

BETONARME KALIP UYGULAMARINDAN KAYNAKLANAN BETON YÜZEY KUSURLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yrd.Doç.Dr. Serkan SUBAŞI

Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 81620, Düzce.

Kalıplar, beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Betonarme kalıp yüzeylerinin malzeme türü, tasarımı ve yapım hatalarından dolayı kalıplanan beton yüzeylerinde beton kabuğun fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen yüzey kusurlarının meydana geldiği bilinmektedir.

Genel olarak beton kusurları, betonarme elemanların yüzeyinde ve iç kısımlarında meydana gelebilmektedir. Çoğu zaman beton iç kısımlarında oluşan kusurların görünüşleri beton yüzeyine de yansımaktadır. Beton yüzeyinde yer yer farklı görünümlere neden olan yüzey kusurları aynı yüzeyde fiziksel özellikler bakımından farklı yapıların oluştuğunu göstermektedir. Bu oluşum, yapının bulunduğu ortam şartlarından kaynaklanan zararlı tesirlere karşı farklı davranış gösteren beton yüzey alanlarının oluşacağı anlamındadır. Dolayısı ile ileri yıllarda farklı zamanlarda,

farklı seviyelerde yıpranma ve tamir-bakım gereksinimi ortaya çıkacak ve yapı elemanlarının farklı kullanım ömrü problemleri ile karşılaşılacaktır. Bu bakımdan yüzey kusurlarının dereceleri ve beton yüzeyinin fiziksel özellikler bakımından üniform olması önem taşımaktadır. Kalıp yüzeylerinin yapımında genel olarak; masif kereste (tahta), kontrplak (plywood), metal ve plastik malzemelerin kullanılmakta olduğu bilinmektedir. Kalıp içerisine dökülen beton yüzeyinde beton karışım özelliklerinden, yanlış beton yerleştirme teknikleri, vibrasyon ve kalıp yağı uygulamaları gibi sebeplerden dolayı boşluklar meydana gelebilmektedir. Boşluklu beton yüzeyleri zararlı aktif maddelerin betona daha kolay nüfuz ederek beton dayanıklılığının azalmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, kalıp yüzey malzemelerinden, kalıp yağından ve kalıp uygulamalarından kaynaklanan beton yüzey kusurları belirli

bir sistematik içerisinde anlatılmış, beton yüzey kusurlarının azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

GİRİŞ

Betonarme yapı üretim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan kalıp, kendisini taşıyabilecek hale gelinceye kadar betonu desteklemek, betona şekil vermek, betonda istenilen yüzey düzgünlüğünü sağlamak gibi temel fonksiyonlara sahiptir^[1,2]. Kalıp bu temel fonksiyonlarının yanı sıra beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Kalıp ve kalıp yağlarının seçimi veya uygulanmasından kaynaklanan hatalardan dolayı beton yüzeylerinde birçok kusurun meydana geldiği bilinmektedir^[3-5].

Beton kusurları, betonarme elemanların yüzeyinde ve iç kısımlarında olabilmektedir. Çoğu zaman beton iç kısımlarında oluşan kusurların görünüşleri beton yüzeyi-

ne de yansımaktadır. Beton kusurlarının yüzeyde oluşmaları ve iç kısımlarda olduğu halde yüzeye yansıyanları daha çok gündeme getirilmektedir^[6,7].

Beton yüzeyinde yer yer farklı görünümlere neden olan yüzey kusurları aynı yüzeyde fiziksel özellikler bakımından farklı yapıların oluştuğunu göstermektedir. Bu oluşum, yapının bulunduğu ortam şartlarından kaynaklanan zararlı tesirlere karşı farklı direnç gösteren beton yüzey alanlarının oluşacağı anlamındadır. Dolayısı ile ileri yıllarda farklı zamanlarda, farklı seviyelerde yıpranma ve tamir-bakım gereksinimi ortaya çıkacak ve yapının farklı kullanım ömrü problemleri ile karşılaşılacaktır. Bu bakımdan yüzey kusurlarının dereceleri ve beton yüzeyinin fiziksel özellikler bakımından üniform olması önem taşımaktadır^[8,9]. Değerlendirme kriteri olarak; beton yüzeyinin görünümü ve yüzey fiziksel özelliklerinin etkin olduğu betonarme strüktürün kullanım ömrü, esas alınarak tasarım faktörlerinin organize edilmesiyle daha fonksiyonel ve ekonomik sonuçlar elde edilebilecektir. Strüktürel amaçlı olmanın yanı sıra estetik özellik de taşıması beklenen brüt beton yüzeylerinin tasarımında yüzey kusurlarını minimize edecek; yapı, kalıp ve beton tasarımının bir bütünlük içerisinde gerçekleştirilmesi gerekli görülmektedir^[10].

