

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Hazır Beton Üzerine İnceleme

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cihan Gedik

1988

150
141
8

1115-8500

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAZIR BETON ÜZERİNE
İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
CİHAN GEDİK

İSTANBUL 1988

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot : R 150
141

Alındığı Yer : FEN. BİL. ENS.

Tarih : 14.10.1991

Fatura : - - - - -

Fiyatı : 8500. TL

Ayniyat No : 1/15

Kayıt No : 47733

UDC : 624. 378.242

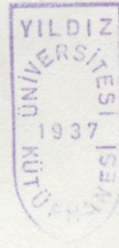
Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HAZIR BETON ÜZERİNE
İNCELEME



YÜKSEK LİSANS TEZİ
CİHAN GEDİK

İSTANBUL 1988

Bu tez vesilesiyle Yıldız Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tüm öğretim üyesi sayın hocalarıma; bizden hiçbir bilgiyi esirgemiyerek gösterdikleri yüksek ilgi ve gayretten dolayı teşekkürlerimi borç biliyorum.

Ayrıca bu tez çalışmaları sırasında bana yardımlarını esirgemeyen sayın Doç.İbrahim Ekiz'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sahife No.
ÖZET	1
SUMMARY	11
SEMBOLLER	11
GİRİŞ	1
1.1-1.2-1.3-1.4-1.5-1.6-1.7-1.8-1.9-1.10-1.11-1.12-1.13-1.14-1.15-1.16-1.17-1.18-1.19-1.20-1.21-1.22-1.23-1.24-1.25-1.26-1.27-1.28-1.29-1.30-1.31-1.32-1.33-1.34-1.35-1.36-1.37-1.38-1.39-1.40-1.41-1.42-1.43-1.44-1.45-1.46-1.47-1.48-1.49-1.50-1.51-1.52-1.53-1.54-1.55-1.56-1.57-1.58-1.59-1.60-1.61-1.62-1.63-1.64-1.65-1.66-1.67-1.68-1.69-1.70-1.71-1.72-1.73-1.74-1.75-1.76-1.77-1.78-1.79-1.80-1.81-1.82-1.83-1.84-1.85-1.86-1.87-1.88-1.89-1.90-1.91-1.92-1.93-1.94-1.95-1.96-1.97-1.98-1.99-2.00	2 2-3 3-4 4-5 5-6-7 9 9-10-11-12 12-13 13-14 14-15-16 16-17 17-18-19-20 21 21-22-23-24 24-25 26-27-28
İnşaat Mühendisliği Yüksek Lisans Derecesi için "Hazır beton üzerine inceleme"leri içeren bu tez Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Anabilim Dalı'na sunulmuştur.	
MART 1988	
SUNAN :-----	
Cihan Gedik	
ONAYLAYANLAR:-----	
Doç.İbrahim Ekiz	

İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sahife No.
ÖZET	i
SUMMARY	ii
SEMBOLLER	iii
GİRİŞ	1
A-BETON	2
GENEL	2-3
A.1- BAĞLAYICI MADDELERİN TARİHÇESİ	3-4
A.2- BAĞLAYICI MADDELER	4-5
A.2.1-ÇİMENTO-PORTLAND TİPİ ÇİMENTOLAR	5-6-7
A.2.2-KİREÇ	9
A.2.3-PUZOLANLAR	9-10-11-12
A.3- BETON KARMA SUYU	12-13
A.4- BETON AGREGALARI	13-14
A.4.2-AGREGALARIN JEOLojİK, PETROGRAfİK YAPILARI	14-15-16
A.4.3-AGREGALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ	16-17
A.4.4-AGREGALARDA SU İÇERİĞİ-İSLATMA SUYU	17-18-19-20
A.5- HAZIR BETON	21
A.5.1-BETONUN GENEL ÖZELLİKLERİ	21
A.5.1-1-BASINÇ DAYANIMI	21-22-23-24
A.5.1.2-İŞLENEBİLME ÖZELLİĞİ	24-25
A.5.2- BETON KARIŞIM HESAPLARI	26-27-28

İ Ç İ N D E K İ L E R

BÖLÜM-B

29

B.1-HAZIR BETONUN TANIMI	30
B.2-HAZIR BETONUN TÜRLERİ	31-32
B.3-HAZIR BETON SANTRALLERİ SAHA SEÇİMİ-KURULUŞ VE İŞLETİLMESİ	33-34-35-36
B.4-HAZIR BETON SANTRALLERİ LABORATUARLARINDA YAPILAN DENEYLER	37
B.4.1-AGREGA DENEYLERİ	37
B.4.1.1-AGREGA-GRANÜLOMETRİ TESBİTİ	37-38
B.4.1.2-AGREGADA-KİL-SİLT TESBİTİ	38-39
B.4.1.3- " ORGANİK MADDELER TESBİTİ	39
B.4.1.4- " HAFİF " "	40
B.4.1.5-TANE SERTLİĞİ-TANE POROZİTESİ	40
B.4.2-ÇİMENTO DENEYLERİ	41
B.4.2.1-FİZİKSEL DENEYLER	42
B.4.2.1-a-VİCAT DENEYİ (Normal çimento hamuru için gerekli su miktarının tesbiti)	42-43
B.4.2.1-b-PRİZ SÜRELERİNİN SAPTANMASI	43
B.4.2.1-c-ÇİMENTO İNCELİĞİNİN SAPTANMASI	43-44
B.4.2.1-d-HACİM SABİTLİĞİ MUAYENESİ	44-45-46
B.4.3-BETON DENEYLERİ	46
B.4.3.1-TAZE BETON DENEYLERİ	46-47-48
B.4.3.2-SERTLEŞMİŞ BETON DENEYLERİ	48-49
B.5-HAZIR BETON ÜRETİMİNDE KULLANILAN KATKI MADDELERİ	50-51
B.5.1-TAZE BETONUN REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİ DEĞİŞTİREN KATKI MADDELERİ	51-52
B.5.1-a-AKIŞKANLAŞTIRICI PLASTİFİYANLAR	52-53
B.5.1-b-SU TUTUCU "	54
B.5.2-PRİZ VE SERTLEŞMEYİ ETKİLEYEN KATKI MADDELERİ	55
B.5.2-a-PRİZ HIZLANDIRICI KATKILAR	55-56-57

B.5.2.b-PRİZ GECİKTİRİCİ KATKILAR.	57-58-59.
B.6-HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BETON KARIŞIM YÖNTEMLERİ. . . .	60-61-62-63-64.
B.7-HAZIR BETONUN HAZIRLANMASI.	65
B.7.1-ELEME TESİSİ OLAN YATAY TİPTE BETON HAZIRLANMASI.	65-66
B.7.2-ELEME TESİSİ OLMAYAN DÜŞEY TİPTE BETON HAZIRLANMASI. . .	67-68-69.
B.8-HAZIR BETONUN NAKLİYESİ.	70-71.
B.9-HAZIR BETONUN KALIBA İLETİLMESİ.	72-73-74.
B.10-DÖKÜM SÜRESİNİN BETON ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ.	75-76-77-78-79-80.
C.1-HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BİRİM MALİYET HESABI.	81-82-83.

SONUÇ VE ÖNERİLER.	84-85
REFERANS.	86-87.
ÖZ GEÇMİŞ.	88.

SUMMARY

Ö Z E T

Bu tezde, ele alınan " Hazır Beton" nun asıl konusunu "Beton" oluşturmaktadır. Çünkü asıl gaye, hızlı, günümüz koşullarına uygun, kaliteli ve ekonomik olacak beton üretmektedir.

Betonu incelerken; betonu oluşturan öğeleri incelemek gerekir. Bunlar; agregata (Kum-çakıl), bağlayıcılar, su ve katkı maddeleridir.

Yaşadığımız çağın koşullarına ayak uydurabilmek için, pratik çözümler bulabilmek ve kaliteyi gözeterek beton üretimindeki temel kuralları bilmek gerekir.

Bu nedenlerle beton üretiminde temel konular incelenmiş ve yeri geldikçe hazır beton üretimi sürecindeki uygulama ve sorunlar ele alınmıştır.

S E M B O L L E R

S U M M A R Y

The concrete has formed the main subject of the "Ready-mixed Concrete" has been considered in this study. Because, the main object is to produce the concrete will be appropriate to our age's conditions quick, quality and economical.

As examining the concrete, what element formed into concrete is supposed to examine, These are Sand- pebble, bindings, water and added materials.

In order to adapt to our age's conditions, to find practical solve and as considering the quality, in the producing of the concrete, the basic methods have to be known.

Therefore the basic subjects have been examined and as the subject advances, the practice and the problems have been explained during the producing of the ready-mixed concrete.

S E M B O L L E R

C	: Çimento miktarı (kg)
c	: Betondaki çimentonun mutlak hacmi
D	: Agregada maksimum tane çapı (mm)
d_1, d_2	: Birbirini izleyen iki elek göz boyutu (mm)
E	: Beton agregası ve çimentosu için gerekli su miktarı
e	: Agregada ıslatma suyu, betonda su hacmi
f_c	: Betonun 28 günlük silindirik proje mukavemeti
f_{cc}	: Çimentonun norm mukavemeti
I	: Bir agregada yığınının boşluk miktarı
K	: Agregada incelik modülü, kompasite
K_G	: Graf formülünde bir katsayı
k	: Agregada tane şeklinin katsayısı
N	: İstenilen beton kıvamına ve türüne bağlı bir katsayı
P	: Agregada ağırlığı
u	: Betondaki kumun mutlak hacmi
V	: Görülen hacim
V_A	: Toplam karışım agregasının mutlak hacmi
v	: Betondaki iri agreganın mutlak hacmi
v'	: Agregada boşluk hacmi
α	: İncelik modülü-su formülünde katsayı
δ	: Özgül ağırlık ($P/V-v'$)
q	: İki elek arasında kalan malzeme miktarı
P/V	: Birim hacim ağırlığı
$V-v'$: Agregada mutlak hacmi

G İ R İ Ő :

"Hazır beton" konusu günümüz inşaat Mühendisliğininve Yapı İŐletmesinin temel çağdaŐ sorunlarını kapsamaktadır. İnşaat Mühendisliği ve Yapı İŐletmesinin çağdaŐ kapsam ve amacının geniŐliđi, inşaat sektörünün büyüklüğu ve ülke ekonomisini makro düzeyde etkilemesi yönünden anlaŐılmaktadır. Kalkınmakta olan ülkelerde yatırımların en büyük payı ve tüm sektörlerle çok yönlü iliŐkileri dolayısıyla inşaat sektörünün yönetici İnşaat Mühendisini makro-ekonomik düzeyde çözüm bulmaya, çağdaŐ teknoloji imkânlarını öğrenmeğe ve kullanmaya sevk etmektedir.

Özellikle geliŐmekte olan ülkelerin istihdam sorunu nedeniyle insan-makina dengesinin belirlenmesi gereken teknoloji seçimi inşaat sanayisininde temel sorunlarından biridir. Üretim ve maliyet fonksiyonları, Dünyanın 2000 yılına doğru girdiği ekonomik dar boğazda, Türkiye'mizde de bu aşamada inşaat sektöründe çözüm bekleyen en önemli unsurlar olduğunu belirtmek isterim.

Konunun kapsamı nedeniyle betonun bileŐimleri ayrı ayrı ele alınacak ve yeri geldikçe beton üretiminde uygulanmakta olan yöntem ve kurallar anlatılacaktır.

A- B E T O N:

GENEL:

İnşaat Mühendisliği alanında beton en önemli yapı malzemesidir.

Beton, kum, çakıl, mıcır gibi agreganın birbirine kaynaşarak yapışmasını sağlayan çimento ve su ile karıştırılması sonucu elde edilir. Beton bileşenleri içinde çimento; agrega ve sudan farklı bir yere sahiptir. Çimento sanayi bugünkü seviyesine varmasaydı, beton günümüz yapı sahasında bu denli önem kazanamazdı. Agregadan ve sudan da nitelik yönünden önemli beklentiler vardır. Ancak; İYİ ÇİMENTO, İYİ AGREGA ve İYİ SU İLE İYİ BETON elde edilemez. İyi beton elde etmenin bir takım kuralları vardır.

Beton yük taşıyan esas taşıyıcı yapı iskeletini oluşturur. İçindeki iri taneler yükü birbirine aktararak taşıyıcı bir iskelet vazifesi görmektedirler.

BETONLARDAN BEKLENEN ÜÇ ANA NİTELİK VARDIR:

1-İŞLENEBİLİR OLMALIDIR:

Taze beton kolay karıştırılmalı, iyi yerleşmesi için kolay yerleşme özelliğine sahip olmalı, karışırken, taşınırken, yerleştirilirken ayrışmamalı.

2-MUKAVEMETLİ OLMALIDIR:

Taşıyıcı bir malzeme olduğundan projede ön görülen mukavemeti karşılamalıdır.

3-DIŞ ETKİLERE DAYANIKLI OLMALIDIR:

Don-çözülme, ıslanma-kuruma gibi fiziksel etkilerle bozulmamalıdır. Beton iç yapısında agrega ve çimento arasında oluşabilecek reaksiyonlar

sonucu özelliğini kaybetmemelidir.

Bu üç nitelikten başka betonun bazı özelliklerini iyileştirmek gerekebilir. Suya geçirimsiz yapmak, deniz suyuna dayanıklılığını arttırmak, yüksek sıcaklıklara dayanıklılığını arttırmak, aşınmasını azaltmak gibi durumlarda betona çok az miktarda dördüncü bileşen olarak katkı maddeleri katılır.

A.1-BAĞLAYICI MADDELERİN TARİHÇESİ:

Bağlayıcı madde olarak; kireç, mohtelif tür çimentolar ve alçı en önemlileridir. Yapıların taşıyıcı elemanlarının meydana getirilmesinde en çok çimento kullanılır.

Bağlayıcı maddelerin en eskisi kireçtir. Mısırlıların kireç ile harç yaptıkları, Romalıların kirece puzolan katmak suretiyle yaptıkları yapılar bilinmektedir. Tarihçi Jerôme Carcopino'ya göre eski Roma'da 3 ve 4 katlı evlerin yapımında kireç ve puzolan karışımından oluşan bağlayıcı maddeler kullanılmıştır. Hatta bu bağlayıcı madde ile 30 m.yi aşan köprüler yapılmıştır.

1818 senesinde Fransız Mühendisi VICAT; içinde bir miktar kil içeren saf olmayan kalkerini pişirmek suretiyle, su kireci denilen bağlayıcı maddeyi bulmuş ve ilk defa çimento ilkesini içeren bağlayıcı maddeyi bulmuş ve ilk defa çimento ilkesini içeren bağlayıcı madde üretmiş oldu.

1824 senesinde İskoçyalı Joseph Aspdin; kil ve kireç karışımını fırında pişirerek su kirecinden daha üstün bir bağlayıcı madde üretti. Daha sonra Isaac Charles Johnson, Aspdin metodu ile üretilen malzeme arasında daha çok pişmiş olanların daha mukavemetli olduklarını fark

etmiş ve pişirme ısını arttırarak bugünkü çimento üretim metodunun esasını keşfetmiştir.

Milattan bir asır kadar evvel, Vitruve tarafından yazılan eserde toz halinde ve hayranlık meydana getiren yapıların yapılmasında kullanılan ve "Caemento" olarak adlandırılan bir malzemedен bahsedilmiştir. Fransız bilim Akademisi su kirecinin icat edilmesi üzerine bu "Caemento" sözcüğünü ciment (çimento) olarak dilimize sokmuştur. I.C.Johnson tarafından üretilen bağlayıcı madde sertleştikten sonra İngiltere'de Portland bölgesindeki taşlara benzetildiğinden bu malzeme Portland Çimento ismi ile anılmıştır.

Betonarme yapı sistemi 1847 yılında bir bahçıvan tarafından icat edilmesine rağmen, ancak 1906 yılından sonra geniş uygulamaya geçilmiştir. Bu aşamada çimento bilimsel yönden ele alınmış 1870-1890 seneleri arasında Michaelis ve Le Chatelier isimli bilimliler araştırmalar yaparak çimento ile ilgili esasları bulmuşlardır. Frederic Ransome tarafından döner çimento fırınlarının icat edilmesi ile çimento üretim metodu büyük bir aşama kazanmış oluyordu. 1890 senesinde Curuf (Letiye) çimentolarının üretimine başlanması, çimento alanında çok önemli bir çığır açılmış oluyordu.

A.2-BAĞLAYICI MADDELER:

Bağlayıcı maddeler genel olarak toz halindedir. Boyutları 90 mikrodan küçük tanelerdir. Bu malzemeye su ilave edilirse plastik bir hamur elde edilir. Belirli bir süre geçtikten sonra, birdenbire mukavemet kazanmağa başlar. Daha sonra plastiğini kaybetmeye başlar ve en sonunda da katılaştır.

Bağlayıcı maddelerin sıvı halden katı hale geçmesine "PRİZ" denir. Bu hal değişimi salt fiziksel olay değil, fiziko-kimyasal bir olaydır.

Priz olayı suyla karıştırma başladığında meydana gelir, ancak süresi belirli değildir. Katılaşmanın belirli bir düzeye varması durumunda "Priz başlangıcı" denir. Bu durum ise standartlaşmış bir deney ile, çimentoda Vicat İğnesi denilen bir Penetrasyon aygıtının batma değeri ile saptanır.

Priz olayını havada yapabilen bağlayıcılara "hava bağlayıcıları" hem havada, hem su içinde katılaşabilen bağlayıcılara ise "Hidrolik bağlayıcılar" denilmektedir. Kireç bir hava bağlayıcı, çimento ise hidrolik bağlayıcıdır.

A.2-1 ÇİMENTO-PORTLAND TİPİ ÇİMENTOLAR:

Bu tip çimentolar kalker ile kilin belirli oranlarda karıştırılarak yüksek derecede (1400°C) pişirilmesi ile elde edilir. Ergimeyi kolaylaştırmak için, içine demir filizleri içeren toprak katılarak, gri renkte mm. mertebesinde boyutlara haiz olarak fırından çıkan klinker, su karşısında hiç bir etki göstermez. Klinkere % 3 oranında alçı taşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ilave edildikten sonra ince olarak öğütülmesi (90 mikronun altında) sonunda bağlayıcı madde özelliğine haiz olur.

Kalker sıcaklık etkisiyle ayrışarak kirece (yani CaO), kil ayrışarak silis ve alümine (yani SiO_2 ve Al_2O_3) dönüşür. Ayrıca kilde ve ilave edilen ergitici toprakta bulunan demirde, demir oksit (Fe_2O_3) şeklinde ortaya çıkar. Asit ve bazik öğeler birbiriyle birleşerek

portland çimentolarının 4 ana birleşimini (karma oksitleri) oluştururlar.

Bunlar;

1- $2CaO \cdot SiO_2$ (Bikasyon silikat, çimentocular kısaca C_2S şeklinde yazarlar.

2- $3CaO \cdot SiO_2$ (Trikalسيوم silikat, C_3S)

3- $3CaO \cdot Al_2O_3$ (Trikalسيوم alüminat, C_3A)

4- $4CaO \cdot Al_2O_3$ (Tetrakalسيوم alümino-ferrit, (C_4AF))

Bunlar dışında birleşmemiş CaO , SiO_2 , MgO v.b. maddelerdir.

Klinkerin içine alçı taşı katmanın gayesi,

Çimentonun prizini geciktirmek için ayarlanır.

Karma oksitler fırında aldıkları yüksek ısı nedeniyle suyla karıştırıldıklarında bu gizli enerjiyi hidrotasyon ısısı şeklinde açığa çıkarırlar. Portland çimentosunun en fazla miktarda içinde bulunduğu $3CaOSiO_2$ ile $2CaOSiO_2$ su ile yaptıkları kimyasal reaksiyon sonunda muhtelif bileşimde kalsiyum silikat hidrateler ile serbest kireç denilen $Ca(OH)_2$ 'nin meydana gelmiş olması bilinmesi gereken bir olaydır. Zira bu kireç, bağlayıcı maddesi zararlı sulara veya her türlü suya karşı mukavemetini azaltır. Bunun nedeni $Ca(OH)_2$ 'nin suda oldukça kolay çözülmesi, betonun porozitesini arttırır ve boşluk artarak suyun beton içine kolayca girmesine, netice olarak hasara yol açmaktadır. Bu nedenle C_3S 'i fazla olan çimentolar su yapılarında kullanmak doğru olmaz. Bu çimentoyu bir süre havada bırakıp, karbonlaştırmak ve suda erimeyen $CaCO_3$ tabakası ile kaplanmalarını sağlamak gerekir.

