



# KÜB BÜLTENİ

4

Ağustos 2024

# İÇİNDEKİLER

- ❑ **BETON ÇATLAKLARI** (syf. 1)
- ❑ **SOĞUK DERZ** (syf. 4)
- ❑ **BETON KİMYASAL KATKILARININ TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ** (syf. 7)
- ❑ **ÇİÇEKLENME** (syf. 12)
- ❑ **ÇİMENTO KATKILARININ AVANTAJLARI** (syf. 14)

## KÜB HAKKINDA

Katkı Üreticileri Birliği'nin misyonu; kimyasal katkı maddelerinin üretiminin evrensel kalite ölçülerine, ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak, kamu ve toplum yararı doğrultusunda gerçekleştirilmesine katkıda bulunmaktır.

Üyelerimiz, Yapı Kimyasalları Sektörü'nün en önemli firmalarındandır. Beton ve çimento katkı sektörünün üreticilerini çatısı altında toplayarak, onların müşterek ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak sorunlarının çözümünde yardımcı olmak üzere, resmi makamlar, mesleki ve özel kuruluşlarla gerekli girişimlerde bulunmaktadır.

Üyesi olduğumuz İMSAD (Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği), YÜF (Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu) ve EFCA (Avrupa Beton Katkıları Federasyonu) kuruluşlarının yanı sıra inşaat ve beton sektörünün diğer paydaş kuruluşları ve dernekleriyle de aktif bir birliktelik yürütmekteyiz.

## İLETİŞİM

Adres: Bağlarbaşı Mah. Atatürk Cad. Sakarya Sok. Plaza No: 38 D:18 Maltepe / İstanbul

Tel: +90 (216) 456 43 24

E-Posta: [info@kub.org.tr](mailto:info@kub.org.tr)

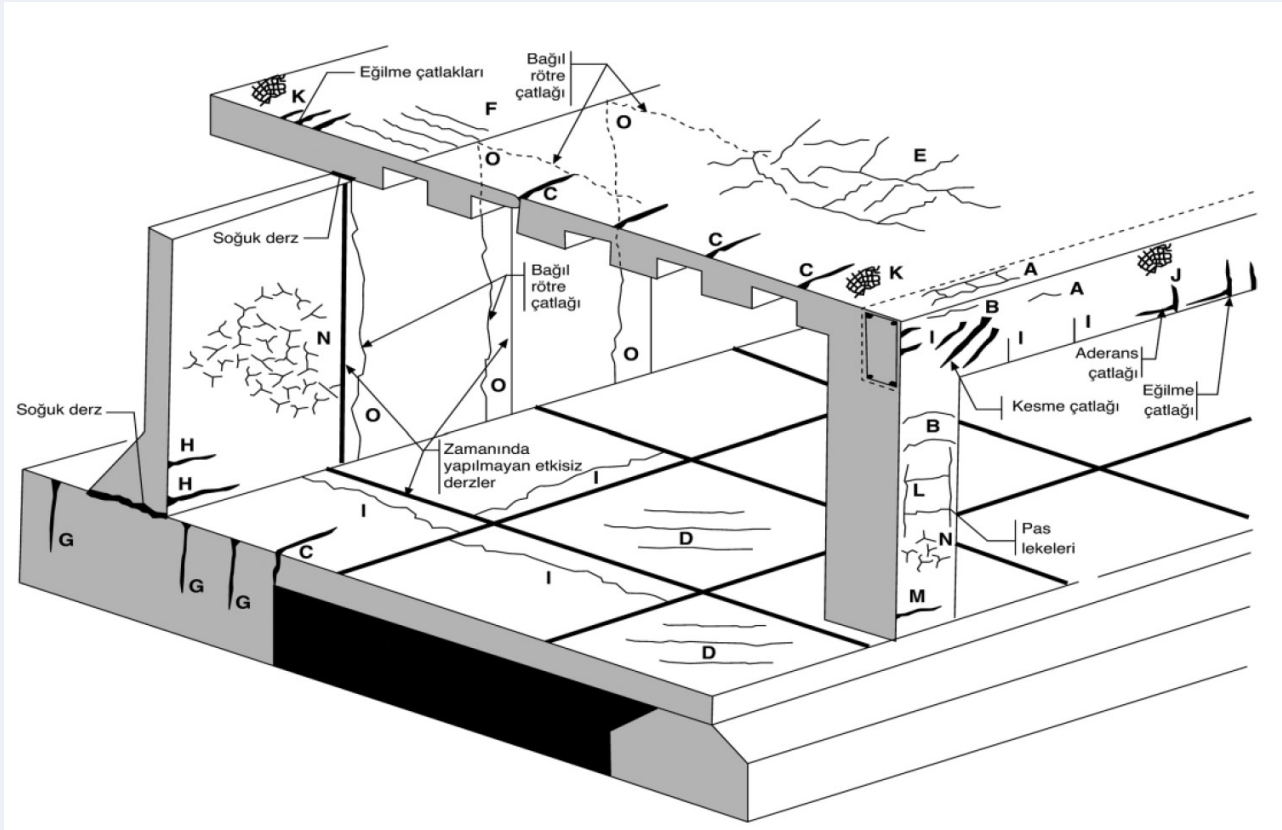
Web sitesi: [www.kub.org.tr](http://www.kub.org.tr)





## BETON ÇATLAKLARI

Beton çatlakları; dayanım, servis veresibilirlik ve dayanıklılık ile doğrudan ilişkilidir. Bu ilişki neden – sonuç olarak çift taraflıdır. Örneğin yeterli kür işlemine tabi tutulmayan ve uygun malzeme tasarımına sahip olmayan bir saha betonunda oluşan erken yaş çatlakları ya da daha sonra meydana gelen rötre çatlakları yapının çevresel etkilere karşı dayanıklılığını azaltır ve bunun sonucunda daha şiddetli yapısal hasarlar meydana gelebilir ve farklı çatlaklar oluşabilir. Bu durumda hem dayanım hem dayanıklılık hem de servis veresibilirlik olumsuz etkilenir. Bu nedenle çatlak oluşumunu engelleyecek önlemler proje ve uygulama aşamasında dikkate alınmalıdır. Çatlak oluşumu beton ve beton bileşenlerinin özelliklerine, uygulamaya, yapının servis ortamına ve yapının maruz kalacağı çevresel koşullara bağlıdır. Şekil 1’de bir yapıda görülebilecek çatlak türleri belirtilmektedir.



