

## Afyonkarahisar’da Üretilen Hazır Beton Kalitelerinin Değerlendirilmesi

Ali Ergün<sup>a</sup>, Veli Başaran<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Böl., 03200, Afyonkarahisar

<sup>b</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Böl., 03200, Afyonkarahisar  
e-posta: aergun@aku.edu.tr, vbasaran@aku.edu.tr

Geliş Tarihi: 25 Temmuz 2011; Kabul Tarihi: 13 Eylül 2011

### Özet

İnşaat sektöründe hazır beton kullanımının zorunlu olması, hazır betonların kaliteli ve nitelikli üretimini de ön plana çıkarmıştır. Ayrıca, tüm yurttan 2011 yılından itibaren yürürlüğe giren 4708 sayılı “Yapı Denetim Hakkında Kanun” a göre kurulan yapı denetim kuruluşları ve laboratuvarları, şantiye denetimlerinde beton sınıf dayanımları üzerindeki hassasiyetleri de artırmıştır. Bu olumlu gelişmelere paralel olarak hazır beton firmaları nitelikli üretimi kalite güvencesi altına almak için çalışmalarına başlamışlardır. Kalite güvence belgesine haiz tesisler üretim denetim sertifikası için üretimleri sürekli olarak kayıt altına almaya çalışmaktadırlar. Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde 2009-2010 yıllarında farklı hazır beton tesisleri tarafından üretilen betonların nitelik denetiminde kalite değişiminin istatistiksel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı Laboratuvarına üç farklı hazır beton üreticisi tarafından getirilen beton numunelerinin basınç dayanımları test sonuçları dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Son iki yıldaki veriler dikkate alınarak, Afyonkarahisar il merkezindeki beton kalite gelişimi ortaya konulmuş ve elde edilen sonuçlara göre betonarme yapılar açısından olumlu bir iyileşmenin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afyonkarahisar’ da hazır beton; Beton sınıfı; Kalite denetimi; İstatistiksel analiz.

## The Evaluation of the Ready-Mixed Concrete Qualities Produced in Afyonkarahisar

### Abstract

In construction industry, compulsory usage of ready-mixed concrete has highlighted the production of high quality ready-mixed concrete. In addition, construction control companies and laboratories which incorporated according to the 4708 “Building Inspection Law” which came into force from 2011 in all of country have raised the control sensibility on the production of concrete at building field. In parallel to these positive developments, ready-mixed concrete companies have started to work to get qualified production under quality assurance. The companies, which have quality assurance certificate, try to record productions for production control certificate continuously. The aim of this study is to investigate statistically the quality control variation of concretes that were produced different three ready-mixed concrete companies in Afyonkarahisar in 2009 and 2010. For this purpose, the test results of compressive strengths of concrete specimens that were brought to Afyon Kocatepe University Construction Laboratory from three different ready-mixed concrete companies have been evaluated. Considering the last two years’ data, quality improvement of produced concrete in the center of Afyonkarahisar has been increased and according to evaluation of the obtained results, it has shown that there has been the qualified concrete in reinforced concrete structures.

*Key Words:* Ready-mixed concrete in Afyonkarahisar; Concrete class; Quality control; Statistical analysis.

