



KARAYOLLARI  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KGM-ARGE-17-02



# BETON YOL KAPLAMALARI TEKNİK ŞARTNAMESİ

**ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI**



T.C.  
Ulaştırma Denizcilik ve  
Haberleşme Bakanlığı  
Bağlı Kuruluşudur.

# BETON YOL KAPLAMALARI TEKNİK ŞARTNAMESİ

KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Aralık - 2016

©Her hakkı saklıdır. Bu Teknik Şartnamenin bir kısmı veya tamamı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yazılı izni olmadan çoğaltılamaz. Bilgi erişim sistemine yüklenemez veya herhangi bir başka şekilde bir başka yere aktarılamaz.



T.C.  
ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI  
Karayolları Genel Müdürlüğü  
Araştırma Ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı

Sayı : 69205513- 030.04 / E.519083  
Konu : Beton Yol Kaplamaları Teknik  
Şartnamesi

12.12.2016

Ülkemizin dünyada hızlı gelişen konumu ve Kurumumuzun hedefleri göz önünde bulundurulduğunda daha uzun ömürlü ve az bakım gerektiren yolların yapımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla yapılacak beton yollar için teknik gerekliliklerin ve yapım esaslarının yer aldığı kılavuz niteliğindeki "Beton Yol Kaplamaları Teknik Şartnamesi" hazırlanmış olup ekte gönderilmektedir.

Beton yolların performansı; yapımda kullanılan malzemelerden, derz dizaynı ve açılmasına, kayma demirlerinin yerleştirilmesinden betonun perdelanıp küretilmesine, kullanılan makinalardan hava şartlarına kadar tüm işlemlerde çok büyük hassasiyet ve ince işçilik gerektirdiğinden uygulamalarda teknik şartnameye titizlikle uyulması hususunda;

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

İsmail KARTAL  
Genel Müdür

EK:  
Beton Yol Kaplamaları Teknik Şartnamesi

DAĞITIM:

Etüt, Proje Ve Çevre Dairesi Başkanlığı  
Yol Yapım Dairesi Başkanlığı  
Tesisler Ve Bakım Dairesi Başkanlığı  
Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı  
İşletmeler Dairesi Başkanlığı  
Makine Ve İkmal Dairesi Başkanlığı  
Sanat Yapıları Dairesi Başkanlığı

Taşınmazlar Dairesi Başkanlığı  
Program Ve İzleme Dairesi Başkanlığı  
Teftiş Kurulu Başkanlığı  
Hukuk Müşavirliği  
Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı  
İç Denetim Birimi Başkanlığı  
Bölge Md. (1-18)  
Kamu Özel Sektör Ortaklığı Bölge Müdürlüğü  
T.C. Kıbrıs İşleri Koordinatörlüğü

"Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır."  
<http://www.kgm.gov.tr> adresinden, "jppot32F2785" DYS No ve evrak tarihi ile erişebilirsiniz.

İmza Bulvarı No: 14 06100 Yücetepe/ANKARA

Telefon : 312 2168002  
Faks : 312 4172851  
İnternet Adresi : www.kgm.gov.tr

Bilgi için : Elif BAYRAK  
: Beton Laboratuvar Şefi  
Telefon : (312) 2168201  
e-posta : ebayrak@kgm.gov.tr



TS EN ISO 9001:2015

## **BETON YOL KAPLAMALARI**

### **1. GİRİŞ**

### **2. BETON BİLEŞEN MALZEMELERİ İÇİN GEREKLİLİKLER**

#### **2.1 ÇİMENTO**

- 2.1.1 Çimentonun Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri
- 2.1.2 Çimentodan Numune Alınması ve Uygunluk Testlerinin Yapılması
- 2.1.3 Çimento Seçimi
- 2.1.4 Betona Puzolanik Malzeme İlave Edilmesi
- 2.1.5 Çimentonun Depolanması

#### **2.2 AGREGA**

- 2.2.1 Agreg a Ocakları
- 2.2.2 Alkali Silika Reaksiyonu
- 2.2.3 Agregaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri
  - 2.2.3.1 İnce Agregalar
  - 2.2.3.2 İri Agregalar
- 2.2.4 Agregaların Kimyasal Özellikleri

#### **2.3 BETON KARMA SUYU**

- 2.3.1 Beton Karma Suyunun Özellikleri
- 2.3.2 Priz Süresi ve Dayanıma Etkisi
- 2.3.3 Karışım Suyuna Ait Kimyasal Özellikler
- 2.3.4 Zararlı Kirlenme
- 2.3.5 Numune Alma

#### **2.4 BETON KİMYASAL KATKI MADDELERİ**

- 2.4.1 Kimyasal Katkı Kullanımı ve Özellikleri
- 2.4.2 Akışkanlaştırıcı Katkılar
- 2.4.3 Hava Sürükleyici Katkılar
- 2.4.4 Priz Geciktirici Katkılar
- 2.4.5 Kimyasal Katkı Kullanım Miktarı
- 2.4.6 Kimyasal Katkı Maddelerinin Testi İçin Numune Gönderilmesi

#### **2.5 BETON MİNERAL KATKI MADDELERİ**

- 2.5.1 İnert Kabul Edilebilir Mineral Katkılar (Tip I)
- 2.5.2 Puzolanik Mineral Katkılar (Tip II)

#### **2.6 LİFLER**

### **3. BETON YOL KAPLAMALARI İÇİN GEREKLİLİKLER**

#### **3.1 BETON TASARIMI VE GEREKLİLİKLER**

- 3.1.1 Bağlayıcı Malzeme İçeriği
- 3.1.2 Agreg a Karışımı
- 3.1.3 Su/Çimento Oranı ve Kıvam
- 3.1.4 Klor İçeriği
- 3.1.5 Hava İçeriği
- 3.1.6 Betonun Donma-Çözülme ve Buz Çözücü Maddelere Karşı Dayanımı
- 3.1.7 Betonun Dayanım Özellikleri
  - 3.1.7.1 Basınç Dayanımı
  - 3.1.7.2 Eğilme Dayanımı
  - 3.1.7.3 Yarmada Çekme Dayanımı

#### **4. BETON YOL KAPLAMALARINDA KULLANILAN DİĞER MALZEMELER İÇİN GEREKLİLİKLER**

##### **4.1 BETON KİMYASAL KÜR MADDELERİ**

##### **4.2 TEMEL AYIRMA ELEMANLARI**

##### **4.3 KAYMA DEMİRLERİ (DOWELS)**

##### **4.4 BAĞLANTI (ANKRAJ) DEMİRLERİ (Tie Bars)**

4.4.1 Yapıştırıcılı (Bağlantı) Ankrajlar

4.4.2 Betonlanmış Ankrajlar

4.4.3 Kayma ve Bağlantı Demirlerinin Epoksi ile Kaplanması

##### **4.5 DERZ SIZDIRMAZLIK MALZEMELERİ**

#### **5. DENEME YOLU YAPIMI**

#### **6. BETON YOL KAPLAMALARININ İMALATI**

##### **6.1 BETON ÜRETİMİ**

6.1.1 Bileşenlerin Tartılması

6.1.2 Betonun Karıştırılması

##### **6.2 BETON YOL KAPLAMALARININ YAPILMASI**

6.2.1 Genel

6.2.2 Betonun Taşınması

6.2.3 Sabit ve Kayar Kalıp Kullanılması

6.2.3.1 Sabit Kalıplar

6.2.3.2 Kayar Kalıplar

6.2.4 Temel Ayırma Elemanlarının Yerleştirilmesi

6.2.5 Kayma Demirleri ve Bağlantı Demirlerinin Yerleştirilmesi

6.2.6 Beton İmalatı

6.2.7 Betonun Sıkıştırılması

6.2.8 Kaplama Yüzeyinin Bitirilmesi

6.2.8.1 Çelik Fırça ile Yüzeyin Bitirilmesi

6.2.9 Anormal Hava Koşullarında Beton Uygulaması

6.2.9.1 Düşük Sıcaklıklarda Beton Dökümü

6.2.9.2 Yüksek Sıcaklıklarda Beton Dökümü

6.2.10 Beton Yerleştirme Makinaları

##### **6.3 DERZLERİN KESİMİ**

6.3.1 Büzülme Derzleri

6.3.2 İnşaat Derzleri

6.3.3 Derzlerin Kapatılması

##### **6.4 KORUMA ÖNLEMLERİ/BAKIM**

6.4.1 Kaplama Yapımı Sırasında ve Sonrasında Koruma Tedbirleri

6.4.2 Bitirme ve Bakım Uygulaması

6.4.2.1 Su Kürü

6.4.2.2 Su Tutucu Örtü Kullanılması

6.4.2.3 Plastik Örtü İle Kapatılması

6.4.2.4 Bakım Kimyasallarının Kullanılması

6.4.2.5 Yağmur ve Bakım Koruma Çadırları

## **7. KALİTE KONTROL DENETİMLERİ**

### **7.1 BAŞLANGIÇ (TASARIM) TESTLERİ**

- 7.1.1 Malzeme Deneyleri
- 7.1.2 Taze Beton Deneyleri
- 7.1.3 Sertleşmiş Beton Deneyleri

### **7.2 FABRİKA ÜRETİM KONTROLÜ**

### **7.3 YAPIM AŞAMASINDA VE TAMAMLANMIŞ BETON YOL KAPLAMALARINDA YAPILACAK KALİTE KONTROL İNCELEMELERİ**

(İÇ DENETİM TESTLERİ VE KONTROL DENEYLERİ)

- 7.3.1 Taze Beton Testleri
- 7.3.2 Sertleşmiş Beton Testleri
  - 7.3.2.1 Beton Kaplamanın Dayanımı
    - 7.3.2.1.1 Beton Kaplamanın Basınç Dayanımının Tayini
    - 7.3.2.1.2 Beton Kaplamanın Yarmada Çekme Dayanımı Tayini
  - 7.3.2.2 Beton Kaplamanın Yoğunluğu
  - 7.3.2.3 Beton Kaplamanın Hava Boşluk Parametreleri
  - 7.3.2.4 Beton Kaplamanın Kalınlığı
  - 7.3.2.5 Beton Kaplamanın Profilinin Kontrolü
  - 7.3.2.6 Beton Kaplamanın Genişlik Kontrolü
  - 7.3.2.7 Beton Kaplamanın Düzgünlüğü
  - 7.3.2.8 Beton Kaplamanın Donma Çözülme Direnci
  - 7.3.2.9 Beton Kaplamanın Çivili Lastiklere Karşı Aşınma Direnci Tayini
  - 7.3.2.10 İki Beton Katman Arasındaki Bağ
  - 7.3.2.11 Kayma Donatısı ve Bağ Demirlerinin Konumları

## **8. KESİNTİLER**

### **8.1 BETON KAPLAMANIN BASINÇ DAYANIMININ ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ALTINDA KALMASI**

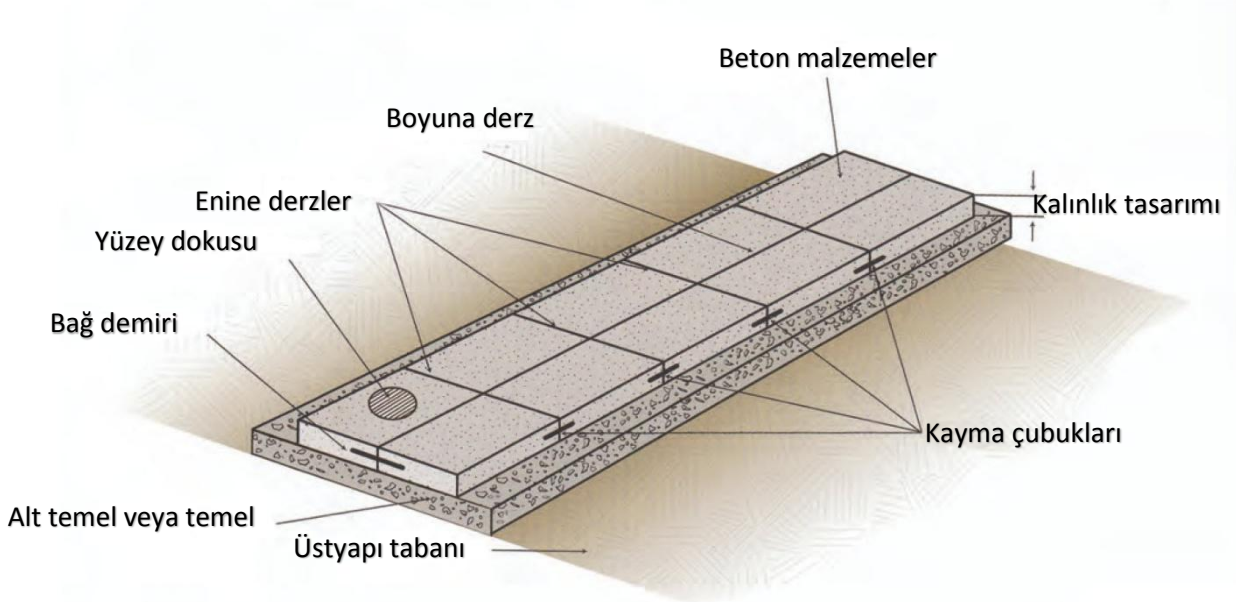
### **8.2 BETON KAPLAMA KALINLIĞININ ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ALTINDA KALMASI**

### **8.3 BETON KAPLAMA BOYUNA YÜZEY DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ÜSTÜNDE KALMASI**

## BETON YOLLAR

### 1. GİRİŞ

Beton (rijit kaplamalı) yollar, çimento betonu ile yapılan ve üzerlerinden geçen dingil yüklerini tabana ileten bir üstyapı kaplama türüdür.



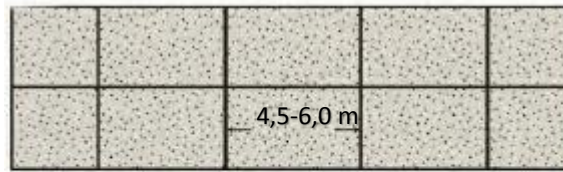
Resim 1.1 Üstyapı Beton Kaplama Elemanları

Üstyapı beton kaplama tipleri:

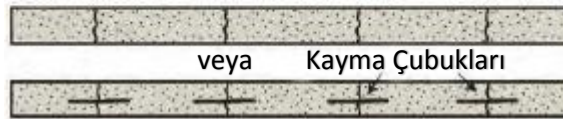
- Derzli Donatısız Beton Kaplama (JPCP),
- Derzli Donatılı Beton Kaplama (JRCP),
- Sürekli Donatılı Beton Kaplama (CRCP) lardır.

### Derzli Donatısız Beton Kaplama (JPCP)

Plan

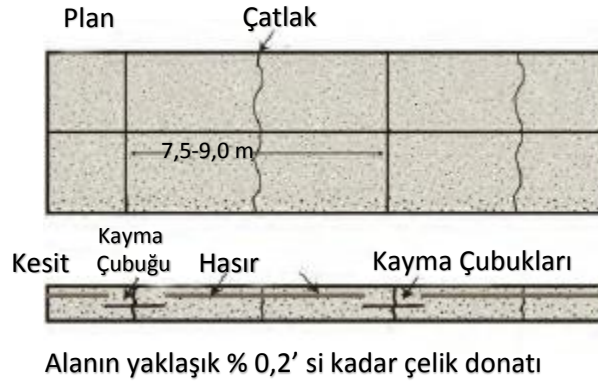


Kesit

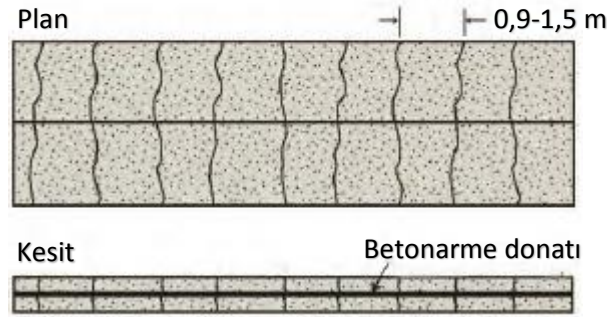




### Derzli Donatılı Beton Kaplama (JRCP)



### Sürekli Donatılı Beton Kaplama (CRCP)



Resim 1.2 Üstyapı Beton Kaplama Türleri

Bu bölümde; “**Derzli Donatısız Beton Kaplama**” yapım işleri ele alınmıştır.

Yol kaplama betonundan yüksek beklentiler ve gereksinimler söz konusudur. Beton kaplama, gittikçe artan trafiğin statik ve dinamik yüklerinin yanı sıra hava ve çevre şartlarına, don ve buz çözücü tuz etkilerine, kaplamada sürekli değişen sıcaklık ve nem etkilerine karşı, dayanıklılık ve sağlamlık göstermek zorundadır.

Taze betonda;

- \* Homojenlik,
- \* İyi işlenebilirlik,
- \* Yeterli işlenebilirlik süresi,
- \* Kayar kalıp finişerin kullanımı nedeniyle yaş halde betonun şeklini koruması sağlanmalıdır.

Sertleşmiş beton ve bitmiş kaplamalarda;

- \* Basınç dayanımı,
- \* Eğilme dayanımı,
- \* Yarmada çekme dayanımı,
- \* Aşınma dayanımı,
- \* Donma Çözülme dayanımı,
- \* Uygun yüzey özellikleri ( düzgünlük, lastik- yol gürültüsü, yüzey suyu drenajı) sağlanmalıdır.





## **2. BETON BİLEŞEN MALZEMELERİ İÇİN GEREKLİLİKLER**

İstenen taze ve sertleşmiş beton özellikleri, standartlara ve gereksinimlere uygun beton bileşen malzemelerinin kullanımı ve uygun bir beton karışım dizaynı ile elde edilebilir. Yol kaplama betonunda kullanılan çimento, agrega, su, kimyasal, mineral katkı maddeleri ve lifler için gereklilikler aşağıda ele alınmaktadır.

### **2.1 ÇİMENTO**

Beton yol kaplamalarının üretiminde kullanılacak çimentolar, TS EN 197-1 standardına uygun olmalı ve CE işaretlemesi ve etiketlemesi olmayan çimentolar kullanılmamalıdır.



## 2.1.1 Çimentonun Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri

Tablo 2.1 - Genel Çimento Ailesindeki 27 Ürün

Ana Tipler	Genel Çimento Tipleri (27 ürüne ait işaret)		Bileşim (Kütle olarak %)( <sup>a</sup> )											
			Ana Bileşenler										Minör İlave Bileşen	
			Klinker	Yüksek Fırın Curufu	Silis Dumanı	Puzolan		Uçucu Kül		Pişmiş Şist	Kalker			
						Doğal	Doğal Kalsine Edilmiş	Silisi	Kalkersi		L	LL		
K	S	D ( <sup>b</sup> )	P	Q	V	W	T	L	LL					
<b>CEM I</b>	Portland Çimento	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
<b>CEM II</b>	Portland Curufu Çimento	CEM II / A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II / B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Portland Silis Dumanlı Çimento	CEM II / A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Portland Puzolanik Çimento	CEM II / A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II / B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II / A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II / B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II / A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II / B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II / A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II / B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Portland Pişmiş Şistli Çimento	CEM II / A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II / B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Portland Kalkerli Çimento	CEM II / A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II / B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
Portland Kompoze Çimento ( <sup>c</sup> )	CEM II /A-M	80-88	12 - 20										0-5	
	CEM II /B-M	65-79	21 - 35										0-5	
<b>CEM III</b>	Yüksek Fırın Curufu Çimento	CEM III / A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III / B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III / C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
<b>CEM IV</b>	Puzolanik Çimento ( <sup>c</sup> )	CEM IV/A	65-89	-	11 – 35				-	-	-	0-5		
		CEM IV/B	45-64	-	36 - 55				-	-	-	0-5		
<b>CEM V</b>	Kompoze Çimento ( <sup>c</sup> )	CEM V/A	40-64	18-30	-	18 – 30		-	-	-	-	0-5		
		CEM V/B	20-38	31-49	-	31 - 49		-	-	-	-	0-5		

<sup>a</sup> Tablodaki değerler ana ve minör ilave bileşenlerin toplamıdır.  
<sup>b</sup> Silis dumanının oranı %10' la sınırlanmıştır.  
<sup>c</sup> Portland Kompoze Çimento CEM II/A-M ve CEM II/B-M' de, Puzolanik Çimento CEM IV/A ve CEM IV/B' de, Kompoze Çimento CEM V/A ve CEM V/B' de klinkerin yanındaki diğer ana bileşenler çimentoya ait işaretlerle beyan edilmelidir.



Seçilen çimentolar; mekanik, fiziksel, kimyasal ve dayanıklılıkla ilgili olarak aşağıda Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3, Tablo 2.4' de verilen şartları sağlamalıdır.

**Tablo 2.2 Karakteristik Değerler Olarak Verilen Mekanik ve Fiziksel Gereklere**

Dayanım Sınıfı	Basınç Dayanımı (MPa)			Priz Başlama (dakika)	Genleşme (mm)
	Erken Dayanım		Standart Dayanım		
	2 günlük	7 günlük	28 günlük		
32,5L <sup>a</sup>	-	≥12,0	≥32,5	≤52,5	≥75
32,5N	-	≥16,0			
32,5R	≥10,0				
42,5L <sup>a</sup>		≥16,0	≥42,5	≤62,5	≥60
42,5N	≥10,0	-			
42,5R	≥20,0	-			
52,5L <sup>a</sup>	≥10,0	-	≥52,5	-	≥45
52,5N	≥20,0	-			
52,5R	≥30,0	-			

<sup>a</sup> Dayanım sınıfı sadece CEM III çimentoları için tanımlanmıştır.

**Tablo 2.3 Karakteristik Değer Olarak Tanımlanan Kimyasal Gereklere**

1	2	3	4	5
Özellik	Deney Standardı	Çimento Tipi	Dayanım Sınıfı	Gereklere <sup>a)</sup>
Kızdırma Kaybı	TS EN 196-2	CEM I CEM III	Hepsi için	≤ % 5,0
Çözünmeyen kalıntı	TS EN 196-2 <sup>b)</sup>	CEM I CEM III	Hepsi için	≤ % 5,0
Sülfat miktarı (SO <sub>3</sub> olarak)	TS EN 196-2	CEM I CEM II <sup>c)</sup> CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ % 3,5
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ % 4,0
		CEM III <sup>d)</sup>	Hepsi için	
Klorür muhtevası	TS EN 196-2	Hepsi için <sup>e)</sup>	Hepsi için	≤ % 0,10 <sup>f)</sup>
Puzolanik özellik	TS EN 196-5	CEM IV	Hepsi için	Deneyi sağlar

<sup>a)</sup> Gereklere, nihai çimento kütlelerinin yüzdesi cinsinden verilir.

<sup>b)</sup> Hidroklorik asit ve sodyum karbonatla çözünmeyen kalıntı tayini

<sup>c)</sup> T muhtevası > %20 olan çimento tipleri CEM II/B-T ve CEM II/B-M, bütün dayanım sınıfları için % 4,5'e kadar sülfat (SO<sub>3</sub> olarak) ihtiva edebilir.

<sup>d)</sup> CEM III/C tipi çimento, %4,5'e kadar sülfat ihtiva edebilir.

<sup>e)</sup> CEM III tipi çimento, %0,10' dan fazla klorür ihtiva edebilir, bu takdirde azami klorür muhtevası ambalaj ve/veya teslim belgesinde belirtilmelidir.

<sup>f)</sup> Öngermeli uygulamalar için çimento "düşük (alt sınır) gerek" değerine göre üretilebilir. Bu durumda, teslim belgesinde % 0,10 değerinin yerine bu düşük değer yazılır.



**Tablo 2.4 Karakteristik Değer Olarak Tanımlanan Sülfata Dayanıklı Genel Çimentolar İçin İlave Gereklar**

1	2	3	4	5
Özellik	Deney Standardı	Çimento Tipi	Dayanım Sınıfı	Gereklar <sup>a)</sup>
Sülfat miktarı (SO <sub>3</sub> olarak)	TS EN 196-2	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 <sup>b)</sup>	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ % 3,0
		CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ % 3,5
Klinkerde C <sub>3</sub> A <sup>c)</sup>	TS EN 196-2 <sup>d)</sup>	CEM I-SR 0	Hepsi için	= % 0,0
		CEM I-SR 3		≤ % 3,0
		CEM I-SR 5		≤ % 5,0
	e)	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR		≤ % 9,0
Puzolanik özellik	TS EN 196-5	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	Hepsi için	8 günlük deney sonucu yeterlidir.

<sup>a)</sup> Gereklar, nihai çimento veya klinker kütlelerinin yüzdesi cinsinden verilir.  
<sup>b)</sup> Özel uygulamalar için CEM I-SR 5 çimentoları daha yüksek sülfat içeriğine göre üretilebilir. Böyle durumlarda, daha yüksek sülfat içeriği için bu gereğin sayısal değeri sevk irsaliyesinde beyan edilmelidir.  
<sup>c)</sup> Nihai çimentonun klinkerindeki C<sub>3</sub>A içeriğinin belirlenmesi için kullanılacak deney yöntemi CEN/TC 51 komitesi tarafından geliştirilme aşamasındadır.  
<sup>d)</sup> CEM I' in özel durumunda, çimentonun kimyasal analizinden elde edilen veri ile klinkerin C<sub>3</sub>A içeriğinin hesaplanmasına izin verilebilir. C<sub>3</sub>A=2,65A-1,69F formülü (Madde5.2.1) ile C<sub>3</sub>A içeriği hesaplanmalıdır.  
<sup>e)</sup> Deney yönteminin tamamlanmasına kadar, klinkerin C<sub>3</sub>A içeriği (Madde5.2.1), üreticinin Fabrika İmalat Kontrolünün (TS EN 197-2:2000, Madde 4.2.1.2) bir parçası olarak klinkerin analizine bağlı olarak yapılacaktır.

### 2.1.2 Çimentodan Numune Alınması ve Uygunluk Testlerinin Yapılması

Beton üretiminde kullanılacak çimento; üretim yerinden şantiyeye getirildikten sonra şantiye sahasında uygun olarak depo edilip muhafaza edilecektir. Bu çimentolardan, idare ve yüklenici elemanları birlikte numune alacak, rutubet almayacak şekilde ambalajlanarak mühürlenecek ve yazı ekinde TS EN 196-7 standardına göre, fiziksel, mekanik, kimyasal ve Na<sub>2</sub>O eşdeğeri testleri yapılmak üzere laboratuvara gönderilecektir. Bu testler idare laboratuvarlarında yapılabildiği gibi idarenin onayı ile, akredite olmuş bir laboratuvarında yüklenici tarafından yaptırılabilir.

Çimentolar test için gönderilirken, gönderilen çimentoya ait bilgilerde (çimento adı ve cinsi, mukavemet sınıfı, üretildiği fabrika adı, üretimin seri numarası, üretim tarihi, şantiyeye geldiği tarih, çimento numunesinin üretim yerinden alınan fiziksel ve kimyasal test sonuçları) yazı ekinde verilecektir.

Çimentolar, TS EN 197-1 standartlarına uygunluğu tespit edilmeden kullanılmayacaktır.

### 2.1.3 Çimento Seçimi

Beton yollarda kullanılacak olan beton, maruz kalacağı çevresel etkiler göz önüne alındığında herhangi bir yapıdaki klasik betona kıyasla çok daha farklı özelliklere sahip olması gerektiğinden, çimento tipi seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Beton yollarda farklı çevresel etki sınıflarına maruz kalacak betonlar için kullanılması önerilen çimento tipleri TS EN 206, TS 13515, TS 13353 standartlarında yer alan Tablo 2.5, Tablo 2.6, Tablo 2.7, Tablo 2.8' e göre yapılacaktır.



Tablo 2.5 Farklı Çevresel Etki Sınıflarına Maruz Betonlar İçin Kullanılması Önerilen Çimento Tipleri <sup>a</sup>

Etki Sınıfı X= Kullanılması önerilir O=Kullanılması önerilmez	Korozyon Etkisi yok		Donatı Korozyonu									Betona Etkisi									Ön gerilme çeliğine uyumluluk				
			Karbonatlaşma nedeniyle Korozyon				Klorür nedeniyle Korozyon					Donma / Çözülme Etkisi				Zararlı Kimyasal Ortam			Aşınma						
							Deniz Suyu dışında Klorür Etkisi			Deniz Suyundan kaynaklanan Klorür Etkisi															
XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 <sup>d</sup>	XA3 <sup>d</sup>	XM1	XM2	XM3					
CEM I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
CEM II	A/B	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	A	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	A/B	P/Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	
	A/B	V <sup>i</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	A	W <sup>i</sup>	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
	A/B	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	A	LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X
	A	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
	A	M <sup>e,i</sup>	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	X		0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CEM III	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>b</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	
	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>c</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	
	C	X	0	X	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	
CEM IV <sup>e,i</sup>	A	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CEM V <sup>e,i</sup>	A	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

a), e), i) ve d) dipnotları için Tablo 2.7' ye bakılmalıdır.



**Tablo 2.6 Farklı Çevresel Etki Sınıflarına Maruz Betonlar İçin Kullanılması Önerilen Çimento Tipleri <sup>a</sup>**

Etki Sınıfı X= Kullanılması önerilir O=Kullanılması önerilmez	Donatı Korozyonu												Betona etkisi									Ön gerilme Çeliğine uyumluluk	
	Karbonatlaşma nedeniyle Korozyon					Klorür nedeniyle korozyon							Donma / Çözülme Etkisi				Zararlı Kimyasal Ortam			Aşınma			
						Deniz Suyu dışında Klorür Etkisi			Deniz Suyundan kaynaklanan Klorür Etkisi														
	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 <sup>d</sup>	XA3 <sup>d</sup>	XM1	XM2	XM3		
CEM II	A	S-D; S-T; S-LL; S-L; D-T; D-LL; D-L; T-LL; T-L; S-V; V-T; V-L; V-LL <sup>i</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>f</sup>
	M	D-W; S-W P-W; L-W; LL-W; T-W	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	
		S-D; S-T; D-T; S-V; V-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		S-P; D-P; D-V; P-V; P-L; P-LL; P-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	0	X	X	X	X	X	X	X <sup>f</sup>
B	S-LL; S-L; D-LL; P-L; P-LL; P-L; V-LL; V-L; T-LL; T-L; W-T; D-W; S-W; P-W; L-W; LL-W <sup>i</sup>	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	X <sup>f</sup>		

a), d), f) ve i) dipnotları için Tablo 2.7'ye bakılmalıdır.

