

ONARIM VE GÜÇLENDİRME UYGULAMA ÖRNEKLERİ

REPAIR & STRENGTHENING APPLICATIONS

Ali Dora Yılmaz

Degussa YKS Yapkim Yapı Kimya Sanayi AŞ,
İstanbul,

Özet

Yapıların onarılması ve/veya güçlendirilmesi, durum tespiti, mevcut hasarların nedenlerinin değerlendirilmesi, yapıda örnekleme yapılarak, hasar tiplerinin dağılımlarının önemlerinin belirlenmesi, temel ve zemin durumu, beton dayanımı ve kalitesi, yapının (betonarme kesitler, taşıyıcı olmayan duvar sistemleri, vs.) projeye uygunluğunun tespiti, yapının statik değerlendirilmesi (rölöve çıkarılması, rölöve ile projenin karşılaştırılması, taşıyıcı sistemin incelenerek yapının yeni kullanım amacı, proje gereksinimleri ve yönetmeliklere göre yeniden çözülerek, yapı güvenilirliği ve gereksinimlere ne ölçüde yanıt verdiğinin tespiti) gibi son derece zahmetli ve ayrıntılı çalışmalardan sonra ancak projelendirme aşamasına gelinebilen zorlu bir süreçtir.

Yapının onarılması ve/veya güçlendirilmesi kararı verilmesi durumunda onarım ve/veya güçlendirme detay projeleri hazırlanır ve uygulamaya geçilebilir.

Bu çalışmada Türkiye’de yapılan onarım ve güçlendirme uygulaması seçilen örnek proje sunumu “İzmir Tüpraş Baca Güçlendirmesi” ile anlatılmıştır.

Abstract

Repair and Strengthening of the structures is very complex process and requires detailed study prior to design stage. This study consists evaluation of existing situation, possible reasons of existing damages, contribution of damages in the structure, ground and foundation type, concrete strength and quality, comparison of existing situation of the structure to original project (i.e. concrete sections, quality and quantity of the steel, situation of non-load bearing walls, etc.), statical evaluation of the structure, revised needs of usage etc.

In case of Repair and/or Strengthening decision after the detailed investigation, Repair and/or Strengthening design is being made and then the application is being started.

An important repair and strengthening application in Turkey “Strengthening of Izmir Tupras Chimney” is briefly discribed in this article.

1. Giriş

En genel tanımı ile onarım, hasar görmüş yapı ve/veya elemanlarının eski haline getirilmesi, güçlendirme ise hasar görmüş veya görmemiş yapı ve/veya elemanlarının yük taşıma kapasitesinin, rijitliğinin, sünekliğinin, stabilitesinin veya bunlardan bazılarının eski halinden daha iyi bir konuma getirilmesidir.

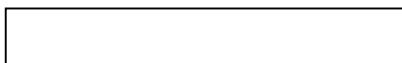
Onarım ve güçlendirme işlemleri sırasında uygulamayı yapacak ekibin ve uygulama yerinin özelliklerine uygun, proje gereksinimlerini karşılayacak malzemelerin seçiminin çok özenle yapılması gerekmektedir.