Diğer iki karma oksit bileşen C_3A ve C_4AF benzer davranış gösterirler. C_3A 'nın etkileri çok daha belirgindir. Prize ilk başlayan C_3A 'dır, süratle priz yapar ve hidrotasyon ısı ^{çok} yükseltir. C_3A 'nın prizinin ayarlanması klinkere $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Alçı taşı) katılması ile ayarlanır. C_3A 'nın başlattığı priz olayı C_3A için durur, sonra silikatlar harekete geçerek hidrotasyona başlarlar, bu da çimentonun mukavemetli öşelerinin oluşması ortamı sağlanmış olur. C_3A reaksiyon sonucu hidratlaşınca genellikle $C_3A \cdot (H_2O)_6$ tuzuna dönüşür. Bu tuzda C_3A gibi $CaSO_4$ ile birleşir ve candlöt tuzuna dönüşür. Bu sırada ortam katıdır. Genleşen tuz betonu patlatarak hasar verir.

C_3A içeriği yüksek çimentoların sülfatlı sularla temas halinde olan yerlerde kullanılması sakıncalıdır. Deniz suyu da içerdiği $MgSO_4$ nedeniyle zararlı olmaktadır. $MgSO_4$, $CaSO_4$ 'den daha zararlı olmaktadır. Zira Mg^{++} ionunun Ca^{++} ionu ile yer değiştirme niteliği vardır. Bunun sonucunda kalsiyum silikatlarda çözümler başlar.

Çimento prizi ekzotermik bir olay olması nedeniyle önemli bir ısı açığa çıkar. Dökülen beton hacminin küçük olması halinde bir sorun çıkmaz, fakat büyük hacimli beton işlerinde, mesela beton barajlarda sıcaklık 20° - 30° C'ye çıkabilir. Bu hallerde gerekli soğutucu önlemler almak (beton içinden soğuk su boruları geçirmek gibi) gerekir.

Priz başlama ve sona erme süreleri bakımından portland tipi çimentolar, çimentolarda aranan genel özelliklere uygunluk göstermektedirler.

TS 19'a göre memleketimizde dört tip portland çimento üretilmektedir.

1-Normal Portland Çimentosu	:PÇ325
2-Katkılı " "	:KÇ325
3-Portland Çimentosu (400)	:PÇ 400
4-Portland Çimentosu(500)	:PÇ 500

Son iki çimento ile normal portland çimentosunun yapıları ve fiziksel özelliklerinde önemli farklılıklar yoktur. Ancak bu çimentolarda kalker miktarı arttırılmış, ilkel malzeme daha iyi karıştırılmış ve daha iyi pişirilmiştir.

Bu suretle en aktif karmaşık birleşimi olan $\text{SiO}_2\text{3CaO}$ 'nın hemen hemen tamamen meydana gelmesi sağlanmıştır. PÇ400 ve PÇ500'ün klinkerleri daha ince öğütülmüştür.

-Bu iki çimentoda PÇ325'e göre daha fazla Ca(OH)_2 meydana gelmektedir. Bu da çimentoyu kimyasal etkiye dayanıklılığını azaltmaktadır.

-Bu iki çimento priz yaparken PÇ325'e göre daha fazla ısı meydana gelmektedir. Bu yönü de sakıncalıdır.

-Daha ince olduklarından PÇ325'e göre PÇ400 daha fazla suya gereksinme vardır.

- $\text{SiO}_2\text{3CaO}$ 'nın, bu iki çimentoda daha fazla bulunmasından dolayı PÇ400 ve PÇ500'ün mekanik mukavemetleri PÇ325'inkinden belirli ölçüde büyüktür.

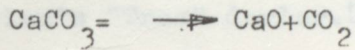
TS 19'a göre bu dört çimentonun ortalama mekanik mukavemetleri aşağıdaki çizelgede verilen, değerlerin altına düşmemeli.

Portland Çimentolarının Mekanik Mukavemetleri

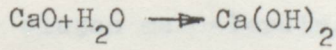
Çimento	Gün	Basınç Mukavemeti (Kgf/cm ²)			Eğilme Mukavemeti (Kgf/cm ²)		
		3	7	28	3	7	28
PÇ325 ve KP325		-	210	325	-	40	55
PÇ400		200	315	400	40	55	65
PÇ500		250	355	500	50	60	70

A.2.2-K İ R E Ç:

Yağlı kireç veya kireç saf kalkerin 900°C'nin üstünde pişirilmesi ile vaki olan reaksiyon ve ayrışması sonucunda elde edilir.



Bu reaksiyon sonunda meydana gelen kalsiyum oksit (CaO) sönmemiş kireçtir. Bu madde su ile karıştırılınca şu reaksiyonu yapar:



Bu reaksiyon neticesi oluşan Ca(OH)_2 'ye sönmüş kireç denir. Yapılarda bağlayıcı madde olarak kullanılan kireç CaO'in su ile söndürülmesi sonunda kullanılabilir. Eğer tamamen söndürmeden yapılarda kullanılırsa, söndürme olayı yapıda devam eder ki, bu durum hacim artmasına sebep olacağından yapıda çatlaklar ve döküntüler meydana gelir.

Kirecin üretimi için 900°C'de bir kalker pişirici fırın ile kirecin söndürülmesi için gerekli havuzların yapılması yetmektedir.

A2.3-P U Z O L A N L A R:

Yalnız kullanıldığında bağlayıcı olmayan, fakat kireç veya çimento ile karıştırıldığında şu ile olan reaksiyon sonunda bağlayıcı



özelliği kazanan maddelere puzolan denilmektedir.

Su içinde priz yapabilen ve su etkisiyle erimeyen bağlayıcı üretilen çabaları eski çağlara dayanır.

Camlaşmış silis(SiO_2) içeren toprakların kireçle karıştırılması sonunda bu özelliğin kısmen sağlandığı gözlenmiştir.Ön Asyada tuğlanın (pişmiş kil) öğütülerek kirece katılması ile elde edilen harca "Horasan" harcı denilmektedir.Osmanlılar bu harcı geniş alanlarda kullandılar.Avrupada ise Romalılar Napoli civarındaki Puzzuoli Kasabasının toprağından yararlandılar.Bu toprak camlaşmış volkan toprağı idi ve puzolan sözcüğü bu kullanımdan kaynaklandı.Almanlar Puzolan'a "Tras" derler.Ülkemizde de bu deyim yaygındır.

Pişmiş ve öğütülmüş kil yapay bir tras,doğal volkanik camlar ise doğal tras türü olmaktadır.

Puzolanlar (Traslar) kimyasal olarak SiO_2 ve az miktarda Al_2O_3 den oluşan maddelerdir.Suyla karışınca çamur haline gelir,kuruduktan sonra eski haline dönerler.Ancak kireçle karışırlarsa bağlayıcılık kazanır ve suda erimeyen bir kalsiyum silikat tozuna dönüşürler.Hangi toprağın puzolan özelliğine sahip olduğu aktivite testleri ile anlaşılır. SiO_2 içeren her toprak puzolan değildir.

Puzolanlar,kireçe karıştırıldıkları gibi çimentoya da karıştırılırlar.Böylece katkılı Portland Çimentosu,traslı türde çimentolar elde edilir.

Puzolan-kireç birleşiminin daha başarılı olması için,puzolan çok ince öğütülmeli,ortam sulu olmalı,gerekli zaman geçmelidir.

Puzolanlar kireci tesbit etmeleri bakımından çimentoya mukavemet kazandırır.

Su etkisiyle eriyen kireç, erimez duruma geçer ve çimento kimyasal etkilere daha dayanıklı olur.

Doğal puzolan olarak bilinen maddeler; volkanik küller, killi şist, diatome toprağı ve ponza taşıdır.

Doğal puzolanların en önemlisi Almanya'da Ren Vadisinden çıkarılan ve Tras adlı puzolanlardır. İkinci önemli puzolan yatağı İtalya'da Roma ve Napoli arasında yer almaktadır. Yüksek nitelikli bir yerde, Ege Denizinde Yunanistan'a bağlı Santorin Adalarıdır. Ülkemizde Çorum civarında Mecitözünde, Kayseri -Nevşehir bölgesinde bulunur. Ayrıca Libya'nın Trablus kenti civarındaki "Diatome" fosilli topraklarda (Kieselguhi) dünyaca ünlüdür.

Yapay puzolan olarak öğütülmüş tuğla dışında, termik santral baca külleri (uçucu kül), silis dumanı ve yüksek fırın cürufları da sayılabilir.

Önemli bir yapay puzolan olan uçucu kül termik santrallarda toz halinde özellikle huy maden kömürünün yanmasından geriye kalan malzemedir. Çimento inceliğinde olan bu malzeme ilk defa Şikago'da bir yolun yapımında çimentoya karıştırılarak kullanılmış, II. Dünya Savaşı sonrasında malzeme darlığı dolayısıyla gerek Amerika'da gerek Avrupa'da geniş kullanma alanı bulmuştur. Fransa'da ki birçok baraj inşaatında uçucu kül % 15-30 arasında çimentoya karıştırılarak kullanılmış ve bu suretle bağlayıcı madde tüketimini azaltmak kabil olmuştur.

Uçucu kül, çimento üretiminde de ilkel malzeme olarak kullanılmakta ve enerjide tasarruf sağlanabilmektedir.

Ayrıca uçucu kül, beton üretilirken karışıma katılırsa tanelerin küresel olması nedeniyle taze betonun işlenebilirlik özelliği artıyor. Bu da az miktarda yoğurma suyu kullanılmasını ve netice olarak beton mukavemetini yükseltiyor.

A.3-B E T O N K A R M A S U Y U :

Betonu oluşturan kimyasal reaksiyonu temin eden su, priz olmasına ve betonun ileri yaşlarda kimyasal dayanıklılığına fena etki yapmaması gerekir.

TS500' Standardında bu hususta gerekli koşullar verilmiştir.

Beton karma suyu asit olmamalı, yani PH derecesi 7 ve 7'den fazla olmalıdır. Sudaki sülfat içeriği SO_3^{--} ionu'nun 0,002'yi aşmaması yani 1 litre suda 2 gr. SO_3 'den fazla olmaması şartı aranır.

Su sülfatlı bir zeminden geliyorsa veya şüphe varsa, suya bir-iki damla $BaCl_2$ çözeltisi damlatıldığında, su derhal bulanır. Bu durumda suyu laboratuvara göndererek SO_3 içeriği niceliksel olarak saptanmalıdır.

Su içinde bulunan bazı anionlar ve katyonlardan da kaçınılmalıdır. Bunlar, Cl , CO_3^{--} , NH_4^+ , Mn^{++} , Mg^{++} vb.

Ağır metal tuzlardan ve oksitlerden de kaçınılır. (Çinko ve kurşun tuzları gibi)

Deniz suyuunda yerine göre toplam salinite 35 gr/Lt.yi bulur. Bu ortalama olarak normaldir. Toplam salinite'nin büyük bölümü (30 Gr/Lt) $NaCl$ 'den oluşur. Na^+ prizi bir miktar geciktirir. Fakat Cl^- ise beton

içindeki donatıya zarar verebilir. Deniz suyunun beton üzerindeki etkisi ise $MgSO_4$ yüzündendir. SO_3 Konsantrasyonu ise sakıncalı sınırı aşmaz. Bu nedenle zorunlu durumlarda deniz suyu beton karma suyu olarak kullanılabilir. Ancak deniz suyu ile yapılan yapı sürekli rutubetli kalabilir ve çirçiklenmeler görülebilir.

A.4-B E T O N A G R E G A L A R I :

A.4-1-TANIMLAR:

Betonun, mineral kökenli, taneli malzemeye agrega denilir. Agrega çimento ile genellikle kimyasal reaksiyona girmez. Çimento hamuru ile agrega arasındaki bağlantı fiziksel ve mekanik karakterlidir.

Tüm taneli mineral malzemeye beton agregası denilmez. Tanelerin boyutları beton agregalarını sınırlarını belirler. Tanelerin boyutları elekler vasıtasıyla belirlenir. Elekler kare şeklinde örgü telli olurlar, karelerin kenar uzunlukları elek No, su, elek göz boyutu, elek açıklığı adlarıyla tanımlanır. Bir agrega tanesinin geçebileceği en küçük eleğin kenar uzunluğu o tanenin çapı olarak tanımlanır.

TS-706'da kabul edilen elek sistemi, 31,5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm göz açıklıklı elek takımından oluşur. Çaplara göre yapılan bu sınıflandırma ve adlandırma aşağıda gösterilmiştir.

Tane boyutları	2 Mikron	60 Mikron	4mm.	31.5mm.	7 mm
	Kil	silt	İnce agrega	İri agrega	Balast
			← Beton agregası →		

Beton agregaları bazen 70 mm kadar iri (Balast) tanelerde içerebilir. Bunlar ancak özel kütle betonlarında (baraj, yol) kullanılmaktadır.

Beton agregaları köşesiz, yuvarlak olabilir derelerden-ocaklardan elde edilenler böyledir. Bazı yörede kum, çakıl bulunmaz. Bu takdirde büyük taşlar konkasörlerde kırılarak köşeli agregalar elde edilir. Bunlara mıcır veya kırmetaş adı verilir.

III ve II nolu mıcırlar iri agregalardır, I nolu mıcır ise ince agrega veya (kırma kum)dur. Silt'e karşıt gelen kırma malzeme ye filler veya taş unu adı verilir. Çakıl, kum ve mıcırlar doğal agregalardır. Hafif beton üretiminde ise bazen yapay agregalarda kullanılır. Bunlar; genişletilmiş şist, kil, arduvaz, yüksek fırın cürufu gibi malzemelerdir.

En iyi malzemeler derelerden elde edilendir. Bunlar temiz düzgün tanelerden oluşur. Ocak malzemelerinde kil(mil) oranı yüksektir. Deniz kumları, çöl kumları ise tekdüze taneli, genellikle ince malzemelerdir. Deniz kumlarındaki midye, istiridye kabukları (kavkı) bazı durumlarda sorunlar çıkarırlar, agreganın yerleşmesini güçleştirir, dona dayanıklılığını düşürür, bazen de düşük mukavemetli taneler oluştururlar.

A.4.2-A G R E G A L A R I N J E O L O J İ K, P E T R O G R A F İ K

Y A P I L A R I :

Agregalar yeryüzündeki kütlelerden oluştuğuna göre petrografik yönden bu kütlelerin özelliklerini taşırlar.

Mağmatik ve metamorfik kütleler, ayrışmamışlarsa genellikle uygundur. Granit, siyenit, diorit, gabro, bazalt, kuvarz gibi mağmatik, mermer,

gnays, amfibolit gibi metamorfik külteler sağlam ve kaliteli agregalar verirler. Mermer dışındakilerin çimento ile aderansı üstün düzeyde değildir. Yapraklı dokuya sahip olan mikaşist ise kullanılmaz. Bu külteler mineralleri nedeniyle bazen sorunlar çıkarırlar.

Bu mineralleri ve sakıncaları aşağıda gösterilmiştir;

-Silis, kuvarz durumunda uygundur. Ancak daha aktif silis polimerfları içeren kristobollit, trikimit, opal ve kalseduvan alkali reaksiyonuna yol açtığından sakıncalı olabilirler. Aktif silikat içeren riyolit, obsidiyen gibi yüzeysel mağmatik kütelere gerekli testler uygulanmalıdır.

-Feldispatlar su ve hava etkisi ile bozularak kile dönüşürler. Kil ise suda şişen, agrega-çimento aderansını bozan bir ögedir. Feldspat, granit ve gnaysta bulunmaktadır.

-Mika-klorit mineralleri yumuşak ve tabakalaşan minerallerdir. Bunların yassı yapıları agreganın su gereksinimini arttırır. Suyun fazlası istenen bir durum değildir.

-Amfibol-piroksen uygundur.

-Zeolitler alkali reaksiyonuna yol açarlar.

-Pirit (FeS_2) minerali ayrışarak demir hidroksite $Fe(OH)_3$ ve H_2SO_4 'e dönüşür. Bu hem hacim sabitliğini bozar, hem de asit etkisiyle betonu parçalar.

-Serpatin, klorit sınıfından bir mineraldir. Çatlaklı ve hacim sabitliği yönünden sakıncalı bir mineraldir. Su alınca şişer.

Tortul külteleri iki gruba toplayabiliriz:

1-Kalker ve dolomit kökenli

2-Greler

Kalker ve dolomitler çimentoya aderansları yönünden en uygun agregalardır. Bunlarda özellikle dolomitlerde kil damarlarına rastlanabilir.

Sert greler kullanılabilir. Ancak yumuşak greler, marn, şist, anidrit ve jibslar kesinlikle kullanılamazlar. Yumuşak gre, marn, şist suya duyarlı malzemelerdir. Betonun hacim sabitliğini bozarlar. Jibslar ve anidrit ise ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve CaSO_4) sülfat etkisi meydana getirirler. Görünüş itibari ile anidrit kalkerle karıştırılabilir. Bir çakı ile çizildiğinde anidrit nispeten yumuşaktır. Kolay çizilir, kalker ise çizilmez.

A.4.3-AGREGALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ:

Belirli "V" hacmindeki bir kaba, kürekle serbest bir şekilde doldurulan agreganın ağırlığı "P" ise, P/V oranında birim hacim ağırlığı ve kısaca birim ağırlık diyoruz. Birim ağırlık için sözü edilen "V" hacmi taneler arası boşluk hacmini de içerir ve agreganın "görünen hacmi"dir. Şantiyelerde ölçülebilen hacim işte bu görülen hacimdir.

Agrega yağını içindeki taneler arası boşluk (V_v) ölçülse (su doldurularak), " $V-V_v$ " hacmi agregaların mutlak hacmidir. Pratik olarak bu hacim Arşimed prensibine göre, agregaların taşıdığı su miktarı ile belirlenir. P/ $V-V_v$ oranına özgül ağırlık diyoruz. (S). ($V-V_v$) mutlak hacmini şantiyede ölçmemize imkân yoktur. Bu bakımdan mutlak hacme teorik bir hacim gözüyle bakmalıyız.

Beton karışımları hesaplanırken, hesaplar mutlak hacimlerle yapılır, sonuçların pratikte ölçülebilen büyüklüklere dönüştürülürler. Bu büyüklükler ağırlık veya görünen hacimlerdir. Yani teorik karışım oranları mutlak hacim olarak bulunur; mutlak hacimler özgül

ağırlıklarla çarpılır, ağırlıklar bulunur, ağırlıklar birim ağırlıklara bölünür, görünen hacimleri bulunur.

Silisli agregaların özgül ağırlıkları 2,65 Kg/dm³, kalkerli agregaların özgül ağırlıkları ise 2.70 Kg/dm³.tür. Farklı kökenli kültelerden oluşan agregalarda özgül ağırlık 2,55 Kg/dm³-2.80 Kg/dm³ arasında değişebilir.

Birim ağırlık değerlerine ise kökenden daha çok agreganın şekli etki eder. Yuvarlak agregalarda yerleşme daha iyi olduğundan birim ağırlık yüksek olabilir. (1.6-1.8 Kg/dm³) Kırmataş agregalarda ise bu değerler 1.3-1.5 Kg/dm³ arasındadır. Birim ağırlık kumlarda daha düşük, çakıllarda daha yüksektir.

A.4.4-AGREGALARDA SU İÇERİĞİ-İSLATMA

S U Y U

Betonun mukavemet ve dayanıklılık niteliğini etkileyen en önemli birleşim parametresi çimento/su oranıdır. Su miktarını etkileyen ise betonun işlenebilir niteliğe sahip olması gereğidir. Bu miktarın oluşmasına agreganın niteliği ve niceliği rol oynar.

