"Güvenli Yapıların Sırrı"

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ

HAZIR BETON 197

ISSN:1300-8390

www.thbb.org

"HAZIR BETON" THBB YAYIN ORGANIDIR.
"HAZIR BETON" IS A PUBLICATION OF THE TURKISH READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION.

• YIL: 33 > EYLÜL - EKİM 2026 • YEAR: 33 > SEPTEMBER - OCTOBER 2026




BETONSTAR
TÜRKİYE'NİN
BETONSTAR'I
SAHADA
İŞLER YOLUNDA
BETONSTAR
58
www.betonstar.com
0850 777 78 27
Bozkurt

Soğuk Havalarda da Kaliteli Beton Performansı

EKAN® HZ Serisi

Soğuk hava koşullarında beton üretimi için priz ve sertleşmeyi hızlandırıcı katkı çözümleri.



- **Priz ve sertleşme sürelerini kısaltmaya yardımcı**
- **Erken dayanım gelişimini destekler**
- **Soğuk hava koşullarına yönelik çözümler**

Hazır Beton ve Çimento için Sürdürülebilir Kimya Çözümleri

www.ekanchem.com.tr

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİNE ÜYE KURULUŞLAR

TURKISH RMC ASSOCIATION - MEMBER COMPANIES

Adil İnşaat
İstanbul: 0212 432 19 99

Adoçim
İstanbul: 0212 286 69 82
Çorum, Sivas, Samsun, Tokat

Ak Beton
İstanbul: 0216 365 18 66

Akdeniz01 Beton
Osmaniye: 0533 319 84 38

Akova Beton
Kocaeli: 0262 381 01 01

Albayrak Beton
İstanbul: 0216 466 52 47

Alagözler Beton
Zonguldak: 0372 615 84 16

Alton Beton
İstanbul: 0216 484 65 70

Arı Group
Bilecik: 0228 314 84 41

Asdur Beton
Hatay: 0326 413 81 85

Atılım Beton
Tekirdağ: 0282 726 23 77
İstanbul

Ayhanlar Hazır Beton
Kocaeli: 0262 759 10 22

Aykon Beton
Mardin: 0532 206 81 65

Bakır Beton
Kayseri: 0352 322 13 13

Batıbeton
İzmir: 0232 478 44 00
Aydın, Manisa, Denizli, Muğla

Besantaş Beton
İstanbul: 0212 689 02 63

Betoçim Çimento ve Beton
İstanbul: 0216 482 48 66

Beton-taş Hazır Beton
Aydın: 0256 518 28 14
İzmir

Bilginler Nakliyat Hazır Beton
Bartın: 0 378 227 64 78
Zonguldak

Birlik Beton
Ankara: 0312 278 43 91

Bodrum Beton
Muğla: 0252 559 01 12

Bozkayalar Taşocağı&Beton
Hatay: 0326 392 10 21

Bursa Beton
Bursa: 444 16 22
Balıkesir, Yalova, Kocaeli

Cantaş Beton
Edirne: 0284 268 62 03
Kırklareli

Çimbeton
İzmir: 0232 472 06 72
Aydın, Manisa, Edirne, Elâzığ, Kırklareli, Malatya, Tekirdağ, İstanbul

Çimko Çimento ve Beton
Kahramanmaraş: 0344 228 77 00
Adana, Adıyaman, Gaziantep, Hatay, Kilis, Osmaniye, Bartın, Mersin, Kayseri, Şanlıurfa, Malatya, Zonguldak

Çimsa Çimento
İstanbul: 0216 651 53 00
Adana, Afyonkarahisar, Bilecik, Bursa, Eskişehir, Uşak, Antalya, Denizli, Osmaniye, Hatay, Kütahya, Mersin, Sakarya,

Çimya Çimento
Elâzığ: 0424 247 20 42
Malatya

Danış Beton
İstanbul: 0216 471 34 34

Evliyaoğlu Beton
İzmir: 444 77 04

Genç Manisa Beton
Ankara: 0312 427 20 20
Manisa

Göltaş
Isparta: 0246 237 14 51
Antalya, Burdur

Gür Beton
İstanbul: 0212 880 44 73
Kırklareli, Tekirdağ

Hacıoğulları Beton
İstanbul: 0216 446 71 00
Kocaeli, Yalova

Hamak İnşaat
İstanbul: 0216 731 31 28

Haydaroğlu Hazır Beton
Kocaeli: 0532 699 06 41

Herpa Maden Beton
Kocaeli: 0262 335 15 00

İnci Beton
Sakarya: 0264 276 61 00

İsmail Demirtaş Beton
İstanbul: 0216 378 66 66

İston
İstanbul: 0212 537 82 00

Kafkas Hazır Beton
Balıkesir: 0266 377 25 48

Kar Beton
Kocaeli: 0262 751 23 24
Bursa, Yalova, İstanbul

Köroğlu Beton
Bolu: 0374 243 96 42

Limak Beton
İstanbul: 0216 404 10 71
Ankara, Gaziantep, Edirne

Medcem Beton
Mersin: 0324 744 40 00
Adana

Me-Ke İnşaat
Tekirdağ: 0282 645 60 69

Miltaş Beton
İstanbul: 0216 311 91 61

Nuh Beton
İstanbul: 0216 564 00 00
Bursa, Kocaeli, Sakarya

Onur Beton
İstanbul: 0212 798 21 13

Orbetaş
Ordu: 0452 233 28 16

Oyak Beton
Ankara: 0312 278 78 00
Adana, İstanbul, Kocaeli, Ordu, Osmaniye, Rize, Samsun, Denizli, İzmir, Manisa, Aydın, Afyonkarahisar, Hatay, Kahramanmaraş, Adıyaman, Antalya, Bursa, Gaziantep, Mersin, Trabzon

Özgüven Beton
İzmir: 0232 520 30 00
Manisa

Özseç Beton
İstanbul: 0212 798 25 38
Sakarya

Özyurt A.Ş.
İstanbul: 0212 485 90 49

Polat Beton
Ankara: 0312 384 30 97

Safi Beton
İstanbul: 0216 468 87 00
Bursa

Sayın Endüstriyel Yapı
Afyonkarahisar: 0272 221 10 30
Antalya

Selka Hazır Beton
Eskişehir: 0222 237 62 62
Kütahya

Sinop Beton
Sinop: 0368 613 33 39

Traçim
İstanbul: 0212 315 53 32

Uğural
Ankara: 0312 284 81 00

Ulu Beton
İstanbul: 0212 688 08 88

Ulusal Beton
İstanbul: 0212 615 61 12
Kocaeli

Votorantim
Ankara: 0312 860 63 00
Kayseri, Kırıkkale, Samsun,

Yapısoy Beton
Kocaeli: 0262 371 13 04

Yaşar Cihan Beton
Bursa: 0224 413 22 44
Sakarya

Yiğit Hazır Beton
Ankara: 0312 278 79 00
Bolu

Yoldere Beton
Kocaeli: 444 11 08

Güncel üye listemiz için **www.thbb.org** adresini ziyaret ediniz. Üyelerimizin tüm tesisleri KGS tarafından sürekli denetlenip belgelendirilmektedir.
Please visit **www.thbb.org** to get a list of our current members. All of our members' plants are constantly inspected and certified by KGS

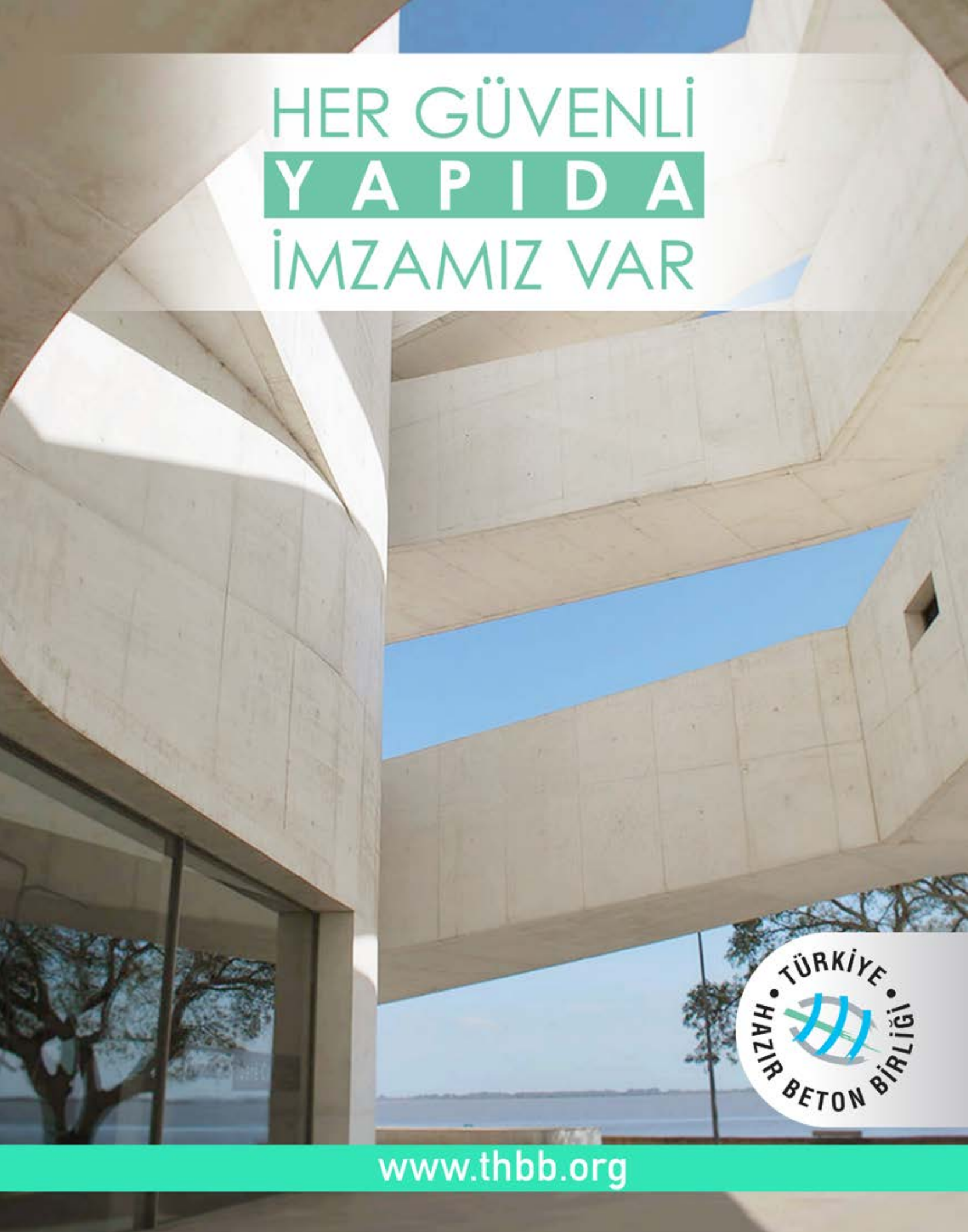
Putzmeister

TÜRKİYE'NİN LİDER BETON POMPASI



putzmeisterturkiye
info.turkey@putzmeister.com
+90 282 735 10 00

Putzmeister Makine Sanayi Tic. A.Ş.
G.O.P. Mah. Namık Kemal Bulvarı No: 6
59500 Çerkezköy, Tekirdağ


HER GÜVENLİ
YAPIDA
İMZAMIZ VAR
TÜRKİYE
HAZIR BETON BİRLİĞİ
www.thbb.org

TRANSMİKSERDE DÜNYA STANDARDINI ROTA İLE YAKALAYIN

TRANSMİKSER A.Ş.



Üretim

Revizyon

Yedek Parça

Ürünlerimiz

Yaş Sistem Transmikser *WET SYSTEM TRANSMIXER*	**Kazanlar** *DRUMS*	**Oluk** Grubu *CHUTE GROUP*
Hafifletilmiş Transmikser *LIGHTENED (SUPER LIGHT) TRANSMIXER*	**Kazan** Dönüş Ringi *DRUM ROTATION RING*	**Taşıyıcı** Makara Sistemi *CARRIER PULLEY SYSTEM*
Semi Treyler Transmikser *SEMI TRAILER TRANSMIXER*	**Transmikser** Taşıyıcı Şasesi *MIXER CARRIER CHASSIS*	**Su Deposu** *WATER TANK*
Tünel Tip Transmikser *TUNNEL TYPE TRANSMIXER*	**Taşıyıcı** Ön ve Arka Ayaklar *FRONT AND REAR CARRIER LEGS*	**Kumlama ve** Boyama *SAND BLASTING AND PAINTING*

ROTA

Sertifikalarımız

ISO 45001 / ISO 14001 / ISO 9001
TS 10325 / TS 10325 / TS ISO 18650-1
TS ISO 18650-2 / TS 10202 / TS ISO 21573-1

Rota Transmikser Paslanmaz Sac Metal Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.

FABRİKA: Akçaburgaz Mah. 1585 sk. TEM34 Esenyurt 1 Sanayi Sitesi B3 Blok No: 2/11 Esenyurt / İstanbul / Türkiye
İLETİŞİM: TEL.: +90 212 485 0 876 **FAX:** +90 212 485 0 877

DEPO: İkitelli OSB. Eskoop Sanayi Sitesi C2 Blok No: 77 Başakşehir / İstanbul / Türkiye
İLETİŞİM: TEL.: +90 212 549 9 501 **FAX:** +90 212 549 9 521

www.rotagrup.net / www.rotamiks.com.tr

İçindekiler : contents :

8 **Başkan'ın Gözüyle**
President's Opinion
Sektörümüz için durmadan çalışıyoruz
Working relentlessly for our industry

10 **Etkinlikler**
Activities
THBB'den İBB Başkan Vekili Nuri Aslan'a ziyaret
THBB Visits Istanbul Deputy Mayor Nuri Aslan

26 **Haberler**
News
Ekim ayında yıllık enflasyon %29,77 oldu
Annual inflation reaches 29.77% in October

37 **İnovasyon**
Innovation
İklim değişikliğine dayanıklı yollar
Exploring a smarter way to build climate-resilient roads

İLAN İNDEKSİ ADVERTISEMENT INDEX

BETONSTAR	Ön kapak içi	THBB	s > 4	HİDROMEK	s > 15
EKAN KİMYA	Ön kapak içi karşısı	ROTA	s > 5	BMS	s > 17
THBB ÜYELER	s > 2	GÜVEN	s > 11	FORD TRUCKS	s > 19
PUTZMEISTER	s > 3	KOLUMAN	s > 13	NT MAKİNE	s > 21

ISSN:1300-8390



Kapak fotoğrafı: Leon Macapagal, www.pexels.com

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
Adına İmtiyaz Sahibi
Yönetim Kurulu Başkanı
President of Executive Board
Yavuz Işık

Genel Yayın Yönetmeni
Editor in Chief
Reşat Sönmez - İnş. Müh.

Yayın Kurulu
Advisory Committee
Prof. Dr. Fevziye Aköz
Prof. Dr. Ergin Arıoğlu
Prof. Dr. Nuray Aydınoğlu
Prof. Dr. Bülent Baradan
Prof. Dr. Zekai Celep
Prof. Dr. Şakir Erdoğdu
Prof. Dr. İlhan Eren
Prof. Dr. Abdurrahman Güner
Prof. Dr. Hulusi Özkul
Prof. Dr. Erbil Öztekin
Prof. Dr. Turan Özturan
Prof. Dr. Canan Taşdemir
Prof. Dr. M. Ali Taşdemir
Prof. Dr. Mustafa Tokyay
Prof. Dr. Fikret Türker
Prof. Dr. Mustafa Karagüler

Tanıtım ve Halkla İlişkiler Komitesi
Publicity and PR Committee
A. Doğukan Demir
Umut Danış
Ali Kemal Çelik

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Responsible Editor-in-Chief
Hakan Zengin (MA)

İlan Sorumlusu
Advertising
Pınar Taşkın

CONTENTS İÇİNDEKİLER

49 **Sürdürülebilirlik**
Sustainability
Hava koşulları ve düşük karbonlu beton tasarımı
Local weather could be a blind spot in low-carbon concrete design

59 **Uygulamalar**
Applications
Soğuk hava koşullarının betona etkisi ve alınması gereken tedbirler
Effects of cold weather conditions on concrete and required precautionary measures

73 **Makale**
Article
Beton kalite ve denetimi için petrografik yöntemler
Petrography methods for the quality and inspection of concrete

79 **Basında THBB**
THBB at Press

İMPES	s > 23	THBB LAB.	s > 58
İMER L&T	s > 25	KGS	Arka kapak içi karşısı
AKÇANSA	s > 29	POLYTEC KİMYA	Arka kapak içi
CSC	s > 52	CHRYSO	Arka kapak

Teknik Editörler
Technical Editors
Dr. Aslı Özbora - İnş. Müh.
Koray Saçlıtüre - Y. Jeoloji Mühendisi
Emral Yılmaz - Y. İnşaat Mühendisi

Yayımlayan
Publisher
Türkiye Hazır Beton Birliği
Turkish Ready Mixed Concrete Association
Rüzgârlıbahçe Mah. Özalp Sok. No.:2
K Plaza Kat: 3 34805 Beykoz / İstanbul
Tel: (0216) 322 96 70 (pbx)
Faks: (0216) 413 61 80
www.thbb.org - info@thbb.org

Baskı
Printing
Şan Matbaa Ambalaj
San. Tic. AŞ
Hamidiye Mah.
Anadolu Cad. No.: 50/3
Kâğıthane / İSTANBUL
Tel: 0212 289 24 24

Grafik Tasarım
Graphic Design
FUTURA

Yayın Türü
Publication Type
Yerel Süreli Yayın, 2 Aylık
Baskı: 19 Kasım 2026

Hazır Beton dergisinde yayımlanan yazıların her hakkı Türkiye Hazır Beton Birliğine aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.



