

**HAZIR BETON TESİSİNDE EN UYGUN NİTELİK
DENETİM DÜZEYİNİN MEVSİMSEL
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

İnş. Müh. Erdal ÖZTOK

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER**

2008

**T. C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIR BETON TESİSİNDE EN UYGUN NİTELİK DENETİM
DÜZEYİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

İnş. Müh. Erdal ÖZTOK

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. ABDURRAHMAN GÜNER

TEKİRDAĞ - 2008

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER danışmanlığında, *İnş. Müh. Erdal ÖZTOK* tarafından hazırlanan bu çalışma *13/02/2008* tarihinde aşağıdaki jüri tarafından *İnşaat Mühendisliği* Anabilim Dalı'nda *Yüksek Lisans* tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER (Danışman)*

Üye: *Yrd. Doç. Dr. Güler GAYGUSUZOĞLU*

Üye: *Yrd. Doç. Dr. Füsun UYSAL*

Üye:

Üye:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

ÖZET

T. C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZIR BETON TESİSİNDE EN UYGUN NİTELİK DENETİM DÜZEYİNİN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

İnş. Müh. Erdal ÖZTOK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER
Tekirdağ-2008

Bu çalışmada değişik mevsimlerde hazır beton dayanım deney sonuçlarından ilgili tesislerdeki dayanım spesifikasyon sınırları, nitelik denetim düzeyleri ölçüsü olarak dayanımların standard sapmaları, muhasebe kayıtlarından alt spesifikasyon sınırı altına düşme ve üst spesifikasyon sınırı üzerine çıkmanın kayıp maliyetleri belirlendi. Bu iki maliyetin toplamı olarak tanımlanan görünen kayıp maliyetini en aza indiren en uygun ortalama dayanımlar elde edildi. Bu amaçla 2 adet hazır beton tesisinden C14, C16, C18, C20, C25, C30 ve C35 beton dayanım sınıflarındaki 6 yıllık ve her birisi en az 2 adet numunenin ortalaması olarak belirlenmiş toplam 13151 adet deney sonucu nitelik denetim grafikleri ve ek maliyet işlevleri oluşturularak değerlendirildi. En düşük kayıp maliyetine tekabül eden ortalama dayanımların ve standard sapmaların, başka deyişle; uygun hedef ortalama dayanımların ve nitelik denetim düzeylerinin, mevsimlere göre değişimleri elde edildi.

Anahtar Kelimeler: İnşaat sanayii, hazır beton, nitelik yönetimi, uygun denetim düzeyi, kayıp maliyeti

ABSTRACT

T. R.

NAMIK KEMAL UNIVERSITY - INSTITUTE OF SCIENCE AND ENGINEERING

**INVESTIGATION ON THE SEASONAL VARIATIONS OF OPTIMUM CONTROL STANDARD IN A
READY-MIXED CONCRETE PLANT**

Erdal ÖZTOK, Civil Eng.

**A MASTER'S THESIS IN
CIVIL ENGINEERING**

**Supervisor: Abdurrahman GÜNER, PhD, Professor of Civil Engng.
Tekirdağ - 2008**

In this work, mean strengths and corresponding standard deviations as indicators of control standards, the lower and upper specification limits based on the strength test records, and the loss costs of the strengths' falling below the lower specification limit and that of exceeding the upper limit based on the records of finance department were determined. Optimum mean strengths minimizing the apparent loss cost defined as the sum of the two loss costs were estimated. To this end, test results of C14, C16, C18, C20, C25, C30 and C35 concrete strength classes, from 2 ready-mixed concrete plants, covering a period of 6 years with total number of test results being 13 151, each test result being the mean of at least two specimens, were evaluated by plotting control charts and implementing the total apparent loss functions. The seasonal variations of mean strengths and standard deviations corresponding to minimum apparent losses, in other words, optimum target strengths and respective control standards were obtained.

Keywords: Construction industry, ready-mixed concrete, quality management, optimum control standard, loss cost.

ÖNSÖZ

“Hazır Beton Tesisinde En Uygun Nitelik Denetim Düzeyinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi” konulu tez hazır beton uygulamasında karşılaşılan güncel sorunlara ve muhtemel çözümlerin bulunmasına ışık tutmak amacıyla Trakya Bölgesi tesislerinden sağlanan bilgiler göz önünde bulundurularak yapıldı. Beton bileşenlerinin özelliklerinin değişkenliğinin mevsimlere bağlı olarak önemli düzeyde değişebildikleri görüldü. Çalışmanın hazırlanmasında bilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER’e sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Erdal ÖZTOK

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
1. KONU-AMAÇ, KAPSAM	1
2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ	2
2.1. Hazır Betonun Tarihçesi	9
2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Hazır Beton	10
2.3. Türkiye’de Beton	14
2.4. Hazır Beton Endüstrisi'nin İnşaat Sektörü'ndeki Yeri	15
2.5. Hazır Beton Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri	16
3. BETON, HAZIR BETON TANIMLAR, BİLEŞENLER	20
3.1. Çimento	21
3.2. Beton Agregası	22
3.3. Karışım Suyu	23
3.4. Kimyasal Katkılar	24
3.5. Mineral Katkılar	25
3.6. Numunenin Alınması	26
3.7. Numunenin Hazırlanması	27
3.8. Numunelerin Şantiyede Saklanması ve Taşınması	28
3.9. Hazır Beton Kullanım Alanları	31
3.10. Hazır Betonun Üstünlükleri	31
4. HAZIR BETON SANAYİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK SİSTEMİ	32
5. BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİNİN GENEL YAPISI	35
5.1. Hammadde Nitelik Denetimi	35
5.2. Üretim Donanımlarının Nitelik Denetimi	37
5.3. Üretim Faaliyetlerinde Nitelik Denetimi	40
5.3.1. Hazır beton üretim santralleri	40
5.3.1.1. Yaş sistem hazır beton üretimi	40
5.3.1.2. Kuru sistem hazır beton üretimi	40
5.3.2. Hazır beton üretim süreci	41

6. ÜRÜN NİTELİK DENETİMİ	42
6.1. Taze Beton Özellikleri	42
6.1.1. Ayrışma	45
6.1.2. Terleme	46
6.1.3. Terlemenin betondaki zararlı etkileri	47
6.1.4. Terlemeyi azaltacak etmenler.....	47
6.1.5. Birim hacim kütlesi	48
6.1.6. Üniformite	49
6.2. Sertleşmiş Beton Özellikleri	50
6.2.1. Dayanım.....	50
6.2.2. Basma dayanımı.....	52
6.2.3. Çekme ve eğme dayanımı	52
6.2.4. Büzülme (Rötre).....	53
6.2.5. Sertleşmiş betonda su emme ve su geçirimsizlik özellikleri	56
6.2.5.1. Sertleşmiş betonda su emme.....	58
6.2.5.2. Sertleşmiş betonda geçirimsizlik	58
6.2.5.3. Geçirimsizliği azaltmak için uyulması gereken kurallar	59
6.2.6. Sertleşmiş Betonun Dayanıklılığı (Durabilite)	60
7. TAŞIMA, POMPALAMA, YERLEŞTİRME VE BAKIM İŞLEMLERİNDE NİTELİK DENETİMİ ALANLARI/NESNELERİ	62
7.1. Hazır Betonun Taşınması	62
7.1.1. Transmikserlerin özellikleri	63
7.1.2. Beton Pompalarının özellikleri.....	64
7.2. Beton Dökümü Öncesi ve Sonrasında Uyulması Gereken Teknik Kurallar	64
7.3. Taze Betonun Taşınmasında Dikkat Edilecek Hususlar	66
7.4. Taze Betonun Yerleştirme ve Sıkıştırma İşleminde Uyulması Gereken Kurallar ...	67
7.5. Taze Betonun Sıkıştırılması	68
7.6. Taze Betona Vibrasyon Uygulamanın Sağladığı Faydalar	69
7.7. Taze Beton Yüzeyinin Düzeltilmesi	70
7.8. Betonun Bakımı (Kürü)	72
7.9. Sıcak Havada beton Dökümünde Alınması Gereken Tedbirler	73
7.10. Soğuk Havada Beton Döküm İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	74
8. PERSONEL NİTELİK DENETİMİ	77

9. BÜTÜN NİTELİK DENETİM İŞLEMLERİNİN TÜMLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK NİTELİK YÖNETİM FAALİYETLERİ	79
10. HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ TEMEL KAVRAMLARI	80
10.1. Tedarikçi Ortaklığı.....	80
10.2. Sürekli Eğitim - Sürekli Niyet ve Bilgi Tazeleme	82
10.3. Eğitimle İlgili İşbölümü ve Görevlerin Tanımlanması	82
10.4. Eğitim Programı Oluşturulması, Teorik ve İşbaşı Eğitimleri.....	82
10.5. Eğiticilerin Eğitilmesi.....	83
10.6. Her Kademedeki Çalışanların Eğitim Faaliyetlerine Etkin Katılımının Sağlanması	83
10.7. Eğitim Notlarının, Prosedürlerin(Yordamların), Kaynakların Güncellenmesi	83
10.8. Eğitimlerin Değerlendirilmesi ve Sonuçlarının İzlenmesi	84
10.9. Açık, Şeffaf ve Katılımcı Yönetim - Güven Ortamının Oluşması - Hatâ Kaynaklarının Hızlı ve Doğru Tespiti - Hızlı ve Doğru Düzeltici Eylem	84
10.10. İlgili Uluslararası Standardlarda Hazır Beton Üretimi İçin Bütünsel Nitelik Yönetimi Düzenlemeleri.....	84
11. NİTELİK DENETİM SÜREÇLERİNİN TANIMLANMASI	86
11.1. Nitelik Denetim Süreçlerinin Analiz Edilmesi	86
11.2. Kısa ve Uzun Vadeli Hedefler Koyulması - Hedeflere Ulaşmak İçin Planlama Yapılması.....	86
11.3. Uygulamada Varolan İle Tasarlanan Karşılaştırılarak Hedeflerin Güncellenmesi	87
11.4. Başkalarıyla Karşılaştırmak (Benchmarking) - En Uygun Konumu Bulmak, Rekabet Edebilmek İçin Firmanın Bulunması/Erişmesi Gereken Yeri Belirlemek	87
11.5. Sektördeki Uygulamaları Taramak.....	88
11.6. En İyi Uygulamaları Şirket Nitelik Yönetim Sistemine Uyarlamak.....	88
11.7. Dahili ve Harici Karşılaştırma (Benchmarking)	88
11.8. Sektörel ve Sektör Dışı Karşılaştırma (Benchmarking)	88
12. HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ ORTAKLIĞI	89
12.1. Uygun Tedarikçi Özelliklerinin Belirlenmesi	90

12.2. Tedarikçi Eğitimlerinin/Danışmanlığının Planlanması Becerilerinin Geliştirilmesi	91
12.3. Tedarikçi Ortaklığının Uzun Süreli Devam Etmesine Yönelik Çalışmalar	91
12.4. Tedarikçi Teşvik Sistemlerinin Tasarlanması	92
12.5. Tedarikçilerin Onaylanması ve Onaylı Tedarikçilerin Hazırlanması.....	92
12.6. Tedarikçi ve Üretici Firma Nitelik Denetim Sistemlerinin Tümleştirilmesinin Sağlanması.....	92
12.7. Daha Ucuz Fiyatlarla Hizmet Veren Tedarikçi Yerine Tedarikçi Hizmet Fiyatlarını Düşürmeye Yönelik Çalışmalar	93
12.8. Tedarikçilerle Birlikte Ulaşılabilecek Hedeflerin Ortaya Koyulması.....	93
13. NİTELİK DENETİM DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETMENLER	94
13.1. Üst Yönetimin Kararlılığı	94
13.2. Çalışanların Bilinç Düzeyi ve Katılımı	94
13.3. Tedarikçilerin Bilinç Düzeyi ve Katılımı	94
13.4. Elde Edilen Başarıların Tüm Çalışanlarla Paylaşılması.....	95
14. DENEY SONUÇLARININ DERLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ – İSTATİSTİKSEL NİTELİK DENETİMİ.....	96
14.1. En Uygun Ortalama Dayanımların Belirlenmesi ve Sonuçların Değerlendirilmesi ..	96
14.2. Deney Sonuçları Çizelgeleri.....	99
14.3 SONUÇLARIN TARTIŞILMASI VE İRDELENMESİ.....	99
14.4 Beton Özelliklerinin ve Nitelik Denetim Düzeyinin Mevsimlere, Müşteri Taleplerine, Beton Hacmine Bağlı Olarak Değişimi.....	123
14.5. Düzeltici- Önleyici İşlemlerin Belirlenmesi ve Uygulanması.....	125
15. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	126
KAYNAKLAR.....	130
ÖZGEÇMİŞ	132

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Çeşitli Ülkelerde Hazır Beton Sanayii Başlangıç Yılları	10
Çizelge 2. 2001 Yılı Dünyada Hazır Beton	12
Çizelge 3. 2001 Yılı Dünyada Çimento kullanım Oranları.....	12
Çizelge 4. Türkiye’de Hazır Beton Üretimi.....	13
Çizelge 5. Türkiye’de Pompa ve Transmikser Sayıları	14
Çizelge 6. Hazır Beton Üretiminin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı.....	14
Çizelge 7. Tane Yoğunluğuna Göre Agregalar	22
Çizelge 8. Uygunluk Değerlendirmesi İçin En Az Numune Alma Sıklığı	29
Çizelge 9. Basma Dayanımı İçin Uygunluk Ölçütleri.....	29
Çizelge 10. Taze Beton Kıvam Sınıfları.....	45
Çizelge 11. TS EN 206 - 1 / Nisan 2002’ye göre normal ve ağır beton için basma dayanım sınıfları.....	52
Çizelge 12. Deney Sonuçları Çizelgesi	101
Çizelge 13. Mevsimsel Bağlı Fark Analizleri	105
Çizelge 14. Dönemlere Göre Ortalama Standart Sapmalar	107

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Hazır beton üretiminde süreçler, araçlar ve işlemler	20
Şekil 2. Taze Betonun Yaklaşık Hacimsel Bileşimi	21
Şekil 3. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimlere göre Değişimi, 1998-2004 yılları	100
Şekil 4. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimlere göre Değişimi, 1. Santral 2000 Yılı	100
Şekil 5. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimsel Değişimi, 2. Santral 2002 Yılı	117
Şekil 6. Ortalama Dayanım-Standard Sapma İlişkisi, 1 ve 2. santral 1998-2004 yılları.....	117
Şekil 7. Çimento Özelliklerinin Değişimlerinin Standard Sapmaları.....	119
Şekil 8. Agrega Özelliklerinin Değişimlerinin Standard Sapmaları.....	120
Şekil 9. Kimyasal Katkıların Özelliklerinin Değişimlerinin Standard Sapmaları	121
Şekil 10. Üretim Miktarlarının Aylara Göre Değişimi	124
Şekil 11. Müşteri Şikâyeti Miktarlarının Aylara Göre Değişimi	124

1. KONU - AMAÇ, KAPSAM

Bu çalışmada değişik mevsimlerde hazır beton dayanım deney sonuçlarından ilgili tesislerdeki dayanım spesifikasyon sınırları, nitelik denetim düzeyleri (control standard) ölçüsü olarak dayanımların standard sapmaları, muhasebe kayıtlarından alt spesifikasyon (şartname, standard) sınırı altına düşme ve üst spesifikasyon sınırı üzerine çıkmanın ek maliyetleri belirlendi. Her bir beton dayanım sınıfı için en uygun ortalama dayanımın ve standard sapmanın, başka bir deyişle, en uygun amaç dayanım ve nitelik denetim düzeyinin belirlenmesi amaçlandı.

Bu amaçla 2 adet hazır beton tesisinden C14, C16, C18, C20, C25, C30 ve C35 beton dayanım sınıflarında, 6 yıllık bir süre zarfında toplanmış, her birisi en az 2 adet numuneden elde edilen toplam 13151 adet deney sonucu, Nitelik Denetim Grafikleri ve ek / kayıp maliyet fonksiyonları oluşturularak değerlendirildi. En düşük görünen kayıp maliyetine tekabül eden ortalama dayanımlar ve standard sapmalar, başka deyişle mevsime ve işe en uygun işletme ortalama hedef dayanımı ve nitelik denetim düzeyleri belirlendi. Bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar irdelenerek mevsimsel nitelik yönetimi planlamasında kullanılabilirlikleri tartışıldı.

2.İNŞAAT SANAYİİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ

Günümüzde bütünsel nitelik yönetimi birçok sanayi dalında başarı ile uygulanmaktadır. İnşaat sektöründeki uygulamaları değerlendirmek için göz önüne alınacak nitelik boyutları Besterfield (2001)

- İşlevsellik
- Özellikler
- Güvenilirlik
- Uygunluk
- Dayanıklılık
- Kolaylık
- Estetik
- Görünen Nitelik

olarak sıralanabilir. Bu sıralama önem derecelerini veya kesin ayrımları değil bir ölçüde tasarım ve yapımda öncelik sırasını göstermektedir.

İNşaat sanayiinde diğerlerinden oldukça farklı bir proje boyutu ortaya çıkmaktadır. Her bir inşaat projesi tekrarı olmayan, girdileri ve çıktıları birbirinden farklı, inşaat yapılmasına karar verilmesinden inşaatın bitmesine kadar o projeye özgü izlenen süreçlerdir. Yapıdan beklenenler, yapının yapılacağı arsa, malzemeler, proje ekibi, bütçe ve zaman değerleri her proje için farklıdır. Dolayısıyla her proje için yapılması gereken işlemler ayrıca göz önüne alınmayı gerektirecek düzeyde farklı olmaktadır.

Yapı projelerinin, her proje gibi, belirli bir süre sonunda bitmesi zorunlu olduğundan kendine özgü bir “Proje Yönetimi” süreci gerekli olmaktadır. Bu sürecin başlangıcı yapı sahibinin istek ve beklentilerinin ayrıntılarıyla belirlenmesidir. Gereken tasarımın yapılması, gereklerin karşılanması, yapının fiziki olarak inşa edilmesi ve teslimi ile süreç tamamlanır.

Her yeni proje için insan, hammadde ve finans kaynakları söz konusu projeye özgü, tek bir kereye mahsus olmak üzere organize edilir (Tosun 1992).

Nitelik boyutları bir yapı ile ilgili olarak incelendiğinde “nitelikli yapı”nın sahip olması gereken özellikler ortaya çıkmaktadır.

İşlevsellik

Bir yapının öncelikle yapılış amacına uygun işlevselliğe sahip olması gerekmektedir. Yapı içerisindeki hacimlerin konumları, birbirleri ile işlev bağlantıları, alanları, yükseklikleri, işlev bağlantılarının özellikleri gibi fiziksel koşullar yapı niteliğini önemli düzeyde etkiler. Bu özelliklerin insan ihtiyaçları doğrultusunda, beklenen seviyelerde veya üstünde olması durumunda, o yapının nitelikli olma koşullarının en önemlisinin sağlandığı söylenebilir. Mekânların ve bağlantıların konum ve özellikleri bu açıdan ayrıcalıklı bir önem kazanmaktadır.

Özellikler

Yapı bileşenlerinin işlevsel, yapısal ve estetik olarak özellikleri, yapının taşıyıcı sisteminin seçimi, kullanılan her bir malzemenin özellikleri, bunların birbiri ile olan uyumu, birleşme noktalarının çözümü, vs. binanın bütününe niteliğini önemli düzeyde etkiler.

Güvenilirlik

Bir yapının güvenilirliği, kullanıcıya sağlıksal veya parasal herhangi bir zarar vermeden kendinden beklenenleri her defasında ilk defadaki gibi veya daha memnun edici biçimde yerine getirme özeliğidir. Bu, yapının her türlü işlevselliğini faydalı kullanım ömrü boyunca koruyabilmesine bağlıdır. İnşaat mühendisliği açısından dar anlamda güvenilirlik, malzemelerin ve yapı elemanlarının zararlı çevresel ve kullanımla ilgili etkilere

dayanıklılığının, yapının taşıma gücü güvenliğinin kullanıcı veya müşteriye memnun edici veya beklentilerini aşan düzeyde olmasıdır.

Uygunluk

Yapının tasarımının, stiline, inşasında seçilen taşıyıcı sistem ve kullanılan malzemelerin, öncelikle içindeki işlevlere, yapının inşa edileceği çevreye ve kullanıcılarına uygun olmasıdır. Bir yapı öncelikle içinde yer alacak olan işlevlere uygun tasarlanmalıdır. Yapının yer alacağı çevre de tasarımda etkin olmaktadır. Yapının yapılacağı bölgedeki mimarî ve tabii çevrenin çok iyi incelenmesi ve bu çevreye uyum sağlayan bir yapı tasarlanması gerekmektedir. Özellikle şehir ve bölge planlamasının çok önem kazandığı günümüzde bu özellik ön plana çıkmaktadır. Yapı ayrıca kullanıcıların maddi seviyelerine, yaşlarına, geçmişlerine ve geleneklerine uygun olmalıdır.

Her bakımdan uygun bir yapı inşa etme koşulları tasarım öncesinde yeterli sayıda ayrıntıyı kapsayan gereksinimlerin ve bunları karşılamak üzere gerekli kaynakların belirlenmesine yönelik bir araştırma yaparak hazırlanabilir. Ayrıntılı tasarım ve çalışma planı ve bunların yapım sırasında sürekli güncellenmesi ile her bakımdan memnun edici bina elde edilebilir. Yapılan araştırmaların istatistiksel değerlendirilmesi, bu değerlendirme sonuçlarının tasarım ve yapım aşamalarında göz önünde bulundurulması proje ve nitelik yönetiminin başarısını güvence altına alır. Kayıpları en aza indirir; iş gücü ve parasal kaynakların verimliliğini artırır.

Dayanıklılık

Yapının bütününe, kullanılan malzemelerin ve ayrıntıların yapının faydalı kullanım ömrü boyunca, önceden bilinen belirli sürelerde yapılan bakım ve onarımlarla, her türlü ilk

özelliklerini korumasıdır. Belirsiz ve kısa sürede yıpranan, tamir ya da değiştirme gerektiren malzeme, eleman ve ayrıntılar yapının niteliksiz olarak tanımlanmasına yol açar.

Kolaylık (İşletme ve bakım kolaylıkları)

Kolaylık, yapıda oluşabilecek sorunların çözümünün, bakım ve onarımının kolay olabilmesi için gerekli özelliklerin varlığıdır. Örneğin bina dış yüzeyinde veya çatısında tamir yapacak kişinin gerekli malzeme ve donanımı ile birlikte ilgili yere kolaylıkla ulaşabilmesi, güvenli hareketli bir platformun veya çatı arasında tamirat için gerekli boşluğun bulunması gibi özellikler önceden düşünölmelidir. Bu sorunların en kısa zamanda, kolayca çözülebilmesi için daha önceden çözümlerin üretilmiş olması yapının niteliğini de etkileyecektir.

Estetik

Ürün yani üretimi bitmiş yapının insanların görsel beğeni duygularına hitap etme ve görsel zevklerini tatmin etme özeliğidir. Biçimsel tasarım, malzemeler, malzemelerin uyumu ve geçişlerinin iyi çözümlenmiş olması ile ilgili bir kavramdır. Görsel zevklerin değişken doğasından kaynaklanan farklı görsel beklentilerin olabildiğince çoğunu tatmin edebilme düzeyidir.

Görünen (Algılanan) Nitelik

Kişilerin gözleri ile algılayabilecekleri, kullanımı dışında sadece dışarıdan fark edilebilen niteliktir. Niteliğin bütün boyutlarını belirli ölçülerde kapsadığı varsayılan, oldukça değişken, göreceli bir kavramdır. Bu değişkenliğin nedeni değer yargılarının kişilere göre ve zamanla değişmesidir.

Bütönsel Nitelik Yönetimini uygulayan bir inşaat firmasının üreteceği yapılarda bu nitelik boyutlarının ne düzeyde olması gerektiği, nasıl uygulanacağı, bu nitelik düzeylerine

ulaşılamaması durumunda neler yapılması gerektiği konularında belirli standartları bulunmalıdır. Ayrıca müşterisine işlevsel, estetik yönü doyurucu ve dayanıklı bir yapı üreteceği güvencesini verebilmelidir.

İnşaat sektöründe ürün niteliğinin yanında, bir hizmet niteliğinden de söz etmek gerekir. Bu sektörde müşteri ile olan ilişkilerin niteliği de özel bir önem kazanmaktadır.

İnşaat sektörü, yüzyıllar boyunca farklı boyutlarda karşımıza çıkmıştır. Günümüzde de yılların birikimi sonucu, çok farklı üretim süreçleri ile karşılaşmaktayız. Burada girişimcinin kim olduğu büyük önem kazanmaktadır. Girişimci, yapının son kullanıcısı, yatırımcı ya da inşaat firmasının kendisi olabilir. Her durum için müşteri kavramı ve müşteriye karşı olan sorumluluklar farklı olacaktır.

Müşterinin girişimci olması durumunda, müşterinin yapılacak olan yapı ve inşaat sürecine ilişkin beklentilerini ve ihtiyaçlarını saptamak gerekmektedir. Bu saptamalar doğrultusunda inşaat süreci ve yapının tasarımı ortaya çıkacaktır. İnşaat süresi boyunca müşteri ile irtibat halinde bulunmak, ilerleyen süre içinde fikirlerini ve isteklerini göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Girişimcinin inşaatı üstlenen firma olması halinde, yapının son kullanıcısı belirli olmadığından, yapının tasarlanması genel istatistikler ve yapı kullanıcısı olabilecek muhtemel toplum için edinilen genel fikirler doğrultusunda gelişir. Yapılar, inşaat sırasında ya da inşaat sonrasında kullanıcılarına teslim edileceğinden, burada satış hizmetleri ön plana çıkmaktadır. Satış sırasında ve sonrasında verilen hizmet niteliği, firmanın genel itibarını etkilemektedir.

Günümüzde sanayileşmenin bir sonucu olarak seri üretimlerin bulunduğu inşaatlara rastlamak mümkündür. Özellikle toplu konut tarzında yapılan inşaatlarda, binaların büyük bölümü tek kereye mahsus değildir. Bu tarz, büyük, birden fazla binanın ve bina gruplarının

oluşturduğu çevrelerin inşaatında, seri üretim söz konusu olduğundan, belirli bir inşaat standardını kurmak ve bu standarda uygun binalar inşa etmek mümkündür.

Buna karşılık, geleneksel yapım yöntemi de halen varlığını sürdürmektedir ki Bütünsel Nitelik Yönetimi açısından inşaat sektörünü diğer sektörlerden ayıran başlıca özellik de budur. Geleneksel inşaatla, ortaya çıkan ürün, yani yapı, tek kereye özgü olup tekrarı yoktur. Üretimde tekrarın bulunmaması, Bütünsel Nitelik Yönetimi açısından, ürün standardına ulaşmakta zorluklar oluşturmaktadır. Bir proje için geçerli olan değişkenler, çoğunlukla bir diğer proje için geçersiz olabilmektedir.

Her yapı projesinde işlev, estetik, maliyet ve zaman olmak üzere dört adet birbiriyle çelişen ölçütler grubu bulunmaktadır. Her proje için bu ölçüt gruplarının ağırlıkları ve önem sırası farklı olmaktadır. Bu ölçütlerin belirlenmesinde ve sorumlulukların paylaşımında, müşteri beklentileri ve istekleri büyük rol oynamaktadır

Her yapı inşaatında bu değişkenler farklılık göstereceğinden nihâî kullanıcı olan müşteri ile görüşülerek bu değişkenlerin önem sıraları belirlenmelidir. Hangi değişken daha ön plana çıkıyorsa proje sürecinin belirlenmesinde o etkin olur.

İnşaat sektörünü Bütünsel Nitelik Yönetimi açısından diğer sektörlerden ayıran özellikler şunlardır;

- Yapı projeleri çoğunlukla bir kereye mahsus olmak üzere yapılırlar. Bu nedenle yapı projeleri ile ilgili bir standardizasyonu sağlamak oldukça güçtür.
- Projenin gerçekleşme süreci hava şartları, projenin büyüklüğü, nakit akışı, resmi işlemler nedeniyle bazı imalat sektörlerinde dakikalarla ölçülen üretim süreçlerine göre oldukça uzundur.
- İnşaat sektöründe ürün niteliği teknik özelliklerin yanında bazı estetik ölçülere de bağlı olduğundan gerekli standartları belirlemek, kurmak, oldukça güçtür.

- Yapı projelerinin meydana getirilmesi için bir araya gelen proje takımı genellikle o projeye özgüdür. Her bir projede müşteri, müteahhit, proje müellifi, proje yöneticisi v.s. farklı olmaktadır.
- Gerek projelerin farklılığı, gerekse sürenin uzunluğu ve değişken sayısının çok fazla olması bilgi birikimi ile geri beslemeleri, süreç analizlerini ve gerekli düzeltmeleri yapmayı karmaşıktır, zorlaştırır.
- Proje üzerinde hesaplanan metraj ve maliyetler ile imalat sırasında ortaya çıkan maliyetlerin farklılık gösterebilmesi, projeye başlarken belirlenen isteklerin daha sonra değişebilmesi toplam proje maliyetinin en başta kesin biçimde belirlenmesini zorlaştırır.

İnşaat sektöründe Bütünsel Nitelik Yönetimi ilkelerinin uygulanabilmesi için aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- Müşteri beklentilerinin belirlenmesi
- Proje çalışanlarının yönetime ve bütünsel nitelik yönetimi çalışmalarına etkin olarak katılması
- Takım çalışması yapılması
- Firma içi düşey ve yatay iletişimin artırılması
- Sözleşmelerin ayrıntılı, doğru ve sağlıklı olarak yapılması
- Yapılan imalatın zamanında ve eksiksiz belgelenmesi
- Nitelik yönetim sistemleri için gerekli eğitimlerin verilmesi

Sonuç olarak Türkiye inşaat sektöründe Bütünsel Nitelik Yönetimi uygulamalarının Japonya ve ABD'nin oldukça gerisinde olduğu hazır beton kullanıcıları incelendiğinde kolayca görülmektedir. Hazır beton üretiminde uygulanan bütünsel nitelik yönetiminin yarar sağlaması ancak inşaat sektöründe de BNY uygulanması durumunda gerçekleşebilir. Bu nedenle Türkiye inşaat sektöründe maliyetleri düşürmek ve yapı niteliğini arttırmak için

gerekleri yerine getirilen etkin Proje Yönetimi ve Bütünsel Nitelik Yönetimi uygulamaları acilen gerekmektedir.

2.1. Hazır Betonun Tarihçesi

Beton, insanlık tarihinin gelişiminde ve eski medeniyetlerin günümüze kadar gelebilen eserlerinde önemli bir yere sahiptir. M.Ö. 3000 yılından beri kalsiyum esaslı bağlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Piramitlerin yapımında kireç esaslı bağlayıcılar kullanılmış, Pantheon ve Colloseum gibi yapılar doğal hidrolik bağlayıcı özeliği olan puzzolanlarla yapılmış, Orta Asya ile Anadolu'da "Horasan Harcı" adı verilen bir bağlayıcı kullanılmıştır.

Çağdaş beton tarihinin ise 1800lü yılların başında Louis Vicat'ın ilk yapay çimentoyu üretmesi ve Joseph Aspdin'in "Portland Çimentosu"nun patentini almasıyla başladığı düşünülmektedir.

Hazır beton Dünya'da ilk kez 1903 yılında Almanya'da ortaya çıkmış daha sonra birkaç yıl içinde ABD'de kullanılmaya başlanmıştır (Çizelge 1). 1914 yılında Stephanian adında bir kişi tarafından beton taşıma amaçlı transmikser aracının geliştirilmesi ile hazır beton endüstrisinin Amerika'daki yaygınlığı artmış, özellikle savaş yıllarından sonra pek çok hazır beton firması kurulmuştur. Özellikle 20inci yüzyılın ikinci yarısında hız kazanan kentleşme ve alt yapı çalışmaları, hazır beton ve beton ürünlerinin daha çok üretilip yaygınlaşmasını sağlamıştır www.thbb.org (2005).