Kalıplar, beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Kalıp yüzeylerinin yapımın-

da genel olarak; masif kereste (tahta), kontrplak (plywood), metal ve plastik malzemelerin kullanılmakta olduğu bilinmektedir. Kullanılan kalıp yüzey malzemesinin özelliklerine bağlı olarak beton yüzeylerinde çeşitli kusurların meydana geldiği bilinmektedir^[9,11,12].

Beton yüzeylerinde oluşan bir çok kusur bulunmaktadır. Ancak çalışmamızda betonarme kalıbından ve ya kalıp yağından kaynaklanan beton yüzey kusurları ele alınmıştır. Kalıptan kaynaklanan beton yüzey kusurları aşağıda belirtilmiştir.

Beton Yüzeyinde Renk ve Görüntü Kusurları

Betonun yapısal rengi betonu oluşturan çimento ve agrega gibi iki temel unsurun rengine bağlıdır. Çimento renkleri aynı fabrikadan olsa bile geniş bir şekilde değişir. Gri çimentolar; mavi-gri' den yeşil-gri, gümüşü-gri ve sarı-gri' ye doğru bir renk değişimine sahiptir. Beyaz ve esmer-haki çimentolar da üretilmektedir. Agregalar ise çok değişik renk ve büyüklüklerde bulunabilmektedir. Renk bozuklukları (discoloration) genel terim olarak; betonun yapısal rengine değişimlerden anlaşılan kusurların anlatımı için kullanılır^[13].

Betonun homojen olmaması veya yeterince karıştırılmamış olması, vibratörün kalıba çok yakın tutulmasıyla beton yüzeyinde kaymağın oluşmaması, vibratörü daldırma noktalarının iyi seçilmemesi, üniform olmayan kalıp absorpsiyonu ve/veya kalıp ayırıcıları kullanımı renk bozukluklarına neden olabilmektedir^[14-16].

a) Yağ renk bozuklukları (oil discoloration); Beton yüzeyinde sadece krem veya kahverengi renk değişimi şeklinde gerçekleşen renk bozukluklarıdır (Şekil1). Çoğu zaman farklı kalıp yağlarının kullanımı veya aynı tür kalıp yağlarının farklı yoğunlukta kullanımının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır^[17].

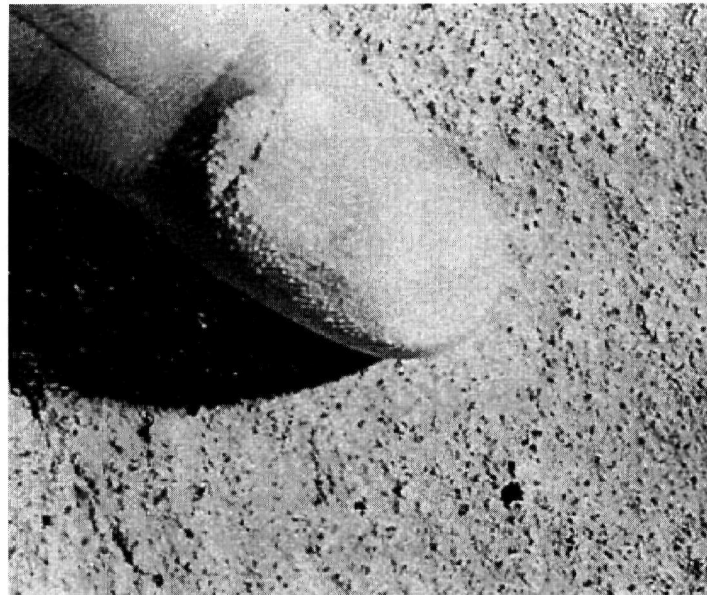
b) Hidratasyon renk bozuklukları (hydration discoloration); Yüzey yapısında renk farklılıkları, genelde açık renkten koyu renge doğru bir geçiş, nadiren bir





sınır çerçeve çizgisi ile ayrılan bir görüntü olarak ortaya çıkmaktadır. Hidratasyon renk bozukluklarını oluşturduğu şartlar iki ana gruba ayrılır. Betonun içeriğindeki toplam su değişimi beton kütesinin renginde eşit oranda renk değişimi sonucunu doğuracağı bazen kabul edilirken, betonun yerleştirilmesi sürecinde nem hareketlerinin çimento karışımı rengini koyulaştırma eğilimi göstereceği ortaya çıkar. Ayrıca kalıp yüzeylerinin farklı miktarlarda su emmesi farklı renk bozukluklarının oluşmasına neden olur^[13,17].

