



Teknik Not

Betonarme Yapılarda Hazır Beton Kullanımı

Osman ÜNAL, Şaban YURTCU

Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü 03200 Afyonkarahisar

ÖZET

Dünyada ve ülkemizdeki yapıların büyük bir kısmı betonarme olarak inşa edilmektedir. Dolayısıyla çok yaygın olarak kullanılan betonun kalitesi, taşıyıcı bir yapı malzemesi olması sebebiyle yapının kalitesi ile doğrudan ilgilidir. Son yıllarda yoğun olarak kendini gösteren yapılaşma süreci içerisinde, kaliteli ve yüksek miktarda betona duyulan talep hazır beton sektörünün gelişmesine neden olmuştur. Hazır beton, inşaat sektöründeki büyük bir boşluğu doldurmuş, çok kısa bir sürede yaygınlaşmış, inşaatlarımıza kalite ve zaman kazandırmış, avantajlar sağlamıştır.

Bu çalışma, dünyanın bütün gelişmiş ülkelerinde en yaygın olarak kullanılan hazır betonun üstünlüklerini ve ülkemiz açısından gerekliliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Betonarme yapı, Hazır beton, Kaliteli beton

1. GİRİŞ

Türkiye'deki yapı üretiminin yaklaşık %90 nının betonarme taşıyıcı sistemli olarak gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu durumda, betonarme ve beton malzemelerine ilişkin bilgilerin önemi artmaktadır. Bu bilgiler esas olarak agregalar, bağlayıcılar ve katkı maddelerinin yanı sıra beton dayanıklılığını esas alan beton yapım, döküm ve koruma şartlarına yöneliktir. Deprem kuşakları üzerinde bulunan ülkemizde beton kalitesinin ve ona bağlı olarak betonarme taşıyıcı sistemlerin dayanım ve dayanıklılığı hayati önem taşımaktadır. Son yıllarda ülkemizde meydana gelen depremlerde oluşan hasarlar bunu açıkça göstermiştir [1].

Beton; agrega, çimento, su ve gerektiğinde bazı kimyasal ve/veya mineral katkı maddelerinin uygun ve gerekli oranlarda homojen bir şekilde karıştırılmalarıyla elde edilen bir yapı malzemesidir [2]. Betonun oluşturan malzemelerden çimento; ince kum ve iri agrega tanelerini birbirine bağlar. İnce agregalar ise, iri agrega taneleri arasındaki boşlukları doldurup betonun bir bakıma iskeletini oluşturarak üretilen beton elemanına etki eden kuvvetlere karşı koyarlar [3].

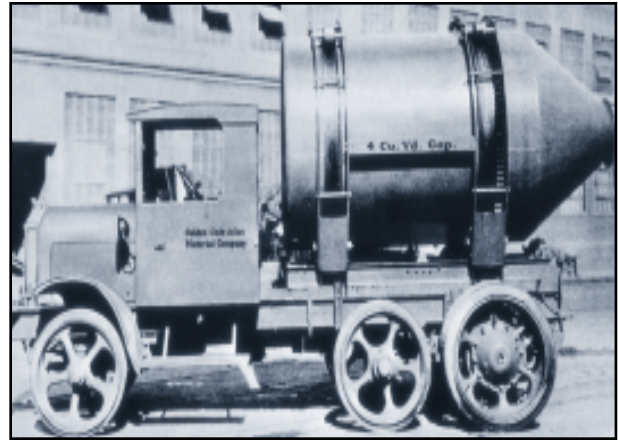
Bilgisayar kontrolüyle istenilen oranlarda bir araya getirilen malzemelerin, beton santralinde veya mikserde karıştırılmasıyla üretilen ve tüketiciye "taze beton" olarak teslim edilen betona "Hazır Beton" denir. Bu betonlar, şantiye dışında bulunan bir tesiste uygun karışımda hazırlanan, yeterli suyu, ya hazırlama tesisinde veya gideceği yere yaklaşınca ilave edilen, beton karıştırmaya ve taşımaya elverişli vasıtalarla şantiyeye götürülen ve orada basınçla kalıplarına kadar pompalanan betonlardır [4].

Yaşadığımız büyük depremler göstermiştir ki betonarme yapılarda kaliteli hazır beton kullanmaktan başka yol görünmemektedir. Bu çalışmada hazır betonun üretimi, karıştırılması, taşınması, yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve kürü gibi temel işlemler hakkında bilgi verilecektir.

Hazır beton, dünyada ilk kez, 1903 yılında Almanya’da üretilmiştir, Türkiye’de 1970’li yılların sonuna doğru inşaat firmaları tarafından üretilmeye başlanmış, üretimin yaygınlaşması seksenli yılların ikinci yarısında olmuştur. Avrupa Hazır Beton Birliği verilerine göre, bugün Avrupa ülkelerinde yılda yaklaşık 300 milyon m³, ABD’de ise 200 milyon m³ hazır beton tüketilmektedir [5].

2. HAZIR BETON SEKTÖRÜNÜN TARİHÇESİ

Hazır beton üretimi, dünyada ilk kez bu yüzyıl başında (1903) Almanya’da ortaya çıkmış, sonraki birkaç yıl içerisinde de ABD’de üretilmeye başlanmıştır. 1914 yılında beton taşıma amaçlı transmiksler aracı ise Amerika’da geliştirilmiştir. Transmikserin hemen ardından 1927 yılında “Beton harç iletme pompası” aracı geliştirilerek patenti alınmıştır. Özellikle savaş yıllarından sonra, hazır betonun yapıların temel inşaat malzemesi olarak benimsenip, yaygınlaşmaya başlaması uzun sürmemiş, kısa zamanda pek çok ülkede hazır beton üretilip, kullanılır hale gelmiştir. 20.Yüzyılın ikinci yarısıyla birlikte hız kazanan kentleşme ve altyapı çalışmaları, hazır beton ve beton ürünlerinin daha çok üretilip, yaygınlaşmasını sağlamış, dolayısıyla bu alanda pek çok teknolojik gelişme kaydedilmiştir. 1967 yılında Almanya’da kurulan Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) nin verilerine göre günümüzde Avrupa genelinde hazır beton sanayisinde 5.800’den fazla küçük ve orta büyüklükte işletme hizmet veriyor [6]. Hazır betonun dünyadaki gelişimi ise tablo 1 de verilmiştir [7].