**Tablo 2.7 Farklı Çevresel Etki Sınıflarına Maruz Betonlar İçin Kullanılması Önerilen Çimento Tipleri <sup>a</sup>**

Etki sınıfı X= Kullanılması önerilir O=Kullanılması önerilmez	Donatı Korozyonu												Betona Etkisi									Ön gerilme Çeliğine uyumluluk	
	Karbonatlaşma nedeniyle Korozyon					Klorür nedeniyle korozyon							Donma / Çözülme Etkisi				Zararlı Kimyasal Ortam			Aşınma			
						Deniz Suyu dışında Klorür Etkisi			Deniz Suyundan kaynaklanan Klorür Etkisi														
	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3		
CEM IV	B	(P <sup>g</sup> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	0	X	X	X	X	0	0	0
CEM V	A	(S-P <sup>h</sup> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	0	X	X	X	X	0	0	0

- a) Bu çizelgede kullanılması önerilmeyen çimento, taraflar arasında mutabakat sağlanması durumunda kullanılabilir.
- b) Dayanım sınıfı  $\geq 42,5$  veya dayanım sınıfı  $32,5$  R ve kütlece  $\leq 50$  öğütülmüş yüksek fırın cürufu.
- c) CEM III/B sınıfı çimento sadece deniz yapıları uygulamalarında, su/çimento  $\leq 0,45$ , dayanım sınıfı en az C35/45 ve çimento dozajı  $c \geq 340$  kg/m<sup>3</sup> ise kullanılabilir. Betonda hava sürükleyici katkı kullanılması gereklidir.
- d) XA1 etki sınıfına kıyasla daha ciddi kimyasal etkiye maruz betonlarda, deniz suyu dışındaki sülfat etkisi için yüksek oranda sülfata dayanıklı çimento kullanılmalıdır. Alternatif olarak, sülfat içeriği en fazla 1,500 mg/L olan zararlı etkiye sahip sular için sülfata dayanıklı çimento yerine uçucu kül ve çimento karışımı kullanılabilir. Yüksek sülfata dayanıklılık için gerekler, CEM I-SR-3 veya daha düşük çimento, CEM III/B-SR veya CEM III/C-SR çimentolarının kullanılması durumunda sağlandığı kabul edilir.
- e) İçerisine belli oranda mineral katkı ilave edilmiş çimentolar daha iyi performans verebilir. Üç ana bileşenli CEM-II-M tip çimentosu için Tablo 2.6 'ya ve CEM IV ve CEM V çimentoları ve iki veya üç ana bileşen için Tablo 2.7 'ye bakılmalıdır.
- f) Bu tip uygulamalarda, puzolanlı çimentolar performanslarını kanıtlayan yeterli veri bulunmamasından dolayı kullanılmamalıdır.
- g) TS 25' e uygun tras ihtiva eden, tras oranı en fazla %40 olan traslı çimento.
- h) Trasin ana bileşen olduğu traslı çimentolara uygulanır.
- i) TS 13515' e göre üretilen betonda kullanılan uçucu kül TS EN 450-1' e uygun olmalı ve kızdırma kaybı % 5' i aşmamalıdır.

**Tablo 2.8 Farklı Çevresel Etki Sınıflarına Maruz Betonlar İçin Kullanılması Önerilen Çimento Tipleri <sup>a</sup>**

Etki sınıfı X= Kullanılması önerilir O=Kullanılması önerilmez	Korozyon Etkisi yok	Donatı Korozyonu										Betona Etkisi									Öngörülme Çeliğine uyumluluk			
		Karbonatlaşma nedeniyle Korozyon				Klorür nedeniyle Korozyon						Donma / Çözülme Etkisi				Zararlı Kimyasal Ortam			Aşınma					
						Deniz Suyu dışında Klorür Etkisi			Deniz suyundan kaynaklanan klorür etkisi															
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 <sup>d</sup>	XA3 <sup>d</sup>	XM1	XM2	XM3		
Çok düşük hidratasyon ısılı (VLH)	III/B	X	0	X	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0	
	III/C																							
	IV/A <sup>i</sup>																							
	IV/B <sup>i</sup>	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	V/A <sup>i</sup>																							
	V/B <sup>i</sup>																							

a) Bu standartta belirtilmeyen çimento tiplerinin kullanılacağı yerlerde şartname hazırlayıcının onayı alınmalıdır.  
Dipnot d) ve i) için Tablo 2.7'ye bakılmalıdır.

Ayrıca çimento seçiminde, yapım (inşaat) yöntemi, beton yapının kullanım amacı, kür şartları, yapı boyutları (ısı gelişimi), bileşenlerden kaynaklanan alkaliler ile agrega arasında etkileşme olması ihtimali gibi hususlar göz önüne alınmalıdır.

Çimentolar 80°C' den daha düşük sıcaklıkta kullanılmalıdır.

Özellikle buz çözücü maddelerin de kullanıldığı, yüksek donma çözülme ve aşınma etkilerine maruz kalacak yol kaplamalarında, XF4 ve XM2 sınıfında belirtilen çimentolar kullanılacaktır.

Kullanılacak olan agregada alkali-silika reaksiyonları sonucunda zararlı miktarda oluşma riski varsa, betonda bu riskin azaltılmasına yönelik 2.2.2. bölümünde anlatılan önlemler alınmalıdır.

#### 2.1.4 Betona Puzolanik Malzeme İlave Edilmesi

Beton Yol Kaplamalarında, bağlayıcı malzemenin (CEM I türü portland çimento ise) %50' sine kadar öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu yada bağlayıcı malzemenin %25' ine kadar uçucu kül kullanılması uygundur. Alkali Silika Reaksiyonuna karşı direnç sağlamak, hidratasyon ısısını düşürmek için daha yüksek dozlarda kullanılabilir.

Puzolanik malzemelerin kullanım şartları için TS EN 206 ve TS 13515 standardına uyulmalıdır. Puzolanik malzeme kullanımında, çevresel etki sınıfları dikkate alınarak, TS EN 206 ve TS 13515 standartlarında tariflendiği şekilde, su/çimento oranı hesaplanmalı ve minimum dozaj şartları sağlanmalıdır.

Kullanılan puzolanik malzemeler CE Belgeli olmalıdır. CE Belgeli puzolanik malzemelerin, ilgili standartların EK ZA' sında belirtilen deneylerin yapıldığı ve sonuçların uygunluğu kontrol edilmelidir.

Beton santralinde karışıma Portland Çimentosu ve ayrıca bir ya da daha fazla puzolanik malzemenin ilave edilmesi yerine, hazır imal edilmiş katkı çimento kullanılmasının avantajları vardır. Çimento fabrikasında, çimento ve puzolanik malzemenin karıştırılmasıyla elde edilen son ürünün kimyasal yapısı özenle bilerek



dengeliğinden uyumsuzluk sorunları azdır. Beton santralinde puzolanik malzemeler eklenmiş ürün ile kıyaslandığında, imal edilen katkılı çimento özelliklerinde daha az değişkenlik gözlemlenir.

### 2.1.5 Çimentonun Depolanması

Dökme çimentolar, hava almayan ağız kapalı silolarda depolanmalıdır. Dökme çimentonun depolanacağı siloların hacmi, çimentonun kullanım hızı dikkate alınarak, çimento siloda uzun süre beklemeyecek şekilde belirlenmelidir. Siloların iç yüzeyleri pürüzsüz ve düzgün olmalı, silindir biçimli siloların tabanı yatay ile en az 50° lik açı yapmalıdır. Prizma şeklindeki silolarda ise bu açı 55° den küçük olmamalıdır.

Silolar sık sık (en geç ayda bir) sonuna kadar boşaltılarak kullanılmalı, böylece çimentonun silo içerisinde katılaşması önlenmelidir.

Üzeri açık silolara silobas ile hammadde doldurulduğunda, hammadde tozunun dışarıya çıkmaması, çalışma ortamına toz yayılmaması, çevre kirliliği oluşmaması ve hammadde kaybının önlenmesi amacıyla silo filtreleri kullanılmalıdır.

## 2.2 AGREGALAR

Agreganın niteliği ve özellikleri, taze ve sertleşmiş betonun karakteristik ve performans özelliklerini doğrudan ve önemli ölçüde etkilemektedir.

Beton yol kaplamalar için kullanılacak agrega temiz, sağlam, dayanıklı ve yoğun yapıda olmalı ve bünyesinde zararlı miktarlarda toz, çamur, kil veya organik orijinli yabancı maddeler bulundurmamalı, beton dayanıklılığını olumsuz yönde etkilememelidir.

Agregalar TS 706 EN 12620 standardına uygun olmalıdır.

### 2.2.1 Agrega Ocakları

Agregalar; taş ocaklarından veya İdarenin yazılı izni alınmak üzere doğada karışık halde bulunan kum-çakıl ocak veya dere yataklarından sağlanacaktır.

Taş ocaklarından elde edilecek olan agrega; ocak taşının kırılmasıyla hazırlanacak ve en az kaba, orta ve ince agrega olmak üzere üç gruba ayrılacak, ayrı ayrı depo edilecek ve temiz olarak korunacaktır.

Ocak veya dere yataklardan temin edilen karışık haldeki doğal kum-çakıl agrega olduğu gibi kullanılmayacaktır. Doğada karışık halde bulunan bu doğal agrega, her zaman elenecek, yıkanacak, kırılacak ve bu şartname hükümlerine uygun, en az kaba, orta ve ince agrega olmak üzere üç gruba ayrılacak, ayrı ayrı depo edilecek ve temiz olarak korunacaktır.





## 2.2.2 Alkali-Silika Reaksiyonu

Beton yol kaplamalarında kullanılan agregalar zararlı miktarda Alkali-Silika Reaksiyonuna (ASR) neden olacak reaktif silis mineralleri içermemelidir.

Riyolitik ve andezitik volkanik taşlar, andezitler, opal, çört, phyllite, riyolit ve sünger taşı, silisli kireç taşı ve kalsedonik çörtler, tridimit ile kristobalit esaslı mineraller içeren taş ocakları, malzeme ocağı olarak kullanılmamalıdır.

Kullanılacak her bir agrega fraksiyonu Alkali Silika Reaksiyonu (ASR) ve zararlı organik maddeler ve kil yönünden mutlaka test edilmelidir.

Alkali ile çözünebilen silika içerdiği bilinen veya belirli miktarda reaktif silis içerdiği bilinen agrega, beton yollarda aşağıdaki değerlendirmelere göre kullanılmalıdır..

1. TS 10088 EN 932-3' e göre detaylı petrografik muayenede, agreganın mineral bileşiminde alkali silika reaksiyonuna neden olabilecek zararlı minerallere bakılmalıdır. Agregada Tablo 2.10' da verilen alkali silika reaksiyonuna neden olabilecek bir mineral tespit edildiğinde veya petrografik muayenenin yapılamadığı durumlarda agrega ile ilgili daha ileri araştırma için aşağıdaki işlemler takip edilmelidir.

2. Agreganın, zararlı mineraller içerdiği tespit edildiğinde, TS 2517' ye göre deneye tabi tutulmalıdır. Zararlı bölgede bulunan agregaların, betonda zararlı alkali silika reaksiyonuna neden olabileceği kabul edilir.

3. Agreganın, CANADA CSA23.2-25A, ASTM C1260, TS 13516 standartlarına uygun olarak hızlandırılmış harç çubukları yöntemi ile de alkali silika reaksiyonu bakımından değerlendirilmesi gerekir.

Bu deney yöntemine göre genleşme %0,10 ve altında ise malzemenin kullanımı uygun kabul edilecektir. Genleşme %0,20 ve bunun üzerinde ise malzeme kabul edilmeyecektir. Genleşme % 0,10 ve % 0,20 arasında ise ancak idarenin izni ile aşağıda belirtilen şartların sağlanması halinde izin verebilir.

4. Zararlı agrega içerdiği belirlenen betonlarda, tüm bileşenlerden toplam alkali içeriği 3,0 kg/m<sup>3</sup> değerini aşmamalıdır. Eğer ASR riski tespit edilmiş ise ve zararlı agrega içerdiği belirlenen betonlarda tüm bileşenlerden gelen toplam alkali içeriği 3,0 kg/m<sup>3</sup> değerini aşıyorsa, kullanılması düşünülen alkali içeriği düşük çimentolar (Tablo 2.9) veya katkılı çimento veya puzolanik malzemeler ile hızlandırılmış harç çubukları yöntemi kullanarak deneyler yapılmalı ve ASR' nin zararsız (genleşmenin %0,10' un altına düşürüldüğü) hale geldiği veya önlenmediği deneylerle kanıtlanmalıdır.

Çimentonun "Alkali Oksit Eşdeğeri" (Na<sub>2</sub>O eşdeğeri) (Na<sub>2</sub>O+0,658 K<sub>2</sub>O) deneyi yaptırılacaktır.

**Tablo 2.9 Alkali İçeriği Düşük Çimentoların Alkali İçeriği**

Çimento	Çimento Alkali İçeriği Na <sub>2</sub> O Eşdeğeri (%)
CEM I	≤ 0,60
CEM II	≤ 0,70
CEM III/ A	≤ 0,95



**Tablo 2.10 Betonda Zararlı Mertebede Genleşmeye Sebep Olabilecek Mineraller, Kayalar Ve Maddeler**

<b>Mineraller</b>		
Opal, Tridimit, Kristobalit, Kalsedon, kriptokristalin, mikrokristalin veya camsı kuvars, İri taneli kuvars (yoğun şekilde parçalanmış, granüle olmuş ve basınca maruz kalmış veya ikincil kapanımlarla zengin) Asidik (Silisli), ara bileşimli (nötr) ve bazik volkanik camlar, damar kuvarası		
<b>Kayaçlar</b>		
	<b>Kayaç</b>	<b>Reaktif Bileşen</b>
Volkanik	Granodiyorit, şamokit, granit	Basınca maruz kalmış kuvars; mikrokristalin kuvars
	Pumis (sünger taşı), riyolit, andezit, dasit, latit, perlit, obsidiyen, volkanik tuf	Silisli veya ara bileşimli (nötr) silisce zengin volkanik camlar; devitrifiye camlar; tridimit
	Bazalt	Kalsedon, kristobalit, palagonit, bazik volkanik camlar
Metamorfik	Gnays, Şist	Basınca maruz kalmış kuvars; mikrokristalin kuvars
	Kuarsit	Basınca maruz kalmış ve mikrokristalin kuvars; çört
	Homfels, filit, arjilit	Basınca maruz kalmış kuvars; mikrokristalin - kriptokristaklin kuvars
Sedimanter	Kumtaşı	Basınca maruz kalmış ve mikrokristalin kuvars; çört; opal
	Grovak	Basınca maruz kalmış ve mikrokristalin - kriptokristaklin kuvars
	Silttaşı	Basınca maruz kalmış ve mikrokristalin - kriptokristaklin kuvars; opal
	Şeyl	
	Tilit	Basınca maruz kalmış ve mikrokristalin - kriptokristaklin kuvars
	Çört	Kriptokristaklin kuvars; kalsedon; opal
	Çakmaktaşı	
	Diyatomit	Opal; kriptokristaklin kuvars
	Killi dolomitik kireçtaşı ve kalsitik dolomit kuvars içeren killi kalsitik dolomit	Dolomit; kil mineralleri didolomitizasyona maruz kalmış
<b>Diğer Maddeler</b>		
Sentetik cam, silika jeli		



## 2.2.3 Agregaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

### 2.2.3.1 İnce Agregalar

"D" değerinin 4 mm' den küçük veya 4 mm' ye eşit olduğu tane büyüklüğündeki agregalardır. İnce agregaya ait fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2.11' de verilmiştir.

Tablo 2.11 İnce Agregaya Ait Fiziksel ve Mekanik Özellikler

	Deney	Şartname Limiti	Deney Standardı
1	Organik Madde (% 3' lük NaOH ile)	Açık sarı renkten koyu olmayacak	TS EN 1744-1
2	0,063 mm Elekten Geçen Çok İnce Malzeme Muhtevası (% )*	≤ 4,0	TS EN 933-1
3	Alkali Silika Reaksiyonu (14 Günlük % Genleşme)	≤ 0,10	CANADA CSA23.2 25A ASTM 1260 TS 13516
4	Su Emme, %	≤ 2,5 WA <sub>24</sub> 2,5	TS EN 1097-6
5	Doygun Yüzey Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	≥ 2,55	TS EN 1097-6
6	Metilen Mavisini, g/kg (MB)	≤ 1,5	TS EN 933-9

\* 1. Bu değer, kırılarak hazırlanan agregalarda kilden ileri gelmiyorsa (taş tozları ise) %2 artırılabilir.

2. Karışımdaki çok ince malzeme miktarı % 5' i geçmemelidir.

3. Ayrıca karışımdaki **İnce malzeme içeriği** (taze beton içindeki, tane büyüklüğü en fazla 0,125 mm olan katı malzemelerin toplam kütlesi) (çimento + mineral katkı + agrega ince kısmı); C50/60 MPa ve daha düşük dayanımlı, XF veya XM çevre etki sınıflarına maruz yol kaplama betonları için, aşağıdaki miktarları geçmeyecektir. (TS 13515)

Çimento dozajı (kg/m <sup>3</sup> )	En fazla izin verilen ince malzeme içeriği (kg/m <sup>3</sup> )
≤ 300	400
≥ 350	450

İnce malzeme içeriği için üst sınır değerler 50 kg/m<sup>3</sup> değerini aşmayacak şekilde aşağıda verilen miktarlar kadar artırılabilir;

- Çimento dozajı 350 kg/m<sup>3</sup>' den daha fazla olduğunda, 350 kg/m<sup>3</sup>' den fazla olan miktar kadar,  
- Betonda tip II puzolanik malzeme (öğütülmüş yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb.) kullanılması durumunda, tip II katkı miktarı kadar.

(Betonda tip II puzolanik malzeme kullanılması durumunda, en fazla izin verilen ince malzeme içeriği için üst sınır değer, 50 kg/m<sup>3</sup> değerini aşmayacak şekilde ilave edilen tip II katkı miktarı kadar artırılabilir.)

Not: Çimento dozajının 300 kg/m<sup>3</sup> ve 350 kg/m<sup>3</sup> arasında olması durumunda, Çizelgede verilenlerden doğrusal enterpolasyon işlemi ile ara değerler belirlenebilir.



## 2.2.3.2 İri Agregalar

İri agregaya ait fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 2.12' de verilmiştir.

**Tablo 2.12 İri Agregaya Ait Fiziksel ve Mekanik Özellikler**

	Deney	Şartname Limiti	Deney Standardı
1	Los Angeles Parçalanma Direnci (500 devir) % kütlece kayıp	$\leq 30$ (LA <sub>30</sub> )	TS EN 1097-2
2	Micro Deval Aşınma Direnci % kütlece kayıp	$\leq 25$ (MDE <sub>25</sub> )	TS EN 1097-1
3	Nordic Aşınma Direnci (Çivili lastik kullanılacak yerlerde dikkate alınacaktır)	$\leq 19$ AN <sub>19</sub>	TS EN 1097-9
4	Magnezyum Sülfat Değeri (Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) % kütlece kayıp	$\leq 18$ (MS <sub>18</sub> )	TS EN 1367-2
5	Donma ve Çözülme Direnci <sup>3,4</sup> % kütlece kayıp	$\leq 1$ (F <sub>1</sub> )	TS EN 1367-1
6	Kırılmışlık <sup>2</sup> Değeri, Ağırlıkça, %	$D_{max} \geq 8$ mm agregaların kırılmışlık (tüm yüzeyi) değeri $\geq 50$  $D_{max} \geq 8$ mm karışımların toplam kırılmışlık (tüm yüzeyi) değeri $\geq 35$  $D_{max} \leq 8$ mm karışımlarda $D \leq 8$ mm ve $d \geq 2$ mm boyutunda kırılmışlık (tüm yüzeyi) değeri $\geq 100$	TS EN 933-5
7	Yassılık Endeksi, %	$\leq 20$ (Fl <sub>20</sub> )	TS EN 933-3
8	Cilalanma Değeri (Parlatmaya karşı Direnç), %	$\geq 44$ (PSV <sub>44</sub> )	TS EN 1097-8
9	Su Emme <sup>3</sup> , %	$\leq 2,0$ WA <sub>24</sub> 2,0	TS EN 1097-6
10	Doğgun Yüzey Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	$\geq 2,55$	TS EN 1097-6
11	Kil Topakları ve Ufalanabilir Taneler, %	$\leq 0,5$	ASTM C 142
12	Alkali-Silika Reaksiyonu (14 günlük % Genleşme)	$\leq 0,10$	CANADA CSA23.2- 25A ASTM 1260 TS 13516
13	Hacim kararlığı - kuruma büzülmesi %	$\leq 0,075$	TS EN 1367-4
14	0,063 mm elekten geçen çok ince malzeme muhtevası <sup>1</sup> , %	$\leq 0,5$	TS EN 933-1

<sup>1</sup> Bu değer kırılarak hazırlanan agregalarda kilden ileri gelmiyorsa (taş tozu ise) %1,5 artırılabilir.

<sup>2</sup> Agregada kırılmış kayalardan elde edilmişse, C<sub>90/1</sub> kategorisinde (tüm yüzeyi kırılmış/ tüm yüzeyi yuvarlak) olduğu kabul edilmelidir. Bu durumda daha fazla deney yapılmaya gerek duyulmaz.

<sup>3</sup> Sabit kütleye kadar doğgun hale getirilmiş iri agreganın su emme oranı  $\leq 0,5$  ise bu agreganın donma-çözülme karşı dirençli olduğu kabul edilir.

<sup>4</sup> Aşırı soğuk hava ve/veya tuzluluk veya buz çözücü tuz doğgunluğu durumlarında, TS EN 1367-1:2007 Ek B' de ayrıntısı verilen ve bir tuz çözeltisi veya üre kullanılan deneylerin yapılması daha uygun olabilir.



## 2.2.4 Agregaların Kimyasal Özellikleri

Agregaların kimyasal özellikleri aşağıdaki gereklilikleri sağlanacaktır.

### **Klorür İçeriği:**

Agregaların suda çözünebilir klorür iyon içeriği, TS EN 1744-1' e uygun olarak tayin edilecek ve aşağıda verilen sınır değerler uygulanacaktır.

CEM III dışında bir çimento ile yapılmış beton için:

- Çelik donatı ve diğer gömülü metal ihtiva etmeyen beton için kütlece % 0,15
- Çelik donatı ve diğer gömülü metal ihtiva eden beton için kütlece % 0,04

CEM III ile yapılan betonlar için:

- Beton yapıların tümü için agregaların klorür içeriği kütlece % 0,10' in altında olacaktır.

### **Asitte Çözünebilir Sülfat İçeriği:**

TS EN 1744-1' e uygun olarak tayin edilmeli ve aşağıda verilen sınır değer uygulanacaktır.

- a) Agregalar için kütlece %  $\leq 0,2$  (AS 0,2)
- b) Havada soğutulmuş yüksek fırın cürufu agregalar için kütlece %  $\leq 1,0$  (AS1,0) olmalıdır.

### **Toplam Kükürt:**

Agregaların asitte çözülebilir sülfür içeriği, TS EN 1744-1' e uygun olarak tayin edilecek ve toplam kükürt muhtevası, S cinsinden aşağıda verilen sınır değerler uygulanmalıdır.

- a) Agregalar için %  $\leq 1$  (S1)
- b) Havada soğutulmuş yüksek fırın cürufu agregalar için kütlece %  $\leq 2$  (S2) olmalıdır.

## 2.3 BETON KARMA SUYU

### 2.3.1 Beton Karma Suyunun Özellikleri

Beton karma suyu TS EN 1008 standardına uygun olmalıdır.

Beton karma ve temas suyunun içme suyu niteliğinde olması durumunda test edilmesine gerek yoktur.

Doğal yeraltı ve yüzey suları test edilmeden kullanılmamalıdır. Deniz suyu, yarı tuzlu su, atık su, dönüştürülmüş suyun kullanılmasına izin verilmemelidir.

Su, Tablo 2.13' de verilen deney işlemlerine göre muayene edilmelidir.

Tablo 2.13, 2.14, 2.15' de verilen kriterlere uygun olmalıdır.

Tablo 2.13' de verilen özelliklerden biri veya birkaçına uygun olmayan suların, Madde 2.3.2' de verilen şartları sağlaması gerekir.



**Tablo 2.13 Karışım Suyunun Ön Muayenesi İçin İncelenecek Özellikler ve Deney İşlemleri**

Deney	Deney Metodu (TS EN 1008)	Uygunluk Kriteri
1. Renk	Gözle muayene ölçülü bir mezürde katı taneciklerin çökmesi beklenir.	Nitel olarak belirlenen renk, açık sarı veya daha açık olmalıdır.
2. Yağ/Gres	Gözle Muayene	Görünür izlerden (lekelerden) daha fazla olmamalıdır.
3. Deterjan	Mezür yarısına kadar numune ile doldurulup iyice çalkalanır.	Herhangi bir köpük 2 dakika içerisinde kaybolmalıdır.
4. Asılı Madde Askıda katı madde	80 cm <sup>3</sup> lük numunede	Çökelti miktarı en fazla 4 mL olmalıdır.
5. Koku	HCl ilave edilir.	İçilebilir suyun sahip olduğu koku haricinde herhangi koku bulunmamalıdır. Hidroklorik asit ilâve edildikten sonra herhangi hidrojen sülfür kokusu olmamalıdır.
6. pH Değeri	Uygun indikatör pH metre ile	≥ 4

### 2.3.2 Priz Süresi ve Dayanıma Etkisi

Çimento hamurunda priz süresi – TS EN 196 -3

Harç prizma dayanımı – TS EN 196 -1

Beton deney numunelerinin hazırlanması – TS EN 12390-2

Beton numunelerin basınç dayanımı tayini deneyi – TS EN 12390-3

Yukarıda belirtilen standartlara göre priz süresi deneyine tâbi tutulduğunda, uygunluğu araştırılan su ile yapılan beton numunelerde elde edilen priz başlangıç süresi, damıtık su veya deiyonize su ile yapılan beton numunelerde elde edilen priz başlangıç süresine göre % 25' den daha fazla sapma göstermemelidir.

Priz bitiş süresi ise, damıtık su veya deiyonize su ile yapılan beton numunelerde elde edilen priz sona erme süresine göre % 25' den daha fazla sapma göstermemelidir.

Yukarıda belirtilen standartlara göre, harç veya beton basınç dayanımı deneyine tabi tutulduğunda, uygunluğu araştırılan su ile yapılan beton veya harç numunelerin 7 günlük ortalama basınç dayanımı, aynı yaşta deneye tâbi tutulan damıtık su veya deiyonize su ile hazırlanmış numune basınç dayanımının % 90' ından daha küçük olmamalıdır.

### 2.3.3 Karışım Suyuna ait Kimyasal Özellikler

Karışım suyunun kimyasal özellikleri için sınır değerler aşağıda Tablo 2.14' de verilmiştir.

**Tablo 2.14 Karma Suyunun Azami Miktarları**

Madde	En Fazla Miktar (mg/L)
Klorür (Cl <sup>-</sup> )	≤ 500 mg/L
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	≤ 2000 mg/L
Alkaliiler (Na <sub>2</sub> O+0,658 K <sub>2</sub> O)	≤ 600 mg/L*

\*Bu sınır aşılmışsa; betonda, alkali reaktif agregaların kullanılma ihtimali yoksa, su kullanılabilir. Bu sınır aşılmışsa ve betonda alkali reaktif agrega kullanılma ihtimali varsa su, ancak zararlı alkali – silika reaksiyonlarını önleyici tedbirlerin alındığının gösterilebilmesi halinde kullanılabilir.



### 2.3.4 Zararlı Kirlenme

Öncelikle, şekerler, fosfatlar, nitratlar, kurşun ve çinko için nitel deneyler yapılabilir. Nitel deneyler sonucunda, bu maddelerin varlığı ortaya çıkarsa, miktarlarının ne olduğu kimyasal analizle belirlenmeli veya priz süresi ve basınç dayanımıyla ilgili Madde 2.3.2' de belirtilen deneyler yapılmalıdır.

Yapılan Kimyasal analiz sonucunda, değerler Tablo 2.15' de verilen kriterlere uygun olmalıdır.

**Tablo 2.15 Zararlı Maddelerle İlgili Şartlar**

Madde	En Fazla Miktar (mg/L)
Şekerler	≤ 100 mg/L
Fosfat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≤ 100 mg/L
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	≤ 500 mg/L
Çinko (Zn <sup>+2</sup> )	≤ 100 mg/L
Kurşun (Pb <sup>2+</sup> )	≤ 100 mg/L

### 2.3.5 Numune Alma

Alınan su numunesi miktarı 5lt' den daha az olmamalıdır. Numune, mevsime bağlı değişimlerin muhtemel etkisi de dahil olmak üzere, kullanılacak suyu temsil etmeli ve doğru şekilde etiketlenmiş olmalıdır.

Su numunesi temiz ve sızdırmaz kapta muhafaza edilmelidir. Numune kabı, numune alınacak su ile önceden çalkalanmalıdır.

Su numunesi, alındıktan sonraki iki hafta içerisinde deneye tabi tutulmalıdır.

## 2.4 BETON KİMYASAL KATKI MADDELERİ

### 2.4.1 Kimyasal Katkı Kullanımı ve Özellikleri

Betonun taze ve/veya sertleşmiş haldeki özelliklerini geliştirmek için kullanılan beton kimyasal katkıları TS EN 934-1 ve TS EN 934-2 standardına uygun olmalıdır. Bu standartlarda belirtilen genel şartlar Tablo 2.16 ve özel gerekler Tablo 2.17' de verilmektedir.

CE işaretlemesi ve etiketlemesi olmayan beton kimyasal katkıları kullanılmamalıdır.

Beton yol yapımında, hava sürükleyici katkıları, akışkanlaştırıcı ve süper akışkanlaştırıcı katkıları, uzun işlenebilirlik ve priz geciktirici katkıları kullanılmaktadır.

### 2.4.2 Akışkanlaştırıcı Katkılar

Beton yol yapımı için linyinsülfonat ve poliakrilat esaslı katkıları gibi %10' dan daha az su kesen katkıları Tablo 2.17' de belirtilen şartları sağlayan, TS EN 934-2' de yer alan akışkanlaştırıcı ve/veya süper akışkanlaştırıcı katkıları kullanıma uygundur.

Polikarboksilat esaslı katkıların kullanılmalarında, kayar kalıp kullanılarak yapılan beton yol kaplamaları için gerekli çökme aralığının elde edilmesindeki zorluklardan dolayı dikkatli olunmalıdır.



Su miktarını azaltıcı katkı maddesi kullanılacak hava sürükleyici katkı maddesi ile uyumlu olmalı ve betona, hava sürükleyici katkı maddesi ihtiva eden karışım suyundan ayrı olarak, belirlenen dozajda ilave edilip karıştırılmalıdır.

### 2.4.3 Hava Sürükleyici Katkılar

Yüksek donma çözülme dayanımı istenen yol betonları, hava sürüklenmiş olarak üretilmelidir. Tablo 2.17' de belirtilen şartları sağlayan TS EN 934-2 Çizelge.5' e uygun hava sürükleyici katkı maddesi kullanılmalıdır. Bu betonlarda çapı 10-300µm arasında çapa sahip yeterli miktarda (Tablo 3.2 ve Tablo 6.1 ) mikroskobik hava kabarcıklarının olması gerekir.

Buna ek olarak, hava kabarcığı parametresi olan mesafe faktörü (L), 0,2 mm. den küçük olmalıdır. Bu, çimento matrisindeki bir noktadan en yakın hava kabarcığının kenarına olan mesafedir.

Hava sürükleyici katkı maddesi karışıma, karışım suyunun bir parçası olarak solüsyon halinde ilave edilmelidir. Bu solüsyon, belirlenen karıştırma periyodu süresince katkı maddesinin üniform bir şekilde dağıtılmasını temin edecek, hassas ölçekli mekanik bir karıştırıcı ile harmanlanmalıdır.

### 2.4.4 Priz Geciktirici Katkılar

Özel saha koşulları priz geciktiricilerinin kullanımını gerektirebilir. Tablo 2.17' de belirtilen şartları sağlayan TS EN 934-2 Çizelge 8' e uygun priz geciktirici katkı maddesi kullanılmalıdır. Bu katkı maddeleri betonun işlenebilirliğini ve sertleşme süresini uzatabilmekte, çimento hidratasyonunu geciktirerek, daha yavaş bir sıcaklık gelişimine neden olmakta ve betonun ulaşabileceği en yüksek sıcaklık değerini düşürebilmektedir.

