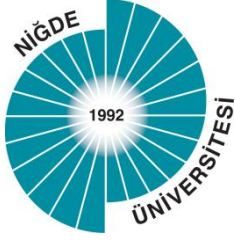


B.C. GÖNEN, 2012

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HAZIR BETON ÜRETİMİNDE
KALİTEYİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN
SPSS YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

BURHAN CEMAL GÖNEN

Aralık 2012

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HAZIR BETON ÜRETİMİNDE
KALİTEYİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN
SPSS YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

BURHAN CEMAL GÖNEN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. M. Suat DELİBALTA

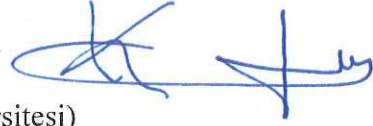
Aralık 2012

B.Cemal GÖNEN tarafından Yrd. Doç. Dr. M. Suat DELİBALTA danışmanlığında hazırlanan “Hazır Beton Üretiminde Kaliteyi Etkileyen Parametrelerin SPSS Yöntemiyle İncelenmesi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd.Doç.Dr. M. Suat DELİBALTA (Niğde Üniversitesi)



Üye : Doç.Dr. A. Mahmut KILIÇ (Çukurova Üniversitesi)



Üye : Doç.Dr. Ümit ATICI (Niğde Üniversitesi)



ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../20... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../20... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Osman SİVRİKAYA
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Burhan Cemal GÖNEN

ÖZET

HAZIR BETON ÜRETİMİNDE KALİTEYİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN SPSS YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

GÖNEN, Burhan Cemal

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. M. Suat DELİBALTA

Aralık 2012, 70 sayfa

Hazır beton hem kullanım açısından kolaylık sağlayan hem de yüksek dayanımlar sunan bir yapı malzemesidir. Gelişmiş ülkelerde tüm betonarme inşaatlar hazır beton kullanılarak yapılmaktadır. Dünyadaki ekonomik ve teknik olanaklar geliştikçe, bu tüketim yeni alanlara da yayılmaktadır. Bu tez çalışmasında hazır beton üretimi yapılan bir işletmede betonun kalitesinde etkili olduğu düşünülen parametreler üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın temel amacı hazır betonun kalitesini etkileyen parametrelerin istatistiksel proses kontrol yöntemi ile incelenmesi ve süreçlerin kontrol altına alınmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla hazır betonda kaliteyi etkileyen parametreler ile ilgili agrega yüzey nemi analizi, beton basınç dayanım analizi, kür havuzu ısı izleme analizi, kayaç ve agrega deneyi, taze ve sertleşmiş beton deneyleri yapılmış, deney sonuçları istatistiksel proses kontrol yöntemleri ile izlenmiştir. İstatistiksel proses kontrol teknikleri içerisinde yer alan diyagram ve grafiklerin çiziminde ise SPSS (Statistical Package for Social Science) istatistik paket programı kullanılmıştır. İzlemelerde, kontrol dışına çıkan süreçler için iyileştirme çalışmaları yapılarak hazır betonun kalitesi geliştirilmiştir. Hazır Betonun kalitesini belirleyen beş temel aşama söz konusudur. 1- Tasarım, 2- Üretim, 3- Taşıma, 4- Yerleştirme, 5- Bakım ve Kür. Bunlardan ilk dört aşama hazır beton üreticisi, son aşama ise tüketici tarafından yerine getirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Yapı malzemeleri, hazır beton, agrega, transmikser, SPSS, istatistiksel proses kontrol.

SUMMARY

INVESTIGATION OF QUALITY PARAMETERS AFFECTING WITH SPSS IN THE PRODUCTION OF READY MIX CONCRETE

GÖNEN, Burhan Cemal

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. M. Suat DELİBALTA

December 2012, 70 pages

In terms of both ease of use as well as providing ready-mixed concrete is a construction material that offers high strengths. In developed countries, all of reinforced concrete constructions are carried out using ready-mixed concrete. Economic and technical facilities in the world evolves, it is spreading to new areas of consumption. In this study, the production of ready-mixed concrete quality is considered to be an operation on the parameters studied. The main objective of the study prepared by the method of statistical process control parameters that affect the quality of the concrete investigation and to provide processes to control. For this purpose, the parameters affecting the quality of ready-mixed concrete aggregate surface moisture analysis, analysis of concrete compressive strength, curing pool heat-tracing analysis, rock and aggregate testing, made of fresh and hardened concrete tests, the test results were observed with statistical process control methods. Included in statistical process control techniques for drawing diagrams and charts in the SPSS (Statistical Package for Social Science) statistical software package was used. Watch, out of control processes have been developed to improve the quality of the concrete is ready to carry out. There are five main stages in determining the quality of ready mixed concrete. 1 - Design, 2 - Production, 3 - Transportation, 4 - Placement, 5 – Maintenance and Cure. The first four stages, ready-mixed concrete producer, the last step is carried out by the consumer.

Key words: Building materials, ready-mix concrete, aggregates, transmixer, SPSS, statistical process control

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı yöneten, hazırlanması sırasında görüşlerini esirgemeyen, bilimsel yol ve yöntemleri gösteren saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. M. Suat DELİBALTA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmada, hazır beton sektöründe kaliteye yönelik yapılan bir takım deneylerde İstatistiksel Proses Kontrol yöntemlerine dayalı bilgisayar destekli SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. İzlemelerde, kontrol dışına çıkan değerler için, nedenler araştırılmış ve sonuçlar hazır betonun kalitesini iyileştirmeye yönelik olarak yorumlanmıştır. Bu çalışmanın, hazır beton üreticilerine ve meslektaşlarıma katkıda bulunmasını temenni ederim.

Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Maden İşletme Anabilim Dalında 2011-2012 yılları arasında yapılan bu çalışmaya, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimince maddi destek verilmiştir. Bu destekten dolayı Niğde Üniversitesi Rektörlüğü BAP Birimine ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma zamanım boyunca, tesislerinin kapısını açan ve çalışma imkanı sağlayan ÇETİNTÜRK A.Ş. ve MERT BETON LTD. ŞTİ. çalışanlarına, kalite kontrol sorumlusu arkadaşım Ahmet GERMİYENLİOĞLU'na teşekkür ederim.

Sadece çalışmam boyunca değil bir ömür boyu bana katlanan ve daima destek olan biricik eşim Emel GÖNEN'e, bu çalışmayla zamanını çaldığım sevgili oğlum Mehmet Orkun GÖNEN'e ve yardımını sürekli yanımda hissettiğim yegane ablama minnet ve şükran duygularımı belirtmek isterim.

Hayatı boyunca hep bu günümü görmek isteyen ancak ömrü yetmeyen saygıdeğer dedem merhum Kemal ÇETİNTÜRK anısına, bu çalışmayı ithaf ediyorum.

Burhan Cemal GÖNEN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGE VE KISALTMALAR	xii
BÖLÜM I.....	1
GENEL BİLGİLER	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Yöntemi	3
BÖLÜM II	4
MATERYAL VE METOT	4
2.1 Beton	4
2.1.1 Betonun tanımı ve tarihçesi	4
2.1.3.1 Agrega.....	5
2.1.3.2 Çimento.....	7
2.1.3.3 Beton karışım suyu	8
2.1.3.4 Katkılar	8
2.1.4 Betonda aranan özellikler	10
2.1.4.1 Taze beton özellikleri.....	10
2.1.4.2 Sertleşmiş beton özellikleri.....	11
2.1.5 Beton karışım hesabı	13
2.2 Hazır Beton	14
2.2.1 Hazır betonun tanımı	14
2.2.2 Hazır beton üretimi.....	15
2.2.3 Hazır betonun sınıflandırılması	16
2.2.4 Hazır betonun döküm işlemi	17
2.2.6. Hazır betonun bakımı	20
2.3 Hazır Betonda Kalite.....	21

2.3.1 Kalite sistem denetimi	21
2.3.2 Ürün denetimi	22
2.3.3 Hazır betonda kalite için laboratuvar testleri ve model deneyler	22
2.3.3.1 Agregaya yüzey nemi analizi	22
2.3.3.2 Beton basınç dayanım analizi	23
2.3.3.3 Kayaç ve agregaya deneyleri	24
2.3.3.4 Taze ve sertleşmiş beton deneyleri	25
2.3.3.5 Kür havuzu ısı (C°) izleme analizi	27
2.4 İstatistiksel Proses Kontrol	27
2.4.1 İstatistiksel proses kontrolde veri toplama teknikleri	29
2.4.1.1 Tabakalandırma	29
2.4.1.2 Sebep – sonuç diyagramı	30
2.4.1.3 Kontrol diyagramı	30
BÖLÜM III	37
BULGULAR VE TARTIŞMA	37
3.1 Agregaya Yüzey Nemi Analizi	37
3.1.1 Dere kumu yüzey nemi analizi	37
3.1.2 0/5 Kırma kum yüzey nemi analizi	38
3.1.3 5/12 Kırma taş yüzey nemi analizi	39
3.1.4 12/22 Kırma taş yüzey nemi analizi	41
3.2 Beton Basınç Dayanım Analizi	42
3.2.1 7. Gün basınç dayanımı deneyi	43
3.2.2 28. Gün basınç dayanımı deneyi	45
3.3 Beton Slamp Deneyi	45
3.4 Kür Havuzu Isı (C°) İzleme Analizi	47
3.5 Agregaya Su Emme Deneyi	49
3.5.1 0-5 Agregaya için su emme deneyi	49
3.5.3 12-22 Agregaya için su emme deneyi	51
BÖLÜM IV	54
SONUÇ VE ÖNERİLER	54

KAYNAKLAR	56
EKLER.....	58
ÖZ GEÇMİŞ.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. ERMCO üyesi ülkelerde hazır beton üretim miktarları.....	2
Çizelge 1.2. Coğrafi bölgelere göre hazır beton üretimi ve değişimi	2
Çizelge 2.1. TS EN 206'ya göre beton basınç dayanımı sınıfları.....	12
Çizelge 2.2. Beton çökme değerlerine göre kıvam sınıfları	16
Çizelge 2.3. Kullanılan agrega numuneleri tane boyut dağılımı (%)	24
Çizelge 2.4. Kullanılan agregaların fiziksel özellikleri	24
Çizelge 2.5. Kayaç gruplarının basınç dayanımı ve mohs yüzey sertliği	25
Çizelge 2.6. Beton gruplarının karışım oranları	26
Çizelge 2.7. Taze beton deney sonuçları	26
Çizelge 2.8. Sertleşmiş beton deney sonuçları	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Referans granülometri eğrisi ($D_{max}=16$ mm).....	6
Şekil 2.2. Kuru ve yaş karışım sistemi ile beton üretimi	15
Şekil 2.3. Beton dökümü öncesi hazırlıklar	17
Şekil 2.4. Beton dökümü.....	19
Şekil 2.5. Test için hazırlanan taze betonun küp kalıplara yerleştirilmesi	23
Şekil 2.6. Küp kalıplara yerleştirilen betonun etiketlenmesi görünüşü	23
Şekil 2.7. Hazırlanan beton kalıpların kür havuzundaki görünüşü.....	27
Şekil 3.1. Dere kumu yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)	37
Şekil 3.2. Dere kumu yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)	38
Şekil 3.3. 0/5mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)	38
Şekil 3.4. 0/5mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)	39
Şekil 3.5. 5/12mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)	39
Şekil 3.6. 5/12mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)	40
Şekil 3.7. 12/22mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)	41
Şekil 3.8. 12/22mm Agregaya yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)	42
Şekil 3.9. Beton kırımı için pres ölçüm makinası.....	42
Şekil 3.10. Etiketlenen betonların görüntüsü.....	43
Şekil 3.11. Hazır beton küp numunelerin 7. gün basınç testi değişim grafiği	44
Şekil 3.12. Hazır beton küp numunelerin 7. gün basınç testi değişim grafiği	44
Şekil 3.13. Hazır beton küp numunelerin 28. gün basınç testi değişim grafiği	45
Şekil 3.14. Hazır beton slump testi değişim grafiği (1.Ölçüm)	46
Şekil 3.15. Hazır beton slump testi değişim grafiği (2.Ölçüm)	46
Şekil 3.16. Hazırlanan beton kalıpların kür havuzundaki görünüşü.....	47
Şekil 3.17. Hazırlanan beton kür havuzu ısı izleme analizi (1.Ölçüm)	48
Şekil 3.18. Hazırlanan beton kür havuzu ısı izleme analizi (2.Ölçüm)	48
Şekil 3.19. 0/5mm Agregaya su emme grafiği	49
Şekil 3.20.0/5mm Agregaya su emme grafiği	50
Şekil 3.21. 5/12mm Agregaya su emme grafiği (1.Ölçüm).....	50
Şekil 3.22. 5/12mm Agregaya su emme grafiği (2.Ölçüm).....	51
Şekil 3.23. 12/22mm Agregaya su emme grafiği (1.Ölçüm).....	52

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

μ	Ana kütle ortalaması
σ	Standart sapma
c	Kusur sayısı

Kısaltmalar

Açıklama

ERMCO	Avrupa Hazır Beton Birliği
THBB	Türkiye Hazır Beton Birliği
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
SPSS	İstatistik Paket Programı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
KGS	Kalite Güvence Sistemi

BÖLÜM I

GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Beton insanlık tarihinin gelişiminde ve eski medeniyetlerin günümüze kadar gelebilen eserlerinde önemli bir yere sahiptir. İnanışlı M.Ö. 3000 yılından beri kalsiyum (Ca) esaslı bağlayıcı maddeleri yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Modern Portland Çimento ilk kez 1824 yılında üretilmesine rağmen, ilk betonarme yapı ancak 1857 yılında yapılmıştır (Karakule ve Akakın, 2005).

Hazır beton üretimi dünyada ilk kez 1903 yılında Almanya’da ortaya çıkmış, sonraki birkaç yıl içerisinde de ABD’de üretilmeye başlanmıştır. 1914 yılında beton taşıma amaçlı transmikser aracı ise Amerika’da geliştirilmiştir. Transmikserin hemen ardından 1927 yılında “Beton Harç İletme Pompası” aracı geliştirilerek patenti alınmıştır. Özellikle savaş yıllarından sonra hazır beton yapıların temel inşaat malzemesi olarak yaygınlaşması uzun sürmemiş, kısa zamanda pek çok ülkede üretilip kullanılabilir hale gelmiştir. 20.Yüzyılın ikinci yarısıyla birlikte hız kazanan kentleşme ve altyapı çalışmaları, hazır beton ve beton ürünlerinin daha çok üretilmesi ve yaygınlaşmasını sağlamış, dolayısıyla bu alanda pek çok teknolojik gelişme kaydedilmiştir.

1980 yılına kadar şantiyelerde elle hazırlanan beton (klasik sistem), günümüzde yerini giderek artan bir oranda bilgisayar kontrollü modern santrallerde (otomasyon sistem) kusursuz denebilecek niteliklerde üretilen hazır betona bırakmıştır. Hazır beton hem kullanım açısından kolaylık sağlayan hem de yüksek dayanımlar sunan bir yapı malzemesidir. Hazır betonu günümüzün en yaygın taşıyıcı yapı malzemesi yapan özellikleri ise; ucuzluğu, bilgisayar kontrollü hazır beton santrallerin olması, transmikserler, pompalar vb. ile büyük gelişmelerin sağlanması, betona şekil verebilme kolaylığı, yüksek basınç dayanımlarına ulaşılması, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı, çelik donatı ile (betonarme) çekme mukavemetinin yetersizliğinin dengelenmesidir (Usta, 2005).

Gelişmiş ülkelerde tüm betonarme inşaatlar hazır beton kullanılarak yapılmaktadır. Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) verilerine göre aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 22 Birlik üyesi ülkenin 2004 yılı toplam hazır beton üretimi yaklaşık 400 milyon m³ olmuştur

(Çizelge 1.1.). Dünyadaki ekonomik ve teknik olanaklar geliştikçe, bu tüketim yeni alanlara da yayılmaktadır.

Çizelge 1.1. ERMCO Üyesi ülkelerde hazır beton üretim miktarları (Ergin, 2011)

	Üretim (milyon m ³)	Kişi başı Hazır Beton (m ³ /kişi)
İspanya	49	1,07
İtalya	54	0,9
Türkiye (2009)	66,4	0,93
Türkiye (2010)	79,6	1,08
Almanya	37,7	0,46
Fransa	37	0,57
Birleşik Krallık(UK)	15,4	0,25
Portekiz	8,5	0,8
Belçika	10,4	0,97
Polonya	17,7	0,46
İrlanda	3,8	0,85
Hollanda	9,3	0,56
Norveç	2,9	0,6
İsveç	2,8	0,3
Avrupa Ortalaması		0,64

Türkiye’de ise hazır beton ilk kez 1970’li yılların sonralarına doğru bazı inşaat şirketleri tarafından kendi inşaatlarında kullanılmak üzere üretilmeye başlanmıştır. Ancak gerçek anlamda hazır beton endüstrisine 1980’li yılların ikinci yarısından itibaren geçilmiştir. Kısa dönemde hazır beton sektörü çok büyük gelişme göstermiş (Çizelge 1.2.), en son teknolojik ekipmanlarla birlikte deneyimli bir yapıya sahip olmuştur.

Çizelge 1.2. Coğrafi bölgelere göre hazır beton üretimi ve değişimi (Ergin, 2011)

	2009		2010		2009-2010 (%) Değişim
	Hazır Beton Üretimi (m ³)	Bölgesel Oran (%)	Hazır Beton Üretimi (m ³)	Bölgesel Oran (%)	
Marmara	26.220.000	39	31.500.000	39,5	20,1
Ege	7.140.000	11	7.800.000	9,8	9,3
Akdeniz	8.530.000	13	9.770.000	12,3	14,5
İç Anadolu Bölgesi	10.240.000	15	13.620.000	17,1	33,0
Karadeniz	6.900.000	10	8.450.000	10,6	22,5
Doğu Anadolu	3.300.000	5	3.940.000	4,9	19,4
Güney Doğu Anadolu	4.100.000	6	4.600.000	5,8	12,2
TOPLAM	66.430.000	100,00%	79.680.000	100,00%	19,9

1.2 Çalışmanın Amaç ve Yöntemi

Türkiye'nin büyük bir bölümü jeolojik olarak aktif tektonik ve deprem kuşağında yer almaktadır. Bu nedenle yapı güvenliği açısından betonun kalitesi vazgeçilmez bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Günümüzde çok katlı binaların yapımından barajlara, prefabrik yapılardan metro inşaatlarına kadar geniş bir alanda kullanılan hazır beton, inşaat sektöründe önemli bir yere sahiptir. Diğer yandan elle beton dökmenin ekonomik olmadığı ve yeterli mukavemet sağlamadığı için büyük riskler taşıdığı bilinmektedir.

Bu çalışmada hazır beton üretimi yapılan bir işletmede betonun kalitesinde etkili olduğu düşünülen parametreler üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın temel amacı hazır betonun kalitesini etkileyen parametrelerin istatistiksel proses kontrol yöntemi ile incelenmesi ve süreçlerin kontrol altına alınmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla hazır betonda kaliteyi etkileyen parametreler ile ilgili agrega yüzey nemi analizi, beton basınç dayanım analizi, kür havuzu ısı izleme analizi, kayaç ve agrega deneyi, taze ve sertleşmiş beton deneyleri yapılmış ve sonuçları istatistiksel proses kontrol yöntemleri ile izlenmiştir. İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) teknikleri içerisinde yer alan diyagram ve grafiklerin çiziminde ise SPSS (Statistical Package for Social Science) bilgisayar destekli istatistik paket programı kullanılmıştır. İzlemelerde, kontrol dışına çıkan süreçler için iyileştirme çalışmaları yapılarak hazır betonun kalitesi geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın, hazır beton üreticisi işletmelere ve ilgili teknolojiye aşağıda belirtilen faydaları sağlaması hedeflenmektedir:

1. Hazır beton üretiminde kullanılan veriler kayıt altına alınarak, kalite kontrol üretim sonrasında değil, üretim aşamasında yapılacağı için hatalı üretim maliyeti olmayacak,
2. Kalite kontrolde harcanan zamandan tasarruf edilecek,
3. Hazır beton üretiminde kalite ve iş verimliliği arttırılacak,
4. Üniversite-sanayi işbirliğinin gelişmesine katkı sağlanacaktır.

BÖLÜM II

MATERYAL VE METOT

2.1 Beton

2.1.1 Betonun tanımı ve tarihçesi

Beton; çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşıp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir (Erdoğan, 2004).

