

Tarihi Yapılarda Restorasyon Uygulamaları: Bir Durum Çalışması

A. Sertaç Karakaş¹ T. Serhat Bozkurt² Barış Sayın¹ Cemil Akçay³ Barış Yıldızlar³

^{*1} İstanbul Üniversitesi, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, 34116, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, 34743, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320, İstanbul, Türkiye

Özet

Tarihi yapıların zaman içerisinde çevre şartlarından etkilenmesinden dolayı, bu tür yapılarda oluşabilecek yıpranmaların ve bozulmaların giderilmesi amacıyla restorasyon çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Restorasyon çalışmaları kapsamındaki güçlendirme uygulamalarında, söz konusu yapıların tarihi kimliklerinin muhafaza edilmesi, mimari ve statik açıdan uyumun gözetilerek uygulamanın yapılması ve yapının uzun süreli hizmet verecek şekilde gelecek nesillere aktarılması amaçlanmalıdır. Bu çalışmada, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Katihal A.B.D Binasında gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları sunulmuştur. Anılan yapıda, restorasyon projesi doğrultusunda mimari ve statik kapsamda iyileştirmeler gerçekleştirilmiş, böylece yapının servis ömrünün uzatılması ve özgün yapısının muhafaza edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarihi yapı, Restorasyon, Güçlendirme, Cephe iyileştirmesi, CFRP

The Restoration Applications on Historical Structures: A Case Study

Abstract

Since historical structures are affected over time by environmental conditions, they must be restored to remove wear and damage. Restoration should include strengthening practices to preserve the historical identity of these buildings, taking architectural and static consistency into consideration and leaving the buildings to serve future generations for a long time. This study describes the restoration of the Katihal Building, which belongs to Istanbul University's Physics Department. The restoration project included architectural and static improvements which aimed to extend the building's service life and preserve its original structure.

Keywords: Historical structure, Restoration, Strengthening, Facade improvement, CFRP

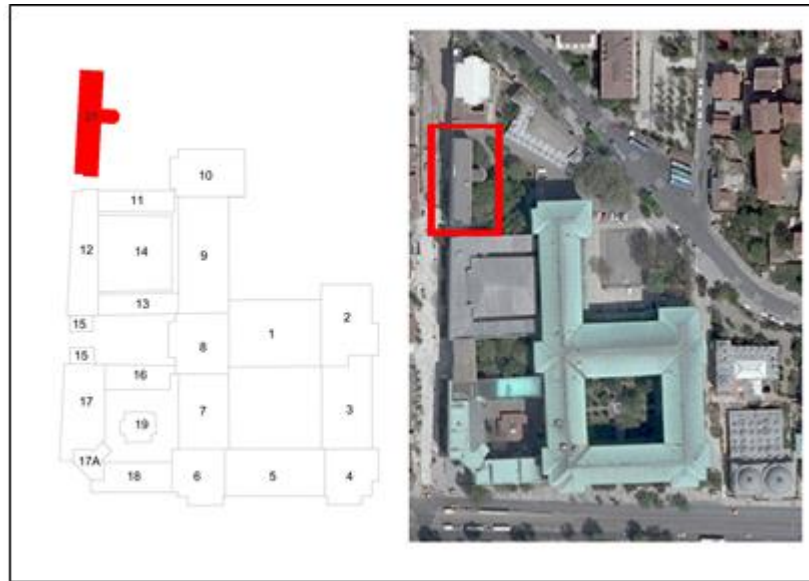
1. Giriş

Tarihi yapıların servis ömrünün artırılması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla gerçekleştirilen restorasyon çalışmalarında, yapının tarihi dokusunun ve mimari yapısının korunması öncelikli olarak gözönüne alınmalıdır. Bu tür yapılarda uygulanacak güçlendirme yöntemi belirlenirken, yapının tarihi dokusunun yanısıra kültürel ve sanatsal değerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda, tarihsel önemi olan yapıların gelecek nesillere aktarılabilmesi için yapılacak çalışmaların, yapıların özgünlüğüne zarar verecek nitelikte olmaması göz önüne alınmalıdır. Günümüzde tarihi yapıların restorasyonu kapsamında gerçekleştirilen güçlendirme uygulamalarında çeşitli yöntemler kullanılmakta ve malzeme olarak son yıllarda karbon fiber (CFRP) ve çelik elemanların etkinliği araştırılmaktadır [1-4].