Agreganın çimento hamuruna yapışması, agrega tanelerinin hamur ortamında hareket edebilmeleri için tane yüzeylerinin ıslanması, çok ince bir su tabakası ile sarılması gerekir. İslatma suyunun bir bölümü beton sertleştikten sonra buharlaşıp kaybolacak, yerini hava boşluğu alacaktır. Bu boşluk ise beton dayanımının düşmesine, betonun geçirirli olmasına yol açacaktır. Şu halde agrega ıslatma suyunun

minimum düzeyde kalması idealdir. Agreganın ıslatma suyunu belirleyen agreganın özellikleri ise agregada mevcut su içeriği ve agreganın inceliğidir.

Agreganın taneleri su içeriği bakımından üç konumda olabilirler:

Tam kuru, yüzeyi kuru ve içi suya doymuş, suya doymuş ve yüzeyi ıslak. Bunlar içinde en ideali orta konum olan yüzeyi kuru suya doymuş (YKSD) konumudur. Bu durumda agreganın çimento hamurunun suyunu emmez, ıslatma suyu sadece yüzeyde ince su tabakası olmaya yeterlidir. Diğer iki konum denetim olanağından yoksundur. YKSD saptaması için standart deneyler vardır, bağıl nemi % 50 üzerindeki kapalı ortamlarda saklanan agregaları YKSD konumunda varsayabiliriz. Esasen tüm agreganın deneyleri YKSD konumundaki agregalarda yapılır.

Belirli bir agreganın yeterli ıslatma suyunu saptamak için deneylerden biri olan "Bolomey" formülünün pratik bir değeri olmamakla beraber olayı açıklaması yönünden aşağıda verilmiştir. Gereken su miktarı "e" şöyle hesaplanır.

$$e = \frac{N \cdot q}{\sqrt[3]{d_1 \cdot d_2}}$$

Burada d_1 ve d_2 birbirini izleyen iki elek göz boyutu (mm);
q: bu iki elek arasında kalan malzeme miktarı (Kg), N ise istenilen beton kıvamına ve agreganın türüne bağlı bir katsayıdır.

N DEĞERLERİ

Beton Kıvamı	Yuvarlak Agregâ	Kırmatâş Agregâ
Kuru	0.08	0.095
Plastik	0.09-0.105	0.100-0.110
Akıcı	0.100-0.110	0.120-0.130

Bolomey formülünden görüleceği gibi;

-İnce malzeme fazla ise ıslatma suyu fazladır.

-Mıcırli malzemeye katılacak su, yuvarlak malzemeye nisbeten daha fazladır.

-Pratik olarak çakıllarda ıslatma suyu ağırlığın % 1-% 2'si, kumlarda % 5-%9'u arasında bir değer alır denilebilir.

Islatma suyunun hesaplanmasında yararlanılan bir diğer formül "İncelik modülü -su" formülüdür. Halen kullandığımız TS-706 elek takımına göre agreganın incelik modülü "K" hesaplanır. Agregâ yığınının ıslatmak için gerekli olan su miktarı E,

$E = \alpha(10-K)$ basit formülüyle hesaplanır. α katsayısının değerleri aşağıda verilmiştir.

Beton Kıvamı	Dere kumu ve Çakıl	Dere kumu ve Mıcır	Deniz kumu ve Mıcır
Kuru	28-30	33	37
Plastik	31-33	37	40
Akıcı	36-40	43	47

Bu formülde Bolomey formülü gibi ince malzemenin ve köşeli malzemenin daha çok suya ihtiyacı olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca

A.5- HAZIR BETON:
bu formül ÇİMENTO DAHİL BETONUN TOPLAM SU GEREKSİNİMİNİ verir.

Şunu derhal belirtmekte yarar vardır. Bu formüllerden elde edilen değerler teoriktir, betonun nasıl bir kıvama sahip olacağı beton üretilmeden kesin olarak anlaşılamaz.

A.5-1- BETONUN GENEL ÖZELLİKLERİ :

Başlıca olarak belirtildiği gibi betonda 3 ana nitelik olan mekanik dayanım, işlenebilirlik, dış çevreye dayanıklılık olmalıdır.

A.5-1-1- BASINÇ DAYANIMI :

Betonun en önemli, en çok incelenen basınç dayanımıdır. Bunun nedenleri şunlardır:

- Mukavemet seviyeleri arasında en yüksek olanı basınç en düşük olanı çökmedir. Bu ilişkin oranı % 3 ile %10 arasındaadır. Kısa bir süre sonra basınç geliştirmesi fark edilir.

- Basınç dayanımı betonun tüm pozitif özellikleriyle paralellik gösterir. Yüksek basınç dayanıklı bir beton doludur, serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır, çirkin, bu gibi basınç dayanımı sağlanabilir betonun niteliği hakkında global bir değerlendirme yapılabilir. Basınç dayanım standart silindirik (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya kübik (20 cm kenar) üzerinde belirtilir. Silindirik numuneler çirkinlik bakımından birinci sınıf alınmalıdır.

Basınç dayanımı, üretimi takiben 28. gün içinde belirlenir. Pratik yoldan dayanım 1.01, 90. ci günlerde de basınç dayanımı, ancak beton sınıfını belirten dayanım 28. ci gündeki dayanımdır.

A.5- HAZIR BETON:

Çağımızda Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de artmakta olan konut sorunu ve şehirlerdeki yoğun yerleşim nedeniyle meydana gelen sorunlar hazır beton üretimine yöneltmiştir. İnşaat yapmak için geniş şantiye sahasına hazır beton sayesinde ihtiyaç duyulmamaktadır.

Çağımızın teknolojik imkanları kullanılarak inşaat sektörü makineleşmeye doğru aşama yapmış ve zamandan büyük tasarruf sağlamıştır.

A.5-1- BETONUN GENEL ÖZELLİKLERİ :

Başındada belirttiğimiz gibi betonda 3 ana nitelik olan mekanik dayanım, işlenebilme, dış çevreye dayanıklı olmalıdır.

A.5-1-1- BASINÇ DAYANIMI :

Betonun en önemli, en çok inceleneni basınç dayanımıdır.

Bunun nedenleri şunlardır;

- Mukavemet değerleri arasında en yüksek olanı basınç en düşük olanı çekmedir. Bu ikisinin oranı % 8 ile %14 arasındadır. Kısaca beton basınca çalıştığı farzedilir.

- Basınç dayanımı betonun tüm pozitif nitelikleriyle paralellik gösterir. Yüksek basınç dayanımlı bir beton doludur, serttir, su geçirmez dış etkilere dayanır, aşınmaz. Şu halde basınç dayanımını sağlamakla betonun niteliği hakkında global bir değerlendirme yapılabilir. Basınç dayanım standart silindir (15 cm. çap, 30 cm.yükseklik) veya küpler (20 cm.kenar) üzerinde belirlenir. Silindir numüneler giderek ülkemizde birinci sırayı almaktadır.

Basınç dayanımı, üretimi izleyen 28.ci günde belirlenir. Pratik yünden dayanım 7.ci, 90.ci günlerde de tayin edilebilir, ancak beton sınıfını belirten dayanım 28.ci gündeki dayanımdır.

Basınç numü neleri deney gününe kadar 20°C sıcaklıkta kireçe doygun su içinde saklanır. En az 3 numüne ortalaması alınarak bulunan basınç dayanımı değeri " Beton sınıfları" dediğimiz mukavemet değerleri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda üretilen betonun hangi sınıfa girdiğine karar verilir.

BASINÇ DAYANIMINA ETKİYEN FAKTÖRLER :

a- Çimento İle İlgili Faktörler :

Betonun daha yüksek dayanımlı olmasında çimentonun yüksek dayanımlı olmasının etkisi doğal olarak büyüktür. PÇ-500 ile üretilen bir beton elbette PÇ-325 ile üretilenden daha mukavemetli olacaktır. Çimento kalitesi dışında miktarın önemi de büyüktür. Çimento dozajının yüksek olması mukavemeti artırır, ancak dayanıma etkiyen faktörün salt dozaj olmayıp çimento/su oranı olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Çimento dozajı için önerilen bir minimum değer vardır,

bu:

$$C_{\min} = \frac{550}{5\sqrt{D}} \text{ dir.}$$

D; agrega yığınının maksimum tane çapıdır(mm). Agrega maksimum tane çapı, agregaların % 95'inin geçebildiği en küçük elek göz boyutu ile tanımlanır. Yapılan deneysel araştırmalar bir agrega yığınınındaki boşluk miktarının (I), en büyük tane boyutuna bağlı olduğunu göstermiştir. Bu bağıntı:

$$I = \frac{k}{5\sqrt{D}} \text{ şeklindedir.}$$

k: tane şeklinin(köşeli, yuvarlak, pürüzlü, pürüzsüz) fonksiyonu olan bir katsayıdır. C_{\min} ve I birlikte incelendiğinde:

- Maksimum tane çapı büyüdükçe agreganın boşluğu azalır.
- Betona katılacak çimento, agrega boşluğunun bir fonksiyonudur.
- Maksimum tane çapı büyüdükçe minimum dozaj azalacaktır.

Mesala $D= 31.5\text{mm}$ için $C_{\min} = 276 \text{ Kg/m}^3$
 $D= 16 \text{ mm.}$ için $C_{\min} = 316 \text{ Kg/m}^3$ olmaktadır.

Dozajın artması ile çimento tanelerine gelecek basınç gerilmeleri değerleride azalacaktır.

b- Su miktarı ile ilgili faktörler

Karma suyunun çok fazla ve çok eksik olması mukavemeti büyük ölçüde düşürür.

Beton yerleştirebilmek için agreganın yüzeyinde fazladan bir su tabakası oluşturmak gerekir. Suyun asıl görevi çimentonun hidratasyonunu sağlamaktır. Hidrate için gerekli su, çimento ağırlığının % 14'ü kadardır, hidrate çimento taneleri arasında kalacak adsorplanmış jel suyunuda buna katarsak gerekli su % 25 değerine çıkar. İşlenebilme gereği Su/çimento oranı nadiren % 40'ın altına düşer. Genelde % 50 - % 65 arasında bir değer alır. Demekki pratik gerekler sonucu katılan su, teorik olarak istenen sudan zaten çok fazladır.

Hazır betoncular su/çimento oranının, betonu pompa ile basmak gerektiği yerlerde % 60'tan az alamıyacağını söylemektedirler.

İyi bir yerleşme, işlenebilme sağlamak bir amaçtır. Ancak bu amacı sağlamak için su/çimento oranının % 55'in üstüne çıkmamasına çalışılmalıdır. İşlenebilmesi için daha çok su gerekiyorsa bu agregadan kaynaklanıyordur. Agreganın özellikle kumun değiştirilmesi gerekir.

Su/çimento oranını aşağı bir oranda tutmak için inat etmekte bazen anlamsız olabilir. Su/çimento oranı düşük, fakat bu yüzden yerine iyi yerleştirilmeyen betonda oluşacak boşluklarda mukavemeti düşürür, bu değer büyük olabilir. Mesela gerekenden fazla % 20 su konması halinde dayanım: % 30 düşerse, % 20 eksik konması halinde % 60 dayanım düşebilir.

Hazır beton üretiminde su miktarını ayarlamak en nazik konu ve pratik olarak zor problemdir. Buradada teorik yaklaşımlardan çok mühendislik önsezisi ve tecrübesi büyük değer taşımaktadır.

C- Beton kompasitesi :

Taze beton kompasitesi 1 m³ betondaki katı öğelerin (agrega ve çimento) kapladığı mutlak hacimlerin toplamıdır.

1 m³ betonda çimento, kum, iri agrega, su ve hava boşluğunun kapladığı mutlak hacimler sırası ile c,u,v,e,h ise;

$$c+u+v+e+h = 1 \text{ m}^3 \text{ yazabiliriz}$$

K : Kompasite ise (m³ / m³)

$$K = c+u+v = 1 - (e + h) \text{ değeri olmaktadır.}$$

İyi bir betonda $K \geq 0.80$ olmalıdır. Dolu bir betonun basınç dayanımı yüksektir.

Buradada karma suyunun etkisini dikkate almak gerekir.

DIĞER BASINÇ DAYANIMINA ETKİ EDEN KOŞULLAR

(Kür Koşulları, Deney Koşulları)

Beton üretme sürecinin dışına taşıdığından teze dahil etmeye gerek görülmemiştir.

A.5-1-2- İŞLENEBİLME ÖZELLİĞİ :

İşlenebilme kavramı içinde minimum enerji, homojenliğin korunması, boşluksuz yerleşme ve kıvam gelmektedir.

İşlenebilir bir betonun niteliklerinin başında kohezyon gelir. Kohezyonlu taze beton, içindeki iri agregaların, karışma, taşıma ve yerleştirilmesi sırasında, ayrılıp saçılmalarına müsaade etmez. İri tanelerin ayrılmalarına " Segregasyon" denilir. Kohezyona paralel bir özellikte betonun kararlılığı (Stabilite)dir. Kararlı bir betonda segregasyon dışında suda ayrışmaz. Suyun kütle-den ayrılmasına "terleme-kusma" diyoruz.

İri taneler dibe çöküncede terleme başlar. Ancak terlemenin bir diğer nedeni çimentonun flokülleşmesidir. Su ile temasa geçen çimento taneleri, tek tek ıslanmak yerine flokülleşerek (bir araya toplanarak) ıslanırlar ve hidratasyon için gerekenden çok su tutarlar, daha sonra bu suyu kusarlar.

İşlenebilmenin deneysel olarak değerlendirilmesi için uygulama açısından teoride kalırlar, mühendislik deneyimi daha önem kazanır.

Ülkemizde pratik olması bakımından en çok kullanılanı çökme (Slump) deneyidir. Üst çapı 10 cm , alt çapı 20 cm, yüksekliği 30 cm. olan bir kesik koni ile yapılır. Üç tabaka halinde, her tabaka 25 defa çelik çubukla şişlenerek doldurulur. Daha sonra doldurulan beton sarsılmadan kesik koni yukarı çekilir. Beton bir miktar çöker, ve çökme miktarı ölçülür.

Çökme deneyi, kuvvetli vibrasyonla yerleştirilecek çok kuru betonlarda, mıcır oranı yüksek betonlar bakımından bir değer ifade etmez. Çökme deneyi yuvarlak agrega ile yapılan, akıcıya yakın plastik kıvamdaki betonlar için yapılır.

Amerikan Standartlarına göre çökme değerleri şöyledir;

Kıvam	Yerleştirme Aracı	Çökme Değeri	Yapı Elemanı
Kuru-Plastik	Vibrasyon	2-6 cm	B.Arme temel,döşem Perde,yol,baraj
Plastik	Vibrasyon veya Şişleme	7-12 cm	B.Arme kiriş, kolon.
Akıcı	Şişleme veya kendili- ğinden yerleşme	13	Özel betonlar-pomp betonu gibi

A.5-2- BETON KARIŞIM HESAPLARI :

1 m³ yerine yerleşmiş betonun içine girecek çimento, su, agrega miktarlarının hesaplanması problemi pek çok kişi tarafından incelenmiş ve pek çok yöntemler geliştirilmiştir. Problemin amacı, sonuçta elde edilecek yerine yerleşmiş 1 m³ betonun bileşenlerini önceden tahmin etmektir. Bu tezde böyle bir metot ana hatları ile anlatılacaktır.

Problemi yapabilmek için iki tür veri grubuna ihtiyaç duyulur.

a- Üretilecek betonun nitelikleri ve üretim araçlarının kapasitesi.

b- Üretimde kullanılacak çimento ve agregaların bazı özellikleri,

a. Grubu veriler dozaj, su / Çimento oranı, beton kıvamı gibi beton özellikleri nelerdir?

Ana Nitelikler Şunlardır;

1- Betonun proje mukavemeti. Bu değer beton sınıfı seçmeye olanak sağlar. Örneğin BS25 gibi bir betonun seçilmesi halinde (28 günlük şilindir mukavemeti 25 N / mm²) ilk hesaplarda betonun biraz daha yüksek mukavemetli üretmeğe çalışılır. 25+5 = 30N/mm² değerine amaç mukavemet denilir.

Beton mukavemetinin sağlanması için karışım parametrisi E/C oranıdır.

2- Üretimde ve yerleştirmede kullanılacak araçlar ise betonun kıvamını saptamıza olanak sağlar. Beton şişlenerek yerleştirilecekse plastik ve akıcı, pompalanarak yerleştirilecekse akıcı, vibratörle yerleştirilecekse nemli toprak ve plastik kıvamda olmalıdır. Kıvam belirlenince saptanacak parametre E (su miktarı) dir. E' yi en iyi saptama şekli deneyle mümkün olmaktadır.

3- Betonun nerede kullanılacağı, dürabilite (Betonun, dış ortam etkilerine dayanıklılığı) yönünden bilinmesi gerekir. Buda minimum çimento dozajını tesbite yarar. Bir B.Arme yapıda $C_{mim} = 300 \text{ Kg/m}^3$ ' den aşağı olamaz. Endüstri bölgelerinde ve deniz yapılarında $C_{mim} = 350 \text{ Kg/m}^3$ civarındadır. Dürabilite yönünden salt çimento dozajını arttırmak olmadığı bilinmelidir.

b.Grubu veriler teorik hesap yapmaya olanak sağlar. Bunlar çimento için norm mukavemeti ve özgül ağırlık, agregalar için birim hacim ağırlığı, özgül ağırlık ve granülometrik değerlerdir.

Beton karışım hesaplarında iki aşama vardır. 1.si örnek beton karışımının teorik yolla hesabıdır. 2.si ise örnek beton üretmek ve betonun taze haleda işlenebilmesini, sertleşmiş halde mukavemeti sağlayıp sağlamadığını kontrol etmektir.

Bilindiği gibi her iki aşamadada karışımı yapılacak agreganın granülometri eğrileri belirlenir. İstenilen kullanılabilir değerler arasına düşüp düşmediği kontrol edilir.

Teorik Hesaplar :

I.Adım : Önce granülometri eğrilerine bakılarak agregaların karışım oranları ve karışımın "İncelik modülü hesaplanır.

Deneme-Sınama işlemini daha kolaylaştırmak için incelik modülü neticeye yaklaşımı da sürat kazandırır. Granülometri eğrisini tek bir sayı ile ifade etmektir. Bu sayı granülometri eğrisi ile % 100 doğrusu arasında kalan alanda orantılıdır. Bu değer ne kadar küçükse, eğri % 100 doğrusuna okadar yakındır, yani agreganın ince tanelidir.

İncelik modülü, granülometri ordinatları 100'den çıkarılıp, bu farklar toplanarak ve 100'e bölünerek hesaplanır.

II.Adım : İşlenebilmesi için gerekli su miktarının tahmini-
dir. Bunun içinde "incelik modülü" formülünden yararlanacağız.

$$E = \alpha(10-KK)$$

α : Katsayısının değerleri agregaların ıslatma suyu bahsinde verilmiştir.

Kk : İncelik modülü

III.Adım : Çimento dozajının saptanmasıdır. Yöntem olarak beton mukavemet formüllerinden yararlanılır. E/C oranı tesbit edilir.

Graf formülü kullanılarak çözüm yapılabilir.

$$\text{ÖRNEK : } f_c = 25 = \frac{f_{cc}}{KG} \cdot \left(\frac{C}{E} \right)^2 = \frac{32.5}{KG} \cdot \left(\frac{C}{E} \right)^2$$

KG; Katsayısı bilinmemektedir. KG= 4 alt sınırı alınır

$$\frac{C}{E} = \sqrt{\frac{25 \times 4}{32.5}} = 1.75$$

f_{cc} : Çimentonun norm mukavemetidir.

E= 220 Alınır C= 1.75x220 = 386 Kg/m³ değeri elde edilir.

IV.Adım : Agrega miktarlarının hesaplanmasıdır. Bu hesaplamada "birim hacim denklemi" den yararlanılır.

$$1000 \text{ dm}^3 = \frac{C}{\delta_c} + E + V_A + h$$

$$\frac{C}{\delta_c} = \frac{386}{3.15} = 122.5 \text{ dm}^3 \text{ çimentonun mutlak hacmidir.}$$

E= 220 dm³ suyun mutlak hacmidir.

V_A : Toplam karışım agreganın mutlak hacmi ve bilinmeyendir.

h : Havanın hacmidir. Betonlarda 0 ile 30 dm³ arasında bir değer alır. $\left(\frac{30}{1000} = \% 3 \right)$

Yukarıdaki birim hacim denkleminde V_A bulunur ve katılan kum, çakıl, mıcır oranları ile çarpılarak miktarları hacim olarak bulunur.