Yıllara göre beton ürünlerinin gelişimi:

- 1848, ilk çimento fabrikasının kurulması (İngiltere)
- 1857, betonarme sisteminin bulunuşu (Fransa)
- 1865, yüksek fırın cürufunun portland çimentosu ile birlikte kullanımı (Almanya)

- 1903, hazır beton sektörünün başlangıcı (Almanya)
- 1936, kimyasal katkıların kullanımı (Almanya)
- 1950, uzun süreli deneylerde mikrosilikanın katkı olarak kullanımı (Norveç)
- 1965, süper akışkanlaştırıcıların betonda kullanımı (Amerika)
- 1971, mikrosilikanın taşıyıcı sistem betonlarında kullanımı (Norveç),
- 1981, üçlü karışım (PÇ + mikrosilika + uçucu kül) çimentonun ilk kez kullanımı (İzlanda),
- Dünyanın en yüksek betonarme yapısının inşası (ABD)

Çizelge 1. Çeşitli ülkelerde Hazır Beton sanayiinin başlangıç yılları

www.thbb.org (2005)

Ülke	Yıl
Almanya	1903
İngiltere	1930
Fransa	1933
İspanya	1942
Hollanda	1948
Belçika	1956
Avusturya	1961
İtalya	1962
İsrail	1963
Türkiye	1976

2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Hazır beton

Türkiye sanayileşme ve altyapı yatırımlarını henüz tamamlayamamıştır. Bu nedenle beton üretiminde de sürekli bir artış söz konusudur. Türk hazır beton sektörü diğer ülkelerle

karşılaştırıldığında oldukça yenidir. Almanya hazır beton sektörünün ilk oluştuğu ülkedir ve bundan yaklaşık 100 yıl önce hazır beton endüstrisi kurulmuştur (Çizelge 2).

Günümüzde gelişmiş ülkelerde tüm betonarme yapılarda hazır beton kullanılmaktadır. ERMCO (European Ready-Mixed Concrete Organisation) verilerine göre, bugün Avrupa ülkelerinde yılda yaklaşık $300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ABD'de ise $200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ hazır beton tüketilmektedir. Dünyanın ekonomik ve teknik olanakları geliştikçe bu tüketim artışı başka alanlara da yayılmaktadır. Örneğin, havayolu taşımacılığı arttığında tüketim bu alana kaymaktadır.

Böylelikle hava alanlarına olan gereksinim artar, yeni ve daha modern havaalanı yapıları geliştirilir, yüksek dayanımlı betonların kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Aynı şekilde, kara ulaşım araç ve olanaklarının olağanüstü boyutlarda gelişmesi de yolların, köprülerin, tünellerin yapımı için özel betonlara olan gereksinimi arttırır, bu da bu konuda hazır betona dayalı yeni çözümler üretilmesini sağlar.

Hazır beton üretim sistemlerinde ülkelerin iklim koşullarından kaynaklanan farklılıklar görülmektedir. Türkiye'de üretilen hazır betonun yaklaşık 1/3'ü kuru sistemle üretilmektedir. Pompa ile dökülen beton oranlarının karşılaştırılmasında ise %85'le en çok pompa kullanılan ülkenin Türkiye olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. 2001 Yılı Dünyada Hazır Beton

www.thbb.org (2005)

Ülke	Tesis Sayısı	Hazır Beton Üretimi (10 ⁶ m ³)	Tesis Başı Üretim (bin m ³)	Kişi Başı Üretim (m ³ /kişi)
Türkiye	401	25,4	63,3	0,37
ABD	5000	315	63	1,11
İspanya	1500	71,1	47,4	1,74
Fransa	1626	34,5	21,2	0,59
İngiltere	1250	23	18,4	0,39
İtalya	2450	66,8	27,3	1,15
Almanya	2132	51,1	24	0,62
Hollanda	180	8,5	47,2	0,52
İsveç	212	2,6	12,3	0,29
Portekiz	270	11,3	18,6	0,34
Rusya	1200	35	29,2	3,01

Çizelge 3. 2001 Yılı Dünyada Çimento Kullanımı

www.thbb.org (2005)

Ülke	Çimento Tüketimi (·10 ⁶ ton)	Çimentonun Betonda Kullanım Oranı, %
Türkiye	25	32
ABD	113	74
İspanya	42	48
Fransa	20,6	48
İngiltere	12,5	60
İtalya	39,8	44,5
Almanya	31,5	46,5
Hollanda	5,88	-
İsveç	1,6	55
Portekiz	11,3	26
Rusya	32	20

Türkiye’de hazır beton tesisleri (santraller) ilk kez 1970li yılların sonlarına doğru bazı inşaat şirketleri tarafından kendi inşaatlarında beton üretmek üzere kurulmuştur. Ancak gerçek anlamda endüstriyel hazır beton üretimi 1980’li yılların ikinci yarısında başlamıştır. Bu kısa geçmişine rağmen Türk hazır beton sektörü hızla gelişmektedir; ileri teknik donanıma ve deneyimli iş gücüne sahiptir. Dünyada gelişmiş ülkelerde yüz yılın başlarında kullanılmaya başlanan endüstriyel hazır beton ülkemizde ancak 70 yıl sonra tanındığı halde son 10-15 yıl içerisinde önemli gelişmeler olmuş, 1992-1998 yılları arasında sektör 4 misli büyümüştür (Çizelge 3, 4).

Çizelge 4. Türkiye’de Hazır Beton Üretimi

www.thbb.org (2005)

Yıl	Veri	THBB Üyeleri	THBB Üyesi Türkiye Geneli Olmayan	
2000	Şirket Sayısı	67	118	185
	Tesis Sayısı	247	121	368
	Üretim, m ³	20 986 463	6 050 000	27 036 463
2001	Şirket Sayısı	69	136	205
	Tesis Sayısı	253	148	401
	Üretim, m ³	16 561 841	6 000 000	22.561.841
2002	Şirket Sayısı	71	157	228
	Tesis Sayısı	262	178	440
	Üretim, m ³	17 457 930	8 010 000	25 467 930
2003	Şirket Sayısı	71	167	238
	Tesis Sayısı	247	182	429
	Üretim, m ³	18 092 501	8 736 000	26 828 500
2004	Şirket Sayısı	65	182	247
	Tesis Sayısı	238	235	473
	Üretim, m ³	21 015 886	10 575 000	31 590 886

Çizelge 5. Türkiye’de (THBB Üyesi Firmalar) Pompa ve Transmikser Sayıları www.thbb.org (2005)

Yıl	Pompa Sayısı	Transmikser Sayısı
2000	675	2778
2001	690	2856
2002	678	2736
2003	637	2587
2004	629	2626

Çizelge 6. Hazır Beton Üretiminin Coğrafi Bölgelere Göre Oransal Dağılımı www.thbb.org (2005)

Bölgeler	Yıllar				
	2000	2001	2002	2003	2004
Marmara	50	41	39	41	41,3
Ege	15	15	15	10	18
Akdeniz	13	15	16	14	14,2
İç Anadolu	17	22	22	23	20,3
Karadeniz	3	2	2	2	1,5
Güneydoğu Anadolu	2	4	4	3	2,3
Doğu Anadolu	1	1	1	1	2,4
T O P L A M	100	100	100	100	100

2.3. Türkiye’de Beton

Türkiye’nin büyük bölümü deprem kuşağında yer almakta, sıkça karşılaşılan depremlerde büyük can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle yapıların taşıma gücü güvenliği açısından betonun özellik ve niteliği vazgeçilmez bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde kullanılan betonların durumu ise hazır beton teknolojisinin kullanılmasıyla beraber memnuniyet verici gelişmeler göstermeye başlamıştır. Günümüzde yüksek katlı binaların yapımından barajlara, prefabrikasyondan metro inşaatlarına kadar geniş bir alanda kullanılan hazır beton, inşaat teknolojisinde vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer yandan el ile beton üretiminin ekonomik olmadığı ve yeterli basınç

dayanımı güvenli biçimde elde edilemediği için güvensiz olduğunun beton kullanıcılarına anlatılması gerekmektedir.

Âfet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik–1998 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – 2007, 1. ve 2. deprem bölgelerinde kullanılacak en düşük beton dayanım sınıfını C 20 olarak belirlemiştir. Böylelikle bir deprem esnasında olası can ve mal kaybını en aza indirmeye yönelik önemli bir adım atılmıştır.

İleri teknoloji kullanılarak hazırlanan, bileşen karışım oranları bilgisayarlarla kontrol edilen, malzeme özellik ve nitelikleri standartlara ve tasarımda öngörülene uygun, taşınması ve gerekli yerlere ulaşması transmikser ve pompalar vasıtasıyla oldukça kolaylaşan ve bütün bunları hızlı ve ekonomik şekilde gerçekleştiren hazır beton teknolojisi günden güne yaygınlaşmakta ve inşaat sektörünün vazgeçilmez unsurlarından biri durumuna gelmektedir.

2.4. Hazır Beton Endüstrisinin İnşaat Sektöründeki Yeri

Yapıların çoğunluğunda beton yaygın olarak kullanılmaktadır. Betonarme bir yapının temel unsuru o yapının ayakta durmasını sağlayan betonarme taşıyıcı iskelettir; bu iskelette beton ve çelik ana bileşenler, betonarme elemanlar ise temel uygulama birimleridir. Dolayısıyla, beton inşaat sektörünün en temel girdisi, ekonomik olarak vazgeçilmez malzemesidir. Bina türü bir yapıda beton malzeme maliyeti taşıyıcı sistem toplam maliyetinin %10'unu aşmamaktadır.

Deprem etkisiyle yıkılan binalarda yapılan teknik araştırmalar, standard ve tasarım dışı özellikte, niteliksiz beton kullanımının ve bilinçsiz uygulamaların bu yıkımlarda çok önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Nitekim özellikle son depremlerden sonra Türkiye Hazır Beton Birliği Derneği'nin uyarı girişimleri de dikkate alınarak, pek çok yerel yönetim

inşaatlarda el ile beton dökümünü ve belirli sınıfların altında beton kullanımını yasaklamışlardır Mahmut ERDOĞAN, Babaeski Belediyesi (2000).

2.5. Hazır Beton Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri

Haksız rekabet, her türlü kayıt dışılık, standartlara uygun olmayan uygulamalar hazır beton üreticisini ve kullanıcıyı zarara uğratmaktadır.

Türkiye'deki hazır beton sektörünün yaşadığı en önemli sorun, bazı üreticiler tarafından standard dışı, niteliksiz üretim ve faturasız satışlarla sektörde haksız rekabete ve tüketici mağduriyetine yol açılmasıdır. Tüm yasal düzenlemelerini tamamlamış firmalar, standartlara uygun donanım ve üretimiyle, her türlü yasal ve ahlâkî yükümlülüğünü eksiksiz yerine getirirken, standarda uygunluk, çalışma ruhsatı, faturalı satış gibi yükümlülüklerini yok sayarak haksız rekabette bulunup, ülkeyi ve devleti zarara uğratan hazır beton üreticisi firmaların sayısı maalesef inşaat sektörünün canlanmasıyla artmaktadır.

Ayrıca, inşaat firmaları tarafından günümüz gereksinimlerine uymayan şartnameler gereği şantiyelere kurulan beton santrallerindeki denetim dışı üretimin yanı sıra bu santrallerin oluşturduğu görüntü ve çevre kirliliği ile maddi kaynak israfı da dikkat çeken başka bir konudur. Bu firmalar, söz konusu santralleri kendi ihtiyaçları için kuruyor olmalarına karşın, dışarıya da amaç dışı satışlar yaparak, haksız rekabete neden olmaktadır.

Hazır beton üretimi yapılan santrallerin, betonun taşınması ve pompalanması aşamalarında kullanılan donanımın çevre sağlığı ve iş güvenliği açısından sağlaması gereken ölçütlerle ilgili TS 18001, TS EN 206-1, TS EN ISO 9001: 2000 ve OHSAS 18001, TS EN ISO 14001 belgeleri uyulması zorunlu kurallar ve ölçütler içermektedir. Bu kurallara uymayan ve ölçütleri sağlamayanların santral kurmalarına, çalıştırmalarına izin verilmemelidir. Bu kapsamda, çeşitli kamu kuruluşlarına Yapı Denetim Yasası'ndaki yapı

denetim kurallarına uyma, üstlenici olarak bu kuruluşlara iş yaparken kendi şantiyelerine beton santrali kurarak çalışma ruhsatı ve fatura yükümlülüklerine uymadan dışarıya satışta bulunan firmalara da TSE Belgesi alma zorunluluğu getirilmelidir. Böylece, çevre tahribatı, iş kazaları, niteliksiz beton üretimi ve kayıtsız satışlar da en aza indirilmiş olacaktır.

Özellikle kamu ihtiyaçlarına yönelik inşaatlarda TSE Belgeli hazır beton kullanılması zorunlu tutulurken, bu ürünün imal edildiği, taşındığı ve aktarıldığı donanımın yeterliliği için TSE Belgesi aranmamaktadır ki bu büyük bir eksiklik ve çelişkidir. Laboratuvar konusunda hazır beton firmalarına uygulanan yaptırımlar, şantiye santrallerine de uygulanmalı, bunlara da laboratuvar bulundurma, Kalite Güvence Sistemi ve Ürün Denetimi ile ilgili koşullara uyma zorunluluğu getirilmelidir.

Çimentoya ek olarak beton karışımına giren agrega, kum, kimyasal katkı gibi diğer ürünlerde standarda uygunluğun sağlanması, betonun üretim niteliği ve denetim kolaylığı açısından vazgeçilmez uygulamalardır.

Hazır beton sektörünü doğrudan etkileyen bir diğer husus, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nca her yıl belirlenen "İnşaat Birim Fiyatları"dır. Özellikle kamu hizmetlerine yönelik büyük projelerde hazır beton kullanımının yaygınlaştırılması için akaryakıt başta olmak üzere, yıl içerisinde bütün maliyet kalemlerinde meydana gelen artışların hazır beton birim fiyatlarına yansıtılabilmesine imkân veren düzenlemeler gerekmektedir.

Ürünün doğası gereği kullanım yerine yakın bir alanda bulunması gereken hazır beton tesislerinin kuruluş ve işletme aşamalarında, ruhsat ve diğer izinler konusunda yerel yönetimlerle yaşanmakta olan sorunlar, sektörün önemli gündem maddelerinden biri olmaya devam etmekte, yerel yönetimlerin bu konularda bilgi ve deneyim sahibi yeterli sayıda elemanları bulunmaması bazen sıkıntılara neden olmaktadır. Belediyelerin, bu tür sektörel denetim ve ruhsatlandırma işlemlerinde, ilgili mesleki kuruluşlarla işbirliği yapmaları, o

kuruluşlardan danışmanlık almaları sağlanmalı ve çevre koşullarına göre belirlenen özellik ve niteliklere sahip tesislerin kurulması teşvik edilmelidir.

Hazır beton tesisleri genellikle 80 ~ 120 m³/saat arasında kapasitelerde kurulmaktadır. Bu da tesis başına 225 000 m³/yıl kurulu üretim kapasitesine karşılık gelmektedir. Türkiye Hazır Beton Birliği verilerine göre, 2004 yılı itibarı ile sektörde faaliyet gösteren şirket sayısının 247 tesis sayısının 473 olduğu düşünülürse ülke genelinde kurulu toplam üretim kapasitesinin yaklaşık 100 ~ 110 milyon m³/yıl civarında olduğu, buna karşılık gerçekleşen üretimin ~32 milyon m³/yıl olduğu görülmektedir. Türkiye Hazır Beton Birliği Derneği üyesi toplam 65 şirket, 235 tesiste toplam 21 milyon m³/yıl üretim yapmaktadır. Bugün Türkiye’de özellikle Marmara ve Ege bölgelerinde teşviklerin de etkisiyle, hazır beton sektöründe kapasite fazlalığı yaşanmakta iken Doğu ve Güneydoğu bölgelerinde yeterli kapasiteye henüz ulaşılamamıştır (Çizelge 5,6). Ülke genelinde tesis sayısı ve üretim açısından bir dengesizlik mevcuttur. Kapasite fazlalığının bulunduğu bölgelerde giderek nitelik düzeyini de olumsuz yönde etkileyen fiyat rekabetleri yaşanmakta, bu da sektöre zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçilmesi için teşvik planlamalarının daha dar alanlar için ve çok dikkatli yapılması, gerçekten ihtiyaç bulunan noktalarda uygulanması ve yerel yönetimlerle mesleki kuruluşların bu konudaki deneyim ve birikimlerinden yararlanılması gerekmektedir.

Sektörün agrega ihtiyacı giderek artmakta, ancak agrega kaynakları daralmaktadır. 1 m³’ü 2.25 t ~ 2.40 t olan betonda, ortalama 1.8 t agrega kullanıldığı düşünülürse, agreganın beton üretimi açısından taşıdığı önem daha iyi anlaşılacaktır. İstenen özellik ve niteliklere sahip doğal agregaların özellikle su kaynakları ve eski su yatakları civarında bulunması, bunların çıkartılması konusunda yerel yönetimler ve sektör mensupları arasında anlaşmazlıklara neden olabilmektedir. Agreganın üretiminin kuşkusuz doğal çevreye zarar verilmeden gerçekleştirilmesi gerekmektedir; agrega ocaklarının bazılarının Özel İdare

bazıları ise Maden Kanunu kapsamında bulunması yetki karmaşası oluşturmaktadır. Maden Kanunu'nun gözden geçirilerek bu ocakların tümünün bu kanun kapsamına alınması ve bu sektörün uzun vadeli programlar yapmasına izin verecek yasal altyapının oluşturulması gerekmektedir.

Bazı büyük kentlerimizde il trafik komisyonları transmikser araçları için trafiğe çıkma saatlerini de kısıtlamaktadırlar. Trafik Kanunu ile dingil ağırlıkları ve yüklü transmikserlerin ağırlığı için istiap haddi sınırlaması getirilmiştir. Bu uygulamalar

- Araçların kapasitelerinin altında çalışarak daha fazla sefer yapmak zorunda kalmalarına, daha fazla yakıt sarf etmelerine, maliyetlerin yükselmesine, dolayısıyla beton fiyatlarının yükselmesine neden olmakta,
- İnşaat mevsimlerinde beton taleplerinin gereğince karşılanamamasına, özellikle sürelerin önemli olduğu okul, hastane, kamu binaları, vb şehirselle bölgedeki bina inşaatlarında gecikme ve aksamaların meydana gelmesine yol açmakta,
- Dingil ve tekerlek yükünün azaltılması için taşıyıcı araç parkının tümünü dört akslıya dönüştürme zorunluluğu sektör mensubu firmalara ve ülkeye oldukça yüksek bir maliyet getirmektedir.

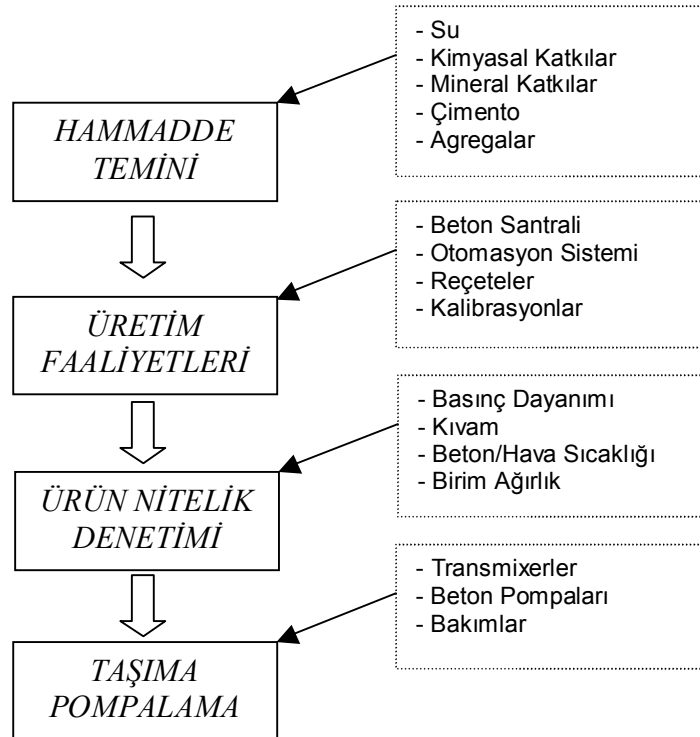
Tonaj kısıtlamasından kaynaklanan sorunların çözümü için ilgili kurumlarca tekerlek yüklerinin azaltılabilmesi için kurallarına uygun biçimde ilâve dingil kullanımına izin verilmesi, trafiğe çıkış kısıtlamalarının ise bölge ve ilin ihtiyaç ve özellikleri de göz önüne alınarak, yönetmeliklerle belirlenip, önceden duyurularak uygun bir çözüme kavuşturulması gerekmektedir.

3. BETON, HAZIR BETON, TANIMLAR, BİLEŞENLER

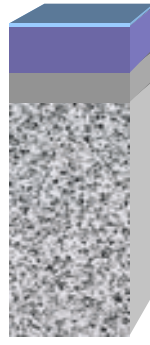
Beton, ince ve kaba agrega, çimento ve suyun, kimyasal ve mineral katkı maddeleri ilâveli veya ilâvesiz, üretim teknolojisine uygun olarak karıştırılmasıyla elde edilen, başlangıçta plastik kıvamda olup istenen şekil verilebilen, zamanla katılaşp sertleşerek mukavemet kazanan önemli bir yapı malzemesidir (Şekil 1).

Hazır beton, kullanıcıya yapım şantiyesinde teslim edilmek üzere hazırlanmış, taze (plastik), işlenebilir durumdaki betondur.

Hazır betonu klasik yöntemlerle (el ile veya betonyer ile) elde edilen betondan ayıran temel unsur, hazır betonun modern tesislerde bilimsel yöntemlerle, ilgili standartlara uygun olarak, sınıî ölçekte üretilmesi ve tüketici veya kullanıcıya teslim edilmesidir.



Şekil 1. Hazır beton üretiminde süreçler, araçlar ve işlemler



Hava $\approx 0.01 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{beton}$

Su $\approx 0.16 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{beton}$

Bağlayıcı $\approx 0.10 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{beton}$

Agrega $\approx 0.73 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{beton}$

Şekil 2. Taze Betonun Yaklaşık Hacimsel Bileşimi

Beton mutlak hacim olarak yaklaşık %73 agregası, %10 çimento, %16 su ve %1 havadan oluşur. Gerektiğinde, çimento kütlesinin %2'sini aşmayan miktarlarda kimyasal katkı maddesi ilâve edilebilir (Şekil 2).

TS EN 206-1'de beton kuru birim hacim kütlesine göre 3 sınıfa ayrılmaktadır:

- Normal beton: Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi (yoğunluğu), 2000 kg/m^3 'ten büyük, 2600 kg/m^3 'ten küçük olan beton.
- Ağır beton: Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi 2600 kg/m^3 'ten daha büyük olan beton.
- Hafif beton: Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi 800 kg/m^3 'ten büyük, 2000 kg/m^3 'ten küçük olan beton. Hafif betonda kullanılan agreganın bir kısmı veya tamamı hafif agregadır.

3.1. Çimento

Öğütülmüş kalker ve diğer hammaddelerin belirli oranlarda karıştırılıp döner fırınlarda füzyon ($\sim 1400^\circ\text{C}$) sıcaklığında pişirilmesiyle elde edilen klinkerin, çimento değirmeninde alçı taşı ve diğer mineral kökenli katkılarla karıştırılıp 6.5 μm - 200 μm tane boyutunda

öğütülmesiyle elde edilen kalsiyum alümino ferro silikat esaslı toz halindeki bağlayıcıya çimento denir. Çimento yeterli miktarda su ile karıştırıldığında işlenebilir bir hamur oluşturan, sonra hidrasyon tepkimeleri sonucu zamanla sertleşip dayanım ve dayanıklılık kazanabilen, bu dayanım ve dayanıklılığını su içerisinde de sürdürebilen bir malzemedir. Çimentonun (bağlayıcının) beton içerisindeki işlevi agrega tanelerini, yüzeylerini kaplayarak ve aralarındaki boşlukları doldurarak, birbirine bağlamaktır.

3.2. Beton Agregası

Beton içerisinde kullanılan ve betonun hacmen yaklaşık %65~%80'ini oluşturan, belirli mekanik dayanıma sahip, diğer bileşenlerle fiziksel veya kimyasal zararlı etkileşimlere girmeyen (âtıll), kırmataş, kum, çakıl gibi taneli malzemelere agrega denir (Çizelge 7). Agregalar doğal (kum, çakıl, kırmataş) veya yapay (yüksek fırın cürufu, genişletilmiş kil, perlit) olabilmektedir. Günümüzde çoğu beton tüketicisinin zihinlerinde beton üretiminde kullanılan agreganın uygunluğunun renginden tahmin edilebileceği yanlış yargısı vardır. Bir agreganın betonda kullanılmaya uygunluğunu belirleyen fiziksel ve kimyasal özellikleri TS 706 EN 12620 standardında belirtilmektedir. Agreganın granülometrisi, tane biçimi, sertliği taze ve sertleşmiş betonun özelliklerini doğrudan ve önemli düzeyde etkiler. Bu uygunluğun deneylerle belirlenmiş ve kanıtlanmış olması gerekir (Erdoğan 1995).

Çizelge 7. Tane Yoğunluğuna Göre Agregalar

(TS EN 206-1 2002)

Agrega Tipi	Tane Yoğunluğu, d , kg/m^3
Normal Agregası	2000-3000
Hafif Agregası	≤ 2000
Ağır Agregası	≥ 3000

Agrega en büyük anma boyutu (D_{max}), donatı sıklığı, beton örtü katmanı kalınlığı ve beton eleman kesitinin en küçük boyutu, kısaca “çeper etkisi” (Neville 2003) dikkate alınarak belirlenir. Yıkama suyundan veya taze betondan elde edilerek yeniden kazanılmış agrega da beton agregası olarak kullanılabilir (TS 706 EN 12620 2003).

3.3. Karışım Suyu

Su, betonu oluşturan temel malzemelerden biridir. Betonun karılmasında kullanılan karışım suyu, iki önemli görevi yerine getirmektedir:

- Çimento ve agrega tanelerinin yüzeyini ıslatarak kayganlaştırmak ve böylece betonun kolay karıştırılabilmesini, taze betonun yerleştirilmesini, sıkıştırılabilmesini, özetle işlenebilmeyi sağlamak,
- Toz halindeki çimento tanelerindeki kalsiyum alümino ferro silikatlarla hidrasyon tepkimelerine girerek çimento hamurunun mekanik dayanım kazanmasını sağlayan kalsiyum silikat hidratları oluşturmak.

Çimentonun hidrasyon tepkimeleri için gerekli su miktarı çimento kütlelerinin yaklaşık %18-%23’ü kadardır. Bu miktarın üzerindeki su, taze halde işlenebilirlik sağlamak için gereklidir. Çimento hidrasyon ürünlerinin hacmi anhidrit çimento hacminin yaklaşık 2.14 katı kadar olduğundan çimento kütlelerinin %38-%42’sinden az su içeren çimento+su hamurunda çimentonun tamamı hidrate olamaz. Su/çimento kütle oranı 0.42’den büyük ve koşullar uygun olduğunda çimentonun tamamı hidrate olabilir, ancak bu kez çimento hamuru içerisinde makro boşluklar kalabilir. Temiz, içilebilir, berrak ve kokusuz her su beton üretiminde kullanılabilir. Beton karışım suyu asidik olmamalıdır. Sülfat, çeşitli diğer tuzlar gibi betona, betonarmeye zarar verebilecek kimyasal maddeleri içermemelidir (TS EN 1008 2003).

3.4. Kimyasal Katkılar

Kurallarına uygun üretilmiş istenen özelliklere sahip “iyi” betonun birtakım özelliklerini daha da iyileştirmek, geliştirmek amacıyla beton içerisindeki çimento ağırlığının belirli oranlarında katılan organik veya inorganik kökenli kimyasallar kimyasal katkı maddesi olarak adlandırılırlar. Kimyasal katkı maddeleri çoğunlukla beton karışım suyuna katılır. Gereğinden fazla kullanıldığında istenmeyen etkiler oluşturabileceği gibi yine gereğinden az kullanıldığı takdirde hiç bir faydası olmayabilir. Ancak şunun iyi bilinmesi gerekir ki kurallara uygun üretilmeyen “kötü” bir betonun özelliklerini katkı maddeleri ile düzeltmek veya iyileştirmek mümkün değildir. Kurallarına uygun üretilen betonların özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılacak katkı maddelerinin özellikle çimento ile uyumu önceden yapılan deneylerle belirlenmelidir (TS EN 934-2 2002 / TS 3452).

Beton üretiminde kullanılan kimyasal katkı maddeleri aşağıda belirtildiği şekilde gruplandırılır.

- Su azaltıcı / akışkanlaştırıcı kimyasal katkılar

Bu gruba giren katkılar çoğunlukla çimento kütlesinin %0.2 - %0.5 oranlarında kullanılır. Taze betonun işlenebilirliğini arttıran bu katkılar aynı zamanda beton karışım suyu ihtiyacını azalttıklarından ve ayrıca ince katı malzemenin homojen dağılmasını sağladıklarından betonun dayanımını da arttıırırlar.

- Süperakışkanlaştırıcılar

Daha çok yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılan bu katkılarla betonun su/çimento oranı 0.25'lere düşürülebilmektedir. Ancak süper akışkanlaştırıcılar normal akışkanlaştırıcılara kıyasla %1-%3 gibi çok daha yüksek dozajlarda kullanılır.

- Priz süresini değiştiren kimyasal katkılar

Taze betonun priz adı verilen sertleşme sürecinin bazı koşullarda hızlandırılması veya geciktirilmesi istenir. Özellikle yaz aylarında, uzun taşıma mesafelerinde priz geciktiriciler, kış aylarında ise priz hızlandırıcılar kullanılır.

- Hava sürükleyici kimyasal katkılar

Soğuk iklim koşullarında sertleşmiş betonda donma-çözülme etkisine karşı dayanıklılık sağlayan bu maddeler, aynı zamanda betonun işlenebilirliğini arttırmırlar.

- Antifrizler

Bu tip katkılar beton içindeki suyun donma sıcaklığını düşürerek suyun donmasını ve taze betonun çatlamasını engeller. Ancak soğuk hava şartlarında betona sadece antifriz katkı ilâve edilmesi kesin çözüm olmayıp döküm yerinde betonun korunması için özel önlemlerin alınması gereklidir.

- Diğer katkılar;

Rötreyi önleyici, aderansı artırıcı, renklendirici, su tutucu, su geçirimsizliğini azaltıcı değişik kimyasal katkı maddeleri vardır.

3.5. Mineral Katkılar

Betonun bazı özelliklerini iyileştirmek veya betona özel özellik ve nitelikler kazandırmak amacıyla miktarı çimento kütleline oranla belirlenerek kullanılan mineral kökenli ince malzemeler mineral katkı olarak adlandırılırlar. Bu katkılar betonun dayanımı yanında dayanıklılığını (durabilitesini, kalıcılığını) da arttırmırlar. Mineral katkılar zaman içinde her türlü fiziksel, kimyasal ve elektro-kimyasal dış etkilere karşı uzun ömürlü

betonarme yapıların üretiminde portland çimentosu veya portland çimentosu klinkeri ile birlikte kullanılmaktadır.

Yaygın kullanılan mineral katkı çeşitleri;

- Silis dumanı
- Uçucu kül
- Öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu
- Tras

olarak sıralanabilir.

