



# TÜRK STANDARDI

## TS EN 14487-2

Mart 2007

TS 11747 :1995 yerine

ICS 91.100.30

---

### Püskürtme beton - Bölüm 2: Uygulama

Sprayed concrete - Part 2: Execution

Béton projeté -Partie 2:Exécution

Spritzbeton -Teil 2:Ausführung

---

**TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ**  
**Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA**

## Milli Önsöz

- Bu standard; kaynağı EN 14487-2: 2006 standardı olan TS EN 14487-2: 2007 Türk standardının İnşaat İhtisas Kurulu'na bağlı TK13 Yapı Güvenliği Teknik Komitesi marifetiyle hazırlanan Türkçe tercümesidir.
- Bu standard yayınlandığında, "TS 11747:1995" in yerini alır.
- CEN resmi dillerinde yayınlanan diğer standard metinleri ile aynı haklara sahiptir.
- Bu standardda kullanılan bazı kelimeler ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.
- Bu standardda atıf yapılan standartların milli karşılıkları aşağıda verilmiştir.

EN, ISO IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No	Adı (Türkçe)
EN 206-1: 2000	Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity	TS EN 206-1	Beton- Bölüm 1: Özellik, performans, imalat ve uygunluk
EN 1504-3	Products and systems for protection and repair of concrete structures -Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 3: Structural and non structural repair	TS EN 1504-3	Beton yapıların korunması ve tamiri için mamuller ve sistemler - Tarifler, gerekler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 3: Yapısal olan ve yapısal olmayan tamir
EN 1504-10	Products and systems for the protection and repair of concrete structures - definitions - requirements - Quality control and evaluation of conformity - Part 10: Site application of products and systems and quality control of the works	TS EN 1504-10	Beton yapılar - Koruma ve tamir için mamul ve sistemler - Tarifler, özellikler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 10: Mamul ve sistemlerin yerinde uygulanması ve bu işlemlerde kalite kontrolü
EN 14487-1	Sprayed concrete - Part 1:Definitions, specifications and conformity	TS EN 14487-1	Püskürtme beton - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk
EN 14488-6	<i>Testing sprayed concrete - Part 6: Thickness of concrete on a substrate</i>	TS EN 14488-6	Püskürtme beton - Deneyler - Bölüm 6: Alt tabaka üzerindeki beton kalınlığı
EN 14889-1:	Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres — Definition, specification and conformity	TS EN 14889-1	Lifler - Betonda kullanım için - Bölüm 1: Çelik lifler - Tarifler, özellikler ve uygunluk
EN 14889-2: 2004	Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres — Definition, specification and conformity	TS EN 14889-2	Lifler - Betonda kullanım için - Bölüm 2: Polimer lifler - Tarifler, özellikler ve uygunluk
EN 13670-1	<i>Execution of concrete structures</i>	TS EN 13670-1	Beton yapıların inşası

TS EN 14487-2 : 2007 standardı, EN 14487-2:2006 standardı ile birebir aynı olup, Avrupa Standardizasyon Komitesi'nin (rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels) izniyle basılmıştır.

Avrupa Standardlarının herhangi bir şekilde ve herhangi bir yolla tüm kullanım hakları Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN/CENELEC) ve üye ülkelerine aittir. TSE kanalıyla CEN/CENELEC'den yazılı izin alınmaksızın çoğaltılamaz.

## Püskürtme beton - Bölüm 2: Uygulama

### Sprayed concrete - Part 2: Execution

Béton projeté - Partie 2 : Exécution

Spritzbeton - Teil 2: Ausführung

Bu Avrupa standardı CEN tarafından 03 Ağustos 2006 tarihinde onaylanmıştır.

CEN üyeleri, bu Avrupa Standardına hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standard statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Yönetmelikleri'ne uymak zorundadırlar. Bu tür ulusal standartlarla ilgili güncel listeler ve bibliyografik atıflar, CEN Yönetim Merkezi'ne veya herhangi bir CEN üyesine başvurarak elde edilebilir.

Bu Avrupa Standardı, üç resmi dilde (İngilizce, Fransızca, Almanca) yayınlanmıştır. Bir CEN üyesinin sorumluluğunda kendi diline çeviri yoluyla elde edilen ve CEN-CENELEC Yönetim Merkezi'ne bildirilen başka bir dildeki bir sürüm, bu standardın resmi sürümleri ile aynı statüdedir.

CEN üyeleri sırasıyla, Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan'ın millî standard kuruluşlarıdır.



AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Yönetim Merkezi: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

## İçindekiler

	Sayfa
Önsöz .....	3
1 Kapsam .....	4
2 Atıf yapılan standartlar .....	4
3 Terimler ve tarifleri .....	4
4 Dokümanlar .....	4
4.1 Proje şartnamesi .....	4
4.2 Uygulanma dokümanı .....	5
5 Uygulama öncesi hazırlık işlemleri .....	5
5.1 Zemin güçlendirme .....	5
5.1.1 Alt tabakanın hazırlanması .....	5
5.1.2 Toz ve molozun kaldırılması .....	5
5.1.3 Ön ıslatma .....	5
5.1.4 Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma .....	6
5.2 Tamir, iyileştirme ve serbest duran yapılar için hazırlık işlemleri .....	6
5.2.1 İş iskelesi, kalıp iskelesi ve kalıp .....	6
5.2.2 Alt tabakanın hazırlanması .....	6
5.2.3 Ön-ıslatma .....	6
5.2.4 Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma .....	6
6 Donatı .....	6
7 Donanım .....	7
7.1 Malzemelerin depolanması .....	7
7.2 Harmanlama donanımı .....	7
7.3 Karıştırıcılar (mikserler) .....	7
7.4 Püskürtme donanımı .....	8
7.5 Deney donanımı .....	8
8 Harmanlama, karıştırma ve beton sevkiyatı .....	8
8.1 Harmanlama ve karıştırma .....	8
8.2 Sevkiyat .....	8
8.2.1 Kuru karışım işlemi .....	8
8.2.2 Islak karışım işlemi .....	8
9 Püskürtme işleminin uygulanması .....	9
9.1 Püskürtme işlemi .....	9
9.2 İmalatı bitirilmiş nihai beton yüzeyi .....	10
9.3 Kür işlemi ve koruma .....	10
10 Geometrik toleranslar .....	10
10.1 Genel .....	10
10.2 Kalınlık .....	10
11 Muayene .....	11
11.1 Genel .....	11
11.2 Uygulamanın muayene kapsamı .....	11
11.3 Muayene kapsamıyla ilgili muayene faaliyetleri .....	12
Ek A (Bilgi için) Dokümantasyonla ilgili kılavuz bilgi .....	15
Kaynaklar .....	17