Restorasyon çalışmalarında, çoğunlukla özgün yapım tekniklerinin kullanılması tercih edilse de, bu tekniklerin yetersiz kalması durumunda, çağdaş yöntem ve malzemeler de kullanılabilir. Çalışma kapsamında, Üniversite eğitim ve hizmet binası olarak hizmet vermekte olan tarihi yapı örneği ile, söz konusu yapının mevcut durumu deprem riski ve restorasyon ilkeleri açısından irdelenmiş; çelik eleman ve karbon fiber olmak üzere iki farklı malzemenin kullanıldığı güçlendirme teknikleri ele alınmıştır. Böylelikle, Üniversite binası olarak servis veren örnek yapıda uygulanan güçlendirme teknikleri kapsamında restorasyon uygulamaları sunulmuştur.

2. Yapının Mevcut Durumu

İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü Katıhal A.B.D Binası; Fatih ilçesi Vezneciler semtinde, Ada 2707, Parsel 91-93,105,107-110'da konumlanmakta ve 03.10.2007 tarihli 1744 sayılı karar ile koruma grubu I olarak tescil edilmiştir (Şekil 1). 1950'li yıllarda taşıyıcı sistemi betonarme olarak 1-bodrum ve 3-normal kat olarak inşa edilen yapı, kısa doğrultuda betonarme perdeli sistem, uzun doğrultuda ise çerçeve sistem olarak projelendirilmiştir. Yapının kısa doğrultusundaki iki kenar ve orta akslarında 10m. uzunluğunda üç adet betonarme perde mevcut iken, perde olmayan aksların bazılarında 10m. kiriş açıklığı geçilmiştir.



Şekil 1. İ.Ü. Fen Fakültesi Binaları: Katıhal binası (21.blok) ve uydu fotoğrafı

2.1. Dış cephe

2.1.1. Mimari tespitler

Söz konusu bina ile ilgili olarak yerinde yapılan incelemelerde yapı duvarlarında örgü malzemesi olarak, tuğla hatıllar dışında küfeki taşı olarak bilinen kireç taşı kullanılmıştır. Bu yüzeylerden alınan örnek numunelerde siyah renkli kir ve birikinti, yağlı boya ile kaplı yüzeyler bulunmaktadır. Küfeki taşı duvarların yüzeyinde, siyah renkli alçıtaşı oluşumu olan kir kabuk ve

toz-toprak birikintisi bulunduğu tespit edilmiştir. Yapının yağmurla yıkanan ve erozyona uğrayan dökülmüş yüzeylerinde bu kirlilik hafifken, saçak altları gibi yağmurla yıkanmayan yüzeylerinde, *Imm*'ye kadar değişik kalınlıklarda kabuk yüzeyler görülmüştür. Küfeki taşların yüzeyinde, ciddi boyutta yüzey erozyonları ile az miktarda da olsa kökleriyle malzemelere hasar veren bitkisel oluşumlara rastlanmıştır. Ayrıca duvarların zemin yüzeyine yakın olan dış kısımlarında nem nedeniyle oluşan yosunlar mevcuttur. Şekil 2a'da yapıya ait dış cephe tahribatları özellikle pencere doğrama çerçevelerinde daha yaygın olarak görülmektedir.



Şekil 2. Yapı dış cephe: (a) küfeki taş yüzey kirliliği ve tahribatı, (b) basit onarımlar

Önceki dönemlerde yapıya ait basit onarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 2b). Bu çalışmalarda; yapı yan cephelerinde kısmen de olsa hem taş değişimi, hem de portland çimentosu bağlayıcılı harçlarla plastik onarımlar yapıldığı gözlemlenmiştir. Yapıya ait sağ cephe duvarlarında bazı taş onarımlarının yapıldığı görülmektedir. Yeni taş ile değişim yapılan bölgeler ile imitasyon uygulaması yapılan bölgelerin çevresinde kalan orjinal yapı taşlarında ise ciddi boyutlu yüzey ayrışmalarının olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak, özellikle imitasyon uygulamasında kullanılan portland çimentosu bağlayıcılı harçların içerdikleri tuzlar, bu harçların imitasyon ürünlerinin gözeneklerinin küçük olması ve yoğunlaşmaya sebep olarak duvar neminin artması belirtilebilir. Bu problemlere ilave olarak gözenek çaplarının çok küçük olması nedeniyle bu alanlar yağmurlu dönemlerde hızla bünyelerine su çekmeleri yanında buharlaşma süresinin uzun olması, kurumanın komşu orjinal taşların yüzeylerinden olmasına neden olmuştur. Bu durum komşu orjinal küfeki taş yüzeylerinde ciddi oranlarda erozyonlara neden olmuştur.