3.6. Beton Ürün Denetim Numunelerinin Alınması

Bir ürün olarak taze betonun özellikleri ve nitelik düzeyleri “Standard Numuneler” alınarak belirlenir. TS EN 206-1 standard basma dayanımı numunesi olarak çapı $\varnothing = 150$ mm, yüksekliği $h = 300$ mm silindir numuneleri öngörmekte, 150 mm -küb numunelerin kullanılmasına izin vermektedir. Bu standard beton numuneleri ile şantiyede dökülen betonların sıkıştırma ve bakım koşulları aynı olmamakla birlikte uygun yerleştirme ve bakım koşulları sağlandığı takdirde yapıdaki betonun sağlayabileceği özellik ve nitelik düzeyleri hakkında güvenilir bilgiler verir. Gerektiğinde ayrıca yapıda dökülen beton koşullarında saklanan ve bakılan ayrık ve bitişik “şantiye numuneleri” alınır. Standard beton numunelerinin üretilen yapıdaki betonu temsil edebilmesi için

- Her numune, ayrı harman veya ayrı transmikserden alınmalıdır.
- Numune, şantiye teslim yerinde, transmikser oluşundan boşaltılan betonun ilk %15'inden sonra ve son % 15'inden önce alınmalıdır.

- Transmikser oluğundan alınacak numunenin akış halindeki betonun herhangi bir kısmını değil, tamamını temsil etmesi gerekir.

- Numune alma tarihi ve zamanı kaydedilmelidir. Taze betonun sıcaklığı ve ortam sıcaklığı da kaydedilmelidir.

3.7. Numunenin Hazırlanması

- Numune alma ve numune taşımanın her aşamasında beton, kirlenme, bünyesine su alma, su kaybetme ve sıcaklık değişimlerine karşı korunmalıdır.

- Beton numuneleri, kalıplara yüksekliği 100 mm'yi geçmeyen, eşit tabakalar halinde doldurulur. 150 mm. veya 200 mm'lik küpler iki, 15/30 mm'lik silindirler üç tabakada doldurulmalıdır.

- Sıkıştırma çubuğunun darbeleri, kalıp enkesit alanına eşit şekilde dağıtılır. İlk dökülen tabakanın sıkıştırılmasında çubuğun kalıp tabanına sertçe çarpmamasına, diğer tabakaların sıkıştırılması sırasında da bir önceki tabakaya fazla girmemesine dikkat edilmelidir.

- Her tabaka sıkıştırma çubuğu ile en az 25'er defa şişlenmelidir. Sıkıştırma sonrasında, kalıbın dış kenarlarına, sıkıştırma çubuğu darbelerinden geriye kalan boşluklar doluncaya kadar tokmak ile hafifçe vurulmalıdır.

- Kalıbın üst yüzeyinden taşan fazla beton, çelik mala veya perdah malasına kesme hareketi yaptırılarak alınmalı ve beton yüzeyi dikkatlice düzeltilmelidir.

- Numuneler zarar verilmeden, görünür ve kalıcı şekilde etiketlenmelidir. Numune kayıtları (alındığı gün ve saat, beton dayanım sınıfı, şantiye kodu, tesis adı, transmikser plakası, irsaliye numarası) titizlikle saklanmalıdır.

- Numune kapları belli aralıkla kontrol edilmelidir (TS EN 12390-1 2003).

3.8. Numunelerin Şantiyede Saklanması ve Taşınması

- Numuneler, alındıkları yerden taşınmadan, kalıp içerisinde yeterli sertliğe ulaşmaya kadar, dış etkilerden, sarsıntıdan, titreşimden ve kurumadan korunur.

- Numuneler, $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ rüzgârdan ve nem kaybından korunan bir ortamda (ıslak bez ve plastik örtü altında veya kapalı bir kasada) tutulur.

- Numunelerin, taşıma işlemi sırasında, aşırı sıcaklık değişimleri ve rutubet kaybından etkilenmesi önlenmelidir.

- Sertleşmiş deney numuneleri ıslak kum veya ıslak talaş içinde saklanabilir veya içerisinde su bulunan sızdırmaz plastik kalıp içerisine konulabilir.

TS EN 206-1 standardına göre üretilen betonlardan numune alınması için iki durum söz konusudur. Başlangıç imalatı en az 35 deney sonucu elde edilinceye kadar olan imalatı kapsar. Sürekli imalat 12 aydan fazla olmayan sürede en az 35 deney sonucu elde edildikten sonraki imalattır (Çizelge 8).

Numuneler numune alma şartlarına uygun olarak imalatçının sorumluluğunda betona su veya kimyasal katkı maddesinin ilâve edilmesinden sonra alınmalıdır. Ancak kullanılacak miktarda akışkanlaştırıcı veya süper akışkanlaştırıcının beton dayanımı üzerinde olumsuz etkisi olmadığı başlangıç deneyleriyle belirlenmişse, bu tür katkıların kıvamı ayarlamak için ilâve edilmesinden önce de numune alınmasına izin verilebilir.

Aynı taze beton numunesinden hazırlanmış, iki veya daha fazla sayıda numuneden elde edilen deney sonuçlarının, en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farkın ortalama sonuçtan sapmasının %15'den daha fazla olması durumunda, inceleme sonucunda deney sonuçlarından herhangi birinin atılması için kabul edilebilir sebep görülmesi hariç, deney sonuçları reddedilir (Çizelge 9).

Çizelge 8.Uygunluk Değerlendirmesi İçin En Az Numune Alma Sıklığı (TS EN 206/1 2002)

İmalat	En az numune alma sıklığı		
	İmalatın ilk 50 m ³ 'ü	İlk 50 m ³ 'ten sonraki imalat *	
		İmalat kontrol belgesi olan beton	İmalat kontrol belgesi olmayan beton
Başlangıç (35 deney sonucu elde edilinceye kadar)	3 numune	200 m ³ 'te bir veya Bir haftalık imalattan iki	150 m ³ 'te bir veya Bir günlük imalattan bir
Sürekli (35 deney sonucu elde edildikten sonraki) **		400 m ³ 'te bir veya Bir haftalık imalattan bir	
* Numune alma işlemi, bütün imalata yayılmalı ve her 25 m ³ beton hacmi için birden fazla numune alınmamalıdır. ** En son 15 adet deney sonucunun standard sapması 1,37 σ 'yı geçmesi durumunda numune alma sıklığı, daha sonraki 35 deney sonucu elde edilinceye kadar, başlangıç imalatı için gerekli olan sıklığa çıkarılmalıdır.			

Çizelge 9. Basma Dayanımı İçin Uygunluk Ölçütleri

(TS EN 206/1 2002)

İmalat	Grupta elde edilen basma dayanımı deney sonucu adedi "n"	1. Kriter	2. Kriter
		"n" adet deney sonucunun ortalaması (f_{cm}) N/mm ²	Herhangi tek deney sonucu (f_{ci}) N/mm ²
Başlangıç	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Sürekli	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

f_{ck} : Karakteristik basma dayanımı, N/mm²

f_{cm} : Basma dayanımlarının aritmetik ortalaması, ardışık en az son on beş numune takımı, N/mm²

f_{ci} : Bulunan en düşük basma dayanımı, numune takımı ortalaması, N/mm²

σ : Uygunluk denetiminde kullanılan standard sapma, N/mm²

Standard sapma, son 3 aydan fazla bir süre içinde elde edilmiş en az 35 adet birbirini takip eden deney sonucu üzerinden hesaplanmış olmalıdır. Son 15 deney üzerinden hesaplanan standard sapma değerinin uygunluk denetiminde kullanılan değerden aşağıdaki sınırları aşan bir sapma göstermemesi durumunda uygunluk denetiminde kullanılan değer kullanılmaya devam edilebilir.

$$0,63 \cdot \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \cdot \sigma \text{ 'dir.}$$

s_{15} : Son 15 adet deney sonucu üzerinden hesaplanan standard sapma, N/mm²

s_{15} bu limitlerin dışına çıktığında mevcut son 35 adet deney sonucu üzerinden yeni bir standard sapma hesaplanır. Yeni standard sapma değeri ile yapılan uygunluk denetimi son 15 adet deneyden daha fazla sonuç üzerinde yapılır.

Hazır betonun özellik ve niteliğini belirleyen 5 temel aşama söz konusudur.

- Tasarım
- Üretim
- Taşıma
- Yerleştirme
- Bakım ve kür

Bunlardan ilk üç aşama hazır beton üreticisi, son iki aşama ise tüketici tarafından yerine getirilmektedir. Her bir aşama en az diğeri kadar önemlidir.

3.9. Hazır Beton Kullanım Alanları

Hazır beton, günümüzde en çok kabul gören yapı malzemelerinden olan betonun kullanıldığı her yapıda, kullanım alanına sahiptir. Köprü, baraj, fabrikalar, konutlar gibi tüm yapı projelerinde hazır beton kullanılmaktadır. El ile üretilen betona göre özellikle şehirseller bölgelerdeki şantiyelerde yerden, işçilikten ve zamandan önemli ölçüde tasarruf sağlar.

3.10. Hazır Betonun Üstünlükleri

- Nitelikli beton üretimi
- Denetim düzeyi belirleme imkânı
- Standardlara uygunluk
- Betondan tasarruf
- Daha az doğal kaynak tüketimi
- Sıvadan tasarruf
- Kalıp malzemesinden tasarruf
- Zamandan tasarruf
- İşçilikten tasarruf
- Büyük projelerde hızlı çalışma imkânı
- Kraft kâğıdından tasarruf
- Daha az beton atığı
- Çevre temizliği ve çevre sağlığına önem vermesi
- Türk ekonomisine %100 kayıtlı katkıdır.

4. HAZIR BETON SANAYİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK SİSTEMİ

Hazır beton sanayii, diğer sanayi dallarında olduğu gibi hammadde, personel, üretim donanımları, üretim faaliyetleri, tedarikçi, müşteri gibi ögeleri içeren, betonun kimyasal ve fiziksel yapısı sebebiyle üreticinin üretime başladığı andan betonun kalıbına uygun yerleştirme ve kür şartları sağlanarak yerleştirilmesine kadar sorumlu olduğu / olması gereken, birbirini zincirleme etkileyen bir dizi üretim süreçlerinden oluşan, işçiliği oldukça ağır fakat özen isteyen bir üretim dalıdır. Diğer sektörlerden en önemli farkı taze betonun oldukça kısa (hava sıcaklığına ve beton bileşen karışım oranlarına ve türlerine bağlı olarak 20 dakika ila 90 dakika kadar) sürede bozulmasıdır. Bu sebeptendir ki hammadde temini, üretim donanımı ve süreçleri, personel, sevkiyat (taşıma-pompalama), ürün nitelik denetim faaliyetleri bütünsel nitelik denetiminin sağlanması açısından birbirinden az yada fazla önemli değildir. Her bir faaliyetin kendine has karakteristikleri vardır. Uygun özellikleri sağlayarak üretilmiş bir beton, yetersiz bir iletim aracı ile sevk edildiğinde yada kurallara uygun olmayan bir şekilde kalıbına doldurulduğunda bütünsel niteliği sağlamak için santral çıkışına kadar harcanmış bütün çabalar etkisiz kalır. Sonuçta elde edilen ürün gerekenden fazla para harcayarak tasarlanan yada hedeflenen özellik ve nitelikleri sağlamayan bir agrega, su ve çimento karışımı olur.

Hazır beton üretim süreçlerinde yer alan her personele düşen görev firmanın bütünsel nitelik sağlama sistemi içerisinde inebildiği kadar derine inmek, kendisinin dolaysız etkilediği süreç başta olmak üzere sistemin bütününde ileride kayıp yangınlarına sebep olabilecek tehlike kaynaklarını kıvılcım halinde iken bulmaktır. Bütünsel nitelik yönetim sisteminde yapılan risk analizi neticesinde problem kaynakları başlangıçta tespit edilmiş olur. Daha sonra sistemdeki süreçler üzerinde alınacak aksiyonlarla (düzeltici eylemlerle) bu risk kaynakları tamamen ortadan kaldırılır, bu mümkün değilse meydana gelme ihtimalleri ve etki dereceleri

düşürülmeye çalışılır. Örneğin sevkıyatta kullanılan transmikser ve pompaların düzenli olarak arızalarının yada bakım ihtiyaçlarının tespit edilerek ortadan kaldırılması, taşıma ve pompalama araçları arızaları nedeniyle oluşabilecek gecikme ve sevkıyat problemlerini azaltacaktır. Hazır beton sektörü üretici ve tüketicinin birlikte hareket ettiği üretim, sevkıyat, yerleştirme ve beton bakım aşamaları ile fiziksel donanımına uygun en yüksek nitelik düzeyinin sağlandığı bir döngüden oluşur. Amaç nitelikte gerileme olmamasıdır; bu ise sürekli iyileşme ve yükselme yoluyla gerçekleştirilmektedir.

Hazır beton üreticisi kendi nitelik seviyesini yukarılara taşımak için öncelikle müşteri beklentilerini çok iyi analiz ederek cevap verebilmeli, daha sonraki aşamada ise müşteri beklentileri ve bilgi düzeyini yükselterek kendisini daha da nitelikli ürün üretmeye zorlayan bir müşteri profili oluşturmayı amaçlamalıdır. Yüksek beton sınıflarında en düşük maliyetin “en iyi (standard sapma 3.0-3.5 MPa)” ve “mükemmel (standard sapma < 3.0 MPa)” nitelik düzeylerinde elde edilebildiği bilinmektedir (Neville 2003). Özelik ve nitelik yeteneği yüksek donanım ve ekibin düşük özelik ve nitelik düzeylerinde çalışması ekonomik olmamaktadır. Bu biçimde sürekli iyileştirme çabası genel kanının aksine hazır beton firmasına büyük kazançlar sağlamaktadır. Bir örnek vermek gerekirse beton kıvamı hakkında sağlıklı nitelik denetimi yapmayan bir hazır beton firması, kendisini maksimum 120 mm çökmeli beton üretmeye zorlayan bir müşterisi sayesinde gereken kıvamda nasıl beton üretebileceği yönünde gelişmek zorunda kalabilir. Bunun sonucunda müşteri taleplerinden dolayı daha yüksek kıvamda beton üretmemeye çalışırken basma dayanım sonuçlarındaki artış ve standard sapma değerindeki düşüş ile nasıl bir maliyet düşüşü elde ettiğini görebilir.

Türkiye’de hazır beton sektöründe halen yeterli eğitim düzeyi ve tecrübeye sahip personel sayısının düşük olması nedeniyle bütünsel nitelik yönetim faaliyetleri açısından geçilmesi gereken çok uzun bir yol olduğu reddedilemez bir gerçektir. Ayrıca sektörün hem

dışında hem de tam içinde yer alan belediyelerin, mühendislerin, yapı denetim firmalarının, resmi kurumların hazır beton sektörünün gelişmesi ve niteliğinin yükseltilmesi adına çok görevler düşmektedir.

5. BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİNİN GENEL YAPISI

5.1. Hammadde Nitelik Denetimi

Hazır beton üretiminde öncelikle üretilecek betonun dayanım ve dayanıklılık gereklerini en ekonomik şekilde karşılayacak hammadde cinsleri ve bunların sahip olmaları gereken nitelik gerekleri net bir şekilde ortaya koyulmalıdır. Daha sonra bu hammaddelerin toplam üretim maliyetlerini en ekonomik seviyede tutacak şekilde, sevkiyat gücü ve tedarikçi nitelik denetim belgesi, nitelik denetim sistemi gibi hususlar dikkate alınarak uygun tedarikçiler seçilmelidir. Hammadde temin edilen tedarikçiler nitelik açısından en üst düzeye çıkarılmaya çalışılmalı, bu yönde birlikte hareket edilmesi için yöntemler geliştirilmelidir. Amaç hazır beton üretim sürecinde yer alan en alt tedarikçinin dahi içerisinde yer alacağı bir ekip çalışmasının sağlanması olmalıdır.

Hazır beton üretiminde kullanılan hammaddeler toplam maliyetler içerisinde %75-80 arasında bir pay alır. Hammadde maliyetlerinin işçilik ve diğer işletme giderleri içerisindeki payının bu denli yüksek oluşu hammadde niteliğinin nihâî ürün niteliğini sağlamadaki etki ve önemini daha da arttırır. Hazır beton üretiminin yapısı gereği üretilen bir ürünü depolama yada farklı bir şekilde değerlendirme imkânı yoktur. Bu nedenle hammadde alımında gerekli hassasiyet gösterilerek ileride ortaya çıkabilecek çok daha büyük nitelik sağlama gerekleri ve maddî kayıplar önlenmelidir.

Yine bu hammaddeler arasında hazır beton üretiminde hacimsel olarak %75 mertebesinde kullanılan kaba ve ince agregaların bütünsel nitelik yönetimindeki konumu daha da önemli hale gelir. Beton, uygun gradasyona sahip agrega karışımı tanelerinin çimento hamuru ile yapıştırılmasıyla oluşan yapay bir taştır. Doğal olarak kullanılan agreganın niteliği

yükseltildiğinde özelliklerindeki değişkenlikler azaltıldığında, elde edilecek ürünün nitelik düzeyi de yüksek olacaktır.

Agrega üreticileri halen genellikle nitelik, nitelik sağlama ve bütünsel nitelik yönetimi gibi kavramlardan uzak bir çalışma sergilemektedirler. Agregada temin ettikleri ocaklardaki jeolojik formasyonu olduğu gibi kabul etmekte yada maliyetlerini düşük tutabilmek için günlük optimum üretim kapasitelerinin üzerine çıkarak ürünlerinin mevcut niteliğindeki hakimiyetlerini kaybetmektedirler.

Kullanılan agregalara uygulanacak nitelik denetim faaliyetleri agregaların temin edildikleri ocak seviyesinden başlamalıdır. Olası nitelik yetersizliklerinin agregada üreticisinin sahasında tespit edilmeyerek uygunsuz agreganın hazır beton tesisine sevk edilmesinden sonra yapılacak geri dönüşler her iki taraf için de kayıplara ve sıkıntı yaşanmasına neden olmaktadır. Hazır beton üreticisi kendisi için gerekli olan agregada nitelik gereklerini agregada üreticisine önceden aktarmalı, bu yönde üretim yapılmasının sağlanması için gerektiğinde agregada üreticisi ile fikir alışverişinde bulunmalı, bir tür ortaklık kurmalıdır.

Hazır beton üretiminde kullanılan kimyasal katkı ve çimento üreticileri sabit işletmeler şeklinde teşkil edilmiş olup kullandıkları hammadde özellikleri agregada üreticilerinde olduğu kadar sapma göstermeyen hammadde kaynaklarına sahiptir. Bu nedenle nitelik denetimlerinin yapılması, tedarikçi firma tarafından yapılan uygunluk denetimi deney sonuçlarına ulaşılması ve gerektiğinde bunlara göre üretim reçetelerinde revizyon yapılması daha kolaydır. Tüm bunların yanında nitelikli bileşen ürünler üretmenin asla tek başına yeterli olmayacağı unutulmamalıdır. Özellikle kimyasal katkı üreticileri tarafından kullanılan taşeron sevkiyat filosu araç ve personeli nedeniyle hazır beton üreticileri sorunlar yaşayabilmektedirler. Bu filolardaki sürücüler çoğu zaman sevk ettikleri ürünün niteliği, kullanım dozajı, kimyasal özellikleri, tabiata ve insan sağlığına etkileri hakkında bir bilgi sahibi değildirler. Bu

yetersizliğin hazırladığı olumsuzluklara hazır beton tesisinde hammaddeyi teslim alan personelin nitelik sağlamadaki istek ve bilgi yetersizliği de eklendiğinde farklı katkıların hazır beton tesislerinde karıştırılması, çimentonun mineral katkı silosuna boşalması gibi hatâların yaşanma olasılığı artmaktadır. Bu gibi olaylar bütünsel nitelik sağlama çalışmalarında önemli aksamalara ve yönetimin etkinliğini yitirmesine yol açabilmektedir. Kimyasal ve mineral katkı ile çimentoların depolanması için kullanılan siloların üzerlerinde yanılmaları önleyecek gerekli işaretlemeler yapılmalı, birer kilitleme mekanizmaları bulunmalı ve bunların anahtarları hammadde alımında yetkili ve bilgili olan personelde bulunmalıdır. Böylece hammadde alımında stoklama aşamasından başlayarak düzeltilmesi çok güç ve yüksek maliyetli hatâların oluşma riski düşürülebilir.

5.2. Üretim Donanımlarının Nitelik Denetimi

Hazır beton üretimi için uygun hammaddeler belirlendikten ve şantiyeye düzenli sevkiyatları sağlandıktan sonra, daha önce yapılmış deneme karışımlarından elde edilen bilgilere dayanılarak oluşturulan beton sınıfları reçetelerine göre istenen özelliklere sahip beton üretimi yapılabilir.

Bu imalatın yürürlükteki standartlara ve işe uygun biçimde yapılabilmesi için üretim mekanizmasının, yani hazır beton santralini oluşturan bölümlerin ve sistemlerin ilgili standartlara uygun özelliklere sahip olması ve işletilmesi gerekir.

Hazır beton santralleri genellikle elektronik sistemlerle kontrol edilen hidrolik ve pnömatik elemanlardan oluşur. Kullanılan otomasyon sisteminden gelen veriler elektrik sinyali haline dönüştürülerek pnömatik sistemlerin istenen zamanlamada çalışması sağlanır. Kullanılan bu elektronik kontrollü pnömatik sistemlerin düzenli denetimi yapılarak fiili üretim sırasında beton santralinden kaynaklanan duraklama ve olumsuzlukların büyük

bölümü ortadan kaldırılır. Bu sistemlerin etkin ve verimli biçimde çalışmasını sağlamak ve oluşabilecek arızalarını ve üretimde kesintiyi en aza indirmek için yapılması gerekenler şu şekilde sıralanabilir:

- Pnömatik sisteme hava akımını sağlayan kompresörlerin periyodik olarak bakımları yapılmalı, sistemdeki su tutucuların ve hava soğutucuların çalışıp çalışmadıkları denetlenmelidir. Tesisat üzerinde hava basıncının düşmesine neden olabilecek kaçaklar derhal onarılmalıdır. Aksi halde sistemdeki hava basıncı düşeceğinden; üretim hızı ve tartım doğrulukları azalır.
- Sistemdeki tüm tartım ünitelerinin elektriksel yük ölçme hücrelerinin (çimento, su, katkı maddeleri, agregalar, kantar) düzgün bir şekilde çalışıp çalışmadığı düzenli olarak denetlenmeli, gerekli zamanlarda kalibrasyonları yapılmalı; stok takibi sonucu belirlenebilecek malzeme girdi ve çıktı farkından anlaşılacak mekanik arızalar giderilmelidir.
- Tüm sistemdeki eskimiş, arıza yapabilecek parçalar derhal yenileri ile değiştirilmeli, muhtemel arızalara karşı yedek parça bulundurulmalıdır.
- Yapılan üretim gözle denetlenmeli, her harmanda alınması gereken ve alınan malzemeyi gösteren bilgisayar çıktıları ve üretim sonunda alınan toplam üretim raporu titizlikle incelenmelidir. Günlük üretimde en az 3 aracın dolu ve boş olarak tartılarak üretilen betonun bileşim ve toplam ağırlığı ile hedef ağırlık arasındaki farkın denetlenmesi oldukça faydalıdır.
- Üretim esnasında otomasyon programı sebebiyle oluşabilecek hatâların üretim ekranı ve raporları takip edilerek denetlenmesi gerekir.

- Yapılan üretimin tümü o santrali kullanan santral operatörü tarafından gerçekleştirildiği için bu kişinin yaptığı işe vâkıf, yeterli bilgi ve beceriye sahip, önsözlerinin güçlü, başka bir deyişle, ortaya çıkan sonucu doğuran bilgi parçalarını anlama ve bu bilgi parçalarını birleştirerek sonucu tahmin edebilme yeteneğinin gelişmiş olması gerekir.
- Otomasyon sisteminde üretimle ilgili malzeme alım sıraları-sürelerinin, karıştırma-boşaltma süreleri gibi zaman ayarlarının denemelerle belirlenmiş optimum süreler olması gerekir.
- Anormal hava şartlarında öngörülen niteliğe sahip üretimin devam ettirilebilmesi için uygun katkı maddeleri kullanılması, uygun yalıtım, ısıtma veya soğutma gibi tedbirlerin alınmış olması gerekir.
- Muhtemel elektrik kesintilerinde sistemi besleyebilecek bir jeneratör bulundurulmalıdır.
- Laboratuvar ortamında aynı hammadde ve aynı koşullarda şahit betonlar üretilip santral tarafından üretilen betonlardan elde edilen basma dayanımı ve kıvam değerleri mukayese edilerek beton santralının beklenen üretimi yapıp yapmadığı denetlenmelidir.
- Üretim esnasında özellikle agregaların su emme ve su içeriklerine bağlı olarak su yada nem düzeltmeleri bütün agregalarda sürekli yapılarak öngörülen malzeme oranlarının korunması sağlanmalıdır.

5.3. Üretim Faaliyetlerinde Nitelik Denetimi

5.3.1. Hazır beton üretim santralleri

Hazır beton bileşenlerinin stoklanıp, denetim altında karıştırılarak, beton üretiminin gerçekleştirildiği ve transmikserlere dolunun yapıldığı tesislere “beton santrali” denir. Beton santralleri karışım şekillerine göre yaş ve kuru karışım olmak üzere ikiye, agrega yükleme deposu şekillerine göre de bunkerli ve yıldızlı tip olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

5.3.1.1. Yaş sistem hazır beton üretimi

Yaş sistem hazır beton üretimi beton santralindeki merkezi mikserde su da dahil katı bileşenlerin karılması yöntemi ile yapılmaktadır.

Standartlara uygun olarak hazırlanmış beton tasarım reçetelerine ait bileşenlerin tümü otomasyon sistemine sahip beton santrallerinde karılarak hazırlanan taze beton, alıcının belirlediği teslim yerine kadar transmikserler vasıtasıyla taşınırlar.

Beton malzemelerinin karılma işleminin başlatılması ve tamamlanması beton santralindeki merkezi mikserde yapılmaktadır. Bu amaçla kullanılan mikserler genellikle paletli yada cebri karıştırmalı mikserlerdir.

5.3.1.2. Kuru sistem hazır beton üretimi

Bu yöntem, betonu oluşturacak su ve sıvı kimyasal katkı maddeleri dışındaki çimento, agrega ve / veya mineral katkıların ölçümü beton santralinde hazırlanmakta ve transmikserlere yerleştirilmektedir.

Kuru karışimli hazır betonun kuru malzemeleri, teslim yerine kadar transmikserlerle taşınmaktadır. Beton karışımı için gerekli su ve kimyasal katkıları teslim yerinde ölçülüp transmikserdeki katı bileşenlere ilave edilmekte ve karıştırma işlemi yerine getirilmektedir.

Malzemeler transmikser içerisinde gereken hızda, gereken süre boyunca karıştırılmalıdır. Bu süre malzeme miktarı yanında transmikserin dönüş hızı, hava koşulları gibi etkenlere bağlıdır.

5.3.2. Hazır beton üretim süreci

Betonu oluşturan bileşen malzemelerinin ölçme ve karıştırma birimlerinden oluşan Hazır Beton Tesislerinde bilgisayar kontrolü ile homojen, hızlı ve nitelikli beton üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

İstenen özellikteki betonun üretilmesi için:

- Standardlara uygun özelliklere ve niteliklere sahip yeterli miktardaki malzemenin önceden hazırlanmış / depo edilmiş olmaları,
- Beton karışımına girecek malzemelerin yeterli doğrulukta ölçülerek kullanılmaları,
- Karılma işleminin uygun tarzda ve yeterli süre boyunca yapılması

gerekmektedir.

Türk standardına TS EN206-1'e (2002) göre 1 m³ ve daha düşük hacimli betonların karılma süresinin en az 45 s ve bu miktarın üzerindeki her ½ m³ beton için ek olarak 15 s karıştırma süresi gerekmektedir. Ancak, yaş karışım türü üretimde, taşıma sırasında mikser içerisinde yükleme ve boşaltma sırasında da karıştırma olduğu dikkate alınarak, bu süre yarıya kadar azaltılabilmektedir.

6. ÜRÜN NİTELİK DENETİMİ

6.1. Taze Beton Özellikleri

- İşlenebilme ve kıvam
- Ayrışma
- Terleme
- Birim hacim kütlesi
- Priz süresi
- Üniformite (yeknesaklık)

olarak özetlenebilir. Hazır beton üretiminde ana hedefin iki bileşeni vardır:

- Taze ve sertleşmiş betonun istenen özelliklere ve niteliklere sahip olması,
- İstenen betonun en ekonomik biçimde üretilmesi.

Çimentonun, suyun, agreganın ve gerektiğinde katkı maddelerinin birlikte karılması sonucunda elde edilen beton karışımı, taze halde iken şekil verilebilir, plastik bir karışımdır. Ancak çimento ve suyun birleştiği anda başlayan hidrasyon ilerledikçe beton giderek daha katı bir kıvam almakta ve bir süre sonra şekil verilemez olmaktadır.

Betonun taşınıp kalıplardaki yerine yerleştirilmesi, sıkıştırılması, yüzeyinin düzeltilmesi gibi işlemler, beton şekil verilebilir durumda iken yapılabilir. İşlenebilirlik ötesi katılaşmış beton işlenmeye devam edilerek kalıba yerleştirildiği takdirde sertleşmiş beton dayanımında büyük düşüklükler ortaya çıkar.

Sertleşmiş durumdaki betonda istenen dayanımın, dayanıklılığın ve hacim sabitliğinin elde edilebilmesi için, taze betonun şu özelliklere sahip olması gerekir:

İşlenebilme: Taze betonun kolayca karılabilme, ayrışmaya uğramadan taşınabilme, pompalanabilme, kalıba yerleştirilebilme, sıkıştırılabilme ve yüzeyinin düzeltilebilme özelliklerinin tümü betonun “işlenebilme” özeliğinin ölçüsüdür.

İşlenebilme, taze betonun katılaşmasından önceki durumuyla ilgili bir özellik olduğundan, betonun karılma işleminden itibaren ne kadar sürede katılaşma göstereceği (priz süresi) betonun kullanılacağı yapı türü için oldukça önemlidir. Çimento ve su arasındaki kimyasal tepkimelerin hızı (hidratasyon hızı), priz süresinin kısalığını veya uzunluğunu etkileyen önemli bir etmendir.

Taze betonda olması gereken işlenebilme, betonun kullanılacağı yapının tipi ile ve betonu taşımada ve yerleştirmede uygulanacak yöntem ve beton kütesinin boyutları ile doğrudan ilgilidir.

İşlenebilme, taze betonun en önemli özeliğidir. Yeterli işlenebilme özeliğine sahip olmayan taze beton, sertleştiğinde yeterli dayanımı ve dayanıklılığı gösteremez.

Kıvam: Kıvam taze beton karışımının ıslaklık derecesi anlamına gelmektedir. Kıvamı çok yüksek olan bir taze beton, düşük kıvamdaki bir betona göre daha rahat karılabilmekte, çoğu kez pompalanabilmekte ve daha rahat yerleştirilebilmektedir. Ancak beton kıvamının çok yüksek olması betonun işlenebilirliğinin mutlaka yeterli olduğu anlamına gelmemektedir (Çizelge 10). Örnek olarak ayrışmama ve pompalanabilme için kohezyonu yeterli olmalıdır. Beton kıvamı, sadece taze beton kütesindeki kayma direncinden etkilenmektedir. Taze beton kütesinin akıcılığı ve kohezyonu, kıvam kavramı içerisinde yer almamaktadır.

Betonun kıvamı, işlenebilme özeliğini tam olarak ifade etmemekle birlikte betonun işlenebilirliğine dair önemli bilgi sağlamaktadır. O nedenle deneysel olarak ölçülen beton kıvamı, çoğu zaman betonun işlenebilmesini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

İşlenebilmeyi Etkileyen etmenler

- Çimento miktarı
- Çimentonun özellikleri
- Karma suyu miktarı
- Agregata tane büyüklüğü dağılımı ve en büyük agregata tane boyutu
- İnce agreganın miktarı ve tane büyüklüğü dağılımı
- Agregaların tane şekli
- İnce taneli mineral katkıları
- Kimyasal katkıları
- Hava sürüklenmiş betonlardaki sürüklenen hava miktarı
- Sıcak hava koşulları ve beton karışımının sıcaklığı
- Betonun karıldığı andan, kıvamının ölçüleceği ana kadar geçen süre.