## Önsöz

Bu standard (EN 14487-2: 2006), sekretaryası DIN tarafından yapılan CEN/TC 104 "Concrete and related products – Beton ve beton mamulleri" Teknik Komitesi tarafından hazırlanmıştır.

Bu Avrupa Standardına en geç Nisan 2007 tarihine kadar aynı metni yayınlayarak veya onay duyurusu yayınlayarak ulusal standard statüsü verilmeli ve çelişen ulusal standartlar en geç Nisan 2007 tarihine kadar yürürlükten kaldırılmalıdır.

CEN/CENELEC İç Yönetmeliklerine göre, bu Avrupa Standardının ulusal standart olarak uygulamaya alınmasından sorumlu ulusal standart kuruluşlarının ülkeleri sırasıyla; Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan'ın millî standard kuruluşlarıdır.

## 1 Kapsam

Bu Avrupa standardı, zemin güçlendirme, mevcut yapıların tamiri ve iyileştirilmesi ile serbest duran yapılar için kullanılacak püskürtme betona uygulanır.

Standard, ıslak ve kuru karışım püskürtme beton uygulaması için gerekleri kapsar.

Standard, kalıcı yapılarla birlikte geçici yapılara da uygulanabilir.

Standard, uygulamadaki sağlık ve güvenlik hususlarını kapsamaz.

Bu standard, çeşitli uygulamalar için kalite kontrol ve personel niteliği gereklerini kapsamaz.

## 2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, aşağıdaki dokümanlara tamamen veya kısmen zorunlu atıf yapılmıştır ve bu atıflar bu dokümanın uygulanması için kaçınılmazdır. Tarih belirtilen atıflarda, belirtilmiş olan baskı geçerlidir. Tarih belirtilmemiş atıflarda, atıf yapılan dokümanın en son baskısı (tadiller dâhil) kullanılır.

EN 206-1: 2000, *Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity* (Beton- Bölüm 1: Özellik, performans, imalat ve uygunluk),

EN 1504-3, *Products and systems for protection and repair of concrete structures -Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 3: Structural and nonstructural repair* (Beton yapıların korunması ve tamiri için mamuller ve sistemler - Tarifler, gerekler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 3: Yapısal olan ve yapısal olmayan tamir),

EN 1504-10, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures - definitions - requirements - quality control and evaluation of conformity - Part 10: Site application of products and systems and quality control of the works* (Beton yapılar - Koruma ve tamir için mamul ve sistemler - Tarifler, özellikler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 10: Mamul ve sistemlerin yerinde uygulanması ve bu işlemlerde kalite kontrolü),

EN 13670-1, *Execution of concrete structures* (Beton yapıların inşası),

EN 14487-1: 2005, *Sprayed concrete - Part 1: Definitions, specifications and conformity* (Püskürtme beton - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk),

EN 14488-6, *Testing sprayed concrete - Part 6: Thickness of concrete on a substrate* (Püskürtme beton - Deneyler - Bölüm 6: Alt tabaka üzerindeki beton kalınlığı),

EN 14889-1, *Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres - Definition, specification and conformity* (Lifler - Betonda kullanım için - Bölüm 1: Çelik lifler - Tarifler, özellikler ve uygunluk),

EN 14889-2: 2004, *Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres - Definition, specification and conformity* (Lifler - Betonda kullanım için - Bölüm 2: Polimer lifler - Tarifler, özellikler ve uygunluk).

## 3 Terimler ve tarifleri

Bu standardın amaçları bakımından EN 14487-1:2005'de verilen terimler ve tarifleri uygulanır.

## 4 Dokümanlar

### 4.1 Proje şartnamesi

Proje şartnamesi, tüm gerekli bilgileri ve işlerin uygulanması için teknik gerekleri içermelidir.

Proje şartnamesinde en az aşağıda verilen hususlar belirtilmelidir:

- Proje tipi (köprü, bina, karayolu, demiryolu, hidrolik enerji vb.),
- Püskürtme betonun amacı (zemin güçlendirme için kalıcı ve geçici destekler gibi), (taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan sistemin tamiri),

- EN 14487-1'e göre muayene kategorisi,
- Sağlık ve güvenlikle ilgili gerekler,
- Personel niteliği,
- İstenilmesi durumunda, uygulama kalite güvence gerekleri,

**Not 1** - Uygulama için kalite planı, genelde muayene kategorisi 2 ve muayene kategorisi 3 için gereklidir.

- İlgili Avrupa Teknik Onayı ve kullanım yerinde geçerli olan hükümler.

**Not 2** - Kullanım yerinde geçerli olan hükümler, milli standartlar ve proje şartnamesinde tanımlanan yetkili kuruluş tarafından onaylanmış dokümanlardır.

- Önceden karar verilen gereklerin değiştirilmesi için prosedürler,
- İlgili tasarım dokümanlarının listesi.