Şekil 1. Yapıda görülebilecek çatlak türleri

Şekil 1’de belirtilen çatlak türlerinin nedenleri, görülme zamanları, en sık görüldüğü bölgeler ve alınacak önlemler Tablo 1 ve Tablo 2’de detaylıca belirtilmektedir.



Tablo 1. Taze veya sertleşmiş betonda görülen çatlak tiplerinin sınıflandırılması

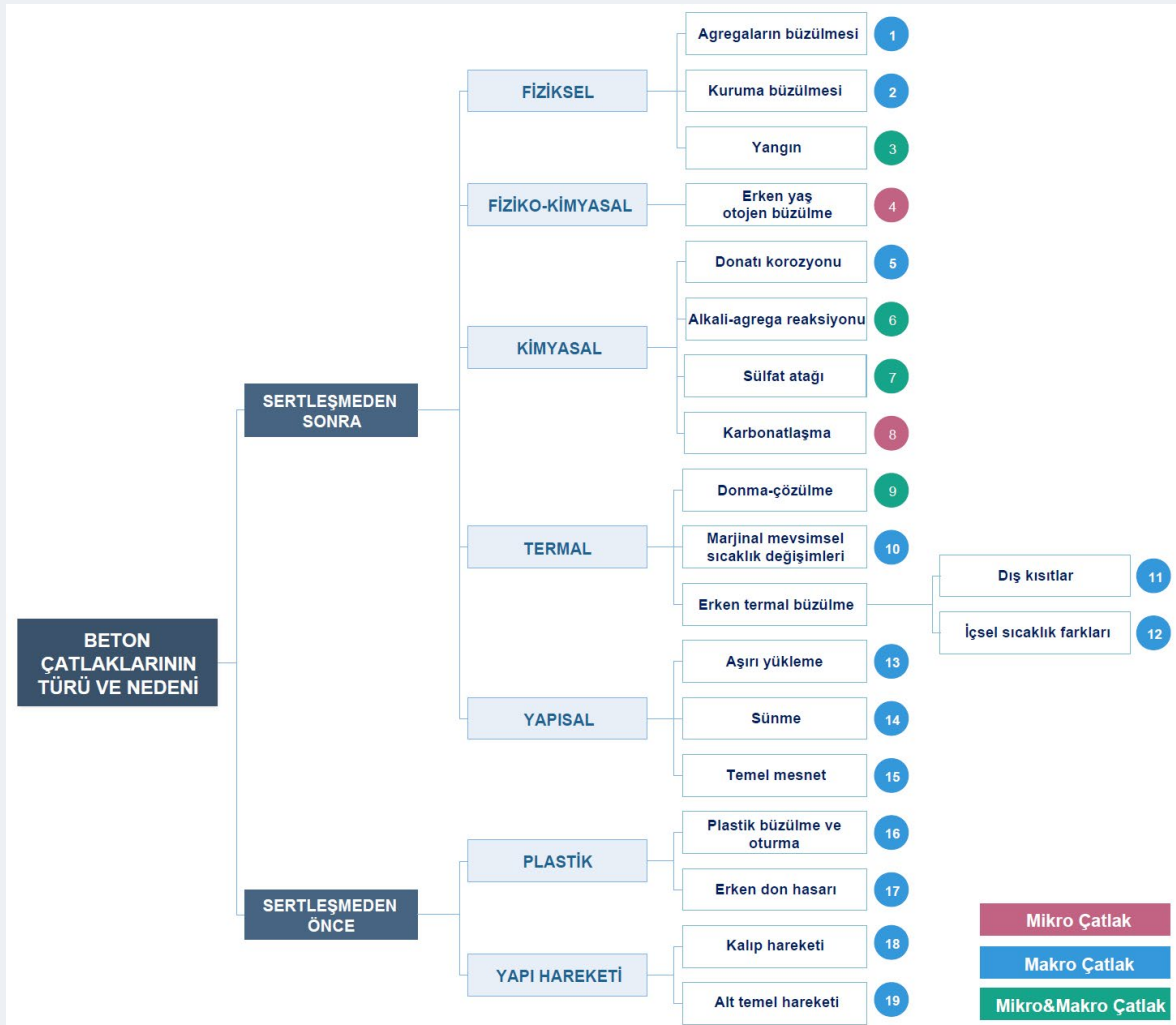
Çatlak Tipi	Şekil konumu	Alt grupları	En sık rastlanan bölgeler	Ana neden (kısıtlamalar dışında)	İkincil nedenler / faktörler	Önlemler
Plastik Oturma	A	Donatı üstü	Derin kesitler	Aşırı terleme	Erken yaşlarda hızlı kuruma koşulları	Terlemenin azaltılması veya yeniden sıkıştırma
	B	Üst bölgeler (Kemer)	Kolon üstleri			
	C	Farklı derinlikteki kesitler	Asmolen, Mantar döşemeler			
Plastik Rötme (büzülme)	D	Diyagonal	Yollar, döşemeler	Erken yaşlarda hızlı kuruma	Düşük miktarda terleme	Erken kür koşullarının iyileştirilmesi
	E	Rastgele	Betonarme döşemeler	Erken yaşlarda hızlı kuruma, yüzeye yakın donatı		
	F	Donatı üstü	Betonarme döşemeler			
Erken Termal Büzülme	G	Dış kısıtlama	Kalın duvarlar	Aşırı ısı oluşumu	Hızlı soğuma	Sıcaklık kontrolü yapılması Düşük hidratasyon ısısı Yalıtım yapılması
	H	İç kısıtlama	Kalın döşemeler	Aşırı sıcaklık farklılıkları		
Uzun Dönemli Kuruma Büzülmesi	I		İnce döşeme veya duvarlar	Yetersiz derzler	Aşırı büzülme, yetersiz kür	Su miktarının azaltılması Kür koşullarının düzeltilmesi
Kabuk Şeklinde Soyulma	J	Kalıp yüzeyi	Pürüzsüz görünümlü beton	Geçirgen olmayan kalıp	Zengin karışımlar (yüksek çimento dozajı), kötü kür	Kür koşulları ve perdah işlemlerinin düzeltilmesi
	K	Akışkan beton	Döşemeler	Aşırı perdah		
Donatı Korozyonu	L	Doğal	Kolon ve kirişler	Pas payı yetersizliği	Düşük kaliteli beton	Nedenlerin oradan kaldırılması Aktif ve pasif önlemler alınması
	M	Kalsiyum klorür	Prefabrike beton	Aşırı kalsiyum klorür		
Alkali-Agrega Reaksiyonu	N		Nemli bölgeler	Reaktif agrega ve yüksek alkali içeren çimento kullanımı		Nedenlerin oradan kaldırılması



Tablo 2. Beton çatlaklarının görülme zamanı

ÇATLAK TÜRLERİ	ZAMAN					
	dakika	saatler	günler	haftalar	aylar	yıllar
Plastik oturma çatlakları						
Plastik rötre çatlakları						
Termal çatlaklar						
Kuruma rötresi çatlakları						
Aşırı yükleme kaynaklı						
Korozyon çatlakları						
ASR ve ACR çatlakları						

Şekil 2’de betonun sertleşmesinden önce ve sonra meydana gelen çatlakların ana nedenleri ve mikro-makro düzeyleri detaylı bir şekilde izah edilmektedir.