B.1- HAZIR BETONUN TANIMI:

Bilindiği gibi eskiden el ile hazırlanan beton betoniyerin icadı ile karıştırma işi makineleştirildikten sonra elçe ve betoniyere malzeme aktarma işinin el ile yapılmasına bir adı daha devan edilmiştir.

Beton hazırlama işlerinin tükend makineleştirilmeye gırayan tesisler ancak II.Dünya savağından sonra geliştirmiştir.Şantiyelerde kurulmamı halinde hem pahalı olmas, hemde tas olarak faydalı olmasının nedeniyle hazır betonun hazırlama tesislerinin kurulmasına yol açmıştır.

Yapının bulunduğu şantiyeden ayrı yerde bir merkezi beton santralinde üretilip, kalıba yerleştirilmeye hazır hale getirilmiş taze betona "Hazır Beton" denilmektedir.

Hazır betonun esaslı beklenen gayelerinden biri, şantiye şartlarının göre daha kontrollu olarak üretilmesi denilebilir.

BÖLÜM B

Ağıdaki nedenlerden dolayı başlangıçta hazır beton santralleri gelişimi engellenmiştir.

-Başlangıçta pahalı yatırım olduğundan, amortis edilmeye kadar müteahhitlerin hazır beton ile ilgilenmeleri.

-Şantiyede üretilen betonun maliyetinin hazır betona göre daha uygun olduğunun düşünülmesi.

-Hazır betonun vaktinde teslim edilemesi halinde işin aksayacağı düşünülerek, hazır beton üreticilerine başlılı olmasa istegi.

-Hazır betonun, şantiyede yapılan betona nazaran daha kaliteli olabileceğinin bilinmesi.

Bugün hazır betonun Getirilecekları anaokulu y Dışta'da birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de hazır beton santralleri hızla gelişmeye başlamıştır.Çifta bazı ülkelerde harcama toplar baskın yarısı hazır beton santrallerinden tahir edilmektedir.

B. B.1- HAZIR BETONUN TANIMI:

Bilindiği gibi eskiden el ile hazırlanan beton betoniyerin icadı ile karıştırma işi makineleştirildikten sonra ölçme ve betoniyere malzeme aktarma işinin el ile yapılmasına bir süre daha devam edilmiştir.

Beton hazırlama işlerinin tümünü makineleştirmeye yarayan tesisler ancak II. Dünya savaşından sonra geliştirilmiştir. Şantiyelerde kurulması halinde hem pahalı olması, hemde tam olarak faydalı olamaması nedeniyle hazır betonu hazırlama merkezlerinin kurulmasına yol açmıştır.

Yapının bulunduğu şantiyeden ayrı yerde bir merkezi beton santralinde üretilip, kalıba yerleştirilmeye hazır hale getirilmiş taze betona "Hazır Beton" denilmektedir.

Hazır betonun en önemli beklenen gayelerinden biri, şantiye şartlarına göre daha kontrollü olarak üretilmesi denilebilir.

Aşağıdaki nedenlerden dolayı başlangıçta hazır beton santralleri gelişimi engellenmiştir.

-Başlangıçta pahalı yatırım olduğundan, amortize edilinceye kadar müteahhitlerin hazır beton ile ilgilenmemeleri.

-Şantiyede üretilen betonun maliyetinin hazır betona göre daha uygun olduğunun düşünülmesi.

-Hazır betonun vaktinde teslim edilememesi halinde işin aksayacağı düşünülerek, hazır beton üreticilerine bağımlı olmama isteği,

-Hazır betonun, şantiyede yapılan betona nazaran daha kaliteli olabileceğinin bilinmemesi.

Bugün hazır betonun üstünlükleri anlaşılmış Dünya'da birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de hazır beton santralleri hızla gelişmeye başlamıştır. Hatta bazı ülkelerde harcanan toplam betonun yarısı hazır beton santrallerinden temin edilmektedir.

B.2-HAZIR BETON TÜRLERİ:

Hazır beton üretiminde genellikle iki yöntem kullanılmaktadır.(1)

1-Betona girecek malzemenin tartılması ve karıştırılması merkezi santralde tamamlandıktan sonra, beton genellikle yavaşça dönen transmikserler vasıtasıyla şantiyeye taşınmaktadır.(Central-mixed concrete). Bu iletim sırasında mikserin dönmesi betonun ayrışmasını önlemekte ve priz başlama süresini uzatmaktadır.

2-Malzeme santralde tartılarak doğrudan transmikserin içine konmaktadır.Daha sonra malzemenin karıştırılması ya yolda tamamlanmakta, veya şantiyede beton mikserden boşaltılmadan hemen önce yapılmaktadır. (Transit-mixed concrete)

3-Bazen betonun karıştırılması, transmikserin kapasitesini arttırmak için önce kısmen merkez santralde yapılmakta, sonra yolda devam edilmektedir.(Shrink-mixed concrete)

Hazır beton üreten muhtelif santrallerin incelenmesinden yukarıda esas olarak belirtilen ilk iki üretim yönteminden Ülkemizdeki hazır beton santrallerinin de yararlandığı gözlenmiştir.Hazır betonun taşınmasında iki tür transmikserin kullanıldığı belirlenmiştir.Birinci türdeki transmikserler santralde karıştırılan betonu veya su dahil bütün malzemeyi yüklendikten sonra yolda dönererek karıştırabilen mikserlerdir. Bunlara sulu mikser denmektedir.İkinci tür mikserler ise yolda giderken tamburlar dönmeyen transmikserlerdir.Bunlara agrega ve çimento santralde konmaktadır.Bu tip transmikserlere ise kuru mikser denmektedir.

Ancak kuru mikserlerin uygulamada çeşitli nedenlerden dolayı sorunlar çıkardığı saptanmıştır.Örneğin şantiyede ölçülü su kabı bulunmaması halinde, katılacak su miktarı transmikser şoförünün takdine bırakılacaktır.Bu ise beton mukavemetinde en önemli parametresi olan su/çimento oranı bilinçsiz kişilere bırakılmış olacaktır.Diğer taraftan süratli döküm isteğinden dolayı yeteri kadar karıştırılmadan kalıba yerleştirilmeye çalışılmaktadır.Bu da betonun niteliğini önemli ölçüde bozabilecektir.

Not: () parantez içindeki sayılar Referans'taki numaraları göstermektedir.

B.3-HAZIR BETON SANTRALLERİ SAHA SEÇİMİ, KURULUŞ VE İŞLETİLMESİ:

Hazır beton üretimi yapan 30-30 m3/saat kapasiteli santrallerde, yaklaşık 10.000 m2 ile 20.000 m2 asgari bir sahaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı hazır beton üretici santrallerinin 50000 m2 lik bir sahayı kapladığı görülmüştür.

Bu santrallerde;

- Büro, laboratuvar, işçi soyunma ve giyinme binası,
- Makina tamir, bakım ve anbar binası,
- Makina parkı sahası,
- Malzeme stok sahası,
- Yıldız malzeme stok sahası,
- Eleme tesisi, malzemeyi ölçmek, tartmak için kantar, kumanda odası ve çimento siloları için gerekli saha,
- Su deposu veya havuzu,
- Dışarıdan santral sahasına giren malzemeyi tartmak için bulunan kantar sahası,
- Transmikserleri yıkama sahası gibi mahallere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bazı üreticilerde malzeme ve yıldız agrega silo sahaları betonla kaplanmıştır. Zira malzemeyi stok sahasından santrale aktarırken makinaları kullanan operatörün dikkatsizliği sonucu malzemeye toprak karıştırılabilmektedir.

Ayrıca hazır beton üreten santrallerin su ile ilgisinin fazlalığı nedeniyle saha çamur olabiliyor. Özellikle transmiksörlerin hergün yıkanması gerektiğinden uygun ayrıca bir yıkama sahası bulunmuyorsa, bu durumda yıkama servis sahasının içinde yapıldığından saha kirlenerek çamur olmaktadır.

Bu durum ise istenen bir durum değildir. Zira her yerde olduğu gibi bu gibi yerlerde de temizlik ve düzen aranan ve istenen bir durumdur. Temizlik ve düzen bu firmaların müşterilerine karşı güven sağlamalarını temin edecek, hemde bu yerlerde çalışan personelin, çalışma şevkini yükseltecek, netice olarak iş yapma gücü ve verimlilik artacaktır.

Hazır beton santralleri sahalarının biraz meyilli ve dere veya akarsu yataklarına yakın olması istenen bir durumdur. Ayrıca bu yerlerde servis sahalarının drenaj sistemi yapılarak stabilize malzeme ile kaplaması gereklidir kanaatindeyim.

Bir hazır beton santralinin kurulması büyük bir yatırımdır. Yatırımın %25 ile 30'u sabit tesislere ve %70 ile 75'i beton nakliyesini yapan taşıtlara harcanmaktadır.

Memleketimizde hazır beton santralleri ile ilgili tesis makina ve taşıtları şu firmalar kurmakta ve yapmaktadırlar.

-PI Makinaları Firması, Santral tesisi, Transmiksör ve pompaları patentli montaj yapmaktadır.

- NACE Firması ANKARA,
- GÖKERLER Firması İSTANBUL,
- GÜRİŞ Firması ANKARA,
- EFE PEKOSAN Firması İZMİR,
- ÖZ MAKİNA Firması ANKARA,
- ELKON Firması İSTANBUL,

Bu yerli firmalar (PI Makina hariç) merkez santral tesisleri, transmikselerle bazılarının motorları hariç değişik kamyon şasisi üzerine mikserleri montaj yapmaktadırlar. Beton pompaları, hidrolik ve motor aksam ithal edilmekte ve gene değişik kamyon şasisi üzerine monte edilmektedir. Transmikserlerin yerli montajları, monte edildiği kamyon markasına (Fiat-MAN, FORD, ENTER) göre fiatları değişmektedir ve 40-50 milyon TL. civarındadırlar. İthal edilenler örneğin Alman malı, Elba marka takriben 100 milyon TL. kadardır.

Beton santralleri, eleme tesisi hariç 30 m³/saat kapasiteli 100 milyon TL. ile otomatik, programla çalışan 90 m³/saat kapasiteli takriben 300 milyon TL. kadardır.

En pahalı makina beton pompalarıdır. Bunların ithal edileni örneğin Alman malı, Putz Meister marka beton pompasının fiatı takriben 250 milyon TL. kadardır. Hazır beton santrallerinde Loder denilen yükleyiciler, ayrıca malzeme taşıyan kamyonlar, çimento taşıyıcılar ve jeneratörler vardır.

Örneğin 90 m³/saat kapasiteli bir hazır beton santralinde şu makineler tesbit edilmiştir.

- Transmikser 15 adet (7m³ kapasiteli)
- Beton pompası 3 adet
- Loder 2 "

-Çimento taşıyıcısı 2 adet

-Kamyon 3 "

-Jenaratör 1 "

-Binek otoları 4 "

Örneğini verdiğim bu santralin agrega naklini kendisi yapmadığından kamyonu fazla gerek duyulmamaktadır.

Hazır beton santrallerinin kuruluşu ve işletilmesi sırasında dikkat edilmesi gerekli hususlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

-Hazır beton santralleri, malzeme ve çimentonun her mevsimde rahatça getirilebileceği bir yerde kurulmalıdır.

-Hazır beton santralının kurulacağı yerde en az bir aylık malzeme ihtiyacını karşılayabilecek büyüklükte bir depo sahası olmalıdır.

-Hazır beton santralının iş verimi, ekonomik ulaşım mesafesi dahilinde harcanan beton miktarına uygun olmalıdır.

-İşletme arızaları dolayısıyla duraklama olmaması için iyi bir bakım ekibi kurulmalı ve gerekli yedek parçalar hazır bulundurulmalıdır.

-Siparişlerin aksamadan yerine getirilebilmesi için bir sipariş alınırken daha önceki siparişler göz önünde tutularak, istenilen betonun miktarı, kalitesi, betonun teslim edileceği inşaatın adresi, teslim edileceği tarih ve saat açık olarak yazılmalı müşteriye bildirilmelidir.

-Hazırlanan betonun sıcak ve kuru havalarda en çok 1,5 saat, serin ve rutubetli havalarda en çok iki saat içerisinde kalıba yerleştirilmesi gerekir. Bu sürelerin aşılacağı, (trafik ve uzun mesafe nedeniyle) durumlarda uygun katkı maddesi katılmalı veya transmiksere santralde su ilâve edilmeyerek şantiyede uygun su miktarı katılmalıdır.

B.4-HAZIR BETON SANTRALLERİ LABORATUARLARINDA YAPILAN DENEYLER:

B.4.1-AGREGA DENEYLERİ:

B.4.1.1-AGREGA Granülometri tesbiti:

Granülometri, diğer bir deyişle elek analizi bir agrega yığınının tane büyüklüklerine göre dizilişini saptamak, amacıyla yapılır. Deney sonunda agreganın (%) kaçının belirli bir elek altına geçebileceği tesbit edilir. Bu bakımdan agrega yığınının örnek almaya çok dikkat edilir. Örnek, agrega yığınının tepesinden ve eteğinden alınmaz, aksi halde ya çok ince ya çok iri olur. Orta yükseklikten bir boru ile sondalayarak alınır. Yığının muhtelif yerlerinden toplanan 10 kadar numune karıştırılır, eşit yükseklikte bir daire şeklinde zemine serilir. 4 eşit dilime ayrılır. Dilimlerden biri veya karşılıklı ikisi alınır. Tekrar dairesel olarak yayılır. Bu dörtleme işlemine numune miktarı 3 kg. veya 1 kg. oluncaya kadar devam edilir. Alınan numuneler sırasıyla 31.5 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm., 0.25 mm. lik eleklerden elenir ve elek üstünde kalan malzeme yığışımli olarak ağırlıkları toplanır. Daha iyi bir gösterim için absis ekseni logaritmik ölçekte çizilir.

Granülometri eğrisinin şu özelliklerinin bilinmesi gerekir.

-Bu eğri artan bir eğridir. sınır durumunda ancak yatay doğru parçaları olabilir.

-Eğrinin %100 çizgisine yakın olması, karışımın ince olduğunu, % 0 çizgisine yakın olması agrega yığının iri olduğunu gösterir.

-Eğri tüm elek bölgesinde mevcuttur, eğrinin %100 veya % 0 çizgileri ile çakışması o bölgelerde bulunmadığı anlamına gelmez.

-Birbirini izleyen iki elek No.suna karşı gelen % ordinatlarının farkı, agrega yığının o iki elek arasında kalan malzeme %'sini verir.

-Yukarıda söylenenin bir sonucu olarak eğrinin yatay bir çizgisi varsa, bu yatay çizgiye^{karşı} gelen elekler arasında tane yok demektir. Bu tür bir granülometriye sahip olan agregalara "süreksiz (kesikli) granülometri"li agregalar denilir.

Bu alanda yapılan pekçok deneysel çalışma sonunda "ideal granülometri" veya "referans granülometri" eğrileri bulunmuştur.

İdeal granülometrinin amacı, gerçekleştirilebildiği oranda minimum boşluklu ve toplam yüzeyi minimum olan bir agrega karışımı elde etmektir. Şu halde tane çapları arasında belirli bir bağıntı bulunması halinde agreganın boşluğunu minimuma indirmek mümkündür. Boşluğun minimum olması çimento ve su miktarını minimum düzeyde kalmasını sağlayarak ve daha ekonomik beton üretmek mümkün olacaktır. Alman standartlarından alınan TS-706'da bulunan ideal granülometri eğri ve bölgeleri verilmiştir.

Ayrıca her karışıma katılan kum, çakıl, mıcır ağırlıkları özgül ağırlıkları da bulunur.

Bölüm A.5-2'de bahsedilen beton karışım hesapları yöntemi takip edilerek malzeme karışım miktarları bulunur.

B.4.1.2-AGREGADA KİL-SİLT TESBİTİ:

Hazır beton santrali sahasına gelen tuvenen malzeme önce laboratuarda elenerek 200 nolu elekten geçen ince malzeme (kil, silt) miktarı tesbit edilir. Bu miktar %5 den fazla ise bu malzeme kullanılmamakta ve satın alınmamaktadır.

Kilin varlığı basit çökeltme deneyi ile de gözlenebilmektedir. Agrega üzerinde biriken kil tortu kalınlığı %5'i aşmaması gerekir.

Daha iyi netice almak için agregayı yıkayarak, yıkama suyunu 63 mikronluk elekten geçirerek, geçen miktarları saptamak gerekir. TS-706 ince malzemenin kumlarda %5, iri malzemede %2'den fazla olmamasını önerir.

Doğal iri agregada ocakları tükenmekte olduğundan bu ihtiyacı macır denilen kırmataş agregaları ile karşılanmaktadır. İnce agregada ihtiyacı ise ocaklardan, denizden ve azda derelerden karşılanmaktadır.

Ocaktan çıkarılan agreganın içinde istenenden fazla kil-silt var ise yıkanması veya kullanılmaması gerekir.

Bazı hazır beton üreten firmalar tuvenen ocak malzemesi kullanmaktadırlar. Ocak malzemesinde bazen kil topak halinde bulunabilmektedir. Kum zerreleri bu kil topaklarını sararak görünmesini engellerler. Bunu anlamak için elde ezmeğe çalışarak ve koklayarak saptanabilir. Kil topakları betonun kararlılığını bozarlar, beton içinde boşluk gibi hareket ederler, su alınca şişerler.

Agrega tane yüzeylerine yapışan kil, silt ve taş unu aderansı sıfıra indirebilir. Ayrıca kilin prizi geciktirici özelliği de vardır.

B.4.1.3-ORGANİK MADDELER TESBİTİ:

Organik maddeler zayıf ^{asit} karakterindedirler.

Çürümüş bitki kökleri, turbalık zeminler, hümüs toprakları agregaya karışabilir. Bu asitler özellikle prizi geciktirme eğilimindedirler. Sertleşmede yavaşlayarak beton mukavemetinde de azalmalar olabilir.

Agregalarda organik madde içeriği basit bir asit, baz reaksiyonu ile denetlenir. Düşük konsantrasyonlu NaOH (%3) eriyiği ile karıştırılan agregada; eriyik rengini 24 saat içinde değiştirir. Renk koyu sarı kahverengi olursa agregadaki organik madde içeriği (hümik asit) zararlı düzeyde var olduğu kabul edilir.

B.4.1.4-HAFİF MADDELER TESBİTİ:

Kömür, fosil ve deniz hayvan kabukları normal agregaya oranla hafif olurlar. Bunlar mekanik dayanım yönünden yetersizdirler ve beton içinde bulunmaları istenmez. Kömürün varlığı kükürtün varlığı içinde bir gösterge sayılır. Kükürt ise bilindiği gibi sülfat etkisine neden olmaktadır.

Hafif maddelerin miktarının tesbiti için agrega numunesi yoğunluğu 2 kg/dm³ olan bir sıvıda yüzdürülerek tesbit etmek gerekir.

Ancak bu sıvıyı hazırlamak pahalı bir iş olduğundan bu deneye pek başvurulmamaktadır.

Gözlemlerle bu konuda karar verilmektedir.

B.4.1.5-TANE SERTLİĞİ-TANE POROZİTESİ:

Tanelerin sertliği standart bir piring çubukla çizilerek saptanır. Tane porozitesi ise taneler suya doyurulduktan ve kaynatıldıktan sonra tesbit edilir. Bu iki deneyde mekanik dayanım ve dayanıklılık konusunda hızlı ve basit yoldan fikir edinmeyi sağlar. Daha güvenilir sonuç elde etmek için Ufalama testi (BS-12 İngiliz standardında vardır), tane aşınma testi (TS-706 da mevcuttur), donma-çözülme dayanıklılık testi de (TS-706'da vardır) yapılabilir.

Bu son üç test hazır beton santralleri laboratuvarlarında pek uygulanmamaktadır. Ufalama testi; iki elek arasında kalan (12.7 mm. ile 9.5 mm.) agrega numunesi %10'u daha ince bir elekten (2.4 mm.) geçebilecek kadar bir çelik silindir kap içinde ve basınç presi altında sıkıştırılır. Bu ufalanmaya yol açan basınç kuvveti agreganın ufalanmaya direncini, bir manâda basınç dayanımını belirler. Silindir kesiti ve deney şekli standarttır.