### 2.4.5 Kimyasal Katkı Kullanım Miktarı

Beton katkı maddeleri, üreticinin tavsiye ettiği en yüksek miktarı ve 1 kg çimento için 50 gr' ı geçmemelidir. Birden fazla katkı malzemesi kullanıldığında bu miktar çimento ağırlığı için 60 gr/kg' dır.

3 lt/m<sup>3</sup> ve fazla miktarda kullanılan katkı maddeleri, su /çimento oranının belirlenmesinde su miktarına eklenerek dikkate alınmalıdır. Hava sürükleyici katkı ile akışkanlaştırıcı ya da süper akışkanlaştırıcı katkının ve mineral katkının birlikte kullanılması durumunda bu katkıların uyumları ve etkinlikleri testlerle belirlenmelidir.



**Tablo 2.16 Beton Katkıları İçin Genel Şartlar**

İstenilen Özellik	Test Metodu	Kriterler
Homojenlik	Gözle	Kullanıldığında homojen olacak. Ayrışma, üretici tarafından belirtilen sınırı aşmamalıdır.
Renk	Gözle	Üniform ve üreticinin ifade ettiği tanıma benzer.
Etkin Bileşen	EN 480-6	Üretici tarafından temin edilen referans spektrumla kıyaslandığında IR spektrası etkin bileşene göre değişiklik göstermemelidir.
Yoğunluk (D)	TS 781 ISO 758	D > 1,10 ise D ± 0,03 D ≤ 1,10 ise D ± 0,02 D: Üreticinin belirttiği değer
Katı madde içeriği	EN 480-8 <sup>1)</sup>	T ≥ % 20 için 0,95 T ≤ X < 1,05 T T < % 20 için 0,90 T ≤ X < 1,10 T T: Üreticinin belirttiği değer % (ağırlıkça) X: Test sonucu % (ağırlıkça)
pH değeri	TS ISO 4316	Üreticinin belirttiği değer ± 1 veya üreticinin belirttiği aralık içinde.
Önerilen maksimum dozajda prize etkisi	TS EN 480-1' deki 4 farklı çimentolu şahit harçtaki tavsiye edilen maks. dozajı kullanarak TS EN 480-2	Rapor sonuçları.
Toplam Klor <sup>2)</sup>	TS 1116 EN ISO 1158	≤ % 0,10 (Ağırlıkça) veya üreticinin belirttiği değer altında.
Suda çözünebilir Klor (Cl <sup>-</sup> )	TS EN 480-10	≤ % 0,10 (Ağırlıkça) veya üreticinin belirttiği değer altında.
Alkali miktarı (Na <sub>2</sub> O eşdeğeri)	TS EN 480-12	Üreticinin belirttiği maksimumun üzerinde olmamalı.
Korozyon davranışı	<sup>3)</sup> TS EN 480-14	Beton içine gömülü çeliklerde korozyonu arttırma etkisi göstermemelidir.
Silisyum dioksit (SiO <sub>2</sub> ) içeriği <sup>4, 5, 6</sup>	TS EN 196-2	İmalatçı tarafından kütlece % olarak beyan edilen en yüksek değeri aşmamalıdır.

<sup>1)</sup> Eğer EN 480-8' deki metot uygun değilse üretici alternatif bir test metodu önermelidir.  
<sup>2)</sup> Eğer toplam klor miktarı ile suda çözünebilir klor miktarı arasında önemli bir fark yoksa, katkıları ilgilendiren sonraki testlerde sadece suda çözünebilir klor miktarına izin verilir.  
<sup>3)</sup> Deney için, C<sub>3</sub>A miktarı % 5' den (ağırlıkça) daha az olan TİP I çimentosu kullanılmalıdır.  
<sup>4)</sup> Silisyum dioksit içeriği, silikanın, bileşen madde olarak, kimyasal katkının % 5' ini aşan oranda kullanılacağı hâllerde gereklidir.  
<sup>5)</sup> Bu gerek doğal kuma uygulanmaz.  
<sup>6)</sup> İmalatçı tarafından beyan edilen değerler ve özellikler, talebi üzerine kullanıcıya yazılı olarak verilmelidir.

**Tablo 2.17 Beton Katkıları için Özel Gerekl**

	İstenilen Özellik	Şahit Beton	Test Metodu	Kriterler
Su Azaltıcı / Akışkanlaştırıcı Katkıları (Eşit Kıvamda)	Su azaltma	TS EN 480-1 Şahit Beton I	TS EN 12350-2' ye göre çökme veya TS EN 12350-5' e göre yayılma	Deneme betonunda şahit betona kıyasla en az % 5
	Basınç Dayanımı	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12390-3	7 ve 28 günde, deneme betonu, şahit betonun en az % 110' u
	Taze Betondaki Hava Miktarı	TS EN 480-1 Şahit Beton I	TS EN 12350-7	Üretici tarafından aksi belirtilmedikçe, deneme betonu, şahit betonun en çok % 2 üzerinde (Hacimce).
Yüksek Oranda Su Azaltıcı/ Süper Akışkanlaştırıcı Katkıları (Eşit Kıvamda)	Su azaltma	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12350-2' ye göre çökme veya TS EN 12350-5' e göre yayılma	Deneme betonunda şahit betona kıyasla en az % 12
	Basınç Dayanımı	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12390-3	1 günde, deneme betonu, şahit betonun en az % 140' ı 28 günde deneme betonu, şahit betonun en az % 115' i
	Taze Betondaki Hava Miktarı	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12350-7	Üretici tarafından aksi belirtilmedikçe, deneme betonu, şahit betonun en çok % 2 üzerinde (Hacimce).
Yüksek oranda Su Azaltıcı/ Süper Akışkanlaştırıcı Katkıları (Eşit su/çimento oranında)	Kıvam artışı	TS EN 480 -1 Şahit Beton IV	TS EN 12350-2' ye göre çökme veya TS EN 12350-5' e göre yayılma	Başlangıç (30 ± 10) mm olmak üzere, çökme artışı ≥ 120 mm, Başlangıç (350 ± 20) mm olmak üzere, yayılma artışı ≥ 160 mm,
	Kıvam koruma	TS EN 480 -1 Şahit Beton IV	TS EN 12350-2' ye göre çökme veya TS EN 12350-5' e göre yayılma	Deneme betonunun katkı katıldıktan 30 dakika sonraki kıvamı, şahit betonun ilk kıvamının altına düşmemelidir.
	Basınç dayanımı	TS EN 480 -1 Şahit Beton IV	TS EN 12390-3	28 günde; deneme betonu, şahit betonun en az % 90' ı olacak.
	Taze Betondaki Hava Miktarı	TS EN 480 -1 Şahit Beton IV	TS EN 12350-7	Üretici tarafından aksi belirtilmedikçe deneme betonu, şahit betonun % 2 üzerinde (Hacimce) olacak.
Hava Sürükleyici Katkıları (Eşit Kıvamda)	Taze Betondaki Hava Miktarı	TS EN 480 -1 Şahit Beton III	TS EN 12350-7	Deneme betonu, şahit betonun en az % 2,5 üzerinde (Hacimce). Toplam hava miktarı % (4-6) (Hacimce)2) olacak.
	Sertleşmiş betondaki hava boşluğu karakteristikleri	TS EN 480 -1 Şahit Beton III	TS EN 480 -113)	Deneme betonundaki aralık faktörü en çok 0,200 mm olacak.
	Basınç dayanımı	TS EN 480 -1 Şahit Beton III	TS EN 12390-3	28 günde; deneme betonu, şahit betonun en az % 75' i olacak.
	1) Tüm şartlar aynı test karışımı için geçerlidir. 2) Uygun dozaj belirtilemez. Dozaj; istenen hava miktarını elde edecek şekilde ayarlanmalıdır. 3) TS EN 480-11 referans metottur. Diğer aralık faktörünü belirleme metotları (örneğin, düzeltilmiş nokta sayma metodu) TS EN 480-11' deki metotla tamamen aynı sonuçları verdiğini gösterebilmesi kaydıyla kullanılabilir.			
Priz Geciktirici Katkıları için ek şartlar (Eşit Kıvamda)	Priz Süresi	TS EN 480-1 Harcı	TS EN 480-2	Priz başlangıcı: deneme betonu, şahit betondan en az 90 dakika fazla olacak, Priz sonu: deneme betonu, şahit betondan en çok 360 dakika sonra olacak.
	Basınç Dayanımı	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12390-3	7 günde: deneme betonu, şahit betonun en az % 80' i 28 günde: deneme betonu, şahit betonun en az % 90' ı olacak.
	Taze Betondaki Hava Miktarı	TS EN 480 -1 Şahit Beton I	TS EN 12350-7	Üretici tarafından aksi belirtilmedikçe deneme betonu, şahit betonun en çok % 2 üzerinde (Hacimce) olacak.



#### **2.4.6 Kimyasal Katkı Maddelerinin Testi İçin Numune Gönderilmesi**

Teste tabi tutulacak beton kimyasal katkıları, şantiyedeki katkı tanklarından temiz numune kaplarına, idare ve yüklenici elemanları tarafından alınacak, tutanakla birlikte mühürlenerek yazı ekinde testleri yapılmak üzere laboratuvara gönderilecektir. Bu testler idare laboratuvarlarında yapılabildiği gibi idarenin onayı ile, akredite olmuş bir laboratuvarda yüklenici tarafından yaptırılabilir.

Numune test için gönderilirken, numuneye ait bilgiler (kullanılacağı proje adı, katkı adı, üretim tarihi, son kullanma tarihi, tavsiye edilen dozaj aralığı, kullanım için açıklama ve gerekli güvenlik önlemleri, malzeme güvenlik bilgi formu, depolama koşulları, üretimin seri numarası vb.) ile katkıya ait üretici firmadan alınan fiziksel ve kimyasal test sonuçları (Renk ve koku, etkin bileşen, yoğunluk, çimento tipleri ile uyumu, geleneksel katkı madde miktarı, pH değeri, toplam katkı ağırlığının yüzdesi cinsinden klor içeriği ve suda çözünebilir klorür miktarları, katkının kütlece yüzdesi olarak suda çözünen alkali oksit miktarı/yüzdesi, ürün kataloğu/prospektüsleri, vb.) yazı ekinde idareye verilecektir.

#### **2.5 BETON MİNERAL KATKI MADDELERİ**

Mineral katkıları, betonun bazı özelliklerini iyileştirmek veya betona özel nitelikler kazandırmak amacıyla kullanılan ince öğütülmüş malzemelerdir. Bunlar;

##### **2.5.1 İnert Kabul Edilebilir Mineral Katkılar (Tip I)**

Bu katkılardan filler agregaların genel uygunluğu, TS 706 EN 12620' e göre belirlenmelidir.

##### **2.5.2. Pozzolanik veya Gizli Hidrolik (çimento benzeri etki gösteren) Mineral Katkılar (Tip II)**

Bu katkıların genel uygunluğu,

- Öğütülmüş yüksek fırın cürufunun, TS EN 15167-1 ve TS EN 15167-2' ye
- Uçucu külün, TS EN 450-1' e,
- Silis dumanının, (tozu) TS EN 13263-1 ve TS EN 13263-2 standartlarına göre belirlenmelidir.

CE işaretlemesi ve etiketlemesi olmayan mineral katkıları kullanılmamalıdır.

Uçucu kül veya silis dumanının, TS EN 197-1' e uygun CEM I tipi çimento ile kullanılan betonlarda k-değerleri TS EN 206, TS 13515 standardına uygun olmalıdır.

#### **2.6 LİFLER**

Betonda lif kullanılması gerektiği görülmesi halinde, lifler TS EN 14889-2 ( polimer lifler) standardına uygun ve CE belgeli olmalıdır.



### 3. BETON YOL KAPLAMALARI İÇİN GEREKLİLİKLER

#### 3.1 BETON TASARIMI VE GEREKLİLİKLER

Beton yol kaplamaları, TS EN 206, TS 13515 standardına göre tasarlanmalı ve aranan özellikler belirlenmelidir. Yüksek donma çözülme direnci ile aşınma direnci sağlamalıdır. Beton Yol Kaplamaları; XC4, XF4, XM2, XA (Döngülü ıslak kuru, Buz çözücü madde içeren su veya deniz suyu ile yüksek derecede doymuş donma çözülme, aşınmaya maruz, zararlı kimyasal ortam) çevre etkileri gereklerine uygun oluşturulmalıdır. Ayrıca doğal zemin ve yeraltı sularından kaynaklanan kimyasal etkiler (Sülfat (SO<sub>4</sub>)<sup>-2</sup> gibi) göz önüne alınmalıdır.

Beton dayanım sınıfı olarak minimum C30/37 MPa sınıfı seçilmelidir ve Tablo 3.1' deki gereklilikleri sağlamalıdır.

Tablo 3.1 Beton Kaplama Tasarımı İçin Gereklilikler

	Gereklilikler						
Çevresel Etki Sınıfı	XC4, XF4, XM2, XA						
Basınç Dayanım Sınıfı	min.C30/37MPa						
Bağlayıcı İçeriği	≥ 340 kg/m <sup>3</sup>						
Su/ Bağlayıcı	0,40-0,45						
Agrega tane bileşimi	*En az 3 tane grubuna ayrılmalı ve agrega grupları: 0/2, 2/8, >8 mm veya 0/4, 4/8, >8 mm 0/2 veya 0/4, ≤ 8 mm (maksimum agrega boyutu 8 mm) * Maks. tane boyutu: 8 mm,16 mm,22 mm veya 32 mm *Elekten geçen ağırlıkça % 1mm≤ %27 2mm≤ %30 2mm≤ %35 (en büyük tane boyutu 8mm)						
İnce taneli bileşenlerin içeriği ≤ 0,125mm	<b>İnce Malzeme İçeriği</b> (taze beton içindeki, tane büyüklüğü en fazla 0,125 mm olan katı malzemelerin toplam kütlesi) (çimento + mineral katkı + agrega ince kısmı); C50/60 MPa ve daha düşük dayanımlı, XF veya XM çevre etki sınıflarına maruz yol kaplama betonları için, aşağıdaki miktarları geçmeyecektir. (TS 13515) <table border="1"><thead><tr><th>Çimento dozajı (kg/m<sup>3</sup>)</th><th>En fazla izin verilen ince malzeme içeriği ( kg/m<sup>3</sup>)</th></tr></thead><tbody><tr><td>≤ 300</td><td>400</td></tr><tr><td>≥ 350</td><td>450</td></tr></tbody></table> <p>İnce malzeme içeriği için üst sınır değerler 50 kg/m<sup>3</sup> değerini aşmayacak şekilde aşağıda verilen miktarlar kadar artırılabilir; - Çimento dozajı 350 kg/m<sup>3</sup> den daha fazla olduğunda, 350 kg/m<sup>3</sup> den fazla olan miktar kadar, - Betonda tip II puzolanik malzeme (öğütülmüş yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb.)kullanılması durumunda, tip II katkı miktarı kadar.</p> <p>Not: Çimento dozajının 300 kg/m<sup>3</sup> ve 350 kg/m<sup>3</sup> arasında olması durumunda, Çizelgede verilenlerden doğrusal enterpolasyon işlemi ile ara değerler belirlenebilir.</p> <p>≤ 500 kg/m<sup>3</sup>(en büyük tane boyutu 8 mm olan karışımlarda)</p>	Çimento dozajı (kg/m <sup>3</sup> )	En fazla izin verilen ince malzeme içeriği ( kg/m <sup>3</sup> )	≤ 300	400	≥ 350	450
Çimento dozajı (kg/m <sup>3</sup> )	En fazla izin verilen ince malzeme içeriği ( kg/m <sup>3</sup> )						
≤ 300	400						
≥ 350	450						

Tablo 3.1 Beton Kaplama tasarımı için gereklilikler (devamı)

Taze betonun min. hava içeriği <sup>1</sup>	Akışkanlaştırıcı veya süper akışkanlaştırıcı kullanılmadığında Tek değer $\geq$ % 3,5 Günlük ort. Değer $\geq$ % 4,0  Akışkanlaştırıcı veya süper akışkanlaştırıcı kullanıldığında <sup>2</sup> Tek değer $\geq$ % 4,5 Günlük ort. Değer $\geq$ % 5,0
Toplam Klor iyonu içeriği	$\leq$ % 0,40 (Çimento kütesine göre)
Sertleşmiş betonda iç çapı 300 $\mu$ m' den küçük mikro hava kabarcığı (A <sub>300</sub> ) hacmi	$\geq$ % 1,8
Sertleşmiş betonda hava içeriği aralık faktörü L (mm)	$\leq$ 0,20 mm
Karakteristik Basınç Dayanımı	28 günlük $f_{ck,küp} \geq 37$ N/mm <sup>2</sup> (150x150) mm küp numune.
Karakteristik Eğilme Dayanımı <sup>3</sup>	28 günlük $f_{cbt} \geq 4,5$ N/mm <sup>2</sup> (150x150 mm L $\geq$ 525mm) prizma numune. (İki noktadan yükleme).
Karakteristik Yarmada-Çekme Dayanımı	28 günlük $f_{sk} \geq 3,7$ N/mm <sup>2</sup> (150x300) mm silindir numune.
Bakım/Kür	*Sıvı kür malzemesinin su tutuculuğu en az 0,55kg/m <sup>2</sup> olmalıdır. *Hava sıcaklığı >30 °C, Relatif nem <%50, güçlü güneş ışınları, güçlü rüzgar durumlarında ilave önlemler alınmalıdır.
<sup>1</sup> Başlangıç testlerinde, büyük taneli (d <sub>max</sub> 16,22,32 mm) agregalı taze beton karışımlarında, bu değerler % 0,5 artırılması, küçük taneli (d <sub>max</sub> $\leq$ 8mm) agregalı taze beton karışımlarında, bu değerler % 1,5 artırılması gerekmektedir. <sup>2</sup> Laboratuvarında sertleşmiş betonda mikro hava kabarcığı (iç çapı 300 $\mu$ m' dan küçük) (A <sub>300</sub> ) tespiti yapılmış ve hava hacmi %1,8 üstünde ve mesafe faktörü (L) 0,20 mm altında kalınması durumunda akışkanlaştırıcısız ve süper akışkanlaştırıcısız betonlardaki min hava içerikleri yeterlidir. <sup>3</sup> Sadece başlangıç testlerinde kanıtlanması gerekmektedir.	

### 3.1.1 Bağlayıcı Malzeme İçeriği

Beton kaplamanın dayanıklılığı açısından, bağlayıcı malzeme miktarı 340 kg/m<sup>3</sup> altında kalmamalıdır.

Yüksek aşınma dayanımı için ise (XM2) yüksek bağlayıcı miktarı kullanımından kaçınılmalıdır.

Minimum çimento içeriğine dikkat edilerek, gereken ölçüden daha yüksek çimento kullanımından, mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

### 3.1.2 Agregası Karışımı

Betonu oluşturacak agreganın tane dağılımı, en büyük tane büyüklüğüne göre, Şekil 1,2,3' de gösterilen 3 numaralı bölgelerde bulunacak şekilde seçilmelidir. Bu bölge ne çok fazla iri taneli agregası (işlenebilirlik zor,



kapama özelliği az, ayrışmaya eğilimli, hafif su değişimlerinde hassas tepki vermekte) ne de çok fazla ince kum (artan su ve çimento ihtiyacı ile daha az donma çözülme dayanımı ve daha az aşırma direnci) içermektedir.

Beton kaplamalar için genellikle, maksimum tane boyutu 16 mm, 22 mm, 32 mm olan agregalar seçilir. 8 mm olan agregalar gürültü azaltıcı ince üst tabakalarda kullanılmaktadır.

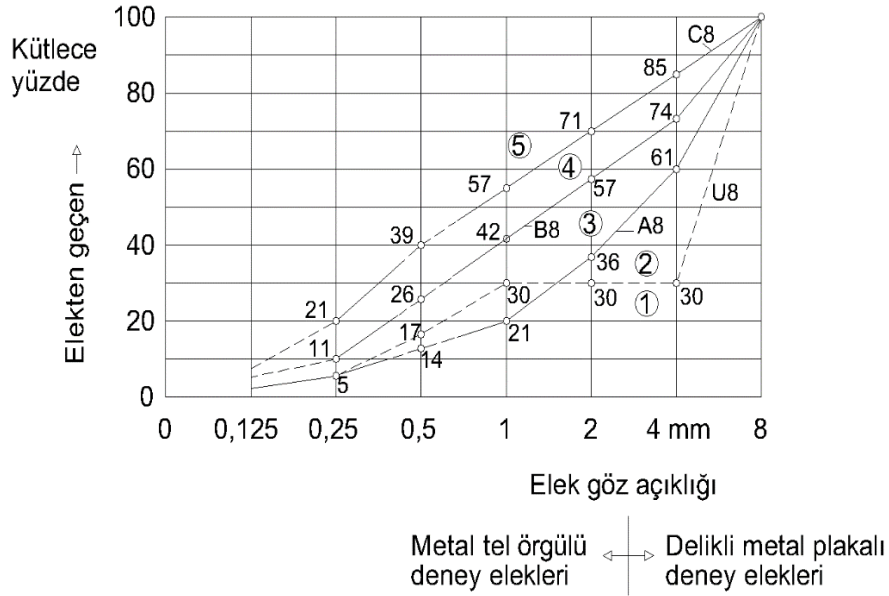
Beton karışımlarının kolaylıkla işlenebilir olması, ayrışmaması, yüksek donma-çözülme dayanımı ve yeterli aşırma direncine ulaşmak amacıyla, 0,125 mm' den küçük ince malzeme (çimento ve agregadan oluşan) miktarı  $450 \text{ kg/m}^3$  ü aşmaması gerekmektedir(en büyük tane boyutu 8 mm olan karışımlarda bu miktar  $\leq 500 \text{ kg/m}^3$  olmalıdır.).

Beton yol kaplamalarında ince agregaların için ( $D \leq 2 \text{ mm}$ ) sınırlamalar getirilmiştir. Burada,

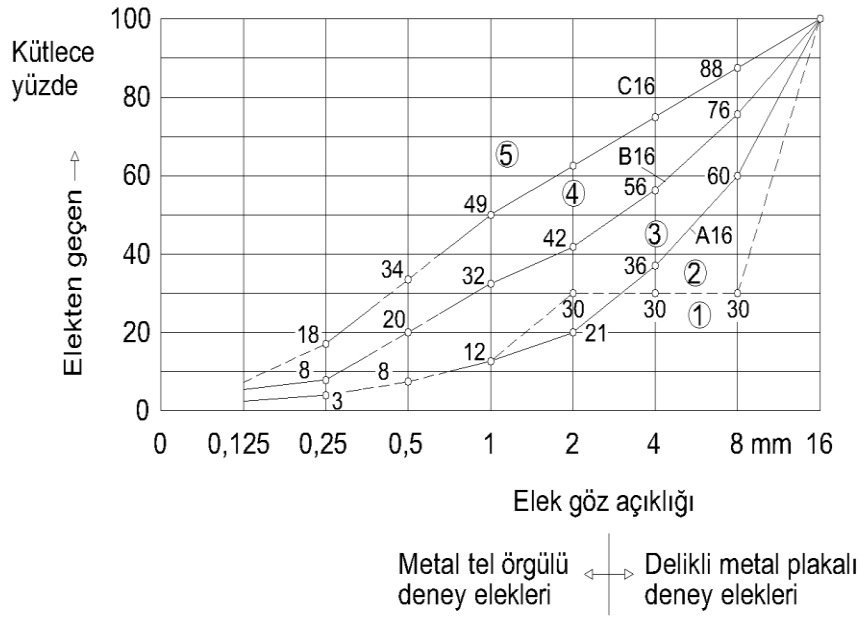
1 mm elekten geçen agreganın miktarı  $\leq \%27$

2 mm elekten geçen agreganın miktarı  $\leq \%30$  şartlarını sağlamalıdır.

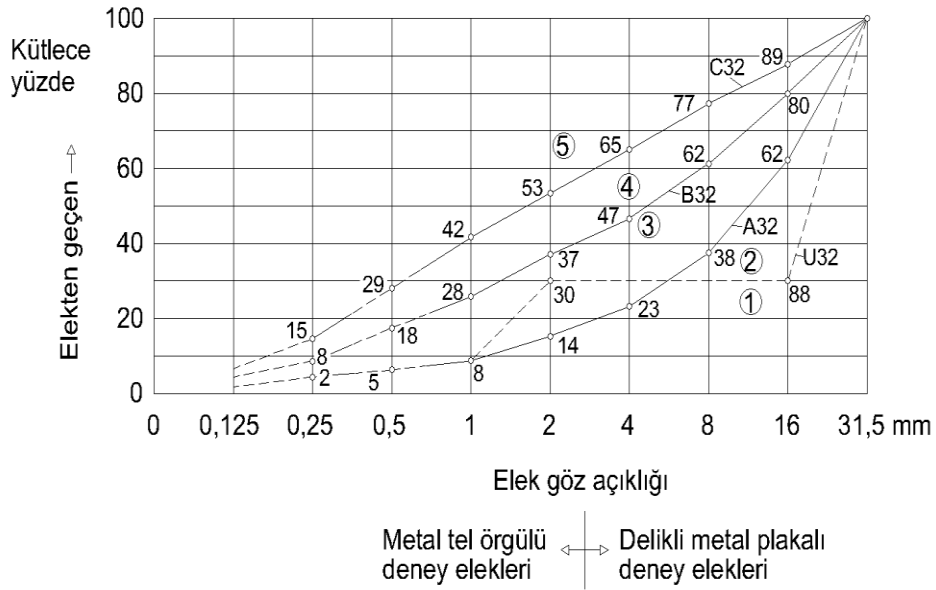
maks. agreganın boyutu 8 mm olan karışımlarda  $\leq \%35$  olmalıdır.



Şekil 1. Agreganın en büyük tane büyüklüğü 8 mm olduğunda agreganın granülometri eğrileri



Şekil 2. Agrega en büyük tane büyüklüğü 16 mm olduğunda agrega granülometri eğrileri



Şekil 3. Agrega en büyük tane büyüklüğü 32 mm olduğunda agrega granülometri eğrileri

Not: Bu şekillerde anılmayan en büyük tane büyüklüklerine ait ara değerler için enterpolasyon yapılabilir.



### 3.1.3 Su / Çimento Oranı ve Kıvam

Betonun kıvamı, yerine konduğu yerde slump (çökme) değeri 20-40 mm verecek şekilde olmalıdır (TS EN 12350-2). Beton üretiminde; hava koşulları, ulaşım mesafesi ve zamanı, yerleştirme şekli ve süresi göz önüne alınarak kıvam ayarlanmalıdır. Kayar kalıp beton finişeri ile beton yerleştirileceğinden beton gereğinden daha yumuşak olduğunda beton kenarlarında sarkmalar ve yüzeyde kalın bir ince harç tabakası oluşacak, gereğinden daha sert olduğunda düzgün bir yüzey elde edilemeyecektir.

Betonun kıvamını, suyun yanı sıra çimento miktarı, agrega tane şekli ve yüzeyi, ince agrega miktarı ve beton katkı maddesi ilavesi etkilemektedir.

Yüksek bir donma çözülme direnci için, su/çimento oranının 0,45 değerini aşmaması gerekmektedir. Bu değer beton kaplamalarda 0,40-0,45 aralığında seçilmelidir.

### 3.1.4 Klor İçeriği

Betonda kayma demirleri, bağlantı demirleri, boyuna donatılar, hasır çelikler gibi donatıların kullanılması halinde betondaki toplam klor iyonu içeriği, çimento kütlelerinin % 0,40' ını geçmemelidir.

### 3.1.5 Hava İçeriği

Betona ilave edilecek hava sürükleyici katkı maddesi miktarı, şantiyede betonun yerine konmasından hemen önce, Tablo 3.2 ve Tablo 3.3' deki değerlere ulaşmasını sağlayacak oranda olmalıdır. Hazırlanacak numuneler, inşaatta kullanılan betonda olduğu gibi, benzer şekilde sıkıştırılmalıdır (benzer frekans, titreşim süresi, karıştırma süresi).

**Tablo 3.2 Taze Betonun Şantiyede Yerleştirme Öncesi Min. Hava İçeriği**

(Yalnız Hava Sürükleyici Katkılar Kullanılan, Akışkanlaştırıcı ve Süper Akışkanlaştırıcı Kullanılmayan Betonlar İçin)

Maksimum Tane Boyutu (mm)	Min. Ort. Hava İçeriği (%)	Min. tek değer (%)
8	5,5	Ortalama değerden en fazla % 0,5 az olabilir.
16	4,5	
22 veya 32	4,0	

**Tablo 3.3 Taze Betonun Şantiyede Yerleştirme Öncesi Min. Hava İçeriği.**

(Hava Sürükleyici Katkılar ile Akışkanlaştırıcı /Süper Akışkanlaştırıcı Katkıların Aynı Anda Kullanıldığı Betonlarda)

Maksimum Tane Boyutu (mm)	Min. Ort. Hava İçeriği (*) (%)	Min. tek değer (%)
8	6,5	Ortalama değerden en fazla % 0,5 az olabilir.
16	5,5	
22 veya 32	5,0	

(\*)Ancak ( $A_{300}$ ) mikro hava boşluğu  $\geq$  %1,8 ve mesafe faktörü  $L \leq 0,20$  mm değeri elde edilebilirse %1 artırılmış değerler uygulanmayabilir.

Tablo 3.2 ve Tablo 3.3' de görüldüğü gibi gerekli toplam hava içeriği, kullanılan agreganın maksimum tane boyutuna bağlıdır. Çünkü hava boşlukları sadece çimento veya ince harçta bulunmaktadır. Hava içeriği azalan tane boyutu ile artmaktadır. Buna göre beton hava içeriği daha küçük agrega boyutlarında yükseltilmelidir.





Beton, daha uzun ve daha kolay işlenebilmesi amacıyla akışkanlaştırıcı veya süper akışkanlaştırıcı katkı ilave yapılarak veya yapılmayarak kullanılabilir. Hava sürükleyici katkı ile akışkanlaştırıcının aynı anda kullanılması, katkı maddesinin türü ve miktarına bağlı olarak, iki madde arasında hava kabarcığı oluşumunu etkileyen karşılıklı etkileşim meydana gelmektedir.

Sertleşmiş betonun hava boşluğu parametreleri kontrol edildiğinde Tablo 3.4' deki değerleri sağlamalıdır.

**Tablo 3.4 Sertleşmiş Betonun Hava Boşluğu Parametreleri**

	Mikro Hava Boşluğu (A <sub>300</sub> ) (%)	Aralık Faktörü (L) (mm)
Laboratuvar ve başlangıç testleri	≥1,8	≤0,20
İç denetim ve kontrol testleri	≥1,5	≤0,24

### 3.1.6 Betonun Donma-Çözülme ve Buz Çözücü Maddelere Karşı Dayanımı

Beton, TSE CEN/TS 12390-9 standardına göre donma çözülme direnci tasarım aşamasında test edilmelidir. Ayrıca arazide taze betondan 4 adet 150 mm' lik küp numunesi alınmalıdır.

Donma çözülme direnci kategorileri Tablo 3.5' de verilmiştir. Beton kaplamanın yapıldığı bölgenin iklim koşullarına göre kategori (FT0 /FT1 /FT2) belirlenmelidir.

**Tablo 3.5- Donma Çözülme Direnci Kategorileri**

Kategori	Kütle Kaybı (28 gün)	Kütle Kaybı (56 gün)	M56/M28
FT0	-	-	-
FT1	Ortalama < 1,0 kg/m <sup>2</sup> Tek değer < 1,5 kg/m <sup>2</sup>	-	-
FT2	Ortalama < 0,5 kg/m <sup>2</sup>	Ortalama < 1,0 kg/m <sup>2</sup> Tek değer < 1,5 kg/m <sup>2</sup>	≤ 2

FT0: Donma –Çözülme olayı gerçekleşmeyen yerler.