Şekil 1-2. İlk Üretilen Beton Taşıma Amaçlı Transmikserler

Tablo 1. Hazır Betonun Dünyadaki Gelişimi

Yıl	Ülke	Dünyadaki Gelişim
1848	İngiltere	İlk çimento fabrikası
1857	Fransa	Betonarme sisteminin bulunuşu
1865	Almanya	Yüksek fırın cürufunun portland çimentosu ile birlikte kullanımı
1903	Almanya	Hazır beton sektörünün başlangıcı
1936	Almanya	Kimyasal katkıların kullanımı
1950	Norveç	Uzun dönem testler için mikrosilisin deneysel olarak kullanımı
1965	Amerika	Süper akışkanlaştırıcıların betonda kullanımı
1971	Norveç	Mikrosilisin taşıyıcı sistemde kullanımı
1981	İzlanda	Üçlü karışım (PÇ , Mikrosilika, uçucu kül) çimentonun ilk kez kullanımı
1992	Amerika	Dünyanın en yüksek betonarme yapısının inşası

2.1. TÜRKİYE'DE HAZIR BETON SEKTÖRÜ

Ülkemizde hazır beton ilk kez 1970'li yılların sonlarına doğru bazı inşaat şirketleri tarafından kendi inşaatlarında kullanılmak üzere üretilmeye başlanmıştır. Ancak gerçek anlamda hazır beton endüstrisine 1980'li yılların ikinci yarısından itibaren geçilmiştir. Kısa dönemde hazır beton sektörü çok büyük gelişme göstermiş, en son teknolojik ekipmanlarla birlikte deneyimli bir güce sahip olmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak, 1988 yılında kurulan Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) hazır betonun ülkemizde doğru kullanımı, yaygınlaşması ve sektörün gelişimi yönünde önemli adımlar atılmasına önemli katkıda bulunmuştur. Doksanlı yıllar sonrası hızla gelişen ve yaygınlaşan hazır beton sektörü ülke bazında gereksinim duyulan betonun %70'ini karşılayacak bir potansiyele ulaşmıştır [8]. Ülkemizde hazır beton sanayisi genelinde 2005 yılı verilerine göre 277 firma, toplamda 568 tesiste faaliyet göstermektedir. Bu firmalardan 71'i, 267 adet tesisle THBB üyesidir. THBB üye firmaları toplam hazır beton üretiminin %60'ını gerçekleştirmektedirler. Ülkemizde hazır betonun üretim kapasitesi 2005 yılında bir önceki yıla göre %46.5 oranında artışla toplamda 46.3 milyon m³ hazır beton üretimi gerçekleştirilmiş ve 2005 yılı üretim değeri, 2000 yılı üretiminin 2 katına çıkmıştır [6].

3. HAZIR BETONUN BETONİYERLE ELDE EDİLEN BETONA GÖRE AVANTAJLARI

Hazır betonun şantiyede elle veya betoniyerle karıştırılarak elde edilen betona göre üstünlüğü ve avantajları artık herkes tarafından kabul edilmektedir. Hazır betonun avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

- Yüksek dayanımlı beton elde etme olanağı,
- Sürekli kalite kontrol olanağı,
- Zamandan büyük tasarruf,
- İş gücünden tasarruf,
- Çevre temizliği,
- Yoğun trafik olan bölgelerde dar alanda çalışma olanağı,
- Elle dökülen betonda, şantiye sahasını kum, mıcır, çimento yığınları vb. kapladığından, hazır betonda alandan tasarruf, temiz ve düzenli şantiye sahası avantajı,
- Standartlara uygunluk [9],
- Betondan tasarruf,
- Türk ekonomisine % 100 kayıtlı katkıdır,
- Büyük projelerde hızlı çalışma imkanı [10],
- Teknolojik olarak iyi donanımlı hazır beton tesisleri sayesinde hem dayanımı yüksek hem de dayanıklı beton üretmek mümkün olmuştur [11].

4. HAZIR BETON ÜRETİMİ

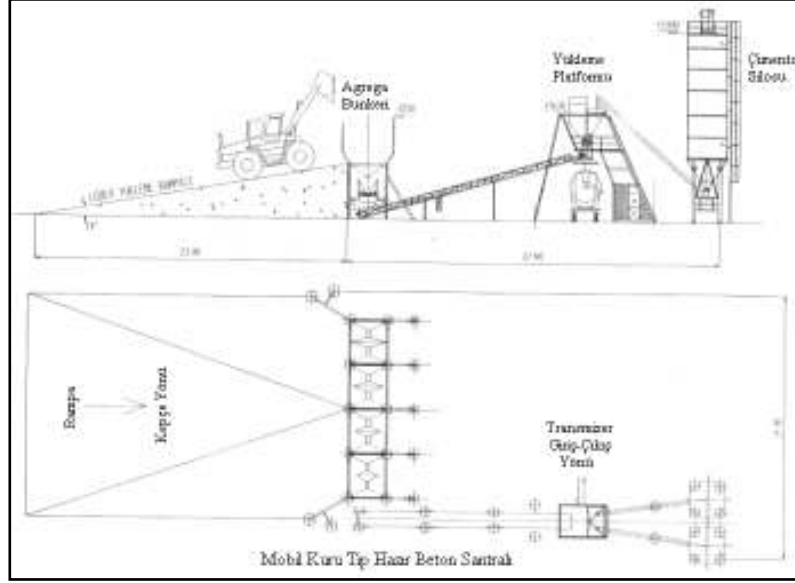
Hazır betonu, şantiyede elle yada betoniyerle karıştırılarak hazırlanan betondan ayıran temel etken, hazır betonun modern tesislerde, bilgisayar kontrolüyle üretilmesidir. Hazır beton kullanıcısının hazır betonda arayacağı nitelikler TS EN 206'da yer almaktadır. Hazır beton üretiminin su ölçme ve karıştırma işlemlerinin santral veya transmikserde yapılması iki farklı şekildedir.