Aşınmaya dayanıklı betonlarda basınç dayanımı 10t., normal betonlarda 5 t. civarındadır. Bu deneylerde kullanılan elekler granülometri için kullanılan eleklerden farklıdır. Bu elekler BS (İngiliz), ASTM (Amerikan) olduğunu belirtmek isterim.

B.4.2-ÇİMENTO DENeyLERİ:

Hazır beton santraline gelen çimentonun önemli bazı özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu nedenle çimento üzerinde bazı deneyler yapılmaktadır.

Memleketimizde çimentolar üzerinde yapılacak deneyler ile ilgili bilgiler TS 24'de açıklanmıştır. Çimento muayene metotları memlekette memlekete değişmekte ise de deneylerin esasları arasında büyük fark yoktur. Bütün memleketlerde aynı koşullar altında muayene metotlarının yapılmasını sağlamak amacıyla "RİLEM-CEM-BUREAU" ismi ile bilinen çimento deney metotları hazırlanmıştır. Bu metotlar memleketimizde 1971 yılından itibaren uygulanmaya başlanmış bulunmaktadır.

Çimento deney metotlarının ayrıntıları ile bilinmesi ancak bu deneyleri yapacakları ilgilendirir. Bu itibarla, bu tezde deney metotlarının önemli prensiplerinin açıklanması ile yetinilecektir.

Standart deneyleri üç gruba ayırabiliriz.

- 1-Fiziksel deneyler,
- 2-Kimyasal deneyler,
- 3-Mekanik deneyler.

Hazır beton santrallerinde yukarıdaki deneylerden fiziksel deneyler yapılmakta, kimyasal ve mekanik deneyler ise henüz yapılmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle kimyasal ve mekanik deneylerden bahsedilmeyecektir. Bu konuda tam bilgi edinmek isteyenler TS24'e başvurmaları önerilir.

B.4.2.1-FİZİKSEL DENEYLER:

Bu gruba şu deneyler girmektedir.

a-Normal çimento hamuru su miktarının tesbiti,

b-Priz sürelerinin saptanması,

c-Çimento inceliğinin saptanması,

d-Hacim sabitliğinin muayenesi,

e-Özgül yoğunluk tesbiti,

f-Birin ağırlık tesbiti,

Yukarıda sayılan deneylerden a,b,c,d, ve e, TS24'de yer almıştır f' deneyinin yapılmasına lüzum görülmemiştir.Bu tezde a,b,c,d deneylerinin önemi nedeniyle incelenecektir.

B.4.2.1-a-Normal çimento hamuru için gerekli su miktarının tesbiti

(VİCAT DENEYİ):

Bu deney VİCAT aleti ile yapıldığından vicat deneyide denilmektedir.Önce %27 oranında su katılarak 3 dakika süre ile karıştırılan çimento hamuru, üst çapı 65 mm. alt çapı 75 mm. ve yüksekliği 40 mm. olan kesik konu şeklindeki kalıba yerleştirilir.Bu çimento hamuru ile dolu olan kalıp VİCAT denilen aletin tablasına yerleştirilir.Bu aletin düşey doğrultuda hareket eden 30 g. ağırlığındaki çubukunun ucunda 10 mm. çapında VİCAT sondası elle kesik koni içinde bulunan çimento hamurunun üst yüzeyine indirilir ve bundan sonra serbest bırakılır.Bu durumda silindirik çubuk hamurun içinde bir miktar aşağı indikten sonra durur.Aletin tertibindeki göstergeden sonda ucunun tabana olan mesafesi okunur.Bu mesafe 5-7 mm. arasında ise çimento için gerekli su miktarı deney başında konulan su miktarıdır.Mesafenin 5 mm.den az olması halinde su miktarı azaltılarak, 7 mm.den fazla olması halinde su miktarını arttırarak deney tekrar yapılır.

Bulunan su miktarı çimento ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilir.

B.4.2.1-b-Priz sürelerinin saptanması:

Hazır beton santrallerinin üzerinde önemle durdukları bir deneydir. Zira beton nakliyesi süresinin uzaması halinde, betonun özellikle pompa ile kalıba iletilmesi gerektiği durumlarda prizın başlaması önemli sorunlar çıkarmaktadır.

Bu deneyde Vicat aleti ile yapılır. Ancak priz deneyinde kullanılan sonda çıkarılarak, bunun yerine 1.13 mm. çapında bir iğne takılır. Gene (a) daki boyutlara sahip kesik koni içerisine normal çimento hamuru konur ve Vicat aletine yerleştirilir. Civatası gevşetile- rek iğnenin ucu çimento hamurunun üst yüzeyine getirilir ve sonra serbest bırakılır. Genel olarak iğne başlangıçta kalıbın dibine iner. İğne ucunun kalıbın tabanından 3-5 mm. mesafede kalması hali prizın başlamış olduğu kabul edilir. Bu mesafe 39 mm. olduğu zaman priz sona ermiştir. Çimento su ile temasa geçtiği andan priz başlayıncaya kadar geçen zaman "priz başlama süresi", yine aynı zaman başlangıcından priz sona erinceye kadar geçen zaman" priz sona erme süresi"dir. Priz başlayıncaya kadar her 5 dakikada bir iğne hamura batırılır. Priz başladıktan sonra bu süre 15 dakikaya çıkarılır.

Normal özelliklere sahip olan çimentolarda priz başlama süresi 2-3 saat, priz sona erme süresi 3-5 saat arasında değişir. Türk standartları, priz başlama süresini 1 saatten az, priz sona erme süresini 10 saatten fazla olmıyacak denmektedir.

B.4.2.1-c-Çimento inceliğinin saptanması:

Çimento tanelerinin çaplarını ölçmek için en basit metot elemektir. TS 24'de çimento iki elekten elenmek suretiyle incelik hakkında

bir fikir edinilmektedir. Bu eleklerden biri cm^2 de 950 göz bulunan elektir, göz boyutları 0.2×0.2 mm. dir. Diğer ikinci eleğin cm^2 de göz adedi 4700 dür ve göz boyutları ise 0.09×0.09 mm. ye eşit bulunmaktadır. Ortalama 100 er gramlık çimentoyu ayrı ayrı bu iki elek üzerine koyarak, ayrı ayrı elemek suretiyle yapılır. Elek üstünde kalan çimento miktarı tartılmak suretiyle bulunur, sonuç yüzde olarak ifade edilir. Bu iki elekten 4700 gözlü olanın verdiği sonuç daha çok işe yarar. Çünkü bu elekten geçen tanelerin çapları 90 mikrondan küçüktür. Çimentonun hidratasyonunda küçük taneler aktif rol oynarlar. Pratik olarak 0.1 mm. den veya 100μ . den büyük olan çimento taneleri hidratasyon olayına katılmaz. $10-24 \mu$. arasında bulunan taneler sayesinde hidratasyon hızlı bir seyir gösterir ve bağlayıcı madde mukavemeti büyük değerler alabilir. 10μ . den küçük tanelerin çimento içinde belirli oranlarda olması halinde mukavemeti arttırdığı gibi taze betonun plâstik olmasını ve geçirimsizlik elde edilmesini sağlar. 1μ . den küçük taneler su ile temasa geçer geçmez, hidratasyona başladıklarından, betonu yerine yerleştirence bağlayıcılık özelliğini yerine getiremezler. Bu nedenle, çimento içinde $2, 5 \mu$. den daha küçük taneler bulunmamalıdır.

B.4.2.1.d-Hacim Sabitliği muayenesi:

Çimentolarda serbest halde CaO (sönmemiş kireç) ve MgO (magnezi)nin bulunması betonun ileri yaşlarda mukavemetini düşürebilir. Aynı zamanda su ile yaptıkları reaksiyon sonunda önemli miktarda hacim artmasına sebep olarak yapılarda önemli ve düzeltilmesi kabil olmayan zararlar meydana getirebilirler.

Bu bakımdan CaO ve MgO mertebesi hazır beton üreticileri tarafından bilinmesi gereken önemli bir husustur. Bunu anlamak

Le Châtelier (Lö Şatölye) metodu ile basit bir alet yardımıyla yapılabilir.

Bu alet 30 mm. yüksekliğinde, 30 mm. çapında ve 0.5 mm. et kalınlığı olan bir pirinç levhadan yapılmış bir altı ve üstü açık silindirdir.

Bu silindirin eksenini doğrultusunda levha uçları birleştirilmemiş ve açık bırakılmıştır. Bu açık bırakılan yarığın her iki tarafına 150 mm. uzunluğunda iki tane iğne lehimlenmiştir. Bu iğnelerin serbest uçlarının arasında başlangıçta bir mesafe bulunmaktadır.

Pirinç silindir bir cam üzerine konulur, içi normal çimento hamuru ile doldurulur. Üst yüzü güzeltildikten sonra bir cam Levha ile kapatılır ve üstüne bir ağırlık konulur. Bu durumda iki iğnenin serbest olan uçlarının ara mesafesi ölçülür. Bu mesafeyi (a) ile göstersek, sonra kalıp iğnelerin vaziyeti bozulmadan sıcaklığı 18-20°C olan su içine konur. 24 saat sonra kalıp sudan çıkarılır ve iğne uçlarının arasındaki mesafe ölçülür. Bu bulunan değere (b) diğerseniz, (b) değeri (Çimento hamurunun, içinde bulunan Ca O'in su ile yaptığı reaksiyon nedeniyle, hacmi artmış) (a) dan büyüktür, b-a farkı çimento içinde bulunan sönmemiş kireç miktarı hakkında bir fikir vermektedir. Sonra sudan çıkarılan çimento hamuru numunesi iğneler yukarıya gelmek suretiyle suya konur ve ısıtılmaya başlanır. 45 dakikada kaynar duruma getirilen su içinde numune 4 saat bekletilir sonra sudan çıkarılır ve iğne uçları ölçülür, bulunan (c) değeri (b) den de daha büyüktür. Zira çimento hamuru kaynar su içinde bulunduğu sırada MgO su ile reaksiyon yaparak hamur hacminin artmasına sebep olmuştur.

Deney sonunda bulunan (a), (b), ve (c) mesafe değerleri şu sınırları aşmamalıdır.

$b-a \leq 4$ mm.

$c-a \leq 10$ mm.

Bu sınırları aşan çimento her nerede kullanılırsa kullanılsın muhakkak önemli hasar meydana getirecek demektir ve kesinlikle kullanılmamalıdır.

B.4.3-BETON DENEYLERİ:

Beton deneyleri betonun taze halinde ve sertleşmiş halinde yapılır.

B.4.3.1-TAZE BETON DENEYLERİ:

Bu deneyler bölüm A.5.1.2 açıklandığı gibi betonun işlenebilme özelliğini anlamak için yapılan çökme deneyidir. İşlenebilme özelliğine sahip bir betonun gerçek birleşimi ve özellikle su miktarı tesbit edilir.

Ayrıca taze betonun birim ağırlığı tayini için deney yapılarak, betondaki hava boşluğu ve taze beton kompasitesi tesbit edilir. Bunu bir örnekle açıklayalım:

1 m³ beton için teorik karışım miktarları şöyle tesbit edilmiş olsun.

Çimento: 370 Kg.

Su : 230 Kg.

Kum : 500 Kg.

Çakıl : 700 Kg.

Mıcır : 530 Kg.

Numunesi yapılacak beton 20 dm³ kadar hacimde üretilmeye karar verilirse 1 m³'ün 1/50'si demektir. Buna göre tartılarak hazırlanacak miktarlar:

Çimento: $370/50=7.400$ Kg.

Su : $230/50=4.600$ kg.

Kum : $500/50=10.00$ kg.

Çakıl : $700/50=14.000$ kg.

Bu malzemelerin karışımı yapılarak, azar azar su katılarak, daha az su ile istenilen işlenebilme kıvamının sağlanıp sağlanmadığı incelenir. İşlenebilme Abrams çökme konisi, VeBe aygıtı v.b. araçlarla kontrol edilir. Ancak gözlemler bu hususta daha çok önemlidir.

Bu deneyde, istenilen işlenebilmenin 4.400 Kg.su katılarak sağlandığı tesbit edilmiş olsun. Karıştırılan beton numunesi, hacmi belli bir kaba, yerleştirme koşuluna uygun aygıt kullanılarak (Vibratör, şiş gibi) yerleştirilir. Bu kalıbında beton ağırlığı tartılır ve taze betonun gerçek birim ağırlığı Δ bulunur. Deneyimizde $\Delta = 2.25 \text{ kg/dm}^3$ olarak bulunduğunu kabul edelim.

1 m³ betona giren malzemelerin ağırlıkları C, E, A₁, A₂, A₃ olsun, Bu malzemelerin toplamları 1 m³ betonun ağırlığını aynı zamanda betonun birim ağırlığını verir.

$$\Delta = C + E + A_1 + A_2 + A_3$$

Bu denklemin her iki tarafını C' değerine bölersek,

$$\frac{\Delta}{C} = 1 + \frac{E}{C} + \frac{A_1}{C} + \frac{A_2}{C} + \frac{A_3}{C} = 1 + W + n_1 + n_2 + n_3$$

W, n_1, n_2, n_3 değerleri malzemelerin birbirine oranıdır ve bu oranlar 1 m³ de veya 20 dm.³ de de aynıdır. Kattığımız malzeme miktarları belli olduğuna göre bu oranları bulabiliriz.

$$W = \frac{4400}{7400} = 0.594$$

$$n_1 = \frac{10000}{7400} = 1.351$$

$$n_2 = \frac{14000}{7400} = 1.892$$

$$n_3 = \frac{10600}{7400} = 1.432$$

$$1 + W + n_1 + n_2 + n_3 = 6.269$$

$$C = \frac{\Delta}{1 + W + n_1 + n_2 + n_3} = \frac{2250}{6.269} = 359.00 \text{ Kg/dm}^3$$

Üretilen örnek beton numuneleri için ise en az 6 numune alınır. Zira karışımı yapmak için, 3 tanesi 7 günde kırılır ve karışım basınç değerleri saptanır. İstenilen değer elde edilemezse karışım miktarlarının değiştirilmesi gerekir. 7. günlük basınç mukavemet değerlerinden 28. günlük basınç mukavemet değerlerine geçilebilir. Bazı çimentoların karma oksitlerinin yapılarından dolayı mukavemetlerini geç tamamlamaktadırlar. Fakat betonun 7 günlük basınç dayanımı 28 günlük basınç dayanımının yaklaşık ortalama %65'i kadar olduğu yapılan deneylerden saptanmıştır. Bulunan 7 günlük basınç dayanımı 0.65'e bölünmesi ile bulunan değer, beton sınıfı hakkında bir fikir edinilebilir. Bölüm A.5.2.1. de beton numuneleri silindirik basınç dayanımları verilmiştir. TS-500 silindiri esas kabul etmekle beraber küpleride geçerli saymaktadır. Örneğin BS12 sınıfı betonda silindir dayanım 12 N/mm², küp dayanımı 15 N/mm² olarak belirtilmiştir. Silindir dayanımı/ küp dayanım oranı $12/15=0,80$ varsayılmıştır. Ancak daha yüksek kaliteli BS 50 sınıfında bu oran $50/55=0,91$ olmaktadır. Normal betonlarda bu oran 0.80 olduğuna göre silindirden küp dayanıma geçilebilir.

Laboratuarda dökme demir ve çelik kalıplar kullanılmakta, birgün kalıpta kalan numune, ikinci gün suya konurlar. Kırma deneyinden önce numunelerin basınç presi tablasına geçecek yüzleri kuvvetli dozajlı çimento harcı ile başlık yapılır ve düzeltilirler.

Sudan çıkarılan numuneler tartılır ve yoğunlukları saptanır. Sonra başlık yapılarak düzeltme işi yapıldıktan sonra (yükleme hızı 2 kgf/cm².san.) preste kırılırlar.

Bulunan basınç dayanımlarından elde edilen sonuç bölüm A.5.2' de bahsedilen karışım hesapların da ve basınç dayanım tahmini formülleri (Graf' Formülünde kullanılan KG kat sayısı v.b. hesaplanarak) düzeltilerek karışım bileşenlerini yeniden ayarlamak mümkündür.

B.5.HAZIR BETON ÜRETİMİNDE KULLANILAN KATKI MADDELERİ :

Katkı maddelerine, hazır beton üretiminde önemli bir takım sorunlar çözüm gereci olarak bakılabilir. Zira hazır betonun özellikle nakliyesinde; trafik sıkışıklığı, şantiyenin uzak olması ve arıza nedenleri yüzünden betonun kalıba yerleştirilmesine kadar geçen süre normal beton priz başlama süresini geçebilmektedir. Böyle bir durumda priz geciktirici katkı maddesi katılması ile bu sorun halledilmektedir. Diğer taraftan hazır beton agregalarının ortalama yarısı kırmataşlar karıştırılarak üretilmektedir. Betonun pompa ile iletilmesi sırasında kırmataşların sürtünmesi fazla olduğundan tıkanmalara neden olmakta, bu nedenle su miktarını arttırmak gerekmektedir. Su miktarının gereğinden fazla olması ise betonun kalitesini önemli ölçüde kötü yönde etkilediği bilinmektedir. Böyle bir durumda da betona akışkanlaştırıcı katkı maddesi katılarak hem kolay iletilmesini, hemde yerine kolay yerleşmesini temin ederek üretilen beton kalitesi arttırılabilmektedir.

Katkı maddeleri çimento ağırlığının %5'inden daha az olur. Bunlar beton üretiminde karıştırma aşamasında yapılırlar.

Katkı maddeleri konusunda aşağıdaki bilgilerin değerlendirilmesi gereklidir.

1-Katkı maddeleri, kurallarına uygun olarak üretilmeyen kötü bir betonu iyileştirmek özelliği yoktur.

2-Katkı maddeleri her çimento, her agrega türü ve granülometrisi için olumlu sonuç vermeyebilir. Arttırmak veya azaltmak gerekebilir, bu nedenle eldeki malzemeyle uyumu önceden deneyle araştırılmalıdır.

3-Pazarlayıcılar tarafından önerilen yüzdeler her halde uygulanabilir değerler değildir.Katkı dozajı ön deneyler ile araştırılmalıdır.

4-Katkı maddelerinin nasıl gayelerinin yanında daima ikinci etkileride vardır.Bir özelliği düzeltirken başka bir özelliği bozmak olasıdır.

5-Bazı durumlarda birden fazla katkı maddesi birlikte kullanılabilir.Bunların uyumları, birbirlerinin etkilerini bozmadıkları kanıtlanmalıdır.

Katkı maddelerinin konumuzla ilgili olması nedeniyle önemlilerinden bir kaçını incelenecektir.Daha fazla bilgi edinilmesi istenmesi halinde REFERANS'ın 3.ve 4.sirasındaki yayınlara bakılabilir.

B.5.1.TAZE BETONUN REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİ DEĞİŞTİREN KATKI MADDELERİ:

Taze betonun reolojik özellikleri, işlenebilme özellikleri olmaktadır.Bunlar sadece kolay yerleşmeyi sağlayan özellikler değildir.Bilindiği gibi işlenebilmenin en önemli sorunlarından biriside betonun kohezyonuna bağlı nitelikler, yani iri tanelerin ve suyun ayrışmaması niteliğidir.Bu bakımdan reolojik özellikleri etkileyen katkıları iki grupta toplanabilir.

a-Akışkanlaştırıcı plastifiyan'lar.

b-Su tutuculuğu arttıran plastifiyan'lar,

Reolojik özellikleri etkileyen önemli bir kimyasal madde vardır ki bu "linyosülfonat"lardır.

Linyosülfonatlar piyasaya sıvı veya toz halinde sevkedilirler. Sıvılar sarı-siyah renkte, 1.17 kg/dm^3 yoğunlukta olurlar.Tozlar sarı-esmer renkli, görünen birim ağırlıkları 0.450 kg/dm^3 ve çimentodan çok incedirler.