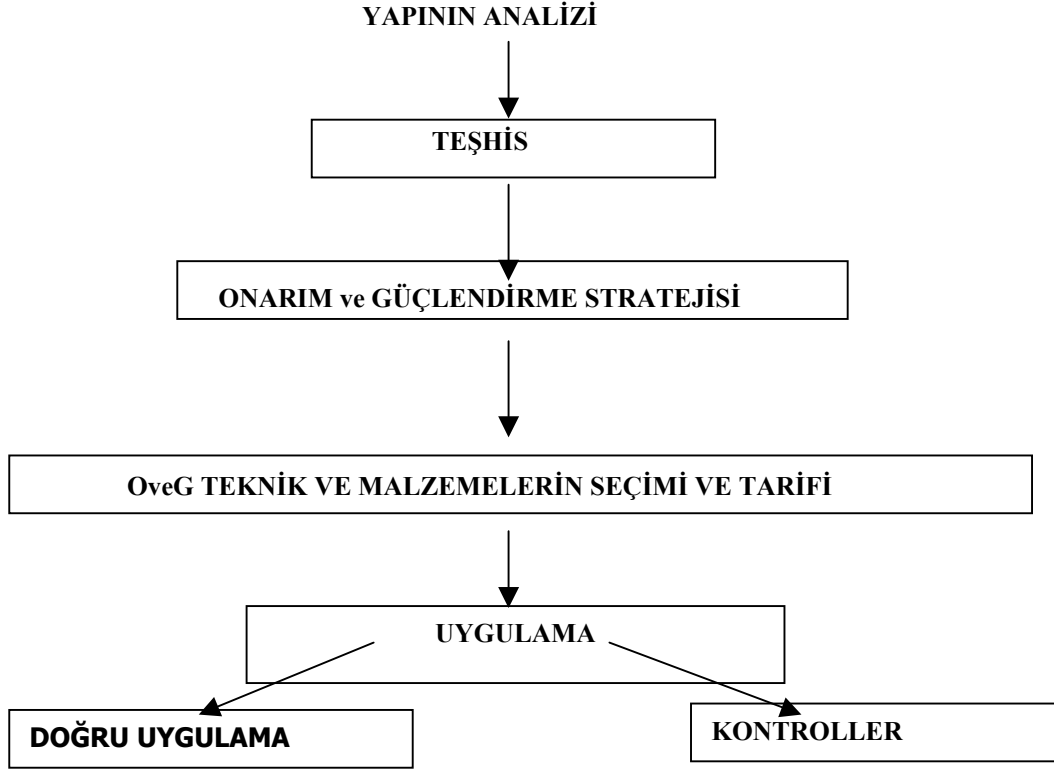
Tüm onarım güçlendirme uygulamaları konfeksiyon seri üretim değil, “özel dikim” elbiselerdir, hatta işlemeli, incikli boncuklu gelinliklerdir. Bu nedenle seçilecek malzemeler de projeden projeye büyük farklılıklar gösterir; milimetrik bir çatlakta çok düşük viskoziteli epoksi enjeksiyon malzemeleri kullanılırken, lokal tamiratlarda çimento esaslı tamir harcı uygulanması, çok yüksek aşınma dayanımı istenen yerlerde epoksi esaslı tamir harçları kullanılması, geniş alanlarda ve derin uygulamalarda özel bileşimli betonlar kullanılması gibi çok sayıda seçenek arasından proje gereksinimlerine en uygun olanı tercih edilmelidir.

En doğru onarım ve güçlendirme çözümünü önerebilmek için yapıdaki hasarın / eksikliklerin nedenlerini ortaya koymak, bu doğrultuda en doğru onarım ve güçlendirme metodu ve en uygun ürünleri seçmek, önerilen metodu en doğru şekilde uygulamak ve denetlemek gereklidir. Bu nedenle malzeme üreticisi ve uygulamacı firmaların bir uzman tasarımı olmadan herhangi bir güçlendirme sistemi önermemeleri, uzman önerisi sonrası uygulamanın kalifiye bir ekiple, uzman mühendislerin kontrolünde yapılmasının sağlanması gerekmektedir.

2. Onarım ve Güçlendirme Stratejisi

Onarımına ve/veya güçlendirilmesine karar verilen bir yapıda uygulamaya başlamadan önce mutlaka yapının analiz edilmesi ve hasar/zaafiyet nedenlerinin belirlenmesi (teşhis) gerekir. Buna göre uygun onarım stratejisi ortaya konmalı ve bu stratejiye göre en uygun onarım/güçlendirme tekniği ve malzemeler seçilerek tarifleri yapılmalıdır. Bundan sonraki aşamada uygulamaya geçilmeli, ancak uygulamanın güvenliği ve doğruluğu açısından sürekli kontrol edilmelidir, Şekil 1.





