



Çimento ve Beton Katkılarının Net Sıfır Karbon Hedefindeki Rolü

Dr. Uğur Erşen Şenbil

11. Uluslararası Çimento Endüstrisi ve Teknolojileri Konferansı
27.06.2024

ÜYELERİMİZ

Akkim

CHRYSO

EGECRETE

POSROC

LYKSOR

MAPEI

CEBECİ Endüstriyel

Polson

ORACON

YAPICHEM

ÜYELİKLERİMİZ

EFCA

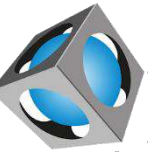
YAPI ÜRÜNLERİ
ÜRETİCİLERİ
FEDERASYONU

TÜRKİYE
İMSAD
HAYAT MALZEMELERİ SANAYİCİLERİ DERNEĞİ
MEMBER OF THE EUROPEAN CONCRETE ASSOCIATION

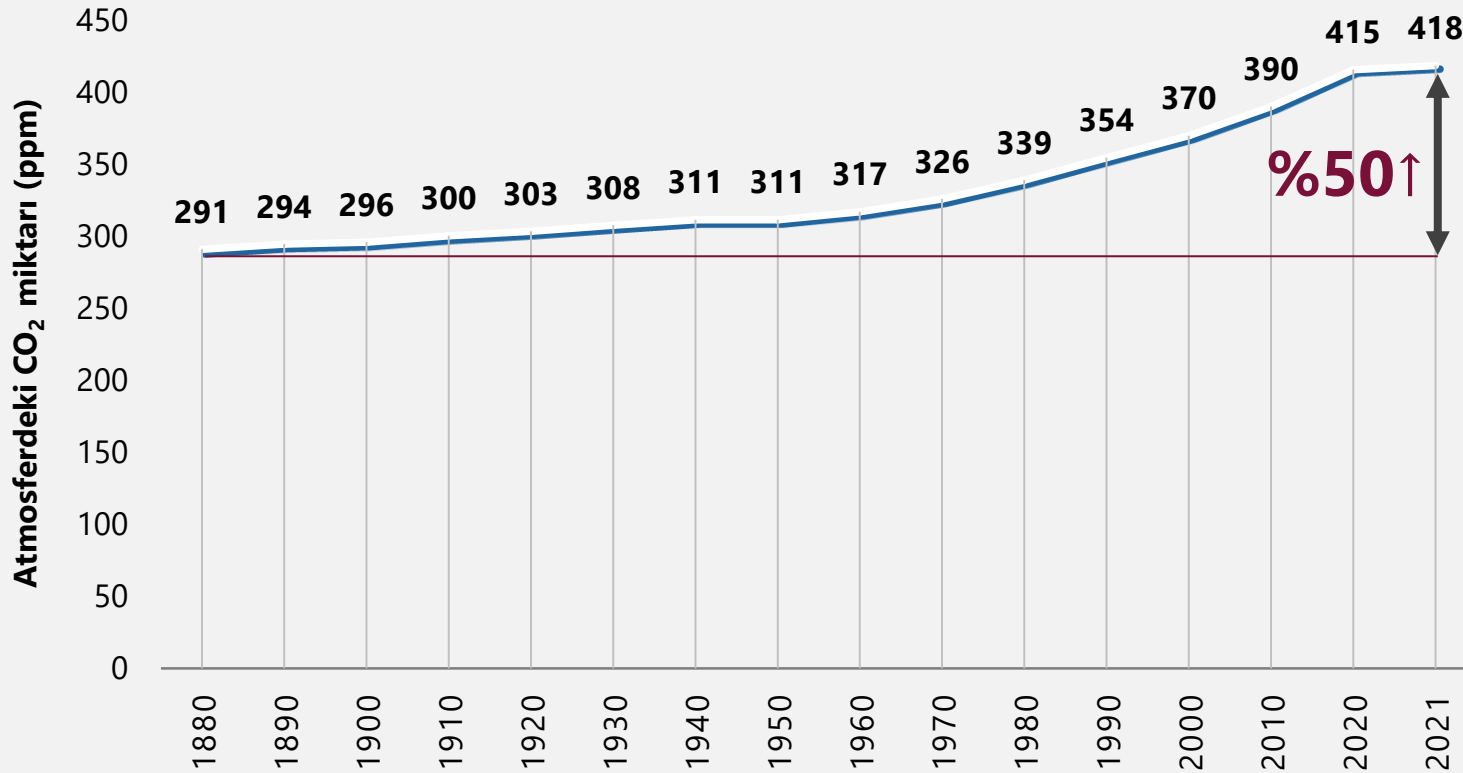




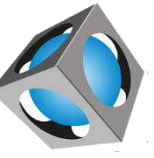
Çimento Katkılarının Net Sıfır Karbon Hedefindeki Rolü



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ → İKLİM KRİZİ



Sanayi devriminden itibaren atmosferdeki karbon yoğunluğu neredeyse %50 oranında arttı¹.

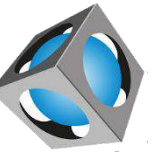


HEDEF: NET SIFIR EMİSYON

- Paris Anlaşması, küresel sıcaklık artışının **2°C** altında ve hatta **1,5°C** seviyesinde olmasını sağlamayı hedeflemektedir.
- 2021 yılı sonunda TBMM tarafından onaylanıp imzalanan Paris Anlaşması kapsamında Türkiye, **2030** yılına kadar karbon emisyonunu **%41** oranında azaltmayı ve **2053** yılında ise **net sıfır** emisyona ulaşmayı hedeflemektedir.