1. Kuru karışımli sistem,
2. Yaş karışımli sistem.

4.1. Kuru Karışımli Sistem

Agrega ve çimentosu beton santralinde ölçülüp santralde veya transmikserde karıştırılan, suyu teslim yerinde ölçülüp karıştırılarak ilave edilen betondur. Agregası ve çimento, tartı bunkerlerinde tartılmak suretiyle istenilen dozajlarda hazırlanır ve kuru karışım olarak transmikserlere yüklenir. Su, transmikser

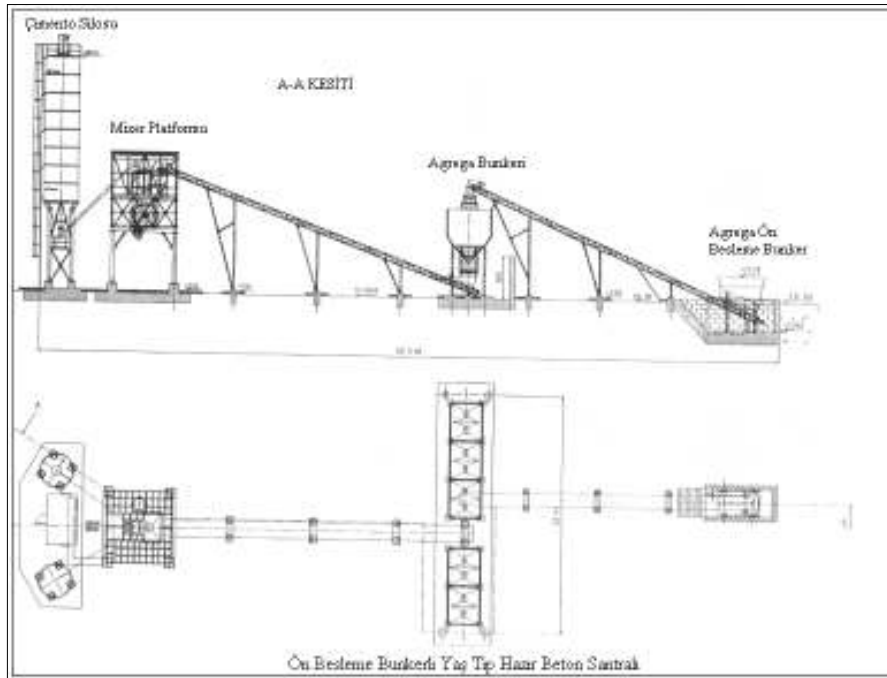
üzerindeki su deposuna doldurulur (Şekil 3). Kullanım esnasında (beton dökme noktasında) ilgili beton formülünde belirtilen miktar kadar su transmiksere kazanı içerisine alınır ve transmiksere kazanını döndürmek suretiyle agrega, çimento, su karışımı (beton) sağlanır.



Şekil 3. Kuru Karışimli Hazır Beton Santrali

4.2. Yaş Karışimli Sistem

Yaş karışimli hazır beton su dahil tüm bileşenleri beton santralinde ölçülen ve karıştırılan betondur. Agregası ve çimento, tartı bunkerlerinde tartılmak suretiyle istenilen dozajlarda hazırlanır. Hazırlanan malzemeler sabit mikserine alınır ve karıştırılmak suretiyle istenilen özellikteki beton elde edilir (Şekil 4). Hazırlanan beton sabit mikserin alt kapağı açılarak transmiksere yüklenir. Kullanım esnasına kadar transmiksere döndürülerek betonun sertleşmesi önlenir [12].



Şekil 4. Yaş Karışimli Hazır Beton Santrali

5. HAZIR BETON SINIFLARI

Bilinçli bir kullanıcı, şantiyesinde kullanacağı betonu bir hazır beton tesisine sipariş verirken, aşağıda açıklanan sınıflandırmalara uygun olarak tanımlama yapar. Betonu, kullanacağı yapı elemanının özellikleri, proje gerekleri ve şantiyesinin bununla ilgili ekip ve ekipman durumunu göz önüne alarak tanımlar. Bundan sonrası hazır beton üreticisi için de, kullanıcı için de daha kolaydır. Unutulmamalıdır ki, iyi beton için öncelikle iyi talep gerekir.

Hazır betonlar;

- Kıvamlarına göre beş,
- En büyük agrega tane boyutuna göre dört,
- Karakteristik basınç dayanımlarına göre onaltı,
- Birim ağırlıklarına göre üç sınıfa ayrılırlar [7].

5.1. Kıvamlarına Göre Hazır Beton Sınıfları

Betonun işlenebilme özelliği kıvamı ile tayin edilebilmektedir. Kıvam, betonun kullanım yerine, betonu yerleştirme, sıkıştırma, mastarlama imkanlarına ve işçiliğine, şantiyede beton iletim imkanlarına (pompa, kova) bağlı olarak özenle seçilmesi gereken bir özelliktir. Hazır beton standardı TS 11222 de 5 kıvam bulunmaktadır (Tablo 2). K1, K2, K3, K4 ve K5 sembolleri ile tanımlanan bu kıvamlar çökme (slump) konisi deneyi ile ölçülmektedir

Tablo 2. Kıvamlarına Göre Beton Sınıfları

Beton Sınıfı	Kıvam	Çökme (Slump) (cm)
K1	Kuru	$0 \leq \text{çökme} < 5$
K2	Plastik	$5 \leq \text{çökme} < 10$
K3	Akıcı	$10 \leq \text{çökme} < 16$
K4	Çok Akıcı	$16 \leq \text{çökme} < 22$
K5	Yayılan	$22 \leq \text{çökme}$

5.2. En Büyük Agrega Tane Boyutuna Göre Hazır Beton Sınıfları

En büyük agrega tane büyüklüklerine göre betonlar tablo 3 de belirtildiği gibi sınıflandırılırlar.

Tablo 3. En Büyük Agrega Tane Boyutuna Göre Beton Sınıfları

Beton sınıfı	En Büyük Agrega Tane Boyutu (mm)
D1 (1 nolu)	12
D2 (2 nolu)	22
D3 (3 nolu)	32
D4 (4 nolu)	64

5.3. Karakteristik Basınç Dayanımlarına Göre Hazır Beton Sınıfları

Betonun basınç mukavemeti, standart kür koşullarında saklanmış ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ kirece doymun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülür (Tablo 4).

Tablo 4. Karakteristik Basınç Dayanımlarına Göre Hazır Beton Sınıfları

Beton Sınıfı	Karakteristik Silindir Basınç Dayanımı (N/mm ²)	Karakteristik Küp Basınç Dayanımı (N/mm ²)
C14	14	16
C16	16	20
C18	18	22
C20	20	25
C25	25	30
C30	30	37
C35	35	45
C40	40	50
C45	45	55
C50	50	60
C55	55	67
C60	60	75
C70	70	85
C80	80	95
C90	90	105
C100	100	115

5.4. Birim Ağırlıklarına Göre Hazır Beton Sınıfları

Birim ağırlıklarına göre betonlar hafif, normal ağırlıklı ve ağır olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar (Tablo 5).