2.1.2. Kimyasal analiz tespitleri

Söz konusu yapının cephesindeki taşlar üzerinde yapılan tuz analizlerinin sonucuna göre özellikle yapının yağmurdan korunan bölgelerinden alınmış olan örneklerde, yüksek miktarlarda hava kirliliğinin neden olduğu sülfat (alçıtaşı) oluşumu tuz bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu örneklerin alındığı küfeki taşların yüzeylerinde portland çimentolu harçlardan kaynaklanan klor tuzuna rastlanmamıştır. Sülfat tuzu görülmeyen örneklerin yüzeylerinde ise çok az miktarda klor tuzu tespit edilmiştir. Ayrıca hemen hemen tüm yüzeylerde, kuşların neden olduğu nitrat tuzları tespit edilmiştir. Yapı yüzeylerinden analiz için temin edilen örneklerde kabuk haline gelmiş siyah kirliliklerin ve alçıtaşı oluşumlarının yanı sıra, taşıtların eksoz gazları vs. yakıtlardan kaynaklı is ve rüzgarla taşınan toz problemi olduğu, bu malzemelerin yüzeyinde is, toprak ve toz karışımı

birikintileri bulunduğu saptanmıştır. Bu duruma ek olarak, yapının güneş ışığını az aldığı yan bahçe cephelerinde ve yağmur suyunun küfeki taşı gözeneklerin girdiği alanlarda yapı malzemelerine zarar veren otsu ve yosun bitki oluşumları tespit edilmiştir. Kimyasal ve biyolojik oluşumlara ilave olarak çimento bağlayıcılı onarım ve dolguları ile metal elemanların yarattığı fiziko mekanik problemler de yapı taşlarında önemli hasarlara neden olmuştur [5].

2.2 Çatı

Anılan yapının çatısında yer alan kurşun imalatların hava ve diğer çevre koşulları nedeniyle zarar gördüğü, alt yalıtımları ve kaplama tahtalarında su sızıntılarına bağlı çürümeler gözlenmiştir. Tüm dış cephe ahşap doğramalarında dış etkenlere bağlı cilalarının aşındığı ve ahşap doğramaların çürüdüğü tespit edilmiştir.

3. Restorasyon Çalışmaları

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Katıhal A.B.D Binasının restorasyon projesi, İstanbul IV no.lu Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 14.06.2012 tarihinde onaylanmış olup [6,7], uygulama denetimi, İ.Ü Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'nca yürütülmüştür. Söz konusu binanın restorasyon çalışmaları, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Kaya Özgen ve İstanbul Üniversitesi emekli öğretim üyesi Doç. Dr. Ahmet Güleç danışmanlığında tamamlanmıştır.

Restorasyon çalışmaları kapsamında öncelikle, dış cephe temizlik uygulamaları yapılmış, ikinci aşamada ise, çelik elemanlar ve karbon fiber malzeme kullanılarak güçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3.1. Dış cephe iyileştirme çalışmaları

Restorasyon çalışmaları kapsamında, yapının dış cephelerinde 8 adet kabuk kir-birikinti örneği alınarak tüm cephelerin kirlilik durumu ve problemleri araştırılmıştır, (Şekil 3).



Şekil 3. Tarihi yapının dış cephe yüzeyindeki kir tabakası

Söz konusu yapının dış cephesinde, gözlemsel tespit ve analizler neticesinde tespit edilen bozulmaları gidermek amacıyla aşağıda belirtilen işlemler gerçekleştirilmiştir:

- Yapının dış cephe yüzeylerinde, öncelikle sert plastik fırçalarla kuru temizlik yapılmış, henüz kabuk haline gelmemiş toz ve toprak gibi yüzey birikinti kirleri temizlenmiştir, (Şekil 4b).