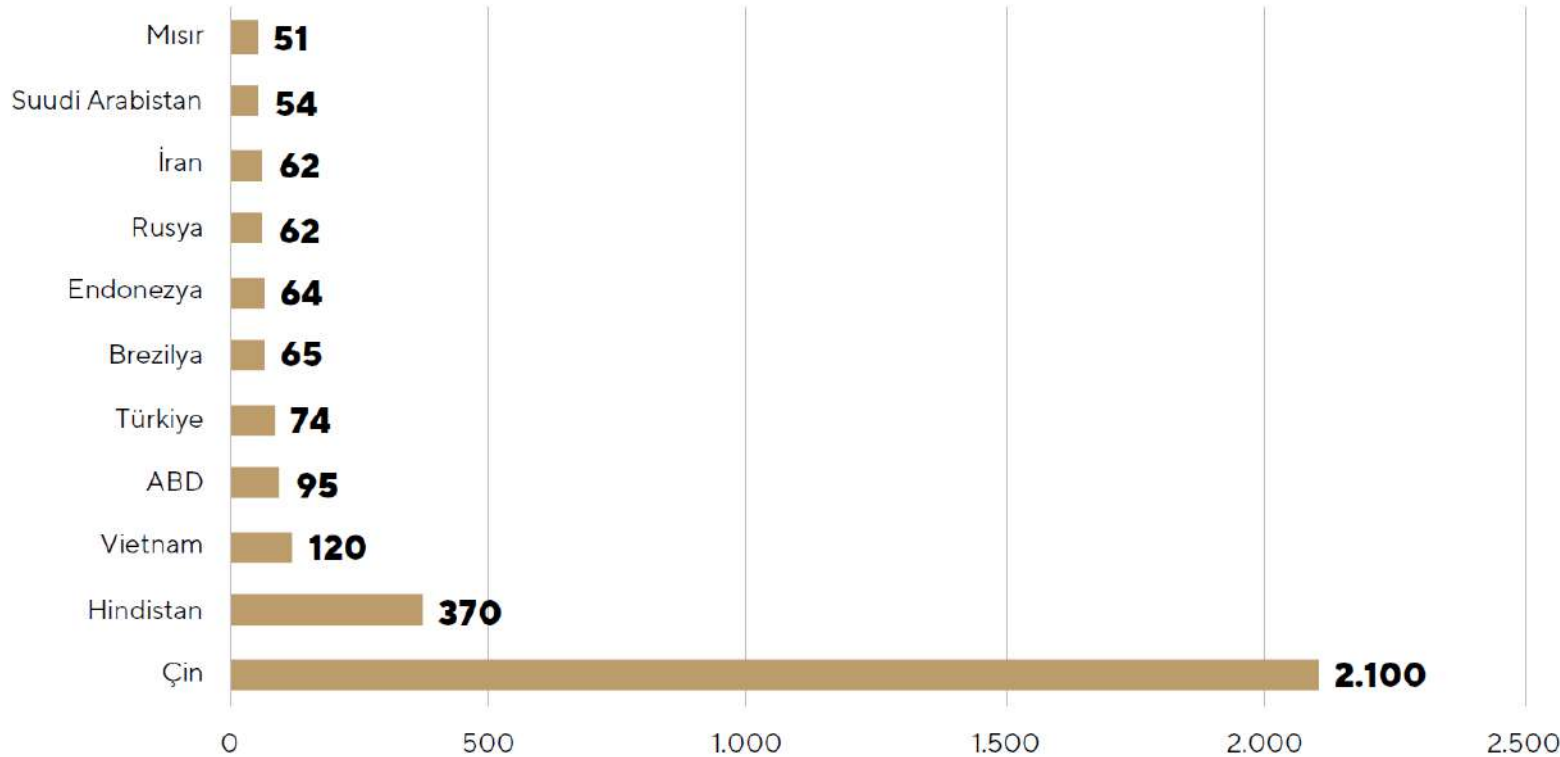
Net Sıfır Emisyon

İnsan kaynaklı (antropojenik) faaliyetler sonucunda atmosfere salınan karbondioksit başta olmak üzere tüm sera gazlarının miktarını, doğa tarafından emilen sera gazı miktarıyla eşitlemek yani bir dengeye getirmektir. Net sıfır, atmosfere yeni emisyonlar eklememektir. Bu durumda salım devam edecektir ancak karbon nötr bir iklim oluşacaktır.



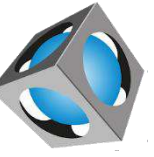
ÇİMENTO SEKTÖRÜ

Ülkelere Göre 2022 Yılı Çimento Üretim Hacmi (milyon ton)*



Küresel nüfus ve kentleşme arttıkça, küresel çimento üretiminin 2050 yılına kadar %12 ila %23 oranında artması beklenmektedir.

* Cement: production ranking top countries 2022 Statista



TÜRK ÇİMENTO SEKTÖRÜ

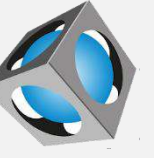
Çimento iç satışların cins dağılımı (%)



Çimento Cinsi	Türkiye	Cembureau
CEM I	%51	%39
CEM II	%39	%46
CEM III	<%1	%9
CEM IV	%8	%5
CEM V	<%1	%1

Ülke	Klinker/Çimento Oranı
Türkiye	0,84
AB27 ortalaması	0,77
Almanya	0,72
Hindistan	0,68
ABD	0,89
Brezilya	0,68
Birleşik Krallık	0,88
İtalya	0,77

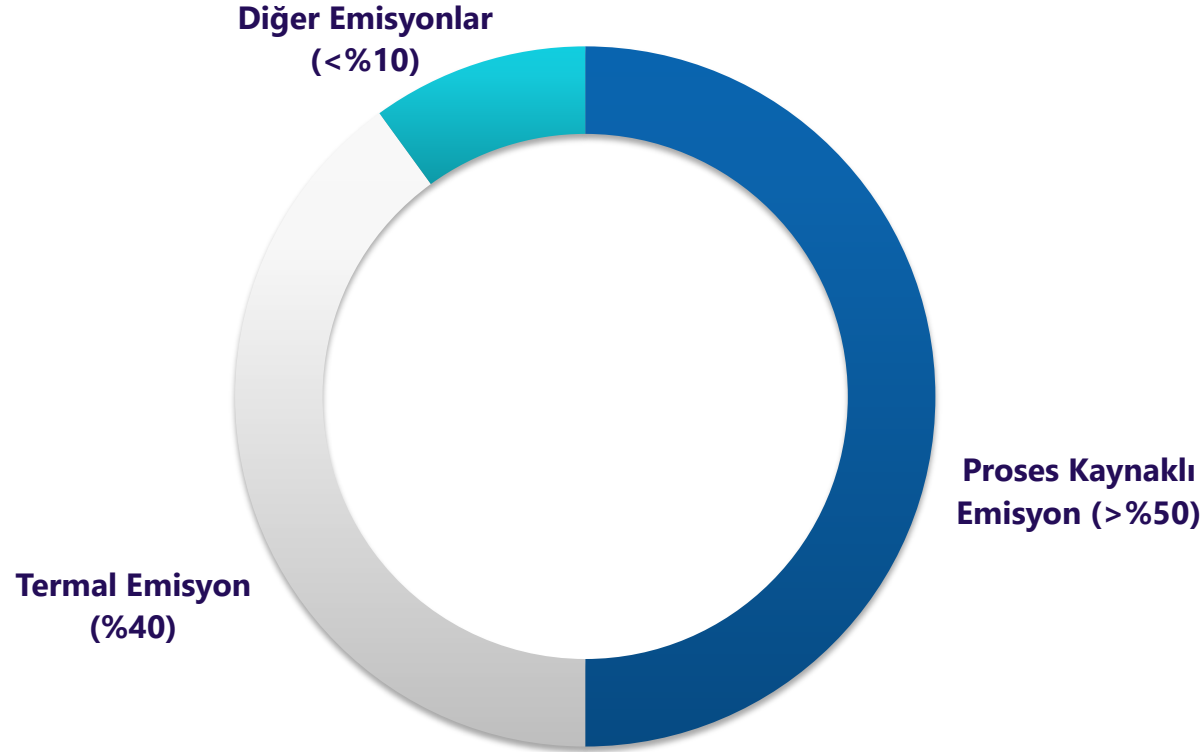
ÇİMENTO VE KARBON

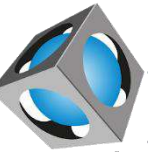


➤ Çimento üretimini farklı kılan iki önemli özelliği, **enerji ve emisyon yoğun** olmasıdır.