Tablo 5. Birim Ağırlıklarına Göre Hazır Beton Sınıfları

Beton Sınıfı	Birim Ağırlık (kg/m ³)
Hafif Beton	Birim ağırlık ≤ 2000
Normal Ağırlıklı Beton	2000 < Birim ağırlık ≤ 2600
Ağır Beton	2600 < Birim ağırlık

6. HAZIR BETONUN SİPARİŐİ

Hazır betonun sipariŐi verilirken aŐağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Hazır betonu sipariş vermeden önce yapıda ne tür beton kullanılacağı belirlenmelidir.
- Sipariş edilecek betonun miktarı, basınç dayanım sınıfı, kıvam sınıfı, agrega en büyük tane büyüklüğü, miktarı, ne tür bir yapı elemanı için istendiğı tespit edilmeli ve sipariş ona göre verilmelidir.
- Beton döküm programı iki-üç gün önceden firmaya bildirilmelidir (Teslim günü, saati, boşaltma hızı, şantiyenin adresi vb.).
- Şantiyede beton döküm ve yerleştirme süresi iyi ayarlanmalıdır.
- Zemin veya atmosferde, betonarme elemanlar üzerinde olumsuz etkilerde bulunabilecek çevresel etkiler (sülfat, deniz suyu, asitler, donma-çözölme vb) söz konusu ise, beton üreticisi bilgilendirilmelidir.
- Sipariş verilen betona ilişkin deney sonuçları istenmelidir [10].

7. HAZIR BETONUN TAŞINMASI

Hazır betonun taşınması transmikserler ve transmikser operatörleri tarafından yapılmaktadır (Şekil 5). Hazır beton tesislerinde üretilen taze beton yapıdaki yerine taşınırken homojenliğini kaybetmemelidir. Betonun taşınması sırasında kıvam kaybının muhtemel nedenleri şöyle sıralanabilir.

- Betonun yalancı priz yapması,(Bunun önüne karıştırma işlemine devam edilerek geçilebilir).
- Uzun taşıma mesafeleri, (Yol boyunca beton priz almaya başlayabilir. Karışım suyu da buharlaşabilir).
- Dökümden önce aşırı karıştırma süresi,
- Sıcak hava şartları,



Şekil 5. Transmikser İle Hazır Betonun Taşınması

8. HAZIR BETONUN TESLİM ALINMASI

Her betonun, teslim alınmadan önce verilen siparişe uygun olduğundan emin olunmalıdır. Bunun için irsaliyesi tek tek kontrol edilmeli, taşıma süresi tespit edilmeli ve tek bir uygunsuzluk saptansa dahi beton red edilmelidir. Hazır betonun teslimi; sadece taşımayı üretici firma üstleniyor ise transmikser oluşunun ağzı, pompa ile iletim işini de hazır beton firması üstleniyor ise pompa ucudur.

Döküm başladıktan sonra taze betonun istenen özellikleri sağladığı sürekli kontrol edilmelidir. Kıvam (slump) ve en büyük agrega tane büyüklüğü tespit edilmeli verilen siparişe ve irsaliye bilgilerine uygunluğu kontrol edilmelidir. Özellikle sıcak ve soğuk havalarda taze beton sıcaklığı ölçülmelidir. Betonun homojenliği gözle kontrol edilmelidir.

Sertleşmiş betonun basınç dayanımının tespiti için standart kalıplara, ilgili standartlara uygun olarak numune alınmalı, saklanmalı ve dayanım testine tabi tutulmalıdır. Bu işlemler uzmanlık gerektiren işler olduğundan mutlaka gerekli yeterliliğe sahip, akredite bir laboratuvar seçilmelidir [9].

9. HAZIR BETON DÖKÜMÜ VE YERLEŞTİRİLMESİ

9.1. Soğuk Havada Hazır Beton Dökümü

Üç gün sürekli olarak günlük ortalama sıcaklık +5 °C'nin altında veya 24 saatlik bir periyotta hava sıcaklığı 12 saatten fazla +10 °C'nin altında kalmışsa, beton için soğuk havanın hüküm sürdüğü söylenebilir. Soğuk havalarda beton yerleşiminden sonra donma tehlikesiyle karşı karşıya kalır. 0 °C'de beton, içindeki su donduğunda hacmin %9'u kadar genişler. Donan suyun çözülmesi ile betonda boşluklu, çatlaklı bir yapı oluşur. Böyle bir yapı, betonun mukavemetini önemli miktarda azaltır. Soğuk

havalarda betonu korumada izlenecek yol, başlangıçta beton ısısının belirli bir değerden aşağı dūřmesini önlemektir. Türk standartları betonun basınç mukavemetinin 50 kgf/cm² ye erişmesinden sonra don sebebi ile zarar görmeyeceğini kabul eder. Bu süre iyi bir beton için + 10 °C sıcaklıkta 3 gündür. Beton içindeki suyun donmasını önleyen katkı malzemeleri hiçbir zaman alınacak önlemleri azaltmaz [13].

9.1.2. Soğuk Havada Hazır Beton Dökümünde Alınacak Önlemler

- Donma riski olan havalarda dökümden kaçınılmalıdır.
- Yüksek çimento dozu ve düşük su / çimento oranı tercih edilmelidir. Yüksek hidrasyon ısıyı veren çimentolar tercih edilmeli, kimyasal katkılarla hidrasyon ısıyı yükseltilmelidir.
- Betonun ilk sıcaklığının donma derecesine düşmemesi için agrega, çimento ve özellikle su ısıtılmalıdır.
- Beton yerleştirilmeden önce, kalıpların betona değecek bütün yüzeyleri kar, buz ve donmuş kısımlardan temizlenmelidir.
- Betonla temas edecek yüzeylerin sıcaklığı ile dökülen betonun sıcaklığı arasındaki farkın büyük olmamasına özen gösterilmelidir. Gerekirse beton dökülecek yer ısıtılmalı, sıcaklığın belli bir yerde yoğunlaşması da önlenmelidir.
- Isıtılmış yerlerde dökülen betonun ani kurumayı uygun bir kür ile önlenmelidir.
- Kalıp sökme süreleri don yapan günler kadar uzatılmalıdır.
- Betonu koruma önlemleri örtü, izolasyon, kaplama veya ısıtma olarak önceden belirlenmelidir. İzolasyon malzemesi olarak polietilen köpük levha, üretilen köpük, vinil örtü, selüloz lif, saman veya plastik örtüler kullanılabilir.
- Düşük kıvamlı beton dökülmesine dikkat edilmelidir [14].