Şekil 2. Beton çatlaklarının türü ve nedenleri





### SOĞUK DERZ

Soğuk derz, farklı beton katmanlarının planlı ya da plansız bir şekilde yeterli aderans ile kaynaşmaması ve beton tabakalarının farklı olarak çalışmasına neden olan bir uygulama hatasıdır. Ancak, soğuk derz bazı durumlarda kaçınılmazdır ve gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir.

Betonarme yapılar monolitik yani tek parça olsa da betonun tek seferde dökülmesi mümkün olmadığından yapı içinde süreksizlikler mevcuttur. Soğuk derz özellikle kütle betonlarında rutin bir durumdur. Soğuk derz uygulama aşamasında önceden planlanacağı gibi şantiyedeki aksaklıklardan nedeniyle kontrol dışı da meydana gelebilmektedir.



TS 13515'e göre; karıştırma donanımı olan araçlarla veya transmikserlerle betonun boşaltma işlemi, çimento ile suyun ilk temasından itibaren en fazla 120 dakika sonunda tamamlanmalıdır.

#### Soğuk derz başlıca üç istenmeyen duruma neden olabilmektedir:

1. Prizini almış veya almakta olan beton tabakası üzerine taze beton yerleştirildiğinde eski ve yeni tabaka kaynaşmayacağı için bir bütünlük (süreklilik) sağlanamaz. Özellikle kolonlarda oluşacak bu süreksizlik kesme kuvvetlerine karşı zaaf oluşturur. Kısaca statik açıdan bir sorun yaratır.
2. Kaynaşmayan bölge çevresel etkiler açısından risklidir. Bu bölgeden kolayca su girişi olabilir.
3. Estetik olarak çirkin bir görüntü meydana gelir.

Yukarıda belirtilen tüm bu tehditler önceden ve az da olsa sonradan alınacak tedbirler ile en düşük seviyeye indirilebilmektedir.



Şekil 1. Perde duvarda soğuk derz oluşumu



### **Soğuk derz oluşumunun nedenleri:**

- ⇒ Hidratasyon ısı kontrolü amacıyla kütle betonların genelde 2 veya 3 seferde dökülmesi ve 1-1,5 metre kalınlığındaki bir tabaka döküldükten bir müddet sonra ikinci tabakanın dökülmesi
- ⇒ Kolon ve kiriş/döşeme betonunun ayrı dökülmesi
- ⇒ Büyük hacimli dökümlerde gün sonunda işin tam olarak bitmemesi
- ⇒ Temel ve kolonların ayrı dökülmesi
- ⇒ Düşük döşeme ve ana döşemenin ayrı dökülmesi
- ⇒ Beton sevkiyatında gecikme
- ⇒ Organizasyonel hatalar
- ⇒ Yanlış ve yetersiz sıkıştırma
- ⇒ Kalıbın patlaması
- ⇒ Beton taşıyan araçların (transmikser) şantiyeye geç gelmesi

### **Soğuk derz oluşumunu engellemek için yapılması gerekenler:**

- ⇒ Kolon ve kirişlere birlikte beton dökülmelidir.
- ⇒ Beton sevkiyatı planlamasının önceden yapılması ve buna uyulması gerekmektedir.
- ⇒ Betonun sıkıştırılması esnasında vibratör, alt tabaka ile üst tabakayı kaynaştıracak şekilde kullanılmalıdır.
- ⇒ Hava durumuna göre beton siparişi ve uygulaması yapılmalıdır.

### **Soğuk derz oluşumundan önce alınacak önlemler:**

- ⇒ Sertleşmiş yüzey, yeni beton dökümünde önce temizlenmeli ve nemlendirilmelidir.
- ⇒ Riskli durumlarda önce dökülen betonun prizinin gecikmesi için akışkanlaştırıcı ya da priz geciktirici katkı kullanılabilir.
- ⇒ Bir sonraki beton dökümünün çok geç olmadığı durumlarda ilk dökülen beton yüzeyinin aderansını arttırmak için bir süre sonra basınçlı su ile görünür agrega yüzeyli olması sağlanır.
- ⇒ Gecikmeye bağlı olarak ilk beton yüzeyine priz geciktirici kimyasal uygulaması yapılabilir.
- ⇒ Prizini almış betonun yüzeyinin pürüzlendirilmesi ve döküm öncesi nemlendirilmesi gerekmektedir.
- ⇒ Sertleşmiş beton üzerine dökülecek taze betonun çimento dozajının daha yüksek olması ve iri agrega oranının bir miktar azaltılması faydalıdır.
- ⇒ Soğuk derz riski olan durumlarda gerekli tedbirler alınmadan işe devam edilmemelidir.



- ⇒ Kolonlarda soğuk derz (ek yeri) bırakılması tavsiye edilmez. Ancak, zorunlu durumlarda ek yerinin momentin en düşük olduğu yerde bırakılması gerekmektedir.
- ⇒ Kirişlerde soğuk derz dikey değil, yatay düzlemde olmalıdır. Bunun nedeni kirişlerin eğilmeye çalışması ve yataydaki derzde enlemesine bir kesme kuvveti oluşmamasıdır. Kirişlerde soğuk derz momentin en az olduğu yerde yani açıklığın 1/4'ünde bırakılabilir. Ancak, pilye kıvrım yerlerinin en az 20 cm ilerisinde olmalıdır. Soğuk derzin nerede bırakılması gerektiği için proje mühendisinin görüşü alınmalıdır.
- ⇒ Döşemelerde ve temelde plan dışı durumlarda ilk tabakanın sonraki tabak ile birleşeceği alanın eğimli bırakılması (45°C) ve mümkünse taze halde iken ahşap veya benzeri elemanlar ile dışlandırılması ya da agregaların görünür olması sağlanmalıdır. Moment sıfır noktalarında, rabitz teli ya da betonun akmasını engelleyen alternatif bir yöntemle betonu bitirmek doğru bir yöntemdir.
- ⇒ Kiriş ve döşemelerde kesme kuvvetlerine karşı takviye donatısı eklenmesi etkili bir yöntemdir.
- ⇒ Gerekli durumlarda profesyonel destek alarak aderansı sağlamak için kimyasal malzemeler kullanılabilir. Epoksi, akrilik veya çimento esaslı aderans artırıcı kimyasallar püskürtme veya fırça ile önceden temizlenmiş yüzeye uygulanır ve bu işlemin hemen arkasından yeni beton dökümü gerçekleşir. Eğer önlem almadan soğuk derz oluşmuş ise özel su tutucu bantlar, su ile şişen mastik ürünler veya genişlen profiller ve harçlar kullanılabilir.