Şekil 1 Onarım ve Güçlendirme Stratejisi

3. Sistem

3.1 Durum Tesbiti

1. Ön hazırlık:
 - a. Yapının gezilmesi
 - b. Hasarlar ve mevcut durum hakkında ön gözlemler
 - c. Mevcut hasarların nedenleri konusunda yorumlar
 - d. Yapı sahibi/işverene ön inceleme sonuçlarının bildirilmesi ve onarım/güçlendirme başlangıcına kadar olan aşamalar hakkında bilgi verilmesi
2. İlk etüd:
 - a. Yapı sahibinin takip eden maliyetler hakkında bilgilendirilmesi için durum etüdü
 - b. Yapıda örnekleme yapılarak hasar tiplerinin, dağılımlarının, önemlerinin belirlenmesi
 - c. Temel ve zemin durumu, beton dayanımı ve kalitesi, yapının (betonarme kesitler, taşıyıcı olmayan duvar sistemleri, vs) projeye uygunluğunun tesbiti
 - d. İlk etüd sonuçlarının yorum ve görüşleri içeren bir rapor halinde yapı sahibine sunulması
3. Analiz
 - a. Zemin Etüdüleri:
 - i. Zemin profili,
 - ii. Taşıma gücü,

- iii. Zemin emniyet gerilmesi,
- iv. Oturma tahkiki,
- v. Yoğunluk,
- vi. Kayma modülü,
- vii. Bulk modülü,
- viii. Poisson oranı,
- ix. Young modülü,
- x. Zemin hakim titreşim periyodu,
- xi. P ve S dalga hızları,
- xii. Özdirenç değeri,
- xiii. Bölgenin deprenselliği
- b. Yapının Statik Değerlendirilmesi
 - i. Rölöve çıkarılması,
 - ii. Rölöve ile projenin karşılaştırılması
 - iii. Taşıyıcı sistemin incelenerek yapının yeni kullanım amacı, proje gereksinimleri ve yönetmeliklere göre yeniden çözülerek, yapı güvenilirliği ve gereksinimlere ne ölçüde yanıt verdiğinin tesbiti
- c. Betonarme kalitesinin tesbiti
 - i. Karot numunesi alınarak dayanım testlerinin yapılması
 - ii. Ultrases ve Schmidth çekici okumaları ile Sonreb metodu kullanılarak yapı geneli hakkında bilgi edinilmesi
 - iii. UPV testleri ile boşluk tayini,
 - iv. Covermeter okumaları ile donatı yeri ve etriye sıklaştırılması yapıp yapılmadığının tayini,
 - v. Örnekleme ile bazı bölgelerdeki donatıları açarak donatı çap/aralığının projeye uygunluğunun tesbiti
- d. Yapısal Hasarların Tayini
 - i. Çatlak ve kırılmaların nedenlerinin tesbiti
 - ii. Taşıyıcılığını yitirmiş elemanların tesbiti
- e. Yapısal Olmayan Hasarların Tesbiti
 - i. Korozyon kökenli çatlakların,
 - ii. Rötire çatlaklarının, segregasyon olmuş bölgelerin, betondaki bozulmaların tesbiti
- f. Fizibilite
 - i. Detaylı etüdü baz alarak onarım ve/veya güçlendirmenin maliyet analizinin hazırlanması

3.2 Projelendirme ve Planlama

Yukarıda açıklanan etüdüde yapıya sağlam, onarılması/güçlendirilmesi veya yıkılması hakkında karar verilir. Yapının onarılması/güçlendirilmesi kararı verilmesi durumunda onarım/güçlendirme detay projeleri ve mali plan/analiz hazırlanır.