Zemin güçlendirme için ayrıca:

- Zemin koşullarının genel tipi (kaya tipi ve kalitesi vb.),
- Püskürtme betonla zemin güçlendirme tasarımı için uygulanan ana prensipler,
- Herhangi bir özel uygulama koşulu (örneğin, donmuş alt tabaka, basınçlı havayla püskürtme, özel atık depoları).

Tamir, iyileştirme ve serbest duran yapılar için ayrıca:

- Nihai beton yüzeyi için gerekler,
- Kalınlık gerekleri,
- Temel yapısal tasarım prensipleri ve amaçları,

**Not 3** - Bilgi amaçlı verilen Ek A, uygun olması durumunda proje şartnamesinde bulunması zorunlu olabilecek gereklerin ve bilgilerin bir kontrol listesini içerir.

İşin herhangi bir kısmının uygulamasına başlanılmadan önce, proje şartnamesinin işin o kısmıyla ilgili bölümü tamamlanmış ve hâlihazırda mevcut olmalıdır. Proje şartnamesi ayrıca, iş için kullanılan teknik belgelerin dağıtımı, doldurulması ve kaydedilmesi için gerekleri içerir.

## 4.2 Uygulanma dokümanı

Gerekli olması durumunda, ilgili atıf listesinin tamamını içeren iş uygulama planı hazırlanmalıdır. Uygun olması durumunda, EN 14487-1'deki gerekler ve uygunluk kriterlerine atıf yapılmalıdır. Püskürtme beton uygulaması, bu standardda verilen gereklerle ve oluşturulan kalite güvence planına göre doküman haline getirilmelidir.

## 5 Uygulama öncesi hazırlık işlemleri

### 5.1 Zemin güçlendirme

#### 5.1.1 Alt tabakanın hazırlanması

Tüm zayıf ve gevşek kayalar kaldırılmalıdır.

Zemindeki su kaçaklarının püskürtme beton kalitesine zarar vermesini önlemek amacıyla zemin suyu, hortum, boru veya diğer drenaj sistemleri ile toplanmalıdır.

Belirtilen herhangi bir kaya mekaniği cihazı montajlanmalıdır.

#### 5.1.2 Toz ve molozun kaldırılması

Püskürtme öncesi basınçlı su jeti ile toz, moloz ve diğer atık malzemeler kaldırılmalıdır.

#### 5.1.3 Ön ıslatma

Alt tabakanın su emmesi ve sonrasında püskürtme beton üzerinde olumsuz bir etki riski göz önünde bulundurularak püskürtme öncesi ilave ön ıslatma ihtiyacı dikkate alınmalıdır.

#### 5.1.4 Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma

Çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklarda çalışma yapılırken püskürtme betonun kalitesini sağlamak için önlemler alınmalıdır.

Ortam sıcaklığının püskürtme veya kür işlemi süresince 0 °C'un altında beklenmesi durumunda, donma nedeniyle oluşan hasara karşı betonun korunması için önlemler planlanmalıdır.

Ortam sıcaklığının püskürtme veya kür işlemi süresince yüksek tahmin edilmesi durumunda, hasar etkilerine karşı betonun korunması için önlemler planlanmalıdır.

### 5.2 Tamir, iyileştirme ve serbest duran yapılar için hazırlık işlemleri

#### 5.2.1 İş iskelesi, kalıp iskelesi ve kalıp

İş iskelesi, kalıp iskelesi ve kalıp için genellikle TS EN 13670-1 uygulanır.

Püskürtme beton işlemindeki iş iskelesi ve kalıp için aşağıda verilen ilave hususlar dikkate alınmalıdır:

- Çok fazla şekil değiştirme oluşmayacak şekilde geri sıçrayan ve dökülen malzemeyi de içeren tüm yükleri taşımak için yeterince sağlam olmalıdır,
- Nozul kullanan operatörün çalışma güvenliği sağlanmalıdır,
- Nozul ile uygulama yüzeyi arasında yeterli mesafe sağlanabilecek şekilde yerleştirilmelidir (Madde 9.1'e bakılmalıdır),
- İşlem yapılacak elamanın tüm kısımlarına kolay erişime izin vermelidir.

Püskürtme beton işlemleri için kalıp, geri sıçrayan ve dökülen malzemeyi önleyecek şekilde tasarlanmalıdır.

#### 5.2.2 Alt tabakanın hazırlanması

Püskürtme betonun, tamamen temiz, pürüzlü ve kusur bulunmayan yüzeye uygulanması önemlidir. Alt tabaka yüzeyini aşındırma kapasitesine sahip yüksek basınçlı su jeti veya kum püskürtme yöntemleri önerilir.

Tamir ve iyileştirme amacıyla beton alt tabakasının hazırlanması ve donatının yerleştirilmesi, EN 1504-10'a uygun olmalıdır

#### 5.2.3 Ön-ıslatma

Tamir ve iyileştirme amacıyla, mevcut beton alt tabakasının (veya diğer gözenekli malzeme) ön-ıslatmasında EN 1504-10 dikkate alınmalıdır.

#### 5.2.4 Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma

Püskürtme işlemi yapılacak kısımla temas halindeki kalıp veya taşıyıcı kısımlar, püskürtme betonun donma etkisine karşı yeterli dayanım direncine sahip olmadan önce donmasını engelleyecek bir sıcaklığa sahip olmalıdır.

Püskürtme veya kür işlemi süresince ortam sıcaklığının 0 °C'un altında beklenmesi durumunda, donma nedeniyle oluşan hasara karşı betonun korunması için önlemler alınmalıdır.

Ortam sıcaklığının püskürtme ve kür işlemi süresince yüksek olacağının tahmin edilmesi durumunda, hasar etkilerine karşı betonun korunması için önlemler alınmalıdır.