Beton, agrega adı verilen kum, çakıl, mıcır gibi taneli mineral malzemenin, onları yapıştıran çimento ve su ile karıştırılması sonucu meydana gelmektedir. Kum, taneleri 4mm.lik elekten geçebilen ince taneli agregadır. Çimento-su karışımına çimento şerbeti, çimento-su-kum karışımına ise harç adı verilmektedir. Harç, ilk karıldığında kolayca şekil verilebilen bir malzemedir. Bu durumdaki betona taze beton denmektedir. Birkaç saat içinde beton katı hale geçip, günlerce süren bir süreç sonunda sertliği artar ve mukavemet kazanır. Yeterince mukavemet kazanmış betona ise sertleşmiş beton denmektedir.

Beton, insanlık tarihinin gelişiminde ve eski medeniyetlerin günümüze kadar gelebilen eserlerinde önemli bir yere sahiptir. Mısır'daki piramitlerin yapımında kireç bazlı bağlayıcılar kullanılmış, Orta Asya ile Anadolu'da Horasan Harcı adı verilen bir bağlayıcının kullanılmış olması beton olarak nitelendirilebilecek malzemelerin tarihinin çok eskilere dayandığını göstermektedir. 1800'lü yılların başında ilk yapay çimentonun üretilmesi ve "Portland Çimentosu" nun patentinin alınmasıyla, beton yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lü yıllarda ise ilk "hazır beton" patenti alınmış ve birbirini izleyen teknolojik yeniliklerin ardından beton kalitesi de yükselmeye başlamıştır. Özellikle kimyasal ve mineral katkıların; liflerin ve benzer malzemelerin betonda kullanılmasıyla farklı kullanım amaçlarına yönelik yüksek performanslı betonlar üretilmeye başlamıştır (Ergin, 2012).

2.1.3 Betonun Oluşturan Malzemeler

2.1.3.1 Agregalar

Beton içinde hacimsel olarak %70-80 civarında yer işgal eden kum, çakıl, kırma taş gibi inorganik malzemelerin genel adına agrega denmektedir (Özkul vd., 2004). Agregalar beton yapımında kullanılan ve taneli durumdaki malzemelerdir. Agregaların doğada hazır bulunmaları gibi sebeplerle diğer beton bileşenlerine göre maliyetleri daha düşük olmaktadır. İstenilen kalitedeki betonu elde etmek kaydıyla, beton yapımında ne kadar çok miktarda agrega kullanılırsa beton maliyeti de o kadar düşük olmaktadır (Erdoğan, 2004). Betonda agrega kullanımının sağladığı bir diğer önemli yarar da betondaki büzülme ve çatlakları azaltmasıdır.

Agregaları daha iyi tanımlamak ve doğru kullanımını sağlayabilmek için çeşitli sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Agregalar genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

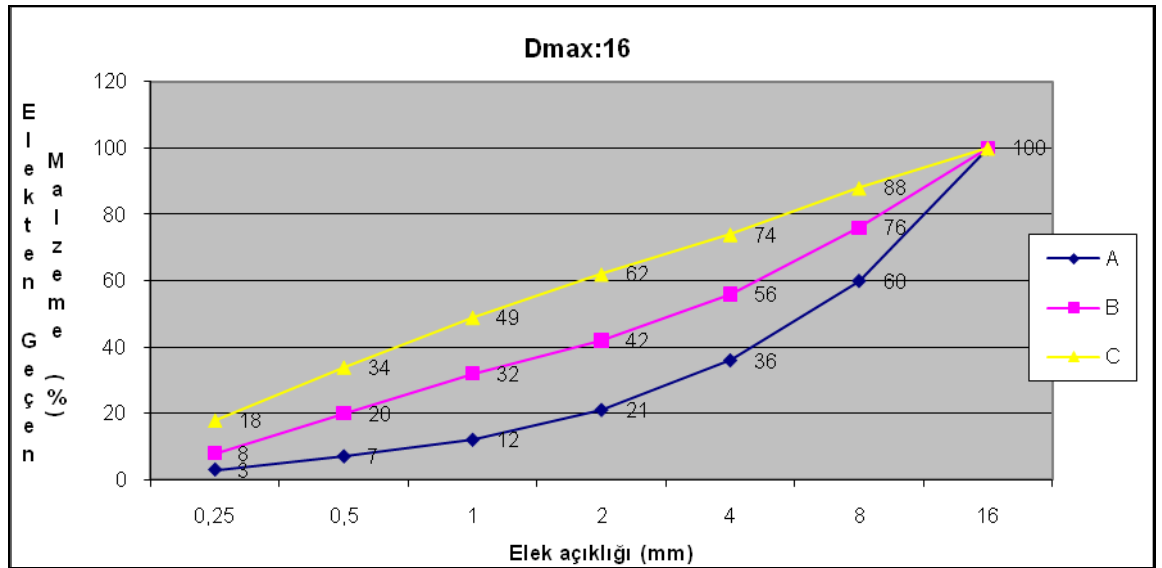
- a. **Kaynağına göre agregalar:** Nehirlerden, denizlerden, çöllerden, eski göl, dere yataklarından ve taş ocaklarından kırılmamış veya kırılmış olarak elde edilen doğal agregalar, yüksek fırın cürufu taşı, izabe cürufu veya yüksek fırın cüruf kumu gibi sanayi ürünü olan kırılmamış veya kırılmış yapay agregalar, daha önce yapıda kullanılmış ve işlemden geçirilerek yeniden elde edilen geri kazanılmış agregalar.
- b. **Tane boyutlarına göre agregalar:** Tane ebadı 4 mm² gözlü elekten geçen agregalar ince, geçemeyen agregalar iri agregalar.
- c. **Özgül ağırlıklarına ve birim ağırlıklarına göre agregalar¹:** Normal ağırlıklı, hafif ve ağır agregalar.
- d. **Tane şekline göre agregalar:** Yuvarlak, köşeli, yassı ve uzun agregalar.
- e. **Yüzey dokusuna göre agregalar:** Düzgün, granüler, pürüzlü, kristalli ve petekli agregalar.

¹ Beton karışım hesabını yapabilmek için üretimde kullanılacak agregaların özgül ağırlıklarının bilinmesi gerekmektedir. Normal beton agregalarının özgül ağırlığı genellikle 2.50-2.90 kg/dm³ arasında değişmektedir.

- f. **Üretimlerine (elde edilişlerine) göre agregalar:** Doğal (kum, çakıl, kırma taş gibi) yan ürün (fırın cürufu gibi) ve ısıtılma tabii tutulmuş agregalar.
- g. **Jeolojik orijinlere göre agregalar:** Volkanik, tortul ve metamorfik agregalar.
- h. **Mineralojik yapılarına göre agregalar:** Silis mineralli, karbonat mineralli ve mikalı agregalar.

Beton bileşiminde kullanılacak olan agregada aranan bazı özellikler vardır. Bunlar sert ve dayanıklı olması, zayıf taneler içermemesi (odun, kömür gibi), basınca ve aşınmaya karşı mukavemetli olması, toz ve toprak gibi betona zarar verebilecek malzemeler içermemesi, yassı ve uzun taneler içermemesi ve diğer bileşen olan çimentoyla zararlı reaksiyona girmemesidir (Nallı, 2006).

Ayrıca, beton üretiminde kullanılacak agreganın granülometrisinin (bir agregada belirli boyutlardaki tanelerin dağılımını gösteren eğrinin) bilinmesi önemlidir. Agreganın granülometri eğrisi elek analizi ile belirlenmektedir. Şekil 2.1.'de referans granülometri eğrisi verilmiştir. Agreganın “ideal bölgeler” denilen kısımlarda olması istenmektedir. Şekil 2.1.'de, A-B eğrileri arasındaki bölge beton üretiminde kullanılacak karışım agregası için “en iyi”, B-C arası ise “kullanılabilir” bölgeler olmaktadır. Öte yandan granülometrisi A ve C eğrileri dışında kalan agrega, beton üretiminde kullanılmamalıdır.



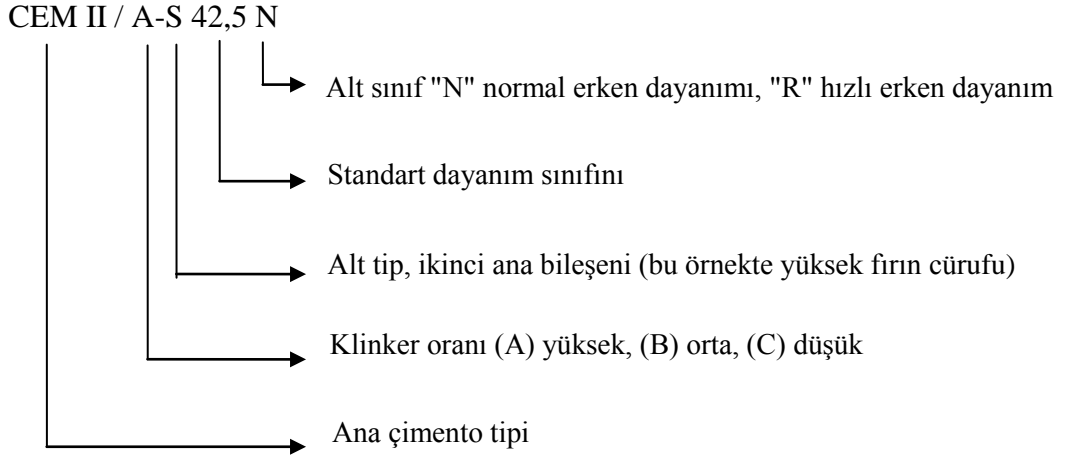
Şekil 2.1. Referans granülometri eğrisi (Dmax=16 mm)

2.1.3.2 Çimento

Çimento kil ve kalkerin belirli oranlarda karıştırılarak pişirilip öğütülmesi sonucu elde edilen bir bağlayıcıdır (Yardımcı, 2005). Çimentolar su ile reaksiyon sonucu hem havada ve hem de su altında katılaştıkları ve sertleştikleri için hidrolik bağlayıcılar olarak sınıflandırılırlar (Özkul vd. 2004). Çimento su ile karıştırıldığında “hidratasyon” denilen kimyasal reaksiyona uğrar.

Çimentonun tipi, kullanım yeri, karşılaştığı kimyasal ortama, mevsime göre farklılık arz eder (Yardımcı, 2005). TS EN 197-1’e göre yaygın olarak kullanılan çimento tipleri mevcuttur. Bu tabloda çimento ile ilgili standartlar verilerek, hangi çimento tipinde ne kadar klinker kullanılacağı anlatılmaktadır. Çimentoların dayanımları da sınıflarına göre farklı olmaktadır. Çimento standart dayanımı TS EN197-1’e göre belirlenen 28 günlük basınç dayanımıdır ve N/mm² (MPa) olarak gösterilir (Özkul vd., 2004).

Betonda kullanılan çimento tipleri ve uygunluk değerlendirmesi TS EN 197-1 serilerinde standartlaştırılmıştır. Buna göre örnek bir çimento tipi aşağıdaki gibi işaretlenebilmektedir:



Ayrıca çimentoda incelik, beton üretimi içinde önemli bir kavramdır. Fırında üretilen klinker ya katkısız olarak ya da çimento tipine bağlı olarak seçilen puzolanların katılmasıyla birlikte, genellikle 90 mikrondan küçük taneler elde edilinceye kadar değirmenlerde öğütülmektedir. İncelik esas olarak çimentonun hidratasyon hızı üzerine etkili olmaktadır. İncelik ne kadar fazla ise çimentonun dayanım gelişimi ilk yaşlarda o kadar hızlıdır. Çimentonun inceliği özgül yüzeyi ile belirlenir. Özgül yüzey, 1 g çimentonun içindeki tanelerin cm² olarak yüzeylerinin toplamıdır. Özgül yüzeyin belirlenmesinde “Blaine”

aletinden yararlanılır. Bütün çimento türleri için özgül yüzeyin $2800 \text{ cm}^2/\text{g}$ ' dan daha az olmaması istenir.

Hacim genişmesi, sertleşmiş bir çimento hamurunun katılaştıktan sonra hacminin sabit kalıp kalmayacağını belirlemek için önemli bir parametredir. Hacim genişmesi tayini için Le Chatelier (lö şatölye) aleti kullanılır. Priz, toz haldeki çimentonun suyla karıştırılmasıyla oluşturulan hamurun katılaşmasını tanımlamak için kullanılır. Çimento hamurunun sıvı halden katı hale geçişi priz deneyi ile tayin edilmektedir. Vicat (Vikat) aletinin kullanılmasıyla, çimento hamurunun priz başlama ve sona erme süreleri belirlenir.

2.1.3.3 Beton karışım suyu

Betonun bir diğer bileşeni de sudur. Beton üretiminde kullanılan karışım suyunun iki önemli işlevi olduğu söylenebilir (Nallı, 2006). İlki, kuru haldeki çimento ve agregayı plastik, işlenebilir bir kütle haline getirmektir. İkincisi ise, çimento ile kimyasal reaksiyon yaparak plastik kütle sertleşmesini sağlamaktır.

Betonun kıvamı, m^3 'e giren su miktarına bağlıdır ve beton reçetesi hazırlanırken su miktarı girilmektedir. Beton mukavemeti su/çimento oranına da bağlıdır. Burada önemli olan konu, betona gereğinden fazla su katmanın betona vereceği en büyük zarardır. Çünkü betona gereğinden fazla katılan su, su/çimento oranını artırarak betonun dayanımını düşürmektedir. Aynı zamanda, betonun bünyesinde çimento ile reaksiyona girmeyen fazla suyun bıraktığı boşluklar yalnız dayanımı düşürmekle kalmamakta olup, su içinde bulunan klor, sülfat vb. zararlı etkenler beton ve donatıya zarar verebilmektedir. Dolayısıyla betonda kullanılacak su optimum miktarda olmalıdır. 1 m^3 betona yaklaşık 170-190 litre arasında su verilmektedir.

2.1.3.4 Katkılar

Katkılar, betonun özelliklerini geliştirmek üzere üretim sırasında veya dökümden önce transmiklere az miktarda ilave edilen maddelerdir. Genel olarak katkı maddeleri beton içinde %8'lik bir hacmi işgal eder (Yardımcı, 2005). Katkı maddelerinin seçimi ihtiyaca göre olmalı ve bilinçli yapılmalıdır. Katkı maddeleri kökenine göre kimyasal ve mineral katkıları olarak ikiye ayrılırlar.

Kimyasal katkıları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Yardımcı, 2005).

- **Su Azaltıcılar (Akışkanlaştırıcılar):** Betonda aynı kıvamın veya işlenebilirliğıin daha az su ile elde edilmesini sağırlar. Taze betonda kullanılan su miktarı azaldıkça betonun dayanımı artar.
- **Priz Geciktiriciler:** Taze betonun katılaşmaya başlama süresini uzatırlar. Uzun mesafeye taşınan betonlar veya sıcak hava dökümleri için yararlıdırlar.
- **Priz Hızlandırıcılar:** Priz geciktiricilerin aksine, bu katkıları betonun katılaşma süresini kısaltırlar. Bazı uygulamalarda, erken kalıp almada ve soğıuk hava dökümlerinde don olayı başlamadan betonun katılaşmış olmasını sağılamak için kullanılırlar.
- **Antifrizler:** Suyun donması çimentonun mukavemet kazanmasına engel teşkil etmektedir. Antifrizler suyun donmasını zorlaştırır.
- **Hava Sürükleyici Katkıları:** Beton içinde çok küçük boyutlu ve eşit dağılan hava kabarcıkları oluşturarak betonun geçirimsizliğini ve dona karşı direncini, işlenebilirliğini artırır.
- **Su Geçirimsizlik Katkıları:** Sınırlı miktarda hava sürükleyen katkılarıdır ancak yerine yerleşmiş betonun su sızdırmazlığıının sağılanması uygun yerleştirme tekniğinin iyi bir şekilde yapılmasına bağılıdır.

Betonda kullanılan, çimento gibi öğütölmüş toz halde silolarda depolanan silis dumanı, taş unu vb. çeşitli endüstriyel üretimlerin yan ürünü olan katkı maddelerine mineral katkıları denir (Yardımcı, 2005). Mineral katkılarıdan yüksek dayanımlı beton üretiminde de yararlanılır.

2.1.4 Betonda aranan özellikler

Betonda aranan özellikler, betonun sertleşme evreleri olan taze beton ve sertleşmiş beton evreleri için ayrı ayrı incelenmelidir. İlerleyen kısımlarda taze beton ve sertleşmiş betonun özellikleri kısaca verilmektedir.

2.1.4.1 Taze beton özellikleri

Agrega ve çimento karışımına su katıldıktan sonraki ilk birkaç saatte beton, sıvıya benzer akıcılık özellikleri taşır ve kolayca şekil verilebilir; bu aşamadaki karışıma taze beton denmektedir (Özkul vd., 2004). Yani, beton malzemelerinin karılma işleminin tamamlandığı andan, betonun katılaştığı ana kadarki betona istenen şeklin verilebildiği evredeki betona taze beton denmektedir (Erdoğan, 2004). Taze betonun çeşitli özellikleri vardır (Yardımcı, 2005).

- **İşlenebilme ve Kıvam:** Betonun üretmek için bir araya getirilen malzemeler kolayca karılabilir olmalıdır. Üretilen taze beton kalıplardaki yerlerine kolayca yerleşebilir olmalı ve yerine kolayca sıkıştırılabilir olmalıdır.
- **Taze Betonun Sıcaklığı:** Şantiyeye teslim edilen taze beton sıcaklığının +5 C°' den az + 33 C°'den fazla olmaması gerekmektedir.
- **Ayrışma ve Terleme:** Ayrışma, taze beton içindeki malzemelerin betonun her bölgesinde eşit olarak dağılımının bozulmasıdır. Beton malzemelerinin karılması, taze betonun taşınması, yerleşmesi ve sıkıştırılması işlemlerinde betonun içindeki iri agrega ve çimento harcı ayrı ayrı bölgelerde kümeleşme göstermemelidir. Kaba agrega taneleri betonun yerleştirilmesi sırasında diğer tanelere göre daha aşağılara çökme eğilimindedir. Özellikle yüksek kıvamdaki betonlarda da su beton içinde yükselerek yüzeyde kalma eğilimindedir.
- **Hava Miktarı:** Taze betonda, hacimce % 0.5-8 hava bulunmaktadır ve bu hava ile dayanım, yoğunluk, dayanıklılık gibi özellikler arasında doğrudan ilişki mevcuttur. İstenildiğinde donma-çözülme direncinin artırılması için betona hava sürüklenebilmektedir.

- **Birim Ağırlık:** Bir birim hacim içerisinde yer alan taze betonun ağırlığını belirtmektedir. Betonun birim ağırlığı genellikle kg/m^3 veya ton/m^3 olarak ifade edilmektedir. Özgül ağırlığı yüksek olan agregaların oluşturduğu betonun birim ağırlığı da yüksek olmaktadır. Öte yandan, içerisinde daha çok hava boşlukları bulunduran betonun birim ağırlığı daha düşük olmaktadır (Erdoğan, 2004).

2.1.4.2 Sertleşmiş beton özellikleri

Sertleşmiş beton, taze betonun şekil verilebilirliğinin bittiği, katılaştırmanın olduğu evredir. Bu evrede, beton istenilen süre içerisinde yeterli dayanımı gösterebilmeli, yeterli dayanıklılığa ve hacim sabitliğine sahip olmalıdır. Sertleşmiş betonun aşağıdaki temel özellikleri göstermesi beklenir:

- **Dayanım:** Beton dayanımı, üzerine gelen statik ve/veya dinamik yüklerin neden olacağı şekil değiştirmelere ve kırılmaya karşı, betonun gösterebileceği maksimum direnç olarak tanımlanmaktadır (Erdoğan, 2004). Malzeme kesitinde bir birim alanının taşıyabileceği maksimum yük, maksimum gerilme olarak adlandırılmakta ve kgf/cm^2 veya MPa gibi birimlerle ifade edilmektedir. Maksimum gerilme miktarı, betonun dayanımını göstermektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde, uygun sıcaklık ve nem ortamı sağlandığında betonun dayanımının yaşla beraber arttığı gözlemlenmiş olup, hesaplamalarda daha çok betonun 28 günlük basınç dayanımını esas alınmaktadır. Bunun nedeni, betonun zaman içinde ulaşabileceği en yüksek dayanımının yaklaşık % 70'ini ilk 28 gün içinde elde etmesidir. Beton 7, 28 veya daha sonraki günler için hedeflenen dayanımdan daha az bir dayanım göstermemelidir. Çizelge 2.1.'de TS EN 206'ya göre çeşitli beton sınıflarına göre basınç dayanımları verilmiştir.