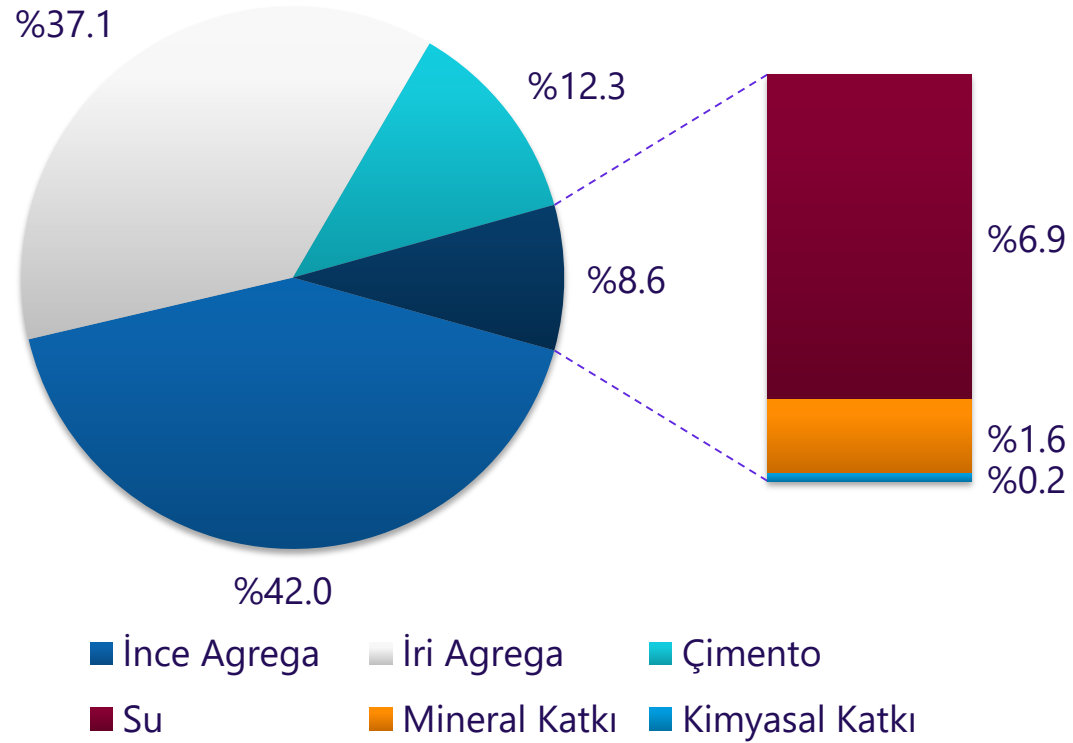
➤ Çimento üretimi küresel karbon salımının **%8**'ini oluşturmaktadır. Dünyada bir ton klinker üretimi sonucunda ortalama **798 kg** karbon emisyonu açığa çıkmaktadır.

➤ Çimento üretiminde açığa çıkan karbon emisyonunun **%50'den fazlası proses kaynaklı** (kalsinasyon), **%40'u termal kaynaklı** (fosil yakıtların yakılması) ve geri kalan kısım ise diğer süreçlerden kaynaklanmaktadır.





BETON VE KARBON

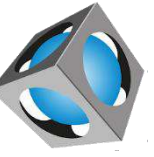


Çimentonun beton içindeki ağırlıkça oranı











Betondaki çimento kaynaklı karbon ayak izi

Çimento, beton bileşeni olarak ağırlıkça %10-15 arasında bir paya sahip olsa da betonun karbon ayak izinin %80-90'ından sorumludur.

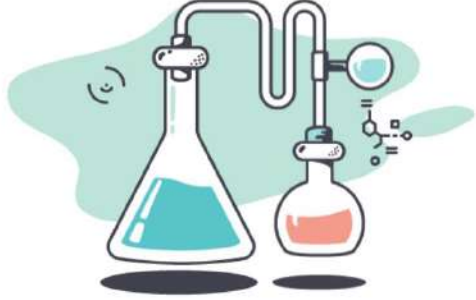


ÇİMENTO NET SIFIR YOL HARİTASI

	Net-Sıfır Hedefine Yönelik Aksiyonlar	GCCA	CEMBUREAU
	1. Yenilenebilir enerji / elektrik verimliliği	%5	%8
	2. Alternatif yakıtlar / termal verimlilik	%11	%17
	3. Alternatif ham madde / ikame malzemeler / düşük klinkerli ürünler	%9	%17
	4. Yenilikçi çimentolar / bağlayıcılar		
	5. Beton tasarım optimizasyonu	%11	%8
	6. Tasarım ve yapımda verimlilik / dögüsel ekonomi	%22	-
	7. Yeniden karbonatlaşma	%6	%8
	8. Karbon yakalama, kullanma ve depolama	%36	%42