9.2. Sıcak Havada Hazır Beton Dökümü

Beton dökümü için en olumsuz ortam, aşırı sıcak, kuru ve rüzgarlı havalardır. Yeni yerleştirilmiş taze betonda, hızlı buharlaşma sonucu aşırı su kaybı olur. Bunun sonucunda çökme kaybı, priz hızlanması, hava boşlukları ve yüzeyde plastik rötre çatlakları oluşur. Bu da betonun dayanıklılığını olumsuz yönde etkiler. Beton dökerken hava sıcaklığının 30 °C'den fazla olması beton için önlemler alınmasını gerektirir.

9.2.1. Sıcak Havada Hazır Beton Dökümünde Alınacak Önlemler

- Taze betonun sıcaklığı, rüzgârın hızı, bağıl nem ve ortam sıcaklığı denetlenmelidir.
- Çimento su ve agregalar olabildiğince soğuk olmalıdır. Agrega gölgede stoklanmalı, karışım suyu beyaza boyanmış tanklarda tutulmalıdır.
- Agregalar periyodik olarak ıslatılmalı ama agregalarda farklı nem oranlarının oluşmamasına dikkat edilmelidir.
- Düşük çimento dozu ve hidrasyon ısıyı düşük çimentolar tercih edilmelidir.
- Döküm yerine ulaşan beton bekletilmeden yerleştirilmeli ve vibrasyon kısa sürede tamamlanmalıdır. Dökümün gecikmesi halinde priz geciktirici kimyasal katkılar kullanılmalıdır.
- Gece beton dökümü tercih edilmelidir.
- Döküm sırasında taban ve kalıplara su püskürtülmesi beton karışımındaki suyun emilmemesi açısından yararlıdır. Böylece, betonla temas edecek yüzeylerin sıcaklığını düşürerek nem miktarı artırılabilir.
- Dökümden sonra ilk yarım saatten başlayarak 72 saat boyunca su kürü uygulanmalı, buharlaşma ve su kaybına karşı yüzeyler su geçirmez örtüler ile rüzgâra karşı da rüzgâr koruyucularla örtülmelidir.
- Normal betonarme yapılarda kür süresi yaz aylarında en az üç gün olmalı, yüzey sürekli nemli tutulmalıdır.

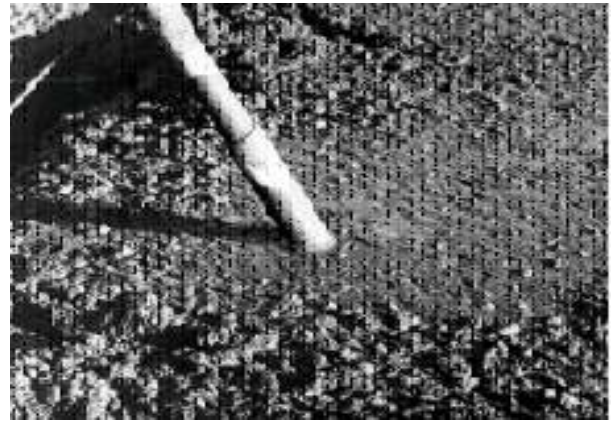
Güneş ve rüzgârın doğrudan etkisine karşı korumak için açıkta kalan beton yüzeyler, ıslak çuval ve plastik örtü gibi malzemelerle örtülmelidir [10].

9.3. Hazır Betonun Yerleştirilmesi

Hazır betonun yerleştirilmesinde kovalar, el arabaları, konveyör, pompalar vb. bazı özel düzenekler kullanılır. Bunların içerisinde en çok beton pompalarından yararlanır (Şekil 6). Taze betonun yerleştirilmesinde amaç betonun homojen bir şekilde yerleştirilmesidir. Betonun yerleştirme işlemi sırasında ayrışmanın olmaması için gerekli döküm yöntemi önceden belirlenmelidir. Betonun yerleştirileceği yüzeyin temiz, düz, donmamış ve gevşek olmamasına dikkat edilmelidir. Taze betonun kalıplara aktarımı sırasında kalpların sızdırmaz dayanıklı ve daha da önemlisi projeye uygunluğu kontrol edilmelidir. Betonun içerisinde bulunan ve boşluklara neden olan havanın, betonun dayanımını ve geçirimsizliğini olumsuz yönde etkilememesi için beton elle tokmaktama yöntemi ve mekanik yollarla (vibrasyon yöntemi) sıkıştırılmalıdır (Şekil 7) [10].