3.3 Yöntem

Projeye göre aşağıdaki güçlendirme yöntemlerinden biri ile yapı güçlendirilir:

1. Betonarme mantolama ve betonarme perde ilavesi
 - a. Kolon kesitlerinin donatı ilavesi ile büyütülmesi
 - b. Betonarme perde ilavesi

- c. Mantolanan kolonlar ve ilave perdeler için yeni temellerin ilave edilmesi
2. Çelik konstrüksiyon
 - a. Mevcut taşıyıcı sistemin epoksi yapıştırma/kimyasal dübel kullanarak çelik konstrüksiyon ile mantolanması
 - b. Çelik konstrüksiyon perde eklenmesi
 - c. Mantolanan kolonlar ve ilave perdeler için yeni temellerin ilave edilmesi
3. FRP sistem ile güçlendirme
 - a. Sargı (confinement) amaçlı
 - b. Eğilme (flexure) amaçlı
 - c. Darbe dayanımı (blast resistance) amaçlı
 - d. Sehim kontrolü amaçlı
4. Kompozit sistemler
 - a. Yukarıda açıklanan sistemlerin güçlendirme projesine bağlı olarak kompoze edilerek uygulanması mümkündür.

3.4 Ön Hazırlık

1. İş planının yapılması,
2. Gerekli detay çizimlerin tamamlanması,
3. Malzeme/teknik seçim ve tarifinin yapılması,
4. Teknik emniyet önlemlerinin alınması,
5. Yüzey hazırlığı

4. Uygulama Esasları

Her projede çözümler farklı olmakla beraber onarım malzemelerinde bazı ortak özellikler olmalıdır; rötresinin dengelenmesi, her koşulda ayrışma olmadan yerleştirilebilmesi, maruz kalacağı kimyasallara dayanıklı ve geçirimsiz olması, yüksek basınç, eğilme ve yapışma mukavemetlerine sahip olması, tabakalar arası elastisite modüllerinin ve genleşme katsayılarının uyumlu olması, zemine çok iyi yapışması gibi.

Onarım kalınlığı 2cm'ye kadar olan yerlerde alt tabaka pürüzlülüğü genleşmeyi dengeleyecek yeterlilikte olmalıdır. Bunu sağlamak için alt tabaka yaklaşık 0.5cm pürüzlendirilmelidir. Onarım derinliği 2cm'den daha fazla olan yerlerde geleneksel rötre dengeleyici harçların genleşmesini engellemek ve onarımın bütünlüğünü sağlamak amacıyla demir, çelik/polipropilen lif veya çelik hasır takviyeli tamir harcı kullanılmalıdır. Donatının üzerinde en az 10 mm kalınlıkta onarım malzemesi olmasına dikkat edilmelidir.

4cm'ye kadar olan uygulamalarda, uygulamanın ince olması nedeni ile özel bileşimli [özel agrega granülometrisi (d_{max} milimetre boyutlarında olmalıdır), çok düşük su/çimento oranı, rötre dengeleyici katkı takviyesi, uygulama yerine bağlı olarak çok akışkan veya tiksotropik (karıştırılırken yüksek akışkanlık, ancak düşeyde kullanıldığında yüksek viskozite) tip vs.] tamir harçlarının kullanılması yerinde olacaktır.

Daha derin ve geniş alanlardaki uygulamalarda uygun bileşimde betonlar kullanmak gerekebilir. Bu durumlarda maksimum agrega dane boyutu (d_{max}), minimum uygulama kalınlığına (donatı aralığı, betonun en ince kesiti, ...) uygun seçilmeli, vibratör

kullanmanın zor olduğu yerlerde kendiliğinden yerleşen ve sıkışan beton kullanılmalı, kullanım yerine uygun tipte beton üretilmeli (püskürtme beton, priz geciktirme veya hızlandırma, erken kullanıma açılım için çok yüksek erken mukavemet, çok soğuk veya sıcak havalar için özel önlemlerin alınması, vb.), yüksek mukavemet için su/çimento oranının uygulama esnasında korunduğundan emin olunmalıdır.