ÇİMENTO KATKILARI



Çimento
Katkıları

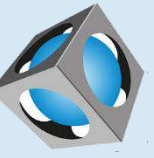
Kalite

Dayanım arttırıcı

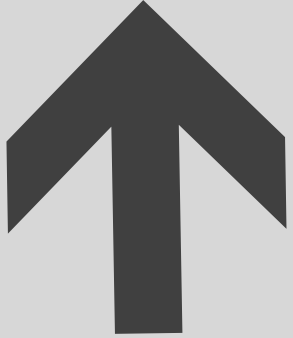
Performans
arttırıcı

Proses

Öğütme
Kolaylaştırıcı



Öğütme Kolaylaştırıcı Katkılar

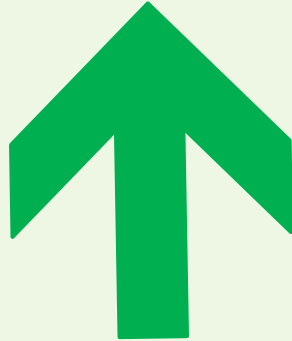


- Kapasite
- Seperatör verimi



- Enerji tüketimi
- Pack-set
- Su tüketimi
- Bilya kaplama riski

Dayanım Arttırıcı Katkılar

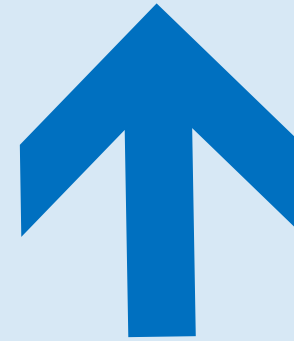


- Erken dayanım
- Geç dayanım
- Mineral katkı



- Klinker faktörü
- CO₂ emisyonu
- Enerji tüketimi

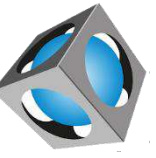
Performans Arttırıcı Katkılar



- Mineral katkı
- Dayanıklılık
- İşlenebilirlik
- Dayanım gelişimi



- Klinker faktörü
- CO₂ emisyonu
- Enerji tüketimi



Çimento Katkılarının Çalışma Mekanizması

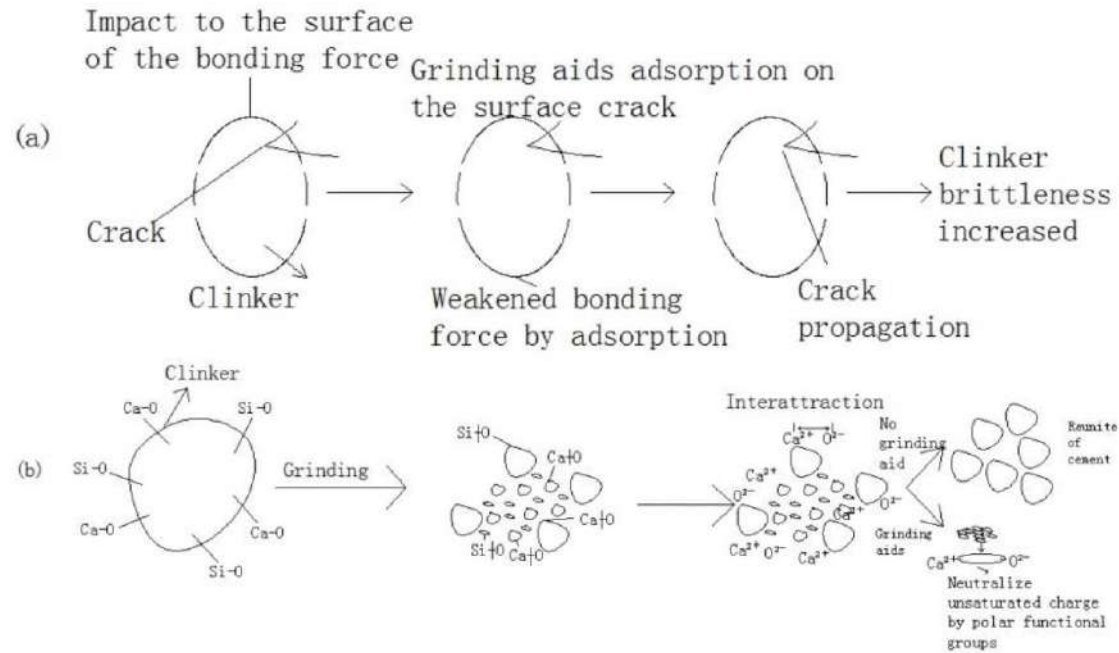
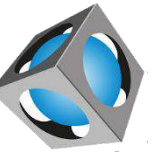







Fig.7 Grinding mechanism (a) adsorption model (b) split valence bond theory model

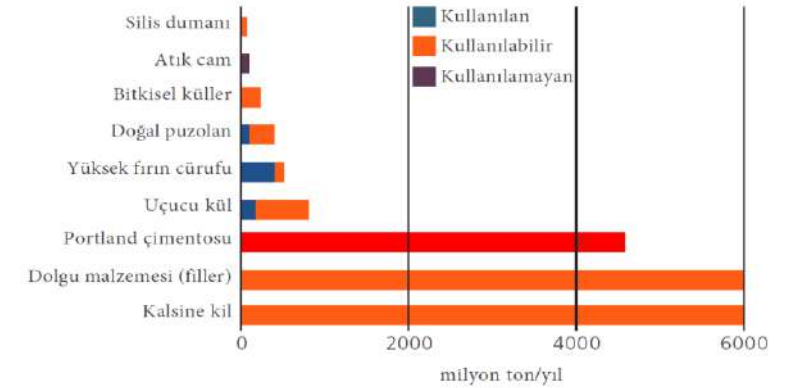
*Yanmei G., Shaofei S., The effect on the Performance of Cement Grinding Aid Components

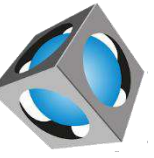


ÇİMENTO KATKILARI → NET SIFIR

	Çimentoda Net-Sıfır Hedefine Yönelik Aksiyonlar	GCCA	CEMBUREAU	Çimento Katkılarının Katkısı
	1. Yenilenebilir enerji / elektrik verimliliği	%5	%8	✓
	2. Alternatif yakıtlar / termal verimlilik	%11	%17	✓
	3. Alternatif ham madde / ikame malzemeler / düşük klinkerli ürünler	%9	%17	✓
	4. Yenilikçi çimentolar / bağlayıcılar			✓
	5. Beton tasarım optimizasyonu	%11	%8	✓

Çimento katkıları, çimentonun net sıfır emisyon hedeflerinin %36 ila %50'sini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir.





ÇİMENTO KATKILARI → NET SIFIR

KLİNKER FAKTÖRÜ

45 – 90 kg CO₂/ton çimento

ELEKTRİK TÜKETİMİ

1,4 – 4,7 kg CO₂/ton çimento

ALTERNATİF YAKIT

5 – 12 kg CO₂/ton çimento



TOPLAM FAYDA

51 – 107

kg CO₂/ton çimento



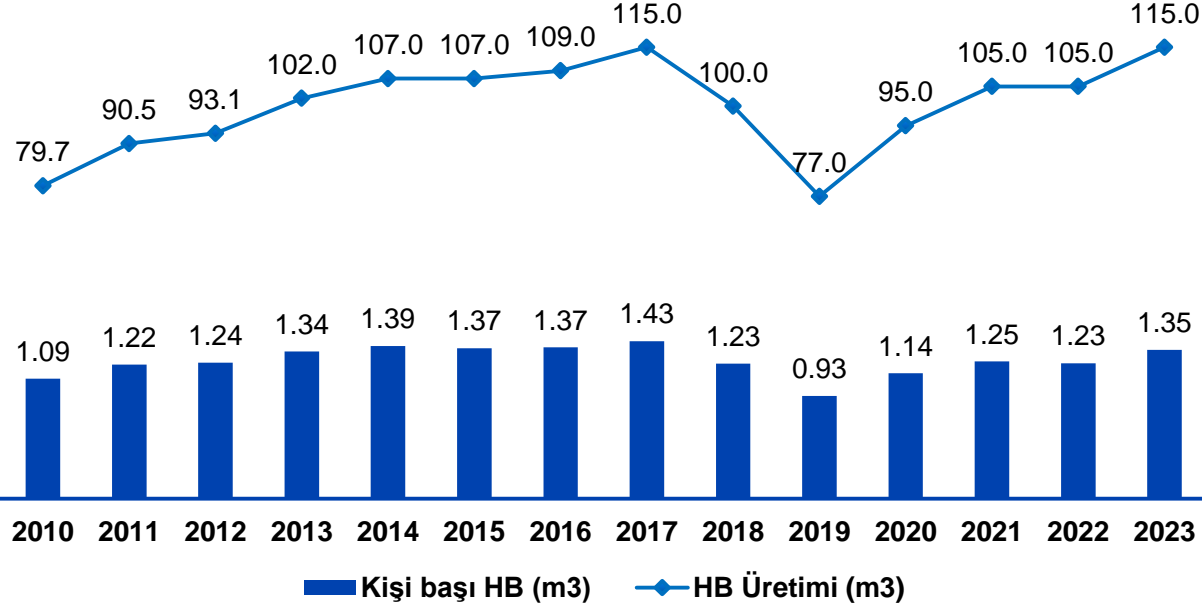
- ❑ 2021 yılında Türkiye'de 4 milyon ila 8,5 milyon ton karbon emisyonu azaltımı
- ❑ 180 milyon ila 390 milyon ağacın yıllık katkısına eş değer performans