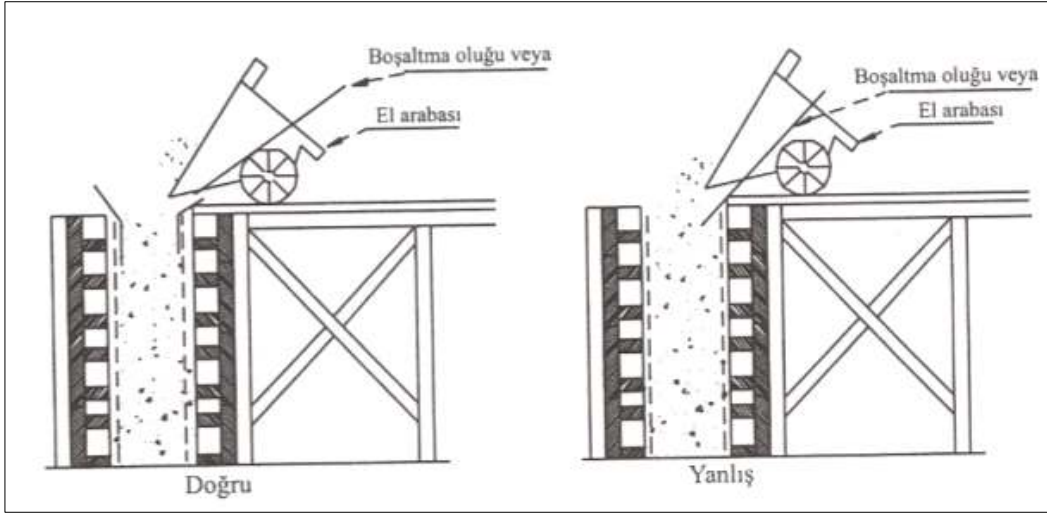


Şekil 6. Beton Pompası



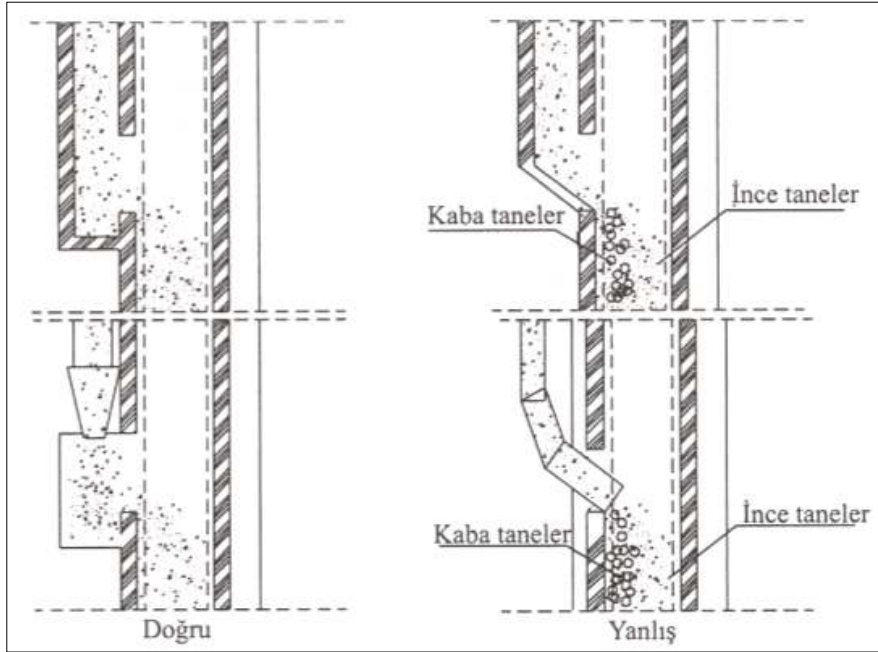
Şekil 7. Vibratörle Betonun Sıkıştırılması

Oturma çatlaklarını önlemek için kolon ve perde duvarlara tabakalar halinde beton dökümü yapılmalıdır. Her tabakanın dökümünden sonra beton katılma sürecinin başlangıcına kadar beklenmeli ve bir sonraki tabakanın dökümüne ondan sonra başlanmalıdır. Kalıp yüksekliği fazla olan perde duvar ve kolonlara beton dökümü sırasında, çoğu zaman beton karışım suyunun yüzeye çıktığı görülür. Beton karışım suyunun yüzeye çıkmasını önlemek için beton dökme hızını yavaşlatmak, ince malzeme miktarı fazla olan daha kuru kıvamda beton dökmek gibi önlemler alınabilir. Beton yüzeyinde oluşabilecek su kusmasını bir ölçüde önlemek ve beton yüzey tesviyesinin daha düzgün yapılmasını sağlamak için, yüksek perde duvar kalıplarına beton dökülürken kalıp üst seviyesinin yaklaşık 25-30 cm altında döküm işlemi durdurulmalı, dökülen betonun katılması için yaklaşık bir saat kadar beklenmelidir. Son tabaka olan 25-30 cm'lik bu tabaka için daha kuru kıvamda bir karışım hazırlanarak dökülmelidir. Dar kalıplara üstten beton doldurulurken; oluk ve el arabalarından kalıp içerisine boşaltılan betonun hızla akışı sırasında karşı yüzeydeki kalıp ve donatıya çarptırılması durumunda, betonda ayrışma meydana gelebilir, bunun sonucu olarak betonun taban kısmında peteklenme olabilir (Şekil 8). Araba veya boşaltma oluklarından gelen betonu hunilerle belirli mesafeye kadar kalıp içerisine indirerek ayrışma ve dolayısı ile peteklenme oluşumu endişesi ortadan kaldırılabilir. Ayrıca üst kısımlardaki kalıp ve donatı yüzeyleri beton tarafından tamamen kaplanana kadar temiz olarak muhafaza edilmiş olur.



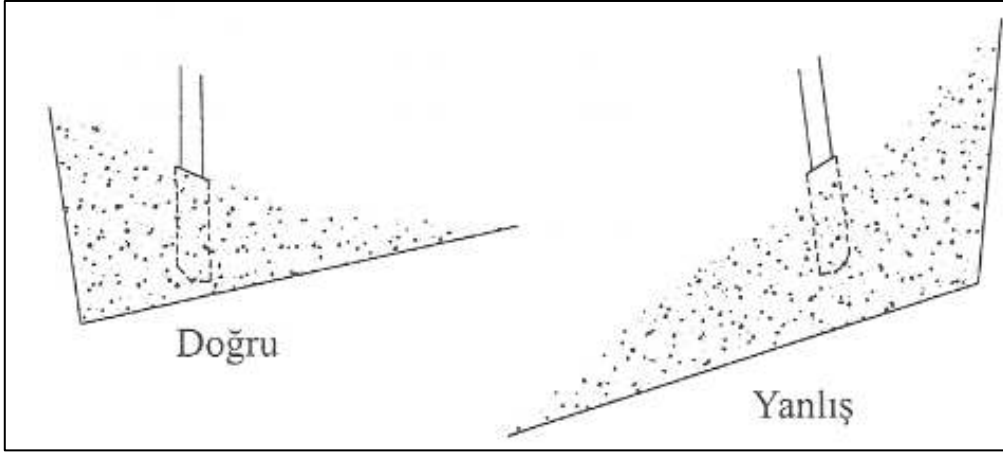
Şekil 8. Dar Perde Duvar Kalıplarına Üstten Beton Dökülmesi

Yüksek ve dar perde duvar kalıplarına aradan (yüksekliğin belirli bir mesafesinden) beton dökülmesi sırasında, kalıp yanlarından açılan ceplerden betonun belirli bir meyil ile kalıp içerisine doğru akıtılması durumunda, karşısındaki kalıp ve/veya donatıya çarpan betonda ayrışmalar meydana gelir. Betonun kalıpta oluşturulan ceplere düşey olarak gelip oradan taşarak kalıp içerisine akması daha uygun sonuçlar verir (Şekil 9).



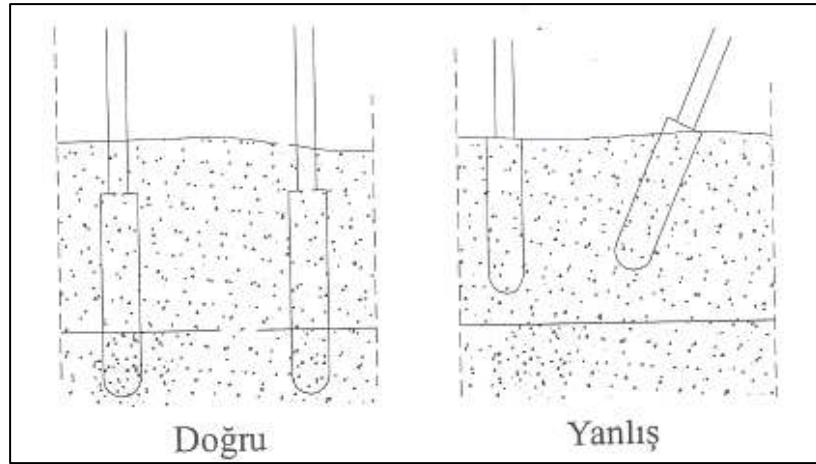
Şekil 9. Yüksek Ve Dar Perde Duvar Kalıplarına Beton Dökülmesi İçin Boşaltma Oluğu Ve Kalıba Yandan Baca Açılması

Döşeme betonunun meyilli tabakalar halinde döküleceği zaman, beton döküm işlemine meylin en derin yerinden başlanır. Bu şekilde, yeni dökülen beton tabakasının bir önceki tabakayı sıkıştırması da sağlanmış olur. Vibrasyon sırasında betonun yerleştirilmesi kolaylaşır (Şekil 10).



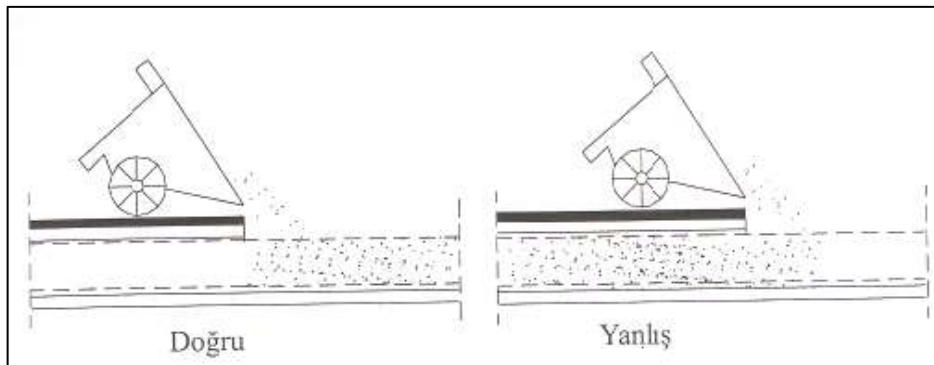
Şekil 10. Meyilli Yüzeylerde Tabakalar Halinde Betonun Sıkıştırılması

Dökülen her beton tabakasının sistemli bir şekilde vibrasyonunun yapılmasında, vibratörün başlığının eğik bir şekilde ve bir alt tabakaya tesir etmeyecek şekilde daldırılması doğru sonuç vermez. Vibratör başlığının henüz prizini yapmamış alt tabakaya bir miktar geçene kadar düşey bir pozisyonda daldırılması gerekir (Şekil 11).



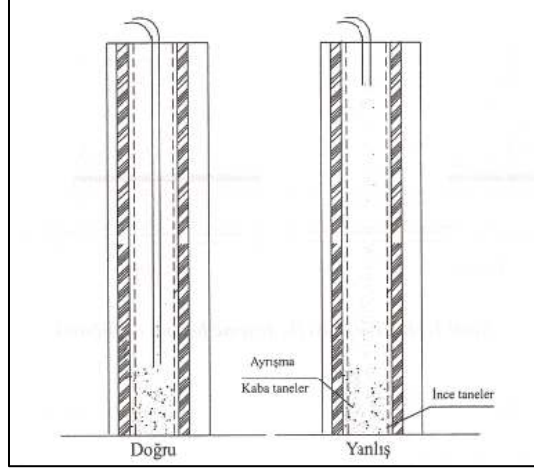
Şekil 11. Beton Tabakalarının Sistematik Olarak Vibrasyonu

Döşeme betonunun el arabası ile yerleştirilmesi sırasında önce dökülmüş betonun üzerinden giderek döküm yerinden uzaklaşacak şekilde beton dökülmesi önce dökülen betonun ayrışmasına ve yüzey tesviyesinin bozulmasına neden olur. Betonun en uzak noktadan başlanarak dökülmesi gerekir. Bunu yaparken ilk önce dökülen betonun üzerinde araba ile gezmeden, arabadaki betonu önce dökülen betonun son kısmına dökerek geriye doğru gelinmesi uygun olur (Şekil 12).



Şekil 12. El Arabası İle Döşeme Betonu Dökülmesi

Yüksek perde duvar kalıplarına pompa ile betonun yerleştirilmesi durumunda, beton hortumunun beton döküm yüzeyinden çok yüksekte olması, betonun ayrışmasına ve kalıpta şişmelere neden olur (Şekil 13). Beton hortumunun ya doğrudan veya ilave boru kullanılarak beton düşme yüksekliğinin azaltılması, beton yükseldikçe boru veya hortumun ucunu yukarı çekerek beton yerleştirilmesine devam edilmesi gerekir [1].