### UYGULAMA NOTU

Epoksi, akrilik veya çimento esaslı aderans artırıcı kimyasallar püskürtme veya fırça ile uygulanabilir. Uygulamadan önce yüzeyde zayıf parçalar veya çimento şerbeti varsa bu tabaka mekanik yöntemlerle kaldırılmalıdır. Yüzey tozdan arındırılmalıdır. Çimento ve akrilik esaslı aderans artırıcıların genel çalışma prensibi şu şekildedir: Eski betona yeni dökülecek betonun karışım suyunun emilimini engeller ve bağlanma noktasında ince yapıları sayesinde daha iyi mekanik tutunma sağlarlar. Epoksi aderans artırıcı ise hem mevcut betona hem de yeni dökülecek betona çok iyi bir mekanik bağlanma sağlar ve epoksi yapısı gereği hem çekme hem de basma dayanımında betona göre genelde daha iyi performans gösterdiği için taşıyıcı sistemler yekpare çalışabilecektir. Bu tip aderans artırıcılar uygulama metodolojileri kritiktir, tedarikçiden talep edilmeli ve uygulama öncesinde dikkatlice incelenmelidir. Genel yapıları itibari ile bu tip malzemeler uygulandıktan sonra ortam koşullarına ve hava sıcaklığına göre hafif sakız kıvamına gelene kadar beklenmelidir. Fakat kürünü tamamlamadan yeni beton dökümü yapılmalıdır. Eğer yeni beton gecikirse ve aderans artırıcı ürün kürünü tamamlarsa riskli bölgede bir iyileştirme değil tam tersi bir zafiyet oluşturacaktır. Bu tip durumda kalırsa malzeme mekanik olarak aşındırılıp aderans artırıcı tekrar uygulanmalı ve aynı uygulama prosedürü takip edilmelidir.

Epoksi esaslı ürünlerin özellikle sıcak havalarda kür süresi kısalmaktadır. Sıcak hava, epoksi reaksiyonunu hızlandıracağı için beton sevkiyatı daha da kritik bir önem kazanmaktadır.

Aderans artırıcı katkıların kullanımında iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekli tedbirler mutlaka alınmalıdır.





## BETON KİMYASAL KATKILARININ TÜRLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Beton kimyasal katkıları; betonun üretiminden taşınmasına, pompalanmasından yerleştirilmesine, kalıp içerisinde dayanım kazanmasına kadar tüm süreçlerde etkin rol üstlenmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir beton üretimi için vazgeçilmez bileşenlerden birisidir. Beton katkılarının çeşitli süreçlerdeki etkisi aşağıda belirtilmektedir:

**Betonun karıştırılması:** Betonun üretimi anında beton içerisindeki su miktarını azaltarak; betonun maliyetini, dayanımını ve beton içerisinde kullanılan kaynakların optimizasyonunu sağlamaktadır.

**Betonun taşınması:** Betonun üretildikten sonra inşaat sahasına taşınırken karıştırılabilir ve uygulanabilir işlenebilirlikte olmasında beton katkılarının büyük bir etkisi vardır. Hatta bazı özel beton katkıları ile 2 saat üzerinde betonun kıvam koruması sağlanarak, uygulamanın ve nakliyenin sorunsuz bir şekilde yapılması mümkün olmaktadır. Bu durum hem performansın sağlanması hem de operasyonun hızlanması ile inşaat maliyeti açısından büyük bir avantaj getirmektedir.

**Betonun teslimi:** İnşaat yerinde betonun kolaylıkla pompalanarak her türlü yapının rahat bir şekilde üretilmesi gerekmektedir. Özellikle son yıllarda anıtsal yapılar ve mega projelerin başarıyla gerçekleşmesinde (Yavuz Sultan Selim Köprüsü, Burj Khalifa vb.) betonun bu özelliği önemli rol oynamaktadır.

**Betonun yerleştirilmesi:** Betonun yerleştirilmesi aşamasında beton katkıları kritik bir rol üstlenerek daha az işçilik ile betonun daha iyi yerleştirilmesini sağlamakta ve hem ekonomik olarak hem de performans olarak inşaat üretimine büyük faydalar sağlamaktadır.

**Betonun kalıptan çıkarılması:** Beton kalıba yerleştikten sonra dayanım ve durabilite özelliklerinin gelişmesinde yine en önemli faktörlerden biri beton katkılarıdır. Betonun sertleşmiş özelliklerine etki ederek hem inşaat süresinin kısalmasında hem de betonun mühendislik özelliklerini geliştirilip yapının daha uzun ömürlü kullanılmasında önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 1. Hazır betonun üretim ve kullanım süreci

Beton üretiminde kullanılan kimyasal katkıların özellikleri ve gereklilikleri TS EN 934-2 Standardında belirlenmiştir. Tablo 1’de görüleceği üzere TS EN 934-2 kapsamında 12 çeşit katkı yer almaktadır. Püskürtme beton katkıları ise TS EN 934-5 kapsamındadır.