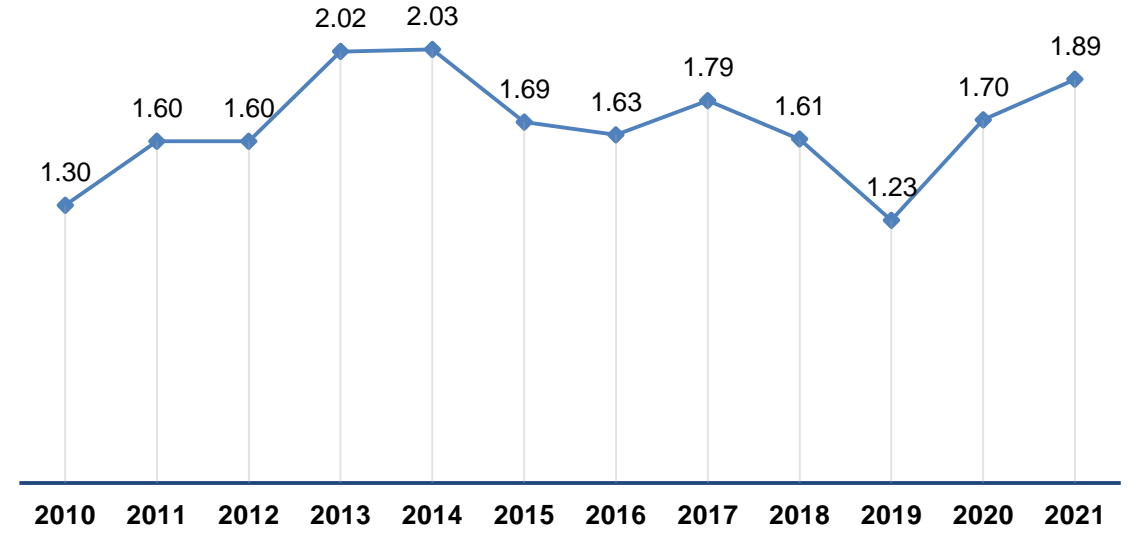
Beton Kimyasal Katkılarının Net Sıfır Karbon Hedefindeki Rolü

Türkiye'de Beton Sektörü

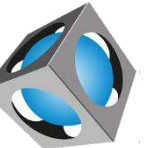
Hazır Beton Üretimi (milyon m³)



Prefabrik Beton Üretimi (milyon m³)

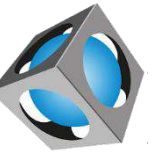
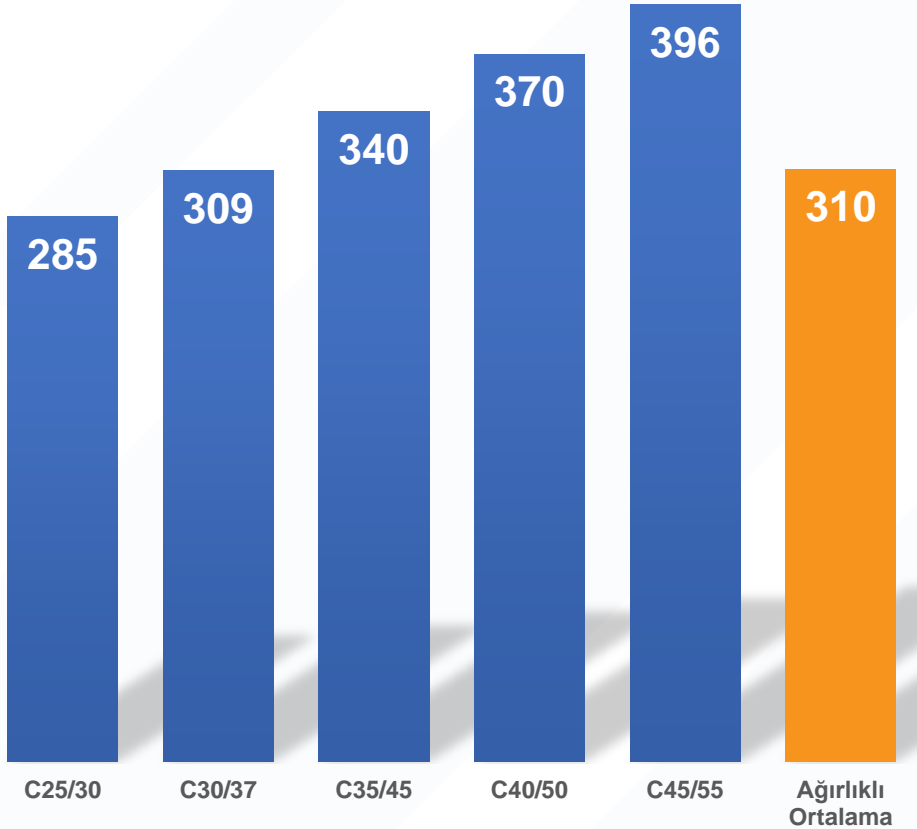


- 2022 yılı verilerine göre toplam hazır beton üretiminin %34'ü Marmara, %19'u İç Anadolu, %14'ü Ege, %11'i Akdeniz, %18'i Karadeniz, %7'si Doğu Anadolu ve %7'si Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmiştir.
- Hazır beton sektörü dışında beton üretimi gerçekleştirilen bir diğer önemli sektör de prefabrik sektördür. 2021 yılı itibarıyla ülkemizde 109 firma 1,9 milyon m³ beton üretimi ile prefabrik sektörüne hizmet vermektedir



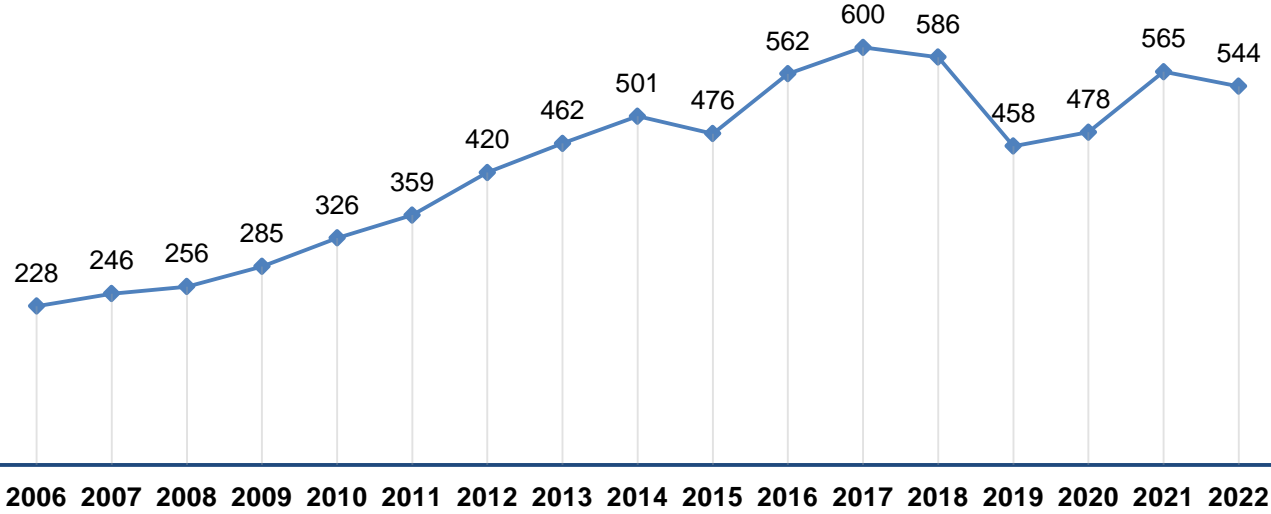
Betonun Karbon Emisyonu ve Düşük Karbonlu Beton