İşlenebilmeyi ve kıvamı ölçme yöntemleri :

- Çökme deneyi (TS EN 12350-2 2002)
- Vebe deneyi (TS EN 12350-3 2002)

- Sıkıştırma faktörü deneyi (TS EN 12350-4 2002)
- Akıcılık deneyi (Sarsma Tablası Deneyi) (TS EN 12350-5 2002)

Çizelge 10.Taze Beton Kıvam Sınıfları (TS EN 206-1 2002)

1. Çökme sınıfları

Sınıf	Çökme, mm
S1	10 - 40
S2	50 - 90
S3	100 - 150
S4	160 - 210
S5	≥220

2. VeBe sınıfları

Sınıf	VeBe süresi, s
V0	≥ 31
V1	30 - 21
V2	20 - 11
V3	10 - 6
V4	5 - 3

3. Sıkıştırılabilirlik sınıfları

Sınıf	Sıkıştırılabilirlik
C0	≥1,46
C1	1,45 - 1,26
C2	1,25 - 1,11
C3	1,10 - 1,04

4. Yayılma Sınıfları

Sınıf	Yayılma, mm
F1	≤ 340
F2	350 - 410
F3	420 - 480
F4	490 - 550
F5	560 - 620
F6	≥630

6.1.1. Ayırışma

Beton karışımı içerisinde yer alan malzemelerin homojen biçimde dağılmış olmaları ve betonun yeterli kohezyona sahip olması istenir.

Beton teknolojisinde “ayırışma” ya da “segregasyon” taze betonun içerisinde yer alan iri agrega ile yaklaşık 4.00 mm elek altına geçen harç fazının herhangi bir nedenle birbirinden ayrılması olayı olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak ayırışma, betonun bileşenlerinin mühendislik özelliklerini istenmeyen yönde değiştirecek biçimde birbirlerinden ayrılmasıdır.

Betonda ayırışmaya yol açan yada ayırışma eğilimini arttıran sebepler:

- Malzeme oranları ve özellikleri:
 - Taze betonu oluşturan malzemelerin uygun oranlarda kullanılmamış olması, ve/veya kullanılan malzemelerin uygun özellikte olmaması,

- İri agrega miktarının çok olması ve en büyük agrega tane boyutunun 25 mm'den büyük seçilmesi,
- İri agreganın ve ince agreganın tane yoğunlukları arasında önemli fark bulunması,
- İnce agrega veya ince çimento gibi ince malzemelerin az olması,
- Agregaların düzgün yüzeye ve yuvarlak şekle sahip olmamaları, agregadaki yassı ve uzun şekilli kusurlu tanelerin fazla olması,
- Beton karışımının aşırı ölçüde sulu veya aşırı ölçüde kuru olması,
- Beton üretiminde kullanılan malzemelerin karıştırma işlemi sırasının uygunsuz ve karıştırma süresinin yetersiz olması,
- Taze betonun taşınması, yerleştirilmesi ve sıkıştırılması işleminin uygun tarzda ve uygun süreyle yapılmaması.

6.1.2. Terleme

Taze betonun yerine yerleştirilmesinden hemen sonra, taze beton içerisindeki katı parçacıkların belirgin ayrışma olmaksızın yer çekimi etkisiyle dibe doğru ve suyun yukarı doğru hareket ederek betonun üst yüzeyine çıkması olayına “terleme” denilmektedir. Terleme olayı özel bir tür ayrışmadır. Bu olay kanama, su alma veya kuma olarak da anılmaktadır. Yer çekiminin ters yönünde sızarak katı taneler arasından beton üst yüzeyine doğru hareket eden su agrega taneleri ve donatı çubukları altında birikerek su mercekleleri yada cepleri oluşturabilmekte, aşırı hızlı yada fazla terleme durumlarında ise agrega taneleri çevresinden akarak agrega-çimento hamuru bağını daha da zayıflatmaktadır. Taze betonun üst yüzeyine kadar erişebilen bir miktar su, bazen çok sık bir su birikintisi oluşturup buharlaşmakta, bazen

de hemen buharlaşarak kaybolmaktadır. Beton üst yüzeyine erişemeyen bir miktar su üst yüzeye yakın bölgelerde su/çimento oranı yüksek ve bu sebeple zayıf bir beton katmanı oluşmasına yol açmaktadır.

6.1.3. Terlemenin betondaki zararlı etkileri

- Terleme sonucu beton kütleğinde oluşan sürekli boşluklar sertleşmiş beton içerisine zararlı gaz ve sıvıların girmesini kolaylaştırarak dayanıklılığını azaltır.
- Beton yüzeyinin aşınma dayanıklılığını azaltır.
- Beton içerisinde donatı çubuklarının alt yüzeylerinde su cepleri oluşturarak çimento hamuru ile çelik donatı çubukları arasındaki bağı (aderansı) zayıflatır,
- Buharlaşma hızı terleme hızından daha çok olduğu takdirde, betonun iç bölgeleri plastik durumunu korurken betonun üst yüzeyi hemen kuruyup katılaşıyor ve yüzey çatlakları oluşur.

6.1.4. Terlemeyi azaltacak etmenler

- Çimentonun inceliğinin yüksek olması
- Çimentonun bileşimi
- İnce öğütülmüş mineral katkı kullanımı
- Karma suyu miktarının azaltılması (su/çimento oranının düşük seçilmesi)
- Beton içerisine yeterli miktarda hava sürüklenmesi.

- Betonun tabakalar halinde yerleştirildiği inşaatlarda, tabaka kalınlığının 250 - 300 mm'yi aşmaması (TS 1247 1984).

6.1.5. Betonun birim hacim kütlesi

Taze betonunun “birim hacim kütle”si veya kısaca “birim kütle”si yerleştirilmiş, sıkıştırılmış betonun birim hacminin kütlesidir. TS EN 12350-6 da tanımlı deney yöntemi uygulanarak belirlenir.

Taze betonun birim hacim kütlesi katı bileşenlerin karışım içerisindeki yoğunluklarına, karışım oranlarına ve betonun hava içeriğine bağlıdır.

Taze beton birim hacim kütlesinin düşük olmasına yol açan istenmeyen hava sürüklenmesinde başlıca etkenler şunlardır:

- Betonun oluşturan agrega karışımını tane boyutu dağılımının uygun olmaması,
- En büyük agrega tane boyutunun küçük olması,
- Taze betona uygulanan sıkıştırma (vibrasyon) işleminin yetersiz olması.

Taze beton birim hacim kütlesinin düşük olmasına yol açan rastgele hava boşluğu miktarının artması betonun dayanımını azaltır. Bu dayanım azalması donma-çözülme etkisine dayanıklılığı sağlamak için hava sürükleyici katkı kullanılarak hacimce %3'ün üzerinde sürüklenen hava sebebiyle oluşan dayanım azalmasının 1½ - 2 katı kadar olmaktadır. Bu sebeple hazır beton üretiminde taze betonun birim hacim kütlesinin ölçülmesi, üretilen beton niteliğini denetlemek amacıyla sıklıkla uygulanan bir deneydir.

6.1.6. Üniformite (tek-türlülük, tekdüzelik, mütecanislik, yeknesaklık)

Hazırlanan bir beton harmanı içerisinde, malzemelerin homojen (tek-oluşumlu, tek-türlü, yeknesak, mütecanis) dağılım göstermeleri, iri agreganın veya harç fazının veya suyun harman içerisinde bir bölgede yoğunlaşmaması gerekmektedir. Beton harmanı içerisinde herhangi bir bölgede yer alan betonun işlenebilme, birim kütle, dayanım ve diğer özellikleri, harmanın diğer bölgesindeki betonun işlenebilme, birim kütle, dayanım ve diğer özelliklerinden farklı olmamalıdır.

Aynı sınıfta, grupta veya beton üretim biriminde olmak üzere değişik zamanlarda üretilmiş olan beton harmanlarındaki işlenebilme, birim ağırlık, dayanım ve diğer özelliklerin de benzer olmaları istenir.

Beton harmanı söz konusu olduğu takdirde, harmanın herhangi bir yerinde bulunan betonun özellikleri ile diğer bölgelerde bulunan betonun özelliklerinin benzerlik göstermeleri, “beton harmanı içerisindeki üniformite (tekdüzelik)” olarak adlandırılmaktadır.

Bir beton harmanının özellikleri ile, aynı malzemelerle ve aynı karışım oranlarıyla üretilmiş ve aynı nitelik düzeyindeki diğer beton harmanlarının özellikleri arasındaki benzerlik “beton harmanları arasındaki üniformite” olarak adlandırılmaktadır.

Beton harmanının kendi içerisinde üniformitesini etkileyen etmenler:

- Beton malzemelerinin üretilmesinde kullanılan karıştırıcılarda bulunan karıştırma paletlerinin eksik veya aşınmış olmaları,
- Karıştırma süresinin yetersizliği,
- Karıştırıcıya kapasitesinin üstünde malzeme alınması.

Beton harmanları arasındaki üniformiteyi etkileyen etmenler:

- Herhangi bir nedenle betonu oluşturan malzemelerin harmana giren karışım oranlarındaki değişiklik,
- Agregaların nem miktarlarındaki değişiklik,
- Agregata tane boyutu dağılımındaki değişiklik,
- Agregata tipinde ve tane şeklindeki değişiklik,
- Çimento tipinde değişiklik,
- Aynı tipte fakat farklı üreticiler tarafından üretilen çimentoların kullanılması,
- Taze beton sıcaklığındaki değişiklik,
- Hava - ortam sıcaklığındaki değişiklik,
- Beton malzemelerinin karılma işleminde uygulanan yöntemdeki değişiklik,
- Beton malzemelerinin karılma işleminde kullanılan karıştırıcılardaki değişiklikler.

6.2. Sertleşmiş Beton Özellikleri

Bu bölümde betonun dayanım, büzülme, sünme, su emme ve geçirimsizlik, dayanıklılık (durabilite) gibi sertleşmiş durumdaki mühendislik özellikleri özetlenmektedir.

6.2.1. Dayanım

Beton teknolojisinde betonun dayanımı, üzerine gelen mekanik yüklerin neden olacağı şekil değiştirmelere ve kırılmaya karşı gösterebileceği en büyük direnç olarak tanımlanabilir; sayısal değeri ilgili yük altında kırılmaya yol açan en büyük gerilmedir. Dayanım değerleri

kg_f/cm^2 veya N/mm^2 (MPa) gerilme birimlerinden birisi cinsinden ifade edilir. Basma, çekme, eğme ve kayma etkisi oluşturacak yükler altında betonun dayanımı sırasıyla basma, çekme, eğme ve kayma dayanımı olarak adlandırılır.

Tekrarlı yüklerin etkisi altında betonun şekil değiştirmeye ve kırılmaya karşı göstereceği direnme özeliğine “yorulma dayanımı” denir.

Betonun dayanım özeliği ile diğer özellikleri arasında anlamlı düzeyde korelasyonlar bulunmaktadır. Örneğin dayanımı yükseltelen bir betonun genelde doluluğu arttığından su geçirimsizliği azalmakta ve kimyasal zararlı çevre koşullarına dayanıklılığı artmaktadır.

Beton dayanımını oluşturan unsurlar

- Çimento hamurunun dayanımı,
- Agreganın dayanımı,
- Çimento hamuru ile agrega yüzeyi arasındaki bağ dayanımı,

beton dayanımını etkileyen bileşim parametreleri ise

- Su / Çimento oranı,
- Karma suyunun özellikleri,
- Çimento özellikleri,
- Agreganın özellikleri,
- Betona uygulanan üretim, taşıma ve sıkıştırma işlemleri,
- Kür koşulları ve betonun yaşı

olarak sıralanabilir.

6.2.2. Basma dayanımı

Betonun basma dayanımı tek eksenli basma yükü etkisi altındaki betonun en büyük kırılma gerilmesi olarak tanımlanır. Setleşmiş betonun belirli dayanımda olmasının yanı sıra, yeterli dayanıklılığı göstermesi, su geçirimsizliğinin az olması, hacim sabitliği gibi diğer bazı özelliklere de sahip olması gerekmektedir. Bu özelliklerin her biri çok önemli olmakla beraber sertleşmiş beton özellikleri arasında en kolay belirlenen, betonarme yapıda taşıma gücü güvenliğini belirleyen ve betonun sınıflandırılmasında kullanılan “basma dayanımı” özeliğidir (Çizelge 11) (TS EN 12390-3 2003).

Çizelge 11. TS EN 206 - 1 / Nisan 2002’ye göre normal ve ağır beton için basma dayanım sınıfları

Basma Dayanım Sınıfı	En düşük Karakteristik Silindir dayanımı $f_{ck,sil}$ N/mm ²	En düşük karakteristik Küp dayanımı $f_{ck,küp}$ N/mm ²
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C 100/115	100	115

6.2.3 Çekme ve eğme dayanımı

Betonun çekme dayanımı betonda çekme etkisi oluşturacak kuvvetlerin neden olacağı şekil değiştirmelere ve kırılmaya karşı betonun gösterebileceği en büyük gerilme değeri ile

sayısallaştırılan direnme kabiliyeti olarak tanımlanır. Betonun tek eksenli çekme dayanımı basma dayanımının 0.08 - 0.11 katı kadardır ve betonarme kesitlerde betonun çekme gerilmesi taşımadığı, taşıma gücüne katkısı olmadığı, varsayılır.

Genellikle yapıdaki beton doğrudan çekme kuvveti taşımamaktadır. Ancak, beton elemanlarının üzerine gelen basma ve eğme kuvvetleri betonun içerisinde dolaylı olarak çekme kuvvetlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Sertleşmiş betonda çekme dayanımının bilinmesi çatlak genişlik ve aralıklarının, bu da yapıların mekanik analizinde elemanların etkin elastisite modüllerinin, bu da yapısal güvenlik açısından sınırlandırılması gereken dönme ve ötelenmelerin hesapla tahmininde kullanılır.

6.2.4. Büzülme (Rötre)

Beton içerisindeki suyun fiziksel ve kimyasal nedenlerle azalması (kaybolması) sonucunda betonun boyutlarında ve hacminde oluşan küçülmeye “büzülme” yada “rötre” denir. Büzülme olayı, hem beton tazeyken, hem de sertleşmiş durumdayken oluşabilen bir olaydır.

Yerleştirilmiş taze beton içerisindeki suyun bir bölümü betonun temasta olduğu kalıplar veya zemin tarafından emilerek, bir bölümü de buharlaşma yoluyla kaybolmaktadır. Taze betondaki terleme nedeni ile beton yüzeyine yakın veya yüzeye yakın kısımlara çıkan suyun hızla buharlaşması sonucunda da beton yüzeyi kuruyarak büzülme göstermektedir. Betondaki plastik özelliği henüz kaybolmadan terleme yoluyla suyunu kaybeden alt katmanlardaki betonun üst katmanlardaki suyu emmesi ile de şiddetlenebilen betonun yüzeyinde oluşan küçülmeye “plastik büzülme” denmektedir.

Sertleşmiş betondaki su kaybı da hem fiziksel hem de kimyasal nedenlerle gerçekleşebilmektedir. Betonun kurumması, karbonatlaşması ve betonun yapısındaki

çimentonun hidratasyonu, sertleşmiş betonun boşluklarında bulunan suyun azalmasına yol açan başlıca etkenlerdir. Sertleşmiş betondaki hacim küçülmesi, hidrate çimento jelinden su kaybına yol açan bu etkenlere bağlı olarak:

- Hidratasyon büzülmesi (bünyesel (kendi yapısından kaynaklanan) büzülme)
- Karbonatlaşma büzülmesi
- Kuruma büzülmesi,

olarak adlandırılırlar.

Plastik Büzülme: Taze betonun yerine yerleştirilmesinden sonraki birkaç saat içerisinde (beton tamamen sertleşmeden önce), betonun yüzeyinin kuruması nedeni ile beton yüzeyinde yer alan bir büzülme türüdür. Plastik büzülmenin yer aldığı taze betonun yüzeyinde, gelişigüzel yönlerde uzanan çatlaklar meydana gelmektedir. Bu çatlaklara da plastik büzülme çatlakları adı verilmektedir. Plastik büzülmenin ve plastik büzülme çatlaklarının oluşmasında en önemli etken beton yüzeyindeki suyun çok hızlı buharlaşmasıdır.

Plastik büzülmeye neden olan bir diğer etken de beton kütledeki suyun bir miktarının beton taban malzemesi ve kalıplar tarafından emilmesidir. Plastik büzülme ve plastik büzülme çatlakları çoğu zaman beton döşemeler ve park yerleri gibi geniş yüzey alanına sahip betonlarda görülmektedir.

Plastik büzülmenin ve çatlaklarının önlenmesi için:

- Sıcak havada dökülecek beton sıcaklığı yüksek ($\geq 32^{\circ}\text{C}$) olmamalıdır (ACI Committee 305 1991).

- İstenen özellikteki beton karışımı olabildiğince düşük su/çimento oranlarında elde edilmelidir.
- Beton yüzeyi rüzgârdan korunmalıdır.
- Sıcak havada beton yerleştirilmeden önce kalıplar ve zemin nemli bir duruma getirilmelidir.
- Yerine yerleştirilen betona uygulanması düşünülen bakım yöntemi hemen uygulanmalı ve su ile gerçekleştirilen bakıma en az 7 gün devam edilmelidir (Özkul 1984).

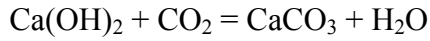
Şişme (negatif büzülme): Nemli havada sertleştikten sonra su içerisinde yada daha yüksek nem içeren ortamlarda bırakılan çimento hamurlarının ve betonların hacimlerinde ve ağırlıklarında bir miktar artma meydana gelmektedir. Çimento hamurunun veya betonun gösterdiği hacim artışına “şişme” denir.

Devamlı olarak su içerisinde bırakılan çimento hamurunun ağırlığında %1 kadar artma olabilmektedir.

Hidratasyon büzülmesi, otojen büzülme: Yerine yerleştirilmiş olan taze betonda çimento ve su arasındaki reaksiyonların devam edebilmesi için genellikle yeterli miktarda su bulunmaktadır. Ancak, betonun içerisindeki suyun önemli bir miktarının herhangi bir nedenle kaybolması durumunda, kapiler boşluklardaki bağıl buhar basıncı azalmakta ve hidratasyon yavaşlamaktadır. Beton içerisindeki suyun önemli bir bölümünün buharlaşmasından sonra oluşan hidratasyon tepkimeleri ve oluşan yeni hidrate jel mevcut hidrate çimento jelinden, bu da kapiler (kılcal) boşluklardan su çekmekte, betonun kendini içten kurutması sonucu büzülmesine yol açmaktadır. Geçirimsizliği çok düşük olan yüksek basınçlı ve yüksek ve çok

yüksek dayanımlı betonlarda özellikle belirginleşen bu olgunun çeşitli yöntemlerle etkisi azaltılabilmektedir.

Karbonatlaşma Büzülmesi: Betondaki sertleşmiş çimento hamuru boşluklarında bulunan kalsiyum hidroksid kristalleri (portlandit) yapısındaki su karbonatlaşma



tepkimesi sonucunda açığa çıkarak buharlaşma veya benzeri nedenlerle kaybolmakta ve boşluklardaki buhar basıncı azalmaktadır. Buhar basıncının azalmasıyla hidrate çimento jeli bünyesindeki suyun bir bölümünü kaybederek büzülmetedir.

Karbonatlaşma büzülmesi nedeni ile beton yüzeyinde ve yüzeye yakın bölgelerde rasgele uzanan çatlaklar oluşmaktadır.

Kuruma büzülmesi: Kuruma büzülmesi sertleşmiş betonun içerisindeki suyun bir miktarının buharlaşarak kaybolması sonucunda oluşan büzülmedir. Hava sıcaklığının yüksek, bağıl nemin düşük olması ve rüzgârlar nedeni ile beton içerisindeki su zamanla buharlaşarak kaybolmaktadır. Betonun kuruması ile betonda büzülme meydana gelmektedir.

6.2.5. Su emme ve geçirimsizlik özellikleri

Setleşmiş betonun su emme özeliği dayanımını ve betonun hizmet süresi boyunca karşılaşılabileceği yıpratıcı kimyasal ve fiziksel olaylara dayanıklılığını etkilemektedir. Sertleşmiş betonun içerisindeki boşlukların toplam miktarı ve bu boşlukların aralarındaki bağlantılar ve bu bağlantıların süreklilikleri arttıkça betonun su emme özeliği ve geçirimsizliği artar.

Sertleşmiş betonda yer alan boşluklar:

- Sertleşmiş çimento hamurunun içerisinde yer alan hidrate çimento jeli boşlukları
- Hava sürüklenmiş betonlardaki sertleşmiş çimento hamurunun içerisinde yer alan, betonun donma-çözülme etkisine dayanıklı olması amacıyla, hava sürükleyici katkı kullanılarak özel olarak sürüklenmiş (bağlantısız, düzgün dağılmış) hava kabarcıkları,
- Kapiler yada kılcal boşluklar.
- Taze betondaki terleme nedeniyle betondaki suyun yüzeye çıkma eğilimi sonucunda sertleşmiş çimento hamurunun içerisinde yer alan, çoğu borucuk biçiminde, ayrıca üst kısımlara hareket eden suyun iri agrega tanelerinin ve betonarme donatı çubuklarının altlarında birikmesi sonucu oluşan cep yada mercek biçiminde boşluklar,
- Çimento hamurunun kuruyarak büzülmesi sonucu çimento hamuru ile agrega taneleri arasında oluşabilecek boşluklar,
- Taze betonun karılması ve yerleştirilmesi işlemleri esnasında betonun içerisinde oluşan hapsolmuş hava boşlukları,
- Agrega tanelerinin yapısında bulunan boşluklar

olarak sıralanabilir. Bunlardan ilk ikisi dışındakiler su emme ve su geçirimsizliğini dolaysız etkilerler.

6.2.5.1. Sertleşmiş betonda su emme

Sertleşmiş betonun içerisindeki boşlukların tümü suyla dolu durumda değil ise, ıslak ortamda, betonun içerisindeki boşluklara dışarıdan su girebilmektedir. Bu süreç betonun suya doymun duruma gelmesine kadar devam edebilmektedir.

Beton tarafından içerisindeki boşluklara fiziksel olarak su çekilmesi yada girmesi olayına “betonun su emmesi”, bu suyun betonun birim miktarı içerisindeki kütlece veya hacimce oransal miktarına “su içeriği”, doymun yüzey kuru duruma gelmesini sağlayan su içeriğine “su emme” denir.

Betondaki toplam boşluk hacmi betonda kullanılan su/çimento oranı, agrega cinsi, bakım koşulları, bakım süresi, karbonatlaşma, beton elemanın boyutu gibi birçok etmen tarafından etkilenmektedir.

Su emmesi yüksek olan betonların dayanımları daha düşük olmaktadır. Ayrıca, betonun dayanıklılığı da betondaki su emme özeliğinden etkilenmektedir.

6.2.5.2. Sertleşmiş betonda geçirimlilik

Sertleşmiş betonun yüzeyi ile temas eden sıvılar ve gazlar, betonun boşluklarından geçebilmektedirler. Bu geçişin ana nedeni geçen maddenin basınç veya derişim gradyanı (basıncın veya derişimin mesafe ile değışimi) bulunmasıdır (Kocataşkın 1984).

Geçirimli betonların içerisine sızan su veya hava ve bunların içerdikleri zararlı maddeler, betonun özelliklerinde istenmeyen bazı kimyasal ve fiziksel değışikliklere yol açmaktadır. Örnek olarak betonun boşluklu olması, sertleşmiş betonun içerisine dışarıdan su girmesine, bu suyun akarak yada kılcal (yüzey gerilimi) emme yoluyla daha iç bölgelere ulaşmasına ve sonuç olarak betonun hasar görmesine neden olmaktadır.

Beton su depolarının ve barajların yapımında kullanılan betonlar başta olmak üzere, içerisinde su veya başka bir sıvı bulunduran bütün beton yapılarda geçirimsizliğin belirli bir değerden küçük olması istenir. Bu betonda aranan önemli bir dayanıklılık özelliğidir.

6.2.5.3. Geçirimsizliği azaltmak için uyulması gereken kurallar

- Beton üretiminde kullanılacak çimento standartlara uygun olmalıdır.
- Kütle betonlarının üretiminde, hidrasyon ısısı düşük olan çimento kullanılmalıdır.
- Karma suyu, betona zarar verebilecek miktarlarda yabancı maddeler içermemelidir.
- Geçirimsizliği düşük olan agregalar kullanılmalıdır.
- Su/çimento oranı düşük tutulmalıdır.
- Kimyasal katkı kullanılmalıdır.
- Uçucu kül, öğütölmüş tras, öğütölmüş granüle yüksek fırın cürufu gibi ince taneli mineral katkıları kullanılmalıdır.
- Beton ayrışmamalıdır; ince (en büyük tane boyutu ≤ 0.25 mm olan) katı malzeme içeriği ayrışmayı engelleyecek ve yeterli kohezyonu sağlanacak düzeyde olmalıdır.
- Beton özenle sıkıştırılmalıdır.
- Beton dökümü ve sıkıştırılması bittikten hemen sonra uygun bakım (kür) uygulanmalıdır.

- Uygun özellikte beton talep edilmeli ve üretilmelidir.

6.2.6. Sertleşmiş Betonun Dayanıklılığı (Durabilite)

Çeşitli türdeki yapılarda kullanılmakta olan beton, hizmet süresi boyunca, bünyesinde yıpranmaya yol açabilecek birçok kimyasal ve/veya fiziksel etkenlerle karşılaşmaktadır. Bunlar genelde doğa koşullarında betonun kullanıldığı ortamdan kaynaklanan dış etkenler ve betonun bileşenleri arasındaki reaksiyonlardan kaynaklanan iç etkenlerdir. Betonun içerisine sızan su, karbon dioksit, oksijen, sülfatlar, asit ve klor gibi maddeler betonda değişik türdeki zararlı kimyasal ve fiziksel tepkimelerin oluşmasına neden olmaktadır. Çimentonun içerdiği alkalilerle reaktif agregalar arasında gelişen kimyasal ve fiziksel etkileşimler de sertleşmiş beton içerisinde genişleyen ve/veya çözünen ürünler oluşturarak yıpranmasına yol açmaktadır. Islanma-kuruma, donma-çözülme, ısınma-soğuma ve aşınma gibi olaylar da betonun yıpranmasına yol açabilen fiziksel olaylardır.

Betonda yer alan kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda, beton daha boşluklu bir malzeme durumuna gelebilmekte, içerisindeki demir donatılar korozyona uğramakta, beton aşınabilmekte ve betonun içerisinde dayanımını fazlasıyla aşan gerilmeler oluşabilmektedir. Bütün bu olaylar betonun hasar görmesine, hizmet edemez duruma gelmesine yol açmaktadır. Betonun dayanıklı olabilmesi için tasarımında su/çimento oranının belirli bir sınırın üstünde olmamasını, bu ise dayanımının belirli bir değerden düşük olmamasını gerektirmektedir (Akman 1992).

Betonun dayanıklılığını azaltan önemli kimyasal ve fiziksel olaylar:

- Betondaki kalsiyum hidroksitin çözünmesi ve beton yüzeyinde çiçeklenme olması,

- Sulfat etkisi,
- Deniz suyu etkisi,
- Asit etkisi,
- Karbonatlaşma,
- Alkali-agrega etkileşimi,
- Betonun içerisine yerleştirilen çelik donatının korozyonu,
- Donma-çözülme etkisi,
- Beton yüzeyinin pullanması,
- Aşınma.

7. TAŞIMA, POMPALAMA, YERLEŞTİRME VE BAKIM İŞLEMLERİNDE NİTELİK DENETİMİ ALANLARI/NESNELERİ

7.1. Hazır Betonun Taşınması

Hazır beton tesislerinde üretilen taze beton yapıdaki yerine taşınırken homojenliğini kaybetmemelidir; sahip olduğu özellikler sıcak, soğuk ve nem gibi hava koşullarından istenmeyen biçimde etkilenmemelidir. Bunu sağlamak amacıyla hazır beton genel olarak “transmikser (iletken karıştırıcı)” adı verilen özel olarak üretilmiş üzerinde karıştırıcı bulunan kamyonlarla, beton döküm yerlerine taşınmaktadır. Taze beton taşıma esnasında karıştırıcı kazanının düşük (yaklaşık 1 - 4 devir/dakika) bir hızla dönmesiyle karıştırılmakta ve priz başlamadan yapıdaki yerine iletilebilmektedir.

Transmikser kazanları 6 m³, 7 m³ yada 10 m³ beton alabilecek kapasitelere sahiptir. Bu kapasiteler yatay, virajsız ve düzgün yüzeyli bir yol üzerinde hareket eden transmikser için belirlenmiş anma kapasiteleridir. Bu sebeple genelde kazan kapasitelerinin %80’inden daha fazla beton yüklenmesi uygun olmamaktadır (www.thbb.org 2005). Beton tasarlanırken taze betonun taşıma şekli, transmikserin geçeceği yolun özellikleri ve taşıma mesafesi dikkate alınmalıdır.

Temin edilen uygun hammaddenin, gerekli üretim faaliyetleri sonucu işlenerek istenen sınıfta üretilip nitelik denetimi yapılan hazır betonun transmikserler ve beton pompası ile tüketicinin istediği noktaya sevkiyatı yapılır. Bu sevkiyat yapılırken ürünün mevcut niteliğinin bozulmadan korunması sağlanmalıdır. Bu en az ürünün üretilmesi kadar önemlidir. Taşıma ve pompalama araçlarının sahip olması gereken özellikler sonraki bölümlerde özetlenmektedir.

7.1.1. Transmikserlerin Özellikleri

Öncelikle transmikserlerin hidrolik-mekanik ve pnömatik aksamı düzenli çalışır durumda olmalıdır. Araçların bu amaçla operatörleri tarafından günlük denetimleri yapılmalı ve her sistem ayrıntılı bir şekilde incelenerek sonuçlar bir form üzerine işaretlenerek tesis sorumlusuna bildirilmelidir. Bu aksaklıklar tesis atölyesi ya da firma merkez tamir atölyesi kanalı ile derhal giderilmelidir. Araçların hareketli aksamaları ile ilgili otomatik yağlama sistemlerinin düzenli çalışması yapılan aylık denetimler ile sağlanmalıdır. Arıza kaynakları derhal giderilmelidir.

Beton taşıma araçları olan transmikserlerin kazan iç yapıları betonun homojenliğini bozmayacak ve ayrışmasını önleyecek yeterlilikte olmalıdır. Kazan içindeki karıştırıcı helezonlar aşınarak gerekli uzunluk ve yüksekliklerini kaybetmemiş olmalıdır. Helezon biçimindeki kanatların özelliklerini kaybetmesi betonun homojenliğini kaybetmesine, ayrışma problemlerine neden olmaktadır. Çoğu zaman transmikser içerisindeki beton boşaltılmaya başladığında iri ve ince fazlar birbirinden ayrılabilir. Bu ayrışma pompalamayı da güçleştirmekte hattâ imkânsız kılabilir.

Unutulmamalıdır ki transmikserlerde taşıma faaliyetleri sırasında oluşabilecek problemler betonun karıştırılması ile kalıba yerleştirilmesi arasında geçen süreyi uzatmaktadır.

Araçları kullanan operatörler taşıdıkları ürünün özellikleri, maksimum bekleme süreleri v.s. hakkında bilgi sahibi olmalı, oluşabilecek arıza ve aksamalardan derhal tesis sorumlusunu haberdar etmeli, düzeltici işlemin başlatılmasını sağlamalıdır. Taşıma faaliyetleri sonucu oluşabilecek kıvam (işlenebilme) kayıplarını iyileştirme işlemi için her transmikserde dozajlaması ve ilâve şekli daha önceden belirli olan ilâve katkı bidonları bulunmalıdır.

Santralde beton doluşundan sonra transmiksler operatörü gideceği yeri, taşıdığı beton cinsini, döküm şeklini dikkatli şekilde inceleyerek gerekli tedbirleri almalıdır. Yanlış şantiyeye döküm, yanlış beton sınıfının dökümü, mikserli dökülmesi gereken araçların pompa ile dökülmeye çalışılması yaşanabilecek nitelik problemleri arasındadır.