Sektörümüz için durmadan çalışıyoruz

Yavuz Işık
THBB Yönetim Kurulu Başkanı
President

Değerli üyelerimiz ve sektörümüzün kıymetli paydaşları, inşaat sektörünün en temel bileşenlerinden biri olan hazır beton sektörünün temsilcisi olarak, sektörümüzün gelişimi, kalite standartlarının yükseltilmesi ve geleceğe hazırlanması için çalışmalarımızı yoğun bir şekilde sürdürüyoruz.

Birliğimizin 1-4 Aralık 2027 tarihlerinde İstanbul'da düzenleyeceği BETON 2027 Fuarı ve Kongresi hazırlıkları kapsamında oluşturulan Bilim Kurulu ilk toplantısını yoğun bir katılımla gerçekleştirdi. Kasım ayında yapılan toplantıda, kongrede ele alınacak bildiri konuları değerlendirildi. Yönetim Kurulumuzun kararıyla Birliğimizin ve Kalite Güvence Sisteminin (KGS) çalışmalarına değerli katkıları dolayısıyla KGS Kurulu Başkanı Prof. Dr. Hulusi Özkul onuruna düzenlenecek olan kongrenin sektörümüz için önemli bir buluşma noktası olacağına inanıyoruz.

Yönetim Kurulu Üyelerimizle birlikte İBB Başkan Vekili Nuri Aslan'ı eylül ayında ziyaret ettik. Bazı İBB Meclis Üyelerinin de katıldığı görüşmede hazır beton sektörünün Türkiye'deki, Avrupa'daki ve dünyadaki konumunu, THBB'nin faaliyetlerini ve sektörümüz açısından üstlendiği önemli rolü anlattık. KGS belgesinin ve kaliteli beton üretiminin önemine değinerek yapı güvenliğinin sağlanmasında standartlara uygun üretimin hayati rolünü vurguladık. Uygulamada karşılaşılan hususların ve İstanbul'da sektörümüzün yaşadığı sorunların da gündeme geldiği görüşmede, çözüm önerileri üzerine karşılıklı değerlendirmelerde bulunduk.

Birliğimiz tarafından ülkemize tanıtılan Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) belgelendirme çalışmaları da hız kesmeden devam ediyor. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS tarafından gerçekleştirilen denetimler sonucunda Limak Çimento'nun Yenibosna Hazır Beton Tesisi, "Altın" seviyesinde CSC Sertifikası almaya hak kazandı. Değerli üyemiz Limak Çimento'yu içtenlikle kutluyor, çevreye duyarlı üretim anlayışını benimseyen ve sürdürülebilirliği iş süreçlerinin merkezine alan tüm firmalarımızı bu önemli ekosistemin bir parçası olmaya davet ediyorum.

Mesleki yeterlilik ve belgelendirme alanındaki çalışmalarımızı da kararlılıkla sürdürüyoruz. Mesleki Yeterlilik Kurumunun (MYK) eylül ayında Bursa'da düzenlediği Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşları Bölgesel İstişare Toplantısı'na katıldık. Toplantıda Birliğimizi temsil ederek Sınav ve Belgelendirme Sistemi, Ulusal Yeterlilikler ve sektördeki güncel gelişmelerle ilgili değerlendirmelerde bulunduk.

THBB Mesleki Yeterlilik Merkezi (MYM) olarak sınav ve belgelendirme çalışmalarımıza yoğun bir şekilde devam ediyoruz. Son iki ayda yedi ilde 28 Beton Pompa Operatörü, üç ilde 12 Beton Transmikser Operatörü ve üç ilde 8 Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavı gerçekleştirdik. İş güvenliğine uyumlu, nitelikli ve sorunsuz çalışma koşulları için personelinizin Beton Transmikser Operatörlüğü, Beton Pompa Operatörlüğü ve Beton Santral Operatörlüğü Mesleki Yeterlilik Belgesi alması için THBB MYM'ye başvurmasını bekliyoruz.

Sektör deneyimimizi ve bilgi birikimimizi üniversite öğrencileriyle paylaşmayı da önemsiyoruz. Bu kapsamda ekim ayında YTÜ İnşaat Fakültesinin düzenlediği Çarşamba Etkinlikleri'ne konuk olduk. "Türkiye'de ve Dünyada Beton" ile "Türkiye Hazır Beton Birliği YTÜ Teknopark Beton AR-GE Merkezi" başlıklı sunumlarımızı paylaştık. Ayrıca üyesi olduğumuz Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonunun (YÜF), Trakya Üniversitesi Mimarlık Fakültesi iş birliğiyle ekim ayında düzenlediği "Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri" webinarına katılarak "Dünyada ve Türkiye'de Hazır Beton" başlıklı bir sunum gerçekleştirdik.

Üyesi olduğumuz Türkiye İMSAD'ın ekim ayında İstanbul'da düzenlediği Üye Dernekler Toplantısı'na katıldık. Toplantıda

Working relentlessly for our industry

The Scientific Committee established for BETON 2027, the Exhibition and Congress to be held by our Association in Istanbul on 1–4 December 2027, held its first meeting with strong participation in November. The meeting focused on the topics to be addressed at the Congress and the papers to be presented.

sektörümüzün gündemindeki konulara ilişkin değerlendirmelerimizi, karşılaştığımız sorunları ve beklentilerimizi paylaştık.

Sektörümüzün gelişimi ve ortak sorunlarımızın çözümü için Birlik bünyesindeki çalışmalarımızı da aralıksız sürdürüyoruz. Ekim ayında düzenlediğimiz Teknik Komite ve Sürdürülebilirlik Komitesi toplantılarında sektörümüzü yakından ilgilendiren gelişmeleri değerlendirerek kararlar aldık.

Uluslararası platformlarda ülkemizi ve sektörümüzü temsil etmeye devam ediyoruz. Üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğumuz İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) eylül ayında telekonferans yöntemiyle gerçekleştirilen Genel Kurulu ile Bölgesel Sistem Operatörleri toplantısına katıldık. Ayrıca eylül ve ekim aylarında Avrupa Hazır Beton Birliğinin (ERMCO) Yönetim Kurulu, Teknik Komite ve Sürdürülebilirlik Komitesi toplantılarına katıldık. Avrupa standardizasyon çalışmalarında da aktif rol almayı sürdürüyoruz. Bu kapsamda, Avrupa Standardizasyon Komitesinin (CEN) BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) Teknik Komitesi bünyesinde faaliyet gösteren "Yapı Ürünlerinin Performans Özelliklerinin Dijitalleştirilmesi" Çalışma Grubunun (CEN/TC 442/WG 12) ekim ayında telekonferans yöntemiyle gerçekleştirilen toplantısına katıldık.

Sektörümüzü, Birliğimizi ve çalışmalarımızı kamuoyuna tanıtmak, halkımızı ve tüm paydaşlarımızı bilgilendirmek amacıyla iletişim faaliyetlerimizi de sürdürüyoruz. Ekim ayında canlı yayınına konuk olduğum A Para televizyonunun "Gayrimenkul Raporu" programında inşaat ve hazır beton sektörlerine ilişkin değerlendirmelerimizi paylaştım.

Üyelerimizin desteği ve sektör paydaşlarımızla kurduğumuz güçlü iş birliğiyle, hazır beton sektörünün gelişimi için çalışmalarımıza aynı kararlılıkla devam edeceğiz.

Sektörümüzün gelişimine yönelik çalışmalarımızı sürdürürken, ülkemizi ve sektörümüzü etkileyen ekonomik ve küresel gelişmeleri de yakından takip ediyoruz.

Küresel ekonomi; jeopolitik gerilimler, ticaret savaşları, korumacılık politikaları ve enerji piyasalarındaki kırılganlığın derinleştiği çok katmanlı bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Dünya genelinde artan sıkılaşma eğilimleri ve belirsizlikler, yatırımların yönünü ve üretim kabiliyetlerini yeniden şekillendirmektedir. Bu tablo, stratejik konumu ve güçlü sanayi altyapısıyla Türkiye'ye önemli fırsatlar sunmakla birlikte; dış finansman koşulları ve iç piyasadaki dengelenme süreci hassas bir makroekonomik yönetimi zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde kararlılıkla sürdürülen dezenflasyon programı çerçevesinde Merkez Bankası, ekim ayı kararıyla politika faizini 100 baz puan indirerek %36 seviyesine çekmiş ve ihtiyatlı duruşunu koruyarak kademeli esneme sürecini başlatmıştır. Tüketici enflasyonundaki kademeli gerilemeye karşın, makroekonomik dengelenmenin doğal bir sonucu olarak iç talep ve yatırım harcamalarında belirgin bir yavaşlama izlenmektedir. Yılın ikinci çeyreğinde Türkiye ekonomisi %2,3 büyürken, yüksek faiz ve kısıtlı finansman koşullarının etkisiyle inşaat sektörü aynı dönemde %1,9 oranında daralarak genel büyümeden olumsuz yönde ayrışmıştı. Yılın geri kalan kısmında büyüme rakamlarının daha aşağı gelmesi beklenmelidir.

Sektörün reel sahadaki hareketliliğini doğrudan etkileyen en kritik unsur, finansman kısıtları ve derinleşen likidite arayışıdır. Sıkılaşan kredi imkânları ve yüksek sermaye maliyetleri, yüklenicilerin operasyonel hareket alanını sınırlamakta, yeni projelerin başlama ivmesini keserek mevcut saha operasyonlarını asgari düzeyde tutmaya zorlamaktadır. Nitekim TÜİK tarafından açıklanan inşaat sektörü güven endeksinin ekim ayında 83,3 seviyesinde gerçekleşmesi, piyasa aktörlerinin 100 eşik değerinin altındaki temkinli duruşunu ve gelecek döneme ilişkin risk algısını açıkça ortaya koymaktadır.

Maliyet baskıları da sektörün öngörülebilirlik ve fiyatlama kabiliyetini zorlaştıran bir diğer temel faktördür. İnşaat Maliyet Endeksi'nin yıllık %29,59 seviyesindeki artışını sürdürmesi; malzeme maliyetlerindeki %28,72 ve işçilik maliyetlerindeki %31,20'lik yükseliş, özellikle uzun vadeli ve geniş ölçekli projelerde bütçe yönetimini son derece karmaşık hâle getirmektedir. Konut satışlarında gözlenen sınırlı da olsa gerileme ve ikinci el piyasasındaki zayıflama da özel sektör odaklı yapı yatırımlarının üzerindeki baskıyı pekiştirmektedir.

Bununla birlikte, mevcut tabloyu yalnızca kısa vadeli bir daralma olarak okumak eksik bir yaklaşım olacaktır. Türkiye'nin kaçınılmaz deprem gerçeği, kentsel dönüşüm zorunluluğu, altyapıyı modernize etme ihtiyacı ve sürdürülebilir yapı talebi göz önüne alındığında, inşaat sektörünün orta ve uzun vadeli büyüme potansiyeli gücünü korumaktadır.

Önümüzdeki dönemin anahtar stratejisi; finansman kanallarının reel sektörü destekleyecek şekilde öngörülebilir bir yapıya kavuşturulması, maliyet şoklarının dengelenmesi ve sektörümüzün yeşil dönüşüm ile yüksek kalite standartları ekseninde yeniden yapılanmasıdır. İnanıyorum ki inşaat sektörü, sanayimizin direnci ve doğru ekonomi politikalarıyla bu geçiş dönemini aşacak, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmasının ve büyümesinin en güçlü taşıyıcı sütunlarından biri olmaya devam edecektir.

In recognition of his valuable contributions to our Association and its Quality Assurance System (KGS), our Board of Directors has decided to dedicate the BETON 2027 Congress to Prof. Dr. Hulusi Özkul, Chairman of the KGS Board. We believe that the Congress will serve as an important meeting point for our industry, bringing together scientific knowledge, professional expertise and industry experience.

THBB'den İBB Başkan Vekili Nuri Aslan'a ziyaret

THBB Visits Istanbul Deputy Mayor Nuri Aslan

A delegation consisting of Adem Genç, Member of the THBB Board of Directors, Cemalettin Danış, Former Member of the THBB Board of Directors, and Reşat Sönmez, THBB Secretary General, visited Nuri Aslan, Deputy Mayor of Istanbul Metropolitan Municipality.

Birliğimizin Yönetim Kurulu Üyesi Adem Genç, Eski Yönetim Kurulu Üyesi Cemalettin Danış, THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez'den oluşan heyet, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkan Vekili Nuri Aslan'ı ziyaret etti.

25 Eylül 2026 tarihinde gerçekleştirilen ve bazı İBB Meclis Üyelerinin de hazır bulunduğu görüşmede, sektörün dünyadaki ve Avrupa'daki konumu, THBB'nin faaliyetleri ve sektördeki önemi hakkında bilgi verildi. Bugün hazır beton sektörünün yaklaşık 293 milyar liralık cirosu, 50 bin kişilik istihdam hacmi ve yıllık 140 milyon metreküplük üretimiyle ülke ekonomisine büyük katkı sağladığı ifade edilerek Türkiye'nin bu güçlü performansıyla 2009'dan bu yana Avrupa'nın en büyük hazır beton üreticisi konumunu sürdürdüğü belirtildi.

KGS belgesinin önemi ve kaliteli beton üretimi konularına değinilen ziyarette, THBB'ye üye olan şirketlerin tüm hazır beton tesislerinde Kalite Güvence Sistemi (KGS) Uygunluk Belgesinin bulunmasının zorunlu olduğu vurgulandı. Tesislerde uygun laboratuvarın ve yetkin personelin bulunması, teknik, çevre, iş sağlığı ve güvenliği, yasal ve etik kuralların eksiksiz yerine getirilmesinin THBB üyeliği için olmazsa olmaz kriterleri olduğu belirtildi. Ayrıca üye tesislerin KGS tarafından sürekli ve habersiz olarak denetlenerek üretim kalitesinde süreklilik sağlandığını ifade edildi.

Uygulamada karşılaşılan hususlar ile İstanbul'da sektörün yaşadığı bazı sorunların da değerlendirildiği görüşmede, şehir içinde beton transmikser ve mobil beton pompalarının İBB UKOME kararlarına göre trafiğe çıkışlarının birçok güzergâhta sabah 06.00-10.00 akşam ise 16.00-22.00 saatlerinde yasaklanmış olduğu, geriye kalan 6 saat gibi kısa bir süre içinde sağlıklı bir şekilde beton dökümünün her zaman mümkün olamadığı, bu kısıtlamalar neticesinde betonun sadece saat 10.00 ile 16.00 arası üretilip, şantiyeye sevk edilmesinin yapılardaki betonun kalitesini riske attığı vurgulandı.

Yoğun kentsel dönüşüm süreci gereği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından İstanbul'da inşaat faaliyetlerinin resmî çalışma saatleri 08.00-20.00 olarak düzenlendiği, dolayısıyla Bakanlık tarafından yapılan bu düzenlemenin UKOME tarafından da tanınması ve hazır beton araçlarının ilgili çevre ve trafik kurallarına uyulması kaydıyla trafikte dolaşımını engelleyen saat kısıtlamalarının bu kapsamda güncellenmesi gerektiğinin altı çizildi. Konuyla ilgili çözüm önerileri ve atılacak adımlar konusunda karşılıklı görüş alışverişinde bulunuldu.

Ziyaretin sonunda, İBB Başkan Vekili Nuri Aslan'a günün anısına bir şilt takdim edildi.





www.guvenmak.com.tr

0 326 656 28 49(pbx) | info@guvenmak.com.tr

O.S.B. Sarıseki Mah. O. Ekinci Bulvarı No:9/1 İskenderun-Hatay

Güven TREDER Üyesidir.

İnşaatta temkinli bekleyiş sürüyor

Cautious outlook persists in the construction sector

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has released its October 2026 Ready Mixed Concrete Index Report, which provides an overview of current conditions and future expectations across the construction sector and related manufacturing and service industries.