A1-A3
Hazır Beton Karbon Ayak İzi (kgCO_{2e}/m³)

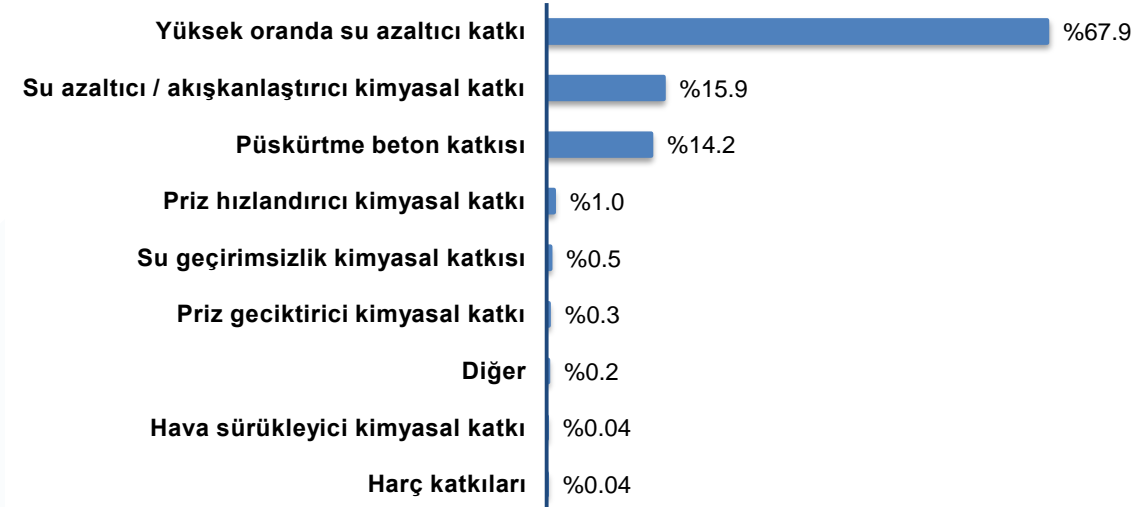


Türkiye'de Beton Kimyasal Katkı Sektörü

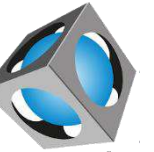
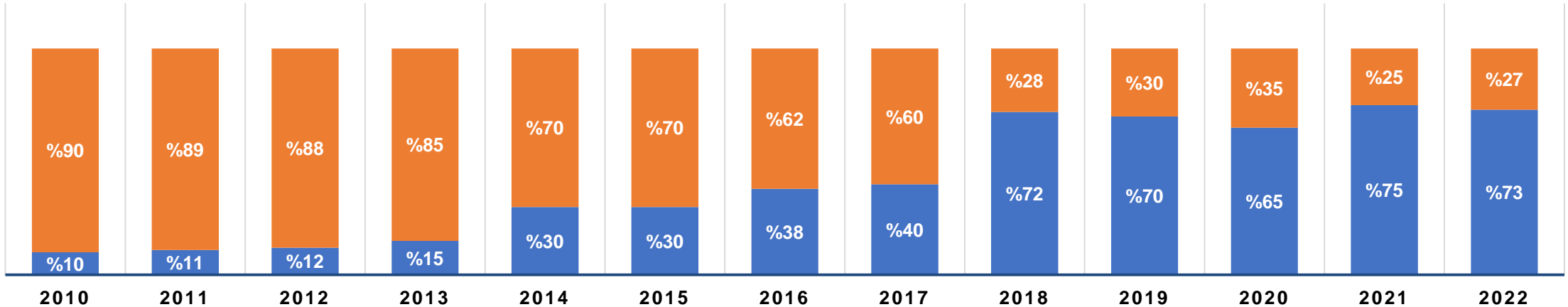
Beton Kimyasal Katkı Üretimi (bin ton)



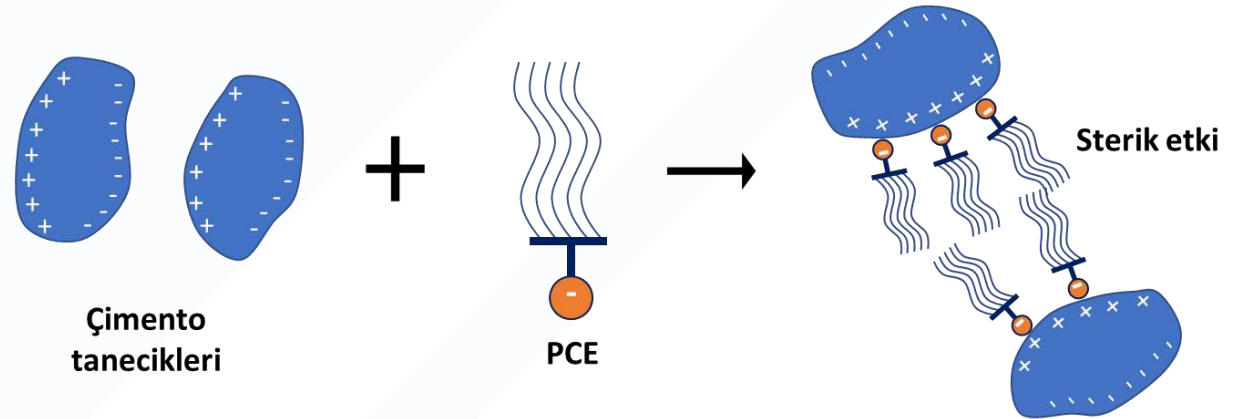
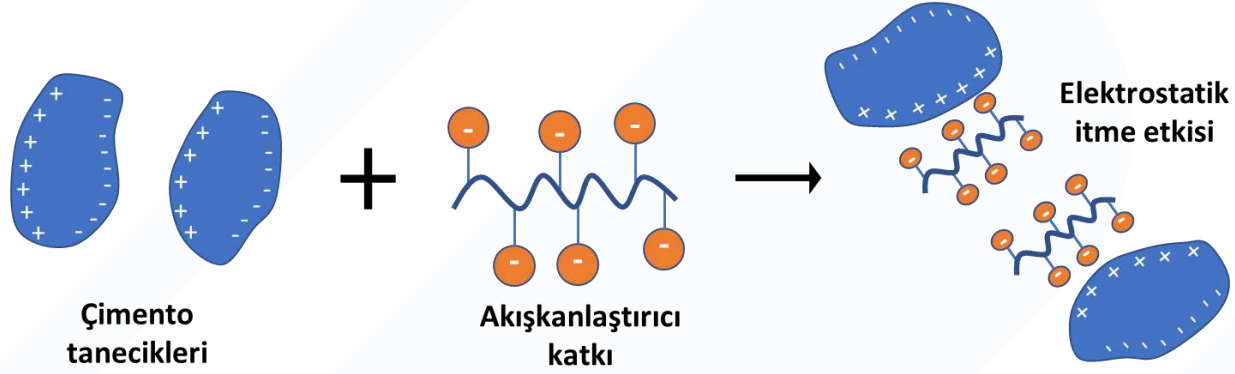
Katkı Sınıflarına Göre Üretim Oranı - 2022