7.1.2. Beton Pompaları

Beton pompalanarak dökülecekse öncelikle beton pompaları döküm yapılacak yerin yükseklik, açıklık gibi özelliklerine uygun olmalıdır. Pompaların periyodik bakımları; hidrolik, pnömatik, mekanik ve elektronik sistemlerinin denetimleri beton dökümü sırasında aksaklıklara yol açmamak için düzenli olarak önceden yapılmalıdır. Araçları kullanan personel yetkin ve gerekli eğitimleri almış olmalıdır. Üretilen beton pompalanabilecek özelliklere sahip olmalıdır. Olası arızalara karşı yedek parça, hidrolik boru, beton basma borusu, dirsek, boru kelepçesi gibi elemanların daha önceden yedeklemeleri yapılmış olmalıdır. Bu parça ve boruların arıza oluştuğu esnada temin edilip arızaların giderilmeye çalışılması telafi edilemeyecek aksamalara yol açmaktadır.

7.2. Beton Dökümü Öncesi ve Sonrasında Uyulması Gereken Kurallar

- Beton toprak bir zemin üzerine dökülecekse zemin önceden sıkıştırılmalıdır.
- Toprağa veya dolgu malzemesini betonun suyunu emmesini önlemek için 150 mm derinliğe kadar yeterince nemlendirilmeli yada su kaybını önleyici tedbir uygulanmalıdır.
- Kayalık zemin üzerine beton dökmeden önce zeminin gevşek kısımları temizlenmelidir

- İş derzini izleyen beton dökümünde önceki beton tabakası yüzeyi temizlenmeli ve kalıpta döküntülerin ve gevşek betonun birikmemesi için en altta boşaltma yeri bırakılmalıdır,
- İş derzinin yeri önceden tespit edilmelidir,
- Beton kalıpları geçirimsiz ve sağlam olmalıdır,
- Betonun temas edeceği kalıp yüzeyleri beton dökümünden önce temizlenmelidir,
- Su emebilen yerler nemlendirilmelidir,
- Kalıp ve saha donatılı betonlarında yeterli kalınlıkta pas payı (örtü betonu, içerisinde donatı bulunmayan beton katmanı) uygulanmalıdır,
- Beton döküm miktarına göre yeterli ekip ve donanım beton dökümü başlamadan önce hazır edilmelidir,
- Beton döküm elemanları eğitimli olmalıdır,
- Soğuk ve sıcak havalarda beton dökümü yapılacaksa gerekli tedbirler alınmalıdır,
- Beton kalıba zarar vermeden ve donatıyı oynatmadan yerleştirilmelidir,
- Özellikle yedek beton vibratörü bulundurulmalıdır,
- Beton daima kalıpların ortasına düşey olarak dökülmelidir,
- Kolon ve perdelerde beton çok (≥ 1.5 m) yüksekten dökülmemelidir,
- Pompalama esnasında beton yerleşeceği yere iletilirken donatıya ve kalıba çarpmamalı,

- Yüksek kolon ve perde betonlarında ilâve boru veya hortum ile beton aşağıdan yukarıya doğru doldurularak dökülmelidir,
- Beton dökümünde kuralına uygun biçimde vibratör kullanılmalıdır,
- Dalıcı vibratör yüzeye dik olarak betona daldırılmalı ve ayrışma olmaması için fazla uzun süreyle betonun içerisinde tutulmamalı,
- Vibratör donatıya yaslanarak donatıyı sarsmamalıdır,
- Temiz yüzeylerde mastarlama işinden sonra ahşap mala perdahı için yüzey parlaklığının kaybolması beklenmelidir,
- Yüzey çatlaklarını önlemek için ikinci kez mala perdahı yapılmalıdır,
- Beton yeterli derecede katılaşıncaya kadar beton sıcaktan, soğuktan, kurumadan, sağanak yağmurdan, selden ve yapıyı tehlikeye sokacak titreşim ve sarsıntılardan korunmalıdır,
- Beton su ile en az 7 gün veya kimyasal bakım (kür) malzemeleri ile bakıma tabi tutulmalıdır (Özdoğanlar 1979).

7.3. Taze Betonun Taşınmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Beton malzemelerinin karışım oranlarının bulunması, betonun karılması ve taşınması gibi işlemler kusursuz olarak yerine getirilmiş olsalar dahi, üretilen ve yapının bulunduğu yere kadar taşınmış olan taze betonun yapıdaki yerine yerleştirilmesi aşamasında işlemler uygun tarzda yapılmadığı takdirde, betondan beklenen özellik ve niteliklerin elde edilmesi mümkün değildir.

Taze betonun yapıdaki yerine yerleştirilmesi işleminde dikkat edilmesi gereken ana esaslar şunlardır:

- Yapının tipi ve konumu, kalıp şekli, kalıp boyutu gibi yapı özellikleri dikkate alınarak, yerleştirme işi için en uygun ekip ve donanımın seçilmiş ve kullanıma hazır durumda olmaları,
- Yerleştirme işlemine başlamadan önce, yapının bulunduğu yerde ve yapıda gereken ön hazırlıkların yerine getirilmesi, yerleştirme işleminin aksamadan sürdürülebilmesi için doğru planlama yapılması,
- Taze betonun yapıdaki yerine yerleştirilmesi işleminin betonun homojenliği bozulmayacak tarzda uygulanması.

Günümüzde kullanılan betonlar, hazır beton olarak üretilip taşındığından, yapının bulunduğu yere kadar transmikserlerle getirilmiş olan taze betonun yerleştirilmesi işleminde yapının özeliğine göre genelde pompadan yararlanılmaktadır.

7.4. Taze Betonun Yerleştirme ve Sıkıştırma İşleminde Uyulması Gereken Kurallar

Taze betonun yerine yerleştirilmesi işleminde ana hedef ayrışmaya uğramadan yapıdaki yerini almasıdır.

Taze betonun kalıp içerisine yerleştirme işlemi düşey doğrultuda yapılmalıdır. Yerleştirilen beton, önce kalıp içerisinde bir bölgeye büyük bir yığın olarak boşaltılıp daha sonra yatay doğrultuda yayılmaya çalışılmamalıdır. Taze betonun yerine yerleştirme işlemi belirli kalınlıklarda yatay tabakalar halinde yapılmalı ve taba kalınlığı 600 mm'yi (TS 1247 1984) geçmemeli ve her tabakaya vibrasyonla sıkıştırma işlemi uygulanmalıdır. Bir önceki

beton tabakası üzerine yerleştirilen betonun, alttaki beton son prizini almadan önce yerleştirilmesi gerekmektedir.

Taze beton fazla (≥ 2.5 m) yüksekten serbestçe düşürülerek yerleştirilmemelidir. Zorunlu durumlarda uygun boy ve eğimde oluk kullanılmalıdır.

Dar ve derin kalıplar içerisine taze betonun yerleştirilmesinde ayrışmaya yol açmayacak önlem alınmalıdır. Dar ve derin kalıpların içerisine beton yerleştirilirken beton pompaları kullanılmalı ve gerekirse pompa borularının ucuna ilâve boru-hortum eklenerek betonun ayrışmasına engel olunmalıdır. Eğri şekilli kalıpların (tünel kemer betonu v.b.) içerisine beton yerleştirmede de hortumdan veya kalıp yan yüzeylerinde açılan pencerelerden yararlanılmalıdır.

Derin kalıpların alt kısmına yerleştirilecek olan taze betonun kıvamı ile üst kısmına yerleştirilecek olan taze betonun kıvamı aynı olmalıdır.

Taze betonun yerleştirilmesi işlemine kalıpların köşelerinden başlanmalıdır. Eğimli yüzeylerde yerleştirme işlemine en alçak seviyeden başlayarak devam edilmelidir.

Taze beton şiddetli yağmur altında yerleştirilmemelidir. Böyle bir uygulama betonun su içeriğini arttırmakta ve özellikle beton yüzeyinin dayanımında ve dayanıklılığında azalmaya neden olmaktadır.

7.5. Taze Betonun Sıkıştırılması

Beton malzemelerin tesislerde karılması ve yerine yerleştirilmesi işlemleri esnasında taze betonun içerisine bir miktar hava karışmaktadır. Beton yerine yerleştirildikten hemen sonra, bünyesinde istenmediği halde yer alan hapsolmuş havanın dışarıya çıkartılması gerekir.

Taze betonun içerindeki hapsolmuş istenmeyen havanın dışarıya çıkartılması işlemine “betonun sıkıştırılması” denilmektedir.

Betonların sıkıştırılması işlemi uygun mekanik donanımlla yapılmaktadır. Uygulanacak sıkıştırma yönteminin belirlenmesinde taze betonun sahip olduğu işlenebilme, kalıp Őekilleri ve boyutları, beton içerisinde yer alan donatının sıklığı ve miktarı gibi etmenler dikkate alınmalıdır.

Hazır beton sektöründe kalıba yerleştirilen taze betonun içerisindeki istenmeyen havayı çıkartmak ve betonu daha az boşluklu bir beton durumuna getirebilmek amacıyla, betona uygulanan vibrasyon işlemi, vibratör denilen titreştirici mekanik aletlerle yapılır. Betonun vibrasyon yöntemiyle sıkıştırılması işlemindeki olaylar iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada titreşim etkisi ile beton akıcılaşarak aşağı doğru hareket etmekte ve ikinci aşamada betonun içerisindeki hapsolmuş hava dışarı çıkmaktadır. İkinci aşamadaki olay birinci aşamadaki olayla hemen hemen eşzamanlı yer almaktadır.

7.6. Taze Betona Vibrasyon Uygulamanın Sağladığı Faydalar

- Betonun yerleştirilmesi kolaylaştığından ekonomi sağlamaktadır.
- Daha yoğun ve homojen bir beton elde edilmektedir.
- Kalıpları sökülen betonda, kenarların belirgin, hatların düzgün Şekilde oluşabilmesi sağlanmaktadır.
- Daha yüksek dayanımlı beton elde edilmektedir.
- Betonarme yapı betonlarında, betonla elik donatı çubukları arasında daha iyi aderans sağlanmaktadır.

- Daha yüksek dayanıklılık elde edilmektedir.

Hazır beton sektöründe en yaygın olarak kullanılan vibratör tipleri dahili veya dalıcı vibratörler olup, içerisine eksantrik kütleli dönme elemanı yerleştirilmiş olan çelik bir tüp ve çelik tüpün üst ucundan bağlanmış olduğu çoğu kez içinden esnek tahrik mili geçen hortum şeklindeki esnek bir saptan oluşmaktadır. Esnek sapın üst ucu dönme hareketi veren elektrik veya dizel motoruna bağlıdır. Dalıcı olarak adlandırılan çelik tüpün veya şişenin alt ucu yuvarlatılmış durumdadır.

Dahili vibratörlerin dalıcı uçları 20 – 180 mm arasında değişen çaplarda ve 4 000 – 15 000 devir/dakika arasında değişen frekanslarda üretilmektedir.

Plastik kıvamdaki yapı betonları için 8 500 – 15 000 devir/dakika,

Duvar, kolon, kiriş gibi elemanların betonlarında 8 000 – 12 000 devir/dakika,

Kütle betonlarında 7 000 - 10 500 devir/dakika

frekanslı vibratörler önerilmektedir.

Dahili vibratörün etkili olduğu bölge dalıcı ucun çapına göre değişmektedir. Taze betonların yerleştirilmesinde hangi çapta dalıcıya sahip vibratörün kullanılacağına karar verilmesinde kalıp genişliği, beton kıvamı, donatıların sıklığı etkili olmaktadır.

7.7. Taze Beton Yüzeyinin Düzeltilmesi

Sertleşmiş beton yüzeyinin istenen düzgünlükte olabilmesi için, yüzey düzeltme işleminin, taze betonun kalıplara yerleştirilip sıkıştırılmasından hemen sonra, yani betonun katılaşma göstermeden önce yeterli dayanıklılığı ve beklenen performansı gösterebilmesi için uygulanması gerekmektedir.

1. İlk düzeltme: İlk yüzey düzeltme işlemi, kalıbına yerleştirilmiş ve sıkıştırılmış betonun yüzeyinde bulunabilecek çıkıntılı veya çukur kısımlar düzeltilerek beton yüzeyini aynı seviyeye getirebilmek için yapılmaktadır. Bu işlem için düzgün yüzeyli masterlar kullanılmaktadır.

2. Son düzeltme: İlk düzeltme işleminin sonunda aynı seviyeye getirilmiş olan beton yüzeyinin tamamen düzgün bir duruma getirilebilmesi için yapılmaktadır. Son düzeltmede yüzdürme yöntemi işlemi 100 - 120 mm eninde ve 300 mm boyunda altı çok düzgün olan tahtadan yapılmış bir aletle beton yüzeyine hafifçe bastırarak, beton yüzeyi üzerinde yüzdürülerek, beton yüzeyindeki pürüzlü kısımların ve ince çatlakların kapanması sağlanabilmektedir. Yüzdürme yöntemi ile yüzey düzgünleştirmesi işleminde betonla temas eden ve dönen bir disk bulunan motorlu aletler de kullanılmaktadır.

Ancak, daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzey elde edebilmek için çelik mala ile düzeltmeye gerek duyulmaktadır. Yüzdürme yöntemi ile beton yüzeyinin düzeltme işleminden kısa bir süre sonra, beton yüzeyini tamamen düzgün ve çatlaksız bir duruma getirmek amacıyla uygulanmaktadır. Beton yüzeyini pürüzsüz ve tamamen düzgün bir duruma getirebilmek için uygulanan yüzdürme ve malalama gibi son düzeltme işlemleri ilk düzeltme işleminin hemen ardından başlatılmamaktadır. Son düzeltme işlemine başlayabilmek için taze betondaki terlemenin büyük ölçüde sona ermesini, beton yüzeyinde serbest su kalmamasını ve betonun belirli ölçüde katılaşma göstermesini beklemek gerekmektedir.

Son düzeltme işlemlerinin başlatılabileceği zamanın tespiti şu şekilde yapılır:

- Beton yüzeyinde hiç su bulunmamalı, beton yüzeyi parlaklığını tam kaybetmemiş olmalıdır.

- Beton yüzeyi, bir insan yükünü taşıyabilecek kadar (ayakla basıldığı zaman en fazla 3-5 mm derinliğinde bir iz bırakabilecek kadar) katılmış olmalıdır.

7.8. Betonun Bakımı (Kürü)

Betonun, özellikle ilk günlerde yeterince hidrasyon yapabilmesini sağlayabilmek üzere, yüzeyinde ve içerisinde yeterli miktarda suyun ve gerekli ve yeterli sıcaklığın bulundurulması ve bu ortamın beton belirli bir olgunluğa erişinceye dek korunması işlemi “betonun kürü” veya “betonun bakımı” olarak anılmaktadır. Beton bakım kuralları TS 1247 (1984), TS 1248 (1984) standardlarında ACI 305 (1991) ve ACI 306 (1998) önerilerinde ayrıntılarıyla verilmektedir.

Betona bakım uygulanmasını gerektiren koşullar şunlardır:

- Yerine yerleştirilmiş olan betonun içerisindeki suyun buharlaşarak azalması,
- Yerine yerleştirilmiş olan betonun içerisindeki sıcaklığın betondaki hidrasyonu yavaşlatacak veya durduracak derecelere düşmesi, yada tersine ısıl genleşme çatlaklarına, hidrasyon tepkimelerinin fazla hızlanmasına ve su kaybına yol açacak derecelere yükselmesi.
- Fiziksel ve/veya kimyasal başka zararlı dış etkilerin bulunması.

Yerine yerleştirilen taze betonun içerisindeki suyun azalmasının en önemli nedeni buharlaşmadır. Buharlaşma hızı, havadaki bağıl neme, hava sıcaklığına, betonun sıcaklığına ve rüzgâr hızına bağlıdır. Sertleşmiş betonun çeşitli etkilerden zarar görmemesi için dökümü takip eden ilk günden itibaren en az 7 gün boyunca ve tasarımda öngörülen en küçük dayanımlar sağlanacak kadar bir süre 10°C’un altında olmayan sıcaklıklarda ıslak küre tabii tutulmalıdır. Betonda bakım uygulaması dayanım ve dayanıklılığı sağlayan önemli

unsurlardan bir tanesidir. Kuramsal olarak en iyi bakım şekli betonu oda sıcaklığında su altında bırakmak veya ıslak çuvalları beton yüzeylerine örterek korumaktır.

Beton yüzeyine püskürtüldüğünde ince bir film tabakası oluşturarak buharlaşmayı önleyen kimyasal kür malzemeleri kullanılarak da betonlara bakım uygulanabilmektedir. Ancak su/çimento oranının düşük olduğu betonlarda ıslak bakım en etkilisidir.

7.9. Sıcak Havada Beton Dökümünde Alınması Gerekli Tedbirler

Sıcak hava koşullarında betonlamada uyulacak kurallara örnekler TS 1248 (1984) ve ACI 305 (1991) belgelerinde ayrıntılı olarak verilmektedir. Bunlardan sıkça uygulanmayarak uygunsuzluklara yol açanlardan önemlileri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Özellikle donatının sık olduğu yerlerde ısı iletkenliği yüksek beton kalıbı kullanılmalıdır.
- Beton dökümüne başlanmadan önce uygulanacak betonlama planına uygun hazırlıklar tamamlanmalı, gerekli önlemler hemen uygulanmak üzere hazırlıklı bulunulmalıdır.
- Beton dökümüne başlanmadan kalıp ve donatı mutlaka ıslatılmalıdır. Beton zemine dökülüyorsa beton suyunun zemin tarafından emilmemesi için zemin önceden sıkıştırılmalı ve tesviye edilip mutlaka yeterince ıslatılmalıdır.
- Betonun yerleştirilme işlemi yeterli personelle olabildiğince kısa sürede kuralına uygun vibrasyon işlemi uygulanarak yapılmalı, gece beton dökümü tercih edilmelidir.
- Beton su ile çimentonun ilk temasından itibaren en çok 90 dakika içerisinde yerine yerleştirilmelidir. Gerekliğinde geciktirici kimyasal katkıları kullanılarak bu süre uzatılabilir.

- Beton karışımı sıcaklığının belirli bir en yüksek değerin üzerine çıkmaması için betonu oluşturan malzemeler, gerektiğinde öncelikle su, soğutularak kullanılmalıdır,
- Beton yerine yerleştirildikten sonra beton yüzeyinde gerekli yüzey düzeltme işlemine başlanmalıdır,
- Beton yüzeyi zarar görmeyecek hale geldiğinde, en kısa sürede mümkün olan her yerde özellikle su kürü (göllendirme) uygulanmalıdır. Bütün beton yüzeyleri ıslak tutulmalı ve bu uygulama kesintisiz yapılmalıdır. Bu bakım özellikle yerleştirme işlemini izleyen 24 saat içinde çok önemlidir.

7.10. Soğuk Havada Beton Döküm İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Soğuk havada beton dökümü ile ilgili kurallar ve uygulama biçimleri TS 1248 ve ACI 306 (1988) belgelerinde ayrıntılarıyla verilmektedir. Bunlardan sıkça uygulanmayarak soğuk havalarda uygunsuzluklara yol açarlardan önemlileri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Betonun döküleceği yer kesinlikle donmuş olmamalı, eğer var ise kar ve buz tümü ile kaldırılmalıdır. Kalıp en az 5°C sıcaklığa getirilmelidir. Kalıp sıcaklığı ile beton sıcaklığı arasındaki farkın uygun olması karışımın ânî büzülmesini önlemek bakımından son derece önemlidir. (Ayrıca soğuk kalıp, betonun prizinin gecikmesine ve hatta çok erken sürede donma tehlikesine yol açar.)
- Beton dökümünden birkaç gün önceden başlayarak kalıbın yalıtım (ısı yalıtımı için polistiren köpük, cam yünü levhalar, yağış suyuna karşı polietilen, PVC ve branda türü) malzemeleri ile örtülerek sıcaklığın beton dökümüne kadar korunması sağlanmalıdır.

- Erken dayanım kazanan beton üretmek için, hidratasyon ısısı yüksek ve mümkünse sıcak çimento (CEM I 52.5 R, CEM I 52.5 N ve CEM I 42.5 R), priz hızlandırıcı, antifriz ve hava sürükleyici gibi kimyasal katkı maddeleri kullanılmalı, gerektiğinde yeterli sıcaklığı sağlamak için buhar kürü uygulanmalıdır.
- Soğuk hava nedeniyle beton sıcaklığının düşük olması hidratasyonu yavaşlattığından, betonun prizini ve dayanım kazanmasını geciktirir. Yüzey alanı geniş kalıplara (döşeme, v.b.) beton dökümünde; beton karışım tasarımında su/çimento oranı < 0.45 ve çökme değeri < 100 mm ve yüzeydeki terleme en az olacak şekilde ayarlanmalıdır. (Terlemenin oluşması yüzeydeki dayanımın düşük olmasına, betonun prizini geç almasına ve böylece don olayından etkilenmesine neden olur.)
- Beton karışımının hazırlanmasında, beton karışımına girecek agregayı ısıtmak yerine (dış ortamda bulunan ve donmamış agrega), beton karışım suyu ısıtılarak ilgili belgelerde belirtilen minimum beton sıcaklıkları sağlanmalıdır. Karışım suyu sıcaklığı kesinlikle 80°C 'yi geçmemelidir.

Betonun ilk dayanım kazanması evresinde donma-çözülme etkisi oldukça zararlıdır. Yeni dökülen betonda, çimento hidratasyon tepkimelerinde su tüketildiğinden, priz ve sertleşme ilerledikçe serbest su içeriği azalır. Bu sebeple beton yaklaşık 3.5 - 4.0 MPa basma dayanımına erişinceye kadar mutlaka dondan korunmalıdır. Ayrıca 24 MPa silindir dayanımına ulaşmadan ve tümü ile suya doymun durumda iken donma etkisine maruz kalmasına kesinlikle izin verilmemelidir.

Betonun tüm döküm işlemi tamamlandıktan sonra, hidrasyon ısı kaybını ve nemin dışarı kaçmasını önlemek amacıyla beton belirli bir süre suya doygun durumda, yeterli kalınlıkta koruyucu yalıtım malzemesi altında, kurallarına uygun olarak korunmalıdır.

8. PERSONEL NİTELİK DENETİMİ VE NİTELİK SAĞLAMA

Personel özellik ve nitelik düzeylerinin üretimdeki bütünsel nitelik denetim düzeyine olan etkisi diğer sektörlere nazaran hazır beton sektöründe daha da ön plana çıkmaktadır. Bunun nedeni bileşenlerdeki değişkenliklerin daha büyük olması, üretilen ürünün belirli bir süre içerisinde kullanılması zorunluluğu, depolanma imkânının olmayışdır. Tüm personel bu gerçeğin farkında olmalı ve gereklerini yerine getirebilecek eğitim ve bilgi düzeyine sahip olmalıdır.

Türkiye’de hazır beton sektöründe çalışan personel incelendiğinde çoğu kez eğitim düzeyi ve tecrübe sahibi olması ikilemi arasında kalınmaktadır. Sektörde genellikle eğitim seviyesi yeterli olmayan, zamanla tecrübe edinerek iş yapma becerisine sahip personel istihdam edilmek zorunda kalınmaktadır. Eğitimli ve sektörde tecrübeli personel sayısının azlığı sektörde iş yapan firmaların da bu personelleri bünyelerine katma beklentilerini azaltmaktadır. Burada ülkemiz hazır beton sektörünün daha sağlıklı gelişmesi açısından yapılması gereken, öncelikle her kademedeki çalışacak personel için gerekli minimum eğitim seviyesini belirleyerek bu eğitim seviyesine ulaşmış ve gerekli tecrübeyi kazanmış personel ile çalışmaktır. Muhakkak bu söylendiği kadar kolay olmayacaktır. Eğer bu yapılamıyor ise, birinci şart olarak eğitim düzeyinden vazgeçilmeyerek yeterli eğitime sahip personele firmanın ve uzun yıllar firma içerisinde çalışmış diğer personelin tecrübeleri aktararak olması gerektiği gibi bütünsel nitelik denetimi sağlanmasını amaçlayan bilinçli bir ekip oluşturmak gerekmektedir. Yetkin bir önderle birlikte çalışacak böyle bir ekibin işletecekleri hazır beton tesisinde bütünsel nitelik yönetimi açısından kayda değer iyileşmeler sağlayacakları şüphesizdir.

Her kademedeki çalışan personelin görevini yapmaktaki istek ve kararlılık düzeyi sürekli denetlenmeli, bu düzeyin artırılması ve bu artışın teşvik edilmesi için gerekli yapı

oluşturulmalıdır. Personelin eksiklikleri tespit edilmeli görev başı eğitimler ve teknik eğitimlerle bu eksiklikler giderilmeli, çalışanların nitelikleri sürekli arttırılmalıdır.

9. BÜTÜN NİTELİK DENETİM İŞLEMLERİNİN TÜMLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK NİTELİK YÖNETİMİ FAALİYETLERİ

Tüm tedarik, üretim ve denetim süreçlerinin düzgün işleyebilmesi, başka bir deyişle etkin bir bütünsel nitelik yönetimi altında etkili bir nitelik denetiminin ve sonuçta müşteri memnuniyetinin sağlanabilmesi, için firmanın belirli bir nitelik denetim planı, bir nitelik denetim sorumlusu, bu planın nasıl uygulanacağını ve sonuçların istatistiksel olarak nasıl değerlendirileceğini gösteren yazılı prosedürleri (yordamları) olmalıdır. Tüm bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasında gürültü, çevre kirliliği, işçi sağlığı ve iş güvenliği konuları ile ilgili gerekli tedbirler alınmış ve uygulamaya koyulmuş olmalıdır. Beton üretiminde stoklu çalışma imkânı olmadığından sevkıyat programı düzgün bir şekilde yapılmalı ve uygulaması sıkı bir şekilde takip edilmelidir. Genelde amaç en kısa sürede en çok üretimin yapılması olarak betonun teslimat işleminin bir an önce tamamlanmasıdır. Yukarıda bahsedilen süreçlerin hepsinde en önemli etmenin insan olduğu unutulmamalı; her şeyden önce yetkin, istekli ve azimli personel temin edilerek, sürekli eğitim ve katılımcı yönetim yoluyla çalışanlara bu özellikler kazandırılarak, çalışanların hepsinin bilinçli sorumluluk aldığı, iletişim kanalları açık, gelişmeye ve iyileştirmeye yatkın nitelik sistemleri kurulmalıdır.

10. HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ TEMEL KAVRAMLARI

BNY şu altı kavram üzerine kurulur (Besterfield 2001):

1. Uzun vadeli ve baştan ayağa örgütsel destek sağlayan açık ve katılımcı yönetim.
2. İç ve dış müşterilere odaklılık.
3. Bütün iş gücünün etkin katılım ve kullanımı.
4. Yönetim/iş ve üretim süreçlerinin sürekli iyileştirilmesi.
5. Tedarikçilere ortak muamelesi yapmak.
6. Süreçler için başarımlı ölçüleri kurmak.

Bu kavramlar ve ilkeler vizyon, misyon ve üretim politikası çerçevesinde teknik araçlar ve yöntemler kullanılarak uygulandığında başarıya götüren bir yol oluşturmaktadır. Uygulamada yaşanan deneyimler, bunlar arasında, hazır beton üretimi alanında en etkin olanının, en genel anlamıyla “tedarikçi ortaklığı” olduğunu göstermektedir.

10.1. Bütünsel Nitelik Yönetiminde Tedarikçi Ortaklığı

Hazır beton üretiminde çalışan her üst düzey yönetici altında çalışan diğer personel için öncelikle bir tedarikçidir. Bu anlamda bakıldığında çalışan personelin işini gerektiği gibi yapabilmesi için gerekli olan maddî ve manevî şartların üst yönetim tarafından sağlanması gerekmektedir. Çalışmalarda motivasyon yada teşvik en az bilgi ve beceri kadar öne çıkmaktadır. Yönetici aynı zamanda bir kademe altındaki çalışanlardan hizmet talep etmesi sebebiyle de onların müşterisidir. Bu ilişkideki doğal ortak çıkarlar taraflarca iyi anlaşılıp belgelenecek uygulamaya geçildiğinde nitelikli hizmet ve ürün ortaya çıkar.

Tedarikçi ortaklığı ile ilgili diğer ana fikir hammadde, donanım, lojistik destek v.s. tedarik eden kaynaklarla olan “tedarikçi ortaklığı”dır. Bir hazır beton santrali üretim sırasında agrega, çimento, su, mineral ve kimyasal katkıları gibi hammaddelerin yanı sıra üretilen betonun taşınması, pompalanması ile ilgili yada stok sahasında lastik tekerlekli yükleyici kullanılarak düzenleme yapılması, agrega bunkerlerine agrega doldurulması gibi hizmetler için taşeron olarak diğer firmalardan destek alabilir. Hizmet yada hammadde tedarik edilen firmalarla sürekli bilgi alışverişi yapılmalı, fikir alışverişi ve sürekli iyileşmeyi sağlayacak sistemler bütünsel nitelik denetim sistemiyle uyumlaştırılmalıdır.

Hammadde tedarik eden firmalar genellikle nitelik denetimi ve nitelik sağlamanın hazır beton üretiminden daha az önemsendiği sektörlerde de hizmet vermektedirler. Bu nedenle bu firmaların nitelik düzeylerini yükseltme faaliyetlerine daha önce belirtilen personel, donanım v.s. niteliği konularının önemi anlatılmalı, bu konularda gelişmeleri için gerekli bilgi alışverişi sağlanmalıdır. Örnek olarak bir kum ocağında tüm nitelik yönetim sisteminin sonuçta etkinlik düzeyini belirleyen etmen ürünü kamyonlara yükleyen lastik tekerlekli yükleyiciyi kullanan operatörün niteliğidir. Burada yükleyici operatörünün dışındaki işlemlerde nitelik denetim sistemi ne denli iyi işlese işlesin eğer operatör yıkama eleme işlemi için tesise gönderilecek olan kumu yüklerken uygun hammaddeyi uygunsuz hammaddeyle karıştırır ise nitelik denetimi ilk adımda etkisiz kalır, nitelik yönetim örgütü büyük hasar görür. Bütünsel nitelik yönetimi uygulamasında iyi hizmet verenin maddî/manevî ödüllendirilmesi, başarılı hizmetin belgelenecek prim verilmesi yada takdir edilmesi, bu ödüllendirmenin bütün çalışanlara duyurulması kayıpların yada niteliksizliğin maliyetinin azaltılması yada ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Başarının uygun biçimde paylaşılmasıyla ortaklık, sahip çıkma ve doğal sorumluluk duygusu getirilmektedir.

10.2. Sürekli Eğitim, Sürekli Niyet ve Bilgi Tazeleme

Çalışan tüm personel güncel gelişmelerden, sektördeki teknik ilerlemelerden, yeni yasal düzenlemelerden, nitelik denetim faaliyetleri içerisinde kurulacak iletişim sistemleri vasıtasıyla sürekli haberdar edilmeli, eğitilmelidir. “Mükemmel”i elde etme aşırı tutkusunun “iyi”nin düşmanı olduğu unutulmamalıdır. Bugün Türkiye’deki hazır beton sektörü nitelik, çevreye saygı, işçi sağlığı ve iş güvenliği gibi konularda dünyadaki hazır beton sektörünün oldukça gerisindedir. Sektörde daha ileride olan ülkeleri yakalamak, hattâ daha ileriye götürecek hamleleri yapmak sürekli eğitim ve gelişim ile mümkün olacaktır. Çalışanlar için sürekli eğitim faaliyetleri düzenlenmeli, eğitimler belgelenmeli, sonuçları takip edilerek nitelik denetim sistemine iyileştirmeye yönelik geri dönüşler sağlanmalıdır. Başarıların nasıl elde edildiği duyurulmalı ve paylaşılmalıdır. Bütün çalışanların kendilerini ve firmayı daha üstün başarı düzeylerine ulaştırma istek ve inancı bireylerin buna katkıları ayrıntılarıyla belirtilerek somut biçimde pekiştirilmelidir.