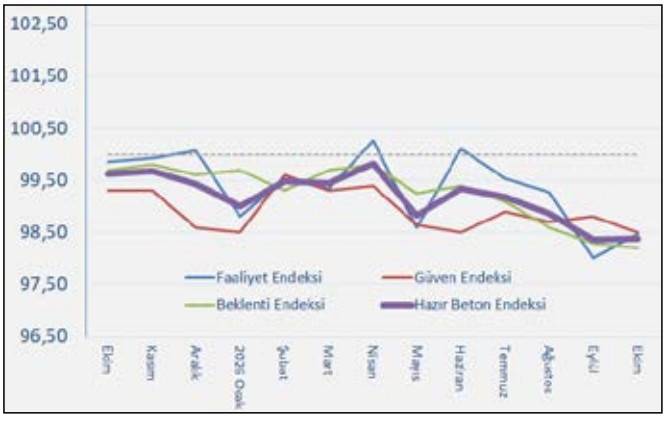
Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), inşaat ile bağlantılı imalat ve hizmet sektörlerindeki mevcut durum ile beklenen gelişmeleri gösteren "Hazır Beton Endeksi" 2026 Ekim Ayı Raporu'nu açıkladı.

Rapora göre, endekslerin yılın önemli bir bölümünde 100,00 eşik değerinin altında hareket ettiği görülmektedir. Eylül ayındaki aşağı yönlü eğilimin ardından Ekim ayında endekslerin genel görünümünde farklı yönlü hareketler izlenmektedir. Güven Endeksi, ekim ayında düşüş göstererek yeniden aşağı yönlü bir ivme kazanmıştır. Endeksin 100,00 eşik değerinin belirgin şekilde altında kalmaya devam etmesi, sektörde güven ortamının zayıf olduğunu ve piyasa oyuncularının temkinli duruşunu sürdürdüğünü göstermektedir. Faaliyet Endeksi, eylül ayındaki sert düşüşün ardından ekim ayında hafif bir toparlanma eğilimi göstermiştir ancak endeksin hâlen 100,00 eşik değerinin altında seyretmesi, sektördeki inşaat faaliyetlerinde yavaşlamanın sürdüğüne işaret etmektedir. Beklenti Endeksi, ekim ayında da aşağı yönlü eğilimini sürdürerek düşüş kaydetmiştir. Endeksin eşik değerin altındaki bu gerilemesi, sektör temsilcilerinin gelecek döneme ilişkin olumsuz değerlendirmelerinin ve belirsizliklerin korunduğunu ortaya koymaktadır. Hazır Beton Endeksi, Faaliyet Endeksi'ndeki sınırlı toparlanmaya karşın Güven ve Beklenti endekslerindeki gerilemelerin etkisiyle yatay bir seyir izlemiştir. Bileşik endeksin 100,00 eşik değerinin altındaki konumunu koruması, sektör genelindeki baskının devam ettiğini ve kalıcı bir toparlanma eğiliminden henüz uzaklaşılmadığını doğrulamaktadır.

Ekim ayında yıllık değişimler incelendiğinde, tüm endekslerin negatif bölgede yer almaya devam ettiği ve sektör genelinde daralma baskısının sürdüğü görülmektedir. Yıllık bazda en keskin gerileme %1,5 oranı ile Beklenti Endeksi'nde yaşanmış, bu durum sektör temsilcilerinin gelecek döneme ilişkin temkinli ve olumsuz yaklaşımının derinleştiğini ortaya koymuştur. Beklenti Endeksi'ni %1,4 oranında gerileyen Faaliyet Endeksi izlemiş olup, bu oran sahadaki iş hacmi ve üretim ivmesindeki yavaşlamanın devam ettiğine işaret etmektedir. Aynı dönemde bileşik Hazır Beton Endeksi %1,2 ve Güven Endeksi ise %0,8 oranında düşüş kaydetmiştir. Ekim ayında endekslerin genel olarak geçen yılın aynı döneminin gerisinde kalması, reel sektördeki hareketliliğin zayıf seyrini koruduğunu göstermektedir.

Raporun sonuçlarını değerlendiren Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Ekim ayı verileri, hazır beton sektöründe kalıcı bir iyileşmenin henüz başlamadığını ortaya koydu. Faaliyet Endeksi'ndeki sınırlı toparlanmaya karşın Güven ve Beklenti endekslerindeki gerileme, sektörün mevcut koşullarında temkinli duruşun sürdüğünü göstermektedir." dedi. İnşaat sektörünün mevcut ekonomik koşullarına da değinen THBB Başkanı Yavuz Işık, "2026 yılının ekim ayına ilişkin veriler ışığında, hazır beton endekslerinin eşik değerin altında seyretmeye devam etmesi ve yıllık bazdaki negatif kırılmanın sürmesi inşaat sektörünün üzerindeki reel baskıyı net biçimde göstermektedir. Sektördeki bu durgunlaşma ve saha faaliyetlerindeki sınırlı seyir, temelde piyasada yaşanan fon krizinin ve finansmana erişim imkânlarının daralmasının doğrudan bir yansımasıdır. Yüksek faiz ortamı, sıkılaşan kredi koşulları ve proje finansmanında yaşanan sermaye yetersizliği; yüklenicilerin ve yatırımcıların nakit akışını zorlayarak yeni projelerin başlamasını yavaşlatmakta, mevcut saha operasyonlarını ise sınırlamaktadır. Genel makroekonomik perspektiften bakıldığında, finansman maliyetlerinin yüksekliği ve fonlama kaynaklarındaki kısıtlar reel sektörün üzerindeki borçlanma yükünü ağırlaştırmaktadır. Fon krizinin yarattığı likidite sıkışıklığı; Güven ve Beklenti endekslerindeki olumsuz duruşu besleyerek piyasa aktörlerini risk almaktan uzak tutmakta ve sektör genelinde temkinli bekleyişi hâkim kılmaktadır. İnşaat ve hazır beton sektörünün yeniden kalıcı bir toparlanma patikasına girebilmesi, makroekonomik dengelenmeyle birlikte finansman kanallarının açılmasına ve fonlama imkânlarının reel sektöre erişilebilir kılınmasına bağlı görünmektedir." diye konuştu.

Grafik 1: Endeks Değerleri



Grafik 2: Endeks Değerlerindeki Değişim
(Önceki Yılın Aynı Ayına Göre, %)



KOLUMAN

Zirvede **Tam Kontrol,** Sahada **Tam Güç**



Koluman Beton Pompaları 39-5

Limak Çimento Yenibosna Hazır Beton Tesisi, "Altın" seviyede CSC sertifikası aldı

Limak Çimento now must say new things



Yenibosna Hazır Beton Tesisi

Limak Çimento Yenibosna Hazır Beton Tesisi, Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (Concrete Sustainability Council) Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi kapsamında "Altın" seviyesinde sertifika almaya hak kazandı.

CSC Bölgesel Sistem Operatörü olan Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) tarafından ülkemize tanıtılan belgelendirme sistemi kapsamında tesis, Konseyin yetkili belgelendirme kuruluşu KGS tarafından gerçekleştirilen bağımsız denetimleri başarıyla tamamlayarak 10 Eylül 2026 tarihinde sertifikalandırıldı.

Türkiye'de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için 38 yıldır çalışmalarını sürdüren THBB, "Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi"nce belgelendirilmek üzere başvuran firmalara yönelik çalışmalarını sürdürüyor. CSC Belgelendirme Kuruluşları'nın denetimleri sonucunda başarılı bulunan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor; sertifikalar üç yıl süreyle geçerliliğini koruyor.

Limak Cement's Yenibosna Ready-Mixed Concrete Plant awarded CSC Gold Certification

Limak Cement's Yenibosna Ready-Mixed Concrete Plant has been awarded CSC Gold Certification under the Concrete Sustainability Council's (CSC) Responsible Sourcing Certification System. The plant was certified on 10 September 2026 following an independent audit conducted by KGS Economic Enterprise under the CSC certification system implemented in Türkiye by the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB), the country's CSC Regional System Operator. Limak Cement previously achieved a significant milestone by receiving Türkiye's first CSC Platinum Certification for its Anka Cement Plant.. The company has also achieved CSC Gold Certification for its Trakya, Kilis, Balıkesir, Ergani, Kurtalan and Şanlıurfa Cement Plants, as well as its Güvercinlik Ready-Mixed Concrete Plant.

Limak Çimento, 2025 yılında Anka Çimento Fabrikası'nın CSC Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi kapsamında belgelendirilmesiyle Türkiye'de "Platin" sertifikası alan ilk çimento fabrikasına sahip olmuştu. Aynı yıl Güvercinlik Hazır Beton Tesisi "Altın" seviyesinde sertifika alırken, 2026 yılında Trakya, Kilis, Balıkesir, Ergani, Kurtalan ve Şanlıurfa Çimento Fabrikalarının ardından Yenibosna Hazır Beton Tesisi de "Altın" seviyesinde CSC sertifikası aldı.

Beton, çimento, agrega ve prefabrik beton sektörleri için dünya genelinde kabul gören CSC Belgelendirme Sistemi, üreticilerin sürdürülebilirlik performansını Yönetim, Çevre, Ekonomi ve Sosyal olmak üzere dört ana başlık altında kapsamlı ve sistematik bir şekilde değerlendiriyor. Güvenilir, bağımsız, verilere dayalı ve uluslararası kabul gören bu sistem, üreticilerin sürdürülebilirlik performanslarının belgelendirilmesinin yanı sıra, LEED, BREEAM ve diğer yeşil bina derecelendirme sistemlerinde de avantaj sağlıyor.


HİDROMEK
LASTİKLİ YÜKLEYİCİLERDE
AVANTAJLI KAMPANYA KOŞULLARINI KAÇIRMAYIN, İŞİNİZİ BÜYÜTÜN!
635
HIDROMEK
640
HEMEN ARAYIN
444 6 465
*Kampanya Türkiye'de, 30 Kasım 2026 tarihine kadar geçerlidir ve stoklarla sınırlıdır.
hidromek.tr
Hidromek
hidromekofficial
HidromekTv
company/hidromek
hidromek.official
HİDROMEK
Birlikte Daha Güçlüyüz

THBB Teknik Komite toplantısı yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Teknik Komite toplantısı 9 Ekim 2026 tarihinde THBB'nin İstanbul Kavacık'taki merkezinde yapıldı. THBB Komiteleri, hazır beton sektörünün gelişimi ve sorunlarının çözümü için çalışmalarını sürdürüyor. Sektörü ilgilendiren gelişmeleri takip eden THBB Komiteleri, aldıkları kararlarla Yönetim Kurulunun çalışmalarına katkı sağlıyor.

9 Ekim 2026 tarihinde yapılan THBB Teknik Komite toplantısında, önceki toplantıda alınan kararların değerlendirilmesinin ardından gündem maddelerinin görüşülmesine geçildi. Toplantıda, dönem içinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı nezdinde gerçekleştirilen toplantılar ve yürütülen çalışmalar hakkında bilgi verildi. Teknik Komite üyeleriyle yapılan çevrim içi istişare toplantıları da değerlendirildi.

Toplantıda, 7579 sayılı Kanun ve "Ruhsatsız Yapılara Beton Tedariki" Genelge Taslağı kapsamında son durum ele alındı. Bant altı hazır beton satışı ve yeniden markalama (G İşareti) konusunda ONKUR ve Kalite Güvence Sistemi (KGS) tarafından yürütülen çalışmalar ile Bakanlık görüşmeleri değerlendirildi. Ayrıca, sahada katkısız olarak talep edilen endüstriyel zemin betonları ile ilgili olarak tasarlanmış, tarif edilmiş ve standarda göre tarif edilmiş beton ayrımı G İşareti yükümlülükleri açısından değerlendirildi.

Sektörü ilgilendiren standartlardaki gelişmelerin de ele alındığı toplantıda, 21 Mayıs 2026 itibarıyla yürürlüğe giren TS EN 206-1 ve TS EN 206-2 standartlarının önceki TS EN 206 standardına göre başlıca değişiklikleri ve Türkçe çeviri süreci hakkında bilgi verildi. EN 206-3 standardının yayımlanma süreci ve ulusal uygulamaya olası etkileri, TS 13515 standardına ilişkin revizyon önerileri ile TS EN 13791 kapsamında TS 13685 standardı için TSE'ye iletilecek düzeltme ve ilaveler değerlendirildi.

"Karot Numunesi Alma ve Yerinde Beton Basınç Dayanımı Değerlendirme Rehberi"ne iletilen görüşler ile görüşe açılan mevzuat ve teknik doküman taslakları da toplantının gündeminde yer aldı. Hazır betonun sürdürülebilirliği ve karbon ayak izine ilişkin çalışmalar hakkında değerlendirmelerde bulunuldu.

Toplantıda ayrıca, Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) Teknik Komitesi gündemi ve güncel gelişmeler hakkında bilgi verildi. Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) kapsamında üyelerden alınan öneriler ve Bakanlığa iletilecek görüşler değerlendirildi. Güncel teknik dokümanlar ve yayın çalışmaları hakkında bilgi paylaşılırken BETON 2027 Fuarı ve Kongresi hazırlıkları da ele alındı.

THBB Komiteleri hakkında

THBB bünyesinde Teknik Komite, Sürdürülebilirlik Komitesi, Tanıtım ve Halkla İlişkiler Komitesi ile Üye ve Dış İlişkiler Komitesi bulunmaktadır. THBB Ana Tüzüğü gereğince oluşturulan bu komitelerde Birliğin faaliyetleri planlanmakta, sektörün sorunları tartışılmakta ve çözüm önerileri geliştirilmektedir. Bu yönüyle komiteler, Yönetim Kuruluna yardımcı birer yürütme ve çalışma kurulu niteliği taşımaktadır.

THBB Technical Committee Meeting held

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) Technical Committee held a meeting on 9 October 2026 at THBB's headquarters in Kavacık, Istanbul. THBB's committees continue to work towards the development of the ready-mixed concrete sector and the resolution of industry-related issues. By monitoring developments affecting the sector and making decisions, the committees support the work of the Board of Directors.




BMS
BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.
EVERDIGM
TÜRKİYE DİSTRİBÜTÖRÜ
38.YIL
28.YIL
1998 - 2026
#BuildWithBMS
Şantiyelerde
Kesintisiz
Beton Gücü.
Everdigm
61RZ6
BMS
M30-4Z
BMS CONCRETE PUMP
EVERDIGM
61RZ6
BMS BETON POMPALARI
Since
1998
BMS
BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.
www.bmsservis.com
www.betonpompasi.com.tr
info@bmsservis.com
info@betonpompasi.com.tr
Telefon: +90 212 206 54 00
Faks: +90 212 206 54 03
Işıklar İstanbul Caddesi No: 53
Işıklar Köyü Göktürk - Eyüp
İSTANBUL / TÜRKİYE

THBB, Yıldız Teknik Üniversitesinin etkinliğine konuk oldu





Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesinin düzenlediği "Çarşamba Etkinlikleri'ne" konuk oldu. 14 Ekim 2026 tarihinde, Prof. Dr. Nabi Yüzer tarafından koordine edilen "Çok Disiplinli Tasarım Projesi" dersi kapsamında gerçekleştirilen etkinliğe, YTÜ İnşaat, Harita ve Çevre Mühendisliği bölümleri öğrencileri katıldı.

Etkinlikte, THBB Genel Sekreteri İnşaat Mühendisi Reşat Sönmez "Türkiye'de ve Dünyada Beton", THBB Yapı Malzemeleri Laboratuvarı Direktörü Malzeme Yüksek Mühendisi Arda Işık "Türkiye Hazır Beton Birliği YTÜ Teknopark Beton AR-GE Merkezi", YTÜ Yıldız TTO Üniversite Sanayi İş Birliği Birimi Uzman Yardımcısı Yasemin Berra Uzun ise "TÜBİTAK 2209 A/B Üniversite Öğrencileri ve Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Destekleme Programları" başlıklı sunumlarını gerçekleştirdiler.

THBB'nin misyonunu, Kalite Güvence Sistemi (KGS) belgelendirmesinin önemini, eğitim ve teknik hizmetlerini anlatan Reşat Sönmez, Türkiye'de 2025 yılında hazır beton üretiminin 140 milyon metreküpe ulaştığını, üretimde C30/37 sınıfı payının %50, C35/45 sınıfı payının ise %18 olduğunu açıkladı. Reşat Sönmez, sunumunda düşük karbonlu beton, inşaat ve yıkıntı atıklarının değerlendirilmesi, performansa dayalı tasarım ve dijitalleşme konularında bilgiler paylaştı.

THBB takes part in Yıldız Technical University event

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) took part in the Wednesday Events organised by the Faculty of Civil Engineering at Yıldız Technical University (YTU).

Etkinliğin devamında Arda Işık, Türkiye Hazır Beton Birliği YTÜ Teknopark Beton AR-GE Merkezinin deney altyapısını ve araştırma çalışmalarını aktardı. Taze ve sertleşmiş beton ile bileşenleri üzerinde 200'ün üzerinde deneyin uygulanabildiğini belirten Arda Işık, agrega, çimento, mineral ve kimyasal katkılar ile karma suyunun fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine yönelik incelemeleri tanıttı.

Sunumun teknik bölümünde klorür geçişine karşı direnç, klorür migrasyonu, hızlandırılmış karbonatlaşma ve betonun ısı gelişimi deneyleri tanıtıldı. Basınç altında su işleme derinliği ve kılcal su emme deneyleri de betonun dayanıklılığını değerlendirmede kullanılan yöntemler olarak ele alındı. Ayrıca, basınç dayanımının yanı sıra çevresel etkiler karşısındaki davranışın deneylerle incelenmesine ilişkin laboratuvar olanakları paylaşıldı.