FT1: Donma –Çözülme olayı gerçekleşen yerler.

FT2: Donma –Çözülme olayı olan ve buz çözücü maddelerin kullanıldığı yerler.

Yol kaplamasının, donma-çözülme ve buz çözücü maddelerin etkilerine maruz kalması durumunda, beton TS EN 206, TS 13515 standardına göre XF4 çevresel etki sınıfında seçilmeli ve donma çözülme direnci kategorisi FT2 olmalıdır.

### 3.1.7 Betonun Dayanım Özellikleri

Beton yol kaplamasının min. dayanım gereksinimleri (taze betondan alınan) Tablo 3.6' da verilmektedir.

**Tablo 3.6 Yol Kaplama Betonunun Karakteristik Basınç, Eğilme, Yarmada Çekme Dayanım Değerleri**

28 günlük Betonun Min. Değerleri		
Karakteristik Basınç Dayanımı, f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Eğilme Dayanımı * (3 numune ortalaması) f <sub>cbt</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Yarmada Çekme Dayanımı (3 numune ortalaması) f <sub>sk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
min. C30/37	min. F4,5	min.S3,3

\*Eğilme dayanımının, sadece başlangıç (tasarım) deneyleri için kanıtlanması gereklidir.



Beton yol kaplamalarının dayanımı;  
Basınç Dayanımı, TS EN 12390-3 standardına,  
Yarmada- Çekme Dayanımı TS EN 12390-6 standardına,  
Eğilme Dayanımı TS EN 12390-5 (iki noktadan yükleme metodu) standardına göre kontrol edilmelidir.

Beton sınıfı ;  
Beton basınç dayanım sınıfı, TS EN 206, TS 13515 standardında verilen sınıflara uygun olarak,  
Beton yarmada çekme dayanım sınıfı, Tablo 3.7' de belirtilen sınıflara uygun olarak,  
Beton eğilme dayanım sınıfı, Tablo 3.8' de belirtilen sınıflara uygun olarak belirlenmelidir.

**Tablo 3.7 – Yarmada Çekme Dayanım Sınıfları ( $f_{sk}$ )**

Beton Dayanım Sınıfı (MPa)	Yarmada Çekme Dayanım Sınıfı <sup>a</sup>	$f_{sk}$ <sup>b</sup> (MPa)
C20/25, C25/30	S2.7	2,7
C25/30, C30/37	S3.0	3,0
C25/30, C30/37, C35/45	S3.3	3,3
C30/37, C35/45	S3.7	3,7
C35/45, C40/50	S4.0	4,0
C40/50, C45/55	S4.3	4,3
C40/50, C45/55, C50/60	S4.6	4,6
C50/60	S4.8	4,8
C45/55, C50/60	S5.0	5,0

<sup>a</sup> Özel durumlarda izin verilen ara mukavemet seviyeleri kullanılabilir.  
<sup>b</sup>  $f_{sk}$  28 günlük karakteristik dayanımdır. Numune çapı; agrega nominal boyutunun en az 3,5 katı ve silindir yüksekliği, çapın iki katına sahip olacak ve bununla birlikte min. kesit boyutu 100 mm olacaktır.  
Yarmada çekme dayanımı TS EN 12390-6 standardına göre belirlenecektir.  
Referans yöntem; çapı 150 mm ve uzunluğu 300 mm olan silindir şekilli numunelerin kullanılmasıdır. Ancak silindir numunelerde numune büyüklüğünün, ölçülen çekme dayanımı üzerindeki etkisinin, verilerdeki muhtemel değişkenlik sebebiyle önemli olmadığı belirlenmiştir( TS EN 12390-6). Bu nedenle çapı 100 mm ve uzunluğu 200 mm olan silindir şekilli numuneler de kullanılabilir.

**Tablo 3.8 Eğilmede Dayanım Sınıfları ( $f_{fk}$ )**

Eğilme Dayanım Sınıfı <sup>a</sup>	$f_{fk}$ <sup>b</sup> (MPa)
F2	2,0
F3	3,0
F3.5	3,5
F4	4,0
F4.5	4,5
F5.5	5,5
F6.5	6,5
F8.5	8,5
F9	9,0
F10	10,0

<sup>a</sup> Özel durumlarda izin verilen ara mukavemet seviyeleri kullanılabilir.  
<sup>b</sup>  $f_{fk}$  28 günlük karakteristik dayanımdır. Prizma kesit boyutları; agrega nominal boyutunun en az 3,5 katı ve min 100x100 mm ve prizma boyu da kesit boyutunun 3,5 katından az olmayacaktır.



### 3.1.7.1 Basınç Dayanımı

#### Beton Tasarımı:

Beton yol kaplamalarının basınç dayanımı özellikleri tayini için, TS EN 12350-1 standardına göre, 150 mm ebadında küp ya da 150x300 mm ebadında silindir numuneler alınmalı ve 28 gün küre tabi tutulduktan sonra TS EN 12390-3 standardına göre deneye tabi tutulmalıdır.

Başlangıç testleri için beton basınç dayanımları karışım tasarımında kullanılacak hedef basınç dayanımları, TS 802' de verilmiştir.

Standart sapma biliniyorsa,  $f_{cm} = f_{ck} + 1,48\sigma$

Standart sapma bilinmiyorsa,  $f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$

Bu değer, C30/37 MPa sınıfı beton için  $\Delta f=6,0$  MPa' dır.

C30/37 MPa beton sınıfı için;

$f_{cm,küp} = f_{ck,küp} + 6,0 = 37 + 6,0 = 43$  MPa' dır.

#### Şantiyede Yapım Aşamasında Nitelik Denetimi:

Hazır beton tesisinden şantiyeye bir gün içerisinde teslim edilen beton için asgari numune alma sıklığı Tablo 3.9' da belirtildiği şekilde uygulanmalıdır. Nitelik denetimi için ilgili betondan alınacak numune miktarı, Tablo 3.9' da verilen kriterlerden en yüksek numune alma sıklığında en fazla deney sonucu sayısı elde edilecek şekilde belirlenmelidir.

Tablo 3.9 Numune Alma Planı

1. Kriter	2. Kriter	Numune alınacak asgari Beton Yüğü veya Transmikser/Kamyon Sayısı
Bir gün içerisinde imalata giren Beton Miktarı (m <sup>3</sup> )	Bir gün içerisinde imalatı tamamlanan Kaplama Alanı (m <sup>2</sup> )	
0-24	-	2
25-100	< 450	3
101-150	451-600	4
151-200	651-850	5
201-250	851-1050	6
251-300	1051-1250	7
301-400	1251-1450	8
401-500	1451-1650	9
501-600	1651-1850	10
> 600	> 1850	İlave her 200 m <sup>3</sup> hacim veya ilave her 200 m <sup>2</sup> alan için yukarıdaki sayılara 1 ilave edilir.

Şantiyede, işin başından alınan numunelerin, 28 günlük basınç dayanımları, Tablo 3.10' da verilen kriterleri sağlamalıdır.



**Tablo 3.10 Beton Basınç Dayanımı için Kabul Koşulları**

1. Kriter	2. Kriter
"n" adet deney sonucu ortalaması ( $f_{cm}$ ) N/mm <sup>2</sup>	Herhangi tek deney sonucu ( $f_i$ ) N/mm <sup>2</sup>
$\geq f_{ck}+4$	$\geq f_{ck}-4$
Not:	
1) Bir deney sonucu teşkili için, aynı taze beton harmanı veya beton yükünden en az 2 veya daha fazla sayıda numune alınır. Deney sonucu "n", bu sonuçların aritmetik ortalamasıdır	
2)Harman: Karıştırıcıda (mikser) bir işlem devresinde imal edilen veya sürekli karıştırıcıdan bir dakikalık sürede boşaltılan taze beton miktarıdır. Her bir betoniyer veya mikser dökümü bir beton harmanı, her bir transmiksör bir beton yükü olarak kabul edilir.	
3)Beton yükü: Bir araçta taşınan ve bir veya daha fazla harmandan meydana gelen beton miktarı.	
4)Beton basınç dayanımı sonuçlarının değerlendirilmesinde; aynı taze beton harmanından iki veya daha fazla sayıda deney numunesi hazırlandığında ve bu numunelerden elde edilen sonuçlardan herhangi birinin, ortalama sonuca göre sapmasının %15' den daha fazla olması durumunda, numune sonuçlarının hepsi reddedilir. Ancak, ikiden fazla numune olması durumunda, numuneler ve sonuçlar üzerinde yapılacak incelemeye göre sonuçlardan herhangi birinin ortalamaya dahil edilmemesini haklı gösterecek bir sebep varsa yalnızca bu sonuç ortalamaya dahil edilmez ve değerlendirmede geriye kalan numune sonuçları kullanılır.	
5) Beton dayanım sınıfı C35/45 ve üzerindeki beton sınıflarında başka herhangi bir matematiksel ilişki (korelasyon) kurulmadan agrega en büyük tane büyüklüğü 31,5 mm' den küçük olan betonlarda (150x150x150) mm küp şekilli veya (150x300) mm silindir şekilli numuneler yerine (100x200) mm boyutlardaki silindir şekilli numunelerin kullanılması durumunda betondan alınacak en az 3 adet numunedan elde edilen ortalama beton basınç dayanım sonucu, değerlendirme esnasında (150x300) mm ebadındaki silindir numune basınç dayanımına aşağıdaki katsayı kullanılarak dönüştürülebilir. (100x200) mm boyutlarındaki silindir numunelerin alınması sırasında numunelerin homojen olarak alınabilmesi için TS EN 12350-1' de belirtilen kurallara uyulmalıdır. $f_{(150 \times 300)} = 0,95 * f_{(100 \times 200)}$	
Beton basınç dayanımı tayininde agrega en büyük tane büyüklüğü 25 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 numunedan 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. $f_{(150 \times 150 \times 150)} = f_{(100 \times 100 \times 100)}/1,05$	

Şantiye getirilerek, inşaat yerinden alınan C30/37 MPa sınıfı beton için, uygunluk kriterleri:

En küçük tek deney sonucu (150 mm küp)  $37-4 = 33$  N/mm<sup>2</sup>

En küçük "n" adet deney sonucu ortalaması (150 mm küp)  $37+4 = 41$  N/mm<sup>2</sup> dir.

### 3.1.7.2 Eğilme Dayanımı

#### Beton Tasarımı:

Beton yol kaplamalarının eğilme dayanımı özellikleri tayini için, TS EN 12350-1 standardına göre, 150x150 mm ebadında  $L \geq 525$  mm uzunluğunda kiriş numuneleri alınmalı ve 28 gün küre tabi tutulduktan sonra TS EN 12390-5 standardına göre(iki noktadan yükleme) deneye tabi tutulmalıdır.

Başlangıç testlerinde hedeflenen eğilme dayanımları Tablo 3.11' de verilen kriterleri sağlamalıdır.

**Tablo 3.11 Eğilme Dayanımı Başlangıç (Tasarım) Deneyi Değerleri**

Eğilme Dayanım Sınıfı	Eğilme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	
	Min. tek deney sonucu	"3" adet deney sonucu ortalaması
min. F4,5	≥ 4,0	≥ 5,0

### 3.1.7.3 Yarmada Çekme Dayanımı

#### Beton Tasarımı:

Beton yol kaplamalarının yarmada çekme dayanımı özellikleri tayini için, TS EN 12350-1 standardına göre, 150x300 mm ebadında silindir numuneler alınmalı ve 28 gün küre tabi tutulduktan sonra TS EN 12390-6 standardına göre deneye tabi tutulmalıdır. Bu standartta yarmada çekme dayanımı referans yöntem olarak, sunta sıkıştırma şeritlerinin kullanıldığı silindir şekilli numunelerin kullanımı ile sınırlandırılmıştır.

Başlangıç testlerinde hedeflenen yarmada çekme dayanımları Tablo 3.12' de verilen tasarım hedef değerlerini sağlamalıdır.

**Tablo 3.12 Yarmada Çekme Dayanımı Uygunluk Kriterleri**

Yarmada Çekme Dayanım Sınıfı	Yarmada Çekme Dayanımı		
	Tasarım Hedef Değeri (N/mm <sup>2</sup> )	Şantiye Uygunluk Değerleri (N/mm <sup>2</sup> )	
	Ort. Değer (f <sub>tk</sub> + 1,0)	Herhangi tek deney sonucu (f <sub>tk</sub> - 0,5)	"n" adet deney sonucu ortalaması (f <sub>tk</sub> + 0,5)
S 3.3 <sup>5</sup>	≥ 4,3	≥ 2,8	≥ 3,8
Not:			
1) Bir deney sonucu teşkili için, aynı taze beton harmanı veya beton yükünden en az 2 veya daha fazla sayıda numune alınır. Deney sonucu "n", bu sonuçların aritmetik ortalamasıdır			
2) Harman: Karıştırıcıda (mikser) bir işlem devresinde imal edilen veya sürekli karıştırıcıdan bir dakikalık sürede boşaltılan taze beton miktarıdır. Her bir betoniyer veya mikser dökümü bir beton harmanı, her bir transmikser bir beton yükü olarak kabul edilir.			
3) Beton yükü: Bir araçta taşınan ve bir veya daha fazla harmandan meydana gelen beton miktarı.			
4) Beton basınç dayanımı sonuçlarının değerlendirilmesinde; aynı taze beton harmanından iki veya daha fazla sayıda deney numunesi hazırlandığında ve bu numunelerden elde edilen sonuçlardan herhangi birinin, ortalama sonuca göre sapmasının %15' den daha fazla olması durumunda, numune sonuçlarının hepsi reddedilir. Ancak, ikiden fazla numune olması durumunda, numuneler ve sonuçlar üzerinde yapılacak incelemeye göre sonuçlardan herhangi birinin ortalamaya dahil edilmemesini haklı gösterecek bir sebep varsa yalnızca bu sonuç ortalamaya dahil edilmez ve değerlendirmede geriye kalan numune sonuçları kullanılır.			
5) Beton dayanım sınıfı C30/37MPa olması durumunda yarmada çekme dayanım sınıfı S3.3 olacaktır. Farklı beton dayanım sınıfı seçildiğinde; C35/45 dayanım sınıfı için yarmada çekme dayanım sınıfı S3.7, C40/50 dayanım sınıfı için yarmada çekme dayanım sınıfı S4.3 uygulanacaktır.			

#### Şantiyede Yapım Aşamasında Nitelik Denetimi:

Hazır beton tesisinden şantiyeye bir gün içerisinde teslim edilen beton için asgari numune alma sıklığı Tablo 3.9' da belirtildiği şekilde uygulanmalıdır. Nitelik denetimi için ilgili betondan alınacak numune miktarı, Tablo 3.9' da verilen kriterlerden en yüksek numune alma sıklığında en fazla deney sonucu sayısı elde edilecek şekilde belirlenmelidir.



Şantiyede inşaat yerinde taze betondan alınan numunelerin yarmada çekme dayanımları Tablo 3.12' de verilen Şantiye Uygunluk Değerlerini sağlamalıdır.

Not:

1) Karakteristik yarmada çekme dayanımı başlangıç standart sapması, 28 günlük en az 15 silindir deney numunesi üzerinden belirlenmelidir. Bu durumda;

$$\text{Hedef dizayn değeri} \geq f_{tk} + 1,48\sigma$$

Standart sapma bilinmiyorsa;

$$\text{Hedef dizayn değeri} \geq f_{tk} + \Delta f(1,0) \text{ MPa}$$

2) Herhangi tek deney sonucu  $\geq f_{sk} - 0,5 \text{ MPa}$

3) "n" adet deney sonucu ortalaması  $\geq f_{sk} + 0,5 \text{ MPa}$  olarak alınmalıdır.

4) Arazide imalat sırasında taze betondan alınan silindir numunelerin yarmada çekme dayanımı uygunluğunun değerlendirilmesinde "Şantiye Uygunluk Değerleri" kriterleri kullanılır.

5) Beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı TS EN 12390-6 standardına göre belirlenecektir. Referans yöntem; çapı 150 mm ve uzunluğu 300 mm olan silindir şekilli numunelerin kullanılmasıdır. Ancak silindir numunelerde numune büyüklüğünün, ölçülen çekme dayanımı üzerindeki etkisinin, verilerdeki muhtemel değişkenlik sebebiyle önemli olmadığı belirlenmiştir( TS EN 12390-6). Bu nedenle çapı 100 mm ve uzunluğu 200 mm olan silindir şekilli numuneler kullanılabilir.



## 4. BETON YOL KAPLAMALARINDA KULLANILAN DİĞER MALZEMELER İÇİN GEREKLİLİKLER

### 4.1 BETON KİMYASAL KÜR MADDELERİ

Beton kaplamalarında en yaygın olarak kullanılan bakım malzemeleri, sıvı membran kür kimyasallarıdır.

Beton yüzeyine uygulanan kimyasal kür maddeleri CEN/TS 14754-1, TS 10966 standardına uygun olmalıdır. TS 10967 standardına göre yapılan su tutuculuk özelliği deneyi sonucunda, 72 saatlik süredeki su kaybı  $0,55 \text{ kg/m}^2$ ' yi aşmamalıdır.

Sahaya gelmiş ürünlerin açılmamış ambalajından alınmış örneklerle analiz sertifikalarında beyan edilen değerlere uygunluğu öncelikle akredite olmuş laboratuvarlarda tespit edilmelidir.

Numuneye ait (kullanılacağı proje adı, katkı adı, üretim tarihi, son kullanma tarihi, tavsiye edilen dozaj aralığı, kullanım için açıklama ve gerekli güvenlik önlemleri, malzeme güvenlik bilgi formu, depolama koşulları, üretimin seri numarası vb.) gerekli tüm bilgiler ile katkıya ait fiziksel ve kimyasal testlere ilişkin (Renk ve koku, etkin bileşen, yoğunluk, çimento tipleri ile uyumu, geleneksel katı madde miktarı, pH değeri, toplam katkı ağırlığının yüzdesi cinsinden klor içeriği ve suda çözünebilir klorür miktarları, katkının kütlece yüzdesi olarak suda çözünen alkali oksit miktarı/yüzdesi, ürün kataloğu/prospektüsleri, vb.) raporlar idareye verilmelidir.

Kimyasal kür malzemeleri asla kuru yüzeye ve çok sulu yüzeye uygulanmamalıdır. Beton yüzeyindeki parlama biter bitmez uygulamaya geçilmelidir.

Betonun, güneş ışınlarından dolayı ciddi ölçüde artan sıcaklığı nedeniyle, güneşli ve sıcak havalarda yapılacak beton dökümlerinde, güneş ısını yansıtabilmesi için kür kimyasalları beyaz pigment içermelidir.

Spreyleme yaparken kişisel koruyucu ekipman kullanılmalıdır.

### 4.2 TEMEL AYIRMA ELEMANLARI

Beton yol kaplamasını alt tabakadan ayırmak ve astar işlevini yerine getirmek amacıyla kullanılır.

Beton üstyapının temelle bir bağ oluşturma potansiyeli yüksek olduğundan, bağ kırıcı bir ortamın temel yüzeyine uygulanması önem teşkil etmektedir.

Sürtünmenin azaltılabilmesi ve beton üstyapının temel katmanlarıyla bağ oluşturmalarının önlenmesinde kullanılacak alternatif malzemeler;

Geotekstilller (Örgüsüz – Dokusuz)

Polietilen örtüler: Kaplamada ya da temelde rutubetle alakalı sorunlara sebep olabilir.

Asfalt emülsiyonları: Daha pürüzsüz (düz) temel yüzeylerinde iyi sonuçlar vermektedir.

Kür kimyasalları: İki tabaka beyaz pigmentli parafin esaslı malzemelerdir.

Hidrolik bağlayıcı taşıyıcı temel tabaka üzerine yapılan beton kaplamalarda iki tabaka arasına dokusuz geotekstil uygulanmalıdır.

Geotekstilller Tablo 4.1' e uygun olmalıdır.



**Tablo 4.1.Geotekstiller için Gereklilikler**

Özellikler	Gereklilikler
Birim Ağırlık (TS EN ISO 9864)	$450 \text{ g/m}^2 \leq M_A \leq 550 \text{ g/m}^2$
Kalınlık (2/20/200 kN/m <sup>2</sup> yük altında ) (TS EN ISO 9863-1)	$d_2 (\% \pm 0, 5)^1 \geq 3 \text{ mm}$ $d_{20} (\% \pm 0, 5)^1 \geq 2.5 \text{ mm}$ $d_{200} (\% \pm 0, 5)^1 \geq 1 \text{ mm}$
Çekme Dayanımı ( Maksimum Yükte ) (TS EN ISO 10319)	$\geq 10 \text{ kN/m}$
Maksimum Yükteki Uzama (TS EN ISO 10319)	$\leq 130 \%$
Düzleme göre normal konumdaki su geçirgenlik özelliği (m s <sup>-1</sup> ) (TS EN ISO 11058)	$k_{V20} (\pm 0, 5\%)^2 \geq 1 \cdot 10^{-4}$
Düzleme göre su drenaj kapasitesi (TS EN ISO 11058)	$k_{H20} (\pm 0,5\%)^3 \geq 5 \cdot 10^{-4}$ $k_{H200} (\pm 0,5\%)^3 \geq 2 \cdot 10^{-4}$
Hava Direnci (TS EN 13249)	Arta kalan dayanım <sup>4</sup> $\geq 60 \%$
Alkaliye duyarlılık (ISO TR 12960)	$\geq \% 96 \text{ (PP/PE)}^5$
<sup>1</sup> Yükleme toleransı <sup>2</sup> Sıcaklık toleransı <sup>3</sup> Yükseklik toleransı <sup>4</sup> 1 Aylık <sup>5</sup> Polypropylene (PP) and Polyethylene (PE)	

### 4.3 KAYMA DEMİRLERİ (DOWELS)

Plakalar Fmakroarasında yük aktarımını geliştiren ve faylanmayı önleyen düz çelik çubuklardır.

Demirler TS EN ISO 15630-1 standardına göre; akma dayanımları 420-280 MPa olan düz yuvarlak çelikten yapılmış, projesine uygun boyutlarda ve en az 25 mm çapında, ağır trafik yüklerine maruz kalacak üstyapılarda en düşük kayma demiri çapı 30 mm ve 500 mm uzunluğunda olmalıdır. Kayma demiri aralıkları genellikle 25cm' dir. Emniyet şeritlerinde bu mesafe 2 katına çıkarılabilir. Boyuna derzlerden ve plaka kenarından kayma demiri mesafesi 25 cm olmalıdır.

Demirlerin çap ve çap toleransları TS EN 10060 standardına uygun olmalıdır. Demirlerin uzunluk toleransı  $\pm 5$  mm olmalıdır.

Demirler düz (doğru) olmalı, üzerinde demir çapını azaltan veya artıran, çapak ve yüzey kusurları bulunmamalıdır. Dübellerin uçları kısaltılırken, ucunun kesimi sırasında, serbest hareketi önlenecek şekilde deforme edilmemesi gerekmektedir.

Kayma demirleri plaka kalınlığının ortasına ve beton kaplamanın eğimine göre monte edilmelidir. Yol ve yol yüzeyi eksenine paralel olmalıdır.

Demirlerin korozyona karşı korunmasında ulusal standart ve hükümlere uygun gerekli tedbirler alınacaktır. Paslanmayı engellemek ya da geciktirmek amacıyla çelik demirler 0,2 ile 0,4 mm kalınlığında epoksi ile tamamıyla kaplanmalıdır.





Demirlerin betona aderansını önlemek için, bağ kırıcı bir malzeme aracılığı ile demir uzunluğunun en az bir yarısı (bitüm, ince bir plastik tabaka, kalıp ayırıcı yağlar, beyaz pigmentli kür kimyasalları ile) kaplanmalıdır. Ortalama kaplama kalınlığı 1,25mm' den daha fazla olmamalıdır.

Gres yağı betonun yeterince yerleşmesine ve kayma demirinin tamamen kaplanmasını engelleyerek demir etrafında boşluk oluşumuna sebep olacağından kullanılmamalıdır.

#### **4.4 BAĞLANTI (ANKRAJ) DEMİRLERİ (TIE BARS)**

Bağlantı demirleri (nervürlü demirler) boyuna derzler boyunca, plakaların birbirinden ayrılmasını önlemek amacıyla yerleştirilmektedir. Bağ demirleri döşemelerin faylanması ve yatay hareketini engellemekte, döşemeler arasında yük aktarımına yardımcı olmaktadır. Bağ demirleri ayrıca bordür ve oluk gibi tamamlayıcı kenar elemanların kaplamaya bağlanmasında da kullanılmaktadır. Bağlantı demirleri nervürlü oldukları için, betona bağlanmakta ve harekete izin vermemektedir (tasarım olarak böyle hareketlere izin veren düz kayma demirlerinin aksine). Bu sebeple bağ demirleri boyuna derzler arasındaki açıklıkları en aza indirmekte ve agrega kenetlenmesini korumaktadır.

Boyuna derzler için kullanılan nervürlü bağlantı demirleri, B420B veya B500B sınıfında olacak ve TS EN 10080, TS 708 standardında belirtilen özelliklere uygun olmalıdır.

Kayma demirlerinde olduğu gibi, bağlantı demirlerinin tümü de korozyon koruması için, sadece orta kısımda 200 mm uzunluğunda, 0,2 - 0,4 mm kalınlığında epoksi ile kaplanmış olmalıdır.

Bağlantı demirlerinin ankrajının yeterli olup olmadığının kontrolü için çekip çıkarma (pull-out) testi yapılmalı ve çekme kuvveti en az 40 kN olmalıdır.

Bağlantı demirleri, kaplama kalınlığının alttan 1/3' lik kısmına yerleştirilir ve kaplama alt yüzeyinin en az 5 cm üzerinde olmalıdır.

##### **4.4.1 Yapıştırıcılı Ankrajlar**

Beton kaplamalarda kullanılan bağlantı demirleri, TS EN 13877-1 standardına göre 20 mm çap ve 650 mm uzunluğunda olmalıdır. Akma dayanımları 500 N/mm<sup>2</sup> olmalıdır. Ankraj uçları 45°açı ile iki taraftan eğimli (sivri) hale getirilmelidir.

Korozyon koruması için, orta kısımda en az 200 mm uzunluğunda, 0,2 - 0,4 mm kalınlığında epoksi kaplama ile kaplanmış olmalıdır.

Yapışkan ankraj malzemesi ile deliklere monte edilen bağlantı demirleri kullanıldığında,

- \* 20 mm çapında ve min. 650 mm boyunda olmalıdır.
- \* Delik çapı 28 mm olmalıdır.
- \* Enjeksiyon malzemesi (M24) kullanılmalıdır.
- \* Yerleştirme uzunluğu en az 250 mm olmalıdır.



#### 4.4.2 Betonlanmış Ankrajlar

Beton kaplamalarda kullanılan bağlantı demirleri, TS EN 13877-1 standardı Tablo 4.2' e göre 20 mm çap ve 800 mm uzunluğunda olmalıdır. Akma dayanımları  $500 \text{ N/mm}^2$  olmalıdır. Bunlar betona taze halde iken ankrajlanan demirlerdir.

Korozyon koruması için orta kısımda en az 200 mm uzunluğunda, 0,2 - 0,4 mm kalınlığında epoksi kaplama ile kaplanmış olmalıdır.

**Tablo 4.2 Bağlantı Demirlerinin Boyutları**

Tie bars	Çap (mm)				Boy (mm)
	10	12	16	20	800
Not 1: Bakım işlerinde daha kısa bağlantı demirleri kullanılabilir.					
Not 2: Kalın kaplamalarda (havaalanı-liman) ya da özel uygulamalarda (rijit kaplamalardan esnek yapıya geçişlerde) daha uzun bağlantı demirleri kullanılabilir.					

#### 4.4.3 Kayma ve Bağlantı Demirlerinin Epoksi ile Kaplanması

##### Epoksi Boya

Kayma ve Bağlantı demirlerinin epoksi ile kaplanması ASTM A 775 ve ASTM A 1078 standartlarına uygun gerçekleştirilmelidir.

Çubuklar, yağ, gres yağı, boya veya klorür gibi kontaminantlar içermemelidir.

Kullanılacak olan toz epoksi, uluslararası referanslara sahip ve ASTM A775/A775M standardı Ek A1' e uygun kalitede olmalıdır. Bu uygunluk uluslararası akredite bir laboratuvar tarafından test edilmiş olmalıdır ve test raporu idareye sunulmalıdır.

Şantiyede gerektiğinde tamir amaçlı kullanılacak olan epoksi malzemesi (toz epoksi) üreticisi tarafından tedarik edilmelidir. Bu yama malzemesi kaplamayla uyumlu, beton ile reaksiyona girmeyen bir malzeme olmalıdır.

Kullanılan her bir parti epoksi toz kaplamanın lot numarasını, malzeme miktarını, imalat tarihini, epoksi toz kaplama üreticisinin adını ve adresini açık bir şekilde belirten bir sertifikanın ve tedarik edilen toz epoksi kaplamanın ASTM A775/A775M standardına göre uygun bulunmuş bileşimin aynısı olduğunu gösteren bir belgenin verilmesi gerekmektedir.

Epoksi toz kaplama kullanıma hazır oluncaya kadar, üreticinin yazılı talimatları doğrultusunda ısı kontrollü bir ortamda muhafaza edilmelidir. Bu noktada, toz kaplamanın muhafaza edildiği deponun sıcaklığının tesisin ortam sıcaklığının altında bulunması halinde, toz kaplamaya, tesisin  $\pm 2^\circ\text{C}$  ortam sıcaklığına ulaşması için yeterli zaman tanınmalıdır.

Toz kaplamanın, üreticisi tarafından yazılı olarak tavsiye edilen raf ömrü içerisinde kullanılması gerekmektedir.



Siparişte belirtilmiş olması halinde, her bir partiden alınacak ve o partiyi temsil eder nitelikte, 0,2kg ağırlığında numunenin teslim edilmesi gerekmektedir. Bu numunelerin hava geçirmez bir kaba konulması ve alındıkları partinin numarasının da bu kabın üzerinde belirtilmesi gerekmektedir.

### **Yüzey Hazırlama**

Eritici tuz, tuz spreyi veya üretim sürecine maruz kalmaktan dolayı tuz kontaminasyonlu olduğu tespit edilen kumlama malzemesi kullanılmayacaktır.

Kaplanacak çeliğin yüzeyinin, ISO 8501-1 Sa 2 ½ doğrultusunda uygun bir aşındırıcı ile raspalanarak beyaza yakın metal yüzey elde edilecek şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Nihai yüzey durumu, ISO 8501-1' e göre belirlenecektir.

Test Yöntemleri ASTM D4417 Yöntem C doğrultusunda belirlendiği şekilde uygun bir profil ölçer ile ya da Yöntem B' ye uygun olarak, maksimum profil derinliğinin yanı sıra tepe noktası sayısını da ölçen bir profilometre tipi yüzey ölçüm cihazı kullanarak elde edilen ortalama yüzey profili azami pürüzlülük derinliği değeri 1.5 ila 4 mil [40 ila 100 µm] arasındaysa, yüzey profilinin yeterli düzeyde olduğu kabul edilecektir.

Kumlama işleminin ardından kumlama ile temizlenmiş çelik yüzeyi tozdan, kum taneciklerinden ve diğer yabancı maddelerden arındırmak amacı ile, çok yönlü, yüksek basınçlı kuru hava bıçakları kullanılacaktır. Hava bıçakları çelik üzerine yağ bırakmamalıdır.

