

ONARIM HARÇLARINDA PERFORMANS KRİTERLERİ VE DURABİLİTE SORUNU

Mustafa E. KARAGÜLER(*)

GİRİŞ

Yapı malzemelerinin servis süreleri boyunca fiziksel, kimyasal ve mekanik etkenler sonucunda kendilerinden beklenen görevi tamamen veya kısmen yerine getirememeleri halinde, değiştirilmeleri veya onarılmaları söz konusu olur.

Onarım çalışmalarında çok çeşitli malzemeler kullanılmakta olup, bunların seçimlerinde uygun nitelikte onarım malzemelerinin seçilmesi önem kazanmaktadır. Doğru onarım malzemesinin seçilmesi için kullanıcıların elinde malzemelerin özelliklerine ilişkin verilerin bulunması gereklidir. Bu verilere bağlı olarak yapılacak doğru seçimler, onarılmış yapı elemanlarının performansını ve durabilitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Uygun malzeme özelliklerinin bilinmesinin ve seçiminin yanında, uygulamadaki servis koşullarının doğru tahmin edilmesi ve doğru uygulamanın yapılması da çok önemlidir.

Betonarme yapı elemanlarına onarım harçları uygulanması halinde onarılmış malzeme özellikleri, eski beton ve onarım malzemelerinin oluşturduğu bir kompozit sistem olarak ele alınırsa malzeme seçiminde göz önüne alınacak kriterler ve seçim yöntemi daha iyi bir şekilde belirlenebilir. Performans kriterlerine uygun onarım malzemesi ve uygulama yöntemi seçilmesi her zaman onarılmış yapı elemanlarının durabilitesinin yeterli olabileceği anlamına gelmeyebilir. Oluşturulan kompozit sisteminin dayanıklılık (durabilite) özellikleri uygun deney yöntemleri ile laboratuvarda koşullarında kontrol edilmelidir. Aynı deney yöntemleri uygulama/arazi koşullarında uygulanarak laboratuvar ve arazi koşullarında elde edilen sonuçlar arasındaki uyum da ayrıca kontrol edilmelidir.

ONARIM ÇALIŞMASI AŞAMALARI

Bir onarım çalışmasının temel amacı göreceli olarak düşük maliyetli durabilitesi/dayanıklılığı yüksek, (kalıcı) bir onarım yapmaktır. Bu amaca ulaşmanın en önemli adımları;

- Mevcut yapının koşullarının ve bozulma derecesinin değerlendirilmesi,
- Bozulmanın/hasarın sebeplerini tanımlamak,
- Yapının iç ve dış çevre koşullarını değerlendirmek,
- Alternatif onarım sistemlerini değerlendirmek ve uygun sistemi seçmek,
- Onarım sisteminin detaylarını geliştirmek ve şartnamesini hazırlamak,
- Şartnamelere uygun onarım malzemelerini seçmek,
- Şartnamelere uygun olarak uygulamayı gerçekleştirmek.

Kalıcı onarımları başarabilmek için, bir kompozit sistemin bileşeni olarak onarım sisteminin seçimi ve tasarımı etkileyen faktörlerin göz önüne alınması gereklidir. Burada onarım malzemesi ile mevcut altlık (eski beton) arasındaki uyum onarım sisteminin en kritik bileşenidir (1).

ONARIM MALZEMESİ VE UYGULAMA KOŞULLARINA İLİŞKİN PERFORMANS KRİTERLERİ

Onarım çalışmalarında uygulama sırasında karşılaşılan en önemli problem tamir harcının çatlamasıdır. Onarım harcı ile altlık olarak mevcut eski beton arasındaki boyutsal uyumsuzluk; mekanik, kimyasal, fiziksel, elektriksel ve geçirimsizlik özellikleri arasındaki farklılaşma, yetersiz aderans dayanımı ve servis koşullarının doğru tahmin edilmesi, onarım malzemesinin seçimindeki en önemli kriterlerdir (2).

Malzeme seçiminde göz önüne alınması gerekli olan kriterler aşağıda verilmektedir:

1- Boyutsal Stabilité

Serbest Rötire ve Kısıtlanmış Rötire

Onarım malzemeleri arzu edilen mekanik özelliklere ve geçirimsizlik değerine sahip olmakla birlikte boyutsal yönden kararlı olmalıdır. Onarım malzemesinin eski beton üzerine uygulanması sonrası, yapı elemanını hasar öncesi durumuna benzer özellikler kazanmalı ve bu özelliklerini zaman içerisinde yitirmemelidir. Çimento esaslı malzemelerin büyük bir

(*) Doç. Dr., İTÜ, Mimarlık Fakültesi, İstanbul

kısmı, döküm sonrasında rötre yaparlar. Buna karşılık, onarımın yapılmış olduğu eski beton rötresinin büyük bir kısmını tamamlamış durumdadır. Buna rağmen onarım malzemesinin rötre miktarının olabildiğince az olması gereklidir, aksi takdirde kısıtlanmış rötre nedeniyle malzemede çekme gerilmeleri oluşarak çatlak/çatlaklar meydana gelebilecek veya onarım harcı ile eski beton arasındaki aderans yetersiz ise tabakalar birbirinden ayrılabilir. Bununla birlikte onarım harçlarının rötresi az olacak şekilde bileşimlerinin tasarlandığı hazır olarak satılan ürünlerin özellikleri içerisinde belirtilmektedir.

Isıl Genleşme Katsayısı

Onarım malzemesinin kullanım yerine bağlı olarak meydana gelen sıcaklık değişimleri malzemede boy değişimleri meydana getirir. Kompozit sistemin üniform ısınması veya soğuması halinde; eski beton ve onarım malzemesinin genleşme katsayılarının birbirlerine çok yakın değerler alması halinde kompozit bileşenlerinde farklı gerilmeler ve çatlak oluşmayaacaktır. Buna karşılık katmanların farklı sıcaklık derecelerine sahip olmaları halinde farklı genleşmeler sonucunda çatlaklar oluşabilecektir. Uygulamada onarım katmanının daha yüksek veya daha düşük sıcaklıklara ulaşması nedeniyle, gece-gündüz ve mevsimlere bağlı olarak genleşme ve büzülmelerin tekrar etmesi sürecine bağlı olarak hasar oluşumunda daha etkilidir. Hasar oluşumunda diğer bir etken de onarım katmanının kalınlığıdır. Kalınlık arttıkça sıcaklık farklarının etkisi daha fazla olmaktadır. Sıcaklık farkları sonucu olan boyut değişimlerinin etkisinin, rötre sonucu oluşan boyut değişimlerine benzer olduğu da bilinmelidir.

2- Mekanik Özellikler

Basınç ve Çekme Dayanımı

Onarım malzemeleri basınç dayanımının onarımı yapılan elemanın niteliği ile yakından ilişkisi vardır. Onarımı yapılan elemanın beton dayanım sınıfı, onarım malzemesinin dayanım sınıfını belirler. Bununla birlikte yüksek basınç dayanımları doğal olarak daha yüksek çekme dayanımlarına sahip olmalarına rağmen onarım malzemesinin çatlak potansiyelini arttırmaktadır. Bu durumun yüksek basınç halinde oluşan daha yüksek elastisite modülü, daha fazla rötre ve azalan sünme değerleri ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Aderans Dayanımı

Eski beton ve onarım malzemesinin birbirlerine yük aktarabilmeleri, yani birlikte çalışabilmeleri için her iki katmanını birbiriyle fiziksel ve kimyasal olarak bağ yapması gereklidir. Bu bağlantının miktarı aderans dayanımı ile ölçülür. Kompozit sistemin katmanları arasında bu bağ yeterli düzeyde değilse dış etkenler sonucunda her iki tabaka birbirinden ayrılabilir. Bu özelliğin iyileştirilmesi için her iki tabaka arasında aderans artırıcı kimyasal malzemelerin kullanıldığı bilinmektedir.

3- Sıvı ve Su Buharı Geçirirliiği

Geçirirlilik, onarım harçlarının sıvı ve buhar akımlarını iletmesidir. Sıvı geçirirliliği, özellikle su geçirirliliği beton ve betonarmenin korozyonuna neden olabileceği için istenmeyen bir özelliktir. Geçirimsiz bir betonun durabilitesi daha yüksek olur. Buna karşılık, yapı dış kabuğunda yer alan elemanlarda buhar geçirirliliğine izin vermeyen bir onarım katmanı; bu katmanın arkasında yoğunlaşma sonucu oluşan ve biriken nem ileride donma-çözülme olayları sonucu hasara neden olabileceği için arzu edilmez. Bu nedenle, buhar diffüzyon direnç katsayısı yüksek olan onarım harç ve malzemeleri kullanılması halinde bu risk söz konusu olabilir. Özellikle, aderans artırıcı ve yüzey koruyucu katmanlar için bu risk daha fazladır. Bu durumdan şüphelenildiği takdirde yapı elemanı kesiti üzerinde yoğunlaşma kontrolü yapılmalıdır.

4- Kimyasal Uygunluk

Beton onarım malzemesinin betonarmede kullanılan donatı ve diğer metallerle onarım malzemesinin üzerine uygulanacak koruyucu katman ve yalıtımlarla olan kimyasal uyumu göz önüne alınmalıdır. Onarım malzemeleri düşük pH derecesi ile hasar görmüş donatıya fazla bir koruma sağlayamazlar. Bazı su yalıtım membranlarının onarım malzemeleriyle uyumsuz olabileceği de göz önüne alınarak, onarım malzemesinin üzerine uygulandığı eski beton ve üzerine uygulanan diğer katmanlarla uyumu önceden kontrol edilmelidir.

5- Elektriksel Özellikler

Onarım malzemesinin elektriksel direnci, hem onarım malzemesinin hem de üzerine uygulandığı beton elemanın durabilitesini etkileyebilmektedir. İletkenliği az olan onarım malzemeleri, hasar görmemiş olan bölgeyi onarılmış bölgeden izole etme eğilimindedir. Bunun sonucu olarak, onarılmış bölge ile geri kalan beton bölgesi arasında (eski beton) büyük bir geçirirlilik veya klorür iyon içeriği farkı varsa, kısıtlamanın olduğu onarım bölgesi ile eski beton arasında korozyon hızı artabilir. Bunun sonucunda onarılmış bölgede ve geri kalan betonda hasar oluşabilir.

6- Servis Koşullarının Onarım Malzemesi Seçimine Etkisi

Performans kriteri olarak malzeme özellikleri tek başına yeterli değildir. Bunun yanında, öngörülen servis koşulları ve ürünün uygulanması sırasında geçerli olan koşullarda bilinmelidir. Bu nedenle malzeme seçiminde servis ve uygulama koşullarına ilişkin bilgiler önemlidir ve uygun seçim yapmaya olanak sağlar. Bu servis koşulları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Altlıkta (eski beton) nemin varlığı halinde bazı polimerik malzemelerin düzgün bir şekilde kürlenememesi (Nemli ortamda kürlenebilen polimerler hariç),

- Onarım uygulaması sırasındaki sıcaklık derecesi çimento bazlı ve polimerik malzemelerin hidrasyonu ve kürlenme hızını etkileyebilmektedir. Yüksek ve düşük sıcaklıklar malzemelerin çalışma sürelerini etkilemektedir.
- Çalışma ortamının havalandırılması,
- Tamir malzemeleri buharlaşabilen ve rahatsız edici kokular yayan bileşenler içerebilir.
- Onarımın yapılacağı yerin düşey veya yatay oluşu seçilen malzemenin akışkan olmasını veya akışkan olmamasını gerektirir.
- Onarımın yapıldığı yerin erken servise açılması halinde erken dayanım artışı gereklidir.
- Kimyasal ortam; asit ve sülfatlar çimento bazlı malzemelere etki ederler. Bazı kuvvetli çözücüler ise polimerik ürünlere etki ederler.
- Ağır trafik koşulları malzemenin iyi bir aşınma direncine sahip olmasını gerektirir.
- Çelik ve betona iyi bir yapışma dayanımına sahip olmalıdır.
- Maksimum ve minimum servis sıcaklıkları, Servis sıcaklığı ısı hareketlere neden olarak gerilme artışlarına yol açar.
- Titreşim etkisi gevrek malzemelerin bozulmasına yol açabilir.
- Bazı durumlarda onarım malzemesinin renk ve doku olarak eski betonla uyumlu olması ve görünümü bozmaması istenebilir (mimari beton).
- Onarımın ömrü; maliyeti ve onarımın karmaşıklığını etkileyecektir.
- Onarımın kalınlığı; ekzotermik reaksiyonlar sonucu doğabilecek ısı gerilmeler, rötire, keskin köşeler ve sivri uç oluşturabilme kabiliyeti ve buna bağlı olarak hangi maksimum agrega dane çapının kullanılacağı hakkında bilgi gerektirir (2).

ONARIM MALZEMELERİ

Beton onarımında kullanılan malzemeler; çimento esaslı malzemeler, polimer modifiye edilmiş beton ve harçlar, çabuk sertleşen bileşenler, bitümlü malzemeler, enjeksiyon harçları, aderans artırıcı astar malzemeleri olarak karşımıza çıkarlar.

Yukarıda belirtilen onarım malzemelerinden Portland çimento esaslı harç ve betonlar ile polimer modifiye edilmiş çimento esaslı malzemeler daha geniş uygulama alanı bulurlar. Eski beton özelliklerine benzer ısı özellikler, görünüm benzerliği, maliyet ve uygulayıcıların bu malzemelerin kullanımına daha fazla alışkın olmaları tercih edilmelerinin temel nedenidir. 30-40 mm derinliğe kadar onarım harçları, daha derin onarımlarda ise onarım betonları kullanılmaktadır.

Ülkemizde bu malzemelerin polimer ile modifiye edilmiş türleri hazır torbalanmış ürünler halinde kul-

lanıma sunulmaktadır. Hazır onarım harçları kullanım yerine bağlı olarak akışkan veya tiksotropik özellikte, rötresi az olan, sülfata dayanıklı, polipropilen veya çelik lif takviyesi gibi özellikler olan türleri vardır. Uygulanmaları sırasında eski beton ve donatı üzerinde mekanik temizlik işlemleri uygulandıktan sonra aderans artırıcı astar katmanı uygulanması önerilmektedir. Bu ürünlerin bir kısmı sadece sentetik reçine olarak, bazı ürünler ise çimento ve sentetik reçine karışımı olarak uygulanmak üzere kullanıma sunulmaktadır.

ONARIM HARÇLARINDA DURABİLİTE SORUNU

Durabilitenin önemi günümüzde daha fazla anlaşılmış ve üzerinde çalışılmaya başlanmış bir kavramdır. Betonun performansı sadece işlenebilirlik ve dayanımla değil, dayanıklılık da göz önüne alınarak değerlendirilmektedir.

Bir yapı malzemesinin kendisi için öngörülen servis süresi içinde hiçbir eksiklik göstermeden işlevini yerine getirmesi, durabilite/dayanıklılık veya kalıcılık olarak adlandırılmaktadır.

Onarım harcı veya betonu uygulamalarında durabilite söz edilirken eski beton ve onarım malzemesinin meydana getirdiği kompozit sistemin durabilitesi anlaşılmaktadır. Onarımda kullanılan bir tamir harcı standart durabilite deneylerinde yeterli bulunabilir, ancak bu malzemenin kullanıldığı kompozit sistemin davranışı ortam koşullarında yetersiz kalabilir.

Onarım malzemelerindeki gelişmelere rağmen, onarım malzemelerinde gözlenen çatlaklar birincil problemdir. Çatlak problemi onarım malzemesi ve altlık arasındaki boyutsal uyumsuzluktan büyük oranda etkilenmektedir. Boyutsal uyumsuzluğu etkileyen malzeme özellikleri hakkında bilgi, özellikler arasındaki ilişki ve performans kriteri olarak hangi değerlerin alınacağı konusunda bilgi kısıtlıdır. Bu durumu göz önüne alarak bazı araştırmacılar; boyutsal uyum gösteren ve çatlak oluşturmeyen çimento bazlı onarım malzemelerinin spesifikasyon ve performans kriterlerinin seçimi için çok fazlalı bir araştırma programı gerçekleştirmişlerdir (1). Araştırma; laboratuvar ve arazi deneylerini, bunların sonuçlarına bağlı olarak performans kriterlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Laboratuvar ve arazi araştırmasında 12 farklı beton tamir malzemesi kullanılarak deneyler uygulanmıştır. Araştırmacılar arazide; Alman aç testi ve SPS (Yapısal Koruma Sistemi) levha deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Laboratuvar da ise basınç, çekme ve eğilme-çekme dayanımı, elastisite modülü, genleşme katsayısı tayini, serbest rötire, kısıtlanmış rötire (ring test), Alman aç testi ve SPS levha deneyleri gerçekleştirmişlerdir.

Araştırmacılar performans kriteri olarak aşağıda Tablo 1'de verilen özellik, deney yöntemi ve sınır değerleri önermektedir.

Tablo 1 - Onarım malzemeleri performans kriterleri (1).

Özellik	Deney Yöntemi	Sınır Değer
Çekme dayanımı (minimum 28 gün)	CDR-C 164	2.8 MPa
Elastisite modülü (maksimum)	ASTM C 469	24 GPa
Isıl genleşme katsayısı (maksimum)	CRD-C 39	$12 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
Kuruma rötresi (maksimum 28 gün-1 yıl)	ASTM C 157	400×10^{-6} 1000×10^{-6}
Kısıtlanmış rötre çatlağı (1 yıllık deformasyon)	Ring test	14 gün içinde çatlak gözlenmemeli 1000×10^{-6}

Araştırmacılar yaptıkları araştırma sonucunda laboratuvarında elde edilen malzeme sonuçları ile ilk uygulamadaki sonuçlar arasında önemli bir korelasyon boşluğu olmasına rağmen, çalışmanın sonuçlarına göre laboratuvarında belirlenen malzeme özelliklerinin tümü göz önüne alınarak onarım malzemelerinin uygulamadaki performansını tahmin etmenin olası olduğunu belirtmektedirler.

Bu çalışmada, taşıyıcı olmayan elemanların onarımı için önerilen performans kriterlerinin arzu edilen malzeme özellikleri için genel bir kabul görebileceği söylenmektedir. Bununla birlikte herhangi bir onarım için uygulama ve servis koşullarına bağlı olarak malzeme özelliklerinin relatif öneminin değişebileceği hatırlatılmaktadır.

Yukarıda sözü edilen çalışmada malzeme özellikleri ile ilgili ayrıntılı bir çalışma yapılmış ve laboratuvarında bulunan sonuçlarla, arazide elde edilenler ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Ancak onarım sonucu oluşturulan kompozit sistemin durabilitesinin ortam koşullarından nasıl etkilendiği yeterince incelenmemiştir.

Beton onarım harçlarının hasar görmüş betonların onarımında kullanılması halinde durabilite davranışının ne olduğu başka bir çalışmada deneysel olarak araştırılmıştır (3).

Eski betonu temsil etmek üzere 4x4x16 cm boyutunda beton örnekleri eğilmede çekme deneyi ile iki parçaya ayrılmış, ayrılan parçaları birbirine epoksi ile yapıştırmak; eski betonu temsil eden yarım parçanın kırılmış yüzeyine epoksi uygulanmasından sonra onarım harcı uygulamak; onarım yapılan yüzeye (eski betonu temsil eden yarım prizmanın kırılmış yüzeyi) epoksi sürülmeden onarım harcı uygulaması durumları için üretilmiştir. (Her üç durum yeniden 4x4x16 cm'lik prizmalar onarılarak yeniden üretilmişlerdir.) Bu örneklerle donma-çözülme çevrimi (TS 699'a uygun olarak 25 çevrim) ve ıslanma-kuruma çevrimi (suya doygun örnekler, bir günde 17 saat + 50°C etüvde, 1 saat laboratuvar ortamında ve 6 saat 20°C suda bekletilmek üzere) toplam 25 çevrim

uygulanmıştır. Durabilite deneyleri sonrası yapılan eğilme-çekme deneyi sonuçlarına göre ıslanma-kuruma deneyinde örneklerin su içinde bekleme uygulaması, beton ve tamir harcından üretilen örneklerle bir nevi kürlenme etkisi yaparken, onarım görmüş örneklerin hemen hepsi deney sonrası eğilme-çekme mukavemetlerinde belirli oranda düşüşler göstermişlerdir.

Durabilite deneyleri sonrası yapılan basınç deneyi sonuçlarına göre deneyler sırasında örnekleri su içinde bırakma işlemi, beton ve tamir harcı örneklerle bir nevi kürlenme etkisi yapmıştır. Basınç dayanımı değerleri her iki deneyden sonra başlangıçtan yüksek çıkmıştır. Durabilite deneylerinden ıslanma-kuruma deneyi sonunda ağırlık kayıpları göz önüne alındığında, donma-çözülme deneyine göre daha fazla hasara neden olduğu anlaşılmıştır.

Araştırmanın sonuçlarından görülebileceği gibi durabilite deneyleri sonuçlarına göre kompozit sistemin eski beton ve tamir harcından oluşan bileşenleri ayrı ayrı incelendiğinde durabilite özelliklerinin yeterli olduğu görülmektedir. Ancak kompozit sistemler incelendiğinde ara yüzeydeki aderansın ortam koşullarından etkilenmesi sonucu eğilme-çekme dayanımlarında düşüşler gözlenmiştir. Durabilite deneyleri sırasında donma-çözülme ve ıslanma-kuruma tekrarları uygulanması kompozit sistemin bileşenlerinin farklı fiziksel özelliklere sahip olması nedeniyle aderans dayanımında ve dolayısıyla eğilme-çekme dayanımında düşüşlere neden olmuştur. Burada boyutsal stabilitenin etkilenmesinin öne çıktığı anlaşılmaktadır. Farklı genleşme katsayısı, ıslanma-kuruma ve donma-çözülme sırasında tekrar eden şişme ve büzülme olayları bu sonuçta etkili olmaktadır (3).

Betonarme elemanlarda karşılaşılan önemli bir hasar durumu korozyon çatlaklarıdır. Korozyon hasarı sonucu donatıda oluşan pas tabakası hacim artışları sonucu betonda çekme gerilmeleri oluşturarak betonun çatlamasına neden olmaktadır. Çatlaklara giren korozif sıvılar hasarın daha fazla artmasına yol açmaktadırlar. Sonuç olarak betonun yüzeyinden kapak atması şeklinde dökülmeler, donatı kesit alanında kayıplar görülmektedir. Bu olaya neden olan mekanizmalar ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve hasara neden olan mekanizmalar ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur (4,5). Hasarın giderilmesi için önerilen ve eski betona uyumu en fazla olabileceği düşünülen malzeme çimento esaslı polimerle modifiye edilmiş ürünlerdir. Bu ürünler paket ürünler halinde, konusunda uzman firmalar tarafından üretilmekte ve pazarlanmaktadır. Ürünler kullanım yerlerindeki amaca uygun olarak farklı akışkanlık düzeylerinde üretilmektedir. Ürünler büzülmeyen, tiksotropik veya akışkan, sülfata dayanıklı olarak üretilmiş yalın harçlar olabildiği gibi polipropilen veya çelik lifler de içerebilmektedir.

Nitelikleri geliştirilmiş bu tür harçlar eski betonla iyi bir bağ yapabilmeleri için bir aderans artırıcı katman ve antikorozyif bir astar katmanı ile birlikte uygulanmaktadır. Bazı ürünler ise aderans artırıcı ve antikorozyif özellikler tek bir ürün kullanılarak elde edilecek şekilde sunulmaktadır. Kompozit sistemin başarılı olabilmesi için; eski-yeni beton arasında bir aderans artırıcı tabaka, uygun usullerle temizlenmiş donatı üzerine antikorozyif bir astar tabakası uygulamak, uygun zamanlama ile birlikte (iyi bir aderans için) hazır onarım harcını uygun kalınlıklarda uygulamak, onarılmış sistemin üzerine, düzgün bir yüzey elde edebilmek için, aderans özellikleri katkılarla iyileştirilmiş bir harç tabakası (sıva) üzerine, antikarbonatlaşma özelliğinde bir katman uygulamak şeklinde önerilmektedir. Paslanmış çelik tabakası üzerine pas dönüştürücü kimyasallar uygulamak, çimentolu bulamaçlar sürmek, çimentolu bulamaçlara stiren butadiyen kauçuk ve akrilik dispersiyonları katarak aderans özelliklerini arttırmak, epoksi reçinesi esaslı katmanlar (antikorozyif özellik için çinko kromat veya demir oksit gibi pigmentler katmak, öğütülmüş çimento klinkeri katmak) sürmek veya çinko içeriği zenginleştirilmiş epoksi reçineleri sürmektir (5).

Ancak antikorozyif olarak kullanılan bu malzemeler yetersiz aderansa neden olabilmekte (sadece çimentolu bulamaçlar kullanmak) veya onarım görmüş bölgenin dışında veya korozyona karşı korunmuş donatının koruyucu kaplamasının hemen altında korozyon tekrar başlayabilmektedir. Bu durum özellikle klorür iyonlarının varlığı halinde daha etkili olmaktadır. Korozyon özellikle onarılmış bölgenin yakınında başlamaktadır. Bu tür problemlerin giderilebilmesi için elektrokimyasal iyileştirme teknikleri önerilmektedir (4).

Çimento esaslı onarım harçlarının çoğunlukla kullanıldığı yerler betonarme taşıyıcı elemanlardır. Beton paspayı tabakasının kaldırılmasıyla açığa çıkan donatının burkulması tehlikesi vardır. Böyle durumlarda yapı elemanın desteklenmesi gereklidir. Aksi takdirde bu tehlike nedeniyle donatının arkasında yer alan ve klorür iyonları içeren eski beton alınmazsa yapılan onarım yetersiz olur ve kozmetik bir onarım olarak kalır. Bu yapılmadığı takdirde katodik koruma yöntemleri uygulanmalıdır. Onarım harcının yük alabilmesi için taşıyıcı sistemi desteklemek ve hidrolik verenler yardımı ile yükü kaldırmak, ardından onarım yapmak, yapı elemanının yük dağılımı yönünden daha uygundur; ancak ekonomik değildir (4).

SONUÇLAR

Hasar görmüş betonarme elemanların onarım ve güçlendirmesinde çok geniş bir aralıkta yer alan ve çok farklı nitelikte malzemeler birarada kullanılmaktadır (6). Farklı malzemelerin biraraya gelmesi, bu malzemelerin üstün niteliklerine rağmen uyum prob-

lemine de getirmektedir. Bu problemin aşılabilmesi için malzemelerin performans kriterlerinin belirlenmesi, özellikle malzemeye ilişkin özelliklerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle onarım malzemelerinin uyumunu etkileyen malzeme özelliklerine ilişkin sınır değerler daha kapsamlı olarak belirlenmelidir. Bu ürünler kullanıma sunulurken bu sınır değerlere uygun olup olmadıkları ve durabilite özellikleri kontrol edilmelidir. Ülkemizde üretilen yapılarda üretilen betonların hem dayanımları hem de durabilitesinin mevcut yapı stoğuna oranla yetersiz olduğu düşünüldürse problemin bizim açımızdan daha da önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu problem ülkemizdeki eski yapı stoğunda korozyon çatlakları şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Çözüm olarak çimento esaslı hazır onarım harçları kullanılmaktadır. Bu ürünlerin teknik özellikleri verilmekle birlikte, bu makalede belirtilen malzeme teknik özellikleri göz önüne alınarak bu teknik parametrelerin sayısının artması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Bunun yanında durabilite özellikleri daha ayrıntılı bir şekilde incelenmeli, Ürünlerin özelliklerini geliştirmek için çelik, polipropilen ve sellüloz lifler ve gerekli yerlerde hasır çelik kullanmak, rötre azaltıcı katkı kullanmak veya bazı yerlerde bu uygulamaların bir kısmını birlikte yapmak, çatlak ve buna bağlı olarak durabilite probleminin aşılması için önerilmektedir (7,8).

KAYNAKLAR

- [1] McDonald, J. E., Vaysburd, A. M., Emmons, P.H., Poston, R.W., Kesner, K., "Selecting Durable Repair Materials: Performance Criteria-Summary" 2002, *Concrete International-January* 2002 pp: 37-44.
- [2] Mailvaganam, N. P., 1992 "Repair and Protection of Concrete Structures" CRC Press, London, UK.
- [3] Karagüler, M. E., Kuloğlu, Ş., 2003 "Beton Tamir Harçlarının Durabilitesi" 5. Ulusal Beton Kongresi, *Betonun Dayanıklılığı (Durabilite)*, Cemal Reşit Rey Konser Salonu, Harbiye/İSTANBUL, Sah. 303-312.
- [4] Broomfield, J., 1997 "Corrosion of Steel in Concrete" Understanding, Investigation and Repair, E and FN Spon, an Imprint of Chapman and Hall, London, UK.
- [5] Mays, G., 1992 "Durability of Concrete Structures" Investigation, repair, protection E and FN Spon, an Imprint of Chapman and Hall, London, UK.
- [6] Taşdemir, M. A., Özkul M. H., "Betonarme Yapılarda Onarım ve Güçlendirme Malzemeleri" 2002, Prof. Dr. Kemal Özden'i Anma Semineri, Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler, İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, 10 Mayıs 2002, Sayfa: 177-204.
- [7] Shah, S. P., Karagüler, M. E., Sarigaphuti M., 1992 "Shrinkage-Reducing Admixture Effects on Cracking" *ACI Materials Journal*, Vol.89, No.3, May-June 1992, pp: 289-295.
- [8] Shah, S. P., Sarigaphuti M., Karagüler, M. E., 1994 "Comparison of Shrinkage Cracking Performance of Different Types of Fibers and Wiremesh" 1994, *Fiber Reinforced Concrete Developments and Innovations*, ACI, SP-142.