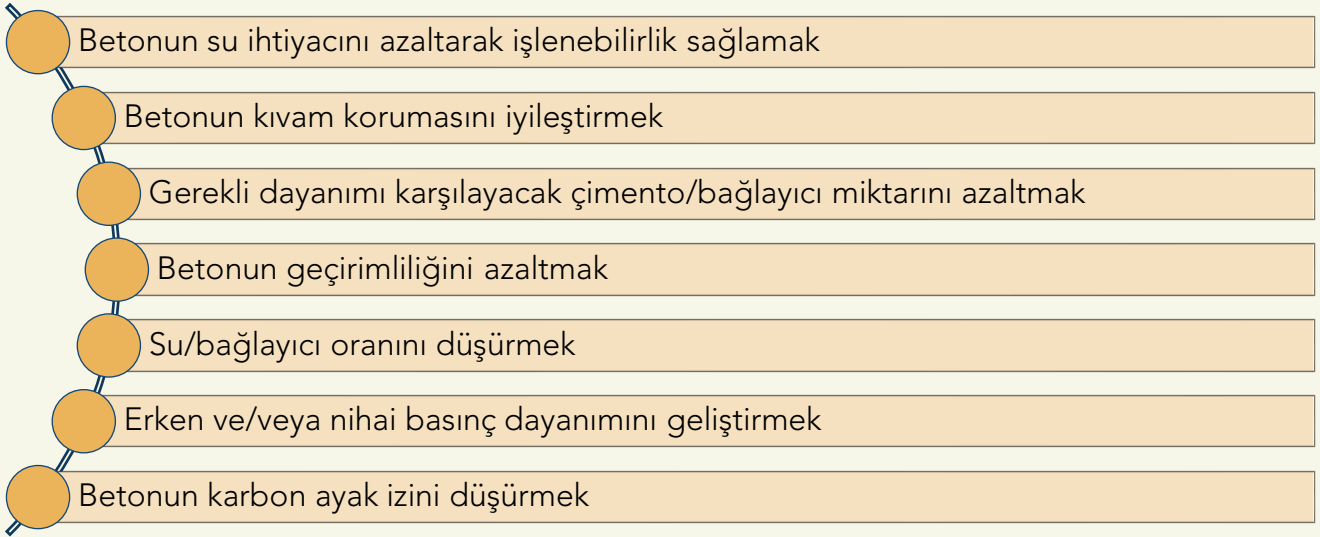
Tablo 1. Türk Standartlarında yer alan beton kimyasal katkıları

Standart	Katkı Türleri
TS EN 934-2	<b>Beton Kimyasal Katkıları</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Su azaltıcı / akışkanlaştırıcı kimyasal katkı</li><li>2. Yüksek oranda su azaltıcı / süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı</li><li>3. Su tutucu kimyasal katkı</li><li>4. Hava sürükleyici kimyasal katkı</li><li>5. Priz hızlandırıcı kimyasal katkı</li><li>6. Sertleşmeyi hızlandırıcı kimyasal katkı</li><li>7. Priz geciktirici kimyasal katkı</li><li>8. Su geçirimsizlik kimyasal katkısı</li><li>9. Priz geciktirici / su azaltıcı / akışkanlaştırıcı kimyasal katkı</li><li>10. Priz geciktirici / yüksek oranda su azaltıcı / süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı</li><li>11. Priz hızlandırıcı / su azaltıcı / akışkanlaştırıcı kimyasal katkı</li><li>12. Viskozite iyileştirici kimyasal katkıları</li></ol>
TS EN 934-5	Püskürtme beton katkıları

**Henüz standardı olmayan diğer beton katkıları ise:**

- Yüzey geciktiriciler
- Alkali-silika reaksiyonu azaltıcılar
- Korozyon azaltıcılar
- Renkli beton pigmentleri
- Rötire azaltıcı katkıları
- Ayrışma azaltıcı katkıları
- Köpük beton katkıları
- Antibakteriyel katkıları

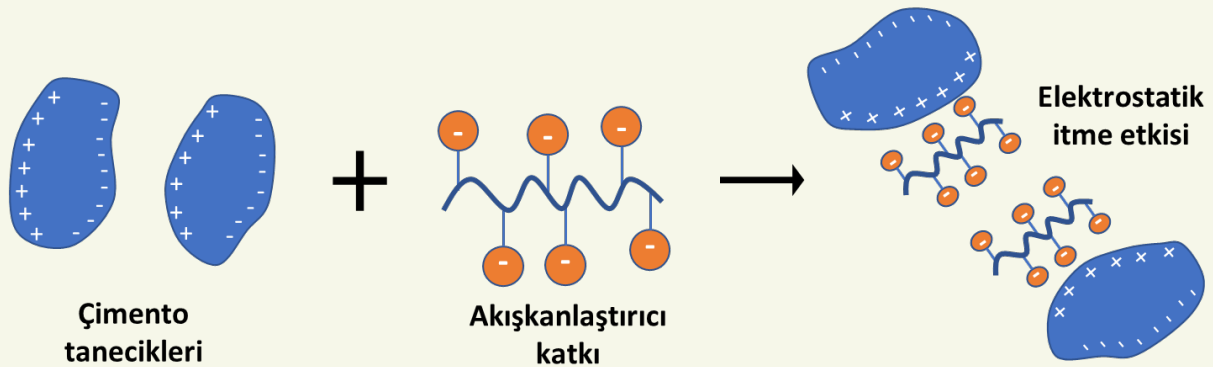
Hazır beton sektöründe en çok kullanılan beton kimyasal katkısı süperakışkanlaştırıcı katkılarıdır. Lignin, naftalin, melamin, polikarboksilik eter (PCE) bazlı ham maddelerden üretilen akışkanlaştırıcı katkıların Şekil 2'de belirtildiği gibi betonun fiziksel, mekanik ve çevresel performansı üzerinde doğrudan ve dolaylı çok önemli etkileri bulunmaktadır.



Şekil 2. Süperakışkanlaştırıcı katkıların beton performansına etkileri

Süperakışkanlaştırıcıların nasıl çalıştığını anlamak için önce çimento ve su arasındaki hidratasyon reaksiyonunu anlamak gerekmektedir. Çimento tanecikleri, düzensiz şekillere sahip ince tanelerdir. Çimento ve su karıştırıldığında, tanecikler pozitif ve negatif yüklü bölgeleri arasındaki elektrostatik çekim nedeniyle topaklanır. Topaklanmış çimento ve su karışımı içinde, karışım suyunun bir kısmını tutan boşluklar oluşur. Karışıma anyonik bir süperakışkanlaştırıcı eklendiğinde, polimerin negatif bölümleri taneciklerin yüzeyine adsorbe olur ve her bir taneciğin negatif yükünü artırır. Bu durum, çimento taneciklerinin topaklanmasını engelleyen ve sıkışan suyu serbest bırakan, tanecikler arasında itme kuvveti ile sağlanır. Süperakışkanlaştırıcı katkılar 3 farklı mekanizmada çalışmaktadır:

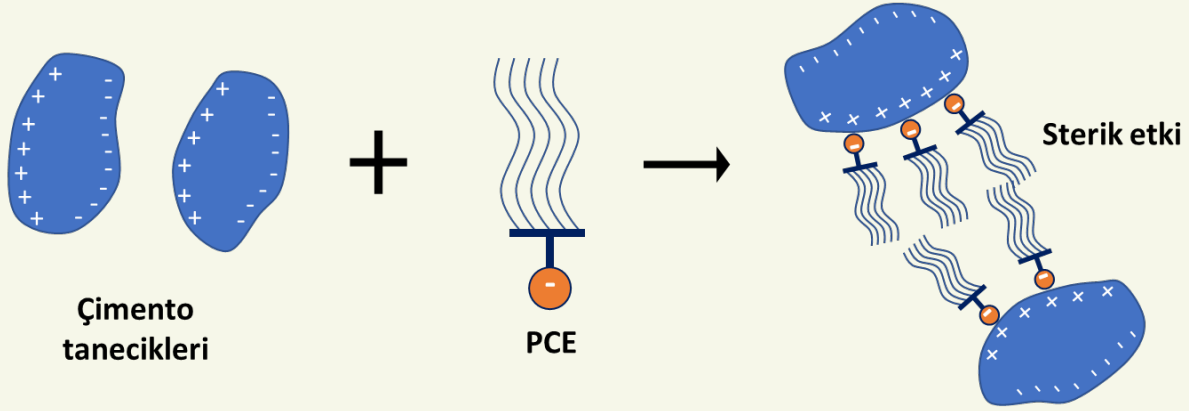
- 1. Elektrostatik Etki:** Melamin, naftalin veya PCE bazlı süperakışkanlaştırıcılar; elektrostatik itme ile çalışır. Şekil 3'te görüldüğü gibi anyonik polimerler, çimento taneciklerinin yüzeyine adsorbe olur ve taneciklerin karşılıklı olarak itici olmasına neden olan negatif yük yoğunluğunu artırır.



Şekil 3. Süperakışkanlaştırıcı kimyasal katkılarda elektrostatik itme etkisi



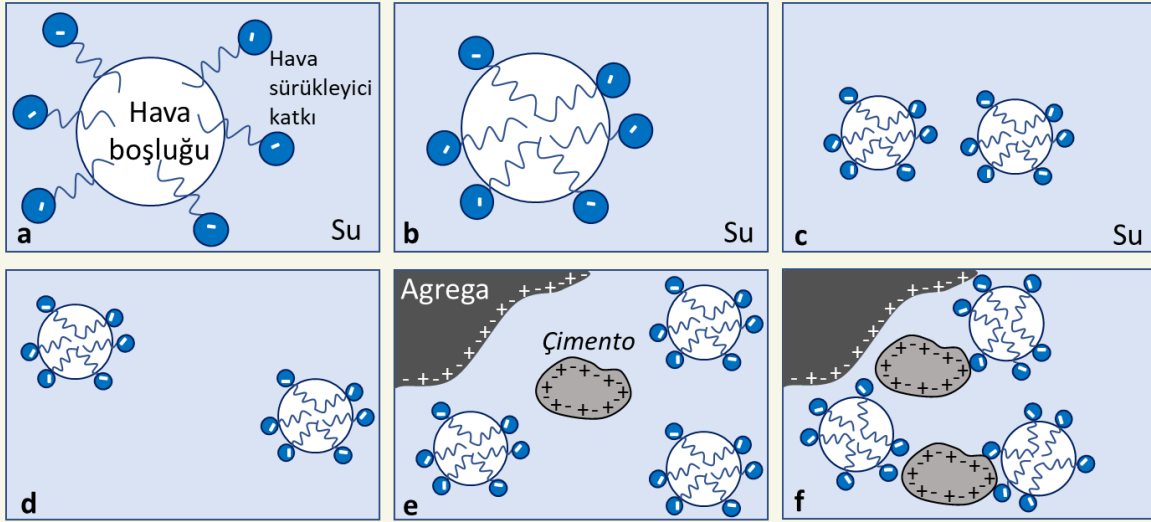
**2. Sterik Etki:** Sterik dispersiyon (dağılma); melamin, naftalin ve PCE dayalı süperakışkanlaştırıcılarda meydana gelir. İyonik olmayan polimerler, çimento taneciklerinin yüzeyine adsorbe olur ve yüzeyden dışarı doğru uzanır. Tanecikler birbirine yaklaşırsa zincirlerin serbest dönüşü azalır. Bu da entropinin azalmasına neden olur.



Şekil 4. Süperakışkanlaştırıcı kimyasal katkılarda sterik etki

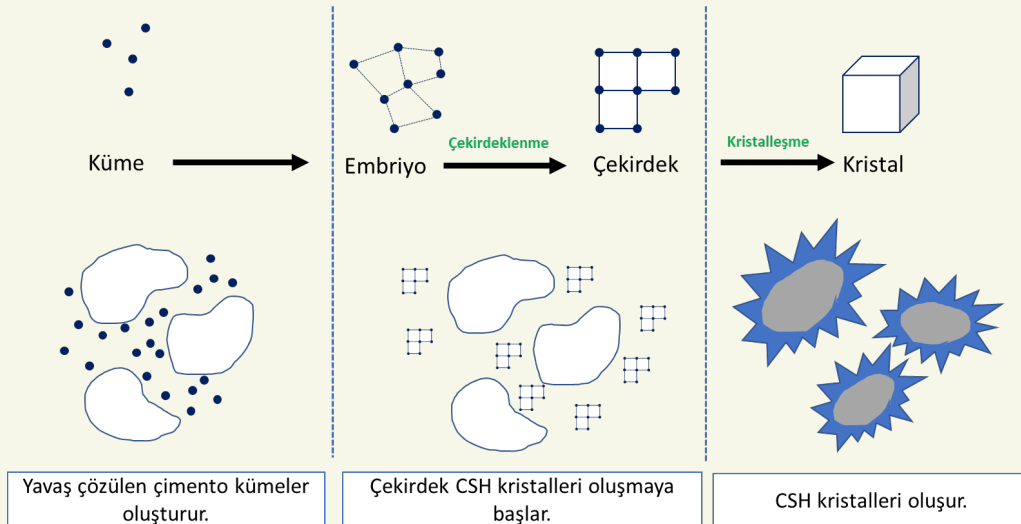
**3. Elektro-Sterik Etki:** Elektrostatik ve sterik etkinin bir kombinasyonudur. Sadece PCE esaslı süperakışkanlaştırıcılarda bulunur. Hem anyonik hem de iyonik olmayan yan zincirlerden oluşan ve çimentoya ince ayarlı polimerik moleküller; çimento taneciklerinin yüzeyine yapışarak beton, grout veya harcın mümkün olan en iyi dağılımını ve reolojisini sağlar.