### **Epoksi Kaplamanın Uygulanması**

Epoksi toz kaplama, temizlenmiş çelik yüzeyine, çelik yüzey işlemlerinin tamamlanmasının ardından ve yüzeyde, oksidasyon oluşmadan önce, mümkün olan en kısa süre içerisinde uygulanacaktır. Kaplamanın uygulanması, hiçbir surette temizlik sonrasında 3 saatten daha uzun bir süre geciktirilmeyecektir.

Epoksi toz kaplama, çelik yüzeyin başlangıçtaki ısı aralığı ve uygulama sonrası kütleme gereklilikleri bakımından üreticinin yazılı tavsiyeleri doğrultusunda uygulanacaktır.

Süreklilik arz eden işlemler sırasında çelik yüzeyinin kaplama işleminin hemen öncesindeki sıcaklığı kızılötesi tabanca, kontak termometre ya da kalem tipi termometre yardımıyla her yarım saatte bir ölçülmelidir.

Kalem ya da kontak tipi termometrenin kaplama öncesinde ve kızılötesi tabancanın kaplama sonrasında kullanılması önerilmektedir.

Epoksi kaplama elektrostatik püskürtme veya diğer uygun yöntemlerle uygulanmalıdır.

Kayma ve Bağlantı demirleri gerçek boylarında kaplama yapılmalıdır. Epoksi kaplı Kayma ve Bağlantı demirlerinin testereyle kesilmesine zorunluluk olmadıkça izin verilmemelidir. Dübellerin uçları çapaksız ve çıkıntısız olmalıdır. Epoksi kaplı Kayma ve Bağlantı demirleri, alevle kesilmiş olmamalıdır.



## **Kaplanmış Elemanlara Yönelik Gereklilikler**

### **Kaplama Kalınlığı**

Epoksi kaplı Kayma ve Bağlantı demirlerinin kütleme sonrası kaplama kalınlığı, 200-400 mikron olacaktır.

Kayıtlı tek bir kaplama kalınlığı ölçümü, münferit üç okuma değerinin ortalamasıdır. Test numunelerinin her bir tarafında eşit aralıklarla en az beş adet kayıtlı ölçüm alınmalıdır (test numunesi başına en az 15 kayıtlı ölçüm).

Kabul işlemleri bakımından, tüm kaplama kalınlığı ölçümlerinin ortalaması, öngörülen asgari kalınlık değerinden düşük olmayacaktır. Hiçbir kaplama kalınlığı ölçümü, öngörülen asgari kalınlık değerinden %80 daha düşük olmayacaktır.

Kaplanmış numunelere ait kalınlık test raporları verilmelidir.

Ölçümler, kalınlık ölçüm cihazı üreticisinin kalibrasyon ve kullanım talimatları doğrultusunda ASTM SSPC-PA 2' ye uygun bir şekilde yapılacaktır. Çekmeli veya sabit uçlu ölçüm cihazları kullanılmalıdır. Miknatısın yüzeyden çekildiği anda operatörün okumayı gözlemlemesini gerektiren kalem tipi çekmeli ölçüm cihazları kullanılmamalıdır.

### **Kaplamanın Sürekliliği**

Sürekliliğin sağlanmadığı, Süreksizlik miktarı Epoksi kaplı Kayma ve Bağlantı demirleri üzerinde 30 cm / adet (metre başına 3 gözenekten) den fazlası olmamalıdır.

Süreksizlik kontrolleri, fabrikada 67.5 V, 80 000 ohm değerlerine sahip ıslak sünger tipi doğru akımlı bir süreksizlik tespit cihazı ile gerçekleştirilecektir. Süreksizlik kontrolü 60 dakikada bir yapılmalıdır. Süreksizliklerin düzenli bir şekilde gelmeye başladığı tespit edilirse, süreksizliklerin kaynağı araştırılıp ortadan kaldırılmalıdır.

Kaplanmış numunelere ait süreklilik test raporları verilmelidir.

### **Kaplamanın Yapışması**

ASTM A775/A775M standardı uyarınca katodik soyulma (adezyon) testi gerçekleştirilecektir.

Kaplanmış numunelere ait katodik soyulma test raporları verilmelidir.

### **Testlerin Sayısı**

Kaplama kalınlığı, yapışkanlık ve süreklilik ile ilgili testlerin sayısı ve sıklığının şartnamede belirlenmediği durumlarda, kaplama kalınlığı ve sürekliliğine ilişkin testler üretim sırasında saatte bir ve her çap için yapılmalıdır.

Kaplamanın yapışma düzeyini ölçmek amacı ile düzenlenen katodik soyulma testleri, üretim sırasında her sekiz saatte bir, en az bir kayma yada bağ demiri üzerinde gerçekleştirilmelidir.



## **Testlerin Tekrarlanması**

Kaplama kalınlığı, sürekliliği ya da kaplama yapışkanlığı için teste tabi tutulan numunelerin testi geçmemesi halinde, başarısızlıkla sonuçlanan her bir test için, rastgele seçilmiş numuneler üzerinde iki adet yeni test gerçekleştirilecektir. Yeniden test edilecek her iki numune de, işbu şartnamenin gerekliliklerini karşılamalıdır.

## **Taşıma**

Epoksi ile kaplanmış demirlerin taşıma sırasında kaplamaya zarar vermemek için azami dikkat sarf edilmelidir. Zarar görmüş demirler tamir kriterlerine uyuyorsa tamir edilmelidir, uymayan demirler red edilecektir.

Tüm bağlama şeritleri epoksi kaplamaya zarar vermeyecek şekilde olmalıdır.

Epoksi ile kaplanmış demir desteleri, hasarı en aza indirmek için koruyucu platform veya yüzeyler üzerinde zeminden yüksekte depolanacaklardır.

Epoksi ile kaplanmış demirler düşürülmemeli veya sürüklenmemelidir.

## **Depolama**

Şartlar gereği epoksi ile kaplanmış demirlerin iki aydan daha uzun bir süre açık havada muhafaza edilmesi gerekirse, epoksi ile kaplanmış demirlerin güneş ışığından, tuz serpintilerinden ve hava şartlarından korunması için koruyucu tedbirler alınmalıdır.

Üretici, epoksi ile kaplanmış demirleri koruyucu muhafaza olmaksızın depoladıysa, epoksi ile kaplanmış demirlerin açık havaya yerleştirildiği tarih, epoksi ile kaplanmış demirlerin etiketlerine kaydedilecektir.

Epoksi ile kaplanmış kayma ve bağlantı demirleri tek tek koruyucu polietilen köpük ya da file içerisine konulmalı ve bu demirler uygun boyutta bir tahta sandık içerisine dizildikten sonra sevkiyatı yapılmalıdır. Deste ile sevkiyat talep edildiği durumlarda epoksi ile kaplanmış demirler ya da epoksi ile kaplanmış demir desteleri, mutlaka opak polietilen örtüler ya da diğer uygun opak koruyucu malzeme ile örtülmelidir.

İstifli epoksi ile kaplanmış demirlerde, koruyucu örtü istiflenmiş malzemenin çevresine sarılmalıdır.

Örtü yeterli şekilde sabitlenmeli ve örtü altında yoğunlaşmayı asgari düzeyde tutmak amacı ile epoksi ile kaplanmış demirler arasında havalanma sağlanmalıdır.

## **Kontrol**

Üretim gerçekleştirilirken, sipariş edilmiş olan epoksi ile kaplanmış demirlerin üretiminin yapıldığı kısma her an serbestçe girebilecektir. Üretici, malzemenin uygun olarak üretildiğini göstermek üzere tesislere erişim sağlayacaktır. Aksi belirtilmediği müddetçe (ürün analizi hariç) tüm testler ve denetim, şantiyeye nakliye öncesi üretim yerinde gerçekleştirilecektir.

İdarenin gerekli görmesi halinde, idare laboratuvarlarında veya akredite laboratuvarlarda ilgili deneylerin yapılması/yaptırılması sağlanacaktır.



## **Taşıma ve İşleme Nedeniyle Hasarlı Kaplamanın İzin Verilen Miktarı**

Alıcı vazgeçmediği müddetçe, gönderim öncesinde her bir epoksi ile kaplanmış demir üzerindeki korunmasız çelik, yama malzemesiyle onarılacaktır.

Kaplama uygulama işlemi esnasında demirlerin asılması veya desteklenmesi nedeniyle oluşan kaplanmamış alanlar, yama/tamir malzemesiyle onarılacaktır.

Aksi belirtilmediği müddetçe, tamir yapılan yerler ASTM A775/A775M' de belirtildiği şekilde minimum kaplama kalınlığına sahip olacaktır.

Kaplama kalınlığı, tek bir noktadan ASTM SSPC-PA 2' ye uygun olarak ölçülecektir.

Onarım malzemesinin çoklu uygulamasına izin verilecektir.

Onarılmış hasarlı kaplamaların azami miktarı, her bir kayma veya bağ demirinin toplam yüzey alanının % 1' ini aşmayacaktır.

## **Ürünlerin Reddi**

Öngörülen şartlara uygun olmayan epoksi ile kaplanmış numuneler reddedilecek ve kontrast renkli bir boya ile ya da diğer yöntemlerle işaretlenecektir. Üreticinin takdirinde olmak kaydıyla, etkilenmiş olan parti değiştirilecek ya da alternatif olarak kaplaması sökülecek, yeniden temizlenecek, yeniden kaplanacak ve öngörülen şartlar doğrultusunda kabul testleri için yeniden sunulacaktır.

## **Sertifika**

Her bir parti kaplanmış numunelerin işbu şartnamede öngörülen şekilde test ya da muayene edilmiş ve gerekli şartları karşılamış olduğunu gösteren sertifikalar/deney raporları gönderim sırasında yükleniciye/idareye teslim edilecektir. Satın alma siparişinde ya da sözleşmede öngörülmüş olması halinde, test sonuçlarının raporu da sunulacaktır.

## **4.5 DERZ SIZDIRMAZLIK MALZEMELERİ**

Derzlerin doldurulmasındaki amaç, yüzey suyunun ve serbest parçaların üstyapı katmanlarına sızmasını önlemektir.

Aşırı su, alttemel veya temel yumuşamasını ve zamanla buralarda bulunan ince tanelerin su çekmesine sebep olabilir. Bu tarz bozulmalar yapısal destek kaybı, üstyapı oturması ve/veya faylanma gibi sorunlara yol açabilir.

Ayrıca serbest parçaların derz içine girmesi ile sıcak havalarda kaplamanın genleşmesi, serbest parçacıklar tarafından engellendiği için derz boyunca aşırı yüksek basınçlar oluşmaktadır.

Derz kesim genişlik ve derinlikleri projesinde verildiği gibi olmalıdır. Bununla birlikte; enine derz kesim derinliği kaplama kalınlığının en az %25, en fazla %30 kalınlığında olmalıdır. Boyuna derz kesim derinliği ise en az %40, en fazla %45 kalınlığında olmalıdır.



Derzler genellikle 3 mm genişliğinde kesilir. Alttaki hedef çatlama için derz genişliğinin önemi yoktur. Daha sonra derz boşluğu yapılması için derzlerin genişletilmesi gerekir. Yani kullanılacak dolgu malzemesine göre derz geometrisi uyumlu hale getirilir.

Derzlerin suya ve yabancı maddelere karşı kapatılmaları amacıyla, derz dolguları olarak; sıcak ve soğuk uygulamalı malzemeler ile sıkıştırılabilir sızdırmazlık profilleri kullanılmaktadır. Derz dolgu malzemelerinin, derz boşluğunu kapatabilmesi için yeterli deformasyon ve yapışma özelliği göstermek zorundadır.

Bitüm maddesine dayalı, sıcak uygulamalı derz dolguları, yakıt ve yağa dayanıklı değildirler. Bu direnç gerekiyorsa soğuk uygulamalı derz harcı gereklidir. Bunlar tek yada iki bileşenli reaktif sistemlerdir.

Derzlerde kullanılan derz fitilleri beton tabakasının genişlemesine izin vermelidir. Bunlar betonun genişmesi sırasında deforme olmamalıdır.

Sızdırmazlık profilleri kullanılacak ise bunların düşük sıcaklıklarda nem girişini engelleyecek kadar derz kenarlarına yeterli basınç uygulayabilmelidir.

Beton yol kaplamalarının yapımında boyuna ve enine derzler için derz dolgu malzemesi olarak giderek daha çok sıkıştırılabilir elastik bağlantı profilleri kullanılmaktadır. Söz konusu profiller önceden oluşturulmuş elastomerik bileşenlerdir. Bunlar sertleşmiş betonun derz boşluğuna ön gerilim altında hava basıncı yardımıyla makine ile uygulanır. Geçiş noktalarında kesilir ve birbiri ile yapıştırılır. Bunların sızdırmazlık etkisi derz harcına göre 3 kat daha fazladır ve ömürleri de daha yüksektir.

Derz dolgusu türüne göre her 8-12 yılda bir derz bakımı gerçekleştirilmelidir.

Sıcak uygulamalı derz sızdırmazlık malzemeleri TS EN 14188-1, soğuk uygulamalı derz sızdırmazlık malzemeleri TS EN 14188-2, sıkıştırılabilir elastik sızdırmazlık profilleri TS EN 14188-3 standardına uygun olmalıdır.

Kesilen derzlerde, derz yanaklarının derz harcına yapışmasını iyileştirmek için astar malzemesi kullanılmalıdır. Astar malzemesi ile derz dolgu harcı birbiri ile uyumlu olmalıdır. Sıkıştırılabilir elastik sızdırmazlık profilleri kullanıldığında astar yapılmamalıdır.

Derz kenarları, sızdırmazlık malzemelerinin monte edilmesi sırasında ve ileride taşıt yükleri altında zarar görmemeleri için 45° açı ile pah yapılmalıdır. (Resim 6.23)



## 5. DENEME YOLU YAPIMI

Yüklenici, proje genişliği ve kalınlığında, gerçek ölçülerde bir test bölümünü yapacaktır. Bu test bölümü için projede kullanılacak olan aynı ekipmanlar kullanılacaktır. Deneme yolunda projede istenilen tüm kriterler (slump, hava miktarları, yoğunluk, beton dayanım karakteristikleri, kaplama kalınlığı, profil ve genişlik kontrolü, yüzey düzgünlüğü, aşınma direnci, donma çözülme direnci, kayma demiri konumları, bağlantı demiri aderansları vb.) kontrol edilerek oluşacak problemler çözülecektir. Bu testler idare laboratuvarlarında ya da idarenin onayladığı test kuruluşlarında masrafları yükleniciye ait olmak üzere yaptırılacaktır.

Deneme yolu en az 50 metre olması kaydıyla, istenilen kriterleri karşılayacak uygun imalat sağlanana kadar devam edilecektir.

Deneme yolu; proje kapsamında yapılabileceği gibi, yol güzergahı dışında altyapısı şartnamelere uygun olarak hazırlanmış ayrı bir platformda da yapılabilecektir.

Deneme yolunun proje kesitleri içinde yapılması halinde, tüm kriterlerin sağlanması durumunda kalıcı imalattan sayılacak ve ödeme yapılacaktır. Aksi halde sökülüp yeniden yapılacaktır.

## 6. BETON YOL KAPLAMALARININ İMALATI

Beton yolun yapımı, taze betonun hazırlanması ile başlar. Karıştırma, taşıma, yerleştirme, sıkıştırma, kayma demiri ve ankraj demirlerinin montajı, düzeltme ve bitirme işlemleri, bakım/kür uygulanması ve derzlerin kesiminin sınırlı bir zaman içerisinde yapılması gerekir.

Yüksek kaliteli bir beton yol ancak, yetkili bir yönetici ile tecrübeli bir ekibin etkin işbirliği ile gerçekleştirilebilir.

Beton yol kaplamaları genel olarak kayar kalıplı beton yol finişerleri ile yapılmaktadır. Beton yol yapımı için geliştirilen bu sistemde kayma demirleri önceden yerleştirilerek sabitlenmekte ve kalıp sürüklenerek vibratörler ile beton sıkıştırılarak yüzey bitirilmektedir.

Bu finişerlerde otomatik yükseklik ve yön kontrolü bulunmaktadır.

Yeni gelişmiş beton yol finişerleri ile kayma demiri de makine tarafından otomatik olarak yerleştirilmektedir.

İnsan gücü kullanımının ön planda olduğu sabit kalıp yöntemi ile yapılan beton yol kaplamaları ile karşılaştırıldığında kayar kalıp yönteminde, insan gücü daha düşük, yol yapım kapasitesi ve kalitesi daha yüksek, inşaat süresi daha kısa, yüzey düzgünlüğü ve betonun sıkıştırılması daha iyidir. Kayar kalıplı beton finişerler ile kaplama tek tabaka halinde yapılabildiği gibi, üst ve alt beton iki katman olarak da tek bir operasyonda inşa edilebilmektedir.

### 6.1 BETON ÜRETİMİ

Beton yol yapımı, üniform özelliklere sahip (homojen) betonun, sürekli (aralıksız) dökümünü gerektirmektedir. Beton bileşim ve kıvamında oluşan herhangi bir değişiklik, finişerde düzensizliklere, beton yüzeyinin düzgünlüğünün bozulmasına yol açabilmektedir. Bunları sürekli dengede tutmak gerekmektedir. Bu da oldukça zordur. Bu yüzden taze beton, yeterli miktarda betonu hazırlama kapasitesine sahip ve bileşimi homojen olarak üretebilen tek bir beton üretim tesisinden gelmelidir.



### 6.1.1 Bileşenlerin Tartılması

Başlangıç (tasarım) deneyi sonuçlarına göre karışım reçetesi oluşturulur. Beton bileşenleri, karışım talimatına uygun olarak ilave edilir. Tüm bileşenler (katkılar hariç) en fazla kütlece %3 sapma ile katılmalıdır. Karma suyu ve katkı maddesi ilavesi hacim ölçüsüne göre yapılabilir.

Kullanılan agregaların, özellikle ince agregaların rutubeti büyük önem taşımaktadır. Dikkate alınmayan nem dalgalanmaları bileşen oranlarını değiştirebilmektedir. Değişen nem içeriği ile taze betonun hava içeriği, suçimento oranı ve kıvamı değişebilmektedir. Rutubet düzeltmesinin sürekli yapılabilmesi için, agregaların rutubet ölçümü sürekli olarak yapılmalıdır.

Hava-sürükleyiciler, su ile birlikte, karışıma beton santralinde ilave edilmelidir. Taze beton sıcaklığı, beton bileşimi, beton karıştırma sırası ve süresinin, hava sürükleyicinin aktivasyonu üzerinde önemli bir etkisi vardır. Düşük sıcaklıklarda genel olarak hava içeriği daha sabit olarak elde edilebilmektedir. Bu nedenle üretim sırasında gerekli hava sürükleyici madde ilave miktarı, başlangıç deneyinde tespit edilenden farklı olabilir.

**Tablo 6.1 Tamamlanmış Beton Yol Kaplama Gereklilikleri**

	<b>Gereksinimler</b>
Basınç Dayanımı (karot numunesi)	Karot Basınç Dayanım Sınıfı : min.CC30 CC30 için; $f_i \geq 26 \text{ N/mm}^2$ (en düşük bireysel değer) (28 günlük) $f_m \geq 34 \text{ N/mm}^2$ (en düşük ortalama değer) (28 günlük)
Yarmada Çekme Dayanımı (karot numunesi)	Karot Yarmada Çekme Dayanım Sınıfı : min.SC3.0 SC3.0 için; $f_i \geq 2,5 \text{ N/mm}^2$ (en düşük bireysel değer) (28 günlük) $f_m \geq 3,5 \text{ N/mm}^2$ (en düşük ortalama değer) (28 günlük)
Sürüklenmiş Hava (karot)	Mikro hava kabarcığı içeriği $A_{300} \geq \%1,5$ (hacimce) Mesafe faktörü $L_{ort} \leq 0,24 \text{ mm}$
Kaplamanın Kalınlığı <sup>1)</sup>	1.Gerçekleşen ortalama kalınlık $\geq$ dizayn kalınlığı 2.Herhangi bir tek değer, dizayn kalınlığından sapması $\leq 5 \text{ mm}$ (1000 m <sup>2</sup> den alınan tek karot numunesi için) Bu iki kriterin birlikte sağlanması gerekmektedir.
Kayma Demirlerinin Yerleşimi	Eğiklik (açı) $\leq 20 \text{ mm}$ (500 mm kayma demiri uzunluğuna göre boyuna doğrultudaki dikey sapma) Yükseklikte sapması $\leq 20 \text{ mm}$ (Kaplamanın boyuna eksenine göre, kayma demiri merkezinde ölçülen sapma) 500 mm kayma demiri uzunluğuna göre Enine derze dik doğrultudaki yatay sapması $\leq 50 \text{ mm}$
Profile Uygun Konum - Enine eğim - Yükseklik	Projesine uygun boyuna ve enine profil gerçekleştirilmeli ve yüzey suyu drenajı sağlanmalıdır. Enine eğim sapması: Proje değerinden sapma $\leq \% \pm 0.2$
Kaplama Genişliği	İstenilen genişlikten sapma $\leq \pm 10 \text{ mm}$
Düzgünlük	1) Master ile kontrol. 4m ölçüm mesafesi içinde $\leq 4 \text{ mm}$ , 2) Profilometre ile kontrol. Düzgünlük (m/km) IRI $\leq 1,60$

<sup>1)</sup> Karot numunesi dikey konumda iken, çapının eşit aralıklı 4 noktasından, üst ve alt uçları arasındaki mesafe en yakın 1mm' ye yuvarlatılarak ölçülür ve ölçülen değerlerin ortalamaları alınır.



**Tablo 6.2 Beton Kaplamanın Kalite Kontrolü için Alınacak Karot Sayıları**

Gereklilikler	Karot Alma Planı
Beton basınç dayanımı	1/1000 m <sup>2</sup>
Yarmada çekme dayanımı	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama kalınlığı	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama yoğunluğu	1/1000 m <sup>2</sup>
Donma çözülme direnci	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplamanın aşınma direnci (çivili lastiklere karşı)	3/100 000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama tabakalarının yapışma direnci	1/1000 m <sup>2</sup>

Not 1: Dayanım, kalınlık, yoğunluk ölçümleri için aynı karot kullanılabilir.  
Not 2: Kaplama yoğunluğu imalattan alınan en az 3 adet karot numunesi (basınç, yarmada çekme, kalınlık vb. numuneleri) ile değerlendirilmelidir.  
Not 3: Kaplama tabakalarının yapışma direnci, anlamlı bir sonuç elde etmek için en az 9 adet karot numunesi ile değerlendirilmelidir.  
Not 4: Karotlar, derzlerin 50 cm yakınından alınmamalıdır. (Yüksek gerilmelerin olduğu derzlerde beton kaplamanın zarar görmemesi için)  
Not 5: Karotların en uygun alınma yeri, plak boyunca çeyrek noktalar arasındaki bölgelerdir. Sürekli donatılı beton kaplamalarda ise ard arda gelen iki enine çatlak arasından alınmalıdır.

Hava içeriği başlangıçta deneyler ile belirlenmelidir ve gerekirse hava sürükleyici dozajı istenilen hava içeriğine göre üretim sırasında değiştirilebilir. Hava sürükleyici katkı miktarı üretici tarafından önerilen en yüksek miktarı aşmamalıdır.

Gün içerisindeki hava sıcaklığı değişimi gibi etkenlerden dolayı hava sürüklenmiş beton üretiminde de hava içeriğinin sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle döküm öncesi hava içeriği ölçülmelidir. Döküm yeri ile üretim tesisi arasında hızlı bir iletişim gerekmektedir ki, böylece karışım gerektiği gibi düzenlenebilmelidir.

### 6.1.2 Betonun Karıştırılması

Beton hazır beton santralinde üretilmelidir. Hava sürüklenmiş betonlar; betonun hazırlanışından, mikser türünden, karıştırma etkinliğinden, karıştırma süresinden etkilenmektedir. Hava sürükleyici katkıların yeterli aktivasyonuna izin vermek için, normal betona göre hava sürüklenmiş betonun daha uzun süre karıştırılması gerekmektedir. Hava sürüklenmiş kaplama betonun karıştırma süresi tüm bileşenlerin ilave edilmesinden sonra en az 45 saniye olmalıdır.

## 6.2 BETON YOL KAPLAMALARININ YAPILMASI

### 6.2.1 Genel

Tek tabaka halinde beton kaplama inşa edildiğinde, yüksek kalitede bir katman hedeflenmeli ve kaplama kalitesi tüm kaplama boyunca aynı olmalıdır. Bu nedenle, beton üretimi için büyük miktarlarda yüksek kaliteli



kırma agrega gereklidir. Bu gereken kalitede agregaların temini muhtemelen bazı bölgelerde daha uzun taşıma mesafesine neden olabilmekte ve bu da daha yüksek maliyetler oluşturmaktadır.

Tek katmanlı beton yol yapımında araç, gereç, personel, betonu serme ve beton finişer maliyetleri düşmektedir. Ayrıca tek bir beton bileşiminin kullanımı nedeniyle beton üretimi daha kolaydır.

Beton kaplamaların inşası sırasında, şantiye alanı ve beton tesisi arasında sürekli iletişim sağlanmalı ve döküm yerinde uzun bekleme sürelerinden kaçınılmalıdır.

## **6.2.2 Betonun Taşınması**

Beton yol yapımında, ağırlıklı olarak düşük kıvamlı beton (S1:10-40mm) kullanılır. Bu kıvamdaki beton transmikser dışındaki araçlarla da taşınabilmektedir. Beton, karıştırma işleminden en geç 45 dakika sonra tamamen boşaltılmış ve yerleştirilmiş olmalıdır. Bu zaman süresi, beton tesisi ve nakliye mesafesi ve döküm süreleri hesaba katıldığında geniş inşaat alanlarında bile beton tesisi ile en fazla yaklaşık 20 kilometrelik bir ulaşım mesafesine olanak sağlamaktadır. Betonda kalite kaybı olmadığı belgelenirse nakliye süresinin soğuk havalarda 45 dakikanın üstüne çıkartılması kabul edilebilir. Bunun aksine, çok yüksek sıcaklıklarda, söz konusu taşıma zamanı daha da kısaltılabilir.

Taze betonun alüminyum yüzeylere temas etmemesi için damperli kamyonlara özel önlemler alınması gerekmektedir. Küçük miktarlarda alüminyum aşınması bile, çimento ile reaksiyona girmesine ve hidrojen gazı oluşmasına neden olur. Oluşan gaz, sıkıştırma sonrasında yüzeye yükselir, burada huni şeklinde gözenekler oluşturur.

Düşük kıvamlı beton dışında, taze beton; sadece transmikserler ile döküm yerine taşınmalıdır. Çimento ile su temasının ardından en geç 90 dakikada tamamen boşaltılmalıdır. Hava sürüklenmiş betonun hava içeriği genel olarak beton tesisinden döküm yerine kadar fazla değişmemektedir. Bununla birlikte, taşıma sırasında karıştırma işlemleri hava miktarını etkileyebilir. Bunun etkisini en aza indirmek için tambur yavaş döndürülerek taşınmalıdır.

Taze betonun yerleştirilmesi sırasında, beton hızlı kurumaya ya da yağmur suyu gibi dış etkilere karşı korunmalıdır veya imalat durdurulmalıdır.

## **6.2.3 Sabit ve Kayar Kalıp Kullanımı**

### **6.2.3.1 Sabit Kalıplar**

Sabit kalıplar, kayar kalıpların kullanılmadığı yerlerde tercih edilmelidir.

Sabit kalıp kullanımında, uygun kalıplar ile yolun yatay ve dikey pozisyonu ve beton yüzeyinin düzgünlüğü sağlanmalıdır.

Beton yol kaplamaları için çelik veya betondan (örneğin, daha önceden dökülen şeritlerin kenarları) yapılmış kalıplar kullanılmalıdır. Zemin, imalat için gerekli olan büyük serme ekipmanlarının ve beton taşıyan kamyonların yükleri nedeniyle gerekli taşıma gücüne sahip olmalıdır.

Sabit kalıplar sıkıca sabitlenmeli ve hareket etmeyecek şekilde yeteri kadar desteklenmelidir. Bu durum sabit kalıpların altına çimento harcı kullanımı ile sağlanabilir. Herhangi bir kalıbın sabitlenmesinde ahşap kullanılabilir. Yanal kuvvetlerin etkilerini dikkate alarak sabit kalıplar yere bir çivi ile sabitlenmelidir.

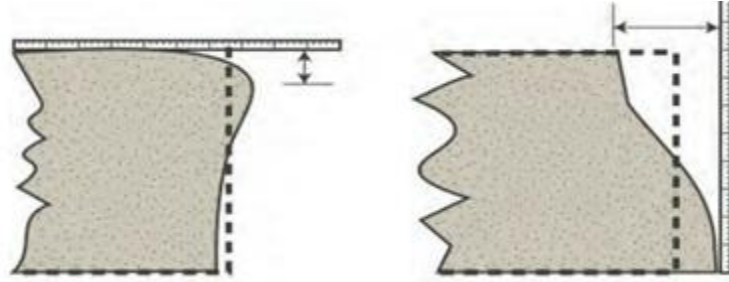
Kalıpların kurulumu, sökümü, temizlenmesi ve taşınması son derece emek isteyen bir çalışmadır.



Sabit kalıplar betonun artık şekil değiştirmeyeceğinden emin olunduğu zaman ancak çıkartılabilir.

### 6.2.3.2 Kayar Kalıplar

Kayar kalıp (kayar kalıp beton finişerleri kullanırken, taze betonun yeterli yaş mukavemeti olmalıdır. Taze beton plakanın kenarında sarkma (köşelerinde şekil değiştirme) olmamalıdır.



#### a) Üst kenar çökmesi

(Seyyar cetveli yüzeye yerleştiriniz. En fazla çökmenin görüldüğü nokta ile cetvel arasındaki dikey mesafeyi ölçünüz.)

#### b) Alt kenar çökmesi

(Seyyar cetveli çökmenin en fazla olduğu nokta boyunca döşeme kenarına yerleştiriniz. Döşemenin üst kenarıyla cetvel arasındaki yatay mesafeyi ölçünüz.)

Resim 6.1 Kaplamanın Kenar Çökmesi Durumları

Kayar kalıp ilerlediğinde, sıkıştırılmış betonun şekli, özellikle kenarların dikliği korunabilmelidir. Finişerlerin hareket ettiği alanlar, yeterince sağlam, düzgün ve uygun yükseklikte hazırlanmalıdır.

Kayar kalıplı beton finişerleri, klavuz tel hatlarına ya da hassas konumlandırma sistemlerine göre, yönlendirme, yan ve kot kontrolü yapılmalıdır.

Kaplamanın birbirine bitişik şeritler halindeki üretiminde makinaların hareket alanları veya ray döşenmesi için, halihazırda katılmış beton alanları da kullanılacaksa, beton bu yükleri kaldırabilecek dayanıma ulaşmış olmalıdır.

### 6.2.4 Temel Ayırma Elemanlarının Yerleştirilmesi

Hidrolik bağlayıcı taşıyıcı temel tabaka üzerine yapılan beton kaplamalarda iki tabaka arasında dokusuz geotekstil uygulanmalıdır.

Geotekstiller yerleştirilmeden önce yüzey süpürülmeli, serim esnasında geotekstilin kıvrımları engellenmeli, ek yerleri yaklaşık 20 cm uzunluğunda bindirmeli, yaklaşık 5 cm uzunluğunda çiviler ile en az 1,8 m aralıklarla sabitlenmeli, çivilere galvanizli pullar takılmalıdır.