Doğru malzeme seçimi kadar önemli bir diğerkonu da doğru uygulamadır. Bunun için alt yüzey hazırlığının çok iyi yapılması gerekmektedir. Onarım malzemesi uygulaması öncesinde hasar görmüş/bozulmuş beton, harç ve gevşek parçalar temizlenmeli, yüzey kumlama, su jeti veya mekanik olarak pürüzlendirilmelidir. Donatılarda pas varsa, tercihen kumlayarak, mümkün değilse mekanik olarak temizlenmeli, üzerine korozyona karşı koruyucu malzeme sürülmelidir. Mevcut donatının taşıma kapasitesi azalmışsa yeni donatı ilave edilmelidir. Tamir harcı uygulanacak yüzeyde su sızıntısı mevcutsa drene edilmeli veya çok hızlı priz alan tamir harçları kullanılarak durdurulmalıdır. Alt tabakadaki yağ, gres, boya kalıntıları, kireç, toz, kir vs gibi yapışmayı etkileyecek malzemeler temizlenmelidir.

4.1 Uygun Onarım Malzemelerinin Seçiminde Aranılan Özellikler

En uygun onarım malzemesinin seçimindeki genel prensip, özellikleri onarılabakan tabakaya en yakın olan malzemeyi seçmektir. Dolayısıyla, onarım malzemesi aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- Alt tabaka ile yaklaşık eşit elastisite modülü
- Alt tabaka ile yaklaşık eşit termal katsayı
- Çok düşük kuruma rötresi
- Yüksek eğilme dayanımı ve aderans
- Termal değişmelere dayanıklılık
- Düşük geçirimsizlik
- Karbondioksit, klor, sülfat vb. kimyasallara dayanıklılık
- Kullanım kolaylığı

4.2 Tamir Harçlarında Aranılan Temel Özellikler

Güvenilir ve kolay bir yapısal onarımda kullanılacak tamir harcı aşağıdaki şartları sağlamalıdır:

- Bozulmuş yapının onarımında kullanılan kalıpların hızlı ve tam doldurulmasını sağlayacak yüksek akışkanlık,
- Geçirimsizlik, dayanım, çelik ve betona aderans, durabilite gibi gerekli kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri sağlamak için düşük su/çimento oranı,
- Taze tamir harcı düşey yapılara veya tünel kemerlerine püskürtüldüğünde veya mala ile uygulandığında yüksek tiksotropik (karıştırılırken yüksek akışkanlık, ancak düşeyde kullanıldığında yüksek viskozite) özellik taşıması
- Eski alt tabaka ile tamir harcı arasındaki teması engelleyecek su kusması meydana gelmemesi,
- Kalite sürekliliği
- Rötredengeleyici özellik
- Geçirimsizlik

4.3 Çatlak Enjeksiyonu

0.2 mm ile 2 mm arasındaki çatlakları kapatmak amacıyla epoksi enjeksiyon uygulanır. Bir epoksi çatlak enjeksiyonu aşağıdaki şekilde yapılır:

1. Enjeksiyona başlamadan önce betonun homojenliği ultrases aleti ile ölçülür, çatlak olup olmadığı kontrol edilir.
2. Çatlakların dış kısmı açılır.
3. Çatlaklar boyunca 10-15 cm derinliğinde, yaklaşık 10 mm çapında (çatlak derinliği ve boyuna bağlı olarak değişebilir) , yeterli sayıda delik açılır.
4. Açılan deliklerin içindeki toz ve gevşek beton parçaları basınçlı hava ile temizlenir.
5. Çatlağın dış yüzü enjeksiyonun dışarı çıkmaması için pasta kıvamlı bir epoksi ile çatlak boyunca kapatılır.
6. 8 mm çaplı enjeksiyon dübelleri (çatlak derinliği ve boyuna bağlı olarak değişebilir) daha önce açılan deliklere epoksi pastası ile yapıştırılır.
7. Pompa basıncı çatlak boyutuna ve derinliğine bağlı olduğundan enjeksiyon pompası en alt tübe bağlanarak enjeksiyona başlanır. Pompa basınç değerleri uygulama sırasında ayarlanabilir.
8. Enjeksiyon işlemi tamamlanıp bir üstteki tüpten epoksi gelmeye başladığında ilk tüpün ağzı kapatılarak aynı işlem adım adım yukarıya çıkılarak tekrarlanır.
9. Epoksi enjeksiyonun kürünü tamamlamasından sonra ultrases aletiyle tekrar kontrol edilir. Eğer bu test betonun içinde düzensizlikler olduğunu gösterirse işlem tekrarlanır.
10. 0.2 mm'nin altındaki çatlaklar mikroçatlak olarak adlandırılır. Bu çatlakların bulunduğu kesitin kum veya su püskürtülerek temizlenmesi ve üzerine fırça ile bir epoksi malzeme sürülmesi yeterlidir.