## 6 Donatı

Donatı, hasır, çubuk veya lif şeklinde olabilir.

Zemin güçlendirme için kafes giriş ve çelik bağlantılar bu malzemelerin ilgili şartnamelere uygunluğu sağlandıktan sonra püskürtme beton içerisinde kullanılabilir.

Püskürtme beton yapılar için çubuk ve hasır donatılar, EN 13670-1'e uygun olmalıdır.

Donatı için kullanılan çelik ve polimer lifler sırasıyla EN 14889-1 veya 14889-2'ye uygun olmalıdır.



İlave olarak:

- Donatı, püskürtme işlemi süresince yerinde kalacak ve sarsılmayacak şekilde sabitlenmelidir,
- Donatı çubuklarının tasarımı ve yerleştirilmesi, gölge etkisini en aza indirmek ve sıkıştırmayı artırmak amacıyla püskürtme işlemine uygun olarak yapılmalıdır,
- İki veya daha fazla hasır donatı tabakasının birleştirilmesi durumunda, alt hasır donatı tabakası, önceki püskürtme beton tabakasından en büyük agrega boyutunun en az iki katı mesafeye yerleştirilen üst hasır donatısına sabitlenmeden önce püskürtme beton içine gömülmelidir (hasır donatı tabakası içinde gerekli bindirme uygulanmaz),

Basıncı hava, uygun donanım kullanılarak yağdan arındırılmalıdır (örneğin, yağ ayırıcı).

## 7 Donanım

### 7.1 Malzemelerin depolanması

Bileşen malzemeler, iklim, birbirine karışma veya kirlenme gibi etkiler nedeniyle malzeme özellikleri önemli ölçüde değişmeyecek ve bunların ilgili standarda uygunluğu korunacak şekilde depolanmalı ve taşınmalıdır.

Depolama bölmeleri, bileşen malzemelerin kullanımındaki hataları önlemek için belirgin bir şekilde işaretlenmelidir.

Bileşen malzeme tedarikçilerinden alınan özel talimatlar dikkate alınmalıdır.

Tesisler, depo, silo ve ambarlardan numune alımına olanak sağlamalıdır.

### 7.2 Harmanlama donanımı

Hazır harmanlanmış kuru karışımların kullanılması durumunda, bu karışımlar EN 1504-3'e uygun olmalıdır. Şantiyede karışım için harmanlama donanımlarının performansı, pratik işletme koşulları altında Çizelge 1'de belirtilen toleransları aşmamalıdır.

**Çizelge 1** - Bileşen malzemelerin harmanlanması ve püskürtme işlemi için kabul edilen toleranslar

Bileşen malzemeler	Kabul toleransları Belirtilen miktarın %'si olarak	
	Muayene kategorisi 2	Muayene kategorisi 3
Çimento	± % 5	± % 3
Su (sadece ıslak karışım için)	± % 5	± % 3
Toplam agrega	± % 5	± % 3
Mineral katkıları	± % 5	± % 3
Lifler	± % 5	± % 5
Harmanlamada konulan ve kütlece çimento miktarının % 5'inden az olarak ilave edilen kimyasal katkı maddeleri	± % 7	± % 5
Nozulda ilave edilen maddeler	± % 10	± % 5
<b>Not</b> - Tolerans, hedef değer ile ölçülen değer arasındaki farktır.		

Ölçüm cihazlarının doğruluğu ilgili ulusal gereklere veya betonun kullanım yerinde geçerli yönetmeliklere uygun olmalıdır. Bu gereklerin mevcut olmaması durumunda, EN 206-1: 2000 Madde 9.6.2.2'deki ilgili hükümler uygulanır.

### 7.3 Karıştırıcılar (mikserler)

Islak ve kuru karışım püskürtme yöntemleri için karıştırıcılar, bileşen malzemelerin uniform dağılımını sağlama kapasitesine sahip olmalıdır.

## 7.4 Püskürtme donanımı

Priz hızlandırıcı kullanıldığında, priz hızlandırıcı katkı maddesi oranını ayarlayan cihaz, nozulda ilave edilen malzemeler için püskürtme beton priz hızlandırıcı katkı maddesi içeriğinin Çizelge 1'de verilen aralıklarda kalmasını sağlamalıdır.

**Not -** Genellikle beton akışı zamana göre sabit değildir bu nedenle priz hızlandırıcı katkı maddelerinin ilave oranı, beton imalat miktarıyla ile eş zamanlı olmalıdır.

Çelik ve polimer lifler kullanıldığında lif uzunluğu, tıkanma olmaksızın püskürtülebilecek lif uzunluğu deneysel olarak belirlenmedikçe kullanılan boru veya hortum iç çapının % 70'ini aşmamalıdır.

## 7.5 Deney donanımı

Donanım, malzeme ve betonla ilgili muayene ve deney işlemleri için gerekli olması durumunda, ihtiyaç duyulan tüm gerekli tesis, donanım ve talimatlar kullanıma uygun şekilde hazır bulundurulmalıdır.

İlgili deney donanımlarının kalibrasyonu zamanında yapılmalı ve kalibrasyon işlemleri kaydedilmelidir.

# 8 Harmanlama, karıştırma ve beton sevkıyatı

## 8.1 Harmanlama ve karıştırma

Çimento, agregalar, lifler, kimyasal katkı maddeleri ve toz haldeki mineral katkılar kütlece tartılarak harmanlanmalıdır. İstenilen harmanlama doğruluğunun sağlanabildiği ve belgelendirilebildiği durumlarda, hacimsel ölçümü içeren diğer yöntemlere izin verilir.