Arda Işık, THBB ile YTÜ TTO iş birliği kapsamında yürütülen akademik danışmanlıkla sekiz AR-GE projesi geliştirildiğini, oluşturulan deney düzenekleriyle beş üniversiteden 20'nin üzerinde öğrencinin tez çalışmalarına destek sağlandığını aktardı. Sürdürülebilirlik, atık geri kazanımı, geçirimli ve geçirimsiz beton araştırmaları da merkezin çalışma alanları arasında yer aldığı belirtildi. Kalibrasyon hizmetleri kapsamında basınç dayanım cihazları, teraziler ve sıcaklık ölçerler gibi laboratuvar ekipmanları tanıtıldı.

Doğubayazıt D100-E80/Ağrı

UZUN YOLDA F-SANE

Sarsıntıyı azaltan süspansiyon sistemi sayesinde Ford Trucks F-MAX, kabin konforuyla uzun yolda gerçek efsane.



Koç | 100

Ford
TRUCKS
Her yükte birlikte

THBB Sürdürülebilirlik Komitesi Toplantısı yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Komiteleri, hazır beton sektörünün gelişimi ve sorunların çözümü için çalışmalarına ara vermeden devam ediyor. Bu kapsamda çalışmalarını yürüten komitelerden THBB Sürdürülebilirlik Komitesinin toplantısı, 8 Ekim 2026 tarihinde THBB'nin İstanbul Kavacık'taki ofisinde yapıldı. aTHBB Sürdürülebilirlik Komitesi toplantısında, bir önceki Komite toplantısında alınan kararların değerlendirilmesinin ardından gündem maddeleri görüşüldü. Hazır beton sektöründeki iyi uygulama örneklerinin paylaşıldığı toplantıda, son dönemde yaşanan iş kazaları hakkında bilgi verildi. Komitenin 2027 yılı çalışma planı görüşüldü ve 2027 yılında yapılması planlanan THBB 7. Çevre Yarışması hakkında bilgi paylaşıldı. Toplantıda ayrıca Mesleki Yeterlilik çalışmaları (THBB MYM), Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (Concrete Sustainability Council) Kaynakların Sorumlu Kullanımı Belgelendirmesi ve THBB eğitim filmleri ele alındı. Toplantıda alınan kararlar, THBB Yönetim Kurulunun değerlendirmesine sunulacak.

THBB Sustainability Committee Meeting held

The Committees of the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) continue their efforts to support the development of the ready-mixed concrete sector and address its challenges. As part of these efforts, the THBB Sustainability Committee meeting was held on 8 October 2026 at THBB's headquarters in Kavacık, Istanbul.

THBB Komiteleri hakkında

THBB bünyesinde Teknik Komite, Sürdürülebilirlik Komitesi, Tanıtım ve Halkla İlişkiler Komitesi ile Üye ve Dış İlişkiler Komitesi bulunmaktadır. THBB Ana Tüzüğü gereğince oluşturulan bu komitelerde Birliğin faaliyetleri planlanmakta, sektörün sorunları tartışılmakta ve çözüm önerileri geliştirilmektedir. Bu yönüyle komiteler, Yönetim Kuruluna yardımcı birer çalışma ve yürütme kurulu niteliği taşımaktadır.



KÜRESEL GÜCÜN YERLİ KAYNAĞI



Yerli üretim gücümüzü uluslararası standartlarla birleştiriyor,
NT Makina imzasını dünya pazarlarına taşıyoruz.
Türkiye'de üretiyor, global projelerde güvenle yer alıyoruz.

Adres. Saray Mah. 195.Sk No:1 Kahramankazan, Ankara / Türkiye
t. +90 312 815 50 06 / +90312 815 22 22 f.+90 312 815 41 94
gsm. +90 530 386 7096 e. info@ntmakine.com

NT Makina
TRANSMİKSER

CSC Belgelendirme Kuruluşları toplantısı yapıldı

KGS
TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ

Kalite Güvence Sisteminin (KGS) Belgelendirme Kuruluşu olduğu İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (The Concrete Sustainability Council) Belgelendirme Kuruluşları Toplantısı 25 Eylül 2026 tarihinde Cenevre'de ve çevrim içi olarak gerçekleştirildi. Toplantıda ülkemizi KGS Kalite Yönetim Sorumlusu Gizem Keskin temsil etti.

Toplantı, CSC Genel Müdürü Tobias Laurens ve CSC Küresel Sürdürülebilirlik ve İş Birlikleri Müdürü Cynthia Imesch'in "Karşılama ve Toplantının Amacı" başlıklı açış konuşmalarıyla başladı. Ardından "2025-2026 Belgelendirme Kuruluşları Toplantıları Genel Bakışı" ile "CSC Belgelendirme Kuruluşları ve Bölgesel Kapsam Üzerine Görüşme" başlıklı oturumlar gerçekleştirildi.

Toplantının devamında CSC'nin Sekretarya Yöneticisi, Finans ve Teknik Müdürü Liliana Lasso de la Vega, "ISEAL Koduna Uyum Sürecimiz" başlıklı oturumda, beyanların doğrulanmasına yönelik mekanizmalar, değerlendirme ve denetim metodolojilerine ilişkin doğrulama mekanizmaları ile uygulamaların tutarlı şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaya yönelik yönetim konuları hakkında bilgi verdi.

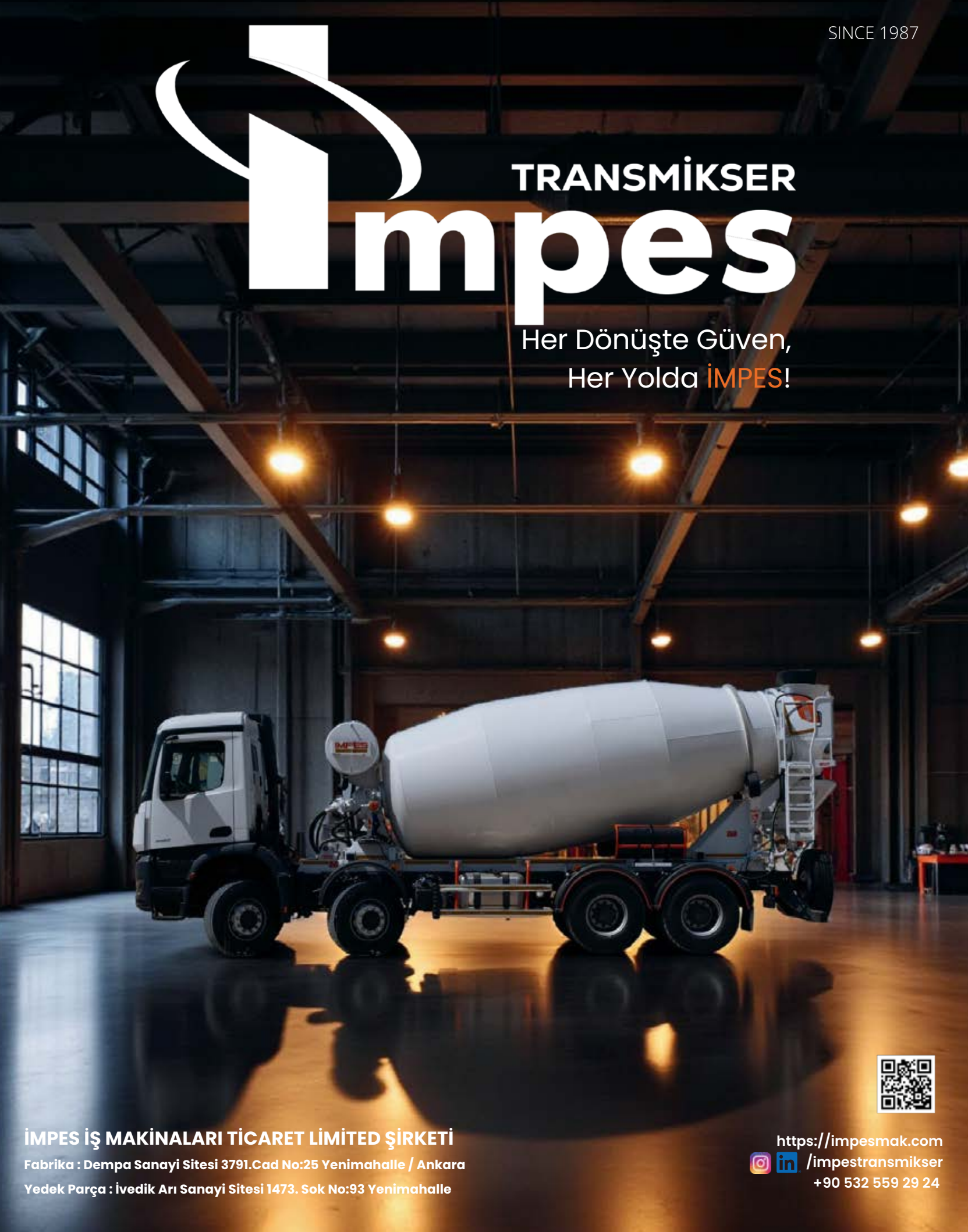
Andreas Tuan Phan (BTB-CSC) ise, "Belgelendirme Kuruluşu Denetimleri" başlıklı oturumda mevcut prosedürün optimizasyonuna yönelik çalışmaları ve gerçekleştirilen denetimlerde tespit edilen temel bulguları, gizlilik ilkeleri doğrultusunda anonimleştirerek aktardı. Toplantıda ayrıca "CSC Sistemindeki Gelişmeler" başlığı altında Teknik Kılavuz'un 3.0 versiyonunda yapılan değişiklikler ele alındı ve belgelendirme kuruluşu denetçilerinin uygulama süreçlerine ilişkin gözlemleri paylaşıldı.

"Belgelendirme Kuruluşları/Denetçiler için CSC Araç Kutusundaki Gelişmeler" başlıklı oturumda ise 2024-2025 yıllarında gerçekleştirilen çalışmalar, 2025-2026 yılları için planlanan çalışmalar ile gelecekte uygulanabilecek yeni fikir ve öneriler ele alınarak görüş alışverişinde bulunuldu.

Toplantının son bölümünde ise belgelendirme kuruluşlarından geri bildirimler alındı. Katılımcı kuruluşların görüş, öneri ve değerlendirmelerinin ele alınmasının ardından toplantı sona erdi.

CSC Certification Bodies meeting held

The Certification Bodies meeting of the Concrete Sustainability Council, in which the Quality Assurance System (KGS) serves as a Certification Body, was held in Geneva and online on September 25, 2026. Gizem Keskin, KGS Quality Management Officer, represented Türkiye at this meeting.


SINCE 1987
TRANSMİKSER
İmpes
Her Dönüşte Güven,
Her Yolda İMPES!
İMPES İŞ MAKİNALARI TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ
Fabrika : Dempa Sanayi Sitesi 3791.Cad No:25 Yenimahalle / Ankara
Yedek Parça : İvedik Arı Sanayi Sitesi 1473. Sok No:93 Yenimahalle
https://impesmak.com
/impestransmikser
+90 532 559 29 24

THBB, Mesleki Yeterlilik Belgelendirmelerine devam ediyor

Türkiye Hazır Beton Birliği Mesleki Yeterlilik ve Belgelendirme Merkezi (THBB MYM), Beton Transmikser Operatörü, Beton Pompa Operatörü ve Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Belgelendirmelerine tüm hızıyla devam ediyor. THBB MYM'nin yaptığı sınavlarda başarılı olan adaylar, Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) tarafından düzenlenen Mesleki Yeterlilik Belgesi ve Mesleki Yeterlilik Kimlik Kartı ile çalışabiliyor.

THBB MYM, sektördeki çalışanların bilgi, beceri ve yetkinliklerinin, Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından yayımlanan ulusal yeterliliklere uygunluğunu, TS EN ISO/IEC 17024 Standardı'na göre ölçmek ve belgelendirmek, gizlilik ve tarafsızlığı göz önünde bulundurarak belgelendirme faaliyetleri yürütmek, hizmet alanında başarılı ve kaliteli iş gücünü, güvenilir olarak belgelendirmek amacıyla kaliteden ödün vermeden çalışıyor.

THBB continues Professional Competence Certificationss

The Center for Professional Competence and Certification of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB MYM) continues at full throttle its Professional Competence Certifications for Concrete Pump Operators and Concrete Plant Operators. The prospective operators who pass the examinations held by THBB MYM are able to work with their Professional Competence Identity Cards and Professional Competence Certificates issued by the Professional Competence Agency (MYK).

Beton Pompa Operatörü için 26 sınav düzenlendi

THBB MYM tarafından 28 Ağustos-27 Ekim 2026 tarihleri arasında 7 farklı ilde toplam 28 Beton Pompa Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavı yapıldı. Sınavlar; Balıkesir, Tekirdağ, İstanbul, Afyonkarahisar, Bursa, Eskişehir ve Kocaeli'de düzenlendi. En yoğun sınav programı İstanbul'da gerçekleştirilirken, farklı illerde düzenlenen sınavlarla sektör çalışanlarının mesleki yeterlilik belgesine erişimi desteklendi.

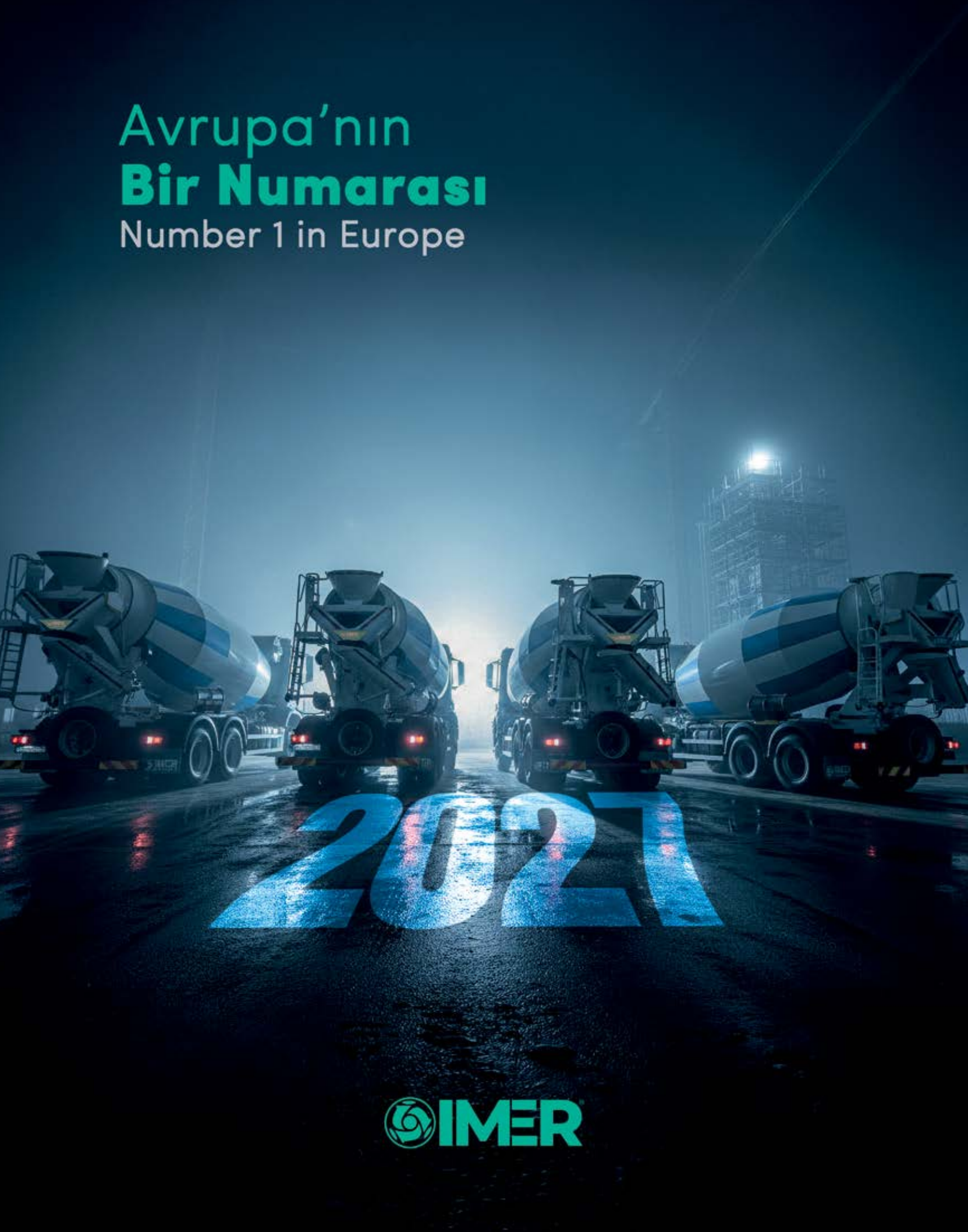
Beton Santral Operatörü için 8 sınav yapıldı

7 Ağustos-25 Ekim 2026 tarihleri arasında Rize, Siirt ve Balıkesir'de toplam 8 Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavı düzenlendi. Sınavlar kapsamında Rize'de 1, Siirt'te 6 ve Balıkesir'de 1 sınav yapılarak adayların mesleki bilgi, beceri ve yetkinlikleri ulusal yeterlilikler doğrultusunda değerlendirildi.