5. Örnek Proje

5.1 Tüpraş İzmir Rafinesi 200 Ünitesi Betonarme Bacası Güçlendirilmesi

Tüpraş İzmir Aliğa Rafinesi 200 ünitesi betonarme bacası güçlendirme işleri YKS Onarım & Güçlendirme Uzman Uygulayıcı Bayisi Kor-Tek İnşaat tarafından YKS Mbrace FRP Sistemi ile yapılmıştır.

5.2 Baca BetonarmeYüzeyinin Temizlenmesi

Karbon fiber tekstil sarımı yapılacak betonarme yüzeylerde gevşek, hasarlı betonarme parçaların uzaklaştırılması için bütün yüzeylerde mekanik temizlik yapılmıştır. Yer yer yüzeysel taşlama, yer yer tel fırça temizliği yapılarak yüzey bozuklukları düzeltilmiştir. Yüzeydeki atılmış betonlar mekanik kırıcılar ile uzaklaştırılmış ve tamirata hazırlanmıştır.

Yukarıdaki işlemleri takiben yüzeyler 190 bar basınçlı su jeti ile yıkanmış bu sayede yüzeydeki toz tamamen uzaklaştırılmıştır.

Baca temel yüzeyinde kalınlığı yaklaşık olarak 2-4 cm olan asfalt tabakasının altında mevcut zift tabakası bulunmaktaydı. Öncelikle mekanik kırıcılar ile uzaklaştırılan gevşek

tabakadan sonra yüzeyler taşlanarak kalan zift tabakası büyük ölçüde uzaklaştırılmıştır. Mekanik temizlik ile çıkmayan zift lekelerini çıkartmak için 600 bar basınçlı sulu kumlama işlemi yapılmış ve karbon fiber tekstil malzemesinin yapışabileceği yüzey kalitesi elde edilmiştir.

5.3 Baca Betonarme Yüzeyin Onarılması ve Düzeltilmesi

Baca yüzeyi ile karbon fiber kumaş sarımı arasında boşluk kalmaması ve sargıyı olumsuz etkilememesi için oyuntular ve girintiler üç komponentli, solventsiz, epoksi reçine, sertleştirici, özel granülasyonlu kuvars agregaların birleşiminden oluşan yüksek mukavementli tamir ve dolgu harcı olan YKS Masterflow 403 ile doldurulmuş ve yüzeylerin tamirata yapılmıştır. Keskin kenarlar, pürüzler, ahşap kalıpların çıkıntı oluşturduğu derzler taşlanarak yüzey pürüzsüz bir hale getirilmiştir.

Karbon Fiber tekstil sargısının 90 derece bükülmesini önlemek için keskin köşeler traşlanarak yuvarlatılmış, gerekli yerlerde pahlar yapılmış, özellikle baca temel birleşim yerlerinde üç komponentli, epoksi esaslı tamir ve dolgu harcı YKS Masterflow 403 ile pah ve dolgu işlemleri yapılmış, böylelikle karbon sargısı ile baca dış betonarme yüzey arasında boşluk kalmaması sağlanmıştır.