c) Tozlanma (dusting); Sertleşmiş beton yüzeyinde malzemenin tozlanması, beton yüzeyinde tozlanma; dayanıklılığı zayıf ve açık renkli kolayca tozlanabilen beton yüzeyleri için kullanılan bir ifadedir. Genel olarak beton yüzeyinde gecikmelere neden olan faktörler, tozlanmanın nedeni olarak görülebilir (Şekil



Şekil 2. Beton yüzeyinde meydana gelen tozlanma

2). Örneğin, yüzeyde hidratasyonu geciktiren veya engelleyen aşırı uygulanmış kalıp yağı, yetersiz kür işlemleri gibi uygulama yetersizlikleri tozlanmanın nedenleri arasında görülmektedir^[17].

c) Kuruma renk bozuklukları (drying discolorations); Kalıp alınmasından sonra yüzey renk tonunda oluşan renk değişiklikleri olarak görülür (Şekil 3). Kalıp alınmasından sonra beton yüzeyinin kuruması ile ortaya çıkan bu renk farklılıklarının pek çok nedeni olmakla beraber en önemli olanı olarak kür işlemi farklılıkları gösterilebilir^[13].

d) Yüzeyde Hava Boşluğu (blow holes); Beton yüzeyinde, 15 mm' yi geçmeyen düzenli veya düzensiz küçük boşluklardır. Beton yüzeyinde hava boşluklarının oluşumu ile ilgili olarak değişik zamanlarda çok sayıda görüş açıklanmıştır. Bu görüşler, beton içerisinde hava ve su küreciklerinin nasıl oluştuğunu açıklanmasında da yardımcı olmaktadır. İki ayrı tip hava boşluğundan oluştuğu görülmektedir. Birincisi ve en yaygın tip; hemen yüzeyin altında gömülü olarak kalıp yüzeyi ile kontak halinde yumurta şeklinde (ovoid) olan hava kabarcıklarıdır. İkinci tip; agregaların arasında düzensiz bir şekilde sahip olan hava kabarcıklarıdır (Şekil 4). Beton yüzeyinde hava boşluklarının oluşmasında, kalıp yüzeyinin geçirimsizliği, uygun olmayan kalıp yağı seçimi, çok fazla kalıp yağı kullanımı, yetersiz vibrasyon, önemli faktörler olarak



Şekil 3. Beton yüzeyindeki kuruma renk bozuklukları

görülmektedir^[18].

e) Kalıp İzleri yansımaları (Form ofset); Kalıp birleşim yerlerinin beton yüzeyine yansımalarıdır (Şekil 5). Kalıbın bağlanmasında yeterli rijitliğin sağlanamaması, beton döküm yüksekliğinin fazla olması, çok güçlü vibratör kullanılması, kalıp izleri yansımalarına neden olan faktörler olarak bilinmektedir^[18].

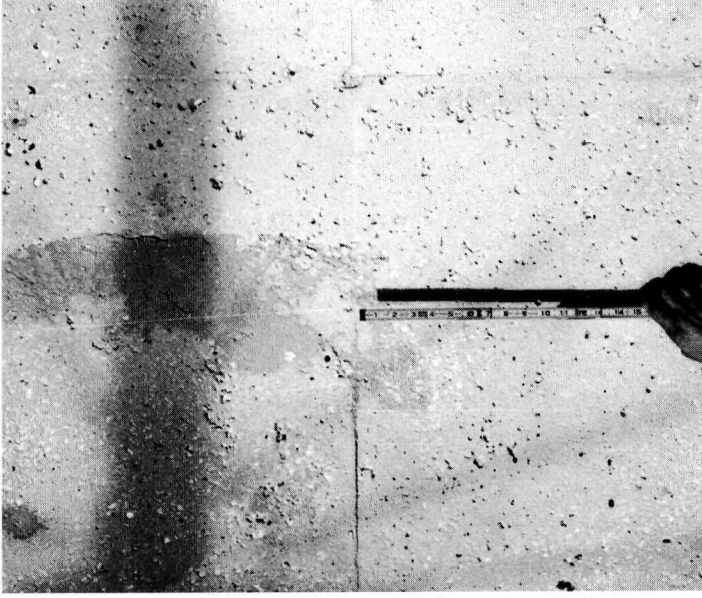
f) Kılcal çatlak ağı (crazing); Aşırı parlak camsı beton yüzeylerinde, betonun ileri yaşlarında ince yapılı çatlak ağı oluşmasıdır (Şekil 6). Kılcal çatlak ağının, çok parlak, camsı kalıp yüzeyi kullanımı, karışımın fazla miktarda çimento ve ince malzeme içermesi, betonun yüksek su içeriği, gibi faktörlerden kaynaklandığı bilinmektedir^[19].