Süperakışkanlaştırıcı katkıların dışında diğer bir önemli mekanizma hava sürükleyici katkılarda görülmektedir. Hava sürükleyici katkılar, karıştırma sırasında taze betona kontrollü miktarda küçük, düzgün dağılmış ve sertleşme sonrasında da kalıcı olan hava kabarcığı sürükleyen kimyasal katkılardır. Hava sürükleyici katkılar, hava-su arayüzünde etki eder. Hava sürükleyici katkılar tipik olarak hidrofilik olan ve suyu çeken negatif yüklü bir başlığa ve suyu iten hidrofobik bir kuyruğa sahiptir. Şekil 5'te gösterildiği gibi; hidrofobik uç, karıştırma işlemi sırasında oluşan kabarcıklar içindeki havaya çekilir. Hidrofilik olan kutup ucu, kendisini suya doğru yönlendirir (a). Hava sürükleyici katkı, hava kabarcıklarını tutmak ve stabilize etmek için yeterli dayanım ve esnekliğe sahip, sabun filmine benzer, sert, su itici bir film oluşturur. Hidrofobik film ayrıca suyu kabarcıklardan uzak tutar (b). Mekanik karıştırma hava kabarcıklarını dağıtır. Her kabarcığın etrafındaki yük, kabarcığın birleşmesini önleyen itici kuvvetlere yol açar (c&d). Yüzey yükü, hava kabarcığının çimento ve agregaya parçacıklarının yüklü yüzeylerine yapışmasına neden olur. İnce agregaya parçacıkları ayrıca karışımdaki kabarcıkları tutmaya yardımcı olmak için üç boyutlu bir ızgara görevi görür (e). Bu, karışımın kohezyonunu geliştirir ve hava kabarcıklarını daha da stabilize eder (f).



Şekil 5. Hava sürükleyici katkıların çalışma mekanizması

Bir diğer önemli mekanizma ise betonun sertleşme ve priz alma sürecinin hızlandırılmasıdır. Bu amaçla priz hızlandırıcı ve/veya sertleşme hızlandırıcı katkıları kullanılır. Özellikle yüksek oranda mineral katkı kullanılan beton karışımlarında erken dayanım düşük olabilmektedir. Şekil 6'da belirtildiği gibi hızlandırıcı katkıları, hidrasyon sürecini hızlandırarak betonun kuruma ve sertleşme süresini kısaltan ve erken yaş dayanımını arttıran kimyasal katkılarıdır. Bu katkıları ayrıca yüksek erken dayanım gerektiren prefabrik beton üretiminde, kayar kalıp projelerinde ve hızlı bakım onarım gerektiren işlerde son derece etkili olmaktadır. Priz süresinin ve erken dayanım özelliklerinin iyileştirilmesi sayesinde çimento tüketimi düşürülebilmekte, daha fazla mineral katkı kullanılabilenmekte, operasyonel enerji sarfiyatı azaltılabilmekte ve dolayısıyla daha düşük karbon ayak izine sahip beton tasarımı yapılabilmektedir.



Şekil 6. Çimentonun hidrasyon süreci





### ÇİÇEKLENME

Beton çatlakları; Çimentonun hidratasyonu sonucunda oluşan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (kalsiyum hidroksit)'in ve beton içinde bulunan veya betona dışardan giren bazı tuzların zamanla sertleşmiş beton yüzeyine çıkararak oluşturduğu beyaz lekeler çiçeklenme olarak adlandırılır. Renkli ve brüt betonlarda estetik açıdan renk kalitesini bozmakla beraber, çiçeklenmenin betonun dayanımına önemli bir etkisi yoktur. Özellikle; yağışlı kış aylarında çiçeklenme daha sık görülür.

Beton içerisinde çok miktarda bulunan ve suda çözünen  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  çiçeklenme olayında önemli rol oynar. Betona yağış ya da zemin yoluyla giren su, beton içindeki tuzları yüzeye taşıyarak ortaya çıkar. Suyun yardımıyla yüzeye çıkan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  atmosferdeki  $\text{CO}_2$  (karbondioksit) ile tepkimeye girerek suda zor çözünen  $\text{CaCO}_3$  (kalsiyum karbonat)'ı oluşturur. Böylece, beton yüzeyinde beyaz renkte lekeler oluşur.

Çiçeklenme, çimentonun hidratasyonu sonucunda oluşan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in ve beton içerisinde bulunan bazı tuzların zamanla sertleşmiş beton yüzeyine çıkararak oluşturduğu beyaz lekelerdir. Renkli betonlarda estetik açıdan renk kalitesini bozmakla beraber, betonun dayanım gibi performans özelliklerine fazla bir etkisi bulunmamaktadır. Buharlaşıma yavaş olacağından kış aylarında çiçeklenme daha sık görülür.



Şekil 1. Beton yüzeyinde çiçeklenme

#### Olası nedenler:

- ⇒ Suda çözünen sülfat, nitrat, klor, krom ve molibden gibi tuzları içeren yeraltı suyunun yukarı hareket ederek, temele ya da beton kaplamaya geçmesi;
- ⇒ Standartlara uygun olmayan malzeme kullanılması;
- ⇒ Betonun fazla geçirimli olması;



- ⇒ Yapılarda drenajın ve su yalıtımının yetersiz olması
- ⇒ Onarımı yapılmamış çatlaklar

### Önlemler:

- ⇒ Beton üretiminde su/çimento oranı düşük tutulmalı, betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılması uygun yapılarak betonun geçirimliliği azaltılmalıdır.
- ⇒ Kullanılan karışım ve kür suyunda ve agregalarda çeşitli tuzların bulunmamasına özen gösterilmelidir.
- ⇒ Beton karışımında,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'i azaltıcı ve betonun geçirimsizliğini ve dayanıklılığını artırıcı özelliği olan puzolanik katkılar kullanılmalıdır.
- ⇒ Onarım için beton yüzeyi tazyikli su ile yıkanır, sert bir fırça ile fırçalanır ya da belirli oranlarda düşük konsantrasyonlu asit çözeltileri kullanılabilir. Bu uygulama için yeterince deneyim ve bilgi gereklidir.