5.4 Betonarme Bacada Korozyon Tamirata

Pas payının dökülerek donatının açığa çıktığı gözlenen bölgelerde korozyon tamiratları yapılmıştır. Bu bölgelerdeki hasarlı beton yüzeyden mekanik yöntemlerle uzaklaştırılmış, donatılar açığa çıkarılmıştır. Donatı üzerindeki mevcut pas tel fırçalar ile temizlenmiş ve donatı yüzeyi pas önleyici polimer esaslı YKS Masterseal 300B ile orta sertlikte bir fırça ile yaklaşık 2 mm kalınlığında bir kaplama elde edilene kadar kaplanmıştır.

Donatılar üzerine uygulanacak tamirat tabakasının yüzeyle aderansını sağlamak için iki komponentli, epoksi esaslı, solventsiz, fırçayla uygulanan, eski betonla yeni uygulanacak tamir harcının aderansını artırıcı YKS Coneresive 1420 uygulanmıştır. Aderans artırıcı malzeme uygulamasından hemen sonra, kurumasına izin vermeden, çimento esaslı, büzülme-yen, sülfata dayanıklı, ayrışmayan, yüksek mukavemetli tamir harcı YKS Emaco S88C uygulanmıştır. Emaco S88C 50 mm kalınlığına kadar olan yerlerde bir tabaka olarak kullanılmış 50 mm den fazla olan yerlerde kontrollu genleşme amacıyla çelik hasır kullanılmış, donatı üzerindeki pas payı 35-50 mm olarak bırakılmıştır.

5.5 Betonarme Çatlakların Tamirata

Çatlakların tamirata için betonarme baca yüzeyinde yer alan 0,2 mm'den büyük çatlaklar tespit edilip öncelikle iki komponentli epoksi tamir, ankraj ve montaj harcı YKS Coneresive 1406 ile enjeksiyon dübelleri yaklaşık olarak 20 cm aralıklarla çatlakların üzerine yerleştirilmiş ve çatlakların üzeri Coneresive 1406 ile kapatılmıştır. 24 saat sonra enjeksiyon pompası en alttaki dübele yerleştirilerek çok düşük viskoziteli epoksi enjeksiyon malzemesi YKS Coneresive 1302 pompa ile enjekte edilmiş, pompanın basıncı yavaşca artırarak dübeller yardımıyla çatlaklara enjekte edilmiş enjeksiyon malzemesi üst dübellerden çıkmaya başlayınca alt dübel kapatılıp üst dübele

enjeksiyon işlemi aynı şekilde yapılmış, bu işlem enjeksiyon işlemi bitinceye kadar adım adım yukarıya doğru sürdürülmüştür.

Betonarme baca yüzeyinde yer alan 0.2 mm'den daha küçük yüzeysel çatlaklar, iki komponentli epoksi tamir, ankraj ve montaj harcı YKS Concrecive 1406 uygulanarak tamir edilmiştir.

Korozyon tamirâtı ve çatlakların tamirâtı temel üstü dahil +60 metre kotuna kadar tüm dış yüzeylerde yapılmıştır.

5.6 Baca Dış Yüzeyine Karbon Fiber Tekstil Kumaş Uygulanması

Baca dış yüzeyi onarılıp pürüzsüzlüğü sağlandıktan sonra projede belirtilen + 30 metrenin aşağısındaki bölgelere Mbrace FRP (Fiber Takviyeli Polimer) sistemi için özel olarak hazırlanmış, iki bileşenli, düşük viskoziteli, yüzey kondisyonunu artıran epoksi esaslı astar malzemesi YKS Mbrace Primer, rulo ile betonarme yüzeye sürülmüştür. Astar sürüldükten en erken 6 saat genellikle bir gece sonra karbon fiber tekstil kumaş uygulanmıştır.