Karışım homojen bir görünüme sahip olana kadar karıştırma işlemi gerçekleştirilmelidir. Lif ilavesi yapılması durumunda, karışım içinde uniform bir dağılımın sağlanması için özel önlemler alınmalıdır.

Taşıma veya püskürtme esnasında püskürtme makinesinden yere dökülen herhangi bir karışım yeniden kullanılmamalıdır.

## 8.2 Sevkiyat

### 8.2.1 Kuru karışım işlemi

Püskürtme işlemi sonuna kadar taze betonun yeterince işlenebilir kalması için uygun önlemler alınmalıdır.

Nemli agregaya sahip kuru karışım bileşenler genellikle karışımdan sonraki 90 min içerisinde uygulanmalıdır. Bir harmanın püskürtme işlemi bitene kadar 90 min'den daha fazla zamana ihtiyaç duyulması durumunda, seçilen önlemler ile sağlanan işleme süresi gösterilmeli ve önceden doğrulanmalıdır.

Etüv kurusu agregaya sahip kuru karışım bileşenler, sınırlı bir süre için depolanabilir ancak su ile karıştırıldıktan hemen sonra uygulanmalıdır. Etüv kurusu malzemelere nozuldan önce veya püskürme makinesine yerleştirilmeden önce ön nemlendirme uygulanmalıdır.

Hızlı priz alan çimento kullanılması durumunda işlem, karışımın açık hava ile sınırlı temasına izin verecek şekilde oluşturulmalıdır.

Kuru karışım içindeki ayrışma (segregasyon) gibi zararlı değişimler, şantiyedeki taşımalar ile birlikte yükleme, nakliye ve boşaltma süresince en aza indirilmelidir.

### 8.2.2 Islak karışım işlemi

Püskürtme işlemi sonuna kadar karışım betonunun yeterince işlenebilir kalması için uygun önlemler alınmalıdır. Normal işlenebilirlik süresi, genellikle yapım öncesi gerçekleştirilen deneylerle belirlenmelidir. Daha uzun işlenebilirlik süresi gerektiren çalışmalarda, bu durum ilave deneylerle doğrulanmalıdır.

Temel karışımdaki ayrışma, kuma, karışım pastası kaybı (sulu ince malzeme kaybı) veya diğer değişimler gibi zararlı değişimler, döküm yerine taşıma ile birlikte yükleme, nakliye ve boşaltma süresince en aza indirilmelidir.

## 9 Püskürtme işleminin uygulanması

### 9.1 Püskürtme işlemi

Betonun püskürtülmesi için aşağıda verilen genel kurallar uygulanır.

Püskürtme öncesinde beton sıcaklığı ve çökme (slump) miktarı, şantiyede sürekli kontrol edilmelidir.

Nozula beton akışının (hava basıncı, priz hızlandırıcı ve beton akışı) ayarlanması için nozul daima alt tabakadan başka bir tarafa çevrilmelidir.

Püskürtme beton, beton bileşenin geri sıçrama ve dökülmesini sınırlayacak şekilde karışım oranına sahip olmalı ve püskürtme işlemi uygulanmalıdır. Beton bileşenin geri sıçrama ve dökülmesini etkileyen önemli faktörler: beton karışım oranları, nozul açısı ve alt tabakaya mesafesi, priz hızlandırıcı oranı ve tünel içindeki uygulamanın alanı vb.

Nozul, donatının tam olarak gömülmesi ve geri sıçrayan ve dökülen malzemeleri en aza indirilmesiyle birlikte optimum yoğunluk ve kalınlıkta bir tabaka oluşturmak amacıyla mümkün olduğunca uygulama yüzeyine dik olarak yöneltilmelidir. Püskürtme betonda, iltme ve kaydırma yapılmamalıdır. Optimum nozul mesafesinden ve açısından sapma, geri sıçrayan ve dökülen malzemeyi artırabilir ve püskürtme beton kalitesini azaltabilir.

Yüzey ile nozul arasındaki mesafe, şantiye koşullarına, iyi sıkıştırma elde etme olasılığına, donatının tamamen gömülmesine ve geri sıçrayan ve dökülen en az malzeme miktarına göre belirlenir. Kaya tahkimatı için genellikle 1 m ila 2 m mesafe önerilir. İki veya daha fazla tabaka uygulamasında belirli bir püskürtme beton kalınlığı sarkma ve dökülmeyi önlemek için gerekli olabilir. Bu özellikle baş mesafesi üstünde yapılan çalışmalarda uygulanır.

Her bir beton tabaka kalınlığı, birkaç parametreye bağlıdır ve saha koşulları ile karışımın bileşimini esas almalıdır. Tabaka kalınlığı, kimyasal katkı maddesi (örneğin, priz hızlandırıcılar) kullanımı, mineral katkıların kullanımı (örneğin, silis dumanı) veya hızlı priz alan çimento kullanımı ile artırılabilir.

Önceki tabaka sonraki tabakayı taşıma kapasitesine sahip olmadan önce sonraki tabaka uygulanmamalıdır.

Belirlenen toplam kalınlığı elde etmek için farklı tabakaların yerleştirilmesi arasında geçen süre dikkate alınarak önceki püskürtme beton yüzeyi basınçlı hava, yüksek basınçlı yıkama, fırçalama veya kum püskürtme ve Madde 5'de belirtilen ön ıslatma ile temizlenmelidir.

Düzensiz ve pürüzlü kaya katmanlarındaki uygulamalar (örneğin, delme ve patlatmalı kazı) için ilave düzleştirilmiş tabaka istenilebilir. Böyle olması durumunda bu işlem ilk önce gerçekleştirilmelidir.

Yerinde püskürtme beton, herhangi bir geri sıçrayan ve dökülen malzemeyle karışmayacak şekilde homojen bileşime sahip olmalıdır.