10.3. Eğitimle İlgili İşbölümü ve Görevlerin Tanımlanması

Şirket personeline verilecek eğitimlerle ilgili gerekli düzenlemeler yapılmalı, hangi kademedeki personelin hangi eğitim takvimi içerisinde kimler tarafından eğitileceği, eğitim sonuçlarının ne şekilde değerlendirileceği gibi konular açıkça herkes tarafında anlaşılabilir biçimde ortaya koyulmalıdır.

10.4. Eğitim Programı Oluşturulması, Teorik ve İşbaşı Eğitimleri

En üst düzey yöneticiden başlayarak bütün şirket personelinin alacağı teorik ve işbaşı eğitimleri ile ilgili eğitim programları oluşturulmalı, gerekiyorsa şirket dışından profesyonel firmalardan destek alınmalıdır. Verilecek eğitimlerle ilgili denetimli eğitim belgeleri

oluşturulmalı, eğitilen personellerin de katılımı ile dokümanların güncelleştirilmesi sağlanmalıdır. Düzenlenecek teorik ve işbaşı eğitimleri ile personel arasında bilgi ve beceri aktarımı sağlanmalıdır.

10.5. Eğitimcilerin Eğitilmesi

şirket personeline eğitim verecek olan eğitimcinin yetkinliği de en az eğitimin düzeyi ve içeriği kadar önemlidir. Eğiticiler belirli bir eğitim programı dahilinde teorik ve eğitim teknikleri konusunda eğitilmelidir. Sadece kayıtlara geçerek nitelik güvence el kitabı ilgili bölümünün gereğinin yapılmış görünmesi için personele eğitim düzenlemek zaman ve kaynak israfından başka bir şey değildir.

10.6. Her Kademedeki alışanların Eğitim Faaliyetlerine Etkin Katılımının Sağlanması

Her kademedeki şirket çalışanı eğitim faaliyetlerine etkin bir biçimde katılması bu eğitimler belgelenerek ve izlenerek sağlanmalı, bu faaliyetlerin iyileştirilmesi ile ilgili önerilerini eğitim mekanizmasına aktarabilmelidir. Bu konuda bütün çalışanların en az üst yönetim kadar sorumlu olduğu unutulmamalıdır.

10.7. Eğitim Notlarının, Prosedürlerin (Yordamların), Kaynakların Güncellenmesi

Eğitimlerde kullanılan yazılı kaynaklar, prosedürler eğitim sonucunda yapılan değerlendirmelere, teknolojik gelişmeler ve yasal belgelere uygun olarak güncellenmelidir.

10.8. Eğitimlerin Değerlendirilmesi ve Sonuçlarının İzlenmesi

Şirket personeline verilen eğitimlerin işletme bütünsel nitelik denetim faaliyetlerine etkileri incelenmeli, ortaya çıkan her hatâ, yapılan her eğitim faaliyeti iyileşme için bir fırsat olarak görülmelidir. Alınan sonuçlara göre eğitim faaliyetlerinde gerekli düzenlemeler ve değişiklikler yapılmalı, bunların sonuçları izlenerek sürekli iyileştirme için fırsatlar oluşturulmalıdır.

10.9. Açık, Şeffaf ve Katılımcı Yönetim - Güven Ortamının Oluşması-Hatâ Kaynaklarının Hızlı ve Doğru Tespiti - Hızlı ve Doğru Düzeltici Eylem

Şirket içerisinde çalışanlar ve üst yönetim arasında yatay ve dikey etkili bir iletişim sisteminin kurulmuş olması gerekmektedir. Her türlü müşteri ve tedarikçi ihtiyaçlarının belirlenmesi, sınıflandırılması ve karşılanabilmesi için bu iletişim çok önemlidir. Çalışanlar bütünsel nitelik denetim ve sağlama faaliyetlerindeki görev ve etkilerinin bilinci içerisinde olmalıdırlar. Hammadde temininden müşterilerin bilinçlendirilmesine kadar tüm aşamalarda etkili düzenlemeler yapılmalı, muhtemel hatâ kaynakları tüm çalışanlar tarafından yapılacak bütünsel nitelik denetim faaliyetleri risk analizleri değerlendirmeleri ile ortaya çıkarılıp her bir çalışanın yaptığı işin önemini kavraması sağlanmalı, gerekli tedbirler tam katılımımla alınmalı, düzeltici eylemlerin doğru olması, tam kabul görmesi ve hemen uygulanması sağlanmalıdır.

10.10. İlgili Uluslararası Standardlarda Hazır Beton Üretimi İçin Bütünsel Nitelik Yönetimi Düzenlemeleri

Sektörle ilgili uluslar arası standartlar incelendiğinde hazır beton, çalışanların ve üretim yapılan çevrenin niteliğinin ve sağlığının korunmasına yönelik tümleşik bir nitelik denetim sistemi oluşturulmaya çalışıldığı gözlenmektedir. Nihâî amacın uygun nitelikte hazır beton üretilmesi olmasının yanı sıra, bu süreçte çalışan personel, kullanılan donanım ve

çevreye olan etkiler göz ardı edilmemektedir. Sonuçta çalışma koşulları ve çalışılan ortamın bütünsel niteliği sağlamadaki etkisi büyüktür. Hazır beton üretiminde ana amaç insanların yaşam düzeylerini yükseltmek olduğu fikri tam olarak benimsenmiş olmalıdır. Bu anlayışla hareket edildiğinde çevreyi ve doğayı korumak insan varlığının sürdürülebilirliği için temel koşul olarak ortaya çıkmaktadır. Bütünsel nitelik yönetimi ilkeleri ve örgütlenme biçimi ISO 9000, 9001, 9002 belgelerinde belirtilmektedir. Burada bütünsel nitelik yönetiminin özünü oluşturan ve başarısı için vazgeçilmez olan hususların (Deming'in 14 noktasının) belirtilmesi ile yetinilecektir (Besterfield 2001);

1. Teşkilatın hedef ve amaçlarını oluştur ve yazılı olarak duyur.
2. Yeni felsefeyi öğren.
3. Denetimin amacını anla.
4. İşi yalnız maliyeti açısından ödüllendirmeyi terk et.
5. Sistemi kararlı ve sürekli biçimde iyileştir.
6. Eğitimi kurumsallaştır.
7. Önderliği öğret ve kurumsallaştır.
8. Korkuyu kov, güven oluştur ve yeniliklere uygun bir iklim oluştur.
9. Takımların, grupların ve yöneticilerin alanlarını optimize et.
10. İş gücü için ısrarlı nasihatleri ve talepleri kaldır.
- 11a. İş gücü için sayısal kotaları kaldır.
- 11b. Âfâki hedeflerle yönetimi kaldır.
12. Kişileri işçilik öz-beğenisinden yoksun bırakan engelleri kaldır.
13. Eğitim-öğretim ve iyileştirmeyi teşvik ve teşci et.
14. Değişimi tamamlamak için harekete geç.

11. NİTELİK DENETİM SÜREÇLERİNİN TANIMLANMASI

Nitelik denetim faaliyetlerinin icrası sırasında hangi parametrelerin, hangi sıklıkla, hangi yöntemle ölçüleceği; elde edilen sonuçların kimler tarafından ve ne şekilde kayıt altına alınacağı şirketin nitelik el kitabında belirlenmiş olmalıdır. Nitelik denetimi sağlanmasına yönelik akla gelen her faaliyetin izlenmesi ve istatistiksel olarak değerlendirilmesi çalışanların nitelik denetim faaliyetlerine katılımı açısından olumsuz etki oluşturabilir. Çalışanların gösterdikleri çabanın nerelerde kullanılacağı, yapılan şeylerin anlamları onlarla paylaşarak boş yere zaman ve kaynak harcanması engellenmelidir. Bunun için en iyi yöntemlerden birisi Pareto analizidir (Besterfield 2001). Öncelikle sistemdeki uygunsuzluklar tanımlanır. Önem dereceleri ve sistemin işleyişine etkileri irdelenir. Düzeltilmesine karar verilenler kaynak, zaman ve kişi planlaması yapılarak giderilir. Kritik olan; sonuçları üretim sürecini iyi veya kötü yönde etkileyebilecek faaliyetleri izlemek nitelik denetim faaliyetlerinin verimini artırır.

11.1. Nitelik Denetim Süreçlerinin Analiz Edilmesi

Bütünsel niteliğe etki eden ve izlenmesi, iyileştirilmesi gerektiği tespit edilen süreçler uygun yöntemler belirlenerek izlenmelidir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilip incelenmeli, süreçleri iyileştirmeye yönelik gerekli müdahaleler yapılmalıdır.

11.2. Kısa ve Uzun Vadeli Hedefler Koyulması - Hedeflere Ulaşmak İçin Planlama Yapılması

Nitelik denetim faaliyetleri sırasında her bir süreç için kısa ve uzun vadede nitelik hedefleri koyulmalı, süreç analizlerinden elde edilen değerler değerlendirilerek istenen hedeflere ulaşmak için gerekli hamleler ve planlamalar yapılmalıdır. Ortaya koyulan bu hedeflere ulaştıkça hedefler bütünsel niteliği sağlama yönünde gözden geçirilmeli, bu konuda

tüm çalışan personel bilgilendirilmeli ve aktif olarak görevlendirilmelidir. Yapılan planlamalardan, planların gerçekleşme düzeyinden, tüm personel haberdar edilmelidir.

11.3. Uygulamada Varolan İle Tasarlanan Karşılaştırılarak Hedeflerin Güncellenmesi

Nitelik denetim faaliyetleri sırasında ortaya konan hedefler dinamik olmalı, koşullar, şirket menfaatleri ve değişen standartlara göre revize edilmelidir. Ortaya konmuş olan nitelik hedefleri ile mevcut ölçülen sonuçlar karşılaştırılarak nitelik hedefleri açısından bulunulan yer belirlenmelidir. Nitelik denetimi ve bütünsel niteliği sağlama faaliyetleri sırasında hedefler birer basamak taşı olmalı, her basamak çıkışta daha yukarılarda yeni ve ulaşılabilir hedefler koyulmalıdır.

11.4. Başkalarıyla Karşılaştırmak (Benchmarking) - En Uygun Konumu Bulma, Rekabet Edebilmek İçin Firmanın Bulunması/Erişmesi Gereken Yeri Belirlemek

Nitelik denetim faaliyetlerinin doğal sonucu olarak bütünsel nitelik düzeyi yükselir. Nitelik düzeyinin yükselmesiyle nitelik denetim maliyetleri düşer, dolayısıyla toplam maliyet azalır. Azalan toplam maliyet firmanın rekabet gücünü artırır. Günümüz şartlarında firmaların kâr marjları oldukça düşüktür. Bu düşük kâr marjlarında maliyetleri düşürebilmek firmaların güçlenmesi açısından çok önemlidir. Nitelik sağlamaktan bir adım ileriye gidildiğinde firmanın sektördeki rekabet gücü ve diğer firmalara kıyasla bulunduğu yerin tespit edilmesi gelir. Firma sektörde gelişimini tamamlamak ve hak ettiği yeri bulabilmek amacıyla kendi çalışmalarının yanında sektördeki diğer firmaların da neler yaptığı ile yakından ilgilenmelidir.

11.5. Sektördeki Uygulamaları Taramak

Firma yurtiçi ve yurtdışındaki sektörde çalışan firmaların nitelik sağlama sistemlerini tüm bileşenlerine kadar taramalı, bunları inceleyip irdeleyerek kendisi için en uygun olan sistemi oluşturmalıdır. Böylece firmanın nitelik seviyesini daha yukarılara çekebilmek için gerekli olan nitelik yönetim sistemi tasarlanmış olur.

11.6. En İyi Uygulamaları Şirket Nitelik Yönetim Sistemine Uyarlamak

Sektörde yapılan incelemenin sonucunda elde edilen uygulamalar, nitelik düzeyini yükseltmek isteyen firmanın yönetim sistemine uygun bir şekilde uyarlanmalıdır. Diğer firmalarda uygulanan her sürecin her firma için faydalı yada gerekli olduğu gibi bir önyargıya kapılmamalıdır.

11.7. Dahili ve Harici Karşılaştırma (Benchmarking)

Firmanın başkalarıyla karşılaştırması yapılırken firmanın kendisine ait diğer işletmelerle yada başka firmalara ait işletmelerle mevcut firmanın karşılaştırılması da yapılmalıdır.

11.8. Sektörel ve Sektör Dışı Karşılaştırma (Bencmarking)

Firmanın başkalarıyla karşılaştırması yapılırken hazır beton sektöründeki uygulamaların incelenmesinin yanında benzer özelliklere sahip sektör dışı firmaların nitelik ve nitelik denetimi sağlamak için kurdukları sistemler incelenip şirket yönetim sistemine uyarlanması sağlanabilir.

12. HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ ORTAKLIĞI

Hazır beton üretilip ve müşteriye teslim edildiğinde yarı mamul durumda olduğundan tasarımda öngörülen özellik ve nitelik düzeylerin sağlanabilmesi için nitelik denetim ve sağlama faaliyetlerinin müşteri tarafından da üretim sürecindeki kadar duyarlı biçimde devam ettirilmesi gereken bir üründür. Örneğin yedek parça üreten bir firmanın müşterisi olan diğer bir firmanın satın aldığı mamulleri kullanırken özel bir özen göstermesine gerek yoktur. Fakat hazır beton sektörü müşterisinin teslim ânında yarı mamul durumunda olan betonu satın aldıktan sonra yerleştirme ve bakım işlemleri hakkında yeterli bilgi, donanım ve personele sahip olması gerekir. Nitelikli bir beton niteliksiz bir müşteri şantiye ekibi tarafından kolaylıkla niteliksiz hale getirilebilir.

Hazır beton firması müşteri beklentilerini, basma, eğme, çekme dayanımı gibi mühendislik özelliklerini belirleyebilmeli, farklı ihtiyacı olan müşterilere farklı özellikte betonlar üretebilmeli, müşterilerinin aldıkları betondan en üst düzeyde verim elde edebilecek şekilde yönlendirmelidir. Zaman zaman düzenleyeceği eğitim çalışmaları ile müşterilerinin bilgi ve bilinç düzeyini yükseltmekten korkmamalıdır. Çünkü bir firmanın nitelik düzeyini yükseltmede en büyük tetikleyicisi yüksek nitelik beklentileri olan müşterileridir. Daha önce de belirtildiği gibi yükselen nitelik denetim düzeyi ile yaklaşık aynı maliyetlerde, hattâ daha düşük tutarda hammadde kullanımı ile aynı tesis ve aynı personel ile daha nitelikli üretim yapılabilmektedir. Ülkemizde yılda yaklaşık 30.000.000 m³ beton üretildiği düşünülürse; nitelik denetim faaliyetleri ile 5 kg/m³ çimento tasarrufu sağlansa yıllık yaklaşık 15 000 000 YTL özkaynaklardan tasarruf sağlanmış olmaktadır. Ayrıca hazır beton sektörünün toplam ciroya oranla kârlılığı diğer sektörlerle kıyasla düşük olduğundan uygulanacak olan nitelik denetim faaliyetlerinin geri dönüşü çok daha kârlı olmaktadır.

Müşteri beklentilerini ortaya çıkarmak, müşteri tatminini sağlamak firma için müşterisinin bir sonraki işinde yine onu tercih etmesi, çevresindekilere önermesi gibi olumlu gelişmeler de sağlar.

Hazır beton firması kalıba yerleştirilerek sıkıştırılmış nihâî ürünün niteliğini yükseltmek için müşterilerine gerekli sıkıştırma ve bakım işlemleri ile ilgili teknik destek vermeli, onları çeşitli eğitimlerle bilinçlendirmelidir. Unutulmamalıdır ki bir su deposu betonu ile bir deniz yapısının betonu aynı özelliklerde olamaz. Betonun dayanımına ek olarak kullanım amacı için gerekli çevresel zararlı etki ve geçirimsizlik özelliklerinin de belirli güvenlik düzeylerinde sağlanması gerekebilir. Mekanik dayanım özeliği açısından yeterli olan bir beton geçirimsizliğin önemli olduğu başka bir amaç için yetersiz olarak değerlendirilebilir. Hazır beton firması daha da ileriye giderek sıkıştırma ve yerleştirme işlemleri ile betonun nihâî nitelik düzeyini yükselten; daha doğrusu olması gereken nitelik düzeyinde tutmaya çalışan müşterilerine uygun maddî destek verebilir.

12.1. Uygun Tedarikçi Özelliklerinin Belirlenmesi

Hazır beton üretiminde nihâî ürün kullanılan hammadde özelliklerinden fazlaca etkilenmektedir. Bu nedenle hammadde niteliği ve hammadde sevkıyat niteliği oldukça ön plana çıkmaktadır. Hazır beton tesisi bütünsel nitelik sağlama faaliyetlerinin ilk adımı olarak üretimde kullanacağı hammaddelerin nitelik özelliklerini belirlemeli ve bu niteliklere uygun üretim yapan en yakındaki tedarikçileri tespit etmelidir. Öncelikle nitelik yönünden incelenen tedarikçiler daha sonra fiyat ve kapasite açısından da değerlendirilerek en uygun tedarikçi ile sözleşme imzalanmalıdır. İdeal olan tek tedarikçi ile çalışarak tedarikçi niteliğinin yükseltilmesidir. Günümüzde gereken nitelik düzeyini sürekli olarak sağlayacak hammadde

tedarikçisi bulmanın güç olması nedeniyle; acil durumlar için başka bir tedarikçi ile de sözleşme imzalanmasında yarar olmaktadır.

12.2. Tedarikçi Eğitimlerinin/Danışmanlığının Planlanması Becerilerinin Geliştirilmesi

Hazır beton sektörüne hammadde temin eden firmalar gereken nitelik düzeyini yakalamakta zorlandıkları için hazır beton firmalarının mevcut bilgi ve becerilerini hammadde ve hizmet tedarik ettikleri firmalara aktarabilecekleri sistemler kurmaları, belirli dönemlerde tedarikçi tesislerini ziyaret ederek bir nevi işbaşı eğitimi vermeleri gerekmektedir. Gerektiğinde düşük nitelikli hammadde ile üretilen deneme betonlarından elde edilen sonuçlar hakkında hammadde tedarikçileri bilgilendirilmeli, nitelik denetim faaliyetleri ve iyileştirme çabaları ile ilgili görüşleri alınmalı, katılımları sağlanmalıdır.

12.3. Tedarikçi Ortaklığının Uzun Süreli Devam Etmesine Yönelik Çalışmalar

Tedarikçiler ile olan ilişkilerin uzun süreli olması hem firmaların birbirlerinin nitelik iyileştirme sistemlerini tanımaları hem de bu sistemlerinin birbirine tümleştirilebilmesi için yeterli süreyi sağlayacaktır. İlişkinin uzun süreli olması için her iki tarafın da çaba göstermesi gereklidir. Bu ortaklığın ilerleyen zamanlarında hazır beton firmasının hammadde özelliklerinin değişkenliklerinden kaynaklanan kayıpları ve toplam hammadde giderleri düşecek, maddî durumu iyileşecektir; firma tedarikçisini değerlendirirken elde ettiği bu kazancı göz ardı etmeyecektir.

12.4. Tedarikçi Teşvik Sistemlerinin Tasarlanması

Tedarikçilerin hazır beton üreticisi firmanın nitelik sistemine olan intibakları ve yararlı etkileri değerlendirilerek uygun biçim ve düzeyde maddî ve manevî araçlarla başarı paylaşılarak teşvik edilmelidir. Takdir ve ödül toplantıları düzenlenmelidir. Unutulmamalıdır ki iyileşme her iki tarafa da maddi kazanç ve saygınlık sağlayacaktır.

12.5. Tedarikçilerin Onaylanması ve Onaylı Tedarikçilerin Hazırlanması

Ülkemizde Türkiye Hazır Beton Birliği Derneği tarafından olarak kurulan ve birlikten bağımsız duruma gelmesi sağlanan Kalite Güvence Sistemi İktisadi İşletmesi (KGSİİ) hazır beton üreticisi firmalardan kendi belirlediği Kalite Güvence Sistemi (KGS) ölçütlerine uygun olarak hizmet verenlere KGSne uygun olarak üretim yaptığına dair bir belge vermektedir. Bu sistemin ve belgelendirmenin benzeri hammadde tedarikçileri tarafından yine KGSİİ tarafından verilebilir. Böylece nitelikli hammadde üreticileri belgelenmiş, denetim altına alınmış ve teşvik edilmiş olacaktır.

12.6. Tedarikçi ve Üretici Firma Nitelik Denetim Sistemlerinin Tümlleştirilmesinin Sağlanması

Tedarikçilerin kuracakları nitelik sağlama sistemlerinin hazır beton üreticisi firmaların nitelik sistemleri ile tümlleştirilmeleri (entegrasyonu) sağlanmalıdır. Bu tümlleştirme ile hammadde üreticisi firmanın elde ettiği sağlıklı veriler hazır beton üreticisi için kaynak veriler olarak kullanılabilir. Aynı şekilde hazır beton üreticisinin belirli özellik ve nitelikteki hammaddeyi kullanarak elde ettiği betonların özellik ve nitelikleri hammadde üreticisi olan firma nitelik sistemi için değerli veri tabanı oluşturacaktır.

12.7. Daha Ucuz Fiyatlarla Hizmet Veren Tedarikçi Yerine Tedarikçi Hizmet Fiyatlarını Düşürmeye Yönelik Çalışmalar

Önceki bölümde tedarikçilerin nitelik, fiyat ve kapasite açısından değerlendirilmesi ve buna göre karar verilmesi gerektiği belirtilmişti. Ülke koşulları ve sektörde yaşanan mâlî sıkıntılar nedeniyle hazır beton firmaları hammadde tedarikçilerinin fiyatlarını düşürmeye, yada tedarikçiler arasında fiyatı düşük olanlara öncelik vermektedirler. Fiyatları düşürmeye çalışmak yada tedarikçilere bu yönde baskı uygulamak sanılanın aksine her iki firma için de çoğunlukla niteliğin düşmesine yol açmaktadır. Bunun yerine her iki firma birlikte niteliklerini nasıl yükseltebileceklerini, bunun kendilerine ne gibi kazançlar sağlayabileceğinden önce ne gibi kayıpları önleyeceğini araştırmalıdır. Bu araştırma sonuçlarını değerlendirerek toplam kayıpları ve maliyetleri bir amaç fonksiyon içerisinde birleştirerek en uygun özellik ve nitelik düzeylerini belirlemelidirler.

12.8. Tedarikçilerle Birlikte Ulaşılabilecek Hedeflerin Ortaya Koyulması

Tedarikçilerle yapılan nitelik sağlama ve iyileştirme çalışmalarında ulaşılabilecek hedefler belirli bir takvim dahilinde planlanmalı, ölçülmeli, gözden geçirilmeli (revize edilmeli) ve kayıt edilmelidir. Bir kronoloji oluşturularak kaydedilen nitelik iyileşmeleri ve sağladığı kazançlar sayısal olarak takip edilmelidir. Maliyetlerin ve kayıpların azalması sonucu ortaya çıkan kazançların zamanla sayısal olarak değişimini görmek nitelik sağlama sisteminin değerini ve ona ayrılan kaynağın önemini daha kolay açıklayacaktır. Bütünsel nitelik yönetiminin etkinliğiyle sağlanan iyileşme ve başarı paylaşılarak başlı başına bir teşvik unsuru oluşturmaktadır.

13. NİTELİK DENETİM DÜZEYİNİ ETKİLEYEN ETMENLER

13.1. Üst Yönetimin Kararlılığı

Nitelik denetim faaliyetleri üst yönetim tarafından hazırlanacak ve desteklenecek bir şekilde planlanmalıdır. Etkin bir bütünsel nitelik yönetiminin öncelikli hedefinin kayıpları azaltarak kârlılığı, şirket itibarını ve satışları artırmak olduğunun bilincinde olmalıdır. Üst yönetim nitelik düzeyini yükseltme kararında samimi olmalı, bunu yazılı ve sözlü olarak tüm personele duyurmalı, yaptığı uygulama ile bu kararlılığını ve samimiyetini sürekli göstermelidir. Bu hedefe ulaşmanın ve yapılacak çalışmaların ne kadar önemli olduğunu, çalışan personelin bu konuda yapacaklarının çok gerekli ve değerli olduğunu yalnız söz ve yazı ile değil, hareketleri ile de ifade etmelidir.

13.2. Çalışanların Bilinç Düzeyi ve Katılımı

Nitelik geliştirme faaliyetleri ile ilgili tüm çalışanlar bilinçlendirilmeli ve etkin olarak katılımları sağlanmalı, bunun elde edilmesi için görüşlerinin önemli ve değerli olduğu belirtilmeli ve uygun bir ödüllendirme sistemi kurulmalıdır. Bu ödüllendirme başarının takdir edilmesi biçiminde de olabilir.

13.3. Tedarikçilerin Bilinç Düzeyi ve Katılımı

Hammadde ve hizmet tedarikçilerinin de yapılan uygulamalar ve sağlanan gelişmeler hakkında bilgileri ve bilinç düzeyleri arttırılarak üzerlerine düşen görevle ilgili bilgi ve eğitim verilmeli, nitelik yönetim sisteminin ayrılmaz bir parçası olmaları sağlanmalıdır.

13.4. Elde Edilen Başarıların Tüm Çalışanlarla Paylaşılması

Bütünsel Nitelik denetim faaliyetleri sırasında ortaya koyulan hedefler, izlenen yöntemler, alınan sonuçlar ve yapılması gereken çalışmalarla ilgili şirket personeli, tüm tedarikçiler ve müşteriler konularına uygun biçimde bilgilendirilmelidir. Çalışmalar yapılırken tüm bu birimlerden yardım ve görüş alınmalı, katılım sağlanmalı, çalışmalar herkesin kazanç sağlayacağı bütünsel nitelik yönetimi için gönüllü hale getirilmelidir.

14. DENEY SONUÇLARININ DERLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ - İSTATİSTİKSEL NİTELİK DENETİMİ

14.1. En Uygun Ortalama Dayanımların Belirlenmesi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Gerçek/uygulanan durumda işletme sınır değerlerine göre görünen kayıp maliyetinin hesabı:

Birim hacimdeki beton için görünen kayıp maliyetinin ilk bölümü f_{cm} ortalama dayanımlarının f_{ao} alt denetim sınırının altına düşme maliyeti m_{ao} ile α_{ao} alt denetim sınırının altına düşme olasılığının çarpımı, ikinci bölümü ise f_{cm} ortalama dayanımlarının $f_{üo}$ üst denetim veya işletme denetim sınırının üstüne çıkma maliyeti $m_{üo}$ ile $(1 - \alpha_{üo})$ üst denetim sınırının üstüne çıkma olasılığının çarpımı olarak tanımlanabilir. Bu hesaplarda kullanılacak birim hacimdeki betonda ortalama dayanımların alt denetim sınırının altına düşme ve üst denetim sınırının üstüne çıkma maliyetleri uygunsuzluk kayıtlarından hesaplanabilir. Bu çalışmada bir yıllık dönemde iyileştirilmesi gereken betonların toplam hacimleri alındı, iyileştirme maliyetleri toplamı bu hacme bölünerek m^3 başına fiili alta düşme maliyeti hesaplandı. Üste çıkma maliyeti de bir üst dayanım sınıfında üretim yapma maliyeti olarak alındı.

Dayanım kayıtlarından,

$f_{cmo} \equiv$ gerçekleşen (işletme, operating) ortalama dayanım

$\sigma_o \equiv$ gerçekleşen (işletme, operating) standard sapma

$f_{ao} \equiv$ hedef alt sınır dayanım = $f_{cmo} - 1.48 \cdot \sigma_o$

$f_{üo} \equiv$ hedef üst sınır dayanım (bir üst beton sınıf dayanımı olarak alındı),

$n_{ao} \equiv$ $f_c < f_{ao}$ olan deney sonucu sayısı

$n_{üo} \equiv$ $f_c > f_{üo}$ olan deney sonucu sayısı

$n_{to} \equiv$ toplam deney sonucu sayısı

olmak üzere alt sınırın altına düşme olasılığı

$$n_{ao}/n_{to} = \alpha_{ao} \rightarrow Z_{ao}$$

üst sınırın üstüne çıkma olasılığı

$$n_{üo}/n_{to} = 1 - \alpha_{üo} \rightarrow Z_{üo}$$

olarak hesaplandı.

$M_o \equiv$ gerçekleşen (işletme, operating) ortalama birim maliyet

değerlerinden Görünen Kayıp Maliyeti (YTL/m³ beton)

$$MK_o = \alpha_{ao} \cdot m_{ao} + (1 - \alpha_{üo}) \cdot m_{üo}$$

bağıntısıyla hesaplandı. Burada

$$m_{ao} \equiv f_c < f_{ao} \text{ olmasının birim maliyeti}$$

$$m_{üo} \equiv f_c > f_{üo} \text{ olmasının birim maliyeti}$$

$$m_{ao} = \mu_{ao} \cdot M_o$$

$$m_{üo} = \mu_{üo} \cdot M_o$$

$$\mu_{ao} \equiv f_c < f_{ao} \text{ olmasının oransal maliyeti} \equiv m_{ao}/M_o$$

$$\mu_{üo} \equiv f_c > f_{üo} \text{ olmasının oransal maliyeti} \equiv m_{üo}/M_o$$

Şartname (standard) sınırlarına göre kayıp maliyeti ve irdelemeler

$$f_{cms} \equiv \text{standarda göre hedef dayanım,}$$

$$\sigma_o = \sigma_s \equiv \text{standarda (nitelik denetim düzeyine) göre dayanımların standard sapması (standard sapmanın bilinmemesi durumunda ilgili şartnamelerden veya standartlardan alınan değer),}$$

$$A = 1,48 \text{ TS EN 206-1'de tanımlı.}$$

olmak üzere Standarda Göre Denetim Sınırları

$$f_{as} = f_{cms} - A \cdot \sigma_s \rightarrow f_{as} = f_{cms} - 1,48 \cdot \sigma_s$$

$$f_{üs} = f_{cms} + A \cdot \sigma_s \rightarrow f_{üs} = f_{cms} + 1,48 \cdot \sigma_s$$

biçiminde yazılabilir. Buradan, dayanımların dağılımının Gauss Normal dağılımına uyduğu varsayımıyla

$$z_{as} = -1,48 \rightarrow \alpha_{as} = 0,0694$$

$$z_{üs} = 1,48 \rightarrow \alpha_{üs} = 0,9306$$

yazılabilir.

$$\mu_{ks} = \alpha_{as} \cdot \mu_{as} + (1 - \alpha_{üs}) \cdot \mu_{üs}$$

bağıntısında $\mu_{as} \approx \mu_{ao}$, $\mu_{üs} \approx \mu_{üo}$ alınır (değerlendirme ölçütleri aynı olduğundan ve $\alpha_{üs}$ istenen bir değer olarak seçilebildiği için)

$$\mu_{ko} = MK_o/M_o = \alpha_{as} \cdot \mu_{ao} + (1 - \alpha_{üs}) \cdot \mu_{üo}$$

yazılabilir. Bu toplam

$$\mu_{ko} = \text{Toplam oransal kayıp maliyeti}$$

muhasabe kayıtlarından hesapla tahmin edilebilen bir değerdir.

$$\mu_{üo} = f(\Delta C, \Delta M_{ND}, \dots)$$

beton bileşiminden hesapla tahmin edilebildiğinden ve

$$\mu_{ao} = [\mu_{ko} - (1 - \alpha_{üo}) \cdot \mu_{üo}] / \alpha_{as}$$

olarak tahmin edilebilir. Tersine, μ_{ao} değerinin bilinmesi durumunda μ_{ko} tahmin edilebilir.