## 1. Giriş

İnşaat mühendisliğinde kullanılan betonun kalitesi hazır beton üretiminin yaygınlaşması ile birlikte önemli ölçüde değişim göstermeye başlamıştır. 1990'lı yıllarda C20/25 beton üretimi ve kullanımı çok sıkıntılı iken bugün C30/37 betonu üretimi ve kullanımı sıradan bir hal almıştır. THBB (Türkiye Hazır Beton Birliği)'nin yapmış olduğu araştırma raporu sonuçlarına göre; 2009'da 66.430.000 m<sup>3</sup> olan hazır beton üretimi 2010 yılında 79.680.000 m<sup>3</sup>'e yükselerek %19.9 oranında artış göstermiştir. Bu süreç içerisinde kullanılan beton sınıflarındaki gelişim ise, 2009'da üretilen betonların %23.9'u C20/25 sınıfı, %36.1'i C25/30 sınıfı, %34.1'i C30/37 sınıfı iken 2010'da C20/25 sınıfı %14.6, C25/30 sınıfı %38.5, C30/37 sınıfı %39.3 olarak gerçekleşmiştir [Int]. Afyonkarahisar il merkezinde ise 2009 yılında yaklaşık 500.000 m<sup>3</sup>, 2010 yılında ise yaklaşık 670.000 m<sup>3</sup> hazır beton üretimi gerçekleşmiştir. Bu veriler ışığında, Türkiye'de üretim yapan hazır beton tesislerinin üretim kalitelerinde iyileşmeye yöneldiği ve nitelikli beton üretiminin başarıyla gerçekleştirile hale geldiği anlaşılmaktadır. Rekabetin kalite güvenliğine odaklandığı hazır beton sektöründe, nitelikli üretimin sürekliliği önem arz etmektedir. Hazır beton tesisi için nitelikli üretim ve kalite uygunluk kriterleri her beton imalatında standart biçimde sağlanması ile gerçekleşmektedir. Uygunluk kriterlerinin ise sırf ortalama basınç dayanım değerleri ile özdeşleştirilemeyeceği aynı zamanda tesisin önceki en az 35 beton grubu imalatlarının deney sonuçlarını kapsayan standart sapma değerlerinin ( $\sigma$ ) belirlenmesi ile değerlendirilebileceği TS EN 206-1'de önemle vurgulanmıştır.

Betonun basınç dayanımını etkileyen değişkenlerin çokluğu ve bu değişkenlerin birbirlerini etkilemesinden dolayı tanımlanacak beton sınıfının standartlara uygunluğunun belirlenmesinde istatistiksel açıdan değerlendirme önem kazanmaktadır (Firat,

2005). Bu değişken faktörlerin etkilerinin hazır beton üretim tesislerinde en aza indirgenmesi standart sapma değerlerinin ( $\sigma$ ) küçülmesine bağlıdır. Hazır beton tesislerinde üretilecek hazır betonun uygun malzeme ve karışım oranlarında olması, istenilen nitelikte ve kalitede performans göstermesi, önceki beton üretimlerinden alınan yeterli sayıdaki numunelerin istatistiksel yöntemler kullanılarak analizi ile mümkün olabilmektedir.

Betonun kalitesini etkileyen parametrelerin, hazır beton tesisinde etkisinin en aza indirilmesi, üretilen beton numunelerinin ortalama basınç dayanımlarının yüksek, standart sapmanın ve değişkenlik katsayısının olabildiğince düşük olmasına bağlıdır. Modern makinelerle üretimi gerçekleştirilen hazır betonda, istenilen kaliteye ulaşılması, tüm üretimlerde aynı kalitenin korunması da kalite güvence sistemi açısından önemlidir.

Ülkemizde, 1980'li yıllardan itibaren hazır beton sektörünün gelişmeye başlamasıyla birlikte betonda kalite kontrolü de ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda, başta İstanbul olmak üzere çeşitli illerde üretilen betonların niteliği üzerinde incelemeler yapılmıştır. (Akyüz ve Uyan 1989), (Uyan vd, 1999) İstanbul ve çevresinde üretilen betonları değerlendirmişler, (Topçu ve Demir, 2004), (Topçu ve Boğa, 2005) ve (Topçu vd, 2005) ise Eskişehir ilinde 2002 ve 2003 yıllarında dökülen betonların niteliği ve hazır beton firmalarının beton kalitelerinin istatistiksel değerlendirilmesini yapmışlardır. Benzer bir çalışmada Antalya ili için 2000-2005 yılları arasındaki inceleme (Firat, 2005) ve (Kocak ve Aslangiray, 2005) tarafından yapılmıştır.