Püskürtme beton uygulanmadan önce fazla püskürtülen ve geri sıçrayan ve dökülen gevşek malzemeler çevre alanlardan ve alt tabakadan uzaklaştırılmalıdır.

Püskürtme esnasında veya donatı boyunca geri sıçrayan ve dökülen malzeme ve gölge etkisi sonuçları dikkate alınmalıdır. Gölge etkisinin önlenemediği durumlarda olası olumsuz etkileri en aza indirecek çalışmalar yapılmalı ve özel önem verilmelidir:

- Donatı etrafında hava akış hızının yeterli olması sağlanmalıdır. Bu durum, nozul ile donatı arasında uygun mesafe ile veya karışımın güçlü hava akışı ile taşınmasıyla gerçekleştirilir,
- Mümkün olduğunca en pratik şekilde gerekli beton örtü tabakası kalınlığı sağlanarak donatının gömülmesi gerçekleştirilmelidir. Düzgün dökülen beton yüzeyinde olduğu gibi pürüzlü püskürtme yüzeyine de beton örtü tabakasıyla ilgili aynı gerekler uygulanır,
- Diğer donatı tipleri üzerine çelik lifle güçlendirilmiş beton püskürtülmesi durumunda, zayıf sıkıştırma önlenir,
- Ön ıslatma uygulanmış alt tabaka, fazla sudan (akan su) arındırılmalıdır.

## 9.2 İmalatı bitirilmiş nihai beton yüzeyi

Taze püskürtme beton yüzeyinin elle düzeltilmesi, aderans ve dayanıma zararlı etki yapabilir. Püskürtülen malzeme özelliklerinin aksine izin vermediği durumda, genel olarak püskürtme beton püskürtüldüğü şekliyle bırakılmalıdır.

İstenilen yapı için işlenen nihai beton yüzeyi gibi özel yüzey yapısının gerekli olması durumunda, ilave işlemler kullanılabilir.

## 9.3 Kür işlemi ve koruma

Yeterli dayanıklılık ve tabakalar arası bağ dayanımı sağlanarak plastik büzülmeyi en aza indirmek amacıyla kür işlemi uygulanmalıdır.

Püskürtme işlemi tamamlandıktan sonra yüzey gecikmeden kür işlemine tabi tutulmalıdır. Son tabakanın uygulamasının üzerinden 2 saatten fazla süre geçmesi durumunda, kür işlemi ayrıca ara püskürtme aşamalarına da uygulanır.

Sadece çevre etki sınıfı X0 veya XC1 koşullarına maruz kalacak betonda en az kür süresi, 5 °C'ye eşit veya daha yüksek beton yüzey sıcaklığının sağlanması durumunda 12 saat olmalıdır.

Yapım yerinde geçerli ulusal standard veya hükümlerde farklı gerekler belirtilmediği durumda, aşağıda verilenler uygulanır:

- X0 veya XC1 haricindeki çevre etki sınıfına maruz püskürtme beton, belirlenen basınç dayanım sınıfının en az % 50'sine ulaşana kadar kür işlemine tabi tutulmalıdır. Tarif edilmiş püskürtme beton, en az eşdeğer bir süre boyunca kür işlemine tabi tutulmalıdır,
- Yapım yerindeki ulusal standartlar ve hükümlerde yukarıda verilen gerekler, bir eşdeğer süreye dönüştürülebilir.

Kür işlemi, beton yüzeyi üzerine püskürtülen kür bileşeni veya karışım esnasında betona eklenen bir kimyasal katkı maddesi ile sağlanabilir. Kür bileşeni, sonraki beton tabakasının uygulaması öncesinde kaldırılmalıdır. Kür işleminde kullanılan mamullerin etkisi, yapım öncesi deneyler veya diğer ilgili belgelerle doğrulanmalıdır. Tabakalar arasındaki yerinde bağ dayanımı deneyleri (ara tabaka bağ dayanımı), çalışmaya başlamadan önce gerçekleştirilmelidir. Saha deneyleri, kür malzeme tipinin değiştirilmesi durumunda gerçekleştirilir,

Soğuk havalarda püskürtme yapılırken veya donmuş kaya ya da zemine püskürtme işlemi uygulanırken dona karşı koruma için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu koruma, püskürtme betonda yerinde en az 5 MPa basınç dayanımı elde edilene kadar sağlanmalıdır.

## 10 Geometrik toleranslar

### 10.1 Genel

Geometrik toleransların gerekli olması durumunda, EN 13670-1 uygulanır.

### 10.2 Kalınlık

Püskürtme esnasında beton kalınlığının kontrolü için önlemler alınmalıdır. Uygun yöntemler, paspayı elemanı, ek parça, kılavuz teller ve profil çıtaların kullanımını içerir.

Gerekli olması ve belirtilmesi durumunda, püskürtme sonrası beton kalınlığı EN 14488-6'ya uygun olarak belirlenmelidir.

Herhangi bir ilave donatısız tabaka öncesinde, lifle güçlendirilmiş püskürtme beton kalınlığının kontrolü yapılmalıdır.

Kalınlık ve uygunluk için kontrol sıklığı şartnamede belirtilmelidir.

## 11 Muayene

### 11.1 Genel

Muayene işlemleri, çalışmaların bu standarda ve proje şartnamesi hükümlerine uygun olarak tamamlanmasını sağlamalıdır.

Muayenenin kapsamı, EN 14487-1'de verilen muayene kategorisiyle ilgilidir.

Bileşen malzemeler, temel karışım ve püskürtme beton deneyleri için EN 14487-1 uygulanır.