μ_{as} ve $\mu_{üs}$ bilindiğine göre μ_{ko} değerini en az yapan f_{cm} değeri veya α_a ve $\alpha_{\bar{u}}$ değerleri belirlenebilmektedir. Bu belirleme işleminin yapılmasında bir tesiste, belirli bir mevsimde (dönemde) tesisin nitelik denetim düzeyini (control standard) gösteren σ_o standard sapmasının değişmediği varsayımıyla bir dönemde belirli bir beton sınıfı için

$$\Delta Z = Z_{\bar{u}} - Z_a \equiv \text{sabit}$$

alınabilir ve Z_a belirlendiğinde $Z_{\bar{u}} = Z_a - \Delta Z$, α_a ve $\alpha_{\bar{u}}$ hesaplanır. Ortalama dayanım f_{cm} değiştirilerek

$$Z_a = (f_{ao} - f_{cm}) / \sigma_o \text{ ve } Z_{\bar{u}} = Z_a - \Delta Z,$$

bu değerlendirmeden α_a , $\alpha_{\bar{u}}$, ve bunlardan da

$$\mu_k = \alpha_a \cdot \mu_{ao} + (1 - \alpha_{\bar{u}}) \cdot \mu_{\bar{u}o}$$

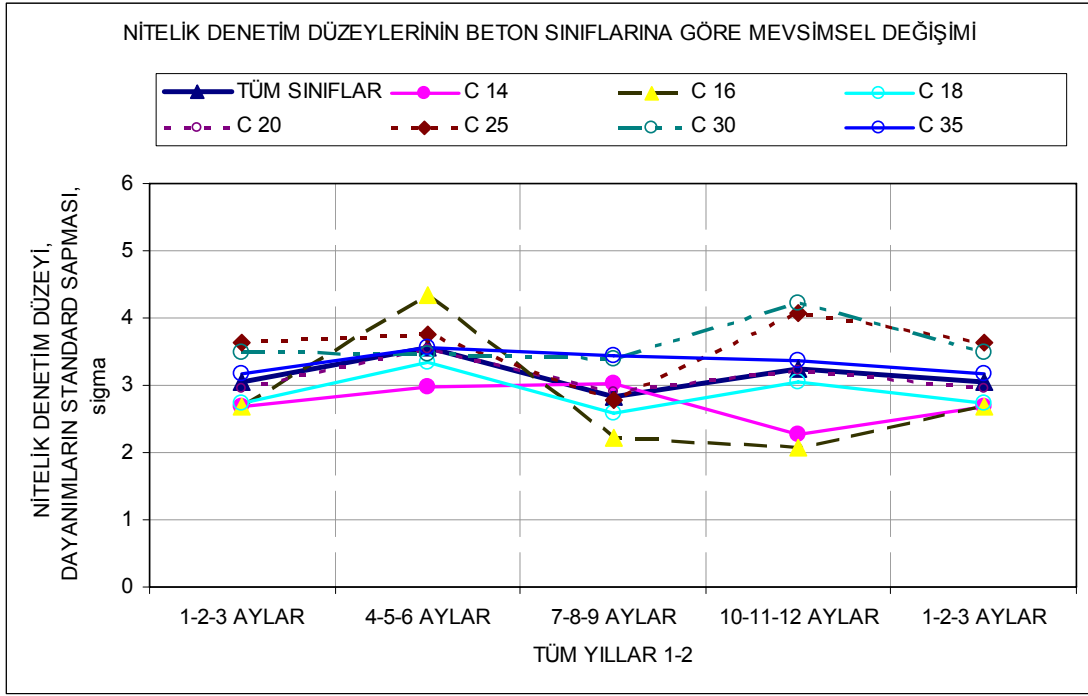
hesaplanabilir. Çeşitli yollardan ve veri kaynaklarından elde edilen değerlerin uyum ve uyumsuzluğundan yararlanılarak hatâ kaynakları ve tahminlerde kullanılan parametrelerin yeterlilik düzeyleri belirlenir ve nitelik yönetiminde iyileşme elde edilebilir.

14.2. Deney Sonuçları Çizelgeleri

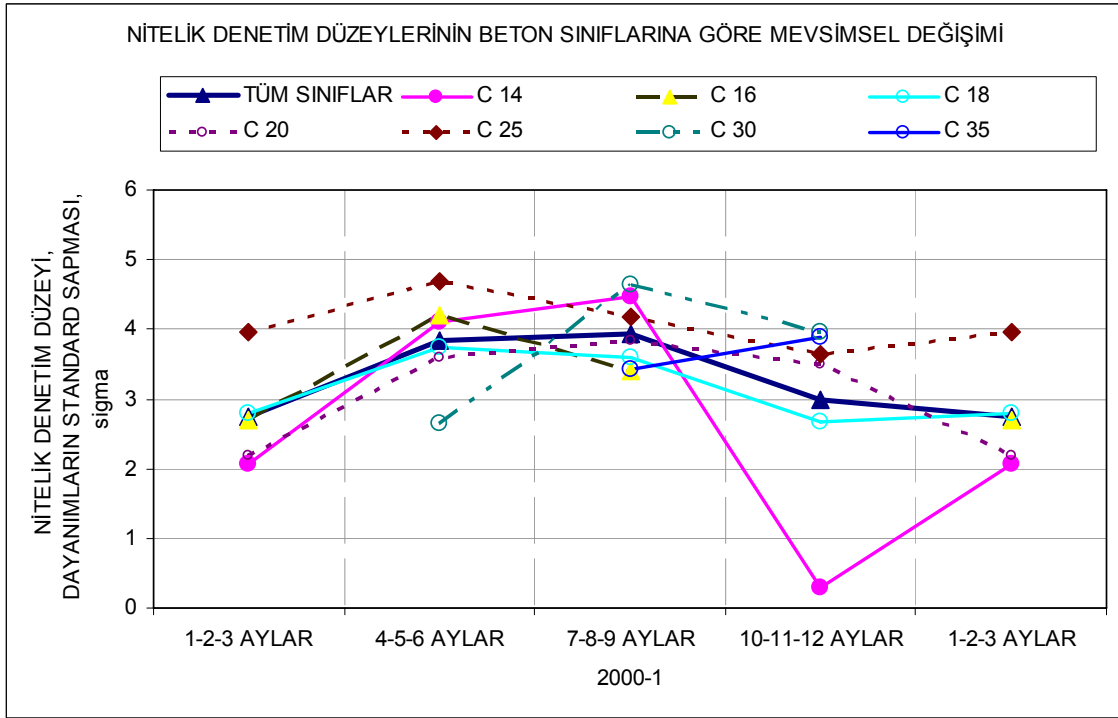
Laboratuvar deney sonucu kayıtlarından değerlendirmeye elde edilen deney sonuçları Çizelge 12 , Çizelge 13, Çizelge 14’te verilmiştir.

14.3. SONUÇLARIN TARTIŞILMASI VE İRDELENMESİ

Deney sonuçları derlenip incelendiğinde 4-5-6. ve 10-11-12. aylara karşılık gelen 2. ve 4. dönemlerde standard sapmaların genellikle daha yüksek ve değişkenliklerinin daha fazla olduğu görülmektedir . Bu durum tüm yıllar, tüm beton sınıfları ve her iki santral için de geçerli olmaktadır. Aşağıdaki örnek grafiklerde bu durum rahatlıkla görülebilmektedir. Her iki santralde 1998-2004 yıllarında dayanımların standard sapmalarının değişimleri Şekil 3’te görülmektedir. (Şekil 4, 5).



Şekil 3. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimlere göre Değişimi, 1998-2004 yılları



Şekil 4. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimlere göre Değişimi, 1. Tesiste 2000 Yılı

Çizelge 12.Deney Sonuçları Çizelgesi Devamı

Beton		7-8-9 AYLAR				10-11-12 AYLAR					
İNTR	YIL	Sınıfı	KAR. DAYANIMI, f _{ck} =	STANDART SAPMA, σ =	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIM, f _{cm} =	MINİMUM MALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIM, f _{ca} m	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIM, f _{ca} s (Z=1,4758)	STANDART SAPMA, σ =	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIM, f _{cm} =	MINİMUM MALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIM, f _{ca} m	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIM, f _{ca} s (Z=1,4758)
			MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
1	1999	C 14	16					3.11	20.45	22.56	20.59
1	2000	C 14	16	4.47	23.03	25.42	22.597	0.28	18.48	16.59	16.413
1	2001	C 14	16	1.86	20.89	19.92	18.745	4.33	19.05	25.13	22.39
1	2002	C 14	16	3.57	19.95	23.53	21.269	0.45	22.16	16.95	16.664
1	2003	C 14	16	2.21	17.79	20.86	2.21				
1	2004	C 14	16								
1	1999	C 16	20					3.2	22.55	26.75	24.723
1	2000	C 16	20	3.4	23.88	27.17	25.018				
1	2001	C 16	20	1.31	21.58	22.76	21.933				
1	2002	C 16	20	2.09	21.94	24.41	23.084				
1	2003	C 16	20								
1	2004	C 16	20								
1	1999	C 18	22.5	2.43	22.06	27.62	26.086	2.63	22.97	27.83	26.234
1	2000	C 18	22.5	3.6	25.45	30.09	27.813	2.68	25.63	28.15	26.455
1	2001	C 18	22.5	2.89	24.95	28.59	26.765	1.99	21.58	26.69	25.437
1	2002	C 18	22.5	2.67	23.64	28.55	26.736				
1	2003	C 18	22.5	1.98	22.6	26.67	25.422				
1	2004	C 18	22.5								
1	1999	C 20	25	2.56	24.41	30.4	28.778	3.67	27.38	32.74	30.416
1	2000	C 20	25	3.65	29.22	33.12	30.682	3.49	28.93	32.36	30.151
1	2001	C 20	25	2.75	27.92	30.8	29.058	2.19	25.8	29.62	28.232
1	2002	C 20	25	2.35	27.76	29.95	28.468	2.89	28.61	31.09	29.265
1	2003	C 20	25	2.93	28.8	31.18	29.324	3.68	29.88	32.76	30.431
1	2004	C 20	25	3.02	30.43	31.37	29.457				
1	1999	C 25	30								
1	2000	C 25	30	4.17	35.22	38.79	36.154	3.64	34.69	37.67	35.352
1	2001	C 25	30	3.33	34.95	37.02	34.914	3.27	31.8	36.89	34.826
1	2002	C 25	30	2.47	32.86	35.21	33.645	3.04	35.61	36.41	34.486
1	2003	C 25	30	2.67	33.77	35.63	33.94	3.93	35.86	38.28	35.8
1	2004	C 25	30	2.37	36.01	35	33.498				
1	1999	C 30	37					4.55	40.58	46.17	43.42
1	2000	C 30	37	4.63	43.64	46.76	43.83	3.86	40.79	45.35	42.844
1	2001	C 30	37	3.32	38.19	44	41.9				
1	2002	C 30	37	2.65	38.02	43.01	41.206	3.68	41.52	44.76	42.431
1	2003	C 30	37	3.19	43.48	43.72	41.708	4.85	46.32	47.22	44.158
1	2004	C 30	37								
1	1999	C 35	45								
1	2000	C 35	45	3.43	48.06	52.23	50.062	3.88	46.35	53.18	50.726
1	2001	C 35	45					2.83	52.05	50.97	49.176
1	2002	C 35	45								
1	2003	C 35	45								
1	2004	C 35	45								

Çizelge 12. Deney Sonuçları Çizelgesi Devamı

MTR	YIL	Sınıf	MPa	KAR DAYANIMI, f _{ck} =	1-2-3 AYLAR				4-5-6 AYLAR					
					STANDART SAPMA, σ =	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIMI, f _{cm} =	MINİMUM MALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIMI, f _{cm} =	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIMI, f _{ca s} (Z=1,4788)	STANDART SAPMA, σ =	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIMI, f _{cm} =	MINİMUM MALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIMI, f _{cm} =	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIMI, f _{ca s} (Z=1,4788)		
			MPa		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
2	1999	C14	16											
2	2000	C14	16											
2	2001	C14	16							3,6	25,46		23,59	21,313
2	2002	C14	16											
2	2003	C14	16											
2	2004	C14	16											
2	1999	C16	20											
2	2000	C16	20		19,09	26,64	24,649		6,35	22,27		33,39		29,37
2	2001	C16	20		26,37	24,78	23,35							
2	2002	C16	20											
2	2003	C16	20											
2	2004	C16	20											
2	1999	C18	22,5											
2	2000	C18	22,5											
2	2001	C18	22,5		29,93	27,37	25,909		4,72	37,45		32,45		29,466
2	2002	C18	22,5		23	23,13	22,943		2,84	27,5		28,49		26,691
2	2003	C18	22,5		26,72	28,95	27,016							
2	2004	C18	22,5						3,09	30,6		29,01		27,06
2	1999	C20	25											
2	2000	C20	25											
2	2001	C20	25		35,36	36	32,704		6,72	30,06		38,17		34,917
2	2002	C20	25		27,11	30,99	29,191		3,62	32,39		32,63		30,342
2	2003	C20	25		28,19	29,81	28,365		2,64	28,05		30,56		28,696
2	2004	C20	25		29,91	30,35	28,749		2,57	25,24		30,42		28,793
2	1999	C25	30						3,53	35		32,44		30,21
2	2000	C25	30		31,02	40,67	37,468		4,89	36,39		40,31		37,217
2	2001	C25	30						2,85	38,96		38,01		34,206
2	2002	C25	30						4,33	34,97		39,13		36,39
2	2003	C25	30		3,84	38,09	35,667		3,27	31,32		36,89		34,826
2	2004	C25	30		2,84	34,68	34,191		3,58	41,93		37,55		35,283
2	1999	C30	37											
2	2000	C30	37											
2	2001	C30	37											
2	2002	C30	37											
2	2003	C30	37											
2	2004	C30	37											
2	1999	C35	45											
2	2000	C35	45											
2	2001	C35	45											
2	2002	C35	45											
2	2003	C35	45											
2	2004	C35	45											

Çizelge 12.Deney Sonuçları Çizelgesi Devamı

		7-8-9 AYLAR				10-11-12 AYLAR			
Beton		STANDART SAPMA, $\sigma =$	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIMI, f_{cm}	MINİMUM İMALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIMI, f_{cm}	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIMI, f_{ca} s (Z=1,4768)	STANDART SAPMA, $\sigma =$	UYGULANAN ORTALAMA DAYANIMI, f_{cm}	MINİMUM İMALİYETE GÖRE ORTALAMA DAYANIMI, f_{cm}	STANDARDA GÖRE UYGULANMASI YETERLİ OLAN ORTALAMA DAYANIMI, f_{ca} s (Z=1,4768)
MTR	YIL	MPa	Mpa	MPa	MPa	MPa	Mpa	MPa	MPa
2	1999					3,24	18,92	22,83	20,782
2	2000								
2	2001								
2	2002								
2	2003								
2	2004								
2	1999					1,8	23,39	23,79	22,656
2	2000	2,02	23,82	24,26	22,981				
2	2001								
2	2002					1,22	23,63	22,57	21,8
2	2003								
2	2004								
2	1999	2,22	23,3	27,18	25,776	3,59	24,81	30,07	27,798
2	2000	2,71	24,76	28,21	26,499	3,4	28,14	29,67	27,518
2	2001	2,81	27,6	28,42	26,647				
2	2002	2,24	25,06	27,22	25,806				
2	2003	2,19	25,13	27,12	25,732	4,06	29,79	31,06	28,492
2	2004								
2	1999					3,08	27,5	31,49	29,545
2	2000	3,33	28,38	32,02	29,914	2,52	31,88	30,11	28,719
2	2001	2,92	29,7	31,16	29,309	3,44	28,34	32,25	30,077
2	2002	2,81	28,67	30,92	28,1	3,16	28,63	31,66	29,664
2	2003	3,19	26,7	31,72	29,708	3,97	32,26	33,37	30,859
2	2004	2,34	33,5	29,93	28,453				
2	1999								
2	2000	2,49	34,51	35,25	33,675	2,55	39,1	35,98	33,763
2	2001	2,9	38,26	36,11	34,28				
2	2002	1,77	33,39	33,73	32,612	7,42	37,2	45,64	40,95
2	2003	3,19	33,27	36,72	34,708	4,64	36,98	39,78	36,848
2	2004	2,29	39,19	34,83	33,338				
2	1999								
2	2000								
2	2001								
2	2002	2,95	40,4	43,22	41,354				
2	2003								
2	2004								
2	1999								
2	2000								
2	2001								
2	2002								
2	2003								
2	2004								

Çizelge 13. Mevsimsel Bağlı Fark Analizleri

	TÜM YIL				1-2-3 AYLAR				4-5-6 AYLAR			
	STANDARD DAYANIMINDAN		MIN. KAYIP MALİYET DAYANIMINDAN		STANDARD DAYANIMINDAN		MIN. KAYIP MALİYET DAYANIMINDAN		STANDARD DAYANIMINDAN		MIN. KAYIP MALİYET DAYANIMINDAN	
	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	$f_{e,m,u} - f_{e,s}$	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	$f_{e,m,u} - f_{e,s}$	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	$f_{e,m,u} - f_{e,s}$	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	$f_{e,m,u} - f_{e,s}$	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	$f_{e,m,u} - f_{e,s}$	BAGIL FARK, $(f_{e,m,u} - f_{e,s})/f_{e,s}$	
TÜM BETON SINIFLARI	-0,0127	0,0085	-0,0757	-0,0572	-0,0093	0,0104	-0,0680	-0,0834	-0,0131	0,0095	-0,0797	-0,0968
C 14	0,0645	0,0932	-0,0187	0,0054	0,02788937	0,05506754	-0,051435363	-0,071625468	0,08999499	0,12109758	0,000302929	-0,022262589
C 16	-0,0641289	-0,0438546	-0,123985188	-0,106494883	-0,0385131	-0,0175026	-0,100974197	-0,117185509	-0,1343284	-0,1072035	-0,211443113	-0,230744145
C 18	-0,0684694	-0,0469296	-0,132226482	-0,113574078	-0,0382859	-0,0193454	-0,09422992	-0,10902279	-0,0158197	0,00821752	-0,086510045	-0,104734745
C 20	-0,0429047	-0,0207469	-0,108451416	-0,089277599	-0,007614	0,01190897	-0,065964715	-0,081248058	-0,037632	-0,0156338	-0,10283489	-0,119339713
C 25	0,00263293	0,02451176	-0,062289117	-0,043285218	-0,0210178	-0,0013646	-0,079812737	-0,095190074	0,00541474	0,02630954	-0,056956019	-0,073211647
C 30	0,01625803	0,03423527	-0,037947074	-0,021922365	0,0599	0,0772	0,0071	-0,0069	-0,01193	0,00410298	-0,060669144	-0,073574893
C 35	0,03687805	0,04918109	-0,001081521	0,010247997	0,02972616	0,04262791	-0,010091784	-0,020881812	0,01396211	0,02806265	-0,029344512	-0,041039157
TÜM BETON SINIFLARI	-0,0127	0,0085	-0,0757	-0,0572	-0,0093	0,0104	-0,0680	-0,0834	-0,0131	0,0095	-0,0797	-0,0968
C 14	0,0645	0,0932	-0,0187	0,0054	0,02788937	0,05506754	-0,051435363	-0,071625468	0,08999499	0,12109758	0,000302929	-0,022262589
C 16	-0,0641289	-0,0438546	-0,123985188	-0,106494883	-0,0385131	-0,0175026	-0,100974197	-0,117185509	-0,1343284	-0,1072035	-0,211443113	-0,230744145
C 18	-0,0684694	-0,0469296	-0,132226482	-0,113574078	-0,0382859	-0,0193454	-0,09422992	-0,10902279	-0,0158197	0,00821752	-0,086510045	-0,104734745
C 20	-0,0429047	-0,0207469	-0,108451416	-0,089277599	-0,007614	0,01190897	-0,065964715	-0,081248058	-0,037632	-0,0156338	-0,10283489	-0,119339713
C 25	0,00263293	0,02451176	-0,062289117	-0,043285218	-0,0210178	-0,0013646	-0,079812737	-0,095190074	0,00541474	0,02630954	-0,056956019	-0,073211647
C 30	0,01625803	0,03423527	-0,037947074	-0,021922365	0,0599	0,0772	0,0071	-0,0069	-0,01193	0,00410298	-0,060669144	-0,073574893
C 35	0,03687805	0,04918109	-0,001081521	0,010247997	0,02972616	0,04262791	-0,010091784	-0,020881812	0,01396211	0,02806265	-0,029344512	-0,041039157

Çizelge 13. Mevsimsel Bağlı Fark Analizleri Devamı

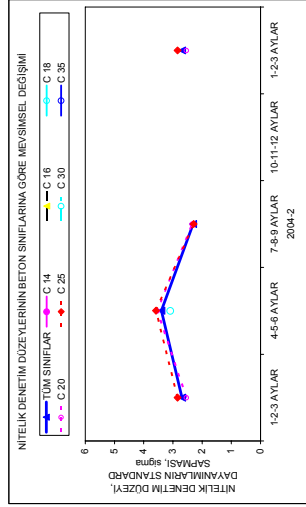
		7-8-9 AYLAR			10-11-12 AYLAR			
TÜM BETON SINIFLARI	STANDARD DAYANIMINDAN BAĞIL FARK, $(f_{cm,u} - f_{ca,S})/f_{ca,S}$	MIN. KAYIP MALİYET DAYANIMINDAN BAĞIL FARK, $(f_{cm,u} - f_{ca,MKmin})/f_{ca,MKmin}$	STANDARD DAYANIMINDAN BAĞIL FARK, $(f_{cm,u} - f_{ca,S})/f_{ca,S}$	MIN. KAYIP MALİYET DAYANIMINDAN BAĞIL FARK, $(f_{cm,u} - f_{ca,MKmin})/f_{ca,MKmin}$				
		0,070	0,100	0,070	0,100	0,070	0,100	0,070
	-1,476	-1,282	-1,476	-1,282	-1,476	-1,282	-1,476	-1,282
TÜM BETON SINIFLARI	-0,0190	-0,0005	-0,0746	-0,0891	-0,0120	0,0081	-0,0714	-0,0871
C 14	-0,0011972	0,02762597	-0,084096913	-0,10479556	0,04203646	0,06251946	-0,017087493	-0,031913758
C 16	-0,0186634	-0,0005518	-0,073064917	-0,087307591	0,00947449	0,02668007	-0,042286045	-0,056001478
C 18	-0,0712137	-0,0531455	-0,125404261	-0,139659608	-0,3439	-0,2777	-0,3736	-0,3251
C 20	-0,0205929	-0,0014102	-0,078181924	-0,093263388	-0,0273274	-0,0065804	-0,08844871	-0,105211707
C 25	0,03519793	0,05160544	-0,014724439	-0,027986991	0,00749244	0,029447	-0,057452594	-0,07427617
C 30	-0,0301648	-0,0147418	-0,077105146	-0,089598167	-0,0214608	-0,0025641	-0,078267835	-0,093190869
C 35	-0,0399897	-0,0270413	-0,079839173	-0,090461771	-0,013918	-0,0010454	-0,053621403	-0,064163311
TÜM BETON SINIFLARI	-0,0190	-0,0005	-0,0746	-0,0891	-0,0120	0,0081	-0,0714	-0,0871
C 14	-0,0011972	0,02762597	-0,084096913	-0,10479556	0,04203646	0,06251946	-0,017087493	-0,031913758
C 16	-0,0186634	-0,0005518	-0,073064917	-0,087307591	0,00947449	0,02668007	-0,042286045	-0,056001478
C 18	-0,0712137	-0,0531455	-0,125404261	-0,139659608	-0,0353	-0,0110	-0,0888	-0,0965
C 20	-0,0205929	-0,0014102	-0,078181924	-0,093263388	-0,0273274	-0,0065804	-0,08844871	-0,105211707
C 25	0,03519793	0,05160544	-0,014724439	-0,027986991	0,00749244	0,029447	-0,057452594	-0,07427617
C 30	-0,0301648	-0,0147418	-0,077105146	-0,089598167	-0,0214608	-0,0025641	-0,078267835	-0,093190869
C 35	-0,0399897	-0,0270413	-0,079839173	-0,090461771	-0,013918	-0,0010454	-0,053621403	-0,064163311

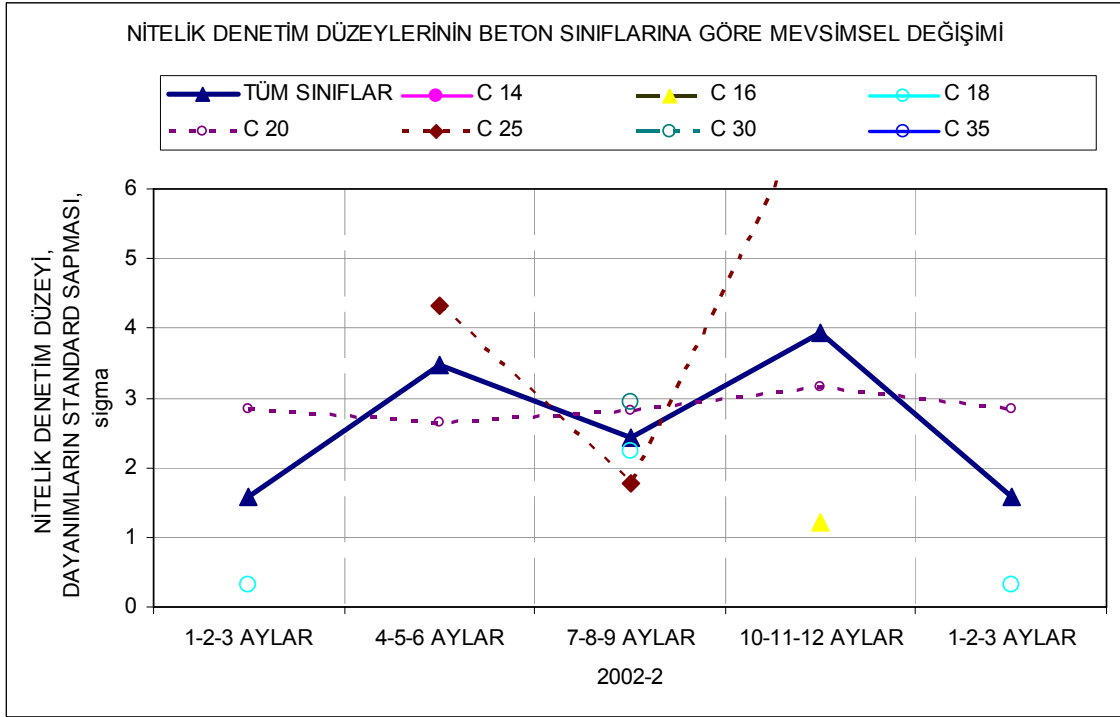
DONEMLERE GORE ORTALAMA STANDART SAPIMALAR

SINIF	YIL	YILLIK	1-2-3 AYLAR	4-5-6 AYLAR	7-8-9 AYLAR	10-11-12 AYLAR	1-2-3 AYLAR
TUM SINIFLAR	2004-2	3,7	2,69	3,4	2,31		2,69
C 14	2004-2						
C 16	2004-2						
C 20	2004-2	3,01	2,64	3,09	2,34		2,64
C 25	2004-2	3,65	2,84	3,53	2,29		2,84
C 30	2004-2	4,34	2,84	3,58	2,29		2,84
C 35	2004-2						
ORTALAMA	σ_m	3,67	2,69	3,40	2,32		2,69
STDSAPIMA	s_k	0,67	0,21	0,27	0,04		0,21
DEGISKENLIK	V_k	0,18	0,08	0,08	0,02		0,08
GUVENLIK SIMITLARI, $f_{k,0.95}$	V_k	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05
$f_{k,0.95}$	$f_{k,0.95}$	0,80	-0,01	2,24	1,87		-0,01
$f_{k,0.975}$	$f_{k,0.975}$	6,53	5,39	4,56	2,76		5,39
$f_{k,0.99}$	$f_{k,0.99}$	5,72	5,39	2,32	0,90		5,39
$f_{k,0.995}$	$f_{k,0.995}$	52,86	±2,70	±1,16	±0,45		±2,70

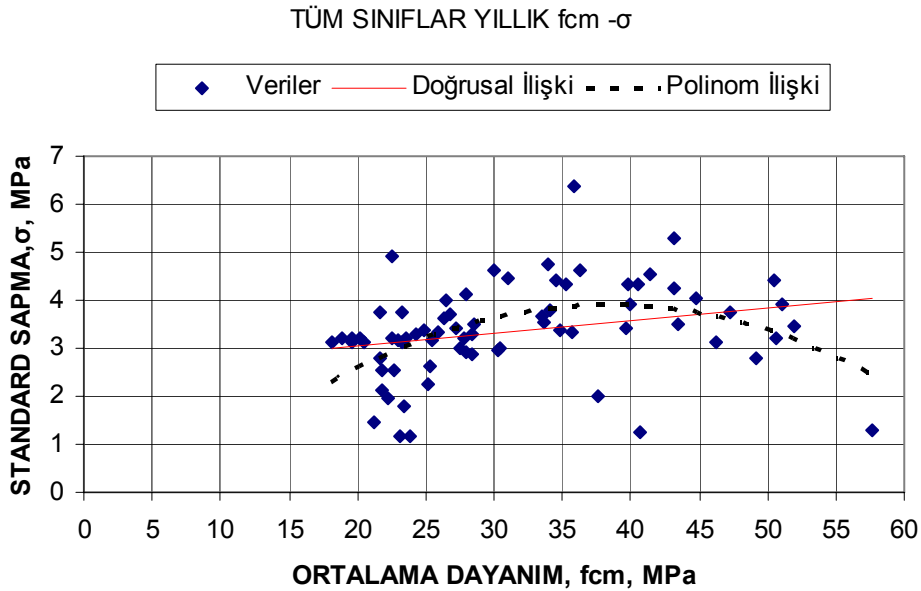
STANDART SAPIMALARININ ORTALAMA STANDART SAPIMASININ YAKLASIK %100'UNE EROLMASI IZIN VERILIR. STANDART SAPIMALARININ ORTALAMA STANDART SAPIMASININ YAKLASIK %100'UNE EROLMASI IZIN VERILIR. STANDART SAPIMALARININ ORTALAMA STANDART SAPIMASININ YAKLASIK %100'UNE EROLMASI IZIN VERILIR.

σ_m	s_k	V_k	GUVENLIK SIMITLARI, $f_{k,0.95}$	$f_{k,0.975}$	$f_{k,0.99}$	$f_{k,0.995}$
2,80	0,55	0,20	0,05	0,42	4,34	3,92
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2,80	0,55	0,20	0,05	0,42	4,34	3,92
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2,80	0,55	0,20	0,05	0,42	4,34	3,92
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2,80	0,55	0,20	0,05	0,42	4,34	3,92
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2,80	0,55	0,20	0,05	0,42	4,34	3,92
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,05	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!





Şekil 5. Dayanımların Standard Sapmalarının Mevsimsel Değişimi, 2. Tesiste 2002 Yılı



Şekil 6. Ortalama Dayanım-Standard Sapma İlişkisi, her iki tesiste 1998-2004 yılları.

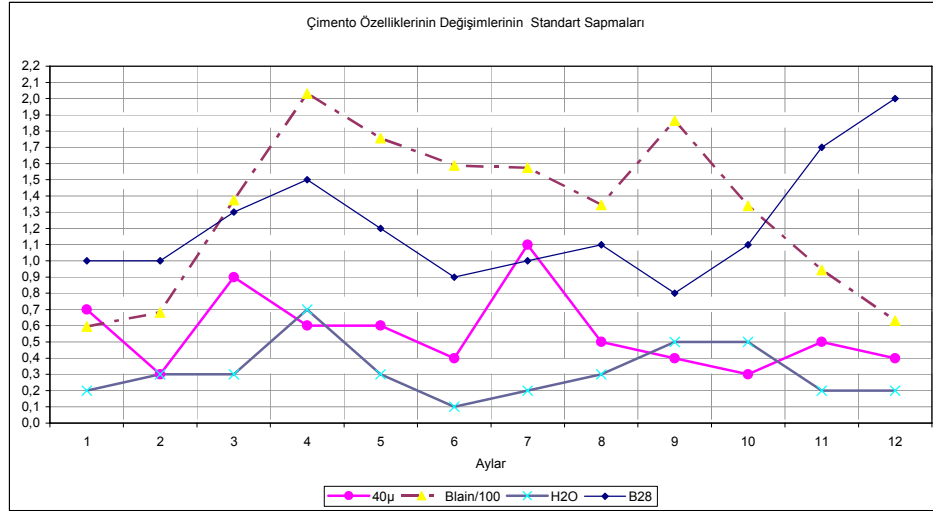
Ortalama dayanımlar yükseldikçe standart sapma değerleri de artmaktadır (Şekil 6).