- Cephe yüzeyleri kontrollü kumlama yöntemiyle en fazla, 5 atmosfer basınç ve 125μ elek altı kalsit ya da ithal dolomit (kalsiyum magnezyum karbonat) tozları yüzey aşındırıcısı olarak kullanılarak yüzey mekanik temizliği yapılmıştır, (Şekil 4c).
- Alçıtaşı kabuk oluşumu ile kabuk haline gelmiş is ve toz birikimleri ile yosun ve otsu birikimler $\%5-15$ arası oranlarda kirliliğin yoğunluğuna göre amonyum bikarbonat emdirilmiş kabuk hamuru ile temizlenerek, alçıtaşı kabuk oluşumunun aşırı olduğu bölgelerde bu işlem toplamda en fazla üç kez olacak biçimde tekrar edilerek uygulanmıştır, (Şekil 4d).
- Yapının dış cephe duvarlarında bulunan ve yüksek dozajlı (küçük gözenekli) olan portland çimentosu bağlayıcılı derz dolguları mekanik kimyasal yöntemle uzaklaştırılmıştır, (Şekil 5a).
- Yapının dış cephelerinde, taşlar arası derz kayıpları ve boşlukları, bir kısım hidrolik kireç ile 2.5 kısım, 2mm elek altı küfeki taşı veya mermer agregası karışımına, jel kıvamına gelecek $\%3$ 'lük miktarda akrilik emülsiyon ilavesiyle hazırlanan derz harcı karışımı kullanılarak mevcut derz onarımları, yeni derz uygulamaları ve kozmetik onarımlar gerçekleştirilmiştir, (Şekil 5c).
- Dış cephelerde yer alan yağlı boya kalıntılarının uzaklaştırılması amacıyla, boyalı bölümleri taşırmadan uygulanan metilen klorürlü boya sökücüler ile kalıntı ve boya izleri temizlenmiştir.
- Yapının dış cephelerinde küfeki taşı kesme taşlarda çeşitli nedenlerle oluşmuş 5cm ve daha derin kayıpların yerlerine küfeki taşı veya aynı nitelikteki taşlar alıştırılarak tümleme yapılmıştır. Tümleme uygulamalarında yüzeylerin eksik bölgeleri mekanik olarak düzeltilmiş ve basınçlı hava ile temizliği gerçekleştirilmiştir, (Şekil 6c).
- Yapının dış cephelerinde zayıflamış ve yüzey erozyonu devam eden küfeki taşları yüzeylerinde $\%2.3$ ve $\%5$ konsantrasyonlarında hazırlanan akrilik polimer ile sağlamlaştırma yapılarak, suyun taşların içeriğine nüfuz etme ihtimali olup, yağmurla yıkanan yüzeylerinde, kirlenme ve hasarların oluşmasını minimize etmek için sağlamlaştırıcı ve koruyucu nitelikli su uzaklaştırıcı uygulanmıştır, (Şekil 6d).

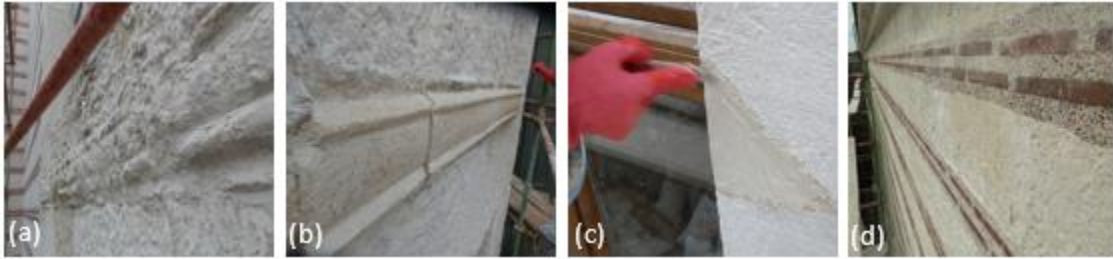


Şekil 4. Dış cephede uygulama: (a) kir atıkları, (b) yüzey temizliği, (c) kumlama, (d) kabuk hamuru ile temizlik



Şekil 5. Derz dolgu uygulama safhaları: (a) derz aralarının açılması, (b) derz temizliği, (c) derz dolgusu yapılması, (d) tel fırça ile düzeltilip kimyasal uygulama ve silinmesi

Dış cephe kat silmelerinin ve kornişlerin tadilatları yapılarak imitasyon çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda, taş yüzeylerdeki bozulmalar, taş dolgu ve imitasyon çalışmaları yapılarak onarılmış ve dış cephe küfeki taşlarını dış etkenlerden korumak için su iticiler yüzeye uygulanmıştır (Şekil 6). Bina'nın restorasyon çalışmaları kapsamında, dış cephe temizliği uygulamaları sonrası görünümü Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 6. Dış cephe taş uygulama aşamaları: (a) taş yüzeylerdeki mevcut bozulmalar, (b,c) taş dolgu ve imitasyon, (d) su itici ile yüzeylerin dış etkenlere karşı korunması