CE işareti taşıyan bileşenler veya üçüncü taraf ürün belgelendirmeler, bu bileşenlerin irsaliyeleri üzerinden kontrol edilmeli ve genellikle muayene edilmelidir. Şüphelenilmesi durumunda, mamulün şartnameye uygunluğunun kontrolü için daha detaylı muayene gerçekleştirilmelidir. Diğer bileşenler, proje şartnamesinde belirlendiği gibi muayene ve kabul deneyine tabi tutulmalıdır.

### 11.2 Uygulamanın muayene kapsamı

Proje şartnamesinde aksi belirtilmedikçe gerçekleştirilecek muayene kapsamı, Çizelge 2'de verilmektedir.

**Çizelge 2 - Muayene kapsamı**

Konu	Muayene kategorisi 1	Muayene kategorisi 2	Muayene kategorisi 3
Muayene için planlama	Herhangi bir gerek öngörülmemiştir.	Muayene deney planı, prosedürler ve talimatlarda belirlendiği gibi gerçekleştirilir, Uygunsuzluk durumunda yapılacak işlemler.	
İş iskelesi, kalıp iskelesi ve kalıp	Gözle muayene	Ana iş iskelesi ve kalıp, püskürtme öncesinde muayene edilecektir.	Tüm iş iskelesi ve kalıp, püskürtme öncesinde muayene edilecektir.
Alt tabakanın hazırlanması ve ön ıslatma	Gözle muayene	Ana yüzeyler, püskürtme öncesi muayene edilecektir.	Tüm yüzeyler, püskürtme öncesinde muayene edilecektir.
Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma	Gözle muayene ve sıcaklık ölçümü		
Donatı	Gözle muayene ve rastgele ölçümler	Ana donatı, püskürtme öncesinde muayene edilecektir.	Tüm donatılar, püskürtme öncesinde muayene edilecektir.
Gömülü elemanlar	Gözle muayene	Proje şartnamesine göre	
Malzemelerin depolanması	Gözle muayene		
Harmanlama donanımı	Gözle muayene	Tedarikçinin deney belgelerinin incelenmesi	Bileşen malzemeler üzerinde rastgele ölçümler
Karıştırıcılar	Gözle muayene		
Püskürtme donanımı	Gözle muayene	Tedarikçinin deney belgelerinin incelenmesi	Malzeme üretimi ve priz hızlandırıcı katkı maddeleri oranının rastgele ölçümü
Deney donanımı	Gözle muayene		
Harmanlama ve karıştırma	Gözle muayene		

Konu	Muayene kategorisi 1	Muayene kategorisi 2	Muayene kategorisi 3
Beton sevkiyatı	Gözle muayene	Karıştırma ile püskürtme işlemi tamamlanana kadar geçen süre (kuru karışım) ve işlenebilirlik süresinin (ıslak karışım) rastgele kontrolü	
Betonun püskürtülmesi	Gözle muayene		
Nihai beton yüzeyi	Gözle muayene		
Kür işlemi ve betonun korunması	Gözle muayene	Püskürtme ve kür işlemi süresince rastgele sıcaklık ve nem ölçümü	Püskürtme ve kür işlemi süresince sık aralıklarla sıcaklık ve nem ölçümü
Uygulama geometrisi	Gözle muayene	Proje şartnamesine göre	
Muayene işleminin doküman haline dönüştürülmesi	Sıra dışı tüm olay kayıtları, Tüm uygunsuzluklar ve yapılan düzeltici faaliyetlerin raporlanması.	Tüm planlama belgeleri, Tüm muayene kayıtları, Tüm uygunsuzluklar ve yapılan düzeltici faaliyetlerin raporlanması.	

### 11.3 Muayene kapsamıyla ilgili muayene faaliyetleri

**Çizelge 3 - Muayene kapsamıyla ilgili muayene faaliyetleri**

X= Normal olarak uygulanır.

Muayene faaliyetleri	Zemin güçlendirme	Tamir ve iyileştirme		Serbest duran yapılar
<b>Muayene için planlama</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>İş iskelesi, kalıp iskelesi, kalıp</b>				
Kalıp geometrisi ve stabilitesi		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Kalıp sızdırmazlığı		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Püskürtülecek kısımdan enkazın (toz, moloz vb.) kaldırılması		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Kalıp yüzeyinin hazırlanması		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Kalıp sökümünden önce yeterli beton dayanımının tahmini		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Alt tabakanın hazırlanması ve ön ıslatma</b>				
Proje şartnamesine göre uygulanan kaya temizliği	<b>X</b>			
Alt tabakanın temizlenmesi, akış oluşmayacak şekilde ıslatılması	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
Gerekli kaya mekaniği donanımı montajı	<b>X</b>			
Gerekli olması durumunda, yeraltı su drenajının montajı	<b>X</b>			

<b>Muayene faaliyetleri</b>	<b>Zemin güçlendirme</b>	<b>Tamir ve iyileştirme</b>		<b>Serbest duran yapılar</b>
<b>Aşırı ortam sıcaklığına karşı koruma</b>				
Dona karşı koruma	X	X	X	X
Yüksek sıcaklık, aşırı havalandırmaya vb. karşı koruma	X	X	X	X
<b>Donatı</b>				
Hasır ve çubuk donatılar				
Çizimlere ve şartnamelere uygun donatı tipi ve yerleştirilmesi	X	X	X	X
Püskürtme süresince yer değiştirmelere karşı uygun bağlama ve koruma	X	X	X	X
Zararlı maddeler (yağ, gres, boya vb.) tarafından kirlenmemiş	X	X	X	X
Tam sıkışmanın sağlanması için donatılar arasında yeterli mesafe	X	X	X	X
Donatı çubuklarında gereksiz bindirme olmaması	X	X	X	X
Şartnameye uygun olarak beton örtü tabakası kalınlığı	X	X	X	X
<b>Çelik ve polimer lifler</b>				
Şartnameye göre lif tipi ve içeriği	X	X	X	X
<b>Gömülü elemanlar</b>				
Çizimlere ve şartnamelere uygun olarak tip ve yerleştirme		X	X	X
Püskürtme süresince yer değiştirmelere karşı uygun bağlama ve koruma		X	X	X
<b>Malzemelerin depolanması</b>				
Rutubete karşı koruma	X	X	X	X
Zararlı maddeler tarafından kirlenmemiş	X	X	X	X
<b>Harmanlama donanımı</b>	X	X	X	X
<b>Karıştırıcılar</b>	X	X	X	X
<b>Püskürtme donanımı</b>				
Priz hızlandırıcı katkı maddeleri oranını ayarlayan cihazın doğruluğu	X	X	X	X