Basma dayanımlarının standard sapmalarının 2. ve 4. dönemlerde bu şekilde yükselmesinin ve değişkenlik göstermesinin muhtemel sebeplerini tespit etmek için üretim ekipmanı; üretim personeli ve üretim hammaddeleri incelenerek bunlardaki olası mevsimsel sapmalar belirlenmeye çalışıldı. Çalışmanın yapıldığı tesislerde çalışan personelin uzun süredir çalışıyor olması ve yeterli yetkinliğe ulaşmış olması nedeniyle çalışan personelin mevsimsel değişime bir etkisi olmadığına karar verildi. Çalıştırılan ekipmanın da düzenli denetim, bakım, ayar ve kalibrasyonları yapılmaktadır. Dolayısıyla üretim ve sevkiyatta kullanılan araçların standard sapmanın değişimine etkileri bu çalışmada elde edilmek istenen sonuçları etkilemeyecek düzeyde olduğu varsayıldı. Beton karışımını oluşturan hammaddelerin yıllık olarak izlenmesi gereken kritik özellikleri tespit edildi ve bunların yıllık değişimleri sıra ile değerlendirildi.

- **Çimentodan kaynaklanan değişkenlik arttırıcı sebepler**

Çimentoya öğütme sırasında bir miktar mineral katkı katılmaktadır. Bu mineral katkılar çimento klinkerinden daha ucuz oldukları için maliyetleri düşürmek, çimentonun hidrasyon ısısının azaltılması, çimento değirmeninin veriminin arttırılması gibi sebeplerle kullanılırlar. Yağışların fazla olduğu İlkbahar ve Sonbahar dönemlerinde çimentoya katılan mineral katkının nemi değişkenlik gösterir. Bunun sonucu olarak klinkere katılma oranında değişiklikler yapılmakta, bunun dengelenmesi için çimento inceliği azaltılıp arttırılmaktadır. Bu optimizasyon sağlanmaya çalışılırken İlkbahar ve Sonbahar dönemlerinde çimentoların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde daha fazla dalgalanmalar oluşmaktadır (Şekil 7). Yukarıdaki grafik incelendiğinde anılan dönemlerde çimentonun inceliğinde ve su ihtiyacındaki artışlar dikkati çekmektedir. Bu nedenle çimentoların beton basınç dayanım sonuçlarını; su / çimento oranını değiştirerek etkilemelerini en aza indirmek için su ihtiyaçları ve dayanım değerlerindeki dalgalanmalar takip edilmeli ve üretim reçeteleri buna göre revize edilmelidir.

Çimento Özelliklerinin Değişimlerinin Standart Sapmaları												
Standart Sapma Değerleri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
40µ	0,7	0,3	0,9	0,6	0,6	0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4
Blain/100	0,6	0,7	1,4	2,0	1,8	1,6	1,6	1,3	1,9	1,3	0,9	0,6
H2O	0,2	0,3	0,3	0,7	0,3	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2
B28	1,0	1,0	1,3	1,5	1,2	0,9	1,0	1,1	0,8	1,1	1,7	2,0



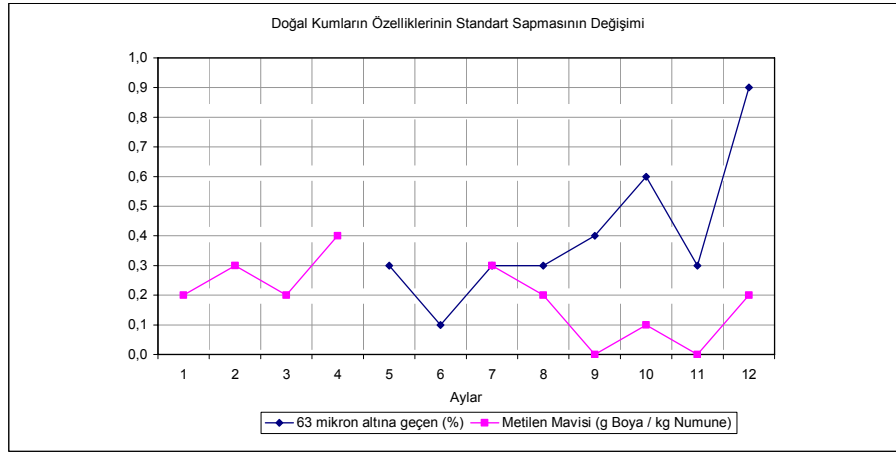
Şekil 7. Çimento Özelliklerinin Değişimlerinin Standard Sapmaları

- **Agregadan kaynaklanan değişkenlik arttırıcı sebepler**

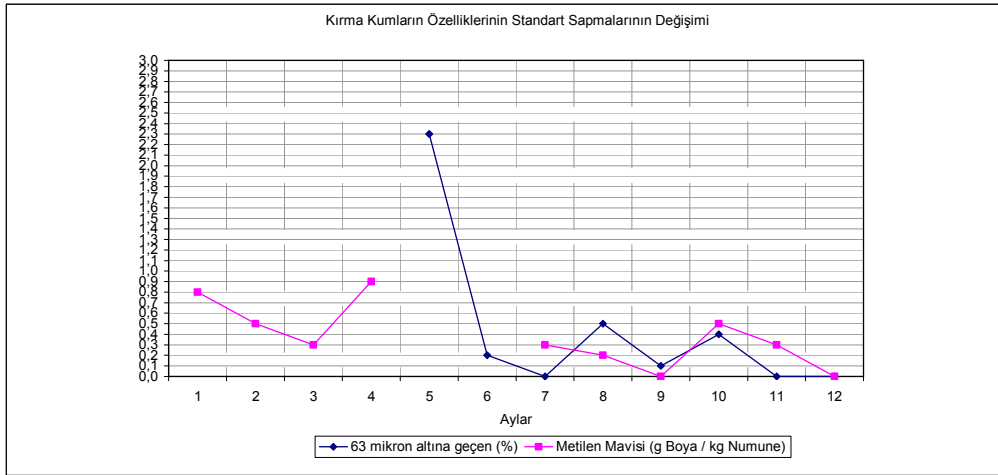
Elde olmayan sebeplerle değişken yağışlı bahar mevsimlerinde agrega üretiminde ince (200 mikron altına geçen) malzeme miktarındaki değişkenlik artmaktadır. Bu değişkenliğin betonun su gereksinimini ve çimentonun dayanım kazanma hızını ve düzeyini diğer dönemlerdekinden daha fazla değiştirdiği bilinmektedir (Şekil 8).

Genelde yalnız ince agreganın su içeriği dikkate alınıp su düzeltilmesi uygulanmakta, iri agreganın su içeriği göz önüne alınmamaktadır. Bu uygulama, betonun etkin su/çimento oranı değişmese de beton bileşimindeki agrega karışımının tane boyutu dağılımının ince agrega lehine bozulmasına yol açmaktadır. Bu uyumsuzluklar basma dayanımlarının standard sapmasının artmasına ve dalgalanmasına yol açmaktadır.

Doğal Kumların Özelliklerinin Standart Sapmalarının Değişimi												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
63 mikron altına geçen (%)					0,3	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,9
Metilen Mavisi (g Boya / kg Numune)	0,2	0,3	0,2	0,4			0,3	0,2	0	0,1	0	0,2



Kırma Kumların Özelliklerinin Standart Sapmalarının Değişimi												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
63 mikron altına geçen (%)					2,3	0,2	0,0	0,5	0,1	0,4	0,0	0,0
Metilen Mavisi (g Boya / kg Numune)	0,8	0,5	0,3	0,9			0,3	0,2	0	0,5	0,3	0



Şekil 8. Agregâ Özelliklerinin Değişimlerinin Standard Sapmaları

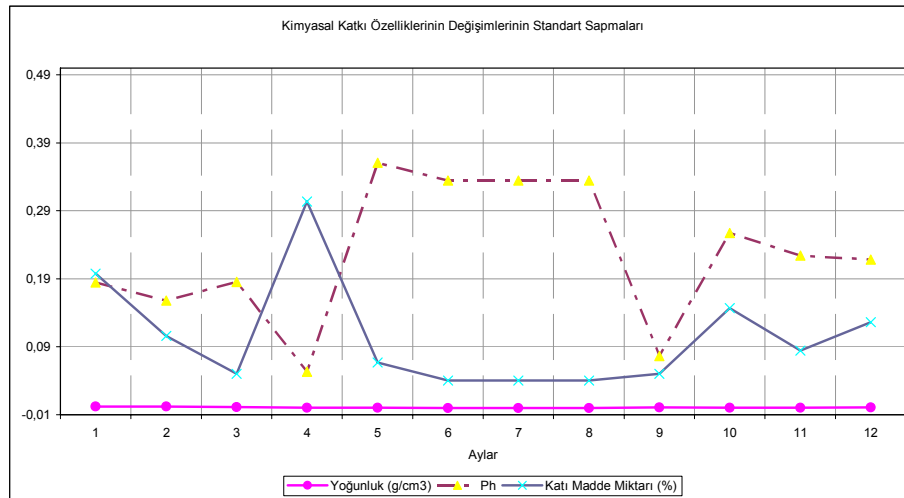
Beton karışımında hacimce daha az olmalarına rağmen ince agregaların beton basınç dayanımına etkisi iri agregalara oranla daha fazladır. Bu nedenle basınç dayanımı sonuçlarındaki sapmaları azaltmada ince agreganın özelliklerinin takibi ve stabilizasyonu oldukça etkilidir.

İri agrega üzerinde hazır beton üreticisi firmaların merkezi ve daha uzun aralıklarda deney yaptırması kontrolü güçleştirmektedir. Normal talebi karşılarken bile hemen hemen kalite kontrolsüz bir şekilde üretim yapan agrega üreticileri talebin arttığı dönemlerde çok daha kontrolsüz üretim yapmaktadırlar. Bu dönemlerde yaşanan mekanik aksaklıklar, hızlı çalışma ve daha önceden gerekli ocak üstü açma faaliyetlerinin gerektiğince yapılmaması nedeniyle agrega özelliklerinde kötüleşme ve dalgalanma/sapma oluşmaktadır. Elde daha detaylı sonuç alacak veriler yoktur. Bu nedenle en az ayda bir iri agrega özellikleri izlenmeli ve bu özelliklerdeki sapmalar incelenmelidir.

- **Kimyasal katkı maddelerinden kaynaklanan değişkenlik arttırıcı sebepler**

Akışkanlaştırıcı katkıları kış ve yaz mevsimleri için yeterli miktarda kışın hızlandırıcı, yazın geciktirici içermektedirler. İlkbahar ve Sonbahar'da bu farklı katkı maddelerine geçiş sırasında kıvam / işlenebilirlik kayıplarını karşılamak üzere betonun su içeriği denetim dışı değiştirilebilmektedir. Bu değişikliklerin sonucunda basma dayanımlarındaki değişkenlikler artmaktadır (Şekil 9).

Kimyasal Katkı Özelliklerinin Değişimlerinin Standart Sapmaları												
ÖZELLİK	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yoğunluk (g/cm ³)	0,0020	0,0023	0,0011	0,0005	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0003	0,0004	0,0008
Ph	0,1844	0,1582	0,1853	0,0532	0,3609	0,3349	0,3349	0,3349	0,0764	0,2572	0,2242	0,2182
Katı Madde Miktarı (%)	0,1975	0,1058	0,0500	0,3038	0,0670	0,0404	0,0404	0,0404	0,0500	0,1467	0,0843	0,1262



Şekil 9. Kimyasal Katkıların Özelliklerinin Değişimlerinin Standart Sapmaları

Kışın kullanılan piriz hızlandırıcı akışkanlaştırıcı katkı maddesinin hava sıcaklığının nispeten yüksek olduğu ilkbahar günlerinde kullanılması pirizin daha da hızlanması sonucu hidrasyon ürünü taneciklerin boyutlarının büyük olmasına ve 28 günlük dayanımların düşük olmasına yol açmaktadır. Sonbaharda da bunun tersi söz konusu olmaktadır.

Yukarıdaki kimyasal katkı maddelerinin özelliklerinin yıllık değişimini gösteren grafik incelendiğinde 4-5-6 ve 10-11-12 aylara karşılık gelen dönemlerde kimyasal katkıların özellikle ph değerlerinde yükselme göze çarpmaktadır. Hava sıcak olduğu dönemlerde kimyasal katkıların fermantasyon yaparak homojenlikleri kaybetme ihtimali oluşmaktadır. Böyle bir durumda katkının performansı tanktan geliş önceliğine göre değişmekte; üretim basınç dayanım sonuçları standard sapması oldukça etkilenebilmektedir. Katkı üreticileri havaların ısınmaya başladığı İlkbahar döneminde katkı ph değerlerini yavaşça yükseltmeye başlar ve havaların soğumaya başladığı Sonbahar döneminde katkı ph değerlerini tekrar normal değerlere çekmeye başlarlar. Bu çalışmaların yine standard sapmaları artırıcı etkisi oluşmaktadır.

- **Numunelerin saklanması kaynaklanan değişkenlik artırıcı sebepler**

Şantiyede alınan numunelerin saklama koşullarının standard koşullardan farklılaşma düzeyi bahar mevsimlerinde değişken ve daha büyük olabilmektedir. Bu da sonuçta dayanımların değişkenliğini arttırmaktadır.

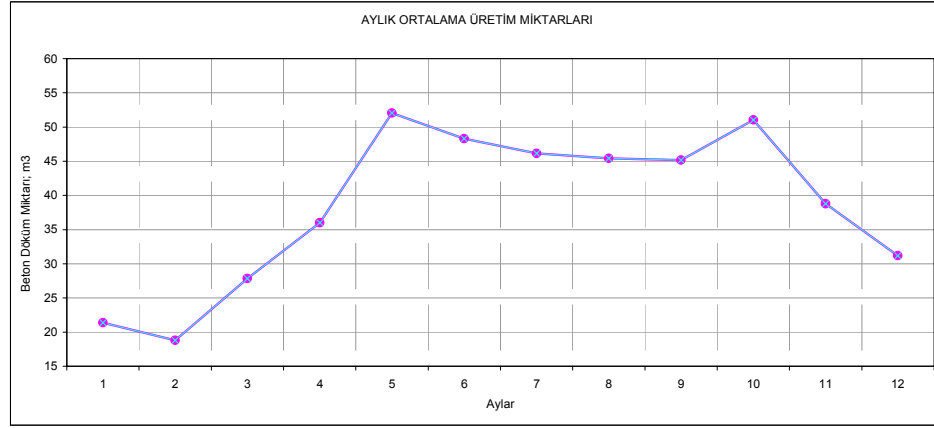
Bunlara ek olarak ayrıca basma dayanımı numunelerinin kür havuzu dışında ilk 24 saat içerisinde etkilendikleri değişken sıcaklık ve bağıl nemli ortamın da önemli etkisi bulunmaktadır.

Mineral katkı sürekli kullanılmadığından; üretimde kullanılan suyun özelliklerinin sürekli standartların altında olması, sınırlara yaklaşmaması ve ilave suyun kullanılması durumunda esas su özelliklerini çok fazla etkilemeyecek oranda kullanılması nedeniyle mineral katkı ve karışım suyundaki değişimlerin etkisi bu çalışma kapsamında ihmal edildi.

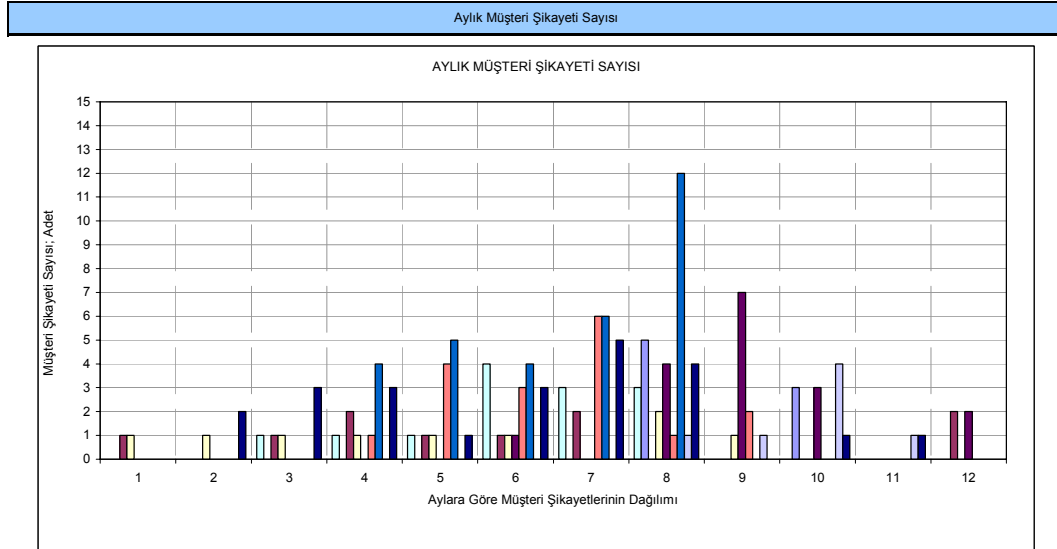
14.4. Beton Özelliklerinin ve Nitelik Denetim Düzeyinin Mevsimlere, Müşteri Taleplerine, Beton Hacmine Bağlı Olarak Değişimi

Yapılan incelemeler sonucunda beton özelliklerinin değişkenliğini gösteren standard sapma değerlerinin ve bunların değişkenliklerinin İlkbahar ve Sonbahar dönemlerinde arttığı gözlenmiştir. Müşteri talepleri ve dökülen beton hacmi arttığında hazır beton üreticileri nitelik denetim düzeyini farkında olmadan arttırmakta, üretimin daha sürekli hale gelmesi ile istatistik denetim altına girdiği görülmektedir. Başka bir deyişle, beton özellikleri ve nitelik düzeyi yaz dönemlerinde yüksek üretim hacmi ve hammadde özelliklerindeki değişkenliğin az olması sebebiyle, kış dönemlerinde ise yine değişkenliklerin ve üretimin de az olması nedeniyle denetim düzeyinin yüksek kalması sebebiyle dayanımların standard sapmalarının ortalamaları ve standard sapmaların standard sapmaları (değişkenlikleri) küçük olmaktadır. Bahar dönemlerinde ise bunun tersi olmakta, üretimin istatistik denetim altında tutulması güçleşmekte, dayanımların standard sapmaları ve standard sapmaların değişkenliği artmakta ve nitelik düzeyi düşmektedir (Şekil 10, 11).

Aylık Ortalama Üretim Miktarlarının Değişimi												
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Toplam (m3)	126,1	129,6	156,2	145,0	216,9	246,9	233,9	227,6	220,5	211,1	170,7	125,9



Şekil 10. Üretim Miktarlarının Aylara Göre Değişimi



Şekil 11. Müşteri Şikâyeti Miktarlarının Aylara Göre Değişimi

Bu çalışma kapsamında üretim miktarlarının aylık değişimi ve müşteri şikayetlerinin şikayetlerinin aylık sayısının değişimi incelenmiştir. Üretim basınç dayanım sonuçlarının standard sapmalarının değişkenlik gösterdiği dönemler üretim taleplerinin sezon başlangıcında ilk arttığı yada sezon kapanışından önce son bir artış gösterdiği dönemlerle çakışmaktadır. Yine bu dönemler müşteri şikayetlerinin artış trendine girdiği dönemlerle çakışmaktadır. Dolayısıyla talepteki artış üretimi arttırmakta, artan üretim sonucu ürün basınç

dayanım sonuçlarındaki sapmalar artmakta, buna paralel müşteri şikayetleri artmaktadır. Buradan da yıl içerisinde bu dönemlerin sıkıntılı geçtiği anlaşılmaktadır.

14.5 Düzeltici - Önleyici İşlemlerin Belirlenmesi

Beton üretimi ve kullanımı sırasında kullanılan hammaddeden betonun bakımına (kür edilmesine) kadar beton niteliğine etki eden onlarca etmen bulunmaktadır. Uygun hammadde tedariki, üretim donanımı denetimi, hazır beton tesisinde nitelik yönetim sisteminin uygulanması gibi konularda başarının dökümün yapıldığı şantiyedekilere göre yüksek olduğu görülmektedir. Döküm sahalarında betonun yerleştirilmesinde ve bakım uygulanmasındaki yetersizlikler nihâî beton niteliğinde düşüslere yol açmaktadır. Kurallarına uygun yerleştirme ve koruma işlemleri gece-gündüz arasındaki sıcaklık farklarının belki az fakat ortalama sıcaklıkların günden güne hafta içerisinde büyük değişkenlikler gösterebildiği ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde titizlikle uygulanmalıdır. Bu dönemlerde hazır beton üreticilerinin yağışları, özellikle hammadde özelliklerinde yağışlardan kaynaklanabilecek değişiklikleri yeterince sıkı takip etmeleri, düzeltici eylemleri gerçekleştirmeleri gerekmektedir. 10-11-12. aylar yağış miktarının oldukça artmaya başladığı dönemlerdir.

15. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bütün etkiler birlikte değerlendirildiğinde beton basma dayanımlarındaki değişkenliğin genellikle ve öncelikle hava koşullarındaki değişkenlikle arttığı söylenebilir. Bu nedenle hava koşullarının değişkenliğinin arttığı mevsimlerde uygunsuzlukları doğuran etmenlerin etkinlik düzeylerine bağlı olarak bir öncelikler sırası belirlenerek izlenmesi ve etkilerinin denetim altına alınması, düzeltici önleyici eylemlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İnceleme konusu veriler tesislerde dayanım alt ve üst denetim sınırlarının sırasıyla %90 güvenlik (%10 anlamlılık ya da risk) düzeylerine göre belirlendiği dönemde elde edilmiştir. Çizelge 13'teki "Standart Dayanımdan Bağlı Farklar %90 güvenlik düzeyi" sütunu incelendiğinde bahar dönemlerinde %90 güvenlik düzeyine tekabül eden karakteristik dayanımların alt denetim sınırı altına düşme sıklığı genelde kış ve yaz dönemlerindekiinden daha fazla bulunmuştur.

Görünen toplam kayıp maliyeti %80 tolerans aralığına göre ve alt denetim sınırının altına düşme maliyetinin üst denetim sınırının üstüne çıkma maliyetine oranı $\mu_{as}/\mu_{üs} = 8$ olduğuna göre en aza indiren en uygun ortalama hedef dayanımlar, tesislerde fiilen uygulanan ortalama dayanımlardan genelde daha yüksek olmuştur. Başka bir deyişle $\mu_{as}/\mu_{üs} = 8$ kullanıldığında üretim kayıpları optimum değer in üstünde görünmektedir. Benzer değerlendirmenin %90 tolerans sınırlarına göre yapılması durumunda uygulanmış olan ortalama dayanımların en uygun değerlerin daha da altında olduğu görülmektedir. Dayanımların alt ve üst denetim sınırlarının dışına çıkma maliyetleri oranlarının $\mu_{as}/\mu_{üs} = 4-6$ olması durumunda, uygulanmış olan ortalama dayanımların kayıp maliyetlerini en aza indirdiği söylenebilir.

Üretim sonuçlarına göre kayıp maliyetlerinin minimum olması için gereken ortalama dayanım sonuçları $\mu_{as}/\mu_{üs} \approx 5$ (2006 yılı fiili üretim değerlerinden bulunmuştur) için tekrar değerlendirildiğinde bu oranın 8 olduğu duruma göre kayıp maliyetlerinin minimum olması için gerekli ortalama basma dayanım değerlerinde 0,45 MPa azalma olduğu hesaplanmıştır. Bu koşulda da fiili ortalama basma dayanımı sonuçları, standardın gerektirdiği basma dayanımı ve kayıp maliyetlerinin minimum olması için hedeflenmesi gereken ortalama basma dayanımı arasındaki fark biraz değişmekle birlikte $\mu_{as}/\mu_{üs} = 8$ durumundaki sonuçlara paralel olmaktadır.

Hava koşullarının değişkenliği bir hazır beton tesisi işletmesi açısından öncelikle bütün agregaların su ve özellikle kumun ince malzeme ya da çamurlu madde içeriklerini etkilemektedir. Bu sebeple bahar dönemlerinde yağış durumu da izlenerek agregaların su ve çamurlu madde içerikleri deney sıklıkları bu değişkenlikleri izleyip gerekli düzeltmeleri yapabilecek uygun bir düzeye çıkarılmalı, standard sapmaların değişkenliği bir en uygun düzeye indirilmelidir.

Bu uygun düzeyin belirlenmesinde alt denetim sınırının altına düşme ve üst denetim sınırının üstüne çıkma maliyetlerinin toplamı olarak tanımlanabilen görünen kayıp maliyetinden itibaren belirli güvenlik düzeyine tekabül eden standard sapma kullanılarak hedef ortalama dayanım belirlenmelidir.

Betona, şantiyede işlenebilmesini artırmak amacıyla, su ilavesi kesinlikle engellenmelidir. Su ilavesi hem su/çimento oranını yükselterek basınç dayanımı düşürmekte hem de bundan daha kötüsü olası üretim ya da hammadde problemlerinin farkedilememesine, algılanamamasına yol açmaktadır.

Yağışların arttığı bu dönemlerde ince ve iri agrega kabul kriterleri dikkatle uygulanmalı ve deney sıklığı arttırılmalıdır. Üretim rejimi, meteorolojik faktörlerden daha

fazla etkilenen kalker kökenli agregalarda daha yoğun denetim yapılmalı, agrega tedarikçilerinin ocakları planlı bir şekilde ziyaret edilmeli, kış dönemi ile ilgili çekinceler bildirilerek gerekli hazırlıkların yapılması talep edilmelidir.

Mümkün oldukça kayaç formasyonları fazla değişiklik göstermeyen, yağışlardan fazla etkilenmeyen, agrega ocakları tercih edilmelidir. Agrega ocaklarının buna uygun işletilmesi sağlanmalıdır.

Yazlık ve kışlık iki kimyasal katkı kullanımı yerine mevsimlik bir kimyasal katkı daha kullanılarak bahar dönemlerindeki bu sapmalar azaltılmaya çalışılmalıdır.

Çimento özellikleri, özellikle su ihtiyacı ve incelik değerleri takip edilmeli, üretim reçeteleri üzerinde gerekli revizyonlar yapılmalıdır.

Hatâlı üretim sonucu oluşan alta düşme maliyetlerini azaltmaya yönelik erken uyarı araç ve yöntemleri oluşturulmalı, geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

Nitelik denetim sorumlusu, bütün çalışanların ve tedarikçilerin katılımıyla, tüm bunları karşılayacak bir sistem kurup geliştirmelidir. Değişikliklerin gözönünde bulundurulabilmesi için deney sıklıklarının ve denetlenecek özelliklerin, özellikle bileşen malzeme özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu sıklıkların ve parametrelerin kayıp maliyetini en az düzeye indirecek şekilde belirlenmesi yoluyla en uygun hedef işletme dayanımının ve stardard sapmasının belirlenmesi sağlanacaktır. Bu aşamada bütünsel nitelik yönetiminde iç ve dış tedarikçi ortaklığının gönüllü yaptırımcı etkisi başarıyı güvence altına alacak en önemli araçtır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında ileri çalışmalar için öneriler:

Standard sapmaları ve değişkenliklerini azaltma maliyetlerinin doğru ve güvenilir biçimde belirlenebildiği durumlarda toplam görünen kayıp maliyetine eklenerek bu maliyeti en aza indiren “ortalama dayanım”-“standard sapma” ilişkileri belirlenebilir. Dayanımların standard sapmaları ile agrega su ve çamurlu madde içeriklerinin standard sapmaları arasında yeterli güvenlikte bir bağıntı kurulabilir.

Her beton sınıfı için ayrı ayrı belirlenen bu “ortalama dayanım”-“standard sapma” ilişkileri kullanılarak ve standard sapmalar izlenerek en uygun hedef dayanımlar bileşen malzemelerin değişkenliklerinden beton üretilmeden önce tahmin edilen dayanımların standard sapması kullanılarak en uygun ortalama dayanım daha yüksek bir güvenlik düzeyi ile erken zamanda belirlenerek kayıplar bir en aza indirilebilir.

KAYNAKLAR

- TS-EN-ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemleri-Şartlar, TSE, Ankara, 2000.
- TS 1247 Beton Yapım Döküm ve Bakım Kuralları - Normal Hava Şartlarında, TSE, Mart 1984 Ankara, .
- TS 1248 Beton Yapım Döküm ve Bakım Kuralları - Anormal Hava Koşullarında, TSE, Ankara, 1989.
- TS 3452 Beton Kimyasal Katkı Maddeleri (Priz Süresini Ayarlayan ve Karışım Suyunu Azaltan, TSE, Ankara.
- TS 706 EN 12620, Beton Agregaları, TSE, Nisan 2003 Ankara
- TS EN 1008, Beton-Karma Suyu-Numune Alma, Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su Dahil Suyun Beton Karma Suyu Olarak Uygunluğunun Tayini Kuralı, TSE, Nisan 2003 Ankara
- TS EN 12350-1, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 1: Numune Alma, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12350-2, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 2: Çökme (Slamp) deneyi, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12350-3, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 3: Vebe deneyi, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12350-4, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 4: Sıkıştırılabilirlik Derecesi, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12350-5, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 5: Yayılma Tablası Deneyi, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12350-6, Beton-Taze Beton Deneyleri Bölüm 6: Yoğunluk Deneyi, TSE, Nisan 2002 Ankara
- TS EN 12390-1, Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri Bölüm 1: Deney Numunesi ve Kalıpların Şekil, Boyut ve Diğer Özellikleri, TSE, Nisan 2003 Ankara
- TS EN 12390-3, Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Nisan 2003 Ankara
- TS EN 206 – 1, Beton: 1 Özellik Performans, İmalât ve Uygunluk, TSE, Şubat 2002 Ankara.
- TS EN 934-2, Kimyasal Katkılar-Beton, Harç ve Şerbet İçin-Bölüm 2: Beton Katkıları-Tarifler, Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme, TSE, Mart 2002 Ankara
- ACI Committee 305, ACI 305R-91 Hot Weather Concreting, American Concrete Institute, 1991.
- ACI Committee 306, ACI 306R-88 Cold Weather Concreting, American Concrete Institute, 1988.
- AKMAN, M. S. Deniz Yapılarında Beton Teknolojisi, İ. T. Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Yayın No.: 1481, İstanbul 1992.
- BESTERFIELD, D. H., Quality Control, 6th ed., Prentice Hall, NJ 2001, s. 2
- ERDOĞAN, T. Y., Beton Oluşturan Malzemeler – Agregalar, Türkiye Hazır Beton Birliği, 1995.
- KOCATAŞKIN, F., Betonların geçirimsizliği, Beton Semineri, Devlet Su İşleri, Ankara 6-10 Şubat 1984

- NEVILLE, A.M., Properties of Concrete, Fourth Edition, Pearson Education Limited, 2003
- ÖZDOĞANLAR, Orhan, Şantiyeler için Beton Teknolojisi, Bayındırlık Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Sayı 79/1, Ocak 1979.
- ÖZKUL, H., Soğuk ve Sıcak Havalarda Beton Üretimi, Beton Semineri, Devlet Su İşleri, Ankara 6-10 Şubat 1984
- TOSUN, K., İşletme Yönetimi, 6.Basım, Savaş Yayınları, Kasım1992, s. 210 Türkiye Hazır Beton Birliği Derneği, İnternet web sayfası, <http://www.thbb.org/>

ÖZGEÇMİŞ

İnş. Müh. Erdal ÖZTOK 1973 yılında İstanbul'da doğdu. Orta ve lise öğrenimini Özel Ortadoğu Lisesi / İstanbul'da tamamladıktan sonra İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldu. Askerlik hizmetinden sonra 1999 yılında Set Beton Mad. San. Tic. A.Ş. Trakya Bölge Müdürlüğüne bağlı olarak çalışmaya başladı. Halen firmanın Velimeşe tesisinde "Tesis Şefi" olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.