g) Soyulma (peeling); Çok ince bir tabakanın beton yüzeyinden koparak ayrılması ve bu tabakanın adransını yitirerek beton yüzeyinden düşmesidir (Şekil 7). Beton yüzeyinden olan bu kopma uygun olmayan kalıp yüzeyi, yanlış kalıp yağı seçimi, aşırı kuma gibi faktörlerden kaynaklanabilir^[20,21].

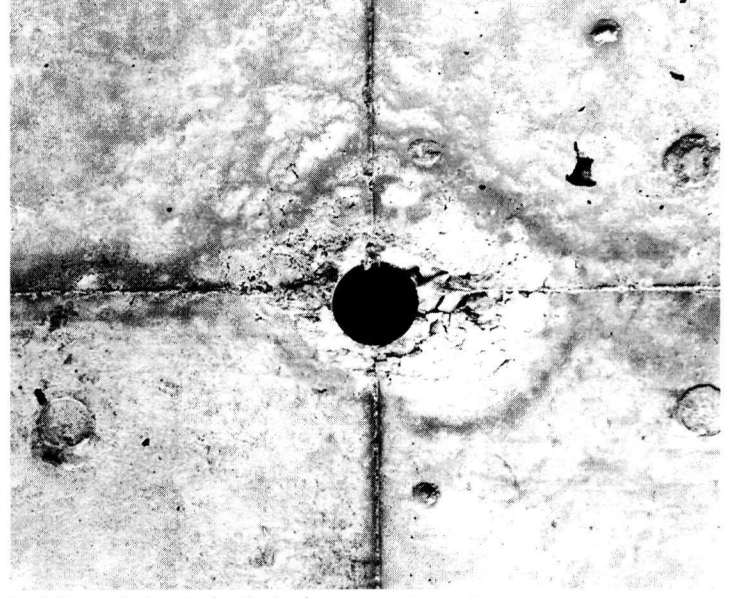
h) Kalıp yüzeyi kopması (form scabbing); Kalıp yüzey kaplamasının beton yüzeyine yapışarak kopmasıdır (Resim 4.21). Kalıp yüzeyinin betona yapışmasından dolayı kopmasıdır (Şekil 8). Kalıp yüzey malzemesi özellikleri, kalıp yağı özellikleri, beton karışım özellikleri, yerleştirme teknikleri, kür şartları gibi faktörlerden kaynaklandığı bilinmektedir^[17].

SONUÇ VE ÖNERİLER

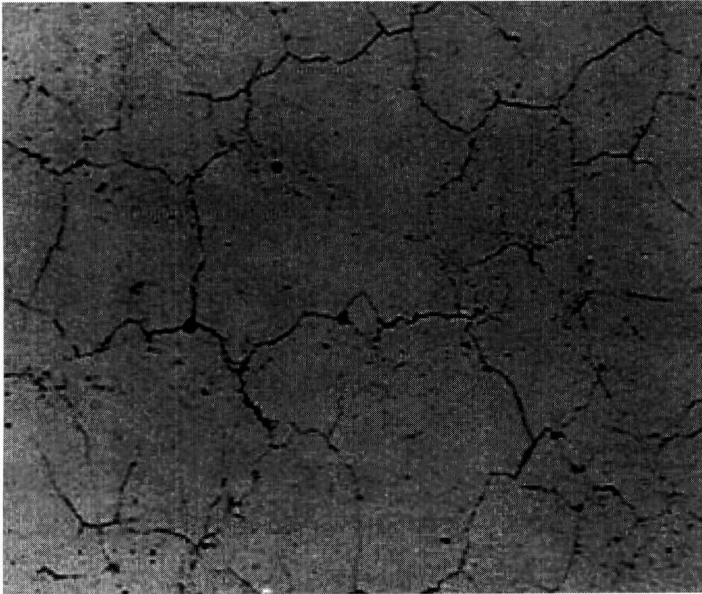
Kalıp yüzey malzemesi, kalıp yağı uygulaması, kalıpların kurulum ve sökümü sürecinde beton yüzeylerinde birçok kusurlara neden olmaktadır. Beton yüzeylerinde oluşan kusurların sadece görüntü kusuru olmayıp betonun servis ömrünü etkileyen sonuçlar ortaya çıkardığı bilinmektedir. Ancak uygulama sürecinde dikkat bazı hususlara dikkat edilerek bu kusurların oluşmasına engel olmak mümkündür. Öncelikle yapı, kalıp ve beton tasarımının bir bütünlük içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir. İstenen beton yüzey özelliklerine göre kalıp yüzey malze-



