

Yapı Fiziği Açısından Yapı Elemanlarında Dayanıma Etki Eden Çiçeklenme Olayı ve Korunma Yöntemleri

Korkmaz YILDIRIM

Annan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu Efeler/AYDIN

Özet

Yıllar öncesi yapılmış olan bir yapının, zamanda kalıcı olması için insanoğlunun verdiği gayretin önemine dikkat çekilmektedir. Günümüzde artık yok olmuş medeniyetlerin izini ayakta olan yapılar üzerinden takip etmekteyiz. Değişik malzemeden üretilen yapılarda kullanılmakta olan tuğla, ahşap, çelik, beton ve betonarme malzemeler hizmet süresi boyunca bünyesinde yıpranmaya yol açan birçok etkenle karşılaşmaktadır. Malzemelerin dayanıklılığını, (durabiliteyi) olumsuz etkileyen kimyasal ve fiziksel olaylar mevcuttur. Değişik türdeki yapılarda ve yapı elemanlarında kullanılmakta olan duvar malzemeleri servis süresi boyunca bünyesinde yıpranmaya yol açan birçok etkenle karşılaşmaktadır. Yüzeyde ise çıkan suyun buharlaşması sonucunda suyun içerisinde bulunan kalsiyum hidroksit ve diğer tuzlar, beton, sıva ve duvar yüzeyinde kristaller halinde ince bir tabaka oluşturması olayına “çiçeklenme” denilmektedir.

Bu olayın oluşmaması için yapı temeli civarındaki suyun drenajla, yapıya ulaşmadan toplanması ve temel yapı elemanlarından uzaklaştırılması gerekmektedir.

Bu bildiri ile çalışmamız kapsamında betonarme, beton, yığma bina duvarlarında ve sıva yüzeylerinde durabiliteyi etkileyen “çiçeklenme” olayı gibi fiziksel etkenler ve alınması gereken önlemler yapı fiziği kavramları açısından incelenerek araştırma sonuç ve önerilerimiz sektör çalışanlarının bilinçlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Durabilite, Çiçeklenme, Konstrüksiyon, Kapilarite

Flowering Event Prevention Methods That Affects The Strenght Of Structuraal Elements In Terms Of Building Physics

Abstract

A structure which was built years ago, also draws attention to the importance of the effort that gave to mankind to be permanent. Nowadays, we follow the traces of dead civilizations through the structures that are standing to day. Brick, wood, steel, concrete and concrete materials that are being used for structures that are produced from different materials have faced with many factors that lead to attrition within the service period. There are chemical and physical events that affect the durability of the materials negatively. Wall materials that are being used in various types of buildings and building elements are faced with many factors that lead to attrition within the service period. Calcium hydroxite and other salts in water as a result of evaporation of surface water create a thinlayer of crystals on the concrete, plaster and wall surface and this event is called “flowering”.

In order to avoid from this event, the water around the building foundation must be collected before it reaches the structure and also must be removed from the basic building elements

With this statement, the physical factors such as events that affect “flowering” of the durability of reinforced concrete, concrete, masonry building wall sand plaster surfaces, and the measures that must be taken will be examined in terms of the concepts of building physics and our research results and recommendations will contribute to raising the awareness of employees of the sector.

KeyWords: Durability, Flowering, Construction, Capillarity

Corresponding author: Address: Aydın Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü,
Annan Menderes Üniversitesi, Aydın / TURKEY. E-mail address: korkmazy54@gmail.com

1. Giriş

Hasar görmüş olan yapılarda bozulma nedenlerinden biri olan çiçeklenme yapı fiziği açısından önemlidir. Bozulma yolu ile deformasyona uğrayan yapı ve yapı elemanlarında restorasyon(tamir etkinliği)çeşitli uzmanlık alanlarının birlikte hareket ettikleri bir disiplindir. Dünya genelinde uygulanmakta olan koruma etkinliklerinin temelinde bilgi, tecrübe ve uygulanabilirlik ne yazık ki ülkemizde aynı bilince ulaşamamıştır. Her yapıda zamanla hasar oluşumu kaçınılmazdır. Bu safhada hasarın niteliği, oluşumu, malzeme özellikleri ve uygulama hassasiyeti maalesef inşaat sektörü çalışanlarında oluşmamıştır. Binalarda yapı fiziği kusurlarını 5 farklı başlıkta toplayabiliriz.