Çizelge 2.1. TS EN 206'ya göre beton basınç dayanımı sınıfları

Basınç Dayanımı Sınıfı	En düşük karakteristik silindirik basınç dayanımı (N/mm²)	En düşük karakteristik küp basınç dayanımı (N/mm²)
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 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

- **Dayanıklılık (Durabilite):** Değişik türdeki yapılarda kullanılmakta olan beton, hizmet süresi boyunca, bünyesinde yıpranmaya yol açabilecek birçok etkenle karşılaşmaktadır. Beton dayanıklılığı, "hava koşullarından, sülfatlı veya asitli sulardan ve/veya betonun kullanıldığı ortam koşullarından kaynaklanan yıpratıcı kimyasal ve fiziksel olaylar karşısında, betonun hizmet süresi boyunca gösterebileceği direnme kabiliyeti" olarak tanımlanmaktadır. Dayanıklılık, "durabilite" veya "kalıcılık" olarak da adlandırılmaktadır (Erdoğan, 2004). Sertleşmiş betonun içerisine sızan sularda bulunan sülfatlar veya asitler birtakım kimyasal olaylara neden olmakta ve betonun çatlayıp kırılmasına sebep olmaktadır. Suya doygun durumdaki sertleşmiş betonun boşluklarındaki suyun soğuk havada buz haline dönüşerek genişmesi ve sonradan çözünmesi ile "donma-çözülme" olarak adlandırılan olayın çok sayıda yer alması sonucunda, beton çatlayıp kırılabilmektedir.

Betonarme betonun içerisine yerleştirilmiş olan çelik çubukların korozyonu (paslanması) sonucunda çelik çubukların yüzeyinde oluşan korozyon ürünleri betonda genişleme yaratmakta ve betonun çatlamasına yol açabilmektedir.

Betonun içinde bulunan çimentonun kompozisyonunda bulunan alkalilerle, betonda kullanılan agregada bulunabilecek reaktif silika arasında oluşabilecek "alkali-silika

reaksiyonları" sonucunda, sertleşmiş betonda yer alacak olan genleşmeler, betonun kırılmasına neden olabilir.

- **Hacim Sabitliği:** Betonun içerisindeki suyun fiziksel ve/veya kimyasal nedenlerle azalması (kaybolması) sonucunda betonun boyunda ve hacminde yer alan küçülmeye "büzülme veya rötne" denilmektedir. Sertleşmiş beton, yeterli hacim sabitliğine sahip olmalı, yani istenmeyen ölçüde büzülme, sünme veya genleşme göstermemelidir.
- **Geçirimsizlik:** Sertleşmiş betonun yüzeyi ile temas eden sıvılar ve gazlar, betonun içine girerek akış sağlayabilmektedirler. Betonun içindeki sıvıların akış göstermeleri değişik nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bunlar, hava veya su basıncının yarattığı farklılıklar, nemlilik farklılıkları ve betonun içerisindeki sıvıların farklı konsantrasyonlarından doğan olaylardır (Erdoğan, 2004). Betonun geçirimsizliği; Su/çimento oranına, karışım suyuna, çimentoya, agregaya, katkı maddelerine, betonun yaşına, betonun karılmasına, yerleştirilmesine, sıkıştırılmasına ve betona uygulanacak kür işlemine bağlıdır.
- **Dış Görünüş (Estetik):** Beton, görünüş bakımından da göze hoş gelmeli ve mimari açıdan estetik bir görünümde olmalıdır.
- **Isı ve Ses Yalıtımı:** Isıyı ve sesi geçirmemesi kullanım açısından betonu önemli kılmaktadır.
- **Ekonomiklik:** Yukarıdaki özellikleri sağlamak üzere, beton ekonomik olmalıdır.

2.1.5 Beton karışım hesabı

Beton karışım oranlarının belirlenmesindeki amaç, düşük maliyet, yerleştirilebilme koşulları, dayanım koşulları, dayanıklılık koşulları ve estetik yönden bir denge oluşturulması hesabının yapılmasıdır. Beton karışım hesabı birbirine bağlı uygun bileşenlerin (agrega, çimento, su, katkı maddeleri) seçilmesi ve uygun işlenebilirlik, dayanıklılık, dayanımda ve mümkün olan en ekonomik betonun elde edilebilmesi için bu bileşenlerin göreceli oranlarının hesaplanması şeklinde iki aşamadan oluşur (Özkul vd., 2004). Bir beton karışım hesabında:

- Taze betonun çökme değerinin seçilmesi,
- En büyük agrega boyutunun seçilmesi,
- Karışım suyu ve hava miktarının belirlenmesi,
- Su/çimento oranının belirlenmesi,
- Çimento miktarının hesaplanması,
- Agrega miktarının belirlenmesi,
- Agrega rutubet durumuyla ilgili gerekli düzeltmelerin yapılması,
- Deneme beton üretimi yaparak kontrol ve gerekirse hesaplarda düzeltme yapılarak beton karışımı oluşturulur.

2.2 Hazır Beton

2.2.1 Hazır betonun tanımı

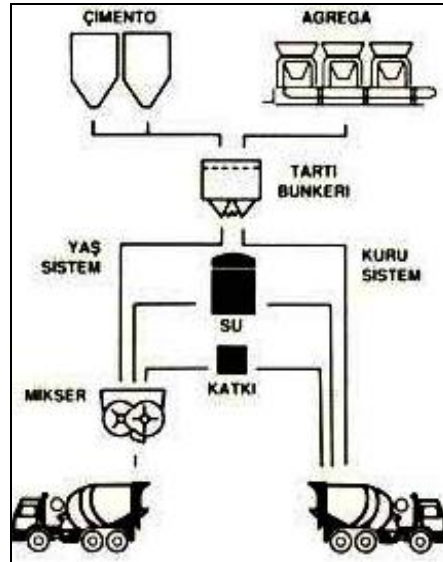
Bilgisayar kontrolüyle istenilen oranlarda bir araya getirilen malzemelerin, beton santralinde veya mikserde karıştırılmasıyla üretilen ve tüketiciye taze beton olarak teslim edilen betona hazır beton denmektedir (Yardımcı, 2005). Hazır betonu, şantiyede elle ya da betoniyerle karıştırılarak hazırlanan betondan ayıran temel unsur, hazır betonun modern tesislerde bilgisayar kontrolü ile üretilmesidir.

Hazır betonun hazırlandığı/üretildiği yerlere de hazır beton tesisi adı verilmektedir. Hazır beton ile ilgili ilk patent 1903 yılında Almanya'da alınmış, ancak hazır betonun üretilip gönderilmesi ilk kez ABD'de 1913 yılında gerçekleşmiş ve bugünkü anlamda beton taşıyıcıları (transmikserler) 1926 yılında geliştirilmiştir (Yardımcı, 2005). Türkiye'de ise hazır betonun yaygınlaşması 1980 yılından sonra başlamıştır ve diğer ülkelere nazaran oldukça yenidir (Karakule ve Akalın, 2005).

2.2.2 Hazır beton üretimi

İstenilen kalitede hazır beton üretimi için hem kaliteli hem ekonomik malzemeler seçilmeli, malzemelerin hangi oranlarda karıştırılacağı belirlenmesi için “beton karışım hesaplarının” doğru yapılması, karılma işleminin uygun şekilde yapılması, üretilen taze betonun taşınma, yerleştirilme, sıkıştırılma ve yüzey düzeltme işlemlerinin doğru şekillerde yapılması ve her aşamada “kalite kontrol” işlemlerinin yerine getirilmesi gerekmektedir (Erdoğan, 2004).

Hazır beton üretiminin su ölçme ve karıştırma işlemlerinin santralde veya transmikslerde yapılmasına göre Yaş Sistem ve Kuru Sistem olarak iki yöntem bulunmaktadır (Şekil 2.2). Yaş sistemde tartılan malzemeler bir büyük karıştırıcı (mikser) içine boşaltılır. Mikser içinde homojen bir hale gelinceye kadar karıştırılır. Hazırlanan bu karışım, mikserin tam altına yanaşan bir transmiksirin kazanına boşaltılır. Yaş karışimli hazır beton, su dahil tüm bileşenleri beton santralinde ölçülen ve karıştırılan betondur. Kuru karışimli hazır beton da ise agrega ve çimentosu beton santralinde ölçülüp santralde veya transmikslerde karıştırılan, suyu ve varsa kimyasal katkısı teslim yerinde ölçülüp karıştırılarak ilave edilen hazır betondur. Yaş sistemin kuru sisteme göre birtakım avantajları vardır. Yaş sistemde üretilen betonun malzemeleri santralde ölçüldüğünden, kalite kontrol çalışmaları kuru sisteme göre daha verimlidir.



Şekil 2.2. Kuru ve yaş karışım sistemi ile beton üretimi (Erdoğan, 2004)

Hazır betonun üretiminde kullanılacak, malzemelerin (çimento, agrega, su, katkı) kalitelerini ve birbirlerine uyumunu incelemek için ilk aşamada laboratuvar deneyleri

yapılmaktadır. Bu deneylerden geçen malzemelerde zamanla olumsuz değişiklikler meydana gelmesinin önlenmesi için sürekli kalite denetimi yapılmalıdır. Betonlu oluşturan bileşen malzemelerinin ölçme ve karıştırma ünitelerinden oluşan Hazır Beton Tesislerinin çalışma prensiplerinden dolayı hassas bir şekilde bilgisayar kontrolü ile homojen, hızlı ve kaliteli beton üretimi gerçekleştirilir.

Hazır betonun üretim süreci, santral operatörünün üretilen betonlu tanımlayan formülün numarasını belirleyip, bilgisayar sistemini işletmesiyle başlar. İlk komuttan sonra, ayrı bölmelerde stoklanmış bulunan agrega, çimento ve su aynı anda tartılır. Daha sonra tartılmış agrega bant veya kovayla taşınarak mikser kazanına aktarılır. Bu sırada çimento, su ve formülde varsa kimyasal katkı maddesi de kazana aktarılarak karıştırılır.

Bir harman betonun hacmi santralden santrale değişmekle birlikte genellikle 1 ile 3 m³ arasında değişmektedir. Santralde karışma süresi de harman hacmi ile orantılı olarak standartlar tarafından belirlenmiştir. TS 11222 Beton - Hazır Beton Standardı'na göre, 1 m³ ve altındaki harmanlar için karıştırma süresi en az 45 saniye, ek her 0.5 m³ için ek 15 saniyedir. Ancak, yaş karışım türü üretimde taşıma sırasında, mikser içinde de karışım olduğu dikkate alınarak, bu süre yarıya kadar azaltılabilir. Yeterince karıştırılmış olan harman, transmiksere boşaltılarak, dolum tamamlanıncaya kadar aynı işlem devam eder.

2.2.3 Hazır betonun sınıflandırılması

TS EN 206 Beton Standardı hazır betonlu taze ve sertleşmiş durumdaki özelliklerine bağlı olarak sınıflandırmıştır. Taze beton özellikleri olarak kıvam ve agrega en büyük tane büyüklüğü temel alınmıştır. Kıvam sınıflandırması, kıvamın ölçüldüğü deney yöntemlerine göre yapılmıştır. Deney yöntemleri olarak çökme (Slamp), Vebe deneyi, sıkıştırılabilirlik ve yayılma seçilmiştir. Hazır beton sektöründe en yaygın kullanılan kıvam ölçme yöntemi olan çökme deneyi sonuçlarına göre yapılan sınıflandırma Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Beton çökme değerlerine göre kıvam sınıfları

Sınıf	Çökme (cm)
S 1	1 - 4
S 2	5 - 9
S 3	10 - 15
S 4	16 - 21
S 5	≥ 22

Slamp kontrolü betonun mukavemetine etki eden en önemli unsurlardan biridir. İnşaatlarda elle yapılan betonlarda istenildiği kadar çimento kullanılsa bile slamp kontrolü yapılmadığından istenilen kaliteye ulaşılamamaktadır.

2.2.4 Hazır betonun döküm işlemi

Döküm Öncesi Hazırlıklar

- Beton toprak zemine dökülecekse, zemin sıkıştırılmalı, yaklaşık 15 cm derinliğine kadar nemlendirilmeli, böylece yerleştirilecek ilk beton tabakasının betonun karışım suyunu emmesi önlenmelidir.
- Beton kayalık zemin üzerine dökülecekse zeminin gevşek kısımları kaldırılmalı, yüzeyleri ıslatılmalı, su birikintisi kalmamasına özen gösterilmelidir.
- Beton kalıp içerisine dökülecekse betonun degeceği kalıp yüzeyleri döküm işlemine başlamadan temizlenmelidir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Beton dökümü öncesi hazırlıklar

- Döküm işlemine başlamadan evvel tüm kalıplar ve iskeleler taşıyıcılık yönüyle kontrol edilmeli, ahşap kalıplarda döküm ve yerleştirme sırasında betonun sızmasını önlemek için kalıp tahtaları arasında boşluk kalmamalıdır.
- Beton dökümü için yeterli sayı ve nitelikte eleman, araç ve gereç bulundurulmalıdır.

- Döküm işlemine başlamadan önce son kez beton dökülecek kısımlardaki donatı ve etriyelerin çapı, sayısı, aralığı ve yerleşimi kontrol edilmelidir.
- Pompa ve transmikserler gelmeden önce bu araçların çalışma alanları hazırlanmalıdır.

Beton Dökümü

Betonun yapım, döküm ve bakımı esnasında içinde bulunduğu ortam ortalama sıcaklığının + 5 °C ile + 30 °C arasında olmalıdır. Aynı zamanda aşırı rüzgar ve yağışın bulunmadığı hava şartları beton dökümü için idealdir.

- Beton, teknik bir zorunluluk olmadığı sürece yüksekliği 15 cm ile 30 cm arasında dökülmelidir.
- Betonun yatay yöndeki hareketi iri çakılların ayrışmasını kolaylaştıracağı için yatay hareket en aza indirilmelidir.
- Beton kalıpların ortasına düşey olarak dökülmelidir. Ayrışma olmaması için serbest düşme yüksekliği 1.5 metreden fazla olmamalıdır.
- Kolon kalıplarına betonun kolon başlarından dökülmesinin zorunlu olduğu hallerde, betonun etriye ve kalıp yüzeylerine çarparak ayrışmaması için, donatı içine en az 50 cm giren elastik huni kullanılmalıdır.
- Eğik yüzeylere beton dökümüne en alçak noktadan başlanmalı, yerleştirme yukarıya doğru sürdürülmelidir.
- Beton perdelerdeki kapı ve pencere boşluklarının üst köşelerinde çatlak oluşmaması için beton dökümü boşluk üst hizasına erişince kesilmeli, 1-3 saat aradan sonra devam edilmelidir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Beton dökümü

2.2.5. Hazır betonun yerleştirilmesi

Betonun yerleştirilmesi içindeki hava boşluklarının yok edilmesi anlamına gelmektedir. Beton karıştırılırken veya karıştırıcıdan boşaltılırken içindeki hava sıkışıp kalır. Eğer hava çıkarılmazsa betonun dayanımı azalır ve görünümü bozulur. Yeterli derecede yerleştirilmiş beton dayanımı yüksek, yoğun ve su geçirmez olur. Bu nedenle dökümü yapılan tüm betonlar vibratörle yerleştirilmelidir. Zorunlu hallerde şiş ve tokmak da kullanılabilir.

Beton yerleştirme işleminde (1) daldırma vibratör, (2) yüzey vibratörü ve (3) kalıp vibratörü (dış vibratör) olmak üzere üç tip vibratör kullanılabilir.

Daldırma vibratörlerde yerleştirilen tabakanın kalınlığı en az 30 cm, en çok 70 cm olmalıdır. Vibrasyon uygulanacak noktalar arasındaki mesafe 40 cm den az 70 cm den fazla olmamalıdır. Ayrıca vibratör yüzeye dik daldırılmalıdır. Vibratör beton içinde 5- 10 sn süreyle tutulmalıdır.

Yüzey vibratörler büyük genlikli ve düşük frekanslı olmalıdır. Vibratör, arkasında bıraktığı beton yüzeyi homojen ve nemli görünüşte olacak düzeyde yavaş hareket ettirilmelidir. Yüzey vibratörü ile yerleştirilen tabaka kalınlığı 20 cm den fazla olmamalıdır.

Betonun değdiği kalıp ve donatı yüzeylerinin büyük olduğu hallerde kalıp vibratörleri kullanılmalıdır. Kalıp vibratörleri kullanıldığında kalıpların titreşime dayanıklı şekilde yapılmış olmasına dikkat edilmelidir. Beton seviyesi yerleştirilmeden önce kalıp

seviyesinden 2 ila 3 cm yukarıda olmalı, böylece yerleştirilme sonucunda betonun normal yüksekliğe gelmesi sağlanmalıdır (Özkul vd., 2004).

2.2.6. Hazır betonun bakımı

Yerleştirilip sıkıştırılan taze betonun su içeriği çimentonun hidrasyonunu tamamlayabilmesi için yeterlidir. Ancak, bu suyun buharlaşarak kaybolması, hidrasyonu güçleştirir, hatta betonun özelliğini bozabilir. Bu nedenle betonun bakımı, su kaybını (kurumayı) önlemek ve zararsız düzeyde tutmak, bu suretle hidrasyonun hatasız şekilde tamamlanabilmesini sağlayabilmek için dökümünü izleyerek başlatılmalıdır.

Betonun bu amaçla bakımı için uygulanacak kür;

- a. Islak çuvallar sarmak,
- b. Örtü veya püskürtme membran uygulamak,
- c. Su püskürtmek

Yukarıdaki sayılan kürlerden hangisi uygulanırsa uygulansın, kalıpların su emmesinin önüne geçilmelidir. Bunu sağlamak için kalıp yağları kullanılabilir. Yağlar kalıp iç yüzeyine ince bir tabaka halinde sürülmelidir. Ahşap kalıplar dıştan ıslatılarak özellikle sıcak havalarda kuruyup açılmaları önlenmelidir. Kuruyan kalıplar beton yüzeyinden su alacağından, kalıpların ıslatılması bu sakıncayı da ortadan kaldıracaktır.

Betonun yeterli dayanıma erişinceye kadar aşağıda sıralanan zararlı etkilere karşı da ayrıca korunması gereklidir:

- Sağanak halinde yağış,
- Şiddetli rüzgar,
- Aşırı soğuk, don
- Aşırı sıcaklık yükselmesi,

- Beton yapısını tehlikeye koyabilecek titreşimler,
- Zararlı kimyasal etkiler,
- Mekanik etkiler

İklim şartlarına bağlı olarak dökülen hazır beton, prizini aldıktan sonra gerekli bakımları da yapıldığında kullanıcıya ve çevreye tehlikesiz bir ürün haline gelmiş olacaktır.

2.3 Hazır Betonda Kalite

Geçmiş yıllarda kalite denilince ilk akla gelen ortaya çıkan ürünün denetimi oluyordu. Oysa şimdilerde ürün yerine üretim sistemi denetlenmektedir. Böylece, üretim sistemi uygun olan bir tesisin ortaya çıkardığı ürünün de kaliteli olacağı düşünülmektedir. Ülkemizde, Türkiye Hazır Beton Birliği 1996 dan beri üyeleri üzerinde benzer bir sistemi uygulamaktadır (Özkul vd., 2004).

Genel olarak hazır betonda kalite güvence sistemi iki ayrı denetimden oluşmaktadır:

- a. Sistem denetimi
- b. Ürün denetimi

2.3.1 Kalite sistem denetimi

Bir hazır beton tesisinde yapılan üretimin her aşaması, tesisin görevli elemanlarınca izlenerek kayıt altına tutulması sayesinde kontrol altına alınmalıdır. Personelin (laboratuvar elemanları, santral elemanları, pompa operatörleri, transmikser şoförleri, kalite sorumlusu) gerekli eğitimi alıp almaması kalite güvence sistemi (KGS) denetleyicileri tarafından yılda bir kez olmak üzere denetlenir.

Beton üretimi boyunca tesise giren agrega, çimento ve katkıların miktarı günlük olarak kaydedilmektedir (Özkul vd., 2004).

Hazır beton tesisinde üretilen her bir sınıf beton için laboratuarda yapılan deneyler ve çalışmalar kayıt altına tutularak denetlenmektedir. Bu sayede güncel olarak yapılan kontrollerde beton kalitesinin yükseltilmesi amaç edilmiştir.

2.3.2 Ürün denetimi

Ürün denetim de, sistem denetimi gibi yılda bir defa kalite güvence sistemi (KGS) belgesi olan tesislerde yapılmaktadır. KGS denetleyicileri, beton atılan en az iki ayrı şantiyeden, transmikserden beton örneği alır. Alınan örnek beton üzerinde sıcaklık ölçümü ve çökme deneyi yapılır. Alınan taze beton kalıplara (günümüzde genelde küp kalıp kullanılmaktadır) doldurularak basınç dayanımı için saklanır. Beton örneklerin üzerine etiket yapıştırılarak, tarih, firma adı, beton sınıfı gibi bilgiler yazılır.

