara çekme gerilmesine dayanıklılık becerisini verirken, duvar çatlağı oluşumunu engelleyememektedir.
- Uygulama alanlarında yayılmış mikro (küçük) ve makro (büyük) kabarcıklar, fiber hizalamalarında ve yüzey hazırlıklarındaki yanlış birleşimler gibi üretim hataları FRP şeritlerin sıkça karşılaşılan uygulama hatalarıdır ve bu hatalar dayanıklılık üzerinde önemli etkiye sahiptirler. Ayrıca malzeme bilimciler tarafından yürütülen deneysel testler ince uygulanan FRP şeritlerin dayanıksız olduğunu ortaya koymaktadır (Bastianini, 2005).
- FRP şeritlerin yapı bünyesine entegrasyonu arttırmak amacıyla örülen ek duvarlar tarihi yapıda niteliksiz eklere neden olmaktadır.
- FRP uygulamalarının yapı bünyesine entegrasyonunda yapıdaki geleneksel harcın kullanımı yerine özel reçine veya epoksi macunu gibi yeni bağlayıcıların kullanımı yapı bünyesine uzun vadede zarar verebilir.
- Zemin yalıtımı uygulamaları, tarihi yapı ile temeli arasındaki ilişkiyi kesmesi nedeniyle kalıcı bir müdahaledir ve dönüştürülemez.

SONUÇ VE ÖNERİLER

FRP uygulamaları ve/veya zemin yalıtımı ile sismik açıdan güçlendirilen tarihi yapılar şiddetli bir depreme maruz kalmamış ve deprem sonrasındaki davranışları kesin olarak bilinmemektedir. İlgili uzmanlarca bu tür tekniklerin tarihi açıdan çok önemli kâgir yapılarda, laboratuvarlarda kapsamlı deneyleri yapılarak sunulan fayda/zarar analizi çerçevesinde kullanılması tavsiye edilir. Kabullerden kaçınılarak her yapı için bu deneylerin tekrarlanması uygun olacaktır. Çünkü tarihi yapıların her biri yapıldıkları dönem ve malzeme özellikleri açısından farklı örneklerdir.

FRP uygulamalarının yapı bünyesine entegrasyonu sırasında mümkün oldukça yapıda kullanılan özgün harca yakın özellikte harçlar kullanılması tavsiye edilir. Yapıda boşaltılan derzlerden çıkarılan eski harçların kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Zemin yalıtımı uygulamalarında tarihi yapı ile temeli arasında ilişkinin kesilmesi nedeniyle bu tekniklerin özellikle arkeolojik değeri olan tarihi kâgir yapılarda kullanımı tavsiye edilmemektedir. Çünkü arkeolojik özellikte ve değişik katmanların izlerini taşıyan yapıların temelleri yapıların geçmişleri ile ilgili önemli izler taşımaktadır. Ayrıca tarihi oldukça eski olan kâgir yapıların temel sistemleri galeri, sarnıç, kazıklar içerebilmektedir. Temel sistemi tam olarak tespit edilmeden yalıtım sistemlerinin tarihi yapılarda uygulanması sakıncalıdır.

KAYNAKLAR

Ahunbay, Z., 1996, Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yem Yayın, İstanbul, s.18-20.

Bastianini, F., Corradi, M., Borri, A., Angelo di Tommaso A., 2005, Retrofit and monitoring of an historical building using "Smart" CFRP with embedded fibre optic, Construction and Building Materials, 19, pp.525-535.

Bayraktar A, 2006, *Tarihi Yapıların Analitik İncelenmesi ve Sismik Güçlendirme Metodları*, Beta Basım, İstanbul.

Kelly, J.M., 1991, Base Isolation: Origins and Development, EERC News, Vol.12, No.1, University of California, Berkeley

Sadek, F., Mohraz, B., Taylor, A., Chung, R.M., 1997, Building publications-Passive Energy dissipation Devices for Seismic Applications - www.fire.nist.gov

Tarihi Yapı Güçlendirme Rehberi, 2007, BASF The Chemical Company Ürün Katalogu

Web kaynakları

[1] <http://www.tolaymuhendislik.com/sismik.htm>

[2] http://www.icomos.org/venice_charter.html

[3] http://www.international.icomos.org/charters/structures_e.htm