Özellikle beyaz renkli  $\text{CaCO}_3$  lekesini çıkarmak için 1:10 seyreltide hidroklorik asit çözeltisi kullanılmalıdır. Çözeltinin metal ile temas etmemesi sağlanmalıdır. Yanlış uygulama sonucu beton yüzeyinde renk değişikliğine sebep olabilmektedir. Renkli betonda 1:50 oranında asit çözeltisi uygulanmalıdır. Boya yapılacak yüzeylerde %10 amonyum ya da potasyum asit çözeltisi uygulanmalıdır. Genel uygulama öncesi belirli bir bölümde deneme yapılarak en uygun çözelti oranı tespit edilmelidir. Fazla asit içeriği yüzeyde doku kaybına, renk değişimine ve görünür agregalı yüzey oluşumuna neden olabilir.  $\text{CaCO}_3$  gibi suda çözünmeyene lekeler tazyikli su ile zeminden aşındırılarak temizlenebilmektedir. Bazı durumlarda kumlama da yapılmaktadır, ancak bu yüzey dokusunu bozabilmektedir. Bu yöntemler ıslak ve kuru fırçalamadan sonuç alınmadığı takdirde uygulanmalıdır.



Çiçeklenme, betonun bulunduğu ortam kadar betonun geçirimliliği ile de ilgili bir durumdur. Bu nedenle su/çimento oranını düşüren süperakışkanlaştırıcı katkılarla birlikte su geçirimsizlik katkılarının kullanımı, betonun geçirimliliğini azaltmakta ve dolayısıyla çiçeklenme etkisini minimize etmektedir.

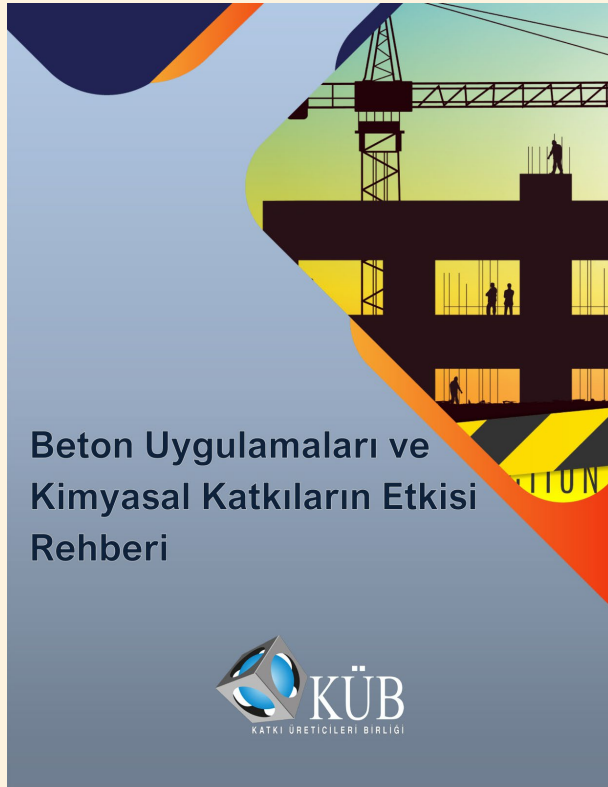


## ÇİMENTO KATKILARININ AVANTAJLARI

Çimento kimyasal katkılarının faydaları teknik, ekonomik ve çevresel olarak üç ana başlık altında değerlendirilmektedir.

<b>TEKNİK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kapasite artışı</li><li>• Birim hacim / üretim süresinin azalması</li><li>• İnceliğin iyileştirilmesi</li><li>• Separatör verimliliğinin iyileştirilmesi</li><li>• Öğütme ortamındaki kaplamanın (yapışmanın) ortadan kaldırılması</li><li>• Pack-set değerinin düşürülmesi</li><li>• Erken ve/veya geç dayanımın iyileştirilmesi</li><li>• Mineral katkı ilavesinin arttırılması</li><li>• Su ihtiyacının azalması</li><li>• İşlenebilirliğin ve priz süresinin iyileştirilmesi</li><li>• Betonda çimentonun daha iyi reolojik davranış göstermesi</li><li>• Klinker ikame malzemelerinin dezavantajlarının (priz süresinde uzama, düşük erken yaş dayanımı vb.) minimize edilmesi</li></ul>
<b>EKONOMİK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kapasite artışı kaynaklı maliyet azaltma</li><li>• Birim enerji tüketiminde azalma</li><li>• Bakım maliyetlerinde düşüş</li><li>• Daha az duruş nedeniyle tesis duruş sürelerinde düşüş</li><li>• Planlı bakımlar arasında daha uzun aralıklar</li><li>• Klinker faktörünün düşmesi sonucu daha düşük maliyet</li><li>• CO<sub>2</sub> emisyonunun azalması sonucu karbon vergisi avantajı</li><li>• Çimentonun pack-set değerinin düşürülmesi ile kuru haldeki akışkanlığının geliştirilmesi ve bu nedenle daha kolay malzeme taşıma ve depolama; daha hızlı kamyon ve gemi yükleme süreleri</li></ul>
<b>ÇEVRESEL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Daha az CO<sub>2</sub> emisyonu</li><li>• Daha fazla alternatif yakıt ve ham madde kullanımı</li><li>• Uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi yan ürünlerin kullanımında artış oranı</li><li>• Taş ocağı ömrünün uzatılmasıyla doğal kaynakların korunması</li><li>• Daha düşük su ayak izi</li></ul>

# KÜB YAYINLARI





TÜRKİYE PAZARINI %90 ORANINDA TEMSİL EDİYORUZ.

Akkim

CHRYSO  
SAINT-GOBAIN

EGECRETE  
A licensee of EUCLID CHEMICAL

FOSROC

LYKSOR  
Innovation & Trust

MAPEI  
YAPIŞTIRICILAR • MASTİKLER • İNŞAAT KİMYASALLARI

onbironendüstriyel

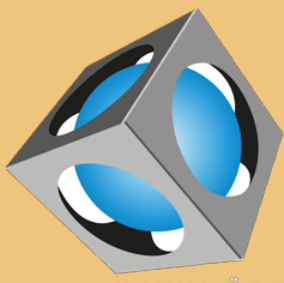
Polisan  
YAPIKİM

Sika  
BUILDING TRUST

YAPICHEM

kub.org.tr





# KÜB

KATKI ÜRETİCİLERİ BİRLİĞİ



YAPI ÜRÜNLERİ  
ÜRETİCİLERİ  
FEDERASYONU



TÜRKİYE  
**İMSAD**  
İNŞAAT MALZEMESİ SANAYİCİLERİ DERNEĞİ  
ASSOCIATION OF TURKISH CONSTRUCTION MATERIALS PRODUCERS