Afyonkarahisar ilinde üretilen betonların niteliğinin incelenmesi ile ilgili kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada, Afyonkarahisar ilinde kullanılan betonların niteliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, il merkezinde üretim yapan hazır beton tesislerinden 2009 ve 2010 yıllarında alınan beton numunelerinin Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı laboratuvarında test edilmesi

sonucu bulunan dayanım değerleri dikkate alınmıştır. Test sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi yapılarak Afyonkarahisar ilindeki hazır beton firmalarında üretilen betonların, TS 500 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliği (DBYBHY 07)'nde ifade edilen sınıflama esasına göre, beton basınç dayanımlarının dağılımı ve kalite kontrol dereceleri hakkında fikir verilmeyle çalışılmıştır.

## 2. Materyal Metot

Çalışmaya esas olan numuneler, 2009-2010 yıllarında Afyonkarahisar il merkezinde üretilen hazır betonların dökümü sırasında, laboratuvar teknisyenleri tarafından ilgili standartlara göre alınmıştır. Alınan numuneler, 7 ve 28 günlük kürler uygulanarak, kür sonrası basınç dayanım

testi için Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı laboratuvarına getirilmiştir. Deney örneklerinin hepsi 15 cm lik küp numunelerden oluşmaktadır. Afyonkarahisar il merkezinde faaliyet gösteren en fazla üretim yapan üç tesise ait (A, B ve C firmaları) beton numuneleri üzerinde 7 ve 28 günlük olarak TS EN 12390-3'e göre basınç deneyi uygulanarak beton basınç dayanım değerleri elde edilmiştir. 3 numunenin ortalamasından oluşan basınç deney sonuçları ilgili firmalara göre raporlarda sunulmuştur. Rapor değerlerine göre ortalama sonuçlar belirli dayanım aralıklarında gruplandırılarak, 7 ve 28 günlük numuneler için numuneleri üreten hazır beton firmalarına göre dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Afyonkarahisar ilinde üretilen betonlara ait test raporlarının 2009-2010 yıllarındaki dağılımı

| f <sub>cm</sub> * | A Firması |        |       |        | B Firması |        |       |        | C Firması |        |       |        |
|-------------------|-----------|--------|-------|--------|-----------|--------|-------|--------|-----------|--------|-------|--------|
|                   | 2009      |        | 2010  |        | 2009      |        | 2010  |        | 2009      |        | 2010  |        |
|                   | 7.gün     | 28.gün | 7.gün | 28.gün | 7.gün     | 28.gün | 7.gün | 28.gün | 7.gün     | 28.gün | 7.gün | 28.gün |
| 10-15             | 0         | 0      | 0     | 0      | 0         | 0      | 0     | 0      | 0         | 0      | 0     | 0      |
| 15-20             | 0         | 0      | 5     | 0      | 11        | 0      | 4     | 0      | 3         | 0      | 7     | 0      |
| 20-25             | 39        | 0      | 74    | 0      | 278       | 1      | 257   | 5      | 34        | 0      | 139   | 1      |
| 25-30             | 99        | 3      | 84    | 5      | 375       | 78     | 445   | 89     | 16        | 2      | 219   | 12     |
| 30-35             | 55        | 15     | 56    | 23     | 178       | 129    | 227   | 73     | 20        | 2      | 194   | 40     |
| 35-40             | 42        | 14     | 38    | 29     | 35        | 74     | 45    | 45     | 11        | 9      | 39    | 55     |
| 40-45             | 19        | 19     | 8     | 34     | 1         | 24     | 7     | 15     | 5         | 3      | 7     | 22     |
| 45-50             | 2         | 31     | 1     | 20     | 0         | 3      | 0     | 4      | 0         | 2      | 0     | 1      |
| 50-55             | 0         | 1      | 0     | 1      | 0         | 0      | 0     | 1      | 0         | 0      | 0     | 0      |

\*f<sub>cm</sub>: Ortalama basınç dayanımı

Çizelge 1'deki sayılara göre, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı laboratuvarına getirilen numune sayısı 2009 yılında 4896, rapor sayısı 1632 adet, 2010 yılında ise numune sayısı 6987 ve rapor sayısı 2329 adettir.