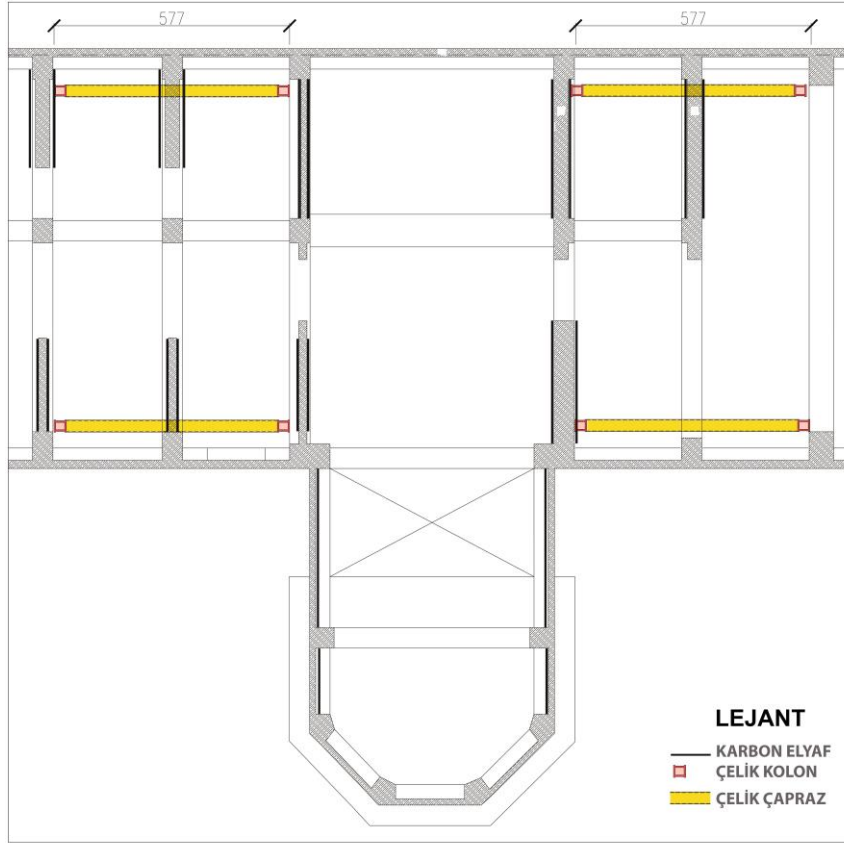


Şekil 7. Dış cephenin restorasyon sonrası durumu

3.2. Güçlendirme çalışmaları

Yapının dinamik etkilere karşı dayanımını artırmak için gerçekleştirilen güçlendirme uygulamaları; çelik elemanlar ve karbon fiber malzemeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çelik elemanlarla güçlendirme olarak, temelden başlayarak bodrum, zemin, birinci ve ikinci katlarda devam eden 8 adet taşıyıcı kolon, bağlantı kirişleri kullanılarak çapraz veya makas olarak çelik

konstrüksiyon sistemi oluşturulmuş, taşıyıcı duvarlarda ise çapraz olarak iki katman karbon elyaf kumaş uygulanmıştır, (Şekil 8).