Betonlar 7 ve 28 günlükken denetleyicilerin gözetiminde kırılarak beton basınç dayanımları belirlenir. Ayrıca betonun şantiyeye beklemeden iletilip iletilmediği teslim fişinden kontrol edilmektedir.

Ayrıca hazır beton tesisinin kür havuzunda saklanmakta olan beton örnekleri üzerinde de denetim yapılır. Denetleyiciler, kür havuzunda bulunan ve o gün kırılması gereken beton örneklerinden en az 3 farklı sınıfa ait olanları kırarak, elde edilen sonuçları TS EN 206 standardı ile karşılaştırırlar.

2.3.3 Hazır betonda kalite için laboratuvar testleri ve model deneyler

Kaliteli hazır beton üretebilmenin önemli koşullarının başında, standartlara uygun malzeme kullanımı ve malzemenin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bunu bilmek için de hazır beton tesislerinde, agrega ocaklarında birçok periyodik ve diğer ön deneylerin yapılması gerekmektedir. Laboratuarda yürütülen deneysel çalışmalar, ilk olarak standartlara uygun olarak alınan ve hazırlanan temsili numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.3.3.1 Agrega yüzey nemi analizi

Niğde’de hazır beton üretim faaliyetlerinde bulunan Mert Beton şantiyesi malzeme stok tesislerinden (bunker) belirli aralıklarla alınan dere kumu, kırma kum ve kırmataş temsili

numunelerine ait standartlara (TS 3523) uygun olarak yapılan agrega yüzey nemi ölçüm değeri Ek-A'da verilmiştir.

2.3.3.2 Beton basınç dayanım analizi

Betonun basınç mukavemeti, standart kür koşullarında saklanmış ($20\text{ C}^{\circ} \pm 2\text{ C}^{\circ}$ kirece doymun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülmektedir (Şekil 2.5., 2.6.).



Şekil 2.5. Test için hazırlanan taze betonun küp kalıplara yerleştirilmesi

Deney küp kalıpları PVC malzemeden yapılmış 15x15x15 cm ebatlarındadır. Deneme betonu (örnekleri 1, 2, 3) birim hacim ağırlığı $\gamma:2354\sim2367\text{ gr/m}^3$ aralığında değişmektedir.



Şekil 2.6. Küp kalıplara yerleştirilen betonun etiketlenmesi görünüşü

Hazır beton tesislerinde TS 11222 ve TS EN 206-1 standardına uygun olarak normal ve yüksek dayanımlı betonlar üretilmektedir. Hazırlanan deneme betonu kalıplarına ait yüzey görünümü, 7. gün ve 28. gün basınç mukavemeti ölçüm değerleri Ek-B’de verilmiştir.

2.3.3.3 Kayaç ve agrega deneyleri

Niğde’de hazır beton üretim faaliyetlerinde bulunan Mert Beton şantiyesi malzeme stok tesislerinden (bunker) belirli aralıklarla alınan dere kumu, kırma kum ve kırmataş temsili numunelerine ait tane boyut dağılımı (granülometri) (Çizelge 2.3.), özgül ağırlık ve su emme, gevşek ve sıkı birim hacim ağırlığı (Çizelge 2.4.), basınç ve yüzey sertlik deneyleri (Çizelge 2.5.) sırasıyla TS 3530 EN 933-1, TS EN 1097-6, TS EN 1097-3, TS 3814 EN 933-4 standartlarına göre yapılmıştır. Deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kullanılan agrega numuneleri tane boyut dağılımı (%)

Elek Açıklığı (mm)	Bazalt	Kalsit	Dere Agregası
31,5	100	100	100
16	79	76	86
8	63	66	61
4	52	54	49
2	39	34	37
1	25	24	28
0,5	19	16	14
0,25	0	0	0

Tane boyut dağılımına bakıldığı zaman bazalt ile kalsitin kendi aralarında benzer bir dağılım gösterdiği görülmektedir. İri ve ince agrega özgül ağırlık ve su emme değerlerine ilişkin bulgular ise Çizelge 2.4.’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Kullanılan agregaların fiziksel özellikleri

Agrega Özellikleri	Bazalt	Kalsit	Dere Agregası	Sınır Değer
İri agrega özgül ağırlığı g/cm ³	2.60	2.64	2.61	2.5-2.8
İnce agrega özgül ağırlığı g/cm ³	2.55	2.60	2.54	2.5-2.8
İri agrega su emme oranı (%)	0.49	0.94	2.26	1.00
İnce agrega su emme oranı (%)	0.27	0.36	1.39	1.00
Gevşek birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	1.71	1.32	1.27	1.20-1.80
Sıkı birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	1.78	1.45	1.52	1.20-1.80
Don kaybı (%)	0.70	2.89	6.41	15

Betonda kullanılacak agreganın özgül ağırlığının 2.5-2.8 gr/cm³ arasında olması gerekmektedir. Bu sonuca göre, grupların tamamının özgül ağırlıkları bakımından beton agregası olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir. Beton agregasında su emme oranı %1'den az olursa makbul olur. Deney numunelerinden dere agregası iri agrega su emme oranı %2.26 ince agrega su emme oranı ise %1.39 olarak standart değer olan %1'den büyük değer aldığı görülmektedir. İri ve ince agrega su emme oranı bakımından dere agregası hariç diğer numunelerin su emme oranı bakımından beton agregası olarak kullanılabilir olduğu görülmektedir. Beton agregalarında birim hacim ağırlık değerinin 1.20-1.80 gr/cm³ arasında olması gereklidir. Bu verilere göre numunelerin tamamı gevşek ve sıkı birim ağırlık bakımından ortalama değer almışlardır. Agregada birim hacim ağırlığının yüksek çıkması, agrega arasındaki boşlukların az olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gruplara ait agrega numunelerinin tamamı %15'den az donma-çözülme kaybı vermektedir. Bu sonuçlar, agrega donma-çözülme kaybı açısından grupların hepsinin beton agregası olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Çizelge 2.5. Kayaç gruplarının basınç dayanımı ve mohs yüzey sertliği

Kayaç Grupları	Basınç Dayanımı (MPa)	Mohs Yüzey Sertliği
Bazalt	145.9	4.2-4.7
Kalsit	110.7	2.5-3.0

TS 706 EN 12620 kayaç basınç dayanımının en az 100 MPa olması halinde, numunenin başka bir incelemeye gerek olmaksızın agrega olarak kullanılabilirliği kabul edilmektedir. Mohs sertlik derecesi Çizelge 2.5.'te (Gönen ve Delibalta, 2011) görüldüğü gibi göreceli sertlik değeri olduğundan belli aralıklarla verilmiştir.

2.3.3.4 Taze ve sertleşmiş beton deneyleri

Betonun basınç mukavemeti, standart kür koşullarında saklanmış (20°C ±2°C kirece doymuş su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülmektedir. Hazır beton tesislerinde TS 11222 ve TS EN 206-1 standardına uygun olarak normal ve yüksek dayanımlı betonlar üretilmektedir.

Üç grup agrega (bazalt, kalsit ve dere agregası) ile hazırlanan numunelerin 1 m³ beton karışımına giren malzeme miktarları Çizelge 2.6.'da verilmiştir. Beton gruplarının tamamında agrega granülometrisi sabit tutulmuştur. İnşaat sektöründe demir donatı

aralarından geçmesi için en büyük agrega boyutu 22 mm olarak alınmıştır. Her beton sınıfında, efektif su miktarı sabit tutulmuştur. Agreganın emdiği su miktarı, karışım suyuna ilave edildiği için, toplam Su/Çimento (S/Ç) oranları değişmiştir. Karışım aynı oranda hazırlanmıştır. Karışımın beton sınıfı C 20/25 olarak seçilmiştir.

Çizelge 2.6. Beton gruplarının karışım oranları

Agrega Grupları	S/Ç	Çimento (kg/m ³)	0-5 mm (kg/m ³)	5-12 mm (kg/m ³)	12-22 mm (kg/m ³)
Bazalt	0.59	290	470	570	650
Kalsit	0.60	290	465	585	660
Dere Agregası	0.56	290	460	590	655

Üretilen taze beton örnekleri üzerinde hava miktarı, birim ağırlık ve çökme miktarları ölçüm sonuçları Çizelge 2.7.'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Taze beton deney sonuçları

Agrega Grupları	Birim Ağırlık (kg/dm ³)	Hava Miktarı (%)	Çökme Miktarı (cm)
Bazalt	2.33	1.9	12
Kalsit	2.55	2.0	13
Dere Agregası	2.45	2.8	11

Çizelge 2.7.'de görüldüğü gibi bazalt, kalsit ve dere agregasının hava miktarları standart değer içinde kalmıştır. Çökme miktarları ise tüm numunelerde hemen hemen birbirine yakındır. Sertleşmiş betonda özgül ağırlık, su emme oranı ve basınç dayanımları Çizelge 2.8.'de verilmiştir.

Çizelge 2.8. Sertleşmiş beton (C 20/25) deney sonuçları

Agrega" Grupları	Özgül Ağırlık	Su Emme Oranı (%)	Basınç Dayanımı (MPa)
Bazalt	2.28	2.80	28.9
Kalsit	2.40	2.90	26.6
Dere Agregası	2.27	3.89	25.2

Bu değerlere göre beton özgül ağırlık değerleri 2.27-2.40 g/cm³ arasında değişmektedir. TS EN 206'ya göre etüv kuru yoğunluğu 2000-2600 kg/m³ arasındakiler normal beton olarak tanımlanmaktadır. Buna göre grupların tamamı normal ağırlıklı beton grubuna girmektedir. Basınç dayanımı olarak kalsitin bazalta göre daha düşük dayanım gösterdiği görülmüştür. Ancak, bazalt doğadaki oluşum itibarıyla hem daha sert hem de gözeneksiz yapısı ile daha

yoğun bir malzemedir. Dere agregası ile yapılan betonda ise dayanım bazalta göre daha düşük çıkmış, ancak kalsitten daha yüksek değer elde edilmiştir (Gönen ve Delibalta, 2011).

2.3.3.5 Kür havuzu ısı (C°) izleme analizi

Hazırlanan beton kalıplarına ait kür havuzu sıcaklık değişimini izlemek amacıyla (Şekil 2.7.), sabah 08.00- öğlen 13.00- akşam 17.00 saatlerinde yapılan bir aylık deney ölçüm değerleri Ek-D’te verilmiştir.



Şekil 2.7. Hazırlanan beton kalıpların kür havuzundaki görünüşü

2.4 İstatistiksel Proses Kontrol

Sanayileşmenin artışıyla beraber üretilen ürünlerin kontrol edilme gereksinimi ve yöntemleri de sürekli gelişmiştir. İlk kalite kontrol uygulamaları üretim sonrasında ürünün istenilen şartlara uyup uymadığının kontrolü şeklindedir ve bu sadece hatalı ürünün müşteriye gitmesini önleyici bir etkinliktir. Üretim sonrası muayene ile hatalı ürünü saptamaya yönelik bir kontrol sistemi masraflı ve güvensizdir. Oysa üretim aşamasında hatalı ürün oluşumuna sebep olabilecek faktörler belirlenerek bunların analiz edilmesiyle istenilen kalite seviyesine ulaşılabilir. Bu yüzden son muayene yaklaşımı önleme stratejisi ile değiştirilmeli ve muayene, üründe değil üretim prosesini kontrol etmede kullanılmalıdır.

Kontrol bir kalite karakteristiğini ölçüp standartlarıyla karşılaştırıp arasındaki farkı ortaya çıkaran bir işlemdir. Burada bahsedilen standartlar işletmenin kendisinin belirlediği

standartlar veya sektörel bazı standartlar olabilmektedir. Üretim aşamasında kullanılan tezgah, takım, metot, malzeme, çevre ve insan gücü faktörlerinin hepsi üretim prosesinin birer elemanıdır. İstatistik temelli proses kontrol teknikleri, ilgiyi tek tek veri parçalarından kaydırarak prosese bir bütün olarak bakmayı sağlar.

Bu kalite kontrolleri için geliştirilmiş çeşitli istatistik yöntemler vardır. Giriş ve çıkış kontrolleri için temel olarak aynı yöntemler kullanıldığından bunlar “kabul örnekleme” olarak, üretim sırasındaki kalite kontrol çalışmaları da “süreç kontrolü” olarak adlandırılmaktadır (Çınar, 1990). Kabul örnekleme istatistikteki örnekleme yönteminin kalite kontrol çalışmalarına uygulanmasıdır. Süreç kontrolü de kontrol diyagramlarının kullanılmasıyla yapılmaktadır.

İstatistiksel proses kontrol (İPK) prosesteki değişikliğin ölçülüp analiz edilmesi için istatistik tekniklerin uygulanmasıdır. İPK birçok kalite probleminin sebebi olan değişkenliğin, üründeki, sevk zamanlarındaki, üretim tekniklerindeki, makineler ve kullanımlarındaki değişkenliğin azaltılması için bir stratejidir. Kalite gurularından, aynı zamanda da bir istatistikçi olan Dr. Deming’in temel felsefesi; “değişkenlik azalınca kalite ve üretkenliğin artacağı ve herşey değiştiği için, kalite kontrolün istatistiksel yöntemleri, değişimin sebeplerinin anlaşılmasında ve ölçülmesinde kullanılmalıdır” şeklindedir. Prosesteki değişkenlik nedenleri 1. Doğal (genel) nedenler ve 2. Doğal olmayan (özel) nedenler olarak iki grupta incelenebilir. Doğal nedenler genellikle proses, malzeme, çevre, operatör ve muayene ile ilgili aşağıdaki gibi faktörlerdir.

- Kalite programının niteliği
- Hammadde özellikleri
- Makine ve araçların kalitesi
- Nem derecesi
- Titreşim
- Çalışma pozisyonu
- Elektrik dalgalanmaları
- Sıcaklık ... vb.

Doğal olmayan nedenler ise ürünlerde belirtilen toleransların dışında değişiklikler oluşturan ve kaynağı tespit edilebilen nedenlerdir. Örneğin;

- Üretim yönteminin yanlış veya eksik uygulanması
- Acemi işçi kullanılması vb.

İstatistiksel proses kontrolde sayılar ve bilgi yapılacak çalışmaların ve sonucunda alınacak kararların temelini oluşturur. Bunun için İPK uygulamayı düşünen bir işletmenin iyi bir veri kayıt sistemi olması gerekir.

Üretim prosesinin kontrol altında tutulması için uygulanan İPK tekniğinin aşığıda verilen toplama araçları vardır:

1. Veri toplama teknikleri
2. Tabakalandırma
3. Sebep-Sonuç diyagramı
4. Kontrol diyagramı

2.4.1 İstatistiksel proses kontrolde veri toplama teknikleri

Veri toplamada akış şemaları, çetele diyagramları, kontrol listeleri, çizimler gibi birçok araç kullanılabilir. Akış şemaları bir iş ya da programın gerçekleştirilmesi için yapılacak işlemlerin şematik olarak adım adım gösterilmesidir. Çetele diyagramları toplanan verilerin, alt ve üst sınırları belirlenen sınıflara ayrılması ve bu sınıflardaki üretim miktarlarının sayılıp işaretlenmesi ile oluşturulur. Kontrol listesi ise incelenen veri ile ilgili gerekli işlemlerin sıralanıp, her işlem gerçekleştikçe ya da kontrol edildikçe işaretlendiği bir listedir. Çizimlerde toplanan verilerin daha görsel olmasını sağlar.

2.4.1.1 Tabakalandırma

Gözlemlenen değerler veri toplanırken mevcut olan şartlara göre alt gruplara bölünür ve oluşan her bir alt gruba tabaka, bu ayırma işine de tabakalandırma denir. Mesela malzeme, makine ve işçiye göre tabakalandırma yapılabilir.

2.4.1.2 Sebep – sonuç diyagramı

Sebep sonuç diyagramı proste ortaya çıkan bir hatanın muhtemel tüm sebeplerini gösteren bir diyagramdır. Diyagramda kalite karakteristiklerinde sapmalara yol açabilecek tüm muhtemel sebepler, ilişkiler açık olarak fark edilecek şekilde düzenlenmelidir. Balık kılıcı diyagramları olarak da isimlendirilen sebep sonuç diyagramları oluşturulurken tek bir kişiden çıkan fikirler genellikle yetersiz olur, tüm detaylar görülemeyebilir. Konu ile ilgili kişiler bir araya gelerek beyin fırtınası tekniği uygulamak suretiyle muhtemel sebepler tespit edilir. Bu teknik sebep sonuç diyagramının oluşturulmasında potansiyel fikirleri ortaya çıkarmak için etkin bir tekniktir. Beyin fırtınası sonucunda ana sebepler, ana sebeplerin alt sebepleri (onlara neden olan sebepler) ve bu alt sebeplerin de alt sebepleri bulunabilir. Diyagram oluşturulduktan sonra en önemli alt sebeplerden başlanarak prosesin kontrol altına alınmasına, dolayısıyla hatanın azaltılmasına çalışılır.

2.4.1.3 Kontrol diyagramı

Kontrol diyagramları mamulün gerçek kalite spesifikasyonlarını, geçmiş tecrübelere dayanarak saptanan limitlere göre kronolojik olarak kıyaslamaya yarayan grafiklerdir. Bir prosesin istatistiksel yöntemlerle kontrol altında tutulması için kullanılan en etkin araçlardan birisidir. Kalite özelliklerindeki değişkenliğin doğal nedenlerden (tesadüfi) mi, yoksa tespit edilebilir bazı doğal olmayan (özel) nedenlerden mi kaynaklandığı kontrol diyagramları ile anlaşılabilir. İdeal olarak proste sadece doğal nedenler bulunmalıdır, bunlar az değişim gösterirler. Doğal nedenlerin bulunduğu proses de olasılık kanunları ile belirlenen kontrol limitleri içerisinde ve mevcut hali ile sürdürülmelidir.

Kontrol diyagramlarının temel ilkesine göre bir proste sadece doğal nedenler olduğunda herhangi bir değişkenin değerleri normal bir dağılım oluşturur, dağılımın bir ortalaması ve bir standart sapması vardır ve dağılım ortalama değer etrafında ± 3 standart sapmalı bir alan oluşturur. Buna göre proste genel nedenler %99,7 olasılıkla kontrol limitleri içerisinde bulunacağı anlamındadır. Proste sadece doğal nedenler rol oynamış ise kontrol grafiğinin dışındaki alana düşen değerler doğal olmayan (özel) nedenlerden kaynaklanan değişiklikler olarak kabul edilir. Bir prosesin istatistiksel olarak kontrol altında olması değişimin kaynağının sadece doğal nedenler olması demektir.

Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerleri kontrol diyagramlarına aktarılır. Kontrol diyagramlarında X ekseninde zaman, Y ekseninde

ise kalite özellikleri bulunur. Diyagramda önceden tanımlanan bazı sınır çizgileri bulunur. Bunlar, üst ve alt kontrol sınırları (ÜKS, AKS) ve örnek gruplarının ortalama değerlerinin ortalamasını (\bar{X}) gösteren orta çizgidir. Orta çizgi aynı zamanda o proses için hedeflenen değerdir. Alt ve üst kontrol sınırları da öyle belirlenmelidir ki kontrol altındaki bir prosesden alınan tüm örnek değerler bu aralığa düşmelidir.

Kontrol diyagramına işlenen değerler kontrol sınırları arasında orta çizgi etrafında tesadüfi bir dağılım gösteriyorsa proses kontrol altındadır ve bir müdahaleye ihtiyaç duyulmaz. Ancak değerlerin hepsi kontrol sınırları içerisinde olsalar bile sistematik bir eğilim gösteriyorsa, prosesin kontrol dışına çıkmış olmasından şüphelenilir. Aynı şekilde sınırların dışına taşmış değerlerin varlığı da prosesin kontrol dışına çıktığının bir göstergesidir. Kontrol sınırları dışında ard arda iki nokta, ard arda yükselme veya düşme eğilimi gösteren altı adetten fazla değer, periyodik yükselme ve azalmalar, ard arda ortalamanın üstünde veya altında altı adetten fazla değer proseste belirlenebilir özel nedenlerin varlığının işareti kabul edilir. Örneğin periyodik dalgalanmaların nedeni belirli aralıklarda oluşan prosesteki ısı, voltaj değişimler olabilir.

Kontrol diyagramlarının proses kontrole tabii tutulacak kalite özelliğinin ölçülebilir durumuna bağlı olarak ölçülebilen ve ölçülemeyen olarak ikiye ayrılır.

Kontrolü yapılacak prosesin karakteristiklerinin ölçülebilir (metre, gram, hacim, uzunluk, saat vb.) ve sürekli olduğu durumlarda kullanılırlar. Bu diyagramlarda hem örnek ortalamalarının dağılımını hem de dağılım ölçülerinin dağılışı izlenir. Ölçülebilen özellikler için ortalama (\bar{X}), standart sapma (σ) ve değişim aralığı (R) diyagramları kullanılmaktadır. Bunlar ortalama ve standart sapma (\bar{X} ve σ) veya ortalama ve değişim aralığı (\bar{X} ve R) çiftleri şeklinde de kullanılabilir. Burada amaç, bazı durumlarda ortalamalar aynı olmakla beraber standart sapmalar veya değişim aralığı büyük olup prosesin kontrol dışı da olabileceğinin anlaşılması içindir. Genellikle örnek alt grup sayısı 10' dan az ise ortalama (\bar{X}) grafiği ile değişim aralığı (R) grafiği kullanılmaktadır.

\bar{X} ve R ile \bar{X} ve σ Kontrol Diyagramları: Bu diyagramlarda kontrol sınırları standartların belli olması veya olmaması durumlarına göre ayrı formülasyonlarla bulunur.

Anakütle ortalaması μ ve standart sapması σ biliniyorsa aşağıdaki formülasyonlar kullanılır:

\bar{X} grafiğinde sınırlar

$$\text{Üst kontrol sınırı} = \mu + A \sigma$$

$$\text{Orta çizgi} = \mu$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = \mu - A \sigma$$

R grafiğinde sınırlar

$$\text{Üst kontrol sınırı} = D2 \sigma$$

$$\text{Orta çizgi} = d2 \sigma$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = D1 \sigma$$

σ grafiğinde sınırlar

$$\text{Üst kontrol sınırı} = B6 \sigma$$

$$\text{Orta çizgi} = c4 \sigma$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = B5 \sigma$$

R grafiklerinde alt sınır 0'dan küçük çıkarsa alt sınır kullanılmaz.

Uygulamalarda genellikle anakütle ortalaması μ ve standart sapması σ bilinmez. Bu değerlerin yerine bunların tahmini değerleri olan \bar{X} , s ve R değerleri prosesin kontrol altında olduğu düşünülen bir zamanda üretimden ön örnekler alınarak örnekleme yoluyla bulunmalıdır. Bu tahminler 4, 5 veya 6'şar birimden oluşan en az 20-25 örneğe dayandırılmalıdır.

Anakütle ortalaması μ ve standart sapması σ bilinmiyorsa \bar{X} ve R grafiğinde sınırlar:

X grafiği için

$$\text{Üst kontrol sınırı} = \bar{X} + A2 R$$

$$\text{Orta çizgi} = \bar{X}$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = \bar{X} - A2 R$$

R grafiği için

$$\text{Üst kontrol sınırı} = D4 R$$

$$\text{Orta çizgi} = \bar{R}$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = D3 R$$

Anakütle ortalaması μ ve standart sapması σ bilinmiyorsa \bar{X} ve S grafiğinde sınırlar:

X grafiği için

$$\text{Üst kontrol sınırı} = \bar{X} + A3 S$$

$$\text{Orta çizgi} = \bar{X}$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = \bar{X} - A3 S$$

S grafiği için

$$\text{Üst kontrol sınırı} = B4 S$$

$$\text{Orta çizgi} = \bar{S}$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = B3 S$$

Kontrolü yapılan özelliğin ölçülebilir bir değişken olarak belirlenemediği proseslerde nitelik kontrolü söz konusu olabilir ve bu durumlarda muayene edilen karakteristikler kusurlu – kusursuz şeklinde ayrılarak, bunların oranının kontrol edilmesi uygun olur. Örneğin kumaş üretim sürecinden alınan bir parçanın istenilen renk dağılımı ve ağırlıkta olup olmadığının belirlenmesi gibi. Bu tip özellikler için kusurlu oranı (P – diyagramı), kusurlu sayısı (NP diyagramı), kusur sayısı (C – diyagramı) ve birim başına kusurlu sayısı (U – diyagramı) kullanılır. Alınan örnek hacimleri aynı ise NP, farklı ise P diyagramı kullanılır. P diyagramlarında oran söz konusu olduğundan büyük hacimli örnekler alınmalıdır. P grafiği çizildikten sonra bazı noktaların kontrol sınırlarının altına düştüğü yani kusurlu oranının azaldığı görülebilir. Bunu hemen bir iyileşme olarak yorumlamak aldatıcı olabilir; sebeplerin araştırılması gerekir. $n.p > 1$ olacak şekilde n'in tespit edilmesi tavsiye edilmektedir.

P (Kusurlu oranı) grafiği: p grafiğinde kontrol sınırları standartların belli olması veya olmaması durumlarına göre formüle edilirler.

Anakütle kusurlu oranı biliniyorsa:

$$\text{Üst kontrol Sınırı} = p + (p q / n)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = p$$

$$\text{Alt kontrol Sınırı} = p - (p q / n)^{1/2}$$

$$(q = p - 1)$$

Anakütle kusurlu oranı bilinmiyorsa:

$$\text{Üst kontrol Sınırı} = p + (p q / n)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = p^{\bar{}}$$

$$\text{Alt kontrol Sınırı} = p - (p q / n)^{1/2}$$

Burada $p = (p_1 + p_2 + \dots + p_k) / k$ dir.

np (kusurlu sayısı) grafiği: Anakütle kusurlu oranı p , örnek büyüklüğü n ise bir örnekte çıkması beklenen ortalama kusurlu sayısı np olur.

Anakütle kusurlu oranı biliniyorsa:

$$\text{Üst kontrol Sınırı} = np + 3 (npq)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = np$$

$$\text{Alt kontrol Sınırı} = np - 3 (npq)^{1/2}$$

Anakütle kusurlu oranı bilinmiyorsa:

$$\text{Üst kontrol Sınırı} = n \hat{p} + 3 (npq)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = n \hat{p}$$

$$\text{Alt kontrol Sınırı} = n \hat{p} - 3 (npq)^{1/2} \text{ 'dır.}$$

U (birim başına kusur sayısı) Kontrol Grafiği: Üretilen birimlerin kalite kontrolünde bir birimde rastlanan kusur sayıları esas alındığında bu grafikler kullanılır. Örneğin bir buzdolabı üretiminde tamir gerektiren hatalar üzerinde durulacaksa bu diyagram kullanılabilir. U diyagramlarında önceden herhangi bir standart belirli olamaz, çünkü üretilen herbir birimin hatasız olması hedeflenir. Bu diyagramın sınırları:

$$\text{Üst kontrol sınırı} = U + 3 (U / n)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = U$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = U - 3 (U / n)^{1/2}$$

$$(U = c/n, c: kusur sayısı)$$

C (örnek başına kusur sayısı) Kontrol Grafiği: C grafiğinde her bir örnekteki toplam kusur sayıları dikkate alınır. Bu grafikte de standartların belli olması durumu söz konusu değildir. Diyagramın sınırları:

$$\text{Üst kontrol sınırı} = c + 3 (c)^{1/2}$$

$$\text{Orta çizgi} = c$$

$$\text{Alt kontrol sınırı} = c - 3 (c)^{1/2}$$

Üretim sektöründe X diyagramlarının maliyetleri yüksek olması sebebiyle uygulama alanları sınırlıdır. Çünkü genelde her süreçte değişiklik göstermesi beklenen bir sürü nitelik, karakteristik mevcuttur. Her bir karakteristik için ayrı ayrı kontrol diyagramları oluşturmak daha doğrusu bunların verilerinin toplanmasını sağlamak oldukça maliyetli ve zaman alıcı olacaktır. Bu sebeplerle üretimde daha çok p, np, c diyagramlarının kullanılması uygun olmaktadır.

BÖLÜM III

BULGULAR VE TARTIŞMA

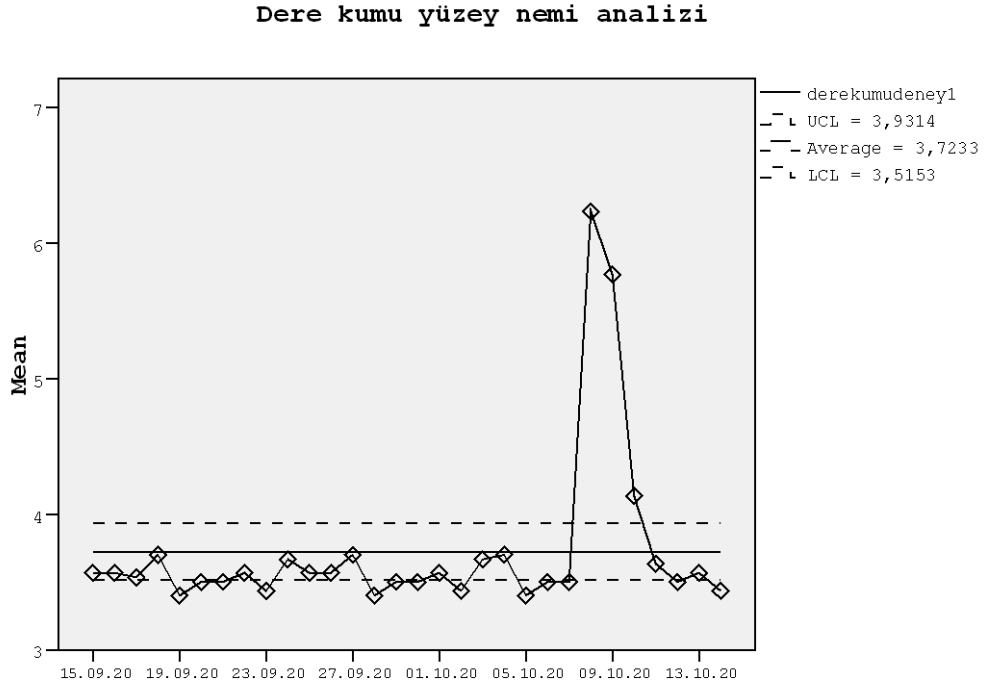
Yapılan laboratuvar deneyleri ve analiz çalışmalarından elde edilen verilerin SPSS yardımıyla istatistiksel kalite kontrol diyagramları çıkarılarak, sonuçlar aşağıda yorumlanmıştır.

3.1 Agrega Yüzey Nemi Analizi

Niğde’de hazır beton üretim faaliyetlerinde bulunan Mert Beton şantiyesi malzeme stok tesislerinden (bunker) belirli aralıklarla alınan dere kumu, kırma kum ve kırma taş temsili numunelerine ait standartlara (TS 3523) uygun olarak yapılan agrega yüzey nemi ölçüm değerleri Ek-A’da verilmiştir. İzleyen kısımlarda da SPSS’de agrega numunelerine yapılan yüzey nemi analizi sonuçları yer almaktadır.

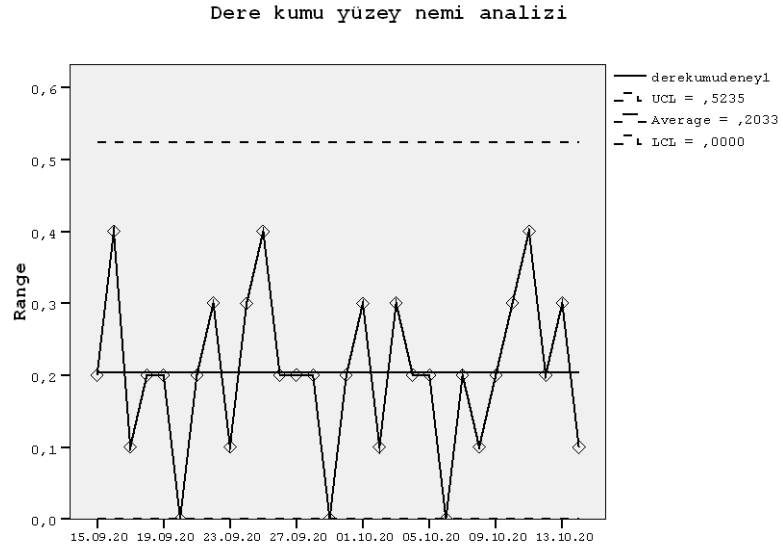
3.1.1 Dere kumu yüzey nemi analizi

Dere kumu üzerinde yapılan yüzey nemi ölçümünde genel itibariyle sınır değerler içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Dere kumu yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)

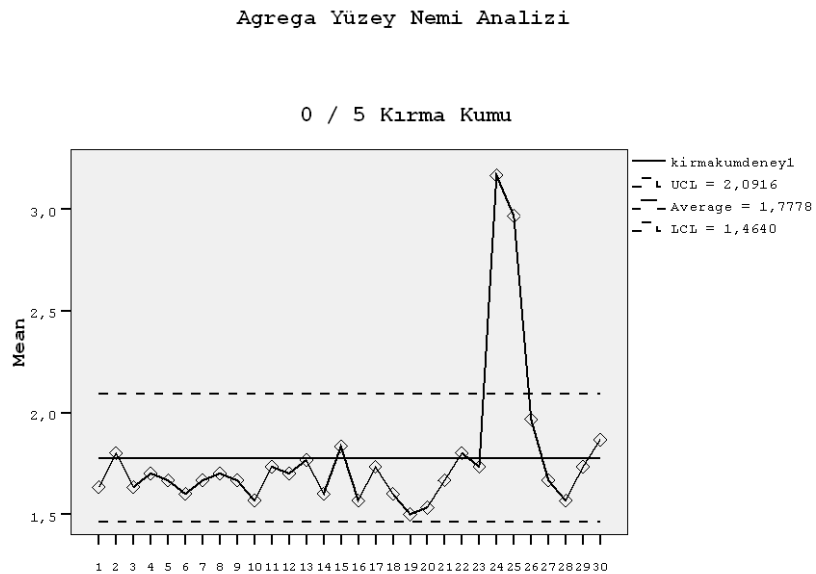
Ancak 24. ve 25. günlerde iklim şartlarına bağlı olarak havanın yağmurlu olması sonucunda ortaya çıkan dere kumundaki yüzey nemi oldukça yüksek değerlere ulaşmış, üst sınırı geçmiştir. Yapılan ölçüm ve sonucundaki değerlere göre, yağışlı havalarda beton üretiminde kullanılan dere kumunun yüzey nemi yüksek değer verdiği için, beton karma suyunun alt değerlere çekilmesi gerektiği görülmektedir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Dere kumu yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)

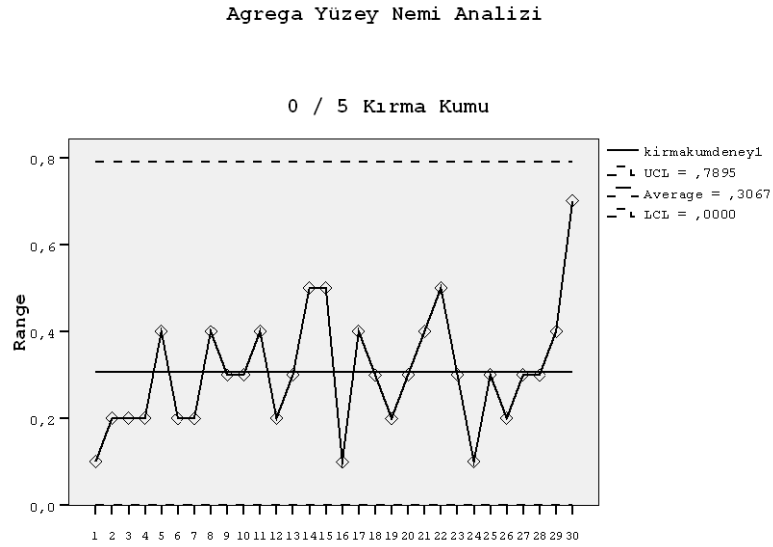
3.2.2 0/5 Kırma kum yüzey nemi analizi

0/5 mm kırma kum üzerinde yapılan yüzey nemi ölçümünde genel itibariyle sınır değerler içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. 0/5 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)

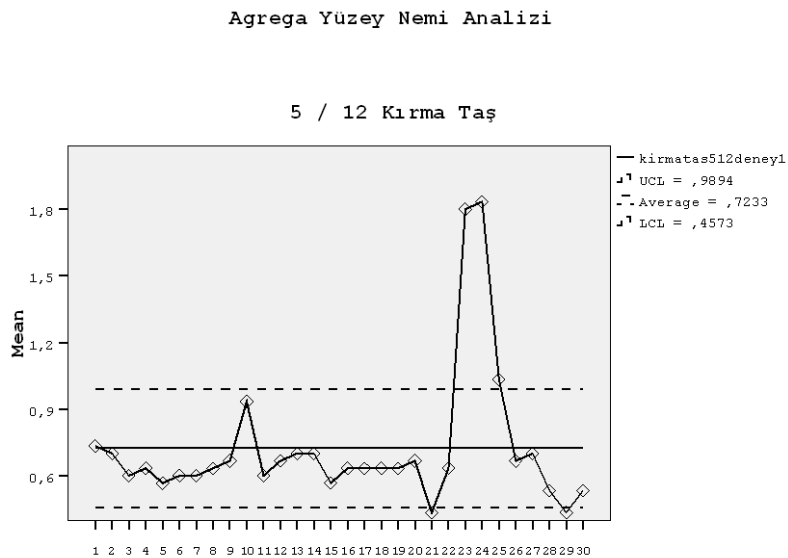
Ancak 24. ve 25. günlerde iklim şartlarına bağlı olarak havanın yağışlı olması sonucunda ortaya çıkan kırma kumdaki yüzey nemi oldukça yüksek değerlere ulaşmış, üst sınırı geçmiştir. Yapılan ölçüm ve sonucundaki değerlere göre, yağışlı havalarda beton üretiminde kullanılan 0/5 kırma kumun yüzey nemi yüksek değer verdiği için, beton karma suyunun alt değerlere çekilmesi gerektiği burada da görülmektedir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. 0/5 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)

3.1.3 5/12 Kırma taş yüzey nemi analizi

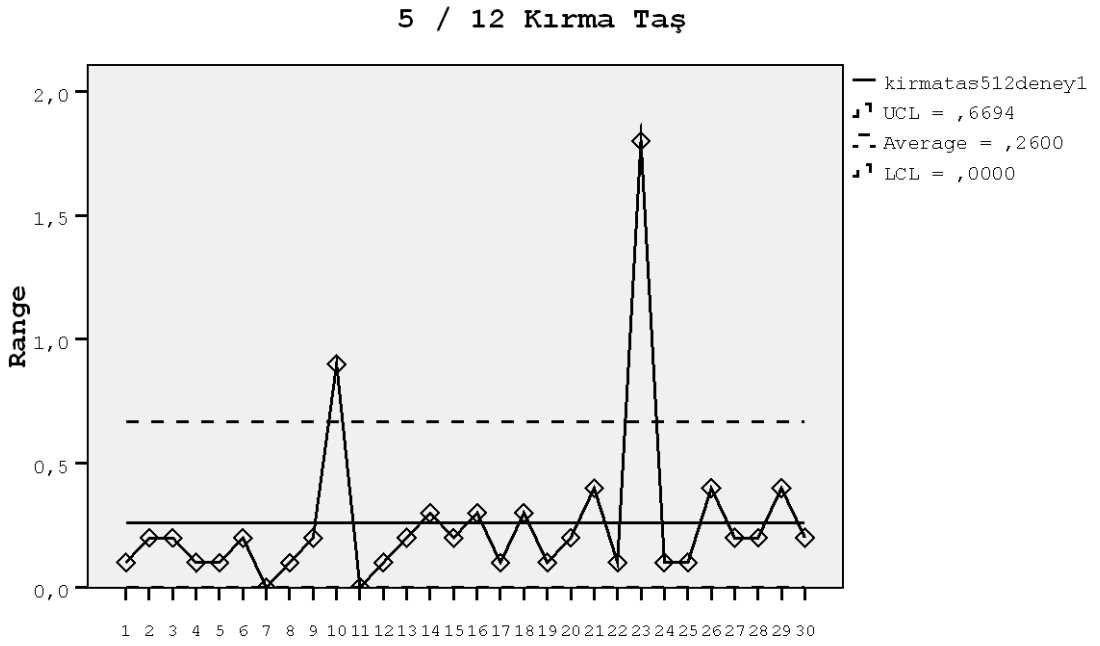
5/12 mm kırma taş üzerinde yapılan yüzey nemi ölçümünde sonuçların genel itibariyle üst sınır değer ve alt sınır değer içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. 5/12 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)

Fakat 24. ve 25.günlerde iklim şartlarına bağlı olarak havanın yağışlı olması sonucunda ortaya çıkan kırma taştaki yüzey nemi oldukça yüksek değerlere ulaşmış, üst sınır değerini fazlasıyla geçmiştir. Yapılan ölçüm ve sonuçtaki değerlere göre, yağışlı havalarda beton üretiminde kullanılan 5/12 mm kırma taşın yüzey nemi yüksek değer vermesinden ötürü, beton karma suyunun alt değerlere çekilmesi gerektiği görülmektedir (Şekil 3.6.).