### 6.2.5 Kayma Demirleri (Dowels) ve Bağlantı Demirlerinin (Tie Bars) (Ankrajlar) Yerleştirilmesi

Kayma demirleri plaka kalınlığının orta kısmına (1/2) yerleştirilmelidir. Plakanın boyuna hareket etmesini, yük aktarımını ve çatlakları kontrol altına alabilmesi için yolun eğimine ve uzunlamasına göre yerleştirilmelidir. Kayma demirleri betonun dökülmesinden önce yerleştirilecek ise, konumları koruma altına alınarak, yol yapımı sırasında kaymaları veya dönmeleri önlenmelidir. Konumlarının korunmasını sağlamak için çelik sehpa üzerine sabitlenir. 50 cm boyundaki kayma demirlerinin uzunluğuna göre boyuna doğrultudaki dikey sapması en fazla 20 mm olabilir.

Kayma demirleri vibrasyonlu yerleştirilecek ise kaplama genellikle iki seferde yapılmalıdır. Kayma demirleri ve ankrajlar üst katmanı inşa etmeden titreşim yoluyla takılmalıdır. Bunun için alt beton sıkıştırılmış olmalıdır.

Tek katlı dökümlerde kayma demirleri ve ankrajların vibrasyon ile yerleştirilmesi ancak kayma demirleri ve ankrajların üstünde kalan betonda yapısal herhangi bir hatanın olmayacağını belgelendirilmesi halinde izin verilmelidir.

Ankrajlar, boyuna yalancı derzlerde plaka kalınlığının alt üçte birine (1/3) ve boyuna büzülme derzlerde plaka kalınlığının orta kısmına (1/2) yerleştirilmelidir ki, derzlerin kesiminde birlikte kesilmesin. Öte yandan ankrajlar, kaplama alt yüzeyinin en az 5 cm üzerinde olmalıdır.

Genelde günümüzde şarjör şeklinde stoklaması olan otomatik kayma demirleri ve ankraj yerleştirme makinesi de kullanılmaktadır. Aynı ayrı faaliyet gösteren ankraj yerleştirme makineleri kullanılıyor ise, kayma demirleri tam yerleşimini sağlamak için ankrajlar, kayma demirlerinin betona yerleştirilmesinden önce yerleştirilmelidir. Aksi takdirde ankrajları yerleştirirken titreşimden kayma demirlerinin konumunun etkilenmesi riski ortaya çıkar. Kayma demirleri ve ankrajlar üst katmanı/tabakayı inşa etmeden önce titreşim yoluyla takılmalıdır. Kayma demirleri ve ankrajlar titreşim ile yerleştirildikten sonra gerektiğinde perdahlama makineleri ile betonda ortaya çıkan deformasyonlar düzeltilmelidir.

Birden fazla şeritli dökümlerde veya bakım onarım çalışmalarında nervürlü donatı kullanılmaktadır. Çekmeye karşı dayanıklı, kalıcı ve korozyona karşı korumalı bir bağlantı oluşturulmalıdır.

Nervürlü donatıların yerleştirilmesi genellikle zorluklara yol açmaktadır. Ankraj çapı, delik çapı, ankraj derinliği en iyi şekilde ayarlandığında bağlantılı ankrajların kullanımı daha uygundur.

### 6.2.6 Beton İmalatı

Beton, tüm inşaat alanına eşit yükseklikte dağıtılmalıdır. Ayrışma ve ön sıkıştırmadan kaçınılmalıdır (örneğin boşaltma sırasında).

Beton kaplama, kayar kalıplı finişer ile imal edilmelidir.

Kayma demirlerinin konumlarının bozulmaması gerekmektedir. Bu amaçla inşaat sahasının uygun olduğu güzergahlarda yandan beslemeli aktarma ekipmanları kullanılmalıdır.

Beton kaplamalarda, beton makine ile dağıtılmalıdır. Yerleştirme sırasında, betonun birkaç santimetrelik bir yükseklik farkı ile dağıtılması gerektiği unutulmamalıdır. Bu yükseklik toleransı betonun kıvamı ve katman kalınlığına göre değişmektedir.

Kayar kalıplı finişerlerin önüne beton beslemesi sürekli olmalı ve finişerin yürüme hızı değiştirilmemelidir. Finişerin dur-kalk şeklinde hareketine kesinlikle müsaade edilmemelidir. Finişer 1 saatten daha uzun



bekleme yaparsa inşaat derzi uygulanmalıdır.

Derzli donatısız beton yol kaplamalarında; dezlerdeki kayma ve bağlantı demirleri hariç, donatı kullanılmamaktadır.

### 6.2.7 Betonun Sıkıştırılması

Beton tüm kesit boyunca eşit şekilde ve tamamen sıkıştırılmış olmalıdır. İki tabakalı dökümde alt beton sıkıştırma sırasında yüzeye çıkartılmamalıdır. Kayar kalıplı finişerler tüm kalınlık boyunca betonun tam olarak sıkıştırılmasını sağlayabilirler. Ancak betonun kıvamı homojen bir şekilde olmalı ve taze betonun birim hacim yoğunluğu kontrol edilmelidir. Beton sıkıştırılması sırasında ayrışmamalıdır.

Beton kaplamalar için, tüm döküm genişliğinde etkin olabilecek sıkıştırma yapılmalıdır. Sürekli mekanik besleme, sıkıştırmadaki muhtemel düzensizliği önler. Kayar kalıplı beton finişerleri, betonu üzerindeki vibratörler ile sıkıştırmaktadır. Vibratörler, tüm genişlikte etki etmeli ve eşit yükseklikte hareket ettirilmelidir. Vibratör mesafeleri etki çaplarına göre ayarlanır. Vibratörlerin doğru ayarlanması döküme uygun olarak yapılmalıdır.

### 6.2.8 Kaplama Yüzeyinin Bitirilmesi

Yüzey bitirme işlemleri, kaplamanın tüm genişliği boyunca, bitirme ekipmanları ile tamamlanmalıdır. Bu cihazlar sayesinde, gerekli yüzey özellikleri elde edilmelidir. Son bitirmeye ek olarak boyuna perdah makinası kullanılmalıdır. Bu makine, şekillendirme ve düzleştirme sırasında yol ekseninin enine oluşan, periyodik olarak yinelenen pürüzlüklerin düzeltilmesine yarayacaktır. Böylece, beton yüzeyinin düzgünlüğü ve akustik özellikleri geliştirilmiş olacaktır.

Sıkıştırma işlemi ile birlikte kaplama yüzeyinde, yüksek bir oranda ince taneli parçacıklı bir harç tabakası oluşmaktadır. Bu harç tabakası beton yüzey kalitesini etkileyip yol tutuş özelliklerini olumsuz etkilediğinden mümkün olduğunca ince tutulmalı, kalın tabaka oluşumuna izin verilmemelidir.

Yüzeye yapılacak ilave bir işlem, beton kaplamanın iyileştirilmesine uygun bir doku kazandıracaktır.

Yağmur yağdığında yüzey işlemleri durdurulmalıdır.

#### 6.2.8.1 Çelik Fırça İle Yüzeyin Bitirilmesi

Yüzey perdahlanmasından sonra ve bakım maddesinin uygulamasından önce beton üst yüzeyi en az 45cm genişliğindeki bir çelik fırça (tırmık) ile enine dokulandırılır. Fırça, iki sıra birbirine ters konumlandırılan çelik dişlerden oluşmalıdır. Fırça dar bir açıyla (yaklaşık 30°) bir çalışma platformundan kaplamanın genişliği boyunca yanal hareket ile hafif bir basınç uygulanarak çekilmelidir (Resim 6.2). Bu işlem ile 3-5 mm derinliğinde çizgiler oluşturularak yüzey dokulandırılır ve yüksek bir kavrama gücüne kavuşur. Pürüzlendirme işleminin dokulandırma araçları kullanılarak yapılması önerilir. (Resim 6.3) Enine dokulandırma su drenajı ile birlikte çok iyi sürtünme özellikleri sağladığından yüzey bitirme işleminde tercih edilir. Bu işlemin daha yüksek gürültü emisyonuna neden olması ise dezavantajdır. Gürültünün azaltılması için önerilen enine dokulandırma aralıkları Tablo 6.3' de verilmiştir.





Resim 6.2 Fırça ile Enine Yüzey Dokulandırma

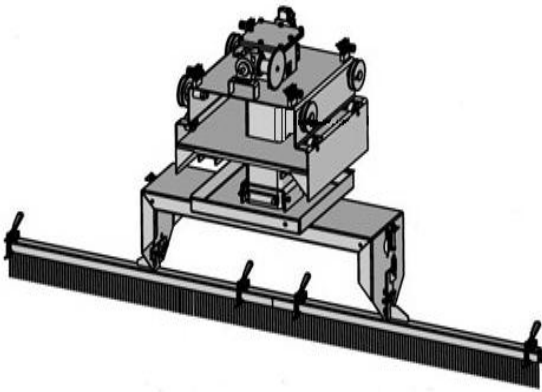


Resim 6.3 Araç ile Yapılan Enine Yüzey Dokulandırma

**Tablo 6.3 Enine Dokulandırma Aralık Değerleri**

Ortalama İz Aralığı	13 mm	26 mm
Örnek		
Tavsiye Edilen Aralıklar (mm)	10/14/16/11/10/13/15/16/11/10/21/13/10	24/27/23/31/21/34

Yapılan araştırmalarda çelik fırçanın kaplamada yol eksenine paralel çekilmesi halinde daha düşük gürültü emisyonuna neden olduğu görülmüştür. Boyuna dişler yaklaşık (3x3x20) mm boyutlarındadır. Boyuna pürüzlendirme işlemi dokulandırma araçları ile uygulanmalıdır. (Resim 6.4 ve 6.5)



Resim 6.4 Boyuna Pürüzlendirme Aracı

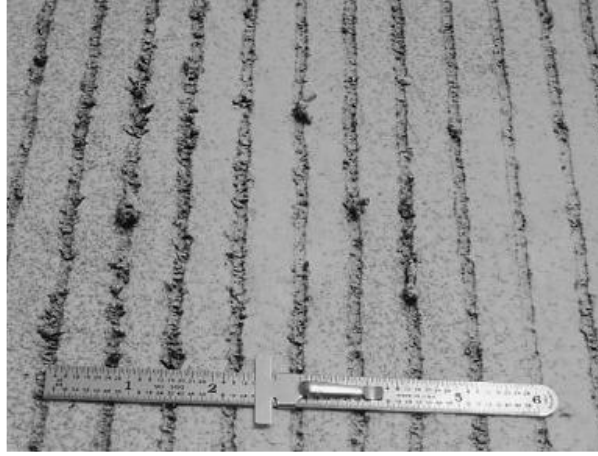


Resim 6.5 Boyuna Pürüzlendirme İşlemi



Bu yöntemlerle, 20 mm düzgün aralıklarla, 3-5 mm derinliğinde ve genişliğinde çizgiler oluşturulur.

(Resim 6.6)



Resim 6.6 Boyuna Pürüzlendirme İşlemi Yapılmış Beton Yüzeyi

Çelik fırça ile enine ve boyuna yüzey bitirme işlemi yüksek hız gerektiren yollarda tercih edilmelidir.

Dokulandırma işleminin belirlenen zaman ve basınçta uygulanması önem arz etmektedir.

### 6.2.9 Anormal Hava Sıcaklıklarında Beton Uygulaması

Anormal hava şartlarında betonun hazırlanması, dökümü ve bakımı hususlarında TS 1248 standardı gereklilikleri uygulanmalıdır.

Beton dökümü sırasında dikkat edilmesi gereken hava sıcaklığı  $t_h$  ve beton sıcaklığı  $t_b$  ilişkilerine ait değerler Tablo 6.4' de verilmiştir.

#### 6.2.9.1 Düşük Sıcaklıklarda Beton Dökümü

Beton dökümü sırasında don bekleniyor ise her zaman koruyucu önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin hedefi mümkün olduğu kadar uzun bir süre en azından betonun sertleşmesi sırasında ilk 3 gün içinde beton sıcaklığının  $+5\text{ }^\circ\text{C}$ ' nin altına düşmemesini sağlamaktır.

Tablo 6.4 Beton Dökümü için Sıcaklık Sınır Bölgeleri

Beton Yerleştirilmesi	Ortam Sıcaklığı	Betonun Sıcaklığı
Uygun	$+5\text{ }^\circ\text{C} \leq t_h \leq +30\text{ }^\circ\text{C}$	
Özel önlemler gerekir.	$-3\text{ }^\circ\text{C} < t_h < +5\text{ }^\circ\text{C}$ $t_h > +30\text{ }^\circ\text{C}$	$+5\text{ }^\circ\text{C} \leq t_b \leq +35\text{ }^\circ\text{C}$
Kabul edilemez.	Sürekli don $t_h \leq -3\text{ }^\circ\text{C}$	-
	-	$t_b < +5\text{ }^\circ\text{C}$ $t_b > +35\text{ }^\circ\text{C}$



### 6.2.9.2 Yüksek Sıcaklıklarda Beton Dökümü

30°C' nin üzerindeki ortam sıcaklıklarında beton yapımı gerçekleştiriliyor ise, taze betonun sıcaklığı döküm yerinde kontrol edilmelidir ve betonun sıcaklığı 35°C' yi geçmemelidir.

### 6.2.9.3 Karışım Sıcaklığının Hesaplanması:

$$T = \frac{[0,22(T_s W_s + T_a W_a + T_c W_c) + T_w W_w + T_s W_{ws} + T_a W_{wa}]}{[0,22(W_s + W_a + W_c) + W_w + W_{wa} + W_{ws}]}$$

Agregaların nem içeriği ve bütün bileşenlerin sıcaklıkları ve ağırlıkları biliniyorsa, beton karışımının nihai sıcaklığı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

Burada;

T = Beton karışımının nihai sıcaklığı (°C),

T<sub>c</sub> = Çimento sıcaklığı (°C),

T<sub>s</sub> = İnce agregası sıcaklığı (°C),

T<sub>a</sub> = İri agregası sıcaklığı (°C),

T<sub>w</sub> = İlave edilen karışım suyunun sıcaklığı (°C),

W<sub>c</sub> = Çimento kütlesi (kg),

W<sub>s</sub> = İnce agreganın doymuş kuru yüzey kütlesi (kg),

W<sub>a</sub> = İri agreganın doymuş kuru yüzey kütlesi (kg),

W<sub>w</sub> = Karışım suyunun kütlesi (kg),

W<sub>ws</sub> = İnce agregadaki serbest suyun kütlesi (kg),

W<sub>wa</sub> = İri agregadaki serbest suyun kütlesi (kg)' dir.

T<sub>s</sub> W<sub>ws</sub> değeri W<sub>ws</sub>(0,5 T<sub>s</sub> - 80),

T<sub>a</sub> W<sub>wa</sub> değeri W<sub>wa</sub>(0,5 T<sub>a</sub> - 80) bağıntılarından hesaplanır.

Taze betonun 1 saatlik taşınması süresinde yaklaşık sıcaklık düşüşü aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir.

Transmikser ile taşımada: T = 0,25 (t<sub>r</sub> - t<sub>a</sub>)

Kapalı damperli kamyon ile taşımada: T = 0,10 (t<sub>r</sub> - t<sub>a</sub>)

Açık damperli kamyon ile taşımada : T = 0,20 (t<sub>r</sub> - t<sub>a</sub>)

Burada:

t<sub>r</sub>: Taşıma anında beton sıcaklığı (°C)

t<sub>a</sub>: Hava sıcaklığı (°C) dir.

Bir saatten az veya daha fazla süreli taşımalarda, yukarıdaki bağıntılardan elde edilen değerler oransal olarak ayarlanır.

Yüksek yaz sıcaklıklarında, beton yerleştirilmesinin saat 17:00 ile gece saat 03:00 arasında yapılması tavsiye edilmektedir.

### 6.2.10 Beton Yerleştirme Makinaları

Günümüzde özellikle beton yol yapımı için geliştirilen kayar kalıplı beton finişerler kullanılmaktadır. Bu finişerlerin temel özellikleri:

- "Kayar" kalıbı, makine ile birlikte sürüklemek,
- Makine ile birlikte gerekli iş ekipmanlarının bulunması,



- Dağıtım
- Sıkıştırma (vibratörler ile)
- Kayma demiri ve ankraj yerleştirme
- Perdahlama ve yüzey bitirme

Beton yol kaplaması bir kayar kalıplı finişer ile gerçekleştirilmelidir. Bu finişerlerin çeşitli çalışma genişlikleri için (1,50-16,00 m) kalıplar vb. ekipmanlar ayarlanabilmektedir. Sürüş hızı yaklaşık 1 ile 2 m/dk.' dır.

Büyük kaplama genişlikleri ve/veya yüksek kaliteli döküm için, arkaya devirmeli damperli araç ile getirilen betonun, önceden dağıtımının yapılması için ek bir finişer kullanılması yapım kolaylığı sağlar. Düzensiz beton kümeleri yerine bu şekilde dağıtımın yapılması ve kayar kalıplı finişer ile düzgün bir katman elde edilebilir.

Çift tabaka beton dökümünde tek kompakt, ağır finişer yerine iki adet daha hafif ve böylece daha kolay kontrol edilebilen ve manevra yapılabilen finişerler de kullanılabilir. İlk finişer alt betonu inşa eder, kayma demirleri ve ankrajları yerleştirir, hemen ardından ikinci finişer ise üst betonu yerleştirir.

Kayma demirleri, otomatik yerleştirme aracı içine yerleştirilir ve önceden belirlenmiş noktada (ortalama enine yalancı derz aralığında) uygun yükseklikte vibrasyonla yerleştirilir. Ankrajlar da benzer şekilde, modern cihazlar ile otomatik olarak alt betona yerleştirilmektedir. El ile yerleştirmek de mümkündür.

Üst tabaka betonu bir konveyör bant ile ilk finişer üzerinden iletilir ve ikinci finişere dökülür. İkinci finişer ayrıca enine ve boyuna perdah ekipmanları ile donatılmıştır.

Beton dökülecek platformun her iki kenarına yerleştirilen klavuz ip/tel hattı, yükseklik ve eğim referansı amacıyla kullanılır. Kayar kalıplı finişerler, özel donanımı ile bu tellerin üzerinde hareket ederek gerekli sinyalleri finişer kontrol sistemine iletir. Böylelikle, beton kaplamada istenilen yükseklik ve yüzey eğimi elde edilmektedir.

Doğru tasarlanmış beton bileşimi ve kıvamda enine perdahlama mastarı, beton yerleştirme cihazına bağlı olarak, tüm çalışma genişliğini kapsayacak rulo şeklinde düzgün bir beton örtüsünü önünde sürüklemektedir. Böylece, yoğun ve yüzeyi tam olarak kapanmış bir yüzey elde edilir.

Kayar kalıplı beton finişerin sonunda boyuna perdahlayıcı, beton yüzeyinin düzleşmesini sağlamaktadır.

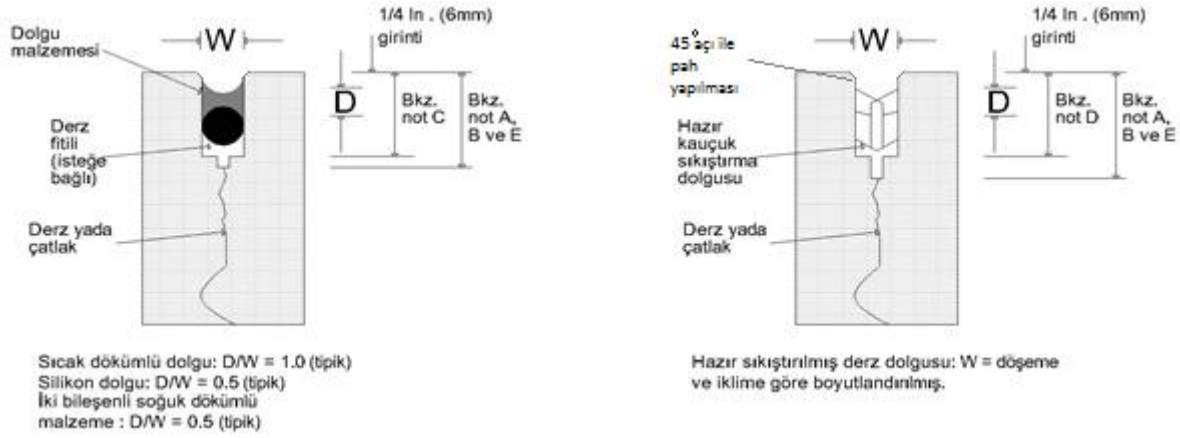
Kayar kalıp ile yapılan işleminin sonunda betonun şeklini koruması gerekmektedir. Taze kaplamanın kenarlarında sarkma olmamalıdır.

Bir fırça ile dokulandırma ile yüzey bitirme öngörülüyor ise, bir çalışma platformu üzerinden yapılmalıdır. Buradan bakım (kür) maddesi veya yüzey (priz) geciktirici kimyasal malzeme ile birlikte bakım kimyasalları uygulanabilir.

### **6.3 DERZLERİN KESİMİ, TEMİZLENMESİ VE DOLDURULMASI**

Beton yollarda kontrolsüz çatlakların oluşumu istenilmez. Çatlakların önüne geçebilmek için derzlerle kontrollü çatlaklar yapılır. Derzler öngörülen uzunluk ve derinlikte yapılmalıdır. Beton plakalar büzüldüğünde tam zamanında devreye girerek, kontrolsüz çatlakların oluşumunu önlemektir.

Derzlerin konumu ve kesimi, yüklenici firma ile idare tarafından koordineli olarak hazırlanan derz ve işaretleme planına göre yapılmalıdır.



Resim 6.7 Farklı Derz Dolguları

**Not A:** Geleneksel derz kesimi için gerekli T/4 yada T/3 derinliğinden başlangıç derz kesimi

**Not B:** Erken yaş kuru testere kesimi için min 1 ¼ inch. ( 32 mm ) başlangıç derz kesimi

**Not C:** Dolgu ve derz fitilinin yerleştirilmesi için gerekli alan

**Not D:** Üretici tarafından istenen alan

**Not E:** Derzlerin kesilmesi için tekli ya da ikili derz kesim işlemi uygulanabilir. Yukarıda verilen sahada dökülmüş dolgu ve hazır derz dolgusundan görüldüğü üzere, dar bir kesimin oluşturulmasının ardından daha geniş bir kesik oluşturulmaktadır. Tek başına geniş bir kesik de kabul edilebilir.

Derz kesiminden hemen sonra, yüzeyde kalan çamurun kaldırılması için su ile temizlik yapılmalıdır. Bu işlem, diğer alanlardaki kirlenmenin önlenmesi açısından tek yönlü olarak yapılmalıdır.

Derz kurutulduktan sonra kum püskürtme yöntemi ile kalan tortular temizlenebilir. Kum püskürtme işlemi derz içerisine doğrudan uygulanmamalıdır. Kum püskürtme başlığının derz yüzeyinin üstten 25 mm' sini temizleyecek açıda tutulması, yeterli temizliği sağlamaktadır. Her bir derz yüzeyi üzerinden birer defa geçilmesiyle yapılan temizlikte ayrıca dolgu malzemesinin aderansı için yüzey dokusu oluşturulmaktadır.

Hava püskürtme işlemiyle, derz ve üstü yapı yüzeyindeki kum, kir ve toz kaldırılabilir. Bu işlemin dolgu malzemesinin yerleştirilmesinden önce yapılması malzemenin oldukça temiz bir yüzeye temas edeceği anlamına gelmektedir. Kompresör en düşük 3,4 m<sup>3</sup>/dak seviyesinde hava basmalı ve en az 0,63 MPa başlık basıncı oluşturmalıdır.

Üstü yapı yüzeyinin temiz tutulması için ayrıca vakumlu süpürge de kullanılabilir.

### 6.3.1 Büzülme Derzleri

Büzülme derzleri, yol kaplamasında enine ve boyuna kesilmiş derzler olarak yapılmaktadır. Uygun derinlik ve derzlerin zamanında kesilmeleri ile büzülme derzlerinin etkinliği sağlanmalıdır ve büzülme derzin altında istenen çatlak (Resim 6.8) oluşmalıdır.



Resim 6.8 Planlanan Çatlak ile Birlikte Enine Büzülme Derzleri

Derzlerin doğru zamanda kesilmesi kritik önem arz etmektedir. Derz kesimlerinde optimum bir süre bulunmaktadır. Çok erken yapılan kesimler, agrega tanelerinin kesik boyunca üstyapı yüzeyinden kopmasına yani sökülme neden olmaktadır. Sonuç olarak tırtıklı, düzgünsüz kenarlar sökülme olarak adlandırılmaktadır. Belirli düzeylerde sökülme, ikinci testere kesliğinin derz dolgusu amacıyla yapılacağı durumlarda kabul edilebilir. Aşırı oranlarda sökülme derz görüntüsünü ve dayanımını etkilemektedir.

Resim 6.9' da farklı seviyelerde sökümler görülmektedir.

a) Sökülme yok-derz kesim zamanlaması sonlarında kesilmiş.



b) Orta dereceli sökülme- derz kesim zamanlaması başlarında kesilmiş



c) Kabul edilemez sökülme- çok erken kesilmiş



Resim 6.9 Derz kesimi sebebiyle oluşan farklı seviyelerdeki sökümlerin yakın çekim görüntüleri.

Kesim işlemi için geç kalınırsa gelişigüzel çatlaklar oluşmuş olur.



Derz kesim zamanlaması; beton özelliklerine (Yüksek su isteği, Hızlı erken dayanım, gecikmiş priz alma süresi, incelik ve gradasyon, en büyük tane büyüklüğü ve yüzdesi ), çevresel faktörlere (sıcaklıktaki ani düşüş veya yağmur, ani sıcaklık artışı, aşırı rüzgar ve düşük nem), derz kesim testeresinin özelliklerine bağlıdır.

Kullanılan kesme cihazları ile düz ve keskin kenarlı kesim sağlanmalıdır. Bu amaçla farklı boyutlarda elmas uçlu makineli testereleler kullanılmalıdır. Bu süreçte oluşan beton çamuru kesim esnasında veya sonrasında temizlenmelidir.

Enine büzülme derzleri, her 4-5 metrede bir (yada projesinde belirtildiği gibi) kayma demirinin merkez üstünden kesilmesi gereken derzlerdir. Boyuna derz de enine derzler gibi, derz planına göre ankrajların üzerinde kesilmelidir.

Enine derzler, beton kaplamanın yüzeyinden, kaplama kalınlığının en az % 25' i, en fazla % 30' u kalınlığında kesilmelidir. Söz konusu derzler, yeterli bir agrega kenetlenmesi ile plakalar arası yük aktarımını sağlamalıdır.

Boyuna derzler, ankrajlardan dolayı beton kaplamanın yüzeyinden, kaplama kalınlığının en az % 40' i ve en fazla % 45' i kalınlığında kesilmelidir. Örneğin 27 cm kalınlığında beton kaplamada derz derinlikleri enine büzülme derzlerinde 7–8 cm ve boyuna büzülme derzlerde ise 11–12 cm olmalıdır.

Derzlerin içerisine yeterli derz dolgusunun sığdırılabilmesi için derz genişliği ve derinliği yeterli boyutlarda olmalıdır.

Büzülme derzlerinin kesiminde, sertleşmiş betonda derz kesimi elmas uçlu kesme diski ile gerekli derinlikte mümkün olduğunca dar olmalıdır. Boyuna büzülme derzleri, eş zamanlı olarak ve enine derzlerin hemen sonrasında kesilmelidir.

Derzlerin erken kesilmesi, betonun soğuma ve/veya büzülmesi sonucunda ortaya çıkan çekme gerilimi nedeniyle oluşabilecek çatlakların önlenmesi için gereklidir.

Öte yandan betonun kesilmesi sırasında düzgün bir kesim yapılması ve derzlerin kenarlarının kırılmaması ve derz kesim ekipmanının beton yol kaplama yüzey dokulandırılmasına zarar vermemesi için betonun yeterince sertleşmiş olması gerekmektedir. Yüksek sıcaklıklarda kesim; beton dökümünden sadece bir kaç saat sonra, kışın ise muhtemelen 1-2 gün sonra mümkün olmaktadır. Derzlerin kesilmesi için en uygun zaman, beton dökülmesinden sonra genellikle 6-24 saat arasındadır.

Büzülme derzlerinin kesimi beton döküldüğü günde mümkün değilse ve beton gece döküldükten sonra çok soğuduysa, ertesi gün beton tekrar ısındıktan sonra ve böylece betonda çekme gerilmeleri biraz azalmış olduğunda başlanmalıdır.

Yapı alanında yeterli sayıda kesiciler bulundurarak derzlerin zamanında kesilmesi sağlanmalıdır.

### 6.3.2 İnşaat Derzleri

İşe ara verme, örneğin gün sonunda iş bitimi gibi durumlarda, kayma demirleri ile sabitlenmiş enine derzler yapılmalıdır. Gün sonu derzleri özenle hazırlanmalıdır. Bu süreçte dik bir ön yüzeye ve kayma demirlerinin hatasız konumuna dikkat edilmelidir. Gün sonu derz bölgesinde betonun diğer bölgeleri ile aynı kaliteyi göstermesi gerekmektedir.



### 6.3.3 Derzlerin Doldurulması

Derz boşlukları, yüzey suyu ve katı maddelerin derze nüfuz etmesini engellemek üzere mümkün olduğunca derz dolgusu ile iyi doldurup kapatılmalıdır. Derzlerin doldurulmasında kullanılan birçok malzeme bulunmaktadır.

Büzülme derzlerinin derz dolgu maddesi ile doldurulabilmesi için, derz aralığı yeterince genişletilmelidir. Bu aralığın genişliği ve derinliği, derz dolgu maddesine göre ve -20 °C ile 60 °C arasındaki sıcaklıklarda derz aralığının beklenen hareketinden kaynaklanan değişikliğe göre belirlenmelidir.

Sıcak uygulamalı derz dolgu malzemelerinin kullanılması halinde, Tablo 6.5' de belirtilen derz ölçüleri, değişen derz genişliğine bağlı olarak yapılmalıdır.

**Tablo 6.5 Beton Yollarda Sıcak Uygulamalı Derz Dolguları için Derz Aralığının Eni ve Derinliği**

Derz Genişliği Değişimi (mm)	Derz Genişliği (mm)	Beton alt dolgulu, Derz Derinliği (mm)	Beton alt dolgusuz, Derz Derinliği (mm)
2,0 a kadar	8	27	20
2,5 a kadar	10	30	25
3,0 a kadar	12	35	30
4,0 a kadar	15	40	40
5,0 a kadar	20	50	40

Derz türüne bağlı olarak derz genişliğinin değişim değerleri Tablo 6.6' de verilmiştir. Derz genişliğinin nominal genişlikten sapması  $\pm 1$  mm' den fazla, derz derinliğinin nominal derinlikten sapması  $\pm 3$  mm' den daha fazla olmamalıdır.

**Tablo 6.6 Beton Yol Yüzeyleri için Derz Genişliği Değişim Değerleri**

Derz Türü		Derz Genişliği Değişimi (mm)
Enine Büzülme Derzi	5 m < Plaka uzunluğu $\leq$ 7,5 m	$\leq 3$
Boyuna Büzülme Derzi	Ankrajlı	$\leq 1$
	Ankrajlısız	$\leq 4$

Enine derz boşluk kenarlarının 45° lik açıyla pahlanması, dolgu maddesinin şişmesi halinde dolguların taşmasını engellemekte ve derzin dayanıklılığını uzatmaktadır. Söz konusu pah, yukarıdan görünümde 3 mm' den daha geniş olmamalıdır.