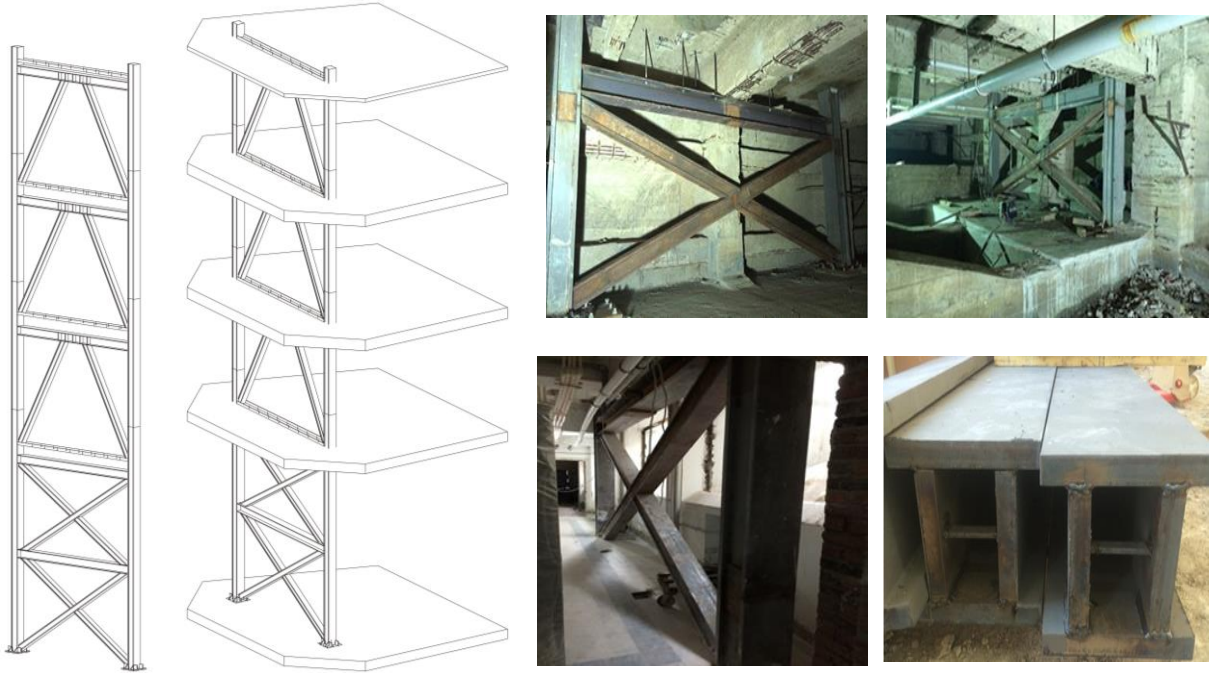


Şekil 8. Çelik konstrüksiyon güçlendirme (plan düzlemi)

3.2.1. Çelik elemanlarla güçlendirme

Yapının mevcut durumunun dayanım açısından güçlendirme gerekliliğinin olup olmadığının belirlenmesi için SAP2000 yazılımı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir [8]. Hesap yöntemi olarak itme analizi yöntemi kullanılmış ve yapının eğitim binası olması nedeni ile performans seviyesinin minimum hasar bölgesi sınırları içerisinde kalması hedeflenmiştir. İtme analizi sonuçları incelenirken, Türk Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY-2007) en yakın tanımlı yöntem olan ATC-40 kapasite spektrum yöntemi ile yapının performansı belirlenmiştir [9,10]. Yapı, uzun doğrultuda sünek yapı koşullarını karşılamayan süneklik düzeyi normal çerçeve sistemine sahiptir. Kolon ve kiriş elemanlarda plastik mafsal özelliği tanımlanmıştır. Düşey doğrultuda B225 (C18) betonundan imal edilmiş mevcut perdeler, deprem yükünün tamamını alacak şekilde kabul edilmiştir. Yapı deplasmanı göz önüne alındığında büyük açıklıklı kolon kiriş sisteminin deplasmanının perdeler göre büyük olacağı, taşıma kapasitelerine ulaşmadan önce perdelerin yatay yükün tamamını üstleneceği öngörülmüştür. Dolayısıyla taban kesme kuvvetinin tamamının mevcut perdelerce taşınacağı kabulü yapılmıştır.

Yapının mevcut durumunun analizi neticesinde, deprem etkisine karşı güçlendirilmesi gerekliliği belirlenmiştir. Bu ihtiyacın bir sonucu olarak, yapı uzun doğrultusunda, dış cephelere paralel iki ana çerçeve aksı mevcut olması ve sadece bu aksların bina boyunca devam etmesinden dolayı uzun doğrultuya paralel çelik çapraz ve diyagonal (makas) yerleştirilmiştir. Çapraz ve diyagonal elemanlarda aksel mafsallık özellikleri tanımlanmıştır. Binanın kullanım fonksiyonunu sürdürebilmesi için bodrum katta çelik çapraz yerleşimi seçilirken, zemin kat dahil üst katlarda ise diyagonal yerleşim (makas) tercih edilmiştir. Binaya eklenen yeni elemanlar dikkate alınarak analizlerin gerçekleştirilmesi sonucu, yapının yeterli dinamik dayanıma ulaştığı belirlenerek uygulama safhasına geçilmiştir. Çelik konstrüksiyon uygulama aşaması öncesi, bodrum katta mevcut temele her iki yönde 50cm ara ile $\phi 14$ 'lük nervürlü donatı ile kimyasal ankraj yapılarak ilave temel oluşturulmuştur. Güçlendirmede kullanılacak çelik konstrüksiyon imalatlar 4 adet temel papucu üzerine ankrajları yapılarak sabitlenmiştir. Yeni temel papuçları üzerine 40/600/900mm lama plakalar ve 10M30'luk bulon ankrajlar uygulanmıştır. Şekil 9'da çelik konstrüksiyon sistemi ve uygulamaları sunulmuştur.