■ PCE Bazlı ■ Diğer



Süperakışkanlaştırıcı Mekanizması



Çevresel Ürün Beyanları (EPD)

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

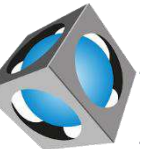
as per ISO 14025 and EN 15804+A2

Owner of the Declaration	European Federation of Concrete Admixtures Associations a.i.s.b.l. (EFCA)
Programme holder	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Publisher	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Declaration number	EPD-EFC-20210198-IBG1-EN
Issue date	16.12.2021
Valid to	15.12.2026

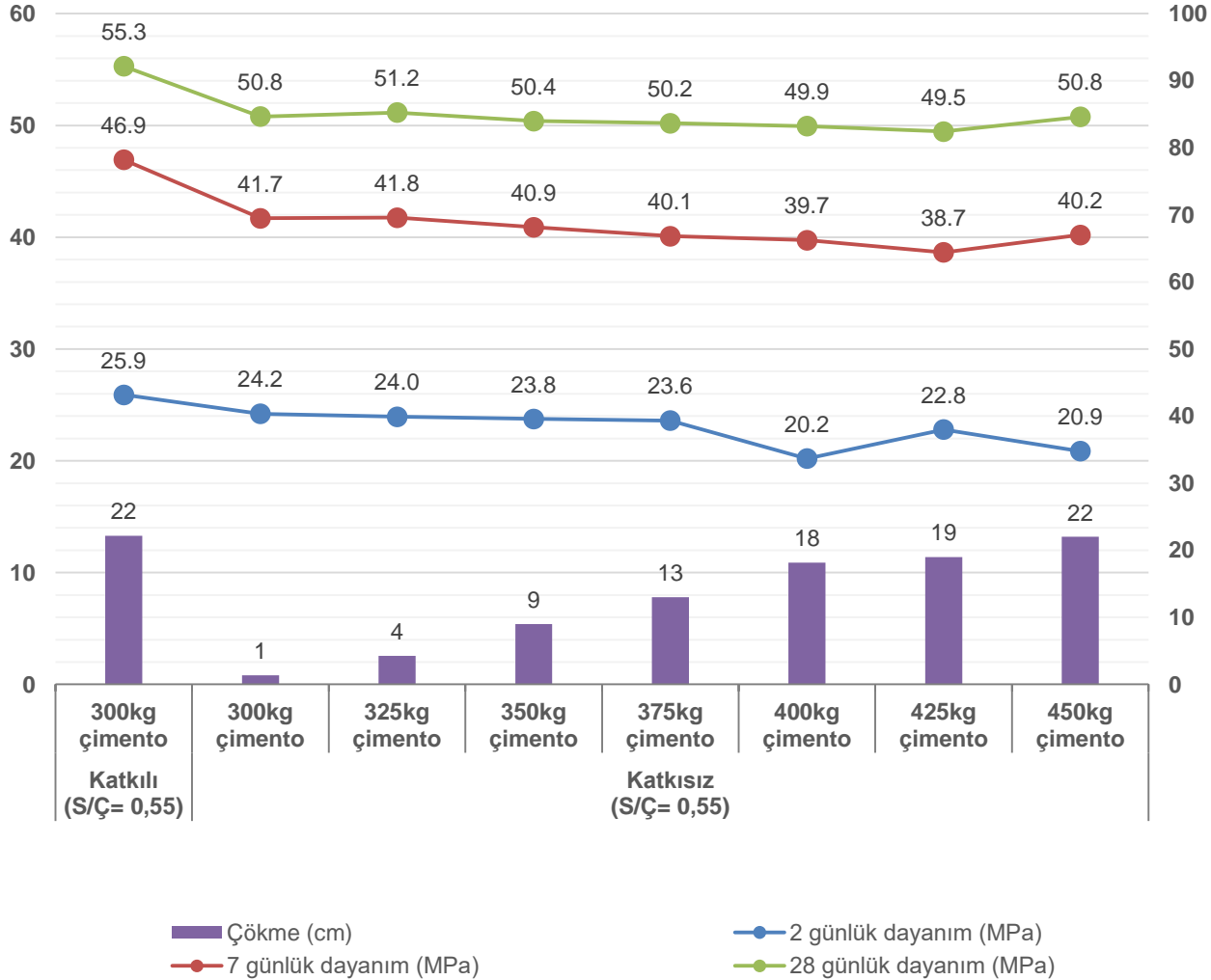
Concrete admixtures – Plasticizers and Superplasticizers
European Federation of Concrete Admixtures Associations a.i.s.b.l. (EFCA)

Kimyasal Katkılar	A1 – A3 Karbon emisyonu
	[kg CO _{2e}] / kg
Akışkanlaştırıcı / Süperakışkanlaştırıcı	1,53
Priz hızlandırıcı	1,34
Priz yavaşlatıcı	1,23
Sertleşmeyi hızlandırıcı	1,79
Hava sürükleyici	0,439
Su geçirimsizlik	2,67

Türkiye’de 1 m³ hazır betonda ortalama **4 kg akışkanlaştırıcı / süperakışkanlaştırıcı kimyasal katkı** kullanıldığı düşünüldüğünde 1 m³ betonda **kimyasal katkı kaynaklı karbon ayak izi ortalama 6 kg** olmaktadır. Bu da hazır betonun toplam karbon ayak izinin yaklaşık %2’si gibi oldukça düşük bir miktardır.



Çimento (Klinker) Miktarını Azaltma



60-120
kg CO_{2e} / m³

- Süperakışkanlaştırıcı katkıları 1 metreküp hazır betonun karbon ayak izini, katkısız betona kıyasla, **60–120 kg** azaltma potansiyeline sahiptir.
- Mevcut durumda neredeyse tüm hazır beton üretiminde kimyasal katkıların kullanıldığı düşünülse de daha etkili kimyasallar ile yüksek oranlarda karbon azaltımına ulaşmak mümkün olabilmektedir.