Agrega Yüzey Nemi Analizi

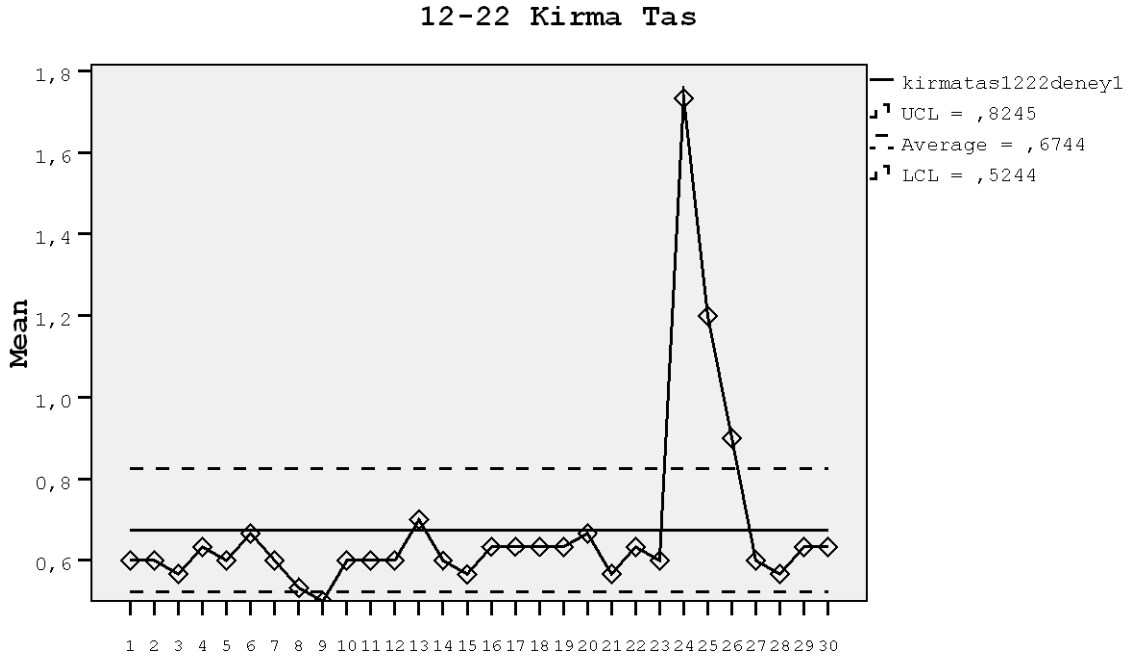


Şekil 3.6. 5/12 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)

3.1.4 12/22 Kırma taş yüzey nemi analizi

12/22 mm kırma taş üzerinde yapılan yüzey nemi ölçümünde sonuçların genel itibariyle üst sınır değer ve alt sınır değer içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 3.7.).

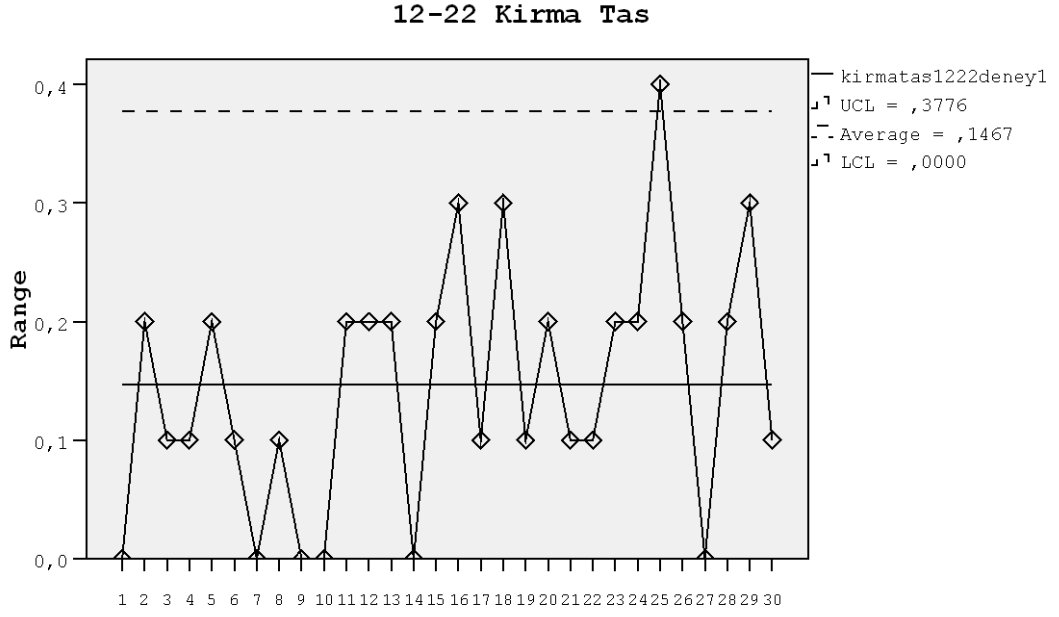
Yuzey Nemi Analizi



Şekil 3.7. 12/22 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (1.Ölçüm)

Fakat 24. ve 25.günlerde iklim şartlarına bağlı olarak havanın yağışlı olması sonucunda ortaya çıkan kırma taştaki yüzey nemi % 1,73 değerlere ulaşmış, üst sınır değerini geçmiştir. Yapılan ölçüm ve sonuçtaki değerlere göre, yağışlı havalarda beton üretiminde kullanılan 12/22 mm kırma taşın yüzey nemi yüksek değer vermesinden ötürü, hazır betonun kalitesine olumsuz etki yaratmaması için, beton karma suyunun alt değerlere çekilmesi gerektiği burada da karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.8.).

Yuzey Nemi Analizi



Şekil 3.8. 12/22 mm agrega yüzey nemi analizi değişim grafiği (2.Ölçüm)

3.2 Beton Basınç Dayanım Analizi

Betonun basınç mukavemeti, standart kür koşullarında saklanmış ($20\text{ C}^{\circ} \pm 2\text{ C}^{\circ}$ kirece doymun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülmektedir (Şekil 3.9., 3.10.).



Şekil 3.9. Beton kırımı için pres ölçüm makinesi

Deney kp kalıpları PVC malzemeden yapılmış 15x15x15 cm ebatlarındadır. Deneme betonu (rnekleri 1, 2, 3) birim hacim ağırlığı γ :2354~2367 gr/m³ aralığında değişmektedir.



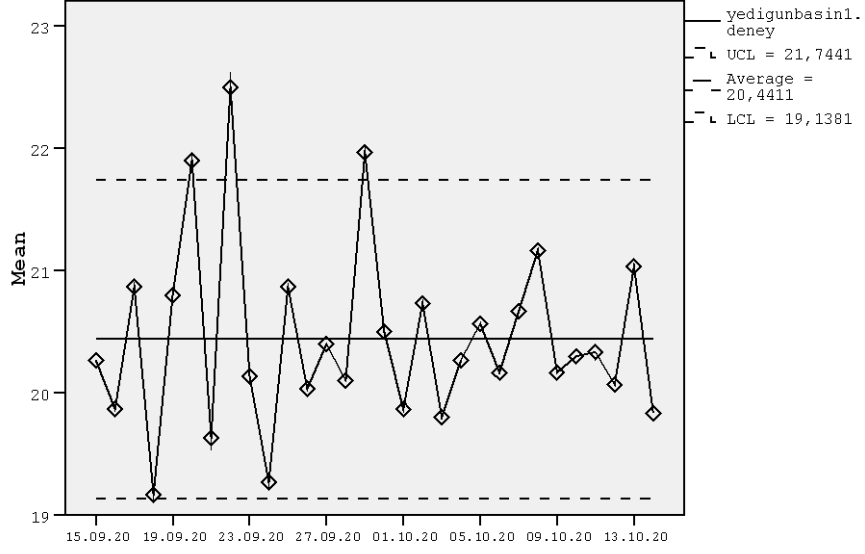
şekil 3.10. Etiketlenen betonların görüntüsü

Hazır beton tesislerinde TS 11222 ve TS EN 206-1 standardına uygun olarak normal ve yüksek dayanımlı betonlar üretilmektedir. Hazırlanan deneme betonu kalıplarına ait yüzey görünümü, 7.gün ve 28.gün basınç mukavemeti ölçüm değerleri Ek-B'de verilmiştir. Aşağıda ise 7.gün ve 28.gün basınç mukavemetine ilişkin kontrol diyagramları verilmiştir (şekil 3.11.,3.13.).

3.2.1 7. Gün basınç dayanımı deneyi

7 günlük beton basınç dayanım sonuçlarına göre, geneli itibariyle alt değer ile üst değer arasında kaldığı ancak birkaç değerde dayanımların üst sınır değerini aştığı görülmektedir (şekil 3.11.). Bunun sebebi agrega ile çimento harcının mükemmele yakın aderans (kaynaşma) oluşturması olabilir. Sonuçta 7 günlük beton dayanımlarının TS EN 206-1 kalite standartlarına uyduğu görülmektedir.

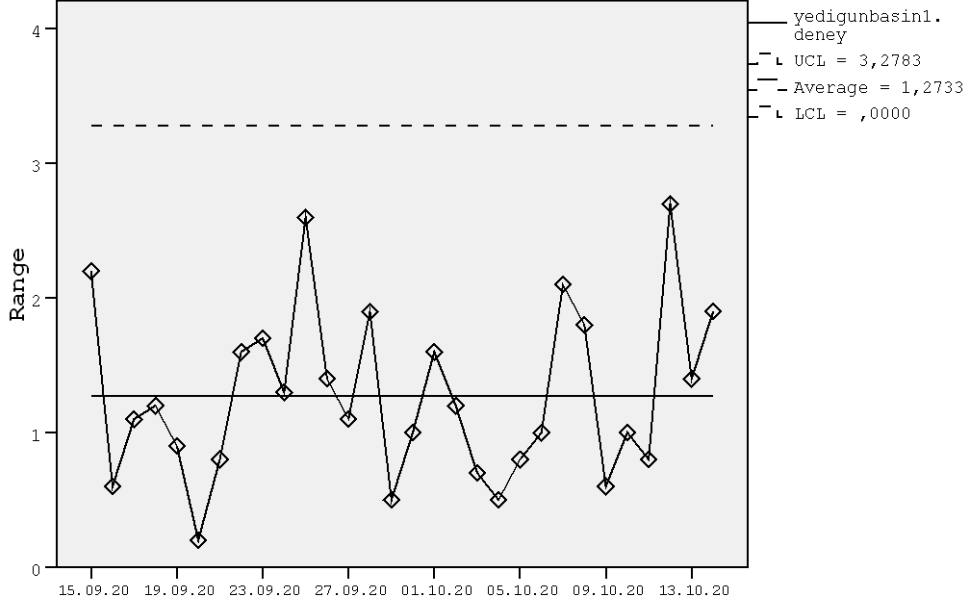
7 Gun Basınc Dayanımı



Şekil 3.11. Hazır beton küp numunelerin 7. gün basınç testi değişim grafiği

İkinci kontrol diyagramında da 7 günlük beton basınç dayanımlarının alt değer ile üst sınır değerler arasında kaldığı ve TS EN 206-1 kalite standartlarına uyduğu görülmektedir (Şekil 3.12.).

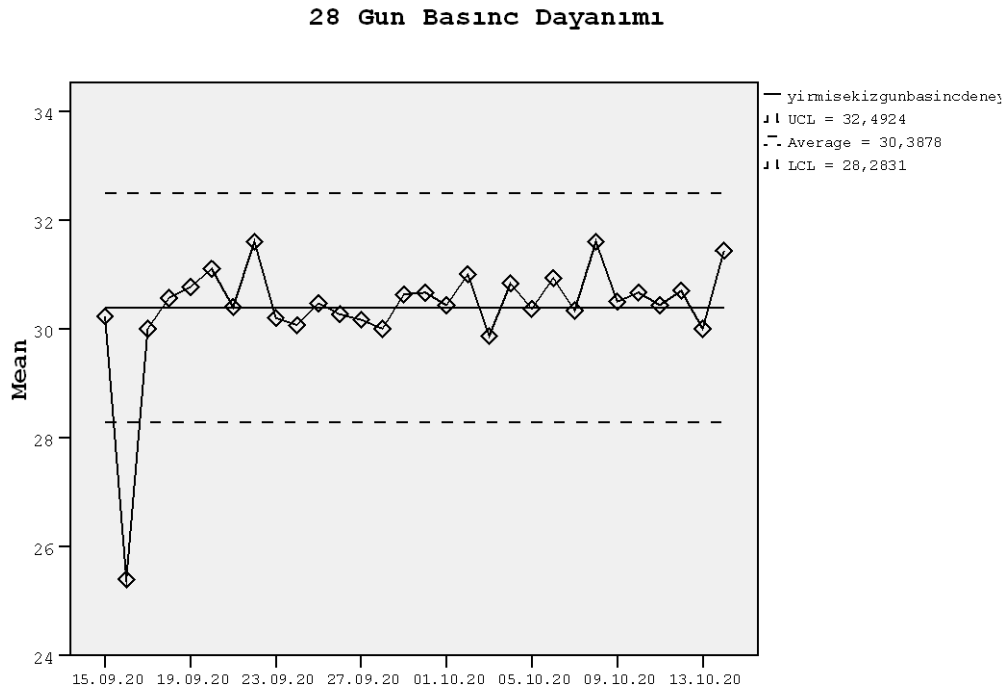
7 Gun Basınc Dayanımı



Şekil 3.12. Hazır beton küp numunelerin 7. gün basınç testi değişim grafiği

3.2.2 28. Gün basınç dayanımı deneyi

28 Günlük beton basınç dayanım diyagramının birincisinde görülen sonuçlara göre, dayanımların genel itibariyle alt sınır değer ile üst sınır değer arasında kaldığı ancak sadece bir değerde alt sınırın çok aşağısında kaldığı görülmektedir. Bunun sebepleri çeşitli nedenlerden kaynaklanabilmektedir. Örneğin, numune alma esnasında iyi vibrasyon yapılmamış veya agrega ile çimento hamurunun iyi kaynaşma yapmadığı söylenebilir. Buradaki esas konu beton basınç dayanımlarının yüksek ya da düşük olmasından ziyade kalite kontrol diyagramlarının sürekli gözlemlenip, beton üretiminde kalite istikrarını bozmamak hedefidir.

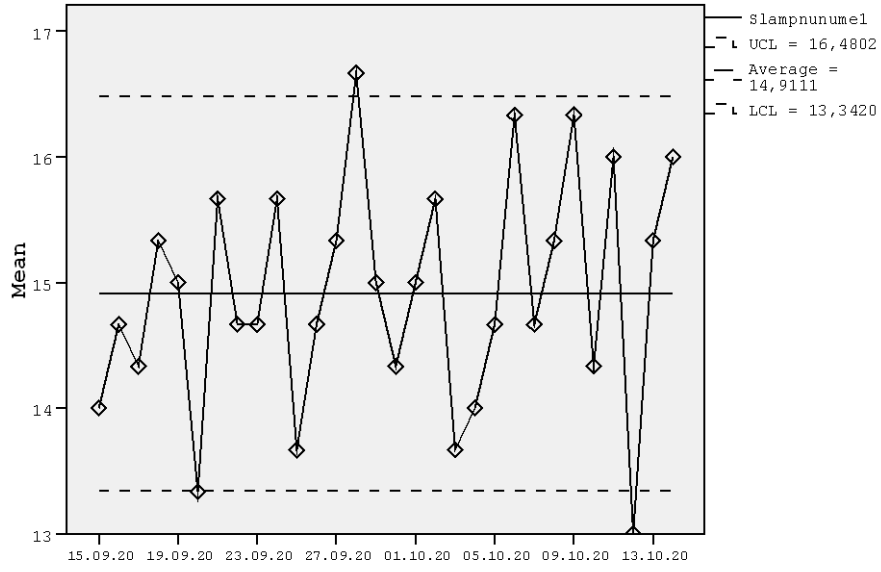


Şekil 3.13. Hazır beton küp numunelerin 28. gün basınç testi değişim grafiği

3.3 Beton Slamp Deneyi

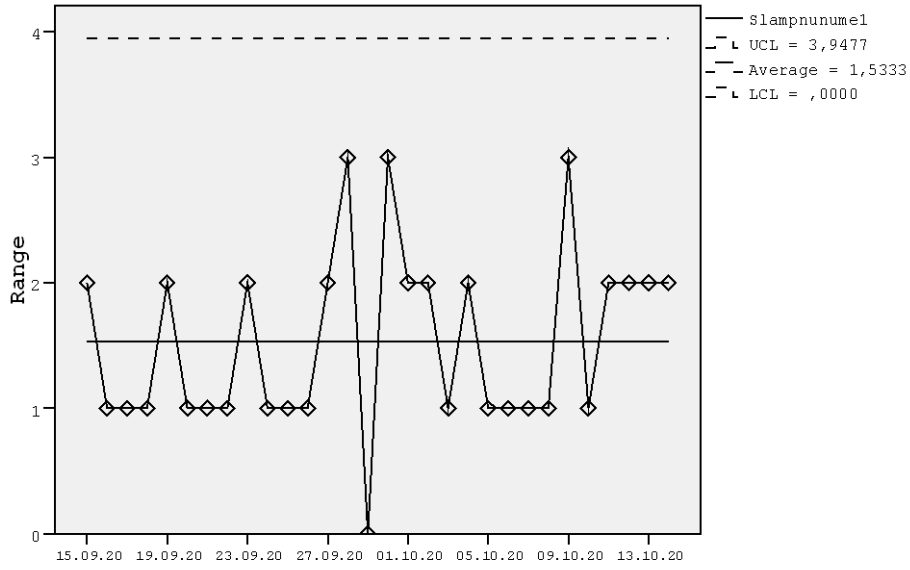
Beton slamp (çökme) kontrol diyagramının birincisinde genel anlamda değerlerin alt sınır değer ile üst sınır değer arasında kaldığı, fakat 14.değerde slamp değerinin 18 cm lere kadar çıkıp üst sınırı geçtiği görülmektedir. Slamp tamamen taze betonun çökmesi olduğu için değerler ne kadar yüksek olursa taze betonun kıvamı o kadar akıcı olmaktadır. Keza 28.değerde çıkan slamp değeri de alt sınırın daha altında 12 cm sonuç vermiştir. Burada da taze betonda slamp düşük, kıvam akıcılıktan plastiğe doğru kaymaktadır (Şekil 3.14., 3.15.).

Beton Slamp Deneyi



Şekil 3.14. Hazır beton slump testi değişim grafiği (1.Ölçüm)

Beton Slamp Deneyi



Şekil 3.15. Hazır beton slump testi değişim grafiği (2.Ölçüm)

Beton slump (çökme) kontrol diyagramının ikincisinde ise, genel anlamda değerlerin alt sınır değer ile üst sınır değer arasında kaldığı görülmektedir. 15. değerde slump değeri oldukça aşağılarda 13 cm olarak ölçülmüştür. Slamp ölçümünü taze betonun pompalanabilirliği açısından ele alacak olursak, çökme değeri ne kadar yüksek olursa o kadar rahat beton pompalanabilmektedir (Ek-C).

3.4 Kür Havuzu Isı (C°) İzleme Analizi

Kür havuzu içinde termostatlı bir rezistans mekanizması sayesinde beton numunelerinin içinde 7. ve 28. gün kaldığı bir havuzdur. Yukarıda belirtilen hazır beton küp numunelerinin Eylül 2011'e ait sabah 08.00 de ölçülen ısı değerleri, bilgisayar destekli SPSS programı yardımıyla istatistiksel veri kontrol diyagramları görüntülenmiştir. Buradan hareketle, incelenen grafikte optimum değerlerin alt değer ile üst değer arasında kaldığı ve ortalamaya yakın bir grafik ortaya çıkmıştır. Dikkat edilecek olursa, ayın ilk günlerinde değerlerin üst sınıra ve ayın sonlarına doğru da alt sınıra yaklaştığı görülmektedir. Bilgisayar destekli SPSS programı, verilerin standart sapmasını hesaplayarak bizlere alt değer, ortalama değer ve üst değer olmak üzere ölçümlerin üç farklı değişimini rakamsal ve grafiksel olarak göstermektedir.