**Çizelge 3 – (Devamı)**

<b>Muayene işlemleri</b>	<b>Zemin güçlendirme</b>	<b>Tamir ve iyileştirme</b>		<b>Serbest duran yapılar</b>
<b>Deney donanımı</b>				
Gözle muayene	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Betonun sevkıyatı</b>				
Belirlenen karıştırma ile püskürtme işlemi tamamlanana kadar geçen süre veya işlenebilirlik süresinin aşılmadığının kontrolü	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Püskürtme donanımına konulan beton malzemelerinin homojenliğinin kontrolü	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Betonun püskürtülmesi</b>				
İyi bir sıkışma sağlamak için yeterli basınçlı hava sağlanması	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Donatı üzerinde beton toplanmasının önlenmesi için priz hızlandırıcı katkı maddeleri oranının yeterince düşük tutulması	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
İyi ayarlanmış püskürtme mesafesi ve gerekli değişken püskürtme açısı	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Nihai beton yüzeyi</b>				
Nihai beton yüzeyinin proje şartnamesine uygunluğunun kontrolü		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Kür işlemi ve koruma</b>				
Püskürtme betonun kür işleminin belirtildiği şekilde gerçekleştirildiğinin doğrulanması	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Herhangi ilave püskürtme beton tabakası öncesinde püskürtülen kür bileşenlerinin kaldırılması	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Uygulama geometrisi</b>				
Kalınlık ölçümü	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Dokümantasyon	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



## Ek A (Bilgi için)

### Dokümantasyonla ilgili kılavuz bilgi

Çizelge A.1, bu standardda uygunlukla ilgili olarak proje şartnamesine dahil edilmesi gerekli özet bilgiyi verir.

**Çizelge A.1 - Proje şartnamesine dahil edilecek bilgilerin kontrol listesi**

Bölüm	Konu	Madde
1.Kapsam	Özel proje gereklerinin belirtilmesi	4.1
	Sağlık ve güvenlikle ilgili gereklerin belirtilmesi	
	Personel niteliğiyle ilgili gereklerin belirtilmesi	
	Uygun olması durumunda sorumlulukların tanımlanması	
2.Atıf yapılan standartlar	Tüm ulusal standartlar veya yapım yerinde geçerli hükümlerin ilave edilmesi	2
3.Dokümantasyon	Proje şartnamesini konulacak tüm gerekli teknik bilgiler	4.1
	Dikkate alınması gerekli milli hükümler	
	Proje şartnamesinde değişiklik için prosedür oluşturulması	
	Doküman dağıtımı için gerekler	
	Kalite planı gerekli olduğunda belirtilmesi	
	Uygulama belgeleri gerekli olduğunda belirtilmesi	
4.Hazırlık çalışmaları	Kalıp ayırıcıların uygulanması için şartların belirtilmesi	5.2.1
	Beton nihai yüzeyi, nihai özel yüzey veya deneme panelleri için tüm gereklerin belirtilmesi	9.2
5.Donatı	Donatı tipinin belirtilmesi	6
	Donatı çeliği için şartların belirtilmesi	
	Kesme ve bükme planının veya bunların yüklenicinin bir görevi olduğunun tanımlanması	
	- 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda bükmeye izin verilmesi durumunda alınacak önlemlerin belirtilmesi	
	Bükme işleminde ısı işlem kullanılmasına izin verilmesi durumunun belirtilmesi	
	Eğik donatı çubuklarının doğrultulması için tüm gereklerin belirtilmesi	
	Donatı kaynağı için şartlar	
	Punto kaynağı izin verilmesinin onaylanması	

Bölüm	Konu	Madde
	Donatıdaki bağlantılar için şartlar	6
	Birleşim yerlerine dahil konum veya donatı	
6.Donanım	Tüm malzemelerin depolanması için gereklerin belirtilmesi	7.1
7.Püskürtme işleminin uygulanması	Tüm beton özellikleri için gerekli kontrolün belirtilmesi	4.1
	Deneme amaçlı püskürtme işleminin gerekli olduğunun belirtilmesi	9.2
	Beton yüzeyi için ilave herhangi bir sınırlamanın belirtilmesi	9.3
	Zamana göre basınç dayanım yüzdesinin dönüştürülmesi için şartlar	
	Beton yüzeyine uygulanan kür bileşenleri için herhangi bir kısıtlama durumunun belirtilmesi	
	Yüksek sıcaklıkların kabul edilmesi durumunun belirtilmesi	5.2.4
8.Geometrik toleranslar	Estetik ile ilgili herhangi bir gerek durumunun belirtilmesi	10
9.Muayene	Muayene kategorilerinin ve muayeneden sorumlu kişinin belirtilmesi	11.1
	Muayene personeliyle ilgili şartların belirtilmesi	
	Bir CE işaretlemesi veya üçüncü taraf belgelendirme olmaksızın mamul muayenelerin ve kabul deneylerinin tanımlanması	

## Kaynaklar

- [1] EN 934-5, *Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 5: Admixtures for sprayed concrete - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling*