

BETON İŞLERİ TEKNİK ŞARTNAMESİ



(SANAT YAPILARI, SU DEPOLARI VE ARITMA TESİSLERİ, KEMER TİP VE SSB BARAJ YAPILARI, KÖPRÜ VE TÜNELLER, TAŞKIN KORUMALAR VE BENZERİ BETON TESİSLER)

Ankara, Haziran 2018

ÖN SÖZ

Beton yapılar toplumsal hayatımızı altyapılar biçiminde desteklemektedir. Toplumlar kendilerini ancak güçlü, dayanıklı ve estetik beton yapılar ile sağlıklı bir şekilde idame ettirebilir. Türkiye’de betonun kullanımı, araştırılması, tetkiki, teknolojik gelişmelerin tanıtımı, uygulanması ve eğitimi açısından önde gelen kuruluş olan DSİ Genel Müdürlüğü, Beton Komitesi, Beton Yapılar için Standard Şartnamenin yayınlanmasını ve öncekinin revizyonunu en önemli faaliyetlerinden birisi olarak değerlendirmektedir. Beton yapıların planlanması, tasarımı, yapımı, bakımı ve onarımı için model gösteren Betonarme Yapılar için Standard Şartnamenin uygulamada geçerlilik bakımından oldukça kabul görmüş ve "Beton İşleri Teknik Şartnamesi - 2007" biçiminde ilk yayınlandığından bu yana Türkiye’de beton teknolojisinin gelişimine önemli katkıda bulunmuştur.

Genel Müdürlüğümüz, 6200 sayılı DSİ Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile belirlenen, Su Yapılarının planlanması, projelendirilmesi, yapımı, bakımı, onarımı, işletilmesi ve diğer hususlardaki ilgili görevlerini yerine getirirken ihtiyaç duyduğu Teknik nitelik ve şartları tespit etmekte ve gerekli şartnameleri hazırlamaktadır. Bu nedenle şartnameler yol gösterici bir bilgi kaynağı olarak önem arz etmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü, kuruluşundan bu yana kalite kavramını birincil hedef olarak benimsemiştir. Kaliteyi üretme ve kontrol etme noktasında kullandığı tüm şartnameleri basılı olarak kullanıma sunmuş, bu şartnameler sadece Genel Müdürlüğümüz için değil, diğer kuruluş ve özel sektör için de yol gösterici olmuştur.

Araştırma, geliştirme ve teknolojiye önem veren, sürekli gelişmeye açık, kurumsal yapısıyla çalışmalarını yönlendiren Kurumumuz, gelişen teknolojiye paralel olarak ulusal ve uluslararası standartlarda yapılan değişiklikler ve uygulamada kazanılan tecrübeler sonucunda DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesini yeniden düzenlemiştir.

Küreselleşen dünyada tasarım ve imalat süreçlerinde farklı ölçütler ön plana çıkmaya başlamış, güvenli, ekonomik, çevreye duyarlı, enerji verimli çalışmalar yapmak neredeyse bir zorunluluk olmuştur. Özellikle çevre duyarlılığı ve enerji verimliliği tasarım ve imalat süreçlerini yönlendirmektedir.

Kamu kaynağının önemli bir bölümünü kullanan Genel Müdürlüğümüz için kalite vazgeçilmez bir koşulumuzdur. Bu amaçla hazırlanan "DSİ BETON İŞLERİ TEKNİK ŞARTNAMESİ" tüm uygulamacılara yol gösteren önemli bir bilgi kaynağıdır.

Uygulamada gereken titizliğin gösterileceği inancıyla şartnamenin hazırlanmasında emeği geçen, koordinatörlük görevini başarıyla yürüten DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı personeli ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür eder, Ülkemize ve teşkilatımıza yararlı olmasını dilerim. Bu vesileyle, kuruluşundan bu güne kadar kalite mücadelesine katkı sağlayan, bilgi ve tecrübelerini daha önceki tüm şartnamelere aktaran değerli DSİ’lilere ayrıca teşekkür ederim.

Genel Müdür

TEMEL BİRİMLER

Fiziksel Nicelik	Birim	Sembol
Uzunluk	metre	m
Kütle	kilogram	kg
Zaman	saniye	s
Elektrik Akımı	Amper	A
Termodinamik Sıcaklık	Kelvin	K
Işık Şiddeti	Kandela	cd
Madde Miktarı	Mol	mol

ÇEVİR	ÇARPAN	ELDE EDİLEN / ÇEVİR	ÇARPAN	ELDE EDİLEN
Uzunluk				
inches, in	25,4 x 10 ³	mikrometre, µm	0,0393701 x 10 ⁻³	inches, in
inches, in	25,4	milimetre, mm	0,0393701	inches, in
inches, in	0,0254	metre,	39,3701	inches, in
feet, ft	0,3048	metre,	3,28084	feet, ft
yards, yd	0,9144	metre,	1,09361	yards, yd
miles, mi	1,609344	kilometre, km	0,621371	miles, mi
Kütle				
ounce, oz	28,349 x 10 ³	miligram, mg	0,0352739	ounce, oz
ounce, oz	28,34952	gram, g	0,0352739 x 10 ⁻³	ounce, oz
pound, lb	453,59237	gram, g	0,00220463	pound, lb
Alan				
square inch, in ²	645,16	milimetre kare, mm ²	0,00155	square inch, in ²
square inch, in ²	0,00064516	metre kare, m ²	1550,00	square inch, in ²
square feet, ft ²	0,09290304	metre kare, m ²	10,7639	square feet, ft ²
square yard, yd ²	0,836127	metre kare, m ²	1,19599	square yard, yd ²
acres, ac	0,404685642	* hektar, ha	2,4710538	acres, ac
square miles, mi ²	2,58998811	kilometre kare, km ²	0,3861022	square miles, mi ²
Kuvvet ve basınç				
Pounds force	4.448222	Newton	0.224809	Pounds force
Kilograms force	2.204623	Pounds force	0.453592	Kilograms force
Kilonewtons	101.971621	Kilograms force	0.009807	Kilonewtons
Kgf/cm ²	0.098067	MPa	10.197162	Kgf/cm ²
cm H ₂ O	0.000981	bars	1019.716213	cm H ₂ O
bars	0,1	N/mm ² (MPa)	10	bars
lbf/in ²	0.006895	N/mm ² (MPa)	145.037744	Lbf/in ²

İÇİNDEKİLER

BETON İŞLERİ TEKNİK ŞARTNAMESİ.....	1
1.1 İŞİN KAPSAMI.....	1
1.2 İNŞAAT PLANI	2
1.2.1 İnşaat Planlamasında Dikkate Alınacak Hususlar	5
1.2.2 Beton Döküm Yönteminin Belirlenmesi	6
1.2.3 Beton Dökümünün İnşaat Performansının Belirlenmesi	6
1.2.4 Malzemeler	8
1.2.5 Beton Karışım Tasarımı	8
1.2.6 Beton Performansının Doğrulanması	9
1.2.7 İnşaat Planının Onaylanması ve Değiştirilmesi.....	10
1.3 İNŞAAT AŞAMASI	11
1.4 KALİTE KONTROL	11
1.5 MUAYENE	13
1.5.1 Muayene Planı	15
1.5.2 Muayenenin Yürütülmesi	16
1.5.3 Muayene Kayıtlarının Tutulması.....	17
1.6 İNŞAAT KAYITLARI.....	17
2. TANIMLAR.....	18
3. ANA MALZEMELER.....	25
3.1 AGREGALAR	25
3.1.1 Agregada Tane Büyüklüğü Dağılımının Belirlenmesinde ve Beton Karışım Hesaplarında Kullanılacak Elek Serilerinin Seçimi	26
3.1.2 İnce Agregada	26
3.1.3 Tane Büyüklüğü Dağılımı	28
3.1.4 İri Agregada.....	29
3.1.5 Agregadan Numune Alma ve Deneyler	32
3.2 Beton Tesisleri ve Makinaları	37
3.3 Agregada Tesisleri.....	37
3.3.1 Agregada Tesislerinin İşletilmesi	38
3.3.2 Agregaların Depolanması	39
4. ÇİMENTO	39
4.1 Geçerli Standartlar	40
4.2 Numune Alma ve Deney	40
4.3 Özel Çimento.....	41
4.4 Mineral Katkılar	41
4.5 Sülfata Dayanıklı Çimento (SDÇ).....	42
4.6 Nakil ve Depolama	42
5. KARMA SUYU	42
5.1 Genel.....	42
5.2 Dış Etkilere ve Yapının Tipine Göre İzin Verilen Maksimum Su-Çimento Oranları..	43

6.	KİMYASAL KATKI MADDELERİ.....	51
6.1	Genel.....	51
6.2	Hava Sürükleyici Katkı Maddeleri	51
6.3	Su Azaltıcı/Akışkanlaştırıcı Katkı Maddeleri	52
6.4	Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) Katkıları	52
6.5	Diğer Katkı Maddeleri.....	52
6.6	Dayanımlarına Göre Beton Sınıfları.....	53
6.7	Su – Çimento Oranına Göre Beton Dayanımı	53
6.8	Betonu İmal Yerine Göre Sınıflandırma	54
6.9	Beton Kıvamına Göre Sınıflandırma.....	54
6.10	Kendiliğinden yerleşen betonun (KYB) ilave özellikleri için sınıflandırma.....	56
7.	BETON ve HARÇ KARIŞIM ORANLARI.....	58
7.1	Genel.....	58
7.2	Agrega Bileşenlerinin Oranları.....	60
7.3	Çimento Miktarı	60
7.4	Su Miktarı ve Su-Çimento Oranı.....	61
7.5	Kıvam (Slamp)	62
8.	YAPIM SAFHASINDA BETON KONTROLÜ	63
8.1	Genel.....	63
8.2	Deneme Karışımları.....	64
8.3	İşlerin Devamı Sırasında Dayanım Deneyleri	65
8.4	Beton dayanım sonuçlarında standard sapma ve varyasyon	67
8.5	Sertleşmiş Beton Deneyleri	72
8.6	Beton Kalitesinin Denetimi	75
8.6.1	Şantiye Kontrol Deneyleri.....	75
8.7	Sertleşmiş Yapı Elemanlarının Kontrolü İçin Kullanılan Diğer Yöntemler	76
9.	BETONUN HAZIRLANIŞI	76
9.1	Genel Esaslar	76
9.2	Beton Santrali	77
9.3	Betonun Karıştırılması.....	78
9.4	Beton Sıcaklığı	79
9.5	Betonun Taşınması	81
9.6	Betonun İmalinde ve Naklinde İntizam ve Hız	82
9.7	Yeniden Su İlavesi	82
9.8	Kıvam	83
10.	BETON DÖKÜLMESİ İÇİN HAZIRLIKLAR	84
10.1	Genel Esaslar	84
10.2	Kalıplar	84
10.2.1	Genel Esaslar	84
10.2.2	Kalıp Bağları	85
10.2.3	Eğri Yüzeyler İçin Kalıp	85
10.2.4	Tünel Çelik Kalıpları	86
10.2.5	Kalıpların Temizlenmesi ve Yağlanması	86
10.2.6	Kalıpların Sökülmesi	86
10.3	Temel Satırları	87
11.	BETONUN DÖKÜLMESİ	88

11.1	Betonun Yerine Yerleştirilmesi	88
11.2	Vibrasyon	89
11.3	Donatının Yerleştirilmesi	89
11.4	Betonun İşlenmesi ve Sıkıştırılması	90
12.	BETON AĞIRLIK VE KEMER BARAJ KÜTLE BETONU	92
12.1	İşin Kapsamı	93
12.2	Tanımlar	96
12.3	Baraj betonu performans gerekleri	99
12.3.1	Birim hacim kütle için tasarım değerleri	100
12.3.2	Dayanım için tasarım değerleri	101
12.3.3	Su geçirimsizlik için tasarım değerleri	101
12.3.4	Dayanıklılık için tasarım değerleri	101
12.3.5	Diğer performans tasarım değerleri	102
12.4	Sıcaklık kontrolü	102
12.4	Baraj betonunun karışım tasarımı	104
12.5	Baraj Betonunun Performansındaki Değişim ile Karışım Tasarımı	107
12.6	Baraj Betonunun Karışım Tasarımında Beklenen Değerlerin Belirlenmesi	108
12.7	Baraj Betonunun Karışım Oranlarının Belirlenmesi	110
12.8	Kütle Betonu Döküm İşlemleri	111
12.9	Beton Sınıfları ve Kullanıldığı Yerler	111
12.10	Genel Kalite	113
12.11	Döküm Sonrası Betonun Soğutulması	114
12.12	Soğutma Sistemi	114
12.13	Soğutma Sisteminin Çalıştırılması	115
12.14	Beton Sıcaklığının Ölçülmesi	115
13.	SU GEÇİRİMSİZ YAPILAR.....	116
13.1	Genel.....	116
13.2	Permeabilite ve Durabilite	116
13.3	Beton Sınıfları	117
13.4	Maksimum Çimento İçeriği.....	117
13.5	Beton Örtü Tabakası Kalınlığı (Paspayı)	117
13.6	Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB)	118
13.6.1	Genel.....	118
13.6.2	Karışım Tasarımı Prensipleri.....	118
13.6.3	Deney yöntemleri	118
13.6.4	Temel karışım tasarımı	119
13.6.5	Karışım tasarımı yaklaşımı.....	120
13.7	Bileşen Malzemeler	122
13.8	Öğütülmüş Granüle Yüksek Fırın Cürufu Kullanımı	122
13.9	Çatlak Oluşumu ve Kendiliğinden İyileşmesi	123
13.10	Tasarım Çatlak Genişliği.....	124
13.11	İşçilik	125
14.	BETON YÜZEYLERİN TAMİRİ.....	126
14.1	Genel.....	126
15.	BETON YÜZEYLERİN DÜZELTİLMESİ VE İŞLENMESİ	127
15.1	Genel Esaslar	127
15.2	Kalıptan çıkan yüzeyler	127

15.2.1	(F1) Cinsi beton yüzeyleri.....	128
15.2.2	(F2) Cinsi beton yüzeyleri.....	128
15.2.3	(F3) Cinsi beton yüzeyleri.....	128
15.2.4	(F4) Cinsi beton yüzeyleri.....	129
15.2.5	(F5) Cinsi Beton Yüzeyler	129
15.3	Çuval Parçasıyla Silme.....	129
15.4	Hususi Taşla Silme.....	130
15.5	Merdivenler İçin Hususi Silme.....	130
15.6	Kalıplanmamış Yüzeyler.....	130
15.6.1	(U1) Cinsi yüzeyler	131
15.6.2	(U2) Cinsi yüzeyler	131
15.6.3	(U3) Cinsi yüzeyler	131
15.6.4	(U4) Cinsi yüzeyler	131
16.	BETON MUHAFAZA, BAKIM VE KÜR İŞLEMİ	132
16.1	Koruma.....	132
16.1.1	Rutubet	135
17.	ZARAR GÖRMÜŞ VEYA UYGUNSUZ BETON.....	137
17.1	Kuru Harç ile Doldurma.....	137
17.2	Beton Tıkama Yapılması.....	138
17.3	Harç ile Tamir Yapılması	138
18.	ÇEŞİTLİ YAPI VE YAPI ELEMANLARINA AİT BETONLAR.....	139
18.1	Menfezler.....	139
18.2	Kirişler, Plak ve Kolonlar.....	139
18.3	Kemerler.....	140
18.4	Döşeme ve Merdiven Yüzleri.....	140
18.5	Tünel Betonu	141
18.6	Tünel Tıkaç Betonu	141
18.7	Dolusavak Betonu	142
18.8	Sualma Yapısı Betonu	142
18.9	Santral Betonu	142
18.10	Kanal Kaplama Betonu	143
18.11	Kanallar Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Betonlar.....	144
18.12	Sifon Betonu.....	144
18.13	Gözenekli (poroz) Beton	145
19.	DERZLER.....	146
19.1	Genleşme Derzleri	146
19.2	İnşaat Derzleri	146
19.3	Dilatasyon Derzleri.....	147
20.	GÖMÜLÜ PARÇALARIN ÇEVRESİNDEKİ BETONUN DÖKÜMÜ	148
21.	ÖLÇÜM ALETLERİNİN YERİNE KONMASI	148
22.	HARÇLA YAPILACAK İŞLER	148
23.	TESPİT NOKTALARI BETONU	149

24.	BETON SATIHLARIN ÇENTİKLENMESİ VE PÜRÜZLENDİRİLMESİ	149
25.	ELEKTRİK ÇARPMALARINA KARŞI YALITIM	149
26.	BETON İÇİNDE KALACAK MADENİ AKSAM	150
27.	SOĞUK HAVALARDA BETON DÖKME	151
28.	SICAK HAVALARDA BETON DÖKME.....	153
29.	SU ALTINDA BETON DÖKME.....	154
30.	ZARARLI ÇEVRE ŞARTLARINDA BETON DÖKÜMÜ	155
31.	DENİZ SUYUNUN ETKİSİNE MARUZ BETONLAR.....	156
32.	ALKALİ VE SÜLFAT İÇEREN SULARIN VE ZEMİNİN ETKİSİNDE KALAN BETONLARIN DÖKÜLMESİ	156
33.	ÖZEL BETONLAR VE HARÇLAR.....	157
33.1	Ön Gerilmeli Beton	157
33.2	Epoxy Betonu ve Harçı	161
33.3	Prefabrik Beton	166
34.	PÜSKÜRTME BETONU	168
34.1	Genel.....	168
34.2	Tanımlar	168
34.3	Malzemeler.....	168
34.3.1	Çimento	168
34.3.2	Su.....	168
34.3.3	Agrega	168
34.4	Katkılar.....	169
34.4.1	Priz Hızlandırıcı Katkı Maddeleri	170
34.5	Teçhizat	171
34.6	İşçilik Kalitesi.....	171
34.7	Ekipman.....	172
34.8	Püskürtme Beton (Şotkrit) Yapılması	173
34.8	Priz Alma Dayanımının Arttırılması	174
34.9	Yüzey Hazırlanması	175
34.10	Taşıma	176
34.11	Karıştırma ve Uygulaması.....	176
34.11.1	Kuru Püskürtme Betonu Uygulaması.....	179
34.11.2	Yaş Püskürtme Betonu Uygulaması.....	179
34.12	Kalite Kontrol ve Deneyler	179
34.13	Kalite Kontrolü.....	192
34.13.1	Agrega tane büyüklüğü dağılımı	192
34.13.2	Priz Hızlandırıcı Katkı Maddeleri	192
34.13.3	Yerinde Basınç Dayanımı	192
34.14	Döküntü.....	192
34.15	İnşaat Derzi	192
34.16	Kontrol ve Tamir.....	193
34.17	Bakım	193

34.18	Çelik İksalı Kısımlarda Püskürtme Betonu	193
35.	ÇELİK VEYA POLİMER LİF DONATILI BETON.....	194
35.1	Kapsam.....	194
35.2	Çelik veya Polimer Lif Tipleri	194
35.3	Çelik Tel Özellikleri.....	194
35.4	Agrega	195
35.5	Çelik Tel Donatılı Betonun Karışım Tertibi	195
35.6	Karıştırma.....	196
35.7	Ekipman	196
35.8	Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonun Uygulanması.....	197
35.9	Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonla Yapılan Tünel Kaplama.....	197
35.10	Sertleşmiş Çelik Tel Donatılı Betonun Özellikleri	198
35.11	Kalite Kontrol.....	198
35.12	Dayanıklılık.....	199
35.13	ÇTDPB ile Çelik Hasır Donatı Püskürtme Beton ile Karşılaştırma.....	199
35.14	Silis Dumanı	199
35.14.2	Dizayn ve Karıştırma	200
35.14.3	Plastik Özellikleri	200
35.15	Sertleşmiş Beton Özellikleri.....	201
35.15.1	Basınç Dayanımı	201
35.15.2	Eğilme Çekme	201
35.15.3	Çelik Tel Donatılı Silis Dumanı İlave Edilmiş Püskürtme Beton.....	201
36.	SIZDIRMAZLIK CONTALARI.....	202
36.1	Genel	202
36.2	Kullanım Alanları.....	202
36.3	Su Tutucu Contaların Seçimi	204
36.3.1	Tip Seçimi	204
36.4	Conta Çeşitleri.....	204
36.4.1	Lastik Contalar	204
36.4.2	Plastik Contalar (PVC).....	204
36.5	Boyut Seçimi	204
36.6	PVC Plastik Su Tutucu Bantlar İçin Özel Parçalar	209
36.7	PVC Plastik Su Tutucu Bantların Yerine Yerleştirilmesi	209
36.8	PVC Plastik Su Tutucu Bantların Eklenmesi	210

BETON İŞLERİ TEKNİK ŞARTNAMESİ

1.1 İŞİN KAPSAMI

Bu şartname bütün beton ve betonarme yapılarda bulunan betonun tasarımı, imali, nakliyesi, kalıpların kurulması, betonun dökümü, kalıpların sökülmesi, betonun tamiri ve bakımına ait bütün işleri kapsar. Yüklenici kaya ocağını çalıştırma, agrega çıkarma, kırma, eleme ve sınıflara ayırma, çimento ve agreganın depolanması, kullanımı, beton karışımı içine giren malzemelerin tartılması, beton bileşenlerinin karışımı, betonun nakliyesi ve dökümü için kullanmayı teklif ettiği tesis ve ekipmanların genel tertip, kapasite ve doğruluğunu gösteren plan ve projeleri tesis ve ekipmanların montaj ve kurulmasından önce İdare'nin onayına sunacaktır. Yüklenici tesis ve ekipmanların kurulmasını müteakip İdare'nin huzurunda bunların deneme çalışmalarını yapacak ve hizmete konmadan önce İdare'nin onayını alacaktır. Teknik şartnamede ve standartlarda belirlenen kalitede beton üretilemezse, tesis ve ekipmanlar İdare'nin talimatına uygun olarak yüklenici tarafından düzeltilecek ve ıslah edilecektir.

Yüklenici, İdare'nin istediği niteliklerde ve Kalite Kontrol Teknik Şartnamesi'ne göre gerekli deneyleri yapmak üzere laboratuvar binasını inşa ederek, gerekli deneylerin yapılabilmesi için İdarenin istediği cihazları temin edecektir. Yüklenici deneylerin yapılması ve araştırma işlerinde İdare ile işbirliği yapacak ve yardımcı olacaktır. Yüklenici İdare'nin istediği kalifiye eleman ve/veya elemanları laboratuvarda bulunduracaktır.

Yüklenici beton işlerini bu teknik şartnamede belirtilen kurallara, ulusal ve uluslararası standartlara, projelere ve İdare'nin talimatına uygun bir şekilde yürütecektir.

Yüklenici, betonun harmanlama ve karışımını kalıp ve donatının yerleştirilmesini, betonun döküm hazırlığı ve dökümünü, betonun tesviye ve tamir işlerini İdare'nin talimatına uygun bir tarzda yürütecektir. İnşaat işleri İdare'nin yetkili kıldığı eleman veya elemanlar denetiminde yapılacaktır.

Kalite kontrol faaliyetlerinde bu şartname ile birlikte DSİ Kalite Kontrol Genelgesi ve Kalite Kontrol Teknik Şartnamesi geçerli olacaktır.

Beton Yapılar için DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi içinde kullanılan terimler aşağıdaki gibi tanımlanır:

Doğrulama - Bir şeyin; tam ölçekli örnekler, deneysel ve teorik olarak kanıtlanmış analiz yöntemleri, vb kullanılarak deneyler aracılığıyla performans gereklerini sağlayıp sağlamadığına karar verilmesi işlemleridir.

Kalite kontrol - Bir beton yapının amacına uygun şekilde ekonomik olarak inşa edilmesi amacıyla inşaat işinin tüm aşamalarında kalite güvence için gerçekleştirilen etkili ve planlı teknik faaliyetler bütünüdür.

Kalite Kontrol Mühendisi - Kalite kontrol faaliyetlerini yapan veya yaptıran, İdare veya Yüklenici tarafından görevlendirilmiş kişi.

Muayene - Kalitenin gereken kriterleri sağlayıp sağlamadığına karar verilmesi işlemi veya kalite kontrol faaliyetlerinden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi.

Yapı Denetim Görevlisi - İdare tarafından yetkilendirilmiş, işin şartname ve proje kriterlerine göre yapılıp yapılmadığını denetleyen görevli (kontrol mühendisi).

[**Açıklama**] Performans gereklerini karşılayan bir beton yapı inşa etmek için gerçekleştirilen kalite kontrol işleri, mümkün olduğunca ekonomik olan bir yöntem ile gerçekleştirilmelidir. Bir beton yapının inşaatı ile bağlantılı olarak yürütülecek belirli bir inşaat işi için, İdare'nin ve Yüklenicinin sorumluluk ve yetkisinin bir kısmını üstlenmesi talimatı verilmiş kişi "Yapı Denetim Görevlisi" olarak anılır.

1.2 İNŞAAT PLANI

(1) Tasarım çizimlerinde ve şartnamede belirtilen bir beton yapıyı inşa etmek için uygun bir inşaat planı hazırlanır.

(2) İnşaat planı, ilgili inşaat işine ilişkin gerekleri karşılamalı ve tasarım çizimlerinde ve şartnamede belirtilen beton yapının inşa edilebilir olduğu doğrulandıktan sonra İdare tarafından onaylanmalıdır.

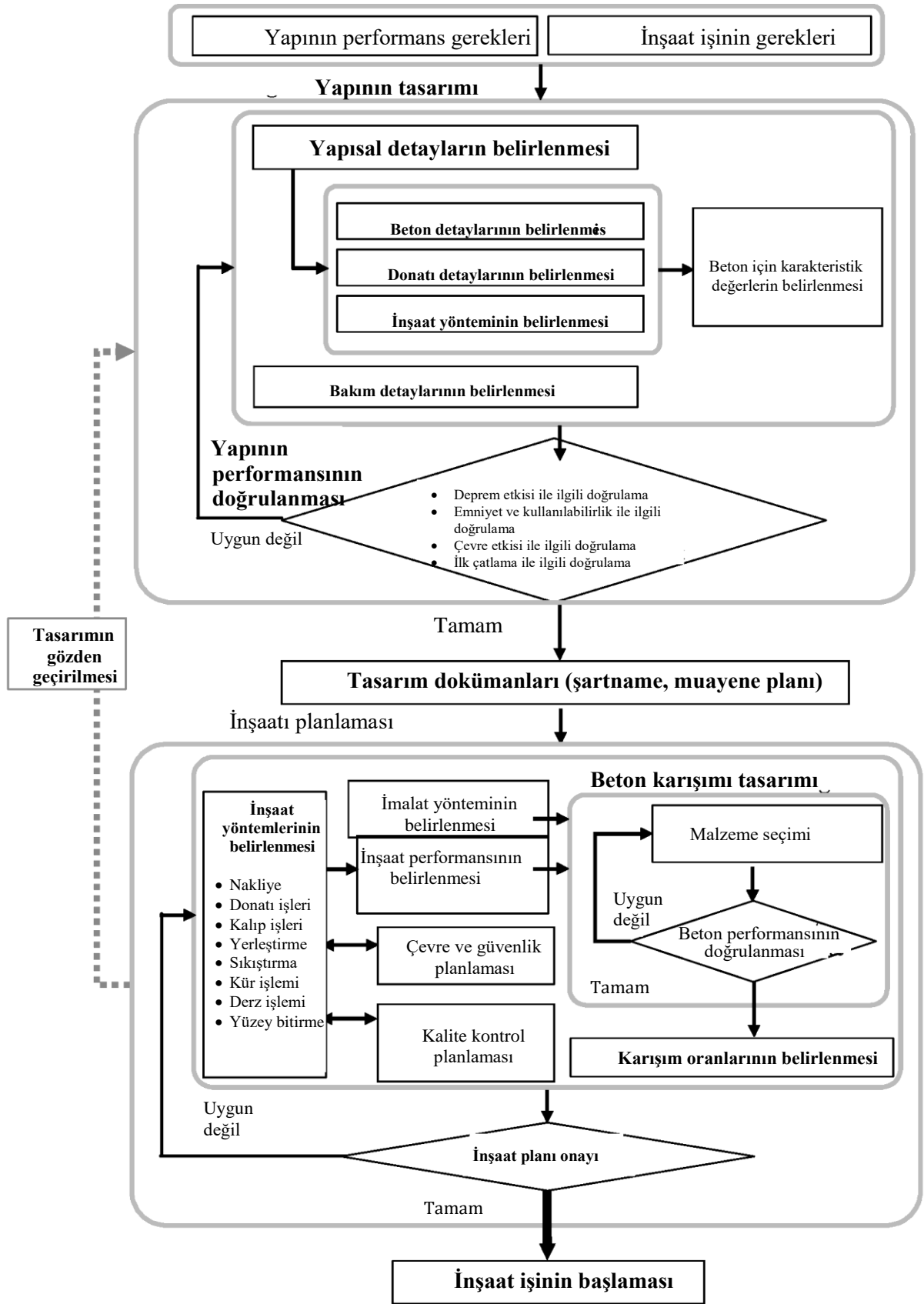
[**Açıklama**] Uygun bir inşaat planının hazırlanması ve inşaat işinin inşaat planı doğrultusunda yürütülmesi, tasarım aşamasında belirlenen performans özelliklerine (ör.: emniyet, hizmet verebilirlik, yenilenebilirlik, dayanıklılık) sahip bir beton yapının inşaatı için gereklidir. Şekil 1, bir yapının tasarımından, bir inşaat planının geliştirilmesi ve onaylanması yoluyla ikmaline kadar olan sürecin iş akışını gösterir.

Tasarım çizimlerinde ve şartnamede belirtilen bir beton yapıyı inşa etmek amacıyla, uygun beton döküm yöntemleri ve betonun inşaat performansı belirlenmelidir. Kalite, yapı emniyeti, ekonomi, inşaat süresi ve çevresel etkiler dikkate alınarak bir inşaat planı hazırlanır.

Yükleniciye proje firması ve/veya İdare tarafından sağlanacak bilgiler, yapının performans kriterleri, iri agreganın en büyük tane boyutu ve çimento içeriği ile su/çimento oranı gibi beton karışım oranları ile ilgili referans değerlerine göre belirlenen, beton için karakteristik değerlerden oluşur. Bir inşaat planı geliştirilirken, beton performans gereklerinin ve tasarım aşamasında belirlenen karışım oranlarının nicel olarak belirlenmesi gereklidir.

Yüklenici tasarım çizimleri ve şartname uyarınca bir inşaat planı hazırlar ve inşaat planını İdare'ye sunar . İnşaat planı İdare tarafından onaylandıktan sonra, inşaat çalışmaları bu plana göre yürütülür.

Bu bölümde belirlenen inşaat koşulları tasarım aşamasında öngörülen koşullar ile aynıysa veya bu şartnamenin inşaat standartları ile ilgili belirtilen standard bir inşaat yöntemi kullanıldıysa, yapısal performansın yeniden doğrulanması gerekmez. Bununla birlikte, gerçek inşaat koşulları, tasarım aşamasında öngörülen koşullardan önemli ölçüde farklılık gösteriyorsa, yapının performansı gerçek inşaat koşulları esasında yeniden doğrulanmalıdır. Doğrulama yapının performans kriterlerini karşılamadığının anlaşılması durumunda inşaat planının güncellenmesi veya değiştirilmesi gerekir.



Şekil 1 – İnşaat işlerinin projelendirilmesi ile onaylanmasına kadar geçen süreç.

1.2.1 İnşaat Planlamasında Dikkate Alınacak Hususlar

İnşaat planı, kapsamlı program, inşaat yöntemleri, beton imalat yöntemleri, betonun inşaat performansı, beton karışım oranları, kalite kontrol, muayene, çevresel etki ve emniyet gibi detaylar için inşaat güvenliği ve çevresel yüklenme ve geliştirme planları göz önünde bulundurularak, şantiyedeki çevre ve inşaat koşulları dikkate alınarak hazırlanır.

[Açıklama] Bir inşaat planı, inşaatın başarıyla yürütülebileceği şekilde; kalitenin sağlanması, uygun inşaat dönemi, emniyet, ekonomi ve çevresel etki dikkate alınarak geliştirilmelidir. İnşaat aşamasında beklenen risklere karşı alınacak emniyet önlemleri önceden dikkatlice belirlenmelidir. Çevre koruma planları tüm çevre kanunlarına, mevzuatına ve inşaat işi ile ilgili standartlara uygun olmalıdır. Bir inşaat planı hazırlanırken, çevresel etkiyi en aza indirilebilecek şekilde yerine getirilecek standardı olmayan öğelerin dikkate alınması da iyi bir uygulamadır. Çizelge 1’de, bir inşaat planının hazırlanmasında dikkate alınacak öğelere ait örnekler gösterilmiştir.

Çizelge 1 - İnşaat planlamasında dikkate alınacak hususlara ait örnekler

Öge	Tanım
1. Beton nakliye ve kabul planı	Transmikserlerin tahsisine ve işletilmesine ait olarak taşıma yolları, yerinde deneyler, muayene alanlarına; beton karışım oranlarının (çökme, hava içeriği, su içeriği, su/çimento oranı) kontrolü vb. ilişkin planlar
2. Taşıma yolu planı	Taşıma yöntemi, beton üretim kapasitesi, yedek pompa kamyonları, vb.
3. Yerleştirme planı	İnşaat organizasyonu (organizasyon şeması), betonun kalıplara yerleştirme aralıkları, saatlik yerleştirme hızı, emniyet, vb.
4. Sıkıştırma planı	Betonun saatlik yerleştirme hızına karşılık gelen vibratörlerin tipi ve sayısı, personel gerekleri, yedek vibratörlerin, yedek personelin hazırlanması, vb.
5. Yüzey bitirme işlemleri planı	Yüzey bitirme işçilerinin beceri düzeyi, yüzey bitirme işlerinin zaman planı, yüzey tesviye planı, yüzey bitirme çalışmaları için kullanılacak ekipmanların onayı, vb.
6. Kür işlemi planı	Kür başlatma zamanı, kür yöntemi, kür dönemi onayı, kür ekipmanı onayı, beton kür kontrolünden sorumlu kişilerin onayı, vb.
7. Derz doldurma planı	Derz doldurma yöntemi, işlem yöntemi, ekipman, derz doldurma süresi, vb.
8. Donatı yerleştirme iş planı	Beton çelik donatı çubuğu çaplarının, aralıklarının onayı, beton örtü kalınlığının sağlanma yöntemi, donatı montaj yöntemi, donatı çeliği tipi, imalat yöntemi, donatı işçilerinin beceri düzeyi, vb.
9. Kalıp ve iskele planı	Kalıp tasarımı (yanal basınç), kalıp malzemelerinin ve iskele malzemelerinin onayı, kalıp imalatçısı, kalıp söküm zamanlaması, iskele zamanlaması, yanal basınç kontrolü yöntemi, vb.
10. Çevre koruma planı	Yıkama suyu, kür suyu, terleme suyunun drenajı, vb. şantiyede ve çevresinde gürültü ve titreşim kontrolleri, toz ve çevresel etkiler, vb.
11. İş sağlığı ve güvenliği planı	İnşaat işçilerinin güvenliği ve sağlığı ile ilgili konuların onayı, vb.
12. Diğer	Sorun giderme yöntemlerinin onayı, vb.

1.2.2 Beton Döküm Yönteminin Belirlenmesi

(1) Taşıma, yerleştirme, sıkıştırma, yüzey bitirme, kür işlemi, vb. dâhil şantiyede uygun beton döküm yöntemleri, yapıdaki betonun kalitesi üzerindeki etkiler dikkate alınarak seçilir.

(2) Söz konusu inşaat işi için, tasarım aşamasında kabul edilen standart bir inşaat yöntemine göre daha uygun olduğu düşünülen yeni bir inşaat yönteminin kullanıldığı durumlarda, yeni yöntemin yapının içindeki betonun kalitesi üzerindeki etkisi deneyler yoluyla veya başka yollarla tespit edilir.

Yukarıdaki her 2 madde İdare ile mutabık kalınarak gerçekleştirilecektir.

[Açıklama] (1) ve (2) gereken beton kalitesinin elde edilmesi için, uygun bir inşaat yönteminin kullanılması ve bu yöntemin güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi önemlidir. Tasarım aşamasında, yaygın olarak kullanılan bir standart inşaat yönteminin kullanımı öngörülerek yapısal detaylar ve çeşitli malzeme özellikleri belirlenir. Ancak, inşaat kriterleri, hava, çevre ve beton dökümü ile ilgili koşullar gibi inşaat detayları somut ve belirli hale geldikçe, inşaat yöntemini değiştirmek daha uygun olabilir. Dolayısıyla esnek bir yaklaşım benimsenmesi ve en uygun yöntemin, inşaat projesinin koşulları göz önüne alınarak seçilmesi iyi bir uygulamadır. Bu gibi durumlarda inşaat yöntemleri ile ilgili kararlar, İnşaat Standardı bölümünde tarif edilen yapım yöntemlerine başvurmak sureti ile verilebilir. Yeni geliştirilmiş, sahada yeterince test edilmemiş yöntem kullanılacaksa, yapının içinde söz konusu yöntem ile yapıda elde edilebilecek beton kalitesinin tam olarak belirlenmesi için, arazi koşulları altında, önceden yapı testleri vb. yapılması gereklidir.

1.2.3 Beton Dökümünün ve İnşaat Performansının Belirlenmesi

(1) Betonun uygun inşaat performansı, kullanılacak inşaat yöntemine göre belirlenir.

(2) Betonun inşaat performansı belirlenemezse, inşaat yöntemi gibi önceden belirlenmiş detaylar yeniden değerlendirilir.

[Açıklama] (1) Betonun inşaat performansı, işlenebilirliği ve pompalanabilirliği, sertleşme özellikleri ve dayanım gelişimi gibi özelliklerini içerir. Betonun inşaatın farklı aşamalarında gereken inşaat performansının, taze betonun özelliklerinin zaman içindeki değişiklikleri dikkate alınarak belirlenmesi önemlidir.

Uygun işlenebilirliğe sahip betonun yerleştirme yerinin konumu, kesit şekilleri ve eleman boyutları ve donatı çeliği düzenlemesi gibi koşullara göre uygun bir şekilde taşınması,

dökülmesi ve sıkıştırılması kolaydır. Ancak, işlenebilirlik, inşaatın farklı aşamalarında imalat, nakliye, dökme ve sıkıştırmadan dolayı zamanla değişebilen bir özelliktir. Kıvamda zamanla gerçekleşen değişiklikler, beton karışım oranlarına, kullanılan malzeme türlerine ve inşaat sırasındaki çevre ve hava koşullarına bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir. Dolayısıyla işlenebilirlik bu tür zamana bağlı değişiklikler dikkatlice değerlendirildikten sonra belirlenmelidir.

Taze betonun şantiyede kalıba pompa ile yerleştirildiği durumlarda, betonun borularda tıkanmaya yol açmadan ve taze betonun kalitesinin pompalamadan şiddetli bir şekilde etkilenmeden betonun planlanan pompalama koşulları altında gereken hızda pompalanabilmesi istenir. Mükemmel pompalanabilme özelliğine sahip beton, üç özelliğin, yani düz borularda düzgün akma yeteneğinin (akışkanlık), bükülmüş borulardan ve konik borulardan geçebilme yeteneğinin (deformabilite) ve borular içindeki değişen basınçlar nedeniyle ayrışmaya (segregasyon) karşı direncinin dengeli bir bileşimine sahip betondur.

Betonun sertleşme özellikleri; betonun sıkıştırılması, kalıp üzerinde etkili olan yanıl basınç, yerleştirme aralıkları ve son kat zamanlaması gibi koşullara bağlıdır. Sıcak ya da soğuk hava şartlarında beton dökümü esnasında, sertleşmeyi hızlandırmak veya yavaşlatmak için sertleşme özelliklerinin uygun bir şekilde ayarlanması gerekebilir.

Yapının inşaatı sırasında beklenen yüklere karşı güvenliğinin sağlanması ve tamamlanan yapının rasyonel inşaatı ve gereken performansının elde edilmesi için uygun dayanım geliştirme özellikleri gereklidir.

İnşaat sürecindeki beton dayanımı; yerleştirme sıcaklığı, kalıp malzemesi, kür yöntemi ve ortam sıcaklığı gibi faktörlerin etkisi altındadır. Bu nedenle kalıp ve iskele sökümünün zamanlaması konusunda karar verilirken bunların dikkatlice ele alınması gereklidir. Dayanım gelişimine ait özellikleri, kalıp ve iskele sökümü amacıyla veya ön gerilmeli beton için ön gerilme tendonu gerilmesinin betona aktarılma zamanını belirlemek için gerekli olabilir.

(2) Betonun dökümü esnasında gereken inşaat performansına ulaşamazsa, inşaat yöntemi yeniden değerlendirilmelidir. Örneğin, gereken işlenebilirlik veya pompalanabilirliği, uzun mesafeli bir pompalama planının yürütülmesi yoluyla elde edilemezse, beton döküm yönteminin belirlenmesi aşamasına geri dönülmesi ve şantiyeki beton taşıma yönteminin değiştirilmesi gibi değişiklikleri yapmak gereklidir.

1.2.4 Malzemeler

Beton bileşen malzemesi olarak sadece ilgili mamul veya ürün standartlarına uygunluğu ve kalitesi kanıtlanmış malzemeler kullanılmalıdır. Bir beton yapının imalatında kullanılacak olan yapı malzemesi, Yapı Malzemeleri Yönetmeliğine (305/2011/AB) uygun olmalıdır.

[**Açıklama**] Gereken performansa sahip beton imalatı için uygun malzemelerin kullanılması çok önemlidir. Özel malzemelerin kullanımı için uygun olup olmadığına deney sonuçları veya geçmiş performans verileri ile karar verilebilir. Genel olarak, TS, ISO, EN veya ASTM standartlarına ya da Avrupa teknik onaylı diğer uluslararası kalite standartlarına uygun malzemeler kalitesi kanıtlanmış malzemeler olarak kabul edilebilir. Ancak, kalite standartlarına uygun olmayan malzemeler kullanıldıysa bile beton için performans gereklerinin sağlanması mümkün olabilir. Bu tür malzemelerin kullanılacağı hallerde beton yapı için performans gereklerinin sağlanabileceği öncelikle DSİ laboratuvarları olmak üzere beton ve bileşenleri konusunda tecrübeli üniversite laboratuvarları ve Türkak Akreditasyonuna sahip laboratuvarlar tarafından hazırlanacak teknik raporların DSİ tarafından değerlendirilmesi ile önceden doğrulanabilir.

Söz konusu malzemeler kullanılarak yapılan beton performans gerekleri sağlandığı sürece, herhangi bir kalitede beton bileşen malzemesi kullanılabilir. Ancak, malzemenin performansına ait saha deneylerinin yetersiz olması durumunda, uzun vadeli kalite sürekliliği ve bu malzemelerden yapılan yapının dayanıklılığı üzerindeki etkisi de dâhil olmak üzere, malzemelerin kalitesi ve betonun performansı dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.

1.2.5 Beton Karışım Tasarımı

Beton karışım oranları gereken beton performansının elde edilebilmesi için; beton tesisleri ile ilgili kısıtlamalar, uygun malzeme temini ve nakliyesine ait maliyetler gibi ekonomik faktörler dikkate alınarak belirlenir.

[**Açıklama**] Karışım tasarımı, beton performans gereklerinin sağlanabilmesi için, bileşen malzemelerin ve bunların karışım oranlarının belirlenmesi için yerine getirilen bir dizi görevi ifade eder. Karışım tasarımı sürecinde, genellikle malzemeler ve bunların karışım oranları varsayım yoluyla belirlenerek deneme karışımları yapılır ve bu şekilde yapılan beton karışımlarının tüm performans gereklerini (karakteristik değerleri) sağladığı doğrulanana kadar bu döngü tekrarlanır. Performans gereklerini karşılayan birçok malzeme kombinasyonları ve

bunların farklı karışım oranları olduğu için, karışım tasarımı aşamasında yapılacak olan, bu kombinasyonlardan uygun olanlarının seçilmesidir. Buradaki beton için gereken performans özellikleri, betonun tasarım ve inşaat performansı, malzeme koşulları ve sadece referans olarak gösterilen karışım gereksinimleri tarafından belirtilen beton için karakteristik değerleri içerir.

1.2.6 Beton Performansının Doğrulanması

(1) Seçilmiş malzemeler ve karışım oranları ile yapılan betonun, tasarım ile belirtilen karakteristik değerleri sağladığı doğrulanır.

(2) Tasarım, karakteristik değerlerin yanı sıra yapıya ilişkin sadece referansa ait değerleri gösteriyorsa, seçilen malzemelerin ve karışım oranlarının sadece referans değerleri karşıladığını veya referans değere dayanan somut performans şartlarının karşılandığı doğrulanmalıdır.

[Açıklama] Beton performansının doğrulanması için bu güne kadar yaygın olarak kullanılan yöntemler, deney esaslı yöntemleri ve geçmiş performans verilerinden çıkarım yapma yöntemini kapsar.

Beton için doğrulanacak karakteristik değerler; dayanımı, karbonatlaşma oranı katsayısını, klorür iyonlarının difüzyon katsayısını, donma-çözülme direncini, kimyasal etki direncini, alkali-silika reaksiyonu direncini, su geçirgenliği katsayısını, yangın dayanımını ve kuruma büzülmesine bağlı birim şekil değiştirmeyi içerir. İnşaat planında belirtilen malzeme şartları ve karışım gereksinimleri ve işlenebilirlik, pompalanabilirlik, priz alma özellikleri, dayanım gelişimi özellikleri vb. yalnızca referans için belirtilen değerlerin de doğrulanması gerekir. Doğrulama için aşağıdaki kriterler kullanılabilir:

$$\gamma_p \frac{A_p}{A_k} \leq 1,0 \quad \text{veya} \quad \gamma_p \frac{A_k}{A_p} \geq 1,0$$

burada A_k : betonun performans niteliğine ilişkin karakteristik değer, A_p : betonun performans niteliğine ilişkin tahmini bir değer, γ_p : A_p 'nin doğruluğu için güvenlik faktörüdür. Belirtilen değerler arasında tek bir karakteristik değer bile sağlanmazsa, seçilen malzemeler ve karışım oranları değiştirilir ve doğrulama yeniden gerçekleştirilir. Beton için rasyonel karışım oranları bu yöntemle tespit edilemezse, yapısal koşullar, donatı malzemesi koşulları, beton imalatı koşulları, yerleştirme koşulları ve bakım koşulları da dahil olmak üzere tüm koşullar yeniden değerlendirilir.

1.2.7 İnşaat Planının Onaylanması ve Değiştirilmesi

- (1) Beton inşaat planının, inşaat işine ilişkin gereklerin ve yapıya ait performans gereklerinin sağlandığı uygun bir yöntem ile doğrulanmalıdır.
- (2) İnşaat planındaki herhangi bir değişiklik, etkisi asgari olacak şekilde yapılmalıdır. Genel bir kural olarak, inşaat planındaki değişiklikler beton karışım oranları ve inşaat yöntemleri ile sınırlı olmalıdır.
- (3) İnşaat planı tasarım aşamasında belirtilen referans değerlerden farklılık gösterirse, inşaat aşamasındaki çatlama kontrolleri inşaat planını yansıtan koşullar altında tekrar yapılır.

[Açıklama] (1) İnşaat planı, inşaat işine ilişkin gerekleri sağlamalı ve plana uygun olarak inşa edilen beton yapının performans gereklerini sağlayacak şekilde olmalıdır. Yüklenici, inşaat planını İdare'ye yazılı olarak sunar ve İdare, tasarım çizimlerinde ve şartnamede gösterilen yapının gerçekten inşa edilebilir olup olmadığını kontrol eder ve inşaat planını onaylar. Daha belirgin bir ifadeyle, "İnşaat: bu Şartnamenin İnşaat Standardları" içinde belirtilen standard inşaat yöntemlerinin kullanılıp kullanılmadığını, planın her görev ile bağlantılı çeşitli faktörlere karşı yeterli bir güvenlik payına sahip olup olmadığını, planın sorun giderme yöntemlerini içerip içermediğini vb. belirlemek için, her görevin Çizelge 1'de gösterilen öğeler ve açıklamalar uyarınca kontrol edilmesi gereklidir. Yeni teknolojiler veya yeni inşaat yöntemleri kullanılacaksa, güvenilir dokümanlara başvurularak ya da tam ölçekli saha denemeleri yapılarak bunların uygulanabilirliğinin ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi gereklidir.

(2) İnşaat planı değiştirilecekse, mevcut koşullar altında oluşacak değişiklikler en aza indirilmelidir. Beton yapının tasarımına geri dönmek yerine inşaat planının yeniden değerlendirilmesi çerçevesinde kalınması gerçekçi bir yöntemdir. Genellikle, inşaat planında belirtilen beton karışım oranlarında veya inşaat yöntemlerinde değişiklik yapmak yeterlidir.

(3) Tasarım aşamasında, beton ve yerleştirme yöntemleri varsayım yoluyla belirlenir, ilk çatlama konusunda kontroller yapılır ve beton için karakteristik değerler belirlenir. İnşaat planındaki bu koşullar tasarım aşamasında öngörülen koşullardan farklıysa, çatlama konusundaki doğrulama, gerekli olduğunda yapılması esasında, inşaat aşamasında tekrar yapılır.

1.3 İNŞAAT AŞAMASI

- (1) Bir beton yapının inşaatı, inşaat planına uygun olarak yürütülür.
- (2) Bir beton yapının inşaatı, şantiyede görevlendirilen, beton yapıların inşaatı konusunda yeterli bilgi ve deneyime sahip bir saha mühendisinin gözetimi altında yapılmalıdır.
- (3) İnşaat planı inşaat aşamasında takip edilemiyorsa, tasarım aşamasında belirlenen performans gereklerinin karşılanabilmesi için uygun önlemler alınmalıdır.

[Açıklama] (1) İnşaat için temel kural inşaat emniyetini ve güvenliğini muhafaza etmesi koşuluyla inşaat işlerini ekonomik ve verimli bir şekilde uygun bir inşaat metoduyla gerçekleştirmektir. Beton döküm işinin; kalıp, donatı çeliği ve betonun yerleştirilmesi ile ilgili çeşitli görevleri içermesi sebebiyle, inşaat işinin verimli bir şekilde yürütülebilmesi için beton döküm işinin diğer iş türleri ile yeterli şekilde koordine edilmesi istenir.

Bir beton yapı inşa etmek için, inşaatçı tasarım çizimleri ve şartnameler esas alınarak gereken inşaat süreçlerini detaylandıran bir inşaat planı hazırlar. Dolayısıyla beton yapının inşaatı, inşaat planına uygun şekilde gerçekleştirilmelidir.

(2) Genel olarak, inşaatın kalitesi, büyük ölçüde inşaatçıların deneyimleri ve nitelikleri gibi insan faktörlerine bağlıdır. Bu nedenle, beton yapıların inşaatı alanında yeterli bilgi ve deneyime sahip saha mühendislerinin şantiyede görevlendirilmeleri, inşaat işinin bu alan mühendislerinin yönlendirmesi ve kontrolü altında yürütülmesi çok önemlidir.

(3) Bir inşaat projesinde, planlama aşamasında beklenmeyen olaylar inşaat aşamasında ortaya çıkabilir. Bu nedenle, inşaatın inşaat planına uygun olarak yürütülmesi her zaman mümkün değildir. Eğer gerçek bir inşaat projesinde inşaat planının izlenmesi zor ise, gereken performansın elde edilebilmesi için, saha mühendislerinin yönlendirmeleri izlenerek uygun önlemler alınmalıdır.

1.4 KALİTE KONTROL

(1) Yüklenici, İdare yetkilileri ve kalite kontrol mühendisi tarafından performans gereklerini yerine getiren bir beton yapı oluşturmak amacıyla inşaatın her aşamasında kalite kontrolü gerçekleştirir.

(2) Kalite kontrol, Yüklenicinin zorunlu bir faaliyeti olarak, etkili olması tahmin edilen bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntem belirlenirken TS EN 206/TS 13515, TS 500, TS EN 1992-1-1 vb. ulusal ve uluslararası standart ve şartnamelerden yararlanılmalıdır.

(3) Kalite kontrol sonucunda bir kalite sorunu ortaya çıkarsa, tasarım aşamasında belirlenen performans gereklerinin yerine getirilebilmesi için, kontrol mühendisinin talimatları uyarınca uygun önlemler alınır.

Kalite kontrol faaliyetlerinde, bu şartname içinde bahsi geçmeyen konularda DSİ Kalite Kontrol Genelgesi ve Kalite Kontrol Teknik Şartnamesi geçerli olacaktır.

[Açıklama] (1) Performans gereklerini yerine getiren bir beton yapı inşa etmek için, Yüklenici inşaatı, inşaat planına uygun olarak yürütmeli ve inşaatın her aşamasında gerekli kalitenin elde edildiğinden emin olmak amacıyla, beton bileşen malzemeleri, donatı ile ilgili malzemeleri, ekipman ve inşaat yöntemleri gibi uygun öğeler için uygun yöntemler ile kalite kontrol işlemlerini gerçekleştirmelidir.

Ancak, birçok değişik tipte deney yapmak ve çok büyük miktarda veri toplamak yerine, kalite kontrolün sadece gereken öğeler (malzemeler) için ve sadece gereken sıklıkla yapılması tavsiye edilir. Deneyleri fiili olarak yapmanın yanı sıra, deney sonuçlarına dayalı kalite kontrolü yapmanın bir yolu, uygun ürünler için üreticilerin deney raporlarının incelenmesidir.

Genellikle, bir yapının inşa edilmesi için dökülen betonun kalitesindeki büyük farklılıklar, sadece inşaat aşamasında sorunlar ortaya çıkma olasılığını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda gereken dayanımı elde etmek için, karışım tasarımı aşamasında büyük bir emniyet faktörünün kullanımını gerektirir. Bu durum, inşaat sürecini ekonomik olmayan bir hale getirir ve birçok durumda dayanıklılık, çatlama direnci azalmasına ve estetik görünümün bozulmasına neden olur. Dolayısıyla her zaman uygun kaliteye sahip beton üretimi gereklidir ve malzemelerin kalitesinin ve beton üretim sürecinin dikkatle kontrol edilmesi önemlidir.

(2) Yüklenici, inşaat planı uyarınca güvenilir, etkin ve ekonomik bir kalite kontrol planı hazırlamalı, İdare'ye sunmalı ve inşaat işlerini kalite kontrol planına uygun olarak yürütmelidir. Kalite kontrol sonuçları, İdare tarafından inşaatın her aşamasında yürütülen muayene sonuçlarının yerine kullanılabilir. Bu nedenle, mümkün olan her yerde, kalite kontrolün teknik olarak veya başka şekilde kanıtlanmış bir yöntemle gerçekleştirilmesi tercih edilir.

(3) Kalite kontrol deneyleri kalitede önemli bir değişim olduğuna dair bir belirti veya bulgu ortaya çıkarırsa, değişimlerin önceden belirlenmiş aralıkta tutulması için, bu değişimin nedenini belirlemek ve iyileştirici önlemler almak için bir etüt yapılması gereklidir. Bir anormallik ya da olası bir kalite sorunu olması durumunda, kontrol mühendisinin (Yapı denetim mühendisi) talimatları uyarınca uygun önlemler zamanında alınmalıdır.

1.5 MUAYENE

- (1) İdare, kendi sorumluluğu altında, inşaatın her aşamasında ve bir yapının tamamlanmasını takiben denetim yapar.
- (2) İdare, yapının önem derecesini, öngörülen kullanımını ve amacını dikkate alarak, tasarım çizimleri ve şartnameler uyarınca bir denetim planı hazırlar.
- (3) Muayene, güvenilirliği kanıtlanmış bir yöntemle muayene planı uyarınca yürütülür.
- (4) Muayene sonuçları olumsuz olursa, düzeltici ve önleyici önlemlerin alınması değerlendirilir. Bu önlemler alınamazsa, inşaatın muayeneden geçmeyen aşaması yeniden yapılır.
- (5) Muayene planı ve muayene sonuçları yapının hizmet süresi boyunca muhafaza edilir.

[Açıklama] (1) Tasarım çizimleri ve şartnamede belirtildiği şekilde bir beton yapı inşa etmek amacıyla, yapılan inşaat işinin yeterli olup olmadığı kontrol edilmeli ve inşaatın her aşamasında muayene gerçekleştirilmelidir. Beton yapıdan beklenen performans, tasarım aşamasında güvenlik gibi performans gereklerinin kontrol edilmesi ve inşaat aşamasında muayene yapılması yoluyla sağlanabilir. Bu nedenle, muayene, İdare'nin sorumluluğu altında yapılmalıdır.

Yeni tamamlanan bir beton yapının performansı tercihen doğrudan kontrol edilmelidir. Ancak, muayene edilebilir bir beton yapı ile ilgili öğeler, tüm muayene öğelerinin (ör.: beton yüzey durumu, yapısal elemanların yerleri, şekilleri, boyutları vb.) sadece bir kısmıyla sınırlıdır. Bu nedenle, beton yapının tasarım çizimleri ve şartnamede belirtildiği şekilde inşa edildiğinden emin olmak için, bir dizi muayene yoluyla inşaatın her aşamasında gerekli denetimlerin yapılması gerçekçi bir yaklaşımdır.

- (2) İdare'nin, yapının önem derecesini, öngörülen kullanımını ve amacını göz önünde bulundurarak tasarım çizimleri ve şartnameye göre güvenilir, verimli ve ekonomik bir muayene planı hazırlaması gerekir. Genel olarak muayene, inşaat işinin türü ve ölçeği, personel, inşaatın

zamanlaması, inşaat süresi, kullanılan malzemelerin ve yapım yöntemlerinin güvenilirliği, inşaat işçilerinin beceri düzeyi, daha sonraki aşamalarındaki iş programları üzerindeki etkisinin derecesi ve verimlilik gibi faktörler dikkate alınarak planlanır. Muayene planı; yapılması gereken işleri, muayene kriterlerini vb. tarif edilmelidir.

İdare'nin tüm öğeleri denetlemesi mümkün değildir çünkü muayene öğeleri her inşaat aşamasında farklıdır. Bu nedenle, Yüklenici inşaat işleri ve kendi sorumluluğu altındaki yapı ile ilgili denetimler dışındaki malzemelere ilişkin kalite kontrol öğelerini denetler ve İdare muayene sonuçlarının alınmasını garanti eder. Uygulamanın işlemlerini sağlamak için İdare gerçek inşaat başlamadan önce muayene yöntemlerini Yüklenici ile görüşmelidir. Görüşmenin sonuçlarını, Yüklenici bir inşaat planlama dokümanına kaydederken, İdare'nin bir muayene planlama dokümanına kaydettiği yazılı dokümanlar ile kayda geçirilmelidir.

(3) İdare beton yapının kabul edilebilirliğini muayene ile değerlendirmek zorunda olduğu için, muayene yönteminin güvenilirliğinin destekleyici teknik bilgiler ve diğer belgeler ile sağlanması gerekmektedir. Kabul edilebilirlik kriterleri, sözleşmede kararlaştırılan önemli öğelerden biridir; dolayısıyla objektif olmalıdır. Yaygın uygulama, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) veya ASTM standartlarında belirtilen yöntemlerin kullanılmasıdır. Bu şartnamenin inşaat ve muayene standartları, standard muayene yöntemlerini ve bu standartlar ve şartnameler esasında muayene sonuçlarının kabul edilebilirliğini değerlendirme kriterlerini belirtir. İdare, çimento ve kullanılan diğer malzemeler için ilgili malzemenin standardında belirtilenden farklı veya ilave testler ister ise test yöntemi, standardı, doğrulama metodu ve periyodu taraflar arasında karşılıklı mutabakatla belirlenir ve tutanak altına alınır.

İdare, sözleşme dokümanlarında vb. muayene öğeleri, muayene yöntemleri ve kabul kriterleri gibi muayene ile ilgili gerekleri önceden belirtir ve genel bir kural olarak sözleşme dokümanlarında tüm gereklerini belirtir. Ancak, muayenelerin güvenilir, verimli ve ekonomik bir şekilde yürütülmesi için, inşaatın farklı aşamalarında yapılması gereken muayenelerin, geniş bir muayene öğeleri yelpazesini içerdiği için, muayene öğeleri, muayene yöntemleri, zamanlama, sıklık, personel, maliyet ve gereken zaman gibi detaylar konusundaki çalışmaların önceden yapılması ve özellikle detaylı hususlar ile ilgili olarak Yüklenici ile anlaşmaya varılması tercih edilir. Yeni geliştirilmiş bir inşaat yöntemi veya malzeme kullanılırsa, bilinen muayene yöntemleri yeterli olmayabilir. Bu nedenle bir muayenenin yüklenici ile istişare içinde hazırlanması İdare için önemlidir.

(4) Bir muayene, inşaatın bir aşamasında olumsuz sonuçlanırsa, ya söz konusu inşaat aşamasının yeniden yapılması veya iyileştirici önlemler alınması gereklidir. Bu durumda, beton yapıdan beklenen performansın iyileştirici önlemler alınarak elde edilebileceği doğrulanmalıdır. Dolayısıyla Yüklenicinin, yeniden yapılması zor olan inşaat işleri ile ilgili olarak inşaat prosedürlerini ve ayrıntılarını önceden dikkatle belirlemesi gerekir. Bir muayenenin olumsuz sonuçlanması durumunda iyileştirici önlemler alınması ve inşaatın yeniden yapılması mümkün olmaması durumunda, sorunun beton yapıdan beklenen performans üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi ve yapının yıkılması ve yeniden inşa edilmesi veya bakım planının değiştirilmesi veya mevcut yapının kullanılması gibi uygun önlemlerin alınması gereklidir.

(5) Muayene kayıtları, beton yapının inşaat planına uygun olarak ve tasarım çizimlerinde ve şartnamede belirtildiği şekilde inşa edildiğini belgeleyen dokümanlardır. Bu nedenle, muayene kayıtları beton yapının hizmet süresi boyunca muhafaza edilmelidir. Bir muayene inşaatın bir veya daha çok aşamasında olumsuz sonuçlanırsa, alınan iyileştirici önlemler dâhil gerçeklerin ayrıntılı olarak kaydedilmesi önemlidir.

1.5.1 Muayene Planı

(1) Muayene planı; muayene öğelerini, muayene yöntemlerini ve kabul kriterlerini, muayenenin zamanlaması ve sıklığı gibi gerekleri ve söz konusu yapının tasarım çizimleri ve şartnamede belirtilen şekilde inşa edildiğini tayin etmek için gereken personel gereklerini belirtir.

(2) Tasarım çizimleri veya şartnamelerde herhangi bir değişiklik olması durumunda, muayene planı gözden geçirilir.

[Açıklama] (1) Söz konusu yapının tasarım çizimleri ve şartnamede belirtildiği şekilde inşa edildiğini belirlemek için gereken muayene öğeleri, muayene yöntemleri ve kabul kriterleri, muayenenin zamanlaması ve sıklığı gibi gerekler ve personel gerekleri muayene planında belirlenmeli ve belirtilmelidir. Standard muayeneler genellikle aşağıdakilerden oluşur:

- (i). Beton bileşen malzemelerin kalitesinin muayenesi
- (ii). Beton tesisinin performansının muayenesi
- (iii). Betonun kalitesinin muayenesi
- (iv). Donatı malzemelerinin kalitesinin muayenesi
- (v). İnşaatın denetimi
- (vi). Yapı elemanının denetimi

Bir beton yapının inşaatı ile bağlantılı olarak yürütülen bir dizi muayene, kullanılan malzemelerin (beton ve donatı çubukları) uygun olmasını sağlamak için yapılan malzeme muayenesini, temel olarak yapının ve elemanlarının boyutsal gerekleri karşılmasını, belirtilen donatı çubuklarının belirtilen yerlere yerleştirilmiş olmasını, betonun düzgün şekilde yerleştirilmiş ve sıkıştırılmış olmasını ve kürünün gerektiği gibi yapılmış olmasını ve beton yapının muayene edilmiş olmasını sağlamak için yapılan inşaat muayenesini içerir. Bu muayenelerden geçirildikten sonra, beton yapının tasarım çizimleri ve şartnamede belirtildiği şekilde inşa edildiğine karar verilebilir.

Muayenelerin, sadece yapının etkinliği ve ekonomisi açısından temel öğeler için yapılması tercih edilir. Tasarım çizimleri ve şartnamede belirtilen beton yapının inşa edilebilir olup olmadığını kontrol etmek için gerekli görülen muayeneler, güvenilirlikleri tespit edildikten sonra yapılmalıdır. Örneğin, yeni geliştirilmiş malzemeler veya inşaat yöntemleri kullanıldığında inşaatın yeterliliğine, yukarıda sıralanan (i) ila (iv) arasındaki denetimler ile karar verilemeyeceğinin olası olduğu düşünülürse, bu tür malzemeler veya inşaat yöntemleri için uygun muayene yöntemleri benimsenmelidir. Bu gibi durumlarda, İdare ve Yüklenici arasında derinlemesine görüşme yoluyla muayene detaylarının doğrulanması çok önemlidir.

(3) Muayene planı tasarım çizimleri ve şartname esasında hazırlandığı için, muayene planı değiştirildiyse, bu durumda yeniden gözden geçirilmelidir.

1.5.2 Muayenenin Yürütülmesi

(1) Muayene, muayene planı uyarınca yürütülür.

(2) Muayeneden sorumlu kişi, denetim sonuçlarının kabul edilebilirliğine önceden belirlenmiş muayene kriterlerine göre karar verir.

[Açıklama] (1) Temel olarak, bir yapının muayenesi, İdare tarafından Yüklenicinin sorumluluğu altında ve muayene planına uygun olarak yapılmalıdır. Muayene görevleri, söz konusu inşaat işinde çalışma deneyimine sahip veya teknik deneyime sahip görevlinin yönlendirmesi altında gerçekleştirilmelidir.

(2) İnşaatın bir aşamasında bir muayene olumsuz sonuçlanırsa, ya ilgili inşaat işi tekrar yapılır ya da İdare ve Yüklenici arasındaki mutabakata göre iyileştirici önlemler alınır. İyileştirici önlemler alındıktan sonra kullanılan muayene yöntemleri de teknik olarak kanıtlanmış,

güvenilir yöntemler olmalıdır. Muayeneden sorumlu kişi, İdare veya Yüklenici temsilcisi olmalı ve İnşaat Mühendisleri Odası tarafından belgelenmiş bir mühendis, danışman mühendis (beton uzmanı), beton mühendisi veya eşit derecede yetkin bir kişi olmalıdır.

1.5.3 Muayene Kayıtlarının Tutulması

(1) Muayene kayıtları beton yapının hizmet süresi boyunca muhafaza edilir.

(2) Gerekli öğeleri kapsayan muayene kayıtları, bakım esaslarına göre uygun bir biçimde muhafaza edilir.

[Açıklama] (1) Muayene kayıtları, bir beton yapıdan beklenen performansı doğrulayan önemli kayıtlardır. Dolayısıyla, tasarım çizimleri ve şartname ve muayene planı gibi, muayene kayıtları da muhafaza edilmelidir. Bir muayene olumsuz sonuçlandıysa ve iyileştirici önlemler alındıysa, bunların detayları ile ilgili kayıtlar da saklanmalıdır.

(2) Muayene kayıtları, yeni tamamlanan bir beton yapının bakımına ilişkin ilk değerler olarak önemli oldukları için, beton yapının güvenliğinin, kullanılabilirliğinin, vb. tespit edilebilmesi için, bunlar da bir bilgi kaynağı olarak muhafaza edilmelidir.

1.6 İNŞAAT KAYITLARI

İdare veya Yüklenici, inşaat kayıtlarını beton yapının hizmet süresi boyunca muhafaza eder.

[Açıklama] "İnşaat kayıtları" terimi burada (değişiklikler dahil) tasarım çizimlerini ve şartnameyi, (değişiklikler dahil) inşaat planını, (değişiklikler dahil) muayene planını ve muayene kayıtlarını ifade eder. Önem derecesine ve gerekliliğe bağlı olarak inşaat yönetimi ile ilgili kayıtların tutulması da iyi bir uygulamadır.

Bu dokümanlar, hizmet dönemi boyunca yapıdan beklenen performansı sağlamak için temel veri olarak kullanılabilecek, yeni inşa edilen beton yapıya ilişkin tüm bilgileri içerir. Bu dokümanların, ilgili görevleri yerine getiren kişilerin ilişkilerini, isimlerini, vb göstermesi istenir.

2. TANIMLAR

2.1 İnşaat derzi: Beton döküm işlemlerine bilerek ve isteyerek veya zorunlu olarak ara verilmesi durumunda önceki sertleşmiş beton ile sonraki beton kütlesi ile arasındaki derzlere inşaat derzi adı verilir.

2.2 Soğuk derz: Beton dökümünün, betonun katılaşması veya sertleşmesine yol açacak kadar uzun bir süre durması sonucunda oluşan penetrasyona izin vermeyen yüzeyler soğuk derz olarak değerlendirilir. Beton döküm işinin bir saatten fazla duraksadığı beton yüzeyleri inşaat derzi veya soğuk derz olarak değerlendirilecektir. Priz geciktirici özelliği olan kimyasal katkıli klasik betonlarda bu süre 1,5 saat olabilir.

2.3 Genleşme veya Büzülme Derzleri: Beton yapıların genleşme ve/veya büzülme sebebiyle komşu yapıya göre olası yer değiştirmesine izin veren derzlerdir.

2.4 Kütle betonu: Çimentonun su ile reaksiyonu sırasında açığa çıkan hidrasyon ısısı ve bunu takip eden hacim değişiklikleri neticesinde termal çatlak oluşumlarının en alt seviyeye çekilmesi maksadıyla tedbirler alınması gerekli olan büyük boyutlu betonlar için kullanılan bir ifadedir. Kemer, beton ağırlık barajları, regülatörler v.b. yapılarda kullanılan ve en küçük boyutu 100 cm'den büyük olan beton ve betonarme yapılarda kullanılan beton kütle betonu olarak isimlendirilmiştir.

2.5 Beton : Çimento, iri agrega, ince agrega ve suyun, kimyasal katkı, mineral katkı veya lif de ilâve edilerek veya edilmeden karıştırılmasıyla oluşturulan ve çimentonun hidrasyonu ile gerekli özelliklerini kazanan malzeme.

2.6 Tasarlanmış beton : Gerekli özellikler ve ilâve karakteristiklerin imalatçıya tarif edildiği ve imalatçının bu özelliklerle ilâve karakteristiklere uygun olarak temin etmede sorumlu olduğu beton.

2.7 Tasarım hizmet ömrü : Bir yapının veya yapıya ait kısmın, çok büyük oranda tamir işlemine gerek duyulmaksızın, normal bakımla tasarlanan amacına uygun şekilde kullanımı için kabul edilen süre.

2.8 Çevresel etkiler : Yapısal tasarımda yük olarak düşünülmeyen, beton veya donatı veya gömülü metal üzerine etkileri olan betonun maruz kaldığı kimyasal ve fiziksel etkiler.

2.9 Ön-dökümlü eleman : Nihai kullanım yeri dışındaki bir ortamda dökülen ve kür edilen beton eleman (fabrikada veya şantiyede imal edilmiş).

2.10 Tarif edilmiş beton : Kullanılacak bileşen malzemeler ve karışım oranlarının imalatçıya tarif edildiği ve imalatçının bu karışım oranlarına sahip olarak temin etmede sorumlu olduğu beton.

2.11 Kullanım yerinde geçerli şartlar : Betonun kullanım yerinde geçerli olduğu ulusal hükümler.

2.12 Hazır beton : Kullanıcı olmayan şahıs veya kuruluş tarafından hazırlanarak taze halde iken teslim edilen beton. Bu şartnamede aşağıda verilenler de hazır beton olarak kabul edilir :

- Kullanıcı tarafından şantiye dışında hazırlanan beton.
- Şantiyede, kullanıcı haricindeki kişi veya kuruluşlarca hazırlanan beton.

2.13 Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) : Kendi ağırlığı ile akabilen ve sıkışabilen, homojenliğini koruyarak içerisinde donatı bulunan kalıpları, kanalları, çok sık donatılı beton bileşenleri gibi yapı elemanlarını doldurabilen beton.

2.14 Şantiyede hazırlanan beton : Beton kullanıcısı tarafından, sadece kendi kullanımı için şantiyede imal edilen beton.

2.15 Şantiye (İnşaat sahası) : İnşaat işlerinin yürütüldüğü alan.

2.16 Beton şartnamesi : İmalatçıya, performans ve bileşim oranlarıyla ilgili teknik şartları bildirmek üzere verilen belgeler bütünü.

2.17 Şartname hazırlayıcı : Taze ve sertleşmiş betonla ilgili şartnameleri hazırlayan şahıs veya kuruluş.

2.18 Standarda göre tarif edilmiş beton : Betonun kullanılacağı yerde geçerli bir standardda verilen karışım oranlarıyla tarif edilen beton.

2.19 Çimento : Su ile karıştırıldığında, hidrasyon reaksiyonları ve işlemleriyle priz alan ve sertleşebilen hamur meydana getiren ve sertleştikten sonra dayanım ve kararlılığını su içerisinde dahi sürdürebilen öğütülmüş inorganik malzeme.

2.20 Mineral katkı : Betonun bazı özelliklerini iyileştirmek veya betona özel nitelikler kazandırmak amacıyla kullanılan ince öğütülmüş inorganik malzeme.

2.20.1 Tip I mineral katkı

Beton imalatında kullanılan hemen hemen inert malzeme.

2.20.2 Tip II mineral katkı

Beton imalatında kullanılan puzzolanik veya gizli hidrolik mineral katkıları.

2.21 Kimyasal katkı : Taze veya sertleşmiş betonun bazı özelliklerini değiştirmek üzere, karıştırma işlemi esnasında betona, çimento kütlesine oranla az miktarlarda ilâve edilen malzeme.

2.22 Agregâ : Betonda kullanıma uygun taneli mineral malzeme. Agregalar, doğal, yapay veya daha önce yapıda kullanılmış malzemelerden tekrar kazanım yoluyla elde edilmiş olabilir.

2.22.1 Tuvenan agregâ : İri ve ince agreganın belirli oranlarda karışımından ibaret olan karışık agregaların tümü.

2.22.2 Agregâ tane büyüklüğü : Agreganın, d/D olarak, elek göz açıklığının alt sınırı (d) ve üst sınırı (D) kullanılarak ifade edilen kısa gösterilişi.

2.22.3 İnce malzeme miktarı : Taze beton içindeki, tane büyüklüğü en fazla 0,125 mm olan katı malzemelerin toplam kütlesi.

2.22.4 Ağır agregâ : EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kurusu tane birim hacim kütlesi $> 3000 \text{ kg/m}^3$ olan agregâ.

2.22.5 Hafif agregâ : EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kuru tane yoğunluğu $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$ veya EN 1097-3'e uygun olarak tayin edilen etüv kuru tane yoğunluğu (boşluklu) $\leq 1200 \text{ kg/m}^3$ olan mineral esaslı agregâ.

2.22.6 Normal agregâ : EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kuru tane yoğunluğu $> 2000 \text{ kg/m}^3$ ve $< 3000 \text{ kg/m}^3$ olan agregâ.

2.22.7 Yıkılarak geri kazanılmış agregâ : Taze betonun yıkanması sonucunda elde edilen agregâ.

2.22.8 Geri kazanılmış kırmataş agregâ : Daha önce inşaat işinde kullanılmamış sertleşmiş betonun kırılması yoluyla elde edilen agregâ.

2.22.9 Geri dönüşümlü agregâ : Daha önce inşaat işinde kullanılmış inorganik malzemelerin işlenmesiyle elde edilen agregâ.

2.23 Çelik lifler : Betona ilave edildiğinde, homojen olarak karıştırılmaya uygun, soğuk çekilmiş çelik tel, düz veya çentikli kesilmiş levha lifler, eritilmiş ayrılmış lifler, tıraşlanmış soğuk çekilmiş tel lifler veya çelik bloklardan çekilmiş liflerin düz veya çentikli (deforme) parçaları.

2.24 Polimer lifler : Betona ilave edildiğinde, homojen olarak karıştırılmaya uygun ekstrüde, yönlendirilmiş ve doğranmış, düz veya çentikli (deforme) parçalar.

2.25 Harman : Karıştırıcıda (mikser) bir işlem devresinde imal edilen veya sürekli karıştırıcıdan bir dakikalık sürede boşaltılan taze beton miktarı.

2.26 Bir metreküp beton : EN 12350-6'da tarif edilen işleme uygun olarak sıkıştırılmış halde 1 m^3 hacim işgal eden taze beton miktarı.

2.27 Etkili su içeriği : Taze beton bünyesinde mevcut toplam su miktarı ile agregâ tarafından emilen su miktarı arasındaki fark.

2.28 Sürüklenmiş hava : Genellikle yüzey aktif katkı maddesi kullanılarak, karışım esnasında taze beton içerisinde tasarlanarak oluşturulan, 10 µm ile 300 µm arasında çapa sahip küre veya küreye yakın şekilli mikroskobik hava kabarcıkları.

2.29 Hapsolmuş hava : Betonda, plânlanarak oluşturulanlar (sürüklenen) dışında oluşan hava boşlukları.

2.30 Taze beton : Betonun, karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen yöntemle sıkıştırılabilir haldeki durumu.

2.31 Yük : Bir araçta taşınan ve bir veya daha fazla harmandan meydana gelen beton miktarı.

2.32 Karıştırmasız donanım : Betonu, Madde 3.1.3.1'de tarif edilen şekilde karıştırmaksızın taşımada kullanılan, damperli kamyon veya taşıma kovası gibi donanım.

2.33 Geçiş yeterliliği : Taze betonun, çelik donatı çubukları arasındaki boşluklar gibi dar açıklıklardan ayrışma veya tıkanma olmadan akma yeteneği.

2.34 Ayrışma direnci : Taze betonun, bileşim homojenliğini taze halde iken sağlayabilme kabiliyeti.

2.35 Çökme-yayılma : Taze betonun, standard bir çökme hunisinden yayıldıktan sonraki ortalama çapı.

2.36 Toplam su içeriği : Karma suyu, agreganın bünyesinde ve yüzeyinde bulunan su, hamur şeklinde kullanılan mineral katkı ve kimyasal katkı içerisinde bulunan su, betona buz ilave edilmesi veya buharla ısıtma yoluyla beton bünyesine giren suların toplamı.

2.37 Transmikser : Kamyon şasisi üzerine monte edilmiş, betonu homojen şekilde karıştırma ve teslim (boşaltmaya) uygun beton karıştırıcısı.

2.38 Betonun viskozitesi : Taze betonun, akmanın başlamasından sonra akmaya karşı gösterdiği direnç.

2.39 Su/çimento oranı : Taze betonda etkili su miktarının çimento dozajına kütlece oranı

Not 1 - Mineral katkı kullanılması durumunda, su/çimento oranı Madde 5.4.2 (3).’e göre belirlenmelidir.

2.40 Sertleşmiş beton

2.40.1 Hafif beton : Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi (yoğunluğu) en az 800 kg/m³ en fazla 2000 kg/m³ olan beton.

2.40.2 Sertleşmiş beton : Katı fazda bulunan ve belirli seviyede dayanım kazanmış olan beton.

2.40.3 Ağır beton : Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi 2600 kg/m³ 'ten daha büyük olan beton.

2.40.4 Normal beton : Etüv kurusu durumdaki birim hacim kütlesi en az 2000 kg/m³ en fazla 2600 kg/m³ olan beton.

2.40.5 Uygunluk ve imalat kontrolü

2.40.5.1 Ortalama çıkış kalitesi, AOQ : Gerekli karakteristik değerin altında kalan ve bilinmeyen, imalat sırasında uygulanan uygunluk değerlendirmesinde dağılım için kabul ihtimali ile çarpılan dağılım yüzdesi.

Not - Dayanım için “gerekli” sözcüğü, belirli bir beton dayanım sınıfına ait karakteristik dayanımı veya referans beton ailesinin karakteristik dayanımını ifade eder.

2.40.5.2 Ortalama çıkış kalitesi sınırı, AOQL : Uygun olduğu kabul edilen (veya çıkış yapan beton yükü) beton imalatında gerekli karakteristik değerin altına düşen en büyük ortalama kısım.

2.40.5.3 Kabul edilebilir kalite seviyesi, AQL : Betona ait bir niteliğin, beton imalatı için tatmin edici olarak kabul edilen belirlenmiş karakteristik değerinden daha kötü olan dağılımının bilinmeyen yüzdesi.

2.40.5.4 Karakteristik dayanım : Dikkate alınan hacimdeki betonda belirlenecek bütün dayanım değerlerinden, bu dayanımın altına düşmesi beklenen oranın % 5 olduğu dayanım düzeyi.

2.40.5.5 Beton dayanım sınıfı : Beton numune tipine bağlı olarak (normal, ağır veya hafif) karakteristik silindir dayanımı ($\varnothing=150$ mm ve $L=300$ mm) ve karakteristik küp dayanımı ($L=150$ mm kenar uzunluğunda) dikkate alınarak belirlenen sınıflandırma.

2.40.5.6 Uygunluk deneyi : Betonun uygunluğunun değerlendirilmesi için imalatçı tarafından gerçekleştirilen deney.

2.40.5.7 Uygunluk değerlendirmesi : İmal edilen belirli miktardaki betonun belirlenmiş gerekleri sağlayıp sağlamadığının kontrolü için yapılan sistematik inceleme.

2.40.5.8 Tanımlama deneyi : Seçilen beton harmanlarının veya transmikser tarafından taşınan beton miktarlarının, uygun yığından alınıp alınmadığını belirlemek için yapılan deney.

2.40.5.9 Başlangıç deneyi : Betonun taze ve sertleşmiş durumda iken, belirlenmiş şartların tümünü sağlaması için, seri imalatın başlangıcından önce, yeni beton veya beton grubu karışım oranlarının belirlenmesi için yapılan deney veya deneyler.

2.40.5.10 Doğrulama : Belirlenen şartların yerine getirildiğine dair somut delillerin muayenesi ile yapılan doğrulama.

3. ANA MALZEMELER

Genel

Beton: çakıl, kum gibi "agrega" olarak adlandırılan malzemelerin bir bağlayıcı (Portland çimentosu, katkılı çimentolar ve çimento + tip II mineral katkı) malzeme ve suyun birlikte karıştırılmasından meydana gelen bir inşaat yapı malzemesidir. Betonun ana bileşeni çimento ve su birlikte reaksiyona girer (hidratasyon), sonuçta bir pasta oluşur ve zamanla su altında dahi tutkal gibi sertleşmesine devam ederek agregaları birbirlerine mekanik olarak bağlar. Beton bir çok kez insan yapımı kaya veya taş (man made stone) olarak da tanımlanır.

Beton kelimesinin ingilizcesi “concrete” latincesi “concretus” ve anlamı da “birlikte gelişen” dir. Portland çimentosu betonu heterojen, süreksiz, düzgün olarak boyutlandırılmış bir yapıya sahip ve genellikle orijini sedimanter kalkerli inorganik mineral agregaların çimento pastası içerisinde mekanik olarak bağlanması ile oluşan kompozit bir sistemdir. Beton baziktir ve sürekli olarak bir takım kimyasal reaksiyonların devam ettiği sertleşme süreci sonucunda kristal, amorf ve kolloidal yapının hallerin meydana geldiği bir ortamdır. Oluşan nihai malzeme (beton) poroz bir yapıya sahip oldukça az geçirgen ve belirli oranda çekme, basınç ve kayma dayanımı gösterebilen özelliklere haizdir.

3.1 AGREGALAR

Doğal, yapay veya her iki cins yoğun mineral malzemenin çeşitli boyuttaki kırılmamış ve/veya kırılmış tanelerinin bir yığıdır.

Doğal agregası, mineral kaynaklardan elde edilen ve mekanik işlem dışında herhangi bir işleme tâbi tutulmamış olan mineral kaynaklardan elde edilen agregadır. Doğal agregası (doğal taş agregası), teraslardan, nehirlerden, denizlerden, göllerden ve taş ocaklarından elde edilen kırılmış veya kırılmamış (kırmataş, kırmaçakıl, kum veya çakıl şeklinde) yoğun yapılı agregadır.

Yapay agregası (sanayi ürünü agregası) ısıtma işlemi veya diğer uygulamaları ihtiva eden bir endüstriyel işlem sonucunda elde edilen mineral kökenli agregadır. Yapay agregası, yüksek fırın cüruf taşı, izabe cürufu veya yüksek fırın cüruf kumu gibi sanayi ürünü olan kırılmış veya kırılmamış yoğun yapılı agregadır. Yapay agregası taşların konkasörle kırılması ile mekanik olarak da (kırmataş yapay agregası şeklinde) üretilebilir. Beton imalatında kullanılacak agregalar aşağıda belirtilen TS 706 EN 12620+A1 ve/veya ASTM C33 standartlarına veya ACI 221R ile ilgili şartnamelerine uygun olacak ve gerekli olması durumunda Yüklenicinin dışardan temin edeceği agregalar ise ilave olarak TS 706 EN 12620+A1'e göre CE belgesine sahip olacaktır. İdare isterse aşağıda belirtilmeyen deney yöntemleri veya belirtilmiş olmakla birlikte diğer başka ve/veya uluslararası standartlara göre de deney yapar veya yaptırır. Agreganın seçimi TS EN 206 standardına göre belirlenmelidir.

- (1) Agregası tipi ve kategorileri, örneğin tane büyüklüğü dağılımı, yassılık - uzunluk, donma/çözülme dayanıklılığı, aşınma direnci, incelik gibi agregası özellikleri, aşağıda verilenler dikkate alınarak seçilmelidir:

- uygulama (inşaat) yöntemi;
- beton yapının kullanım amacı;
- betonun maruz kalacağı çevre koşulları;
- görünür agregalı betondaki veya mekanik mastarlı betondaki agregalar için her türlü gereklilik.

(2) $D_{maks} \geq D_{en\ küçük}$ ve $\leq D_{en\ büyük}$ koşullarını sağlamalıdır.

$D_{en\ küçük}$: Betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agregatane sınıflarından en iri olana ait en küçük D değeri

$D_{en\ büyük}$: Betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agregatane sınıflarından en iri olana ait en büyük D değeri

D_{maks} : Betonda gerçekte kullanılan agregatane sınıflarından en iri olanının beyan edilen D değeri

3.1.1 Agregatane Büyüklüğü Dağılımının Belirlenmesinde ve Beton Karışım Hesaplarında Kullanılacak Elek Serilerinin Seçimi

Agregatane büyüklüğü dağılımlarının (granülometri) belirlenmesinde ve beton karışım hesaplarında kullanılacak tane sınıfı elek serilerinin seçimi iki yöntemle belirlenebilir.

- TS ISO 3310-1 veya ASTM E11’de verilen elek serileri veya bunların metrik eşdeğerleri kullanıldığında, beton karışım oranları hesabı için Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.5’te belirtilen agregatane elekleri ve granülometri sınırları kullanılacaktır.
- TS 706 EN 12620+A1 ile ASTM C33 “Beton Agregaları” standartlarının öngördüğü elek serisi kullanıldığında, TS 802 “Beton karışım tasarımı hesap esasları” standardında karışım oranları tayini için verilen Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 veya Çizelge 5’deki referans değer ve eğrilerinden biri (agrega en büyük tane boyutuna göre) tercih edilerek kullanılmalıdır.

3.1.2 İnce Agregatane

İnce agregatane, doğal kum, kırmataş kum veya diğer geri dönüşümlü agregatane veya bunların bir kombinasyonundan oluşur.

Betonda kullanılması planlanan ince agregalar Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de fiziksel ve mekanik özelliklere uygun olacaktır. İnce agregatane, sert ve sağlam taneciklerden oluşacak ve çeşitli ocaklardan elde edilen ince agregatane İdare’nin izni olmadıkça birbirlerine kesinlikle karıştırılmayacaktır.

Çizelge 3.1 - Betonda kullanılacak ince agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerine ait sınır değerler.

Malzeme	Sınır değerler
Özgül kütle (DKY durumunda), g/cm ³	≥ 2,50
Su Emme Oranı, %	≤ 3,0
İncelik Modülü	2,40 – 3,20
Kil toprakları ve ufalanabilir taneler, % (Notlara bakılmalıdır)	≤ 3,0
Göz açıklığı 75 µm (No. 200) olan elekten geçen ince malzeme oranı, %	Notlara bakılmalıdır.
- Aşınmaya maruz kalan betonlarda	≤ 10,0
- Diğer tüm betonlarda	≤ 16,0
İnce Malzeme Kirliliği (TS EN 933-9 ve/veya ASTM C1777 Metilen mavisi deneyi ile belirlenen) mg/g veya mL/g	Sonuç İdare tarafından değerlendirilecektir.
- Bazalt, granit, gabro, andezit vb. magmatik kökenli kayalarda	≤ 3,5
- Kireçtaşı vb. sedimanter kökenli kayalarda	≤ 2,0
Yumuşak parçalar, kömür, linyit ve şist gibi diğer yabancı maddelerin toplam oranı:	
- Beton yüzey görünümünün önemli olduğu yerlerde, %	≤ 0,5
- Diğer tüm betonlar, %	≤ 1,0
Dona dayanıklılık (kimyasal yöntemle tayin edilen), %	
- Na ₂ SO ₄ ile	≤ 10
- Mg ₂ SO ₄ ile	≤ 15
Organik Madde	standart renkten koyu olmayacak
Alkali-Silika Reaksiyonu (ASR) için hızlandırılmış mortar bar yöntemi, harç prizmalarının 14 günlük genleşmesi	≤ 0,10
Not: Aşınmaya maruz yapılarda doğal veya kırmataş agregası kullanıldığında 0.075 mm elekten geçen malzeme miktarı en fazla %10 olabilir. Diğer beton yapılarda 0,075 mm elekten geçen malzeme miktarı TS 13515’de belirtildiği şekilde olacaktır.	

Not 1 - Kırmataş ince agregalarda çok ince malzeme miktarı kil olmayıp kendi tozu olabilir. Bu yüzden çok ince malzemenin şartname sınır değerlerini maksimum şartname limitini aşması kabul edilebilir. Ancak kırma kumlarda TS EN 933-9 standardı veya ASTM C1777 standardı (Yayınlandığında TS standardı) esaslarına göre yapılan deney sonucunda ince agreganın tavsiye edilen maksimum metilen mavisi değeri en fazla 3,5 mg/g’dır.

Not 2 - 75-µm (No. 200) elekten geçen malzeme oranlarının yüksek olduğu kırmataş ince agregası, 75-µm (No. 200) elekten geçen materyalin temel olarak ana kayaktan üretilmiş taş tozundan oluştuğunu belirlemek için daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç duyulabilir. İnce agregası önemli miktarda kil mineralleri veya diğer zararlı bileşenler içeremez. Taş tozunun bir kısmı kil boyutu aralığında oluşabileceğinden ve 2 µm’den ince malzeme olarak tanımlandığından, bu kil boyutlu materyallerin kil minerallerinden uygun şekilde ayırt edilmesine dikkat edilmelidir.

Not 3 - 75 µm (No. 200) elekten geçen yüksek oranlarda doğal ince agregası, kil mineral içeriği için daha yüksek bir potansiyele sahip olabilir. Petrografik analiz, kum eşdeğer tayini (TS EN 933-8 veya ASTM D2419), hidrometre analizi (ASTM D422 veya EN ISO 17892-4), metilen mavisi adsorpsiyon tayini (TS EN 933-9, ASTM C1777), Tane büyüklüğü analizi - Lazer kırınım yöntemleri (TS ISO 13320) ve X-ışını kırınım analizi gibi bu ince maddelerin karakterize edilmesi için çeşitli yollar mevcuttur. Bu teknikler araştırma amaçları için yararlı olmasına rağmen, bu malzemelerin çeşitli amaçlanan servis koşulları altında betonda performansının tahmini için herhangi bir sınır belirlenmemiştir.

Not 4 - Metilen mavisi adsorpsiyonu, hidrometre analizi ve tane büyüklüğü analizi- Lazer kırınım yöntemleri deneylerinin, malzemenin betonda kullanım için uygunluğunu belirlemek ve 75 µm (No. 200) elekten geçen malzemenin karakterizasyonu için nispeten hızlı ve güvenilir iki test olduğu düşünülmektedir. Araştırmalar, ince agregası içinde kütlece 2 µm’den daha ince malzemenin % 4’den az ve ASTM C1777’ye göre metilen mavisi adsorpsiyon değerleri 5 mL/g’den daha düşük üretilen ince agreganın, betonda kullanım için uygun olduğunu göstermiştir. Bu değerleri aşan ince agregası da taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin kabul edilebilir olduğu gösterilmesi şartıyla kullanım için uygun olabilir.

Not 5 – Çizelge 3.1’de verilen limitleri aşan agregalarla en az 5 sene önce inşa edilmiş, şiddetli doğal hava şartları altında aşırı derecede yıpranma göstermemiş inşaatlar varsa İdare’nin onayı ile malzemenin kullanılmasına izin verilebilir.

Not 6 - Renk mukayese metodu ile organik madde denemelerine tabi tutulan agregalar; standard referans renginden daha koyu renk verdiği takdirde, harç/beton yapma kabiliyeti denemesine tabii tutulurlar. Organik madde miktarı fazla olan ince agrega ile hazırlanan harcın/betonun 7 ve 28 günlük dayanımları kontrol (şahit) harcı/betonu ile hazırlanan küplerin dayanımlarının en az %95’ini sağlıyorsa bu agrega kullanılabilir, aksi halde reddedilir.

Doğal halde iken, özellikleri bu sınır değerler dışında kalan malzemelerin, uygun hale getirdikten sonra kullanılmaları mümkündür. Kırılarak hazırlanan agregalarda kilden ileri gelmiyorsa (öğütülmüş taş unu/tozları ise) çok ince malzeme miktarı burada verilen miktar kadar kullanılabilir.

3.1.3 Tane Büyüklüğü Dağılımı

İnce agreganın granülometrisi uniform olacak ve standart kare delikli eleklerle yapılan deneyler sonucu, aşağıdaki limitlere uyulacaktır. İnce agreganın incelik modülü tüm beton tipleri için 2,40 ila 3,50 arasında olmalıdır. Başlangıçta belirlenen incelik modülünden sapma en fazla 0,2 olabilir.

Çizelge 3.2 - İnce Agrega Granülometrisi (ASTM E11 elekleri ile)

Elekler		Elekten Geçen, %	
İnç	mm	Alt sınır	Üst sınır
3/8"	9,5	100	100
No.4	4,75	95	100
No. 8	2,38	80	96
No.16	1,19	50	85
No.30	0,60	25	60
No.50	0,30	10	33
No.100	0,15	3	20
No.200	0,075	0	14
Pan	0	0	0

Çizelge 3.3 - İnce Agrega Granülometrisi (TS ISO 3310-1 elekleri ile)

Elekler	Elekten Geçen, %	
mm	Alt Sınır Değer	Üst Sınır Değer
8	100	100
5,6	95	100
4	85	98
2	69	90
1	44	74
0,50	20	50
0,25	8	25
0,125	5	10
0,063	3	6
Pan	0	0

Not – İdare yetkilileri ve kalite kontrol mühendisi tarafından gerek görülmesi halinde Çizelge 3.5 veya TS 706 EN 12620+A1 standartındaki referans değerler veya yapının niteliğine bağlı olarak İdare'nin öngördüğü diğer başka ulusal ve/veya uluslararası standart veya şartnamelerdeki kriterler de kullanılabilir.

3.1.4 İri Agregalar

Betonda kullanılması planlanan iri agregalar Çizelge 3.4, Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilen fiziksel ve mekanik özelliklere uygun olmalıdır. Bu malzemeler sert, sağlam, dayanıklı olmalı, tane yüzeylerinde kil veya çamur gibi maddeler bulunmamalıdır. İri agregalar kullanılmadan önce mikroyapı incelemesi için petrografik muayene deneyine gönderilmeli ve mineralojik yapısı detaylı olarak belirlenmelidir.

Çizelge 3.4 - İri Agreganın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

No	Özellik	Sınır Değer, %
1	DKY Özgül Kütle, g/cm ³	≥ 2,50
2	Su Emme	≤ 2,0
3	Yumuşak kısımlar	≤ 2,0
4	Kömür ve Linyit	≤ 0,5
5	Kil toprakları ve ufalanabilir parçacıklar	≤ 1,0
6	Çok ince malzeme oranı (0,075 veya 0,063 mm)	≤ 1,0
7	Tabii donma ve çözölmeye karşı direnç	≤ 1,0 (F1)
8	Aşınmaya karşı direnç (Mikro Deval-500 Devir)	≤ 25,0
9	Agrega kırılma değeri tayini (BS 812-110)	≤ 30,0
10	Alkali-Silika Reaksiyonu (ASR) için hızlandırılmış mortar bar yöntemi, harç prizmalarının 14 günlük genleşmesi	≤ 0,10
11	Yassı ve uzun agregalar (TS 706 EN 12620+A1) Yassılık indeksi Şekil indeksi	≤ 20 (FI ₂₀) ≤ 40 (SI ₄₀)
12	Aşınma direnci (Los Angeles, TS EN 1097-2 veya ASTM C131) 100 devir (Tüm betonlarda) 500 devir (Aşınmaya maruz kalan beton yapılarında) 500 devir (Diğer tüm betonlarda)	≤ 10 ≤ 35 ≤ 50
13	Kimyasal yöntemle don etkilerine dayanıklılık Na ₂ SO ₄ Mg ₂ SO ₄	≤ 12 ≤ 18

Not : İnce maddesi kil ve şeyl kaynaklı olmayan kırma çakıllar için bu değer 1,5'a kadar arttırılabilir. Şayet ince agregadan gelen ince madde miktarı ince agregaya için verilen kriterin çok altında ise ASTM C33 standardında belirtildiği üzere bu değer yukarı çekilebilir.

Not 1 - Tabii halde iken özellikleri bu sınırlar dışında kalan malzemeleri uygun bir usulle ıslah ettikten sonra İdare'nin onayı ile kullanmak mümkündür.

Not 2 - Bu sınırı aşan agregalarla en az 5 sene önce inşa edilmiş, şiddetli tabii hava şartları altında aşırı derecede yıpranma göstermemiş inşaatlar varsa İdare'nin onayı ile o malzemenin kullanılmasına izin verilebilir.

Not 3 - Kimyasal yöntemle don etkilerine karşı dayanıklılık sınır değerlerini aşan agregalar, TS EN 1367-1 standard deney yöntemine göre tabii don deneyine tabi tutulur. Sert iklim koşullarının hakim olduğu bölgelerde (mevsimsel olarak gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki fark 20°C'den fazla olan ve 1000 m kotun üzerindeki yerler) deney sonucu agregada kütle kaybı % 2,0'dan fazla değilse İdare'nin onayı ile malzeme kullanılabilir. Agregada sıcak veya orta derecede iklim koşullarının hakim olduğu bölgelerde beton imalatında kullanılacak ise % 4,0'dan fazla değilse İdare'nin onayı ile kullanılabilir.

Çizelge 3.5 - İri agrega tane büyüklüğü dağılımı (ASTM E11 eleklerine göre)

İri agregalar için tane dağılım gerekleri															
Tane büyüklüğü sayısı	Anma tane büyüklüğü (Kare göz açıklıklı elekler)	Her bir laboratuvar eleğinden geçen kütlece yüzde oranları (kare göz açıklıkları)													
		100 mm (4in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37,5 mm (1½ in.)	25,0 mm (1 in.)	19,0 mm (¾ in.)	12,5 mm (½ in.)	9,5 mm (¾ in.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 ila 37,5 mm (3½ ila 1½ in.)	100	90 – 100	...	25 – 60	...	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...	...
2	63 ila 37,5 mm (2½ ila 1½ in.)	...	...	100	90 – 100	35 – 70	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...	...
3	50 ila 25,0 mm (2 ila 1 in.)	...	...	...	100	90 – 100	35 – 70	0 – 15	...	0 – 5	...	...	...	...	...
357	50 ila 4,75 mm (2 ila No. 4)	...	...	...	100	95 – 100	...	35 – 70	...	10 – 30	...	0 – 5	...	...	...
4	37,5 ila 19,0 mm (1½ ila ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	...	...	...	...	...	...
467	37,5 ila 4,75 mm (1½ ila No. 4)	...	...	...	...	100	95 – 100	...	35 – 70	...	10 – 30	0 – 5	...	...	...
5	25,0 ila 12,5 mm (1 ila ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 10	...	...	...	...	...
56	25,0 ila 9,5 mm (1 ila ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 – 100	40 – 85	10 – 40	0 – 15	0 – 5	...	...	...
57	25,0 ila 4,75 mm (1 ila No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 – 100	...	25 – 60	...	0 – 10	0 – 5	...	...
6	19,0 ila 9,5 mm (¾ ila ¾ in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	0 – 5	...	...	...
67	19,0 ila 4,75 mm (¾ ila No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	...	20 – 55	0 – 10	0 – 5	...	...
7	12,5 ila 4,75 mm (½ ila No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	40 – 70	0 – 15	0 – 5	...	...
8	9,5 ila 2,36 mm (¾ ila No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 – 100	10 – 30	0 – 10	0 – 5	...
89	9,5 ila 1,18 mm (¾ ila No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 – 100	20 – 55	5 – 30	0 – 10	0 – 5
9 ^A	4,75 ila 1,18 mm (No. 4 ila No.16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 – 100	10 – 40	0 – 10	0 – 5
^A Tane Büyüklüğü Sayısı 9, ASTM C125 Terimlerde bir ince agrega olarak tarif edilir. Bu malzeme, Tane Büyüklüğü Sayısı 89'u oluşturmak üzere, iri agregaya olan Tane Büyüklüğü Sayısı 8 malzemesi ile birleştirilmesi durumunda, C 125 Terimlere göre iri agregaya içerisinde yer alır.															

^A Tane Büyüklüğü Sayısı 9, ASTM C 125 Terimlerde bir ince agrega olarak tarif edilir. Bu malzeme, Tane Büyüklüğü Sayısı 89'u oluşturmak üzere, iri agrega olan Tane Büyüklüğü Sayısı 8 malzemesi ile birleştirilmesi durumunda, C 125 Terimlere göre iri agrega içerisinde yer alır.

İri agrega tane büyüklüğü dağılımında TS ISO 3310-1 elekleri de kullanılabilir. Bu durumda yukarıdaki alt üst sınır değerler elek açıklığına göre değerlendirilmelidir. Gerek duyulduğunda TS 706 EN 12620 + A1 standartındaki veya yapının niteliğine bağlı olarak İdare'nin öngördüğü diğer başka ulusal ve/veya uluslararası standart veya şartnamelerdeki kriterler de kullanılabilir.

3.1.5 Agregadan Numune Alma ve Deneyler

Beton agregalarından numune alınması ve deney numunesi hazırlanmasında TS EN 932-1 ve/veya ASTM C702 standardı gerekleri yerine getirilecektir.

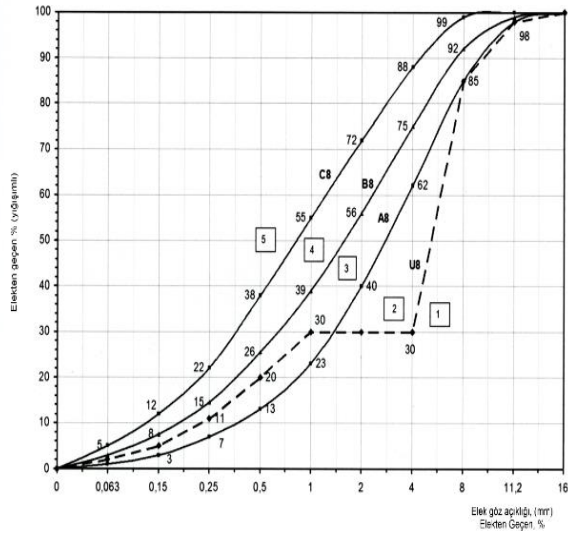
Beton agregalarında yüzey nem oranı TS 3523 standardı gerekleri yerine getirilerek tespit edilecek, yüzey nem oranı kütlece % 6'dan fazla olmayacak, harmanlama esnasında 30 dakikadaki yüzey nem oranı değişimi kütlece % 1,5'i geçmeyecek ve hazırlanan her parti için değişkenlik göstermeyecektir.

Beton agregalarının dona dayanıklılığı ASTM C88, TS EN 1367-1 ve TS EN 1367-2 standardı gerekleri yerine getirilerek tespit edilecektir. Konvansiyonel beton imalatı için TS 699 standardına göre belirlenen taşın suya doygun haldeki küp veya çapı yüksekliğine eşit silindir basınç dayanımı en az 50 MPa olması durumunda agrega tane dayanımı yeterli kabul edilecektir. Basınç dayanımı 50 MPa'dan az olması durumunda TS EN 1097-2 veya ASTM C131 standardına göre aşınmaya dayanıklılık ile BS 812-110 agrega kırılma değeri tayini deneyleri uygulanacak ve bu deneyler sonucunda uygun bulunan agregalar İdare'nin onayı ile sadece SSB imalatı için uygunluğu belirlendikten sonra kullanılabilir.

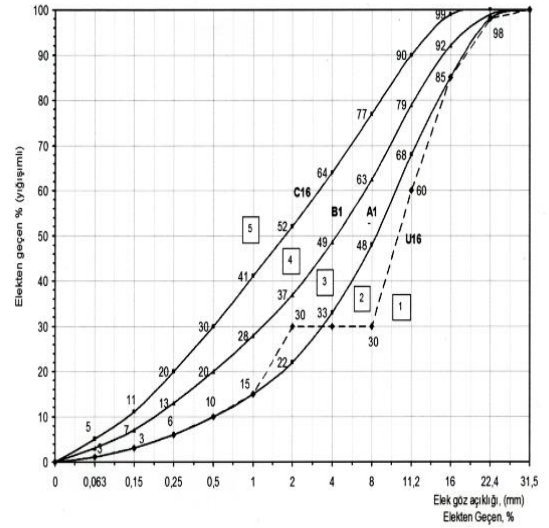
ASTM C117 standardına göre tespit edilen agregada 0,075 mm elekten geçen yıkanabilir maddeler miktarı TS 13515 ve/veya bu şartnamede verilen sınır değerleri veya TS EN 933-1 yöntemine göre tespit edilen, 0,063 mm elekten geçen agregada yıkanabilir maddeler miktarı TS 706 EN 12620+A1'de verilen yapı tipine bağlı kategorileri aşmamalıdır.

Beton agregalarında organik kökenli madde tayini TS EN 1744-1 veya ASTM C40 standardına göre tayin edilecektir. Bu durumda, referans çözeltisi renginden daha koyu renk oluşmamalıdır. Referans çözelti renginden daha koyu renk veren bir ince agreganın kullanılabilmesi için, bu kumla harç yapıldığında, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, standard kumla (TS EN 196-1) ve aynı şartlarla yapılan şahit küplerinin dayanımının %95'inden az olmayacaktır (ve ayrıca priz deneyi de yapılarak fazla fark olmadığı görülmelidir).

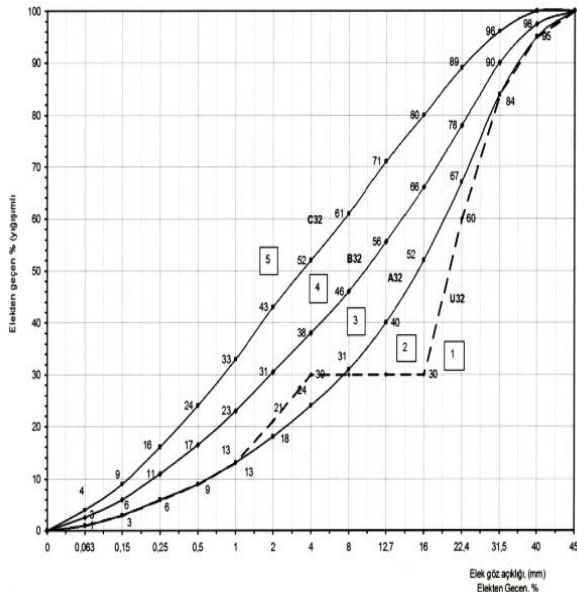
TS 706 EN 12620 "Beton Agregaları" Standardının öngördüğü ISO Elek Serisine göre beton agregaları için olması gerekli ideal granülometri eğrileri aşağıda Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmektedir. Ayrıntılı bilgi için TS 802'ye bakılmalıdır.



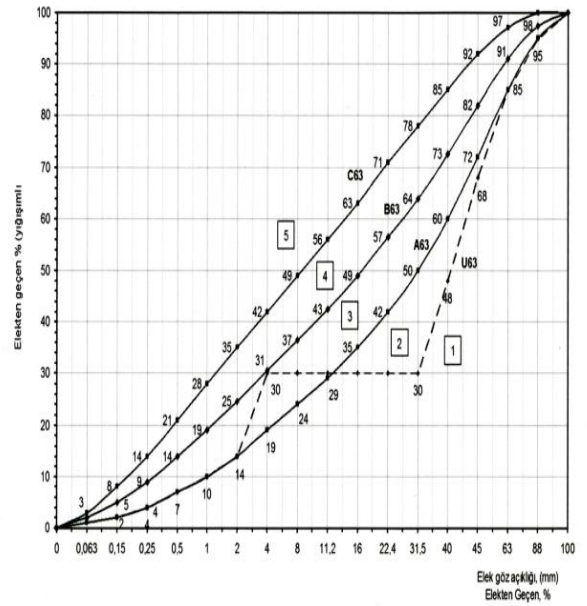
Şekil 1 - Elek açıklığı (mm), Kare gözlü elek
Agrega maksimum tane büyüklüğü 8,0 mm olan
tüvenan agregada ideal tane büyüklüğü dağılımı



Şekil 2 - Elek açıklığı (mm), Kare gözlü elek
Agrega maksimum tane büyüklüğü 16,0 mm olan
tüvenan agregada ideal tane büyüklüğü dağılımı



Şekil 3 - Elek açıklığı (mm), Kare gözlü elek
Agrega maksimum tane büyüklüğü 32,0 mm olan
tüvenan agregada ideal tane büyüklüğü dağılımı



Şekil 4 - Elek açıklığı (mm), Kare gözlü elek
Agrega maksimum tane büyüklüğü 63,0 mm olan
tüvenan agregada ideal tane büyüklüğü dağılımı

Çizelge 3.7 - Beton agregalarının tane sınıfları ve granülometrik bileşimleri

Tane sınıfları (Anma büyüklüğü, mm)		Kare Göz Açıklıklı Eleklere Geçen %									
		TS 706 EN 12620+A1'e göre kare gözlü elek açıklıkları									
		0,25 mm	0,5 mm	1 mm	2 mm	4 mm	8 mm	16 mm	31,5 mm	63 mm	90 mm
İnce Agreg	0/1	— ⁽¹⁾	-	90...100	100						
	0/2	115...30	-	55...85 ⁽²⁾	90...1000	100					
	0/4	8...25	-	35 ⁽²⁾ ...75	-	90...100	100				
	½	0...5	-	0...15 ⁽³⁾	90...1000	100					
	¼	0...5	-	0...15 ⁽³⁾	-	90...100	100				
	2/4	0...3	-	-	0...15 ⁽³⁾	90...100	100				
Karışık Agrega	2/8	0...3	-	-	0...15 ⁽³⁾	25 ⁽²⁾ ...75	90...100	100			
	0/8		-			0...10 ⁽³⁾	90...100	100			
	0/16		-					90...100	100		
	0/32		-						90...100	100	
	0/63		-							90...100	100
İri Agreg	4/8	0...3	-	-	-		90...100	100			
	4/16	0...3	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	30 ⁽²⁾ ...60	90...1000	100		
	4/32	0...3	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	20 ⁽²⁾ ...60	-	90...100	100	
	8/16	0...3	-	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	90...100	100		
	8/32	0...3	-	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	30 ⁽²⁾ ...60	90...100	100	
	16/32	0...3	-	-	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	90...100	100	
	16/63	0...3	-	-	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	30 ⁽²⁾ ...60	90...100	100
	32/63	0...3	-	-	-	-	-	-	0...10 ⁽³⁾	90...100	100
<p>1) Gerektiğinde sıralanabilir.</p> <p>2) Elek aralığı küçülecek şekilde değiştirilebilir.</p> <p>3) Kırma agregası için alt tanelerin miktarı en çok %2 olabilir.</p> <p>4) Burada yalnız üst taneler sınırı verilmiştir.</p>											

Betonun agregaya en büyük tane büyüklüğüne göre sınıflandırılmasında, betonda kullanılan agregaya en büyük tane sınıfının üst anma büyüklüğü (D_{maks}) esas alınır. Beton karışım tasarımı yapılırken seçilen agregaya en büyük agregaya tane büyüklüğü tüm beton içindeki agregayı temsil edecek oranda olmalıdır. Bazı durumlarda betondaki agregaya en büyük tane büyüklüğü, TS EN 933-1'e göre yapılan agregaya elek analizi sonucunda kullanılan elek serisi içerisinde belirli oranda malzemenin kaldığı en büyük göz açıklığına sahip elek üzerinde % 10'dan daha fazla malzeme varsa bunun bir üst elek göz açıklığı, % 10'dan daha az malzeme varsa bu elek göz açıklığı D_{maks} olarak kabul edilir.

Agregalar d/D gösterilişi kullanılarak agregaya tane sınıfı cinsinden belirtilmelidir. Agregaya tane sınıfları TS 706 EN 12620 Madde 4.2'de verilen temel elek serisi veya temel elek serisi + seri 1 veya temel elek serisi + seri 2 sütunlarından seçilen bir elek göz açıklığı çifti kullanılarak belirtilmeli ve istenilen şartları sağlamalıdır.

Not - TS 706 EN 12620+A1'e göre, üst anma büyüklüğü D_{maks} agregaya büyüklüğüne bağlı olarak tarif edilen en büyük elek göz açıklığıdır.

Beton yapımı sırasında agregaya karıştırıcıya, tane sınıflarına ayrılmış olarak konulmalı ve bu durum karışım hesaplarında dikkate alınmalıdır. Bu hususta beton sınıfı agregaya en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak Çizelge 3.8'den yararlanılmalıdır. Çizelge 3.8'de verilen agregaya tane sınıfları, uygulanması gereken asgari sınıflardır. Gerekli durumlarda tane sınıfı müşterinin talebiyle artırılabilir veya azaltılabilir. Bununla birlikte Çizelge 3.8'de verilen agregaya tane büyüklüklerinden başka diğer elek göz açıklıkları da gerekli görüldüğünde agregaya tane sınıflandırması için kullanılabilir.

Betonda, İdare'nin isteğine uygun olarak, tercihen, kullanılması mümkün en büyük boyutta agregaya kullanılacaktır (TS 802). Ancak, bu durumda beton kolayca dökülebilmeli ve çelik donatı çevresi ile kalıp köşelerini tamamen doldurabilmelidir.

Çizelge 3.8 - Beton agregasının tane sınıflarına ayrılması

Beton sınıfı	Karışımındaki agrega en büyük tane büyüklüğü, (D _{en büyük}), (mm)																
	8			11,2			16			22,4				32 (31,5)			
	Tane sınıfı adedi																
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
C16/20 C20/25 C25/30	0/4	4/8		0/4	4/11,2		0/4	4/16		0/4	4/11,2	11,2/22,4		0/4	4/11,2	11,2/32	
	0/2	2/4	4/8	0/2	2/4	4/11,2	0/4	4/8	8/16	0/2	2/4	4/11,2	11,2/22,4	0/4	4/8	8/16	16/32
C30/37 C35/45 C40/50 C45/55 C50/60	0/2	2/4	4/8	0/4	4/11,2		0/4	4/8	8/16	0/4	4/11,2	11,2/22,4		0/4	4/11,2	11,2/32	
				0/2	2/4	4/11,2	0/2	2/4	4/16	0/2	2/4	4/11,2	11,2/22,4	0/2	2/4	4/11,2	11,2/32

Çizelge 3.8 – Beton agregasının tane sınıflarına ayrılması (devamı)

Beton sınıfı	Karışımındaki agrega en büyük tane büyüklüğü, (D _{en büyük}), (mm)									
	45 - 50					63 - 125				
	Tane sınıfı adedi									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C16/20 C20/25 C25/30	0/4	4/22,4	22,4/45			0/4	4/16	16/32	32/63	63/125
	0/4	4/11,2	11,2/22,4	22,4/45		0/4	4/11,2	11,2/22,4	22,4/63	63/125
C30/37 C35/45 C40/50 C45/55 C50/60	0/4	4/11,2	11,2/22,4	22,4/45		0/4	4/16	16/32	32/63	63/125
	0/2	2/4	4/11,2	11,2/22,4	22,4/45	0/4	4/8	8/32	32/63	63/125

Not - Agrega tane büyüklüğü sınıfları, agreganın tane şekline ve bazı fiziksel özelliklerine bağlı olarak değiştirilebilir. Agrega en büyük tane büyüklüğü ve tane sınıfı adedi beton sınıfına uygun olarak olabilecek en büyük tane boyutu ve betonda en az çimento içeriği sağlanacak şekilde seçilmelidir

3.2 Beton Tesisleri ve Makinaları

Agrega tesisleri, beton imalat tesisleri, betonun yerine nakli ve dökülmesine ait tesisler için Yüklenici, tesisatın genel yerleşimini gösteren planları ve techizatın özelliklerini İdare'ye sunacaktır. İdare tarafından kabul gören tesisat ve techizatın işleyişi daima kontrol altında bulundurulacaktır. Bununla beraber tesisat ve techizatın planlarının onayı ve işleyişleri bu şartnamede mevcut hükümlerin herhangi birinden vazgeçilmesine veya bu şartların değiştirilmesine sebep teşkil etmez.

Sözleşmesinde beton santrali istenen inşaatlarda beton karışımları beton santralında hazırlanacaktır. Sözleşmede beton santrali kurulması istenmeyen işlerde kullanılacak beton, hazır beton santrallerinden temin edilecektir.

Hazır beton santralinden temin edilen beton, karışım hesapları sonucunda bulunan karışım elemanları miktarlarına göre hazırlanacak olup beton TS EN 206 ve TS 13515 standartlarına uygun olarak imalat uygunluk belgesine sahip olacaktır. Bu şekilde yapılan betonun, bu şartnamede belirtilen özellikleri taşıması sağlanacaktır.

3.3 Agregat Tesisleri

İdare'nin ocak yerini gösterdiği durumlarda, agregat, kat'i projenin ilgili paftalarında ve Özel Teknik Şartnamede belirtilen malzeme ocaklarından temin edilecektir. Ancak, agregat özelliklerinin, bu şartnamede belirtilen şartları sağlamaması durumunda Yapım İşleri Genel Şartnamesinin 33'üncü maddesine göre ocak yeri değiştirilebilecektir.

Yüklenici, işin hacmine uygun kapasitede malzeme çıkarma ve yükleme ekipmanı, istenilen granülometrik analize uygun ayrımı yapacak nitelikte eleme ve yıkama tesisi ve taşıma vasıtalarını, iş programına uygun olarak temin edecektir. İdare tarafından Yüklenici'ye teslim edilen ocaklardan temin edilen agregat, tahsis edildiği işin dışında başka hiçbir amaçla kullanılamaz ve üçüncü şahıslara satılamaz.

İdare tarafından ocak yeri gösterilmemesi durumunda Yüklenici'nin temin edeceği agregalar işbu şartnamede belirtilen kriterlere uymalıdır.

3.3.1 Agrega Tesislerinin İşletilmesi

Yüklenici, inşaatın büyüklüğüne göre, İdare talep ettiği takdirde, kum çakıl çıkarmak için modern ve randımanlı bir kum çakıl tesisi kuracaktır. Kurulacak bu tesisin daha önceden İdare’ce onayı şarttır. Ancak bu onay Yüklenici’yi devamlı ve şartlarına uygun beton elde etmek için gerekli ve istenen miktar ve özellikte kum çakıl temininde meydana gelecek aksaklıkların sorumluluğundan kurtarmaz. Agrega tesisleri kum ve çakıl malzemesi içine karışabilecek toprak, kök, bitki ve diğer zararlı maddeleri ayırabilecek kapasitede olacaktır. Agreganın beton karışımında kullanılmasından önce, taşıma ve depolama sırasında karışabilen zararlı malzemenin seçilmesi ve granülometri bozukluklarının düzeltilmesi için tekrar elenmesine izin verilir. Yüklenici ocak kumunu Şartnameye uygun bir hale getirebilmek için, bu kumu kırma kumla karıştırıp noksanlıklarını gidereceği gibi kırma metoduyla elde edeceği ince agregayı (kum) da istenilen şartlara uygun bir hale getirecektir. Bir ocaktan azami kum çakıl malzeme elde etmek için Yüklenici, agrega ocağını tam randımanla çalıştıracak ve tespit edilen noksanlıkları gerekli ekonomik analizler yapılarak İdare’nin onayı ile miktarı % 25’i geçmemek şartıyla dışarıdan temin edilen çakıl, kırmataş çakıl, kum kırmataş kum ile tamamlayabilecektir. Kum ve çakıl temininde kullanılan su, fazla miktarda kil, organik madde, alkali, tuz ve diğer zararlı maddeleri ihtiva etmeyecektir. Yüklenici, kullanmayı düşündüğü tesisin detay planlarını İdare’ye onay için verecek ve bu planlar özellikle şunları içerecektir.

1. Agrega tesisinin genel vaziyet planı ve kurulması düşünüldüğü yer ve kapasitesi,
2. Kum ve çakıl temininde kullanılacak ana tesisin büyüklüğü, tipi, özelliği ve kapasitesi,
3. Taşıma şeridi sisteminin kapasitesi ve tertip şekli,
4. Çakıl ve kırma taşın en az üç gruba ayrılması ve kontrolü için gerekli vasıtalar,
5. Agrega yığınlarının yerleri ve depolama tarzı,
6. Nakliye sisteminin tertibi ve esasları

Tesisin ayarlanması ve tecrübe çalışmaları, beton dökme işi başlamadan en az 1 ay önce yapılacaktır. Tecrübe çalışmalarında elde edilen kum-çakıl beton karışım şartlarına uymuyorsa bunlar İdare’nin göstereceği yerlere atılırlar.

Şantiyede dökülecek betonun miktarı az ise İdare yukarıda belirtilen agrega tesislerinin kurulmasını istemekten vazgeçebilir. Bu takdirde, Yüklenici’nin agrega temini için yapacağı ameliyelerle, agrega yukarıda belirtilen granülometri sınırları içinde kalacak ve özelliği yine yukarıda belirtilen hususları doğrulayacak şekilde olacaktır.

3.3.2 Agregaların Depolanması

Agregalar, ayrışma en az olacak ve içine yabancı maddeler karışmayacak şekilde depolanmalıdır. İşin gereği olarak çeşitli tane boyutlarında ayrılmış agrega yığınları, etekleri birbirleriyle karışmayacak şekilde ve uzaklıkta yığın halinde depolanacaktır. Gerekli durumlarda agrega sınıfları beton duvarlarla ayrılacaktır. Agregaya yığınları, beton hazırlanması ameliyesinde kolaylıkla alınabilecek ve herhangi bir aksaklığa izin vermeyecek (yağışlardan etkilenmeyecek vb.) yerlerde depolanmalıdır.

4. ÇİMENTO

Bu şartnameye göre yapılacak bütün işlerde kullanılacak çimento aksi belirtilmediği takdirde TS EN 197-1, TS EN 14216, TS 13353, TS EN 14647, TS EN 15743 v.b. uyumlaştırılmış uluslararası ve ulusal standartlara ya da UTO ve ETA'lara uygun olacaktır. İlave şartlar için ASTM C150, ASTM C595 ve/veya Avrupa (EN) standartları kullanılarak tanımlamalar yapılabilir. Çimento denildiğinde sadece katkısız Portland çimentosu olan CEM I tipi değil diğer mineral katkılı çimento tipleri de (CEM II, CEM III, CEM IV ve CEM V) aynı anlamda kullanılmaktadır. Düşük hidratasyonlu çimentolar "LH" ve sülfatlara dayanıklı çimentolar "SR" tanımlaması ile TS EN 197-1 standardında verilmiştir. Çimentoların içerisindeki puzolanik katkı miktarları farklılık gösterebilmektedir. Çimento içerisindeki katkı miktarı arttıkça CEM I çimentoya göre teknik özellikleri değişkenlik gösterdiği gibi maliyeti de genel olarak azalmaktadır. Çimento içerisindeki katkı miktarı arttıkça CEM I çimentoya göre teknik özelliklerinin bir kısmı benzerlik gösterebildiği gibi, değişkenlikte gösterebilmektedir. Çimento içindeki katkı miktarının yanında, çimento maliyetlerini bir çok parametre etkilemektedir. Yapı Malzemeleri yönetmeliği kapsamında TS EN 197-1 standardı içinde yer alan çimentolarda Performans Değişmezlik Belgesi olması sebebiyle çimento içindeki katkı miktarı için üretici beyanı esas alınmalı ve üretici katkı miktarını talebe istinaden ispatlayabilmelidir. TS EN 197-1 standardı dışında özel bir çimento talep edilmesi durumunda bileşen içerik (Puzolanik katkı, klinker miktarı, Tri kalsiyum alüminat vb.) tespiti için yöntem İdare ve kullanılacak çimentonun üreticisi ile karşılıklı mutabakata varılarak tutanak ile belirlenmelidir.

Yapının özelliklerine göre çimento seçimi TS EN 206/TS 13515 standardına göre belirlenmelidir. Çimento, uygunluğu sağlanmış çimentolar arasından, aşağıda verilenler dikkate alınarak seçilmelidir:

- uygulama (inşaat) yöntemi;
- beton yapının kullanım amacı;
- kür koşulları (ör. ısı işlemi);
- yapı boyutları (ısı gelişimi);
- yapının maruz kalacağı çevre koşulları;
- bileşen malzemelerden kaynaklanan alkaliler ile agrega arasında olası etkileşim.

4.1 Geçerli Standartlar

Bu şartnamede aksi belirtilmedikçe, beton işlerinde kullanılan tüm malzemeler Türk Standartlarına (TS, TS EN vb.) uygun olacaktır. Türk standartlarında karşılığı olmadığına, ilave özellik, şartlar, gereklilikler için ASTM, ISO, EN ve diğer uluslararası Standartları da kullanılabilir. Standartlarda değişiklik olduğu takdirde yerine geçen en son standart esas alınacaktır.

Türk Standartları

- Çimento - Bölüm 1: Genel çimentolar - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri, TS EN 197-1, ASTM C150, ASTM C595
- Borlu aktif belit (BAB) çimentosu - Tarifler, bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS 13353
- Çimento - Özel çimentolar - Çok düşük ısılı - bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS 14216
- Çimento - Beyaz portland çimentosu - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS 21
- Harç çimentosu- Bölüm 1: Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS 413-1
- Kalsiyum alüminat çimentosu - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS EN 14647
- Süper Sülfat Çimentoları - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri TS EN 15743
- Harç Çimentosu-Kısım 1: Şartname, TS EN 413-1
- Harç Çimentosu-Kısım 2: Deney Metotları, TS EN 413-2
- Çimentoların Kimyasal ve Fiziki Deney Metotları, TS EN 196-7, TS EN 196-1, TS EN 196-2, ASTM C114, TS EN 196-3, TS EN 196-6, TS EN 196-5, TS EN 196-21
- Tras, TS 25, ASTM C618
- Kum, TS EN 196-1, TS EN 196-2
- Uçucu Kül - Betonda kullanılan - Bölüm 1: Tarif, özellikler ve uygunluk kriterleri, TS EN 450-1
- Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS 500, TS EN 1992-1-1
- Portland Çimentosunun Kimyasal Analizi, TS EN 196-2, 196-5, 196-21, ASTM C114
- Beton Çelik Çubukları, TS 708
- Beton Karışım Hesap Esasları, TS 802, TS EN 206, TS 13515
- Beton Deney Metotları - Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numuneler Alınması ve Basınç Dayanımının Tayini (tahribatlı metot), TS EN 13791, TS 13685, ASTM C 42, ACI 318 veya TS EN 12504-2
- PVC Su Tutucular için Şartname, TS 3078 ve TS 2810 serisi
- Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları, (normal ve anormal hava koşullarında), TS 1247, TS 1248 (ACI 304R, ACI 308.1M, ACI 306 ve ACI 305).

4.2 Numune Alma ve Deney

Çimento ve mineral katkıların bu şartnameye uygunluğu şantiyeye nakliyeden önce yapılacak deneylerle belirlenecek, çimento ve mineral katkıları için fabrika test raporları sağlanacak ve her çimento ve mineral katkı sevkiyat veya yükü için Yapı Malzemeleri Yönetmeliği kapsamında çimentolar için Performans Değişmezlik Belgeleri ve puzolan için G Uygunluk

Sertifikası olacaktır. Çimentonun fabrikada deney numuneleri alınacak ve şartname gereklerine uygun olarak test edilecektir. Çimento ilgili Türk Standartlarına veya ASTM Standartlarına göre test edilecektir. Deney sonuçları uygun olmayan çimentolar kabul edilmeyecektir.

İdare tarafından TS EN 196-7, TS EN 450-1, TS EN 13263-1+A1, TS 25 standardına uygun olarak alınacak her parti çimento, mineral katkı numunelerinin, TS EN 197-1, TS EN 450-1, TS EN 13263-1+A1 ve TS 25 standartlarına veya diğer standartlara veya bilimsel yöntemlere göre fiziksel, kimyasal deneyleri yapılacak ve her türlü muayene ve deney sonuçlarının ilgili standartlara uygunluğu kontrol edilecektir. İlgili standartlara uygun olmayan ve şartnamede belirtilen kalitede beton yapımını sağlamayan çimento kullanılmayacaktır. İdare, gerekli gördüğü taktirde hidratasyon ısı ölçümü, alkali silika reaksiyonu, alkali-karbonat reaksiyonu, rötre, kıvam deneyi vb. ilave deneyler yapma hakkına sahiptir.

4.3 Özel Çimento

“Özel Çimento” TS EN 197-1 haricinde olan normal Portland çimentosu ve katkılı olanlar dışındaki çimentoları kapsar. Örneğin TS 13353’e uygun Borlu Aktif Belit (BAB) çimentosu ve TS EN 14216’ya uygun düşük hidratasyon ısı çimento.

4.4 Mineral Katkılar

Mineral katkıları, ekonomi sağlamak veya belirli agregalar ile çimentodaki alkali arasında reaksiyon ile meydana gelen parçalayıcı genleşmeye engel olmak, hidratasyon ısını, ısıya bağlı hacim değişimini ve betonun geçirgenliğini düşürmek amacıyla kullanılır. Mineral katkıları bu şartnamede belirtilen ilgili TS EN ve/veya ASTM standardı şartlarına uygun olacaktır.

Çimentoya ilave edilerek kullanılacak olan mineral katkı kullanım oranı, beton karışım tasarımı özelliklerine, ilgili standartlara uygunluğuna ve İdare’nin onayına bağlıdır. İdare tarafından onaylanmadığı sürece, betonda kullanılan Portland çimentosu ve uçucu kül tek kaynaktan ve tek tip olmalıdır. Bu durumda bağlayıcı malzemede kullanılacak olan mineral katkı oranı, İdare tarafından kabul edilen bir laboratuvar da yürütülecek deneysel çalışma sonucu hazırlanan rapor doğrultusunda belirlenecektir. TS, EN, ve/veya ASTM standartlarına uygun mineral katkı maddesi çimento için belirtilen tarzda depolanacaktır. Mineral katkı veya Portland çimentosu kaynağının veya sınıfının değişmesi, deneme partileri ile yeni bir değerlendirme gerektirir.

4.5 Sülfata Dayanıklı (SR) ve Düşük Hidratasyon Isılı Çimento (LH)

Sülfata dayanıklı çimentolar sülfat etkisinin söz konusu olduğu beton işlerinde kullanılabilir. Düşük hidratasyon ısısına sahip olması dolayısıyla kontrollü olarak kütle betonlarında da kullanılması mümkündür. İdare, araştırmaların neticesine göre sülfata dayanıklı ve/veya düşük ısılı çimento kullanılması talimatını verme hakkına sahiptir.

İdare'nin kabul ettiği bir laboratuvarda gerçekleştirilen deneysel çalışma neticesinde; sülfat etkisinin olup olmadığı varsa mertebesine bağlı olarak, SR tipi veya uygun bir puzolanik çimento kullanılıp kullanılmayacağı laboratuvar raporunda belirtilen görüşler de dikkate alınarak belirlenecektir. Sülfata dayanıklı çimento kullanılması durumunda bu çimento TS EN 197-1 standardı gereklerini yerine getirmelidir. İlave zelliklerin gerekli olması halinde ASTM C150, ASTM C595 ve ASTM C1157 standartları da kullanılabilir. İdarenin kararı ile sülfata dayanıklılık için cüruflu çimento kullanımı da dikkate alınmalıdır.

4.6 Nakil ve Depolama

Fabrikada hazırlanan dökme çimento silobaslarla şantiyeye taşınacaktır. Çimento, şantiyede yeterli miktarda tesis edilen silolarda çimento depolanacaktır. Çimento siloları hava şartlarından ve dış etkenlerden etkilenmeyecek tarzda olmalıdır. Silolarda uzun süre bekletilen çimento kullanılmadan önce numuneler alınarak deneye tabi tutulmalı ve deney sonuçları şartnamede verilen kriterlere uygun çıkarsa kullanılmalıdır. Fabrikada üretilen torba çimento ise uygun vasıtalarla şantiyeye getirilmeli ve su geçirmeyen, hava şartlarından etkilenmeyen bir ambarda, yerden en az 15 cm, yükseltilmiş bir döşeme üzerinde depolanmalıdır. Çimento torbalarının üst üste 6 sıradan fazla dizilerek stok edilmesine izin verilmeyecektir. Su etkisiyle veya diğer sebeplerle hasara uğramış veya torbaları yırtılmış çimento kullanılmayacaktır. Çimento iş yerine geliş sırasına göre kullanılacaktır. Her parti diğerlerinden kolayca ayrılabilcek şekilde depolanacaktır. şantiyede 3 aydan fazla depoda kalmış çimento, deney sonuçları uygun olduğu taktirde kullanılacak, aksi taktirde kullanılmayacaktır.

5. KARMA SUYU

5.1 Genel

Beton veya harç yapımı, agreganın yıkanması, beton bakımı ve kr, alçı ve enjeksiyon şerbetlerinin karışımında kullanılacak olan suyun içinde; yağ, asit, tuz, alkali, silt vb. gibi maddeler olmayacak ve bu su temiz olacaktır. Beton karışımında kullanılacak su TS EN 1008 standardına uygun olmalıdır.

Beton karma ve temas suyunun özelliği içilecek su niteliğinde olmakla beraber daha önce kullanılarak denenmiş ve iyi sonuç vermiş bütün sular, İdare'nin onayı ile kullanılabilir. Kalitesinden şüphe edilen sulardan numune alınarak, İdare'nin laboratuvarında veya İdare'ce kabul edilebilecek bir laboratuvarında tahlil edilecektir.

Kullanılacak su, asit reaksiyonu göstermemeli ve pH değeri ≥ 7 olmalı ve içinde agresif karbonik asit, mangan bileşikleri, amonyum tuzları, serbes klor, organik maddeler ve endüstri artıkları bulunmamalıdır. Litresinde en çok çözülmüş halde 15 g ve yüzer halde 2 g madeni tuz, yine litresinde en çok 2 g SO₃ bulunabilir. Yapıda kullanılması düşünülen karma suyu ile yapılacak beton numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, aynı şekilde içme suyu ile yapılan beton numune dayanımlarının %90'ından aşağı olmamalıdır.

5.2 Dış Etkilere ve Yapının Tipine Göre İzin Verilen Maksimum Su-Çimento Oranları

Beton karışımında seçilen su-çimento oranı, betonun çevresel etkilere ve diğer fiziksel ve kimyasal aşındırıcı etkilere karşı yeterli dayanıklılığını sağlayacak değerde olmalıdır. Bunu sağlamak için dış etkilere ve su yapısının tipine göre izin verilen maksimum su/çimento (kütlece) oranları Çizelge 5.1'de gösterilmiştir. Çizelge 5.1'de verilen çevre etki sınıfları ile benzerlik gösterdiğinde Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'te hangisinde su/çimento oranı daha düşükse o kullanılacaktır. İdare bu konuda kendi inisiyatifi kullanacaktır.

Çizelge 5.1'de belirtilmeyen durumlar haricindeki çevre etkileri ve farklı beton yapıları için Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3 kullanılmalıdır. Bu durumda çevre etki sınıfına göre beton yapılarda müsaade edilen en fazla su/çimento oranları ve en az beton dayanım sınıfları ise Çizelge 5.4'te verildiği gibi olmalıdır.

Su-Çimento oranı, istenilen dayanım ve işlenebilme özelliği esaslarına göre seçilmelidir. Şantiyede CEM I çimentosuna mineral katkı ilave edilerek yapılan betonlar için su/çimento oranları TS EN 206/TS 13515, Madde 5.2.5.2'de verildiği üzere k-değeri kavramı kullanılarak belirlenmelidir.

Çizelge 5.1 - Su Yapılarında Dış Etkilere ve Yapının Tipine Göre İzin Verilen Maksimum Su/Çimento Oranları .

Net su/çimento oranları			
		Su/çimento oranı (kütlece)	
	Beton veya yapının tip veya konumu ve maruz kalma derecesi	Ciddi iklim koşulları, büyük sıcaklık farklılıkları, uzun süreli don etkisi, veya sık-sık donma-çözülme etkisine maruz betonlar	Ilıman iklim, yağmurlu veya kurak, nadiren kar ve don etkisine maruz betonlar
A	Yükselip alçalan su ve su sıçramalarına maruz yapıların su etkisinde kalan 60 cm lik kısımlarındaki duvarlar, kutular, iskeleler, köprü payandaları, korkuluklar, kenar taşları, denizlikler, eşikler, düz çıkıntılar, harpuştalar, sütunlar, parafetler, köşeler vb. çok ciddi iklim koşullarına maruz beton kısımları. Örnek; barajların kısımları, dolusavak yapıları, tahliye baksları, tünel giriş ve çıkış yapıları, boşaltım kanalı duvarları, vana odaları, kanal yapıları ve diğer beton işleri.	0,45±0,02	0,55±0,02
B	Bölüm A’da belirtilen çevre şartlarından daha düşük seviyede şartlara maruz kalan beton yapı elemanları ve yapılar; donmaya maruz kalan tünel kaplama betonları ve sifon yapıları, dış etkilere maruz kütle betonları ve bu şartlara maruz kalan ve Bölüm A’da belirtilmeyen beton yapıları	0,50±0,02	0,55±0,02
C	Kazı dolgusuyla örtülmüş veya devamlı su altında kalan veya hava şartlarından korunan beton yapılar. Örneğin, cutoff duvarı, gömülü yapıların kısımları, baraj yapıları, ızgaralar, kapak manevra odaları, çıkış yapıları ve vana odaları gibi hava şartlarından etkilenmeyen yapılardaki betonlar. (Eğer inşaa sırasında hava şartları ağırlaşmaya başlarsa, birkaç mevsim devam edecek işler gibi, en çok dış etkiye maruz beton yapı kısımlarında Su/Çimento oranını 0,05 azaltınız.	0,58±0,02	0,58±0,02
D	Zemin ve yer altı suyundaki alkali sülfatların etkisine maruz ve ılıman iklim şartlarında (orta şiddetli iklim şartları) dökülen beton	—	0,50±0,02
E	Zemin ve yer altı suyundaki alkali sülfatların etkisine maruz kalan ve dondurucu hava (ortalama hava sıcaklığının 5 C’nin altındaki şartlar) şartlarında dökülen betonlar,	0,45±0,02	—
F	Tremi metoduyla veya pompayla su altında dökülen betonu	0,45±0,02	0,45±0,02
G	Kanal kaplama betonları	0,53±0,02	0,58±0,02
H	Barajın dış etkilere maruz kalmayan kısımlarında kullanılan beton.	Bu betonun özellikleri, dayanım, termal özellikler ve her yapı için belirlenecek hacim değişikliği şartlarına göre tespit edilmelidir.	

Yukarıda çevre etki şartlarına bağlı olarak farklı yapı tipleri için belirlenmiş olan en fazla su/çimento oranları dışındaki farklı durumlar için TS 13515, Çizelge F-1’de verilen değerler de kullanılabilir.

Çizelge 5.2 - Çevresel etki sınıfları

Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
1 Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok Etki sınıfı X0 donatı veya gömülü metal içermeyen bileşenler için hiçbir zararlı etkinin olmadığı çevrelerde kullanılabilir.		
X0	Donatı veya gömülü metal bulunmayan beton: Donma-çözülme, aşınma ve kimyasal etkiler haricindeki bütün çevresel etkiler.	Donatısız ve donma-çözülme etkilerine maruz kalmayan temel betonları; donatısız içyapı elemanları.
2 Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon Donatı veya diğer gömülü metal ihtiva eden betonun hava ve nem etkisine maruz kaldığı etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır. Not - Burada bahse konu olan nem şartları, donatı veya diğer gömülü metali saran beton örtü tabakası içerisindeki şartlardır. Ancak çoğu durumda beton örtü tabakası şartlarının betonun içerisinde bulunduğu çevre şartlarını yansıttığı kabul edilir. Bu durumda çevre şartlarının sınıflandırılması yeterli olabilir. Beton ve içerisinde bulunduğu çevre arasında bariyer tabaka varsa bu şartlar geçerli olmayabilir.		
XC1	Kuru veya sürekli ıslak	Çok düşük rutubetli havaya sahip ortamdaki donatılı beton. Sürekli olarak, zararlı etkisi olmayan su içerisindeki beton.
XC2	Islak, ara sıra kuru	Su ile uzun süreli temas eden beton bileşenler Su depoları, çoğu temeller (Zararlı etkisi olmayan toprak içerisine tamamen gömülmüş donatılı ve ön gerilmeli beton)
XC3	Orta derecede rutubetli	Orta derecede veya yüksek rutubetli havaya sahip binaların iç kısımlarındaki betonlar, yağmurdan korunmuş, açıkta bulunan betonlar (sundurma tipi binalar, ticari mutfaklar, banyolar, çamaşır odaları, içerdeki yüzme havuzlarının rutubetli odaları, zeminler)
XC4	Döngülü ıslak ve kuru	Yağmura maruz kalan tüm harici beton elemanları.
3 Deniz suyu haricindeki klorürlerin sebep olduğu korozyon Donatı veya diğer gömülü metal ihtiva eden betonun, buz çözücü tuzları da ihtiva eden, deniz suyu haricindeki kaynaklardan gelen klorürleri ihtiva etmesi halindeki etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır.		
XD1	Orta derecede rutubetli	Trafik alanları nedeniyle hava ile taşınan klorürlere maruz kalan beton yüzeyler; özel garajlar. Buz çözücü maddeler içeren doğrudan serpintilerden uzak olan kemer bölümlerinde donatılı ve ön-gerilmeli beton yüzeyler.

Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
		Çok az buz çözücü etkisine maruz kalan yapıların bölümleri.
XD2	Islak, ara sıra kuru	Tuzlu su; Klorür içeren suya tamamen batırılmış donatılı ve ön-gerilmeli beton yüzeyler Yüzme havuzları, klorür içeren endüstriyel sulara maruz betonlar.
XD3	Döngülü ıslak ve kuru	Buz çözücüler veya buz çözücüler içeren serpintilerinden doğrudan etkilenen donatılı ve ön-gerilmeli yüzeyler (örneğin duvarlar, köprü ayakları, taşıt yolundan 10 m içerdeki kolonlar, korkuluk kemerleri ve taşıt yolu seviyesinden 1 m aşağıda gömülü yapılar, döşemeler ve otopark döşemeleri) ^{a)}
Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
4 Deniz suyundan kaynaklanan klorürlerin sebep olduğu korozyon Donatı veya diğer gömülü metal ihtiva eden betonun deniz suyunda bulunan klorürlere veya deniz suyundan kaynaklanan tuz taşıyan hava ile temas etmesi halinde etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır.		
XS1	Hava ile taşınan tuzlara maruz, ancak deniz suyu ile doğrudan temas etmeyen	Sahilde veya sahile yakın yerde bulunan beton yapılar.
XS2	Sürekli olarak su içerisinde	Tamamen daldırılmış ve doymuş kalan donatılı ve ön gerilmeli beton; örneğin deniz suyunun altında kalan beton
XS3	Gelgit, dalga ve serpinti bölgeleri	Yüksek gelgit bölgelerinde çamurlu ve püskürtme bölgelerinde iskele duvarları gibi donatılı ve ön-gerilmeli beton bileşenler
5 Buz çözücü maddenin de bulunduğu veya bulunmadığı donma/çözülme etkisi Betonun, etkili donma/çözülme döngülerine, ıslak durumda maruz kalması halinde etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır.		
XF1	Buz çözücü madde içermeyen suyla orta derecede doymuş	Tüm dış yapı elemanları.
XF2	Buz çözücü madde içeren suyla orta derecede doymuş	Trafiğin olduğu alanlarda serpinti ve sıçrama yolu ile temas eden XF4 sınıfından farklı olarak buz çözücü maddeler içeren sulara maruz beton bileşenler. Deniz suyunun serpintilerine maruz beton yapılar.
XF3	Buz çözücü madde içermeyen suyla yüksek derecede doymuş	Açık su depoları; gelgit etkisi altındaki tuz içermeyen suya maruz beton bileşenler.
XF4	Buz çözücü madde içeren su veya deniz suyu ile yüksek derecede doymuş	Buz çözücü maddelere maruz yol ve köprü kaplamaları; Buz çözücü tuz ihtiva eden su serpintisine doğrudan ve donma etkisine maruz beton yüzeyler; Deniz yapılarının dalga etkisi altındaki donmaya maruz bölgeleri.

Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
<p>a) Nem koşulu, demir veya diğer gömülü metal bulunan betonun beton örtü kalınlığının nem içeriği ile ilişkilidir, fakat birçok durumda, beton örtü kalınlığındaki koşullar çevreden kaynaklı koşul olarak değerlendirilebilir. Eğer beton ile çevresi arasında bir bariyer varsa, böyle bir etki söz konusu olmaz.</p> <p>b) Bir yüzeyi klorür içeren suya batırılmış, diğer yüzeyi ise havaya maruz kalan donatılı ve ön gerilmeli beton elemanları potansiyel olarak daha ciddi koşul altındadır. Özellikle de kuru tarafın yüksek ortam ısisına maruz kaldığı durumlarda söz konusu koşul daha da şiddetlidir. Karşılaşılabacak muhtemel koşullara uygun bir şartname geliştirmek için, gerekli görüldüğünde, uzman tavsiyesine başvurulmalıdır.</p>		
<p>6 Betonun kimyasal etkilere maruz kalması</p> <p>Betonun, TS EN 206 Çizelge 2'de verilen tabii zeminler ve yer altı sularından kaynaklanan zararlı kimyasal etkilere maruz kalması durumunda etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır. Deniz suyu, coğrafik bölgeye göre sınıflandırılır, bu nedenle betonun kullanılacağı yerde geçerli sınıflandırma uygulanır.</p> <p>Not - XA3 etki sınıfında veya TS EN 206, Çizelge 2, geçerli etki sınıfının tayini için özel çalışma yapılmasına gerek duyulabilir: TS EN 206, Çizelge 2'de verilenler dışındaki sınır değerler, diğer zararlı kimyasal maddeler, kimyasal maddelerle kirlenmiş zemin veya su, TS EN 206, Çizelge 2'de verilen kimyasallarla birlikte yüksek hızda akan su bulunması.</p>		
XA1	TS EN 206 Çizelge 2'ye göre az zararlı kimyasal ortam	Atık su arıtma tesislerinde bulunan depolar; sıvı gübre konteynerleri.
XA2	TS EN 206 Çizelge 2'ye göre orta zararlı kimyasal ortam	Deniz suyu ile temas halindeki beton bileşenler; zararlı zeminler üzerindeki beton bileşenler.
XA3	TS EN 206 Çizelge 2'ye göre çok zararlı kimyasal ortam	Endüstriyel atık su arıtma tesisleri; hayvan besleme yemlikleri; baca gazı arıtma ile soğutma kuleleri.
Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
<p>7 Mekanik aşınma etkisi</p> <p>Beton, kullanım esnasında önemli derecede mekanik aşınmaya maruz kalacaksa etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır.</p>		
XM1	Orta derecede aşınma	Üzerinde, şişme lastikli araçların hareket ettiği taşıyıcı zeminler veya yüzeyi sertleştirilmiş sanayi tesisine ait zeminler.
XM2	Önemli derecede aşınma	Üzerinde, şişme lastikli veya içi dolu lastikli çatallı yükleyicilerin hareket ettiği taşıyıcı zeminler veya yüzeyi sertleştirilmiş sanayi tesisine ait zeminler.
XM3	Çok yüksek derecede aşınma	Üzerinde, içi dolu lastik veya çelik tekerli çatallı yükleyicilerin hareket ettiği taşıyıcı zeminler veya yüzeyi sertleştirilmiş sanayi tesisine ait zeminler; üzerinde, sık sık paletli araçların hareket ettiği zeminler; hızlı ve türbülanslı akan sulardaki beton su yapıları (enerji kırıcı havuzlar vb.)

Sınıf gösterimi	Çevrenin tanımı	Etki sınıflarının meydana gelebileceği yerlere ait bilgi mahiyetinde örnekler
8 Alkali silika reaksiyonu nedeniyle betonun tahribatı ^{b)} Betonda alkali silika reaksiyonunun oluşabileceği ortamlarda etki, aşağıda verilen şekilde sınıflandırılır.		
XWO	Normal kür işleminin ardından çok kısa süreyle rutubetli kalma dışında, kullanımı boyunca büyük ölçüde kuru kalan beton	Bina içinde kullanılan yapı bileşenleri; yağmur, yüzey suyu, zemin rutubeti vb. ile temas halinde olmayan ve/veya bağlı nemi % 80'den daha fazla olan ortam şartlarına sürekli olmayan şekilde maruz kalan bina dışında kullanılan yapı bileşenleri.
XWF	Sık sık veya daha uzun süreyle rutubetli ortamlara maruz beton	Yağmur, yüzey suyu, zemin rutubeti vb. etkilere maruz kalan korumasız dış yapı bileşenleri; endüstriyel veya ticari binalarda bulunan ıslak mekânlar, iç mekân yüzme havuzları, çamaşır odaları ve ıslak odalar gibi % 80'den daha fazla rutubete sahip ortamlarda kullanılan yapı bileşenleri; sık sık çığırılma noktasının altındaki sıcaklıklara maruz yapı elemanları (baca delikleri, ısı aktarım merkezleri, hayvan ahırları vb.), en küçük boyutu 0,9 m olan kütle betonu elemanları (herhangi bir rutubeti dikkate almadan)
XWA	XWF sınıfındaki şartlara ilave olarak betonun, aynı şartlara alkalilerin de bulunduğu şekilde maruz kalması	Deniz suyu ile temas halindeki yapı bileşenleri; herhangi ilave dinamik yüke maruz olmayan, ancak buz çözücü tuzlarla temas eden yapı bileşenleri (deniz suyunun çarptığı bölgeler; otopark zeminleri ve park için ayrılmış özel alan); alkalilerle temas halindeki endüstriyel veya tarımsal yapılarda kullanılan yapı bileşenleri (sıvı gübre konteyneri gibi)
XWS	Yüksek dinamik yüklerin olduğu ve alkalilerin doğrudan etki ettiği ortamdaki beton	Deniz suyu ile temas halinde ve yüksek dinamik yüklere maruz beton bileşenler (beton yol yüzeyleri veya döşemeleri gibi)
^{a)} İlave koruma (örneğin çatlak-köprüleme yöntemi ile kaplama) gerekli olabilir. ^{b)} Alkali silika reaksiyonu riskini önlemek ve zararlı etkisini azaltmak için alınacak önlemler Ek P'de verilmektedir.		

Kimyasal olarak etkili zemin ve yeraltı suyunun oluşumu, beton üzerine etkileriyle ilgili detaylı bilgi ve alınacak önlemler için TS 3440 standardına başvurulmalıdır. Çizelge 5.3'te zemin ve yeraltı suyu özelliklerine göre beton için çevre etki sınıfları verilmektedir. Çevre etki sınıfı belirlendikten sonra Çizelge 5.4'te verilen kriterler dikkate alınacaktır.

Çizelge 5.3 - Doğal zeminler ve yer altı sularından kaynaklanan kimyasal etkiler için etki sınıflarının sınır değerleri

Kimyasal özellik	Referans deney yöntemi	XA1	XA2	XA3
Yeraltı suyu				
SO ₄ ²⁻ mg/L	TS EN 196-2	≥ 200 ve ≤ 600	> 600 ve ≤ 3000	> 3000 ve ≤ 6000
pH	TS ISO 4316	≤ 6,5 ve ≥ 5,5	< 5,5 ve ≥ 4,5	< 4,5 ve ≥ 4,0
CO ₂ mg/L (zararlı etkiye sahip)	TS EN 13577	≥ 15 ve ≤ 40	> 40 ve ≤ 100	> 100 ve doygunluk seviyesine kadar
NH ₄ ⁺ mg/L	TS EN ISO 14911 /Diğer uygun metot	≥ 15 ve ≤ 30	> 30 ve ≤ 60	> 60 ve ≤ 100
Mg ²⁺ mg/L	TS 6228 EN ISO 7980	≥ 300 ve ≤ 1000	> 1000 ve ≤ 3000	> 3000 ve doygunluk seviyesine kadar
Zemin				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^a (toplam)	TS EN 196-2 ^b	≥ 2000 ve ≤ 3000 ^c	> 3000 ^c ve ≤ 12000	> 12000 ve ≤ 24000
Baumann Gully'ye göre asitlik mL/kg	TS EN 16502	> 200	Uygulamada karşılaşılmaz	
a) Geçirgenliği 10 ⁻⁵ m/s'den daha düşük olan kil zeminler bir aşağı sınıfa geçirilebilirler. b) Deney metodunda, SO ₄ ²⁻ 'ün hidroklorik asitle ekstraksiyonu tarif edilmiştir; Alternatif olarak, betonun kullanılacağı yerde yapılıyorsa, su ile açığa çıkarma metodu da kullanılabilir. c) Islanma kuruma döngüleri veya kılcal su emme nedeniyle, betonda sülfat iyonu birikimi tehlikesi olan yerlerde 3000 mg/kg olan sınır 2000 mg/kg'a indirilir. d) NH ₄ ⁺ içeriğine bakılmadan, sıvı gübre XA1 çevre etki sınıfı olarak sınıflandırılabilir. e) Yeraltı suyunun 600 mg/L'den daha fazla SO ₄ ²⁻ içeriği durumlar beton karışımın tasarımında belirtilmelidir.				

Not 1 - Donatının korozyonuyla ilgili ortamlar

Donatının korozyonuyla ilgili üç ortam vardır: XC, XD ve XS (Çizelge 5.2'ye bakılmalıdır). Beton donatı veya gömülü metal içeriyorsa, bu üç etki sınıfından biri tanımlanmalıdır. Deniz suyu kimyasal olarak beton için koroziv etkiye sahiptir ve bunun dikkate alınması gerekir. XC1 etki sınıfı tek etki sınıfı olabilir. XC1 etki sınıfında bulunan beton sürekli olarak ıslak durumdaysa ve donma-çözülme etkileri varsa, XC1 ile XF3 sınıfı birlikte düşünülmelidir. XC2, donma/çözülme etkisinin mevcut olduğu bölgenin dışında zemine gömülü betonarmede tek başına meydana gelebilir. Aynı zamanda, XF1 veya XF3 etki sınıfları veya kimyasal olarak koroziv etki sınıflarından biriyle birlikte etki gösterebilir.

XC3 ile XC4 etki sınıfları birbiri ile ilişkilidir. Beton şartnamesinde donatının korunması amacıyla en az beton örtü tabakası kalınlığının belirlenmesi için TS EN 1992-1-1'de belirtilen değerler, XC3 ve XC4 için de geçerlidir. XD ve XS etki sınıfları, kendi başlarına meydana gelemez ve daima bir XC etki sınıfıyla birlikte etki gösterir. Bu ikili sınıflandırma, bir XF etki sınıfıyla ve/veya bir XA etki sınıfıyla da bağlantılı olabilir.

Not 2 - Donatısız beton için çevre etki sınıfları

Donatısız betonlar için etkinin sınıflandırılması X0, XA ve/veya XF etki sınıflarıyla sınırlıdır. XC, XD ve XS sınıfları, donatının korozyonu riskiyle özellikle ilişkili olduğu için donatısız betonlarda kullanılmaz. Donatısız beton herhangi bir gömülü metali içeriyorsa, söz konusu beton donatılı olarak sınıflandırılmalı ve XC, XD veya XS etki sınıflarıyla ilişkili uygun sınır değerleri seçilmelidir.

TS EN 206 standardında da belirtilen betona zararlı etkisi olan kimyasal maddeler, Portland çimento tipleriyle yapılmış betona zarar verebilmektedir. Bu tür etkilere maruz kalan betonlarda TS EN 12390-8 standardına uygun olarak yapılan deney sonucunda su işleme derinliği 30 mm'yi aşmamalıdır. Farklı kimyasal zararlı maddeler ve daha fazla detaylı bilgi için TS 3440 standardına bakılmalıdır.

Çizelge 5.4 - Çevre etkilerine göre müsaade edilen en büyük su/çimento oranı (w/c), en az çimento dozajı, en az hava içeriği (%) ve beton sınıfı.

Etki sınıfı	Etkinin tipi	En büyük su/çimento oranı	En küçük dayanım sınıfı	En az çimento miktarı (kg/m ³)	En az hava içeriği, %	Diğer şartlar
X0	Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok	-	C12/15 C16/20	260	-	-
XC1	Karbonatlaşma nedeniyle korozyon	0,70	C20/25	260	-	-
XC2		0,65	C25/30	260	-	
XC3		0,60	C25/30	270	-	
XC4		0,55	C30/37	280	-	
XS1	Deniz suyu etkisi (klorür etkisi)	0,55	C30/37	300	-	-
XS2		0,50	C35/45	320	-	
XS3		0,45	C35/45	320	-	
XD1	Deniz suyu haricinde klorür	0,55	C30/37	300	-	-
XD2		0,50	C35/45	320	-	
XD3		0,45	C35/45	320	-	
XF1	Donma/çözülme etkisi	0,60	C25/30	280	-	TS 706 EN 12620+A1 standardına uygun donma-çözülme dayanıklılığına sahip agrega
XF2		0,55	C25/30	300	4,0 ^{a)}	
XF3		0,50	C25/30	300	4,0 ^{a)}	
XF4		0,50	C30/37	320	4,0 ^{a)}	
XM1	Aşınma etkisi	0,55	C30/37	300	-	-
XM2		0,55	C30/37	320	-	
XM3		0,45	C35/45	320	-	
XA1	Zararlı kimyasal ortam	0,60	C25/30	280	-	-
XA2		0,50	C35/45	320	-	Sülfata dayanıklı çimento ^{b)}
XA3		0,45	C35/45	320	-	

6. KİMYASAL KATKI MADDELERİ

6.1 Genel

Betonun işlenebilirliğini ve kohezyonunu daha kolay ve emniyetli bir şekilde artırmak, dayanımını artırmak, priz süresini uzatmak veya kısaltmak veya diğer bazı taze ve sertleşmiş beton özelliklerini iyileştirmek amacı ile betona kimyasal katkı maddeleri İdare'nin izni ile kullanılabilir. Yüklenici, aynı cins her katkı için en az 3 farklı firmanın kimyasal katkı maddesine ait numunesini İdare'nin onayına sunmalıdır. Yüklenici, katkı maddelerinin temin edileceği kaynak ve bu maddelere ait teknik bilgileri, ilgili standarta uygun olduğunu gösteren onaylı belge ile birlikte deney için beton işlerinin başlayacağı tarihten en az 90 gün öncesinden İdare'ye sunacaktır. Katkı maddesinin değerlendirilmesi ve onayı için bütün deneyler İdare tarafından yapılacaktır. Kullanılacak katkı maddeleri TS EN 934-1 ve TS EN 934-2 veya ASTM C 494 ve ASTM C 260'a uygun ve CE belgesine sahip olacaktır. Hava sürükleyici katkı maddelerinin uygunluk değerlendirmesi ayrıca TS EN 480-11 standardına uygun olarak da yapılmalıdır.

Not : Bu katkıların ilgili standartlara uygunluklukları İdare'ce veya İdare'nin uygun göreceği akredite kuruluşlarca raporlandırılmalıdır. Şantiyeye gelen katkı maddelerinin her partisinden alınan numuneler üzerinde TS EN 480-6 standardına uygun olarak kızıl ötesi analiz yapılarak karışım tasarımında kullanılan katkı ile karşılaştırma yapılmalıdır. Bu karşılaştırmada bir önceki katkı spektrumu ile korelasyon katsayısı en az % 97,5 olmalıdır. Sonuçların uygun çıkmaması durumunda ilgili parti katkı iade edilmelidir.

6.2 Hava Sürükleyici Katkı Maddeleri

Donma-çözülme etkisine karşı betonun dayanıklılığını arttırmak ve betonun işlenebilirliğini temin etmek amacıyla hava sürükleyici katkı maddelerinin kullanılması zorunludur. Kullanılacak olan bu maddelerin İdare tarafından uygun görülerek onaylanması gerekir. Hava sürükleyici katkı maddesi karışıma karışım suyunun bir kısmı ile çözelti halinde ilave edilir. Bu çözelti, belirlenen karıştırma süresince homojen bir şekilde dağılması sağlanacaktır. Katkı maddesi her karışımda homojen bir kıvamda ve karışımlar arasında ve nakliyede aynı kalitede olacaktır.

Hava sürükleyici katkı maddeleri TS EN 934-2, ASTM C260 şartlarına uygun bir şekilde numuneler alınıp deneye tabi tutulacaktır. Hava sürükleyici katkı maddesi yapılacak deney sonunda uygunluğu tespit edilmedikçe kullanılmayacaktır. Herhangi bir tür hava sürükleyici katkı maddesinin kullanılıp kullanılmamasına, mevcut şartlara, inşaatın cinsine, kullanılan agreganın özelliklerini dikkate alarak yapılacak deneylerin neticelerine göre karar verilecektir. Hava sürükleyici katkısı otomatik bir cihaz (distribütör) vasıtasıyla, beton karıştırılırken ilave edilecektir. Betonu donma-çözülme etkisinden koruma amacıyla kalıba yerleştirme esnasında taze betonda bulunması gerekli sürüklenmiş hava miktarları aşağıda verilmiştir.

Agrega En Büyük Tane Boyutu (mm)	Hava miktarı % olarak
4,75 – 12,7	6 - 8
12,7 – 19,1	5 - 7
19,1 – 31,5	4 - 6
31,5 – 63,5	3 - 5
63,5 - 125	2 - 4

İşyerinde 6 aydan daha fazla süre depolanmış veya don tesirlerine maruz kalmış bir hava katkı maddesi, yapılacak bir deney neticesinde uygunluğu ispat edilmedikçe kullanılmayacaktır.

6.3 Su Azaltıcı/Akışkanlaştırıcı Katkı Maddeleri

Katkı maddelerinin kaynağı, markası ve tipleri Yüklenici tarafından teklif edilecek ve İdare'nin onayına sunulacaktır. Su miktarını azaltıcı katkı maddesi, yukarıda belirtilen hava katkı maddesi ile uygun ve uyumlu olacak ve betona hava sürükleyici katkı maddesi karışım suyundan ayrı olarak, belirtilen dozajda ilave edilip karıştırılacaktır.

Kullanılacak su miktarını azaltıcı katkı maddesinin miktarı, İdare'nin onayı ile imalatçının talimatına uygun bir şekilde olacaktır. Su miktarını azaltıcı katkı maddesi, TS EN 934-2 veya ASTM C494 şartlarına uygun olacaktır. Betonda gerekli taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin sağlanması ile birlikte şahit ve katkılı betonlarda su azaltıcı katkının etkinliği ile ilgili ekonomik fiyat analizi yapılmalı ve İdare için en uygun olan belirlenmelidir.

6.4 Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) Katkıları

Kendiliğinden yerleşen beton katkı maddelerinin uygunlukları TS EN 934-2 standardına göre belirlendikten sonra beton karışımı için TS 802 kriterlerine uygunluğu bakımından gerekli deneyleri yapılmalıdır. KYB katkı uygunluk deneyleri ve tasarımları DSİ-TAKK Dairesi ile birlikte koordinasyon sağlanarak işbirliği içerisinde yapılmalıdır.

6.5 Diğer Katkı Maddeleri

Priz geciktirici (tip B), hızlandırıcı (tip C) katkı maddeleri ve su miktarını azaltıcı katkı maddesi ile bunların karışımı olan (tip D ve tip E) katkı maddeleri TS EN 934-2 ve ASTM C494 standardlarında belirlenmiştir. Bunların uygunluğu deney neticeleri ile ispat edilmedikçe kullanılmayacaktır. Yüklenici, yazılı olarak, katkı maddesi içindeki klorür miktarını ve imalat sırasında klorür katılıp katılmadığını İdare'ye bildirecektir.

6.6 Dayanımlarına Göre Beton Sınıfları

Yapının veya yapı elemanlarının hizmet edeceği amaca, maruz kalacağı çevre etkilerine ve projede kullanılacak emniyet gerilmelerine göre seçilecek beton sınıfları TS EN 206/TS 13515’de belirtildiği şekilde aşağıda (Çizelge 6.1) verilmiştir. Bu sınıflandırmada ölçüt, basınç dayanımı olup, bu amaçla çapı $\Phi = 15$ cm ve yüksekliği $h=30$ cm olan silindir numuneler ile bir kenarı 15 cm olan küp numunelerin 28 günlük basınç dayanımları verilmiştir. Agrega en büyük tane büyüklüğü numune kalıplarının en küçük boyutunun 1/3’ün den fazla olmamalıdır.

Çizelge 6.1 - Normal ve Ağır Betonlar için Basınç Dayanımı Sınıfları

Basınç Dayanım Sınıfı	En Düşük Karakteristik Silindir Dayanımı F_{ck} silindir N/mm^2	En Düşük Karakteristik Küp Dayanımı F_{ck} küp N/mm^2
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

*C8/10, C12/15 ve C16/20 sınıfı betonlar sadece dolgu ve tesviye betonu olarak kullanılabilir.

Not: Yukarıdaki Çizelge 6.1’de verilen ve beton sınıfına göre hesaplanan (15x30) cm silindir ve (15x15x15) cm eşdeğer küp dayanımları arasındaki geçiş katsayıları, şantiyede tespit edilen geçiş katsayısından farklı olabilir. Şantiye şartlarında, sözü edilen silindir ve küp numunelerine ait çalışma yapılabilirse buradan elde edilen katsayının kullanılması daha uygundur. Bu şekilde bir çalışma yapılması mümkün değilse Çizelge’de verilen beton sınıfına uygun olan geçiş katsayısı kullanılabilir.

6.7 Su – Çimento Oranına Göre Beton Dayanımı

Beton, maruz kaldığı yüklere karşı yeterli dayanımda olmalıdır. İstenen beton dayanımını sağlayacak yaklaşık su-çimento oranları Çizelge 6.2’de gösterilmiştir. Bu karışımlar TS EN 197-1 standardına uygun CEM I 42,5 Portland çimentosuna göre tasarlanmıştır. Çizelge 6.2’deki su/çimento oranı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki sadece bilgi amacıyla verilen yaklaşık değerlerdir, tasarım çalışmalarında sadece ön bilgi olarak kullanılabilir.

Çizelge 6.2 - Su-Çimento Oranlarına Göre Yaklaşık Beton Dayanımları

Su/Çimento Oranı (Kütlece)	28 Günlük Yaklaşık Basınç Dayanımı (N/mm ²)			
	Hava Sürüklemesiz Beton		Hava Sürüklenmiş Beton	
	Silindir	Küp	Silindir	Küp
0,4	34	40	26	30
0,45	30	36	23	27
0,5	27	32	20	24
0,55	24	28	18	21
0,6	21	25	16	19
0,65	18	22	14	17
0,7	16,5	19	13	15
0,75	14,5	17	11	13
0,8	13	15	10	12
0,9	10,5	12	8	9
1	8,5	10	6	7
1,1	7	8	5	6

Not – Burada verilen hava sürüklenmiş betonlarda ortalama %4 ila %6 arasında hava içeriği bulunmaktadır.

6.8 Betonu İmal Yerine Göre Sınıflandırma

- a) Şantiye Betonları: Şantiye betonları, beton karışım elemanlarının şantiyede hazırlandığı ve karıştırıldığı betonlardır.
- b) Taşınan (Hazır) Beton: Taşınan beton, beton karışım elemanlarının ve betonun şantiye dışında hazırlandığı ve şantiyeye getirilerek yerleştirilip sıkıştırıldığı betonlardır.

6.9 Beton Kıvamına Göre Sınıflandırma

İçindeki su miktarına göre beton, kıvamı bakımından aşağıdaki sınıflara ayrılır;

Nemli Toprak Kıvamında Beton : Vibratörle sıkıştırma yapıldığı durumlarda ve donatısı az ve seyrek olan betonarme yapılarda kullanılmaya elverişlidir. Bu kıvamdaki betonun içinde, elde yoğrulduğu zaman avuca çimento hamuru yapışacak kadar ve ancak iyice sıkıştırıldıktan sonra üst yüzeyi plastik ve düzgün görünüş alacak kadar su bulunmalıdır. Bu cins betonlarda çökme deneyinde 0-5 cm’lik bir ölçüm değeri elde edilir.

Plastik Beton : Betonarme yapılar için özellikle uygundur. Bu kıvamda, kütleyi hamur haline getirecek kadar su bulunmalıdır. Çökme deneyinde ölçülen miktar 10-15 cm arasında olmalıdır. Toleranslar için Çizelge 6.7 veya TS EN 206 ve TS 13515’den yararlanılmalıdır.

Akıcı Beton : Sulu hamur görünüşünde olacak kadar su ile karılmalıdır. Çökme değeri en çok 15 -22 cm. olmalıdır. Eger sıkıştırma sırasında, suyun bir kısmı ayrılır ve beton toplu bir kütle halinde kalmazsa karışımının uygun olmadığına karar verilir. Bu cins beton ancak suyun fazlalığından dolayı meydana gelen niteliğindeki düşüklüğün sakıncası görülmeyen durum ve yapılarda kullanılabilir.

- (1) Betonun kıvamına göre sınıflandırılması durumunda, Çizelge 6.3, Çizelge 6.4, Çizelge 6.5 veya Çizelge 6.6 uygulanır. Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) için sadece Çizelge 6.6 uygulanır.
- (2) Kıvam sınıfı, Çizelge 6.7’de verildiği gibi toleransla birlikte hedef bir değer olarak da belirtilebilir.

Not 1 -Çizelge 6.3, Çizelge 6.4, Çizelge 6.5 ve Çizelge 6.6' da verilen kıvam sınıfları birbirleri ile doğrudan ilgili değildir. Özel yöntemle sıkıştırılmak üzere tasarlanmış çok düşük su içeriğine sahip olan nemli toprak kıvamındaki betonlar için kıvam sınıflandırılmaz.

Çizelge 6.3 - Çökme sınıfları

Sınıf	EN 12350-2’ye göre belirlenen çökme, mm
S1	10 – 40
S2	50 – 90
S3	100 – 150
S4	160 – 210
S5 ^a	≥ 220
^a TS EN 206, Madde 5.4.1, Not 1’e bakılmalıdır.	

Çizelge 6.4 - Sıkıştırma sınıfları

Sınıf	EN 12350-4’e göre belirlenen sıkıştırılabilirlik derecesi
C0 ^a	≥ 1,46
C1	1,45 – 1,26
C2	1,25 – 1,11
C3	1,10 – 1,04
C4 ^b	< 1,04
^a TS EN 206, Madde 5.4.1, Not 1’e bakılmalıdır.	
^b C4 sadece hafif betona uygulanır.	

Çizelge 6.5 - yayılma sınıfları

Sınıf	EN 12350-5’e göre belirlenen yayılma çapı, mm
F1 ^a	≤ 340
F2	350 – 410
F3	420 – 480
F4	490 – 550
F5	560 – 620
F6 ^a	≥ 630
^a TS EN 206, Madde 5.4.1, Not 1’e bakılmalıdır.	

Çizelge 6.6 - Çökme-yayılma sınıfları

Sınıf	EN 12350-8’e göre belirlenen çökme-yayılma çapı, mm
SF1	550 – 650
SF2	660 – 750
SF3	760 – 850
^a Bu sınıflandırma $D_{max} = 40$ mm’yi aşan betonlara uygulanmaz.	

Çizelge 6.7 – Kıvam ve çökme ile ilgili tolerans değerleri.

Çökme (Slamp)			
Hedef değer, mm	≤ 40	50 ila 90	≥ 100
Tolerans, mm	± 10	± 20	± 30
Yayılma çapı			
Hedef değer, mm	Tüm değerler		
Tolerans, mm	± 40		
Çökme yayılma çapı			
Hedef değer, mm	Tüm değerler		
Tolerans, mm	± 50		
a Bu değerler, alternatif değerler verilmesi veya kullanım yerinde geçerli şartların olduğu durumlar dışında uygulanır.			

6.10 Kendiliğinden yerleşen betonun (KYB) ilave özellikleri için sınıflandırma

- (1) Kendiliğinden yerleşen betonun viskozite, geçiş yeterliliği veya elek ayrışma direncine göre sınıflandırıldığı durumlarda Çizelge 6.8, Çizelge 6.9, Çizelge 6.10, Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12 uygulanır.
- (2) Viskozite, toleranslar dahilinde bir hedef değer ile belirtilebilir.
- (3) Geçiş yeterliliği, L-kutusu deneyi ile belirlendiğinde en küçük değer veya J-halkası deneyi ile belirlendiğinde en büyük değer olarak belirtilebilir.
- (4) Elek ayrışma deneyi en büyük değer ile de belirtilebilir.

Çizelge 6.8 - Viskozite sınıfları - t_{500}

SINIF	EN 12350-8'E GÖRE BELİRLENEN T_{500}
	s
VS1	$< 2,0$
VS2	$\geq 2,0$
$D_{maks} = 40 \text{ mm}'yi \text{ aşan betonlara uygulanmaz..}$	

Çizelge 6.9 - Viskozite sınıfları - t_v

SINIF	EN 12350-9'A GÖRE BELİRLENEN T_v
	s
VF1	$< 9,0$
VF2	$9,0 - 25,0$
$D_{maks} = 40 \text{ mm}'yi \text{ aşan betonlara uygulanmaz.}$	

Not 1 - Çizelge 6.8 ve Çizelge 6.9'da verilen sınıflar benzerdir ancak aralarında tam bir korelasyon sağlanamaz.

Çizelge 6.10 - Geçiş yeterliliği sınıfları - L-kutusu

SINIF	EN 12350-10'A GÖRE BELİRLENEN L-KUTUSU ORANI
PL1	$\geq 0,8$ (2 Çubukla)
PL2	$\geq 0,8$ (3 Çubukla)

Çizelge 6.11 - Geçiş yeterliliği sınıfları - J-halkası

SINIF	EN 12350-12'YE GÖRE BELİRLENEN J-HALKASI ADIMI mm
PJ1	≤ 10 (12 Çubukla)
PJ2	≤ 10 (16 Çubukla)
$D_{maks} = 40$ mm'yi aşan betonlara uygulanmaz.	

Not 2 - Çizelge 6.10 ve Çizelge 6.11'de verilen sınıflar benzerdir ancak aralarında tam bir korelasyon sağlanamaz.

Çizelge 6.12 – Elek ayrışma direnci sınıfları

SINIF	EN 12350-11'E GÖRE BELİRLENEN AYRIŞAN KISIM %
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15
$D_{max} = 40$ mm'yi aşan betonlara uygulanmaz.	

7. BETON ve HARÇ KARIŞIM ORANLARI

7.1 Genel

Konvansiyonel beton karışım oranlarının tayini, TS EN 206 ve TS 13515 standartlarında verilen kriterler ile TS 802 “Beton Karışım Hesabı Esasları” standardına uygun olarak yapılacaktır. Kütle betonu karışım tasarımı ve oranlarının belirlenmesinde yukarıda belirtilenlere ilave olarak TS 13815 standardı ile ACI 207.1R şartnamesi esas alınacak ve SSB karışım tasarımı ve oranlarının belirlenmesi işlemleri öncelikle konu ile ilgili DSİ şartnamesi ve ilave olarak ACI 207.5R ve/veya USACE EM 1110-2-2006 şartnameleri dikkate alınacaktır.

Karışım oranları, birim beton hacmindeki çimento, su, iri agrega, ince agrega ve katkı maddesi miktarı gibi, betonun kullanılacağı çeşitli yapı tiplerine ve agrega özelliklerine göre uygun işlenebilme özelliğine, yoğunluğa, geçirimsizliğe, sağlamlığa ve dayanıma sahip olan en ekonomik beton üretilecek şekilde belirlenecektir.

Farklı beton sınıfları ve farklı özel ihtiyaçlar için beton karışım hesapları ve tasarımı İdare veya İdare’nin onayladığı bir laboratuvar tarafından yapılacaktır. Beton karışım oranlarının belirlenmesi çalışmalarında öncelikle o yapı için belirlenen maksimum su/çimento oranı dikkate alınacaktır. Bu su/çimento oranına (maksimum su/çimento oranı) bağlı olarak yapılan karışım tasarımında istenilen dayanım (beton sınıfı) sınıfına ulaşamaz ise su/çimento oranı daha aşağı seviyelere çekilerek hedeflenen beton sınıfının elde edilmesi sağlanacaktır. Yapı için seçilen maksimum su/çimento oranında yapılan karışım sonucunda elde edilen beton sınıfı, projede belirtilen beton sınıfından daha yüksek ise projede belirtilen beton sınıfı yerine, karışım sonucu belirlenen beton sınıfı kullanılacaktır. Yüklenici kendisine verilen beton karışım elemanları miktarı raporu doğrultusunda, belirlenenden daha düşük kalitede olmayan beton üretmekle sorumlu olacaktır.

Karışım oranlarını belirlenmesi için laboratuvar şartlarında yapılacak deneme karışımlarında dikkate alınacak hedef dayanım aşağıdaki gibi belirlenecektir:

Projede öngörülen beton sınıfına ait beton basınç dayanımı (karakteristik dayanım, f_{ck}) aşağıda belirtildiği üzere belirli bir ihtiyat payı kadar arttırılarak beton karışım hesaplarında esas alınacak olan hedef dayanım f_{cm} tespit edilecektir.

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$$

Standart sapmanın bilinmediği durumlarda dayanım sınıflarına göre artırılmış $f_{ck} + \Delta f$ değerleri Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 - Dayanım Sınıfları ve Δf (ihtiyat/Emniyet Payı) ile $(f + \Delta f)$ Değerleri

Beton sınıfı	Karakteristik basınç dayanımı, f_{ck} MPa		Hedef basınç dayanımı, f_{cm} , MPa (Eşdeğer silindir/küp dayanımı)		
	Karakteristik silindir (150x300) mm basınç dayanımı, f_{ck} (MPa)	Eşdeğer küp (150x150x150) (mm) basınç dayanımı f_{ck} (MPa)	Standart sapma biliniyorsa	Standart sapma bilinmiyorsa	
				(150x300) mm silindir	(150x150x150) mm küp
C14/16	14	16	$f_{cm} = f_{ck} + 1,48\sigma$	18	20
C16/20	16	20		20	24
C18/22	18	22		22	26
C20/25	20	25		26	31
C25/30	25	30		31	36
C30/37	30	37		36	43
C35/45	35	45		43	53
C40/50	40	50		48	58
C45/55	45	55		53	63
C50/60	50	60		58	68
C55/67	55	67		63	75
C60/75	60	75		68	83
C70/85	70	85		78	93
C80/95	80	95		88	103
C90/105	90	105		98	113
C100/115	100	115		108	123

Yukarıdaki esaslar dahilinde tespit edilen hedef dayanım dikkate alınarak karışım tasarımı sonuçlandırılır. Hedef dayanım değerini sağlayan karışım oranlarına ait su/çimento oranı yapı tipine göre Çizelge 5.1 ve/veya Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4 dikkate alınarak değerlendirilir. Şayet çizelgede izin verilen maksimum su/çimento oranlarının üzerinde bir oran ile hedef dayanım tutturuldu ise, karışım tasarımı yeniden revize edilmelidir. Bu durumda yapı tipine göre önerilen maksimum su/çimento oranında karışım tasarımı yenilenir. Bu tasarım sonucu elde edilen 28 günlük basınç dayanımı hedef dayanım olarak alınır ve Çizelge 7.1'deki ihtiyat payı bu değerden düşülerek projede uygulanacak olan beton sınıfı tespit edilir. $1,48\sigma$ değeri ihtiyat payını aşıyorsa beton kalite kontrolü gözden geçirilmelidir.

Not: Arazide yukarıda bahsedildiği üzere gerçekleştirilen karışım tasarımı oranları uygulanarak yapılan beton imalatından en az 30 ardışık (30 farklı harmandan alınan) ortalama dayanım deney sonucu belirlendiğinde standart sapma hesaplanacaktır. Tespit edilen standart sapma değeri (σ) aşağıdaki formül kullanılarak hedef dayanım tespit edilir. Bu hedef dayanım dikkate alınarak gerekiyorsa karışım tasarımı yenilenebilir. Ancak, hiçbir karışım tasarımında Çizelge 5.1'de verilen yapı tipine bağlı su/çimento oranları aşılamaz.

$$f_{cm} = f_{ck} + 1,48\sigma \quad (\text{TS EN 206})$$

Burada σ standart sapma, f_{ck} karakteristik dayanım ve f_{ci} bir harmandan alınan 3 numuneye ait basınç dayanımlarının ortalaması ve f_m ise f_{ci} lerin hepsinin ortalamasını ifade etmektedir.

Not: Bu formül ($1,48*\sigma$) değerinin, Çizelge 7.1'de verilen ihtiyat payını aşmaması durumu için geçerlidir. Aksi durum beton üretim kalitesinin çok düşük olduğunu gösterir.

Projelerde gösterilen veya İdare tarafından gerekli görülen yerlerde, çimento harçı kullanılacaktır. Harç, işlenebilmesi için gerekli minimum su miktarı kullanılarak doğru şekilde oranlanıp yeterli şekilde karıştırılacaktır.

Kullanılması tasarlanan her bir dayanım ve tipteki betona ait karışım oranları İdare tarafından onaylanacaktır. Her karışım tasarımı, karışımın hangi işte kullanılacağını, karışımın muhtevasını ve aşağıda belirtilenleri açıkça gösterecektir:

- a) Beton, mineral katkı, kimyasal katkı maddeleri veya diğer içeriklerin tipi, markası ve miktarı,
- b) Su ve agrega miktarı,
- c) İri ve ince agreganın elek analizleri,
- d) Her karışım tasarımının agrega granülometrisi,
- e) Tüm malzemelerin özgül ağırlığı (ve su emme değerleri, agrega için)
- f) Agregalara ait, birim hacim ağırlıklar (gevşek-sıkışık), ince madde miktarı , kil toprakları ve eriyebilir parçacıklar, Na_2SO_4 veya MgSO_4 deney sonuçları (gerekirse tabii don deney sonuçları), aşınma deney sonuçları,
- g) Karışımda kullanılan çimentonun tipi imalat yeri, kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları
- h) Karışımda kullanılan kimyasal katkı maddelerine ait katkı maddesi uygunluk raporları ve FT-IR (kızıl ötesi) analiz spektrumları

7.2 Agrega Bileşenlerinin Oranları

Çeşitli yapı kısımlarında kullanılacak agrega en büyük tane boyutu projelerde gösterildiği gibi, gösterilmeyen yerler için ise İdare'nin belirlediği gibi olacaktır. Beton karışımları mümkün olduğu kadar en büyük boyut ve maksimum miktarda iri agrega kullanmaya yönelik olacaktır. Beton imalatı için gruplara ayrılmış agregalar bu şartnamede belirtilen gradasyon limitleri içinde olacaktır. Pompa ile iletilen beton tasarımı için agrega karışım oranları TS 802 ve Amerikan Beton Enstitüsü 304.2R (ACI Manual of Concrete Practice 304.2R) esas alınarak belirlenmelidir.

7.3 Çimento Miktarı

Değişik yapı kısımlarında kullanılacak betonun çimento miktarı laboratuvar deneyleri ile belirlenecektir. Laboratuvar deney sonuçları ile belirlenen dozaj, İdare'nin yazılı onayı olmadan, $\pm 3 \text{ kg/m}^3$ 'den daha fazla sapma göstermeyecektir. Yapıda kullanılacak betonun (dolgu ve tesviye amaçlı gro beton ve kütle betonu gibi özel tip betonlar hariç) toplam çimento veya çimento+tip II mineral katkı (uçucu kül, öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu, tras, silis dumanı vb.) miktarı TS EN 197-1'e uygun çimentolar ile TS EN 206/TS 13515 standardında belirtildiği gibi mineral katkısız veya mineral katkılı olacak şekilde belirlenecektir.

Diğer taraftan, bu şartname kapsamında çevre etki sınıfı X0 olan yani hiçbir çevre etki sınıfının olmadığı yapılarda çimento eşdeğer dozajı en az 260 kg/m³ olacaktır. Diğer durumlar veya çevre etki sınıfları bu şartnamede verilen kriterler veya uygun olduğunda TS EN 206/TS EN 13515’de belirtilen çevre etki sınıfları dikkate alınmalı ve karışım tasarımı ile ilgili belirtilen sınır değerlere (maks. w/c oranı ve en az dayanım sınıfı ile en az çimento dozajı) göre oranlar belirlenmeli ve tasarım yapılmalıdır. Tip II mineral katkı kullanıldığı durumlarda TS 13515’de anlatıldığı şekilde k-değeri kavramı ile w/c oranı hesabı yapılmalıdır.

7.4 Karışım Suyu Miktarı Ve Su/Çimento Oranı

Arzu edilen kıvamda bir karışımın üretimi için gerekli su miktarı agreganın en büyük tane boyutuna, tane şekline, tane büyüklüğü dağılımına ve karışıma girecek hava miktarına bağlıdır.

Su ve Portland çimentosu ile mineral katkı maddelerinin (puzolanik malzemeler) miktarı su-çimento oranının belirlenmesinde kullanılacaktır. Betonda kullanılacak su miktarı, miksere girecek olan katkı maddesinin ve agreganın nem muhtevası veya tane büyüklüğü dağılımındaki değişikliklerin etkisini dikkate alarak, uygun kıvamdaki betonu elde etmek için belirlenmiş olan su/çimento oranı sınırları içinde olacaktır. Dökümden önce betonun işlenebilirliğini artırmak için betona su ilave edilmesine izin verilmeyecektir.

Genel olarak karışım tasarımında, asgari miktarda çimento kullanılarak uygun işlenebilme özelliğine, yoğunluğa, geçirimsizliğe, dayanıklılığa ve istenen dayanıma sahip beton üretme esasına dayanarak, yapı tipi ve yerine (iklim koşulları) bağlı olarak kütlece en yüksek su-çimento oranı belirlenecektir (agrega tarafından emilen su hariç). Su-çimento oranı, kullanılacak beton sınıflarına bağlı olarak Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.4’de verilen değerlerde olacaktır. İstenilen dayanım ve dayanıklılığı sağlamak için gerekli olan optimum su-çimento oranı veya minimum çimento miktarı, yalnız projede kullanılacak malzemeler ile yapılan Laboratuvar deneyleri ile belirlenecektir. Projede hangi beton sınıfı verilirse verilsin laboratuvar karışımlarında elde edilen beton dayanımı projede belirtilen dayanımdan yüksek ise karışım ile belirlenen dayanım sınıfı uygulanacaktır.

7.5 Kıvam (Slamp)

Kıvam, çökme (slamp) deneyi (TS EN 12350-2 veya ASTM C143) ile ölçülen betonun işlenebilirliğini tarif eden bir terimdir. Betonun çökme (slamp) miktarı aşağıda belirtildiği gibi olacaktır.

Tasarımda betonun yerleştirileceği ana kadar geçen süre ve kıvam kaybı dikkate alınacak, yerleştirileceği anda bunlar sağlanmış olacaktır. Kıvam beton tasarım aşamasında arazideki şartlar ve ekipmanlar dikkate alınarak İdare'nin laboratuvarı tarafından belirlenecektir. Uygulamada belirlenen bu kıvam değeri beton dökümü öncesinde belirlenecek ve bu değeri %25'den daha fazla geçmeyecektir. Yapı tipine bağlı olarak diğer kıvam ölçme metotlarının (Ve-Be süresi, Sıkıştırılabilme derecesi ve yayılma çapı gibi) kullanılması gerekli olduğu durumlarda TS EN 206/TS 13515 standardına ve diğer ulusal ve uluslararası standartlara başvurulmalıdır.

Eğer kıvam ölçümleri sınırı aşıyorsa ve İdare tarafından fazla bulunursa, beton karışımları reddedilecektir. Çökme değeri "Ret Sınırı" nı aşan beton asla kullanılmayacaktır. Reddedilmiş karışımların çökme sınırlarına uydurulması için karıştırma zamanını arttırma, kuru malzeme ekleme veya benzer işlemler yapılmasına izin verilmeyecektir. Çökme testi karıştırma tesisinde ve beton yerine dökülmeden önce yapılacaktır.

8. YAPIM SAFHASINDA BETON KONTROLÜ

8.1 Genel

İşlerin devamı sırasında gerek taze ve gerekse sertleşmiş beton deneyleri İdare tarafından kontrol edilecektir ve/veya ettirilecektir. Yüklenici deney yapımıyla ilgili bütün konularda İdare'nin taleplerine riayet edecektir. Yapılacak deneyler, deney yöntemleri ve sıklıkları, DSİ Kalite Kontrol Rehberi esas alınarak gerçekleştirilecektir. Taze betonun sıcaklığı, slumpı, hava içeriği, birim kütlesi, Ve-be değeri ve sıkılığı gibi taze beton özellikleri yerinde belirlenecek ve uygunlukları tespit edilecektir. Sertleşmiş beton, öncelikle taze betondan alınacak numunelerin basınç dayanımları yönünden kontrol edilmesi ve talep edildiğinde tamamlanmış yapılardan İdare eşliğinde yüklenici tarafından alınacak karot numuneleri ile basınç dayanımı, geçirgenlik, elastisite modülü gibi parametrelerin belirlenmesi ile uygunluk yönünden test edilecektir.

Yüklenici, İdare tarafından deneyi yapılacak çimento, agrega, beton ve diğer tüm yapı malzemeleri için uygun depolama ve nakliye imkanı sağlayacaktır.

Deney neticeleri şayet bu şartnameye uygun betonu elde etmek için agrega veya beton tesislerinde iyileştirme yapılmasının gerekli olduğunu gösterirse, bu değişiklikler Yüklenici tarafından yapılacaktır.

Dökülen betonun kalite kontrolünde çok sıkı şartlar uygulanmış ancak uygun özelliklerde olmayan beton uzaklaştırılacaktır. Yüklenici numune alma ve deney yapılmasında İdare'ye gerekli olan bütün yardımı ve işbirliğini temin edecektir. Yapılacak olan bir ön çalışma aşağıdaki hususların belirlenmesini sağlayacaktır:

- Agregaların özellikleri,
- Beton özelliklerinde süreklilik,
- Çimento tipi ve kalitesinin seçilmesi,
- Katkı maddelerinin seçilmesi ve dozajı,
- Karışımındaki agrega sınıflarının oranları,
- Çimentonun dozajı,
- Su/çimento oranı,
- Çökme (slamp) değeri,
- Farklı taze beton karışımlarının özellikleri.

İşlerin yapımı sırasında beton deneyleri, betonun sınıfına ve dökülecek betonun miktarına bağlı olarak, deney programına göre yürütülecektir. Şayet deney neticeleri belirlenen hususların yerine getirilmediğini veya sağlanamadığını gösterirse, yüklenici gerekli kalitenin sağlanması için beton karışımının ayarlanması, kalite kontrolünün geliştirilmesi, karıştırma, nakliye ve döküm metodlarının diğer benzer konuların incelenmesi için derhal İdare ile görüşerek gerekli şartları sağlayacaktır. Çıkan günlük beton miktarı ve deney numuneleri, karotlar ve alınan diğer numunelere ait kayıtlar iş yerinde İdare tarafından saklanacaktır.

8.2 Deneme Karışımları

Beton karışım oranları laboratuvarında belirlendikten sonra, gerçek işte kullanılacak malzemeler, oranlar, çökme, karıştırma ve dökme ekipmanları ve yöntemleriyle uyumlu bir şekilde beton tesisinde deneme karışımları hazırlanacaktır. Tatmin edici karışımlar bulununcaya kadar, önceden belirlenmiş olan karışım oranlarında gerekli olan ayarlamalar yapılacaktır.

İdare tarafından onaylanan karışım tasarımı beton imalatına başlamadan önce şantiyede mevcut olan ekipmanlar kullanılarak denenecektir. Hazırlanan deneme karışımının her bir beton sınıfına ait olarak hazırlanan harmandan en az 10 adet beton numune alınacaktır. Bu numuneler, konvansiyonel beton için gerekli olması halinde 2'şer adet olmak üzere 1 günlük ve 3 günlük olarak deneye tabi tutulacaktır. Normal şartlarda ise 7 günlük ve 28 günde 3'er adet numune test edilecektir. Kütle betonlarında ve SSB gibi özel betonlarda hedef dayanım yaşına bağlı olarak daha ileri yaşlarda da (90, 180 ve 365 günlük) en az 2'şer adet farklı boyutlarda numune alımı yapılacaktır.

Konvansiyonel betonda 28 günlük 3 numunenin basınç dayanım değerlerinin ortalaması karışım tasarımında belirtilen karakteristik dayanımdan en az 1,0 MPa daha fazla ($f_{ck}+1$) olacak ve bu 3 numuneye ait dayanım değerlerinin her birinin ortalamadan sapması %10'dan fazla olmayacaktır. Ayrıca, hiçbir numunenin basınç dayanımı ($f_{ck}-3$)'den daha küçük olmayacaktır. Betonda agrega en büyük tane büyüklüğüne göre beton silindir ve küp numunelerin ölçüleri Çizelge 8.1 ve Çizelge 8.2'deki gibi olacaktır.

C35/45 ve üzeri beton sınıflarında TS 13515 standardına uygun olarak (100x200) mm boyutlarında numune alınabilmektedir. Bu durumda hiçbir matematiksel ilişki (korelasyon) kurulmadan agrega en büyük tane büyüklüğü 25,4 mm'den küçük olan betonlarda (150x150x150) mm küp şekilli veya (150x300) mm silindir şekilli numuneler yerine (100x200)mm boyutlarındaki silindir numune kullanılması durumunda betondan alınacak en az 3 adet deney numunesinin ortalama basınç dayanım sonucu, değerlendirme esnasında (150x300) mm silindir basınç dayanımına aşağıdaki katsayı kullanılarak dönüştürülebilir.

$$f_{(150 \times 300)} = 0,95 \times f_{(100 \times 200)}$$

Beton basınç dayanımı tayininde agrega en büyük tane büyüklüğü 25,4 mm'den küçük olan betonlarda (150x150x150) mm küp şekilli veya (150x300) mm silindir şekilli numunelere ilave olarak (100x100x100) mm boyutlardaki küp şekilli numunelerin kullanılmasına da aşağıda verilen bağıntının kullanılması şartı ile müsaade edilebilir. Bu durumda betondan alınacak en az 3 adet (100x100x100) mm küp numuneden elde edilen ortalama beton basınç dayanım sonucu,

değerlendirme esnasında (150x150x150) mm ebadındaki küp numune basınç dayanımına aşağıdaki katsayı kullanılarak dönüştürülebilir. (100x100x100) mm boyutlarındaki silindir numunelerin alınması sırasında numunelerin homojen olarak alınabilmesi için TS EN 12350-1’de belirtilen kurallara uyulmalıdır.

$$f_{(150 \times 150 \times 150)} = \frac{f_{(100 \times 100 \times 100)}}{1,05}$$

Çizelge 8.1 – Agrega maksimum tane boyutuna göre beton numune ölçüleri (Silindir şekilli)

Agrega En Büyük Tane Boyu (mm)	Silindir Çapı (mm)	Silindir Yüksekliği (mm)
12,7 – 25,4	100	200
12,7 – 31,5	150	300
31,5 – 63,5	250	500
63,5 - 125	450	900

Çizelge 8.2 - Beton Numune Boyutları (Küp şekilli)

Agrega En Büyük Tane Boyu (mm)	Küp Kenarı (mm)
12,7 – 25,4	100
12,7 – 31,5	150

Basınç dayanımı ve en büyük agreganın boyutuna göre ifade edilen betonun karışım tasarımı test ölçüleri ile değerlendirilip kabul edilmedikçe beton dökümüne geçilmeyecektir. Eğer malzeme kaynaklarında veya uygulanan işlemlerde değişiklik meydana gelirse, yeni deneme karışımları gerekecektir.

8.3 İşlerin Devamı Sırasında Dayanım Deneyleri

İşlerin devamı sırasında dökülen betonun dayanım deneyleri İdare tarafından yapılacak veya yaptırılacaktır. Şantiyede deney numunelerinin boyutları (150x150x150) mm küp şekilli veya (150x300) mm ve (250x500) mm silindir şekilli numuneler olacaktır. Agrega maksimum tane çapının büyük olması ve (250x500) mm silindir şekilli numunelerin kullanılması durumunda yeterli kırma kapasitesine sahip pres Yüklenici tarafından laboratuvara temin edilecektir. Beton tasarımları sonucunda elde edilen geçiş katsayıları (korelasyon) kullanılarak İdare’nin onayı ile sadece ıslak eleme yöntemi ile (150x300) mm silindir şekilli beton numuneler ile kontrol deneyleri yapılabilir. Yüklenici, İdare tarafından belirlenecek sayıda deney numune kalıplarının alınmasında, İdare’ye yardım edecektir. Genel olarak dökülen her beton sınıfı için deney programına uygun olarak 3 takım 9 adet deney numunesi alınacaktır. İdare istediği anda istediği

miktarda ve zamanda numune almaya veya aldırtmaya yetkilidir. Beton silindirlerin numune ölçüleri Madde 8.2’de belirtilmiştir.

Betonun numune kalıplarına yerleştirilmesinden önce, belirlenen ölçülerden daha büyük olan iri agrega taneleri elenerek (ıslak eleme) ayıklanacaktır.

Numunelerin TS EN 12390-2 ve ASTM C31 Standardı gerekliliklerine uygun olarak bakımı yapılacaktır. Numunelerin bakımı arazi şartlarında da yapılacaktır, eğer hava sıcaklığının 5°C nin altına düşme ihtimali varsa numunelerin bakımı laboratuvar şartlarında yapılacaktır. Numuneler TS EN 12390-2 esaslarına göre alınıp deney anına kadar bakımı yapılacak ve TS EN 12390-3 veya ASTM C39 standartlarının şartlarına uygun olarak Kalite Kontrol Yetkilisi tarafından basınç dayanım tayini deneyine tabi tutulacaktır.

Deney için kalıplara dökülen beton iyice prizini tamamlamadan oynatılmayacak ve dökümü izleyen 24 saat’lik zaman diliminde taşınmayacaktır. Alınacak beton numunelerin minimum adeti aşağıda verilmiştir.

Çizelge 8.2 – Büyük ve küçük su işlerinde numune alma miktar ve sayıları.

Bir günde dökülen her beton sınıfı için	Alınacak en az numune adeti	Basınç dayanım deneyi (Uygunluk için)			
Her 50 m ³ (veya temsili olarak daha azı)	9 (En az)	7 Gün	28 Gün	90 Gün (Gerekli olduğunda)	İlave
		3	3	3	3

Not – İdare uygun görmesi halinde betonun yerinde veya şantiyede nitelik denetimi amacıyla alınacak numune alma sıklığı için TS 13515, Ek B1 uygulanabilir.

Betondan alınacak numune miktarı beton sınıfı ve aynı anda dökülecek kalıbın hacmine göre de idare tarafından belirlenen miktarlarda olabilir. İlave numuneler 72 saatlik (3 Gün) dayanım tayini için 7 veya 28 günlük test sonuçlarını tahmin etmek için kullanılabilir. CEM I çimento veya katkılı çimentolarla birlikte Tip II mineral katkıların kullanıldığı kütle betonlarında her hafta üç numuneden oluşan en az bir deney numunesi grubu 90 günlük deney için hazırlanacaktır.

Dökülmüş olan betonu temsil eden beton basınç dayanım deneyleri burada belirtilen şekilde 28 veya 90 günlük dayanımını gösterecektir. Elde edilen toplam deney sonucu (3 adet numune ortalaması 1 deney sonucudur) sayısının %10’undan daha fazlası karakteristik basınç dayanım

değerinin altında olamaz. Bu değerlendirme işlemi bir yapının yeterince büyük bir anosu veya yapının tamamına uygulanabilir. Her 50 m³ beton dökümü için 1 deney sonucu elde edildiğinde en az 10 deney sonucu için bu değerlendirme yapılacaktır.

Alınan toplam numune sayısı, her bir harmandan alınan 3 adet numunenin dayanım değerlerinin ortalaması bir deney sonucu (f_{ci}) olarak kabul edilecektir. Tüm deney sonuçlarının ortalaması $\geq (f_{ck} + 1)$ olacaktır. Hiçbir deney sonucu (bir harmana ait deney sonuçlarının ortalaması) karakteristik dayanım değerinden 3 MPa'dan daha fazla düşük ($f_{ck}-3$) olmayacaktır. Basınç dayanım sonuçları olarak her iki kriteri sağlayamayan beton, Şartname icaplarını yerine getirmemiş kabul edilecektir.

Beton basınç dayanım deney sonucu ortalaması ($f_{cm} \geq f_{ck}+1$)

En düşük deney sonucu ($f_{cmin} \geq f_{ck}-3$)

Kalite Kontrol yetkilisi beton numunelere ait basınç dayanımı deney sonuçlarını kayıt edecek ve sonuçların uygunluk değerlendirme işlemini bu amaçla hazırlanmış olan bilgisayar programları ile değerlendirerek kalite kontrol amaçlı olarak muhafaza edecektir.

30 adet basınç dayanım deney sonucu elde edildikten sonra Kalite Kontrol Yetkilisi standart sapmayı ve varyasyon katsayısını belirleyecektir. Hesaplanan standart sapma ve varyasyon katsayısına göre betonun üretiminin kalitesi hakkında fikir elde edilebilir. İdare isterse bir yapının tamamını ve/veya yapının belirli kısımlarını aynı anda döktüreceklerdir.

8.4 Beton dayanım sonuçlarında standard sapma ve varyasyon

Beton imalatında kalite kontrol işlemleri en önemli aşamalardan bir tanesidir. Kalite kontrol işlemleri arasında istatistiksel yöntemler ise sıklıkla başvuru değerlendirmeye yollarından biridir. Beton heterojen bir malzeme olduğundan deneysel olarak ölçülen fiziksel ve mekanik özellikleri (malzemeler, üretim ve deneysel metotlar) sürekli değişkenlik göstermektedir. Beton imalatının sürekli olarak yapıldığı beton tesislerinde standart sapma, aritmetik ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri betonun imalat kalitesi ile ilgili bilgileri vermektedir.

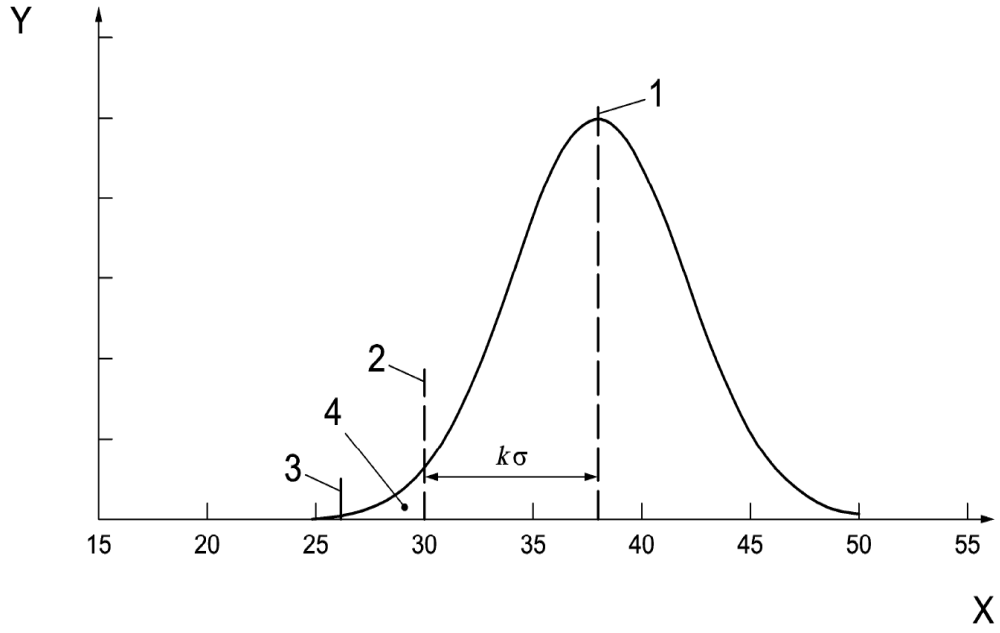
Beton kalite kontrol işlemlerinde değişkenlik (varyasyon) teriminin iyi anlaşılması önemlidir. Betonda basınç dayanımı sonuçlarının dağılımı normal dağılım ile temsil edilebilmektedir. Bu dağılımın ifade edilmesinde ise standart sapma, varyasyon ve aritmetik ortalama parametreleri kullanılmaktadır. Aşağıda Şekil 8.1'de aritmetik ortalaması aynı ancak standart sapma değerleri farklı olan aynı beton sınıfına ait 3 farklı şekilde beton basınç dayanım sonuçlarının dağılımları

verilmektedir. Standard sapması en düşük olan beton imalatının kalite kontrolünün iyi ve sıkı yapıldığı ve bir anlamda kalitesinin daha iyi olduğu anlaşılmalıdır. Standard sapması yüksek olan beton imalatında ise kalite kontrolün yeterince sağlanamadığı ve bir anlamda da kalitesinin düşük olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü elde edilen basınç dayanımları arasında büyük farklar meydana gelmekte ve bu durum beton imalatının düzgün ve homojen yapılamadığını ve/veya malzemelerde değişkenlik olduğunun da bir göstergesidir. Standart sapmanın düşük olduğu ve kalite kontrolünün iyi yapıldığı betonun kalitesinin istenilen beton sınıfını sağlayıp sağlamadığı konusu ayrıca değerlendirilmesi gerekli bir işlemdir.

Diğer taraftan Şekil 8.2’de görüldüğü gibi belirli bir proje dayanımı için elde edilen beton basınç dayanımları ile farklı standard sapma değerleri ve birbirinden farklı aritmetik ortalama değerleri de meydana gelebilmektedir. Standard sapma büyük olduğunda ise karakteristik basınç dayanımına göre gereğinden fazla ihtiyat payı ile (aritmetik ortalamanın artması) çalışılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle standard sapma değeri yükseldiğinde hedef dayanımın arttırılması ve dolayısı ile betonda çimento dozajının artırılması gerekmektedir. Sonuç olarak kalite kontrolü iyi olan beton imalatının maliyeti de düşük olacaktır. Bu nedenlerle, beton imalatında kontrol grafiklerinin kullanımı önem arz etmekte olup bu konuda TSE CEN/TR 16369 standardından yararlanılacaktır.

Basınç mukavemeti test sonuçları, Şekil 8.1’de gösterildiği gibi normal bir dağılıma uyma eğilimindedir. Normal dağılım, dağılımın ortalama değeri ve sonuçların ortalama değer etrafında yayılmasının ölçütü olan standart sapma (σ) olmak üzere iki parametre tarafından tanımlanır. Düşük standart sapma, mukavemet sonuçlarının çoğunun ortalama değere yakın olacağı anlamına gelir; yüksek bir standart sapma, sonuçların önemli oranlarındaki mukavemetin, ortalama değer in altında (ve üstünde) olacağı anlamına gelir. 'X' iki değer arasındaki normal dağılıma sahip alan, bir sonucun bu değer aralığına düşme ihtimalini temsil eder. 'Kuyruk' terimi, belirli bir değer aralığındaki normal dağılıma sahip alan, ör. Basınç dayanımı ve frekansın neredeyse sıfır olduğu yeri temsil eder. Mukavemet için, alt kuyruk, yani düşük mukavemet sonuçları önemlidir ancak diğer özellikler için, ör. kıvam, hem alt hem de üst kuyruklar önemlidir.

Belli bir bileşen malzeme seti için mukavemet aralığının uç noktalarında, normal dağılmış veri setinin varsayımı geçerli olmayabilir. Mukavemetlerin sıfırdan daha az olması mümkün değildir ve çoğu betonun ötesine geçemeyecekleri bir tavan kuvveti vardır. Bu gibi durumlarda veri seti çarpıktır. Bununla birlikte, şartnameciler için düşük mukavemet değerleri ilgili olması nedeniyle, normal dağılmış verilerin varsayımı pratikte sorunlara yol açmaz.



Şekil 8.1 — Beton basınç dayanım değerlerinin dağılımının gösterimi.

Açıklamalar

X Küp dayanımı, N/mm²

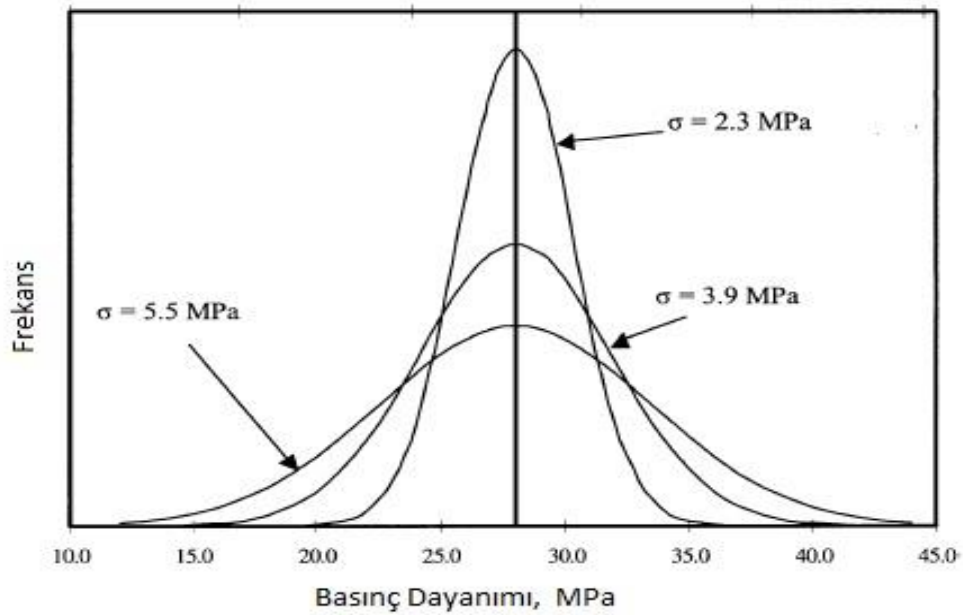
Y Frekans

1 Hedef ortalama dayanım

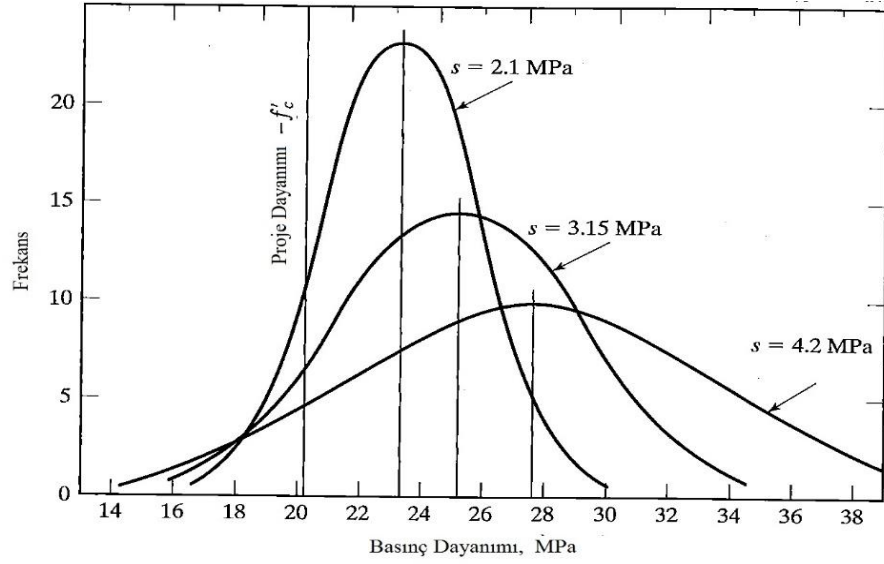
2 Karakteristik dayanım, f_{ck}

3 Asgari dayanım ($f_{ck} - 3$)

4 Kuyruk



Şekil 8.2 – Aritmetik ortalaması aynı standard sapmaları farklı olan aynı proje dayanımına sahip beton imalatına ait normal dağılım eğrilerinin genel oluşumu.



Şekil 8.3 – Aritmetik ortalaması farklı aynı beton sınıfının beton imalatına ait farklı standart sapma ve aritmetik ortalama değerlerinde oluşan normal dağılım eğrilerinin genel oluşumu.

TS EN 206 standart silindir testi veya 28 günde gerçekleştirilen standart bir küp testi ile betonun karakteristik basınç mukavemetini belirtir. Karakteristik dayanım, TS EN 206’da "dikkate alınan hacimdeki betonda belirlenecek bütün dayanım değerlerinden, bu dayanımın altına düşmesi beklenen oranın % 5 olduğu dayanım düzeyi" olarak tanımlanmaktadır. Basitçe ifade etmek gerekirse, her bir parti test edildiğinde, sonuçların% 5'i, normal dağılımın altındaki 'kuyruk' içine girerek gerçek ortalama dayanımın $1,64\sigma$ altında gerçekleşmesini sağlar. Bununla birlikte, gerçek ortalama dayanım, beton üretilene ve test edilinceye kadar bilinmemektedir ve bu nedenle, betonun en azından belirtilen karakteristik mukavemetine ulaşmasını sağlamak için, hedef ortalama dayanım (f_{cm}) genellikle daha yüksek bir değere ayarlanmaktadır.

Ortalama hedef mukavemet aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir:

$$f_{cm} = f_{ck} + k \cdot \sigma$$

Dağılımdaki sabit nokta belirtilen karakteristik mukavemetidir ve marjin arttıkça ve/veya standart sapma arttıkça hedef ortalama mukavemet artar. Aşağıda örnek uygulamaya bakılmalıdır:

C25/30'un belirlenmiş bir karakteristik mukavemeti için ortalama ortalama mukavemet Çizelgede verilmiştir. 3 N/mm^2 lik bir standart sapma (σ), değişkenliği düşük olan bir beton için tipik bir değerdir ve 6 N/mm^2 lik bir değer yüksek değişkenliği temsil eder.

30 N/mm² küp karakteristik dayanımı için ortalama hedef dayanım.

Marjin	Alt kuyruk altındaki alan (Karakteristik dayanım altındaki yüzde dilim)	Hedef ortalama dayanım (Küp), N/mm ²	
		$\sigma = 3 \text{ N/mm}^2$	$\sigma = 6 \text{ N/mm}^2$
1,64 σ	% 5	35	40
1,96 σ	% 2,5	36	42
2,00 σ	% 2,28	36	42
2,33 σ	% 1,0	37	44
3,0 σ	% 0,13	39	48
Çizelgede verilen rakamlar yuvarlanmıştır.			

Karakteristik dayanım altında bir beton mukavemeti uygunsuz değildir, çünkü istatistiksel olarak sonuçların % 5'i bu değerin altına düşeceği zaten kabul edilmektedir. Bununla birlikte, yapısal güvenlik nedeniyle, beklenen popülasyonun bir parçasını oluşturmaya rağmen, karakteristik mukavemetin önemli ölçüde altında bir beton mukavemetine sahip bir parti hariç tutulmuştur. Sonuç olarak, ($f_{ck} - 3$) 'in tek tek sonuçlarının (f_{ci}) minimum dayanım gereksinimini belirtir. Bu dayanımın altındaki herhangi bir parti uyumsuz bir partidir.

Uygunsuzluk riski, marjin arttıkça azalmaktadır. Bu riski ölçmek için istatistik teknikler kullanılır. Belirli bir marjin için, belirtilen karakteristik mukavemetinin altına düşen veya tek tek mukavemet kriterinin altına düşen bir deney sonucunun olasılığı aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Çizelge, belirtilen karakteristik mukavemetin altında bir sonuç elde etme ihtimalinin standart sapmadan bağımsız olduğunu göstermektedir (çünkü marjin standart sapmaya dayanmaktadır) ancak standart sapma arttıkça bireysel yığınlar için kriterin başarısız olma riski artmaktadır.

Marjin değerinin, karakteristik dayanımın altındaki beton oranı ve mukavemet kriterinin tek tek yığınlar için uygunsuz olma riskine etkisi

Marjin	Bir deney sonucunun karakteristik dayanımın altında olma ihtimali	Münferit harmanlar için mukavemet kriterinin uygunsuz olma riski	
		$\sigma = 3 \text{ N/mm}^2$	$\sigma = 6 \text{ N/mm}^2$
1,64 σ	20'de 1 (% 5)	% 0,1	% 1
1,96 σ	40'da 1 (% 2,5)	% 0,05	% 0,4
2,33 σ	100'de 1 (% 1)	% 0,01	% 0,1
3,08 σ	1000'de 1 (% 0,1)	% 0,0005	% 0,01

TS EN 206'da "karakteristik dayanım" tanımının zorlukları vardır. Bir yapısal mühendis için "betonun hacmi" sözcüğü, yapıda bulunan tüm betonlara ve betonun tek bir partiden oluşsa bile, betonun tek bir unsuruna uygulanabilir. TS EN 206'ya uygunluk açısından, değerlendirme aşamasında tüm "hacim" sözcüğü somuttur. Bu cümlelerin yorumlarından hiçbiri, süreç sürekli olduğu için kontrol sistemlerinde kullanım için uygun değildir. İmalat, ortalama çıkış kalite limiti (AOQL) % 5'e ulaşırsa, üretim karakteristik dayanıma ulaştığı kabul edilebilir.

Aşağıda Çizelge 8.3 ve Çizelge 8.4'te birçok deney sonucundan elde edilmiş beton imalatlarına ait standard sapma ve varyasyon değerleri beton imalatının kalite kontrolü ile ilgili bilgileri sağlamaktadır.

Çizelge 8.3 – Ortalama basınç dayanım değeri ≤ 35 MPa olan sürekli beton imatları için standard sapma ve varyasyon değerleri ile bunlara karşılık gelen kalite kontrol sınıfları.

Genel (Tüm Yapı) Değerlendirme				
Standard Sapma, MPa				
Mükemmel	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf
< 2,8	2,8 – 3,4	3,4 – 4,1	4,1 – 4,8	> 4,8
Tek Bir Yapı Elemanı veya Anosu İçin Değerlendirme				
Varyasyon, %				
< 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	5,0 – 6,0	> 6,0

Çizelge 8.4 – Ortalama basınç dayanım değeri > 35 MPa olan sürekli beton imatları için standard sapma ve varyasyon değerleri ile bunlara karşılık gelen kalite kontrol sınıfları.

Genel (Tüm Yapı) Değerlendirme				
Varyasyon, %				
Mükemmel	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf
< 7,0	7,0 – 9,0	9,0 – 11,0	11,0 – 14,0	> 14,0
Tek Bir Yapı Elemanı veya Anosu İçin Değerlendirme				
Varyasyon, %				
< 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	5,0 – 6,0	> 6,0

8.5 Sertleşmiş Beton Deneyleri

Kontrol numunelerine ait dayanım deney sonuçlarının dökülen betonun istenen şartname icaplarını yerine getirmediği veya kalitesinin düşük olduğunu göstermesi durumunda, İdare TS EN 12504-1'e uygun olarak alınan beton karot numuneler üzerinde TS EN 13791/TS 13685 ve/veya ASTM C42 gereklerine uygun olarak karot numune deneyleri için talimat verebilecektir. Karotlar, 28 günlük basınç dayanım deneyinin sağlanmadığı alandan en az 100 mm anma çapında ve her anodan veya yapı elemanından asgari 3 adet alınacaktır. Alternatif olarak, çok fazla sayıda karot numune alınması gerekli olması halinde beton dayanımının uygunluğunun basit ve hızlı bir

kontrolü, TS EN 12504-2 “Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene - Geri sıçrama sayısının belirlenmesi” beton darbeli deney çekici (Schmidt Çekici) kullanılarak yapılacaktır. Ancak bu durumda her bir özel beton karışımı için darbeli beton çekici ile elde edilecek sonuçların az sayıda alınan karot numune deney sonuçları ile korelasyonunun kurulması gerekecektir.

Karot numunelerinde boy/çap, çap, rutubet durumu, mümkünse yaş, donatı, beton döküm yönü vb. düzeltmeleri yapılarak deney sonuçları (150x300) mm silindir cinsinden verilmelidir. Bu sonuçlar; her bir yapı bileşeninden alınan en az iki numuneden her birinin basınç dayanımı, karakteristik basınç dayanımının %75’inden az olmamalı ve en az iki veya üç numunenin ortalama basınç dayanımı karakteristik basınç dayanımının %85’inden az olmayacak ve bu kriterlere göre uygunluk değerlendirilmesine tabi tutulacaktır. Sertleşmiş betondan alınan karotlara ait basınç dayanım sonuçları bu amaçla hazırlanmış ve ilgili standardına uygun olan farklı bilgisayar programları vasıtası ile değerlendirilecektir.

Deney sonucu, aynı yerden alınan iki veya daha fazla sayıda karot numuneden bulunan deney sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır. Değerlendirmeler bu şekilde elde edilen deney sonuçlarına göre yapılmalıdır. En az kaç numune alınacağı İdare yetkilileri veya kalite kontrol mühendisi tarafından belirlenecektir.

Aynı yerden alınan, iki veya daha fazla sayıda numuneden elde edilen deney sonuçlarından en az birinin deney sonuçlarının ortalamasından sapmasının %10'dan daha fazla olması durumunda, ortalamaya göre en uzak olan deney sonucu/sonuçları değerlendirme dışı bırakılır ve geriye kalan sonuçlar için aynı kontrol ve gerekirse işlem tekrar edilir. İki deney sonucu varsa/kaldıysa ve herhangi bir sonucun ortalamadan sapmasının %10’dan fazla olduğu durumda deney sonuçlarının tamamı ret edilir. Hesaplanarak elde edilen f_{yd} değerleri aşağıdaki kriterler dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

$$\begin{aligned}\text{Ortalama dayanım} &= \bar{f}_{yd} \geq 0,85 \times f_{ck} \\ \text{En küçük dayanım} &= f_{yd, \min} \geq 0,75 \times f_{ck}\end{aligned}$$

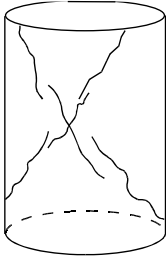
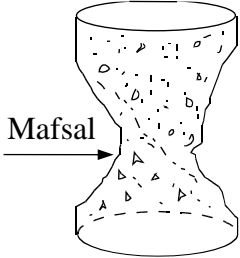
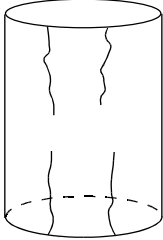
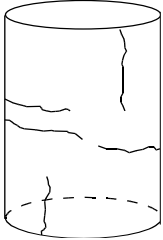
Burada,

f_{ck} : betonun karakteristik basınç dayanımıdır.

Karot numune dayanımlarından TS 13685’den yararlanarak elde edilen (150x300) mm Standard silindir numune dayanımına dönüştürülmüş ortalama (f_{yd}) değeri beton sınıfına ait silindir karakteristik dayanımının (f_{ck}) en az %85 değerini ve her bir karot dayanımı (f_{yd}) değeri söz konusu beton karakteristik dayanımının en az %75’ini sağlamalıdır.

Karot alımı sebebiyle zarar gören beton kısımları Yüklenici tarafından tamir edilecektir. Şayet karot deneyi dökülen betonun şartnameye uygun olmadığını gösterir ise beton imalatı projesi tarafından değerlendirilerek gerektiğinde reddedilecektir.

Başlangıçta 1000 m³ e kadar her 250 m³ te bir en az 3 adet karot numunesi alınarak betonun yerindeki dayanımı belirlenecektir. Karot dayanım sonuçlarının yukarıda verilen uygunluk kriterlerini sağlamaması durumunda, bu yapıdan alınan taze beton numunelerine ait sertleşmiş beton deney sonuçları ile karşılaştırma yapılacak ve gerekli tedbirler alınacaktır. Basınç deneyinde karot numunelerinin kırılma şekilleri aşağıda gösterilmiştir.

Normal kırılma modu		
Kırılmadan önce	Kırılmadan sonra	<ul style="list-style-type: none">• Karotun yan yüzeylerinde diyagonal kırılma çizgileri oluşur• Hemen hemen karotun orta noktasında “mafsal” gözlenir. “Basınç-kayma kırılması” olarak nitelendirilir.
		
Hatalı kırılma modu		
		<ul style="list-style-type: none">• Yükleme başlığına temas eden yüzeylerde karotu boyuna kesen paralel kırılma çizgileri oluşur.• Karotta yatay çekme çatlakları gözlenebilir.• Yarılma veya kırılma çizgileri karotun bir köşesinde toplanmıştır.

Karot basınç deneylerinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus karotun kırılma modudur. Hatalı kırılma modu ile sonuçlanan deneyler kesinlikle istatistiksel değerlendirilmeye alınmamalıdır ve yeterli sayıda numune yoksa deney tekrarlanmalıdır. Normal kırılma ve tipik hatalı kırılma şekilleri açıklamaları ile birlikte yukarıda gösterilmiştir. Hatalı kırılma modu genelde aşağıda sıralanan hatalardan biri veya birkaçından kaynaklanabilir:

- Karot alımında hatalı örnek (örselenmiş karot kullanımı)
- Karot boyutlarında hata olması, örneğin karotun yükseklikleri arasında belirgin farkın bulunması
- Karotun yükleme başlığının altına yanlış yerleştirilmesi
- Başlık malzemesinin yanlış seçimi ve elastik modülünün betondan çok farklı olması
- Başlıklama et kalınlığının 3-6 mm'den çok daha kalın veya ince olması ve kalınlığın üniform olmaması
- Karotun çok nemli ve boşluklu olması, su içinde çok uzun süre unutulmuş olması
- Basınç deneyi aletinin kalibrasyonunda bir bozukluk olması
- Yükleme plakalarını pastan korumak amacıyla zaman zaman sürülen ince yağ filminin deney sırasında unutulması, özellikle ince yağ filmi karot ile yükleme plakası arasında “sürtünmesiz” bir ortam oluşturan örneğin boyuna çekme çatlakları ile kırılmasına neden olur (Hatalı kırılma modu).

8.6 Beton Kalitesinin Denetimi

8.6.1 Şantiye Kontrol Deneyleri

Her 2 beton yükü veya mikserine ait beton harmanı için en az bir çökme (slamp) deneyi yapılacaktır. Çökme, TS EN 12350-2, ve/veya ASTM C143'e ve düşük slampli betonlarda TS EN 12350-3 ve/veya ASTM C1170'e uygun şekilde belirlenecektir.

Bir çökme deneyi kabul edilen sınırların dışında sonuç verdiğinde, beton dökümü durdurulacak, geri kalan beton reddedilecek ve gelecek olan yeni beton dökülmeden önce test edilecektir. Kabul edilebilir malzemenin sağlandığı deney sonucu ile belirlenmedikçe, beton dökümüne izin verilmeyecektir. Birbirini takip eden iki beton deney sonuçları kabul edilen limitleri sağladığında, daha sonraki beton test aralığı belirlenen önceki sıklığa dönebilir. Bir döküm işinde, son iki beton her ikiside kabul edilebilen sınırların dışında olduğunda, test gerekliliği aynı sınıf betonun bir sonraki planlanmış döküm işine kadar uzayacaktır. Eğer düzeltici bir işlem teklifi alınmış ve bu onaylanmış ise Kalite Kontrol Yetkilisi arka arkaya test gerekliliğinden vazgeçebilir.

Hava miktarı deneyi; her günün ilk üç karışımından herhangi birinden alınan betonda ve beton basınç test numunelerinin döküldüğü, beton karışımlarının her birinden alınan betonda yapılacaktır. Hava miktarı TS 12350-7 veya ASTM C231'e veya ASTM C138'e göre belirlenecektir. Beton basınç test numunelerinin alındığı, beton karışımlarının her birinden alınan, betonda birim ağırlık deneyi yapılacaktır. Birim ağırlık TS EN 12350-6 veya ASTM C138 göre belirlenecektir.

Beton basınç test numunelerinin döküldüğü beton karışımlarının her birinde, betonda sıcaklık deneyi yapılacaktır. Beton sıcaklığı ASTM C1064 Standardına göre belirlenecektir. Şantiyede yapılan betonlara ait beton basınç dayanımlarının her sınıfa ait uygunluk kriterleri Çizelge 8.3'de gösterilmiştir.

8.7 Sertleşmiş Yapı Elemanlarının Kontrolü İçin Kullanılan Diğer Yöntemler

İdare tarafından gerekli görüldüğü takdirde, dökülen betonun yapı elemanındaki durumunu değerlendirmede yardımcı olmak amacıyla, yapının çeşitli kısımlarındaki bağıl dayanımın tayini veya karot alınacak yerlerin tespiti için darbe çekici (Schmidt Hammer), ultrasonik aletler veya diğer tahribatsız deney metodları kullanılabilir. Bu tip deney metodları, karot sonuçları ile uygun bir şekilde korelasyonu ve kalibrasyonu yapılmadıkça yapının kabul veya reddi için kullanılamazlar. Bundan dolayı, yerindeki dayanım değerleri (tahribatsız deney yöntemleri ile belirlenen) ile alınan karot numune dayanımları arasında korelasyon kurulması gereklidir.

Çizelge 8.3 - 28 günlük beton basınç dayanımları

Beton Sınıfı	Karakteristik Silindirik Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)	Karakteristik Küp Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)	Şantiyede Kabul Edilen Minimum Tek Değer Silindirik Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)	Şantiyede Kabul Edilen Minimum Ortalama Silindirik Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)	Şantiyede Kabul Edilen Minimum Tek Değer Küp Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)	Şantiyede Kabul Edilen Minimum Ortalama Küp Basınç Dayanımı (MPa / N/mm ²)
C 14/16	14	16	11	15	13	17
C 16/20	16	20	13	17	17	21
C 20/25	20	25	17	21	22	26
C 25/30	25	30	22	26	27	31
C 30/37	30	37	27	31	34	38
C 35/45	35	45	32	36	42	46
C 40/50	40	50	37	41	47	51
C 45/55	45	55	42	46	52	56
C 50/60	50	60	47	51	57	61

Not: Burada belirtilen tek değer, bir harmandan alınan numunelerin deney sonuçlarının ortalamasıdır.

9. BETONUN HAZIRLANIŞI

9.1 Genel Esaslar

Şantiyede dökülecek betonun miktarı en az 10.000 m³ ve daha fazla ise, İdare'nin talimatı ile yüklenici, beton işlerini iş programına uygun olarak yürütebilmek için, iş yerine yeter kapasitede modern, sağlam ve otomasyon tartım tertibatlı bir beton karıştırma tesisi kuracaktır. Beton karıştırma sistemi, çimento, kum, çakıl ve beton içine konacak diğer maddeler tayin edilen miktarlarda olmak üzere ve bu karışıma yeterli miktarda su ilave ederek hasıl olacak betonu döküp saçmadan boşaltabilmelidir. Bu işlemler mümkünse otomasyon sistemi ile yapılmalıdır. Beton içine giren malzemenin doğru miktarlarda olmasını sağlamak için, beton tesisleri modern ölçü tertibatına sahip olmalıdır. Karıştırmada doğacak aksaklıklar yüzünden iyi kalitede üretilmeyen ve atılan betonlardan dolayı zarar ziyan Yüklenici'ye aittir. Temin edilecek betoniye tesisleri her zaman gerekli kontrolleri yapmaya müsait olacaktır. Bu Şartnamede sözü edilen gerekli bütün cetvel ve kayıtlar Yüklenici tarafından İdarenin istediği formatta hazırlanacak ve İdareye teslim

edilecektir. Beton tesislerini İdare'nin kabul etmesi şart olup aşağıda izah edilen hususları ihtiva edecektir.

9.2 Beton Santrali

Beton karışımının hazırlanacağı santralde, bileşen malzemelerin tip ve miktarını ayrıntılı şekilde gösteren bir karışım/harman hazırlama programı ve/veya otomasyon sistemi mevcut olmalıdır. Bileşen malzemelerin karışım harmanı için tartımında izin verilen sapmalar, kullanım yerinde geçerli hükümlere göre farklı toleransların verilmesi hariç olmak üzere, 1 m³ veya daha fazla beton miktarı için Çizelge 9.1'de verilen sınır değerleri geçmemelidir. Birden fazla sayıda harmanın birlikte karıştırılması veya transmikserde birlikte veya tekrar karıştırılmasında Çizelge 9.1'de verilen toleranslar, harmanı (yük) oluşturan toplam beton miktarına uygulanır.

Çizelge 9.1 - Bileşen malzemelerin karışım (harman) işlemi için toleranslar

Bileşen malzeme	Tolerans
Çimento Su Toplam agrega Çimento kütlesinin %5' inden daha fazla kullanılan mineral katkı ve lif	Gerekli miktarın \pm % 3'ü
Çimento kütlesinin % 5' i veya daha az miktarda kullanılan kimyasal katkı, mineral katkı ve lif	Gerekli miktarın \pm % 5'i
Not - Tolerans, tartılması gerekli miktar (hedef değer) ile tartılan miktar arasındaki farktır.	

Ağırlıkların ölçülme hassasiyetini kontrol etmek için Yüklenici, standart ağırlık ve diğer yardımcı aletleri temin etmekle yükümlüdür. İdare'nin denetiminde bu tecrübeleri yapacaktır. Tecrübelerin neticesinde betoniye çalıştırılmadan önce gerekli bütün ayarlama ve düzeltmeler yapılacak, tesisat arzu edilen ölçü ve randıman ile çalıştırılacaktır.

Betoniyelelere, her malzemeyi kolaylıkla tartıp boşaltabilen ağırlık terazileri (Kantar) konmuş olmalıdır. Bu tartıcı ve boşaltıcılar, karışma girecek malzemeler yavaş yavaş ve devamlı olarak boşalacak ve betonun iyice karışmasına imkan verecek şekilde düzenlenmelidir. Bu tür bir tesis, malzemenin döküldüğü kovalara konan elektrikli ayarlama kapakları veya buna benzer sistemlerle temin edilebilir.

Her tartı tertibatı yaysız ve kolayca görülebilen bir tartı skalasına sahip olmalı ve bu skala (0) dan başlayıp tam kapasiteye kadar bütün tartı işlemini istenen hassasiyette gösterebilmelidir.

Ayrıca, otomasyon sistemi ile çimento, kimyasal katkı, mineral katkı, su ve agregaların kütleleri kayıt edilmeli, tarih ve saati ile beraber çıktı olarak alınabilmelidir. Karıştırma tesisatı, agregaların rutubetine göre rutubet düzeltmesini yaparak kütleleri kolayca hesaplayarak ayarlayabilme hassasiyetine sahip olmalıdır.

Betoniye su veren tertibat, su kaybına meydan vermiyecek, herhangi bir deliği ve sızıntısı olmayacaktır. Tesisat, betona belli bir nisbette hava sürüklemek için hassas bir kantara sahip olmalıdır. Tesisat, kaç adet beton harmanının karıştırılmakta olduğunu gösterir bir göstergeye sahip olmalıdır. Tecrübe için agrega tartı yerlerinden numunelerin kolaylıkla alınmasına yardımcı olacak tertibat olmalıdır.

Betoniye de, tecrübe için beton alınabilmesini temin eden alet ve tesisler olmalıdır. Her betoniye rin boşaltma ağızındaki boşaltma tesisini kilitleyecek bir mekanizma olacak, bu mekanizma, karışımın istenildiği kadar devam etmesini ve bundan önce bir boşaltma olmamasını temin edecektir. Beton sıcaklığının artışına engel olabilmek için buz ilavesi gerekiyorsa, buz parçalarının sudan hariç olarak tartılmasını mümkün kılacak bir tertibat olacaktır. Buz sınırlı karıştırma müddeti içinde tamamen eriyecek şekilde olacaktır.

Şantiye de dökülecek betonun miktarı, yukarıda belirtilen bir beton tesisinin kurulmasına ihtiyaç göstermeyecek kadar azsa, bu hususun kararı tamamen İdare'ye aittir. İdare'nin onayı ile bu beton tesisleri yerine seyyar betoniye lerde kullanılabilir. Bu takdirde kullanılacak betoniye lerin su ve çimento zayıfına sebep vermeyecek ve iyi bir karışım temin edecek özellikte olması lazımdır.

1000 m³ veya daha fazla beton imal edecek veya motorlu tulumba ile su tutulacak şantiye kısımlarında, en az bir betoniye her hangi bir anda çalışabilecek şekilde yedekte bulundurulacaktır. İdare betoniye ri ve karıştırma sistemini beğenmediği takdirde, Yüklenici bunları değiştirmeğe mecburdur. El ile beton dökülmesine müsaade edilmeyecektir.

9.3 Betonun Karıştırılması

İdare tarafından aksi izin verilmedikçe betonun harmanlanması ve karıştırılması şantiye de tam otomasyon sistemine sahip beton santrali ile yapılacaktır. Betonun karıştırılması ile ilgili tüm bilgi ve gereklilikler için TS EN 206 ve TS 13515 standartlarından yararlanılacaktır.

Beton, malzemelerin (agrega, çimento, kimyasal ve mineral katkıları) bütün harman içinde homojen olarak dağılmasını temin eden, İdare'ce kabul edilen tip ve büyüklükte bir betoniye de en az 60 s sürece iyice karıştırılacaktır. Betoniye, bir su deposu ve her karışım da kullanılan suyu sıhhatli ölçmek ve ayar edebilmek için gerekli bir tertibatla donatılmış olacaktır. Tamburun devir sayısını kayıt eden ve tayin edilen en az zamandan önce betoniye rin boşaltılmasını önleyen mekanik tertibata sahip betoniye ler tercih edilir.

İkinci bir karıştırma yapılmadan önce betoniyerin iyice boşaltılmış olmasına dikkat edilmelidir. Karışıma katılacak kum, çakıl, çimento ve su ağırlıkları, oranları beton karma yerinde herkes tarafından görülebilecek şekilde asılı duracak bir levha üzerinde daima okunabilir halde bulundurulmalı ve kolaylıkla kontrol imkanı sağlanmalıdır.

Beton, genel olarak bu işe uygunluğu bilinen makinelerle karılmalıdır. Bu makineler suyu hızla ve eşit olarak sevkedebilmeli ve önceden belirtilen miktarı $\pm\%$ 3 doğrulukla sağlamalıdır. Beton karma makineleri, beton kıvamının hep aynı kalmasını sağlayabilecek tecrübeli şahıslar tarafından kullanılmalıdır.

Beton, iyice homojen görünümlü duruma gelinceye kadar karılmalıdır. Bunun için kuru olarak önceden karılması gerekmez. Modern karma makineleri karma işini en az 45 s içinde istenen şekilde sağlarlar, fakat karma süresi 1 dakikadan az olmamalıdır. Beton karma makinesine ilk olarak iri ve orta çakıl ve ondan sonra sırasıyla çimento, kum, ince çakıl ve su ilave edilmelidir. Sürekli beton karma makineleri, malzemenin tamamen eşit olarak ulaştırılması ve daimi kontrol sağlanmış olduğu sürece ve özel durumlarda kullanılabilir.

Karıştırma sırasında, betoniyer tamburu dönüş hızı sabit kalacaktır. Betoniyer içine konacak ilk karışım, malzeme betoniyer cidarına yapışarak harçın fakirleşmesine sebep olacağından yaklaşık bu miktar kadar su, kum ve çimentonun karışıma ayrıca ilave edilmesi lazımdır. Betoniyer uzun bir zaman çalıştıktan sonra, iş tatil edilirken iyice temizlenmesi lazımdır. Küçük ve önemsiz yapılarda betonun elle karılmasına izin verilebilir. Bunun için, beton, sağlam, su sızdırmaz ve zemine iyice oturtulmuş bir döşeme üzerinde veya su çekmeyen düzgün, sağlam bir zemin üzerinde karılmalıdır. İlk önce kum ve çakıl çimento ile kuru olarak ve uygun bir harman oluncaya kadar en az üç defa aktarılmalı, ondan sonra süzgeçli bir kova ile su verilmeli ve tamamen homojen bir beton kitlesi elde edilinceye kadar karmaya devam edilmelidir.

Hafif beton imali gerektiğinde, betonun susuz kalmasını önlemek ve iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için, kullanılan gözenekli agrega karışıma katılmadan nemlendirilip aktarılmalıdır. Gerçek karma suyu katılmadan bu cins agrega çimento ile ön karıştırmaya tabi tutulmalıdır. Karma ve sıkıştırma sırasında gözenekli agreganın fazla ufalanmamasına özellikle dikkat edilmelidir.

9.4 Beton Sıcaklığı

Normal hava şartlarında dökülen betonda olduğu gibi, soğuk hava şartlarında dökülen betonda da gerekli dayanım ve dayanıklılık sağlanmalıdır. Mevsim şartlarına bağlı olarak imal edilen taze beton sıcaklığı soğuk iklimlerde 5°C'den daha düşük ve sıcak iklimlerde 35°C'den daha yüksek sıcaklıkta üretilmeyecek ve bu kriterleri sağlamak için gerekli önlemler alınacaktır.

Yeterli seviyede dayanımın artmasını sağlamak amacıyla gerekli beton koruma süreleri, bu sürenin sonunda dayanımın artmasına elverişlilik bakımından meydana gelebilecek hava şartları ile yapının güvenliği için gerekli dayanım değerleri göz önüne alınarak tespit edilmelidir. Bu konuda dayanım açısından gerekli koruma tedbirleri, hava şartlarına dayanıklılık bakımından alınacak tedbirlerden önce göz önünde bulundurulmalıdır.

Taze betonu yerleştirdikten sonra, dondan koruma ve bu süre içinde gerekli en az sıcaklığın sağlanmasıyla ilgili tedbirler önceden planlanmalıdır. Betonun erken yaşta dondan göreceği hasara karşı korunabilmesi için, uygun bir kür işlemi uygulanmalıdır.

Sonbaharda, don olayları başlamadan önce, bu tedbirlerle ilgili malzeme ve donanım hazır olmalıdır. Sonbaharda ve ilkbaharda, en düşük günlük sıcaklığın 0 °C'un altına indiği ilk günden sonra, ortalama sıcaklığın art arda en az iki gün süre ile + 5 °C 'un altında kalması halinde, beton yerleştirildikten sonra en az 24 saat dona karşı korunmalıdır.

Bu şartların devam etmesi halinde, 24 saatlik koruma süresi, betonun gerekli dayanımına erişmesi için yeterli değildir. Bu nedenle, özellikle daha soğuk hava şartlarının beklendiği hallerde, betonun kürü ve dona karşı koruma süresi uzatılmalıdır. Ortalama sıcaklık, art arda üç gün süre ile + 5 °C'un üstüne çıkıncaya kadar, betona aynı koruma devam ettirilmelidir. Bu şartname içinde verilmeyen konularda normal hava şartları için TS 1247 ve anormal hava şartları için TS 1248 standartlarında verilen gereklerden yararlanılacaktır. Ortalama sıcaklığın + 5 °C'tan az olduğu zamanlarda, betonun yerleştirme sıcaklığı Çizelge 9.2'de belirtilen değerlerden az olmamalı ve betonun, bu sıcaklıklarda beton cinsine bağlı olarak Çizelge 9.3'te gösterilen sürece korunması sağlanmalıdır.

Çizelge 9.2 – Tavsiye edilen beton sıcaklıkları

		Kesit ölçüsü (en küçük boyut)			
		< 300 mm	≥ 300, < 900 mm	≥ 900, ≤ 1800 mm	> 1800 mm
Satır	Hava sıcaklığı (t)	Dökülme anındaki ve koruma süresince en az beton sıcaklığı			
1	-	13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
		Belirtilen hava sıcaklığı ¹ için, karışım anındaki en az beton sıcaklığı			
2	t > - 1 °C	16 °C	13 °C	10 °C	7 °C
3	- 1 °C ≤ t ≤ - 18 °C	18 °C	16 °C	13 °C	10 °C
4	t < - 18 °C	21 °C	18 °C	16 °C	13 °C
5	-	Korumanın tamamlanmasını takiben ilk 24 saat içinde izin verilen tedrici en büyük sıcaklık düşüşü			
		28 °C	22 °C	17 °C	11 °C

¹ Soğuk havalarda, karışım anındaki beton sıcaklığı ile taze betonun yerine yerleştirilmesi sırasında istenilen en küçük sıcaklık arasında, daha büyük fark sağlanmalıdır.

Çizelge 9.3 – Soğukta yerleştirilen betonlar için koruma süreleri

Sıra no	Betonun maruz kalacağı şartlar	Çizelge 1 satır 1’de gün boyunca (24 saat) en düşük sıcaklıktaki koruma süreleri (gün)	
		Normal beton	Priz hızlandırıcı katılmış beton
1	Herhangi bir yük ve donma şartlarına maruz değil	2	1
2	Herhangi bir yüke maruz değil, donma ve çözölmeye maruz	3	2
3	Kısmi yük ile donma ve çözölmeye maruz	6	4
4	Tüm yüklere maruz	TS 1248, Madde 5.5’te verilmiştir	

Şayet beton +5°C altında bir sıcaklıkta dökülecekse bunun için İdare’nin yazılı talimatı alınmalı ve beton malzemesi, buz, kar ve donmuş agrega parçalarından arındırılmış olacak şekilde betoniye girmeden önce ısıtılmalıdır. Isıtma usulleri İdare’ce kabul edilmiş olacaktır. Kalıplar içine soğuk havalarda dökülecek betonun sıcaklığı +5 °C’dan aşağı olmayacaktır. Betonun yerine konulması sırasında beton sıcaklığı hiçbir zaman 35°C’ı geçmeyecektir. Yüklenci, bu Şartnamede tayin edilen derece hudutlarını geçmemek için kullanacağı sıcaklık kontrol metotlarını İdare’ye onaylatacaktır. Güneş, rüzgar, sıcaklık, rutubet betonun uygun şartlarla yerine konulmasına engel olduğu zamanlarda beton dökölmeyecektir.

Beton yerleştirme sıcaklığı Çizelge 9.2’de verilen en düşük sıcaklıklardan az olmamalıdır. Yerleştirme sıcaklığı, Çizelge 9.2’de verilen en düşük sıcaklığı 11 °C’tan fazla aşmamalıdır. Bu sıcaklığı aşan sıcaklıklarda betonu yerleştirmekten kaçınılmalıdır. Aksi takdirde betonun özellikleri bozulur ve termal çatlamalar oluşabilir.

9.5 Betonun Taşınması

Betonun karma makinesinden, işleneceği ve kullanılacağı yere taşınması için seçilen metot ayırışma meydana getirmemeli, homojenliği bozmamalı ve malzeme kaybına sebep olmamalıdır. Plastik ve akıcı betonun uzun mesafelere taşınmasına izin verilmemelidir. Taşıma sonunda beton kıvamındaki değışiklik (çökme değeri) başlangıca göre 5 cm den fazla olmayacaktır.

İmal edilmiş beton herhangi bir taşıtla taşınırken, karışma su katıldığı veya kum, çakıl, çimento ilave edildiği andan itibaren en çok 120 dakika içinde betonun dököleceği yere taşınmış ve kalıba dökölerek son durumunu almış olacaktır. Ancak, sıcak havalarda veya betonun çabuk priz yapmasına sebep olan diğer şartlarda bu süre İdare’ce azaltılabilecektir. Herhangi bir karıştırma donanımı olmayan araçlarla taşınan katı kıvamdaki taze beton ise çimento ve suyun ilk temasından itibaren en fazla 45 dakika sonunda yerine boşaltılmalıdır. Normal şartlar için verilmiş olan bu

sürelerde, hava şartlarından veya kimyasal katkı kullanılmasından dolayı priz süresinin hızlanması veya gecikmesi dikkate alınmalıdır.

KYB veya priz hızlandırıcı kimyasal katkı ilave edilmiş betonlar dışındaki geleneksel betonlarda normal şartlar altında uzun süreli taşıma nedeniyle taze betonun priz başlangıç süresi, betonun dökümü ve kalıba yerleştirilebilmesi amacıyla en az 150 dakika olmalıdır. Bu amaçla, betonun priz başlangıç süresinin tayini için TS 2987’de verilen yöntem uygulanmalıdır.

Betonun yüksek bir yerden aşağı dökülmesi gerekiyorsa, bir ucu işlenme yeri yakınında sonuçlanan bir boru ile aktarılmalıdır. Beton ayrışmasına sebep olacak şekilde ve 1,5 m’den fazla yükseklikten serbest olarak atılmamalıdır. Eğer bu yükseklikten atılmada ayrışma ihtimali mevcut ise gerekli önlem alınmalıdır. Taşıma tulumla ile yapıldığı zaman, borular içindeki betonun akımı kesintiye uğramayacak şekilde konmalıdır. Ayrıca boruların tıkanmaması bakımından, burada kullanılacak betonun granülometrisine ve karma suyu miktarına özellikle dikkat edilmelidir.

Akıcı betonun taşınması için oluk kullanılabilir. Bu oluklara olabildiği kadar az su kullanılarak ve ayrışma uğramadan betonu akıtabilecek şekilde eğim verilmelidir. Bu maddede bulunmayan hususlar için TS 1247 geçerlidir.

9.6 Betonun İmalinde ve Naklinde İntizam ve Hız

Betonu imal eden, istenilen miktarda betonu kesintisiz temin edecek bir tesisata ve taşıma kapasitesine sahip olacaktır. İmalatın hızı betonun uygun bir şekilde taşınmasına, yerine yerleştirilip sıkıştırılmasına ve düzeltilebilmesine imkan verecek derecede olmalıdır. Bu hız, iki döküm arasında 20 dakikadan fazla zaman geçmeyecek şekilde olacaktır. Taşıma şekli betonun yeniden elden geçirilmesini icap ettirmeyecek, betona veya imalatın diğer kısmına zarar vermeyecek şekilde olacaktır.

9.7 Yeniden Su İlavesi

Beton hemen kullanılabilir miktarda imal edilecektir. Priz yapmaya başlamış olan beton katiyen kullanılmayacaktır. Priz yapmaya başlamış betona tekrar su katılamaz veya yeniden karıştırılmaz. Priz yapmamış ve kıvamı düşmüş betona ancak redozlama şeklinde kimyasal katkı ilave edilerek kıvam artırılabilir. Kimyasal katkı ilavesi ile kıvam artırılması gerekmesi halinde taze betona su ilave edilmesi düşünülebilir, ancak su ilave edilmiş betondan numune alınması yoluyla da bir uygunluk kontrolü yapılmalıdır. Transmiksere ilave edilen herhangi su, kimyasal katkı, boyar maddeler veya liflerin (lif miktarı belirtilmişse) miktarı tüm durumlarda teslim fişine (irsaliye)

kaydedilmelidir. Betonun şantiyede yeniden karıştırılması için TS EN 206 ve TS 13515’de verilen gerekli kurallara uyulmalıdır. Toz ve kimyasal katkıları, ana karıştırma işlemi esnasında ilave edilmelidir. Ancak, su azaltıcı/ akışkanlaştırıcı katkıları veya lifler ana karıştırma işleminden sonra (örneğin; beton transmikslerde iken) ilave edilebilir. Bu durumda, kimyasal katkı veya lif beton harmanı içinde homojen dağılına kadar tekrar karıştırılmalı ve katkının tam etkili olması sağlanmalıdır.

Transmikser içinde esas karıştırma işleminden sonra yeniden karıştırma süresi, her 1 m³ beton için en az 1 dakika olmalıdır. Ana karıştırma işleminden sonra kimyasal katkı ilavesi yapılması durumunda beton en az 5 dakika süreyle karıştırılmalıdır.

Bileşen malzemelerin, betonun ana bileşenlerinin karıştırılması işleminden sonra ilave edilmesi için kurallar varsa, ilave edilen bileşenler tüm harmanda veya yükte tamamen dağılıncaya ve bir kimyasal katkı ilave edilmesi durumunda bu katkı tamamen etkili hale gelinceye kadar beton tekrar karıştırılmalıdır.

9.8 Kıvam

Ön deneylerde belirli bir yapı kısmı için tespit edilen kıvam, o kısım tamamlanıncaya kadar muhafaza edilecektir. Beton her durumda işlenebilmeli ve betonarme demirinin etrafından yapışmadan akmalı, her çakıl tanesinin yeterli miktarda harç tabakası ile kaplanmasını temin edecek derecede bir kıvama sahip olmalıdır. Su miktarı, karışım oranları hesabına uyularak tespit edileceğinden, İdare’nin onayı alınmadan değiştirilmeyecektir. Karışım oranları hesabına uymak ve istenilen kıvam limitleri dahilinde kalmak şartı ile sıkıştırmada kullanılan aletlerin etkinliğine göre, mümkün olduğu kadar az kıvamlı (kuru) bir beton imal etmeye dikkat edilecektir. Ancak profil demirlerinin etrafını sarmak ve bunların arasını doldurmak amacıyla yapılan, çok ince aralıklardan geçmesi icap eden betonlarda, özel haller için su-çimento oranı sabit kalmak şartı ile bahsi geçen kıvamların dışına İdare’nin izniyle çıkılabilir.

10. BETON DÖKÜLMESİ İÇİN HAZIRLIKLAR

10.1 Genel Esaslar

Bütün kalıplar, beton içinde kalacak tesisat veya kısımlar, beton dökülecek yerdeki yüzeyler hazırlanıp, yerine konmadan ve beton dökme vasıta tesisat ve yöntemleri İdare’ce onaylanmadan, beton döküm işine başlanılmayacaktır. İdare’nin yazılı izni olmadıkça su içinde beton dökülmeyecek ve beton dökme yöntemi İdare’nin onayına sunulacaktır. Beton, akan su içerisinde katiyen dökülmeyecektir. Önceden dökülmüş beton ile üzerleri harçla kaplanmış bulunan kalıp yüzleri, betonarme demirleri de dahil olmak üzere, bütün madeni aksam üzerindeki bu gibi harç ve sıvalar temizlenmeden bunların etrafına beton dökülmeyecektir.

Beton dökümüne yağış esnasında başlanmayacaktır. Yağış döküm esnasında veya sonrasında başlarsa, dökümü tam olarak koruyacak önlemler alınana kadar beton dökümüne ara verilecektir. Donmuş zemine beton dökümü yapılmayacaktır. Beton dökümü öncesinde döküm alanında bulunan tüm buz, kar ve don temizlenecek ve taze betonla temas edecek olan tüm yüzeylerin sıcaklığı en az +5°C’ye yükseltilecektir.

10.2 Kalıplar

10.2.1 Genel Esaslar

Tüm inşaat iskeleleri için TS 4950, TS EN 12810-1, TS EN 12810-2, TS EN 12811-1, TS EN 12811-2, TS EN 12811-3, TS EN 74-1, TS 8481 EN 39, TS EN 1065 ve TS EN 12813 standartları geçerlidir.

Betona istenilen şeklin verilmesi, veya betonun döküldüğü yerdeki toprakların betona karışmaması veya kazılıp, açıkta bırakılan, beton dökülen mahalle yakın yüzeylerin kaymalarından betonu korumak gerekli olduğu hallerde kalıp kullanılır.

İdare’ce aksi belirtilmedikçe 1:1 den daha dik olan toprak yüzeylerde kalıp kullanılacaktır. Eğer hafriyat yapılan zemin, kendi kendini tutabiliyorsa ve zemin beton döküldükten sonra herhangi bir çöküntü veya akma göstermeyecekse kalıp yapılmasına gerek yoktur. Kalıplar; içine dökülecek beton ve vibratörün yapacağı basınca dayanabilecek dayanımda olmalı ve beton yükü altındaki deformasyonlar İdare’nin belirleyeceği tolerans sınırları içerisinde kalmalı ve asla ani değişiklikler yapmamalıdır. Kalıpların beton ile temas yüzeyleri düz, temiz, sağlam ve sıkı olacaktır. Kalıplar ahşap, çelik veya İdare’ce kabul edilen diğer bir malzemeden olabilir. Aksi belirtilmedikçe kalıp yapılmayan beton yüzeyleri düz tahta malalarla düzeltilecektir.

Kalıp olarak elik levhalar kullanılıyorsa, bu levhaların, eğri veya delik olmaması ve yerlerine azami itina ile yerleştirilmiş olması lazımdır. Beton yüzeylerde görülecek keskin köşeler bu kısımlarda özel şekiller kullanarak yuvarlaklaştırılacaktır. Bütün kalıp kaplamalarının tipi ve şartları İdare’ce kabul edilmiş olmalıdır. Kullanılmış kalıpların tekrar kullanılması İdare’ce uygun görülmez ise, bunlar değiştirilecek veya İdare’nin istediği şekilde tamir edilecektir. Beton dökülmeden önce kalıplar İdare’ce muayene edilerek projedeki yerlerini ve ölçülerini muhafaza edip etmedikleri ve desteklerinin sağlam olup olmadığı araştırılacaktır. Devamlı ve büyük yüzeylerde beton, anolar halinde doklecekse bu anoların kalıpları birbirine, betonun aralıklarından sızıp akmasına meydan vermeyecek ve devamlı düz bir yüzey elde edilecek şekilde düzgün ve sıkı olarak tespit edilecek ve bu hususa önem verilecektir.

10.2.2 Kalıp Bağları

Beton içinde gömülü bırakılacak demir çubuklar kalıp bağlantısı olarak kullanılabilir. Yalnız bu demir bağlantıları yüzeyden en az 3 cm içerde bırakılmalıdır. Bu şekilde bırakmak betona zarar vermemelidir.

Ancak bu taraftan su basıncına maruz bulunan duvarlarda kalıp bağlantı çubukları, bir baştan öbür başa kadar kat etmemelidir. Bunların konulmasına ait proje İdare’nin onayına sunulacaktır. Beton içine gömülü olan bağlantı demirlerinin tamamıyla çıkartılmasına müsaade edilmeyecektir. Bağlantı demirlerinin beton satırlarındaki çıkıntılarının kesilmesinden meydana gelecek delik ve oyuklar imeto harçı ile doldurulacaklardır. Tel bağlar ancak İdare’nin kabul ve tastik ettiği yerlerde kullanılacaktır.

Görünen açık yüzeylerde tel bağlantılar kullanılmayacaktır. Eğer İdare’nin kabul ile tel bağlantılar kullanılmış ise, kalıplar kaldırıldıktan sonra uçları, beton yüzeyle aynı hizada olacak şekilde kesilecektir.

10.2.3 Eğri Yüzeyler İçin Kalıp

Eğri yüzeyler ve geçiş kısımları için kullanılacak kalıplar istenen eğriliği tam olarak sağlayacak şekilde imal edilecektir. Eğri yüzey veya geçiş kısımları boyunca çeşitli kesitlerde yatay ve düşey eksenlerden mesafeler ölçülecektir. Kullanılan kalıp imalatı yöntemine göre gerekli olduğunda ara kesitler için enterpolasyon yapılacaktır. Kalıpların imalatı ve yerleştirilmesi kesitler arasında eğriliğin sürekliliği sağlanacak şekilde olacaktır. Gerekli olan yerlerde eğrilik şartlarını sağlamak için tüm eğri kalıplarda montaj şablonu kullanılacaktır. Kalıp kaplaması, sıkı ve düzgün bir kalıp yüzeyi elde edilecek şekilde kesilmiş laminantlı tabakalardan yapılacaktır. Kalıplar tamamlandıktan sonra tüm yüzey bozuklukları düzeltilecek ve kalıp malzemelerinin çakıştığı yerlerdeki tüm yüzey kırıklıkları ve pürüzleri gerekli eğriliğe göre tesviye edilecektir.

10.2.4 Tünel Çelik Kalıpları

Yüklenici, tünel çelik kalıplarını temin edip kuracaktır. Kalıplar beton dökümü sırasında yerlerinden oynamamaları için sıkı bir şekilde tespit edilecek ve beton yüzeylerinde belirlenen toleransları aşan kusur ve arızalar olmayacaktır. Vibrasyon, muayene ve son kontrol için kalıplarda boşluklar bulunacaktır. Boşluklar 3 metreyi aşmayan aralıklarla yerleştirilecektir.

10.2.5 Kalıpların Temizlenmesi ve Yağlanması

Beton döküleceği zaman, kalıp yüzeylerinin pürüzlü veya harç kırıntılarını ihtiva etmemesi ve betonun tam şartnamesine göre dökülmesine mani olacak yabancı maddelerle kaplı olmamasına dikkat edilecektir. Beton dökülmeden önce, kalıp yüzeyleri betonun Kalıba yapışmasını önleyecek bir yağla yağlanacak ve bu yağ betona zararlı olmayan bir kalitede olacaktır. Tahta kalıplar için düz, temiz rafine edilmiş soğuk parafin yağları kullanılır. Çelik kalıplar için amaca uygun madeni yağ veya madeni yağ bileşikleri kullanılacaktır. Duvar ve kolon kalıplarının iç yüzeylerinde temizleme ve kontrol için geçici açıklıklar (Delikler) bırakılmalıdır.

10.2.6 Kalıpların Sökülmesi

Aşağıda gösterilen asgari priz süreleri dolmadan kalıplar sökülmecektir. Ancak, özel kimyasallarla üretilen veya kimyasal katkısız üretilen betonlara ait şantiye şartlarında kür edilen numune dayanımlarının 28 günlük standart numune dayanımlarının % 70 'ine ulaşmışsa (Şantiye şartlarında bekletilen küp veya silindir numunelerin kırılması ile elde edilir) İdare'nin onayı ile bu betonların kalıpları sökülebilir. Bu süreler İdare'nin talimatı ile değiştirilebilir. Bu süreler, betona hızlı priz aldırarak için ilave bir madde karıştırılmamış ise 5 °C den aşağı sıcaklıklarda dökülen betonlar için geçerli değildir. İdare kalıp alma süresi ile ilgili kararını verirken;

- Hava sıcaklığı
- Betonun başlangıç sıcaklığı
- Su/çimento oranı
- Kimyasal katkı tipi ve içeriği
- Mineral katkı tipi ve içeriği
- Çimentonun tipi, miktarı, kimyasal özellikleri ve inceliği
- Dökülen betonun hacmi

gibi parametreleri dikkate alacaktır.

Çimento tipi 32,5 N/R olduğunda betonlarda kalıp alma süreleri aşağıdaki gibi olacaktır.

Kiriş ve döşemelerin alt yüzleri	3 m. den daha büyük açıklıklarda	21 Gün
	3 m. den küçük açıklıklarda	14 Gün
Kolonlar, sifon iç kalıbı		7 gün
Tünel kalıbı, sifon dış kalıbı		2 gün
Duvar kalıbı, kiriş yan kalıbı ve tipleştirilmiş sanat yapısı kalıbı		1 gün

Çimento tipi 42,5 R ve daha fazla olduğunda betonlarda kalıp alma süreleri aşağıdaki gibi olacaktır.

Kiriş ve döşemelerin alt yüzleri	3 m. den daha büyük açıklıklarda	14 Gün
	3 m. den küçük açıklıklarda	7 Gün
Kolonlar, sifon iç kalıbı		3 gün
Tünel kalıbı, sifon dış kalıbı		2 gün
Duvar kalıbı, kiriş yan kalıbı ve tipleştirilmiş sanat yapısı kalıbı		1 gün

10.3 Temel Satırları

Üzerine beton konulacak veya beton dayanacak olan temel yüzeyleri, su birikintileri, çamur ve enkazdan temizlenmiş olacaktır. Beton konmadan önce, betonun oturacağı veya dayanacağı kaya satırları sağlam olacak, gevşek parçalar kaldırılacak ve bu yerler yağdan, çamurdan, zararlı maddelerden, enkazdan sağlam olmayan parçalardan arındırılmış olacaktır. Kaya satırların temizlenmesi, yüksek tazyikli hava-su karışımı veya ıslak kum fışkırtan aletlerle, çelik süpürgeler, kazmalar, yada İdare'nin uygun göreceği benzeri diğer aletlerle yapılacaktır. Su emme kabiliyetinde olan temel satırları, betonun suyunu emip bünyesine almaması için beton dökülmeden önce tamamiyle ıslatılacaktır.

Bu şartnamelerin gerekliliklerine göre kazılmış olan kaya yüzeyleri üzerlerine beton dökümü yapılmadan önce tamamen ıslatılacaktır, fakat çamurlanmasına izin verilmeyecektir. Kaya yüzeyleri, beton dökümü anına kadar, gerekli miktarda yağmurlama yapılarak nemli tutulacaktır. Kaya üzerine döküm yapılacak yerlerde, kaya yüzeyi güneşten korunacak ve beton dökümü öncesinde 24 saat boyunca ıslak tutulacaktır.

Kaya yüzeylerinin hazırlanmasına ek olarak, minimum beton hattı içinde kalan tüm kayalar temizlenecektir.

Üzerine beton dökülecek olan toprak temel zeminleri, temiz ve nemli olacak don, buz ve durgun veya akan su bulundurmayacaktır.

Üzerine beton dökülecek olan püskürtme beton yüzeyleri, temiz ve nemli olacak ve yağ durgun veya akan su, buz, çamur veya sağlam olmayan parçalar içermeyecektir.

11. BETONUN DÖKÜLMESİ

11.1 Betonun Yerine Yerleştirilmesi

Beton dökümü sırasında, İdare teşkilatının, betonu kontrol eden teknik personeli iş başında bulunmadıkça beton dökülmeyecektir. Beton dökülecek yer, İdare'nin kabul edeceği bir şekilde hazırlandıktan sonra, yatay kaya satırları ve diğer kaya satırları için takriben 2 cm kalınlıkta, inşaat derzi satırları için ise takriben 1,25 cm kalınlıkta olmak üzere bir harç tabakasıyla örtülecektir. Bu harç tabakası, İdare'ce aksi belirtilmediği sürece genellikle betonun sahip olduğu oranda kum ve çimentoyu ihtiva edecektir. Harcın su-çimento oranı, üzerine konacak olan betonun su-çimento oranını geçmemeli ve harcın kıvamı döküme ve işlenmeye elverişli olacak şekilde aşağıdaki tarife uygun olmalıdır. Harç düzgün bir şekilde yüzey üzerine yayılacak ve sert süpürgelerle yüzeylerin girinti ve çıkıntılarına iyice yedirilecektir. Hazır bulundurulmuş beton derhal taze harcın üzerine dökülecektir. Kalıp kullanılan inşaat derzlerine dayanan beton bloğun betonu dökülmeden önce bu yüzeylerin yaklaşılabilen kısımları, üzerine beton gelmeden hemen önce harç ile örtülecektir. Bu gibi harç tabakasıyla kaplanması imkansız ve pratik olmayan yerlerde yeni betonun inşaat derzi yüzeyine iyice temas etmesini temin için taze beton dar tokmaklarla kalafat eder gibi, iyice sıkıştırılacak veya bunun gibi gerekli önlemler alınacaktır. İdare'nin görüşüne göre sıkışmış ve sertleşmiş ve dolayısıyla yerine dökülmeyecek betonlar kullanılmayacak ve atılacaktır.

Beton, doğrudan doğruya konacağı yere uygun bir şekilde götürülüp dökülecektir. Betonun teşkil eden maddelerin ayrılmasına sebep olacak şekilde beton, kütle halinde akıtılmayacaktır. Betonun yüksek bir noktadan aşağı serbestçe dökülmesi veya yüksek eğimli yüzey üzerinden dökülmesine, kalıplara veya demir teçhizata çarparak betonun iri agregasının zararlı bir şekilde ayrılmasına asla izin verilmeyecektir. Bu şekilde ayrılmalara sebebiyet verecek hallerde, Yüklenici betonu bir oluk ile dökecek ve betonun ayrışmasına izin verilmeyecektir. Derzler dolayısıyla kesilmeler hariç, kalıplar içine dökülen betonlar takriben yatay tabakalar halinde kesintisiz şekilde dökülecek, tabakaların kalınlığı 50 cm'yi geçmeyecektir. Betonun serbest kalan kenarında meydana gelen eğimler, bu kısımlarda agreganın ayrılmasını önleyecek ve beton sıkılığını, beton tabakasının gereksiz yere ve fazla serbest yüzey oluşmasına meydan vermeyecek şekilde olacaktır. Betonun yerine konma işleminde mahzurlu bir netice doğuramayacaksa, bir kova dolusu beton bir seferde dökülebilir. Fakat kalıp kenarlarında madeni teçhizat civarında, veya İdare'nin gerekli gördüğü yerlerde bir kova muhtevassından, betonun yerine iyi şekilde konulmasını mümkün kılacak miktarı dökülür. İnşaat derzleri, projelerde aksi gösterilmemiş veya İdare tarafından farklı talimat verilmemişse takriben yatay olacak, gerekli görülen yerlerde kalıp

kullanılarak veya diğer usullerle takip eden tabaka ile iyice birleşmeyi temin edecek şekilde derzlere gerekli şekil verilecektir. Ancak resimlerde aksi gösterilmedikçe inşaat derzlerinde girintili çıkıntılı kilit tertibatına ihtiyaç yoktur.

İnşaat derzlerinin, betonun görülen yüzleri ile kesişme yerleri, yani görülen birleşim yüzeyleri düşey veya yatay hatlar halinde olacaktır.

Betonun karıştırılması, taşınması ve kalıba yerleştirilmesi için ACI 304R şartnamelerinden yararlanılmalıdır

11.2 Vibrasyon

Beton yerine konunca vibratörlerle sıkıştırılarak yerleştirilecektir, gerekirse ilave olarak el tokmakları da kullanılır. Betonun vibrasyonu ve sıkıştırılması için ACI 309R şartnamesinden yararlanılmalıdır. Vibratörler betonun içine sokulan tipten olacak, gerek adet, gerekse her birinin gücü bakımından bir defada dökülen beton kütleyi sıkıştırmak için yeterli olacaktır. Yüklenici, iş yerinde yeteri adette vibratör bulunduracaktır. İç vibratörler, beton içine daldırıldığı zaman titreşimleri dakikada 6000'den aşağı olmamalıdır. Titreşim hızı (büyüklüğü) betonun sıkışması için yeterli değerde olmalıdır. Titreşim büyüklüğü segregasyona meydan vermeyecek ve fakat sıkışma için gerekli büyüklükte olacaktır. Beton tabakaların üst yüzeylerine yakın olan kısımda, betonun düzeltme işleri kısa sürede yapılacak ve böylece çimentonun yalnız yüzey tabakalarında yeterli şekilde sıkışması temin edilmekle kalmayıp aynı zamanda bir sonraki beton tabakasıyla iyi surette kaynaşma sağlanmış olacaktır. Beton dökülürken, beton tabakası yüzeyinden dışarıya çıkmış olan çakıllar (iri agrega kısmı), vibrasyon sırasında betonun içine sokulacaktır. Yeni beton tabakası yüzeyleri, priz sırasında geliş gidişten zarar görmeyecek şekilde korunacak ve bunun için uygun şekilde kalın döşeme tahtasından yollar yapılacaktır. Taze betonun kesilmesi suretiyle hazırlanan derzler bir sonraki beton tabakası dökülünceye kadar temiz kum tabakasıyla yahut çuval örtülerle muhafaza edilecektir. Yatay inşaat derz yüzeyleri vibratör veya malalarla açıkta olan (görülen) beton yüzleri gibi düzgün hale getirilmeyecek, pürüzlü bırakılacaktır.

11.3 Donatının Yerleştirilmesi

Donatı, kullanılmadan önce kir, yağ ve yapışık. olmayan pastan temizlenmelidir. Donatının projesindeki şekilde yerine konmasına özel itina gösterilmeli, ana donatıyı teşkil eden, çekme, basınç çubukları, dağıtma donatısı ve etriyelerle iyice bağlanmış olmalıdır.

Kolonlarda bulunan boyuna donatı, etriyelerle veya fretlerle rijit bir sistem meydana getirilmelidir. Yüklenici ve İdare, beton dökümüne başlanmadan önce donatının projesine uygun konulup konulmadığını ve miktarının uygunluğunu inceleyerek gereğini sağlamalıdır.

Beton dökülürken donatının yerini değiştirmemesi gerekir. Çubukların etrafında gerekli beton örtü tabakasının (Paspayı) sağlanması için donatı askıya alınmalı ve kalıpla donatı arasına beton takozlar ve iki sıra donatı arasına da çelik çubuk parçaları konulmalıdır. Beton takoz ve çelik yerine bu amaçla hazırlanmış elemanlar da kullanılabilir. Etriyelerin betonla sarılmasına özellikle dikkat edilmeli ve döşeme veya kirişlerin üst donatılarının üzerine basılarak sehim yapması önlenmelidir. Donatının yoğun betonla iyice kuşatılması mutlaka sağlanmalıdır. Esas donatısı altta bulunan bir yapı elemanı doğrudan doğruya (temel plaklarında olduğu gibi) zemin üzerine yapılacaksa, zemin ilk olarak en az 5 cm. kalınlığında beton veya benzeri bir tabaka ile örtülmelidir

	<u>Pas Payı (cm)</u>
- Toprak ile temasta	7,5
- Su ile temasta	5,0
- Döşeme ve kiriş	3,0
- Kolon	5,0
- 25 cm'den ince duvar	3,0
- 25 cm'den kalın duvar	5,0

Beton örtü tabakası kalınlığı (paspayı) için ilave bilgiler bakımından TS EN 1992-1-1, Kısım 4'e başvurulmalıdır. Asit, don vb. dış etkenlere maruz yapılarda yukarıdaki pas payları yeteri kadar arttırılacaktır.

11.4 Betonun İşlenmesi ve Sıkıştırılması

Beton, karılmasından hemen sonra ve fasılasız olarak işlenmelidir. Yalnız özel durumlarda betonun bir süre işlemeden bekletilmesine izin verilebilir. Bu süre kuru ve sıcak havada yarım saati, nemli ve serin havada bir saati geçmemelidir. Bu gibi durumlarda betonun güneş, rüzgar, şiddetli yağmur vb. gibi hava etkilerine karşı korunması ve kullanılacağı zaman yeniden karıştırılması gereklidir. Beton mutlaka prize başlamadan önce yerine dökülmüş ve işlenmiş olmalıdır. Yüklenici, beton dökülür dökülmez bunu bekletmeden sıkıştırabilmek için yeterli sayıda vibratörü şantiyede hazır bulundurmalıdır.

Betonun kalıba dökülmesi sırasında homojen bir durumda kalmasına dikkat edilmeli ve kütleden ayrılan iri çakıl taneleri kütle içine karıştırılmalıdır. Nemli toprak kıvamındaki beton tokmakla dövülerek sıkıştırılacaksa, az su ile karılan tabakasının kalınlığı 15 cm'yi aşmamalıdır. Tabakalar, yapıdaki yük uygulama yönüne dik ve tokmaktama doğrultusu ise yük uygulanma yönünde olmalıdır. Bunun yapılamadığı durumlarda betonun kıvamı plastiğe yakın olarak ayarlanmalı ve basınç doğrultusunda tokmaktama derzi meydana gelmeyecek şekilde işlenmelidir. Mekanik tokmaklarla ve bunların sağlanamadığı durumlarda el tokmakları ile beton yüzü, görünüşü plastik, sürekli ve homojen oluncaya kadar tokmaklanmalıdır. Köşelerde ve kalıp boyunca sıkıştırmaya özellikle önem verilmelidir.

Yeni bir tabaka dökülmeden önce, bir önceki tabakanın yüzeyi prizini almadan taranmış olmalıdır. Az su ile karılan ve vibratörle sıkıştırılan betonun karışımı, vibratörün kapasitesine göre ayarlanmalıdır. Bu karışım, sıkıştırma sırasında çok az miktarda çimento şerbeti yüze çıkacak ve iç vibratör çalışırken kendiliğinden batacak ve yavaşça geri çekildiğinde betonda delik bırakmayacak şekilde olmalıdır.

Normal durumlarda 6500-8000 frekanslı ve 500 kgf merkez kaç gücü olan iç vibratörleri kullanılmalıdır. Titreşimin şiddeti, minimum 45 cm çapındaki bir çevrede betonun 2,5 cm çökerek yerleşmesini temin edecek derecede olmalıdır.

Sıkıştırılacak tabaka kalınlığı 30 cm den az, 70 cm den fazla olmamalıdır. Saniyede 8 cm.'lik daldırış veya çekiş hızı, sıkıştırma için genel olarak yeterlidir. Vibratör iğnesi, ikinci tabaka sıkıştırılırken bir önceki tabakaya, beton henüz sıkıştırılabilir durumda ise, bir önceki tabaka yüzüne çıkan şerbetin ikinci tabakaya karışmasını ve iki tabakanın kenetlenmesini sağlamak üzere 15 cm kadar girmelidir. Kolon, kiriş, kalın plak ve perdelerde betonun sıkıştırılması için iç vibratörleri, ince plaklarda ise yüzey veya kalıp vibratörleri kullanılmalıdır.

12. BETON AĞIRLIK VE KEMER BARAJ KÜTLE BETONU

Kütle betonu, çimentonun su ile reaksiyonu sırasında açığa çıkan hidratasyon ısısı ve bunu takip eden hacim değişiklikleri neticesinde ısıl çatlak oluşumlarının en alt seviyeye çekilmesi amacıyla tedbirler alınması gerekli olan büyük boyutlu beton yapılar için kullanılan bir ifadedir.

Kütle beton tasarımında ısıl etkiler, dayanıklılık ve ekonomi ile ilgili parametreler öncelikle düşünülmekte ve dayanım genellikle ikincil derecede ele alınmaktadır. Çimento ile su arasındaki kimyasal reaksiyonun ekzotermik (ısı açığa çıkaran) olması ve betonun ısıl iletiminin düşük olması nedeniyle açığa çıkan ısıнын transferi için büyük hacimli betonlarda çok uzun bir süreye ihtiyaç olması nedeni ile kütle betonun merkezinde bazen oldukça yüksek sıcaklık değerlerine ulaşabilmektedir. Beton henüz erken yaşlarda iken sıcaklığının yüksek değerlere ulaşması ve ısı kaybı hızının da bu tip beton yapılarda oldukça düşük olması nedeniyle çevre sıcaklığına soğuma çok uzun bir süreyi gerektirmektedir. Soğumanın tamamlanarak çevre sıcaklığına ulaşılınca kadar ise beton dayanımı ve elastisite modülü artmaktadır. Uzun vadede betonun soğuyarak çevre sıcaklığına ulaşması ile birlikte önemli çekme gerilmelerinin oluşumu da kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, yapıda ciddi hasar oluşumlarının önlenmesi, yapısal bütünlüğün bozulmaması, aşırı sızma riskinin önlenmesi, servis ömrünün kısaltılmaması ve estetik olarak da kabul edilemez hasar oluşumlarının meydana gelmemesi için ısıl etkilerin dikkatlice ele alınması zorunludur. Bu nedenle kütle betonunun tasarımında sıcaklık etkilerinin en az düzeyde tutulması amacıyla malzeme seçimi ve karışım oranlanması önem arz etmektedir.

Bu şartnamede, en küçük boyutu ≥ 100 cm olan herhangi bir kütle betonu yapısının inşasında dikkat edilmesi gerekli hususlar ve normal yapı betonları ile ince kemer beton barajlardan elde edilmiş olan bilgi birikimleri ışığında kütle betonunda kullanılan malzemeler ve karışım oranları tasarımı ile ilgili önemli görülen bazı kriterler ele alınmaktadır.

Kütle betonuna örnek olarak ince kemer tipinde beton barajlar, beton ağırlık barajları, silindirle sıkıştırılmış beton yapılar, radye temel yapıları ve diğer konvansiyonel tipte yapısal kütle betonu sınıfında inşa edilen yapılar sayılabilir. Kütle betonu tasarımı diğer betonlardan daha farklıdır ve daha dikkatlice ele alınmalıdır. Çimentonun su ile olan hidratasyon reaksiyonunun ekzotermik (ısı açığa çıkaran) olması ve betonun ısıl iletkenliğinin düşük olması ile beton içerisinde oluşan sıcaklık artışı nedeniyle beton yapıda çatlak oluşumu ile ilgili problemler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle kütle betonu tasarımında bazı önlemlerin tasarım öncesi ele alınması gerekmektedir.

Kütle betonu tasarımında malzeme seçimi ilk olarak düşünülmesi gerekli işlemdir. Kütle betonunda mineral ve kimyasal katkı kullanılması önemli bir yeri vardır. Özellikle hidratasyon ısısalınım oranının azaltılması sadece hidratasyon ısısal çok düşük çimento ve kimyasal katkılar ile sağlanabilmektedir. Düşük hidratasyon ısısal çimento bulunmadığı durumlarda ise puzolanik malzemelerden (tip II mineral katkılar) faydalanmak kaçınılmazdır. Diğer bir husus ise kimyasal katkılarının gerekli durumlarda kullanılması konusudur. Kütle betonunda erken yaşlarda adyabatik sıcaklık artışını kontrol etmek amacıyla özellikle çimento hidratasyon hızını yavaşlatıcı kimyasalların kullanılması (priz geciktirici kimyasal katkılar) oldukça önemlidir. Ayrıca gerekli yerlerde hava sürükleyici katkılarının kullanılması da betonun taze ve sertleşmiş haldeki özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır.

Kütle betonu karışım tasarımları İdare tarafından belirlenecek ve onaylanmadıkça döküme başlanmayacaktır. Ayrıca beton aşağıdaki şartları karşılayacaktır. Kullanılacak bağlayıcının (Katkılı çimento veya CEM I + Mineral Katkılar) hidratasyon ısısal 7 günde en fazla 52,5 Cal/g (220 J/g) değerini aşmayacaktır. Bunu sağlayabilmek için TS EN 14216 veya TS 13353 standardına uygun çimento (Düşük hidrasyon ısısal çimento) ve/veya CEM I Portland çimentosu ile belirli oranda tip II mineral katkı bir arada kullanılacaktır. Kütle betonunda kullanılacak olan agrega tane sınıflarının sayısı en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak oluşturulmalıdır. Bu husus ile ilgili olarak ACI 207.1R veya TS 13815'den ve TS 802'den yararlanılmalıdır. İnce agreganın tane dağılımı ACI 207.1R ve/veya TS 802'de verildiği gibi olacaktır. İnce agregada 0,075 mm'den geçen çok ince malzeme içeriği en fazla %8 ila %16 arasında olmalıdır. Her bir grup agrega içerisindeki yassı (genişlik>3xgenişlik) taneciklerin oranı %20'yi geçmemelidir.

Uygun malzemelerin temin edilmesinin ardından kütle betonu ile ilgili kapsamlı bir deneysel çalışma yapılarak dayanım ve dayanıklılık kriterleri belirlenecektir. Kütle betonu karışım tasarımı ve minimum hidratasyon ısısalının ve adyabatik sıcaklık artışının tayini deneyleri için DSİ-TAKK Dairesi Laboratuvarları veya imkanlar dahilinde Bölge laboratuvarında ve gerekli olduğunda Yüklenicinin elemanları ve temin edeceği cihazlar ile gerekli karışım deneylerinin şantiyede yapılması sağlanacaktır. Laboratuvarda hazırlanan rapor dikkate alınarak çimento ve beton karışım elemanları miktarı belirlenecektir.

12.1 İşin Kapsamı

Bu kısım bütün beton ve betonarme yapılarda bulunan betonun imali, nakliyesi, kalıpların kurulması, betonun dökümü, kalıpların sökülmesi, betonun tamiri ve bakımına ait bütün işleri

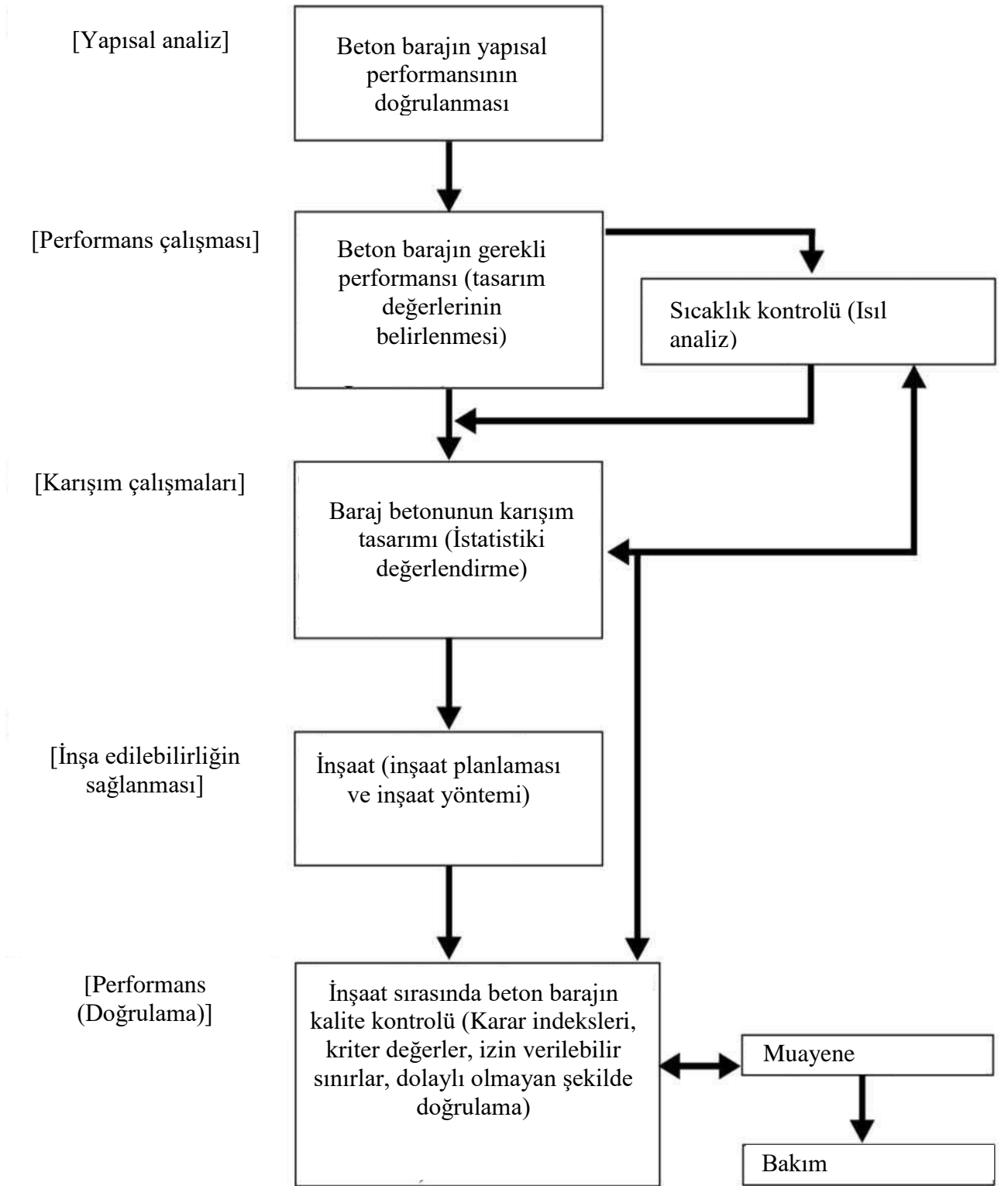
kapsar. Yüklenici agrega çıkarma, kırma ve eleme, imento ve agreganın depolanması, kullanımı, beton karışımı içine giren malzemelerin tartılması, karışımı, betonun nakliyesi ve dökümü için kullanmayı teklif ettiği tesis ve ekipmanların genel tertip; kapasite ve doğruluğunu gösteren plan ve projeleri, tesis ve ekipmanların montaj ve kurulmasından önce İdare'nin onayına sunacaktır. Yüklenici, tesis ve ekipmanların kurulması sonrasında, İdare'nin huzurunda bunların deneme çalışmalarını yapacak ve hizmete konmadan önce İdare'nin onayını alacaktır. şayet teknik şartnamede belirlenen kalitede beton üretilemez ise, Yüklenici tesis ve ekipmanları İdare'nin talimatına göre düzeltecek veya yenileyecektir.

İdare beton deneylerinin yapılabilmesi için Yüklenici ile birlikte iş yerinde bir laboratuvar kuracaktır. Yüklenici, deneylerin yapılması ve araştırma işlerinde İdare ile işbirliği yapacak ve yardımcı olacaktır. Yüklenici, beton işlerini teknik şartnamelere, projelere ve İdare'nin talimatına uygun bir şekilde yürütecektir. Yüklenici, betonun harmanlama ve karışımını kalıp ve donatının yerleştirilmesini, betonun döküm hazırlığı ve dökümünü, betonun tesviye ve tamir işlerini İdare'nin talimatına uygun bir tarzda yürütecektir. İnşaat işleri yalnız İdare'nin tam yetkili kıldığı kontrol teşkilatının denetimi altında yapılacaktır.

Performans Doğrulama; baraj betonundan beklenen performansın doğrulanmasına ilişkin genel kuralları açıklar.

[**Açıklama**] Performans Doğrulama, bir Baraj Betonu şartnamesinde performans doğrulama tipine ait kriterleri belirtir. Genel bir kural olarak, baraj betonu için karışım tasarımı, inşaat ve muayene, "Performans Doğrulama"da tarif edildiği şekilde yapılmalıdır. Geçmiş projelerde kullanılmış olan sıradan baraj betonu, "Standart Yöntemler" içinde belirtilen prosedürler izlenirse, gereken performansa sahip olduğu kabul edilebilir. Performans Doğrulamada belirtilen baraj betonunun karışım tasarımı, inşaat ve muayene biçimindeki iş akışı, şekil 12.1'de gösterilmiştir.

Beton baraj inşaatı genellikle İdare'nin gözetiminde Kontrol teşkilatı ve Yüklenici tarafından ortaklaşa yürütülür. Bu şartname "Baraj Betonu", inşaat işleri ile ilgili bölümlerde işlerin Yükleniciler tarafından yönetildiğini ve diğer bölümlerde İdare veya onun temsilcisi tarafından yönetildiğini varsayar.



Şekil 12.1 – Kütle betonu tasarımında izlenecek olan inşaat iş akışı.

12.2 Tanımlar

Performans Doğrulama'da kullanılan terimler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Performans - Bir beton barajın tasarımında veya baraj betonu karışım tasarımında gerekli baraj betonu özelliği.

Karakteristik değer - Baraj betonunun karışım tasarımında gereken baraj betonu performansını gösteren temsili bir değer (örneğin, deney numunelerinin belirtilen dayanımı).

Karakteristik değer için izin verilen sınır - Baraj betonunun karışım tasarımında gerekli baraj betonu performansının izin verilen en düşük veya en yüksek seviyesini gösteren bir değer.

Beklenen değer - Baraj betonunun karışım tasarımında gereken baraj betonu performansını gösteren ortalama değer (örneğin, gerekli dayanım).

İnşaat aşamasında karar endeksi - Baraj betonundan beklenen bir karakteristik değere inşaat aşamasında ulaşıp ulaşılmadığına karar vermek için kullanılan bir endekstir.

İnşaat aşamasında kriter değeri - İnşaat aşamasında baraj betonundan beklenen bir karar endeksini temsil eden bir değerdir.

İnşaat aşamasında izin verilen karar değeri - İnşaat aşamasında baraj betonu için izin verilen karar endeksinin alt veya üst sınırıdır.

VC (Ve-Be Consistometer) değeri - Silindirle Sıkıştırılmış Baraj-betonunun kıvamını gösteren bir değerdir ve belirtilen bir kap kullanılarak titreşimli masa tipi kıvam deneyi yöntemi ile elde edilen (saniye cinsinden) zaman olarak ifade edilir.

Klasik blok inşaatı yöntemi - Baraj gövdesinin enine ve boyuna derzlerle bir dizi bloğa bölündüğü bir beton baraj inşaatı yöntemidir.

RCC (Silindirle Sıkıştırılmış Baraj-betonu) Yöntemi - Silindirle Sıkıştırılmış Baraj-betonunun, iç beton olarak kullanıldığı ve serilen betonun titreşimli silindir ile sıkıştırıldığı bir baraj inşaatı yöntemidir.

Uzatılmış tabaka inşaatı yöntemi (ELCM) - Klasik betonun anolarında fark olmaksızın yerleştirildiği bir beton baraj inşaatı yöntemidir.

[Açıklama] Burada tanımlanan terimler Kısım 1, Performans Doğrulama içinde kullanılan özel terimlerdir. Aşağıda her terim için açıklamalar yapılmıştır.

Performans: Genel olarak, performans doğrulama tipi standartlar "performans" terimini bir yapı ya da ona ait malzemeler için gereken fiziksel özellikleri ifade etmek için kullanır. "Performans" temel olarak bir nesnenin veya malzemenin yeterliliği veya işlevleri anlamına gelir. Ancak, Madde 12.1, Performans Doğrulama'da "performans"ın anlamı bir beton baraj tasarımında veya bu Şartnamenin önceki baskılarındaki diğer kısımları izleyen baraj beton karışım tasarımında baraj betonundan beklenen fiziksel özellikler olarak tanımlanmıştır. "Performans" teriminin, burada genel kullanımdan daha bir geniş anlamda kullanılmasının nedeni budur ve baraj betonunun dayanımı, su geçirimsizlik, Young modülü, Poisson oranı ve benzerleri "performansa" dahil edilmiştir.

Karakteristik değer ve karakteristik değer için izin verilen sınır: Baraj betonu için performans gerekleri her zaman laboratuvarla doğrulanamaz. Örneğin, baraj betonunun 100 yıl kadar bir süre boyunca beklenen dayanımı koruma kapasitesine sahip olup olmadığı sadece deney 100 yıl süreyle yapılarak doğrulanabilir. Buna ek olarak, bir baraj gövdesindeki gerilme durumu üç boyutlu olduğundan, betonun kırılma özelliklerini dar anlamda tek eksenli basınç dayanımı (veya yarmada çekme dayanımı) ile değerlendirmek uygun değildir. Dahası, baraj betonu için kullanılan agreganın en büyük tane büyüklüğü genellikle 75 ile 150 mm arasında olmasına rağmen, basınç dayanımı genellikle 37,5 mm'den daha büyük boyutlu agregaların ıslak eleme yoluyla ayıklandığı beton numuneler üzerinde denenir çünkü bu kadar büyük boyutlu agregaya sahip betonun basınç dayanımı deneyinin yapılması kolay değildir. Bu nedenle, gereken performansın doğrudan değerlendirilmesi gerçekçi değildir ve deney yoluyla dolaylı olarak doğrulanmalıdır. Normal beton için, yapısal tasarıma ilişkin tasarım değerleri, belirtilen karışım oranlarına göre karıştırılan betonun fiziksel özelliklerinin yapıyı oluşturan betonunkilerle aynı olduğu varsayılarak belirlenir. Baraj betonu için, yukarıda da belirtildiği gibi, ıslak eleme ile alınan beton numuneleri üzerinde çeşitli deneyler yapılmalıdır. Bu numune betona ait deney verileri, önceki uygulamalı mühendislik değerlendirmesinin ardından kolaylık açısından baraj betonunun kendi fiziksel özellikleri olarak kabul edilebilir. Örneğin, dayanım söz konusu olduğunda numunelerin belirtilen dayanımı baraj betonunun karakteristik değeri olarak kabul edilmelidir.

Baraj betonunun performans gereklerini sağlayıp sağlamadığı, numunelere ait deney verilerinin gereken değerden büyük mü yoksa küçük mü olduğu doğrulanarak değerlendirilmelidir. Ancak gerçekte, baraj betonunun performansı değişir ve performans gereklerini sağlayıp sağlamadığı, söz konusu değişiklik dikkate alınarak belirlenmelidir. Bu amaç için olasılık teorisi esasında değerlendirme yapılması gereklidir. Baraj betonu için iki seviyeli karar kriteri benimsenmiştir. Biri, sık görülmemesi gereken bir değerdir (örneğin %15 olarak ayarlanan bir gerçekleşme olasılığı). Diğeri, gerçekte izin verilmeyen bir değerdir (örneğin %1 olarak ayarlanan bir gerçekleşme olasılığı). Baraj betonu durumunda, sık görülmemesi gereken değer karakteristik değer olmalıdır ve gerçekte izin verilmeyen değer karakteristik değer için izin verilen sınır olmalıdır.

Beklenen değerler : Baraj betonu performansının karışım tasarımı aşamasında doğrulandığı fiziksel özelliklere ait deney verilerinin ortalama değeri "beklenen değer" olarak ifade edilir. Tanımlara göre küçüklük sırası; karakteristik değer için izin verilen sınır, karakteristik değer ve beklenen değerdir.

Tek eksenli basınç dayanımı baraj betonu için bir performans gereği olarak kabul edilirse, karakteristik değer ve beklenen değer Standart Yöntemler'de belirtilen (eşdeğer olmamalarına rağmen) "belirtilen dayanım" ve "gerekli dayanım" a karşılık gelmektedir.

İnşaat aşamasındaki karar endeksi, inşaat aşamasındaki kriter değeri ve inşaat aşamasındaki kabul edilebilir karar değeri: Baraj betonu için performans gereklerinin normalde sertleşmiş baraj betonu için belirtilmesine rağmen, taze haldeki baraj betonunun yerleştirilip yerleştirilemeyeceğine esasen yerleştirme öncesinde karar verilmelidir. Baraj betonunun performansı yerine, yerleştirmeden önce baraj betonunun uygunluğuna karar vermek için endeksin gerekli olmasının sebebi budur. Bu amaçla kullanılacak endeks, "inşaat aşamasındaki karar endeksi" olmalıdır.

Örneğin, bilinen betonun tek eksenli basınç dayanımının gereken değeri sağlayıp sağlamadığına karar verilen endeks, su/bağlayıcı malzeme oranının ve çökme değerinin kombinasyonu şeklinde olmalıdır. İnşaat aşamasındaki kriter değeri (temsili değer) ve izin verilen karar değeri (alt veya üst sınır), sırasıyla, karakteristik değere karşılık gelen su/bağlayıcı malzeme oranı ve çökme değeri ve karakteristik değer için izin verilen sınır olmalıdır.

Yukarıda belirtilen terimler arasındaki ilişki, örnekler ile birlikte, Şekil 12.2'de gösterilmektedir. Karakteristik değer ile ilgili terimlerin tanımları ve karakteristik değer için izin verilen sınır konusundaki yorumda belirtildiği gibi, baraj betonunun kendisine ait performansın

doğrulanması zordur. Bu yüzden "gereken performansın", Şekil 12.1'de en üstteki kısımda belirtildiği gibi, "karışım oranları aşamasında gereken performans" biçiminde dolaylı olarak değerlendirilmesi gereklidir. Bunlar inşaat işinin ilerleyişi ile ortaya çıkacağı için, "inşaat aşamasındaki karar endeksi" ayarlanmalı ve uygunluk derhal değerlendirilmelidir. Daha açık olması açısından, Şekil 12.1'de orta kısımda gösterilen "orijinal gereklere" karşılık gelen "laboratuvarla ölçülebilir performanslar" ayarlanmalıdır ve bu gereklerle ilgili endeksler, yani "inşaat aşamasında doğrulanabilir endeksler" seçilmelidir. Baraj betonu için performans gereklerinin sağlandığını onaylamak veya doğrulamak için, bu endeksler kullanılarak, "yerleştirme yerinde doğrulama" ve "performansın kalite kontrol laboratuvarında doğrulanması" yapılmalıdır.

12.3 Baraj betonu performans gerekleri

(1) Baraj betonu için uygun performans gerekleri, beton barajın gereken yapısal performansa sahip olacağı şekilde belirlenir.

(2) Bir beton baraj tasarlanırken, girdi koşulları olarak kullanılan baraj betonu performansına ilişkin tasarım değerleri, ya güvenli aralıkta veya tasarımın izin verebileceği aralık içinde olmalıdır.

[**Açıklama**] (1) Beton barajın yapısal tasarımında dikkate alınması gereken, beton barajın yapısal performansına ulaşmak için gerekli olan, baraj betonuna ait üç ana performans; dayanım, su geçirimsizlik ve birim kütle olmalıdır. Dayanıklılık, dayanımın veya su geçirimsizliğin zaman ekseninde boyunda değerlendirildiği bir kavram olmasına karşın, uygulamaya yönelik ilişkiler hakkındaki mevcut durum dikkate alınarak pratik açıdan performans bağımsız öğelerden biri olarak kabul edilmelidir.

Dayanım, su geçirimsizlik, birim kütle ve dayanıklılığa ek olarak, baraj betonunun performansı, işlenebilirlik gibi yerleştirme performanslarını kapsar. Ancak yerleştirme performansı, baraj betonu için gereken dayanım, su geçirimsizlik, birim kütle ve dayanıklılığın verimli bir şekilde ya da kolayca sağlanması için gereklidir. Yerleştirme performansının nasıl olduğuna bakılmaksızın, dayanım, su geçirimsizlik, birim kütle ve dayanıklılığın sonuçta gerekleri karşılaması şartıyla izin verilebilir. Bu yüzden yerleştirme performansı, performanstan bağımsız parametrelerden biri olarak belirlenmemelidir.

(2) Bir beton barajın tasarımı için çeşitli analiz yöntemleri mevcuttur ve beton barajın yapısal karakteristik özellikleri ve baraj betonu için gereken her performans ögesinin önem derecesi dikkate alınarak uygun bir yöntem seçilmelidir.

Baraj betonuna ait çeşitli performanslar için tasarım değerleri, gereken yapısal performansa sahip beton barajın seçilen analitik yöntem ile tasarımı için girdi koşulları olarak gereklidir. Örneğin, baraj betonunun birim hacim kütlesi, bir beton ağırlık barajının tasarımı mekanik kararlılığın incelenmesi için bir girdi koşulu olarak gereklidir. Bir beton kemer baraj durumunda, baraj betonunun Young modülü ve Poisson oranı vb. baraj gövdesindeki gerilmenin hesaplanması için girdi koşulları olarak gereklidir çünkü beton kemer baraj belirsiz bir yapıdır. Baraj betonunun adyabatik sıcaklık artışı, özgül ısı, ısı iletkenliği, termal difüzyon (yayınım) katsayısı vb. çimentonun hidrasyon ısı nedeniyle termal çatlamaların kontrol edilmesi için planlama sıcaklığının sınırlanmasına ilişkin girdi koşulları olarak gereklidir.

Yukarıda tarif edildiği gibi, bir beton barajın tasarımı için girdi koşulları olarak kullanılan tasarım değerleri, barajdan beklenen yapısal performansın elde edilmesi için gereklidir. Bu nedenle, bir beton barajın tasarımı için girdi koşulları olarak kullanılan tasarım değerleri güvenli tarafta olmalıdır. Ancak, bazı performanslar için daha büyük veya daha küçük tasarım değeri beton barajın yapısal güvenliğini düşürebilir. Böyle bir durumda tasarım değeri izin verilebilir aralık içinde olmalıdır.

Baraj betonu karışım oranlarını belirleme çalışması ve bir beton barajın yapısal tasarımı sonrasında baraj betonu yerleştirme şartname içinde ilgili kısımlarda verilmektedir. Basınç dayanımının, baraj betonu için bir performans gereği örneği olduğu kabul edilerek, karışım tasarımı aşamasında gereken performans ile inşaat aşamasında kullanılan endeksler arasındaki ilişki gösterilmiştir.

12.3.1 Birim hacim kütle için tasarım değerleri

Baraj betonu için gereken birim hacim kütle tasarım değerleri, baraj betonunun taşıyabileceği yükler karşısında uygun şekilde belirlenmelidir.

[**Açıklama**] Baraj betonunun yapısal performansı, yük kombinasyonları'nda belirtildiği gibi, yükler uygun şekilde birleştirilerek doğrulanmalıdır. Bu nedenle, yapısal performansın doğrulanması sırasında belirlenen değerlerin sağlanması için, baraj betonunun birim kütle tasarım değerleri uygun bir şekilde belirlenmelidir.

12.3.2 Dayanım için tasarım değerleri

(1) Baraj betonunun gereken dayanım tasarım değerleri beton baraja ait yapısal performans doğrulamasının sonuçları esasında belirlenmelidir.

(2) Eğer dayanım haricinde bir performansın kullanılması gerektiğine karar verilirse, performans için alternatif bir tasarım değeri belirlenebilir.

[Açıklama] (1) Baraj betonunun gereken dayanım tasarım değerleri, yük kombinasyonları kısmında Açıklama bölümünde belirtilen baraj betonu tarafından taşınabilen yükler altında baraj betonunun hasar görmesi olasılığı yeterince düşük hale gelebilecek şekilde belirlenmelidir. Diğer bir deyişle, gereken dayanıma ait tasarım değerleri, uygun bir emniyet katsayısı elde edilecek şekilde belirlenmelidir. Ancak, yüzeyde termal çatlaklar gibi küçük hasarlar ile bağlantılı olarak, gereken dayanıma ait tasarım değerleri, bu hasarların onarım yöntemlerinin güvenilirliklerinden dolayı daha az katı bir şekilde belirlenebilir.

Betonun maruz kaldığı çekme hasarı göz önüne alındığında, uygun gerilim yumuşatma eğrisinin ayarlanması gereklidir. Gelecek yıllarda, bir barajın yükseltilmesi gibi mevcut tesislerin etkin kullanımına dair birçok durum olabilmektedir. Böyle bir durumda, mevcut ve yeni beton arasındaki (çekme ve kayma) bağ dayanımı önemli olmalıdır.

(2) Dayanım, baraj betonunun yetersiz olup olmadığını değerlendirmek açısından genel bir performans parametresi olmalıdır. Bununla birlikte, bazı durumlarda termal çatlamaya karşı direnci değerlendirmek için süneklik, dayanımdan daha uygun bir özellik olmalıdır. Böyle bir kararın alınması durumunda, dayanım yerine süneklik için tasarım değerleri belirlenebilir.

12.3.3 Su geçirimsizlik için tasarım değerleri

Baraj betonundan beklenen su geçirimsizliğe ait tasarım değerleri, beton barajın su depolama işlevinin elde edilebilmesi için uygun şekilde belirlenmelidir

[Açıklama] Baraj betonu için gereken su geçirimsizlik seviyesi, genellikle pratik olarak kabul edilebilir bir geçirimsizlik düzeyi olarak kabul edilen, sıradan baraj betonunun su geçirimsizliği ile aynı olmalıdır.

12.3.4 Dayanıklılık için tasarım değerleri

Baraj alanındaki çevre etkilerine karşı baraj betonundan beklenen dayanıklılığa ait tasarım değerleri uygun şekilde belirlenmelidir.

[**Açıklama**] Baraj betonunun dayanıklılığı üzerindeki çevre etkileri; hava durumu etkisini (donma ve çözülme etkisi), kimyasal etkiyi ve aşınmayı kapsar.

Donma ve çözülme etkisi, baraj betonunun bozunmasına neden olan önemli faktörlerden biri olduğu için, donma ve çözülme etkilerine karşı direncin, dayanıklılığın sağlanması açısından önemli bir performans ögesi olduğunu söylenebilir. Bu nedenle, soğuk hava şartlarında inşa edilen barajlar için, gereken donma ve çözülme direncinin sağlanması açısından, göreceli dinamik elastisite modülü gibi tasarım değerlerinin belirlenmesi gereklidir.

Alkali-silika reaksiyonu (kimyasal etki) nedeniyle bozunma, dayanımda bir azalmaya neden olabilir. Alkali silika reaksiyonundan kaynaklanan zararlı genişlemenin engellenmesi gerekiyorsa, değerlendirmenin, dayanım yerine kimyasal kararlılık ile ilgili bir endeks kullanılarak yapılması daha uygun olabilir. Böyle bir endeksin kullanılması gerektiğine karar verilirse, dayanım yerine bu tür performans parametrelerine ilişkin tasarım değerleri belirlenmelidir. Agregaların neden olduğu diğer hasarlar, lumontit veya montmorillonit içeren agregaların genişlemesinden veya büzülmesinden kaynaklanan hacim değişikliklerini kapsar. Bu tür hasarlar için tasarım değerleri, her olgu için uygun kabul edilen endeksler kullanılarak belirlenmelidir.

12.3.5 Diğer performans tasarım değerleri

Baraj betonu için performans gerekleri barajın maruz kaldığı koşullar altında ortaya çıkan yüklere dayanacak şekilde uyarlanabilir. Böyle bir durumda gereken performans için tasarım değerleri, baraj betonunun karışım tasarımından önce belirlenmelidir.

[**Açıklama**] Normal şartlar altındaki baraj betonu için tüm performans gereklerini kapsadığı kabul edilmektedir. Ancak, belirli bir barajın maruz kaldığı yük koşullarına bağlı olarak, baraj betonu için özel performans gerekleri belirlenebilir. Baraj betonunun karışımı bu tür özel gerekler dikkate alınarak tasarlanmalı ve böylece bu gerekleri sağlayan baraj betonu imal edilebilmelidir. Gereken performans için tasarım değerinin, baraj betonunun karışım tasarımından önce belirlenmesinin gerekmesinin nedeni budur.

12.4 Sıcaklık kontrolü

(1) Baraj betonunun yerleştirilmesi öncesinde, baraj betonunun hidrasyon ısısından kaynaklanan zararlı termal çatlakların oluşmasını önlemek amacıyla bir termal gerilme analizi yapılmalı ve analitik sonuçlara göre bir sıcaklık kontrol planı oluşturulmalıdır.

(2) Termal gerilme analizi için kullanılan baraj betonunun performansı, gerçekte baraj yapımı için kullanılacak olan baraj betonunun gerçek performansı esas alınarak belirlenmeli veya karışım, termal gerilme analizi için kullanılan baraj betonunun performansının sağlanacağı şekilde tasarlanmalıdır.

[**Açıklama**] (1) Sertleşme sırasında hidrasyon ısısı nedeniyle betonun sıcaklığında, uygun bir önlem alınmadığında, çok büyük bir artışa yol açan ve daha sonra sertleşmiş betonun sıcaklığının düşmesi sırasındaki hacimsel değişimin kısıtlanmasından dolayı baraj betonları gibi kütle betonlarında termal çatlaklar oluşabilir. Beton baraj içinde oluşan zararlı termal çatlaklar barajın yapısal performansını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle termal çatlamayı önlemek için uygun bir termal gerilme analizi yöntemiyle elde edilen analitik sonuçlar esasında bir sıcaklık kontrol planı üzerinde mutabakata varılmalıdır.

Sıcaklık kontrolü yöntemleri; düşük ısılı çimento kullanımı, bağlayıcı malzeme içeriğinin azaltılması, beton yerleştirme planlarının ayarlanması, inşaat derzlerinin devreye sokulması ve baraj betonu malzemelerinin ön soğutma ve ard-soğutma işlemlerini kapsar. Yukarıda sıralanan yöntemlerin kullanılmasının yerinde olup olmadığı, baraj boyutu, baraj bölgesindeki hava koşulları ve baraj için inşaat koşulları gibi faktörler dikkate alınarak incelenmeli ve termal gerilme analizinin sonucu hesaba katılmalıdır.

(2) Adyabatik sıcaklık artışı, özgül ısı ve termal difüzyon (yayınım) katsayısı gibi termal gerilme analizi için kullanılan performans değerleri, normalde malzeme ve bu karışım oranlarının gerçekten kullanıldığı betonun performansı esasında, sıcaklık kontrolünün etkisinin değerlendirilebileceği şekilde belirlenmelidir. Diğer yandan, termal gerilme analizi için girdi verilerinin önceki kayıtlarından elde edilmesi durumunda, baraj betonunun karışım oranları, baraj betonunun her performans değerinin sağlanacağı şekilde belirlenmelidir.

Bilindiği üzere betonun ısı iletim katsayısı düşüktür. Bu nedenle özellikle kütle betonları neredeyse adyabatik (bazen semi-adyabatik) bir sistem gibi davranırlar. Kütle betonlarında adyabatik sıcaklık yükselmesi hiçbir ısı kaybı olmayan bir sistem için aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\Delta T = \frac{M_c \times H_c \times \alpha(t)}{\rho \times C_p}$$

Burada, M_c betonda 1 m³ içinde kullanılan toplam bağlayıcı miktarını kg/m³, H_c kullanılan çimentonun veya bağlayıcının (Çimento + Puzolan) toplam hidrasyon ısısını, kJ/kg, $\alpha(t)$ çimentonun hidrasyon derecesini (zamana, beton sıcaklığına ve hidrasyon ısısı hızına bağlı olarak değişiklik gösterir, ancak hesaplamalarda yaklaşık 1,0 alınabilir), ρ beton birim hacim kütlesini, kg/m³ ve C_p ise betonun özgül ısısını, kJ/kg°C, vermektedir.

Buradan hesaplanan adyabatik sıcaklık artışı ile kütle betonunun çevre sıcaklığı dikkate alınarak nihai sıcaklık farkı aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır.

$$\Delta T = T_p + \Delta T_a - T_{Amb} - T_{HL}$$

Burada, T_p yerleştirme sıcaklığı, ΔT_a deneysel adyabatik sıcaklık artışı, T_{Amb} ortalama çevre sıcaklığı ve T_{HL} ısı kayıpları nedeniyle sıcaklık azalmasıdır. Kütle beton yapısında çatlak oluşmaması için yüzeye yakın beton sıcaklığı ile merkezi sıcaklık arasındaki fark hiçbir zaman 20°C'yi geçmemelidir. Donatı bulunan kütle beton yapılarında termal çatlak oluşmasına yol açacak sıcaklık farkı 25°C olarak alınabilir.

Betonun ilk yerleştirme sıcaklığı adyabatik sıcaklık yükselmesini etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Yaz ve kış aylarında betonun ilk sıcaklığı farklılıklar gösterebilir. Betonun ilk yerleştirme sıcaklığı da birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. Betonun ilk yerleştirme sıcaklığı ön-soğutma sistemleri uygulanarak belirli bir seviyede tutulmalıdır. Bu değerin 10°C ile 15°C arasında olması sağlanmalı veya tercih edilmelidir.

12.5 Baraj betonunun karışım tasarımı

Baraj Betonu Performans Gereklerinin ve Performans Deneyi Yöntemlerinin Belirlenmesi

(1) Karışım tasarımı öncesinde, bir beton barajın inşaat yöntemi, inşaat emniyeti, inşa edilebilirlik ve ekonomi gibi faktörler üzerinde kapsamlı bir araştırma ile uygun şekilde seçilmelidir.

(2) Performans gereklerinin sağlanması için, karışımlar kullanılacak malzemelerin kalitesi onaylandıktan sonra tasarlanmalıdır.

(3) Karışımlar tasarlanırken, beton baraj gövdesindeki betonun performans gereklerini sağlayıp sağlamadığını değerlendirmek amacıyla, numuneler ve onların karakteristik değerleri üzerindeki deneyler ile ölçülebilir performans belirlenecektir. Numuneler üzerindeki deneyler ile ölçülen performans, beton baraj gövdesindeki baraj betonundan beklenen performans ile aynı veya hemen hemen eşit olmalıdır.

(4) Madde(3)'de belirtilen numuneler üzerinde yapılan deneylerden elde edilen ölçülen performans değerleri, numunelerin şekline ve boyutuna, numunelerin hazırlanmasına ve kür işlemine tabi tutulmasına ilişkin yöntem, numunelerin yaşına ve deney yöntemine (bundan sonra "numune deney yöntemi" olarak anılacaktır) bağlı olarak değişiyorsa, yerleştirme yöntemi ile uyumlu bir numune deney yöntemi baraj betonunun karışım tasarımı öncesinde belirlenir.

[Açıklama] (1) Kütle betonuna uygulanabilir beton baraj inşa etme yöntemleri; klasik blok inşa etme yöntemini, RCC yöntemini ve genişletilmiş tabaka inşa etme yöntemini kapsar. RCC yöntemi ve genişletilmiş tabaka inşaatı yöntemi, genel amaçlı inşaat ekipmanlarının bilinen

inşaat yöntemlerindekiinden daha etkin kullanılmasını sağlamak, inşaatı akılcı hale getirmek ve inşaat emniyetini sağlamak için geliştirilen beton baraj inşaatı yöntemleridir. RCC yönteminde ve genişletilmiş tabaka inşaatı yönteminde büyük ve genel amaçlı inşaat ekipmanları kullanıldığı için, bu yöntemlerin avantajları daha büyük inşaat alanlarında daha etkin bir şekilde gösterilebilir. Klasik blok inşaatı yönteminde ve genişletilmiş tabaka inşaatı yönteminde normal beton kullanılır. Diğer yandan, RCC yönteminde aşırı katı kıvamlı beton buldozerler ile yayılır ve titreşimli silindirler ile sıkıştırılır. Bu nedenle birden fazla inşaat yönteminin avantajları ve dezavantajları değerlendirilmeli ve baraj için uygun bir inşaat yöntemi, baraj betonunun karışım tasarımı öncesinde seçilmelidir.

(2) Karışım, barajda kullanılacak gerçek malzemelerle tasarlanmalıdır. Bir beton barajın inşaatında, agregalar genellikle baraj sahasına yakın ocaklardan elde edilen kayalardan kırmataş olarak imal edilir. Kayalar, şantiye yakınındaki ocaklardan çıkarılamazsa, agregaların satın alınması gerekebilir. Bir ocaktaki agrega kayalarının fiziksel özellikleri her zaman aynı değildir ve bu farklılıklar imal edilen agreganın kalitesinin farklı olmasına sebep olabilir. Bir barajın inşaat süresi uzun olduğundan, fiziksel özellikleri kararlı olan agregalar her zaman temin edilemez. Buna ek olarak, düşük hidrasyon ısı çimento, genellikle termal çatlakların önlenmesi için kullanılır. Bu nedenle, agregalar gibi kullanılan malzemelerin karakteristik özellikleri ve farklılıkları, performans gereklerinin sağlanması bakımından, karışım tasarımı için doğrulanmış olmalıdır.

(3) Karışımlar, bir beton baraj gövdesinde kullanılan beton için performans gerekleri sağlanacak şekilde tasarlanmalıdır. Baraj Betonu için performans gerekleri kısmında Şekil 12.2'de gösterildiği gibi, gereken performansın önceden tarif edilmiş olasılık dâhilinde sağlanması için, beklenen değerler (örneğin, dayanım için gerekli hedef dayanım), baraj betonunun kalitesindeki farklılıklar dikkate alınarak, iki tür karakteristik özellik değerinin artırılması ile ayarlanmalıdır. Betonun karışımı, beklenen değerler öngörülerek tasarlanmalıdır. Ancak, baraj betonu için performans gereklerinin sağlanıp sağlanmadığının doğrudan kontrol edilmesi genellikle zordur. Bu gibi durumlarda performans, beton baraj gövdesindeki betondan beklenen performansa neredeyse eşit olarak kabul edilebilir ve numuneler üzerindeki deneyler ile ölçülebilir ve bunların karakteristik değerleri ayarlanmalıdır. Beton karışımları bu değerler esas alınarak tasarlanmalıdır.

Karışım tasarımı aşamasında bir baraj gövdesindeki çok eksenli gerilme koşulları altındaki tam ölçekli baraj betonunun mekanik stabilitesini değerlendirmek için kullanılabilecek mekanik performans, ıslak elenmiş beton numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ile ölçülmektedir.

Bu iki dayanım arasında, belirli koşullar altında, bir formül ile ifade edilebilen bir ilişki vardır. Bir baraj gövdesindeki baraj betonunun mekanik stabilitesini doğrudan kavramak zordur. Bu yüzden, bir barajın mekanik stabilitesi, ıslak elenmiş beton numunelerin basınç dayanımı cinsinden, dolaylı olarak değerlendirilmelidir. Stabilitenin yanı sıra, dayanıklılık ile ilgili gerekli performanslardan biri de, donma ve çözülme deneyi için ıslak elenmiş beton numunelerin göreceli dinamik elastisite modülü olmalıdır.

Bir beton baraj gövdesindeki betondan beklenen performansa karşılık gelen, numuneler üzerinde yapılan deneylerle ölçülebilecek performansla ilgili bir örnek aşağıda gösterilmiştir. Tam ölçekli baraj betonunun performansları sol tarafta gösterilmektedir ve ıslak elenmiş betondan alınan numuneler kullanılarak ölçülebilen performanslar sağ tarafta gösterilmektedir. Burada gösterilen ilişkiler örneklerden bazıları olduğu için, numuneler üzerinde deneylerle ölçülebilen diğer performanslar, burada belirtilen performanslar için kullanılabilir.

Çok eksenli gerilme altında dayanım özellikleri → Numunelerin tek eksenli basınç dayanımı

Çok eksenli gerilme altında süneklik → Numunelerin Young's elastisite modülü

Su geçirimsizlik → Geçirimsizlik deneyinden elde edilen numunelerinin geçirimsizlik katsayısı

(4) Birçok durumda, numuneler üzerindeki deneyler ile ölçülebilen ve Madde (3)'de belirtilen beton baraj gövdesindeki baraj betonunun performansını dolaylı olarak ifade etmek üzere kullanılabilen performanslar, numunelerin şekline ve büyüklüğüne, numunelerin üretim ve kür işlemi yöntemlerine, numunelerin yaşına ve deney yöntemine göre önemli ölçüde değişebilir. Örneğin, RCC betonu gibi son derece katı beton karışımları durumunda, numunenin birim kütlesi ve dayanımı, numunenin sıkıştırma kapasitesine ve sıkıştırma zamanına göre değişebilir. Sonuç olarak, aynı baraj betonu karışımları kullanıldığında bile, numuneler üzerindeki deneyler ile ölçülen tek eksenli basınç dayanımı tek bir değer gibi sabit olamaz. Numuneye uygulanacak deney yöntemlerinin, değerleri numunenin deney yöntemine göre değişebilen performans kullanılarak karışım tasarımı öncesinde belirlenmesi gerekmesinin nedeni budur. Ya numunenin deney yöntemleri fiili inşaat yöntemi ile uyumlu olması, veya fiili inşaat yönteminin numuneye uygulanan deney yöntemleri ile uyumlu olması gereklidir.

Genellikle baraj betonundan beklenen performansların numuneler üzerindeki deneylerden elde edilen ölçüm değerleri cinsinden ifade edilebileceğine karar vermek kolay olmayabilir. Bu nedenle bu karar, düşünülen yöntemin yaygın olarak kabul edilip edilmediği, önceki deneyimler veya fiili sonuçlar dikkate alınarak incelenmek suretiyle değerlendirilmelidir.

Güvenilirliğin düşük olması halinde, karakteristik değerler ve karakteristik değerler için izin verilen sınır, yeterli bir emniyet payı ile belirlenmelidir.

12.6 Baraj Betonunun Performansındaki Değişim ile Karışım Tasarımı

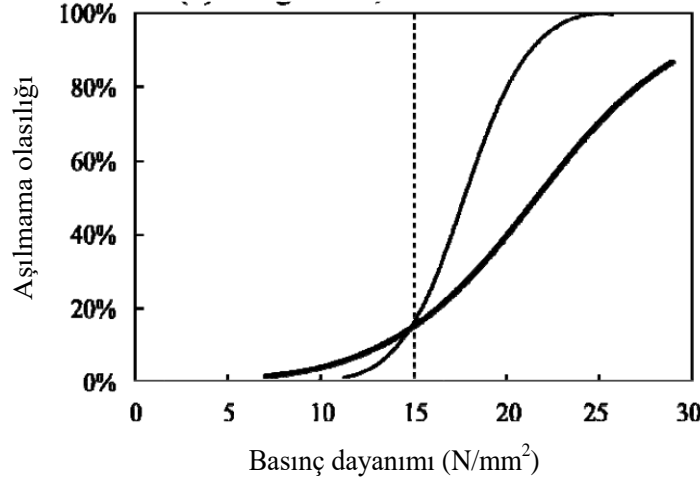
Karışım tasarımı aşamasında belirtilen performans gerekleri, karakteristik değerlerin sağlanması olasılığı ve karakteristik değerler için izin verilen sınırın sağlanması olasılığı dikkate alınarak belirlenmelidir. Bu olasılıklar, barajın önem derecesi ve baraj betonundan beklenen performansın önem derecesi ve güvenilirliği göz önüne alınarak belirlenmelidir.

[**Açıklama**] Çeşitli belirsiz faktörler ve değişim faktörleri sebebiyle, baraj betonunun sürekli olarak gereken performanslara sahip olacak şekilde üretilmesi pratikte mümkün değildir. Sonuç olarak, üretilen baraj betonunun performansı, beklenen performans değerlerinden az çok farklılık gösterir. Bu nedenle, performans gereklerine dair beklenen değerleri ifade etmek için, istatistiksel bir yöntem kullanılması gereklidir.

Genel olarak, baraj betonu performansı değişikliğinin karakteristik değeri, bir olasılık yoğunluğu fonksiyonu cinsinden ifade edilebilir. Bu olasılık yoğunluğu fonksiyonu, normal bir dağılım ile yaklaşık olarak hesaplanabilirse, fonksiyon grafiği, ortalama ve standart sapma cinsinden ifade edilebilir.

Örneğin, Şekil 12.2'de gösterildiği gibi, ortalama değeri 17.76 N/mm^2 ve değişkenlik katsayısı %15 olan karışımın (Karışım A) basınç dayanımının 15 N/mm^2 'nin altına düşme olasılığı ve ortalama değeri 21.75 N/mm^2 ve değişkenlik katsayısı %30 olan karışımın (Karışım B) basınç dayanımının 15 N/mm^2 'nin altına düşme olasılığı her durumda da %15'dir. Ancak, Karışım A'nın basınç dayanımının değişme aralığı Karışım B'nin basınç dayanımının değişme aralığından daha küçük olduğundan, Karışım B'nin basınç dayanımının 10 N/mm^2 'nin altına düşme olasılığı, Karışım A'nın basınç dayanımının 10 N/mm^2 'nin altına düşme olasılığından daha yüksektir. Bu nedenle, sırasıyla büyük ve küçük değişime sahip her iki malzemenin de gereken güvenilirlik seviyesine sahip olmasını sağlamak için, mühendislik açısından kabul edilebilir bir olasılık dahilinde, izin verilen en düşük karakteristik değer sınırının, izin verilen en düşük sınır olarak, bunun yanı sıra karakteristik değer, izin verilen sınır olarak kullanılması gereklidir.

- (A) Ortalama: 17.76, değişim katsayısı : % 15
- (B) Ortalama: 21.75, değişim katsayısı: % 30



Şekil 12.2 - Basınç dayanımında farklı değişim aralıklarına sahip iki tür beton

Not: Her iki beton türü için, basınç dayanımının 15 N/mm²'nin altına düşme olasılığı %15'dir. Ancak, kalın çizgi ile gösterilen Karışım B'nin basınç dayanımının 10 N/mm²'nin altına düşme olasılığı, İnce çizgi ile gösterilen Karışım A'nın basınç dayanımının 10 N/mm²'nin altına düşme olasılığından daha yüksektir.

12.7 Baraj Betonunun Karışım Tasarımında Beklenen Değerlerin Belirlenmesi

Baraj betonunun karışım tasarımında, beklenen değerler baraj betonunun inşaat aşamasındaki performansında olası değişkenlik göz önüne alınarak istatistiksel bir yöntem kullanılarak belirlenmelidir.

[Açıklama] Baraj betonu karışımı tasarlanırken, baraj betonunun performansındaki değişkenlik, normalde (standart sapmanın ortalama değere oranı olarak tanımlanan) ortalama değer ve değişkenlik katsayısı ile ifade edilmelidir.

Baraj betonunun performansı için değişkenlik katsayısı belirli ise, karışım tasarımında hedef değer olarak kullanılacak tek beklenen değer istatistiksel bir yöntem kullanılarak belirlenebilir. Elde edilen değer, beklenen değer Q_d olarak adlandırılır.

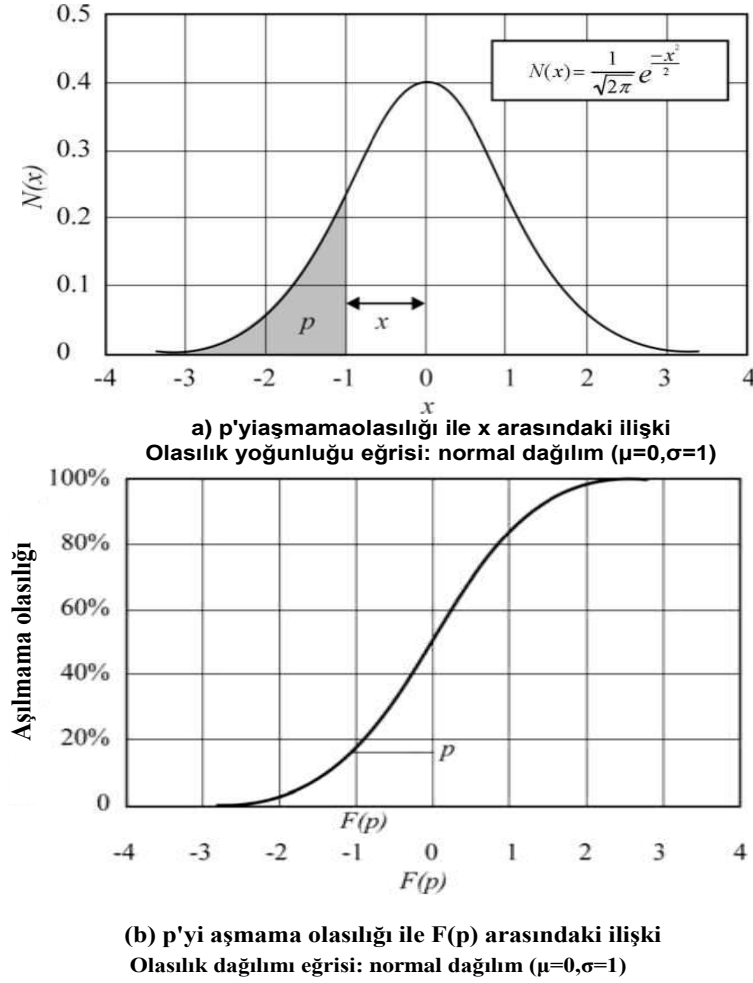
Değişkenlik katsayısı C_v ile ifade edilirse, örneğin gereken dayanımın beklenen değeri Q_d aşağıdaki eşitsizliği sağlamalıdır; burada baraj betonu performansının karakteristik değeri Q_k ve aşağıda tanımlanan eşitsizliği sağlamama olasılığı p_k kullanılmaktadır:

$$Q_d > Q_k / (1 + F(p_k) \cdot c_v)$$

Beklenen değer Q_d aynı zamanda aşağıdaki eşitsizliği de sağlamalıdır, burada baraj betonuna ilişkin karakteristik değer Q_a için izin verilen sınır ve sağlamama olasılığı p_a kullanılmaktadır:

$$Q_d > Q_a / (1 + F(p_a) \cdot c_v)$$

burada $F(p)$, standart normal dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu $N(x)$ 'de p 'yi aşmama olasılığına karşılık gelen x 'in değerini ifade eden bir fonksiyondur.



Şekil 12.3 - Olasılık yoğunluğu eğrisi ile olasılık dağılımı eğrisi arasındaki ilişki

Karakteristik değer Q_k (veya karakteristik değer Q_a için izin verilen sınır), Q_k 'nin (veya Q_a 'nın) sağlanmaması olasılığı, p_k (veya p_a) ile beklenen değer Q_d arasındaki ilişkiler, Çizelge 12.1'de gösterilmektedir; burada C_v , malzeme için değişim katsayısıdır.

Çizelge 12.1 Malzeme için değişim katsayısı C_v , karakteristik değer Q_k 'nin sağlanmaması olasılığı (p_k) ile beklenen değer Q_d (karakteristik değeri $Q_k=1$ olduğundaki Q_d değeri) arasındaki ilişki

		Karakteristik değer Q_k 'nin sağlanamama olasılığı (p_k)					
		%1	%5	%10	%15	%20	%25
Değişkenlik katsayısı C_v	%5	1.132	1.090	1.068	1.055	1.044	1.035
	%10	1.303	1.197	1.147	1.116	1.092	1.072
	%15	1.536	1.328	1.238	1.184	1.144	1.113
	%20	1.870	1.490	1.345	1.261	1.202	1.156
	%25	2.390	1.698	1.471	1.350	1.266	1.203

1) 1 - pk'lık bir olasılık ile $Q \geq 1$ olması için gereken ortalama Q değerleri Çizelge 12.1'de gösterilmektedir

2) pk ve Qd arasındaki ilişki tabloda gösterilmiştir; ama pk, pa ile değiştirilirse bu tablo pa ile Qd arasındaki ilişkiyi gösterecektir.

12.8 Baraj Betonunun Karışım Oranlarının Belirlenmesi

Baraj betonunun karışım tasarımında, uygulanacak karışım oranları, numuneler üzerindeki deneylerle elde edilen ölçüm değerlerinin, karakteristik değerlere ve daha önceki bölümlerde tarif edilen karakteristik değerler için izin verilen sınırlara ilişkin koşulları sağlayacak şekilde belirlenmelidir.

Baraj kütle betonu karışım tasarımı ile ilgili gerekler için ACI 207.1R, TS 13815 veya TS 802 (Konu ile ilgili güncel yayınlanmış olan diğer TS standartları da dahil) yararlanılmalıdır. İnce agreganın tane dağılımı ACI 207.1R ve/veya TS 802'de verildiği gibi olacaktır.

[**Açıklama**] Karışım tasarımı aşamasının başında, baraj betonunun performansındaki değişim hala belirsizdir. Bu nedenle, baraj betonu karışımları, geçmiş proje verileri esasında varsayılan bir değişim katsayısı esas alınarak tasarlanmalıdır. Bu nedenle, sadece baraj betonunun tasarlanmış karışımlarına ait numuneler kullanılarak yapılan deneylerden elde edilen ölçüm değerlerinin, Baraj Betonunun Karışım Tasarımında Beklenen Değerlerin Belirlenmesi içinde belirtilen beklenen değerleri sağlaması değil, aynı zamanda ölçülen değerlerin istatistiksel olarak işlenmesiyle elde edilen sonuçların, karakteristik değer ve Baraj Betonunun Performansında Değişiklikler ile Karışım Tasarımı içinde belirtilen karakteristik değer için izin verilen sınıra ilişkin kriterleri de sağlaması gereklidir.

Ayrıca, beton karışımları tasarlanırken, karışım tasarımı aşamasında varsayılan olasılık yoğunluğu fonksiyonunun, şantiyede elde edilen ölçüm değerlerinden türetilen fonksiyondan önemli ölçüde farklı olabileceği de belirtilmelidir.

12.9 Kütle Beton Döküm İşlemleri

Baraj gövdesinde bir defada dökülen beton tabakasının kalınlığı 0,80 m ile 1,60 m arasında olacaktır. Beton 1,60 m'lik tabakalar halinde dökülüyorsa, bir anonun asgari döküm müddeti 120 saat, 0,80 m'lik tabakalar halinde dökülüyorsa bu müddet 72 saattir. Yani 120 saatte dökülen beton kalınlığı 1,60 m'yi aşmayacaktır. Herhangi bir kalınlıkta bir anonun üzerine yeni tabaka dökülmeden azami bekletilebileceği azami müddet 10 gündür. Eğer beton dökme tesisatının kapasitesi tabakaları 10 günden fazla bekletmeğe sebep olacak kadar azsa, bu takdirde temelden itibaren tabakaları en az kalınlık olan 0,80 m olarak dökmek gerekir. Tabaka kalınlıklarıyla bekleme müddetlerinin, işin durumuna ve Yüklenici'nin beton dökme kabiliyetine bağlıdır. Beton dökme programı yan yana anolarda en alçak ano ile en yüksek ano arasında kot farkı 10 m'yi geçmeyecek şekilde tertip edilecektir. İnşa edilmiş blokların en yüksek noktasıyla en düşük kottaki bloğun üst seviyesi arasındaki fark 40 m'yi geçmeyecektir.

İnşa edilecek alçak blokların inşaatı sırasındaki beton dökümü, kendi aralarında seviye farkları 10 m'yi geçmeyecek şekilde beton dökümü planlanacak ve yüksek bloklara kadar bu şekilde yükseltilecektir.

- a) Bağlantı delikleri: Bağlantı delikleri, vana şasilerinin, vana ayaklarının kılavuzları ve rayların tesbit kısımlarının beton içine gömülmesinden önce yerlerine konması için yerleştirilecektir.
- b) Derz levhaları: Bakır derz levhaları barajın derzlerine planda belirtildiği gibi, yahut İdare'nin talimatına uygun olarak yerlerine konacaktır.
- c) Barbakanlar : Barbakanlar planlarda belirtildiği şekilde yerleştirilecektir.

12.10 Beton Sınıfları ve Kullanıldığı Yerler

Beton, kullanıldığı yere ve agrega en büyük tane boyutu dikkate alınarak ayrıca bir tasnife tabi tutularak bir sınıflandırma yapılabilir. Bu sınıflandırmada (CX/Y) tanımı C: Concrete, X MPa olarak 28, 90 veya 180 günlük karakteristik (nominal) (150x300) mm silindir veya (150x150x150) mm küp şekilli numunelerin basınç dayanımı iken Y burada agrega maksimum tane boyutu şeklinde (Örnek C20/120) gösterilecektir. Karakteristik (nominal) basınç dayanımı, deney numunelerinin en az % 85'inin sahip olduğu minimum basınç dayanımı olarak tarif edilmiştir.

Her beton sınıfı için agrega en büyük tane boyutu ve birim hacim beton için çimento miktarı aşağıda verilen Çizelgede gösterilmiştir. Yüklenici, bu beton dayanımlarını temin etmekten sorumludur. İdare, laboratuvarında beton karışım deneme çalışmaları yaparak Yüklenici'ye, betonun yeterliliğini, ekonomisini, yoğunluğunu, geçirimsizliğini, dayanıklılık ve dayanımını korumak ve emniyete almak için, Çizelgede belirtilen değerden farklı bir çimento miktarı kullanması talimatını verebilir.

Beton sınıfları, prensip olarak, projelerde gösterilecektir. İdare, işlerin yürütülmesi sırasında bu beton sınıflarını değiştirme hakkına sahiptir ancak, Yüklenici bu değişiklikler sebebiyle ilave bir ödemeye hak kazanmış olmayacaktır. Burada belirtilenlerle sınırlı olmamak üzere, farklı betonların kullanılabileceği üniteler aşağıda belirtilmiştir.

A- Dolgu betonu C16/20: İstinat duvarlarının arkasının doldurulmasında ve projelerde gösterilen veya İdare'nin istediği diğer yerlerdeki dolgu betonları.

B- Betonarme betonu C20/25, C25/30, C30/37, C35/45 ve diğer beton sınıfları: Projelerde gösterilen veya İdare'nin belirlediği diğer yerlerde kullanılan betonlar.

C25/30 ve C30/37 betonu : Tünellerin, galerilerin ve şaftların beton kaplaması, giriş ve çıkış yapıları, üstten tedricen dolusavak, enerji su alma kule yapısı ve şaftı betonları, cebri boru çelik kaplama arkası dolgu betonu, vana odası betonu, santral binası betonları, transformatör sahası ve şalt sahası betonları, kontrol ve servis binası betonu, kuyruksuyu ve tahliye yapıları betonları ve projelerde gösterilen veya İdare'nin belirlediği diğer yerlerdeki betonlar.

C30/37 ve C35/45 betonu : Santral binası kemer betonu ve projelerde gösterilen veya İdare'nin belirlediği diğer yerlerdeki betonlar.

C- Betonarme Betonu, ikinci faz (yuva) betonları C25/30, C30/37: Çelik kaplamaların etrafında, çelik donatının yoğun olduğu dar kesitlerde, ikinci faz betonu olarak yuvaların doldurulmasında, projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen diğer yerlerde.

D- Öngerilmeli beton C35/45: Bu beton yüksek dayanımlı beton olarak, enerji su alma yapısı, ulaşım köprüsü kirişlerinde projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen yerlerde kullanılacaktır.

E- Kütle betonu (250x500) mm silindir numune için C20/25, C25/30, C30/37 : Büyük istinat duvarları, ayaklar v.s gibi masif yapılarda projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirtilen yerlerde.

F- Baraj dış yüzey kütle betonu (kalıp yüzeyleri) sadece (250x500) mm silindir numuneler için C20/60, C25/60 ve C30/60: Bu beton baraj gövdesi dış kısmında kalıplı yüzeylerde ve projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen kaya temel ile temas kısımlarında kullanılacaktır.

G- Baraj çekirdek kütle betonu sadece (450x900) mm silindir numuneler için C20/120, C25/120, C30/120 : Projelerde gösterildiği veya İdare tarafından belirlendiği üzere baraj kütle betonu olarak kullanılacaktır. Beton ağırlık ve beton kemer baraj ünitelerinde kullanılması tavsiye edilen beton sınıfları Çizelge 12.2'de gösterilmiştir. Toplam bağlayıcı dozajları karışım tasarımları sırasında kesin olarak belirlenecektir.

Çizelge 12.2 - Beton ağırlık ve beton kemer barajı betonları için beton sınıfları

Uygulama	Beton Sınıfı	Karakteristik (nominal) 90, 180 veya 270 günlük silindirik basınç dayanımı* (MPa)	Agrega En Büyük Tane Boyutu (mm)	Önerilen minimum Toplam Bağlayıcı Miktarı (kg/ m ³)
A-Dolgu betonu	C16/30	16	30	200
B-Betonarme betonu	C20/30	20	30	300
	C25/30	25	30	325
	C30/30	30	30	350
	C30/30	30	30	350
C-Betonarme betonu, ikinci faz (yuva) betonları	C25/15 C30/15	25	15	360
D-Öngerilmeli beton	C35/30	35	30	380
E-Kütle betonu	C20/60	20	60	275
	C25/60	25	60	300
	C30/60	30	60	325
	C30/60	30	60	325
F-Baraj dış yüzey kütle betonu	C20/60	20	60	180
	C25/60	25	60	210
	C30/60	30	60	240
	C30/60	30	60	240
G-Baraj kütle betonu	C20/120	20	120	180
	C25/120	25	120	210
	C30/120	30	120	240
	C30/120	30	120	240

* **Kütle betonunda hedef dayanım yaşı İdare'nin onayı ile veya aşağıda belirtildiği şekilde belirlenecektir.**

Not - Çimento miktarı beton deney neticelerinin durumuna göre değişebilecektir. Agreganın en büyük tane büyüklüğü değerleri burada belirtilenlerin dışında daha küçük boyutlar da olabilir. Burada verilen beton dayanım sınıfları, agrega maksimum tane boyutu (anma boyutu) 60 mm için numune çapı 250 mm ve 120 mm için numune çapı 450 mm olan numune boyutları için geçerlidir.

12.11 Genel Kalite

Beton, kalıbın içinde her yerde, kalıpsız yüzeylerde, donatı etrafında ve gömülü kısımlarda rahat bir şekilde çalışabilecek ve segregasyona (ayrışmaya) sebep olmayacak bir kıvamda olacaktır.

Kütle beton karışımları bu bölümde belirtilen esaslara uygun olacaktır. Beton sınıfları C harfini takiben betonun karakteristik (nominal) en az 90 günlük MPa olarak silindirik basınç dayanımı ve mm olarak agrega en büyük tane boyutuna göre tanımlanmıştır. Toplam bağlayıcıya oranla en az %35 tip II mineral katkı kullanılan betonlarda hedef dayanım yaşı öncelikle en az 90 gün olarak dikkate alınacak, ancak İdare isterse hedef dayanım yaşını proje özelliklerine göre gerektiğinde 28 gün şeklinde belirleyebilir. İdare beton özelliklerine göre ve agrega maksimum tane boyutu en az 37,5 mm olan betonlarda hedef dayanım yaşını en az 90 gün 180, 270 veya 365 gün olarak da belirleyebilecektir. Beton dayanımı bu bölümde belirtildiği üzere öncelikle silindirik numuneler üzerinde deney yapılarak bulunacaktır. Bir sınıf için karakteristik (nominal) dayanım o sınıftan en az hedef dayanım yaşındaki deney numunelerinin en az % 85'inin buna eşit veya bu değerden fazla olduğu dayanım olarak tarif edilir. Dayanım deney sonuçlarından hiçbirisi, karakteristik (nominal) basınç dayanımının % 80'inin altına düşmeyecektir.

Kaya, dolgu veya su yüzeyleriyle temas eden beton sızdırmaz olacak ve karışımın uygunluğunu emniyete almak için gerekli tüm deneyler yeterli miktarda yapılacaktır. Üretilen bütün betonların donmaya ve çözölmeye maruz kaldığı yerlerde kullanılması durumunda, betonun dayanıklılığına önem verilecektir.

12.12 Döküm Sonrası Betonun Soğutulması

Baraj beton soğutma sistemi şeması, projelerde gösterilmiştir. Yüklenici tarafından hazırlanacak uygulama projeleri, baraj gövdesinin her monolitik bloğu için, döküm liftlerinin (Anoları) kalınlığını, döküm metodunu, farklı boru çaplarını ve boru donanımının (serpantinlerin) pozisyonlarını ve diğer gerekli bütün detayları gösterecektir. Baraj inşaatı ilerlerken İdare, barajın bazı zonlarının soğutulmamasına karar verebilir. Kütle betonunda art-soğutma işlemleri ACI 207.4R-05 şartnamesinin gerekleri dikkate alınarak yapılacaktır. Yüklenici teklif etmiş olduğu soğutma teçhizatına ait komple detayları onay için İdare'ye sunacaktır.

12.13 Soğutma Sistemi

Soğutma sistemi çapı ¾" (20 mm) ve et kalınlığı ise en az 1,25 mm olan çelik borulardan teşkil edilecektir. Soğutma sistemini oluşturan boruların genel durumu projelerde gösterilmiştir.

Soğutma sisteminde kullanılacak su temiz olacak ve içinde arzu edilmeyen yabancı maddeler ve tortu bulunmayacaktır. Nehir suyu, uygun filtrasyondan sonra nehir suyu soğutma sisteminde kullanılabilir.

Her soğutma borusunun dönüş borusu olacak ve her blokun dönüş boruları galeride teşkil edilmiş olan bir yuvada gruplanacaktır. Her boru, blok numarasını ve serpantin kotunu göstererek açık bir şekilde numaralandırılacaktır. Boruların çıkış ucu, su akışını kontrol etmeye imkan sağlayacak esnek hortum ve kelepçeyle teçhiz edilecektir.

Serpantinler beton dökümünden hemen önce temizlenmiş ve yıkanmış olan döküm tabakasının üzerine dönecektir. Serpantinler arasındaki eşit aralıklar projelerde gösterildiği veya İdare tarafından belirlendiği gibi olacaktır. Beton dökümünden önce, boru sistemi 10 atmosferlik bir basınçla tecrübeye tabi tutulacaktır. Sistemin tamamen sızdırmaz ve soğutma donanımının fonksiyonunu tam olarak yerine getireceğine İdare tarafından kabul edilinceye kadar beton dökümü yapılmayacaktır. Soğutma borusu bir büzölme derzine rastlarsa araya uygun bir genişleme eki konacaktır. Beton dökümü sırasında borular tamamen su ile doldurulacaktır.

12.14 Soğutma Sisteminin Çalıştırılması

Serpantinlerde su sirkülasyonu betonun dökümünden sonra başlayacaktır. İdare'nin onayını almadan serpantinlerdeki su sirkülasyonu kesilmeyecektir. Serpantinlerdeki su sirkülasyonunun miktarı en az 0,5 L/s civarında olacaktır. Gerekli sıcaklık kontrolünü temin etmek için her serpantininin tam ve doğru su sirkülasyonu miktarı İdare tarafından belirlenecektir.

Yüklenici, soğutma sistemini İdare tarafından hazırlanmış veya onaylanmış bir programa göre çalıştıracaktır. Soğutulacak beton kademeleri ve soğutma süresi, beton döküm programına ve derz enjeksiyonuna ve meteorolojik şartlara bağlı olarak, İdare tarafından belirlenecektir. Beton döküm kademelerinin maksimum sıcaklığı İdare tarafından belirlenecek sıcaklığın altında olacaktır.

12.15 Beton Sıcaklığının Ölçülmesi

Dökülen betonun sıcaklığının ölçülebilmesi için Yüklenici, sıcaklık ölçümü yapacak cihazları yerleştirecek ve bunların kullanılması ve işletilmesinde İdare'ye yardımcı olacaktır. Sıcaklık ölçümleri İdarenin gözetiminde Yüklenici tarafından yapılacaktır. Beton sıcaklıkları üç yolla ölçülebilir:

- a) Gömülü termometrelerle (Olgunluk cihazları da dahil olmak üzere),
- b) Taşınabilir bir termometrenin beton içindeki bir boru veya deliğe indirilmesi ve borunun veya delik ağzının bir tıkaçla kapatılarak izole edilmesi,
- c) Bir serpantinindeki su sirkülasyonunu yaklaşık olarak 48 saat durdurarak suyun çevre betonunun sıcaklığına ulaşmasına imkan vermek ve bunun sonunda suyun hızla dışarı alınmasıyla sıcaklığının ölçülmesi.

Yüklenici, bütün ölçme ve gözlemleri, düzgün ve yazılmış olarak her hafta İdare'ye sunacaktır. İdare'nin talimatı üzerine, soğutma için daha fazla kullanılmasına gerek olmayacak soğutma sistemleri, koyu kıvamlı bir enjeksiyonla tamamen doldurulup tıkanacaktır. Bunların ağızları kuru kıvamlı harçla iyice doldurulacak ve betonla aynı yüzeyde olacak şekilde tesviye edilerek perdahlanacaktır.

13. SU GEÇİRİMSİZ YAPILAR

13.1 Genel

Bu bölümde, betonarme sıvı tutucu yapılarının özel gereklilikleri anlatılmaktadır. Özellikle şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Dayanıklılık ve su geçirimsizliği,
- Beton ve bileşen malzemelerin standartlarında belirtilen kriterler,
- Sıcaklık ve nem değişiminden dolayı çatlak kontrolü, çatlama ve otojenik iyileşme
- Derzler ve derz dolgu malzemeleri.

Çok çeşitli sıvı içeren ve sıvı içermeyen betonarme yapılar iç kaplama veya dış bohçalama olmaksızın çok yaygın olarak kullanılır. Tipik örnekler rezervuarlar ve su kuleleri, kanalizasyon arıtma depoları, tarımsal ve endüstriyel atık saklama depoları, yüzme havuzları ve benzeri yapılar. Öngörilmeli beton özellikle silindirik tanklar imalatında kullanılır.

Bu tür yapıların su geçirmez olması istenir, ancak buhar geçirmez olması çok gerekli değildir. Yeterli bir su geçirimsizliğin sağlanamamasının nedenleri arasında betonun karışım oranlarının yetersiz olması, agrega tane dağılımının düzgün olmaması, sertleşmiş betonun gözenekli olması, kontrolsüz çatlak oluşması, kusurlu derzler, kalıp bağlarının neden olduğu sürekli sızıntı yolları ve diğer gömülü maddeler gibi faktörler sayılabilir.

13.2 Permeabilite ve Dayanıklılık (Durabilite)

Beton düşük geçirgenliğe sahip olmalıdır. Bu sadece su sızdırmazlığının direkt olarak taşınması için değil aynı zamanda dayanıklılık üzerindeki etkisi ve gömülü çeliğin korozyona karşı korunması açısından da önemlidir.

TS EN 206/TS 13515’de beton karışımları ve malzemeleri için öneriler, yerinde ayrışma olmadan komple sıkıştırmanın sağlanması şartıyla su geçirimsiz bir beton elde edilmesini sağlamayı amaçlar. Hem iç hem de dış yüzeyler, TS EN 1992-1-1’de tanımlandığı şekilde, en azından şiddetli çevre etki sınıfına maruz kalma kategorisine alınır. Şiddetli koşul tipik olarak içilebilir suları içeren kapalı bir rezervuara uygulanır. Kanalizasyon veya silaj atığı gibi daha agresif sıvılarla temas eden yüzeyler veya aşındırıcı dış ortamlara maruz kalan yüzeyler çok ciddi kategorilerde ele alınmaktadır.

TS EN 206/TS 13515’de belirtildiği gibi TS EN 12390-8’e göre test edildiğinde maksimum su işleme derinliği 50 mm’den düşük ve numunelerin ortalama su işleme derinliği 40 mm’den düşükse, beton su geçirimsiz kabul edilir. Diğer taraftan, beton ortalama olarak 30 mm’den daha

düşük su işleme derinliğine sahipse kimyasal zararlı sulara karşı da geçirimsiz kabul edilir. Karbonasyonla oluşturulan korozyona maruz kalma sınıfı genellikle XC4 olarak alınır.

13.3 Beton Sınıfları

Beton sınıfı belirlenmesi için öncelikle beton imalatının yapılacağı bölge incelenerek çevre etki sınıfı belirlenerek en az çimento içeriği ve maksimum su/çimento oranından yola çıkılarak TS EN 206/ TS 13515 standartlarından yararlanılmalıdır. Gerekli durumlarda tip II mineral katkı kullanılması durumunda k-değeri kavramından da yararlanılmalıdır. Şiddetli hava şartlarına (Soğuk iklim koşullarının hakim olduğu ve donma-çözülme etkilerine maruz kalacak beton yapılar) maruz betonlar için CEM I Portland çimentosu veya CEM III cüruflu çimento içeriği asgari 325 kg/m³ ve maksimum su/çimento oranı 0,55 olması gerekmektedir. Portland çimentosu ile uçucu kül kullanılması durumunda asgari eşdeğer çimento miktarı 325 kg/m³ ve maksimum su/çimento oranı 0,50 olması gerekmektedir. Betonun 28 günlük karakteristik mukavemeti en az C35/45 beton sınıfını sağlamalıdır. Donma-çözülme etkilerine maruz kalacak betonlarda en az %5,0±1 hava içeriğinin de dikkate alınması ve sağlanması temin edilecektir.

13.4 Maksimum Çimento İçeriği

Maksimum çimento içeriği, termal büzülme ve kuruma büzülmesine bağlı çatlamayı en aza indirmek için sınırlandırılmıştır. Çeşitli uluslararası standartlarda betonarme betonu için bazı sınırlar belirlenmiş olup, Portland çimentosu ve Portland cüruflu çimentosu için 400 kg/m³ ve Portland-uçucu kül çimentosu için 450 kg/m³ maksimum miktarların aşılması önerilmektedir. Herhangi bir çatlamanın ön gerilme tarafından etkilenebileceği esasına dayanarak, ön gerilmeye tabi beton için sırasıyla 500 kg/m³ ve 550 kg/m³ değerlerine izin verilir.

13.5 Beton Örtü Tabakası Kalınlığı (Paspayı)

Şiddetli iklim şartlarına maruz kalana beton yapılar için TS EN 1992-1-1 standardında normal donatı ve diğer gömülü çeliklere nominal beton örtü tabakası kalınlığı (tolerans ile birlikte) 40 mm olmalıdır. C35/45 beton sınıfı ve 40 mm nominal beton örtü tabakası kalınlığı, 40 ila 60 yıllık bir tasarım ömrü olan yapılar için uygundur. Daha uzun bir tasarım ömrü olması durumunda, çimento içeriğini arttırmak, örtü tabakası kalınlığını arttırmak ve özel takviye (galvanizli, epoxy kaplı veya paslanmaz çelik) gibi ilave tedbirler önerilir.

13.6 Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB)

13.6.1 Genel

Su geçirimsiz beton yapılar için gerekli olması halinde ve özel teknik şartnamede belirtildiğinde Kendiliğinden Yerleşen Beton kullanılmasına İdare karar verilecektir. Karışım oranları taze ve sertleşmiş betonun bütün performans kriterlerini sağlayacak şekilde seçilir. Hazır beton kullanılması durumunda, bu şartname kriterleri hazır beton müşterisi tarafından hazır beton firmasına verilmeli ve bu şartnamenin bu bölümünde açıklanan şartları sağlamalıdır.

13.6.2 Karışım Tasarımı Prensipleri

Taze haldeki KYB karışımlarına ait özelliklerin gerekli kombinasyonunu elde etmek için:

- Hamurun akışkanlık ve viskozitesi, çimento ve mineral katkıların dikkatli seçimi ve oranlamasıyla, su/çok ince malzeme oranının sınırlandırılmasıyla ve sonra süper akışkanlaştırıcı ve birçok durumda viskozite düzenleyici katkı ilave ederek ayarlanır ve dengelenir. KYB'nin bu bileşenlerinin doğru bir şekilde kontrolü, uygunluk ve etkileşimleri; iyi doldurma yeteneği, geçiş yeterliliği ve ayrışmaya karşı direnç elde etmede anahtar parametrelerdir.
- Sıcaklık yükselmesini, ısı büzülme çatlamasını ve dayanımı kontrol etmek için çok ince malzeme içindeki çimento miktarının kabul edilebilir bir seviyede tutulması amacıyla tip 1 ve tip 2 mineral katkıları yeterli bir oranda kullanılmalıdır.
- Hamur, agreganın taşınması için bir araçtır; bu yüzden bütün agrega taneciklerinin bir hamur tabakası tarafından tamamen kaplanması için hamur hacmi agrega taneleri arasındaki toplam boşluk hacminden büyük olmalıdır. Bu şartın sağlanması akışkanlığı artırır ve agrega sürtünmesini azaltır.
- Karışımındaki iri agreganın ince agregaya oranı, iri agrega tanelerinin bir harç tabakası tarafından tamamen çevrelenebilmesi için azaltılır. Bu durum, beton donatılar arasındaki dar açıklıklardan veya boşluklardan geçerken, agrega kenetlenmesini ve köprülenmeyi azaltır ve KYB'nin geçiş yeterliliğini artırır.

Yukarıda verilen prensiplerin uygulanması sonucunda, vibrasyon uygulanarak sıkıştırılan geleneksel betona göre KYB'de aşağıdaki farklar ortaya çıkar:

- Daha az iri agrega miktarı
- Arttırılmış hamur miktarı
- Düşük su/çok ince malzeme oranı
- Performansı arttırılmış süper akışkanlaştırıcı
- Viskozite düzenleyici kimyasal madde

13.6.3 Deney yöntemleri

KYB'nin taze özelliklerini ölçmek ve değerlendirmek için pek çok farklı deney yöntemi geliştirilmiştir. KYB için geliştirilen ve değerlendirilen özelliğe göre gruplandırılan en yaygın deney listesi Çizelge 10'da verilmektedir.

Herhangi bir tek deney ana parametrelerin hepsini değerlendirme yeteneğine sahip değildir ve KYB karışımını tam olarak karakterize etmek için bir dizi deney sonucunun değerlendirilmesi gereklidir. CEN üyesi ülkeler tarafından da KYB'yi nitelendirmek için kabul edilen dört deney yöntemi bu standardda da benimsenmiştir.

Çizelge 10'da açıklanan yöntemlerden farklı diğer deney yöntemleri, KYB karışımlarının gelişimi için belirli kullanımlar hakkında performans değerlendirmeleri ve imalatçı ve müşteri arasındaki anlaşmayla yapılan şantiye tanımlama deneyi için uygun olabilir.

Çizelge 10 – Kendiliğinden yerleşen beton için yapılan uygunluk deneyleri.

Özellik	Deney yöntemi	Ölçülen değer
Akıcılık/doldurma yeterliliği	Çökme-akma (TS EN 12350-8)	Toplam yayılma
	Kajima kutusu	Görsel doldurma
Viskozite/akıcılık	T ₅₀₀ (TS EN 12350-8)	Akma zamanı
	V-hunisi (TS EN 12350-9)	Akma zamanı
	O-hunisi	Akma zamanı
	Orimet halkası	Akma zamanı
Geçiş yeterliliği	L-kutusu (TS EN 12350-10)	Geçme oranı
	U-kutusu	Yükseklik farkı
	J-halkası (TS EN 12350-12)	Kademeli yükseklik, toplam akma
	Kajima kutusu	Görsel geçme yeteneği
Ayrışma direnci	Penetrasyon	Derinlik
	Elek ayrışması (TS EN 12350-11)	Terleme yüzdesi
	Oturma kolonu	Ayrışma oranı

13.6.4 Temel karışım tasarımı

Karışım tasarımlarında çimento hamurunun agrega taneleri arasındaki boşlukları doldurma gereğinin önemi nedeniyle hamur hacmi çoğunlukla en önemli parametre olarak kullanılır. Bazı yöntemlerde mevcut kuru bileşenler (agrega+çimento+çok ince malzeme vb.) optimize edilmiş tane büyüklüğü dağılım eğrisine uydurulmaya çalışılır. Diğer yöntemler de iri agrega ilavesinden ve tüm KYB karışım deneylerinden önce ilk olarak hamurun daha sonra da harç bölümlerinin akış ve kararlılıklarını değerlendirmek ve optimize etmek amacıyla geliştirilmiştir.

Karışım tasarım yöntemleri ve özellikler belirlenerek aşağıda Çizelge 11 ve Çizelge 12’de belirtilmiştir.

Çizelge 11 - KYB karışım bileşimleri için önerilen tipik değer aralıkları.

Bileşen	Kütlece tipik aralık (kg/m ³)	Hacimce tipik aralık (dm ³ /m ³)
Çok ince malzeme (0,125 mm elekten geçen tüm malzeme)	380-600	
Bağlayıcı hamur (Çok ince malzeme, su, hava ve katkıların hacmi)		300-380
Su miktarı	150-210	150-210
İri agrega miktarı	750-1000	270-360
İnce agrega (kum)	Bu miktar diğer bileşenlerin hacmini dengeler, tipik olarak toplam agrega ağırlığının %48 - %55 civarındır.	
Hacimce su/çok ince malzeme oranı		0.85-1.10

Çizelge 12 — KYB’nin özellikleri için uygunluk kriterleri

Özellik	Ölçüt
Çökme-akma sınıfı SF1	$\geq 520\text{mm}, \leq 700\text{mm}$
Çökme-akma sınıfı SF2	$\geq 640\text{mm}, \leq 800\text{mm}$
Çökme-akma sınıfı SF3	$\geq 740\text{mm}, \leq 900\text{mm}$
Hedef değer olarak belirlenen çökme-akma değeri	Hedeflenen değerden en fazla ± 80 mm fark
V-hunisi sınıfı VF1	$\leq 10\text{s}$
V-hunisi sınıfı VF2	$\geq 7\text{s}, \leq 27\text{s}$
Hedef değer olarak belirlenen V-hunisi	$\pm 3\text{s}$
L-kutusu sınıfı PA1	$\geq 0,75$
L-kutusu sınıfı PA2	$\geq 0,75$
Hedef değer olarak belirlenen L-kutusu	Hedeflenen değer 0,05 azından olmamak kaydıyla
Elek ayrışma direnci sınıfı SR1	$\leq \% 23$
Elek ayrışma direnci sınıfı SR2	$\leq \% 18$

13.6.5 Karışım tasarımı yaklaşımı

Belirtilen özelliklere ve sınıflara göre başlangıç karışım oranlarını doğrulamak için laboratuvar denemeleri yapılmalıdır. Gerekli durumlarda, karışım oranları için ayarlamalar yapılarak bütün şartlar sağlandığı zaman, karışım bire bir ölçekte beton tesisinde ve gerekli olması durumunda taze ve sertleşmiş haldeki özelliklerini doğrulamak için şantiyede tekrar denenmelidir.

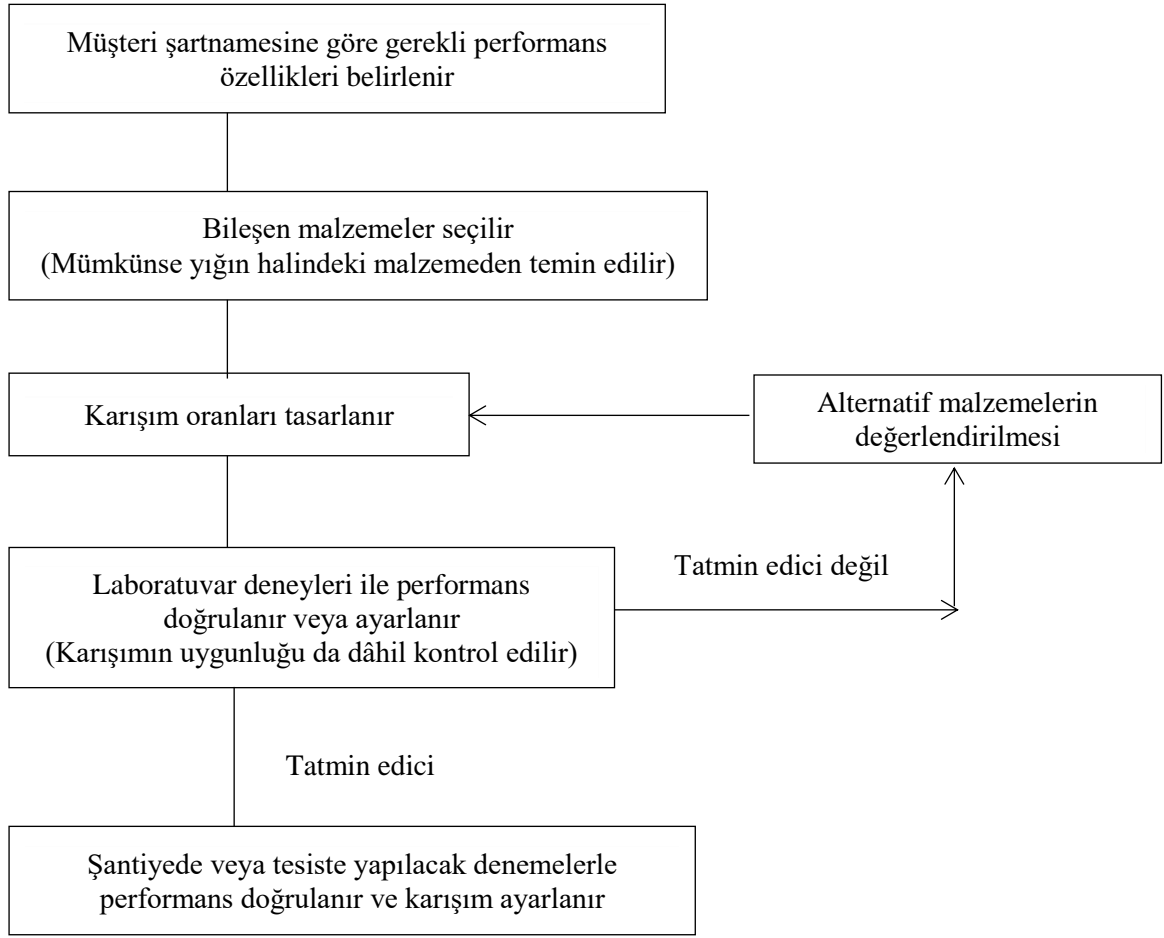
Karışım tasarımında genellikle aşağıda ana hatlarıyla verilen yaklaşım temel alınmaktadır:

- Su ihtiyacı değerlendirilir ve çimento pastasının akış ve kararlılığı uygun hale getirilir,
- Gerekli işlenebilirliğin sağlanması için kum oranı ve kimyasal katkı oranı belirlenir,
- Karışım miktarlarındaki küçük değişikliklere karşı hassasiyet kontrol edilir,
- Uygun ve optimum miktarda iri agrega ilave edilir,
- Laboratuvar karıştırıcısında taze KYB üretilir ve gerekli KYB deneyleri ile kontrol sağlanır,
- Alınan numuneler ile sertleşmiş durumdaki KYB’nin özellikleri belirlenir,
- Santral karıştırıcısında birebir ölçekte deneme karışımları hazırlanarak oranlar kontrol edilir.

Yeterli performansın elde edilemediği durumda, karışımın tekrar tasarımına önem verilmelidir. Görünür probleme bağlı olarak, aşağıdaki yöntemler uygun olabilir:

- Çimento/çok ince malzeme oranı ve su/çok ince malzeme oranı tekrar ayarlanır ve hamurun akış ve diğer özellikleri kontrol edilir,
- Farklı mineral katkı tipleri denenir (eğer varsa)
- İnce agrega oranı ve yeni nesil yüksek oranda su azaltıcı ve akışkanlaştırıcı dozajı ayarlanır,
- Karışımın hassasiyetini azaltmak için viskozite düzenleyici kimyasal katkı maddesi kullanımı düşünülmelidir
- İri agreganın tane dağılımı ya da oranı tekrar ayarlanır.

Tasarım işlemi akış şeması grafiksel olarak Şekil 15’te gösterilmektedir.



Şekil 15 – Karışım tasarımı işlemi.

Tatmin edici performans elde edilemediği durumda, karışımın yeniden tasarlanması düşünülmelidir. Belirlenen probleme göre aşağıda gösterilen adımların izlenmesi uygun olabilir:

- Çimento/çok ince malzeme oranı ve su/çok ince malzeme oranı ve hamurun diğer özellikleri ile akış özelliği belirlenir,
- Mineral katkının diğer tipleri denemeye alınır (mümkünse),
- İnce agreganın oranları ve süperakışkanlaştırıcı dozajı ayarlanır,
- Karışımın hassasiyetini azaltmak için viskozite modifiye edici katkı kullanılması dikkate alınır,
- İri agreganın tane dağılımı ve oranları ayarlanır.

13.7 Bileşen Malzemeler

Kullanılan agregalar TS 706 EN 12620+A1 standardına ve bu şartnamede verilenlere uygun olmalıdır. Çevre etki sınıfına ve sıvının doğasına bağlı olarak TS EN 206'da ve TS 13515'de belirtilen çimentolar kullanılır. İçerdiği sıvı ve gömülü yapılarda toprak ve yeraltı sularının bileşimine göre gerekli olması durumunda cürufu çimento ve uçucu kül çimentoları, sadece sülfat direnci üzerindeki olumlu etkileri için değil, özellikle kalın bölümlerde daha düşük ısı özellikleri için önerilir.

Azaltılmış su ve çimento içerikleri ile işlenebilirliği elde etmek için gerektiğinde su azaltıcılar ve süperakışkanlaştırıcılar kullanılır, ancak su yalıtım katkılarının kullanılması gerekli değildir. Betonda donma / çözülme direncinin gerekli olduğu yerlerde hava sürükleyici katkı maddeleri kullanılır.

13.8 Öğütülmüş Granüle Yüksek Fırın Cürufu Kullanımı

Normal kullanım için hedef ortalama öğütülmüş yüksek fırın cürufu kullanım oranı % 50'yi aşmamalıdır. Ancak, klorür ve sülfat iyonlarının etkisinin olduğu durumlarda en az %70 cüruf içerikli TS EN 197-1 standardı CEM III/B sınıfı çimento kullanılacaktır. Kısıtlama normal kullanım için betonlara (yani, karbonasyon kaynaklı korozyona maruz bırakılan) uygulanacak ve özel kullanım için olan betonlara (yani, klorür kaynaklı korozyona ve/veya agresif kimyasal çevrelere maruz bırakılan) uygulanmayacaktır. Bazı çok şiddetli kimyasal etkilerin olduğu durumlarda İdare'nin onayıyla öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu içeriği %90'a kadar artırılabilir.

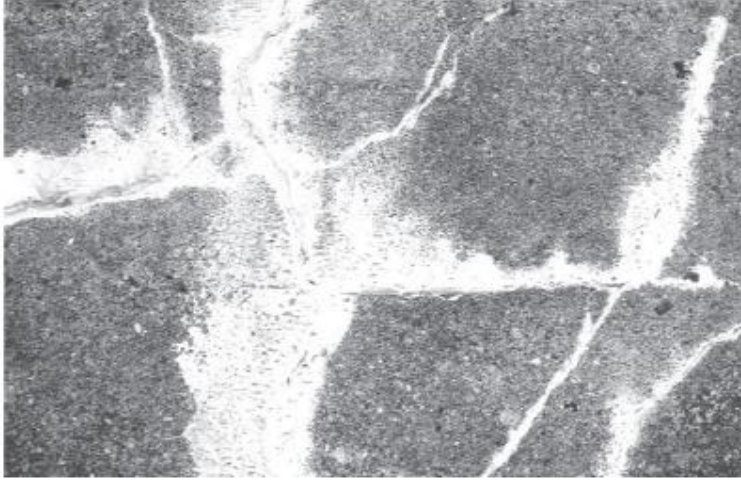
Maksimum çimento içeriği için BS 8007 sınırı 400 kg/m³'ün yüksek oranlarda yüksek fırın cürufu içeren betonlar için 500 kg/m³'ü aşan bir değere yükseltilebileceği görülebilir.

Çizelge 12.3 – En küçük boyutu 100 cm olan beton kesitlerde sıcaklık artışları.

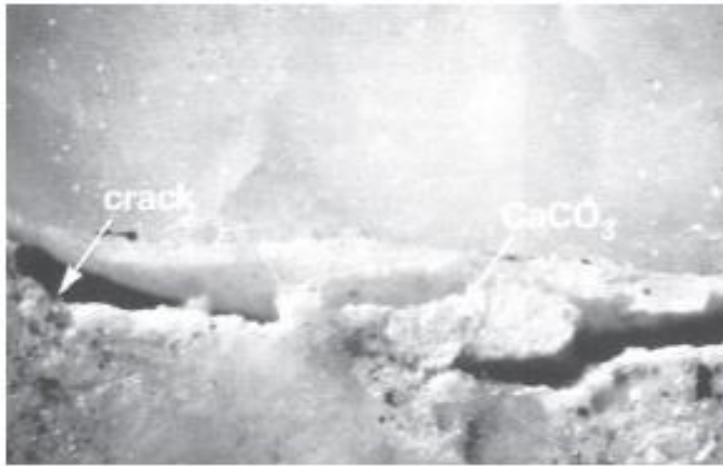
Bağlayıcı kombinasyonu, %	100 kg bağlayıcı için sıcaklık artışı, °C	Farklı bağlayıcı içeriklerinde sıcaklık artışları, °C			
		350 kg/m ³	400 kg/m ³	450 kg/m ³	500 kg/m ³
%100 CEM I	12	42	48	-	-
%50 CEM I + %50 Cüruf	7	25	28	32	35
%30 CEM I + %70 Cüruf	5	18	20	23	25

13.9 Çatlak Oluşumu ve Kendiliğinden İyileşmesi

Betonda oluşan tüm çatlaklar zararlı maddelerin girmesine izin vererek potansiyel bir beton bozulması ve çelik donatının korozyon kaynağıdır. Bir bölümün tam kalınlığı boyunca geçen küçük çatlaklardan bile sızdırmaya izin vererek nemli lekeler ve yüzey lekeleri oluşabilmektedir. Bununla birlikte, bu çatlaklardan sızan bu çökeltilerin su akışının kademeli olarak azalmasına ve hatta tamamen sona ermesine neden olan bir otojen iyileşme sürecinin oluşabileceğini ortaya koymuştur. İyileşme sürecinin, mekanik tıkanmanın ve kalsiyum karbonatın kimyasal çökeltisinin bir kombinasyonu olduğu bulunmuştur (Resimlere bakınız). Kendiliğinden iyileşme, çatlak genişliğinin 0,3 mm'den dar ve betonun kalınlığının % 30'undan daha az derinlikte oluşan aktif çatlaklarda olduğunu göstermiştir.



Yüzeyinde beyaz kalsiyum karbonat, çatlakların kendini iyileştirici olduğunu gösteren somut bir yapı.



Çatlak yamasının (çatlak genişliği 0.2 mm) CaCO_3 kristalleriyle tıkanması.

13.10Tasarım Çatlak Genişliği

TS EN 1992-1-1’de ciddi veya çok şiddetli ortam şartları için tasarım yüzeyi çatlak genişliğini 0,2 mm olarak vermektedir. Estetik açıdan kritik olduğu düşünülen yapılar için sınır 0,1 mm'dir. Bu değerler, bir bölümün tam kalınlığı boyunca geçen çatlaklara ve yalnızca tek yüzü oluşturan çatlaklara uygulanır. Bir sıvı tutucu yapı ilk doldurulduğunda, su seviyesi için yapısal test yapılmadan önce emme ve otojen iyileşme gerçekleşirken sıvı seviyesi dengeleyici bir süre sabit kalır. Tavsiye edilen kararlı hale gelme süreleri, 0,1 mm'lik bir tasarım çatlak genişliği için 7 gün, 0,2 mm'lik bir tasarım çatlak genişliği için 21 gündür.

Tasarım çatlak genişlikleri, aşağıda gösterildiği şekilde, yapı elemanının veya yapının sınıflandırmasına göre kaçak gereksinimleri ile ilgilidir. Sınıf 1 için, kesitin tüm kalınlığı boyunca geçen herhangi bir çatlak genişliği, kendi kendine iyileşmenin beklendiği yerde 0,2 mm ve kendiliğinden iyileşmenin beklenmediği durumda 0,1 mm ile sınırlıdır. Sınıf 2 için, sızıntının olmamasını sağlamak için kaplama yapmak gibi önlemler alınmadıkça, bölümün tüm kalınlığı boyunca geçmesi beklenen çatlaklardan kaçınılmalıdır. Bir kesitteki yıllık birim şekil değişikliğinin 150×10^{-6} dan az olduğu yerlerde çatlakların iyileşmesi beklenebilir. Çatlaklar bölümün tüm kalınlığı boyunca geçmiyorsa ve en az 50 mm'lik bir derinlik basınç altında kaldıysa, belirtilen gereklilikler geçerli değildir ve tasarım çatlak genişliği 0,3 mm olarak alınabilir.

Su tutucu yapıların sınıflandırılması

Sınıf	Su kaybı veya kaçağı gerekleri
1 Toplam sızdırmazlık	Sızıntı miktarı minimum düzeyde sınırlandırılmış, yüzey lekeleri veya ıslak yamalar kabul edilebilir
2 Yerel sızdırmazlık	Sızıntının genel olarak izin verilmemesi, görünümün yüzey lekeleri ile bozulmaması

13.11 İşçilik

Betonun işlenebilirliğinin ve taşıma yöntemlerinin ve sıkıştırılmasının, betonun ayrıştırılmadan yerleştirilebileceği, tam olarak sıkıştırılacağı, bütün donatıları çevrelediği ve kalıpları tamamen dolduracağı şekilde olması şarttır. Derzlerin çevresinde, su tutucu conta ve borular gibi gömülü nesnelerin etrafında tam sıkıştırmanın sağlanması özellikle sağlanmalıdır.

İnşaat derzleri oluşturulurken özel dikkat gösterilmeli ve dikey derzlerin oluşturulması sırasında bir durdurma ucuna karşılık getirilmelidir. İlk döküm yüzeyi, bağlanmayı arttırmak ve agregaya kenetlenmeyi sağlamak için pürüzlendirilmelidir. Sonraki taze betonun konulmasından hemen önce derz yüzeyinin temiz olmasına özen gösterilmelidir. Beton karışım suyunun aşırı derecede kaybolmasını önlemek için yüzeyin nemlendirilmesi sağlanmalıdır. Derze yakın yeni betonun yeterli miktarda ince malzeme içeriğine sahip olmasını ve tam olarak sıkıştırılmasını sağlamak için özel dikkat gösterilmelidir.

Düzgün yapılan inşaat derzlerinde su tutucu conta gerekliliği olmamasına rağmen, bu amaçla geçirimsiz bir hidrofilik (su itici) malzeme dahil etmek yaygın bir uygulamadır. Bu tip malzemeler suyun olduğu ortamda genişir ve kapalı bir alanda kullanıldığında su sızdırmazlık sağlar.

14. BETON YÜZEYLERİN TAMİRİ

14.1 Genel

Beton tamiri, kalifiye işçiler tarafından İdare'nin denetiminde yapılacaktır. Yüklenici, dökülen beton yüzeylerindeki çeşitli bozuklukları aşağıda bu yüzeyler için verilen şartlara uygun olarak düzeltecektir. Kalıp yapılan beton yüzeylerdeki kusurlar, kalıplar sökülür sökülmez tamir edilecek, noksan kısımlar tamamlanacak ve bu işlem mümkün olduğunca kalıpların alınmasından sonra 24 saat içerisinde tamamlanacaktır. Gerekli durumlarda beton tamiri ile ilgili TS EN 1504 serisi standartlar esas alınacaktır.

Kalıpları alınan beton yüzlerde F2, F3 ve F4 ile tarif edilen yüzeylerdeki ince pürüzler düzeltilip düzgünleştirilecektir.

Herhangi bir sebeple hasar gören beton, bal peteği görünümünde çıkan, parçalanan veya diğer çeşit kusurlar gösteren veya kalıp çökmeleri ile bozuk çıkan yerler kazılıp çıkarılacak ve proje boyutuna göre tekrar aşağıda şartları verilen harç veya betonla doldurulacaktır.

F2, F3 ve F4 olarak tarif edilen, betonun görünen yüzlerinde hasıl olacak kalıp şişme yerleri proje boyutuna uydurulmak için murç ve keskilerle kazılacaktır. Derinliği görünen yüzünün bir boyutundan küçük olan deliklerde, bağlantı çubukları uçlarının kesilmesinden dolayı oluşan deliklerde ve soğutma boruları boşluklarında, kuru agrega yerleştirilip, çimento enjeksiyonu suretiyle yüzey tamiri yapılacaktır.

F1 olarak tarif edilen yüzeylerde kalıp bağı için kullanılan çubukların kesilmesi dolayısıyla meydana gelen deliklerin doldurulmasına lüzum yoktur. Kuru agrega koyup çimento enjekte etmek usulü, teçhizat arkalarının doldurulması, yahut beton kesiti boydan boya devam eden deliklerin doldurulmasında kullanılmıyacaktır. Çok sıkı olan deliklerle, yüzeye yakın beton teçhizatın dış tarafına kadar olan derinlikten az olan deliklerde, dolgu harç tabancası kullanılarak tazyikli harç dolgu tatbik edilecektir. Boydan boya devam eden deliklerde, beton dolgu kullanılacaktır. Beton tamiri için kullanılacak olan bütün malzemeler, tatbik olunacak usuller ve işlemler İdare'nin talimatına uygun olacaktır. Yapılan bütün dolgular delik yüzeylerine sıkı surette kaynamış olacak ve prizini alıp kuruduktan sonra büzülme çatlaklarından ve kabarıklardan arınmış sağlam olacaktır.

15. BETON YÜZEYLERİN DÜZELTİLMESİ VE İŞLENMESİ

15.1 Genel Esaslar

Beton yüzeyleri, İdare'nin kabul edeceği ve aşağıda F1, F2, F3, F4, F5, U1, U2, U3 ve U4 işaretleriyle gösterilen ve tarif edilen tesviye şartlarına ve tatbik projelerine uygun olarak inşa edilecek, kalifiye işçi ve usta kullanılacaktır. Yüzeylerde meydana gelmesi muhtemel bozukluklara ait toleranslar aşağıda cetvelde gösterilmiştir. Kullanılan alet ve edevattan veya yabancı maddelerden dolayı meydana gelen çıkıntı ve pürüzler, kaymış veya yanlış konmuş derzlerden, kalıp ve kaplamalardan veya desteklerin gevşemesinden veya kalıp profili yanlışlıklardan dolayı beton yüzeyindeki çıkıntı ve pürüzler, beton yüzeyindeki ani değişiklikler olarak kabul edilecektir. Bütün diğer hususlar ve değişiklikler ise beton yüzeyinde sürekli değişiklikler olarak kabul edilir. Yüzey kusurları kalıptan çıkan yüzeylerde 1,50 m'lik bir uzunlukta ve kalıp yapılmayan, malalarla düzeltilen serbest yüzeylerde ise 3,00 m'lik bir uzunlukta bir master (lata) ile ölçülecektir. Bu lata yüzey şekline uygun olarak ya düz veya hafif eğri şekilli olacaktır.

Bu Şartnamede veya tatbikat projelerinde tam olarak tarif edilmeyen yüzey biçimi, benzeri beton yüzeylerinin biçimine göre İdare'ce tayin edilecektir.

Çizelge 14.1 - Beton Yüzlerde Müsaade Edilen Azami Bozukluk Toleransları

	Yüzey kusurlarının ölçü latası alt yüzeyinden olan girinti ve çıkıntılarının izin verilen değerleri (mm)								
Bozukluğun Cinsi	Kalıptan çıkan yüzeyler					Kalıp kullanılmayan serbest yüzeyler			
	1,5 m'lik lata ile ölçülür					3,0 m'lik lata ile ölçülür			
Yüzey tesviye sınıfı	F1	F2	F3	F4	F5	U1	U2	U3	U4
Tedrici bozukluklar	+25	15	10	8	5	10	5	5	15
Girintiler	+25	10	5	5	5	5	3	1	3

+ Yalnız kalıp çöküntülerine aittir.

15.2 Kalıptan çıkan yüzeyler

Kalıplar içine dökülmüş betonlarla teşkil edilen yüzeyler, düzgün, pürüzsüz ve itinalı bir şekilde betonla doldurulmuş olacaktır. Çakıl ve kaya toplulukları, yabancı maddeler, sıkışmamış gevşek kısımlar, kalıpların sökülmesi sırasında bozulan yerler, bulon delikleri, kalıp aralıklarından meydana gelen kabarık çizgiler ve kalıpların gevşemesi veya deformasyonu neticesinde hasıl olan kabarmalar veya kalıp çökmeleri hataları, fazla malzemenin çıkarılıp atılması ve yerinin, kum, harç ve betonla İdare'nin talimatına uyularak doldurulması suretiyle düzeltilecektir.

15.2.1 (F1) Cinsi beton yüzeyleri

Kalıplar söküldükten sonra, bozulan betonun tamirinden başka,hiç bir işçiliğe lüzum göstermeden bırakılacak yüzeyler bu guruba girer. Bu cinsten beton yüzeylerde kalıp çöküntüleri veya içeriye doğru girintiler 25 mm'yi geçmiyecektir. Daha fazla olan bozukluklar düzeltilecektir. F1 cinsi beton yüzeyler, genellikle üzerine dolgu yapılacak veya daimi surette kapalı ve görünmez yüzler için tatbik olunur. Bu cins beton yüzeylerinin kalıpları, vibratörle sıkıştırma sırasında harç, akıntılarına meydan vermeden betonu tutan herhangi bir malzemeden olabilir.

15.2.2 (F2) Cinsi beton yüzeyleri

Bu cins yüzeyler, daimi olarak görülen ve başka bir yüzey cinsinin tayin edilmediği beton yüzlerinde ve genellikle halkın gözüne çarpan fakat incelemesi gerekmeyen giriş çıkış ağızları, köprüler, istinat duvarları dolusavaklar ve santral binalarında tatbik olunur. Bu cins yüzeylerde çıkıntı ve kabarıkların giderilmesi gibi tamirlerden başka deliklerin doldurulması, çuval parçasıyla yüzün ovalanması, mekanik silme ve taşlama beton yüzün silinmesi işlemlerine gerek yoktur. Kalıp kaplamaların iç yüzleri kontrplak, çelik ve daha iyi düzgünlükte olabilirler. Kalıplar projede gösterilen boyut ve düzgünlükte olmak şartıyla sağlam ve rijit olacak ve iyi bir işçilikle yapılacaktır.

15.2.3 (F3) Cinsi beton yüzeyleri

Bu cins beton yüzeyler, halkın gözüne çarpan yerlerde, görünüşü önemli olan yüzeyler veya hava ve diğer tesirlerle bozulmaya karşı korunması için düz ve sıkı olması icabeden yüzeyler ve genellikle santrallerin elevasyon kısımlarında, korkuluklar, kornişler dekoratif inşaat ve giriş çıkış yerlerinin, köprülerin, istinat duvarlarının, dolusavakların ve santral binalarının göze çarpan yüzeylerinde tatbik edilecektir. Bu cins yüzeylerde gerekli temizleme, düzeltme ve yamaların yapılması kalıp alınır alınmaz tamamlanacaktır. İdare gerek gördüğü takdirde, yüzeyin genel manzarasını veya yapının görünüşünü önemli ölçüde tamir için harç ile çuval perdahı yapılacaktır. Yukarıda verilen cetvelde işaret edilmiş olan tolerans hadlerini aşan kusurlar, mekanik silme yahut sair şekilde düzeltme yapmak suretiyle çıkıntı ve girinti mesafelerinin uzunluklarına oranı 1/20'yi geçmeyecek şekle getirilecektir.

Bunun için birbirine gayet iyi uydurulmuş lamba zıvanalı veya buna eşdeğer kaplama kullanılacak ve beton tarafına gelen yüzler çivilenmeden sonra gerek görülüyorsa zımparalanacaktır. İdare'nin izni alınmadıkça bu gibi beton kalıplarında çelik veya kontrplak veya eşdeğer kaplamalar kullanılmayacaktır. Bu yüzeylerde gözle görülebilen kabarma, çıkıntı veya kalıp bozukluklarına

izin verilmeyecektir. İnşaat derzlerinde kalıplar sıkı surette yerleştirilecek ve derzlere bitişik yerlere emin ve sağlam olarak ankre edilecektir.

15.2.4 (F4) Cinsi beton yüzeyleri

Hidrolik tesisatta düşük ve yüksek süratli su cereyanlarının tahrip edici tesirini en aza indirmek için düz yüzeyler ve düzgün hatlara gerek olan yerlerde ve genellikle giriş ağızları rakordmanları ve santral boşaltma borusu cidarlarında F4 cinsi yüzeyleri kullanılır. Madde I 15.1’de gösterilmiş olan hadleri aşan hatalı yerler mekanik silme veya diğer tamirlerle Şartnamenin istediği hudutlara getirilecektir. Bu şekildeki yüzeylerde çıkıntıların veya girintilerin kendi uzunluklarına oranı, 1/20 den büyük olmayacak bir hale getirilmiş olacaktır. Kalıplar sağlam ve projedeki boyut ve hatlara uygun olarak konacaktır. Eğri yüzeyli kalıplar, palanyadan geçmiş lamba zıvanlı, birbirine sıkıca kenetlenmiş ve projedeki eğriliğe uyacak şekilde yapılarak tesviye edilmiş ve zımparalanarak düz yüzeyler teşkil edilmiş tahtalardan yapılacaktır.

15.2.5 (F5) Cinsi Beton Yüzeyler

Bu çeşit yüzeyler, kalın sıva ve tahta kaplamaların tatbik edeceği yüzlerde yapılır. Bu kaplamaların yapılmasını temin etmek için kaba yapılı kereste veya buna benzer kaplamalar kullanılacaktır. Düz yüzeyli çelik kaplamalı kalıp kullanılmayacak ve ahşap kalıplar yağlanmayacaktır.

15.3 Çuval Parçasıyla Silme

Bu metod, yukarıda izah edilen yerlerde veya İdare’nin göstereceği yerlerde tatbik edilecek ve aşağıdaki gibi yapılacaktır. İşleme tabi tutulacak yüzeyler iyice ıslatılacak ve çuval parçası ile sürtme işine başlamadan önce bunlar, yüzey normal kuruluşuna yakın bir dereceye kadar kurumuya bırakılacaktır.

Çuvala silme işi bitmeden önce silinen sahanın tamamen kurumasını önlemek amacıyla silme işi küçük sahalara bölünecektir. Çuvala silme işi için kullanılacak harç, 16 No.’lu elekten geçen kumdan, iki kısım kuma bir kısım çimento daimi ve katı bir krem kıvamına kadar su konularak elde edilir. Harç yüzey üzerine bütün çukurlukları ve bozuklukları tamamen doldurulacak şekilde temiz bir çuval bezi ile veya kauçuk sünger veya benzeri bir vasıta ile sürülecektir. Deliklerdeki harç henüz plastik bir halde iken, aynı oranda harç bulamacı yüzeyin üzerine sürülecektir. Harç bulaşmayacak kadar katılaşmış, fakat henüz sertleşmemiş bir halde iken fazla harç temiz bir çuval parçasıyla silme işleminden sonra yüzey, hafif su zerrelere fişkırtan bir aletle tam rutubetlenme derecesinde ve fakat suların yüzeyden yollar halinde akmasına meydan vermiyecek şekilde ıslatılacaktır. Çuvala silinen bütün yüzeyler son silme işlemi sonrasında betonun prizini alma devresi sonuna kadar en az 72 saat içerisinde devamlı şekilde nemli tutulacaktır.

15.4 Hususi Taşla Silme

Diğer cins beton yüzeylerin amaca uygun olmadığı hallerde İdare'nin gerekli göreceği yerde uygulanır ve aşağıdaki gibi yapılır. Hazırlanan yüzeyler önce yıkanacak ve ısıtılacaktır. Yüzey kurumaya yaklaştığı zaman 16 No. lu elekten geçen kumdan 1.5 kısım ve bir kısım çimento karıştırılıp plastik kıvamda bir harç yapılarak yüzeye sürülecek ve 60 No.lu karborandum taşı veya benzeri bir taş ile silinecektir. Bütün yüzey boşlukları uygun bir şekilde doluncaya kadar ilave harç kullanılacaktır. Silme işlemine, harç tabakası vasat derecede sertleşinceye kadar devam edilecektir. 7 gün rutubetlendirilerek prize terk edilen yüzey bundan sonra 30 No'lu zımpara taşı ile düzgün ve perdahlı hale getirilecektir.

15.5 Merdivenler İçin Hususi Silme

Merdiven basamaklarının finisyonu aşağıdaki şekilde yapılacaktır. Beton döküldükten 12 -24 saat sonra kalıplar sökülecek ve gerekli bütün düzeltmeler yapılacaktır. Bundan sonra basamakların yüzeyleri bir fırça ile iyice ıslatılıp litre başına 250 gram portlant çimentosu içeren suya batırılacak bir perdah tahtasıyla ovulacaktır. Kalıplar tarafından bırakılan bütün izler ve her türlü çıkıntılar giderilinceye kadar ovma işine devam edilecektir. Bu oğuşturmadan dolayı tozlar bütün küçük girinti ve çıkıntıları doldurulacak şekilde basamakların yüzeyi üzerine fırça ile muntazam bir şekilde yayılacaktır. Fırçalanan yüzey en az 3 gün nemli bırakılacaktır. Bu süre harçın sertleşmesi için yeterli olmaktadır, bu işlem sonrasında yüzey kaygan ve renk bakımından da fark göstermiyecek hale gelinceye kadar zımpara taşı (36 numara taş veyahut benzeri) ile silinecektir. Daha sonra beton uygun metodlarla işlenecektir.

15.6 Kalıplanmamış Yüzeyler

Kalıpsız yapılan ve görülen beton yüzler düz olarak çıkıntı ve girintilerden, yabancı maddelerden kabarıklık ve çöküntülerden, hava boşluklarından, yabancı maddeler tarafından meydana getirilmiş oyuntulardan, tahribattan arındırılmış olacak ve bu yüzden yatay olanlarına, direnlere doğru eğim verilecektir. Bordur taşı ve duvar üstleri gibi dar yüzeyler için aksi belirtilmedikçe düşey istikamette 1:30 eğim verilecektir.

Yaya kaldırım, yol ve platformlarla sahanlıklar gibi geniş yüzeylere takriben 1:50 eğim verilecektir. Su toplanan yüzeylerde bu birikmiş su gölcüklerinden sular çekilinceye veya kuruyuncaya kadar veya temiz bir bez hortum veya herhangi bir vasıta ile sular uzaklaştırılmadan yüzeylerin düzeltilmesi için kullanılacak aletlerin çalışmasına izin verilmeyecektir.

15.6.1 (U1) Cinsi yüzeyler

Bu yüzeyler kaba beton yüzeyler olup genellikle dolgu veya beton ile örtülecek yüzeylerde, köprü ve yol kaplamasının geleceği yüzeylerde çalışma sahanlıklarında, muayene bacası tabanında, kablo galerilerinde kullanılır. (U1) yüzeyler aynı zamanda (U2) ve (U3) cinsi yüzeylerin ilk kademesini teşkil eder. (U1) cinsi yüzeyler bu cins yüzlerdeki betonu, vurup koparmak suretiyle ve proje boyutunda uygun hatlar ve düzgün yüzeyler teşkil edecek şekilde çalışarak elde edilir.

15.6.2 (U2) Cinsi yüzeyler

Bu yüzeyler şap yapılan yüzeylerdir. Genellikle santral binalarının dış sahanlıklarında, servis galeri döşemelerinde, köprü orta ayakları ve duvarların üst kısımlarında, kornişlerde ve su hendekleriyle yaya kaldırım yüzeylerinde ve girişlerin dış taraf köşelerinde tatbik edilecektir. (U2) cinsi yüzeyler (U3) cinsi yüzeylerin ikinci kademesini teşkil eder. Şap, el veya mekanik vasıtalarla yapılabilir. Yüzeyin kaba olarak (U1) cinsi bir yüzey halinde hazırlanması sonrasında yeterli derecede katılaştığı, su ve rutubetten dolayı parlamalar kaybolduğu zaman şaplama işlemine başlanacaktır. (U2) cinsi yüzeylerde şap işlemine yeterli derecede düzgün bir yüzey teşkil edinceye ve alet izleri giderilinceye kadar devam edilecektir. Eğer yüzey (U3) cinsi bir yüzey olarak hazırlanacaksa şapın kaymak tabakası yüzeye çıkıncaya kadar malalamaya devam edilecek, derzler ve köşeler normal olarak köşe aletleriyle düzeltilecektir.

15.6.3 (U3) Cinsi yüzeyler

Bu cins yüzeyler mala ile düzeltilmiş yüzeyler olup, genellikle santrallerin iç döşemelerinde (Üzerine kaplama yapılan döşeme kısımları hariç) veya çatı teşkil edecek plaklarda veyahutta su geçirmez bölmelerde veya iç merdiven basamakları ve korkuluklarında yapılacaktır. Yüzeyler (U2) cinsi yüzey gibi hazırlanıp, artık yüzeyden ince parçacıkların alınmayacağı kadar sertleştikten sonra çelik mala ile çalışma işlemi başlatılacaktır. Malalama işi sıkı ve yeterli bir tazyikle (U3) cinsi yüzeyin kumlu görünüşlü bünyesini düzeltmek için ve düzgün kusursuz ve mala izleri belirsiz bir hale gelinceye kadar yapılacaktır.

Yalnızca çatıyı teşkil eden döşemelerde veya su geçirmez bölmelerde çelik malanın hafif bir şekilde kullanılmasına izin verilecektir. Bu takdirde hafif mala izlerinin kalması önemli sayılmayacaktır.

15.6.4 (U4) Cinsi yüzeyler

Bu yüzeyler uzun saplı çelik mala veya tesviye makinalarıyla elde edilen yüzeylerdir ve emredildiği gibi kullanılacaktır. Yüzeydeki pek hafif çukurlara ve çok hafif mala izlerine izin verilebilir. Kaba pürüzlü yerler, çakıl yuvaları ve yüzeydeki boşluklar İdare'ce aksi emredilmedikçe derhal ilave bir harç ile düzeltilecektir.

16. BETON MUHAFAZA, BAKIM VE KÜR İŞLEMİ

16.1 Koruma

Betonun kürlenmesi için, betonun, yerleştirildikten sonraki belirli bir sürede sertleşmesi için ihtiyaç duyulan ısıyı ve nemini koruyan ve çevresel koşullarca olumsuz etkilenmeyen bir yöntem seçilmelidir. Betonun hidrasyon, dayanım, dayanıklılık, çatlama direnci, su geçirmezlik ve donatı koruma gibi gerekli performanslarını geliştirebilmesi için, yeni yerleştirilmiş betonun, yerleştirmeden sonraki belirli bir süre boyunca uygun bir ısıda ve yeterince nemli bir durumda tutulması ve betonun olumsuz etkilerden korunması zorunludur. Bu amaçla gerçekleştirilen işler dizisine "kür işlemleri" olarak adlandırılır. Betonun nemli durumda tutulması, betonun ısının kontrol edilmesi ve betonun olumsuz etkilerden korunması olarak sınıflandırmakta olup her bir kategorideki kürlenme yöntemini özetlemektedir. Kür yöntemlerinin bazıları birbirleriyle ilişkilidir ve kür genellikle iki veya daha fazla amaç için gerçekleştirilir. Betonun yapımı, dökümü, korunması, bakımı ve kür işlemleri için daha ayrıntılı bilgi için TS 1247 ve TS 1248 (ACI 305R ve ACI 306R) standartlarına başvurulmalıdır.

Beton yerleştirildikten sonra uygulanması gerekli nemli kür süreleri

(1) Yerleştirmeden sonra beton sertleşmeye başlayana kadar, güneş ışığına ve rüzgara maruz kalma kaynaklı nem kaybı önlenmelidir			
(2) Beton yüzeyinde hasar oluşmaksızın daha sonraki faaliyetlere girişilebilecek ölçüde sertleşirken açık havaya maruz kalan yüzey, nem kürlenmesi, bezler vb., ile örtme, su ile yağmurlama veya gölleme gibi yöntemler kullanılarak nemli tutulmalıdır. Burada verilen süreler, nemli durumu korumak için standard süreler olarak dikkate alınmalıdır.			
Farklı çimento tipleri için en az standard kür süreleri			
Günlük ortalama sıcaklık	Portland çimentosu	Katkılı çimentolar	Yüksek erken dayanımlı çimento
15 °C'den fazla	5 gün	7 gün	3 gün
10 °C'den fazla	7 gün	9 gün	4 gün
5 °C'den fazla	9 gün	12 gün	5 gün
(3) Membran kürlenmesi gerçekleştirilir ise kullanım amacının netleştirilmesi, kalitesi kullanım etkinliği kanıtlanmış likit membran oluşturu bileşim kullanılması ve uygun bir sürede belirlenmiş miktarda membran oluşturu bileşimin homojen olarak uygulanması zorunludur.			

[Açıklama] (1) Yerleştirmeden sonra beton yüzeyi görel olarak çabuk kurur ve nemi kaybolursa, çimentonun hidrasyon reaksiyonu tatmin edici düzeyde ilerlemez ve yalnızca yüzey güneş ışığına ve rüzgara maruz kalma nedeniyle çabuk kurursa çatlaklara neden olabilir. Bu nedenle, yeni yerleştirilmiş betonun yüzeyi üzerinde örtüler vb. yapılmış bir koruma sağlanması arzu edilir. Bu nedenle, beton kürü yalnızca sertleşme sonrası inşaat işleri ile eş zamanlı olarak ilerlemesi değil, aynı zamanda yerleştirme ve yüzey bitirme aşamalarındaki sertleşme öncesi işler sırasında da olması zorunludur.

(2) Betonun dayanım ve dayanıklılık gibi kalitesi ile diğer performanslarını geliştirmek için betonu olabildiğince uzun süre nemli tutmak arzu edilen bir durumdur. Bunun sonucu olarak beton yeteri kadar sertleşebilir ve sertleşme sırasındaki kuruma büzülmesi en aza indirilebilir. Ancak yapıların geneli için uzun bir süre boyunca nem kürlenmesi hem zordur hem de ekonomik değildir. İlave olarak ıslak kürlenme işleminin pek çok etkisi, kür işleminin erken aşamaları ile sınırlıdır. Bu nedenle, kür işleminin etkisinin kür ısısına bağlı olarak farklı olabilmesine karşın standard kürlenme süreleri yukarıda belirtilen çizelgedeki gibi belirlenir. Kalıp yapısı ve iksa sökümlü için gereken basınç dayanımı erken aşamada elde edilse bile, betonun yukarıdaki çizelgede gösterilen kürlenme süresi sırasında nemli durumda tutulması gerekir.

Betonun deniz suyu, alkaliler, asidik toprak ve diğer aşındırıcı maddelere maruz kalması durumunda standart durumdaki sürelerden daha uzun kürlenme süresi kullanımı zorunludur. Betonun deniz suyuna maruz kalması durumunda TS EN 206/TS 13515 standardına başvurulmalıdır.

(3) Sıvı membran (kür bileşeni) ile kür, beton yüzeyine likit membran oluşturucu bir bileşenin uygulanması yoluyla su buharlaşmasının önleildiği bir kürlenme yöntemidir. Membran kürlenmesi genellikle; nem küründen (kürlenme hasırı veya bezleri) veya su püskürtme yöntemleriyle kürlenmenin zor olduğu veya tanımlanmış nem kürlenmesinden sonra uzun bir süre için nem dağılmasının önlenmesi gerektiği durumlarda kullanılır. Membran kürü ayrıca, betonun yerleştirilmesinden sonra su buharlaşmasını azaltmak için veya yüksek dayanımlı beton gibi yüksek viskoziteli beton durumunda beton yüzeyini tamamlamaya yardım etmek için de kullanılabilir. Kür maddesinin uygunluğu ve miktarı yapılabiliyorsa Bölge Müdürlükleri Laboratuvarında veya DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Laboratuvarı'nda yapılacak deney sonuçlarının TS 10966'ya göre değerlendirilmesine göre belirlenecektir.

Su geçirmez bir membran oluşturmak için uygun bir sürede yeterli miktarda likit membran oluşturucu bileşenin homojen olarak uygulanması zorunludur. Genel olarak, beton yüzeyindeki su perdahı kaybolduktan hemen sonra membran kürlenmesinin gerçekleştirilmesi zorunludur. Membran oluşturucu bileşen hemen uygulanamazsa, membran oluşturucu bileşen uygulanana

kadar beton yüzeyinin nemli durumda tutulması gerekir. Membran oluşturuıcı bileşimin beton ve donatı çeliğı arasındaki veya beton yüzeyleri arasındaki bağ üzerinde olumsuz etkileri olursa membran oluşturuıcı bileşim, donatı çubuklarına veya inşaat derzlerine yapışmayacak şekilde uygulanmalıdır. Tamamlanmış yüzeyin yüzey işleminin yapıldığı durumlarda membran oluşturuıcı bileşimin tamamlanmış yüzey ile kaplama malzemesi arasındaki bağa olumsuz bir etkisi olduğu durumda, gerekli kürleme yapıldıktan sonra membran kürlemesi yapılmış tamamlanmış yüzeyin cilalanarak membran oluşturuıcı bileşimin giderilmesi gibi uygun yüzey hazırlama işleminin yapılması zorunludur.

Likit membran oluşturuıcı bileşenler için gereksinimler (1) bünyesinde nemi (rutubeti) tutabilme (2) Uygulama kolaylığı, işlenebilirlik, insan sağlığına zararlı olmama, (3) Betona mükemmel bağlanma, (4) İklim ve güneş ışığına mükemmel dayanıklılık ve (5) kaplama malzemeleri ile olan bağa olumsuz etkilerin olmaması vb. özellikleri içerir. Likit membran oluşturuıcı bileşimler kullanılırken; kullanım amacının netleştirilmesi, kullanım amacına ve performans gereksinimlerine uygun likit membran oluşturuıcı bileşimlerin seçilmesi ve de güvenilir alan yazına referans ya da testler yapılarak performans gereksinimlerini karşılamak için gerekli dozaj, inşaat yöntemleri ve diğer ayrıntıları kesinleştirmek iyi bir uygulamadır.

Günümüzde düşük ısıllı portlant çimentosu, orta ısıllı portland çimentosu ve çizelgede gösterilenlerden farklı üç bileşenli çimento ve gibi çeşitli tipte çimentolar kullanılmaktadır. Ayrıca, beton kürleme süresinin inşaat süresi, inşaat yöntemleri vb. göre belirlenmesi gereken durumlar da mevcuttur. Bu Şartnamede farklı çimento tipleri, inşaat yöntemleri vb. için kür süresini belirtmek zordur. Bu nedenle kürleme süresinin; gerekirse doğrulama amaçlı testler yapılarak çimento tipi, çimento içeriğı, yapının tipi ve konumu ve hava koşulları gibi unsurlar göz önüne alınarak belirlenmesi gerekli olabilir.

Yüklenici, bütün beton inşaatını kesin kabule kadar her türlü hasara karşı koruyacaktır. Görünen beton yüzler en az ilk üç gün süresince güneşe karşı korunacaktır. Bu gibi koruma işleri, kalıp yapılmıyan yüzlerde beton dökülmesinin hemen ardından, kalıp yapılan yüzeylerde ise kalıp sökülür sökülmez, uygulanacaktır. Betonun donmaya maruz olduğu zamanlarda, beton döküldükten sonra tamamen sertleşinceye kadar en az 72 saat süreyle en az 10°C sıcaklıkta muhafaza edilecektir. İnşaat mahallinde ıslak termo- metre sıcaklığı 0°C'nin altına düştüğü zaman beton donmaya maruz kalıyor kabul edilir. Beton döküldükten en az iki hafta süreyle İdare'nin uygun göreceğı bir tarzda dona karşı muhafaza edilecektir. Suni olarak elde edilen ısıtmanın kullanıldığı yerlerde, betonun kurummasına mani olmak için özel önlemler alınacaktır.

16.1.1 Rutubet

Puzolanlar gibi atık maddeleri içermeyen betonlar, yerine döküldükten en az iki hafta süreyle daimi suretle ıslak tutulacaktır. Puzolanlı betonlar ise en az 21 gün süreyle ıslak tutulacaktır. Bütün inşaat derzleri süreye bakılmaksızın bu yüzeyler üzerine beton gelinceye kadar daimi surette ıslak tutulacaktır. Eğer inşaat derzine karşı veya bunların üzerine beton dökülme işi gecikecek olursa, betonun prizini alma sırasındaki rutubetlendirmeden sonra betonun ıslak tutulmasına ara verilir ve burada beton,dökülmeye başlanmasından üç gün önce tekrar dökülmüş betonun sulanmasına başlanır.

Betonun, yukarıda sözü geçen sulanması tamamlanmadan önce, betondaki kusurlu yerlerin tamiri için bu yerlerin oyulması işi yapılmamış ise, o takdirde bu boşlukların doldurulmasından önce en az dört saat süreyle daimi olarak rutubetli tutulacaktır. Beton yüzeyindeki çukurluklar, bu paragraf şartlarına uygun olarak harçla doldurulduktan sonra tamir edilen yüzey ıslak teliz/çuval bezi ile örtülecek ve bu kısım sertleşir sertleşmez sulamaya tekrar başlanacaktır. Betonun prizini alması sırasında betonun herhangi bir kısmının kurummasına izin verilmeyeceğinden bu yüzeyler devamlı suretle su serpmek veya püskürtmek suretiyle veya İdare'nin onaylayacağı bir metodla daimi olarak rutubetli olarak tutulacaktır. Daimi olarak görülen yüzler olarak kalacak yüzeyler üzerinde leke teşekkülüne meydan vermeyecek bir şekilde sulama işlemine tabi tutulacaktır.

Kalıp yapılmayan yüzeylerde ve iki hafta süreyle Yüklenici'nin betonu kurumaktan koruyacağına İdare'ce kanaat hasıl olduğu takdirde betonun belli bir kalınlık ve kalitedeki ıslak kum tabakasıyla örtülerek rutubetli tutulması kabul edilebilecektir. Ancak işin kati kabulünden önce Yüklenici'nin bu gibi kumları İdare'nin önereceği şekilde kaldırıp temizlenmesi şarttır. Yüklenici bu işler için ayrıca bir bedel talep edemez.

Betonun sulanmasında kullanılacak suyun beton karışımında kullanılan su niteliğinde olması lazımdır. Yüklenici, priz süresince, yukarıda bahsedilen betonu sulamak yerine, İdarenin yazılı iznini almak sureti ile beton yüzeylerini rutubeti muhafaza edici (Kür malzemesi) bir madde ile kaplayabilir.

Yüklenici, beton inşaatını her türlü hasara karşı koruyacak önlemleri alacaktır. Beton, dökülmesinden itibaren en az 7 gün süreyle don, yağmur, rüzgar ve sarsıntılardan korunacaktır. Beton, yüzü kaplanmadığı takdirde sürekli nemli tutulacak şekilde sulanarak kür yapılacaktır. Normal portland çimentosu ile yapılan betonlarda kür, en az 7 gün devam edecektir. Traslı çimentolarla yapılan betonlarda kür süresi 21 gün olacaktır.

Kanal kaplama betonlarında kür, İdare’ce gerek görüldüğü takdirde cidar tabakası oluşturan kür maddesi (curing-compound) ile yapılacaktır. Kür maddesinin uygunluğu ve miktarı yapılabiliyorsa Bölge Müdürlükleri Laboratuvarında veya DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Laboratuvarı’nda yapılacak deney sonuçlarının TS 10966’ya göre değerlendirilmesine göre tespit edilecektir. Beton kür maddesinin arazide uygulanmasında aşağıdaki hususlar yerine getirilecektir:

- a) Bir litre beton kür maddesi ile normal olarak 4 ile 5 metre kare yüzey kaplanacaktır. Bu miktar beton yüzeyinin düzgünlüğüne göre ayarlanacaktır. Kullanılan kür maddesi imalatçısının tavsiye ettiği değere uymakla beraber Laboratuvarda önceden kontrol edilecektir.
- b) Beton kür maddesi beton yüzeyine bir püskürtücü ile ve dik olarak uygun bir yükseklikten püskürtülecektir. Bu iş için fırça kullanılmayacaktır.
- c) Kaplama işlemi şu şekilde yapılacaktır. İstenilen kaplama kalınlığının yarısı elde edilinceye kadar ilergeri bir yönde püskürtme yapılacak ve diğer tabaka buna dik yönde uygulanacaktır. Püskürtme işlemi sabit basınç altında yapılacak ve homojen bir kaplama tabakası elde edilecektir. Kür maddesi ıslak beton yüzeyi ile aderans oluşturabilecek ve kuruduğu zaman cidar tabakası devamlı esnek ve çatlaksız olacaktır. Cidar üzerinde nokta halinde delikler oluşmayacaktır.
- d) Kaplama işine beton dökümünden sonra, hiç sulama yapılmadan ve beton yüzeyinde serbest su kalmadığı anda başlanacaktır (Hava sıcaklığı ve nemine göre 1 ile 4 saat sonra bu duruma varılabilir). Kaplanmış tabaka en az 28 gün süreyle yerinde kalacaktır. Bu süre içinde herhangi bir şekilde bozulmaya uğrarsa derhal aynı kür maddesi ile onarımı yapılacaktır.
- e) Beton kür maddeleri tabii durumunda kullanılacak, inceltilmeyecektir. Dik bir yüzeye tavsiye edilen kalınlıkta püskürtüldüğünde akmayacaktır.

17. ZARAR GÖRMÜŞ VEYA UYGUNSUZ BETON

Herhangi bir sebeple hasara uğrayan veya hatalı çıkan betonlar, işin tamamlanmasından ve kabulünden önce, İdare'nin istediği bir zamanda Yüklenici tarafından gerek tamamen kaldırılarak ve gerekse kısmen tamir edilerek teknik şartname, ilgili standart şartları ve İdare'nin talimatına uygun olarak ve bu bölümde verilen şartlar dahilinde yeniden yapılacaktır. Bozukluğu anlaşılan ve şüpheli görülen betonlar, bozukluğun vaziyeti ve mertebesi tesbit edilmek üzere tamire başlanmadan önce tamamen muayene edilecektir. Çatlaklı kırık veya bozuk olan betonlarla, hatalı betonlar, yontularak veya kesilerek yahut kazılarak kusurlu olan saha ve deliklerden çıkarılacaktır. Kesilip çıkarılmış veya kazınmış olan kısımların kenarları keskin olarak bırakılacak ve yeniden konacak beton ile iyice kaynaşması için girintili çıkıntılı olacak, iyice temizlenip üzerine tozlar dökülmüş harçlar veya diğer yabancı maddelerden temizlenmiş bir hale getirilecek ve beton dökülmeden önce en az 8 saat süreyle daimi olarak ıslak bir halde tutulacaktır. Üzerine yeni betonun geleceği beton yüzeylerin ve gömülü tesisatının son temizlik işleri ıslak basınçlı kum püskürtme ve onun sonunda da basınçlı hava-su karışımı ile yapılacaktır. Beton yapıların tamir, koruma ve bakım işlemleri ACI 546.3R ve ACI 546R teknik raporuna göre yapılacaktır. Bu şartname içinde verilen tüm atıflar da bu şartnamenin tamamlayıcısıdır. Aşağıda verilen yöntemler İdare tarafından uygun görülmemesi halinde ACI 546R'ye başvurulacaktır.

17.1 Kuru Harç ile Doldurma

Kuru harç, derinliği beton yüzeyinin en küçük boyutuna yakın ve daha büyük olan boşlukların doldurulmasında ve çatlakların tamiri için açılan yarıkların doldurulmasında kullanılır. Kuru harç, derin olmayan girintilerde, dışarıdan görülen teçhizatın görünen kısımlarının kapatılmasında veya duvar, döşeme, giriş veya diğer inşaatın bütün genişliğince uzanan çatlakların doldurulmasında kullanılmayacaktır.

Kuru harçla doldurulacak delikler önce temizlenir, hafifçe rutubetlenir ve içine hafifçe çimento serpilir. Fazla çimento fırçalanarak temizlendikten sonra aşağıdaki şekilde hazırlanan kuru harç uygulanır.

İdare tarafından aksi belirtilmedikçe bir kısım çimento ve (16 No.lu elekten geçen) 2,5 kısım kuma (El ile hafif surette tazyik edildiği zaman birbirine yapışarak küçük bir top halini alabilecek kıvamda bir harç elde edilecek tarzda) su katılarak, harç hazırlanır. Harç yerine tatbik edildiği zaman su sızmayacak ve fakat elde hafif bir nem bırakacaktır. Harç 1 cm kalınlığı geçmeyen tabakalar halinde dökülecek ve sıkı bir şekilde yerine yerleştirilecektir. Ve son tabaka hariç olmak üzere her tabaka bir sonraki ile iyice kaynamak için üzeri pürüzlendirilecektir.

17.2 Beton Tıkama Yapılması

Bu tamir işleri, bir beton blokunu baştan başa geçen boşluklarla teçhizatsız beton içerisine yüzeyi 1/10 metrekareden daha büyük ve derinliği 10 cm ve daha fazla olan boşluklarda ve 1/20 metrekaare yüzeyi olan ve derinliği Betonarme teçhizat derinliğinde fazla olan boşluklarda kullanılır. Betonarme teçhizat demirleri beton içine yarı gömülü bir halde bırakılmayıp, her çubuk etrafında en az 2 cm'lik bir beton kalacak şekilde bir derinliğe konacaktır. Düşey beton kesitlerinde bulunan deliklerin üst kenarları takriben yatay veya basamaklı olarak yapılacaktır. Delik üst yüzeyine içeriden dışarı ve yukarıya doğru vibrasyona imkan sağlayacak bir şekilde eğim verilecektir. Bu gibi deliklerin dipleri ve yanları beton blokun yüzeyleriyle keskin köşeler teşkil edecektir. Ve iç köşeler en az 2,5 cm. çapında yuvarlatılacaktır. Beton tamirlerine ait kalıplar sıkı ve sağlam bir tarzda yerleştirilecek ve içine konacak harç ve beton eski beton yüzleriyle sıkı ve tam bir temas halinde olacaktır.

Yeni beton konmadan önce tamir edilecek olan deliklerin eski beton yüzeyi, kullanılacak harçın kum-su çimento oranındaki bir harçla ince bir tabaka halinde harçlanacaktır. Tamir işinde kullanılan harçın su-çimento oranı de tamir edilmekte olan esas beton kütesindeki oranın aynı olması gereklidir. Tamir betonu, düşey olarak yapılması uygun görülmüş ise tabakalar halinde dökülecek ve iyi bir şekilde vibre edilecektir. Kalıplar söküldükten sonra tamir edilen yüzey esas beton yüzeyinde aranan Bölüm 15 şartlarına uygun bir vaziyette olacaktır.

17.3 Harç ile Tamir Yapılması

Bu yöntem, çok geniş ve kuru harç tatbikine uygun olmayan beton tamiri için, sıkı olan ve yüzeye en yakın teçhizatın uzak yüzünden daha derin olmayan bozuk yerlerde kullanılır.

Delikler takriben 1/1 eğiminde olmak üzere dışa doğru genişliyecek şekilde genişletilecek, 2 cm'den az olmak üzere yontulacak ve sivri köşeler bırakmamak için köşeli yüzeyler bir seviyeye getirilecektir. Elle yapılması mümkün küçük tamirler hariç, delikler hazırlanıp sulandıktan, kum serpilerek temizlendikten ve kurutulduktan sonra pnomatik aletlerle harç yerine konacaktır (Başka metotta olduğu gibi burada önceden delik cidarları çimento harçla veya ıslak harçla sıvanmıyacaktır). Harcın bileşimi 4,5 kısım 16 No. lu elekten geçen kum ve 1 kısım çimentodan ibaret olacak ve takriben kuru harç kıvamında bulunacaktır. Derinliği 2.5 cm'den daha fazla olan derinliklerin tamirinde harç takriben 2 cm'lik tabakalar halinde yerine konacak ve deliğin dolmasından biraz fazlaya kadar devam olunacaktır. Harç kısmen sertleştikten sonra, fazla harçlar bir çelik malanın kenarıyla, malayı merkezden çevreye doğru hareket ettirmek suretiyle, temizlenecek ve tamir yüzeyleri Bölüm 15 şartlarına uygun olacaktır.

18. ÇEŞİTLİ YAPI VE YAPI ELEMANLARINA AİT BETONLAR

18.1 Menfezler

Kutu menfezlerin önce (taban) radyeleri dökülecek ve bunların prizi tamamlandıktan sonra diğer kısımların betonu dökülecektir. Ön-dökümlü beton kutu menfezler TS EN 14844+A2 standardına uygun olmalıdır.

Bu halde menfez yan duvarlarının tabanla bağlantısında özel önlem alınmalıdır. Bunun için en uygun şekil lamba ve zıvanalı bir derz yapmaktır. Bu suretle suların derze etkisinin mümkün mertebe önüne geçilmiş olur. Menfez duvarlarının betonu dökülmeden önce yukarıda izah edildiği şekilde taban betonu talaş, yonga vesair yabancı maddelerden iyice temizlenecek ve öncelikle dökülmüş beton yüzeyi çentillenecektir.

1,20 m den daha alçak olan kutu menfezlerin duvarları ve tavanı tek parça olarak dökülecektir. Bu halde gerekli derzler düşey ve menfez eksenine dik olacaktır. 1.20 m den daha yüksek olan kutu menfezlerin duvarları dökülüp prizini aldıktan sonra tavan betonu dökülecektir. Bu halde tavanı duvarlara bağlamak için duvarlarda gerekli dişler bırakılacaktır. Her kanat duvarı imkan olduğu takdirde bir seferde dökülecektir. Aksi halde yapılacak derz yatay olacak ve kanat duvarının zemin üzerinde kalan kısmında gözle görülmeyecek şekilde yapılacaktır.

18.2 Kirişler, Plak ve Kolonlar

Kiriş guselerinin betonu, guselerin yüksekliği 90 cm'den az ise, kiriş betonu ile birlikte dökülecektir. Çerçevelerde kenar ve orta ayakların veya kolonların üst kısmında beton, guselere mesnet teşkil edecek şekilde kesilerek derz bırakılacaktır. Gusenin yüksekliği 90 cm'den fazla ise ayak, guse ve kiriş ayrı ayrı üç kısımda dökülecektir. Önce gusenin alt kısmına, sonra gusenin üst kısmına kadar olan kısım en sonra da geri kalan kısım dökülecektir.

Plak ve döşemeler başka bir metot söylenmediği takdirde, devamlı bir işlem ile bir seferde dökülecektir. Ters kirişli köprülerde basınç tablası ve kirişler birlikte dökülecektir. Eğer bunların ayrı ayrı dökülmesi kabul edilmiş ise, bu halde kirişle basınç tablasının birlikte çalışmasını temin için özel makaslama teçhizatının konmuş olması lazımdır.

Betonarme tablalı kirişli köprülerde, döşeme ve kirişler aynı zamanda dökülebildiği gibi ayrı ayrı da dökülebilir. Dökme işi her kısım için kesintisiz olacaktır. İki seferde döküldüğü zaman önce kirişlerin döşemenin altında kalan kısmı dökülecek, sonra döşeme dökülecektir.

Ancak bu halde döşeme ile kiriş arasındaki makaslama tesiri, kiriş gövdesi üzerinde yapılacak dişler vasıtası ile karşılanmalıdır. Bu dişlerin ölçüsü ve aralıkları hesapla bulunacaktır. Genel olarak kesiti 5 x 10 cm ve boyu kiriş gövde genişliğinden 10 cm daha kısa olan takozlarla teşkil edilen dişler yeterlidir. Bu dişlerin aralığı hesap neticesine bağlıdır. Ancak diş merkezleri

arasındaki mesafe hiçbir zaman 40 cm'den büyük olmayacaktır. Beton kendini tutabilecek kadar sertleştği zaman, dişlerin yapılmasında kullanılan bu takozların kolayca çıkarılabilmesi için, takozların alt yüzlerinin daha küçük yapılması ve yüzlerinin yağlanmış olması lazımdır.

- Özelliği olan köprülerde (öngerilmeli vb) döşeme ile kiriş arasındaki makaslama tesiri, yapılacak hesap sonucu bulunacak makaslama teçhizatı ile karşılanacaktır.
- Kolonlar, hiçbir şey söylenmediği takdirde, kesintisiz olarak dökülecektir. Kolon başlıkları beton dökümü bittikten minumum 12 saat sonra dökülecektir.
- İdare tarafından aksine izin verilmedikçe, kolon kalıpları sökülüp kolon betonu muayene edilmedikçe, üst yapıya ait hiçbir kısım yapılmayacaktır.
- Üstyapı, ayakların inşaatı bittikten en az 21 gün sonra ayaklara yüklenecektir. Ancak, bu müddet İdare tarafından değiştirilebilir.

18.3 Kemerler

Kemerlerin betonu, iskeleye homojen olarak yüklenecek tarzda yapılacaktır. Kemer enine kalıplarla bir seferde dökülebilecek büyüklükte anolara ayrılacaktır. Anoların teşkili ve beton dökme sırası İdare'ce kabul edilecek şekilde ve betonarme demirlerinde hiçbir gerilme yaratmıyacak tarzda olacaktır. Anolar birbirine uygun şekildeki dişlerle bağlanmalıdır. İdarece izin verildiği takdirde kemerin tamamı kesintisiz dökülebilir.

18.4 Döşeme ve Merdiven Yüzleri

a) Genel esaslar : Döşeme betonu prizini aldıktan ve merdiven basamak ve ayaklarına konacak çelik levhalar konduktan ve döşeme merdiven ve duvar diplerindeki sıvaya zararı dokunabilecek bütün inşaat işleri bittikten sonra döşeme kaplaması, merdiven şapları ve süpürgelikler yapılır. Yüzeylere tatbik edilecek bu kaplama sıvası en az 3.5 cm kalınlıkta olacaktır.

b) Tabanın hazırlanması : Döşeme betonları, tatbik projelerindeki ölçülerine uygun ve yatay olacak ve yüzeyi tamamlanmış döşeme kolundan 3.5 cm daha aşağıda bırakılacaktır. Beton yüzeyi sertleşmeden önce tel fırçalarla iyice fırçalanacak ve süpürülerek kırıntı ve gevşek maddelerden temizlenecek ve betonun iri agrega kısmı hafifçe görünür bir hale konacaktır.

Yüzeylerdeki yağ lekeleri % 10 kloridik asiti içeren su veya keskin çamaşır sodalı su ile yıkanıp fırçalanacak ve tamamiyle su ile temizlenecektir. Bundan sonra yüzeyin kuruması için bir zaman bırakılacak ve çukurlara birikmiş suların tamamen kaybolmasına dikkat edilecektir. Son kaplama tabakası yapılmadan önce döşemenin üzerine temiz çimento ile bir şerbet geçirilecek ve bu şerbet kurumadan üzerine son tabaka konacaktır. Çelik merdiven basamak ve sahanlıklarına bir son örtü tabakası dökülmeden önce bu madeni kısımlar iyice temizlenecektir.

18.5 Tünel Betonu

Tüneller, baştan sona kadar kaplamanın en az kalınlığı, bitmiş tünel iç sathı ile (A) hattı arasındaki farka eşit olmak üzere bir kaplama tabakasıyla örtülecektir. Tatbik projelerinde iç çap ve (A) hattı yarı çapı gösterilecektir. Hafriyatta rastlanacak zemin cinsine göre İdare bu beton kalınlığını artırabilir. (A) hattının yerinin değiştiği yerlerde (B) hattı da aynı istikamette değiştirilerek bu çizgiler arasındaki farkın sabit tutulmasına gayret edilecektir. (B) hattı haricinde herhangi bir hafriyat olmuşsa bu çeşit boşluklar tamamen sıkı bir şekilde betonla doldurulacaktır. Tünel kemerinde mevcut düzgün olmayan kısımların bilhassa iyice doldurulmasına dikkat edilecektir.

Kaya yüzeyinin su jeti ile yıkanarak yüzeyde bulunan çamur ve tozun temizlenmesi ile betonun kayaya yapışması artırılmış olacaktır. Beton dökümünden önce tünellerin tabanında bulunan serbest, kırılmış malzemeler temizlenecektir. Sızıntı sular ayrı ayrı drene edilmelidir. Çelik kaplamalı tüneller dışındaki tünellerde, kaplamalar bir veya iki safhada yapılabilir. Tek safhalı metotta kemer, yan duvar ve taban bölgeleri bir seferde dökülecektir. İki safhalı metotta kemer ve yan duvar bölgeleri önce, taban bölgesi sonra dökülebilir. Ayrıca at nalı ve dairesel kesitli tünellerin kaplamasında önce taban bölgesi sonra kemer ve yan duvar bölgeleri dökülecektir. Kaplama 6 m'den az olmayan anolar şeklinde ve düşey inşaat derzleri ile gerçekleştirilecektir.

Tünel betonu dökümünde kullanılacak ekipman ve işletme metodu, kalıp arkasına basılacak betonun hızı yüksek olmayacak ve dolayısıyla betonda segregasyona meydan vermeyecek bir tertipte olacaktır. Kemer bölgesi beton dökümü, beton pompasından gelen bir boru ile en uzakta taç noktasına beton dökülmesi şeklinde yapılacaktır.

Kalıpların veya çelik kaplamanın arkasındaki boşlukların iyice dolmasını sağlamak için kenar duvarların ve kemerin beton dökümü süresince, basma borusunun ucu taze betonun içinde iyice gömülü tutulacaktır. Betonun düzgün bir şekilde dağılmasını sağlamak ve kemer bölgesinin tam olarak doldurulmasını sağlamak için kalıp aralıklarından sürekli gözlem yapılacak ve basma borusu gerekli şekilde hareket ettirilecektir.

Çelik kaplamanın arkasının doldurulması cebri borunun yerleştirilmesini takiben mansaptan membaya doğru kısımlar halinde gerçekleştirilecektir.

Ekipmanın arıza yapması veya herhangi bir sebepten döküme ara verildiği takdirde, Yüklenici, bu derzlerdeki betonu homojen ve sabit bir eğim kazanana kadar iyice vibre edecektir.

18.6 Tünel Tıkaç Betonu

Tünellerde tıkama betonu, projede gösterilen yer ve ölçüde demirsiz betondan olacaktır. Beton içine bir boru şebekesi koyarak ve borular içinden su geçirerek betonun soğuması temin edilecektir. Beton prizini aldıktan sonra gerekli enjeksiyonun yapılabilmesi için buraya bir de enjeksiyon boruları konacaktır.

Tıkama betonu mümkün olduğu takdirde 1,5 m'lik tabakalar halinde dökülecektir. Betonun soğutulması işine her tabaka döküldükten sonra derhal başlanacaktır. Genel olarak soğutma borularındaki su akımına betonun dökülmesinden sonra hemen başlanacaktır.

Boruda su akımı geçirilme işine, beton suhnetinin civar zeminin sıcaklığına ulaşınca kadar devam edilecektir. Enjeksiyonlar, enjeksiyon şartnamesindeki yöntemlere uygun olarak yapılacaktır.

18.7 Dolusavak Betonu

Yüklenici inşaat programına, inşaat metotlarına ve dolusavağın yapısal özelliklerine uygun olarak hazırlayacağı detaylı iş sırasını İdare'nin onayına sunacaktır. Yüklenici monte edilecek kapaklar için betonda boşluklar (yuvalar) bırakacak ve kapakların monte edilmesinden sonra Yüklenici bu yuvaları beton ile dolduracaktır.

Beton dökümü mansaptan membaya doğru ilerleyecek, sürekli ve düzgün olacaktır. Büzülme derzleri arasında inşaat derzleri yapılmayacaktır. Açıkta kalan beton yüzeyleri düzgün olacak ve düzensizlik göstermeyecektir. Dolusavak betonunun dayanım sınıfı ve maksimum su/çimento oranı gibi özellikleri bu şartnamedeki esaslara uygun olacaktır.

18.8 Su Alma Yapısı Betonu

Yüklenici inşaat programına, inşaat metotlarına ve su alma yapısının özelliklerine uygun olarak hazırlayacağı detaylı iş sırasını İdare'nin onayına sunacaktır. Yüklenici monte edilecek kapaklar için betonda boşluklar (yuvalar) bırakacak ve kapakların monte edilmesinden sonra Yüklenici bu yuvaları beton ile dolduracaktır. Betonlar bu şartnamedeki esaslar dahilinde dökülecektir.

18.9 Santral Betonu

Projesine, bu şartnamenin gereklerine ve İdare'nin talimatına göre dökülecektir. Santral betonlarının kuruda yapılması için suyun derivasyonu yapılacaktır. Betonun döküleceği zemin kısımları ağaçlardan, köklerden, her türlü bitki örtüsünden ve zararlı maddelerden temizlenecektir. Sağlam ve temiz zemin kısımları ortaya çıkana kadar kazılacaktır. Su altında kalan kısımlarda inşaatı kuruda tutmak için suyun pompajı sağlanacaktır. İnşaat işleri devam ettiği müddetçe suyun pompajla drenajı sağlanacaktır. Yüklenici gerekli pompaları yedekleri ile beraber iş başında bulunduracaktır. Pompa kapasiteleri ve çalışma saatleri İdare ile Yüklenici arasında tutulacak tutanakla belirlenecektir. Santral betonları mutlak beton santralından alınmalı ve transmikserlerle taşınmalıdır. Beton pompaları ile yerleştirilen betonlarda ayrışma olmamasına dikkat edilmelidir. Demir techizatın arasına betonu yerleştirmek için vibratörle iyice sıkıştırılmalıdır. Kalıp

gerektirmeyen yüzeyler düzgün bir şekilde tesviye edilmelidir. Beton dökümünden sonra kalıp alma sürelerine dikkat edilmeli, kolon ve krişlere ait kalıplar zamanından önce alınmamalıdır. Enjeksiyon boruları, su tutucular ve diğer gömülü parçalar itina ile yerleştirilmeli ve beton dökümü sırasında bu imalatlar yer değiştirmemeli. Bir sonraki beton dökümünde beton yüzeyler basınçlı hava ve su ile temizlenmelidir.

18.10 Kanal Kaplama Betonu

Beton kaplamalı kanallarda, beton işleri, kazı işleri ile uyumlu bir şekilde yapılacaktır. Beton kaplama, kazı işlerini en fazla bir kilometre mesafeden takip edecek şekilde iş programı düzenlenecektir. Kaplama betonu altı hazırlanmasından sonra İdare'nin özel izni alındıktan sonra en geç 48 saat içinde beton dökülmesine başlanacaktır.

Kanal kaplama betonu genel olarak asgari C20/25 niteliğinde olmakla birlikte, niteliği, maruz kalacağı çevresel etki sınıfına göre Madde 5.2'de belirtilen hususlar dikkate alınarak belirlenmelidir. Ancak, derivasyon kanallarında veya kanallardaki su hızının 2,5 m/s'den daha büyük olduğu kesitlerde C25/30 beton sınıfı uygulanacaktır. Ancak, her durumda TS EN 206'da verilen çevre etkileri ile ilgili etki sınıfları dikkate alınacak ve betonun maruz kalacağı çevre etkileri dikkate alınarak en düşük dayanım sınıfı, en yüksek su/çimento oranı ve en düşük bağlayıcı dozajı kriterlerinin tamamına uygunluk sağlanacaktır. İri agreganın en büyük tane büyüklüğü en fazla 31,5 mm olacaktır.

Kaplama betonu, Özel Teknik Şartnamesi'nde belirtilen işlerde kayıcı kalıplarla veya beton kaplama makinasıyla, diğer işlerde elle dökülecektir. Elle dökülen beton kaplamalarda, anolar birer atlanarak yapılacak ve bir önceki anonun betonu döküldükten sonra 24 saat geçmeden bitişik anonun betonu dökülmeyecektir. Ano boyları tatbikat projelerinde belirtilmemişse 3 m olacaktır. Boyuna derzler tatbikat projelerinde gösterilecektir. Taban genişliği 1,5 m'den küçük kanallarda boyuna derz yapılmayacaktır. Beton kaplama makinasıyla veya kayıcı kalıplarla yerleştirilen beton kaplamalarda mastik asfaltla derz teşkil edilecektir. Elle yerleştirilen beton kaplamalarda, tatbikat projelerinde belirtilen işler dışında derz dolgusu yapılmayacaktır.

Kayıcı kalıplar veya beton kaplama makinası ile yapılan kaplama betonları vibratörle sıkıştırılacaktır. Elle yerleştirilen kaplama betonları yüzey vibratörü veya el tokmağı ile sıkıştırılacaktır. Taban anoları şev anolarından önce dökülecektir. Şev anoları tabandan yukarıya doğru dökülecek ve aynı şekilde masterlanacaktır. Elle yapılan kaplama betonları masterlandıktan sonra mala ile perdelanacak ve düzgün bir yüzey elde edilecektir.

18.11 Kanallar Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Betonlar

Kanallar üzerindeki sanat yapılarının inşaatları, kanal inşaatına paralel yapılacak şekilde iş programı düzenlenecektir. Sanat yapılarına ait betonların beton sınıfları, tatbikat projelerinde belirtilecektir. Betonarme sanat yapılarında en az C20/25 beton sınıfı uygulanacaktır. Tatbikat projelerinde kalıp tipleri belirtilecektir. DSİ Birim fiyat tariflerinde, Tipleştirilmiş Sınai imalatlar grubuna giren sanat yapılarının zemin altında kalmayan, görülen yüzeylerinde rendeli kalıp kullanılacaktır. Sanat yapısı betonlarının kesiksiz dökülmesi sağlanacak ve tatbikat projelerinde gösterilen inşaat derzleri dışında derz oluşması önlenecektir. Beton daldırma tip vibratörle sıkıştırılacaktır. Ancak, 5 m³'den küçük beton hacmi olan işlerde, İdare'nin izniyle elle sıkıştırma yapılabilir.

Prefabrike sanat yapıları en az C20/25 beton sınıfı ile yapılacak ve kontraplak kalıp kullanılacaktır. Prefabrike sanat yapıları beton malzemeleri (Agrega, çimento vb.) ilgili Türk Standartlarına uygun olarak belirlenecektir. Betonun kürü 14 gün süreyle su ile yapılacaktır. Kür süresi tamamlanmadan, prefabrike beton elemanların yeri değiştirilmeyecek ve taşınmayacaktır.

18.12 Sifon Betonu

Yerinde dökme beton veya betonarme sifonlarda su basıncı 5 m veya daha küçükse C20/25 beton sınıfı uygulanacaktır. 5 m'den yüksek su basıncı olan sifonlar betonarme yapılacak ve C25/30 beton sınıfı uygulanacaktır. Ancak su basıncı 20 m'den fazla ve iç çapı 2.00 m'den büyük sifonlarda, İdare'nin gerek gördüğü projelerde C30/37 beton sınıfı kullanılacaktır. Betonlar TS EN 206/TS 13515 standardına uygun olacaktır. Beton imalatları İdare'nin izni ile hazır beton kullanılarak yapılabilir.

Yerinde dökme sifon betonlarında iri agreganın en büyük tane çapı 31,5 mm olacaktır. Sifon ano boyları tatbikat projelerinde gösterilecek ve 12.00 m'den küçük anoların en az olması sağlanacaktır. Ano aralarındaki sızdırmazlık derzleri lastik veya plastik contalarla teşkil edilecektir.

Sifonlarda kullanılacak conta tipi TS 2810 ve TS 3078 standart serilerine uygun olarak seçilecektir. Sifon iç kalıbı, F3 cinsi eğri yüzeyli, Sifon dış kalıbı F2 ve alın kalıpları F1 cinsi kalıplı olarak yapılacaktır. Sifon giriş ve çıkış yapılarının suyla temas eden yüzeylerinde rendeli kalıp yapılacaktır. Sifon kalıplarının saç levha ile kaplanması veya çelik kalıp kullanılması durumunda, kalıp fiyatlarında bir değişiklik yapılmayacaktır. Sifonların merkezden 60°'lik açı ile görülen ve düşey eksene göre üst kesimleri dış kalıpsız, alt kesimleri iç kalıpsız yapılacaktır. Ancak, iç çapı 2 m veya daha küçük olan sifonlarda, betonda gerekli sıkıştırmanın sağlanması şartıyla iç kalıp tam kesitte yapılabilecektir.

Sifonda beton dökülmesine başlanmadan önce, bir ano için gerekli malzeme ile betoniye ve vibratörlerin eksiksiz olarak iş yerinde bulunması sağlanacaktır. Her anonun betonu kesiksiz olarak dökülecek ve derz oluşması kesinlikle önlenecektir. Betonda ayrışma olmayacak şekilde vibrasyon yapılacaktır. Lastik contaların bulunduğu kesimlerde beton yerleştirilmesi sırasında contanın projesindeki yerinde olduğuna dikkat edilecek ve bozulup bozulmadığı kontrol edilecektir. Sifon tabanının iç kalıpsız dökülmesi durumunda, betonun kabarmaması ve akması için gerekli önlemler alınacak ve bu kesimde düzgün bir yüzey oluşması sağlanacaktır.

4 m'den fazla su basıncı olan betonarme sifonların inşaatları tamamlandıktan sonra ve sifon üst dolgusu yapılmadan önce, sifon su ile doldurularak sızdırmazlık deneyi yapılacaktır. Sızdırmazlık deneyi sonucunda, su sızdıran anolar bir tutanakla tesbit edilecek ve onarılamayacak anolar yıkılarak yeniden inşa edilecektir. Sızdırmazlık deneyi, onarım ve yeniden inşaat ile ilgili işler için "Yerinde dökülen betonarme sifon betonarme betonu zammı" dışında herhangi bir bedel ödenmeyecektir.

18.13 Gözenekli (poroz) Beton

Gözenekli beton, zeminden yapıya gelebilecek sızıntı sularının tahliyesi amacıyla yerleştirilen dren borularının etrafına konulur. Ayrıca, tünellerin içerisinde yeraltı suyu drenaj borularının yerleştirilmesinde, arıtma tesislerinin filtre tabanlarında taşıyıcı ve süzücü plaka imalatlarında kullanılır.

Yalnızca drenaj amacıyla gözenekli (poroz) beton'da kullanılabilir. Gözenekli beton, TS 706 EN 12620 'ye uygun agrega, TS EN 197-1'e uygun normal porland çimentosu ve maksimum 37.5 mm tek boyutta agregadan oluşturulacaktır.

Agrega'nın çimentoya oranı; hacim olarak 8/1, kütlece 10/1 olacaktır.

Gözenekli beton yerine konulmadan önce, makine veya el ile üniform bir renk ve kıvam elde edilinceye kadar karıştırılacaktır. Kullanılan su miktarı artık şerbet hasıl etmeden tüm daneleri kaplamaya yetecek miktardan fazla olmayacaktır. Gözenekli beton sadece elle sıkıştırılacaktır.

19. DERZLER

19.1 Genleşme Derzleri

İnşaat ve genleşme derzlerinde kullanılacak olan soğuk uygulamalı derz dolgu malzemeleri TS 5926 EN 14188-2 standardına uygun olacaktır.

a) Genel esaslar : Genleşme derzleri, projelerde işaret edilen yerlerde ve boyutlarda olmak üzere inşa edilecektir. Tatbik edilecek usul ve kullanılacak malzeme İdare'nin onayına sunulacaktır. Beton içine yerleştirilmiş madeni aksam ve köşe muhafaza korniyerleri gibi, beton yüzeyleri takviye edici teçhizat genleşme derzlerinde asla devamlı olamazlar,

b) Genleşme dolgusu : Genleşme derzleri resimlerde işaret edilen veya İdare'ce ihtiyaç gösterilen yerlerde gerekli kalınlıkta ve derz yüzeylerine sürülmesi suretiyle yapılacaktır. Derzlerde kullanılacak soğuk uygulamalı derz dolgu malzemesi İdare'nin ihtiyaç duyduğu miktarda konulacaktır. Soğuk uygulamalı derz dolgu malzemesi bir sonraki blok betonun dökülmesinden en az yirmi dört saat önce dökülecektir.

c) Bakır geçirimsizlik levhaları : Tatbik projelerinde işaret edilen tipte geçirimsizlik levhaları barajda, prizlerde, dolusavakta ve santral gibi tatbikat projesinde gösterilen veya İdare tarafından emredilen yerlerdeki derzlere konulacaktır. Bu derzlerin geçirimsizlik levhaları, derzin açılıp kapanmasına imkan verecek şekilde, projesine uygun olarak şekil verilmiş bakır levhalardan ibaret olacaktır. Bu bakır levhalar, birbirine derzlerde daimi bir su geçirmez perde teşkil etmiş olacak şekilde itinalı olarak kaynaklanacak ve eklenecektir. Öyle ki derzlerde daimi bir su geçirmez perde teşkil etmiş olsun. İşin ilerlemesi sırasında bu levhaların zarar görmemesi için, korunması ve sabitlenmesi için her türlü önlem alınacaktır. İşin kati kabulünden önce hasara uğramış veya delinmiş olan levhalar tamir edilecek veya şartlarına uygun yenileri ile değiştirilecektir. Yüklenici madeni levhaların kaynaklanması ve lehimlenmesi için gerekli bütün özel kaynak çubuklarını temin edecektir. Kaynak çubukları ve lehimlerin tip ve bileşiminin İdare'ce onayı şarttır.

19.2 İnşaat Derzleri

İnşaat derzi ancak planlarda ve betonun döküm şemasında gösterilen ve İdare'ce kabul edilen yerlerde yapılacaktır. Planlarda detaylı gösterilmemişse veya işin herhangi bir arıza yüzünden durması halinde yapılacak derzlerin şeklini İdare belirleyecektir. Makaslama kuvvetini iletme ve her iki parçayı birbirine bağlamak için derzlerde dişler tesis edilecek veya eğik çubuklar kullanılacaktır. İnşaat derzleri mümkün olduğu kadar basınç gerilmelerinin doğrultusuna dikey olarak düzenlenmelidir.

Önceden dökülmüş ve sertleşmiş beton üzerine veya yanına beton dökmeden önce, kalıp tekrar elden geçirilerek gevşeyen yerleri sıkıştırılacaktır. Sertleşmiş olan betonun yüzü, İdare’ce istenilen şekilde çentilerek pürüzlendirilecek ve fakat çentilmiş olan yüzeyde çatlaklar olmasına ve çakıl tanelerinin yerinden oynayarak gevşemesine sebebiyet verilmeyecektir. Bundan sonra yabancı maddelerden, çimento kaymağından iyice temizlenip su ile ıslatılacaktır. Eski ile yeni beton arasındaki bu kısımlarda harçlı zenginleştirmek için eski betonun temizlenmiş ve ıslatılmış olan eğik veya dik yüzü önce çimento harçlı veya şerbeti ile kaplanacak ve bu harç veya şerbet donmaya başlamadan yeni beton dökülecektir.

İlk olarak, en büyük çakıl çapı sertleşmiş betondakinden ufak ve dozajı daha yüksek olan bir beton ile betonlama işine devam edilmelidir. Böyle bir beton yerine çimento şerbeti kullanılmasına izin verilmemelidir. Beton dökümüne diğer derze kadar kesintisiz devam edilmelidir. Bütün derzlerin görünen tarafları iyice temizlenip düzeltilmelidir. İş derzlerinin zorlamanın az olduğu yerlerde düzenlenmesine dikkat edilmelidir.

19.3 Dilatasyon Derzleri

Bırakılacak dilatasyon derzleri arasındaki en büyük aralık :

Binalarda : 40 m.

İstinat duvarlarında : 10 m.

Kanal kaplamalarında : 2,5 m.

Tretuvar ve benzeri yerlerde : 20 m.’yi geçmemek üzere projesinde gösterildiği gibi yapılacaktır.

20. GÖMÜLÜ PARÇALARIN ÇEVRESİNDEKİ BETONUN DÖKÜMÜ

Beton dökülmeden önce, beton içine gömülü kalacak ekipmanın tatbikat projelerinde gösterildiği veya İdare'nin gerek duyduğu şekilde, yerlerine sağlam ve emin bir şekilde tespit edilip edilmediği kontrol edilecektir. Gömülü kalacak şeyler tamamen temiz olacak ve üzerlerinde yağ, pas, boya, kabuk, pul gibi kısımlar ve yabancı maddeler bulunmayacaktır. İdare'ce izin verilmedikçe beton içinde gömülü kereste bırakılmayacaktır. Mümkün olan her yerde bunların yerine madeni olanları kullanılacaktır. İdare'ce inşai bir önlem olarak yapılmaları istenilen hava ve su boruları veya diğer malzemeler yukarıdaki şartlar altında beton içine gömülecek ve bunların görevleri biter bitmez kaldırılarak yerleri İdare'nin talimatına uygun olarak beton veya sulu harç ile doldurulacaktır.

Türbinlerin çeşitli parçalarının, emme borularının, cebri boru çelik kaplamasının, çerçevelerin, kılavuzların ve diğer gömülü parçaların çevresindeki beton dökümü sırasında, parçaların bozulmasına veya yer değiştirmesine sebep olunmaması için dikkat edilecektir. Hassas yerleştirme gerektiren sabitleme segmanı, muhafazalar ve diğer parçaların etrafına döküm yaparken yer değiştirme olmaması sağlanacaktır.

Taze betonun herhangi bir kısmında kademe farkı 40 cm'yi geçmemelidir. Beton kademeleri uygulama projelerinde gösterilen derinlik ile sınırlandırılacaktır. Gömülü parçaların doğrultusunu korumak için gerekli olduğu düşünülen beton döküm sınırlamaları doğru şekilde yerine getirilecektir. Hassasiyet gerektiren işlemlerin yapılabilmesi için beton kademesi herhangi bir anda sonlandırılabilir.

21. ÖLÇÜM ALETLERİNİN YERİNE KONMASI

İdare, rasat ölçü ve incelemelerde bulunmak amacıyla, temellere, yapının çeşitli yerlerine piyozometre uçları, gerilme, sıcaklık v.b gibi ölçü aletleri koydurmak hakkına sahiptir. Bu amaçla yapılacak her türlü iş, malzeme ve teçhizatın temini Yüklenici'ye aittir. Yüklenici inşaat sırasında, ölçü aletlerini hasardan veya yerlerinden oynamaktan koruyacak surette önlem alacaktır.

22. HARÇLA YAPILACAK İŞLER

Sütun kaideleri, duvarlara konan madeni levhalar ve mekanik teçhizatların yerine konması için bunların altlarına konacak harç, eşit oranda kum ve çimento ile uygun bir kıvam elde etmek için gerekli sudan ibaret olacaktır. Eğer harçın konacağı yerin kalınlığı 2,5 cm veya daha fazla ise 1 cm'yi geçmeyen çakıllardan harçın bileşimine 1,5 kısım karıştırılır. Temellerin altındaki bütün boşlukların ve hava boşluklarının gerektiği gibi doldurulması için harçın iyice sıkıştırılmasına bilhassa, dikkat etmelidir. Harç sertleştikten sonra bütün takozlar kaldırılacak ve görünen derzler temiz bir şekilde korunacaktır.

23. TESPİT NOKTALARI BETONU

Madeni aksam betona gömülmesinden önce, vana yuvalarının, çerçevelerin, sürgülerin, ray ve aksamının, makine ayaklarının betonda tespit edilmesi için ayaklar bırakılacaktır. İdare'nin talep edeceği yerlerde bu kanalların yüzeyleri keski ile yontulup beton dökülmeden önce pürüzlü bir hale getirilecektir. Bu gibi tesbit noktalarında dökülecek betonların, daha önceki betonla iyi bir şekilde birleşmesini ve bu kısımdaki demir aksamının her noktasıyla tam ve mükemmel bir şekilde temasını temin etmek için beton dökümünde özel bir titizlik gösterilecektir.

24. BETON SATIHLARIN ÇENTİKLENMESİ VE PÜRÜZLENDİRİLMESİ

Beton yüzeylerin çentiklenmesi ve pürüzlendirilmesi işlemi, yüzeylerin cinsine ve durumuna göre gerek görülen yerlerde, İdare'nin vereceği talimat çerçevesinde yapılacaktır. Pürüzlendirme işlemi keski veya İdare'yi tatmin edecek herhangi bir vasıta ile yapılacaktır.

Ancak bu işlem, pürüzlendirilen yüzeylerin dışında kalan kısımların çatlamasına veya oynamasına meydan vermeyecek şekilde yapılacaktır. Pürüzlendirildikten sonra beton yüzeylerden yapışan tozlar kireç ve diğer yabancı maddeler özenle temizlenecek ve bu yüzey sağlam, sert ve eski betonla yeni betonun mekanik bir şekilde birleşmesini temin edecek bir şekilde olacaktır. İdare'ce sert, dayanıklı ve sağlam nitelenmeyen bir beton tabakası İdare'nin yeterli bulacağı bir yüzeye kadar inmek üzere kaldırılacaktır.

25. ELEKTRİK ÇARPMALARINA KARŞI YALITIM

Elektrik cereyanlarına maruz kalabilecek yerlerdeki betonarme teçhizatın kesişme yerleri İdare'nin tesbit edeceği şekilde izole edilecek ve izole edilmesi icap eden betonarme demirleri sahası dahilindeki madeni borular ve madenler ile betonarme çubuklarının buluşma noktası da aynı şekilde izole edilecektir. Betonarme çubukların buluşma yerleri ve madeni boruların izolasyonuna gerek olup olmadığı, bunların adet ve yerleri Yüklenici'nin teklifi ve İdare'nin onayı ile tespit edilir. Kesişme yerlerinde yapılacak izolasyonlar aşağıdaki şekilde olacaktır. Bir demir çubuk veya boruya 2,5 cm enindeki izole bant en az 10 defa sarılacak veya küçük borular üzerine takriben 4 cm. uzunluğundaki lastik boru parçası İdare'nin talimatına uygun bir şekilde konacak ve en az 3 defa izole band ile sarılacaktır.

Betonarme teçhizatının izole edildiği kesişme noktalarında 100 voltluk izolasyon deneyi yapılacak ve beton dökülürken izolasyonun bozulmamasına dikkat edilecektir.

26. BETON İÇİNDE KALACAK MADENİ AKSAM

Boruların betona tesbiti için konan kanca ve benzeri madeni aksam inşaatın her yerinde kullanılacaktır. Yüklenici tatbik projesinde gösterilen bu gibi madeni aksamı temin ederek İdare'nin talimatı çerçevesinde yerlerine koymaya mecburdur.

Beton döküldüğü sırada madeni parçaların hasara uğramamasına veya yerinden oynamamasına dikkat edilecektir. Düşünülen amaca yaramayacak olan her hangi bir madeni parça Yüklenici tarafından değiştirilecektir.

27. SOĞUK HAVALARDA BETON DÖKME

Soğuk havadaki bütün işlemler TS 1248 ve/veya ACI 306R'ye uygun olarak yapılacaktır. İdarenin yazılı izni olmadan $+5^{\circ}\text{C}$ nin altında hiç bir suretle beton dökülmeyecektir. Isı $+5^{\circ}\text{C}$ den aşağı fakat suyun donma noktasından yukarıda veya ısı $+5^{\circ}\text{C}$ den yukarı, fakat kür müddetince $+5^{\circ}\text{C}$ nin altına düşecekse bu takdirde beton yapının üzeri uygun yalıtımlı malzemelerle örtülecek ve betonu ısıtma önlemleri alınacaktır. Sıcaklık suyun donma noktasından düşük ise bu takdirde, su, kum, çakıl veya her ikisi de ısıtılacak ve betonu koruyucu yeterli koruma, örtme ve ısıtma önlemleri alınacaktır. Yerine yerleştirilmiş betonun ısısı, kütle betonlarından $+10^{\circ}\text{C}$ 'den orta kesitli kısımlarda kullanılan betonlarda $+15^{\circ}\text{C}$ 'den ve ince kesitli betonlarda $+20^{\circ}\text{C}$ 'den aşağı olmayacak ve bu ısılarda normal portland çimentosu kullanıldığında en az 7 gün, çabuk sertleşen çimento kullanıldığında 3 gün ve katkılı çimentolar (traslı, uçucu, küllü ve cürüflu) kullanıldığında 14 gün süreyle muhafaza edilecektir. Su 80°C den fazla ısıtılmayacaktır. Kum ve çakıl içindeki kar, buz ve donmuş parçaların çözülmesine, eritilmesine imkan verecek şekilde üniform olarak ısıtılacak ve hiçbir zaman malzeme sıcaklığı 60°C 'yi geçmeyecektir. Isıtılmış malzemelerle çalışırken, çimentonun ani priz yapmasını önlemek için, önce kum, çakıl ve su betoniyerde karıştırılacak ve bu karışıma sonra çimento ilave edilecektir.

Beton hiçbir zaman $+0^{\circ}\text{C}$ 'den daha aşağı sıcaklıklardaki donmuş zeminler üzerine dökülmeyecektir. Eğer dökülmesi mecburiyeti var ise o takdirde kalıp, demir ve temel zemini beton dökülmeden önce, örtülmüş ve ısıtılmış olacaktır. Yerine konulmuş olan beton, branda bezi gibi geçirimsiz malzemelerle örtülecek ve yukarıda belirtilen en az kür müddetlerince, beton yerleştirme ısını aynen muhafaza edecek şekilde buhar veya kuru hava ile ısıtılacaktır. Isıtma işi kuru hava ile yapıldığı takdirde normal havadaki rutubetin betonu çevreleyen havada da olması sağlanacak ve bunun için gerekli tesisler Yüklenici tarafından temin edilecektir.

Soğuk havada beton dökülmesinde İdare Yüklenici'den, çimento miktarının artırılmasını, çabuk sertleşen çimento kullanılmasını veya betona uygun kimyasal katkı malzemelerinin ilavesini isteyebilir.

Donmuş, kar ile karışmış, kırağı ile örtülmüş malzeme kullanılmayacak, hiç bir zaman donmuş zemin üzerine beton dökülmeyecektir.

- En az $+5^{\circ}\text{C}$ ye kadar herhangi bir önlem alınmadan beton dökülebilir.
- $+3^{\circ}\text{C}$ civarında beton yapılması halinde betonun dökülmesi ve korunması için bazı önlemler alınması gereklidir.
- Isı -3°C den aşağı düştüğü zaman :
 - Beton dozajının en az 350 kg/m^3 olması,
 - Agreganın ve suyun $+40^{\circ}\text{C}$ ye kadar ısıtılması,
 - Prizi çabuklaştıran katkı malzemesinin ilavesi,
 - Suyun çimentoya oranının $0,40$ 'ı aşmaması,
 - Beton slampının mümkün mertebe düşük tutulması,

Beton döküldükten 7 gün sonrasına kadar +15 C° 'nin üstünde tutulması gibi önlemler alınacak, İdare'nin yazılı izni olmadan uygulama yapılmayacaktır.

Burada bahsedilmeyen hususlar için TS 1248 veya ACI 306R'deki esaslara göre işlem yapılacaktır.

Çizelge 26.1 - Taze betonun yerleştirme sıcaklıkları

No			İnce beton kesitler	
1	Agrega en büyük çapı (mm)		19	37,5
2	Yerleştirilen taze betonun en düşük sıcaklığı C *		18	13
3	Havaya bağlı olarak taze betonun en düşük karışım sıcaklıkları	Hava sıcaklığı 1 C nin üzerinde	20	15
		-1 ila -18 °C arası	25	20
		-18 °C nin altında	30	25
4	Betonda korumadan sonraki ilk 24 saatte müsaade edilen sıcaklık düşmeleri		28	22

*Daha soğuk havalarda beton karışım sıcaklığı ile yerleştirilmiş taze beton sıcaklığı arasındaki farklar için daha fazla marj tanınmalıdır.

Kışın beton dökerken alınacak tedbirler : Betonun genç yaşta donma ve çözülmesi önlenmelidir. Betonda çimentonun hidrasyonu için su kullanıldığından, priz ve sertleşme ilerledikçe hidrasyon suyu olarak bağlanmamış serbest su içeriği azalır.

Betonun yaklaşık olarak 4 MPa'lık (N/mm²) bir basınç dayanımına erişmesi halinde, su içeriği don sebebi ile zarar meydana getirebilecek seviyenin altına inmiş bulunur. İyi hazırlanmış bir beton + 10 °C sıcaklıkta, bu dayanım değerine 3 günde erişir.

İnşaat esnasında ve sonrasında yapının yük taşıma emniyetini temin etmek üzere, betonun gereken dayanımı kazanabilmesi için Çizelge 9.3'te belirtilen koruma sürelerine uyulmalıdır.

Betonun normal dayanım artışına olumlu etki edecek kür şartları; aşırı sıcaklık yükselmeleri önlenerek ve betonun kür için ihtiyaç duyduğu nem temin edilerek yerine getirilmelidir.

Betonun sıcaklık gerilmelerine maruz kalmaması için, ani sıcaklık değişimleri çeşitli yöntemlerle sınırlandırılmalıdır. Beton yüzeylerin ani soğuması çatlamayı ilerletir. Bu durumda betonun dayanım ve dayanıklılığı etkilenir.

Koruma tedbirleri; koruma süresi sonunda 24 saatlik sürede sıcaklık düşüşleri yukardaki çizelgenin satır 4'teki değerleri aşmayacak şekilde ve tedrici olarak kaldırılmalıdır.

Koruma tedbirlerinin kaldırılması işlemi, çevre sıcaklığı ile beton sıcaklığı dengeye ulaşınca kadar veya ısı kaynağının yavaşça azaltılması suretiyle yapılmalıdır.

Ana yüklenici, beton imalatçısı, deney laboratuvarı temsilcisi ile yapının mühendis veya mimarı, yapım öncesi bir toplantı yaparak, soğuk havada beton dökme yöntemlerinden hangisinin kullanılacağını belirlemelidir.

Eğer beton yapıda, yer yer dondan zarar görmüş köşeler, susuz kalmış alanlar, fazla ısınma sonucu oluşan çatlaklar, koruma ve kür uygulamasındaki yetersizlik ile itinasız işçilik sonucu meydana gelen hasarlar görülüyorsa, sadece deney numunesinin 28 günlük basınç dayanımının istenilen değere ulaşmış olması yeterli değildir.

Aynı şekilde, kalsiyum klorürün gelişigüzel kullanılması sonucunda, muhtemel donatı korozyonu veya alkali-agrega reaksiyonuna bağlı iç genleşme yüzünden daha sonraki yıllarda artan beton çatlakları oluşacaksa, bu şekilde elde edilen erken beton dayanımı kabul edilmemelidir.

Soğuk havalarda koruma ve kür yöntemlerini seçerken; koruma ve kür işlemlerinin maliyeti, seçilen yönteme göre sağlanabilecek beton kalitesi ve yapı emniyetine oranla ikinci planda düşünülmelidir. Daha detaylı bilgi için TS 1248 standardına bakılmalıdır.

28. SICAK HAVALARDA BETON DÖKME

Sıcak havada betonlama işlemleri de TS 1248 ve/veya ACI 305R'ye uygun olarak yapılacaktır. Sıcak havada hazırlanıp yerine yerleştirilen betonun ısısı hiçbir zaman + 35°C'yi geçmemelidir. Bunu temin etmek amacı ile aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- 1- Malzemeler gölgede muhafaza edilmelidir.
- 2- Agregalar üzerine su serpilerek serinletilmesi temin edilmelidir.
- 3- Su boruları, tankları sıcağa karşı yalıtım edilmelidir. (Mesela beyaz boya ile boyanarak)
- 4- Betonun döküleceği zemin iyice sulanmalı, beton dökülmeden önce de yüzeyler su ile tekrar ıslatılmalıdır.
- 5- Serin saatlerde çalışılmalıdır. (gece veya günün erken saatlerinde)
- 6- Kesinlikle sıcak çimento kullanılmamalıdır.
- 7- Kuru, poroz agregası kullanılmamalıdır.
- 8- Beton dökümünün en kısa zamanda bitmesini temin eden organizasyon yapılmalı ve yeterli personel kullanılmalıdır.
- 9- Beton direkt güneş ışığından korunmalı, bu amaçla branda veya nemli çuvallarla örtülmeli, bilhassa kuru rüzgarlardan korunmalı, temini mümkünse beton yüzeyi beyaz pigmentli kür maddeleri ile kaplanmalıdır.
- 10- Büyük kütle inşaatlarında (büyük istinad duvarları, baraj gövdesi gibi) karma suyu içine buz atılarak soğutulmalıdır. (Su kullanılırken buz parçalarının kalmaması temin edilmelidir.)
- 11- Betonun son prizini gecenin en serin saatlerine kaydırabilmek amacıyla İdare'nin gerekli gördüğü yerlerde priz geciktirici katkı kullanılmalıdır.

29. SU ALTINDA BETON DÖKME

Beton, İdare'nin rızası olmadan asla su içinde dökülmeyecektir. İdare bu işe onay verdiği takdirde beton dökme işi bilfiil İdare'nin nezareti ve aşağıdaki şartlar altında yapılacaktır. Su içine dökülen beton dayanım sınıfı projede gösterilenin bir üst sınıfında olacak ve kullanılan çimento hiçbir zaman 375 kg/m^3 den aşağı olmayacaktır. Su altına dökülen betonun su/çimento oranı maksimum 0.45 ± 0.02 olacaktır. İnce agrega içinde $0,075 \text{ mm}$ elekten geçen çok ince malzeme miktarı en az %10 olacaktır. $0,125 \text{ mm}$ elekten geçen toplam malzeme miktarı en az 450 kg/m^3 olacaktır. Uçucu kül kullanılması durumunda, çimento ve uçucu kül toplam dozajı 375 kg/m^3 'ten daha az olmamalıdır. Eşdeğer su/çimento oranı $(w/c)_{eş} = s / (c + 0,7f)$ bağıntısı ile hesaplandığında $0,55$ değerinden daha fazla olmamalıdır. Beton, yerleştirilme esnasında, sıkıştırılmadan bile birbirinden ayrıışmayan yoğun bir kütle şeklinde akarak yerleşebilmelidir. Yıkanmaya, çakıl ve harcın birbirinden ayrılmasına mani olmak için boru, altı kapaklı kovalar veya İdare'ce kabul edilmiş başka bir yöntem ile beton sıkışık bir kütle olarak su altına bırakılacak ve bir kere yerine konduktan sonra oynatılmayacaktır. Beton dökülmüş olan yerde suda dalga veya cereyan olmaması temin edilecektir. Suyun seviyesi inşaat çukurunun içinde ve dışında aynı olmalı ve sıcaklığı $+5^\circ\text{C}$ altına düşmemelidir.

İnşaatın su altındaki betonunun, gelen su miktarının fazlalığı, temel tabanında kaynama olması ve bu gibi sebepler yüzünden su tahliye edilerek dökülemiyorsa, su içinde beton dökülerek temel tabanında bir yalıtım tabakası meydana getirilecektir. Bu yalıtım tabakasının kalınlığı İdare'ce tespit edilecektir. İstenen kalınlıkta bir yalıtım tabakası dökülüp, bu yeterli derecede sertleştikten sonra su tahliye edilerek temelin geri kalan betonu dökülecektir. Yalıtım tabakası en az 45 cm olmak üzere kalınlığı İdare'ce belirlenecek tabakalar halinde ve kesintisiz olarak dökülecektir. Bu tabakalar olabildiğince yatay olarak dökülecektir. Tabakaların birbirine kaynamasını temin için bir tabaka prize başlamadan ikinci tabaka dökülmüş olacaktır.

Su altında beton dökmek için kullanılan boru en az 25 cm çapında, aralarında conta bulunan flanjlara birbirine bağlanan kısa boyutta borulardan teşekkül edecektir. Boru alt ucu, beton dökülen bütün yüzey üzerinde kolayca hareketini ve beton akışını durdurmak veya azaltmak amacıyla, borunun kolayca indirilip çıkarılmasını temin eden bir şasi üzerine monte edilmiş olacaktır. İşin başlangıcında içine su girmemesi için boru alt ucu kapalı olarak indirilecek ve işin devamı süresince içine su girmesine engel olunacaktır. Boru, üzerindeki huninin alt seviyesine kadar daima betonla dolu olarak bulundurulacaktır. Huniye beton döküldüğü zaman akımını temin

için alt ucu dökülmüş bulunan beton içinde kalmak şartıyla boru hafifçe yukarı çekilecektir. İş bitinceye kadar beton akımı kesiksiz devam edecektir.

Altı kapaklı bir kova ile beton dökülmesi aşığıdaki şartlara uygun olarak yapılacaktır. Kovanın üst kısmı açık olacaktır. Alttaki kapaklar serbestçe aşığıya ve dışarıya doğru açılacaktır. Kova ağızına kadar doldurulacak ve yıkanmaya mani olmak için yavaş yavaş dibe indirilecektir. Kova beton dökülecek yüzey üzerine oturuncaya kadar boşaltılmayacaktır. Boşalttıktan sonra ise, yavaş yavaş yukarıya çekilecektir. Su altında dökülen beton kıvamı, kıvam deneyi en az 18 cm'lik bir çökme verecek derecede olmalı, agreganın en iri boyutu 50 mm'yi geçmemelidir.

Bu beton yalıtım tabakası yeterli derecede dayanım kazandıktan sonra su çekilerek beton dökülecektir. Bu halde yalıtım tabakasının üzerindeki kaymak, beton bünyesine zarar vermiyecek şekilde entilerek yok edilmelidir. Su altı betonu, uygun granölometrilili (örnek, ince ve orta taneleri içermeyen) minimum tane boyutu 37,5 mm olan agrega dolgusunun içine güç ayrıışan bir harçın alttan yukarıya doğru enjeksiyonu ile de imal edilebilir. Bu sırada harçın üst yüzeyi üniform olarak yükselmelidir.

30. ZARARLI ÇEVRE ŞARTLARINDA BETON DÖKÜMÜ

Sertleşmekte olan betonu olumsuz etkileyen kimyasal maddeleri ihtiva eden sular betondan uzak tutulmalı, bu imkansız ise bazı uygun önlemlerle etkileri yok edilmelidir. Bu maddeler tam saf sular, serbest asitler, sülfat tuzları, mağnezyum tuzları, amonyum tuzları, amonyum sülfat, amonyum klorür, amonyum nitrat, bitkisel ve hayvansal yağlardır. Kimyasal etkiler karşısında bulunan beton yapımını, imento ve agrega uygunluğu, dökümü izleyen işleme ve koruma usulünü büyük ölçüde etkiler. Betonun kimyasal etkilere dayanıklılığı geçirimsizliği oranında artar. Bu durumlarda su/imento oranları 0,40 ila 0,50 arasında olmalıdır. Kimyasal etkilere karşı olan beton kesitinin narin ve keskin kenarlı olmamasına özellikle dikkat edilmeli, beton yüzeyinin kapalı ve düz olması sağlanmalıdır. Zararlı evre şartlarındaki betonlarda dikkat edilmesi gerekli hususlar için TS 3440 standardı ile beton bileşim oranları için TS EN 206/TS 13515 standartlarına başvurulmalıdır.

Genel olarak yer altı veya yer üstü sularının betona zararlı maddeleri ihtiva ettiği tespit edildiği takdirde, normal portland imentosu yerine, tralı, yüksek fırın cüruf veya uçucu küllü çimentolardan en kolay temin edileni kullanılacaktır.

31. DENİZ SUYUNUN ETKİSİNE MARUZ BETONLAR

Beton yapı elemanları, eğer deniz suyunun etkisine maruz kalacaklarsa, bunlar projelerinde öngörülen dayanım sınıfı yerine çevre etki sınıfı dikkate alınarak gerektiğinde daha üst dayanım sınıfına göre imal edileceklerdir. Betonarme kısımlar deniz suyunun etkisine maruz olduğu takdirde, betonun pas payı (örtü tabakası kalınlığı) en az 10 cm. olacak şekilde kalınlaştırılacaktır. İlave bilgiler için TS EN 1992-1-1 standardına başvurulacaktır. Beton, betoniyerde iki dakikadan az karıştırılmayacak, beton bileşenleri ile karışım oranları için TS EN 206/TS 13515 standartlarına başvurulacak, temin edilebildiği takdirde normal portland çimentosu yerine, yüksek fırın cüruf çimentosu veya uçucu küllü çimento kullanılacak, beton iyice sıkıştırılıp boşlukların meydana gelmesi önlenecektir.

İdare tarafından belirlenecek olan en alçak ve en yüksek su seviyeleri arasında betonda hiçbir derz yapılmıyacaktır. Bu seviyelerin arasında deniz suyunun en az 30 günden önce betona temas etmesine izin verilmeyecektir. Kalıplar alındıktan sonra meydana çıkan beton yüzeyi üzerinde İdare gerekli gördüğü takdirde bitümle yalıtım yapılacaktır.

32. ALKALİ VE SÜLFAT İÇEREN SULARIN VE ZEMİNİN ETKİSİNDE KALAN BETONLARIN DÖKÜLMESİ

Sülfat etkisine maruz kalacak beton karışım oranları ve imalatları için öncelikle TS EN 206/TS 13515 standardı esas alınacaktır.

Alkali sülfatlı suların ve zeminin tesirine maruz betonların dökülmesinde yukarıda belirtilen şartların tatbikinde özel bir itina gösterilecektir. Beton, işin başından sonuna kadar buna imkan görülmediği takdirde, işin başından, zeminden veya su seviyesinden en az 45 cm daha yüksek bir seviyeye kadar kesintisiz dökülecektir. Alkali zemin veya suların, beton dökümü bittikten en az 96 saat içinde beton yüzeyine temas etmesine engel olunacaktır.

Bu bölümdeki bütün işlemler gerek TS EN 206/TS 13515 ve/veya TS 3440 <<Zararlı Kimyasal Etkileri olan Su, Zemin ve Gazların Etkisinde Kalacak Betonlar için Yapım Kuralları>> standardına uygun olarak yapılacaktır.

33. ÖZEL BETONLAR VE HARÇLAR

33.1 Ön Gerilmeli Beton

Bu bölüm projelerde gösterilen öngerilmeli beton kirişlerin imalatını kapsar.

İmalat projeleri (uygulama projeleri) kalıp detayları ve toleranslar dahil inşaat ve montaj işlerinin bütün detaylarını gösterecektir. Bu projeler aynı zamanda kirişlerin kaldırma tertibatının yerini ve taşıma, depolama, kaldırma, montaj metotlarını ve tavsiye edilen metodun detaylarını gösterecektir.

Aksi projelerde gösterilmedikçe veya burada belirtilmedikçe öngerilme için kullanılacak metodlar, malzemeler ve ekipman yürürlükte olan "Öngerilmeli Beton Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları TS 3233" ve TS EN 1992-1-1 "Beton yapıların tasarımı - Bölüm 1-1: Genel kurallar ve binalara uygulanacak kurallar (eurocode 2)", "Betonarme Betonu İçin (ACI 318M) Amerikan Beton Enstitüsü Yapım Kodu" (American Concrete Institute Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318M)) ve yürürlükte olan "Amerikan Karayolları ve Nakliye Birliği (MSHTO) Karayolu Köprüleri İçin Standart Şartnameler" (American Association of State Highway and Transport Officials (AASHTO) Standard Specifications for Highway Bridges) e uygun olacaktır.

Prefabrik öngerilmeli elemanlar döküm yerinden depolama sahalarına ve montaj yerlerine herhangi bir hasara uğramayacak tarzda nakledilecektir.

Kirişlerin taşıma ve montaj metodları, Yüklenici tarafından geliştirilecek ve İdare'nin onayına sunulacaktır. Çatlama, kırılma ve diğer hasarların önlenmesi için elemanların taşınmasında, kaldırılmasında ve depolanmasında azami dikkat sarfedilecektir. Uygun olmayan yükleme, taşıma, depolama ve montaj neticesi hasar gören elemanlar, Yüklenici tarafından değiştirilecektir.

Öngerme işlerinin başladığı zamandan, elemanın yapıda yerine yerleştirilmesi ve tamamlanmasına kadar bütün öngerme işlemlerini gösteren kayıtlar, Yüklenici tarafından tutulacak ve İdare'nin istediği zaman kontrol etmesi için hazır bulundurulacaktır. Bu kayıtlar her elemana ait kalıp, beton dökümü, germe, bakım (kür), gerilme boşalımı, kalıp sökülmesi, yükleme, taşıma, deney neticeleri ve montaj verilerine ait bilgileri içerecektir.

Her öngerilme ünitesi bütün işlem boyunca tanınacak şekilde işaretlenecektir. Aynı şekilde deney silindirleri de, hangi öngerilme ünitesine ait olduğunu takip için işaretlenmiş olacaktır.

Kayıt defterinin tipi ve öngerilme ünitelerinin ve deney silindirlerinin işaretlenme metodu, beton döküm işlerine başlamadan önce, Kalite Kontrol Yetkilisi tarafından onaylanmış olacaktır.

(1) Öngerilmeli Beton İçin Çelik Teller, Demetler, Kablolar ve Çubuklar

Öngerilmeli beton kirişlerinin gerilmesinde kullanılacak çelik teller, çelik demetler ve çelik çubuklar ilgili ASTM Standartlarına veya aşağıda belirtilen Türk Standartları şartlarına uygun yüksek dayanımlı alaşımlı çelikten imal edilmiş olacaktır. Çelik teller -öngerilmeli beton için TS 3721, TS EN ISO 15630-3, Çelik demetler (Toronlar) - öngerilmeli beton için, TS 5680, TS EN ISO 15630-3, Çelik çubuklar - öngerilmeli beton için - alaşımlı, sıcak haddelenmiş veya sıcak haddelenmiş işlem görmüş TS 5679, TS EN ISO 15630-1.

Öngerme çelik malzemeleri deneylerinin tasdikli raporları gereklidir ve imalatçı temin edilen her malzeme için gerilme-deformasyon eğrilerini İdare'ye gönderecektir. Deney raporu deneylerin yapılmasında takip edilen özel standartları belirtecektir.

Öngerme çeliği ve malzemeleri döküm yerine ve montaj işyerlerine gelecek ve imalatçının tavsiyesine göre kullanılacaktır. Çelik malzemelerin zedelenmesini önlemek ve kir, pas ve sudan korunmaları için fabrikada uygun bir şekilde örtülmüş ve sarılmış olacaktır. Öngerme çubukların yükleme ve boşaltılmasına dikkat edilecek ve çubukların zarar görmediğini, çentik ve çiziklerin olmadığını görmek için her çubuk yerleştirilmeden önce iyice kontrol edilecektir. Öngerme çeliğinin veya öngerme çeliği ihtiva eden aksamın yanında veya bunların civarında kaynak yapılmasına izin verilmeyecektir. Hiçbir şekilde öngerme çelik elemanları kaynak işlemi için topraklama olarak kullanılmayacak veya kaynak elektroduna temas etmeyecektir.

(2) Kiriş Betonu

Kirişlerin betonu projelerde gösterilen boyutlarda ve detaylara ve gerekli olan toleranslara uygun olarak inşa edilecektir. Betonun 28 günlük minimum basınç dayanımı 35 MPa ve en büyük tane boyutu ise 31,5 mm olacaktır. Beton, kalıp içine konacak bütün gömülü parçaların kontrol edilip onaylanmasından sonra dökülecektir. Beton her kiriş için ve projelerde gösterilen tabaka yüksekliğince sürekli olarak ara vermeden dökülecektir. Soğuk derz teşkiline sebep olacak beton dökümündeki aşırı gecikmelere izin verilmeyecektir. Beton, iç vibratörler kullanılarak sıkıştırılacak, sıkıştırma esnasında gömülü parçaların yerlerinden oynamasının önlenmesine dikkat edilecektir. Kalıplar yük altında istenmeyen yerdeğiştirmeleri veya deformasyonları önleyecek derecede yeterince sağlam olacaktır. Yüzeylerin düzgünlüğü projelerde gösterildiği gibi olacaktır.

Beton içine gömülecek gerekli germe donanımı, projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen detaylara uygun olacaktır. Betonun minimum 35 MPa basınç dayanımı kazanmasından sonra, kirişlerin ard-germe (post tensioning) işlemi yapılacaktır.

(3) Ard-germe (post-tensioning), Enjeksiyon ve Tesviye İşleri

Ard-germe sistemi, projelerde gösterilen germe sınırlarına kadar onaylanmış ekipman yardımıyla gerilecek ve gerilmeler kirişlere iletilmiş olacaktır.

Kirişlerin öngerilmesi projelerde gösterilen boru ve kondüvi içine yerleştirilmiş çelik demetlerin (toronların) ve tellerin ard gerilmesi ile yapılacaktır. Beton dökümünden önce çelik demetler, kablolar ve borular arasında dairesel, çevresel aralık bozulmayacak şekilde korunacak ve önlem alınacaktır. Enjeksiyon tüpleri kirişlerin yüzeyinden, boruların gerilmeye tabi tutulmayacak uçlarına doğru içlerinin enjeksiyonla doldurulması için, uzatılacaktır. Enjeksiyon, kabloların ard-gerilmesinden ve yeterli gerilme ölçümleri kontrolünden sonra yapılacaktır. Enjeksiyon yapıldıktan sonra kiriş yüzeyleri düzgün ve temiz bir şekilde düzeltilip tesviye edilecektir.

Yüklenici, kirişlerin inşaatı için kullanmayı teklif ettiği metotları gösteren gerekli bütün açıklayıcı çizimler, projeler ile birlikte bütün detaylı bir açıklamayı İdare'nin onayına sunacaktır. Bu açıklama, kullanılacak ankraj tertibatlarının tiplerini, beton dökümü sırasında öngerme halatları ve muhafaza borularının kalıp içinde rijit, yerinden kaymadan tutulmasını temin eden metotları, işlerin doğru konumda ve doğrultuda yapılmasının teminini, kirişin ard-germe işleminde, kabloları uygulanan gerilmelerin hassas bir şekilde belirlenmesinde ve uygulanan gerilmelerin sebep olacağı uzamaların belirlenmesinde kullanılacak teçhizat ve personel vs. gibi bilgileri içerecektir. Kullanılacak teçhizat ve personel aşağıda belirtilen kriterlere uygun olacaktır.

Kullanılacak personel germe işlemi metotlarında ve teklif edilen teçhizatın kullanılmasında tam tecrübeli, iyi eğitim görmüş (diplomalı ve/veya sertifikalı) teknisyenlerden olacaktır.

Ard-germe işlemi sırasında halatların kopması veya kavrama kısmından sıyrılması neticesi, meydana gelecek kazaları önlemek için, Yüklenici tarafından gerekli emniyet önlemlerini alınacaktır.

Ard-germe ekipmanı onaylanmış tiplerden olacaktır. Hidrolik krikoların kullanılması durumunda, bunlar kalibrasyon sertifikalı Sınıf 0.5 veya Sınıf 1.0 basınç ölçerlerle (manometreler) teçhiz edilmiş olacaktır. Şayet vidalı krikolar veya diğer tertibatlar kullanılıyor ise, krikolarla birlikte yük ve deformasyon halkaları veya eşdeğer diğer tertibatlar kullanılacaktır. Hidrolik krikolar ölçerleri

veya diğ er tiplere ait bütün ölçüm cihazları, tertibatı kalibrasyon sertifikalı olacaktır. İşveren ard gerilme ç eliğindeki gerilmenin her an ölçüleb ilmesine imkan sa ğ lamak üzere kalibrasyon tekrarı isteyebilir.

Yapılan kalibrasyonlar kontrol edilecektir. Ard germe ç eliğ i üzerindeki çekme kuvvetinin izlenebilmesi için yapılan kalibrasyonlarda sertifika ile birlikte kalibrasyon eğ risi de verilecektir. Ard-germe takımı kir, pislik, gevş ek pas tabakası, yağ veya diğ er zararlı maddelerden temizlenmiş olacaktır. Bunlar projelerde gösterilen pozisyon, doğ rultu ve aç ıda hassas bir şekilde yerleştirilecektir. Germe takımı, herhangi bir ç ubuğ un mesnetleri arasında 10 mm'den daha fazla sarkma yapmasını ve belirlenen doğ rultudan 5 mm'den daha fazla sapma yapmasını engelleyecek şekilde desteklenecek ve ayarlanacak ve beton dökümü ve prizi sırasında sık ı bir şekilde yerinde duracak şekilde mesnetlenecektir. Kalıpla olan ara mesafe bloklar, gergiler, askılar ve benzer desteklerle sa ğ lanacaktır. Ç ubuk sıralarını birbirinden ayırmak için ç elik sehpa veya eşdeğ eri parçalar kullanılacaktır. Ahş ap bloklar beton içinde bırakılmayacaktır. Ard-germe elemanları doğ ru konumda olmalarını sa ğ lamak için desteklenecektir. Elemanları yerinde tam ve doğ ru pozisyonunda tutmak için yatay ve düş ey aralık parçaları yerleştirilecektir.

Germe iş lemi sırası, kullanılacak halatın (kablunun) imalatç ısı tarafından tavsiye edilen pratiğ e uygun olarak İdare tarafından belirlendiğ i gibi olacaktır. Bir beton elemanda, aynı elemandan alınan ve elemanla aynı kür ş artları arasında muhafaza edilen silindir numuneleri test edilerek, betonun yukarıda belirtilen dayanımı kazandığ ı tespit olunmadıkça germe iş lemine baş lanılmayacaktır. Halatlar, (kablolar) baş langıç ta projelerde gösterilen çekme miktarında gerilecektir. Hiçbir durumda kriko kuvveti öngerme halatlarında, (kablolarında) projelerde gösterilen veya belirtilen değ erlerden daha fazla bir gerilme meydana getirmeyecektir. Germe iş lemi, uygulanan çekme kuvveti ve elemanların uzama miktarının her an hesaplanabilmesine imkan verecek bir tarzda yürütülecektir. Tutulan kayıtlar İdare'nin onayına sunulacaktır. Halatlardaki (kablolardaki) kalıcı gerilmelerin değ iş im miktarının belirlenmesi için, tek bir germe ç ubuğ unun kontrol gerilmesi ölçümü baş langıç gerilmesinden 30 gün sonra alınacaktır. Gerilme kontrol ölçümleri, baş langıç gerilmesindeki kayıp oranının projelerde gösterilen belirlenmiş minimum efektif öngerilme kuvvetinin temin edilemeyeceğ ini gösterir ise, halatlar (kablolar) tekrar gerilecek ve ilave bir 30 günlü k zaman sonunda, tekrar kontrol edilecektir.

Herhangi bir ankarj ç ubukları komple takımı için son onay alınmış ise daha önce belirtildiğ i üzere boru yerleri enjeksiyonla doldurulabilir ve ç ubuklar gösterilen uzunluklarda kesilebilir ve boşluklar betonla doldurulup tıkanabilir.

Enjeksiyon işlemleri için kullanılan pompalar maksimum 1,5 MPa basınç meydana getirecek kapasitede olacaktır. Enjeksiyondan önce öngerme çelik donanımını kılıflayan borularda su, kir ve diğer yabancı maddeler bulunmayacaktır. Enjeksiyondan önce bu borular temiz su ile yıkanacak ve dışarıya su gelmeye kadar basınçlı hava verilerek temizlenecektir. Enjeksiyon, boru içinde bulunan havanın tamamen dışarı çıkıp içinin enjeksiyonla dolmasına kadar devam edecektir. Yüklenici, öngerme çelik donanımı ve boru sisteminin enjeksiyonuna başladıktan sonra, sistem tamamen enjeksiyonla dolana kadar enjeksiyon işlemine devam edecektir. Enjeksiyon karışımında su çimento oranı kütlece yaklaşık 0,50 civarında olacak, ancak karışım Yüklenici'nin teklifi ve İdare'nin onayladığı gibi olacaktır. Enjeksiyonda kullanılacak çimento 0,149 mm (No.100) standart elekten elenmiş olacaktır.

İçinde kalsiyum klorit bulunduran katkı maddesinin kullanılmasına izin verilmeyecektir.

Enjeksiyon, boruların içine pompa edilene kadar ayrışmayı önlemek için sabit bir şekilde düşük hızda karıştırılacaktır.

Kirişlerin montaj işlerinden sonra havaya açık olan bütün yüzeylerine, İdare tarafından istendiği takdirde, iki kat silikon kaplama yapılacaktır. Kaplama imalatçının tavsiyesine uygun olarak hazırlanacak ve tatbik edilecektir.

33.2 Epoxy Betonu ve Harçı

Gerekli görüldüğü taktirde projelerde gösterilen veya İdare tarafından istenen epoxy beton kaplama ve su akımına maruz kalan zayıf betonların tamir ve yenilenmesinde kullanılacak olan epoxy betonu ve/veya harçı, aşağıda belirtilen hususlara uygun olacaktır.

İdare tarafından aksi belirtilmedikçe 3,5 cm'den daha az derinlikteki tamirler epoxy harçı ile ve daha derin tamirler epoxy betonu ile yapılacaktır. İdare'nin onayı ile derinliği 3.5 cm'den daha fazla olan tamirat alanları bu alanların küçük olması (900 cm² den az olması) ve sayıca az olması şartı ile epoxy hacı ile tamir edilebilir. Epoxy betonu ve harçı İdare onayı ile epoxy reçinesi imalatçısı tarafından tavsiye edilen oranlarda, metotla ve ekipmanla karıştırılarak hazırlanacaktır. Epoxy harçı ve epoxy betonunun oranları, karıştırma ve yerleştirme metotları arazi şartlarına uyacak şekilde değiştirilebilecektir. Bir defada hazırlanacak epoxy betonu ve harçının miktarı, imalatçının tavsiyelerine göre karıştırılabilecek, yerleştirilebilecek ve tesviyelenebilecek olan miktardan daha fazla olmayacaktır.

Epoxy betonu veya harçı içine gömülecek olan çelik elemanlar epoxy reçinesi ile kaplanacaktır. Çelik eleman üzerindeki gevşek pas tabakası tel fırça ile veya ıslak kum püskürtme ile temizlenerek hazırlanacaktır. Yeni yapılardaki epoxy harçlı tamiratlar esas dökümün yapılmasından en az 7 gün sonra yapılacaktır.

(1) Ana Malzemeler

(a) Epoxy Reçinesi

Epoxy reçinesi İdare tarafından onaylanacaktır. Bağlayıcı tabaka ve epoxy harçı için aynı epoxy reçinesi sistemi kullanılacaktır. Epoxy harçı için kullanılan epoxy reçinesi ASTM C 881, Tip 111, Kalite 2, Sınıf B veya C epoxy sistemi şartnameleri icaplarını sağlayacaktır. Ayrıca, yüzde 100 katı sistem olacaktır ve aktif olmayan incelticiler, sulandırıcı maddeler veya uçucu çözücüler içermeyecektir.

(b) Epoxy Betonu Agregası

Epoxy betonu için kullanılacak agrega temiz, kuru ve Madde I 4’de belirlenen kaynaklardan temin edilecektir (en büyük tane boyutu 12 mm). Tane büyüklüğü dağılımı hariç, ince ve iri agregalar ASTM C33 Beton Agregaları Şartnamesi standartlarına uygun olacaktır. Epoxy betonu için agregalar, 0.149 mm (100 nolu) elekten geçen ince agrega yüzdesi mümkün olduğu kadar belirlenen alt sınırdaki tutulması dışında, aşağıda belirtilen tane büyüklüğü dağılımına uygun olacaktır. Epoxy reçinesi betonunun hazırlanmasında kullanılacak ince ve iri agregalar fırınlanarak kurutulmuş olacak ve epoxy reçinesi bağlayıcısı ile karıştırılmadan önce 15 -20°C sıcaklıkta olacaktır. İri ve ince agreganın tane büyüklüğü dağılımı, TS 3530 EN 933 ASTM C136, -1 iri ve ince Agreganın Elek Analizi için Standart Test Metodu ile deneye tabi tutulduğunda, aşağıda belirtilen şartlara uygun olacaktır.

İnce agreganın tane büyüklüğü dağılımı Madde I 4.3’de belirtilmiştir. Epoxy betonu için iri agreganın gradasyonu yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir.

Elek Göz Açıklığı		Elekten Geçen %
<u>ASTM (İnch)</u>	TSE (mm)	Kütlece
$\frac{3}{4}$	19,1	100
$\frac{1}{2}$	12,7	90 – 100
$\frac{3}{8}$	9,52	40 – 70
No.4	4,76	0 – 15
No.8	2,38	0 – 5

Agregalar iriden inceye doğru iyi bir gradasyona sahip olacaktır.

c) Epoksi Harçı Agregası;

Gradasyon hariç, epoxy harcı için kullanacak ince agregası TS EN 13139 Duvar Harcı için Şartname standartlarına uygun olacaktır. Epoxy harcı için kullanılacak ince agreganın gradasyonu aşağıda

belirtilen hususlara uygun olacaktır. Epoxy reçinesi harçının hazırlanmasında kullanılacak agrega fırınlanarak kurutulmuş olacak ve epoxy reçinesi bağlayıcısı ile karıştırılmadan önce 15°C -20°C sıcaklıkta olacaktır. İnce agreganın gradasyonu, ASTM C136 TS 3530 EN 933-1 iri ve ince Agreganın Elek Analizi İçin Standart Test Metodu'na göre deneye tabi tutulduğunda, yaklaşık olarak aşağıda belirtilen şartlara uygun olacaktır.

Elek Göz Açıklığı		Elekten Geçen %
<u>ASTM (İnch)</u>	TSE (mm)	Kütlece
No.16	1.19	100
No.30	0.60	75 – 95
No.50	0.30	35 – 55
No.100	0.15	5 – 35
No.200	0.075	0 – 3

Agregalar iriden inceye doğru iyi bir tane büyüklüğü dağılımına sahip olacak ve 0.149 mm (100 No.lu) elekten geçen malzeme minimumda tutulacaktır.

Epoxy harçı için özel olarak hazırlanmış olan diğer dolgu maddeleri veya hazır olarak alınan kum tane büyüklüğü dağılımı İdare'nin onayı ile epoxy harçında kullanılabilir. Kum, kullanılma zamanına kadar kuru bir ortamda tutulacaktır.

(2) Karıştırma ve Harmanlama

Epoxy reçine bağlayıcısının iki bileşeni karıştırılmadan önce 15°C-20°C de uygun bir durumda olacaktır. iki bileşen sabit bir şekilde karıştırılarak birleştirilecek ve bu durum homojen bir karışım temin edene kadar devam edecektir. Karıştırma, hapsolmuş hava miktarı minimumda tutulacak şekilde olacaktır. Karışım oranları kütlece belirlenecek, harmanlanacak ve rapor edilecektir. Epoxy reçinesi bağlayıcısının iki bileşeninin karıştırılması için düşük hızlı mekanik bir karıştırıcı veya aynı sonucu sağlayan diğer bir ekipman kullanılacak ve karışım polietilen veya metal yarım küresel tabanlı bir kap içinde yapılacaktır.

Epoxy betonu elde etmek için ince agrega epoxy reçinesi bağlayıcısının içine katılacak ve malzeme zengin bir harç kıvamını alıncaya kadar karıştırılacaktır. Daha sonra iri agrega ilave edilecek ve epoxy betonu iyice karıştırılacaktır. Epoxy harçı elde etmek için ince agrega bağlayıcıya yavaş yavaş katılacak ve taneler iyice kaplanana kadar karıştırmaya devam edilecektir.

(3) Sıcaklık, Nem ve Koruma

Epoxy reenesi betonu ve harçı yalnız sağlam temiz ve kuru yüzeyler üzerine yerleştirilecektir. Epoxy betonu veya harçının tatbik edileceği betonun temas yüzeyleri uygun metodlar kullanılarak kurutulacak ve kuruluğu korunacaktır.

Epoxy betonu ve harçı, atmosferik ve beton sıcaklığının 5°C'nin üzerinde ve 40°C'nin altında olduğu ve bu durumun en az 24 saat devam etmesi halinde dökülecek ve tamir işleri yapılacaktır. şayet işin durumu belirtilen bu sıcaklıkların altında veya üzerinde yapımı gerektirir ise işin gerektiği gibi yapılması için, İdare'nin onayı ile epoxy bağlayıcısı imalatçısının tavsiye ettiği yöntemleriyle evre ve beton sıcaklığının artırılması veya azaltılması için gerekli önlemler alınacaktır. Bu nlemler, ısıtma veya soğutma cihazlarını ve gerekli koruyucu önlemleri ihtiva edecektir. Epoxy betonu veya harçının kr veya sertleşme periyodu sırasında sıcaklığın 5°C'nin altına düşmesi bekleniyor ise, tamir yapılan yerin ısıtılması için gerekli önlemler alınacaktır ve lokal ısınmalara dikkat edilecektir. Kr (bakım) sırasında yüzey sıcaklığının 40° C'yi aşmaması için hava dolaşımı kullanılacaktır. Hiç bir durumda tamir edilen bölge belirlenen uygulama sonrası bakım süresi tamamlanmadan önce neme maruz kalmayacaktır. Bütün tamir yerleri her türlü trafik tesirlerinden 24 saat korunacaktır.

(4) Hazırlık ve Döküm

a) Epoksi Betonu

Temas yüzeyi üzerinde bulunan toz ve diğer gevfek malzeme sert bir fira ile süpürülüp atılacak ve yıkanıp temizlenecektir. Temizlenmiş kuru yüzeye bileşimi epoxy reçine imalatçısı tarafından tavsiye edilen epoxy reçine bağlayıcısından bir astar tabakası sürülecektir. Astar tabakası kuru beton yüzeyine sert kıl fira ile ince bir tabaka halinde tatbik edilecektir.

Uygulanan epoxy reenesi filmi beton dökümü sırasında sıvı durumda olacaktır. Fazla eğimli veya dik yüzeylerde beton dökümü yapılmadan önce epoxy reenesinin yapışkan bir duruma gelmesi beklenecek ve bu durumlarda betonun sertleşmiş kaplamaya karşı iyice sıkıştırılmasına dikkat edilecektir. Epoxy betonu 5 cm'yi geçmeyen tabakalar halinde serilip yerleştirilecektir. Tabakaların kalınlığı ve bunların arasındaki zaman farkı, epoxy betonunun sertleşme süresini açmadan mümkün olduğu kadar fazla ısı yayılmasını sağlayacak şekilde olacaktır. Epoxy betonunun sıkıştırılması için mastar, mala, yüzer vibratörler veya el tokmakları kullanılacaktır. Vibratrlerin taze beton içinden sıvı epoxy reenesi kaplamasına kadar dalmasına izin verilmeyecektir. Çevredeki sertleşmiş beton yüzeylerine yayılan fazla epoxy betonu sertleşmeden önce temizlenecektir.

b) Epoksi Harcı;

İdare tarafından belirlenmiş yerlerde bulunan bozuk beton arızalı kısmın en az 3 cm dışardan sağlam betona kadar kesilip temizlenmesiyle tamir yapılacaktır. Kesilen kısmın kalınlığı tamir derinliğine eşit veya 12mm derinlikten az olanı kadar olacaktır. Çapı 50 mm'den az olan kozmetik tamirler için yüzey hazırlığı tel fırça ile temizleme ve tozların uzaklaştırılması ile sınırlıdır. Kesilmiş beton ve bozuk alanın kenarı arasında kalan beton alanı ve çevresi sağlam beton kalacak şekilde yontulacaktır. Ortaya çıkan boşluk içinde bulunan gevşek malzeme basınçlı hava, kum püskürtme veya diğer metotlarla iyice temizlenecektir. Temizlenmiş kuru yüzeye bileşimi epoxy reçine imalatçısı tarafından tavsiye edilen epoxy reçine bağlayıcısından bir astar tabakası sürülecektir. Astar tabakası kuru beton yüzeyine sert kıl fırça ile ince bir tabaka halinde tatbik edilecektir.

Tesviye edilmiş epoxy harçının çökmesini veya sarkmasını engellemek için gerekli olduğunda kalıp kullanılacaktır. Bu kalıplar polietilen film ile kaplanacaktır. Kalıp yağı kullanılmayacaktır. Epoxy reçinesinin uygulama alanı içinde tutulmasına itina gösterilecek ve civar yüzeylerin kirlenmemesi sağlanacaktır. Fakat epoxy bağlayıcı kaplama tamirat alanının hafifçe dışına taşmalıdır.

Uygulanan epoxy reçinesi filmi epoxy harçı dökümü sırasında sıvı durumda olacaktır. Fazla eğimli veya dik yüzeylerde epoxy harçı dökümü yapılmadan önce epoxy reçinesinin yapışkan bir duruma gelmesi beklenecek ve bu durumlarda epoxy harçının sertleşmiş kaplamaya karşı iyice sıkıştırılmasına dikkat edilecektir.

Bağlayıcı kaplamanın çabuk priz aldığı durumlarda, döküm şartlarını sağlamak için ilk kaplama henüz yapışkan durumda iken üzerine ikinci bir kat bağlayıcı kaplama sürülecektir. Bağlayıcı kaplama yapışkan durumun ötesinde sertleşmiş ise bu kaplama kum püskürtme ile temizlenecektir. Yeni bir bağlayıcı kaplama sürülmeden önce uygun temizleme, ısıtma ve kurutma işleri yapılacaktır.

Tamir edilen alanın kenarlarında tam doldurma ve tesviye etmeyi sağlamak için ve epoxy bağlayıcı kaplama uygulaması yapılmamış yüzeylere harç yayılmasını engellemek için özel dikkat gösterilecektir. Mevcut şartlara en iyi uyacak şekilde mala ile tesviye yapılacaktır, genellikle hareketler yavaş ve düz olacaktır. Epoxy harçı tesviye edildikten sonra, hassas yüzeylerin gerektiği yerlerde çökme tehlikesi geçene kadar epoxy harçı düzgün bir şekilde polietilen kaplama ile kaplanmış ve kum torbaları ile ağırlaştırılmış veya destekler kullanılmış kontrplak Ievhalar ile veya İdare'nin onayladığı elemanlarla kaplanacaktır. Polietilen kaplama kullanıldığında, son sertleşme sağlanmadan önce bu malzemenin epoxy harçı üzerinden alınmasına çalışılmayacaktır.

Epoxy harçı tamirleri her bir tamirat alanının tamamlanmasından hemen sonra harç sertleşene kadar bakıma tabi tutulacaktır. Ard-bakım epoxy harçının ve tamir alanı altındaki betonun derinlemesine ısıtılması ile başlayacaktır. Ard-bakım en fazla 40 °C yüzey sıcaklığında en az 4 saat veya 15 °C’ den az ve 40 °C’den fazla olmayan yüzey sıcaklığında minimum 24 saat devam edecektir. Isı, gerekli sıcaklığı üretebilecek ve gerekli yüzey sıcaklıklarını elde edecek şekilde yerleştirilmiş olan taşınabilir propan alevli ısıtıcılar, kızılötesi ısı lambaları veya diğer onaylanmış yöntemler ile sağlanacaktır. Hiç bir durumda epoksi harçı belirlenen uygulama sonrası bakım süresi tamamlanmadan önce neme maruz kalmayacaktır. Çevredeki sertleşmiş beton yüzeylerine yayılan fazla epoxy reçinesi harçı sertleşmeden önce temizlenecektir.

(5) Sağlık ve Emniyet Önlemleri

Bütün karıştırma ve döküm işleri sırasında yüzü tam örten koruyucu maskeler, gereken şekilde kullanılacaktır.

İşlemlerde bütün işçiler koruyucu iş tulumu ve neopren kaplamalı eldivenler kullanacaktır.

İşlemler için uygun yapıda koruyucu deri kremleri kullanılacaktır.

Karıştırma, harmanlama ve döküm işlemlerinde seyyar göz yıkama vasıtaları temin edilecektir.

Bütün karıştırma ve döküm işlemlerinde uygun yangın söndürme sistemi temin edilecektir.

Karıştırma ve döküm işlemlerinin yapıldığı yere 15 m’den daha yakın mesafe içinde sigara içilmesi veya kıvılcım veya alev çıkaran cihaz kullanılması yasaktır.

Çözücü maddenin yanıcı veya ateşleyici herhangi bir vasıtaya, ekipmana veya makinaya 15 m den daha yakın bir mesafede karıştırılması, boşaltılması veya depolanması yasaktır.

Temizlenemeyecek olan kirlenmiş giyecekler her çalışma günü sonunda, onaylanmış bir yerde yakılacaktır.

Giyecekleri ve ekipmanı iş yerinde temizleme imkanları olacaktır. Zehirlenme, yangın ve muhtemel patlama problemlerini önlemek için temizlik işlerinde çözücü maddenin kullanılmasında çok dikkatli olunmalıdır. İşyerinde yeterli bir havalandırma sistemi temin edilmiş olacaktır.

33.3 Prefabrik Beton

Prefabrik yapı elemanları projelerde verilen veya İdare tarafından belirlenen detay, boyut ve toleranslarda inşa edilecektir. Tüm detaylar için TS EN 13369, “Öndökümlü beton mamuller - Genel kurallar” standardına başvurulmalıdır.

Beton bileşenleri, sınıfları, karışımları, dayanımları, genel kalite, deneyler, döküm ve betonun bakımı (kürü) bu şartnamede açıklandığı gibi olacaktır. Tamamlanmış elemanların yüzeyleri

düzgün, dolu ve keskin kenarlı ve çatlaksız olacak, renk bozukluğu, gözeneklenme, delikler, çapaklar, su izleri, tozlanma veya kalıp izleri bulunmayacaktır.

Prefabrik beton en az 14 gün sulanıp betonun bakımı (kürü) yapılacaktır. Batardo kirişleri ve kirişler, istenen 28 günlük dayanım değerinin en az % 75'ini kazanmadan yerinden hareket ettirilmeyecektir. Kirişler yalnız kaldırma kancalarından kaldırılacaktır.

Prefabrik elemanlar uygun bir şekilde hazırlanmış döküm sahalarında veya atölyede imal edilecek ve bakımı yapılacaktır. Nakliye ve montaj sırasında meydana gelebilecek hasarları önlemek için elemanların içine özel kaldırma tertibatı yerleştirilecektir. Yerine konduktan sonra meydana gelecek bu tip hasarlar tamir edilecektir.

34. PÜSKÜRTME BETONU

34.1 Genel

Basınçlı havayla püskürtülen harçlar ve püskürtme sıva, temel kaya ve geçirimsiz malzemenin kontak yüzeylerine veya kaya yüzeylerine tatbik edilecek olup, bu şartnamedeki şartlara göre yapılacaktır. Püskürtme sıva ve beton yer altında veya açıktaki kaya yüzeylerinin dayanımının arttırılmasında, şevlerin stabilitelerinin sağlanmasında ve başka ince kaplama gerektiren yerlerde kullanılacaktır. Püskürtme beton özellikleri TS EN 14487-1'ye uygun olacak ve uygulama işlemleri TS EN 14487-2'ye göre yapılacaktır.

34.2 Tanımlar

Püskürtme sıva (Ganayt): Çimento, kum ve su ile gerektiğinde katkı maddelerinden oluşan ve basınçlı hava ile yerine püskürtülen bir karışımdır. Genellikle ince koruyucu tabaka yapılmasında kullanılır.

Püskürtme Beton (şotkrit): Püskürtme sıva gibi püskürtülen ancak iri taneli agrega ile yapılan bir karışımdır. Techizatlı veya techizatsız yüzeylere uygulanabilir. Katkı maddesi olmaksızın da kullanılabilir.

Döküntü: Püskürtme beton veya püskürtme sıva tatbiki esnasında çarpıp sıçrayan karışım zerrecikleri olarak tanımlanır.

Meme (nozül): Püskürtme betonun püskürtüldüğü hortum ucuna takılan bir eklemedir.

Priz Hızlandırıcı: tatbik edilen püskürtme betonunun hızlı priz almasını sağlayan toz veya sıvı bir katkı maddesidir.

34.3 Malzemeler

34.3.1 Çimento

Tüm çimentolar TS EN 197-1 ve/veya ASTM C150, ASTM C595 standardının gereklerine uygun olacaktır.

34.3.2 Su

Püskürtme beton imalatında kullanılacak su TS EN 1008 kriterlerine uygun olacaktır.

34.3.3 Agrega

Püskürtme beton için gereken agrega onaylanmış bir ocaktan temin edilecek veya sert kayanın kırılmasıyla yapılmış beton agregası özelliklerini taşıyacaktır. Eğer kum, kaya parçalarının kırılması ile yapılmışsa ince yassı, iğnemsiz parçacıklar halinde ufalanan agregalar kullanılmayacaktır. Püskürtme beton için gerekli agreganın özellikleri genellikle beton agregasının özellikleri ile aynı olacaktır. Kum gradasyonu ASTM C 33'de belirtilen gradasyona

sahip olacak ve incelik modülü ise 2,3 ile 3,1 arasında bulunacaktır. Genel olarak ince agrega TS 706 EN 12620 ve/veya ASTM C33 standardına uyacaktır. Kil, tuf, kalsit, mika organik malzeme veya başka zararlı maddelerin mümkün olduğu kadar az olmalı ve hiçbir zaman aşağıdaki sınırları aşmaması gerekecektir.

Özellik	% ağırlığı olarak
Hafif agrega (TS EN 13055, ASTM C 330)	2
Kil toprakları ve eriyebilir parçacıklar (ASTM C 142)	1
Diğer zararlı maddeler (tuf, kalsit, mika vb.)	1

Bu zararlı maddelerin toplam miktarı % 3 den az olmalıdır. Kuru karışımda agreganın optimum nem miktarı taşıma elemanına bağlı olmakla birlikte bu oran genel olarak % 3 ila % 6 arasındadır. Bundan daha fazla olması topraklanmaya ve püskürtme makinası hortumunda tıkanmaya neden olur.

Karışım bileşenleri aşağıdaki gibi olacaktır.

Püskürtme sıva = Kum 0,1-1,5 mm ve 1.5-5 mm.

Püskürtme beton = Kum 0.1-1.5 mm ve 1.5-5 mm.

Çakıl 5-15 mm (ve muhtemelen 15-30)

34.4 Katkılar

Katkı maddeleri kuru karışımda makinaya direkt olarak ve ağırlık oranında ilave edilecektir. Santralden alınan yaş karışımda ise katkının toz ya da sıvı olmasına bağlı olarak karışımın hazırlanması sırasında veya püskürtme esnasında nozulun ucunda karıştırılacaktır. Özel çimento, priz hızlandırıcı madde, veya diğer katkıların kullanımları İdare'nin onayına bağlıdır.

Puzzolanik katkılar püskürtme betonda karışımın boyut dağılımını iyileştirmek, hidrolik bağlayıcı miktarını arttırmak ve böylece püskürtme betonun taze ve sertleşmiş durumdaki fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için İdare'nin izniyle kullanılabilirler. Puzzolanik madde olarak silika füme (mikro silika, silis dumanı) ve uçucu kül ve cüruf kullanılmaktadır.

Silika füme ya da mikro silika olarak adlandırılan bu katkı çok ince boyutlu (0.1 – 0.2 μm) ve dolayısıyla çok yüksek özgül yüzeye sahip (20 – 35 m^2/g), %85-90'ı amorf yapıdaki SiO_2 'den oluşan puzzolanik katkıdır. Silika füme, taze beton karışımının plastikleştirerek yapışkanlığını arttırmakta ve geri sıçrama oranını azalttığı gibi bir defada daha kalın tabaka oluşturmaya katkı getirir. Geri sıçrama oranını azalttığından daha az priz hızlandırıcı kullanılabilir. Betonun

işlenebilirliğini arttırdığından betonun pompalanması kolaylaşır. Erken ve nihai beton dayanımlarında artış getirir. Silika füme, içerikteki en küçük boşlukları bile doldurduğundan betonun geçirimsizliğini önemli ölçüde azaltır. Silika fümenin karışımdaki kullanım oranı İdare'nin onayı alındıktan sonra yaş karışımlarda %3-8 arasında önerilmektedir.

Uçucu kül, kömür yakılan termik santrallerin baca küllerinin toplanması ile elde edilen bu malzeme puzzolanik özelliklere sahip SiO_2 ve Al_2O_3 'den meydana gelen 1 – 150 μm arasındaki çapa sahip camsı taneciklerden oluşan tozdur. Katkı maddesi olarak kullanılan uçucu külün dane çapı 0,045 mm'den küçük, danelerin toplamı %40'dan az, reaktif SiO_2 miktarı %25'den fazla olmamalıdır (TS EN 450-1). TS EN 15167-1'e uygun öğütülmüş Yüksek Fırın Cürufu çimento inceliğine kadar öğütülerek, Portland çimentosunun sülfata dayanıklılığını arttırma özelliği nedeniyle kullanılabilirler.

34.4.1 Priz Hızlandırıcı Katkı Maddeleri

Püskürtme betonda priz hızlandırıcı olarak:

- a) Aluminatlı (alkali içeren)
- b) Alkali içermeyen
- c) Sodyum silikat

şeklindeki katkıları kullanılmaktadır.

Bu katkı maddeleri toz ya da sıvı olarak üretilmektedir. Toz katkıları kuru karışımda karışım pompaya verilirken, sıvı katkıları ise kuru ve ıslak karışımlarda meme ucunda karışıma ilave edilirler.

Alkali içeren katkıların priz hızlandırma etkileri çok fazla olmasına karşın pH değeri yüksek olduğundan deri ve solunum yollarında tahrişe sebep olmaktadır. İnsan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerinin fazla olması nedeniyle Alkali içermeyen priz hızlandırıcı katkıların kullanılması önerilmektedir. Sodyum silikat katkıları priz hızlandırıcı etkileri olmayıp sadece yapışkanlığı arttırırlar. Bu nedenle tünellerde uygulanması yasaklanmıştır. Alkali özelliği ve betonun dayanımını azaltma etkisi yoktur.

Priz hızlandırıcı katkı malzemeleri TS 934-5 ve/veya ASTM C1141 standardına uygun olacaktır. Priz hızlandırıcı katkı maddeleri kullanılan çimento ile uygunluk içerisinde olacaktır. Priz alma ve dayanım gelişimi ile ilgili gereken özelliklerin sağlanması için uygunluk, laboratuvar ve arazi deneyleri ile test edilecektir.

Kullanılacak dozaj laboratuvar testlerini müteakiben değerlendirilecektir. Bu dozaja yapılacak herhangi bir ilave, karışım dizaynındaki çimento muhtevasının kütlece %1'ini geçmeyecektir. Aşağı veya düşey püskürtme pozisyonlarında dozaj, gerekirse azaltılabilir. Priz hızlandırıcı katkı maddesini ilave etmek üzere otomatik aletler kullanılacaktır. Gerçek dozaj laboratuvar deneyleri ile karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırma testleri en az ayda bir kere yapılacaktır.

Yaş karışım yönteminde, geleneksel betonda olduğu gibi pompalanabilirliği iyileştirmek için su azaltıcı ve işlenebilirliği arttırıcı katkılar kullanılabilir. Akışkanlaştırıcı katkılar, karışımdaki tanecik yüzeylerini ince bir film tabakası olarak kaplayarak yağlanmayı arttırır, içerisindeki naftalin ise çimento danelerinin birbirini itmesini sağlar. İstenilen dayanım ve işlenebilirliğe bağlı olarak karışımda İdare'nin onayı ile 4-10 kg/m³ arasında kullanılır.

34.5 Teçhizat

Yüklenici kullanmayı teklif ettiği şotkrit makinalarının marka ve modellerini, şotkritleme işlemleri için gerekli bütün diğer teçhizatla birlikte ve bu çeşit teçhizat işyerine sevk edilmeden önce İdare'ye bildirilecektir. Bütün teçhizatın İdare tarafından kabul edilmesi gerekmektedir. Yapılacak işlerin inşaatı sırasında püskürtme betonu hazırlamak, karıştırmak ve dökmek için gerekli bütün teçhizat daima temiz ve iyi işler halde muhafaza edilecektir.

Püskürtme beton makineleri kazıda ve diğer işlemlerde en az gecikmeye sebep olacak ve en uygun kapasiteye sahip olacaktır. Teçhizat, priz hızlandırıcı katkının dökümden hemen önce ve uygun şekilde karıştırılabileceği nitelikte olacaktır. Yüklenici makinarya teçhizat imalatçısının belirttiği ve İdare'nin istediği şekilde gerekli hava ve su tesisatını temin edecektir.

Püskürtme beton teçhizatı İdare'nin kanaatine göre işleme sırasında yetersiz duruma geldiği takdirde, Yüklenici hataya çare bulacak veya teçhizatı yeniliyecektir. Yüklenici bu şartı yerine getiremezse, o zaman İdare kendi direktiflerine uyuluncaya kadar püskürtme betonu durduracaktır. Kazının devam ettiği bütün sahalarda Yüklenici, burada belirtildiği şekilde, herhangi bir yüze şotkrit tatbiki için yeterli teçhizatı temin edecektir. Kazı yüzeyinin muhafazası için, şotkrit tatbik edilen sahalarda Yüklenici kazıdan önce en az bir tam şotkrit ünitesini hazır bulunduracaktır.

34.6 İşçilik Kalitesi

Püskürtme beton işini yapan işçiler daha önceden kaba agregalı püskürtme beton tatbikinde tecrübeli olacaklar veya bu çeşit tecrübesi olan bir formen veya öğreticinin yakın nezareti altında çalışacaklardır. Her ekip, şotkrit işine başlamadan önce, İdare'nin talebi üzerine düşey veya tavana yapılan deney plakalarına şotkrit tatbikinde kabul edilebilir ustalıkları olduğunu gösterecekler ve

sertifikalandırılacaktır. Ayrıca püskürtücü ustalara ve operatörlere uygulanacak proje hakkında; kaya/zemin koşulları, püskürtme beton kalınlığı, donatı detayı, kaç tabaka olarak püskürtüleceği konularında gerekli bilgilendirme yapılacaktır.

Bu madde gereğince; kabul edilebilir püskürtme beton, içinde fazlaca döküntü bulunmayan ve tabakalar arasındaki yapışmada görünür bir zayıflık olmayan koyu ve uniform bir betondan ibaret olacaktır.

Püskürtücüler püskürtme betonu uniform bir devamlılıkta ve en sulu fakat akmayacak kıvamda püskürteceklerdir. Akan malzemenin kaplanacak yüzeyde mümkün olduğu kadar dik açılarda çarpmasını temin için hortum önceden kararlaştırılmış bir mesafe ve pozisyonda tutulacaktır. Bitirilmiş işte döküntü veya agrega boşlukları bulunmasına izin verilmeyecektir.

34.7 Ekipman

Uygulanan metod malzeme ve teknik açıdan tamamen gelişmiş olacak işin bütün gereklerine uygun olacak, yalnız modern ekipman kullanılacak ve İdare'nin onayı alınacaktır. Uygun yedek ekipman ve yeterli yedek parça her zaman için kullanıma, hazır bulunacaktır.

Standart karıştırıcı: Döner karıştırıcı kum-çimento kuru karışımını gerekli zamanda ve düzenli olarak sağlayacak bir kapasiteye sahip olacaktır.

Tabanca:

Havalı karıştırma ve basma aleti düşey çift hazneli veya kabul edilebilir başka bir tipte olacaktır. Düşey çift hazneli tip, üstteki hazneye yeni malzeme yüklenirken yapılırken aşağıdaki hazne ikmal hortumuna devamlı olarak gerekli malzemeyi verecek kapasitede olacaktır. Alet her zaman iyi vaziyette olacak mümkün olduğu kadar sık temizlenecektir.

Hortum:

Gerekli çalışıma basıncına dayanabilecek şekilde takviye edilmiş ve istenilen miktarda malzeme taşıyabilecek büyüklükte olacaktır.

Püskürtücü:

İçinde delikli su vericisi olan ve malzeme içine eşit olarak su dağıtan ön karıştırma tipinde veya onaylanan başka bir tipte olacaktır.

Hava kompresörü :

Standart tipte olacak, hortumun en uzun olduğu zaman bile yeterli havayı ve basıncı sağlayabilen, kesintisiz çalışan bir tipte olacaktır. Kompresör kapasitesinin tayin edilmesinde temizleme ve püskürtme sırasında tüketilen havada göz önüne alınacaktır. Havaya yağ karıştırarak kirleten tipler kesinlikle kullanılmayacaktır.

Su Pompası :

Hortumun en uzun olduğu sürede bile yeterli su ve basıncı sağlayacak kapasitede olacaktır. Su basıncının püskürtme için gereken en yüksek hava basıncından 1 kg/cm^2 daha fazla olması sağlanacaktır.

Yukarıda bahsedilen hususlar püskürtme sıva ve püskürtme, beton'un kuru karışım esasına göre gerekli ekipmanı göstermektedir. Günümüzde daha çok uygulanan yaş karışımda ise aşağıdaki ekipman devreye girmektedir.

Beton Santrali:

Püskürtme sıva ve Püskürtme beton'un hazırlanması için iş yerinde bir beton santrali tesis edilir ve karışım bu santralde yapılır.

Transmikser:

Yaş karışımı santralden alarak iş başına götürür.

Püskürtme Beton Pompası (Şotkrit Pompası):

Pompa haznesine dökülen karışımı hidrolik sistem basınca dayanıklı borular vasıtası ile nozula iletir.

Sıvı Katkı Tankları:

Püskürtme sıva veya Püskürtme beton'a katılacak olan katkı malzemesi sıvı halde tanklarla iş başında bulundurulur ve nuzulun ucunda karışıma katılır.

34.8 Püskürtme Beton (Şotkrit) Yapılması

Püskürtme beton burada belirtildiği şekilde çimento- agrega su ve kabul edilen katkılardan meydana gelecektir. Agreganın Optimum nem miktarı, taşıma ekipmanının cinsine bağlıdır. Fakat genel olarak bu oran % 3 ila % 6 arasındadır. Şotkrit için kullanılacak hava da temiz olacak ve yağ bulunmayacaktır. İdarenin gerekli gördüğü yerlerde şotkrite sigunit veya kabul edilmiş benzeri priz hızlandırıcı katkı ilave edilecektir. Yüklenici, İdare'nin tasdik ettiği TS EN 934-5 ve/ veya ASTM C 1141 şartlarına uygun olan katkılar kullanılabilir.

(a) Çimento ve Su

Püskürtme betonu için kullanılacak çimento ve su teknik şartlara uygun olacaktır. Karışımda kullanılacak olan bağlayıcı miktarı (Portland Çimentosu + Mineral Katkılar) en az 350 kg/m^3 olacaktır.

(b) Agrega

Püskürtme betonu için kullanılacak agrega teknik şartlara uygun olacaktır. Genel olarak, granülometri aşağıdaki Çizelgede verilmiş olmakta birlikte en uygun dereceleme şantiyede İdare'nin onayıyla Yüklenici tarafından yapılacak tecrübeler sonunda bulunacak ve tatbik edilecektir.

Elek Göz Açıklığı, mm	Elekten Geçen Malzeme % (Kütlece)
20	100
15	95 – 60
9,5	85 – 50
4,76	75 – 30
1,19	60 – 10
0,30	30 – 4

c) Katkılar

Yüklenici İdare'nin yazılı ve peşinen tasvip etmesi şartı ile püskürtme betonu içinde hava katkı malzemesi kullanabilir.

d) Çelik Kafes Teli

Kullanılacak çelik kafes teli TS 4559 standardına veya TS EN ISO 15630-2 standardına uygun olarak imal edilmiş olacaktır. Göz açıklıkları 10-15 cm genişlikte ve tel kalınlığı 2 -5 mm olacaktır.

e) Karışım Oranları

Şotkrit, için kullanılacak beton ve harçın karışım oranları İdare'nin nezdinde Yüklenici tarafından şotkrit üzerinde yapılan testlerin sonucuna göre İdare tarafından tesbit edilecektir

Karışım oranları için alınabilecek ilk değerler aşağıdaki Çizelgede gösterilmiştir. Püskürtme beton tasarım çalışmaları ve uygulamalarında ACI kriterleri de dikkate alınabilir. Eğer İdare bu oranlara uymayan bir karışım oranı tespit ederse birim fiyatta herhangi bir değişiklik olmayacaktır.

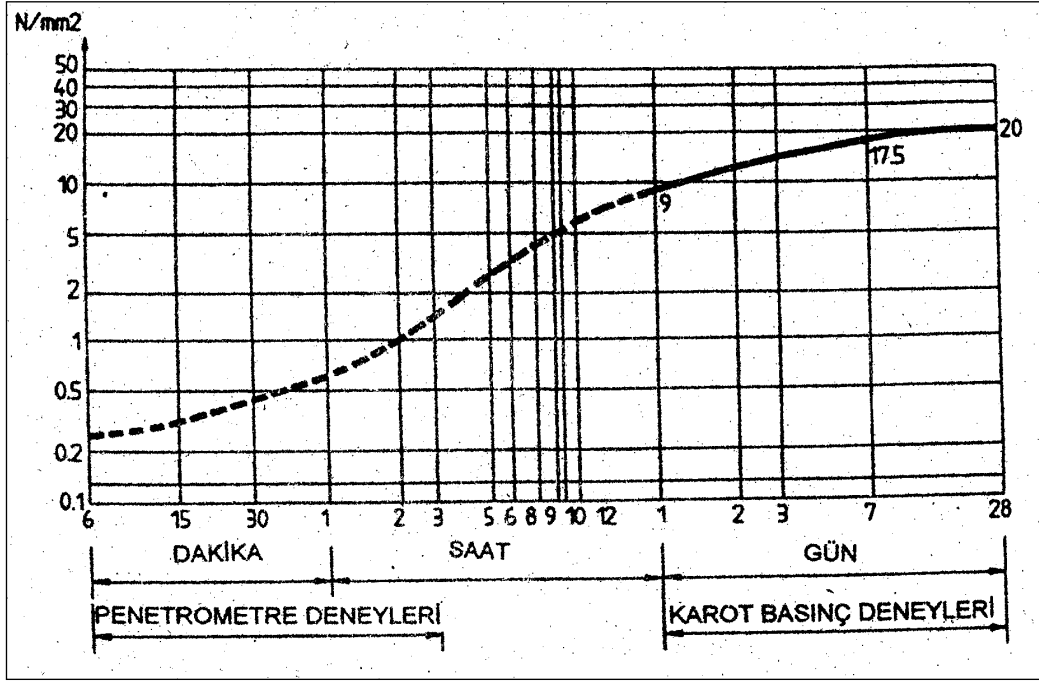
Çimento (En az) 350 kg/m³

Su-Çimento oranı 0,40-0,50

34.8 Priz Alma Dayanımının Arttırılması

Yerinde uygulanan püskürtme betonuna ait priz alma ve dayanım şartlarını karşılaştırmak için priz hızlandırıcı katkı maddeleri kullanılacaktır. Priz hızlandırıcı katkı maddeleri için dozaj tayini deneyleri yapılacaktır. Püskürtme betonunun yerindeki basınç dayanımı şekil 5'te belirtilen minimum şartlara göre gelişme göstererek son dayanımına ulaşacaktır. Uygunluk deneylerindeki dayanım değeri, belirtilen yerindeki dayanımı 1/0.85 (=1.18)'lik bir faktörle çarpılarak bulunacaktır.

Püskürtme betonun 28 günlük dayanımı asgari 20 N/mm² olacaktır. Püskürtme betonunun basınç dayanımındaki artış, şekilde gösterildiği üzere, 1. gün sonunda en az 9,0 MPa, 7. gün sonunda en az 17,5 MPa olacak şekilde seyredecektir.



Şekil 5: Püskürtme betonunda basınç dayanımı artışı

34.9 Yüzey Hazırlanması

Kazıdan hemen sonraki yüzeylere Püskürtme beton tatbik edileceği Zaman, yüzeyler İdare'nin, istediği şekilde en az düzeltme ile ve daha sonra temiz suyla veya hava ile temizlenerek hazırlanacaktır. Püskürtme beton tatbik edileceğinde, bütün yüzeyler yaş, temiz ve döküntüsüz olacaktır. Bütün diğer şotkritleme sırasında. muameleye tabi tutulacak yüzeyler bütün kir izlerinden çamur, çöp, yağ, serbest haldeki tanecikler, döküntü veya serbest haldeki kaya ve diğer zararlı maddelerden temizlenmeleri için basınçlı hava veya su veya İdare'nin kabul ettiği diğer vasıtalar kullanılacaktır. Yüzeyler püskürtme beton tatbikine kadar nemli olarak muhafaza edilecektir.

Püskürtme betonun döküleceği kayadan su akıyorsa ve bu suyu sadece şotkritleme ile kesmek mümkün değilse, su bu sahadan tıkamak veya borularla bir kanala almak veya başka kabul edilmiş vasıtalarla. hidrostatik basıncı düşürülecek veya kayma dolayısı ile şotkritin müteessir olmayacağı şekilde boşaltılacaktır. Bir sonraki Püskürtme beton tabakası ile kaplanacak olan bir Püskürtme beton tabakası, önce başlangıç donmasına bırakılacak ve bütün yabancı maddeden ve gevşek haldeki malzeme, pislik veya diğer zararlı maddeler ve döküntü süpürülecek, yıkanacak veya İdare'nin kabul ettiği başka vasıtalarla temizlenecektir.

Yüzeylerin hazırlanması sırasında herhangi bir zamanda, İdare deneme amacıyla herhangi bir yere Yüklenici'den püskürtme beton tatbik etmesini isteyebilir.

34.10 Taşıma

Yeraltında püskürtme betonu taşınmasında, egzoz filtreleri takılmış beton taşıma araçları (mikserler) kullanılacaktır.

34.11 Karıştırma ve Uygulaması

Püskürtme beton tatbikinden önce Yüklenici yüzeydeki bütün gevşek kaya parçalarını ve zararlı bütün maddeleri kaldıracak ve şayet herhangi bir su sızıntısı görülürse gerekli önlemleri alarak mesela çabuk priz yapan malzemeler kullanmak suretiyle veya suyun akımını kanalıze etmek için dren boruları yerleştirme gibi önlemlerle suyun yüzeye akımını önlemiş olacaktır.

Püskürtme beton kaplama kalınlığı takriben ortalama 5-8 cm aralığında olacaktır. Minimum kalınlık bu değerin % 70' inden daha küçük olmalı kaya çıkıntılarının bulunduğu kısımlarda da kalınlık hiçbir zaman 5 cm'nin altına düşmemelidir.

Yüklenici, Püskürtme beton tatbikinden önce kayalara yerleştirilmiş ankraj çubuklarına tesbit etmek suretiyle çelik tel kafes'te yerleştirecektir. Çok kalın olması sebebiyle düşme ihtimali olan Püskürtme beton tabakaları iki veya daha fazla tabaka halinde tatbik edilecektir. Düşey yüzlere veya tavana 5 cm veya daha fazla kalınlıkta püskürtme beton yapılması gerektiğinde, kaymayı önlemek için püskürtme beton kalınlığı en fazla 2,5 cm olan 2 veya daha fazla kat halinde uygulanacaktır. Yatay veya yataya çok yakın yüzeylerde tek bir tabaka kalınlığı 2,5 cm'den 8 cm'ye kadar değişebilir.

Birden fazla tabaka yapıldığı zamanlarda tatbikat süreleri arasında 30-60 dakika kadar fasıla bulunacaktır. Bu süre dökülmeyi önlemek için yeterlidir. Bir önceki tabaka tam prizlenerek üzerinde jelatinimsi bir tabaka meydana gelmeden bir sonraki tabakanın yapımı başlayacaktır. Sıçrayan malzeme yeni tabakanın tatbikinden önce kaldırılacaktır. Açık havadaki püskürtme betonu tatbikinde püskürtücü uç, yüzeye takriben 0,7 m mesafe tutulacak ve böylece malzemenin kaya yüzeyine mümkün mertebe dik olarak tatbiki sağlanmış olacaktır.

Püskürtme betonu tatbikinin tamamlanmasından sonra Yüklenici, Püskürtme betonu tabakası dışında yüzeye bulaşmış beton artıklarını dikkatle temizleyecektir. Püskürtme betonu kaplama işleri soğuk ve yağışlı mevsimler dışında yapılacaktır. Püskürtme betonu tatbikini müteakip betonun rutubetini muhafaza edebilmek için Yüklenici uygun şekilde betonu 10 gün süre ile koruyacaktır.

Püskürtme betonu malzemesi karıştırılmadan önce hassasiyetle tartılarak ayrılmalıdır. Kuru karışım, agrega, döküm teçizatına konulmadan önce, su katılmaksızın tamamıyla karıştırılacaktır. Çimento, püskürtme betonun tatbikinden ancak 1/2 saat önce katılmalıdır. Çimentonun katılmasını müteakip 1/2 saat içinde kullanılmayan karışımlar atılacaktır. Priz hızlandırıcı katkı oranı hassasiyetle tesbit edilecektir. Püskürtme betonunun, kılavuz çıkıntıları hariç olmak üzere bütün yeraltı kazılarda ve galerilerinde kazıdan hemen sonra yüzeylere tatbik edilecektir. Zayıf formasyonlarda tabaka hareketlerinin oluşmasına izin vermeden kısa süre içinde püskürtme işlemi yapılmalıdır.

Püskürtme betonu, patlamadan sonra., 4 saat içinde daimi takviye sistemlerinin tesisinden ve daha sonraki sondaj safhasına geçilmesinden önce tatbik edilmelidir. Püskürtme betonunun en az gecikmeyle tatbik edilmesi amacı ile Yüklenici her yeraltı kazısı olan sahada patlamadan önce yeterli miktarda ve iyi çalışır durumda Püskürtme betonu teçizatı ile yeterli malzeme bulduracaktır.

İdare'nin kanaatine göre, gerekli görülen yerlerde bu şartname hükümlerini karşılayacak yeterlikte Püskürtme betonu teçizatı hazır değilse o yerde hiçbir şekilde kazı yapılmayacaktır. Püskürtme betonu'nun, yer üstü yüzeylerinde kazı yüzeyinin bozulmasını önlemek için tatbik edilmesi gerektiği yerlerde, Püskürtme betonu hemen kazıdan sonra mümkün mertebe çabuk tatbik edilecek ve hiçbir zaman Püskürtme betonundan önce kazı yüzeyi kuru hale gelmeyecektir. Yüklenici, kazı yüzeylerini 4 saat içinde Püskürtme betonu ile kaplayacak ve İdare'nin istediği şekilde zaman zaman molozun kaldırılması ile meydana çıkan ilave kısımları da Püskürtme betonu'yla kaplayacaktır. Yüzey bütünü ile burada belirtildiği gibi Püskürtme betonu ile kaplanıncaya kadar Yüklenici bir kaya yüzeyinden molozun kaldırılması işlemini durdurmayacaktır. Yüklenici işlerini, kazıdan 16 saat sonra bu şekilde Püskürtme betonu muhafazası yapılmamış hiçbir açık yüzey kalmayacak şekilde programlayacaktır.

İdare'nin tasvibi olmaksızın hiçbir yüzeye Püskürtme betonu tatbiki yapılmayacaktır. Yüklenici herhangi bir yüzeyin acilen Püskürtme betonu yapılması gerektiğini düşünüyorsa, derhal yüzeyi muayene ederek hemen bir karara varacak olan İdare'yi haberdar edecektir.

İdare kendi kanaatince, hava şartlarını Püskürtme betonu için uygun bulmuyorsa ve Püskürtme betonu'nun hasara uğramaması için yeterli derecede bakımı yapılıncaya kadar çalışılan saha uygun şekilde muhafaza edilmediği takdirde yer üstü zeminlerinde şotkitleme yapılmayacaktır.

Yüklenici çalışma yöntemlerini ve işlemlerini İdare'nin uygun bulacağı gibi aşağıdaki şartları temin edecek şekilde geliştirilmelidir.

- a) Asgari miktarda döküntü bulunacaktır.
- b) Bitmiş şokritte döküntü bulunmayacaktır.
- c) Şotkrit içinde boşluklar bulunmayacaktır.
- d) Büzülmeden dolayı meydana gelecek çatlaklar en az hadde olacaktır.
- e) Şotkritin kaya yüzeyine veya diğer yüzeylere iyice yapışması sağlanacaktır.

Hortumun ucundan malzemenin akışı devamlı ve uniform şekilde ve herhangi belli bir saha üzerinde tatbiki. de yine uniform şekilde olacaktır. Tümsekler, kum çıkıntıları, ıslak sahalar veya diğer hatalı kısımlar burada belirtildiği şekilde çıkarılacak ve düzeltilecektir.

Herhangi bir sahada püskürtme betonu işlemine başlanırken Yüklenici İdare ile sıkı işbirliği yapacak ve başlangıçtaki tatbikin bir parçası olarak, en az döküntü yapan en iyi evsafa Püskürtme betonu yapımı için tatbik usulleri koyacaktır. Bu yöntemlerin tespitine, bir kaya parçası üzerinde veya tünelin belli bir kısmında İdare'nin talep edeceği kalınlıkları ve kabul edilebilir yüzeyleri verecek şekilde hortum başlığında akacak malzeme miktarında ve istenildiği takdirde karışımında yapılacak ufak değişiklikler de dahildir. Hortum başlığından çıkacak püskürtme betonu miktarı çizimlerde gösterilen veya İdare'nin talep edeceği ortalama kalınlıklar esas alınarak ve döküntü hesaba katılmak suretiyle tayin edilecektir. Bir kere Püskürtme betonu tatbiki ile ilgili yöntemler tespit edildikten sonra bundan sonra yapılacak işler ona göre yürütülecektir.

İdare talep ettiği zaman herhangi bir yerdeki tabaka kalınlığı, ya kaya yüzeyine püskürtme betonu'ndan önce uzunluğu bilinen iğneler yerleştirip şotkritlemeden hemen sonra yoklamak suretiyle veya İdare'nin kabul ettiği başka araçlarla ölçülecektir.

Yeraltı boşluklarının tavan kısımları hairiç olmak üzere düşey veya dik eğimli yüzeylerin püskürtme betonu tabakası bütün yüzey örtülünceye kadar yatay şeritler halinde genişletilecektir. Püskürtme betonu yapılmayacak olan, püskürtme betonu'yla kaplanmış sahaların kenarları ile İdare'nin istediği yerler, İdare'nin uygun göreceği şekilde temîz muntazam hatlar halinde ve bitişik yüzeyle 45° 'lik meyil teşkil edecek tarzda şekillendirilecektir. Üzeri püskürtme betonu'yla kaplanacak kayada drenaj deliklerinin açılmış bulunduğu ve aletlerin yerleştirildiği kısımlarca Yüklenici bu deliklerin tıkanmasına ve aletlerin hasara uğramasına mani olmak için gerekli önlemleri alacaktır.

Mevcut bulunan yapıların yakınında püskürtme betonu yapılacağı zaman Yüklenici yapılara zarar gelmemesini temin edecek ve püskürtme betonu'ndan önce yapıların yüzeylerini muhafaza altına alacaktır.

34.11.1 Kuru Püskürtme Beton Uygulaması

Çimento ve agrega belirtilen ve dizayn edilen oranlarda harmanlanacaktır. Ölçü kütlege yapılacaktır. Harmanlama sırasında tüm agrega. % 7'yi geçmeyen sabit bir nem muhtevasını haiz olacak şekilde kurutulacaktır.

Çimento ve agreganın karıştırılması mekanik olarak yapılacaktır. Karıştırma zamanından sonra doksan (90) dakikalık bir süre içerisinde uygulaması tamamlanamayan püskürtme betonu kullanılmayacaktır. Bu süre, özellikle yüksek hava sıcaklığı ve yüksek nemlilik arz eden mevsimlerde mümkün mertebe kısa tutulacaktır.

Karıştırma süresi 3 dakikadan az olmayacaktır. Karıştırma tarihi, zamanı, dizayn karışım numarası, miktar, teslim yeri, teslim zamanı ve püskürtmenin tamamlanma zamanını kaydetmek üzere bir teslim kayıt sistemi geliştirilecektir. Teslim kayıtları onay için İdare'ye verilecektir.

Kuru uygulamada, toz veya sıvı tipteki priz hızlandırıcı katkı maddeleri kuru karışıma ilave edilecektir. Toz tipi priz hızlandırıcısı mekanik bir alet (dağıtıcı) kanalıyla, kuru karışımın püskürtme betonu makinesine girmesinden hemen önce oranlanıp katılacaktır. Sıvı tipi priz hızlandırıcısı özel bir pompa vasıtasıyla püskürtme memesinde veya yakınında, kuru karışıma ilave edilecektir. Dozaj pompası ile memeye bağlantı hortumları iyi şartlarda tutulacaktır.

Soğuk havalarda, sıcaklığa bağlı olarak, suyun veya agreganın veya her ikisinin ısıtılmasıyla püskürtme betonunun priz alma özelliklerinin sürdürülmesi için önlemler alınacaktır. TS 1248'deki şartlar uygulanacaktır.

Sıcak havalarda kuru püskürtme betonu uygulamasında. püskürtme betonu makinesinin rotorundaki çimento kaybını önlemek için agreganın su muhtevası %4'ün üzerinde tutulacaktır.

34.11.2 Yaş Püskürtme Beton Uygulaması

Yaş püskürtme betonu uygulamasında sadece sıvı tipi priz hızlandırıcı katkı maddesi kullanılacaktır. Bunlar püskürtme borusu memesinde veya yakınında ilave edilen katkı miktarının, beton pompası çıkış miktarına orantılı olması kontrol edilecektir. Püskürtme memesi, ıslak karışım ile priz hızlandırıcısının homojen olarak karıştırılmasını temin edecek şekilde olmalıdır.

34.12 Kalite Kontrol ve Deneyler

Üretim süreci, uygulama şekli ve yöntemleri açısından bir takım farklılıklar bulunsa da püskürtme beton esas itibarıyla bir malzeme olarak betondur. Bu nedenle püskürtme betonda uygulanan kalite kontrol ilkeleri bazı noktalar dışında normal betonda uygulanan benzer süreç ve yöntemleri kapsamaktadır. Buna rağmen, geleneksel betondan farklılıklar ortaya koyan şu konular öne çıkmaktadır;

- Özellikle kuru püskürtme yönteminde kullanılan ekipmanlar çalışma prensibi açısından farklılıklar taşımaktadır. Bu nedenle karışımın bileşenlerinde farklılıklar söz konusudur.

Örneğin kuru püskürtme yönteminde karşımın içediğı çimento miktarı daha fazla, agreganın en büyük dane boyutu 8-12 mm gibi sınırlı, ince boyutlu dane miktarının oranı ise normal betondakinden daha fazladır.

- Yerleştirme şekli açısından püskürtme beton kalıp gerektirmeyen bir yöntemdir. Bu uygulama, betonun basınçlı hava ile yüzeye püskürtülmesi, karışma katılan priz hızlandırıcı malzemelerin vasıtasıyla çok kısa sürede priz alması ve yerleştirildikten sonraki ilk dakikalarda dayanım kazanmaya başlaması ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle yerleştirildikten hemen sonraki sürelerdeki dayanımlarının bilinmesi ve takip edilmesi önem kazanmaktadır. Bu dayanım değerlerinin belirlenmesinde farklı yöntem ve araçlar kullanılmaktadır.
- Priz hızlandırıcı katkı maddelerinin püskürtme betona erken dayanım kazandırma özelliğinin yanı sıra betonun nihai dayanımları üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu durum priz hızlandırıcılarda madalyonun diğer yüzü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle püskürtme betona katılan priz hızlandırıcı miktarının erken dayanım ve nihai dayanım açısından optimum olan miktarının üzerine çıkılmasından kaçınılmalıdır. Bu ise uygulamada devamlı takip edilmesi gereken bir konudur.
- Yine kuru püskürtme yönteminde karışma ilave edilen su miktarı operatör tarafından ayarlandığından "su/çimento" oranı operatörün deneyim ve ustalığına bağlıdır. Dayanımlar üzerinde en fazla etkisi bulunan bu büyüklüğe "işçilik" faktörü girmektedir.
- Püskürtme beton uygulamasının doğasında "geri sıçrama" olgusu bulunmaktadır. Bu oranın büyüklüğü ölçüsünde, yerindeki püskürtme beton bileşiminin karakteri farklılaşmakta ve bunun da doğal bir sonucu olarak yerindeki püskürtme betonun mekanik özellikleri değişmektedir. Bu nedenle, püskürtme betonun hedeflenen kalitesi açısından geri sıçrama oranı dikkate alınmak zorundadır. Bu yüzden üretim sırasında öngörülen geri sıçrama miktarı ve bunun püskürtme betonun fiziksel ve mekanik büyüklüklerine olan etkilerinin denetlenmesi gerekmektedir. Geri sıçramanın kontrol altında tutulması sadece teknik açıdan değil, ekonomik açıdan da bir zorunluluktur.
- Normal betonda dayanım testleri küp örnekler üzerinde yapılmaktadır. Deneylerin bu şekilde standart boyuttaki örnekler yapılması işçilikten kaynaklanacak hataları minimize etmektedir. Oysa panellere püskürtülerek yerleştirilen püskürtme beton malzemedan veya yerindeki püskürtme betondan alınan karotlar üzerinde yapılmaktadır. Bu süreç çok fazla sayıda aşama içermekte ve işlemler işçilikten kaynaklanacak hataları artırıcı yöndedir. Dolayısıyla karotların alınması, deneylerin yapılması ve değerlendirilmesi sırasında daha fazla özen gerekmektedir. Püskürtme beton teknolojisinde kalite kontrol çalışmaları kapsamında, yukarıda sıralanan hususlardan ötürü ek şu çalışmalar yürütülmektedir:

- *Püskürtme beton operatörünü eğitilmesi ve ehliyetlendirilmesi; ACI 506.3R bu konuda hazırlanmış püskürtme beton ehliyet standardı olup farklı kurumlar tarafından bu hususta benzer standartların kullanılması.*
- *Püskürtme betonu uygulama öncesinde uzun süren deneme karışımları ve deneme püskürtme uygulama çalışmaları yapılması.*
- *Katkı dozlama sistemleri kalibre edilmeli ve sürekli kontrol altında tutulmalıdır.*
- *Püskürtme betonun erken dayanımları belirlenmelidir.*

Püskürtme betonun üretim öncesi deneme çalışmaları, üretimi, püskürtülerek yerleştirilmesi ve sonrasında yerindeki taşıyıcılık performansı kalite kontrol prosedürlerine tabi olmaktadır. Kalite kontrolü esas olarak, kullanılan malzemeler ve üretilen nihai ürünün teknik şartnameleri ve standardında belirtilen kriterlere uygunluğunun denetlenmesi amacıyla yapılan işlem, karar ve belgeleme süreçlerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Püskürtme betonda kalite kontrol işlemleri süreç, sıklık ve kapsam açısından şu şekilde ele alınacaktır;

- **Kalite kontrol işlemleri**

- I. Süreç açısından; Üretim öncesi malzeme uygunluk testleri, üretim başlangıcı sırasındaki uygunluk (deneme) testleri, üretim sırasındaki uygunluk (rutin) testler,
 - II. Sıklık açısından; Az, orta ve fazla sıklıkta,
 - III. Kapsam açısından; Bileşenlerin uygunluğu, karışımın (taze beton) uygunluğu, Sertleşmiş betonun erken dönem (< 24 saat) ve nihai dönemdeki (28, 56, 90 gün) uygunluğu, karıştırma ve püskürtme ekipmanlarının üretim süreci sırasında belirtilen aralıklarda kalibrasyonun yapılması.
 - IV. Testi yapan kuruluş açısından; Üretici, İdare ve bağımsız kuruluşlar tarafından yapılan testler.
- Bu işlemler Çizelge 34-1’de özetlenmiş olup Çizelge 34-2, Çizelge 34-3 ve Çizelge 34-4’de daha ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

Çizelge 34.1 - Püskürtme Betonda Uygulanan Kalite Kontrol İşleri Genel Şeması

Kontrol	Üretici			Yapımcı (Şantiye)		
	Öncül Testler	İmalat Kontrol	Bağımsız Kuruluş	Üretim Öncesi	Üretim Kontrolü	Yapısal Testler
Bileşen Malzemeler	√	√	√	√	√	-
Beton Karışımı + Püskürtülmüş Malzeme	Hazır Kuru Kaşımda Bağımsız Kuruluş Kontrolü			Erken dönem testler	Dar kapsamlı testler	Gerekirse
	Hazır Betonda Standartlara (EN 206) göre üretim Kontrolü			√	√	
Karıştırma ve püskürtme ekipmanlarının Kalibrasyonu	Bağımsız Kuruluş Kabul Testi Sonuçları			Oto kontrol		-

Püskürtme betonda kullanılan bileşen malzemelerin (çimento, su, agrega, uçucu kül, silis dumanı, yüksek fırın cürufu gibi ilave bağlayıcılar, priz hızlandırıcı ve işlenebilirliği düzenleyen katkılar) standart ve şartnamelerde verilen özelliklere uygunluğu açısından yapılan testleri kapsamaktadır. Bu testlerde kontrol edilecek özelliklerin kriterleri önceki bölümlerde yer alan bilgi föylerinde detaylı olarak ele alınmıştır.

Bu aşamadan sonra karışım testleri yapılmaktadır. Bu testlerin kapsamında, uygulamada kullanılacak olan püskürtme beton karışımının önce laboratuvar ortamında ve sonra da şantiye koşullarında üretilmesi, üzerinde fiziksel ve mekanik deneylerin yapılması işleri bulunmaktadır. Deneyler, uygulamanın tipine göre, projede öngörülen sıklık ölçüsüne göre yapılmaktadır.

Uygulama öncesi testler çerçevesinde, karışım büyük ölçekte; yani karıştırma santralında üretilmekte ve uygulama yeri koşullarına benzer koşullarda ön deneme püskürtme çalışmaları yapılmaktadır. Uygulama öncesi testler, yapılacak uygulama koşulları ile ilgili olmalı fakat asla uygulama yapılacak yerde yapılmamalıdır. Bu testlerdeki amaç; üretilen püskürtme betonun, işlenebilirlik ve püskürtülebilme performansının gözlenmesi, geri sıçrama miktarının belirlenmesi, taze ve sertleşmiş durumundaki fiziksel ve mekanik deneylerinin yapılarak şartname veya standartlara uygunluğunun belirlenmesidir. Hızlandırıcı kullanımının söz konusu olduğu durumda bağlayıcı oranı farklı olan iki karışım hazırlanması ve teste tabi tutulması, gerekmesi halinde de bağlayıcı oranının 20 kg/m³ miktarlarındaki kademelerde değiştirilerek deneylerin tekrarlanması önerilmektedir. Ayrıca hızlandırıcının yol açacağı dayanım kaybını belirleyebilmek için deneyler aynı bileşimde fakat hızlandırıcı içermeyen kontrol karışımı üzerinde de yapılmalıdır. Bileşen maddelerinden herhangi birinin değiştirilmesi durumunda bu deneyler tekrarlanmalıdır, Çizelge 34-3 ve Çizelge 34-4.

Uygunluk testleri; mühendislik yapısının gerçekleştirilmesi süreci boyunca, üretilen püskürtme betonun belirtilen kriterler çerçevesinde istenilen dayanımı karşılayıp karşılamadığını ve uygun özellikte üretildiğinin kanıtlanması işlerini kapsar. Bu testler bire bir uygulama ölçeğinde ve uygulama süresi boyunca, Çizelge 34-3 ve Çizelge 34-4’de belirtilen sıklıkta yapılmaktadır. Basınç dayanımı için uygunluk ölçütü aşağıdaki çizelge 34-5’de gösterilmiştir.

Çizelge 34-2 Uygunluk Testlerinde Kabul Ölçütleri

Gruptaki Deney Sayısı, “n”	Ölçüt 1	Ölçüt 2
	Ortalama Değer- \bar{X}_n , MPa	Tek Değer- X_i , MPa
En az 15	$\geq f_k + 1,48 s$	$\geq f_k - 4$
3	$\geq f_k + 4$	$\geq f_k - 4$

f_k : Karakteristik Basınç Dayanımı
s: Standart Sapma

Sınıf Tanımlama Testleri, belirli bir hacimdeki karışımın toplam (öngörülen) üretime uygunluğunu göstermeye yarar. Belirli bir püskürtme beton hacmi için yapılan “n” sayıda test sonuçlarının Çizelge 34-6’da verilen kriterleri karşılaması durumunda gerçekleştirilen üretimin istatistiksel olarak toplam üretime ait olduğu kabul edilir.

Çizelge 34-3 Sınıf Tanımlamada Kabul Kriterleri (ACS, 2006)

Gruptaki Deney Sayısı, “n”	Ölçüt 1	Ölçüt 2
	Ortalama Değer \bar{f} , MPa	Tek Değer, f_i , MPa
5-6	$\geq f_k + 2$	$\geq f_k - 4$
2-4	$\geq f_k + 1$	$\geq f_k - 4$
1	Uygulanmaz	$\geq f_k - 4$

Karıştırma / dozlama ölçüm sistemlerinin muayenesi, belirli sürelerde özellikle bağımsız kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir.

• Laboratuvar ve Arazi Deneyleri

Karışım bileşenlerinin uygunluğu konusunda yapılan deneylerin birçoğu geleneksel betonda yapılan deneylerdir. Ancak bunun dışında püskürtme betonda erken dayanım için karışıma katılan priz hızlandırıcı için kullanılacak çimento ile “uyuşum” deneyi yapılmaktadır. Bu deney priz hızlandırıcı katılmış çimento harcının TS EN 196-1 standardında açıklandığı şekilde, priz başlangıcı ve priz sonunun belirlenmesi için yapılan bir deneydir. Ancak yapılış amacı çerçevesinde harcın daha hızlı hazırlanması gerekmektedir. Karışımın uygulanması öngörülen oranlardaki (su/çimento) ve katkı oranında suyun ve hızlandırıcının çimentoya ilave edilmesinden sonra harç 15 sn karıştırılmakta ve 25 sn’den sonra vicat iğnesiyle priz başlangıç ve bitim süresi belirlenmelidir. Hızlandırıcı sıvı ise suya katılmakta ve su/çimento oranı hesabında su olarak sayılmamaktadır. Priz başlangıcı 4 dakika, priz bitimi 8 dakikadan küçükse priz hızlandırıcı uygun sayılmaktadır.