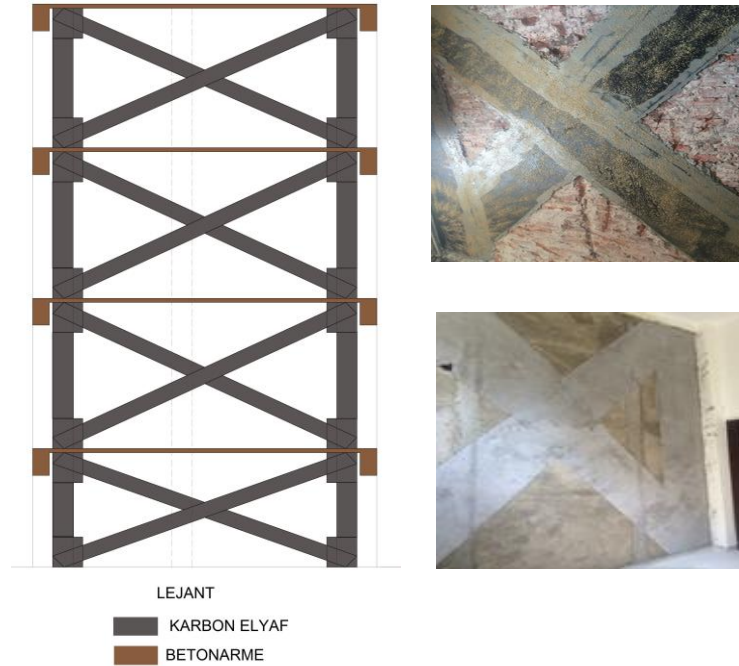
Şekil 9. Çelik konstrüksiyon sistemi

Ankrajı yapılan plakalar üzerine $HK300-40-40*300/20$ 'lik özel üretim kaynaklı çelik taşıyıcı kolonlar, $HEA300$ 'lük bağlantı kirişleri ve $HK200-25-25*200/25$ 'lik diyagonal elemanlarda kaynak yapılarak ve bulonlar kullanılarak imalat gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Karbon fiber elemanlarla ile güçlendirme

Yapının dinamik yatay yüklere (deprem) karşı dayanımını artırmak amacıyla taşıyıcı duvarlarda son yıllarda yaygın olarak kullanılan karbon fiber malzemelerle güçlendirme tekniği seçilmiştir (Şekil 10). Duvarlarda zamana bağlı bozulmalar nedeniyle oluşan çatlakların onarımı için aşağıda belirtilen işlemler gerçekleştirilmiştir:

- Tuğla yüzeyinin ve derzlerin fırçalarla temizlenmiş, su ile yıkanarak tozdan arındırılmış hale getirilmiştir,
- Temizlenen tuğla yüzeye spreyle tabanca ile yapıştırma astarı olarak yüzeylerin üzerine gelecek çimento esaslı harçların aderansını arttırmak için kullanılan akrilik kopolimer esaslı astar malzeme ile ilk kat uygulama için zemin emiciliğine bağlı olarak 0.40kg/m^2 ve astar kurumadan 0.20kg/m^2 astar zemin hazırlanmıştır,
- Hazır hale getirilen yüzeyin donatılı polimer modifiye çimento esaslı yüksek performanslı tamir harcı ile ortalama 3cm kalınlıkta uygulamaya hazır olacak şekilde yapılmıştır,
- Sıva yapılan yüzeye iki bileşenli, solventsiz tiksotropik özellikli epoksi esaslı doyum reçinesi ve yapıştırıcı ile pürüzlülüğe bağlı olarak 1.65kg/m^2 oranında uygulanmıştır,
- Yığma taşıyıcı duvar üzerine tek doğrultulu karbon elyaf kumaş yapıştırılmış,
- Bitirme katı olarak 0.70kg/m^2 oranında iki bileşenli, solventsiz, tiksotropik özellikli epoksi esaslı doyum reçinesi yapılmıştır,
- Yığma taşıyıcı duvar üzerine ikinci kat karbon elyaf kumaş uygulaması yapılmıştır,
- Bitirme katı olarak 0.80kg/m^2 oranında doyum reçinesi ve üzerine kuvars kumu püskürtülmüştür.