Ayrıca derzin kesilmesinde olduğu gibi derz aralığının genişletilmesinde oluşan kesme beton çamuru, kesim sırasında veya hemen sonrasında temizlenmelidir. (Örneğin, vakumlanarak veya su ile temizleyerek.)

Derz dolgu malzemeleri, astar dolguları ve derz harcı sadece kuru havalarda yapılmalı, don olan havalarda ise uygulanmamalıdır. Beton yeterince sertleşmiş ve en azından 7 günlük olmalıdır. Derz yan yüzleri, derz dolgu maddesinin eklenmesinden önce temizlenip kurutulmalıdır. Bu arada açık alevle kurutulmasına izin verilmemelidir.

Giderek daha çok, elastik sıkıştırılabilir bağlantı profilleri (Resim 6.7), yapı yöntemine bağlı olarak açık profiller, içi boş ya da dolu profiller gibi kullanılmaktadır. Bu tür profiller sertleşmiş betonun derz aralığına öngerilim altında yerleştirilmektedir. Ardından sabit basınç ile boşluk kapatılmaktadır. Profil büyüklüğü derz boyutuna bağlıdır. Derz genişliği değişimine bağlı olarak gerekli derz boyutları Tablo 6.7' ye göre alınır ve kullanılır.

Profilin üst kenarı, derz aralığının pahlanmış kenarı ile mümkün olduğunca aynı hizada olmalıdır. Profilin üst kenarı sadece üst kesişme noktalarında kapatılmalıdır. Kesişen profiller kesilmemelidir.

**Tablo 6.7 Derz Profillerindeki Derz Aralık Genişliği ve Derinliği**

Derz Genişliği Değişimi (mm)	Derz Boşluğu Genişliği (mm)	Derz Boşluğu Derinliği (mm)
1,0' a kadar	6 <sup>1)</sup>	20
2,5' a kadar	8	30 <sup>2)</sup>
3,0' a kadar	10	30 <sup>2)</sup>
3,5' a kadar	12	30 <sup>2)</sup>
4,0' a kadar	15	30 <sup>2)</sup>
5,0' a kadar	20	30 <sup>2)</sup>
<sup>1)</sup> Sadece boyuna derzlerde		
<sup>2)</sup> Minimum ölçü		

## 6.4 KORUMA ÖNLEMLERİ / BAKIM

Beton kaplamanın üretimi sırasında ve sonrasında beton korunmalı ve ardından uygun bir bakım uygulanmalıdır. Böylece yüksek dayanıklılık ve yoğunluk, donma /çözülme dayanımı, aşınma direnci ile sağlam üst yüzey özellikleri sağlanmalı ve çatlakların önüne geçilmelidir.

### 6.4.1 Kaplama Yapımı Sırasında ve Sonrasında Koruma Tedbirleri

Beton, dökümü sırasında ve tamamlandıktan sonraki ilk iki saat içinde, çadır ve başka uygun önlemlerle yağışlardan korunmalıdır. Kaplamanın yapımından sonra alınan koruma önlemleri aynı zamanda bakım önlemleri de olabilir.



Küçük alanlar için taşınabilir çatı/muhafaza sistemleri kullanılabilir. Bu tür önlemler alınamıyorsa yağış ihtimali olan havalarda beton döküm işlemi yapılmamalıdır. Tamamlanmış yeni beton yüzeyin üzerine yağmur suyu damlamasından kaçınılmalıdır.

Beton üst yüzeyi tamamen plastik örtüler ile örtüldüğünde, gerekli tedbirler alınarak örtüler, rüzgardan korunmalıdır.

Beton, 25-30° C ortam sıcaklıklarında, derzlerin kesilmesinden hemen sonra, kimyasal kür yapılmasına ilave olarak en azından 3 kez, 2-3 saat aralıkla tüm yüzey olarak ıslatılmalıdır. Kaplamanın bu zaman içerisinde kurumaması büyük önem taşır. Böylece çatlakların oluşumu engellenir.

Betonun sertleşme sırasında, betonun yüksek gündüz sıcaklığı ve çimentonun hidrasyon ısı ile özellikle ilk gece ve ertesi sabah, ısınan betonun çok fazla soğuması halinde de çatlaklar oluşabilmektedir. Bu durumda beton derzlerin kesimine kadar yalıtım amaçlı bir örtü ile korunmalıdır. Betonun güneş ışınlarından dolayı ciddi ölçüde artan sıcaklığı, yüksek parlaklık referans değerine (beyazlık değeri) sahip bir bakım maddesi ile bileşiminin uygulanması ile azaltılabilir. Böylece, olası çatlak oluşumu giderilir.

Dökülen betonun çok hızlı soğuması bekleniyor ise, beton derzler kesilene kadar, yalıtım malzemesi ile kapatılıp korunmalıdır.

#### **6.4.2 Bitirme ve Bakım Uygulaması**

Beton yerleştirildikten sonra bakım uygulanması gerekmektedir. Beton bakımı için, işlem türleri ve bakım maddeleri çeşitleri hizmet tanımında belirtilmelidir.

Bakımın minimum süresi, TS 13515 standardında belirtilen çevresel etki sınıflarına, betonun üst yüzey sıcaklığına ve betonun dayanımının gelişimine bağlıdır. DIN 1045-3 standardı, çevresel etki sınıfları XM' e tabi beton zeminler (aşınma kullanımı) için, betonun karakteristik dayanımı  $f_{ck}$  % 70' e ulaşana kadarlık sürede bakım uygulaması yapılmasını öngörmektedir.

Detaylı doğrulama olmadan ve en azından bakım süresi değerlerinin basitleştirilmesi açısından Tablo 6.8' e göre uygulanabilmektedir.



**Tablo 6.8 Yüzey Sıcaklığının Bir Fonksiyonu Olarak Beton (Çevresel Etki Sınıfı XM) İçin Gün Olarak <sup>(1)</sup>**

**En Az Bakım Süresi**

Sabah (saat 09 <sup>00</sup> ) Yüzey Sıcaklığı (θ) °C <sup>(3)</sup>	Bakım uygulamasının gün olarak min. süresi <sup>(2)</sup>		
	Beton dayanım gelişimi $r = f_{cm2} / f_{cm28}$ <sup>(4)</sup>		
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$
$\theta \geq 25$	2	4	4
$25 > \theta \geq 15$	2	4	8
$15 > \theta \geq 10$	4	8	14
$10 > \theta \leq 5$	6	12	20

<sup>1)</sup> İşlenebilirlik süresi > 5 saat ise bakım süresi uzatılabilir.  
<sup>2)</sup> TS EN 12390-3 standardına göre, ilk test veya benzer bileşimdeki betonların benzer oranlarından elde edilen 2 ve 28 gün sonraki basınç dayanımı ortalama değerleri (aynı çimento, aynı su-çimento oranı). Özel uygulamalarda basınç dayanımı 28 günden fazla bir süreden sonra belirlenecekse,  $f_{cm28}$  yerine ortalama basınç dayanımı tespit edilmelidir.  
<sup>3)</sup> Betonun üst yüzey sıcaklığı yerine sabah hava sıcaklığı tespit edilmelidir.  
<sup>4)</sup> 2 ve 28 günlük basınç dayanımı oranıdır, ara değerler belirlenebilir.  
 Su kürü uygulaması ve su tutucu örtü uygulama süresi minimum üç gündür.

#### 6.4.2.1 Su Kürü

Betonun en etkili bakım yöntemi sürekli nemli tutulmasıdır. Kullanılan su karma su kalitesinde olmalıdır. Beton kaplama, kenar yüzeyler dâhil olmak üzere tüm yüzeye, sürekli su püskürtülerek en az 3 gün boyunca nemli tutulmalıdır. Nem kaynağının kesilmesi (kuruma) hidrasyonun erken son bulmasına yol açmaktadır. Bu durumda gerekli yüzey özelliklerine ulaşılmamış olmaktadır.

Su kürü ile beton yüzeyinin çok hızlı soğumasını önlemek amacıyla, püskürtme ile ince bir film tabaka halinde uygulama gereklidir. Püskürtme sistemlerinin sürekli ve yeterli su kaynağına ihtiyaçları vardır. Bu yöntem uygulama zorluğuna rağmen çok etkilidir. Bu arada beton yüzeyinin çok hızlı soğutulmasından kaçınılmalıdır.



#### 6.4.2.2 Su Tutucu Örtü Kullanılması

Su tutucu örtü olarak jüt bezi veya dokusuz kumaş (yapı elyafı) kullanılabilir. Jüt bezi veya yapı elyafının tekrar tekrar kullanılması mümkündür. Bu bakım uygulama yöntemi büyük yerleştirme (döküm) işlerinde çok pahalı bir işlem olmakla birlikte küçük alanlar için daha uygundur.

#### 6.4.2.3 Plastik Örtü İle Kapatılması

Beton, plastik örtü ile kapatılarak bakım yapılabilir. Bu tedbir ile taze beton yağmura karşı etkili bir şekilde korunmaktadır. Öte yandan, beton yaz aylarında plastik örtünün altında çok ısınabilmektedir. Bu nedenle, sadece soğuk mevsimlerde plastik örtü uygulaması daha uygundur. Yerleştirilen örtü ayrıca yüzey dokusu oluşturma işini (fırça ile veya suni çim çekilmesi) olumsuz etkileyebilir.

Plastik örtü bir silindir ile donatılmış finişerden alınabilmekte ve kırışksız olarak beton yüzeyine yerleştirilebilmektedir. Plastik örtüler rüzgârın etkisine karşı emniyete alınmalıdır.

Derz kesimi plastik örtünün üstünden yapılacaksa bu alanların tekrar işlem görmesi gerekmektedir.

#### 6.4.2.4 Bakım Kimyasallarının Uygulanması

Üretici tarafından tavsiye edilen kullanım oranlarına uyulması, etkili bir film tabakası elde etmek için önemlidir.

Kür maddesinin beton yan yüzeylerine de püskürtülmesi sağlanmalıdır.

Diğer yüzeyler için (fırça çekme ile veya suni çim ile pürüzlendirilen) hafif nemli duruma ulaştıktan sonra bir bakım maddesi bitmiş yüzeye eşit olarak püskürtülmelidir.

Daha çok yüzeye su veren betonun üzerine bakım maddesinin püskürtülmesi, eksik-hatalı bir bakım uygulamasına neden olmakta, zira çıkan su sonucunda kapalı bir film oluşmamaktadır ve bu betonun kurummasını etkili bir şekilde engelleyememektedir.

Beton yüzeyinin parlaklığı kaybolur kaybolmaz kimyasal bakım/kür maddesi uygulanmalı, hemen arkasından ikinci kez kür kimyasalı uygulanarak betondan su kaybı önlenmelidir.

Yüksek parlaklıktaki (beyaz düzey) bakım uygulama maddesinin kullanımı beton yüzeyinde güneş etkisiyle yaşanan ısınmayı azaltması nedeniyle kullanımı uygundur.

Bakım uygulama maddesi ile işlem gören yolların trafiğe açılması, ancak bakım tabakasının zarar görmeyeceği ve bunun sonucunda betonun kurummasına yol açmayacağından emin olduğu takdirde mümkündür.

Kür maddelerinin aşırı miktarda kullanımı ilk zamanlarda kavramayı/yol tutuşu azaltabilmektedir.

30°C' nin üzerindeki ortam sıcaklıkları, güçlü güneş ışığı, kuvvetli rüzgâr veya % 50' nin altında bağıl nem oranında kaplamalara her zaman bakım uygulama maddesinin uygulanıp, kuruyup yıkanarak çıkmayacak duruma geldikten sonra ayrıca su kürü uygulamasına mutlaka geçilmelidir ve mümkün olduğunca erken başlanmalıdır. Beton kritik hava şartlarında en az 3 üç gün boyunca nemli tutulmalıdır.

Özel durumlarda, kılcal su emmede geçici bir azalmaya sebep olması, donma çözülme direncini artırması, su içinde çözülmüş zararlı kimyasalların emilimini azaltması nedeniyle beton üst yüzeyi emprenye edilebilir.



Resim 6.10 Kimyasal Kür Uygulamasının Araç ile Yapılması

#### 6.4.2.5 Yağmur ve Bakım Koruma Çadırları

İstisnai durumlarda, ek bakım ve koruma uygulaması olarak veya yağmurdan koruma amaçlı çadır kullanılabilir. Yüksek maliyetlerin yanı sıra rüzgârda havalanmasından dolayı tehlike teşkil etmesi ve güneşte baca etkisinin ek su kaybına neden olması nedeniyle çadır kullanımının dezavantajları dikkate alınmalıdır.



## 7. KALİTE KONTROL DENETİMLERİ

Yüklenici, başlangıç (tasarım) testlerini yapmalı ve uygulamadan önce, öngörülen yapı malzemeleri ve karışımlarının sözleşme şartlarına uygun olduğunu idareye ispatlamak zorundadır.

Başlangıç, yapım aşaması ve yapım sonrasındaki testler aşağıdaki gibi gruplara ayrılabilir.

- Başlangıç testleri
- Fabrika üretim kontrolü
- İç denetim testleri
- Kontrol testleri
- Ek kontrol testleri

Deneyleyler aşağıda belirtilen aşamaları içermelidir,

- Numune alımı,
- Numunelerin uygun şekilde ambalajlanması,
- Numune alım noktasından deney merkezine veya laboratuvara taşınması,
- İnceleme ve testin gerçekleştirilmesi,
- Deney raporunun oluşturulması.

Beton, yüklenici tarafından kendi sorumluluğu altında üretilirse

- Başlangıç testleri,
- Fabrika üretim kontrolü,
- İç denetim testlerinin yüklenici tarafından yapılması gerekmektedir.

Beton santralde üretilip taşınacak ise, fabrika üretim kontrolü üretici tarafından fabrikada (beton santralinde), iç denetim testleri ise yüklenici tarafından şantiyede gerçekleştirilmelidir.

### İç Denetim Testleri:

İç denetim testleri, yüklenici veya onun yetkilendirdiği başka bir kişi aracılığıyla, yapı malzemelerinin, malzeme karışımlarının, uygulama boyunca imalatların ve tamamlanmış yapı işlerinin kalitesinin sözleşme şartlarını karşılayıp karşılamadığını tespit etmek ve idareye kanıtlamak için yapılan testlerdir.

*Yüklenici, iç denetim testlerini gereken özen ile gerekli kapsamda ve zamanında gerçekleştirmelidir.*

Yüklenici iç denetim testlerini kendi laboratuvarında kendi cihazları ile ya da idarenin onayının alınması şartıyla diğer laboratuvarlarda yaptırabilecektir.

*İç denetim testlerinde İdare hazır bulunmalıdır. İdarenin denetim ve gözetiminde testler yapılmalıdır. İdare ihtiyaç halinde numuneler alarak testleri yapabilecek ya da başka laboratuvarlarda yaptırabilecektir.*

Sözleşme şartlarından sapmalar tespit edilmesi halinde nedenleri derhal ortadan kaldırılmalıdır.

İç denetim test sonuçları raporlanarak İdareye sunulmalıdır.

### Kontrol Testleri:

Kontrol testleri, yapı malzemelerini, malzeme karışımlarını, devam eden ve bitmiş işin ürün kalitesinin sözleşme şartlarını karşılayacak kalitede olup olmadığını belirlemek için *idarenin yapmış/yaptırmış olduğu*



*testlerdir.* Bu testlerin sonuçları için kabulü ve ödemelerin temelini oluşturmaktadır. Şantiye alanından numune alımı ve denetimler idare tarafından yüklenicinin de hazır bulunduğu zamanda yapılır. Yüklenicinin belirtilen zamanı dikkate almaması halinde ise yüklenicinin yokluğunda da numune alımı ve test işlemleri yapılabilir.

Numune alımı ve numunenin sevkiyata hazır hale getirilmesi gibi işlemler (uygun şekilde ambalajlanması, mühürlenmesi) idare ve yüklenici tarafından birlikte yapılmalıdır.

Testlerin yapılması sadece idare veya idare tarafından kabul edilen onaylı test kuruluşları tarafından yapılabilir.

Numunelerin alınması, nakledilmesi ve deneylerin yapılması için gereken maliyetler yüklenici tarafından karşılanacaktır.

#### **Ek Kontrol Testleri:**

Bir kontrol testinden elde edilen sonucun, bütün yapım alanı için geçerli olmadığı kabul edilirse, idare/yüklenici ilave kontrol testlerinin uygulanmasını talep etme hakkına sahiptir. Numune alınacak yerleri idare ve yüklenici birlikte belirleyecektir.

İdarenin değerlendirmeden sonra ek kontrol testleri gerçekleştirme hakkı saklıdır.

İşin kabulü için, belirlenen alanlarda yapılan asıl ve ek kontrol testlerinin sonuçları belirleyicidir.

İdare/Yüklenici tarafından talep edilen ek kontrol testlerinin maliyeti, yüklenici tarafından karşılanacaktır.

### **7.1 BAŞLANGIÇ (TASARIM) TESTLERİ**

Yüklenici, başlangıç testlere ait tespit edilen test değerlerini idareye sunmalıdır.

Başlangıç deneyleri, beton karışımının üretiminden veya dökülmesinden önce yapılan testlere denmektedir. Böylece betonun, taze ve sertleşmiş durumda, beton kaplama işi sözleşmesinin kullanım amacını ve tüm gereksinimlerini karşılayıp karşılayamadığı tespit edilmektedir.

Yüklenici, ön görülen beton bileşenlerini, ilgili yapı malzemelerini ve betonun uygunluğunu, idareye kanıtlamalıdır. Söz konusu kanıt, idare veya idare tarafından onaylanan bir test kuruluşunun (tercihen akredite olmuş) vermiş olduğu sertifikalar/raporlar ile sağlanmalıdır. Deney raporu, söz konusu yapı malzemeleri ve betonun kullanım amacına uygun olduğu hakkında bilgileri içermelidir. Bu değerler söz konusu bu şartnamenin gereklerine uygun olmalıdır.

Başlangıç tasarım testlerinde, yapım aşamasında karışımda kullanılacak su kullanılmalıdır. Mevcut şebeke içme suyu, beton karma suyu olarak kullanılabilir. Karışım suyunun betonun özelliklerine olası olumsuz etkileri konusunda endişeler bulunması halinde, uygunluğu üretimden önce test edilmelidir.



Başlangıç deneyleri ile,

- a) Beton yol kaplamasında kullanılacak tüm malzemelerin,  
(Agrega, çimento, mineral ve kimyasal katkıları, su, kimyasal kür malzemeleri, ayırma elemanları, derz malzemeleri, metalik malzemeler vb.)
- b) Beton yol kaplamasının beton karışım dizaynının,
- c) Taze betonun,
  - 1) Çökme (slump),
  - 2) Birim ağırlık,
  - 3) Hava tayini,
  - 4) Beton sıcaklığı,
- d) Sertleşmiş betonun,
  - 1) Basınç dayanımı,
  - 2) Eğilme dayanımı,
  - 3) Yarmada çekme dayanımı,
  - 4) Donma çözülme dayanımı,
  - 5) Mikro hava boşluk değeri,

Yüklenici, başlangıç deney sonuçlarına dayanarak, kullanımı öngörülen beton malzeme ve bileşimlerini belirlemeli ve işverene beton kaplama yapım işi çalışmalarının başlamasından yeterli bir süre önce bildirmelidir. Malzemelerin türü ve özellikleri veya iş yapım koşulları değişiyorsa, uygunluğu tekrar deneylerle kanıtlanmalıdır.

### 7.1.1 Malzeme Deneyleri

Beton tasarımında kullanılacak malzemeler, Bölüm 2' ye göre incelenmeli, uygun olması ve şartname kriterlerini sağlaması halinde karışımda kullanılmalıdır.

### 7.1.2 Taze Beton Deneyleri

Beton, hazırlanan karışım dizaynına göre laboratuvar koşullarında, en az 50 litre hacmi olan uygun bir mikserde üretilmek zorundadır. Tüm bileşenlerin eklenmesinden sonra, karıştırma süresi en az 90 saniye olmalıdır. Taze betonun imalatı ile test edilmesi arasında geçen süre kayıt altına alınmalıdır.

Kıvam, yoğunluk, sürüklenmiş hava içeriği ve sıcaklık testleri, TS EN 12350-2, TS EN 12350-5, TS EN 12350-6, TS EN 12350-7 standartlarına göre belirlenmelidir. Taze betonun hava içeriğinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken husus, hava içeriğinin belirlenmesi için hazırlanacak numunelerin inşaatta kullanılan betondaki gibi, yapısının aynı şekilde sıkıştırılmış olmasıdır (benzer frekans, titreşim süresi, karıştırma yoğunluğu).

İç vibratörler, hava içeriğini bozabildikleri için beton hava içeriği deneyinde betonun sıkıştırılmasında kullanılmayacaktır.

Hava tayini cihazlarının, testler öncesinde ve yapım boyunca belirli aralıklarla doğrulamalarının yapılması gereklidir.



### 7.1.3 Sertleşmiş Beton Deneyleri

TS EN 12390-2 standardına göre özellikle titreşim masası kullanılarak hazırlanan numunelerin, yoğunluk tespiti ve basınç dayanımı testi TS EN 12390-7 ve TS EN 12390-3 standardına göre yapılmalıdır.

Eğilme dayanımı, TS EN 12390-5 standardına göre, 150 mm x 150 mm kesitli, üç numune üzerinde, 28 günlük kür sonrasında, iki noktadan yük uygulaması ile belirlenir. Prizma uzunluğu en az 525 mm olmalıdır.

Yarmada çekme dayanımı TS EN 12390-6 standardına göre 150 mm x 300 mm kesitli silindirik üç numune üzerinde, 28 günlük kür sonrasında belirlenir.

Sertleşmiş betonda basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve yarmada çekme dayanımı başlangıç (tasarım) aşamasındaki hedef dayanım değerleri ve sapmalar Bölüm 3.1.7' de verilmektedir.

Sertleşmiş betonda donma-çözülme dayanımı testi, TS EN 12390-9' a uygun olarak yapılmalıdır.

Sertleşmiş betonda hava içeriği parametrelerinin belirlenmesi için 150 mm kenar uzunluğunda iki beton küp numunesi hazırlanmalıdır. Deney, TS EN 480-11 standardına göre yapılmalıdır.

Kalıplar tamamen beton ile doldurulur. Dolum miktarı, taze beton yoğunluğu ve kalıp hacmine göre hesaplanır. Doldurulan malzeme, titreşim masası üzerinde sıkıştırma başlamadan önce yüzeyi bir mala ile düzeltilmelidir. Betonun sıkıştırılması sırasında beton kalıbın yan duvarları üzerinden taşma yapmasına veya betonun yeniden doldurulmasına izin verilmemelidir.

Ardından numune levhası, üreticinin talimatlarına göre, üst yüzeyine priz geciktirici kimyasal katkı uygulaması yapılır ve plaka laboratuvar ortamında saklanır. Kür kimyasalı kullanılmıyorsa, beton yüzeyi folyo ile kapatılarak bakım işlemi görmelidir.

Beton yeterince sertleştikten sonra, iri agrega iskeleti yüzeye yakın bölümde fırçalanarak açığa çıkarılmalıdır. Beton yüzeyi fırçalama öncesi ve sonrasında gözlenmeli ve olası durum değerlendirilmelidir. Daha sonra beton yüzeyi kür kimyasalı ile bakım uygulamasına tabi tutulacaktır. Beton sertleştikten sonra ortalama doku derinliği TS EN 13036-1 standardına göre cam kumu (kum yama yöntemi) ile belirlenmelidir.

TS EN ISO 13473-1 standardına göre profil derinliğinin belirlenmesi ile makro dokunun belirlenmesi için başka bir yöntem daha mevcuttur. Bu yöntem temassız çalışan ölçüm tekniği nedeniyle, ıslak üst yüzeyde gerçekleştirilen fırçalamanın hemen ardından uygulanabilmektedir.

## 7.2 FABRİKA ÜRETİM KONTROLÜ

Fabrika üretim kontrolü, mevcut üretim sürecinde belirtilen özelliklere uyulup uyulmadığının kontrolüdür ve gerekli düzeltme önlemlerinin alınabilmesi için bir ön koşuldur. Üretimin her aşaması, üreticinin belirlediği planlar doğrultusunda kontrol edilmelidir. Taze betonun slump değeri, sürüklenmiş hava içeriği, taze beton sıcaklığı her sevkியatta kontrol edilmelidir.

Fabrika üretimi ile ilgili detaylar TS EN 206, TS 13515 standardında verilmektedir.



Hazır Beton Tesisinin, beton yol kaplaması imalatında kullanılacak betona ait, "G" belgesi olmalıdır ve bu belge idareye verilmelidir.

Yüklenicinin beton santrali kurup, bu iş için kendi betonunu üretmesi halinde "G" belgesi aranmayacaktır.

### 7.3 YAPIM AŞAMASINDA VE TAMAMLANMIŞ BETON YOL KAPLAMALARINDA YAPILACAK KALİTE KONTROL İNCELEMELERİ (İÇ DENETİM TESTLERİ VE KONTROL DENEYLERİ)

İç denetim ve kontrol aşamalarında yapılacak deneyler, numune alma ve deney sıklıkları Tablo 7.1 ve Tablo 7.2' de verilmiştir.

**Tablo 7.1 İç Denetim ve Kontrol Deneyleri**

	İç Denetim Testleri	Kontrol Testleri
<b>Taze Beton</b>		
a)Başlangıç testleri ile uygunluk	Her teslimat sonrası irsaliye ile kontrol	-
b) Kıvamı	Günde bir kez veya şüphe durumunda	-
c) Su/bağlayıcı oranı	Günde bir kez veya şüphe durumunda	-
d) Yoğunluk	Her numune üretiminde	-
e) Taze betonda Sürüklenmiş hava değeri ve hava sıcaklığı	Saatte bir kez	Saatte bir kez
f) Betonun Sıcaklığı	+5 °C' nin altında ve + 30°C' nin üstündeki hava sıcaklıklarında her iki saatte bir.	-

	İç Denetim Testleri	Kontrol Testleri
<b>Sertleşmiş Beton</b>		
a)Basınç Dayanımı ve Yoğunluk	Bölüm 3, Tablo 3.9' a göre numune alınacak.	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot. (Bölüm 6, Tablo 6.2)
b)Yarmada Çekme Dayanımı ve Yoğunluk	Bölüm 3, Tablo 3.9' a göre numune alınacak.	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot. (Bölüm 6, Tablo 6.2)



**Tablo 7.1 İç Denetim ve Kontrol Deneyleri ( devamı )**

*c)Sertleşmiş betonda Sürüklenmiş hava değeri: Mikro-hava içeriği ve aralık faktörü	İlk günün çalışmasından bir küp/silindir numunesi, sonrasında 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir küp/silindir numunesi.	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot.
d) Kaplamanın Kalınlığı	En az her 25 m' de bir uygun yöntemlerle ölçülür.	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot. (Bölüm 6, Tablo 6.2)
e)Donma Çözülme Direnci *	Arazide taze betondan ilk 1000m <sup>2</sup> ' de bir grup (4 adet) 150mm.lik küp numunesi, sonrasında 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir küp numunesi.	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot
f)Aşınma Direnci (Çivili lastiklere karşı)	-	Her yol şeridi için 100 000 m <sup>2</sup> ' de 3 adet karot. (Bölüm 6, Tablo 6.2)
g)Yapışma Direnci (iki beton katman arasındaki bağ)	-	Her yol şeridi için 1 000 m <sup>2</sup> ' de bir karot. (Bölüm 6, Tablo 6.2)
h)Yüzey Düzgünlüğü	Her 10m' de bir, her şerit için, 4.0m' lik master ile şerit ortasında; yol eksenine paralel ve dik olarak iki ölçüm alınır. (yada farklı yöntemlerle) Birinci günün çalışması sonunda derhal, boyuna ve enine yönde düzgünlüğünün kontrol edilmesi gerekmektedir.	Her yol şeriti için profilometre aracı ile beton kaplamaya ait IRI değeri (Uluslararası düzgünlük indeksi) ölçülecektir.
f) Kaplama Genişliği	25m mesafede uygun yöntemle ölçümler alınmalıdır.	Kaplama, 100m' lik aralıklarla elektronik uzunluk ölçer ile genişlik ölçümü yapılacaktır.
g) Bağlantı Demirleri Çekip Çıkarma (pull-out) testi	İlk gün çalışmasından 5 test, sonrasında şüphe durumunda yapılacaktır.	-
h) Kayma Demirleri Konumu	İlk günün imalatı; derz keserek en az 10 adet enine derzde yapılmalıdır. Yapımı takip eden günlerde, günlük imalatlar: her 500m' de 5 adet enine derzde yapılmalıdır. (Tahribatsız MIT SCAN-2 vb. cihazlar ile)	-
*Yalnızca bir deneyin (Sürüklenmiş hava değeri yada Donma çözülme direnci) yapılması yeterlidir.		



**Tablo 7.2 Tamamlanmış Beton Yol Kaplamalarının Kalite Kontrolü için Alınacak Karot Numune Sayıları**

Gereklilikler	Karot Alma Planı
Beton basınç dayanımı	1/1000 m <sup>2</sup>
Yarmada çekme dayanımı	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama kalınlığı	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama yoğunluğu	1/1000 m <sup>2</sup>
Mikro hava içeriği ve aralık faktörü	1/1000 m <sup>2</sup>
Donma çözülme direnci	1/1000 m <sup>2</sup>
Beton kaplamanın aşınma direnci	3/100 000 m <sup>2</sup>
Beton kaplama tabakalarının yapışma direnci	1/1000 m <sup>2</sup>
Not 1: Dayanım, kalınlık, yoğunluk ölçümleri için aynı karot kullanılabilir. Not 2: Kaplama yoğunluğu imalattan alınan en az 3 adet karot numunesi (basınç, yarmada çekme, kalınlık vb. numuneleri) ile değerlendirilmelidir. Not 3: Kaplama tabakalarının yapışma direnci, anlamlı bir sonuç elde etmek için en az 9 adet karot numunesi ile değerlendirilmelidir. Not 4: Karotlar, derzlerin 50 cm yakınından alınmamalıdır. (Yüksek gerilmelerin olduğu derzlerde beton kaplamanın zarar görmemesi için) Not 5: Karotların en uygun alınma yeri, plak boyunca çeyrek noktalar arasındaki bölgelerdir. Sürekli donatılı beton kaplamalarda ise ard arda gelen iki enine çatlak arasından alınmalıdır.	

### 7.3.1 Taze Beton Testleri

Bir hazır beton tesisinden taze betonun teslimi üzerine, ilk değerlendirme gözle yapılmalı daha sonra taze betonun sevk irsaliyesi ile kontrol edilmelidir.

Taze beton özellikleri, standartlar çerçevesinde testlere tabi tutulmalıdır.

Taze betonun kıvamı; çökme (slump) deneyi TS EN 12350-2

(veya yayılma tablası deneyi TS EN 12350-5), hava miktarının belirlenmesi deneyi TS EN 12350-7, yoğunluk deneyi TS EN 12390-6 standardına göre belirlenmelidir.

Taze beton sıcaklığı da belirlenmelidir.

### 7.3.2 Sertleşmiş Beton Testleri

Fabrika üretim kontrolü, iç denetim ve kontrol testleri için test örnekleri (silindir veya küpler) TS EN 12390-2 standardına göre özellikle titreşim masası kullanılarak hazırlanmalıdır. Yoğunluk TS EN 12390-7, basınç dayanımı ise TS EN 12390-3 ve yarmada çekme dayanımı TS EN 12390-6 standardına göre belirlenmelidir.