Üretilen betonların kalite kontrol derecelendirilmesinde daha önceki çalışmalarda olduğu gibi, bu çalışmada da, ACI 214R-02 "Evaluation of Strength Test Results of

Concrete" de tanımlanan kontrol standartlarına göre, üretilen betonların kalite kontrolleri değerlendirilecektir. ACI 214R-02'de tanımlanan kontrol standartları, 28 günlük 15 cm çaplı ve 30 yükseklikli standart silindir numuneler için uygulanabilen ölçütlerdir. Bu raporda geçen kalite kontrol derecelendirilmesi, tanımlanan beton dayanım değeri 34.5 Mpa altında olması durumunda standart sapma ( $\sigma$ ) ve

34.5 Mpa üstünde olması durumunda değişim katsayısına (V) göre Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ACI 214R-02 de kalite kontrol derecelendirilmesi

| Beton Sınıfı           | Değerlendirme Kriteri              | Mükemmel | Çok İyi   | İyi        | Orta        | Zayıf |
|------------------------|------------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|-------|
| $f_{ck} \leq 34.5$ MPa | Standart Sapma ( $\sigma$ )<br>Mpa | < 2.8    | 2.8 - 3.4 | 3.4 - 4.1  | 4.1 - 4.8   | > 4.8 |
| $f_{ck} > 34.5$ MPa    | Değişim Katsayısı (V)<br>%         | < 7      | 7.0 - 9.0 | 9.0 - 11.0 | 11.0 - 14.0 | > 14  |

Afyonkarahisar ilinde hazır beton firmalarınca TS 500/2000 3.2’de tanımlanan beton sınıfına göre üretilen betonlardan uygunluk değerlendirilmesi her dökümden 7 ve 28 günlük olmak üzere 3 adet alınan 15 cm lik küp test

numunelerinin ortalama basınç dayanımlarının 2009 ve 2010 yıllarındaki tüm değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları ve varyasyon değişimleri hesaplanmış ve Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Beton sınıflarına göre Afyonkarahisar ilinde üretilen betonların istatistiksel özellikleri

| Firma     | Beton Sınıfı | Gün    | 2009 yılı         |                   |          | 2010 yılı         |                   |          |
|-----------|--------------|--------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
|           |              |        | $f_{cm}$<br>(Mpa) | $\sigma$<br>(Mpa) | V<br>(%) | $f_{cm}$<br>(Mpa) | $\sigma$<br>(Mpa) | V<br>(%) |
| A Firması | C20/25       | 7. gün | 26.46             | 3.12              | 11.78    | 24.48             | 3.07              | 12.54    |
|           |              | 28.gün | 33.46             | 3.11              | 9.28     | 31.31             | 2.13              | 6.80     |
|           | C25/30       | 7. gün | 30.44             | 2.65              | 8.71     | 27.58             | 3.12              | 11.31    |
|           |              | 28.gün | 37.50             | 0.00              | 0.00     | 35.75             | 2.38              | 6.67     |
|           | C30/37       | 7. gün | 37.56             | 4.15              | 11.04    | 35.47             | 3.70              | 10.45    |
|           |              | 28.gün | 45.42             | 2.98              | 6.57     | 43.13             | 4.08              | 9.45     |
| B Firması | C20/25       | 7. gün | 24.63             | 3.26              | 13.22    | 25.04             | 2.99              | 11.93    |
|           |              | 28.gün | 30.25             | 3.42              | 11.30    | 29.07             | 3.24              | 11.13    |
|           | C25/30       | 7. gün | 28.14             | 3.20              | 11.38    | 28.06             | 2.92              | 10.39    |
|           |              | 28.gün | 33.72             | 3.95              | 11.72    | 32.59             | 3.44              | 10.56    |
|           | C30/37       | 7. gün | 32.81             | 3.23              | 9.85     | 32.79             | 3.69              | 11.26    |
|           |              | 28.gün | 39.21             | 3.76              | 9.60     | 38.82             | 4.35              | 11.19    |
| C Firması | C20/25       | 7. gün | 23.30             | 2.81              | 12.06    | 24.65             | 3.47              | 14.09    |
|           |              | 28.gün | 30.83             | 4.71              | 15.29    | 31.50             | 4.55              | 14.43    |
|           | C25/30       | 7. gün | 30.94             | 4.23              | 13.66    | 28.36             | 3.51              | 12.38    |
|           |              | 28.gün | 40.00             | 2.50              | 6.25     | 32.74             | 3.11              | 9.51     |
|           | C30/37       | 7. gün | 34.91             | 4.85              | 13.88    | 32.94             | 3.56              | 10.80    |
|           |              | 28.gün | 38.86             | 4.81              | 12.38    | 38.43             | 3.34              | 8.68     |
|           | C35/45       | 7. gün | -                 | -                 | -        | 37.25             | 3.89              | 10.44    |
|           |              | 28.gün | -                 | -                 | -        | 44.41             | 2.83              | 6.38     |
| C40/50    | 7. gün       | 40.45  | 4.92              | 12.17             | -        | -                 | -                 |          |
|           | 28.gün       | 50.94  | 5.51              | 10.82             | -        | -                 | -                 |          |

ACI 214R-02’de tanımlanan kontrol standartlarının 28 günlük 15 cm çaplı ve 30 cm yükseklikli standart silindir için geçerli olmasından dolayı, Çizelge 3’deki küp dayanımlarını silindire çevirmek için TS 500/2000 de beton sınıfına göre tanımlı olan küp/silindir ilişkilerinden yararlanılarak C20/25 sınıfında 0.8 ( $f_{cmsil}/f_{cmküp}=0.8$ ), C25/30 sınıfında 0.83, C30/37 sınıfında 0.81, C35/45 sınıfında 0.78 ve C40/50 sınıfında 0.8 katsayıları

kullanılmıştır. Ayrıca, 7 günlük silindir dayanımdan 28 günlük silindir dayanımına geçmek için 0.75 ( $f_{cm7gün}/f_{cm28gün}=0.75$ ) katsayısı alınmıştır. Buna göre yapılan düzeltmeler sonrası, A, B ve C firmaları tarafından üretilen betonların kalite kontrol tanımlamaları ACI 214R-02’e göre yapılmış ve Çizelge 4’de değerlendirme sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4. Afyonkarahisar’da üretilen betonların sınıflara bağlı kalite kontrol değerleri

| Firma     | Beton Sınıfı | Gün    | 2009 yılı         |                   |          |                         | 2010 yılı         |                   |          |                         |
|-----------|--------------|--------|-------------------|-------------------|----------|-------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------------|
|           |              |        | $f_{cm}$<br>(Mpa) | $\sigma$<br>(Mpa) | V<br>(%) | Kalite Kontrol Derecesi | $f_{cm}$<br>(Mpa) | $\sigma$<br>(Mpa) | V<br>(%) | Kalite Kontrol Derecesi |
| A Firması | C20/25       | 7. gün | 28.22             | 3.33              | 12.57    | Çok iyi                 | 26.11             | 3.27              | 13.38    | Çok iyi                 |
|           |              | 28.gün | 26.77             | 2.49              | 7.42     | Çok iyi                 | 25.05             | 1.70              | 5.44     | Mükemmel                |
|           | C25/30       | 7. gün | 33.69             | 2.93              | 9.64     | İyi                     | 30.52             | 3.45              | 12.52    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 31.13             | 0.00              | 0.00     | Mükemmel                | 29.67             | 1.98              | 5.54     | Mükemmel                |
|           | C30/37       | 7. gün | 40.56             | 4.48              | 11.92    | Orta                    | 38.31             | 4.00              | 11.29    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 36.79             | 2.41              | 5.32     | Mükemmel                | 34.94             | 3.30              | 7.65     | Çok iyi                 |
| B Firması | C20/25       | 7. gün | 26.27             | 3.48              | 14.10    | İyi                     | 26.71             | 3.19              | 12.73    | Çok iyi                 |
|           |              | 28.gün | 24.20             | 2.74              | 9.04     | Mükemmel                | 23.26             | 2.59              | 8.90     | Mükemmel                |
|           | C25/30       | 7. gün | 31.14             | 3.54              | 12.59    | İyi                     | 31.05             | 3.23              | 11.50    | Çok iyi                 |
|           |              | 28.gün | 27.99             | 3.28              | 9.73     | Çok iyi                 | 27.05             | 2.86              | 8.76     | Çok iyi                 |
|           | C30/37       | 7. gün | 35.43             | 3.49              | 10.64    | İyi                     | 35.41             | 3.99              | 12.16    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 31.76             | 3.05              | 7.78     | Çok iyi                 | 31.44             | 3.52              | 9.06     | İyi                     |
| C Firması | C20/25       | 7. gün | 24.85             | 3.00              | 12.86    | Çok iyi                 | 26.29             | 3.70              | 15.03    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 24.66             | 3.77              | 12.23    | İyi                     | 25.20             | 3.64              | 11.54    | İyi                     |
|           | C25/30       | 7. gün | 34.24             | 4.68              | 15.12    | Orta                    | 31.39             | 3.88              | 13.70    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 33.20             | 2.08              | 5.19     | Mükemmel                | 27.17             | 2.58              | 7.89     | Mükemmel                |
|           | C30/37       | 7. gün | 37.70             | 5.24              | 14.99    | Zayıf                   | 35.58             | 3.84              | 11.66    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | 31.48             | 3.90              | 10.03    | İyi                     | 31.13             | 2.71              | 7.03     | Mükemmel                |
|           | C35/45       | 7. gün | -                 | -                 | -        | -                       | 38.74             | 4.05              | 10.86    | İyi                     |
|           |              | 28.gün | -                 | -                 | -        | -                       | 34.64             | 2.21              | 4.98     | Mükemmel                |
| C40/50    | 7. gün       | 43.15  | 5.25              | 12.98             | İyi      | -                       | -                 | -                 | -        |                         |
|           | 28.gün       | 40.75  | 4.41              | 8.66              | Çok iyi  | -                       | -                 | -                 | -        |                         |

2009 ve 2010 yıllarında üretilen betonların firmalara göre yıllık bazda değerlendirilmesi sonucu, TS 500/2000 ve TS EN 206-1 standartlarında belirtilen beton sınıflarına bağlı

karakteristik dayanımları hesaplanmıştır. TS 500/2000’de, beton karakteristlik basınç dayanımı  $f_{ck}$ , denenen silindirik numunelerin basınç dayanımlarından düşük olma olasılığı

%10 ile sınırlandırılmış değerdir. TS EN 206-1 de ise daha düşük değer olasılığı % 5 ile sınırlandırılmıştır. Projede öngörülen beton basınç dayanımı karakteristik basınç dayanımı olarak dikkate alınır ve karışım hesaplarında temel alınacak ortalama dayanım ( $f_{cm}$ ), karakteristik dayanımın ( $f_{ck}$ ) standart sapmanın belirli bir katsayı ile çarpımının fazlası kadar olmalıdır. Buna göre karakteristik dayanım;

$$f_{ck} = f_{cm} - (\sigma)z \quad (1)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada,  $f_{cm}$  ortalama basınç dayanımı,  $f_{ck}$  karakteristik basınç

dayanımı,  $\sigma$  standart sapma ve  $z$  olasılığa bağlı katsayıyı göstermektedir.  $z$  katsayısı % 10 olasılık durumunda 1.28, % 5 olasılıkta ise 1.48 alınır. 2009 ve 2010 yıllarında Afyonkarahisar'da üretilen betonların, ortalama dayanım ve standart sapmalarından yararlanılarak, TS 500/2000 ve TS EN 206-1 standartlarında ifade edilen tanımlamalara göre (28 günlük ve 15/30 cm silindir numune) karakteristik dayanımları belirlenmiş ve Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Afyonkarahisar'da üretilen betonların sınıflara bağlı silindir karakteristik dayanımları