Beton Transmikser Operatörü için 12 sınav gerçekleştirildi

THBB MYM tarafından 6 Ağustos-25 Ekim 2026 tarihleri arasında Rize, İstanbul ve Balıkesir'de toplam 12 Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavı düzenlendi. Rize'de 2, İstanbul'da 9 ve Balıkesir'de 1 sınav gerçekleştirilerek Beton Transmikser Operatörü adaylarının mesleki yeterlilikleri değerlendirildi.

Mesleki Yeterlilik Belgesi almak için 0216 322 96 70 numaralı telefondan THBB MYM'yi arayabilir veya www.thbb.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz.


Avrupa'nın
Bir Numarası
Number 1 in Europe
2021
IMER

Ekim ayında yıllık enflasyon %29,77 oldu

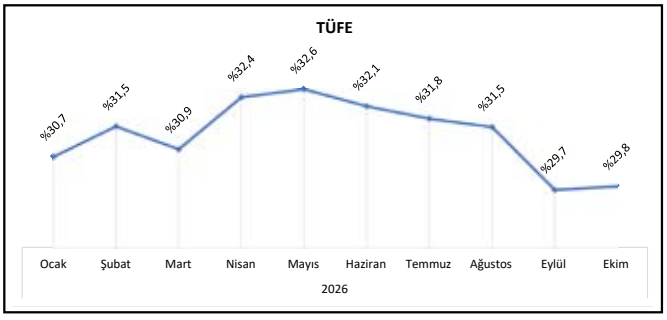
Annual inflation reaches 29.77% in October

Turkish Statistical Institute (TÜİK) has announced the consumer and producer price indices for October. Accordingly, the Consumer Price Index (CPI) increased by 29.77% year-on-year.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ekim ayına ilişkin Tüketici ve Üretici Fiyat Endekslerini açıkladı. Buna göre Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ekim ayında önceki yılın aynı ayına göre %29,77 arttı. Ekim ayında Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (Yİ-ÜFE) ise yıllık %27,41 yükseldi.

TÜFE yıllık %29,77, aylık %2,58 arttı

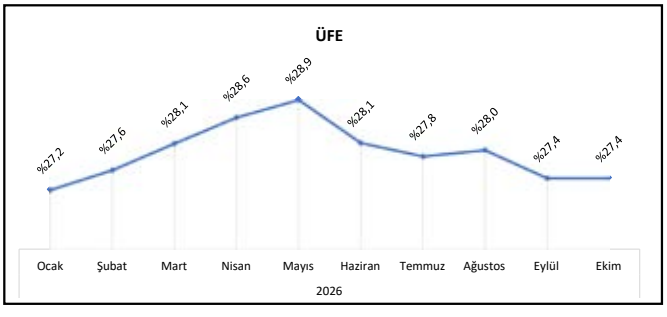
Tüketici Fiyat Endeksi'ndeki (2025=100) değişim 2026 yılı ekim ayında bir önceki aya göre %2,58 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %27,52 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %29,77 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %31,23 artış olarak gerçekleşti.



Kaynak: *TÜİK*

Yİ-ÜFE yıllık %27,41, aylık %1,65 arttı

Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (Yİ-ÜFE) (2003=100) 2026 yılı ekim ayında bir önceki aya göre %1,65 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %25,41 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %27,41 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %27,83 artış gösterdi.



Kaynak: *TÜİK*

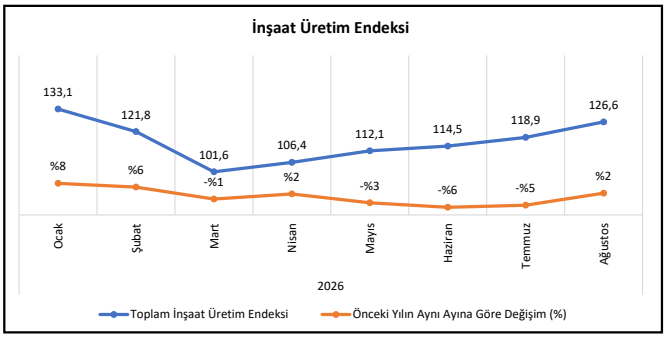
Ekonomik Güven Endeksi 97,3 oldu

Ekonomik Güven Endeksi eylül ayında 101,3 iken, ekim ayında %3,9 oranında azalarak 97,3 değerini aldı. Bir önceki aya göre ekim ayında tüketici güven endeksi %7,7 oranında azalarak 84,8 değerini, reel kesim (imalat sanayi) güven endeksi %1,4 oranında azalarak 101,1 değerini, hizmet sektörü güven endeksi %2,4 oranında azalarak 109,2 değerini, perakende ticaret sektörü güven endeksi %1,1 oranında artarak 112,5 değerini, inşaat sektörü güven endeksi %0,4 oranında artarak 83,3 değerini aldı.

İnşaat üretimi yıllık %2,3, aylık %4,0 arttı

İnşaatın alt sektörleri (2021=100 referans yıllı) incelendiğinde, 2026 yılı ağustos ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %0,9 azaldı, bina dışı yapıların inşaatı sektörü endeksi %21,8 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %0,1 arttı.

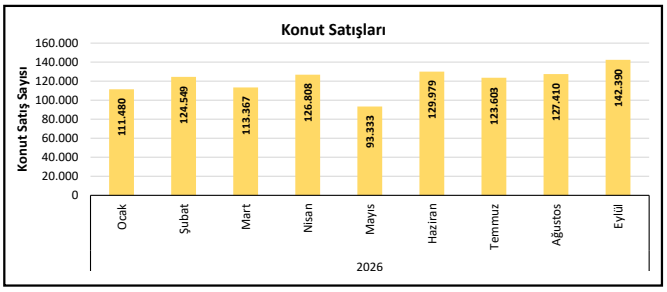
İnşaatın alt sektörleri incelendiğinde, 2026 yılı ağustos ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki aya göre %4,5 arttı, bina dışı yapıların inşaatı sektörü endeksi %2,2 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %3,8 arttı.



Kaynak: *TÜİK*

İlk el konut satışları 51 bin 519, ikinci el konut satışları 90 bin 871 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ilk el konut satış sayısı eylül ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %3,9 oranında artarak 51 bin 519 oldu. İkinci el konut satışları ise eylül ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %15,3 oranında azalarak 90 bin 871 oldu. Toplam konut satışları içinde ilk el konut satışlarının payı %36,2, ikinci el konut satışlarının payı %63,8 oldu.



Kaynak: *TÜİK*

İpotekli konut satışları 23 bin 397, diğer konut satışları 118 bin 993 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ipotekli konut satışları eylül ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %5,1 oranında artarak 23 bin 397 oldu. Diğer konut satışları ise eylül ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %11,6 oranında azalarak 118 bin 993 oldu. Toplam konut satışları içinde ipotekli satışların payı %16,4 diğer satışların payı %83,6 olarak gerçekleşti.

Dönem	İlk El Satış	İkinci El Satış	Toplam Konut Satışı (adet)	İpotekli Satış Oranı (%)
2025 (Ocak-Eylül)	362.242	814.883	1.177.125	%14,5
2026 (Ocak-Eylül)	359.913	733.006	1.092.919	%19,4
Eylül 2025	49.608	107.310	156.918	%14,2
Ekim 2025	57.675	113.280	170.955	%14,4
Kasım 2025	49.174	97.815	146.989	%15,3
Aralık 2025	101.721	163.502	265.223	%11,5
Ocak 2026	34.069	77.411	111.480	%18,2
Şubat 2026	37.785	86.764	124.549	%20,1
Mart 2026	35.725	77.642	113.367	%22,9
Nisan 2026	40.306	86.502	126.808	%20,3
Mayıs 2026	30.196	63.137	93.333	%21,2
Haziran 2026	43.406	86.573	129.979	%20,0
Temmuz 2026	42.529	81.074	123.603	%19,3
Ağustos 2026	44.378	83.032	127.410	%17,4
Eylül 2026	51.519	90.871	142.390	%16,4

Kaynak: *TÜİK*

İnşaat Maliyet Endeksi yıllık %29,59, aylık %2,04 arttı

İnşaat Maliyet Endeksi, 2026 yılı ağustos ayında bir önceki aya göre %2,04 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %29,59 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %2,73 arttı, işçilik endeksi %0,82 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %28,72 arttı, işçilik endeksi %31,20 arttı.

Bina inşaatı maliyet endeksi yıllık %28,94, aylık %1,59 arttı

Bina inşaatı maliyet endeksi, bir önceki aya göre %1,59 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %28,94 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %2,00 arttı, işçilik endeksi %0,89 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %27,76 arttı, işçilik endeksi %31,05 arttı.

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi yıllık %31,68 arttı, aylık %3,46 arttı

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi, bir önceki aya göre %3,46 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %31,68 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %4,95 arttı, işçilik endeksi %0,55 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %31,65 arttı, işçilik endeksi %31,74 arttı.

Sanayi üretimi yıllık %1,9 azaldı

Sanayinin alt sektörleri (2021=100 referans yıllı) incelendiğinde, 2026 yılı ağustos ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %1,7 arttı, imalat sanayi sektörü endeksi %2,5 azaldı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektörü endeksi %1,3 arttı.

Sanayi üretimi aylık %1,0 azaldı

Sanayinin alt sektörleri incelendiğinde, 2026 yılı ağustos ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki aya göre %4,1 arttı, imalat sanayi sektörü endeksi %1,6 azaldı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı sektörü endeksi %3,3 arttı.

Toplam ciro yıllık %31,8, aylık %3,0 arttı

Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2026 yılı Ağustos ayında yıllık %31,8 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2026 yılı Ağustos ayında yıllık sanayi sektörü ciro endeksi %32,6 arttı, inşaat ciro endeksi %19,2 arttı, ticaret ciro endeksi %32,5 arttı, hizmet ciro endeksi %33,6 arttı. Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2026 yılı Ağustos ayında aylık %3,0 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2026 yılı Ağustos ayında aylık sanayi sektörü ciro endeksi %2,2 arttı, inşaat ciro endeksi %3,7 azaldı, ticaret ciro endeksi %4,3 arttı, hizmet ciro endeksi %2,6 arttı.

Ücretli çalışan sayısı yıllık %2,0 arttı

Sanayi, inşaat ve ticaret-hizmet sektörleri toplamında ücretli çalışan sayısı 2026 ağustos ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %2,0 arttı. Ücretli çalışan sayısı bir önceki yılın aynı

ayında 16 milyon 89 bin 37 kişi iken, 2026 yılı Ağustos ayında 16 milyon 409 bin 588 kişi oldu.

Ücretli çalışanların alt detaylarına bakıldığında; 2026 ağustos ayında ücretli çalışan sayısı yıllık olarak sanayi sektöründe %1,0 azaldı, inşaat sektöründe %3,4 arttı ve ticaret-hizmet sektöründe %3,3 arttı.

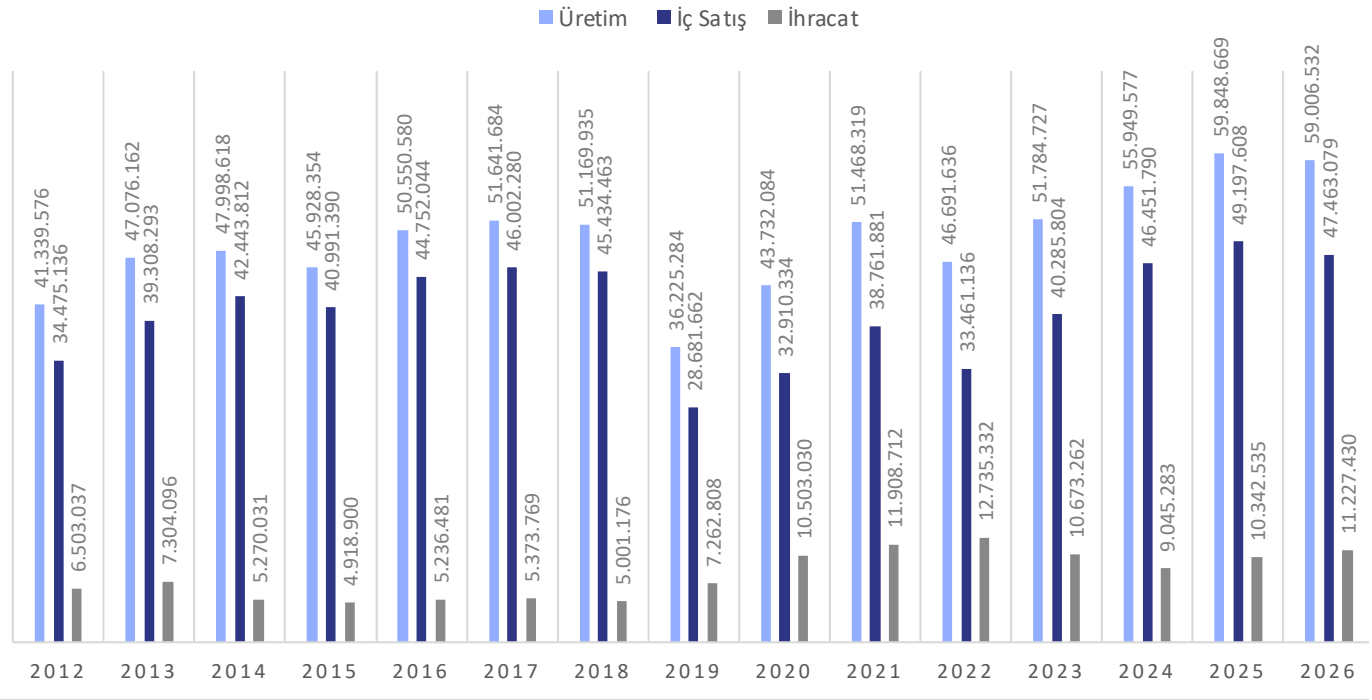
Mevsim etkisinden arındırılmış işsizlik oranı %8,4 seviyesinde gerçekleşti

Hanehalkı İşgücü Araştırması sonuçlarına göre; 15 ve daha yukarı yaştaki kişilerde işsiz sayısı 2026 yılı Eylül ayında bir önceki aya göre 198 bin kişi artarak 2 milyon 967 bin kişi oldu. İşsizlik oranı ise 0,5 puan artarak %8,4 seviyesinde gerçekleşti. İşsizlik oranı erkeklerde %6,9 iken kadınlarda %11,3 olarak tahmin edildi.

Çimento iç satışı 2026 yılı Ocak-Ağustos döneminde %3,5 azaldı

2026 yılı Ocak-Ağustos döneminde çimento üretimde, geçen yıla oranla %1,4'lük bir azalış yaşanmıştır. 2026 yılının ilk 8 ayında üretilen çimentonun yaklaşık %19,0'u ihraç edilmiştir. 2026 yılı Ocak-Ağustos döneminde iç satışlarda %3,5 azalırken çimento ihracatında ise %8,6 artış gerçekleşmiştir. 2025 yılında yaklaşık %10 büyüyen sektör, 2026 yılına hem iç piyasada hem de ihracatta önemli düşüşlerle başlamıştır. Nisan ayında 3 parametrede de artış yaşanmıştır. Mayıs ayında uzun Bayram tatili sebebiyle, satışlarda düşüş meydana gelmiştir. Haziran ayında, parametreler yeniden artış göstermiştir. Temmuz ayında ise tarihin en yüksek iç satış miktarına ulaşılmıştır. Bölgesel bazda, Akdeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde düşüş yaşanmıştır.

2012- 2026 Ocak-Ağustos Çimento Verileri (ton)



Kaynak: *TürkÇimento*

Betondafarkındalık.com
yayında!

Hazır beton sektöründeki güncel gelişmeler, yenilikçi yaklaşımlar ve çalışanlarımızın katkılarıyla zenginleşen içerikler **Betondafarkındalık** blogumuzda okuyucularla buluşuyor!

Keşfetmek için web sitemizi ziyaret edin.

Hemen Keşfedin!

Betonda **Farkındalık**



AKÇANSA

THBB, MYK Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşları Bölgesel İstişare Toplantısı'na katıldı



Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) tarafından düzenlenen "Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşları Bölgesel İstişare Toplantısı" 24 Eylül 2026 tarihinde Bursa'da yapıldı. Toplantıda Türkiye Hazır Beton Birliğini (THBB), THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez temsil etti.

Toplantı, Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) Başkanı Aşkın Tören'in açış konuşmasıyla başladı. MYK Sınav ve Belgelendirme Dairesi Başkanı Fatih Bilen'in "Sınav ve Belgelendirme Sisteminde Mevcut Durum ve Yeni Dönem" başlıklı sunumuyla devam eden toplantıda, Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşlarının görüşleri alınarak soru, cevap ve istişare bölümüne geçildi.