Şekil 4. Beton yüzeyinde oluşan hava boşluğu



Şekil 5. Kalıp izlerinin beton yüzeyine yansımaları



Şekil 6. Beton yüzeyinde oluşan kılcal çatlak ağı



Şekil 7. Beton yüzeyinde meydana gelen soyulma

mesi seçimi gerçekleştirilmelidir.

Kalıplanan beton yüzeylerinde; yağ renk bozuklukları, hidratasyon renk bozuklukları, tozlanma, kuruma renk bozuklukları, yüzeyde hava boşluğu, kalıp izleri yansımaları, kılcal çatlak ağı ve kalıp yüzeyi kopması kusurların oluşmaması veya minimize edilmesi için aşağıda belirtilen önlemlerin alınması gerekmektedir.

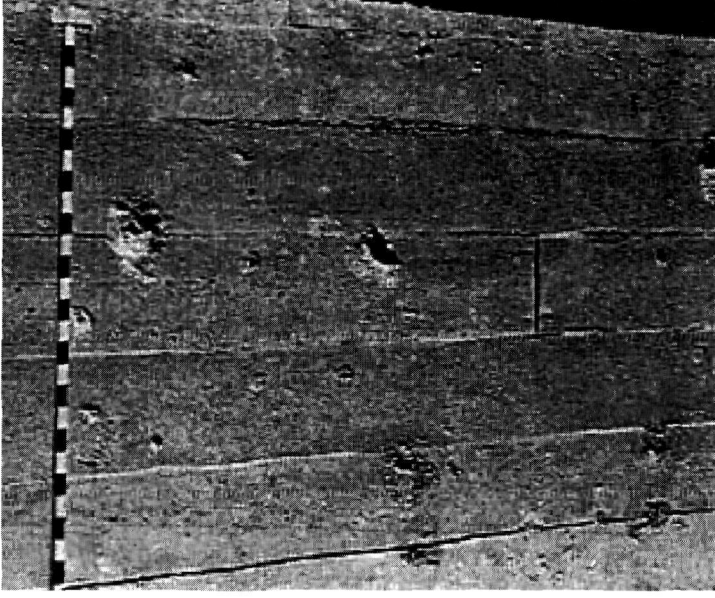
1. Uygun kalıp yağı seçimi, aynı uygulamada farklı

kalıp yağlarının kullanımı veya aynı tür kalıp yağlarının farklı yoğunlukta kullanımından kaçınılmalıdır.

2. Kalıp yüzeylerinde farklı su emme miktarlarına sahip malzemeler kullanılmamalıdır.

3. Kalıp içerisine dökülen betonların homojen olmasına özen gösterilmelidir.

4. Kalıp yüzey malzemesinde veya uygulanan kalıp yağında beton prizini geciktirici kimyasal maddelerin olmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 8. Kalıp yüzeyinin beton yüzeyine yapışarak tabakalar halinde kopmasından bir görüntü.

5. Aşırı kalıp yağı uygulamasından kaçınılmalıdır.
 6. Kalıbın bağlanmasında yeterli rijitlik sağlanmalıdır.
 7. Beton döküm yüksekliğinin fazla olması ve aşırı vibrasyon uygulamasından kaçınılmalıdır.
 8. Aşırı parlak ve camsı kalıp yüzeyi malzemesi kullanımından uzak durulmalıdır.
 9. Kalıp yüzeyinde oyuntu, çentik gibi beton yüzeyinde kopmalara neden olabilecek bozukluklar bulunmamalıdır.
 10. Kalıp sökümünde beton yüzeylerine zarar vermesi için dikkatli yapılması gerekmektedir.
- Yukarıda bahsedilen tedbirler alındığı takdirde, beton yüzey kusurlarında büyük ölçüde azalma sağlanmış olacaktır. Böylece beton ve/veya betonarme elemanların daha uzun süreli hizmet vermesi sağlanacaktır. □

Kaynaklar

- [1]. Arslan, M., The Effects of Permeable Formworks with Sucker Liners on The Physical Properties of Concrete Surfaces, Construction and Building Materials, vol: 15, p. 149- 156, 2001.
- [2]. Arslan, M., "Betonarme (Brüt Betonlu) Yapı Tasarımında Dikkate Alınması Gereken Beton Yüzey Kusurları" G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:9, No:3, Ankara, 1996.

- [3]. Arslan M., Su Emici Astarlı ve Drenaj Özelliği Bulunan Kalıpların Beton Yüzey özellikleri Üzerine Etkileri, TÜBİTAK Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 2, ANKARA, 1999.
- [4]. Arslan M., M, Su Emici Astarlı - Drenajlı Düşey Kalıp Yüzeylerinin Beton Kabuğu Fiziksel Özellikleri ve Donatı Korozyonu Üzerine Etkileri, TMMOB İnş Müh. Odası, Teknik Dergi, Cilt: 10, Sayı: 2, ANKARA, (1999).
- [5]. Marosszeky, M., Chew, M., Arioka, M., and Peck, P., "Textile form method to improve concrete durability," Concrete International, 15(11): 37-41 (1993).
- [6]. Stok, Y. et al. "Effects of Mix Proportions and Curing Conditions on Properties of Concrete Surface Layers" Proc. Cement Association of Japan, No: 43, Pp:358-363, 1989.
- [7]. Long, A., Sháat, A., and Basheer, P. , "The influence of controlled permeability formwork on the durability and transport properties of near surface concrete." Advances in concrete technology, Special Publication 154. V. Malhotra, ed., American Concrete Institute, 41-54, 1995.
- [8]. ACI Committee 347, Recommended Practice For Concrete Formwork, (ACI 347-78), Manual of Concrete Practice Part. 2, American Concrete Institute, Detroit, 2000.
- [9]. Hurd, P. M., Formwork. Construction Press, P: 136, London, 1983.
- [10]. Subaşı, S., "Farklı Yüzey Astarları İle Kaplanmış Drenaj Özelliği Bulunan Kalıpların Betonun Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniv.,Fen Bilimleri Enst., Ankara, 2005.
- [11]. Awad S. Hana, "Concrete formwork systems", Marcel Dekker Inc., 1999.
- [12]. Subaşı, S., Kalıp Yüzey Faklılıklarının Betonun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri, Y.Lisans Tezi, Gazi Üniv.,Fen Bilimleri Enst., Ankara, 2001.
- [13]. Arslan, M., "Beton (Dökümü, Kalıpları, Kusurları, Dayanıklılığı)", Atlas Yayınları, ISBN: 97-6574-02-X, İstanbul, Ağustos, 2001.
- [14]. Subaşı, S., Arslan, M., "Kalıp Yüzey Özelliklerinin Betonun Karbonatlaşması Üzerine Etkileri", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt 23, No 4, 913-921, 2008.
- [15]. M. J. McCarthy, A. Giannakou and M. R. Jones, "Comparative performance of chloride attenuating and corrosion inhibiting systems for reinforced concrete", Materials and Structures / Matériaux et Constructions, Vol. 37, December 2004, pp 671-679.
- [16]. Reading, T., J. "Deleterious Effect of Wood Forms on Concrete Surface" Concrete International, Vol: 7, App.-62, Nov, 1985.
- [17]. ACI Committee 397 2R -82, Identification and Control of Consolidation Related Surface Defects in Formed Concrete.
- [18]. ACI Committee 309, Recommended Practice for Consolidation of Concrete, American Concrete Institute, Detroit, 1974.
- [19]. ACI Committee 303, Guide To Cast-in-Place Architectural Concrete Practice, (ACI 303 R-74), American Concrete Institute, Detroit, 1974.
- [20]. ACI Committee 309, Recommended Practice for Consolidation of Concrete, Manual of Concrete Practice Part. 2, American Concrete Institute, Detroit, 2000.
- [21]. ACI Committee 201 1R -97, Guide For Making a Condition Survey of Concrete in Service, American Concrete Institute, 1992.