Yapılan diğer deney ise, priz hızlandırıcının yol açacağı dayanım kaybını belirlemek için, çimento+standart deney kumu ile hazırlanan harç ile yapılan bir deneydir. Bu deneyin ayrıntıları TS EN-196-1’de açıklanmıştır. Dayanım kaybı priz hızlandırıcı katılmamış referans harca göre oransal olarak, önce su/bağlayıcı oranı 0,75 olan harç ile hazırlanmış 4×4×16 cm ebatlarındaki nümune üzerinde, daha sonra da uygulama karışımı için tasarlanan (su/bağlayıcı) oranında ve öngörülen dozajda priz hızlandırıcı katkı ilave edilerek hazırlanan numuneler üzerinde tekrar edilmektedir.

Uygulama öncesi deneyler kapsamında, deneme karışımının test panellerine püskürtülen betondan alınan karotlar üzerinde erken dayanım kazanımı, nihai dayanım, donatı direnç, elastisite

modülü, permeabilite, sülfat direnci ve kimyasal ajanlara karşı dayanıklılık için deneyler yapılmaktadır. “Referans” deneme karışımı aşağıda verilmiştir.

Çizelge 34-4 Deneme Karışımı İçin Referans Karışımı

	Kuru Karışım	Yaş Karışım
Agrega Cinsi, dane boyutu	Kalsit-Dolomit Agregası , 8 mm	
Agrega Granülometrisi	BF.2 Çizelge-1’e uygun	
Çimento (+ilave bağlayıcı katkı)	380 kg/m ³	430 kg/m ³
Plastikleştirici	-	Gereksinime göre
(Su/Toplam bağlayıcı) oranı	0,45±0,03	0,50±0,03
Hızlandırıcı	Erken Dayanım Sınıfı J2’ye göre	
Kıyım	-	Basınçlı hava ile iletimde Yayılma= 65±5 cm Pompa ile iletimde Yayılma=60±5 cm

Referans karışımında priz hızlandırıcı nedeniyle oluşan dayanım kaybı 28 gün kür edilmiş karot örnekler üzerinde yapılan basınç dayanımı sonuçlarından

$$DK = \frac{BD_{(0)} - BD_{(H)}}{BD_{(0)}} \times 100$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Burada: DK = Dayanım Kaybı, %

BD₍₀₎ = Priz hızlandırıcı katılmamış karışımdan elde edilen basınç dayanımı,

BD_(H) = Priz hızlandırıcı katılmış karışımdan elde edilen basınç dayanımı

Uygulama öncesi testler kapsamında püskürtme betondaki geri sıçrama oranı tayin edilmektedir. Uygulama koşullarını yansıtmaması bakımından değişik açılarda, değişik karışım ve uygulama parametrelerinde deneme panellerine püskürtme yapılmakta geri sıçrayan malzeme yere serilen branda örtü üzerinden toplanarak tartılmaktadır. Bu büyüklük;

$$GS = \frac{M_g}{M_p - M_g} \times 100, \%$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır (ACS,2006)

Burada: GS = Geri sıçrama oranı, %

M_g = Geri sıçrayan malzemenin toplam ağırlığı,

M_p = Panellere püskürtülen betonun toplam ağırlığı,

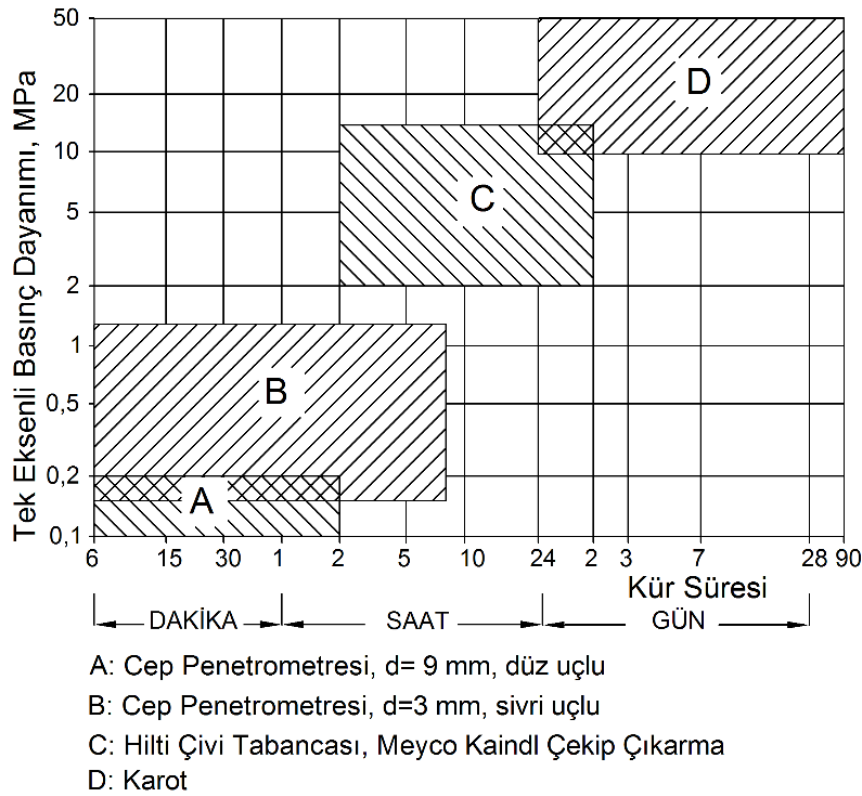
• Erken Dayanım Deneyleri

Püskürtme betondan püskürtüldükten 1 gün sonra karot alınabildiğinden erken dayanım değerleri karotlar üzerinde belirlenmemektedir. Bu dayanım değerleri direkt (doğrudan) veya dolaylı deneyler ile gerçekleştirilmektedir. Direkt deneyler 7,5×7,5×40 cm boyutlarındaki iki ucu açık prizmatik kalıplara püskürtülmüş beton üzerinde yapılmaktadır.

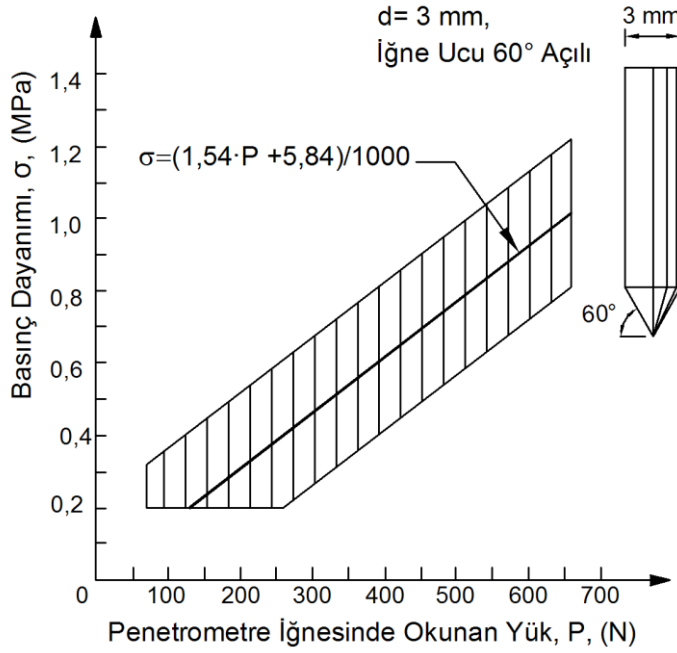
Dolaylı deneyler ile erken dayanım değerleri püskürtülmüş malzeme üzerinde penetrometre, kapsüllü çivi tabancası kullanılarak belirlenmektedir. Dolaylı deneyler kolay ve çok hızlı yöntemler olup yerindeki malzemenin de erken dayanımını ölçmeye imkan tanımaktadır. Avusturya Beton Birliği tarafından kür süresine bağlı olarak önerilen deney yöntemleri Şekil -1’de gösterilmiştir. Şekilden izleneceği üzere 1,5 MPa’a kadar olan erken dayanım değerleri

penetrometre ile yapılmaktadır. İlk 2 saatlik kür süresi ve 0,2 MPa değerine kadar iğne çapı 9 mm çaplı-düz yüzey uçlu penetrometre, ~8 saatlik kür süresine ve 1,5 MPa dayanım değerine kadar ise 3 mm çaplı 60° sivri uçlu penetrometre kullanılmaktadır. Penetrometre iğnesinden okunan yük değeri ile basınç dayanımı arasındaki kalibrasyon eğrisi Şekil-2’de, Hilti tabancası deneyinde ölçülen “çivi derinliği/çıkartma kuvveti” oranı ve basınç dayanımı arasındaki kalibrasyon eğrisi ise Şekil-3’de verilmiştir (ACS, 2006). Dayanım deneyleri için 2, 4, 6, 8, 10, 20 ve 30. dakikalarda en az on adet okuma yapılarak ortalaması kaydedilmelidir.

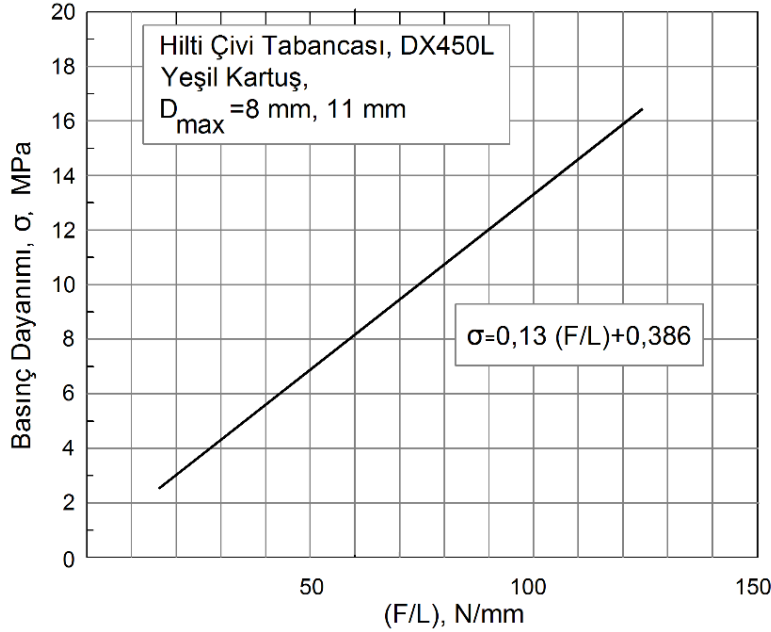
2 saat – 2 günlük kür süresi içinde ve 2-8 MPa erken dayanım değerleri arasında Hilti 450 L model çivi tabancası ile beyaz renkli kapsül kullanılarak, 3-16 MPa değerleri arasında ise yine Hilti 450 L model çivi tabancası ile fakat yeşil renkli kapsül kullanılarak belirlenmektedir (Bracher, 2005, Malmberg, 1993). Çivi tabancası ile erken dayanımın belirlenmesine ait bir hesaplama örneği Çizelge-8’de sunulmuştur (ACS, 2006).



Şekil-1 Kür süresine göre basınç dayanımının belirlenmesinde uygulanan deney yöntemleri



Şekil-2 Penetrometre iğnesinde uçta ölçülen yük ile basınç dayanımı arasındaki kalibrasyon eğrisi



Şekil-3 Hilti çivi tabancası deneyinde (F/L) oranı ile basınç dayanımı arasındaki kalibrasyon eğrisi (L= Çivi batma derinliği, F=Çiviye çıkarmak için ölçülen kuvvet, D_{mak} = En büyük agrega boyutu)

• Sertleşmiş Betondan Örnek Alımı ve Saklanması (Kür) ve Hazırlanması

Püskürtme betonda basınç direnci deneyleri için örnek alımı 60 x 60 x 15~20 cm boyutlarında ahşap veya kontralitten yapılmış panel kalıp kullanılır. Örnek alınırken panel kalıp düşeye yakın durumda en fazla 45° yapacak şekilde yerleştirilmelidir. Püskürtme panel yüzeyine dik olarak yapılır ve 12-17 cm arasında kalınlık oluşturulur. Şekil-4'de örnek alma işlemleri betimlenmiştir. Sertleşmiş püskürtme betonda yapılacak dayanım ve fiziksel deneyler için alınacak örneklerin boyutları ve kür koşulları Çizelge 34-8'de belirtilmiştir. Alınan örnek paneli ilk 18 saat yerinden oynatılmamalı ve ortam sıcaklığı $10-25^\circ \text{C}$ arasında olmalı ancak 5°C 'nin altına hiç bir zaman düşmemelidir. Paneller, karot örnekler alınıncaya kadar, kuruma ve su kaybı olmayacak şekilde üzeri plastik örtü ile örtülerek laboratuvarında veya uygun bir yerde küre bırakılır. 1.gün kırılacak

örnekleri hariç 5. günde, en az üç noktadan olmak üzere ve en fazla 50 cm aralıkla tüm kalınlık boyunca yeteri kadar karot alınır. Karot çapı en az 60 mm ve narinlik oranı (boy/çap) 1.5-1.7 arasında olmalıdır. Deneye alınacak karotların uçları birbirine paralel olacak şekilde kesilerek düzeltilir veya uçlarına daha dayanımlı harç ile başlık yapılır.

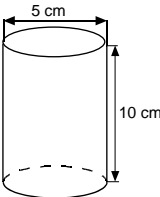
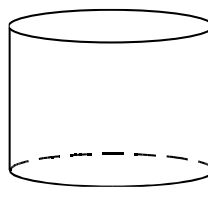
Çizelge 34-5 Püskürtme Beton Deneyleri İçin Örnek Boyutları ve Saklama Koşulları

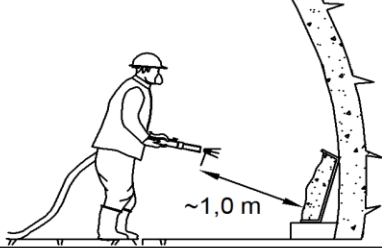
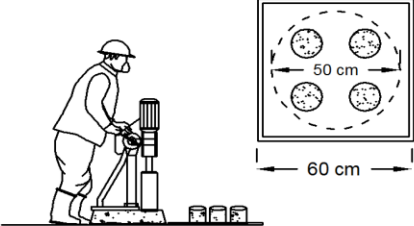
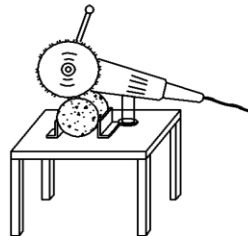
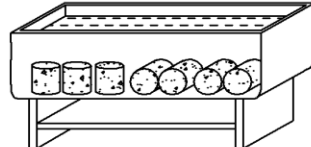
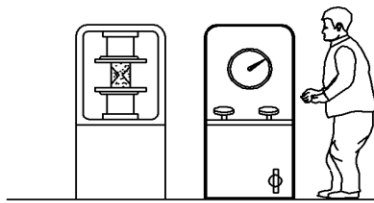
Deney Cinsi	Karot Örnek		Saklama – Kür Koşulları
	Çap, mm	Yükseklik, mm	
Basınç Dayanımı	100	100	20 güne kadar dayanım için deneyden 1 gün öncesine kadar suda saklama, 20 günden sonraki dayanım için ilk 7 gün suda daha sonra da havada saklanacak.
Dolaylı Çekme Dayanımı	100	50	Deney sonuna kadar suda saklanacak
Geçirgenlik (Su Emme)	150	>120	
Don Dayanımı	100	250	
Elastisite Modülü	100	250	
Yapışmada Çekme Dayanımı	50	100	
Prizma Örnek			
Sülfat Direnci	20 x 20 x 160 mm		Kesme işleminden sonra deneye kadar suda saklanacak
Lifli Püskürtme Beton Sınıf T,TG	150x150x500 mm Prizma		
Lifli Püskürtme Beton Sınıf E	600x600x10 mm Plaka		

• Basınç Dayanımı Testi

Basınç dayanımı deneylerinde 1, 3, 7 ve 28. gün dayanımları için üçer adet karot alınması ve önceki bölümde belirtildiği şekilde hazırlanmalı ve saklanmalıdır. Deneylerde, agrega çapı 4 mm'den küçükse 50 mm çaplı karotlar da kullanılabilir. Karot çapı küçüldükçe değişkenlik katsayısı (%V) artmaktadır. Basınç dayanımında tek değer ortalama sapması %20'nin altında olmalıdır.

Çizelge 34-6 Numune Boyutlarına Bağlı Değişkenlik Katsayısı

Panel No				
	Ø 5 x 10 cm'lik numuneler ($\lambda=2$)		Ø 10 x 10 cm'lik numuneler ($\lambda=1$)	
	$f_{\lambda=2}$	V, %	$f_{\lambda=1}$	V, %
#1	19.3	11	22.5	6.2
#2	26.5	12.6	31.8	9.3
#3	30.3	11	36	9.5
\bar{X}		11.5		8.3
$f_{\lambda=1}$ = 1 narinlik oranına sahip karotun basınç dayanımı. λ = Yükseklik/çap oranı V=Değişkenlik katsayısı, %. $v = (s/\bar{X}) \times 100, \%$, \bar{X} = Ortalama değer, s = Standart sapma				

PÜSKÜRTME BETONDA ÖRNEK ALMA VE HAZIRLAMA ÇALIŞMALARARI	
PÜSKÜRTME BETON PANELİ ÜRETME ve 1 GÜN SAKLAMA ~ 1 m mesafe, panele dik püskürtme, 60x60 cm örnek kalıbı, 12-17 cm kalınlık,	
KAROTLARIN PANELDEN KESİLMESİ Her panelden yeterli sayıda (5-6 adet) karot alınması	
YÜZEYLERİN DÜZELTİLMESİ VEYA BAŞLIK YAPILMASI Yüzeyler arasında fazla hata ile paralellik sağlanması	
KÜR HAVUZUNDA SAKLAMA Deney gününe kadar 20° C sıcaklıkta suda saklama	
BASINÇ DAYANIMI TESTİ Kayıt ve değerlendirme, Kırılma modunun izlenmesi	

Şekil-4: Püskürtme betonda panel örneklerin alınması ve hazırlanması.

Her üretime ait karotlar belirtilen kür sürelerinde hidrolik preste kırılır ve elde edilen sonuçlar bir kayıt formuna geçirilir. Bu kayıt formunda örneğin alındığı üretime ait bilgilerin yanısıra sonuçların kaydedildiği raporda, yükleme makinesinin tipi, numune kimlik bilgileri, numune boyutları, numune yaşı ve kür şartları, ve hesaplanan basınç dayanımına ait bilgiler yer almalıdır. Ayrıca kırılma modu da belirlenmelidir ve kayıt formunda şematik olarak çizilmelidir. Karot örnekler içerisinde bulunabilecek yapısal kusurlar, yükleme yüzeylerinin düzgün-paralel olmaması veya başlık malzemesinin uygun olmaması vb. nedenlerden dolayı, kırılma eğilme veya çekme gerilmelerinin etkisi ile kırılabilir. Bu durum hatalı olup dayanım beklenen değerin altında ölçülmüş olur. Bu deneyin yapımına ilişkin daha ayrıntılı bilgiler TS EN 12390-1,-2,-3 standartlarında verilmiştir. Ayrıca yerinden alınmış karotlarda, karot örneğin donatı içermesi durumunda sonuçlarda donatı düzeltmesi yapılması gerekir. Karot basınç dayanımında yapılan düzeltmeler ile ilgili geniş değerlendirmeler başka kaynaklarda yer almaktadır.

Karotun basınç dayanımı

$$f_{\lambda} = \frac{P_k}{A} = \frac{P_k}{0.785 d^2} \cong 1.27 \frac{P_k}{d^2}$$

formülünden hesaplanır.

Burada:

- f_{λ} = Karot basınç dayanımı, N/mm²-MPa-
- P_k = Kırılma kuvveti, N
- A = Karot kesit alanı, mm²
- d = Karot çapı, mm

Karot örneklerinin basınç dayanımının 15×15×15 cm'lik küp dayanımı cinsinden:

$$f_{15,k} = f_{\lambda} \cdot \frac{2,5}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

olarak verilmektedir. Narinlik oranı λ =yükseklik/çap = h/d boyut düzeltme faktörü olup $\lambda=1$ olan karotlarda $f_{\lambda}/f_{15,k}=1$ dir.

Bulunan basınç dayanım değerleri, eksenleri “basınç dayanım-üretim no” olan nitelik kontrol çizelgesine işaretlenir. Bu çizelge üzerinde proje dayanım değeri ve kabul ölçütlerine göre hesaplanan en az dayanım değeri de işaretlenir. İşaretlenen belirli üretim periyotları veya üretim hacmi için istatistiksel olarak değerlendirilir. Burada, ele alınan üretim periyoduna veya hacmine ait ortalama basınç dayanım değerinin, proje dayanım değerine olan yakınsaması takip edilir. Ortalama basınç dayanımının proje-karakteristik- basınç dayanımından uzaklaşması; üretilen püskürtme beton karışım tasarımında değişiklik yapılması veya üretim koşullarında buna yol açan etmenlerin düzeltilmesi, ortadan kaldırılması gerektiğini gösterir. Diğer yandan kabul edilen ölçüt veya güven derecesine göre karot basınç dayanımlarının minimum basınç dayanımının altına düşüp düşmediği de takip edilir. Hesaplanan standart sapma'nın ortalama değere olan oranı olarak tariflenen “değişim katsayısı” (%V) ile de ele alınan üretim periyodu için gerçekleşen kalite düzeyi belirlenebilir.

Eğer basınç dayanımında yerinden alınan örneklerde, uygulanan kriterler çerçevesinde basınç dayanımında düşüklük tesbit edilmişse püskürtme beton kalınlığının ilgili püskürtme alanında artırılması gerekir. Bu artım:

$$t_i = \left(\frac{f_p}{f_{\bar{u}}} - 1 \right) \cdot t$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Burada:

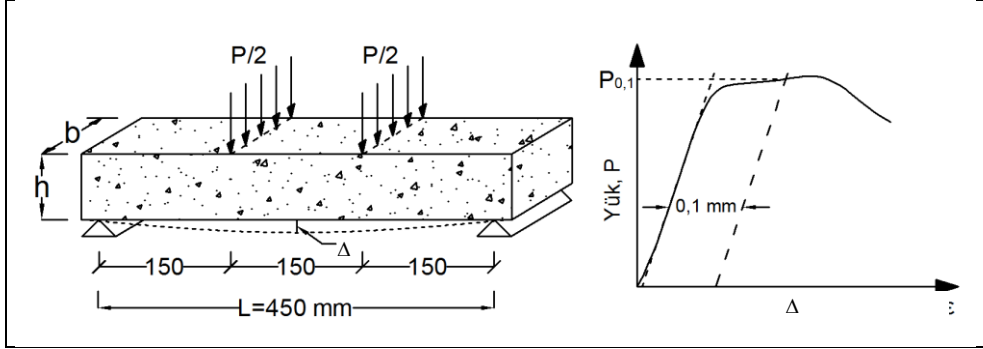
- f_p = Tasarımda öngörülen dayanım sınıfı,
- $f_{\bar{u}}$ = Üretimi yapılan partiden alınan karotların dayanımı
- t = Tasarımda belirtilen püskürtme beton kalınlığı,
- t_i = İlave edilecek püskürtme beton kalınlığı,

Eğer kesit toleransı dolayısıyla ilave kalınlık oluşturmak mümkün olmuyorsa dayanımın düşük olarak belirlendiği bölge uygun şekilde kırılarak yeniden püskürtme betonla kaplanması gerekir.

- **Diğer Dayanım Deneyleri**

- **Eğilme Dayanımı Testi**

Eğilme dayanımı, 75 x 125 x 600 mm ebatlarında prizma şeklinde kesilerek hazırlanmış örnekler üzerinde yapılmaktadır. Örneğin kesildikten sonra en az üç gün suda kür edilmesi gerekmektedir. Bu deneyde örnek, eksenden eksene 450 mm olan mesnet üzerine oturtulmakta, yükleme bu aralığı üç eşit aralığa bölen iki noktadan yapılmaktadır (Şekil-5).



Şekil-5 Eğilme deneyinin yapılması ve değerlendirilmesi (P=Eğilme yükü, Δ=Kiriş ortasındaki sehim)

Yüklemeye düzeneğinde uygulanan yük ile birlikte kirişin orta kısmında meydana gelen sehim ölçülmektedir. Yüklemedeki artış, deformasyon hızı $0,25 \pm 0,05$ mm/dak olacak şekilde uygulanmalıdır. Deney, kirişin ortasındaki sehimin 4 mm olunca sona erdirilmektedir.

Eğilme dayanımı:

$$f_e = \frac{P_{0,1} \cdot L}{b \cdot d^2}$$

bağıntısından hesaplanmaktadır.

Burada:

$P_{0,1}$ =Eğilme yükü-sehim eğrisinin düz kısmından 0,1 mm ötelenerek çizilen paralel doğrunun yük sehim eğrisini kestiği noktadaki yük değeri,

L =Kiriş yükleme açıklığı,

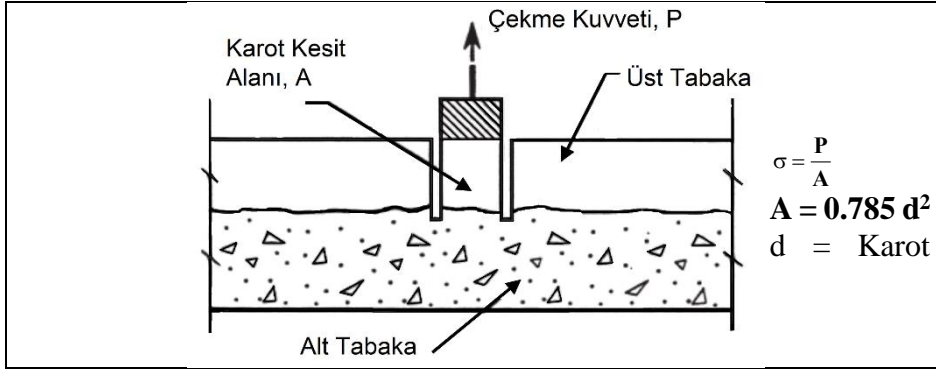
b =Kiriş genişliği,

d =Kiriş yüksekliği'dir.

Sonuçların kaydedildiği raporda, yükleme makinesinin tipi, nümune kimlik bilgileri, numune boyutları, numune yaşı ve kür şartları, yükleme deformasyon grafiği ve hesaplanan eğilme dayanımına ait bilgiler yer almalıdır. Bu deneydeki 0,5 mm, 1 mm, 2 mm ve 4 mm'lik sehim değerine karşı gelen eğilme gerilmeleri kalıcı dayanım değerleri olarak tanımlanmaktadır.

- **Yapışma Dayanımı Testi**

Püskürtme betonun yapışma (kenetlenme) dayanımı deney şekli aşağıda gösterilmiştir (Şekil-6). (EFNARC, 1996, Brennan, 2005). Deney şu şekilde yapılmaktadır. Püskürtme betonun yüzeyinden alttaki tabakayı 15 mm geçinceye kadar $d=50-60$ mm çapında karotiyer ile kesilmekte, daha sonra karot üst yüzeyine yapıştırılan dairesel plakaya karot eksenine ve yüzeye dik olarak uygulanan yükle çekilmektedir. Kopma-yenilme başlıca üç şekilde; üst tabakada, alt tabakadaki bir yüzeyde veya iki tabakanın ara yüzeyinde gerçekleşebilmektedir. Eğer kopma ara yüzeyde gerçekleşmişse hesaplanan gerilme değeri σ yapışma dayanımı olarak kabul edilmektedir.



Şekil-6 Yapışma dayanımının belirlenmesi

Yerinde, uygulanan püskürtme beton tabakasının kaya yüzeyi veya alt tabaka ile yaptığı yapışma-kenetlenmenin sağlanıp sağlanmadığı her 5 m² de bir rastgele, basit bir çubukla veya çekiçle vurularak kontrol edilmektedir. Sesteki değişime göre yapışmanın sağlanmadığı kısımlarda ilave sağlamlaştırma önlemleri alınmalıdır.

○ Diğer Testler

Donma – çözülme deneyi, elastisite modülü ve sülfat direncine ilişkin deneyler normal betonda olduğu gibi yapılmaktadır.

Yerleştirilen püskürtme beton tabakasının kalınlığı şartnamelerde aksi belirtilmedikçe Çizelge-3 ve 4’de belirtildiği üzere her 500 m²’de bir aşağıdaki yöntemlerden birisi ile kontrol edilmelidir.

- Püskürtme beton yapılmadan önce yüzeye ışıkla parlayan (floresan) kontrol çubukları çakılabilir, ancak bu uygulamada açılan yüzeyde henüz bir destek bulunmadığından parça, blok düşmesi riski mevcuttur.
- Priz başlangıcından önce tornavida veya benzeri uzun bir çubuk batırarak,
- Sertleşmiş betonda tüm kalınlık boyunca karot almak ve karot uzunluğunu ölçerek,
- Toplam püskürtülen malzeme hacmi, püskürtme alanı ve geri sıçrama miktarı değerlendirilerek hesaplanabilir,.
- Eğer destekleme elemanı olarak çelik iksa veya iki kat hasır çelik kullanılıyorsa bunların yüzeyi kalınlık kontrolü için değerlendirilebilir.

Kalite kontrol çalışmaları kapsamında karışımın hazırlanmasında kullanılan beton santrali ve priz hızlandırıcı ve diğer katkı ekleme sistemleri Çizelge-3 ve 4’de belirtilen aralıklarda, kabul edilebilir toleranslar içerisinde ölçme-tartma yapıp yapmadığı kontrol edilmeli ve uygunsuzluk durumunda uygulanan sistemler kalibre edilmelidir.

34.13 Kalite Kontrolü

Püskürtme betonu için belirtilen kalitenin yapım sırasında sağlanmaı için, agrega gradasyonu, priz hızlandırıcı katkı maddeleri ve püskürtme betonunun dayanımı aşğıdaki şekilde deneye tabi tutulacaktır.

34.13.1 Agrega tane büyüklüğü dağılımı

Yapım sırasında agrega tane büyüklüğü dağılımı haftada en az bir kere veya İdare tarafından verilen talimata göre deneye tabi tutulacaktır.

34.13.2 Priz Hızlandırıcı Katkı Maddeleri

Her tip priz hızlandırıcı katkı maddesi için ve ilaveten çimentonun markası, kaynağı veya karakteristikleri değıştiğinde, çimento ile priz hızlandırıcı katkı maddesi arasındaki uyumluluk, uygunluk deneyleriyle kontrol edilecektir. Uygulanan her 100 m³ püskürtme betonu (yerinde ölçüm) için priz alma özellikleri tünel yan duvarlarında veya bir deney panosunda deneye tabi tutulacaktır.

34.13.3 Yerinde Basınç Dayanımı

Uygulanan her 100 m³ teorik ölçüm püskürtme betonu için bir deney panosuna püskürtme yapılacaktır. Panodan 100 mm çapında on beş adet karot numune alınacaktır. 1, 7 ve 28 günlük basınç dayanımı için beşer adet karot numune deneye tabi tutulacaktır. Karotların ortalama dayanımı her yaş için madde I 35.12.2’de belirtilen dayanımlardan az olmayacaktır. Basınç dayanımı düşüklüklerinin sonuçları Yüklenici’nin sorumluluğundadır. Püskürtme betondaki dayanım düşüklükleri sebebiyle ilave masrafları Yüklenici’ye ait olacaktır.

34.14 Döküntü

Püskürtme betonu uygulamasından önce, hemen yakın kısımlardaki döküntüler temizlenecek ve İdare’nin istediğı şekilde ortadan kaldırılacaktır. Döküntü tekrar kullanılmayacaktır. Gerek yeraltı gerekse yer üstü yapılarda duvarların ve tabanların birleşme yerlerinde döküntü birikmemesine bilhassa dikkat edilecektir. Yüklenici, döküntüyü en az miktarda tutmak için her gayreti gösterecektir. İdare’nin kanaatine göre döküntü miktarı çok fazla ise Yüklenici’den karışım nisbetlerini ve tatbik yöntemlerini gözden geçirmesini veya döküntü miktarını makul seviyeye indirmek için İdare’nin gerekli gördüğü, bu çeşit diğer önlemleri almasını isteyebilir.

34.15 İnşaat Derzi

İnşaat derzleri veya su tutucu derzlerinin İdare’nin kabul veya istediğı şekilde olması temin edilecek ve bitişikdeki şotkrit yüzeye temiz, muntazam, bir kenarla ve 45 lik meyille bağlanacaktır. Bitişikdeki kısmın dökülmesinden önce meyilli kısım ve yanındaki şotkrit burda belirtildiğı şekilde hazırlanacaktır.

34.16 Kontrol ve Tamir

Yüklenici, betonla örülmemiş olan bütün şotkritli yüzeyler için, her yüzey bütünü ile en az 48 saatte bir defa gözden geçirilecek şekilde bir periyodik muayene yöntemi, koyacaktır. Bu muayene yüzeylerdeki çatlakları veya şotkrit yüzeydeki başka bozuklukları ve bilhassa alttaki zeminin dağılma yapacak şartlarla karşılaşması ile neticelenecek diğer herhangi bozuklukların tesbiti için yapılacaktır.

Güneş ışığına maruz yüzeylerin muayenesi İdare'nin tasvip ettiği şekilde gün ışığı olan saatlerde yapılacak, diğer yüzeyler ise İdare'nin uygun bulacağı tarzda ve yeterli miktarda aydınlatılacaktır. Yüklenici, her 48 saatte bir her sahadaki şotkritin tatminkar durumda olup olmadığını bildiren bir rapor verecek ve durum tatminkar değilse, şotkritteki hataları da detayları ile bildirilecektir. İdare yapılacak tamir işlerini Yüklenici'ye bildirecek ve Yüklenici de bu tamir işlerini burada belirtildiği şekilde yapacaktır.

İdare bütün püskürtme betonunun dökülmesini takip eden 8 saat içerisinde kontrol edecektir. Tatminkar bulunmayan püskürtme betonu burada belirtildiği şekilde, Yüklenici tarafından ilave masraf istenmeksizin tamir edilecektir.

Sonraki püskürtme betonu tabakası dökülmeden önce, bir önceki tabaka İdare'nin uygun bulacağı şekilde boşluk sesi bakımından kontrol edilecektir.

Yüklenici bütün boşluk sesi gelen, kumlu, çatlak veya parçalanmış kısımlar ile İdare'nin kanaatine göre püskürtme betonunun hatalı olduğu kısımları, püskürtme betonlu sağlam kaya veya şotkrit çıkıncaya kadar kazıyıp çıkarmak, yüzeyi burada belirtilen surette hazırlayarak, İdare'nin uygun bulacağı şekilde tekrar beton püskürtmek sureti ile tamir edecektir.

Yüklenici, püskürtme betonu yüzeylerinin tamirini, İdare'nin haber vermesinden sonra mümkün olduğu kadar çabuk ve her halükarda bunun bildirilmesinden sonraki 24 saat içinde yapacaktır.

34.17 Bakım

En az 7 günlük bir süre zarfında, herhangi bir püskürtme betonu tabakasının yüzeyinde kuru lekeler görülür görülmez en az 4 saatte bir basınçlı suyla ıslatılacak veya İdare'nin uygun bulacağı şekilde başka suretle bakım yapılacaktır. İdare'nin tasvibi olmaksızın örtme bakımı usulü kullanılmayacaktır.

34.18 Çelik İksalı Kısımlarda Püskürtme Beton

İdare çelik iksa yapılan kısımlarda püskürtme betonu yapılmasını isteyebilir.

Yüklenici, çelik iksalı kısımdan, İdare'nin istediği şekilde bütün serbest haldeki ahşap ve diğer açıklıkları kaldıracaktır. Bütün kalan açıklıklar ile diğer malzeme İdare'nin uygun göreceği şekilde bağlanacak, kamalarla veya diğer vasıtalarla sıkıca tutulacaktır.

Yüzeylerin hazırlanması burada belirtildiği şekilde yapılacaktır. Bu işlem esnasında, mesnet bloklarının altının yıkanması veya başka herhangi bir sebepten dolayı yapı stabilitesinin tehlikeye sokulmaması için, bilhassa dikkat edilecektir.

Tabaka kalınlıkları ve püskürtme betonu tatbiki için kullanılan yöntemler çizimlerde gösterildiği veya İdare'nin talep ettiği gibi olacaktır. Şotkrit içinde hava boşluklarının olmasını temin için şotkrit kabul edilebilir bir yüzey meydana getirecek ve çelik iksayı içine alacak şekilde tatbik edilecektir.

Çelik iksanın kazı yüzeyine iyi intibak etmediği yerlerde iksa arkasındaki boşluk şotkrit ile doldurulacak.

35. ÇELİK VEYA POLİMER LİF DONATILI BETON

35.1 Kapsam

Bu bölümde, çelik tel donatılı püskürtme betonların karıştırma, iletim, püskürtme, kür ve kalite kontrolü için gerekli işçilik, malzeme ve ekipmanların özellikleri açıklanmaktadır. Uygulama öncesi, Yüklenici sahip olduğu ekipmanlarla istenilen kalitede beton üretebileceğini ve uygulayabileceğini göstermelidir. Beton kalınlığı, projede öngörülen kalınlığı sağlamalı, karışım düşük su/çimento oranına sahip olmalıdır. Betonda lif kullanımı ile ilgili gerekli detaylı bilgi için TS EN 14845-1 ve TS EN 14845-2 standartlarına başvurulmalıdır. Çelik lifler TS EN 14889-1 standardına ve polimer lifler TS EN 14889-2 standardına uygun olmalıdır.

35.2 Çelik veya Polimer Lif Tipleri

Püskürtme betonda kullanılan çelik veya polimer lifler değişik çap, uzunluk ve biçimdedir. Çelik tellerin tarifi için aşağıdaki parametreler kullanılır.

- Uzunluk/Çap oranı,
- Tel çekme-kopma gerilmesi,
- Geometrik biçim, (TS 10513)

35.3 Çelik Tel Özellikleri

Çelik teller, soğuk çekilmiş telden üretilmeli, yuvarlak kesite ve kancalı sona sahip olmalıdır. Tel çapları 0,45-0,55 mm ve uzunlukları 30-35 mm olmalıdır. Tel çekme kopma dayanımları 1000

N/mm²'den az olmamalıdır. Tellerin beton içinde homojen dağılımını temin için, tutkallı tel demetleri kullanılmalıdır. Polimer liflerin özellikler TS EN 14889-2'ye uygun olmalıdır.

35.4 Agrega

Çelik tel donatılı beton için kullanılacak agrega “Beton Şartnamesi”nde belirtilen agrega özelliklerine uygun olacaktır. Genel olarak granülometrisi aşağıda verilmiş olmakla beraber en uygun dereceleme şantiyede İdare'nin onayı ile Yüklenici tarafından yapılacak deneyler sonunda bulunacak ve uygulanacaktır.

Elek Göz Açıklığı, mm	Elekten Geçen Malzeme % (Kütlece)
20	100
15	95 – 60
9,51	85 – 50
4,76	75 – 30
1,19	60 – 10
0,30	30 – 4

35.5 Çelik Tel Donatılı Betonun Karışım Tertibi

Çelik tel donatılı beton karışım tertibi, deney panellerinde uygulanmalı ve bu test sonucuna göre onaylanmalıdır. Katkıları, karışım tertibi ile uygun olmalıdır. Sertleşmiş betonun özellikleri önceden belirlenmelidir. Çelik veya polimer liflerin betonda kullanım içeriği TS EN 14845-1 ve TS EN 14845-2'ye göre belirlenmelidir.

Çelik telleri karıştırmak amacı ile bir değişikliğe gidilmez. Düşük kırma taş miktarı ve yüksek oranda çimento katılması, çelik tel donatılı püskürtme betonların performansını artırır. Kuru karışım için 3 metod uygulanabilir.

- Beton santralında kum+agrega karışımına çelik tel, çimento ilave edilerek karıştırıcılar ve transmiksör, kamyon vb. araçlara yüklenir.
- Bütün malzemeler, doğrudan transmiksere konularak karıştırılır.
- Hazır paket harçlar kullanılır.

Islak karışım için genelde klasik beton için yapılan yöntem uygulanır. Çelik teller, beton santralında (takriben 40 kg/m³ tel dozajına sahip) veya şantiyede doğrudan transmiksere ilave edilir. Tutkallı tel demetleri toplanmayı engeller. Beton çelik tellerin ilavesi, slampı, önemli ölçüde etkiler, betonun işlenebilirliğini arttırmak için su ilave edilmesi dayanımını büyük ölçüde azaltır. Bu sebeple slamp testi ve betonun dıştan görünüşü işlenebilirlik konusunda yanıltıcı olabilir. Gerekli görüldüğünde su değil, su azaltıcı ve işlenebilirliği arttıran katkı kullanılmalıdır.

35.6 Karıştırma

Beton santralı, bütün malzemeleri üniform olarak karıştırabilecek ve bu karışımı segregasyon yapmadan boşaltabilecek kapasitede olmalıdır. Çelik teller, agrega gibi karışıma ilave edilir. Karışım sırasında tel demetleri çözülür ve teller homojen olarak karışıma dağılır. Bütün teller homojen olarak dağılıncaya kadar karışıma devam edilir.

35.7 Ekipman

Uygulanan metot, malzeme ve teknik açıdan tamamen gelişmiş ve işin bütün icaplarına uygun olacak, yalnız modern ekipman kullanılacak ve İdare'nin onayı alınacaktır. Uygun yedek ekipman ve yeterli yedek parça her zaman için kullanıma hazır vaziyette bulunacaktır.

Standart karıştırıcı: Döner karıştırıcı kum-çimento kuru karışımını gerekli zamanda ve düzenli olarak sağlayacak bir kapasiteye sahip olacaktır.

Tabanca:

Havalı karıştırma ve basma aleti düşey çift hazneli veya kabul edilebilir başka bir tipte olacaktır. Düşey çift hazneli tip, üstteki hazneye yeni mal doldurulurken aşağıdaki hazne iletim hortumuna devamlı olarak gerekli malzemeyi verecek kapasitede olacaktır. Alet her zaman iyi vaziyette olacak mümkün olduğu kadar sık temizlenecektir.

Hortum:

Gerekli çalışma basıncına dayanabilecek şekilde takviye edilmiş ve istenilen miktarda malzeme taşıyabilecek büyüklükte olacaktır.

Püskürtücü: İçinde delikli su vericisi olan ve malzeme içine eşit olarak su dağıtan ön karıştırma tipinde veya onaylanan başka bir tipte olacaktır.

Hava kompresörü :

Standart tipte olacak, hortumun en uzun olduğu zaman bile yeterli havayı ve basıncı sağlayabilen, kesintisiz çalışan bir tipte olacaktır. Kompresör kapasitesinin belirlenmesinde, temizleme ve püskürtme sırasında tüketilen havada göz önüne alınacaktır. Havaya yağ karıştırarak kirleten tipler kesinlikle kullanılmayacaktır.

Su Pompası :

Hortumun en uzun olduğu sürede bile, yeterli su ve basıncı sağlayacak kapasitede olacaktır. Su basıncının püskürtme için gereken en yüksek hava basıncından 1 kg/cm² daha fazla olması sağlanacaktır.

Yukarıda bahsedilen hususlar Ganayt ve Şotkrit'in kuru karışım esasına göre gerekli ekipmanı göstermektedir. Günümüzde daha çok uygulanan yaş karışımda ise aşağıdaki ekipman devreye girmektedir.

Beton Santrali:

Ganayt ve Şotkrit'in hazırlanması için iş yerinde bir beton santrali tesis edilir. Ve karışım bu santralde yapılır.

Transmikser:

Yaş karışımı santralden alarak iş başına götürür.

Beton Pompası (Şotkrit Pompası):

Pompa haznesine dökülen karışımı, hidrolik sistem basınca dayanıklı borular vasıtası ile nuzula iletir.

Sıvı Katkı Tankları:

Ganayt veya Şotkrit'e katılacak olan katkı malzemesi sıvı halde tanklarla iş başında bulundurulur. Ve nozulun ucunda karışıma katılır.

35.8 Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonun Uygulanması

Püskürtme betonu uygulamasını yapacak personel, bu tip uygulamalar ve ekipmanlar konusunda tecrübeli olmalıdır. Kaplanacak alan, basınçlı su ile temizlenerek çamur ve serbest kaya parçalarından arındırılmalıdır.

Az zararla ve iyi bir kaplama elde edebilmek için, püskürtülen malzeme hızı, yüzeye olan mesafe ve su miktarı ayarlanmalıdır. Geri dökülen malzeme kesinlikle kullanılmamalıdır. Betonun kaybettiği nemin tekrar sağlanması için kür uygulanmalıdır. Uygulama yerine getirilen hazır karışımın bekleme süresi dikkatle takip edilmeli, süreyi aşan karışım uygulanmamalıdır.

Çelik tel donatılı püskürtme beton uygulamalarında yaş karışım tercih edilmelidir. Yaş karışımında daha üniform bir beton elde edilir.

Püskürtme beton uygulamasında, uygulayıcı kişi ile uygulama yüzeyi arasında en az 1,5 metre mesafe olması gerekir. Döküntüyü azaltmak için uygulama kademeli olarak yapılabilir.

Kuru ve yaş püskürtme betonlar için üretilmiş özel katkı maddeleri kullanılacaktır. Katkı oranı olarak üreticinin verdiği ürün bilgileri ve İdare'nin talimatı esas alınacaktır.

35.9 Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonla Yapılan Tünel Kaplama

Yüklenici, tünel ve yeraltı kazılar için her türlü ekipmanı ve malzemeyi iş başında bulundurmak mecburiyetindedir. Gerekli araç, gereç ve yeterli destek malzemeleri iş başına getirilmeden kazılara başlanılmamalıdır. Her uygulamacı güvenlik içinde kalarak kazı hızını artırmaya çalışmalıdır. Geçici ve etkili bir destek sistemi, kazı sonrasında kaya düşmesini önlemek, çalışanları korumak amacıyla en kısa sürede kurulmalıdır. Zeminin kendini tutabilme süresi çok sınırlı ise, bu kısa süre içerisinde sınırlı çelik tel donatılı beton kullanılmalıdır.

Çelik tel donatılı beton tekniğine uygun olarak tecrübeli bir ekip tarafından yapılmalıdır. Standart karıştırıcılar, hortum, hava konprasörü ve su pompası gibi elemanlar temiz, sağlam ve çalışır vaziyette hazır bulundurulmalıdır. Çelik teller karışıma beton santralında karıştırılmalı ve karışımın üniform olması için yeterince karıştırılmalı, çelik tellerin belli noktalarda yığılmasını önlenmelidir. Uygulanacak beton gerekli akışkanlığı sağlayacak en düşük su-çimento oranına sahip olmalıdır. Gerekirse betonun akışkanlığı katkılarla sağlanmalıdır.

Çelik tel donatılı beton rötre ve termal gerilmeleri aldığı gibi, kesme ve çekme dayanımı sağlayarak, noktasal yükleri geniş bir alana yaydığından sadece geçici destek olarak kullanılmayıp, yeraltı yapılarında esas kaplama yerine de kullanılabilir.

35.10 Sertleşmiş Çelik Tel Donatılı Betonun Özellikleri

Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonların eğilme veya çekme halinde yük-sehim eğrisi özellikleri, yalın betonun özelliklerine göre önemli farklılık gösterir, kırılmadan önce çelik tellerin sağladığı büyük şekil değiştirme söz konusudur. Çelik Tel Donatılı Püskürtme Betonlar sünek davranışla, yeni daha iyi çatlama sonrası dayanım ve enerji yutma kapasitesi veya tokluk ile tanımlanır. ÇTDPB'lar oldukça iyi çekme dayanımına, sünekliğe ve eğilme performanslarına sahiptir. ÇTDPB'ların mekanik davranış özelliklerini daha iyi anlamak için malzemenin gerilme-şekil değiştirme ilişkisini incelemek ve yapıdaki davranışı ile ilişki kurmak gerekir. Çelik tellerin betona katılması gevrek olan betonun çekme şekil değiştirme kapasitesini artırarak yarsüneklik verir. Böylece, çatlama dayanımında ve tokluk özelliklerinde iyileşme beklenebilir. ÇTDPB'ların analizinde en önemli parametreler malzeme davranışını temsil eder.

Tokluk ÇTDPB'larda önemli bir özelliktir. Tokluk artışı çelik telin betona sağladığı en önemli özelliklerden biridir.

Tokluk veya enerji yutma kapasitesi yük-sehim eğrisinin altında kalan alan olup, yapı elemanlarının enerji yutma özelliklerinin ölçüsünü ve tepe noktası sonrası davranışını göstermekte kullanılır. Tokluk, genelde çentiksiz numuneler üzerinde yapılan dört noktalı eğilme deneyinden elde edilmektedir.

35.11 Kalite Kontrol

Tokluk indeksleri ve R değerleri, TS 1055 ve ASTM C 1018'e göre hesaplanacaktır. Taze beton içindeki tel dozajının belirlenmesi için, 10 lt taze beton numunesi yıkanıp, içinde bulunan tel miktarı mıknatıs yardımı ile toplanır ve tartılır. Bulunan değer, ortalamadan en çok %20 sapmalıdır.

35.12 Dayanıklılık

Çelik tel donatılı püskürtme betonların korozyon direnci bazı faktörlere bağlıdır. Matriks yapı alkali ortamda ve çatlaksız kaldıkça, ÇTDPB’da bozulma oluşmaz. İyi kaliteli ÇTDPB,alkali derecesini değiştirecek etkilere maruz kalırsa, yıllar sonra, karbonatlaşma derinliği birkaç milimetreye ulaşır.

Bu derinliğin altında kalan teller,tamamen korunmuş kalır.

Beklenmedik ani etkiler altında çatlak oluştuğunda,çelik teller çatlak derinliğince koroziye etkilere maruz kalır.Çatlak genişliğine,derinliğine, tellerin çapına ve koroziye ortamının şiddetine bağlı olarak, çelik teller belirli bir süre, çatlak boyunca yük aktarmaya devam ederler. Deniz yapıları gibi, korozyonun yoğun görüldüğü uygulamalarda, galvaniz kaplı çelik tel kullanımı, yapı ömrünü uzatır.

Alkali matrix tarafından korunan teller süreksiz oldukları için korozyona süreklilik kazandırmaz. Yüzeyde kalan teller,zaman içinde paslanabilir. Ancak bu durum yapısal bir zayıflık doğurmaz.Estetik görünümün önemli olduğu uygulamalarda, yüzeye son kat 1-2 cm kalınlığında çelik telsiz bir tabaka uygulanabilir.

35.13 ÇTDPB ile Çelik Hasır Donatı Püskürtme Beton ile Karşılaştırma

Çelik tel donatılı püskürtme beton kaplamalar, çelik hasır donatı kaplamaların sağladığı eğilme dayanımını ve dayanımı sağlar. Testler, 40 kg/m³ tel dozajına şip kaplamaların, hasır donatılı olanlarla karşılaştırılabildiğini göstermiştir.

Soğuk çekme sert çelik hasır, kaya kaplamalar için uygun değildir. Yumuşak çelik kullanılmalıdır. ÇTDPB’un kesme dayanımı, çelik hasıra oranla daha yüksektir. Bu sonuçlar, sonu kancalı, yüksek çekme kopma dayanımına sahip teller için geçerlidir. Tellerin matriksin kırılma anında kopmayıp betondan sıyrılmaları gerekir. Püskürtme betonun plastik davranışı, tellerin betondan sıyrılmaya özelliklerine bağlıdır.

Büyük plaklarla yapılan yük-deformasyon deneylerinde yük taşıma kapasitesi, çatlak sonrası küçük deformasyonlarda çelik hasırdan daha üstün, büyük deformasyonlarda ise eşdeğerli bulunmuştur.

35.14 Silis Dumanı

Silis dumanı, esas itibariyle 10⁻⁶ m’den daha küçük amorf yapıdaki silisyum dioksitin küresel taneciklerinden oluşan oldukça yüksek puzolanik özelliğe sahip bir malzemedir. Silisyum metal ve ferro-silisyum, alaşım imalatı esnasında eritme işlemi sonunda bir yan ürün olarak filtrelerde toplanır. Filtrelerden doğrudan toplanarak (yoğunlaştırılmamış), yığın yoğunluğunu artırma işleminden sonra (yoğunlaştırılmış) veya bulamaç olarak elde edilebilir. Birden fazla fırından,

filtreden veya ara kademe silodan elde edilen silis dumanı, normal şartlarda imalat tesisinde karıştırılmalıdır.

Uzun yıllar süren araştırmalar ve uygulama deneyimleri, bu standardın gereklerini karşılayan silis dumanının yüksek oranda puzolanik olduğunu, taze ve sertleşmiş haldeki betonun özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir. Silis dumanı, betonda normal olarak bir akışkanlaştırıcı ve/veya süper akışkanlaştırıcı ile birlikte kullanılır.

Silis dumanı, silikon metalinin üretimi sırasında elde edilen yan üründür. Fırından çıkan gazların filtre edilmesi ile oluşur ve çok ince silikon dioksit (SiO_2) partikülleri içerir. Aşağıda yüzey alanları karşılaştırması, partiküllerin inceliği konusunda daha iyi bir fikir verebilir.

Silis dumanı	15.000-30.000 m ² /kg
Uçucu kül	300-700 m ² /kg
Portland çimentosu	300-450 m ² /kg

35.14.2 Dizayn ve Karıştırma

Silis dumanı, sahip olduğu yüzey alanının büyüklüğünden dolayı betonda su ihtiyacını artırır. Su miktarı, yaklaşık olarak 160 l/m³'den 220 l/m³'e yükselir ve su/çimento oranı artar. Su ihtiyacını kontrol altında tutmak için su azaltıcı ve akışkanlaştırıcı katkı kullanılmalıdır. Eğer betonun donma çözülme dayanımını arttırmak gerekirse, hava sürükleyici katkı ilave edilmelidir.

Kuru sistemde silis dumanının kuru katılması ve homojen dağıtılması kolay değildir. Karışım süresi 4 dakikaya kadar uzayabilir. Silis dumanı, suya karıştırılarak, hazır halde uygulama yerine getirilebilir ve nozulda betona ilave edilebilir. Kuru karışımın önceden nemlendirilmesi (premoisturizing), geri dökülmeyi ve toz oluşmasını azaltır. Islak sistemde, silis dumanı beton santralında ilave edilebilir veya transmiksere sonradan katılabilir.

35.14.3 Plastik Özellikleri

Silis dumanının çimento miktarının % 8-12 ' si oranında kullanılması, taze püskürtme betonun yapışma özelliğini artırır. Islak ortamlarda yapılan uygulamalarda, zeminden gelen suyun betonu yıkamasına karşı direnç oluşturur. Tek pas püskürtme beton kalınlığını, klasik betona göre daha fazla arttırabiliriz.

Suyun geldiği bölgelerde, katkı miktarı yükseltilerek yapışma dayanımı ve priz arttırılmaya çalışılır. Bu da, uzun dönemde beton kalitesi ve dayanıklılığı üzerinde olumsuz etki eder. Silis dumanı ilavesi ile, katkı miktarı arttırılmaksızın bu mesele çözülebilir.

Uygulama sırasında geri dökülen malzeme, önemli bir maliyet getirir. Silis dumanının ilavesi ile, tavan ve yatay duvarlarda kayıp oranı azalır.

35.15 Sertleşmiş Beton Özellikleri

35.15.1 Basınç Dayanımı

Silis dumanı ve uygun agrega granümetrisi kullanarak, 50 Mpa ve daha yüksek dayanımlara sahip beton karışımları elde edilebilir. Proje tasarımcıları daha düşük sınıfları tercih edip, çimento ve silis dumanı miktarını azaltırlar. Bu da geri dökülmeyi ve yapışmayı azaltır.

35.15.2 Eğilme Çekme

Silis dumanı ilavesi, eğilme çekme dayanımını 1-2 MPa artırır. 7 günlük 5 Mpa ve 28 günlük 7 MPa değerlerine, priz hızlandırıcı ilavesi olmadan ulaşılabilir. Daha düşük değerler, katkı ilavesi ile ortaya çıkabilir.

35.15.3 Çelik Tel Donatılı Silis Dumanı İlave Edilmiş Püskürtme Beton

Silis dumanı ilave edilmiş yüksek dayanımlı betonların zayıf yönü, kırılganlığıdır. Ani ortaya çıkan deprem, patlama ve yüklere maruz kaldığında çökme çok hızlı olmaktadır. İdeal çözüm, çelik tel ilavesi ile püskürtme betonun sürekliliğini artırmaktır. Böylelikle betonun tokluk oranları da artış gösterir.

36. SIZDIRMAZLIK CONTALARI

36.1 Genel

Beton ve betonarme yapılarda kullanılacak sızdırmazlık contalarının cins, tip ve sınıfları tatbikat projelerinde gösterilecektir. Beton yapılarda kullanılacak olan lastik ve plastik sızdırmazlık contalarının niteliklerinin, DSİ TAKK Dairesinde yapılacak muayene ve deney sonuçlarına göre uygunluğu belirlenmelidir.

Şantiyeye getirilen tüm contalar serin bir yerde depo edilecek, güneş ışığının direk etkisine maruz bırakılmayacak, yağ ve gres bulaşmasından korunacaktır.

Muayene ve deneylerde, aynı sınıf, tip ve türdeki contaların parça uzunlukları toplamının her 500 m'si bir parti sayılacaktır. Her partiden gelişigüzel dört parça alınarak dört numune takımı oluşturulacaktır. Bir numune takımı 1 m uzunluktaki bir parçadan oluşacaktır. Partilerden artan malzeme miktarının 500 m'den az olması durumunda bunlarda bir parti sayılacaktır. Malzeme eğer muayene tarihinden itibaren bir yıldan fazla bir zaman sonra kullanılacaksa yeniden bu teknik şartname esaslarına uygun olarak kontrol edilecektir. Lastik contalar TS 2810 serisi, plastik contalar TS 3078 serisi standartlara her bakımdan uygun olacaktır.

36.2 Kullanım Alanları

Plastik ve lastik contalar, beton ve betonarme yapı elemanlarında genleşme ve büzülme derzlerinde yapının yatay ve düşey hareketlerinden dolayı zarar görmemesi, ayrıca su sızdırmazlığının önemli olduğu alçak ve yüksek basınçlı yapılarda kullanılır.

Su Tutucu Contaların Kullanıldığı Yapılar:

- Sulama kanalları
 - İstinat duvarları
 - Su depoları
 - İsale tünelleri
 - Su ile temas halinde olan temel ve döşemeler
 - Sifonlar
 - Regülatör
 - Akedükler
 - Kanalizasyon Sistemleri,
 - Arıtma tesisleri
 - Dolusavaklar
 - HE santralleri
 - Beton barajlar
 - Önyüzü beton barajlar

Çizelge 36-1 PVC Plastik su tutucu bant tipleri ve kullanma yerleri

PVC Plastik Su Tutucu Bant Tipleri ve Kullanma Yerleri		
PVC Su Tutucu Bant Tip	Kullanım Yerlerindeki Derz Tipleri ve Açıklamalar	Tatbik Şekli
B	Sabit ve genişlemesiz inşaat derzlerinde ve daralma alçak yüksek su basıncında.	Merkezi
V	İnşaat daralma derzlerinde ve hafif genişlemenin bulunduğu derzlerde, yüksek su basıncında.	Merkezi
A O OL	Düşük, orta ve yüksek derecedeki genişleme derzlerinde, makaslama hareketlerinde ve her şiddetteki su basıncında.	Merkezi
M	Yüksek derecedeki genişleme derzlerinde, makaslama hareketlerinde ve yüksek şiddetteki su basıncında. Çökmelerin fazla olduğu yapılarda tercih edilmelidir.	Merkezi
DO	Genişleme derzlerinde orta şiddette genişlemelerde veya makaslama hareketlerinde, düşük su basıncında.	Döşeme
DDT	İnşaat derzlerinde ve daralma derzlerinde, düşük su basıncında.	Döşeme
KP	Merkezi veya döşeme profilleri ile birlikte veya müstakilen beton dökümü sırasında derzlerin esnek olarak kapatılması amacıyla.	Döşeme
I	İnşaat derzlerinde, düşük su basıncında	Perde ve döşemelerde, kondüvi, tünel, sifon ve yerinde dökme beton ve betonarme borularda

Beton işlerinde kullanılan PVC plastik bant tipinin seçiminde, derzde su yalıtımı yoksa hareket transferlerine engel olmak mı, yoksa her iki özelliğin de ağırlıklı olduğu bir uygulamanın mı gerçekleştirileceğinin belirlenmesi gerekir.

Yapının, zemindeki basınçlı suya karşı korunması gerekiyorsa, derzlerde kullanılacak PVC su tutucu batlar, derzlerden içeriye su sızmasını önleyecek şekilde betonun su ile temas eden yüzeylerinde kullanılmalıdır.

Eğer basınçlı zemin suyu söz konusu değilse ve derzde dinamik hareketlerin transferine engel olunmak istenirse bu taktirde beton kesitinin merkezinde kullanılan merkez tip PVC su tutucu bantlar kullanılabilir.

Eğer yapı deprem kuşağı üzerindeyse veya taşma olayının yoğun olarak beklendiği yerlerde yapılmakta ise, bu takdirde, meydana gelebilecek aşırı gerilmeleri absorbe edecek ve çaprazlama yönlerdeki gerilmelere dayanıklı bant tipleri seçilecektir.

Genleşme derzlerindeki, bir takım parametrelere bağlı olarak 18 mm ile 50 mm arasında derz aralığı düzenlemesi söz konusu olmalıdır. Derzin görünür yüzeyinde veya PVC su tutucu bant bulunmayan yüzeyinde, derz içindeki malzemelerin ve derzin korunması açısından kapama profili olarak isimlendirilen özel amaçlı bantların kullanılması gerekmektedir. Bu tip Bantların beton dökümü sırasında kullanılan tipleri olduğu gibi beton dökümünden ve prizlen tamamlanmasından sonra dışarıdan monte edilen tipleri de bulunmaktadır. PVC plastik su tutucu bant tipleri ve kullanım yerleri Çizelge 35-1’de gösterilmiştir.

36.3 Su Tutucu Contaların Seçimi

36.3.1 Tip Seçimi

Beton işlerinde kullanılan lastik su tutucu conta tipinin seçiminde, derzde su yalıtımı, hareket transferlerine engel olmak mı, yoksa her iki özelliğinde ağırlıklı olduğu bir uygulamanın mı gerçekleştirileceğinin belirlenmesi gerekir.

Yapının zemindeki basınçlı suya karşı korunması veya basınçlı suyun derzden dışarı kaçmaması için kullanılacak contalar yapının suyla temas eden yüzeyinde kullanılmalıdır.

36.4 Conta Çeşitleri

35.4.1 Lastik Contalar

a) “A” Tipi Lastik Conta;

Düşük, orta ve yüksek derecedeki genleşme derzlerinde makaslama hareketlerinin olduğu yerlerde, her şiddetteki su basıncında,

b) “B” Tipi Lastik Conta;

Sabit ve genleşmesiz inşaat ve daralma derzlerinde, alçak ve yüksek su basınçlarında,

b) d,L,I,K, tipi lastik contalar radyal kapaklarda kullanılacaktır.

Lastik contalara ait tip ve özellikler çizelgelerde gösterilmiştir.

36.4.2 Plastik Contalar (PVC)

a) “A” Tipi PVC Contalar;

Düşük, orta ve yüksek derecedeki genleşme derzlerinde, makaslama hareketlerinde ve her şiddetteki su basıncında,

b) “B” ve I Tipi PVC Contalar;

Sabit ve genleşmesiz inşaat derzlerinde daralma derzlerinde. Alçak ve yüksek basınçlarında, kullanılacaktır.

PVC contalara ait tip ve özellikler çizelgelerde gösterilmiştir.

36.5 Boyut Seçimi

Yukarıda izah edilen hususlara göre uygun conta tipi seçildikten sonra, derzde kullanılacak olan bu tipin boyutunun seçiminde şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- Beton Konstrüksiyonu,
- Beton kalınlığı,
- Derz genişliği,

- Derzdeki genişleme, daralma, oturma gibi hareketlerin büyüklüğü,
- Su basıncı yüksekliği.

Deprem ihtimalinin yüksek olduğu, derzdeki oturma gibi hareketlerin fazla olduğu ve su basıncının yüksek olduğu yerlerde et kalınlığı fazla olan tipler kullanılmalıdır. Beton kalınlığına göre gerekli conta et kalınlıkları Çizelge 14’te gösterilmiştir.

Çizelge 36-2 Beton kalınlıklarına göre kullanılacak bant enkesit uzunluğu ve et kalınlığı

Beton Kalınlığı Bant Enkesit Kalınlığı Bant Et Kalınlığı		
T (cm.)	L (mm.)	A1 (mm.)(min.)
20	100	3
20-40	150	4
35-50	200	4
40-60	250	4
50-70	300	4
60-80	350	4
80-100	400	6
100	500	8

Çizelge 36-3 - Birinci Sınıf Lastik Su Tutucu Conta Özellikleri

Çekme Dayanımı (σ_0)	Ortalama		min. 250 (daN/cm ²) kgf/cm ²
	En küçük değer		min. 225 (daN/cm ²) kgf/cm ²
Uzama Oranı (ϵ_0)	Ortalama		min. % 500
	En küçük değer		min. % 450
Sertlik (H_0)			65 Shore “A”±5 Shore “A”
Birim hacim kütlesi (d)			1.15 g/cm ³ 0.05 g/cm ³
Su emme oranı (s)			max. % 3
Yaşlandırmadan sonra	Çekme Dayanımı	σ_1	min. 0,80 (σ_0)
		Yüzde değişme	max. % 20
	Uzama Oranı	(ϵ_1)	min. 0,80 (c_0)
			max. % 20
	Sertlik	(H_1)	$H_0 \pm 5$ shore “A”
		Değişme Miktarı	± 5 shore “A”
Sabit sapma (ss)			max. % 25

Çizelge 36-4 - A Tipi lastik su tutucu contalar

Ölçüler mm'dir

TİP VE SEMBOL	L*	c*1	b*	c*	d	e*	R
A-12	120±4	7±1	16±2	28±2	18	5±1	6
A-15	150±4	7±1	16±2	28±2	18	5±1	6
A-20	200±4	10±1	20±2	32±3	18	7±1	6
A-23	230±5	10±1	25±2	38±3	18	10±1	6
A-25	250±5	10±1	25±2	38±3	18	10±1	6
A-30	300±5	12±1	25±2	38±3	18	10±1	6

NOT: * işaretli olanlar dışındaki boyutlar bilgi için verilmiş olup, boyut muayenesi dikkate alınmalıdır.

Çizelge 36-5 - B Tipi Lastik Su Tutucu Contalar

Ölçüler mm'dir

TİP VE SEMBOL	L*	a*1	b*	R
B-12	120±4	7±1	16±2	6
B-15	150±4	7±1	20±2	6
B-20	200±4	10±1	20±2	6
B-23	230±5	10±1	20±2	6
B-25	250±5	10±1	25±2	6
B-30	300±5	12±1	25±2	6

NOT: * işaretli olanlar dışındaki boyutlar bilgi için verilmiş olup, boyut muayenesi dikkat alınmamalıdır.

Çizelge 36-6 - İkinci Sınıf Lastik Su Tutucu Contalar

Çekme Dayanımı (σ_0)	Ortalama		min. 200 (daN/cm ²) kgf/cm ²
	En küçük değer		min. 170 (daN/cm ²) kgf/cm ²
Uzama Oranı (ϵ_0)	Ortalama		min. % 400
	En küçük değer		min. % 350
Sertlik (H_0)			65 Shore “A”± Shore “A”
Birim hacim kütlesi (d)			1.15 g/cm ³ ±0.05 g/cm ³
Su emme oranı (s)			max. % 3
Yaşlandırmadan sonra	Çekme Dayanımı	σ_1	min. 0,80 (σ_0)
		Yüzde değişme	max. % 20
	Uzama Oranı	(ϵ_1)	min. 0,80 (c_0)
			max. % 20
	Sertlik	(H_1)	$H_0 \pm 5$ shore “A”
		Değişme Miktarı	± 5 shore “A”
Sabit sapma (ss)			max. % 25

Çizelge 36-7 - Üçüncü Sınıf Lastik Su Tutucu Conta özellikleri

Çekme Dayanımı (σ_0)		Ortalama	min. 170 (daN/cm ²) kgf/cm ²
		En küçük değer	min. 130 (daN/cm ²) kgf/cm ²
Uzama Oranı (ϵ_0)		Ortalama	min. % 350
		En küçük değer	min. % 300
Sertlik (H_0)			65 Shore “A”± Shore “A”
Birim hacim kütlesi (d)			1.15 g/cm ³ ±0.05 g/cm ³
Su emme oranı (s)			max. % 3
Yaşlandırmadan sonra	Çekme Dayanımı	σ_1	min. 0,80 (σ_0)
		Yüzde değişme	max. % 20
	Uzama Oranı	(ϵ_1)	min. 0,80 (c_0)
			max. % 20
	Sertlik	(H_1)	$H_0 \pm 5$ shore “A”
		Değişme Miktarı	± 5 shore “A”
Sabit sapma (ss)			max. % 30

Ölçü ve toleranslar, lastik su tutucu contaların ölçüleri TS 2810 deki föylerde gösterilen değerlere uygun olacaktır.

Çizelge 36-8 - PVC Plastik Conta Özellikleri

Çekme Dayanımı (σ_0)	Ortalama		min. 140 (daN/cm ²) kgf/cm ²
	En küçük değer		min. 120 (daN/cm ²) kgf/cm ²
Uzama Oranı (ϵ_0)	Ortalama		min. % 225
	En küçük değer		min. % 200
Sertlik (H_0)			75 Shore “A”±5 Shore “A”
Birim hacim kütlesi (d)			1.27 g/cm ³ 0.04 g/cm ³
Su emme oranı (s)			max. % 1.5 (m/m)
Yaşlandırmadan sonra	Çekme Dayanımı	σ_1	min. 0,80 (σ_0) kgf/cm ² (daN/cm ²)
		Yüzde değişme	max. % 20
	Uzama Oranı	(ϵ_1)	min. 0,80 (c_0)
			max. % 20
	Sertlik	(H_1)	$H_0 \pm 5$ shore “A”
		Değişme Miktarı	± 5 shore “A”
Sabit sapma (ss)			max. % 5,0 (m/m)

Ölçü ve toleranslar, plastik su tutucu contaların ölçüleri TS 3078 deki föylerde gösterilen değerlere uygun olacaktır.

Çizelge 36-9 A tipi PVC Plastik Su Tutucu Conta Ölçüleri ve Toleransları (mm)

TİP VE SEMBOLLER	L*	a ₁ *	a ₂ *	b*	c*	d	R
A-15/4 A-15/6	150±2	4±0.5 6±0.5	6±1 8±1	15±2	27±2 31±2	15	6
A-20/5 A-20/7	200±3	5±0.5 7±0.5	7±1 9±1	20±2	34±2 38±2	20	6
A-25/6 A-25/8 A-25/10	250±4	6±0.5 8±0.5 10±0.5	8±1 10±1 12±1	25±2	41±2 45±2 49±2	25	6
A-30/7 A-30/9	300±4	7±0.5 9±0.5	9±1 11±1	25±2	43±2 47±2	25	6
A-35/8 A-35/10	350±5	8±0.5 10±0.5	10±1 12±1	25±2	45±2 49±2	25	6
A-40/10 A-40/12	400±5	10±0.5 12±0.5	12±1 14±1	25±2	54±2 58±2	30	6
A-50/10 A-50/12	500±6	10±0.5 12±0.5	12±1 14±1	25±2	54±2 58±2	30	6
NOT: * İşaretli olanlar dışındaki ölçüler bilgi için verilmiş olup, ölçü muayenesinde dikkate alınmamalıdır.							

Çizelge 36-10 B Tipi PVC Plastik Su Tutucu Conta Ölçüleri ve Toleransları (mm)

TİP VE SEMBOL	L*	a*1	(b)*	R
B-10/4 B-10/6	100±2	4±0,5 6±0,5	15±2	6
B-15/5 B-15/7	150±2	5±0,5 7±0,5	20±2	6
B-20/6 B-20/8 B-20/10	200±3	6±0,5 8±0,5 10±0,5	22±2	6
B-25/6 B-25/8 B-25/10	250±4	6±0,5 8±0,5 10±0,5	25±2	6
B-30/6 B-30/8 B-30/10	300±4	6±0,5 8±0,5 10±0,5	25±2	6
NOT: * İşaretli olanlar dışındaki ölçüler bilgi için verilmiş olup, ölçü muayenesinde dikkate alınmamalıdır.				

36.6 PVC Plastik Su Tutucu Bantlar İçin Özel Parçalar

Su tutucu bantların şantiye şartlarında yapılacak kaynaklamasında kolaylık sağlayan özel parçaları fabrikada istek üzerine aşağıdaki şekillerde (Şekil 35-1) imal edilir. Su tutucu bantların donatıyla bağlanabilmesi için gerekli klipslerin temini yanında özel istek durumunda her tip su tutucu bantın her iki yanında 50 cm’de bir delikli olarak imal edilmesi mümkündür.

36.7 PVC Plastik Su Tutucu Bantların Yerine Yerleştirilmesi

Birinci kademe betonu dökmek için, yapılan derz alın kalıpları mutlaka iki parçalı olmalı ve conta kalıp arasına (şekil 35-2) konmalıdır. Zorunlu olarak tek parçalı kalıpların kullanılması gereken yerlerde su tutucu bantın 2. kademe betonda kalacak kısmı, kalıbın iç yüzüne doğru döndürülmelidir. İç yüze döndürülen bu kısım 2 nci kademe beton dökülürken içinde kalacak ve sızdırmazlığı sağlayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Su sızdırmazlığının tam olması için su tutucu bantın beton tarafından çok iyi sarılması gereklidir. Beton uygun kıvamda olmalıdır. Su tutucu bant civarında hava boşluğu kalmaması için, beton kademe kademe dökülmeli ve vibrasyon yapılmalıdır. Su tutucu bant yüzeyinde harç toz gibi yabancı maddeler olmamalıdır. Aksi halde bantın betonla aderansı zayıflar. Bilhassa 2.kademe beton dökülmeden önce 1. kademe beton dökülürken bantın diğer kanadına harç vs. bulaşıp bulaşmadığı kontrol edilmelidir ve gerekirse temizlenmelidir. Bu amaç için prinç tel fırçası kullanılmalıdır.



a)



b)



c)



d)



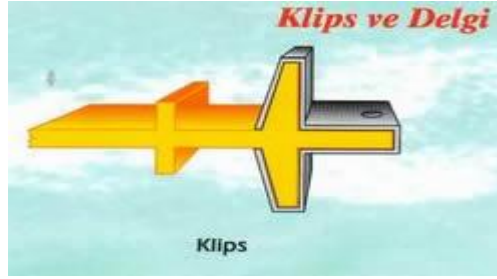
e)



f)

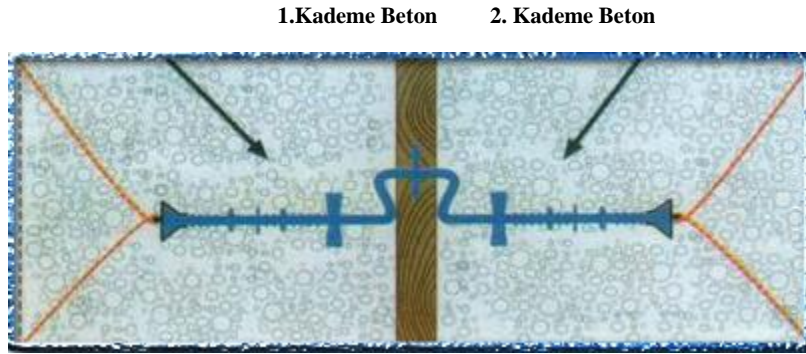


g)



h)

Şekil 35-1 Conta tipleri



Şekil 35-2 Contaların yerleştirilmesi

36.8 PVC Plastik Su Tutucu Bantların Eklenmesi

PVC plastik su tutucu bantlar termoplastik malzemeden imal edilmiş olduğunda, sıcak kaynaklama sistemi ile eklenir. Basit ve ufak işlerde, özel PVC yapıştırıcı da kullanılabilir. Bantların inşaat mahallinde eklenmesi ve yerleştirilmesi sırasında çivi çakmak, delerek tel geçirme vb. Gibi bantı tahrip eden ve su geçirmezlik özelliğini yok eden uygulamalara asla izin verilmemelidir. Ancak, bantların projesinde belirtilen derinlik ve ölçülerde yerine monte edilebilmesi için gerektiğinde ilave donatı konulabileceği gibi, delik açılmış bağlama flanşı bulunanlarda bağlama teli veya çivi, bağlama flanşı bulunmayanlarda ise kıskaç (klips) kullanılabilir.

Cihazlar

Kaynaklanmas; minimum 5mm kalınlıkta bakır veya prinçten yapılmış, elektrikle termostatik olarak veya bütan gazı beki ile ısıtılmaya elverişli.

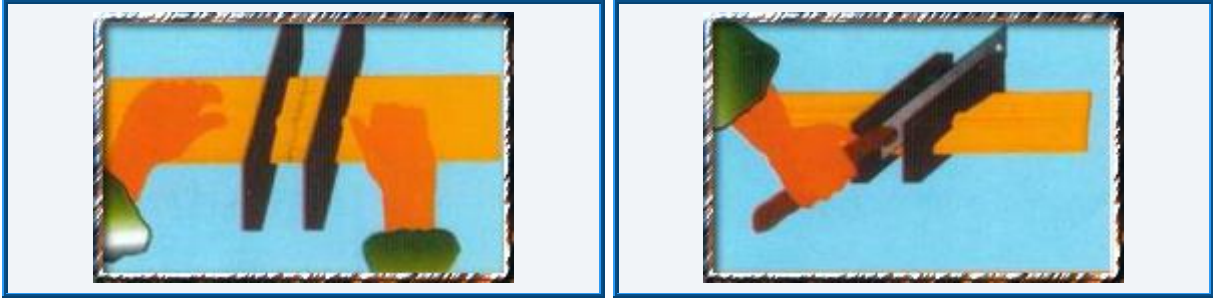
Telfırça

Keskin bıçak

Kaynaklama kalıbı: Ağaç veya alüminyumdan imal edilmiş.

Uygulama

Kaynaklanacak su tutucu batların karşılıklı gelecek uçları keskin bir bıçakla çok düzgün olarak kesilir.



(a)

(b)

Şekil 35-3 Contaların kaynaklanması

Termostat kontrolü kaynak lamaları ile ahşap kaynak kalıpları her tip su tutucu bant için, talep halinde hemen teslim edilir. Her iki parça kaynaklama kalıbına (şekil 35-3-a,b) yerleştirilir. Bu sırada her iki parçanın alın yüzlerinin tam olarak temas etmesine dikkat edilmelidir.

Kaynak laması tel fırça ile iyice temizlendikten sonra eğer termostatik olarak elektrikle ısıtılan tip ise 160°C- 170°C ye kadar Bütan gazı beki ile ısıtılan tip ise yaklaşık 200°C – 230°C ye kadar ısıtılır.

Uygun ısıya gelen kaynak laması, kaynak yapılacak iki bantın alın yüzleri arasına konulur ve her iki parçanın kalıp içinde kalan uçlarının erimesi beklenir.

Su tutucu bantların yeterli miktarda erimesinden sonra kalıp açılarak lama çıkartılır. Kalıp derhal ve süratle tekrar bant alınları birbirine iyice bastırılarak sıkıştırılır. Ek yerinin soğuması için bir süre beklenir. Kalıp açılır, ek yerinde oluşan fazlalıklar bir bıçakla alınır.

Bu işlem sırasında, sıcaklığın yukarıda belirtilen ısı değerlerinden fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Yüksek sıcaklıkta PVC yanarak kömürleştiğinden ekleme iyi olmaz.