Öğleden sonraki oturumda "Yeni Dönem Yol Haritası ve MYK-YBK İş Birliği" ele alındı. Toplantının devamında Mesleki Yeterlilik Uzmanı Süleyman Arıkboğa, "Ulusal Yeterliliklerin Güncellenmesinin Sınav ve Belgelendirme Süreçlerine Etkisi"; Denetim Dairesi Başkanı Mustafa Özgen ise "Kalite Güvencesi, Denetimlerde Güncel Yaklaşım ve Sahada Karşılaşılan Hususlar" başlıklı sunumlar gerçekleştirdi. Program, Yetkilendirilmiş Belgelendirme Kuruluşlarının görüşleri, soru-cevap ve istişare bölümünün ardından değerlendirme ve kapanış oturumuyla sona erdi.

THBB Mesleki Yeterlilik ve Belgelendirme Merkezi

Sektör çalışanlarına ve beton kullanıcılarına yönelik eğitimler ve seminerler düzenleyen Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) 2015 yılında Mesleki Yeterlilik Kurumu Kanunu'na göre sınav ve belgelendirme yapmak amacıyla Türkiye Hazır Beton Birliği Mesleki ve Yeterlilik Merkezini (THBB MYM) kurmuştur. THBB MYM, Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından Betoncu Ulusal Yeterlilikleri kapsamında 2016 yılında akredite edilmiştir. 2019 yılında "Beton Pompa Operatörü Ulusal Yeterliliği" kapsamında akredite olan ve yetki belgesini alan THBB MYM, belgelendirme faaliyetlerine başlamıştır. Bunun ardından, sırayla "Beton Santral Operatörü" ve "Beton Transmikser Operatörü" Ulusal Yeterlilikleri de Mesleki Yeterlilik Kurumu tarafından akredite edilmiş olup, THBB MYM, bu alanlarda da personel belgelendirmesi yapmaktadır.

THBB Attended the Regional Consultation Meeting of Authorized Certification Bodies Organized by MYK

The "Regional Consultation Meeting of Authorized Certification Bodies," organized by the Vocational Qualifications Authority (MYK), was held in Bursa on September 24, 2026. The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) was represented at the meeting by THBB Secretary General Reşat Sönmez.

Avrupa Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu toplantısı yapıldı



Avrupa Hazır Beton Birliği'nin (ERMCO) 34. Dönem Yönetim Kurulunun 2. toplantısı 14 Eylül 2026 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantıya, Türkiye Hazır Beton Birliği Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora katıldı.

Toplantı, ERMCO Başkanı Marco Borroni'nin toplantı gündemini ve bir önceki toplantı kararlarını onaya sunmasıyla başladı.

ERMCO'nun mali ve idari konularının ele alındığı bölümde, 2026 yılı mali tabloları ve bütçesi değerlendirildi. Ayrıca ERMCO'nun yürüteceği projelere göre güncellenen 2027 yılı bütçesi görüşüldü.

Toplantının Strateji ve Geliştirme Komitesi gündemi kapsamında, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (CPR2024) revizyonu kapsamında beton standardı EN206'nın uyumlaştırılmasına dair yapılacak çalışmalar için Avrupa Hazır Beton Birliğinin (ERMCO) bünyesinde kurulmuş olan ERMCO'nun 5 No.lu EN 206 Uyumlaştırma Çalışma Grubunun (ERMCO WG5 "Harmonization EN 206") çalışmalarına ilişkin güncel gelişmeler ele alındı. ERMCO'nun yeni iletişim çalışmaları ve yenilenen internet sitesi hakkında bilgi verildi. ERMCO'nun 60. kuruluş yıl dönümü kapsamında 2027 yılında gerçekleştirilecek etkinliğe ilişkin taslak program ve öneriler görüşüldü. Ayrıca 2025 yılı ERMCO istatistikleri için toplanan veriler ele alındı.

Avrupa'da takip edilen politika ve mevzuat çalışmalarının ele alındığı bölümde, Avrupa Uygun Fiyatlı Konut Planı (European Affordable Housing Plan) kapsamında ERMCO'nun görüşü, Binaların Enerji Performansı Direktifi (Energy Performance of Building Directive-EPBD) ve Kamu Alımları Direktifi (Public Procurement Directive)'ndeki güncellemeler ile Döngüsel Ekonomi Yasası'na (Circular Economy Act) ilişkin gelişmeler değerlendirildi.

Toplantının devamında, ERMCO Teknik Komitesi ile Sürdürülebilirlik Komitesinin taslak gündemleri hakkında bilgi verildi.

Diğer kuruluşlar ve etkinlikler başlığı altında, Concrete Europe'un (Beton Avrupa) faaliyetlerine ilişkin güncellemeler paylaşıldı. Bu kapsamda "Yangın Güvenliği Risk Değerlendirmesi Çalışması"nın nihai dokümanı ile "Küresel Isınma Potansiyelinin (GWP) Karşılaştırmalı Analizi"nin hakem değerlendirmesi sonrasındaki nihai taslağı hakkında bilgi verildi. Ayrıca Avrupa Yapı Ürünleri Birliği (Construction Products Europe-CPE) çalışmaları, RILEM üyeliği ve ERMCO'nun önümüzdeki dönemde katılım sağlayacağı etkinlikler görüşüldü.

Toplantı, bir sonraki ERMCO Yönetim Kurulu toplantısının 26 Kasım 2026 tarihinde yapılmasına karar verilmesinin ardından sona erdi.

ERMCO Board Meeting

European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO) Board of Directors meeting was held via teleconference on September 14, 2026. On behalf of the Turkish Ready Mixed Concrete Association, Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinator, attended the meeting.

Beton Sürdürülebilirlik Konseyi Genel Kurulu yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliğinin (THBB) üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğu İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (The Concrete Sustainability Council) Genel Kurulu 24 Eylül 2026 tarihinde Cenevre'de yapıldı. Toplantıda ülkemizi THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

Toplantıya, CSC Başkanı Christian Artelt (Heidelberg Materials), CSC Başkan Yardımcısı Michael Scharpf (Holcim), CSC Genel Müdürü Tobias Laurens, CSC Küresel Sürdürülebilirlik ve İş Birlikleri Müdürü Cynthia Imesch, CSC'nin Sekretarya Yöneticisi, Finans ve Teknik Müdürü Liliana Lasso de la Vega ile CSC üye ve sponsorları katıldı.

Concrete Sustainability Council General Assembly meeting

The Annual General Assembly meeting of the Concrete Sustainability Council, in which Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) acts as a member and Regional System Operator, were held in Geneva on 24 September 2026. Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinatorrepresented Türkiye at this meeting.

CSC Genel Kurul Toplantısı, CSC Başkanı Christian Artelt ve Başkan Yardımcısı Michael Scharpf'in açış konuşmalarıyla başladı. CSC Yönetim Ekibinin öne çıkan çalışmalarının paylaşılmasının ardından 2025 mali yılı raporu, Başkan ve Başkan Yardımcısının ibrası, 2026 yılı performans izleme sonuçları, 2027 lisans ücretleri, 2026 yılı mali yıl sonu tahmini ve 2027 bütçe planlaması ele alındı.

Genel Kurul kapsamında CSC Yönetim Kurulu üyeliklerine ilişkin seçim ve değişiklikler gerçekleştirildi. Almanya'dan Dr. Olaf Assbrock'un yerine Dr. Oliver Möllenstädt, Belçika'dan Peter De Vylder'ın yerine ise Johan Baeten Yönetim Kurulunun yeni üyeleri olarak seçildi.

Başkanlık seçiminin de gerçekleştirildiği toplantıda Christian Artelt, dört yıllık yeni bir dönem için yeniden CSC Başkanı seçildi. Toplantıda ayrıca son Genel Kuruldan bu yana elde edilen önemli başarılar ve CSC'nin önümüzdeki döneme ilişkin hedef ve beklentileri paylaşıldı.

Yerel pazar gelişmeleri ve önümüzdeki dönemde karşılaşılacak zorlukların da ele alındığı toplantıda CSC Bölgesel Sistem Operatörü olan THBB'nin yanı sıra FEDBETON (Belçika), BTB (Almanya), BETONHUIS (Hollanda), NRMCA (Kuzey Amerika), FEDERBETON (İtalya), GVTB (Avusturya), FIHP (Güney Amerika) ve Grey Matters (MENA) bölgelerindeki gelişmeler hakkında bilgi verdi. Türkiye adına son on yılda CSC kapsamında elde edilen önemli başarıları, özellikle güncel belge sayılarını, gelecek dönem girişimlerini, hedeflerini ve YeS-TR sistemiyle ilgili yürütülen ortak çalışmaların detaylarını THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora aktardı.

Geçen yıldan bu yana yürütülen sürdürülebilirlik, iletişim ve pazarlama çalışmalarının sunulduğu toplantıda, 2027 Sürdürülebilirlik, Pazarlama ve İletişim Planı ele alındı. Bunun ardından Beton Değerlendirme Aracı'yla ilgili önemli iyileştirmeler ve geliştirmeler, CSC'nin 10 yıllık Performans İzleme, Değerlendirme ve Öğrenme (MEL) çalışmaları ile CSC Bölgesel Sistem Operatörlerinin faaliyet gösterdiği Türkiye'nin de dâhil olduğu tüm ülkelerde eş zamanlı olarak yapılmış olan Müşteri ve Pazar Araştırması sonuçları değerlendirildi. Genel Kurul, GBCI Europe'tan Kay Killman'ın moderatörlüğünde gerçekleştirilen "Müşteri Memnuniyeti – İleriye Dönük Yol Haritamız" çalıştayı ile devam etti.

Genel Kurulun tamamlanmasının ardından, CSC'nin kuruluşunun 10. yıl dönümü dolayısıyla resmî akşam yemeği düzenlendi. Etkinlikte, CSC'nin kuruluşundan bu yana sürdürülebilir ve sorumlu beton üretiminin desteklenmesi, sektör genelinde sürdürülebilirlik performansının geliştirilmesi ve şeffaflığın artırılması amacıyla yürüttüğü çalışmaların 10 yıllık gelişimi değerlendirildi.



Yoldere Beton'un tesisi Gebze'de açıldı

Yoldere Şirketleri bünyesinde hizmet vermeye başlayan Yoldere Beton'un tesisi, 21 Ekim 2026 tarihinde Kocaeli'nin Gebze ilçesi Muallimköy Mahallesi'nde düzenlenen törenle açıldı. İş dünyası ve yerel yönetim temsilcilerinin yoğun katılımıyla gerçekleştirilen açılışta, yeni tesisin bölge ve hazır beton sektörüne sağlayacağı katkılar vurgulandı.

Açılış törenine Kocaeli Milletvekilleri Harun Özgür Yıldızlı ve Nail Çiler, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Başkanvekili Hasan Soba, Gebze Belediye Başkanı Zinnur Büyükgöz, Darıca Belediye Başkanı Muzaffer Bıyık, Dilovası Belediye Başkanı Ramazan Ömeroğlu, Gebze Teknik Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Hacı Ali Mantar, Kocaeli Sanayi Odası Meclis Başkanı Tahsin Tuğrul, Gebze Ticaret Odası Yönetim Kurulu Başkanı Abdurrahman Aslantaş, Gebze Ticaret Odası Meclis Başkanı Oğuz Şerifalioğlu, GEBKİM Yönetim Kurulu Başkanı Vefa İbrahim Aracı ve Gebze Güzeller Organize Sanayi Bölgesi Başkanı Adem Ceylan katıldı.

Türkiye Hazır Beton Birliğini (THBB) ise Genel Sekreter Reşat Sönmez, Teknik ve Sürdürülebilirlik Direktörü Koray Saçlıtüre ve Kurumsal İletişim Müdürü Hakan Zengin temsil etti. Törende ayrıca meslek kuruluşları, siyasi parti temsilcileri ve iş dünyasından çok sayıda davetli yer aldı.

Saygı duruşu ve İstiklal Marşı'nın ardından konuşan Yoldere Beton Genel Müdürü Yasemin Altınkaya, tesisin yalnızca yeni bir yatırım olmadığını, emeğin, güvenin, iş birliğinin ve geleceğe duyulan inancın somut bir göstergesi olduğunu ifade etti.

Yoldere Beton'un faaliyetlerini kalite, güven, hizmet ve doğaya saygı temelinde sürdürdüğünü ifade eden Altınkaya, ham madde seçiminden üretime, laboratuvar kontrollerinden sevkiyata kadar tüm süreçlerde titizlikle çalıştıklarını söyledi. Betonun yalnızca bir yapı malzemesi olmadığının altını çizen Altınkaya, üretilen her metreküp betonun insanların güvenle yaşayacağı sıcak yuvalara, şehirleri birbirine bağlayan yollara ve köprülere, geleceğe iz bırakacak eserlere katkı sağladığını ifade etti.

Yoldere Beton olarak bu sorumluluğun bilinciyle hareket ettiklerini ifade eden Altınkaya, "Firmamızın Türkiye Hazır Beton Birliği üyeliği de sektörde kalite anlayışına, standartlara, rakiplerimizle kurallar çerçevesinde rekabet etmeye ve sektör dayanışmasına verdiğimiz önemin bir göstergesidir. En büyük hedefimiz; çalışanlarımızın mutlu olduğu, müşterilerimizin güvendiği ve tercih ettiği, sektörümüze değer katan güçlü ve saygın bir kurum oluşturmaktır. Dilerim ki Yoldere Beton santralimiz, sektörümüze ve bölgemize değer katarak başarılarla dolu nice uzun yıllar boyunca faaliyetlerini sürdürsün." diye konuştu.

Törende konuşan Altınkaya ailesinin büyüğü Yılmaz Altınkaya ise 1972 yılında Gebze'ye geldiğini ve 1974 yılından bu yana çalışma hayatını sürdürdüğünü belirterek, çocukları ve torunlarının bugün aynı aile çatısı altında birlikte çalışmasının kendisini çok mutlu ettiğini söyledi.

Konuşmaların ve Gebze İlçe Müftüsü İbrahim Hamarat'ın yaptığı duanın ardından Yoldere Beton'un Tesisleri'nin açılış kurdelesi kesildi.



Yoldere Beton Plant opens in Gebze

Yoldere Beton plant, established under the Yoldere Group of Companies, was officially opened at a ceremony held on October 21, 2026, in Gebze, Kocaeli. The opening ceremony, attended by numerous representatives from the business community and local authorities, highlighted the new plant's expected contribution to the region and the ready-mixed concrete industry. Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) was represented by Secretary General Reşat Sönmez, Technical and Sustainability Director Koray Saçlıtüre, and Corporate Communications Manager Hakan Zengin.

CSC Bölgesel Sistem Operatörleri toplantısı yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliğinin (THBB) üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğu İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (The Concrete Sustainability Council) Bölgesel Sistem Operatörleri toplantısı 25 Eylül 2026 tarihinde Cenevre'de gerçekleştirildi. Toplantıda ülkemizi THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

Toplantı, CSC Genel Müdürü Tobias Laurens ve CSC Küresel Sürdürülebilirlik ve İş Birlikleri Müdürü Cynthia Imesch'in açış konuşmalarıyla başladı. Toplantının "Amaçlar ve Beklenen Sonuçlar" başlıklı oturumunda, CSC'nin ilk 10 yılı değerlendirilerek önümüzdeki döneme ilişkin bölgesel önceliklerin şekillendirilmesi ele alındı.

Toplantıda ayrıca 2026 Sürdürülebilirlik Raporları değerlendirildi. Betonhuis (Hollanda), Fedbeton (Belçika) ve BTB (Almanya) tarafından raporlara ilişkin temel bulgular paylaşıldı. Elde edilen sonuçların CSC'nin bölgesel gelişimi, hizmetleri ve paydaşlarla etkileşimi açısından taşıdığı anlam üzerinde duruldu.

Bölgesel Sistem Operatörlerinin gelecek döneme ilişkin görüşlerinin ele alındığı "CSC'nin Bir Sonraki Döneminde Bölgem" başlıklı oturumda, Bölgesel Sistem Operatörleri tarafından önümüzdeki üç yıla ilişkin bölgesel eylem planları sunuldu. Toplantıya Bölgesel Sistem Operatörleri olarak Betonhuis, BTB, Fedbeton, Federbeton, FIHP, Grey Matters, GVTB, NRMCA ve THBB katıldı. THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora, Türkiye'de CSC'nin önümüzdeki üç yıllık dönemine ilişkin temel zorluklar, geleceğe yönelik gereklilikler ve CSC'den beklenen destek, iş birliği ve sistem geliştirmelerine yönelik bir sunum gerçekleştirdi. Toplantının devamında Cynthia Imesch, "Bölgesel Planlardan Ortak CSC Eylemine Geçiş" başlıklı oturumda, bölgesel eylem planları ve araştırma sonuçlarından ortaya çıkan ortak pazar ihtiyaçları ile bölgeler arası önceliklerin belirlenmesi üzerinde durdu.

Ortak önceliklere yönelik takip faaliyetleri de toplantı gündeminde yer aldı. Bu kapsamda ortak öncelikler için Bölgesel Sistem Operatörü ve CSC sorumlularının belirlenmesi, ilk kilometre taşlarının oluşturulması ile 2027 yılı ve sonrasında uygulanacak takip formatının belirlenmesi konuları görüşüldü.