Linyosülfonatlar anionik türde kolloidal tansio-aktif maddelerdir. Tansio-aktif madde: molekülleri çok uzun, bir ucu hidrofob (diğer ucu hidrofob (sudan kaçan, hava ve yağ ile birleşebilen) (suyla birleşebilen), olan maddedir. Bu maddeler suyun yüzey gerilimini düşürürler, su içinde oluşan hava habbelerinin çevresini sararak, hava habbelerinin su içinde erimemesini sağlarlar. Yüzey gerilimi düşen suyun ıslatma yeteneğide artar ve katkı maddelerinin yüzlerinde suyun adsorplanmaları kolaylaşır. Katı taneler yüzeyinde biriken elektrostatik yükler aynı işaretli olduğundan taneler birbirlerini iterler ve flokülleşmeyi önlerler.

Linyosülfonatlar beton prizini geciktirirler (şeker dolayısıyla), plastikliğini arttıırırlar (ıslanmayı kolaylaştırarak ve hava sürükleyerek), hava sürüklerler, mukavemeti bir oranda düşürürler.

B.5.1.a-AKISKANLAŞTIRICI PLASTİFİYANLAR:

Bu grup katkı maddelerine Alman ve Fransızlar "akışkanlaştırıcı", Anglosaksonlar "su indirgeyici" deyimini kullanırlar. Tansio-aktif maddelerdir ve genellikle sıvı olarak pazarlanırlar.

Esas maddeleri:

-Reçina sabunları, özellikle sodyum, potasyum abietat. Bu madde dünyaca ünlü Amerikan patenti "Vinsol resine", yani Vinsol reçinasıdır. Köknar reçinası distilasyondan sonra kostik soda ile (NaOH) muamele edilerek sodyum abietat yani "Vinsol resine" elde edilir.

-Sodyum veya kalsiyum linyosülfonatlar,

-Sentetik bir ürün olan alkil arilsülfonat,

-Sülfone edilmiş hidrokarbon'lar.

Bu maddeler anionik türde tansio-aktif maddelerdir.

Ticari ürünlerde bu ana maddelerden başka,

-Priz hızlandırıcılar,

-Çok ince filler malzeme (su tutucu) da karıştırılmıştır.

Bu katkıların etkileri şöyle sıralanabilir:

- Aynı işlenebilmeyi sağlamak koşuluyla su miktarında %5, %15 arasında indirim sağlarlar. Mukavemet su/çimento oranının bir fonksiyonu olduğuna göre, katkı kullanıldığında aynı mukavemet daha az çimento ile sağlanabilir. Ancak düşük dozajlı üretilen beton ile-ri yaşlarda durabilitesi azalacak ve tahrip olacaktır. Bu bakımdan çimento dozajı düşürülmemelidir.

-Karıştırması, pompa ile ilitelmesi kolaydır, miksere ve pompa borusuna yapışma olmaz.

-Terleme ve segregasyon minimum düzeyde olur.

-Prizde gecikme olabilir.

-Hava sürüklemesi nedeniyle mukavemet düşebilir.

Bu konuda şöyle bir kural verilebilir. Su miktarında %1 azalma mukavemeti %1 arttırır, hava boşluğunda %1 artma mukavemeti %5 düşürür.

-Çimento, agrega bağlantısı iyileşir.

-Kapiler (kılcal) su emme kapasitesi azalır.

Bu katkı maddeleri akıcı kıvamlı betonlarda yarar sağlamazlar. $3CaO \cdot Al_2O_3$ oranı düşük çimentolara daha iyi uyum gösterir. Yüksek miktarda kullanıldığında alçıtaşının fonksiyonunu durdurarak hızlı prize yol açabilir. Uçucu küllü çimentolarda da yararı düşüktür. Yaklaşık çimento ağırlığının %2 ile %0,5'i oranında kullanılırlar.

B.5.1.b-SU TUTUCU PLASTİFİYANLAR:

Bunlar çimentonun kışmasını, yani terlemesini önleyen katkılardır. Bu bakımdan akışkanlaştırıcıların aksine karma suyunun bir miktar artmasına neden olurlar. Üretilen beton kararlı ve homojen yapıdadır.

Bunların hammaddeleri şunlardır.

-İnce filler¹ler, Libya'da çıkan diatome fosil kabukları, kolloidal bir kil olan bentonit, yağlı kireç, uçucu kül ve öğütülmüş puzolanlar.

-Kolloidal maddeler: kazein, alginat,

-Polivinil asetat ve stearatlar,

-Sodyum abietat ve linyosülfonat gibi hava sürükleyiciler.

Bu katkıları piyasaya toz veya sıvı halinde sunulurlar.

Kullanma oranları çimento ağırlığının %2 ile %3'ü mertebesindedirler.

Etkileri daha ziyade fizikseldir. Kullanıldıkları yerler şöyle sıralanabilir:

-Çimento dozajının hidrasyon ısısı nedeniyle az kullanıldığı kütle betonları,

-Zayıf dozlu prefabrike elemanların üretimi,

-Çıplak betonlar, çıplak beton sıvanmadan servis gören, yüzleri temiz ve düzgün olması zorunludur.

-Su altında dökülen betonlar,

-Pompa betonu ve enjeksiyon şerbetleri,

-Prejeksiyon (püskürtme) betonu,

Bu tozların puzolanik etki göstermesi arzulanan bir durumdur. Mekanik mukavemeti bir miktar düşürürler, hidrolik rötreyi arttırırlar, öte yandan stearat içermeleri sonucu kılcal su emmeleri azaltmaktadırlar.

B.5.2 PRİZ VE SERTLEŞMEYİ ETKİLEYEN KATKI MADDELERİ:

Standartlar çimentoların 1 saatten önce prize başlamalarını ve 10 saatten fazla priz süresinin uzamasını istemezler, ancak bazı durumlarda priz başlama ve bitme sürelerinin değiştirilmesi, sertleşmenin hızlandırılması gerekebilir.

B.5.2.a- PRİZ HIZLANDIRICI KATKILARI:

Hazır beton üretiminde priz hızlandırıcılar iki tür yöntemle uygulanmaktadır.

1-Santralde beton bileşenleri, kum, çakıl, mıcır, çimento, ve katkı maddesi transmiksere konulur, ancak su katılmaz. Transmikserler şantiyeye ulaşınca ölçekli bir kab ile su miktarı ayarlanarak katılır ve mikser 20 devir yaptırılarak boşaltılırlar.

2-Kum, çakıl, mıcır, çimento ve ^{su}transmikser yüklenir, priz hızlandırıcı katkı maddesi transmikser şantiyeye varınca katılır ve 10-15 devir yaptırılarak boşaltılır.

Bu katkıların esas maddeleri aşağıda verilmiştir.

-Klorürler (Ca, Na, Al, Fe, NH₄ klorürleri)

-Alkali hidroksit'ler (Na, K, NH₄ hidroksitleri)

-Alkali metal tuzları ve özellikle karbonat, silikat, fluosilikat, alüminat ve borat'lar.

-Bazı ticari ürünler içinde Kalsiyum nitrat ve nitrit'e, asit okzalik'e ve trietanolamine rastlanır.

Bu katkılardan önemleri dolayısıyla klorürlü ve alkali katkılar hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

a-KLORÜRLÜ KATKILAR:

En eski bilinen klorürlü katkıları ve Kalsiyum klorürdür. Kalsiyum klorür'ün (CaCl_2) etkiye süreci hakkında pek çok varsayımlar vardır. CaCl_2 'nin çimento ağırlığının %1-%2'si oranında kullanılır.

Portland için hızlandırıcı olan Ca Cl_2 , alüminli çimentolar için geciktiricidir.

Kalsiyum klorür gerek ilk yaşlarda gerek son yaşlarda mukavemeti arttırır. Bazı araştırmacılara göre son mukavemeti düşürdüğü söylenmektedir.

Kalsiyum klorür'ün en zararlı etkisi, ortamda Cl^- iyonları oluşturarak betonun passivasyon etkisini yok etmektedir. Ayrıca bazı yapılarda kullanımı tamamen yasaklanmıştır.

- Ön gerilmeli betonlar,

-Su depoları,

-İçinde su tesisat boruları bulunan döşemeler,

-Isıl işleme tabi tutulan betonlar,

-Deniz suyu ile karılan betonlar,

b-ALKALİ KATKILAR:

Doğrudan hidroksitlerin kullanımı (KOH , Na OH gibi) denetimi güç bir hızlanmaya yol açarlar, ilk gün hidrasyon ısı yükselmekte ve priz, süratle olmakta, daha sonra ısı hızlı bir biçimde azalmaktadır.

Ticari ürünler arasında daha çok sodyum alüminat kullanılmaktadır. Bu katkı Portland ve Yüksek fırın cürufu çimentolarında iyi sonuç vermektedir. Prizi 8 dakikada sona erdirmek mümkün olabilir. Böyle bir betonu işlemek hemen hemen imkânsızdır. Sodyum alüminat, püskürtme betonlarda, galeri duvarlarını süratle örtmek ve tıka makta

kullanılır.Su/Çimento oranı arttıkça hızlandırma etkisi azalır.

Hızlandırıcılar aşağıdaki üretim^{ve} durumlarda kullanılmaktadır.

-Soğuk havalarda beton dökümü, Ca Cl₂'ün burada donma noktasını indirgeme özelliği de etkinlik taşır.

-Çabuk kalıp alma durumu,

-Isıl işlem uygulanan prefabrikasyon işleri,

-Tıkama, su sızdırmazlığını sağlama,

-Nemli galeri duvarlarına püskürtme beton uygulanması,

-Kalıplara gelen yanıl basınç yüklerini azaltmada,

Hızlandırıcılarla birlikte su indirgeyici plâstifiyanlar, hava sürükleyiciler ve su geçirimsizliğini sağlayan hidrofüj'lerde kullanılır.

B.5.2.b-PRİZ GECİKTİRİCİ KATKILAR:

Çimento içindeki, 3 CaO.SiO₂ ve 3 Ca O.AL₂O₃'ün su içinde çözümlerini kısıtlayarak veya su ile karıştırılan çimentoda ilk çözülen Ca (OH)₂ 'nın Ca⁺⁺ iyonları üzerinde geçirimsiz bir tabaka oluşturarak etkinlik sağlarlar.Hidratasyonun başlaması ve süregelmesi için bazı zorunlu şartlar vardır.C₃ S, C₂S, C₃A evvela su içinde çözümlidirler.(solübilite), daha sonra ortam kirece doygun hale gelmelidir (yani Ca⁺⁺ iyonları çoğalmalı ve sıvı ortamda rahatlıkla dolaşabilmelidir).İşte bu iki olay üzerine etki yaparak priz geciktirilebilir, veya hızlandırılabilir.Priz geciktiriciler arasında en etkin olanı Ca⁺⁺ iyonları üzerine çökelenlerdir, ve ticari ürünler de hemen hemen bu maddelerden oluşmaktadır.

Priz geciktiriciler çok düşük oranlarda kullanılırlar, %0.1 (hatta salt şekerde %0.03 gibi), bu bakımdan uygun dozda kullanılmalıdır. Çimentolar portland türünde olsa dahi her fabrika çimentosu için ayrı bir dozaj tayini gerekebilir.

Priz geciktiricilerin etkilerini şöylece sıralayabiliriz:

-Geciktiriciler genellikle akışkanlaştırıcı fonksiyonunda görürler,

-Son dayanımda az da olsa bir artış elde edilir.

-Priz sırasında ısı yükselmesi azdır, ancak toplam hidrasyon ısısında bir değişiklik olmaz,

-Rötirelerin artmasına neden olurlar.

Bu maddeler,

-Linyosülfonatlar (özellikle içerdikleri şeker nedeniyle)

-Sitrik asit (Limon asidi), Na, Ca glukonatlar,

-Karbonhidratlar, şekerler, nişasta, selüloz.

Bunlar dışında inorganik bileşenler de,

-Fosforik asitler, fosfat ve florürler,

-Çinko ve kurşun oksit,

-Boraks,

-Magnezyum tuzları,

Priz geciktiriciler şu alanlarda aranılmaktadır:

-Sıcak havalarda beton dökümü,

-İnşaat kesinti derzlerini azaltma,

-Transmikserlerle uzun mesafeye beton taşınması,

hazır beton üretimi,

-Pompa betonu,

B.6-HAZIN BETON ÜRETİMİNDE BETON KARIŞIM YÖNTEMLERİ:

Hazır beton üreten beton santrallerinde genelde günlük kullanılacak malzeme miktarı depo edilmiş ve miktarı bellidir. Bazı santrallerde bu karışım hesapları günlük yapıldığı gibi bazı santrallerde figüre edilmiş stok malzemedan bir kez, karışım için malzeme alınarak granülometrisi, uygun karışım için örnek beton üretimi ve taze beton halinde işlenebilme özellikleri saptanmaktadır. Hatta bazı hazır beton üretim santrallerinde, eleme tesisleri olmadığı halde mıcır olarak kullanılan malzemenin granülometri dağılımı pek değişmeyeceği varsayılarak, kullanılan tuvenen ocak malzemesi bitene kadar bir defaya mahsus, bu karışım oranları tesbit edilmekte, üretilen beton bu bir kez yapılan karışım oranları ve örnek beton basınç mukavemet değerleri ölçü alınarak karışımı yapılmaktadır.

Beton karışım oranları genelde bölüm A.5.2'de anlatılan hesap yöntemi uygulanarak saptanmaktadır. Hazır beton santralleri eski TS-500'deki beton türleri olan B160, B225, B300 gibi nitelikte ve türde beton ürettikleri, piyasaya bu adlarıyla arz ettikleri, henüz yeni TS-500'deki beton standartlarını kullanmadıkları gözlenmiştir.

Eleme tesisi olan hazır beton üretim santrallerinde; mıcır ve tuvenen malzeme karıştırılarak, elemesi yapılarak genellikle 4 tür malzemeye ayrılmaktadır.

Bu malzemelerin en büyük grubunun maksimum tane çapı 31.5 mm.dir.

Bu 4 grup malzemenin tane boyutları şöyledir.

0 No.lu malz.	1.No.lu malz.	2.No.lu malz.	3.No.lu malz.
60 mikron-4 mm.	4 mm-8 mm.	8 mm.-16.mm.	16 mm.-31.5 mm.

Elenerek 4 gruba ayrılan bu malzemelerden belirli miktarlarda alınarak ve tartılarak ya her grup malzeme ayrı ayrı elek analizi yapılır, granülometri eğrisi, hesap ve süperpozisyon kuralı ile tesbit edilir veya bu malzemeler karıştırılarak granülometri deneyi yapılarak granülometrisi bulunabilir.

Tane maksimum çapı 31.5 mm. olduğuna göre iyi bir karışım granülometrisi A32-B32 eğrilerinin arasında kalması gerekir. Bu sınırlar içine düşmeyen karışım oranları değiştirilir, deney tekrarlanır. Bu işi çabuk yapmak için granülometri eğrisinin incelik modülünden yararlanılır.

Eleme tesisi olan bir hazır beton üretim santralinde 6 m³'lük bir karışım için yukarıdaki malzeme gruplarına göre karışıma giren malzeme miktarları ağırlık olarak şöyle tesbit edilmiştir.

0 No.lu malz.	1.No.lu malz.	2 No.lu malz.	3.No.lu malz.
5500 Kg	1000 Kg.	2225 Kg.	2225 Kg.

Bu karışıma giren su miktarı malzeme kırmataş ve ocak malzemesi olursa 1000 ile 1100 Kg., malzeme deniz kumu ve kırmataş olursa 1200 Kg. olarak karışıma sokulduğu gözlenmiştir. Ayrıca çimento dozajı ve işlenebilmesi gözlenerek su miktarı ayarlanmaktadır.

Genel olarak hazır beton üreten santrallerde özel ve yüksek mukavemetli beton istenmedikçe B 160, B 225, B 300 betonları için aynı karışım oranları kullanılmakta, yalnız çimento dozu ve su miktarı değişmektedir.

Hazır beton santrallerinde genel olarak uygulanan çimento dozları şöyledir.

<u>B 160</u>	<u>B 225</u>	<u>B 300</u>
300 Kg.	350 Kg.	400 kg.

Eleme tesisi olmayan hazır beton santrallerinde; 2 no.lu mıcır, 3 no.lu mıcır ve tuvenen malzeme olarak üç tür grup ile karışım yapılmaktadır. Gene bu üç grup malzemenin uygun granülometrisi bulunarak karışım oranları saptanmaktadır.

Böyle bir santralde uygulanan karışım oranları şöyledir.

3 No.lu mıcır 800 Kg.

2 No.lu mıcır 300 Kg.

Tuvenen kum 800 Kg.

Çimento değişken (300 Kg-400 Kg)

Eleme tesisi olmayan bir hazır beton santralinin ürettiği betonu 15x 30 cm.lik silindirik numuneleri, inşaata dökümü sırasında alınarak D.S.İ. 15. Şube Müdürlüğü laboratuvarında su içinde bekletildikten sonra 7 günlük ve 28 günlük basınç mukavemetleri kırılarak şöyle tesbit edilmiştir.

Beton Birimi	Doz	Slump	Yaş	Silindir basınç dayanımı (Kg/cm ²)	Şartlar
1	300	3	7	102	Normal
2	300	5	7	105	"
3	400	-	7	162	Karışım aynı dozları farklı
	350	-	7	168	
	300	-	7	168	
4	400	13	7	170	Akıcılık temin eden katkı kullanıldı.
			7	121	
			7	219	
			7	156	

Beton birimi	Doz	Slump	Yaş	Silindir basınç dayanımı (Kg/cm ²)	Şartlar
4	400	13	7	179	Akıcılık temin eden katkı kullanıldı.
			28	306	
			28	312	
			28	281	
			28	284	
			28	334	
4	400	-	7	158	4 nolu beton birimi katkısız olarak dökülen
			7	201	
			7	124	
			28	259	
			28	314	
5	400	-	7	195	Normal
			7	204	
			28	318	
6	350	5	7	125	Normal
			7	118	
7	400	Yüksek	7	127	Normal
			7	122	
			28	243	
8	400	-	7	153	Normal
			7	156	
			28	290	
9	400	-	7	115	Normal
			7	115	
			28	254	
10	400	Düşük	7	146	Normal
			7	154	
			28	268	

B.7-HAZIR BETONUN HAZIRLANMASI:

Hazır beton santralleri çeşitli şekilde kurulmalarına rağmen esas itibari ile yatay ve düşey olmak üzere iki tiptir.

Yatay tipler; malzeme siloları yan yana tertiplenmiş ve genelde malzeme iletimi belirli bir eğimi olan band sistemi ile yapılmaktadır.

Düşey tipler; malzeme siloları daha çok düşey bir eksen etrafında radyal olarak tertiplenmiş, kısımlar bir kule şeklinde düzenlenmiştir.

Bu tip santrallerde malzeme radyal silolara geldikten sonra karışım için yapılan ölçme, tartma ve transmikserlere yüklenmesi, malzeme ağırlığı dolayısıyla, hareketleri düşey olarak yapılmaktadır.

Yatay tipteki santrallerin, kısımlarının yanyana tertiplenmesi dolayısıyla ile, problemlerin basit olmasına karşılık, büyük bir alana ve ara ileticilere ihtiyaç vardır.

Bu tezde iki tipte beton hazırlanışı anlatılacaktır.

1-Eleme tesisi olan yatay tipte beton hazırlanması,

2-Eleme tesisi olmayan düşey tipte beton hazırlanması,

B.7.1-ELEME TESİSİ OLAN YATAY TİPTE BETON HAZIRLANMASI:

Eleme tesisi olan santraller daha ziyade yatay tipte düzenlenmişlerdir.