Hazırlanan beton kalıplarına ait kür havuzu sıcaklık değişimini izlemek amacıyla (Şekil 3.16.), sabah 08.00- akşam 17.00 saatlerinde yapılan bir aylık deney ölçüm değerleri Ek-D'de verilmiştir.



Şekil 3.16. Hazırlanan beton kalıpların kür havuzundaki görünüşü

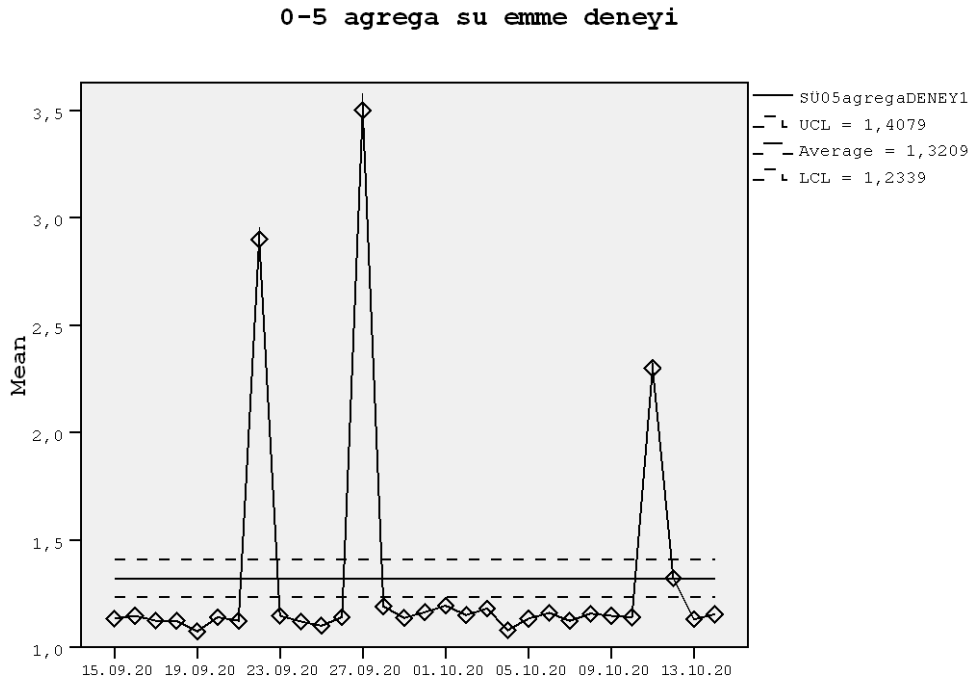
Kür havuzu ısı izleme diyagramının birincisinde görülen sonuçlara göre 9.değerde ısıнын 17 °C ölçüldüğü ve alt limitlere kadar yaklaştığı görülmektedir (Şekil 3.17.).

3.5 Agrega Su Emme Deneyi

Hazır beton üretiminde kullanılan agregalarda su emme miktarının düşük olması tercih eldir. Bunun sebebi ne kadar çok su emme miktarı artarsa birim m³'e giren çimento miktarı o denli artacaktır. Yapılan deneylere ait bulgular aşağıda verilmiştir.

3.5.1 0-5 Agrega için su emme deneyi

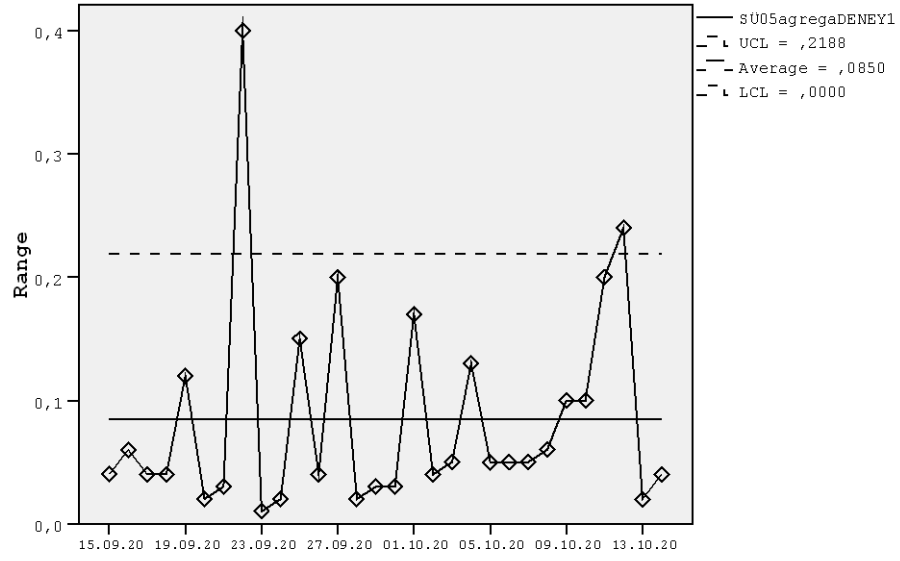
0-5 mm ince agrega için yapılan su emme deneyinde kontrol diyagramlarında görülen değerlere bakıldığında, ayrı zamanlarda su emme yüzdelerinin yüksek değerlere çıktığı gözlemlenmektedir (Şekil 3.19.).



Şekil 3.19. 0/5 mm agrega su emme grafiği

Özellikle kırma kumda su emme oranı yüksek olabilmektedir. Çünkü içerisinde tozla beraber kum mevcut olduğundan, toz oranı ne kadar fazla ise su emme değeri de bir o kadar fazla olabilmektedir. Muhtemelen değerlerin yüksek çıkması o esnada alınan numunelerin içerisindeki toz miktarıyla alakalıdır. O yüzden beton üretiminde en uygun olanı, kırma kum içerisinde toz miktarının istenen oranda olmasıdır. Aksi takdirde, su-çimento oranı değişeceğinden, beton üretiminde çimento fazla kullanılıp maliyetler artabilmektedir (Şekil 3.20.).

0-5 agrega su emme deneyi

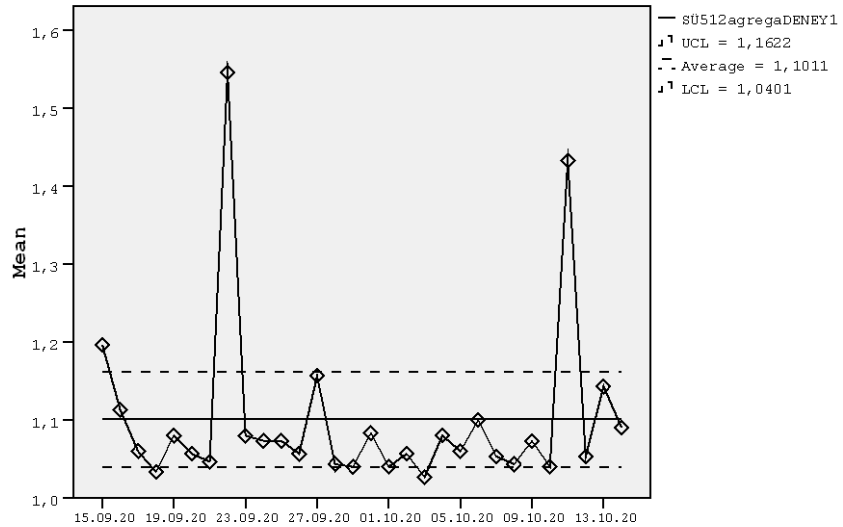


Şekil 3.20. 0/5 mm agrega su emme grafiği

3.5.2 5-12 Agrega için su emme deneyi

Hazır beton üretiminde kullanılan orta boy agrega olarak adlandırılan 5-12 mm kırmataşlarda ise su emmeler % 1,1 civarında olması kalite standartları gereğince istenmektedir. Birinci diyagrama bakıldığında agreganın su emmesinin % 1,57 değerine kadar yükseldiği gözlemlenmektedir. Bu agrega tipi beton üretimi için kaliteyi olumsuz etkileyebilmektedir (Şekil 3.21.).

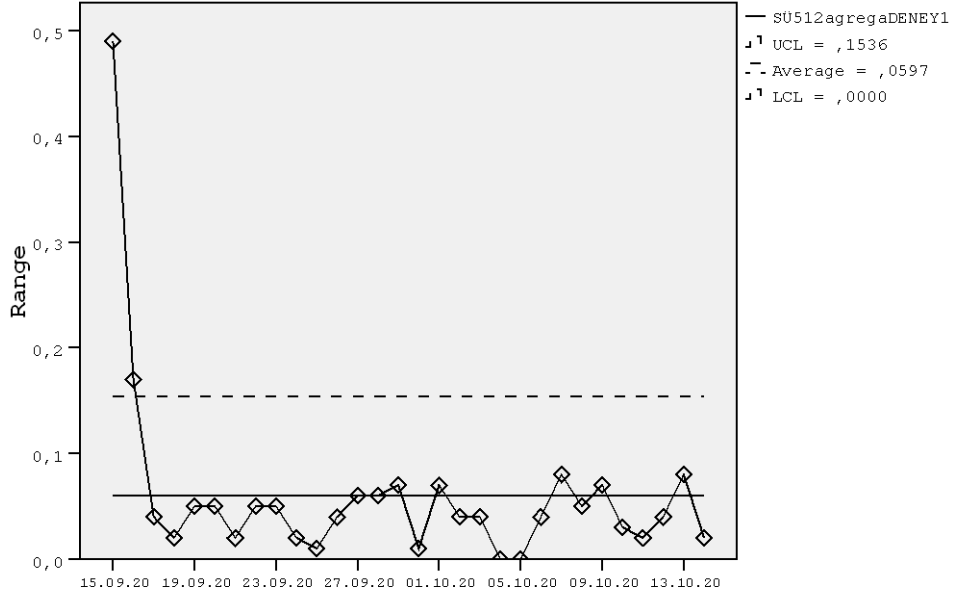
5-12 agrega su emme deneyi



Şekil 3.21. 5/12 mm agrega su emme grafiği (1.Ölçüm)

İkinci diyagrama bakıldığında 5-12 mm agreganın su emme yüzdelерinin ortalama değеrler içerisinde kaldığı görülmektedir (Şekil 3.22.). Ancak birinci veride su emme yüzdesinin normalden fazla olduğu söylenebilir. Sebep olarak, agreganın içerisinde bazalt olmayan bir hammaddenin karışma olasılığı düşünülebilir. Dolayısıyla hazır beton üretimi için bazalt olmayan bir hammaddeyi kullanmak olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

5-12 agrega su emme deneyi

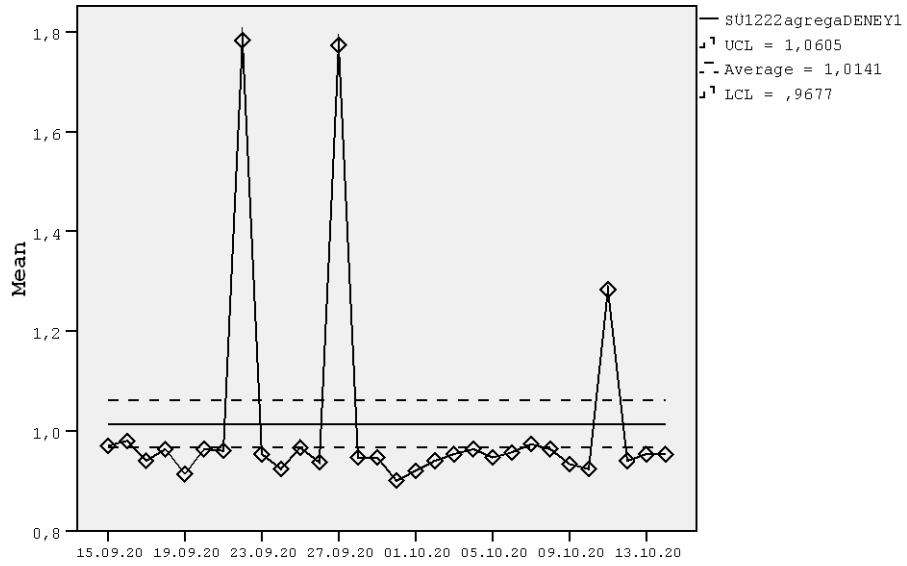


Şekil 3.22. 5/12 mm agrega su emme grafiği (2.lm)

3.5.3 12-22 Agrega için su emme deneyi

Hazır beton üretiminde kullanılan iri agrega olarak adlandırılan 12-22 mm kırma taşlarda ise su emmeler % 1 civarında olması kalite standartları gereğince istenmektedir. Birinci diyagrama bakıldığında agreganın su emmesinin % 1,88 değeri kadar yükseldiği gözlemlenmektedir. Bu agrega tipi beton üretimi için kaliteyi olumsuz etkileyebilmektedir (Şekil 3.23.).

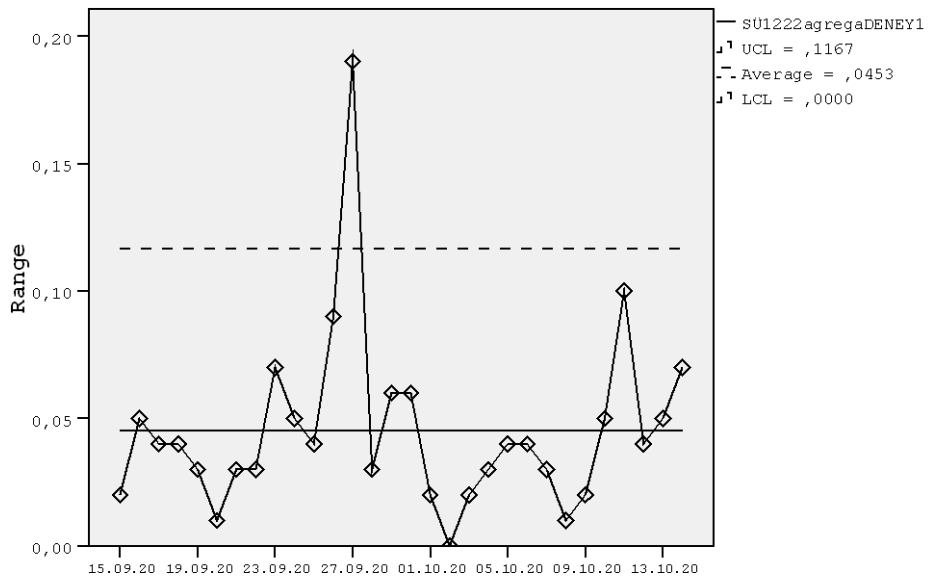
12-22 agrega su emme deneyi



Şekil 3.23. 12/22 mm agrega su emme grafiği (1.Ölçüm)

İkinci diyagrama bakıldığında 12-22 mm agreganın su emme yüzdelerinin ortalama değerler içerisinde kaldığı söylenebilir. Ancak 13. veride su emme yüzdesinin normalden fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3.24.). Kalite standartları gereği kalite kontrol sorumlusunun sürekli agrega deneylerini yapması gereklidir.

12-22 agrega su emme deneyi



Şekil 3.24. 12/22 mm agrega su emme grafiği (2.Ölçüm)

Yukarıda bahsedilen agrega su emme deneylerine göre özellikle 0-5 mm malzemede su emme değerlerinin oldukça yüksek olduğu, bunun akabinde 5-12 mm malzemede değerlerin nispeten düştüğü ve son olarak 12-22 mm agregada su emme değerlerinin en aza indiği görmekteyiz (Ek-E). Zaman zaman agregalarda su emme değerlerinde dalgalanma yaşanmasının esas sebebi, beton üretiminde çeşitli ocaklardan gelen agregalar karışık olarak stoklanmaktadır. Su emme değerlerinin sağlıklı olabilmesi için eğer mümkünse agregaların gerek tane ebadına göre ayrı ayrı istiflenmesi ve gerekse ocaklardan gelen agregaların ayrı stoklanması gerekmektedir.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hazır beton hem kullanım açısından kolaylık sağlayan hem de yüksek dayanımlar sunan bir yapı malzemesidir. Hazır betonu günümüzün en yaygın taşıyıcı yapı malzemesi yapan özellikler ise; ucuzluğu, bilgisayar kontrollü hazır beton santrallerin olması, transmikserler, pompalar vb. ile büyük gelişmelerin sağlanması, betona şekil verebilme kolaylığı, yüksek basınç dayanımlarına ulaşılması, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı, çelik donatı ile (betonarme) çekme mukavemetinin yetersizliğinin dengelenmesidir. Gelişmiş ülkelerde tüm betonarme inşaatlar hazır beton kullanılarak yapılmaktadır.

Ülkemizin büyük bir bölümü jeolojik olarak aktif tektonik ve deprem kuşağında yer almakta, sıkça karşılaşılan doğal afetlerde pek çok can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle yapı güvenliği açısından betonun kalitesi vazgeçilmez bir unsurdur. Bu maksatla, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında yürütülen Yüksek Lisans Tez Projesi (YLTP) “Hazır Beton Üretiminde Kaliteyi Etkileyen Parametrelerin İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemiyle İncelenmesi” çalışmalarına 23 Şubat 2011 tarihinde başlanmıştır.

Hazır betonun kalitesini belirleyen beş temel aşama söz konusudur. 1- Tasarım, 2- Üretim, 3- Taşıma, 4- Yerleştirme, 5- Bakım ve Kür. Bunlardan ilk dört aşama hazır beton üreticisi, son aşama ise tüketici tarafından yerine getirilmektedir.

İlk kalite kontrol uygulamaları, üretim sonrasında ürünün istenilen şartlara uyup uymadığının kontrolü şeklinde idi ve bu sadece hatalı ürünün müşteriye gitmesini önleyici bir etkinlikti. Üretim sonrası muayene ile hatalı ürünü saptamaya yönelik bir kontrol sistemi masraflı ve güvensizdir. Oysa üretim aşamasında hatalı ürün oluşumuna sebep olabilecek faktörler belirlenerek bunların analiz edilmesiyle istenilen kalite seviyesine ulaşılabilir. Bu yüzden son muayene yaklaşımı önleme stratejisi ile değiştirilmeli ve muayene, üründe değil üretim prosesini kontrol etmede kullanılmalıdır.

İstenilen özellikte beton üretilmesi için;

- Standartlara uygun kalitedeki malzemelerin önceden depo edilmiş olması,
- Beton karışımına girecek malzemelerin hassas olarak ölçülerek kullanılmalığı,

- Karılma işleminin uygun tarzda ve yeterli sürede yapılması gerekmektedir.

Hazır betonda kaliteyi etkileyen parametreler ile ilgili agrega yüzey nemi analizi, beton basınç dayanım analizi, kür havuzu ısı izleme analizi, kayaç ve agrega deneyi, taze ve sertleşmiş beton deneyleri yapılmış, deney sonuçları istatistiksel proses kontrol yöntemleri ile izlenmiştir. İstatistiksel proses kontrol teknikleri içerisinde yer alan diyagram ve grafiklerin çiziminde ise SPSS (Statistical Package for Social Science) istatistik paket programı kullanılmıştır. Gözlemler sonucunda, kontrol dışına çıkan süreçler için iyileştirme çalışmaları yapılarak hazır betonun kalitesi geliştirilmiştir.

İşletmelerin kalite kontrol bölümlerinde yürütülen çalışmalar kontrol türlerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. Giriş kontrolü: İşletmenin dışından başka işletmelerden alınan hammadde, yarı mamul veya yardımcı malzemelerin spesifikasyonlara uygunluğunun kontrolü,
2. Süreç kontrolü: Üretim sırasında ürünü oluşturan parçaların önceden belirlenmiş spesifikasyonlara uygunluğunun kontrolü,
3. Çıkış kontrolü: Üretim sonunda elde edilen ürünün önceden belirlenmiş spesifikasyonlara uygunluğunun kontrolü.

Bu çalışmayla, hazır beton üreticisi işletmelere aşağıda belirtilen faydalar sağlanmıştır:

1. Hazır beton üretiminde kullanılan veriler kayıt altına alınarak, kalite kontrol üretim sonrasında değil, üretim aşamasında yapıldığı için hatalı üretim maliyeti ortadan kaldırılmıştır,
2. Kalite kontrolde harcanan zamandan tasarruf edilmiştir,
3. Hazır beton üretiminde kalite ve iş verimliliği artırılmıştır,
4. İlerleyen zaman içinde üniversite-sanayi işbirliğinin gelişmesine katkı sağlandığı umulmaktadır.

KAYNAKLAR

Başar, A. ve Oktay, E., Uygulamalı İstatistik 1 Kısa Teorik Bilgiler ve Çözülmüş Problemler, *Aktif Yayınevi*, Erzurum, 1999.