Toplantının son bölümünde ise 2026-2027 dönemine ilişkin Bölgesel Sistem Operatörleri yuvarlak masa toplantılarının tarihlerinin belirlenmesi ve bu toplantıların CSC Sistemindeki gelişmelere ilişkin Genel Kurul görüşmeleriyle uyumlu şekilde yürütülmesi konusu ele alındı.

Concrete Sustainability Council Regional System Operators meeting held

The Regional System Operators meeting of the Concrete Sustainability Council, of which Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) is a member and Regional System Operator in Türkiye, was held in Geneva on September 25, 2026. Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinator represented Türkiye at this meeting.



Saint-Gobain Yapı Kimyasalları, Türkiye'deki 12. fabrikasını devreye aldı

Saint-Gobain Yapı Kimyasalları, İstanbul Tuzla'da devreye aldığı üretim tesisiyle Türkiye'deki fabrika sayısını 12'ye çıkardı. 1.800 m² kapalı alana sahip olan tesis; reçine esaslı zemin sistemleri, koruyucu kaplamalar, su yalıtımı, yüksek mukavemetli epoksi esaslı montaj (grout) harçları ve beton tamir çözümleri alanlarında yüksek katma değerli ürünlerin yerel üretimine odaklanacak.

Saint-Gobain Yapı Kimyasalları, küresel standartlardaki üretim gücünü ve Türkiye'deki pazar payını artırma hedefi doğrultusunda İstanbul Tuzla'daki üretim tesisini devreye aldı. Şirketin sürdürülebilir büyüme stratejisinin önemli bir parçası olan bu yeni merkez, yapı kimyasalları sektöründeki yüksek katma değerli ürünlerin yerel üretimine katkı sağlayacak. Uluslararası Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği standartlarına uygun bir altyapıyla faaliyete geçen tesis, Saint-Gobain'in Türkiye genelindeki 12. fabrikası olarak operasyonlarına başladı.

Tuzla üretim tesisi, mevcut ürün portföyünün yanı sıra ileriki dönemlerde yeni nesil teknik ürünlerin de üretileceği, geleceğin yapı kimyasalları çözümlerine yönelik büyüme fırsatlarını destekleyecek şekilde tasarlandı. Stratejik konumuyla hem Türkiye pazarına hem de çevre bölgelere hızlı ve etkin hizmet sunacak olan tesis; modern altyapısı, yüksek kalite standartları ve operasyonel verimliliğiyle dikkat çekiyor.

Saint-Gobain Yapı Kimyasalları Türkiye ve Orta Asya Başkan Yardımcısı Osman İlgen, Tuzla yatırımının şirketin sürdürülebilir büyüme, yerel üretim ve inovasyon odaklı uzun vadeli stratejisinin önemli kilometre taşlarından biri olduğunu vurgulayarak şunları kaydetti: "Tuzla'da devreye aldığımız üretim tesisimizle, yapı kimyasalları alanında sahip olduğumuz küresel know-how'ı, ileri teknik yetkinliklerimiz ve yerel üretim gücümüzle buluşturuyor, etki alanımızı genişletiyoruz. Saint-Gobain standartlarıyla yapılandırdığımız bu tesisle, müşterilerimizin yüksek teknik nitelikli ürün ihtiyaçlarına çok daha hızlı yanıt verirken, sektördeki öncü ve referans konumumuzu daha da pekiştireceğiz."

Saint-Gobain Construction Chemicals commissions its 12th factory in Türkiye

Saint-Gobain Construction Chemicals has increased its number of factories in Türkiye to 12 with the commissioning of a new production facility in Tuzla, Istanbul. The 1,800 m² indoor facility will focus on the local production of high-value-added products, including resin-based flooring systems, protective coatings, waterproofing solutions, high-strength epoxy-based grouting mortars, and concrete repair solutions.



ÇEİS Yapı Tasarım Yarışması'nın dördüncü dönem ödülleri sahiplerini buldu

Winners announced for the fourth edition of ÇEİS Building Design Competition

The 11 winning projects of the fourth edition of the Building Design Competition, organized by the Cement Industry Employers' Association (ÇEİS) to promote the aesthetic and innovative use of cement, have been announced.

Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikasının (ÇEİS), çimentonun estetik ve yenilikçi kullanımını teşvik etmek amacıyla düzenlediği Yapı Tasarım Yarışması'nın dördüncü döneminde, "Kentsel Dönüşüm: Alternatif Arayışlar" temasıyla gerçekleştirilen yarışmada 11 proje ödüle layık görüldü. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık da yarışmanın Danışma Kurulu'nda yer aldı.

3 Kasım 2026 tarihinde Rahmi M. Koç Müzesi'nde düzenlenen ödül törenine, ÇEİS Yönetim Kurulu Başkanı Nihat Özdemir, ÇEİS Yönetim Kurulu Üyeleri, sektör temsilcileri ve davetliler katıldı.

Törende konuşan ÇEİS Yönetim Kurulu Başkanı Nihat Özdemir, Türkiye'nin deprem gerçeği ve mevcut yapı stoku nedeniyle kentsel dönüşümün, ülkemizin uzun vadeli gündeminde önemli bir yere sahip olduğunu belirtti. Özdemir, "Sektörümüzün gelişimini üretim kapasitesinin yanı sıra bilgi, tasarım, yenilikçilik ve farklı disiplinlerle kurduğu iş birlikleriyle birlikte değerlendiriyoruz. Bu yaklaşımın önemli bir parçasını oluşturan Yapı Tasarım Yarışması, sektör profesyonellerinin deneyimi ile gençlerin yaratıcı düşüncelerine aynı platformda alan açarak bu alandaki fikir üretimini teşvik ediyor." dedi.

Yarışmanın jürisinde Ahmet Topbaş, Doç. Dr. Aktan Acar, Prof. Dr. Celal Abdi Güzer, Dr. Mimar Dürrin Süer ve Yüksek Mimar Melike Altınışık görev aldı.

Profesyonel kategoride birincilik ödülünü Erkin Duran danışmanlığındaki Gencay Çubuk, Şükrü Köse ve Helin Gündem, mevcut yapı grubunun yeni arayüzlerle kurgulanan kompozit bir strüktürel sistemle güçlendirilmesini ve kamusal alan kullanımına yönelik esnek, kişiselleştirilebilir çözümler geliştirilmesini öneren Residual Reticulation projesiyle kazandı. Abdullah Çolak danışmanlığındaki Recep Çetin ve Ayşe Feyza Karakoç ikincilik, Berat Harmanşa, Ozan Fırat Öz ve Ahmet Can Çelik üçüncülük ödülünün sahibi oldu. Eş değer Mansiyon ödülleri ise İbrahim Kayhan ve Ceren Nur Saygın Balkıs danışmanlığındaki Pınar Kayhan Helvacıoğlu; Bayram Binici danışmanlığındaki Yunus Emre Bolat, Hamza Arslan ve Betül Genç; Berna Şahin danışmanlığındaki İrem Yağmur Seyhan ve Elif Sarıkaya; Sude Turan, Zeynep Bilgenur Avcı ve Tugay Tuncay Can'a verildi.

Öğrenci kategorisinde birincilik ödülünü Umay Ezgi Özçelik, Mehmet Tanrıkulu, Mehmet Ali Akdemir, Muhammed Kuyumcu, Yusuf Ekrem Altay, Dilara Aydın, İclal Nilgün Bişgin ve Tarık Doğan'ın yer aldığı ekip Görünmez Beton projesiyle kazandı. Kurtuluş Atasever ve Melek Kılınç danışmanlığındaki Begüm Özdemir, Selin Bezci ve Efe Kağan Aşık ikincilik, İbrahim Çelebioğlu ve Abdullah Yılmaz üçüncülük ödülünün sahibi olurken, öğrenci kategorisinin mansiyon ödülü Nisa Nur Çapık, Mustafa Kocaman, Engin Can Altun, Ali Yaşar ve Nejat Saygı Öztaşkent'e verildi.

Yarışma kapsamında profesyonel ve öğrenci kategorilerinde toplam 1 milyon 35 bin TL ödül dağıtıldı.



İklim değişikliğine dayanıklı yollar

IIT Gandhinagar araştırmacıları, daha akıllı, bölgeye özgü yolların önünü açabilecek bir çerçeve öneriyor.
Hindistan Teknoloji Enstitüsü Gandhinagar



Otoyolda sel hasarı ve onarım çalışmaları (Resim Kaynağı: flickr)

Exploring a smarter way to build climate-resilient roads

IIT Gandhinagar researchers propose a framework that can pave the way for smarter, region-specific roads.

Hindistan her yıl haziran'dan eylül'e kadar muson mevsimini yaşar. Görünürdeki yoğun yağışlar genellikle birçok yolun beklenenden çok daha erken onarıma ihtiyaç duymasının nedeni olarak gösterilirken, ilk yağmur damlası yola düşmeden çok önce, az görünür ancak kritik bir güç devreye girer.

Rijit veya beton kaplamalar, beton döşemeler kullanan bir yol yapım türüdür. Trafik yüklerini geniş bir alana dağıtır ve ağır yükleri taşıma yeteneği gösterir. Beton yollar otoyollar ve havaalanları gibi yerlerde kullanılıyor ve şehir yollarında da giderek daha popüler hâle geliyor.

İlginç olan, beton kaplamaların çevreleriyle birlikte entegre bir sistem oluşturmasıdır. Güneş ışığı ve serin geceler gibi günlük sıcaklık değişimleri, mevsimsel değişikliklerle birlikte, kaplama katmanlarının ısınma ve soğuma döngülerine neden olur. Bu döngüler, kaplama yapısı içinde iç gerilimler yaratır.

Kaplama yapısı içindeki gerilimler beton döşemeyi etkiler ve ilerleyici yorulma hasarına katkıda bulunur, sonuç olarak kaplamanın hizmet ömrünü etkiler. Bu sorunu çözmek amacıyla, Hindistan Teknoloji Enstitüsü Gandhinagar'dan (IITGN) araştırmacılar, yapay zekânın bir alt kümesi olan makine öğrenimini kullanarak, iklim koşullarına dayanıklı ve bölgeye özgü bir şekilde özel olarak tasarlanmış rijit yol kaplamalarının geliştirilmesini destekleyebilecek bir çerçeve geliştirdiler. Bu, yolları daha dayanıklı hâle getirebilecek ve bakım maliyetlerini azaltabilecek daha akıllı bir yaklaşımdır. Çalışmaları, Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneği (ASCE) Ulaşım Mühendisli-

ği Dergisi, Bölüm B: Yol Kaplamaları'nda yayımlandı.

Ekip, Hindistan'ın beşinci büyük eyaleti olan Gujarat'ta çalıştı; bu eyaletin kıyı bölgeleri nemli koşullar yaşarken, iç kesimleri yaz sıcağına eğilimlidir. Ülkenin en uzun kıyı şeridine sahip olan eyaletin farklı bölgelerinde sıcaklık ve rüzgâr modelleri farklılık göstermektedir.

Hindistan ve Nepal gibi ülkelerde rijit yol kaplamaları inşa edilirken termal gerilimleri dikkate alma standardı, 1974 yılına kadar uzanan verilerden elde edilen belirli sıcaklık değerlerinin sağlanmasını içermektedir. Bu da günümüz koşullarını doğru bir şekilde yansıtmayabilir, genellikle yüzlerce kilometrekareyi kapsayan ve tek bir bölge içinde çeşitli iklim koşullarını içeren geniş bölgelerin kullanılması, yerel termal davranışı yakalayamamaktadır. Bu durum, rijit kaplamalarda termal gerilme davranışının yetersiz bir şekilde karakterize edilmesine yol açarak, kaplama performans tahminlerinin doğruluğunu ve tasarım güvenilirliğini etkilemektedir. Örneğin, mevcut uygulamada, Gujarat ve Rajasthan'ın tamamı tek bir iklim bölgesinde gruplandırılmıştır.

IITGN İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde eski doktora sonrası araştırmacı olan Dr. Sumit Nandi, "Eyaletin farklı bölgelerindeki rijit kaplamaların farklı termal gerilme seviyelerine maruz kaldığını düşünerek işe başladık, bu nedenle bu yolları aynı tasarım önerilerini kullanarak inşa etmek gerçekten iyi bir fikir olmazdı." dedi.

Bu çalışmanın ilk yazarı olan Dr. Nandi, şu anda CSIR-Merkezi Yol Araştırma Enstitüsü'nde Bilim İnsanı ve Bilimsel ve Yenilikçi Araştırma Akademisi'nde (AcSIR) Yardımcı Profesör olarak görev yapmaktadır. Nandi, "Öncelikle eyalet genelindeki mekansal değişkenliği yakalayarak başladık ve bu da 126 karasal ızgara noktasından oluşan nihai bir veri kümesine yol açtı. Ardından, Copernicus İklim Değişikliği Servisi tarafından geliştirilen ERA5 veritabanını kullanarak bu ızgara noktaları için saatlik hava durumu verilerini elde ettik." diye açıkladı. Araştırmacılar bu bilgileri, farklı iklim dönemlerini temsil eden 1961-1991 ve 1992-2022 yılları için topladılar.

Bu veriler, 126 araştırma noktasının tamamında rijit kaplamanın termal modellemesi için girdi olarak kullanıldı. Termal modellemeyi, bir yerde yani mevcut durumda rijit kaplamada, ısının nasıl davranacağını anlamak ve tahmin etmek için veri ve bilgisayar hesaplamalarını kullanan bir teknik olarak düşünün.

Simülasyonlar, Hindistan Karayolları Kongresi'nin Hindistan'daki otoyollar için derzli rijit kaplamaların tasarımına ilişkin kılavuzları olan IRC:58'e dayanarak 200, 250 ve 300 mm olmak üzere üç farklı döşeme kalınlığı kombinasyonu için gerçekleştirildi. Bu simülasyonlar ayrıca 0,30 ve 0,50 olmak üzere iki farklı yüzey albedo değeri ele aldı. Basitçe ifade etmek gerekirse, yüzey albedosu, belirli bir yüzeyin güneş ışığını emmek yerine ne kadar yansıttığını gösterir. Dolayısıyla, 0,30 geleneksel bir kaplama anlamına gelirken, 0,50 daha "soğuk" bir kaplama anlamına gelmektedir.

Verilerinin karmaşıklığını, temel bilgilerini kaybetmeden azalttıktan sonra ekip termal açıdan benzer şekilde davranan yerleri belirlemek için makine öğrenimini kullandı. Spotify'ın şarkıları belirli ruh hâllerine göre çalma listelerine nasıl gruplandırdığını veya Netflix ve Hotstar'ın benzer temalara sahip film ve dizileri nasıl önerdiğini düşünün. Algoritmalar, yolların benzer ısınma, soğuma ve ilgili stres modellerini deneyimlediği yerleri gruplandırdı.

Ekip, farklı algoritmaların çıktılarını birleştirerek Gujarat'ta beş farklı termal küme veya mikro bölge belirledi. Bu mikro bölgelerdeki aşağıdan yukarıya doğrusal sıcaklık farkları yaklaşık 16,3°C ile 17,2°C arasında değişiyordu. Mevcut bağlamda, alttan yukarıya doğru sıcaklık farkı, rijit kaplamanın altından üstüne doğru sıcaklıkta meydana gelen kademeli bir değişimdir ve bu da yolun kullanım ömrü boyunca giderek çatlamasına neden olur.

IITGN İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Yardımcı Doçentlik ve IITGN Yapılı Çevre Laboratuvarı'nı yöneten Dr. Sushobhan Sen'e göre, "Bu bulgular ilginç ve Gujarat'ın tek tip bir rijit kaplama termal davranışı sergilemediğini doğruluyor. Çalışmamız, eyaletin bir bölgesinde iyi performans gösteren tasarımın, aynı eyaletin başka bir bölgesindeki yerel iklim koşullarına dayanacak kadar sağlam olmayabileceğini gösteriyor. Önerilen çerçeveyi Hindistan geneline yaymak, dayanıklılık, güvenlik ve malzeme kullanımını dengeleyen daha bilinçli kararlar alınmasını sağlayacak, bölgeye özgü termal tasarım şemalarının geliştirilmesini kolaylaştıracak, gelecekteki araştırmalar için umut vadeden bir yol oluşturmaktadır. Mevcut çalışmanın, rijit kaplamaların yapımında kullanılan inşaat malzemelerini dikkate almadığını belirtmek gerekir. Bu tür malzemelerin kalitesi de bu yolların ömrünü olumsuz etkileyebilir. Gelecekteki çalışmalar bu önemli parametreyi de inceleyebilir." diye anlatmaktadır.

Hindistan bir başka muson mevsimine girerken, yollarının durumu yine günlük konuşmaların bir parçası hâline geliyor. Mevcut araştırma, iklimin yolların sağlığına katkıda bulunan önemli bir faktör olduğunu hatırlatıyor; sadece yağmurlar değil, aynı zamanda kavurucu yazlar ve soğuk kışlar da rijit kaplamalarda meydana gelen bu görünmez termal süreçleri anlamak, daha akıllı ve iklim değişikliğine dayanıklı yolların geliştirilmesine yol açabilir.