Santralin stok malzeme sahasında bulunan çeşitli tane büyüklüğündeki agrega yıldız silo denilen radyal bölmelere konur. Her depo gözünün merkeze doğru açılan bir kapağı vardır. Burada merkezden idare edilebilen veya otomatik olarak çalışan bir vince ulaşım

kolu vasıtasıyla açılmış mekanik bir kürek ile radyal siloları belirli miktarlarda agrega, merkeze doğru çekilerek sürekli beslenmektedir. Kapakları sara ile açılarak belirli miktarda malzemeyi altındaki siloya bırakacak şekilde düzenlenmişlerdir. Bu huni şeklindeki silo altındaki bir 32 mm. kare örgütelili elekten elendikten sonra kullanılacak büyüklükteki malzeme diğer eleklerle band sistemi ile iletilirler. Daha büyük çaplı balast, taş ve deniz hayvan kabukları dışarı atılır. Diğer eleklerden de (16,8,4 mm.) elenen agrega genellikle 4 gruba ayrılarak yanyana sıralanmış silolara bandlarla iletilir. Her bir grubun bulunduğu silodan, daha önce karışım miktarları ağırlık olarak belirtilmiş miktarlar kadar, altındaki basküle, sıra ile pünomatik kumanda sistemi ile çalışan kapaklar açılır ve yığışım- lı olarak tartılan malzemeler indirilir. Kapakların açılıp kapatılması, baskülün ibresine bakılarak el ile kumanda düğmesine basılarak yapıla- bildiği gibi, baskülün ıskalasına tertiplenen elektrik kontakları (siviç) sayesinde, otomatik olarak tartan basküllerde kullanılmakta- dır. Çimento da pünomatik iletici ile bir karışıma konulacak miktar kadar çimento baskülü silosunda tartılarak, diğer taraftaki tartıldıktan sonra bandlarla transmiksere yüklenen agregaya karıştırılarak yavaş yavaş boşaltılır. Ayrıca, otomatik sayaç ile veya tartılarak ölçülen su' da transmiksere doldurularak karışım bileşenleri tamamlanmak- tadır. Böyle bir santralde 6 m³'lük bir transmikseri birkez karışım miktarıyla doldurulabilmektedir. Genellikle santrallerin malzeme silo kapakları pünomatik (hava) sistemi ile çalıştırılmaktadır.

Bu pünomatik sistemlerde, kompresörler çalıştırılarak basınçlı hava temin etmeleri sayesinde çalışmaktadırlar.

B.7.2-ELEME TESİSİ OLMAYAN DÜSEY TİPTE BETON HAZIRLANMASI:

Bu santraller, çeşitli büyüklükteki agrega grupları ile yıldız (radyal bölmeli) siloları doldurulur. Daha önce laboratuvarında bu yıldız silodaki malzemelerin (kum, II.No.lu macır, III.No.lu macır gibi) karışım oranları belirlenerek her karışım miktarları ağırlık olarak belirlenmektedir.

Kumanda odasındaki çalışmaya başlama düğmesine basınca vince asılı olan mekanik (şilapa) kürek, radyal siloların malzemelerini yukarıda doğru çekerek, üç veya dört bölmeye ayrılmış yarım daire biçimindeki depoları doldurur. Yukarıdaki her depo gözünün merkezdeki basküle açılan bir kapağı vardır. Kapaklar sıra ile arka arkaya açılıp kapatılmak suretiyle her bir tane grubundan bir karışım için gerekli miktarda agrega malzeme tartılarak alınır. Kapakların açılıp kapatılması, baskülün ibresine bakılarak kumanda düğmesi ile yapıldığı gibi, baskülün iskalasına tertiplenmiş siviçler ile otomatik olarak tartma işlemi yapan baskül sisteminde kullanılmaktadır. Çimento silolarından bir iletim helezonu ile alınan çimento, çimento baskülü sayesinde ölçülerek, ölçülmüş malzeme silosuna iletilir. Ayrıca bir su deposundan ölçülerek veya baskülle tartılarak alınan su'da ölçülmüş malzeme silosuna iletilmektedir.

Bazı santrallerde agrega, çimento ve su birleştirildikten sonra santralde bulunan betoniyerde bir kaç defa karıştırıldıktan sonra transmikserlere doldurulmaktadır. Bu şekilde transmikserin kapasitesi arttırılmış olmaktadır. Bazı hallerde su ilâve edilmeden ve karıştırılmadan transmikserlere yükletilmektedir.

Daha büyük kapasiteli santraller, programlanabilir kumanda sayesinde, her karışım miktarları değiştirilebilmektedir. Transmikserin yükleme yerine geldiğini gören operatörün start düğmesine basmasıyla sistem çalışmaya başlamakta ve önceden yapılmış ayara göre, bütün hareketler otomatik olarak birbirini takip eder. Silo kapakları açılır, basküllerin herbirine önceden tesbit edilen miktarda malzeme gelince o basküle ait silonun kapağı otomatik olarak kapanır. Böylece bütün basküllere önceden tesbit edilmiş miktarlarda malzeme konarak ölçme işi tamamlanınca, baskül haznelerinin alt kapakları açılır ve bir karışım için gerekli miktardaki malzeme, ölçülmüş malzeme silosuna verilir. Ölçülmüş malzeme silosundan transmikserlere yüklenir. Örneğin 90 m³/saat kapasiteli böyle bir otomatik kumandalı santralde bir karışımında 2 m³ beton hazırlanmaktadır.

İş verimi 30 ile 60 m³/saat olan orta büyüklükteki santraller yatay ve düşey tipte olabilirler. İş verimi 90 ile 600 m³/saat olan büyük hazır beton santralleri genellikle düşey tiptedirler.

Hazır beton santrallerinde kusursuz şekilde beton hazırlanabilmesi için aşağıda belirtilen önlemlerin ve emniyet tertibatının alınmasına ihtiyaç vardır.

-Agreganın, çimentonun ve betonun devamlı şekilde kontrol edilmesi için uygun büyüklükte bir malzeme muayene laboratuvarı gereklidir.

-Bütün basküllere tesbit edilen miktarda malzeme konmadıkça, baskül kapakları açılmamalıdır. Böylece malzeme silolarından birinin boşalması nedeniyle basküllerden birine malzeme gelmemesi

halinde santral durur,ve noksan bir karışım hazırlanması önlenmiş olur.

-Bütün basküller tamamen boşalıp hepsinin taban kapağı iyice kapanmadıkça yeni tartma işlemi yapılamamalıdır.Böylece kapak açılmaması veya kemerleşme gibi sebeplerle basküllerden birinin tamamen boşalmaması halinde santral duracak ve noksan bir karışım önlenmiş olacaktır.

B.8. HAZIR BETON NAKLİYESİ :

Hazır beton nakliyesi, genellikle kamyon şasisi üzerine monte edilmiş, iletim esnasında düşük bir devir sayısı ile dönen mikser ile yapılmaktadır. Transmikser denilen bu taşıyıcıların küçük tipleri tek motordur. Bu motor hem taşıtın yürütülmesine, hemde mikserin karıştırma esnasında döndürülmesine yarar. Büyük tiplerde birisi taşıtı yürütmeye ve diğeri mikseri çevirmeye yarayan iki ayrı motor vardır. Transmikserlerin kapasitesi 4 ile 10 m³ arasındadır, bu mikserin bir seferde karıştırabileceği betonun hacmini gösterir ve mikser hacminin yaklaşık %60'ı kadardır. Mikserin devir sayısının düşük olması kapasiteyi arttıran bir faktördür. Memleketimizde genellikle 6 ile 7 m³ kapasiteli transmikserler kullanılmaktadır. 7 m³ kapasiteli bir transmikserin mikser hacmi 8 m³ kadardır. Transmikserin normal kapasitesinden daha fazla yüklenmesi ve taşıtın hızlı gitmesi halinde betonun sıçrayarak taşmasına netice olarak yolların kirlenmesine sebep olmaktadır. Transmikserlerde, mikserin iç yüzüne, üniform bir karışım sağlayabilen iki helezon tertiplenmiştir. Mikserin döndürülmesi ile sağlanan çevresel hareket ile helezonlar sayesinde sağlanan aksiyal hareket betonun iyice karıştırılmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca dönüş yönünü değiştirmek suretiyle içindeki betonu 3 ile 8 dakikada boşaltmaktadır. Mikserlerin kolay doldurulabilmesi için ağızda huni, ve kolay boşaltılabilmesi için boşaltma oluğu, ayrıca boşaltma oluğu için uzatma parçası bulunmaktadır. Transmikserlerde ayrıca yaklaşık 700 dm³'lük bir su tankı bulunmaktadır. Bu su tankı bir hortum ile mikserin ağızına bağlanmıştır. Transmikser şantiyede betonu boşalttığı anda

beton kıvamı kuru görülürse, bu su tankından mikserle su ilâve edilerek karıştırıldıktan sonra boşaltılmaktadır. Ayrıca betonu boşaltılan transmikser su tankından faydalanılarak yıkanmaktadır.

Hazır beton kullanımında, beton santralden taşınarak şantiyede kalıba yerleştirilene kadar geçen süre, bazı durumlarda istenen süreyi aşmaktadır. Taşıma mesafesinin uzun olması, trafik tıkanıklığı, transmikserlerin arıza yapması ve şantiyede pompa ile kullanılacak işe, pompanın arıza yapması gibi durumlarda betonun yerine yerleşmesi uzun zaman almaktadır.

Hazır beton nakliyesinde diğer sık karşılaşılan bir durum ise, şantiyeye gereğinden fazla beton götürülmesi halinde artan beton transmikser içinde kalmaktadır. Bu miktar fazla ise başka şantiyeye taşınması halinde, priz yapmaya başlayan beton hem işlenmesi zorlaşmakta, hemde niteliğini önemli ölçüde kaybetmektedir. Bu nedenle beton döküm süresinin beton özelliklerine etkisi ayrıca incelenmiştir.

B.9- HAZIR BETONUN KALIBA İLETİLMESİ:

Hazır beton normal akarak yerleştirilebilecek yerlere oluk konularak iletilmektedir.

Daha yükseğe iletilmesi gerektiği hallerde kamyon şasisi üzerine monte edilmiş pompalar kullanılmaktadır. Bu pompalarda biri taşıtı yürütmek için, diğeri pompanın bomunu kaldırıp indirmek ve betonu basmak, hidrolik sistemin basıncını temin etmek için kullanılan iki motor bulunmaktadır. Pompaların küçüklerinin bomları iki parçadan, büyükleri üç parçadan oluşmaktadır. Büyükleri 30-40 m. düşey yüksekliğe 60 m³/saat beton terfi edebilmektedir.

Türkiye'de henüz kullanılmayan, 60 m. düşey yüksekliğe basabilen pompalarda vardır. Memleketimizde 15 ile 40 m. düşey yüksekliğe basabilen tipleri kullanılmaktadır. Boma bağlanmış beton basma boruları birbirlerine mandallı veya klapelerle eklenmiştir. Bomun açılıp kapanması ile borularda kelepçe yerlerinden dönerek katlanabilmektedir. Bu boru çapları 10 ile 13 cm. arasında değişmektedir. Hidrolik sistemde sıvı olarak yağ kullanılmaktadır.

Basıncılı yağ ile çalıştırılan hidrolik bir beton pompasının çalışması şöyledir:

Eksenleri aynı doğrultuda olan iki silindirin içerisine birer piston yerleştirilmiş ve bu iki piston bir piston kolu ile birbirine bağlanmıştır. Silindirlerden birisi tahrik silindiri ve diğeri beton silindiridir. Bir yağ pompası, tahrik silindirinin bir tarafındaki yağı emip basıncılı olarak diğer tarafına göndermek suretiyle tahrik pistonunu ve dolayısı ile buna bağlı olan beton pistonunu hareket ettirir. Tahrik pistonu ölü noktaya gelince, yağ pompası ile tahrik silindiri arasındaki bağlantıların otomatik olarak değiştirilmesi sayesinde, tahrik pistonunun ve dolayısı ile beton pisto-

nun hareket yönü değiştirilir. Beton pistonu bir yönde hareket ederken, besleme hunisinden emdiği betonu diğer yönde hareket ederken boru hattına basar.

Beton pompasının çalıştırılması şöyledir. Kumanda düğmesine basılarak bom açılır ve gerekli yüksekliğe çıkınca durdurularak boru ucundaki hortumu beton dökülecek yere çevrilir. İlk olarak 1 torba çimento ile 80 Lt. su karıştırılarak şerbet yapıp besleme hunisine konur, ve beton pompası çalıştırılır. Besleme hunisindeki şerbet bitmeden transmikserin betonu boşaltılmaya başlanır. Bu sırada besleme hunisinin hiç boş kalmaması sağlanır. Şerbet bir çeşit yağlama etkisi yaparak, başlangıçta, (kuru olması dolayısıyla) büyük olan sürtünme direncini azaltmaktadır. Böylece betonu terfi ederken betonu dağıtmak için boru hattının çıkış ucuna plâstik boru veya oluk takılabilmektedir. Beton terfi sırasında pompada arıza olursa borular ek yerlerinden sökülerek yıkanmaktadır.

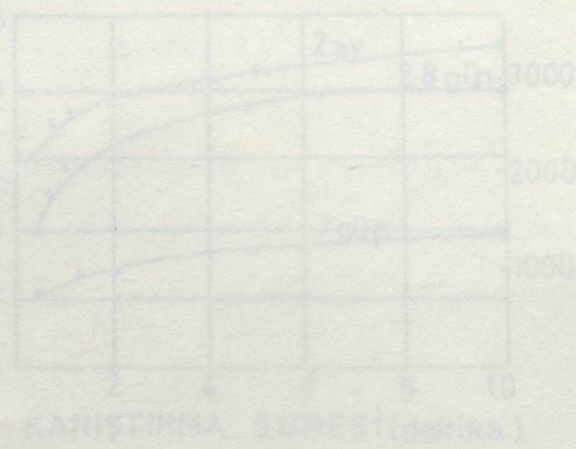
Kalıpta boruların içinde bulunan betonun doldurabileceği kadar yer kalınca, transmikser durdurulurken besleme hunisi boşalınca beton pompası da durdurulur. Boru hattı ile beton pompası arasındaki bağlantı çözülür ve boru hattının bu ucuna elastik tıkaç yerleştirildikten sonra tekrar bağlantı yapılır. Bu sefer pompanın kendi su tankındaki su ile pompa besleme silosu doldurulur ve pompa çalıştırılır. Büyük su basıncı ile ilerleyen tıkaç, boru hattı içerisindeki bulunan betonun boşaltılmasını sağlar. Bu iş sırasında borulardan çıkan suyun taze betonun üzerine boşaltılmaması için boru ucundaki hortum dışarı çıkarılmaktadır. Borular boşalır boşalmaz basınçlı su ile yıkanmaktadır.

Beton pompaları ile iletilen betonlarda agrega maksimum çapı, iletim borusu çapının 0.30 ile 0.40 katını aşmaması gerekir. Aslında kırmataş agrega kullanmaktan kaçınılmalıdır. Ayrıca akışkanlığı sağlamak için uçucu kül gibi ince taneli puzolanların kullanılması iyi netice verir. Suyu fazlalaştırarak akıcılığı arttırmak yanlıştır, bu durumda çakıllar ayrışır, kenetlenerek boruları tıkarlar. Borular akış sırasında hava kabarcıklarının oluşturduğu hava tıkaçları yüzünden de tıkanır. Hava tıkaçlarına karşı, kesintisiz beton iletmekle, hava boşaltan vanalar koymakla ve hava sürükleyici katkıdan kaçınmakla çözüm aranır. Pompa ile beton iletiminde akışkanlaştırıcı katkılar yarar sağlarlar.

Pompaya girişte beton tekrar karıştırılır, bu karıştırma işlemi pompayı besleyen huni şeklindeki deponun içinde yapılmaktadır.

Hazır betonun kalıba yerleştirilmesi, su/çimento oranının yüksek olması halinde, taze beton kalıbı boşluksuz olarak doldurur. Pompa ile dökülen beton şişleme veya kendiliğinden yerleşmektedir. Bu konuda bölüm A.5.1.2'de bilgi verilmiştir.

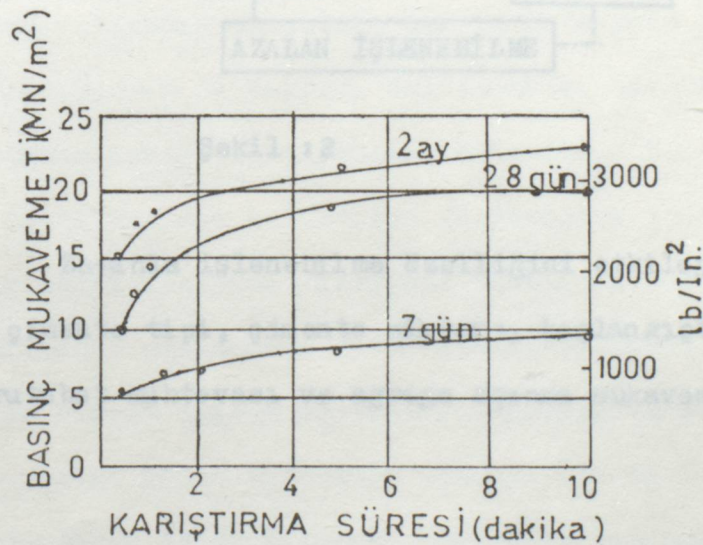
Ayrıca hazır betonun kalıba yerleştirilmesi hazır beton üreticilerine ait bir iş değildir. Bu konuda çoğu kez anlaşmazlıklar çıkarmaktadır.



B.10-DÖKÜM SÜRESİNİN BETON ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ:

Döküm süresi betonu oluşturan (kum, çakıl, mıcır, çimento ve su) malzemenin karıştırılmağa başladığı andan itibaren, betonu kalıba yerleştirene kadar geçen süre olarak tanımlanır. Ancak betonu kısa süreli karıştırdıktan hemen sonra kalıba yerleştirilmesi durumunda, betonun mukavemetini incelemek gereklidir.

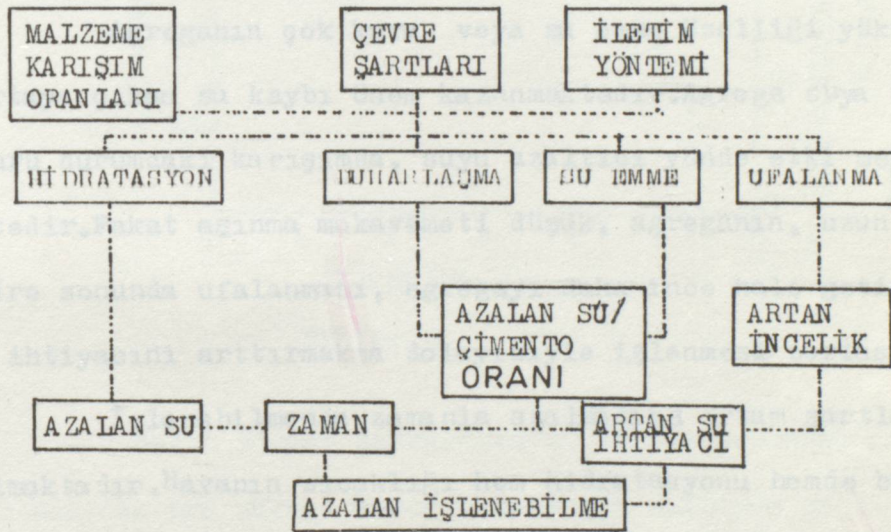
Homojen bir beton ve istenen mukavemeti elde edebilmek için bir minimum karıştırma süresine ihtiyaç vardır. Bu süre mikserin hacmine ve tipine bağlıdır. Mikser türüne bağlı olarak 1 dakikadan 3,5 dakikaya kadar değişebilmektedir. Ortalama olarak 2 dakikalık karıştırma süresi veya 20 devirlik dönme sayısı yeterli kabul edilmektedir. 2 dakikadan daha az karıştırma süresi beton mukavemetini düşürmekte ve beton mukavemetlerinin büyük dağılım göstermesine neden olmaktadır. Şekil 1. de karıştırma süresinin beton mukavemetine etkisini göstermektedir. Şekilden anlaşılacağı gibi 2 dakikalık süreye kadar beton mukavemeti belirli ölçüde değişirken 2 dakikadan sonra mukavemette pek önemli artış olmamaktadır.



Şekil : 1

Fakat hafif beton üretiminde karışım süresinin en az 5 dakika olması istenmektedir.

Diğer taraftan döküm süresi uzadıkça betonun işlenebilmeside azalmaktadır. Zamanla işlenebilmedeki azalma çimentonun başlangıçtaki hidrasyonuna, suyun buharlaşmasına, agreganın su emmesine ve ufalanmasına bağlı olarak karışımındaki suyun azalmasına bağlıdır. Dolayısıyla işlenebilmedeki azalma oranı ^{betonu} oluşturan malzemeye, karışım oranlarına, ortam şartlarına ve hazır beton üretiminde betonun iletim yöntemine bağlı olmaktadır. (9). Şekil, 2'de işlenebilmeyi etkileyen faktörler şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil :2

Zamanla işlenebilme özelliğini etkileyen faktörler; kullanılan çimento tipi, çimento miktarı, başlangıçtaki su miktarı, agreganın rutubet muhtevası ve agrega aşınma mukavemetidir.