| Firma     | Beton Sınıfı | Gün    | 2009 yılı   |             | 2010 yılı   |             |
|-----------|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           |              |        | TS 500/2000 | TS EN 206-1 | TS 500/2000 | TS EN 206-1 |
| A Firması | C20/25       | 7. gün | 23.96       | 23.30       | 21.92       | 21.27       |
|           |              | 28.gün | 23.58       | 23.09       | 22.87       | 22.53       |
|           | C25/30       | 7. gün | 29.93       | 29.35       | 26.10       | 25.41       |
|           |              | 28.gün | 31.13       | 31.13       | 27.14       | 26.75       |
|           | C30/37       | 7. gün | 34.83       | 33.93       | 33.19       | 32.39       |
|           |              | 28.gün | 33.70       | 33.22       | 30.71       | 30.04       |
| B Firması | C20/25       | 7. gün | 21.82       | 21.13       | 22.63       | 21.99       |
|           |              | 28.gün | 20.70       | 20.15       | 19.94       | 19.42       |
|           | C25/30       | 7. gün | 26.61       | 25.90       | 26.92       | 26.27       |
|           |              | 28.gün | 23.79       | 23.14       | 23.40       | 22.82       |
|           | C30/37       | 7. gün | 30.97       | 30.27       | 30.31       | 29.52       |
|           |              | 28.gün | 27.86       | 27.25       | 26.93       | 26.23       |
| C Firması | C20/25       | 7. gün | 21.02       | 20.42       | 21.56       | 20.82       |
|           |              | 28.gün | 19.84       | 19.09       | 20.54       | 19.81       |
|           | C25/30       | 7. gün | 28.25       | 27.31       | 26.41       | 25.64       |
|           |              | 28.gün | 30.54       | 30.13       | 23.87       | 23.35       |
|           | C30/37       | 7. gün | 31.00       | 29.95       | 30.65       | 29.88       |
|           |              | 28.gün | 26.49       | 25.71       | 27.67       | 27.12       |
|           | C35/45       | 7. gün | -           | -           | 33.56       | 32.75       |
|           |              | 28.gün | -           | -           | 31.81       | 31.37       |
|           | C40/50       | 7. gün | 36.43       | 35.38       | -           | -           |
|           |              | 28.gün | 35.11       | 34.23       | -           | -           |

### 3. Bulgular

2009-2010 yıllarında Afyonkarahisar il merkezinde hazır beton tesislerince üretilen betonlar, ülke genelinde üretilen hazır betonların 2009 da yaklaşık % 0.75'si, 2010 yılında ise yaklaşık % 0.84'sini oluşturmaktadır. Afyonkarahisar ilinde inşaat sektöründeki üretim, 2010 yılında bir önceki seneye göre % 12 oranında artış göstermiştir.

Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren hazır beton tesislerince üretilen betonların 28 günlük ortalama dayanımlarına bakıldığında, DBYBHY 07'nin kabul ettiği en düşük beton sınıfı C20/25 altına düşmemiştir.

Afyonkarahisar'da üretilen betonların kalite kontrol derecelendirilmesi ACI 214R-02'e göre uyarlanarak yapıldığında, tüm firmaların ürettikleri beton sınıflarının iyi ve üzeri kalitede olduğu belirlenmiştir. 2009 yılında özellikle C20/25 ve C25/30 sınıfı betonların ortalama dayanımları oldukça yüksektir. 2009-2010 yıllarında üretilen betonların 7 günlük 28 günlük değerine dönüştürülerek elde edilen ortalama silindir dayanım değerleri de dikkate alındığında, beton sınıfına göre ortalama dayanım ( $f_{cm}$ ) değerleri, TS 500/2000'de ifade edilen  $f_{cm} \geq f_{ck} + 1$  Mpa uygunluk kriterlerini sağlamaktadırlar.

TS 500/2000 ve TS EN 206-1 standartlarında ifade edilen karakteristik dayanım tanımlamasına göre, bir yıllık üretime bağlı standart sapmalar dikkate alındığında, A firmasının ürettiği tüm sınıf betonlarında, hem %90 (TS 500/2000) hem de %95 (TS EN 206-1) güvenlikle belirlenen karakteristik dayanım değerleri sağlanmıştır. B ve C firmaları için bu değerlendirme C20/25 ve C25/30 sınıf betonlarında geçerli olurken, daha yüksek dayanım sınıflarında bir yıllık üretime göre karakteristik dayanım değerleri sağlanmamaktadır.

### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, Afyonkarahisar il merkezinde faaliyet gösteren hazır beton tesislerinden üç tanesinin ürettikleri hazır betonlardan alınan test numunelerine göre değerlendirmeleri yapılmış ve ilgili standartlara göre yorumlanmıştır. Test sonuçlarına göre yapılan incelemeler sonrasında elde edilen bulgulara göre aşağıdaki sonuçlar çıkartılabilir;

1.) 2009-2010 yıllarında ilgili hazır beton tesisleri tarafından üretilen betonların en düşük sınıfı C20/25 olmuştur. Bu durum, Afyonkarahisar'da DBYBHY 07'nin kabul ettiği en düşük beton sınıfı C20/25'e tavizsiz bir şekilde uyulduğunu göstermektedir. Afyonkarahisar'da yapılarda kullanılan proje betonlar C20/25, C25/30 ve C30/37 sınıfında odaklaşmıştır. Buna karşılık, 2009 yılında bu üç tesiste üretilen betonların ortalama silindir basınç dayanımları 20 Mpa olanlar % 1, 25 Mpa olanlar % 25, 30 Mpa olanlar % 54, 35 Mpa olanlar % 12 ve 40 Mpa olanlar % 7 olurken 2010 yılında ise 20 Mpa olanlar % 1, 25 Mpa olanlar % 23, 30 Mpa olanlar % 62, 35 Mpa olanlar % 11 ve 40 Mpa olanlar % 3 gerçekleşmiştir.

2.) Hazır beton tesislerinin yıl boyunca ürettikleri beton numunelerinin standart sapması ve değişim katsayılarına dikkate alınarak beton sınıfına bağlı ACI 214R-02'e göre kalite kontrol değerlendirilmesi yapıldığında, kalite düzeyinin iyi ve iyinin üzerinde olduğu ortaya çıkmaktadır.

3.) TS 500/2000 ve TS EN 206-1 standartlarında ifade edilen karakteristik dayanım tanımlamasının 2009 ve 2010 yıllarında B ve C tesislerinde üretilen betonlardan C30/37 sınıfı ve üstü için gerçekleşmediği görülmektedir. Bu amaçla ilgili tesislerin hedef ortalama dayanım değerlerini standart sapmalar göz önüne alınarak artırmaları gerekmektedir. Hazır beton tesislerinde kalite güvence sistemi altında imalat kontrol belgelerinin alınarak bu olumsuzlukların giderilmesi sağlanacaktır.

## Kaynaklar

- Akyüz S., Uyan M., 1989. İstanbul ve Çevresindeki Betonların Niteliği Üzerine Bir Deneme, 1. Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, İstanbul, Türkiye.
- DBYBHY 07, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Fırat F.K., 2005. Antalya Yöresinde Kullanılan Betonun Niteliğinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi, Antalya Bölgesinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-24 Eylül 2005, Antalya, Türkiye.
- Koçak A., Aslangiray F., 2005. Antalya Bölgesinde Üretilen Hazır Betonların Sınıf Dayanımlarının ve Kalitelerinin İncelenmesi, Antalya Bölgesinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-24 Eylül 2005, Antalya, Türkiye.
- Topçu İ.B., Demir A., 2004. Eskişehir’de Dökülen Betonların Niteliği Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme, Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. XVII, S.2.
- Topçu İ.B., Boğa A.R., 2005. Eskişehir’deki Hazır Beton Firmalarının Beton Kalitelerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. XVIII, S.1.
- Topçu İ.B., Ünverdi A., Karakurt C., 2005. Eskişehir’deki Bir Hazır Beton Firmasının Beton Kalitesinin İstatistiksel Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. XVIII, S.2.
- Uyan M., Akyüz S., Yıldırım H., 1999. İstanbul ve Çevresinde Dökülen Betonlar Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme, Hazır Beton Dergisi, Yıl. 6, Sayı 31.
- TS 500/2000, Şubat 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 206-1/Nisan 2002, 2002. Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- <http://www.thbb.org/News.aspx?ID=248>, 08.07.2011