Su İhtiyacını Azaltma

Betonda Kimyasal Katkı Kullanımı	Çimento Miktarı (kg/m ³)	Su Miktarı (kg/m ³)	Çökme (cm)	2 günlük dayanım (MPa)	7 günlük dayanım (MPa)	28 günlük dayanım (MPa)
Katkılı	300	165	22	27,0	45,8	54,6
Katkısız	300	165	2	24,9	40,0	49,1
	325	179	4	24,0	41,8	51,2
	350	193	9	23,8	40,9	50,4
	375	206	13	23,6	40,1	50,2
	400	220	17	23,0	39,6	49,7
	425	234	19	22,8	38,7	49,5
	450	248	22	22,8	39,6	51,1

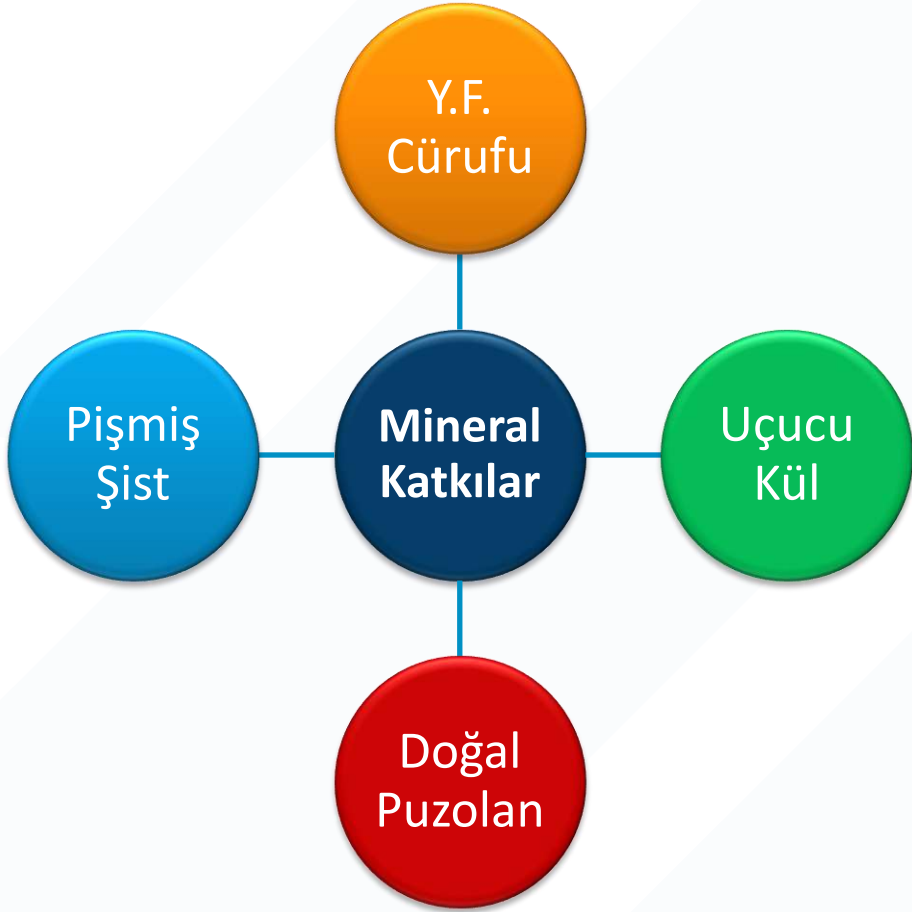


40 – 83
kg H₂O / m³

- Süperakışkanlaştırıcı katkıları 1 metreküp hazır betonun su ayak izini **40 – 83 kg** azaltma potansiyeline sahiptir.
- 2022 yılında ülkemizde 105 milyon metreküp hazır beton üretildiği düşünüldüğünde beton katkılarının yıllık ortalama **6-7 milyon ton su tasarrufu** sağladığı hesaplanmaktadır.

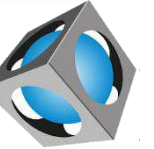


Mineral Katkı Kullanımını Arttırma



%5 - %10
kg CO_{2e} / m³

- Beton katkıları sayesinde daha fazla mineral katkı kullanımı mümkün olmaktadır. Özellikle erken dayanım ve su ihtiyacı gibi beton özelliklerinin iyileşmesi sonucu ilave olarak **%5-10** oranında çimento ikamesi yapılabilmektedir. Bunun sonucunda 1 metreküp hazır betonun karbon ayak izi katkıları sayesinde ilave olarak **10 – 25 kg** daha da azaltılabilmektedir.



Prekast Beton Üretiminde Enerji Tasarrufu



Yüksek erken dayanım için:

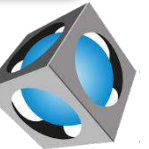
- Isıtma sistemleri (buhar kürü) ve/veya
- Dayanım hızlandırıcı katkıları



26 – 52 kg

CO_{2e} / m³

- Yeni nesil sertleşmeyi hızlandırıcı kimyasal katkı kullanımının daha düşük üretim maliyetinde ve eş değer performansta buhar kürü için gerekli mazot ihtiyacını **10 – 20 litre/m³** seviyesinde azalttığı tespit edilmiştir. Bu da 1 metreküp prekast kiriş üretiminde **26 - 52 kg CO₂** azaltımına denk gelmektedir.
- Ayrıca beton kimyasal katkıları prekast beton üretiminde su ihtiyacını azaltarak daha az çimento tüketimine ve daha fazla mineral katkı kullanımına neden olur ve bu sayede karbon ayak izinin azalmasını sağlar.



Diğer Etkiler



Geri Kazanılmış Agrega Kullanımı



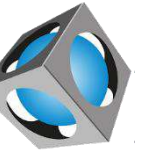
Tünel Kalıpta Enerji Tasarrufu



Püskürtme Beton Katkıları

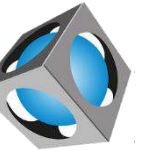


Kendiliğinden Yerleşen Beton



Değerlendirme

- Her geçen yıl artan insan popülasyonu ve şehirleşme nedeniyle kullanım miktarının daha da artacağı öngörülen çimento ve betonun karbon ayak izini etkili bir şekilde azaltmak önümüzdeki yılların en önemli konusu haline gelmiştir. İşte tam bu aşamada çimento ve beton kimyasal katkılarının önemi ve faydası öne çıkmaktadır.
- Beton ve çimento kimyasal katkı teknolojileri, sürekli gelişen Ar-Ge ve inovasyon süreçleri ile beton ve inşaat sektörüne hem teknik hem ekonomik hem de sürdürülebilirlik açısından katkı sağlamaya devam etmektedir.
- Çimento ve beton kimyasal katkıları, çimentonun ve betonun karbon ayak izinin düşürülmesinde son derece etkilidir.
- Katkı Üreticileri Birliği olarak, tüm paydaşlarımızla birlikte, sera gazı emisyonlarını düşürmeye yönelik atılacak adımlarda sektörümüze liderlik etmeye ve bu süreçte şeffaf, güvenilir ve ulaşılabilir bilgi üretmeye devam edeceğiz.





Teşekkürler.



info@kub.org.tr