Bunlar; Mekanik Sorunlar, Su ve Nem Sorunları, Ses Akustik Sorunlar, Isınma Sorunları ve Fiziksel-Kimyasal sorunlardır.

Nemin yapı elemanları içindeki hareketi basınç farkından meydana gelmektedir. Yapı elemanları içerisindeki nem hareketi infiltrasyon, kapilarite etkisi ve buhar difüzyonu olmak üzere üç şekilde gelişir[1]. İnfiltrasyon, sıcaklık farklarının oluşturduğu rüzgar etkisiyle veya hacimdeki ventilasyon etkisiyle oluşur. İçerideki sıcak ve nemli hava yapı elemanında oluşan çatlaklardan dışarı çıkmak ister, bu çatlakların durumuna göre içeri veya dışarı sızar. Kapilarite etkisi, gözenekli bir yapı elemanının suya doyması sonucu suyun kılcallık etkisi ile dikey olarak yapı elemanı içinde yükselmesi ve yapı elemanı yüzeyinden buharlaşması olayıdır. Buhar difüzyonu, su buharının basınç farkından dolayı yapı elemanı içinden geçip düşük basınçlı ortama ulaşmasıdır. Buhar kış aylarında ısı geçişinde olduğu gibi sıcak iç ortamdan soğuk dış ortama yapı elemanı içinden geçerek ulaşır. Yaz aylarında ise yalıtım yapılmış binalarda dışarıdan içeriye geçer[1].

Yapılardan beklenen özellikler arasında kullanıcıların konforlu bir şekilde yaşamaları için, ortamdaki nem miktarı belirli düzeyde olmalıdır. Su ve nem, yapı elemanlarında kabarma ile dökülmelere ve küflenme sonucu sağlıklı koşulların oluşmasına neden olmaktadır. Olumsuz atmosferik koşullarda, bina sağlığını etkileyerek zaman içerisinde yapı elemanlarının durabilitesini azaltmaktadır[2].

Bu çalışmamız kapsamında yapılarda ve yapı elemanlarında görülen çiçeklenme ve korozyon sorunlarının oluşumu, bu konuda neler yapılabileceğine dair bulgularımız uygulama açısından tartışılmıştır.

2. Yapı Elemanlarında Çiçeklenme ve Yosunlaşma Oluşumu

Yapılarda zaman, çevresel koşullar ve bakımsızlık sonucunda ortaya çıkan hasarları gözlemlemek mümkündür. Tamamen dış hava şartlarına maruz yapılarda, malzemelere hasar verebilen zararlı gaz ve asitli yağmurların, rüzgar ve güneşin tüm etkileri kolaylıkla izlenebilmektedir. Çiçeklenme sertleşmiş beton içindeki, çimento harcındaki bileşenlerin çözünerek dışarı sızması ve yüzeyde kristaller biriktirmesi sonucu oluşan lekelerdir. Betonun boşluklarında yer alan suyun, kapiler boşluklar arasından yüzeye ulaşması ve yüzeyde buharlaşarak içindeki tuzları kimyasal kristal halinde yüzeye bırakmasıdır[3]. Yapı elemanında oluşan bu tür boşluklar yapı için tehlikelidir. Çiçeklenme sonucunda duvar içinde sıva ve beton içinde bulunan organik ve hafif maddelerin kimyasal yönden etkilenerek duvar yüzeylerinde lekelenme, renk değişikliği gözlenmektedir. Şekil.1



Şekil.1. Kiriş ve Döşeme Yapı Elemanlarında Çiçeklenme Görüntüleri

Yapı elemanlarının ömürlerini ve dayanıklılığını etkileyen en önemli unsurlardan biri sudur. Yapı elemanlarına sızan sular taşıyıcı kısımlarda gerek korozyon gerekse duvarlarda verdikleri hasar nedeniyle yük taşıma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Yapılarda dayanımı (durabiliteyi) etkileyen unsurlardan biride duvar ve betonarme elemanların su almasıdır. Bu elemanlara sızan suyun zararlı küf, mantar, çiçeklenme, kararma ve diğer organik maddeleri oluşturması yapıyı aynı zamanda insan sağlığına tehdit etmektedir. Yağmur, kar, çığ, yer altı suları, yapı içinde bulunan ıslak mekanlardaki su kaçakları, yapının inşa edildiği zeminde bulunan basınçlı ve basınçsız yeraltı suları nedeniyle yapılar suya maruz kalmaktadır. İnsanoğlunun yaşam konforunu etkileyen bu durum yapıyı tehdit etmektedir. Suyun yapılarımıza verdiği zararları gözle göremeyiz, ancak sonuçlarıyla karşılaştığımızda fark edebiliriz. Suyun yapılarımızda yarattığı hasar, özellikle deprem tehdidinin bulunduğu ülkemizde can ve mal güvenliği açısından önemli tehlikelerden biridir.

Yapılarda korozyon etkisi, çeşitli kimyasal etkiler, güneş-radyasyon, nem, aşırı soğuk ve don olayı etkilerini ve bitkisel parazitlerin verdiği zararları her elemanında görmek mümkündür.

Yapılarda bozulmaya neden olan etkenler iki aşamada incelenmektedir[4].

1. Yapının konumu, bulunduğu zeminin özellikleri, ya da ilk tasarımdaki hatalardan, hatalı yapı malzemesi teknik, kötü işçilik kullanılmasından kaynaklanan iç nedenler,
2. Doğal etkenler, insanların verdiği zararlar: yangınlar, savaş, yoğun trafik, spakülatif kentleşme, bayındırlık etkileri gibi hasar kaynakları dış nedenlerdir.

Bu bağlamda çiçeklenme 'betonun içerisindeki kalsiyum hidroksit ve diğer tuzların çözünerek, beton yüzeyine çıkması sonucu ince beyaz tabaka oluşturması olayına' denir. Betonun içerisine sızan suların etkisiyle çözülmüş olan kalsiyum hidroksit ve diğer tuzları içeren su, kapiler boşluklarda yer alan fiziksel olayla betonun yüzeyine doğru hareket etmektedirler. Yüze çıkan suyun buharlaşması sonucunda suyun içerisinde bulunan kalsiyum hidroksit ve diğer tuzlar beton yüzeyinde ince bir tabaka oluşturmaktadırlar. Kalsiyum hidroksit, havadaki karbondioksit ile birleşerek $CaCO_3$ (kalsiyum karbonat) haline dönüşmektedir. Kalsiyum hidroksit ve diğer tuzların eriyik halde beton yüzeyine çıkarak oluşturdukları birikinti tabakasını kalınlığı 3-4 mm arasında değişmektedir. Birikintinin büyük bir kısmı $CaCO_3$ tarafından olduğundan tabaka beyaz renkte görünür. Ancak oluşumda $CaCO_3$ 'ün yanı sıra, bir miktar sodyum sülfat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum silikat, potasyum sülfat, kalsiyum sülfat ve magnezyum sülfat gibi bileşenler de bulunduğundan çiçeklenme rengi açık gri, çoğunlukla sıva ve beton içerisindeki minerallerin renklerini yansıtmaktadır. Nemli ortamın çiçeklenme olayına

büyük etkisi olmaktadır. Çiçeklenme, yağışlı kış sezonunda daha çok olmakta, ilkbaharda azalmakta ve yazın hiç olmamaktadır. Bu olayın görüldüğü beton yüzeylerde su ve rutubet daha kolay hareket etmekte, böylece beton içerisindeki kalsiyum hidroksit çözünerek beton yüzeyine çıktığından beton boşluklu olmaktadır. Sonuç olarak betonun dayanıklılığı azalmaktadır. Yosunlaşma oluşan yüzeyde lekeler oluşacağından yapı elemanında estetik yönden görüntü kirliliği oluşturmaktadır.

Ayrıca çiçeklenme olayı, boşluklu seramiklerde genellikle pişmiş toprak malzemede görülen bir kimyasal olaydır. Harçta ve pişmiş toprak malzemede bulunan çiçeklenme, suda eriyebilen nitelikteki tuzların malzemede ki kılcal boşluklardan hareket ederek yüzeye çıkmaları ve burada suyun buharlaşması sonucu birikmesi olayıdır. Çiçeklenmeye sebep sadece çimento hidratasyonu değildir. Benzer bozulma yapı elemanı tuzlu suya maruz kaldığında, betonun geçirgenliği fazla olduğunda, uygun su kullanılmadığında ve yıkanmamış malzeme kullanıldığında da görülmektedir[8].

Çiçeklenmeye Sebep Olan Suda Eriyebilen Nitelikteki Tuzların Başlıcaları Şunlardır:

a) Sülfatlar: Na_2SO_4 (Glanber tuzu), $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

b) Klorürler, Nitratlar, Karbonatlar

c) Diğer tuzlar: Vanadyum, Manganez, Demir, Molipden ve Krom tuzları

Çiçeklenme, genellikle bir tuğla duvarda önemli bir bozulmaya sebep olmamakla birlikte, sıvalı ya da sıvasız olsun, duvarın görevini bozar. Örneğin iyi pişmemiş tuğlaların yüzeyinde tozlanmaya veya yapraklanma (pullanma) şeklinde dökülür.

Çiçeklenme değişik olaylar sonucu meydana gelebilir.

- Malzemenin yanlış depolanması.
- Pişmiş toprak malzemenin uygulamasında kullanılan harçtaki bağlayıcı maddede bulunan serbest kireç, pişmiş toprak malzemede bulunan Na_2SO_4 ile birleşerek $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ meydana getirir[5].
- Linyit kömürü ile pişen tuğlalarda, dumanda bulunan kükürtlü gazlar tuğlada Na_2SO_4 (glamber tuzu) meydana getirir.



Şekil 2. Yapı İç Duvarlarındaki ve Döşemelerdeki Çiçeklenme Bozulmaları

Genellikle yapı elemanları üzerinde oluşan çiçeklenme, çözülme ve kabarmalar nem, rutubet hareketi, ile ısı değişimleri sonucu yapı malzemelerinde görülen kimyasal

etkilerden bazılarıdır. Çalışma alanında iç ve dış elemanlarda tespit edilen çiçeklenme görüntüleri şekil 1, 2 de ve 3 de görülmektedir.



Şekil 3. Bina Dışında Oluşan Kabarma ve Dökülmeler

3. Bulgular ve Tartışma

Ülkemiz yüzölçümünün yüzde 92'si, nüfus yoğunluğunun ise yüzde 95'i deprem kuşağında bulunan ve yapı stoğunun büyük kısmı kerpiç, yığma ve betonarme olan bir ülkede su yalıtımının yaşamsal bir önemi bulunmaktadır. Su yalıtımı olarak öncelikle bina dışında dış drenaj yöntemiyle temel yapı elemanlarına yer altı suyunun ulaşmasını engellemek, yapı içerisinde ıslak mekanlarda hassas bir şekilde su yalıtımı yaparak yapı elemanlarına suyun vereceği zararın azaltılması önem kazanmaktadır. İnsan yaşamının konforu yönünden yapının kullanılabilirliği açısından suyu binalarımızdan uzak tutmalıyız. Zemin alt yapıları, zemin üstüne geçişte iyi bir su yalıtımı ile ayrılmalıdır. Zemin altı (su basman) temel elemanları da su emmez nitelikte olmalıdır. Ters durumlarda zeminden gelen su, duvar bünyesine girerek, dışarıda çiçeklenme ve yosunlaşmaya neden olur.(Şekil 3) İç hacimlerde ise çiçeklenme, küflenme ve sıva dökülmeleri görülür. Yapıda temeller, bodrum duvar ve döşemelerinde suya karşı önlem alınmadığı zaman çeşitli iç gerilmeler meydana gelir, malzemede kısa zamanda tahribatlar görülür. Suyun drenajla, yapıya geçmeden toplanması ve yapı temelinden uzaklaştırılması gerekir. Zemin suyuna karşı gerekli yalıtım önlemleri alınmamış bir yapıda sonradan ortaya çıkacak olayları önlemek çok zordur[6].

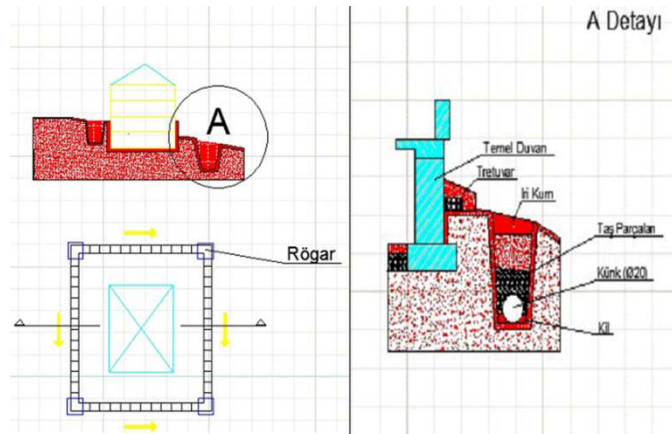
Bu yöntemlerden bir tanesi dış drenaj diğeri ise son yıllarda yaygınlaşan temelde bohçalama yöntemiyle suyun temel yapı elemanlarına gelmesini engellemektir. Şekil.4



Şekil 4. Bina Temelinde Bohçalama Yöntemi ile Su Yalıtımı Yapılması

Dış drenajda bina çevresine temel duvarlarından 50-100 cm. uzaktan ve temel tabanının 30-50 cm. daha altında doğal zemin iniş yönünde ve % 5-10 eğim verilerek açılan kanallara 20 cm. çapında ve 2.00-4.00 cm. aralıklı olarak beton büz ya da künkler döşenir. Üzerlerine önce iri sonra da ince taş ve kumlu zemin ve en son olarak da kil dolgu yapılarak sıkıştırılır. Dış drenajın uygulanabilmesi için kanalın köşe yaptığı noktalarda kanal tabanının 15-20 cm. altından bahçe kotuna kadar en az 50×50 cm. kesitli “rögarlar” veya “bacalar” yapılmalıdır[7]. Şekil.5

Hangi imalat yapılırsa yapılsın kullanılacak malzeme seçimi, uygulama koşulları çok önemlidir. Standartlara uygun imalatlar ile dayanıklı yapı elemanlarını üretmeliyiz. Malzeme ne kadar iyi olursa olsun uygulama kötü olduğunda verim alınmayacağı kaçınılmazdır.



Şekil 5. Binalarda Dış Drenaj Yöntemiyle Su Yalıtımı Yapılması

Yapılarda kullanılan beton ve kagir yapı elemanlarını oluşturan malzemeler dış etkenlerden etkilenerek dayanıklılıklarının azalması kaçınılmazdır. Yukarıda ifade edilen bir çok nedenlerle bu olaylar gerçekleşmektedir. Bu olayların olmaması için kaliteli malzemenin üretilmesi, korunması, saklanması ve uygulama sonrası aşamalarda çeşitli önlemler alınarak yapı elemanlarının durabilitesi artırılmalıdır. Çiçeklenme ve yosunlaşma oluşan yapı elemanlarında zamanla dayanımının azalması kaçınılmazdır. Genellikle yüzeylerde oluşan çatlama, kabarmalar ile sıva dökülmeleri yapı elemanlarında dayanımı azaltmaktadır.

Çiçeklenme sonucu yapı elemanlarında oluşan çatlakların ve sıva yüzeyi bozulmalarının epoksi reçinesi çimento şerbeti ya da uygun bir tamir harcıyla onarımı yapılmalıdır. Çatlakta genişleme sürüyorsa çatlağın mekanik bağlayıcılarla ‘dikilmesi’ gerekir. Bu dikişler çatlağı kesen çubuklar ve çubukların uçlarının uygun bir biçimde bağlanması ile olur[8].

Kagir yapıların takviye kuralları kapsamındaki yöntemlerden yararlanılarak duvarlar güçlendirilmelidir. Betonarme elemanlarda nemden dolayı oluşan yüzey dökülmeleri ve beton içindeki donatı çeliklerinin kısmen yıpranmış olanları ivedilikle takviye edilmeli, az yıpranmış olanlar ise pasından arındırılarak koruma amaçlı kaplanmalı, tamamen çürümüş olanları değiştirilerek taşıyıcı sistemin bundan sonra uzun yıllar hizmet verecek şekilde sağlıklı olarak ayakta kalması sağlanmalıdır.

4. Sonuçlar

Çiçeklenme ve yosunlaşmanın oluşum kaynağı genellikle iç (Islak Mekanlar) ve dış iklim ortam şartlarından dolayı olduğu söylenebilir.

Çiçeklenme ve yosunlaşma sonucu oluşan lekelenmelerin yapı elemanının yapımı sırasında engellenmesi amacı ile alınacak önlemler ;

- * Yapı cephesinde su ve rutubet oluşturacak profillere yer verilmemeli,
- * Normal tuğlayı toprağa ve deniz suyu buharına maruz yerlerde kullanmamalıyız,
- * Zemin ve yüzey sularına karşı duvarları yapıda kesinlikle su yalıtımı yapmalıyız,
- * Duvar ve kaplama malzemesini kullanmadan önce su ile yıkamalıyız,
- * Yeni yapılmış yapı kısımlarını yağmura karşı korumalıyız,
- * Letiyeli çimentoları kullanmamak (Yüksek fırın cürufu içeren çimento)[5].
- * Beton üretiminde su/çimento oranı düşük tutulmalı, betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılması iyi yapılarak betonun geçirimsizliği azaltılmalıdır,
- * Beton karışımında, beton içerisindeki $Ca(OH)_2$ 'i azaltıcı ve betonun geçirimsizliğini ve dayanıklılığını artırıcı özelliği olan beyaz renkte puzolonik katkıları kullanılmalıdır,
- * Düşük alkali miktarı içeren çimento kullanılabilir,
- * Kullanılacak yapı elemanı malzemelerinde küf, mantar ve bakteri oluşumuna imkan verecek oluşum olmamalıdır.
- * Kullanılan karışım ve kür suyunda ve agregalarda çeşitli tuzların bulunmamasına dikkat edilmelidir, kesinlikle deniz suyu kullanılmamalıdır[9].
- * Ayrıca beton yüzeylerin izole edilerek zararlı bileşenlerin, özellikle klorür ve oksijenin beton içine difüzyonu tam olarak önlenmelidir[10].
- * Yapı temeli civarındaki suyun drenajla, yapıya geçmeden toplanması ve yapı temelinden uzaklaştırılması gerekir.

Çiçeklenme, genellikle suyla yıkanmak ve fırçalanma suretiyle giderilebilir. Ancak, değişik kökenli çiçeklenmelerde sorunun giderilmesinde de farklılıklar vardır.

Bunlarda aşağıdaki gibidir;

- * Tuğlaların veya pişmiş toprak malzemelerin daima kuru yerlerde depolanması gereklidir.
- * Tuğlaların yüzeylerindeki döküntüler HCl asidi ile temizlenerek giderilebilir.
- * Na_2SO_4 'den oluşan çiçeklenmeler su ile yıkanarak giderilir.
- * Karbonatlara bağlı olan çiçeklenmeler su ve seyreltik HCL asidi ile temizlenebilir.
- * Pas lekeleri ise % 10 luk $CrCl_2$ ile yıkanırsa giderilmektedir.

Dünya iklimindeki değişikliklerin mekanların termal koşullarına etkileme potansiyeli bulunmaktadır. Bu sebeple binaların gelecekte sağlık ve konfor güvenceli tasarlanması gerekmektedir. Mevcut standartlara göre yapılacak tasarımlar iklim değişikliğinin etkileri ile mücadelede yetersiz kalabilir.

Yapı elemanlarındaki çiçeklenme ve yosunlaşmaların hasar etkilerini azaltmanın yolu su ve rutubet, ısı, ses ve yangın yalıtımı yönetmeliklerinin güncellenmesi, yapım şartlarında mecburi koşulların getirilmesi ve yapıda kullanılan kâğır malzemelerin konforlu bir yaşamın gereklerine göre üretilip, uygulamasına geçmeliyiz.

5. Kaynaklar

[1] Ertaş, K. Binalarda Buhar Difüzyonu Olayının İrdelenmesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, Eskişehir,2001.

- [2] Güler, H.Sezer, F. Ülkü, S. Binalarda Yapı Fiziği Problemleri: Bursa'da Bir Kamu Kurumu Örneği, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı 2, 2010.
- [3] Akan, A. Örmecioglu, H. Brüt Beton Yapıların Kullanım Ömrü ve Onarım Teknikleri, Mimarlık Dergisi, Temmuz-Agustos,2012.
- [4] Bektaş, C., Trilye.III., Mimarlık 83, İstanbul, 14 2008;p.5-6.
- [5] ÜNAL, O., Yapı Malzemesi Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi,2009.
- [6]. ERDİÇ, M., (1994), "Yapı Fiziği ve Malzemesi", Literatür Yayınları, s.367, İstanbul.
- [7].GÜNER,M.S "Yapı Bilgisi Teknolojisi I-II" Aktif Yayınevi, Ağustos, 2000.
- [8] Bayülke, N, Yığma yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi - Depremde Hasar Görmüş Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi, İzmir,1999; p.210-214.
- [9] Yıldırım,K. Sümer,M. Betonun Dayanımına (Durabilitesine) Etki Eden Fiziksel-Kimyasal Olaylar Ve Alınması Gereken Önlemler, 9th International Congress on Advances in Civil Engineering, Karadeniz Technical University, Trabzon, 27-30 September 2010, p.107-115.
- [10] KOÇ, T.,YALÇIN, H., Betonarme Demirlerinin Korozyonu ve Önlenmesi, CMS yayıncılık, Ankara,2004, p. 126.