Test parçası olarak, 100/150 mm çapında karotlar kaplama betonundan en erken 14 gün sonra alınmalıdır ve alınan bu karotlar yapılacak teste uygun yaş süresine kadar TS EN 12504-1 standardına göre kür edilmelidir. Numune alımı sırasında bir karot kırılır ise, bu yerden 1m mesafede bir başka karot alınmalıdır. Karotun kırılması belirtilmelidir.

Karotlarda kaplamaya ait şu tespitler yapılabilmektedir:

- Tane dağılımı (düzensünlüğü)
- Yüzey üzerinde harç kalınlığı ve katman yapısı
- Yüzeyi yıkamalı kaplamaların beton yüzey yapısı
- Alt yüzeyinin yapısı
- Beton yapısı (çakıl yuvaları, gözeneklilik)
- Üst ve alt beton tabakaları arasındaki bağlantı veya konumu (görsel)
- Beton yüzeyinde görülen çelik donatı aralığı
- Betonun tabaka kalınlığı
- Karotun yüksekliği
- Karot çapı

### 7.3.2.1 Beton Kaplamanın Dayanımı

Beton kaplamanın dayanımı, plağın tam derinliği boyunca delinerek alınmış karotlardan belirlenecektir.

Dayanım sınıfları, 28 günlük olgunluk yaşına göre belirlenmelidir.

#### 7.3.2.1.1 Beton Kaplamanın Basınç Dayanımının Tayini

Kaplamadan alınacak ve test edilecek karot sayısı Tablo 7.2' e göre belirlenecek ve karot basınç dayanımları da TS EN 12504-1, TS EN 12390-3 ve TS EN 13877-2 standardına göre tespit edilecektir.

Boy/çap oranı 1' e eşit olmayan karotların test edilmesi gerektiğinde Tablo 7.3' deki düzeltme faktörleri kullanılabilir.

**Tablo 7.3 Karotların Farklı Boy/Çap Oranlarında, Basınç Dayanımı İçin Düzeltme Faktörleri**

Boy/Çap oranı	Düzeltilme Faktörü
1,00	1,00
1,25	1,07
1,50	1,12
1,75	1,16
2,00	1,18

Karotların dayanım sınıfı, belirlenmiş olan ve Tablo 7.4' de verilen karakteristik değerlere uygun olacaktır.

**Tablo 7.4 Beton Dayanım Sınıflarına Göre Karotların Basınç Dayanım Sınıfları (TS EN 13877-2)**

Beton Dayanım Sınıfı	Karot Dayanım Sınıfı	Karakteristik Karot Dayanımı ( $f_{ck, core}$ ) <sup>1)</sup> MPa
C25/30	CC25	25
C30/37	CC30	30
C35/45	CC35	35
C40/50	CC40	40

Not: <sup>1)</sup> Karakteristik karot dayanımı ( $f_{ck, core}$ ), boy/çap oranı 1,0 olan ve 100 mm çapındaki karotlara ait değerdir.



Karotlar kaplama betonundan en erken 14 gün sonra alınmalı ve TS EN 12504-1 standardına göre kür edilmelidir.

Karot numuneleri eğer 20°C ve 28 günlük iken test edilemez ise, olgunluk kavramları kullanılarak, kullanım yerindeki şartnamelere uygun olarak sonuçlar 20°C ve 28 günlük olarak modifiye edilmelidir.

Beton kaplamanın değerlendirilmesinde kullanılan minimum karot basınç dayanımı kriterleri Tablo 7.5' de verilmektedir.

**Tablo 7.5 Beton Kaplamanın Değerlendirmesinde Alınan Karotların Min. Basınç Dayanımı Uygunluk Kriterleri (TS EN 13877-2)**

Dayanımın Değerlendirilme Metodu	Kriter 1	Kriter 2
	Ard arda herhangi 4 sonucun ortalaması (MPa)	Herhangi bir tek sonuç (MPa)
Karot basınç testi	$\geq f_{ck, core} + 4$	$\geq f_{ck, core} - 4$
Örnek: CC30*	$\geq 34 \text{ MPa (30+4)}$	$\geq 26 \text{ MPa (30-4)}$

\*Örnek olarak: Beton dayanım sınıfı C30/37MPa olması durumunda karot dayanım sınıfı CC30 olacaktır. Farklı beton dayanım sınıfı seçildiğinde Tablo 7.4' deki karot dayanım sınıfı seçilecektir.

### 7.3.2.1.2 Beton Kaplamanın Yarmada Çekme Dayanımı Tayini

Karotların yarmada çekme dayanımı TS EN 12390-6 standardına göre belirlenecektir. Referans yöntem; çapı 150 mm ve uzunluğu 300 mm olan silindir şekilli numunelerin kullanılmasıdır. Ancak Silindir numunelerde numune büyüklüğünün, ölçülen çekme dayanımı üzerindeki etkisinin, verilerdeki muhtemel değişkenlik sebebiyle önemli olmadığı belirlenmiştir( TS EN 12390-6). Bu nedenle çapı 100 mm ve uzunluğu 200 mm olan silindir şekilli numunelerin de kullanılması uygun görülmektedir.

Test edilecek karot sayısı Bölüm 6, Tablo 6.2' ye göre belirlenecektir.

Karot numuneleri eğer 20°C ve 28 günlük iken test edilemez ise, ya 20°C ve 28 günlük olarak yada kullanım yerindeki şartnamelere uygun olarak sonuçlar modifiye edilmelidir.

Karotlar kaplama betonundan en erken 14 gün sonra alınmalı ve TS EN 12504-1 standardına göre kür edilmelidir.

**Tablo 7.6 Beton Kaplamanın Değerlendirilmesinde Alınan Karotların Min. Yarmada Çekme Dayanımı Uygunluk Kriterleri (TS EN 13877-2)**

Dayanımın Değerlendirilme Metodu	Kriter 1	Kriter 2
	Ard arda herhangi bir 4 sonucun ortalaması (MPa)	Herhangi bir tek sonuç (MPa)
Karot Yarmada Çekme Dayanım Testi	$\geq f_{tk, core} + 0,5$	$\geq f_{tk, core} - 0,5$
min. SC3,0*	$\geq 3,5 \text{ MPa (3,0 + 0,5)}$	$\geq 2,5 \text{ MPa (3,0 - 0,5)}$

\*Beton kaplamadan alınan karot numunelerin yarmada çekme dayanımları, Tablo 7.6' daki SC3.0 sınıfının her iki kriteri ile ya da taze betondan alınan numuneler için belirlenen SC3.3 sınıfının her iki kriterinin  $(f_{tk} \pm 0,5) \times 0,85'$  i ile değerlendirilmelidir.

Beton dayanım sınıfı C30/37MPa olması durumunda karot yarmada çekme dayanım sınıfı SC3.0 olacaktır. Farklı beton dayanım sınıfı seçildiğinde; C35/45 dayanım sınıfı için karot yarmada çekme dayanım sınıfı min. SC3.3, C40/50 dayanım sınıfı için yarmada çekme dayanım sınıfı min. SC4.0 uygulanacaktır.



### 7.3.2.2 Beton Kaplamanın Yoğunluğu (TS EN 13877-2)

Tamamlanmış beton kaplamadan tam kalınlık derinliğince alınan doymun karot numunesinin yoğunluğu, kaplama yapımı esnasında aynı karışımdan alınarak kalıplanmış ve sıkıştırılmış, aynı yaştaki, doymun, 6 adet tam numunenin ortalamasının % 95' inden daha az olmayacaktır.

Karotun ortalama çapı, betonda kullanılan maksimum agrega çapının 4 katından daha az olmayacaktır. Ayrıca karot çapı 100 mm' den daha küçük olmayacaktır.

Doymun karotların yoğunluğu TS EN 12390-7 standardına uygun olarak yapılacaktır.

Doymun karotlar, en yakın yaklaşımla 10 kg/m<sup>3</sup> olarak ifade edilir.

Yoğunluğun tespiti için bütün karotlar kullanılır. Agrega boyutu 25 mm' yi aşmadıkça karot numunelerin veya onun herhangi bir parçasının en az hacmi 0,001 m<sup>3</sup> olmalı veya (50 x Dmax<sup>3</sup>)' den daha küçük olmamalıdır.

Alınan karot numunelerinde çelik donatı (kayma demiri, bağlantı demiri, boyuna donatı) varsa kullanım yerindeki standartlara göre karotun yoğunluğu hesaplanabilir.

### 7.3.2.3 Beton Kaplamanın Hava Boşluk Parametreleri

Kaplamadan alınan karot numunelerinin veya kaplama betonundan hazırlanmış küp numunelerden çıkarılan numunelerin üst bölümleri mikro hava içeriği ve aralık faktörünün belirlenmesi için kullanılmaktadır. Hava boşluk parametreleri TS EN 480-11 standardına uygun olarak analiz edilmeli ve hesaplanmalıdır. Bunun dışında hava boşluk parametrelerinin belirlenmesi 150 mm çapa sahip bitmiş yol yüzeyinden alınan karot örneğinden belirlenmektedir.

Burada doğrudan don veya donma-çözülme eylemine maruz kalacak beton yüzeyinden alınan karottan yola çıkılarak, yaklaşık 140 mm uzunluğunda, 40 mm yüksekliğinde ve 30 mm kalınlığında iki prizma ıslak bir şekilde silindirden kesilir. Bu prizma, silindirin beton yüzeyinin don ya da donma-çözülme eylemine maruz kalan kısmı olacaktır. Numuneler hazırlandıktan sonra, TS EN 480-11 standardına göre gözenek sayımı yapılır.

Numunelerin test yüzeylerinde yaklaşık olarak kendi aralarında 6 mm bir mesafesi olan, beş ölçüm çizgisi düzenlenmelidir. Ölçüm üst çizgisi silindirin beton yüzeyinin donma-çözülme eylemine maruz kalan kısmından 2 ila 3 mm altında olmalıdır. Bu şekilde, her bir deney yüzeyi için 0.60m, her bir prizma için 1.20 m ve her bir karot başına 2.40 m deney yüzeyi oluşmaktadır.

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre, mikro hava kabarcığı içeriği  $A_{300} \geq \%1,5$  (hacimce) ve mesafe faktörü  $L \leq 0,24$  mm olmalıdır.



#### 7.3.2.4 Beton Kaplamanın Kalınlığı

Beton kaplamanın kalınlığı; karotun uzunluğunun tespit edildiği, karot ölçümlerinin (4 noktadan) ortalaması olacak ve tasarım kalınlığından az olmayacaktır. Herhangi bir bireysel karot ölçüm değerindeki kalınlık azalması (4 okumanın ortalaması) Tablo 7.7' deki kategorilerde verilen T5 (5mm) değerinden küçük olmalıdır.

**Tablo-7.7 Kalınlık Toleransları İçin Kategoriler (TS EN 13877-2)**

Tolerans Kategorisi	Herhangi bir tek karot üzerinde kaplama kalınlığındaki maksimum Azalma (mm)
T1	< 25
T2	< 20
T3	< 15
T4	< 10
T5	< 5
T6	0

#### Beton Kaplama Kalınlığının Karot Alma Yoluyla Tayini:

Beton kaplamanın kalınlığı, TS EN 13863-3 standardına göre, kaplamanın tüm kalınlığı boyunca alınmış karotların ölçülmesi ile tespit edilecektir.

Karotlar, kaplama yüzeyine dik ekseninde alınmalı ve karot uçları, kaplamanın üst ve alt yüzeylerinin karakteristiklerini taşımalıdır. Normal dışı kusur bulunan karotlar veya karot alınması işlemi esnasında fark edilir şekilde hasar görmüş (örnek olarak, parçalanmış, yarılmış veya eğrilmiş) karotlar kullanılmamalıdır.

Önerilen karot çapı 100 mm veya 150 mm' dir.

Beton kaplama yüzeyinde istenilmeyen hasar oluşumu önlemek için, döşeme köşeleri gibi yüksek gerilmelerin oluşabileceği noktalardan ve herhangi derze 0,5 m mesafe içerisindeki bölgeden karot alınmamalıdır. Karot alınacak ideal yerler, derzli kaplamada döşeme boyunca, uzunluğun dörtte biri mesafedeki noktalar arasındaki ve kesintisiz donatılı beton kaplama ve alt temelindeki ardışık iki adet enine çatlak arasındaki bölgedir.

Ölçme işlemleri, aşağıda verilen yöntemlerden birisine göre uygulanmalıdır.

- 1) Karot, üst yüzeyi tabanında olacak şekilde, karotun üst yüzey düzlemine yaklaşık dik olarak düşey konumda dikilerek.
- 2) Karot, düz yüzey üzerine yatay konumda yatırılarak ve bütün ölçümlerin yapılabilmesi için gerektiği kadar yan yüz üzerinde yuvarlayarak.

Karot uzunluğu, karot çevresinde düzgün aralıklarla belirlenen dört noktadan ölçülmelidir. Bu ölçme noktalarının konumları, karot üzerine belirgin şekilde işaretlenmelidir.

Ölçümler,  $\pm 1$  mm hassasiyetle yapılmalıdır.

Bu şekilde alınan dört ölçme değerinin ortalaması, karotun uzunluğudur.

Tabaka kalınlığını belirlemek için çıkarılan karotlar, basınç/yarmada çekme dayanımı test parçası olarak da kullanılabilir.

Beton yol kaplamasındaki karot delikleri aynı sınıf betonla sıkıştırılarak doldurulmalıdır.



### 7.3.2.5 Beton Kaplama Profilinin Kontrolü

Kaplamanın profili sadece nivelman ile tespit edilebilir. Bitmiş kaplamanın, herhangi bir noktası (kırmızı kotu) ile kaplamanın proje kotu arasında  $\pm 20$  mm' den fazla kot farkı olmayacaktır. Maksimum 30 mm olan sapmaların oranı %10' dan fazla olmayacaktır.

### 7.3.2.6 Beton Kaplamanın Genişlik Kontrolü

Bitmiş kaplamanın, genişliği ile proje genişliği arasında  $\pm 10$  mm' den fazla fark olmayacaktır. Maksimum 20 mm olan sapmaların oranı %10' dan fazla olmayacaktır.

### 7.3.2.7 Beton Kaplamanın Yüzey Düzgünlüğü (Roughness)

Beton kaplama düzgünlüğünü belirlemek için yol yüzeylerinin boyuna ve enine düzgünlük ölçümleri yapılır. Yüzey düzgünlük ölçümleri iki yöntemle yapılır.

- 1) Mastar ile kontrol.
- 2) Profilometre ile kontrol.

#### **Yüzey Düzgünlüğünün Mastar ile Kontrol Edilmesi:**

Bitmiş kaplamanın yüzey düzgünlüğünün enine ve boyuna kontrolü, deforme olmayacak nitelikte 4 m' lik mastar ile yapılacaktır.

Yolun boyuna kontrolü için mastar yol eksenine paralel olarak her bir şerit için ayrı ayrı ve şerit ortasında uzunlamasına yönde gerçekleştirilir. Mastarın yola temas eden herhangi iki noktası arasındaki bölümde, mastarla yol yüzeyi arasındaki açıklık 4,0 mm'den fazla olmayacaktır. Her 10 m'de bir, her şerit için, mastar ile 5 noktadan ölçüm alınır. İzin verilen boşluk  $\leq 4,0$  mm'dir.

Ölçümler, her bir şerit için ayrı ayrı ve yol eksenine dik olarak da gerçekleştirilir. Mastarın yola temas eden herhangi iki noktası arasındaki bölümde, mastarla yol yüzeyi arasındaki açıklık ölçülür. Bu açıklık 4,0 mm' den fazla olmayacaktır. Her 10 m de bir, her şerit için, mastar ile 5 noktadan ölçüm alınır. İzin verilen boşluk  $\leq 4,0$  mm' dir.

Ölçümler en yakın milimetreye yuvarlanır.

Birinci ve ikinci günün çalışması sonunda derhal, boyuna ve enine yönde düzlüğün kontrol edilmesi gerekmektedir.

#### **Yüzey Düzgünlüğünün Profilometre ile Kontrol Edilmesi**

Tamamlanan beton kaplamanın yüzeyine ait düzgünlük değerleri (Uluslararası düzgünlük indeksi (IRI) profilometre ile ölçülecektir.

Yüzey düzgünlük ölçümleri ASTM E 950 standardı 1.sınıf kalitesine uygun profilometreler ile idare tarafından yaptırılacaktır. Ölçümlere ait giderler yüklenici tarafından karşılanacaktır.

Düzgünlüğün belirlenmesi için yapılacak profilometre ölçümleri; beton kaplamanın tamamlanmasından sonra, sağ yol (gidiş) ve sol yol (dönüş) olmak üzere her iki yönde ve tüm şeritlerde ayrı ayrı yapılacaktır.

Ölçüm değerleri, IRI (m/km) olarak verilecektir. IRI değerlerinin tespiti için yapılan ölçümlerde ölçüm aralığı 2,5 cm olacaktır. Ardışık olarak yapılan ölçüm, hesaplama ve değerlendirmeler en fazla 1 km uzunluğundaki homojen kesimlere ayırma şeklinde yapılacaktır. Lokal bozuk kesimler ayrıca değerlendirilecektir. Ölçüm



değerleri, proje başlangıcından itibaren en fazla 1' er km' lik kesimler halinde itinerer üzerine işlenmiş halde raporlanacaktır. İtinerer üzerinde, yol ile ilgili gerekli bütün bilgiler, homojen kesimler ve değerlendirmeler bulunacaktır.

Düzgünlük değerlendirmelerinde; köprü, altgeçit, üstgeçit, genişleme derzleri vb. yapılar ile, yaklaşımlarından (en fazla 50 m) kaynaklanan IRI ölçüm değerleri değerlendirme dışında tutulabilecektir.

Profilometre ölçümünde yol yüzeyinde, kum, çakıl vb. serbest malzemenin ve yüzeye yapışmış çamur vb. kirlerin bulunmaması, yol yüzeyinin ıslak ya da buzlu olmaması ve profilometre ölçüm aracının yaklaşık 70 km/saat sabit bir seyir hızı ile gidebilmesi için gerekli önlemlerin yüklenici tarafından alınması gerekmektedir. Beton kaplamanın profilometre ile ölçülen yüzey düzgünlük değeri (IRI) (m/km) < 1,60 olmalıdır.

### 7.3.2.8 Beton Kaplamanın Donma Çözülme Direnci (TS EN 13877-2)

Beton kaplamanın donma çözülme direnci TS EN 12390-9 standardına göre test edilmelidir. Donma çözülme direnci kategorileri Tablo 7.8' de verilmiştir. Beton kaplamanın yapıldığı bölgenin iklim koşullarına göre kategori belirlenmelidir.

**Tablo 7.8 Donma Çözülme Direnci Kategorileri**

Kategori	Kütle Kaybı (28 gün)	Kütle Kaybı (56 gün)	M56/M28
FT0	-	-	-
FT1	Ortalama < 1,0 kg/m <sup>2</sup> Tek değer < 1,5 kg/m <sup>2</sup>	-	-
FT2	Ortalama < 0,5 kg/m <sup>2</sup>	Ortalama < 1,0 kg/m <sup>2</sup> Tek değer < 1,5 kg/m <sup>2</sup>	≤2

FT0: Donma –Çözülme olayı gerçekleşmeyen yerler.

FT1: Donma –Çözülme olayı gerçekleşen yerler.

FT2: Donma –Çözülme olayı olan ve buz çözücü maddelerin kullanıldığı yerler.

Yol kaplamasının, donma-çözülme ve buz çözücü maddelerin etkilerine maruz kalması durumunda, beton TS EN 206, TS 13515 standardına göre XF4 çevresel etki sınıfında seçilmeli ve Donma çözülme direnci kategorisi FT2 olmalıdır.

### 7.3.2.9 Beton Kaplamanın Çivili Lastiklere Karşı Aşınma Direnci Tayini

Çivili lastiklerin yoğun olarak kullanılacak olması durumunda, beton kaplamanın çivili lastiklere karşı aşınma direnci TS EN 13863-4 standardına göre ve Aşınma direnci indeksi (WRI) belirlenmelidir. Beton kaplamanın yapıldığı bölgenin iklim koşullarına göre kategori belirlenmelidir.

Aşınma direnci kategorileri Tablo 7.9' da verilmektedir.

**Tablo 7.9 Aşınma Direnci Kategorileri**

Kategori	Aşınma Direnci İndeksi
WR0	-
WR1	> 135
WR2	> 110 ve ≤ 135
WR3	> 85 ve ≤ 110
WR4	≤ 85

Çivili lastiklerin yoğun kullanılması durumunda aşınma direnci kategorisi WR3 olmalıdır.





### 7.3.2.10 İki Beton Katman Arasındaki Bağ (TS EN 13877-2)

Eğer kaplama iki tabaka halinde yapılacaksa, iki beton tabaka arasındaki bağ dayanımı TS EN 13863-2 standardına uygun olarak test edilecektir.

Test edilecek karot sayısı Tablo 7.2' de verilmiştir.

İki beton tabaka arasındaki bağ dayanımı ortalama değeri TS EN 13877-2 standardına göre hesaplanarak değerlendirilecektir.

### 7.3.2.11 Kayma Donatısı ve Bağ Demirlerinin Konumları

Beton kaplamalarda kayma donatılarının çap ve konumsal doğruluk ile ilgili testler gerçekleştirilmelidir.

Yük aktarma çubuklarının konumları hızlı ve kesin bir şekilde MIT SCAN-2 gibi cihazlar ile tespit edilmelidir.

Ayrıca elektromanyetik yansıma yöntemi (GPR, GR) ve darbe indüksiyon yöntemi (PI) ile beton yol kaplamalarındaki donatıların konumları tahribatsız bir şekilde belirlenebilmektedir.

Kayma Demirlerinin yerleşiminde aşağıda belirtilen şartlar sağlanmalıdır.

Eğiklik (açı)  $\leq 20$  mm

(500 mm kayma demiri uzunluğuna göre boyuna doğrultudaki dikey sapma)

Yükseklikte sapması  $\leq 20$  mm

(Kaplamanın boyuna eksenine göre, kayma demiri merkezinde ölçülen sapma)

Enine derze dik doğrultudaki yatay sapması  $\leq 50$  mm

(500 mm kayma demiri uzunluğuna göre)



## 8. KESİNTİLER

Beton kaplamanın;

1. Karot Basınç Dayanımlarının,
2. Kalınlığının (Karot yöntemi ile),
3. Yüzey düzgünlüğünün (IRI değerinin),

bu şartnamede belirtilen kriterleri sağlamaması halinde, yükleniciye aşağıda belirtildiği şekilde ödemelerde kesintiler uygulanacaktır. Birden fazla eksiklik olduğunda kesintilerin tümü uygulanacaktır. Ancak yeniden yapım söz konusu olduğunda, diğer eksiklikten kaynaklanan kesintiler uygulanmayacaktır.

### 8.1 BETON KAPLAMANIN KAROT BASINÇ DAYANIMININ ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ALTINDA KALMASI

Beton karot basınç dayanımı, sınır değer altına düştüğünde aşağıdaki formüle göre kesinti uygulanacaktır.

$$KT_n = (P_n \times 3 \times BF \times A_n) / 100$$

$$KT_{ort} = (P_{ort} \times 3 \times BF \times A) / 100$$

$$P_n = \frac{f_i - f_n}{f_i}$$

$$P_{ort} = \frac{f_m - f_{ort}}{f_m}$$

$f_i$  = Min. Şartname basınç dayanımı

$f_n$  = Tespit edilen karot basınç dayanımları (4 karotun herbiri)

$f_m$  = Ort. Şartname basınç dayanımı

$f_{ort}$  = Tespit edilen ort basınç dayanımı (art arda herhangi 4 sonuç ort.)

$f_m$  = Min. Şartname basınç dayanımı

KT : Kesinti tutarı (TL)

$P_n$  : Her bir karot numunesinin min. şartname basınç dayanımından azalma oranı.

$P_{ort}$ : Ard arda herhangi 4 karot numunesi ortalamasının, ort. şartname basınç dayanımından azalma oranı.

BF : (100,00 TL/m<sup>2</sup>) olarak birim fiyat. (Bu fiyat 2016 yılı 1.dönem fiyatı olup, uygulama yıllarına göre Proje ve Kontrollük İşlerinde Uygulanacak Fiyat Artış Oranlarına göre artırılabacaktır.)

$$A_n = 1000 \text{ m}^2$$

n= Numune Sayısı

$$A = A_n \times n$$

- Karot basınç dayanımlarının Tablo 7.5' de verilen minimum tek değer ve ortalama değer yönünden her iki kriteri de birlikte sağlaması halinde kesinti uygulanmayacaktır.
- Kriterlerden birinin sağlanamaması durumunda uygun olmayan kriterin kesintisi yapılacaktır.
- Tablo 7.5' de verilen iki kriterin de birlikte (minimum tek değerler ya da minimum ortalama dayanım) sağlanamaması durumunda büyük olan kesinti uygulanacaktır.
- Ancak, gerçekleşen dayanım değerlerinin, hedeflenen proje dayanım sınıfının bir altındaki sınıfın şartlarını sağlamaması durumunda kesintiler uygulanmayıp imalat yeniden yaptırılacaktır. (Tablo 7.4 karot dayanım sınıfları verilmiştir.)

### Örnek:

Her 1000 m<sup>2</sup>'de 1 karot numunesi alınmıştır.

Numune sayısı: 4

BF = 100,00 TL/ m<sup>2</sup>

A<sub>n</sub> = 1000 m<sup>2</sup>

A = 4000 m<sup>2</sup>

Karot basınç dayanım sınıfı CC30 için:

Karotun şartnamedeki min basınç dayanımı f<sub>i</sub> = 26,0 N/mm<sup>2</sup>

Karotun şartnamedeki ort. basınç dayanımı f<sub>m</sub> = 34,0 N/mm<sup>2</sup>

Tespit edilen karot basınç dayanımları:

f<sub>1</sub> = 24.9 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>2</sub> = 25.8 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>3</sub> = 32.8 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>4</sub> = 45.0 N/mm<sup>2</sup>

Numunelerin ortalama basınç dayanımı (f<sub>1</sub>+f<sub>2</sub>+f<sub>3</sub>+....+f<sub>n</sub>)/n = 128.5/4 = 32.1 N/mm<sup>2</sup>

a) P<sub>1</sub> = ((26.0-24.9) / 26.0 )x100 = %4.2

KT<sub>1</sub> = (4.2x3x100,00x1000) / 100 = 12.600,00 TL

P<sub>2</sub> = ((26.0-25.8) / 26.0 )x100 = %0.8

KT<sub>2</sub> = (0.8 x3x100,00x1000) / 100 = 2.400,00 TL

P<sub>3</sub> = P<sub>4</sub> = 0 (var olan karot basınç dayanımı > sözleşme karot min. basınç dayanımı)

KT<sub>3</sub> = KT<sub>4</sub> = 0.00 TL

Σ KT<sub>n</sub> = 12600 + 2400 + 0.00 + 0.00 = 15.000,00 TL

b) Karotların hesaplanan ort. basınç dayanımı: 32.1 N/mm<sup>2</sup>

P<sub>ort</sub> = ((34-32.1) / 34 ) x 100 = %5.6

KT<sub>ort</sub> = (5.6x3x100,00x4000) / 100 = 67.200,00 TL



$\Sigma KT_n < KT_{ort}$  olduğundan bu nedenle karot basınç dayanımlarından dolayı kesinti miktarı

$KT = 67.200,00$  TL' dir.

Hedeflenen karot basınç dayanımı sınıfının gerçekleşmemiş olması durumunda yukarıda verildiği gibi kesintiler uygulanacaktır.

## 8.2 BETON KAPLAMA KALINLIĞININ ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ALTINDA KALMASI

Tespit edilen herhangi bir bireysel karot uzunluğunun (gerçekleşen kaplama kalınlığının), projesinde belirtilen kalınlıktan (olması gereken kalınlık) 5 mm' den daha fazla bir sapma gösterirse, aşağıdaki formüle göre kesinti uygulanacaktır.

Kesinti hesaplanması, kaplama kalınlığının ölçülen bireysel değerleri üzerinden yapılmaktadır.

Tüm projede gerçekleşen ortalama kaplama kalınlığı (her 1000m<sup>2</sup>' de alınan 1' er karot numunelerinden elde edilen tekil değerlerin (4 okuma) aritmetik ortalaması), proje kalınlığından fazla olmalıdır.

Gerçekleşen tekil kaplama kalınlığı proje kaplama kalınlık değerinin % 6' sından daha eksik olamaz. Kalınlık azalması bu değer altına düşer ise ait olduğu kaplama sökölüp yeniden yaptırılacaktır.

Bu değere kadar olan azalmalarda ise aşağıda verilen örnekte olduğu gibi kesinti uygulanacaktır.

$$KT = f \times BF \times A_n$$

$BF = (100 \text{ TL/m}^2)$  olarak birim fiyat.

Bu fiyat 2016 yılı 1.dönem fiyatı olup, uygulama yıllarına göre Proje ve Kontrollük İşlerinde Uygulanacak Fiyat Artış Oranlarına göre artırılabacaktır.

$A = (m^2)$  olarak kesinti yapılacak alan

$KT =$  Kesinti tutarı (TL)

$$P (\%) = \frac{(\text{Olması gereken kalınlık} - 0.5(\text{cm}) - (\text{gerçekleşen kalınlık})}{(\text{Olması gereken kalınlık})} \times 100$$

$f = P$  değerine bağlı kesinti faktörünün Tablo şeklinde gösterilmesi

**Tablo 8.1 Kaplama Kalınlığı Kesinti Faktörü Tablosu**

P (%)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
f	0,03	0,06	0,10	0,15	0,18	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64

**Örnek:**

$$BF = 100 \text{ TL/m}^2$$

$$A = 1000m^2$$

Olması gereken kalınlık= 26.0cm



Var olan kalınlık= 24.5cm

$$P=[ ((26.0-0,5)-24.5) /26.0 ]x100 = 3.8 (\%)$$

f: 0.17 (Tablo 8.1)

$$KT= 0,17x100.00x1000= 17. 000,00 TL$$

### 8.3 BETON KAPLAMA BOYUNA YÜZEY DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN ŞARTNAME DEĞERLERİNİN ÜSTÜNDE KALMASI

**Yüzey Düzgünlüğünün (IRI değerinin) Profilometre ile Kontrol Edilmesi:**

Beton yol kaplamasının ölçülen düzgünlük değerleri, aşağıda verilen Tablo 8.2' deki kriterlere göre değerlendirilerek ödeme şekli belirlenecektir.

**Tablo 8.2 Beton Kaplama Yüzey Düzgünlük Kriterleri ve Ödeme Şekilleri**

Düzgünlük (m/km)	
$IRI \leq 1,60$	Tam ödeme
1,61 – 1,90	%5 Kesintili ödeme Kesintili ödeme: kaplama tabakası yapımı için yüklenicinin teklif ettiği fiyat üzerinden kesinti yapılacaktır.
1,91 - 2,20	%10 Kesintili ödeme Kesintili ödeme: kaplama tabakası yapımı için yüklenicinin teklif ettiği fiyat üzerinden kesinti yapılacaktır.
2,21 - 2,70	%20 Kesintili ödeme Kesintili ödeme: kaplama tabakası yapımı için yüklenicinin teklif ettiği fiyat üzerinden kesinti yapılacaktır.
$IRI \geq 2,71$	Yeniden yapım



**ARAŞTIRMA VE GELIŐTİRME DAİRESİ BAŞKANLIĞI**