Şekil 10. Karbon elyaf uygulamaları (kumaş, epoksi reçine, kuvars kumu ve mineral sıva)

4. Sonuçlar

Restorasyon projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Katıhal Anabilim Dalı binası ele alınmıştır. Söz konusu binanın restorasyonunda, ilk olarak binada dış cephe iyileştirme uygulaması yapılmış, sonrasında, çelik elemanlar ve

karbon fiber malzemeler kullanılarak binanın dinamik yüklere karşı dayanımının artırılması sağlanmıştır. Uygulanan restorasyon çalışmalarında, yapıyı oluşturan malzemelerin korunması kapsamında, dış cephe küfeki taşı kaplamalarının yüzey temizliği ve dolgularının yapılarak özgün yapısı muhafaza edilmiş, binanın özellikle deprem etkilerine karşı dayanımının yeterli düzeye getirilmesi amacıyla planda yapının merkezinde çelik konstrüksiyon uygulaması yapılmış, ayrıca, iç ana yığma taşıyıcı duvarlarda karbon elyaf kumaşlar (CFRP) iki katman halinde çapraz olarak yerleştirilmiştir.

Restorasyon kapsamında, yukarıda belirtilen hususların haricinde, bodrum katta, atık su ve yağmur suları pompalar kullanılarak tahliye edilmiş, atık su ve yağmur suyu giderleri birbirinden bağımsız olarak düzenlenip yenilenerek drenaj ve rögar hatlarına bağlantıları yapılmıştır. Bu işlemler neticesinde, yer altı suyundan dolayı yapı fiziğinde olabilecek olumsuz etkiler ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca, binanın çatısında yalıtımlar yapılmış ve özgün haline uygun olarak kurşun malzeme kullanılarak restorasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, restorasyon çalışmaları süresince, bilimsel danışma heyetinde yer alan Prof. Dr. Kaya Özgen ve Doç. Dr. Ahmet Güleç ile, anılan işin kontrolü olan İ.Ü Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na teşekkürü bir borç bilir. Yazarlar ayrıca, çalışmanın gerçekleşmesi aşamasında desteklerini esirgemeyen, İnş. Müh. Emin Akın'a, İnş. Yük. Müh. Oğuz Üner'e ve yüklenici firma yetkilisi Sn. Harun Kılıç'a teşekkür eder.

Referanslar

- [1] Öncü M.E, Karaşin H. & Yılmaz S., CFRP ile güçlendirilmiş kesitlerin tekrarlanan yükler altında davranışı. *NWSA: Engineering Sciences*, 2010, 5(3): 515-25.
- [2] Aydın E.Ö & Fahjan Y.M. Çömlekçioğlu R. Innovative retrofitting techniques for historical masonry structures under the risk of earthquakes. 2007, Int. Earthquake Symposium, Kocaeli.
- [3] Bastianini F., Corradi M., Borri A. & Tommaso A. Retrofit and monitoring of an historical building using Smart CFRP with embedded fibre optic. 2005, *Construction and Building Materials*, 19(7): 525-35.
- [4] Bayraktar A. Tarihi yığma yapıların depreme karşı güçlendirilmesi. YDGA 2005: Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı, ODTÜ, Ankara.
- [5] Güleç, A. Teknik Rapor: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Katıhal A.B.D binası cephe malzemelerinde oluşan problemler ve koruma önerileri, 2014.
- [6] T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, İstanbul IV no.lu Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu, 14.06.2012 tarih ve 705 sayılı kararı, 2012.
- [7] T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı, İstanbul I no.lu Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu, 17.04.2002 tarihli ve 13825 sayılı kararı, 2002.
- [8] SAP2000, 1984-2015, Structural Analysis Program, Computers & Structures Inc., University Avenue, Berkeley, California, USA.
- [9] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, DBYBHY (2007) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [10] ATC-40. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building. Applied Technology Council, Redwood City, California, 1996.