Çimento tipi, hidratasyon için kullanılan su miktarını ve hidratasyon sırasında çıkan ısının buharlaşmayı etkilemesi nedeniyle dikkate alınmalıdır. İlk günlerde hidratasyon gelişimi hızlı olan çimentolar kullanıldığında işlenebilmedeki azalma daha çok olacaktır. Çimento dozajı da işlenebilme üzerine daha çok etkili olmaktadır. Yüksek dozlu taze betonda, çimento miktarına göre su bulunması, hidratasyon için gerekeceğinden, hidratasyon ısısının artmasında buharlaşmayı arttıracak ve dolayısıyla işlenebilme azalacaktır.

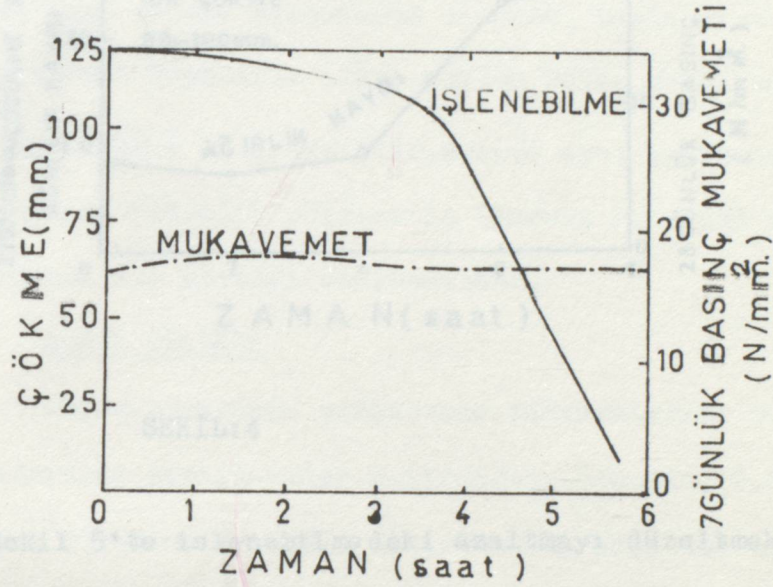
Karışım suyu miktarı yüksek olan betonlarda işlenebilmenin zamanla azalması daha düşük değerlerde kalmaktadır. Başlangıçta yüksek olan işlenebilmeye sahip betonlarda da bu durum mevcuttur.

Agreganın çok kuru veya su emme özelliği yüksek olduğunda ortaya çıkan su kaybı önem kazanmaktadır. Agregaya suya doygun, yüzey kuru durumdaki karışımda, suyu azaltıcı yönde etki meydana gelmemektedir. Fakat aşınma mukavemeti düşük, agreganın, uzun karıştırma süre sonunda ufalanması, agregayı daha ince hale getirdiğinden, su ihtiyacını arttırmakta dolayısıyla işlenmesi zorlaşmaktadır.

İşlenebilmenin zamanla azalmasına ortam şartları da sebep olmaktadır. Havanın sıcaklığı hem hidratasyonu hemde buharlaşmayı hızlandırdığından su kaybını arttırmakta, havanın rutubeti ve rüzgâr hızı buharlaşmayı etkilemeleri bakımından önemli faktörlerdir. Hazır beton iletilmesinde kullanılan yöntemlerde işlenebilmeyi azaltan faktörler vardır. Betonun nakliyesi sırasında sürekli karıştırılması işlenebilmenin azalmasına neden olmaktadır. Karıştırma süresinin uzun veya kısa olması iletim yöntemleri bakımından etkilemektedir.

Beton döküm süresinin uzaması ile birlikte yukarıda incelenen nedenlerle işlenebilmenin azalması, betonun kalıbına

yerleştirilmesini güçleştirmektedir. Betonun tekrar, ilk kıvamına getirebilmek için karışıma su ilâve etmek (retempering) gerekecektir. Ancak karışıma giren, bu ilâve suyun betonun mukavemetini ne yönde etkileyeceği belirlenmelidir. Bu amaçla Şekil:3'de buharlaşmayla kaybolan su kadar karışıma su ilâve edildiğinde mukavemetin ve işlenebilmenin nasıl etkilendiğini araştıran bir çalışmadan elde edilen sonuçlar görölmektedir.

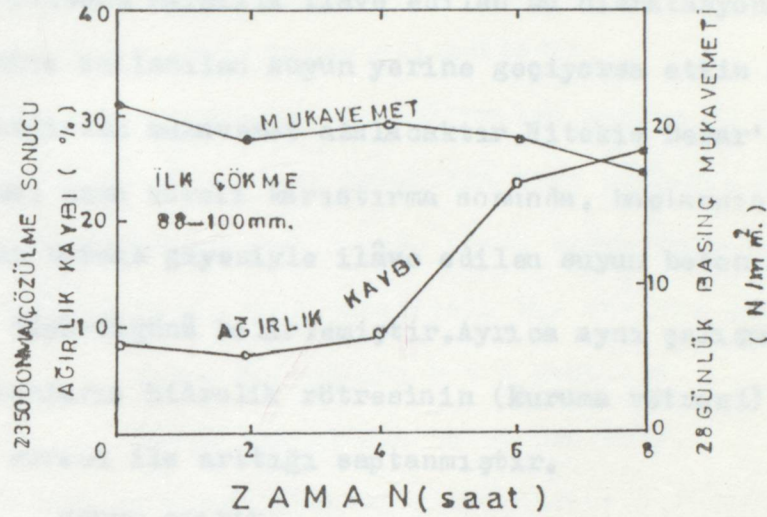


ŞEKİL: 3

Şekil 3'deki diyagramların incelenmesinden anlaşılacağı gibi, 3 saatlik bir süreye kadar buharlaşan miktarda su ilâve edilmesi işlenebilmeyi pek etkilememekte, ancak 3 saatten sonra kaybolan miktar kadar su ilâve edilmesine rağmen işlenebilme azalmaktadır. İşlenebilmedeki bu azalma 3 saatten itibaren hidrasyon olayının başlamasına bağlanmaktadır. Fakat 6 saatlik döküm süresine kadar mukavemet sabit kalmaktadır.

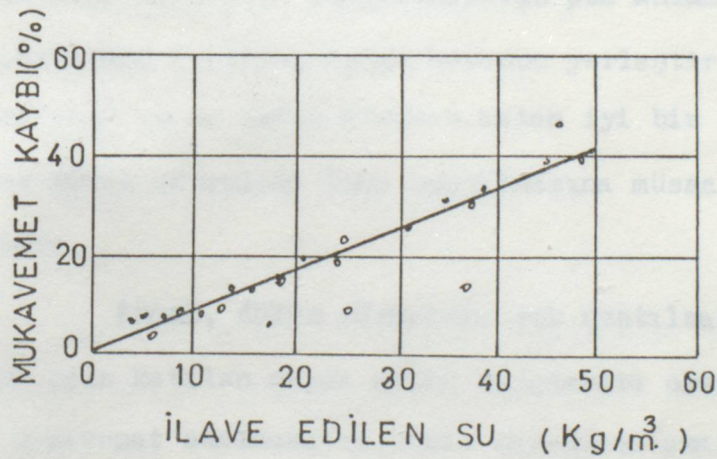
Başka bir araştırma çalışmasında ise, 8 saatlik döküm süresi boyunca başlangıçtaki çökme değerini sabit tutacak Şekilde ilâve katılan suyun, betonun mukavemetine ve durabilitesine etkisi incelenmiştir. (10). Şekil:4. Bu çalışmaların neticesinde elde edilmiştir.

Sekilden görüldüğü gibi başlangıçtaki çökmeyi sabit tutmak şartıyla ilâve edilen suyun takriben 4 saatlik bir süreye kadar fena etkisi olmaktadır.



ŞEKİL:4

Sekil 5'te işlenebilmedeki azaltmayı düzeltmek için katılan suyun miktarına bağlı olarak mukavemet kaybının değişimi görülmektedir. (1)



ŞEKİL: 5

Şeklin incelenmesinde, işlenebilmeyi iyileştirmek için

ilâve edilen su miktarıyla mukavemet kaybının orantılı olduğu görülmektedir. Ancak bu sırada dikkat edilmesi gereken husus: İşlenebilmeyi düzeltmek için katılan su, buharlaşma veya su emme sonucunda azalan serbest suyun yerine geçiyorsa beton mukavemeti düşmemektedir. Buna karşılık ilâve edilen su hidratasyonun gelişimiyle birlikte kullanılan suyun yerine geçiyorsa etkin su/çimento oranı artacağından mukavemet azalacaktır. Nitekim Dewar'da (11) çalışmasında; uzun süreli karıştırma sonunda, başlangıçtaki işlenebilmeyi aynı tutmak gayesiyle ilâve edilen suyun beton mukavemetini bir miktar düşürdüğünü belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada düşük dozajlı betonların hidrolik rötresinin (kuruma rötresi) uzayan karıştırma süresi ile arttığı saptanmıştır.

SONUÇ OLARAK:

Döküm süresinin uzamasının sakıncalarını önlemek için çeşitli standartlar sınırlamalar getirmiştir. Örneğin, B.S.1925:196 maksimum döküm süresini 2 saatle sınırlarken, ASTM C94 bu süreyi $1 \frac{1}{2}$ saatle kısıtlamıştır. Betonun iletimi sırasında karıştırılmaması halinde bu sınırlama süreleri daha da küçük değerler almaktadır.

Yukarıda verilen bilgilerin neticesinde, standartlarda döküm süresine getirilen sınırlamaların pek anlamlı olmadığı düşünülebilir. Referans (12)'de, "eğer betonun yerleştirilmesine özel bir itinaya gösterir ve su ilâve etmeden beton iyi bir şekilde sıkıştırılabilirse döküm süresinin daha uzatılmasına müsaade edilebilir" denmektedir.

Ancak, döküm süresinin çok uzatılması, işlenebilmeyi düzeltmek için katılan suyun etkin su/çimento oranını arttırması durumunda mukavemet azalacaktır. Döküm süresinin uzatılması aşırı olmama-
lı ayrıca bu süre üretimin kendi özel koşulları dikkate alınarak saptanmalıdır.

01

C.1-HAZIR BETON ÜRETİMİNDE BİRİM MALİYET HESABI:

Hazır beton maliyetine etki eden faktörler şunlar-
dır;

1-Malzeme fiyatları, (Agrega, çimento, su V.S.)

2-Tesis ve makina amortismanı,

Amortisman şöyle hesap edilmektedir;

Hazır beton üretiminde kullanılan makina ve tesisat
bedelini 4 yılda amorti etmesi gerektiği farz ediliyor. Zira günde
12 saat çalışan makineler 2-3 senede büyük değer kaybetmektedir.

Örneğin: 90 m³/saat kapasiteli bir tesiste günlük

yazın 500 m³/gün beton üretilir.

kışın 400 m³/gün beton üretilir.

Makina parkının listesi çıkarılır ve bedelleri tesbit
edilir.

Ortalama 1 santral 150.000 m³/yıl beton üretirse

1 Milyar makina bedeli kabul edilirse

1.000.000.000.-

4x150.000 =1700.-TL./m³ için amortisman bedeli

olarak bulunur.

3-Ücretler ve sigorta primleri,

4-Mak. akaryakıt v.s. giderleri,

5-Yol ve nakliye giderleri,

6-Enerji giderleri,

7-Tamir ve bakım giderleri,

8-Ekstra primler, temsil v.s. giderleri,

Bütün bu giderler toplandıktan sonra bir yılda veya
ayda üretilen beton miktarına bölünerek beton maliyeti bulunmak-
tadır.

Aşağıda 20 Km.ye kadar olan mesafelere kadar 1 m³ beton birim fiyatları Ocak 1988 yılı itibari ile verilmiştir. 20 Km.den sonra her Km/m³ için 350.-TL. ilâve edilmektedir.

Ayrıca aynı tarih itibari ile malzeme fiyatları İstanbul Bölgesi için şöyledir;

Çakıl-Kum	:	7000.-TL.	iş yerine teslimi		
Mıcır	:	7500.-TL.	işyerine teslimi		
Çimento	:	39000.-TL.	nakliye bedeli dahil		
		400 Doz	350 Doz	300 Doz	
		<u>B300</u>	<u>B225</u>	<u>B160</u>	
Pompalı fiyatı	:	44500.-TL.	42000.-TL.	39500.-TL.	
Pompasız fiyatı	:	43500.-TL.	41000.-TL.	38500.-TL.	

Özellikle 150 m. mesafeye kadar olan mesafelere kadar 1 m³ beton birim fiyatları Ocak 1988 yılı itibari ile verilmiştir. 20 Km.den sonra her Km/m³ için 350.-TL. ilâve edilmektedir.

Normal betoniyerle yapılan B160 betonunun 1 m³

Fiati analizi: (Bayındırlık Bakanlığı rayiçlerine göre)

Poz No.	Cinsi	Ölçü Birimi	Miktarı	Birimi Fiati	Tutarı
04.006/b	Kum	m ³	0.500	7000.-	3500.-
04.003/b	Çakıl-mıcır	"	0.740	7500.-	5550.-
04.008	Çimento	Kg.	300	45.-	13500.-
04.031	Su	m ³	0.135	300.-	40.50
04.031	Beton sulama suyu	"	0.400	300.-	120.-
01.015	Beton ustası	Sa.	1.00	700.-	700.-
01.501	Düz işçi	"	6.00	465.-	2790.-
01.501	İnşaat yerinde yükleme, taşıma düz işçisi	Sa.	2.50	465.-	1162.5
03.524	Betoniyer(Ort.250 lt.)	Sa.	0.25	400.-	100.-
03.527	Vibratör(Ort.2.5Hp.)	Sa.	0.20	300.-	60.-
					27523.-
% 25 Müteahhit karı ve genel Gider.=					6880.-
					34403.-
1 m ³ Beton					
fiatı					34403.-

Görüldüğü gibi Bayındırlık Bakanlığı rayiçlerine göre hesaplanan 1 m³ birim fiatı hazır beton birim fiyatından oldukça düşüktür. Bayındırlık Bakanlığı işçilik ücretleri piyasa seviyesinden çok daha aşağıda olduğu bilinen bir gerçektir.

NOT: 1987 Rayiçleri 1.5 katı ile çarpılarak hesaba katılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hazır beton kullanımını memleketimizde de önemli derecede gelişme göstermiş ve her geçen gün taleplerde artışlar gözlenmiştir. Özellikle henüz kontrol düzeninin kurulamamış ve niteliksiz kişilerce şantiyelerde yapılan beton ile üretilen inşaatlara kıyasla, devamlı şekilde malzeme muayenesi yapılması ve ölçme tertibatının insan faktörüne bağlı olmadan makineleşmiş sanayi ürünü olması dolayısıyla hazır beton daha üniform, daha kaliteli, bu bakımdan gelişmesi ümit verici, sevindirici bir durumdur.

Ayrıca satın alınan torba çimentoların süresi içinde kullanılmayıp, nemli ortamda saklanması halinde bağlayıcılık niteliğinin bir kısmını veya tamamını kaybetmiş olmasına rağmen inşaatlarda kullanılmasına karşın, hazır beton üretiminde kullanılan dökme çimentonun çelik silolarda saklanması, yağıştan, nemden etkilenmemesi en azından üretimin kalitesindeki çimento faktörünün garantisi olduğundan dolayı ekonomiye ve sağlıklı yapılaşmaya katkı sağlamaktadır.

Ancak, yapılan incelemelerimde bazı hazır beton santrallerinin malzeme muayene laboratuvarları olmadığı, dökülen betonlardan deney için numune alınmadığı, bazılarında ise ancak inşaat sahibinin kontrol ettirmeyi istemesi halinde numune alındığı tesbit edilmiştir.

Doğal agrega kaynaklarının gettikçe azalmasına karşın, ihtiyacın bir kısmı kırmataş agregalar ile sağlanmaktadır. Bu sahada da üretilen değişik nitelik ve nicelikte, standartlara uymayan kırmataş agregaların kullanıldığı saptanmıştır.

Bazı hazır beton üreticileri tarafından kullanılan deniz kumunun içindeki iri istiridy ve midye kabuklarından elenip temizlenmeden, ocak kumu içindeki standart sınırını aşan miktardaki kilin yıkanmadan kullanıldığı saptanmıştır.

Hazır beton üretiminde çalışan bir kısım elemanların, ucuz iş gücü temin etmek için en niteliksiz kişiler arasından seçildiği gözlenmiştir. Türkiye'de bu konuda tecrübeye ve eğitilmiş insan gücüne ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak inşaat sektörünün çok önem verdiği bu makineleşmiş üretim sahasına bir standartlaşma getirilirken, kontrol mekanizmasının kurulup çalıştırılması gerektiğini özellikle belirtmek isterim.

5. Y. Köseoglu, İkt. Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1973

1. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1973

6. Anonim, Beton Sınırları - Devlet Su İşleri Genel Müd.

Mühürhanesi, Ankara, 1984

7. Ü. İ. Beyazıt, Beton ve Demirleri

Devlet Su İşleri Mühürhanesi, Ankara, 1975

8. N. Çilgöz, Beton - Genel Türkçe Peyzaj Anlatımı

A. S. Yayınları 21, İstanbul, 1982

R E F E R A N S

- 1_ A.M.Neville. Properties of Concrete
Pitman Publ. Ltd. London, 1975
- 2_ W.H.Taylor. Concrete Technology and Practice.
American Elsevier Publ.Co.Newyork, 1965
- 3_ Prof.Dr.M.Süheyl Akman. Yapı malzemeleri
İ.T.Ü.İnşaat Fakültesi Ders Notları, İstanbul, 1987
- 4_ Prof.B.Postacıoğlu. **BETON-CİLTİ**, Bağlayıcı maddeler,
Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1986
- 5_ F.Kocataşkın. Yapı Malzemesi Dersleri
İ.T.Ü.Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1973
- 6_ Anon. Beton Semineri-Devlet Su İşleri Genel Md.
Matbaası. Ankara, 1984
- 7_ Ö.L.Beyazıt. Beton ve Deneyleri
Devlet Su İşleri Matbaası, Ankara, 1975
- 8_ M.Cilason. Beton-Sezai Türkeş Feyzi Akkaya İnşaat
A.Ş.Yayınları 21, İstanbul, 1982

R E F E R A N S

9-Munday, J.G.L., "Transportation Effects on Concrete Workability,"
the first International Conference on Ready-Mixed Concrete held
at Dundee University, 1975.

10-Hawkins, M.J., "Concrete Retempering Studies," J.Am.Coner.Inst.,
Proceedings, V.59,p.63-71,1962.

11-Dewar, J.D., "Some Effects of Prolonged Agitation of Concrete",
Cement Lime and Gravel, April, 1963

12-AC I Commite 311. "ACI Manual of Concrete Inspection,"Publication
SP-2, 1984.

Ö Z G E Ç M İ Ş

1948 yılında Erzurum'da doğdum. İlk öğrenimimi Erzurum'un Şenkaya kazasının Göreşken köyünde ve Sarıkamış'ta, Orta Öğrenimimi Sarıkamış ve Erzurum'da tamamladım.

Yüksek öğrenimimi İ.D.M.M.Akademisi Vatan Müh.Yüksek Okulunda 1974 yılında tamamladım.Bu okulun 3.sınıfında üstün başarılı öğrenci seçildim.Mezuniyetten sonra İstanbul'da Mühendislik bürosu açarak iki yıl serbest çalıştım.

1976 yılında D.S.İ. Genel Müdürlüğünde açılan sınavı kazanarak D.S.İ. VIII.Bölge Müdürlüğü Erzurum'a tayin oldum. 1984 yılında Ankara'da Devlet Yabancı Diller okulunda 9 ay süreyle İngilizce Lisan kursuna katılarak başarı belgesi aldım.

1985 yılında Yıldız Üniversitesi yeterlilik sınavını kazanarak İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladım.

Halen D.S.İ.15.Şube Müdürlüğü İzmit'te hizmetimi sürdürmekteyim.