Çınar M., Yönetmel Kararlara İlişkin Sayısal Yöntemler, *Erciyes Üniversitesi Yayınları* No: 8, Kayseri, 1990.

Erdoğan, T.Y. Sorular ve Yanıtlarıyla Beton Malzemeleri, *Türkiye Hazır Beton Birliğı Yayınları*, İstanbul, 2004.

Gönen, B.C. ve Delibalta, M.S., Hazır Beton Üretiminde Alternatif Hammadde Olarak Niğde Kalsitlerinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması, *6.Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, Sivas, s.37-42, 2011.

Karakule, F. ve Akakin, T., Hazır Beton Sektörünün Gelişimi, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 2005.

Kartal, M., İstatistiksel Kalite Kontrolü, *Şafak Yayınevi*, Sivas, 1999.

Nallı, E., Hazır Beton Santrali Atık Suyunun Beton Üretiminde Karma Suyu Olarak Kullanılmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.15-18, 2006.

Özdamar, K., Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, *Kaan Kitabevi*, Ankara, 1999.

Özkul, H., Taşdemir, M.A., Tokyay, M., Uyan, M., Her Yönüyle Beton, *THBB Yayınları*, İstanbul, 2004.

Sağdıç, E., İstatistiksel Proses Kontrolü, *Koç Geliştirme Eğitim ve Geliştirme Merkezi Eğitim Notları*, İstanbul, 1993.

Ergin, Y., Hazır Beton Sektörü İstatistikleri-2010, *Türkiye Hazır Beton Birliğı Yayınları*, 6s, İstanbul, 2011.

Ergi, Y., Hazır Beton –Teknik Bilgiler, THBB- *Türkiye Hazır Beton Birliği Yayınları*, 10s, www.thbb.org, İstanbul, 2012.

Usta, H., Hazır Beton Sektör Araştırması, *Türkiye Hazır Beton Birliği Yayınları*, İstanbul, 2005.

Yardımcı, A., Santral çıkışı ile şantiye şartlarında C 20/25 ve C 25/30 hazır beton mukavemetinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.34-36, 2005.

EKLER

EK A. Agrega Yüzey Nemi Analizi Sonuçları (%) - 0/5 Dere Kumu

NO	GÜNLER	NUMUNE ADI	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
1	15.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,7	3,5	3,5
2	16.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,5	3,8
3	17.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,6	3,5	3,5
4	18.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,8	3,6	3,7
5	19.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,3	3,5	3,4
6	20.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,5	3,5	3,5
7	21.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,6	3,5	3,4
8	22.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,6	3,7
9	23.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,5	3,4
10	24.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,8	3,7	3,5
11	25.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,5	3,4	3,8
12	26.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,5	3,7	3,5
13	27.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,8	3,6	3,7
14	28.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,3	3,5	3,4
15	29.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,5	3,5	3,5
16	30.09.2011	0/5 Dere Kumu	3,6	3,5	3,4
17	01.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,6	3,7
18	02.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,5	3,4
19	03.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,8	3,7	3,5
20	04.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,8	3,6	3,7
21	05.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,3	3,5	3,4
22	06.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,5	3,5	3,5
23	07.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,6	3,5	3,4
24	08.10.2011	0/5 Dere Kumu	6,3	6,2	6,2
25	09.10.2011	0/5 Dere Kumu	5,9	5,7	5,7
26	10.10.2011	0/5 Dere Kumu	4,3	4,1	4
27	11.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,9	3,5	3,5
28	12.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,6	3,5	3,4
29	13.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,6	3,7
30	14.10.2011	0/5 Dere Kumu	3,4	3,5	3,4

EK A. (Devamı) Agrega Yüzey Nemi Analizi Sonuçları (%) - 0/5 Kırma Kum

NO	GÜNLER	NUMUNE ADI	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
1	15.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,6	1,6
2	16.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,8	1,9
3	17.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,7	1,5
4	18.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,8	1,7	1,6
5	19.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,9	1,5	1,6
6	20.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,6	1,5
7	21.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,6	1,6	1,8
8	22.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,5	1,7	1,9
9	23.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,8	1,5
10	24.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,4	1,7	1,6
11	25.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,9	1,5	1,8
12	26.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,8	1,6	1,7
13	27.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,8	1,9	1,6
14	28.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,9	1,5	1,4
15	29.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,6	2,1	1,8
16	30.09.2011	0/5 Kırma Kum	1,6	1,6	1,5
17	01.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,5	1,8	1,9
18	02.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,5	1,8	1,5
19	03.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,4	1,5	1,6
20	04.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,4	1,7	1,5
21	05.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,6	1,5	1,9
22	06.10.2011	0/5 Kırma Kum	2,1	1,6	1,7
23	07.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,9	1,6
24	08.10.2011	0/5 Kırma Kum	3,2	3,2	3,1
25	09.10.2011	0/5 Kırma Kum	3,1	3	2,8
26	10.10.2011	0/5 Kırma Kum	2,1	1,9	1,9
27	11.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	1,8	1,5
28	12.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,4	1,7	1,6
29	13.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,9	1,5	1,8
30	14.10.2011	0/5 Kırma Kum	1,7	2,3	1,6

EK A. (Devamı) Agrega Yüzey Nemi Analizi Sonuçları (%) -5/12 Kirma Taş

NO	GÜNLER	NUMUNE ADI	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
1	15.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,7	0,8
2	16.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	0,8
3	17.09.2011	5-12 Kirma tas	0,5	0,6	0,7
4	18.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,7
5	19.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,5
6	20.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	0,5
7	21.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
8	22.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,7
9	23.09.2011	5-12 Kirma tas	0,8	0,6	0,6
10	24.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	1,5
11	25.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
12	26.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,7	0,6
13	27.09.2011	5-12 Kirma tas	0,8	0,6	0,7
14	28.09.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,9	0,6
15	29.09.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,5	0,5
16	30.09.2011	5-12 Kirma tas	0,8	0,6	0,5
17	01.10.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	0,6
18	02.10.2011	5-12 Kirma tas	0,8	0,6	0,5
19	03.10.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,7
20	04.10.2011	5-12 Kirma tas	0,6	0,6	0,8
21	05.10.2011	5-12 Kirma tas	0,5	0,6	0,2
22	06.10.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	0,6
23	07.10.2011	5-12 Kirma tas	0,7	2,2	2,5
24	08.10.2011	5-12 Kirma tas	1,9	1,8	1,8
25	09.10.2011	5-12 Kirma tas	1,1	1	1
26	10.10.2011	5-12 Kirma tas	0,9	0,6	0,5
27	11.10.2011	5-12 Kirma tas	0,7	0,6	0,8
28	12.10.2011	5-12 Kirma tas	0,4	0,6	0,6
29	13.10.2011	5-12 Kirma tas	0,2	0,6	0,5
30	14.10.2011	5-12 Kirma tas	0,4	0,6	0,6

EK A. (Devamı) Agrega Yüzey Nemi Analizi Sonuçları (%) -12/22 Kirma Taş

NO	GÜNLER	NUMUNE ADI	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
1	15.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
2	16.09.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,6	0,7
3	17.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,5
4	18.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,7	0,6
5	19.09.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,7	0,6
6	20.09.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,7	0,6
7	21.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
8	22.09.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,6	0,5
9	23.09.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,5	0,5
10	24.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
11	25.09.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,6	0,7
12	26.09.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,6	0,5
13	27.09.2011	12-22 Kirma tas	0,8	0,6	0,7
14	28.09.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
15	29.09.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,5	0,5
16	30.09.2011	12-22 Kirma tas	0,8	0,6	0,5
17	01.10.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,6	0,6
18	02.10.2011	12-22 Kirma tas	0,8	0,6	0,5
19	03.10.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,7
20	04.10.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,8
21	05.10.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,5
22	06.10.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,7	0,6
23	07.10.2011	12-22 Kirma tas	0,5	0,7	0,6
24	08.10.2011	12-22 Kirma tas	1,8	1,8	1,6
25	09.10.2011	12-22 Kirma tas	1,4	1,2	1
26	10.10.2011	12-22 Kirma tas	1	0,9	0,8
27	11.10.2011	12-22 Kirma tas	0,6	0,6	0,6
28	12.10.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,5	0,5
29	13.10.2011	12-22 Kirma tas	0,8	0,6	0,5
30	14.10.2011	12-22 Kirma tas	0,7	0,6	0,6

EK B. Beton Basınç Deneyleri Sonuçları

TARİH	BETON SINIFI	7 GÜNLÜK (MPa)		
		1. Deney	2. Deney	3. Deney
15.09.2011	C 20/25	20,2	19,2	21,4
16.09.2011	C 20/25	19,5	20	20,1
17.09.2011	C 20/25	21,5	20,7	20,4
18.09.2011	C 20/25	18,9	18,7	19,9
19.09.2011	C 20/25	20,4	20,7	21,3
20.09.2011	C 20/25	21,9	21,8	22
21.09.2011	C 20/25	19,5	19,3	20,1
22.09.2011	C 20/25	23,1	22,9	21,5
23.09.2011	C 20/25	19,3	21	20,1
24.09.2011	C 20/25	19,3	18,6	19,9
25.09.2011	C 20/25	19,3	21,9	21,4
26.09.2011	C 20/25	19,3	20,7	20,1
27.09.2011	C 20/25	20,3	21	19,9
28.09.2011	C 20/25	20,4	20,9	19
29.09.2011	C 20/25	22,3	21,8	21,8
30.09.2011	C 20/25	20,3	20,1	21,1
01.10.2011	C 20/25	19,4	19,3	20,9
02.10.2011	C 20/25	20,3	21,5	20,4
03.10.2011	C 20/25	19,9	19,4	20,1
04.10.2011	C 20/25	20,3	20	20,5
05.10.2011	C 20/25	20,7	20,9	20,1
06.10.2011	C 20/25	20,8	19,8	19,9
07.10.2011	C 20/25	21,4	19,3	21,3
08.10.2011	C 20/25	20,1	21,5	21,9
09.10.2011	C 20/25	19,9	20,1	20,5
10.10.2011	C 20/25	20,9	19,9	20,1
11.10.2011	C 20/25	20,4	20,7	19,9
12.10.2011	C 20/25	20,1	18,7	21,4
13.10.2011	C 20/25	20,5	20,7	21,9
14.10.2011	C 20/25	20,4	18,6	20,5

EK B. (Devamı) Beton Basınç Deneyleri Sonuçları

TARİH	BETON SINIFI	28 GÜNLÜK (MPa)		
		1. Deney	2. Deney	3. Deney
15.09.2011	C 20/25	30,2	29,8	30,7
16.09.2011	C 20/25	31,8	29,4	15
17.09.2011	C 20/25	29,4	30,7	29,9
18.09.2011	C 20/25	30,7	30,2	30,8
19.09.2011	C 20/25	29,9	31,2	31,2
20.09.2011	C 20/25	30,8	30,7	31,8
21.09.2011	C 20/25	31,2	30,2	29,8
22.09.2011	C 20/25	31,8	31,2	31,8
23.09.2011	C 20/25	29,4	31,8	29,4
24.09.2011	C 20/25	30,7	29,4	30,1
25.09.2011	C 20/25	30,2	31,8	29,4
26.09.2011	C 20/25	29,4	30,7	30,7
27.09.2011	C 20/25	30,7	29,9	29,9
28.09.2011	C 20/25	28	31,2	30,8
29.09.2011	C 20/25	29,9	31,8	30,2
30.09.2011	C 20/25	30,8	29,4	31,8
01.10.2011	C 20/25	31,2	30,7	29,4
02.10.2011	C 20/25	31,8	30,5	30,7
03.10.2011	C 20/25	29,4	30,7	29,5
04.10.2011	C 20/25	31,8	29,9	30,8
05.10.2011	C 20/25	29,4	29,9	31,8
06.10.2011	C 20/25	30,7	30,8	31,3
07.10.2011	C 20/25	29,9	31,2	29,9
08.10.2011	C 20/25	31,2	31,8	31,8
09.10.2011	C 20/25	31,8	29,8	29,9
10.10.2011	C 20/25	29,4	31,8	30,8
11.10.2011	C 20/25	30,7	29,4	31,2
12.10.2011	C 20/25	30,2	30,1	31,8
13.10.2011	C 20/25	31,2	29,4	29,4
14.10.2011	C 20/25	31,8	30,7	31,8

EK C. Beton Slamp Deneyi Sonuçları

TARİH	BETON SINIFI	SLAMP (cm)		
		1. Deney	2. Deney	3. Deney
15.09.2011	C 20/25	13	14	15
16.09.2011	C 20/25	15	14	15
17.09.2011	C 20/25	14	15	14
18.09.2011	C 20/25	16	15	15
19.09.2011	C 20/25	15	16	14
20.09.2011	C 20/25	13	14	13
21.09.2011	C 20/25	16	15	16
22.09.2011	C 20/25	15	15	14
23.09.2011	C 20/25	14	16	14
24.09.2011	C 20/25	16	16	15
25.09.2011	C 20/25	13	14	14
26.09.2011	C 20/25	14	15	15
27.09.2011	C 20/25	16	16	14
28.09.2011	C 20/25	15	18	17
29.09.2011	C 20/25	15	15	15
30.09.2011	C 20/25	13	14	16
01.10.2011	C 20/25	16	15	14
02.10.2011	C 20/25	15	15	17
03.10.2011	C 20/25	14	14	13
04.10.2011	C 20/25	15	14	13
05.10.2011	C 20/25	14	15	15
06.10.2011	C 20/25	16	16	17
07.10.2011	C 20/25	15	15	14
08.10.2011	C 20/25	16	15	15
09.10.2011	C 20/25	15	16	18
10.10.2011	C 20/25	14	14	15
11.10.2011	C 20/25	16	15	17
12.10.2011	C 20/25	13	12	14
13.10.2011	C 20/25	16	14	16
14.10.2011	C 20/25	15	16	17

EK D. Kür Havuzu Isı Değerleri

GÜNLER	SABAHA (C°)	AKŞAM (C°)	GÜNLÜK ORT.(C°)
01.01.2012	20,6	21,3	21,0
02.01.2012	19,8	20,6	20,2
03.01.2012	20,3	20,8	20,6
04.01.2012	20	21,5	20,8
05.01.2012	20,5	20,9	20,7
06.01.2012	21,2	19,7	20,5
07.01.2012	19,8	21,3	20,6
08.01.2012	21	21,2	21,1
09.01.2012	16,9	17,1	17,1
10.01.2012	20,3	20	20,2
11.01.2012	20	19,5	19,8
12.01.2012	20,5	21,2	20,9
13.01.2012	21,2	21,5	21,4
14.01.2012	20,6	20,9	20,8
15.01.2012	19,8	19,7	19,8
16.01.2012	21	20,3	20,7
17.01.2012	18,7	19,9	19,3
18.01.2012	21	19,8	20,4
19.01.2012	18,7	21	19,9
20.01.2012	20,3	18,7	19,5
21.01.2012	20	20,3	20,2
22.01.2012	20,5	19,5	20,0
23.01.2012	21,2	21,5	21,4
24.01.2012	20,3	20,5	20,4
25.01.2012	20	21,2	20,6
26.01.2012	19,5	20,6	20,1
27.01.2012	21,2	19,8	20,5
28.01.2012	19,8	21	20,4
29.01.2012	21	18,7	19,9
30.01.2012	18,9	20,3	19,6

Ek E. Su Emme Deney Sonuçları (0-5 Agrega için)

TARİH	0-5 Agrega için Su Emmeler (%)		
	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
15.09.2011	1,15	1,11	1,14
16.09.2011	1,12	1,14	1,18
17.09.2011	1,13	1,14	1,1
18.09.2011	1,13	1,1	1,14
19.09.2011	1,12	1	1,1
20.09.2011	1,15	1,14	1,13
21.09.2011	1,14	1,12	1,11
22.09.2011	3,1	2,9	2,7
23.09.2011	1,14	1,15	1,15
24.09.2011	1,13	1,11	1,12
25.09.2011	1,15	1,15	1
26.09.2011	1,14	1,16	1,12
27.09.2011	3,6	3,4	3,5
28.09.2011	1,18	1,19	1,2
29.09.2011	1,14	1,15	1,12
30.09.2011	1,16	1,15	1,18
01.10.2011	1,15	1,13	1,3
02.10.2011	1,13	1,17	1,15
03.10.2011	1,15	1,19	1,2
04.10.2011	1,13	1,11	1
05.10.2011	1,16	1,13	1,11
06.10.2011	1,14	1,15	1,19
07.10.2011	1,15	1,12	1,1
08.10.2011	1,13	1,19	1,15
09.10.2011	1,14	1,2	1,1
10.10.2011	1,12	1,1	1,2
11.10.2011	2,4	2,2	2,3
12.10.2011	1,16	1,4	1,4
13.10.2011	1,14	1,12	1,13
14.10.2011	1,17	1,13	1,16

Ek E. (Devamı) Su Emme Deney Sonuçları (5-12 Agrega için)

TARİH	5-12 Agrega için Su Emmeleri (%)		
	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
15.09.2011	1,08	1,01	1,5
16.09.2011	1,05	1,07	1,22
17.09.2011	1,06	1,04	1,08
18.09.2011	1,04	1,02	1,04
19.09.2011	1,05	1,09	1,1
20.09.2011	1,03	1,08	1,06
21.09.2011	1,04	1,06	1,04
22.09.2011	1,55	1,52	1,57
23.09.2011	1,05	1,1	1,09
24.09.2011	1,08	1,08	1,06
25.09.2011	1,07	1,08	1,07
26.09.2011	1,08	1,04	1,05
27.09.2011	1,18	1,17	1,12
28.09.2011	1,08	1,03	1,02
29.09.2011	1,07	1,05	1
30.09.2011	1,08	1,09	1,08
01.10.2011	1,08	1,03	1,01
02.10.2011	1,05	1,08	1,04
03.10.2011	1,05	1,01	1,02
04.10.2011	1,08	1,08	1,08
05.10.2011	1,06	1,06	1,06
06.10.2011	1,08	1,1	1,12
07.10.2011	1,08	1	1,08
08.10.2011	1,04	1,07	1,02
09.10.2011	1,03	1,1	1,09
10.10.2011	1,05	1,05	1,02
11.10.2011	1,44	1,44	1,42
12.10.2011	1,04	1,08	1,04
13.10.2011	1,18	1,15	1,1
14.10.2011	1,08	1,1	1,09

Ek E. (Devamı) Su Emme Deneş Sonuçları (12-22 Agrega için)

TARİH	12-22 Agrega için Su Emmeler (%)		
	1.DENEY	2.DENEY	3.DENEY
15.09.2011	0,98	0,96	0,97
16.09.2011	0,95	1	0,99
17.09.2011	0,94	0,96	0,92
18.09.2011	0,97	0,94	0,98
19.09.2011	0,93	0,9	0,91
20.09.2011	0,96	0,97	0,96
21.09.2011	0,95	0,98	0,95
22.09.2011	1,78	1,77	1,8
23.09.2011	0,95	0,92	0,99
24.09.2011	0,95	0,9	0,92
25.09.2011	0,96	0,99	0,95
26.09.2011	0,94	0,98	0,89
27.09.2011	1,88	1,69	1,75
28.09.2011	0,96	0,93	0,95
29.09.2011	0,94	0,98	0,92
30.09.2011	0,9	0,93	0,87
01.10.2011	0,91	0,92	0,93
02.10.2011	0,94	0,94	0,94
03.10.2011	0,96	0,94	0,96
04.10.2011	0,95	0,96	0,98
05.10.2011	0,96	0,92	0,96
06.10.2011	0,97	0,93	0,97
07.10.2011	0,97	0,96	0,99
08.10.2011	0,96	0,97	0,96
09.10.2011	0,94	0,92	0,94
10.10.2011	0,95	0,92	0,9
11.10.2011	1,22	1,32	1,31
12.10.2011	0,96	0,92	0,94
13.10.2011	0,95	0,93	0,98
14.10.2011	0,95	0,92	0,99

ÖZ GEÇMİŞ

Burhan Cemal GÖNEN 08.05.1979 tarihinde Niğde’de doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Bor’da tamamladı. 2003 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2004-2007 yılları arasında OYSA Niğde Çimento Fabrikası ve 2008-2009 yılları arasında ise SİNPAŞ Niğde Mikronize Kalsit Fabrikasında üretim mühendisi olarak çalıştı. 2009 yılında kendi adıyla madencilik-müşavirlik şirketini kurarak ticari hayatına başladı. Halen kurmuş olduğu şirketin başında ve Niğde’de bazalt taş ocağı işletmektedir. 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Niğde Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Bilim dalındaki ilgi alanı hazır beton üretimine yönelik çalışmalardır.