Astarlanmış, pürüzsüz betonarme yüzeye Mbrace FRP sistemi için özel olarak hazırlanmış iki bileşenli epoksi yapıştırıcı YKS Mbrace Saturant rulo ile karbon fiber malzemesinin yapıştırılacağı yere sürülmüştür. Bir kat Mbrace saturant uygulandıktan sonra yüksek dayanımlı karbon fiber kumaş YKS Mbrace Fibre C2-30 gerdirilerek yerine yerleştirilmiştir. Uygun bir rulo ile fiberlerin üstü bastırılarak saturant malzemesinin içine işlenmesi sağlanılmıştır (Wet Lay-up System). Mbrace Fiber C2-30 yapıştırıldıktan sonra üzerine bir kat daha Mbrace Saturant uygulanmıştır. Birinci kat karbon fiber uygulandıktan sonra yatay derzlerde en az 15 cm bindirme yapılarak alt sıradaki birinci kat yapıştırılmıştır, daha sonra bu iki sıranın birleşim yerini ortalayacak şekilde ikinci kat karbon fiber uygulaması yapılmıştır. Projede verilen yatay bindirme 15 cm, düşey bindirme 40 cm işlemi bütün katlarda uygulanmış, düşey bindirmeler katlar arasında yine şaşırtmalı olarak uygulanmıştır. Projede verilen +30 m kotunun altı ile temel yüzeyi iki kat karbon fiber uygulanmış, baca temel birleşim yerinde projelerde belirtildiği şekilde üçüncü kat karbon fiber uygulaması yapılmıştır.

Bacanın sıfır kotunun hemen üstünde ve temel eteğinin temel-baca birleşim hattının hemen altında üçüncü kat karbon fiber uygulamasından sonra fiber ankrajlar için 12 cm derinliğinde 24 mm çapında delikler açılmıştır. Ankrajlar her sırada 50 cm aralıkla delinmiş ve baca-temel birleşim yerinde beş sıra ankraj delikleri açılmış, yaklaşık olarak 180 adet ankraj deliği açılıp delikler içine önce astar malzemesi olan YKS Mbrace Primer sürülmüş astarın kuruma süresi tamamlandıktan sonra, deliklere YKS Mbrace Saturant, iki bileşenli epoksi esaslı özel yapıştırıcı doldurulmuş, daha önce liflere ayrılan karbon fiber, Mbrace saturant ile doygun hale getirilip deliklere yerleştirilmiştir, daha sonra karbon lifler yelpaze şeklinde açılıp üzerine Mbrace Saturant rulo ile sürülmüştür.

Karbon fiber tekstil sarımı bittikten sonra dış etkenlere karşı koruyucu boya sürülmüş, temelde dolgu yapılmadan önce karbon fiber tekstil kaplı temel yüzeyi üzerinde 20 cm kalınlığında kum yataklama yapılmıştır. Saha betonu dökümü esnasında 20 cm kalınlığındaki saha betonu ile baca yüzeyindeki karbon fiber tekstil yüzey arasına 2 cm lik strafor koyularak karbon fiber tekstil korunmuştur.

Kaynaklar

1. *Mbrace Teknik Bilgi Föyleri*, “YKS Yapkim Yapı Kimya San AŞ.”, İstanbul, 2000
2. *Technical Data Sheets*, MAC sPa, Treviso, Italy, 1999
3. *Mbrace Wet Lay Up System*, MAC sPa, Treviso, Italy, 1999
4. Önen, Y.H., “Karbon Liflerle İlgili Tasarım Notları”, *Kocaeli Üniversitesi*, İstanbul, 2000
5. Kumbasar, N. ve İlki, A., “Mbrace Karbon Lif Sargıları İle Sarılmış Betonun Eksenel Yükler Altında Davranışı, Teknik Rapor”, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, 2000
6. Aksöz, B., “Proje Yönetimi ve Kontrol İçin Chart, El Kitabı Ve Seminer Notları”, *Kor-Tek İnşaat*, İstanbul, 2002