Şekil 13. Yüksek Perde Duvar Kalıplarına Pompa İle Betonun Yerleştirilmesi

10. HAZIR BETONUN BAKIMI

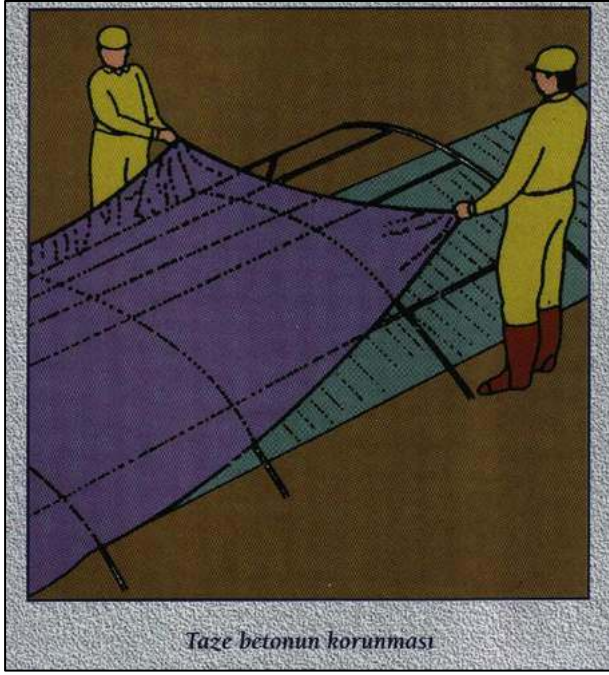
Yerine yerleştirilen betonun dayanımının zaman içinde gelişimi, bünyesindeki çimentonun su ile yapacağı hidrasyon reaksiyonlarının sürekliliği ile mümkündür. Hidrasyon olayının normal bir şekilde gelişmesini engelleyen saklama koşulları ile ilgili faktörler sıcaklık ve nem derecesidir. Bunların yeterli derecede sağlanmasına betonun bakımı denir.

Hava sıcaklığının düşük olması hidrasyonu yavaşlatacak, buna bağlı olarak da beton yavaş dayanım kazanacaktır. Yeterli nem bulunmazsa hidrasyon reaksiyonları gerçekleşmez. Bu durumda buharlaşmanın önlenmesi, ancak betona yeterli bir rutubet kaynağı sağlamakla mümkün olacaktır. Şayet betonda bu gibi etkiler sonucu oluşan su kaybı önlenemez ise hidrasyon ürünlerinin oluşmamasının yanı sıra ani kurumadan dolayı betonda büzülme olacak ve çatlaklar meydana gelecektir. Karışım suyunu belli bir süre betonun bünyesinde tutabilmek için genelde iki yöntem uygulanmaktadır.

- Betonu sık sık ve devamlı sulama, ıslak çuvallarla örtme, buhar verme, kum, nemli toprak veya saman sererek sürekli ıslatma (Şekil 14,15).
- Kalıbı alır almaz beton yüzeyini piyasadan hazır olarak temin edilebilecek sıvı kür maddeleri ile kaplama (Şekil 16,17) Bu maddeler, püskürtme yoluyla veya fırça ile beton yüzeyine uygulanırlar ve yüzeyde geçirimsiz bir tabaka oluşturarak beton karışım suyunun kaybolmasına engel olurlar [15].



Şekil 14-15. Beton Karışım Suyunun Belli Bir Süre Beton Bünyesinde Kalması İçin Beton Sık Sık Sulanmalı



Şekil 16-17. Beton Yüzeyinin Kür Maddeleriyle Kaplanması

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz gereksinmelerine uygun özelliklere sahip beton üretimi için hazır beton teknolojisinin kullanımı zorunlu olduğu kadar kaçınılmaz hale gelmiştir. Dayanım ve dayanıklılığın sürdürülebilirliği betonda kaliteyi sağlamada olmazsa olmaz koşuldur ve bu ancak üretilen betonlardan alınan numunelerin sistematik bir denetime tabi tutulmasıyla mümkündür. Bu şekilde, bir taraftan kalite temin edilirken diğer taraftan maliyet düşürülerek verimlilik artırılabilir. Bütün bu aktivitelerin sistematik bir biçimde gerçekleştirilmesinde hazır beton teknolojisine gerekliliği ve önceliği bir kez daha önem kazanmaktadır.

Topraklarının çoğu deprem kuşakları üstünde bulunan ve kaçak ve kuralsız yapılaşmanın korkunç boyutlara ulaştığı Türkiye’de standartlarca izin verilmeyen ama herhangi resmi bir karar ile de yasaklanmayan elle ve betoniyeyle üretilen betonun taşıyıcı sistemlerde kullanılması yasaklanmalıdır.

Hazır beton üretiminde standartlara uymak, kaliteden ve etik kurallardan ödün vermemek koşuluyla daha güvenli, daha güzel ve daha insani bir dünyanın temellerini atmak mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Arslan, M., “Beton”, Yayın no: 03, Birinci basım, s 15-20, Atlas yayın dağıtım, İstanbul, 2001
2. Erdoğan, T. Y., “Beton”, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara, 2003.
3. Postacıoğlu, B., “Yapı Malzemesi Problemleri”, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, No:1011, s:134-291, İstanbul, 1975.
4. Özışık, G., “Beton”, Birsen Yayınevi, No: 0029, s:3-109, İstanbul, 2000.
5. Karakule, F. Akakın, T, Uçar, S., “Türkiye’de ve Dünya’da Hazır Beton Sektörü”, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul, 2005.

6. Maksimum İnşaat Hızı İçin Hazır Beton, Yapı Kimyasalları Sektör Dergisi, Sayı 1, s.48-50, İstanbul, 2007
7. Usta, H., “Hazır Beton Sektör Araştırması”, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayın Organı, 2005.
8. Türkiye Hazır Beton Birliği, Hazır Beton Dergisi, Sayı 55, 2003.
9. Erbakan, S., Kadiroğlu, İ., “Hazır Beton El Kitabı”, Batı Beton, İzmir, 2001.
10. Topçu, İ.B., “Beton Teknolojisi”, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Yayınevi, Uğur Ofset, 1. Basım, s, 171, Eskişehir, 2006.
11. Takeyama, M., “Present Technology of Ready-Mixed Concrete and Future Prospects”, Magazine of Concrete Research, No. 176, Vol. 48, pp. 199-209, 1996.
12. Türkiye Hazır Beton Birliği Yayın Organı, Her Yönüyle Hazır Beton, İstanbul, 2003.
13. Güner, M. S, Süme, V., “Yapı Malzemesi ve Beton”, Aktif yayınevi, 2. Baskı, s 136-137, Erzurum, 2000.
14. Güner, M. S., Yüksel, A., “Yapı Bilgisi”, Aktif yayınevi, 1. Baskı, s. 139, Erzurum, 2001.
15. Akakın, T., “Betonun Yerleştirilmesi ve Bakımı-Kürü”, Türkiye Hazır Beton Birliği, Marmaris, 2006.