Kaynak: www.eurekalert.org/news-releases/1137039

3D baskılı köprü*

MIT (Massachusetts Institute of Technology) araştırmacıları, bir yazıcının gerçek dünyadaki sınırlamalarını optimizasyona entegre eden bir çerçeve geliştirerek daha iyi donanımın malzeme kullanımını önemli ölçüde azaltabileceğini ortaya koydu.



MIT İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü doktora sonrası araştırmacısı Hajin Kim-Tackowiak (solda) ve yüksek lisans öğrencisi Zane Schemmer, tasarladıkları ve yük testini yaptıkları 3D baskılı beton köprüyle poz veriyorlar.

Beton, dünyada en yaygın kullanılan yapı malzemesidir ve içindeki çimentodan dolayı üretimi, karbon emisyonlarının en büyük tek kaynaklarından biridir. Çevresel ayak izini azaltmanın umut vadeden bir yolu, dev bir krema sıkma robotu gibi damla damla beton basarak 3 boyutlu baskı yapmaktır. Bu işlem, kalıplara dökmenin zahmetli kalıplama işini ortadan kaldırır ve malzemeyi yalnızca yapının ihtiyaç duyduğu yere yerleştirir ancak bilgisayarlar tarafından oluşturulan en verimli tasarımların çoğu, günümüz yazıcıları tarafından üretilemez. Mühendisler, en az malzeme kullanan en güçlü yapıyı bulmak için topoloji optimizasyonu adı verilen bir teknik kullanırlar ancak karmaşık, örümcek ağı şekillerine sahip bu matematiksel olarak ideal tasarımlar, kalın nozulları, sınırlı dönüşleri ve tek bir sürekli hareketle baskı yapma ihtiyacı olan büyük ölçekli beton yazıcılarının fiziksel sınırlamalarını hesaba katmaz.

3D-printed bridge points the way to greener construction

MIT researchers developed a framework that folds a printer's real-world limits into the optimization, while revealing that better hardware could sharply reduce material use.

MIT'den bir araştırma ekibi bu açığı kapatmanın bir yolunu geliştirdi. "Additive Manufacturing" dergisinde yayımlanan yeni bir makalede açıklanan çerçeve, bir yazıcının gerçek üretim sınırlarını doğrudan optimizasyona dâhil ederek, ortaya çıkan tasarımın bir makine tarafından az veya hiç manuel yeniden tasarım yapılmadan üretilip basılabileceği bir tasarım olmasını sağlar.

(*) Stephanie Martinovich, MIT İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü



Testler sırasında, yaklaşık 400 kilogram ağırlığındaki köprü, üstüne yayılmış 900 kilogramdan fazla beton bloku, ölçülebilir bir şekilde bükülmeden taşıdı ve ekibin simülasyonlarıyla yakından eşleşti.

Bunu, 2,3 metrelik bir beton köprü tasarlayarak, basarak ve yükleme testi yaparak gösterdiler ve günümüzün baskı donanımının, betonun kendisi değil, bir yapının ne kadar hafif olabileceğini sınırladığını buldular.

MIT İnşaat ve Çevre Mühendisliği (CEE) Bölümünde doktora sonrası araştırmacı olan ve çalışmanın ortak ilk yazarı Hajin Kim-Tackowiak , "Bu süper optimum tasarımları üretilebilir tasarımlara dönüştürmeye gelince, düşebileceğiniz birçok çatlak buluyorduk. Bu çatlaklar uçurum gibiydi." diyor.

İnşa edilebilecek olanı tasarlamak

Kısıtlamaları belirlemek için ekip, Autodesk Araştırma İkamet Programına katılarak, Boston'daki Autodesk Teknoloji Merkezinde büyük ölçekli baskı makinelerini çalıştıran kişilerle doğrudan çalıştı.

Kim-Tackowiak, "Keskin açılarımızdan bazılarını göstererek ve 'Böyle bir şeyi basmakta kendimi güvende hissetmiyorum.' dediler." diye hatırlıyor.

> Concrete is the most widely used building material on Earth, and producing it is one of the largest single sources of carbon emissions. One promising way to reduce its environmental footprint is to 3D-print concrete, laying it down bead by bead like a giant icing-piping robot. This process eliminates the labor-intensive formwork of pouring it into molds, and places the material only where a structure needs it.

Bu konuşmalar üç temel sınırlamayı ortaya çıkardı: Basılan her bir damlacığın ne kadar kalın olması gerekliliği, nozul ne kadar keskin dönebilir ve tek bir sürekli çizgide baskı yapma ihtiyacı. Araştırmacılar, her bir kısıtlamayı doğrudan çerçevelerinin matematiksel kurallarına çevirdiler.

Kim-Tackowiak'ın açıkladığına göre, mevcut 3 boyutlu baskı yapıları genellikle önce şekli optimize eden ve ardından "çok büyük miktarda işlem sonrası iş" gerektiren eski yöntemlerle üretiliyor ve bu da günlerce sürüyor. Buna karşılık, ekibin geliştirdiği çerçeve, bir dizüstü bilgisayarda yaklaşık iki dakika içinde tamamen yazdırılabilir tasarımlar üretti. Ekip, baskı gününde köprünün boyutunu biraz küçültmeye ihtiyaç duyduğunda, optimizasyonu yeniden çalıştırarak, 5-10 dakika sonra güncellenmiş bir tasarıma sahip oldu.

İnşaat ve Elektrik Mühendisliği alanında doktora öğrencisi olan ortak ilk yazar Zane Schemmer, "Bu hıza ulaşmak bile yeni bir şey. Beş, on yıl öncesine, hatta üç yıl öncesine kadar kullandığımız çözücü bu problemleri çözemiyordu. Bu alandan kaçınıldı çünkü herkes bunun gidebileceğimiz bir yol olmadığını düşünüyor ancak yeni algoritmalar ve kaynaklarla, problemleri çerçevelemeye başlayabileceğimiz bir yol hâline geliyor." diyor. Yöntemin dayandığı matematiksel yöntem olan karma tamsayı optimizasyonu, uzun süre kullanımı çok zor olarak kabul edildi.

Bir köprü gerçek sınırlamayı ortaya koyuyor

Çerçeveyi doğrulamak için araştırmacılar, Autodesk'in tesisine geri dönerek 2,3 metre uzunluğunda bir beton köprü bastılar.

Kıdemli yazar Josephine Carstensen ve İnşaat Mühendisliği Kariyer Geliştirme Profesörü. Gilbert W. Winslow, "Köprü yaklaşık 30 dakikada yapıldı ve hazır harç kullanılarak inşa edildi." diyor.

Testlerde, yaklaşık 400 kilogram ağırlığındaki yapı, neredeyse hiç ölçülebilir bir eğilme olmaksızın, üzerine yayılmış 900 kilogramdan fazla ağırlığı taşıdı ve bu da ekibin simülasyonlarıyla yakından eşleşti ancak test, çalışmanın en büyük sürprizini de ortaya çıkardı.

Kim-Tackowiak, "Bulduğumuz şey, sonucumuzun aşırı mühendislik ürünü olmasıydı. Sıfırdan 90.000 kilograma kadar, tasarımınız tamamen 'Bunu inşa edebilir miyim yoksa edemez miyim' kısıtlamalarıyla yönlendiriliyor ve 90.000 kilogramdan sonra fiziği düşünmeye başlayabilirsiniz." dedi. Başka bir deyişle, yapının ne kadar verimli olabileceğini belirleyen şey, betonun dayanıklılığı değil, mevcut baskı teknolojisinin sınırlarıydı.

Daha iyi yazıcılar için bir yol haritası

Çerçeve, matematiksel olarak mümkün olan en iyi tasarımı bulduğu için, araştırmacılar her donanım sınırlamasının malzeme açısından ne kadar maliyete yol açtığını tam olarak ölçebildiler.

Carstensen, "Karma tam sayı optimizasyonu ile sadece iyi bir çözüm yerine, en iyi çözüm olan küresel optimumu bulabili-



Köprünün yakın çekimi, kalıp kullanılmadan tek bir sürekli yolda serilen, ekstrüde betonun üst üste yığılmış katmanlarını gösteriyor.

yoruz. En iyi çözümü bulduğumuzu bildiğimiz için şunu da ölçebiliyoruz: Başka şeyler yapabilen bir makinemiz olsaydı, bu kullandığımız malzeme miktarı için ne anlama gelirdi?" diyor.

Carstensen , "En büyük etken, basılan şeridin genişliğiydi. Köprüde 4 santimetrelik bir şerit kullanıldı. Analiz, 1 cm'lik bir şerit basabilen bir makinenin, "güvenlik sınırları içinde kalırken" malzeme kullanımını %76'ya kadar azaltabileceğini gösterdi. Sonuç şaşırtıcı oldu. Sürekli yolun sorun olacağını, en büyük etkiye sahip olanın o olacağını düşünmüştüm ama öyle değildi. Sorun damla genişliğiydi." diyor.

Sonuçta, yazıcı üreticileri için, mütevazı donanım iyileştirmelerinin verimlilikte büyük kazanımlar sağlayabileceğini ve betonun karbon ayak izini azaltabileceğini gösteren bir yol haritası oldu.

Köprünün mümkün olmasını sağlayan şeylerden biri de her parçanın sıkıştırma altında olmasıdır. Schemmer, "Beton üzerine baskı uygulandığında çok iyi dayanır, ancak çektiğinizde ise gerçekten kötü sonuç verir. Gördüğünüz her beton parçasının basınç altında olduğunu, hiçbir parçanın çekilmediğini garanti edebiliyoruz." diyor.

Tasarruflar sadece daha az malzeme kullanmaktan değil, kalıpları tamamen atlamaktan da kaynaklanıyor; bu avantaj tek seferlik şekiller için daha da artıyor. Carstensen, afet yardımında erken bir umut görüyor: "Kalıp yapmaya gerek kalmadan yeni altyapıyı hızla kurabilirsiniz."

Köprünün sadece basınca dayalı yapısı, testlerden sonra kendini çarpıcı bir şekilde gösterdi. 900 kilogramdan fazla ağırlığı yerinden oynatmadan taşıyabiliyordu, ancak bir işçi altını süpürmek için bir köşesini birkaç santim kaldırdığında kırıldı. Bu başarısızlık, tasarım hatasından ziyade, arkasındaki prensibin bir göstergesiydi. Beton çekildiğinde zayıflar ve kaldırma işlemi, köprünün asla taşıması amaçlanmayan kısımlarını gerilime maruz bıraktı. Kim-Tackowiak, "Bir yönden en uygun çözüm, ancak kesinlikle her yönden en uygun çözüm değil." diyor.

Bu da ekibin bir sonraki adımı olan donatı ile güçlendirilmiş betona işaret ediyor. Kim-Tackowiak, "Saf beton bir yapının en uygun şey olmayacağını biliyoruz, bu yüzden onu bugün yaşadığımız dünyaya, yani donatı ile güçlendirilmiş betona doğru taşıyoruz ancak baskı beton bir yapıya nasıl donatı yerleştirileceğini bulmak kendi başına bir zorluk teşkil ediyor." diyor.

Çalışma, Ulusal Bilim Vakfı tarafından finanse edildi ve MIT İleri Üretim Teknolojileri Merkezi tarafından desteklendi. Makaleye Kim-Tackowiak, Schemmer ve Carstensen'in yanı sıra, MIT Yapı Teknolojisi Mimarlığı programında doktora öğrencisi olan Pittipat Wongsittikan ve eski MIT doktora sonrası araştırmacısı Jackson Jewett (MEng '18, PhD '25) de ortak yazar olarak katıldı.

Kaynak: https://news.mit.edu/2026/3d-printed-bridge-points-to-greener-construction-0715

Araştırmacılar, antik betonun olağanüstü dayanıklılığına yeni bir açıklama getirdi

Yeni bulgular, karbonatlaşmanın Roma betonunun binlerce yıllık dayanıklılığını açıklamada önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koyuyor.

Yaklaşık iki bin yıldır ayakta kalmayı başaran Roma beton yapıları, antik mühendisliğin en dayanıklı örnekleri arasında kabul edilmektedir. Araştırmacılar, bu olağanüstü dayanıklılığı bugüne kadar büyük ölçüde puzolanik reaksiyona bağlamaktaydı. Puzolanik reaksiyon; volkanik kül, su ve yüksek reaktif özellikteki kirecin bir araya gelmesiyle gerçekleşen, betonun sertleşmesini ve dayanım kazanmasını sağlayan güçlü bağlayıcı fazların oluştuğu kimyasal bir süreç ancak yeni araştırmalar, bu hikâyenin bundan ibaret olmadığını ortaya koymaktadır.



İtalya'nın Tivoli kentindeki Hadrianus Villası'nda bulunan Canopus yapısı

Kaliforniya Üniversitesi Berkeley Kampüsü 'nden (UC Berkeley) Paulo Monteiro ile Beijing University of Technology bünyesinde görev yapan Xiaohong Zhu liderliğindeki araştırma ekibi, karbonatlaşma sürecinin de Roma betonunun dayanıklılığına önemli katkılar sağladığını göstermiştir. Karbonatlaşma, atmosferdeki karbondioksit (CO_2) ile beton içerisindeki kalsiyum bileşikleri arasında zamanla gerçekleşen yavaş ve sürekli bir kimyasal reaksiyondur. Bu çalışmaya kadar araştırmacılar, karbonatlaşmanın binlerce yıllık süreçte beton üzerindeki etkilerini değerlendirebilecek yöntemlere sahip değildi.

Researchers shed new light on ancient concrete's extraordinary durability

New findings reveal how carbonation could help explain Roman concrete's longevity over thousands of years

Bugün "Science Advances" dergisinde yayımlanan çalışmada araştırmacılar, İtalya'nın Tivoli kentinde bulunan ve MS 2. yy.da Hadrianus Villası'ndaki Roma betonundan inşa edilmiş bir latrini (umumi tuvalet yapısı) kapsamlı olarak inceleyerek, bu yapıların olağa-

nüstü dayanıklılığının altında yatan mekanizmaları ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çok ölçekli spektroskopi ve tomografi dâhil gelişmiş üç boyutlu görüntüleme tekniklerinden yararlanan araştırmacılar, mineralize karbonatlaşma sonucunda oluşan kalsiyum karbonat ağlarının, zaman içinde antik Roma betonunun yapısını daha bütünleşik ve yoğun hâle getirerek dayanıklılığını artırdığını göstermiştir.

İnşaat ve Çevre Mühendisliği Lisansüstü Programı Profesörü Paulo Monteiro, "Puzolanik reaksiyon temel öneme sahip olmakla birlikte, bulgularımız uzun zaman diliminde gerçekleşen karbonatlaşmanın da betonun dayanıklılığını artırdığını ve zamanla oluşan ince çatlakların kendiliğinden kapanmasına katkı sağlayabildiğini göstermektedir." ifadelerini kullanmıştır.

Monteiro'ya göre, hidratasyon ve karbonatlaşma süreçleri sonucunda oluşan ve kireç taşında doğal olarak bulunan bir kalsiyum karbonat minerali olan kalsit, beton içerisindeki küçük çatlakları, boşlukları ve gözenekleri doldurmaktadır. Bu doğal bağlayıcılık mekanizması, daha yoğun ve bütünleşik bir mikro yapı oluşturarak yük transferini iyileştirmekte, suyun beton içerisine nüfuzunu sınırlandırmakta ve böylece uzun dönemli dayanıklılığı artırmaktadır. Zamanla kalsit kristallerinin büyümeye devam etmesi, ince çatlakların kapanmasına yardımcı olarak hasarın ilerlemesini de engelleyebilmektedir.

Araştırmacılar, bu bulguların yeni nesil beton malzemelerinin geliştirilmesine ışık tutabileceğini belirtmektedir. Monteiro, "Kalsit, modern beton altyapılarında çevresel ve mekanik etkilerin azaltılmasına katkı sağlayabilecek önemli bir potansiyele sahiptir. Bu durum gelecekte daha sürdürülebilir ve daha dayanıklı yapı malzemelerinin geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sunabilir." değerlendirmesinde bulunmuştur.

Araştırma ekibi ayrıca, Roma betonunun daha iyi anlaşılmasının düşük karbonlu çimentoların geliştirilmesine de katkı sağlayacağını öngörmektedir. Günümüzde geleneksel çimento üretiminde kullanılan klinker, önemli çevresel etkilere neden olmakta; üretilen her 1 ton klinker için yaklaşık 0,83 ton karbondioksit atmosfere salınmaktadır.

Monteiro, "Kalsiyum karbonat kristalleşme dinamiklerinin betonu nasıl bütünleştirdiğini ve uzun dönem dayanıklılığına nasıl katkı sağladığını anlamak, kireç esaslı bağlayıcıların uzun vadeli mineralojik gelişimi ile doğal karbonatlaşma mekanizmalarına ilişkin yeni bilgiler sunabilir. Bu bilgiler, dayanıklı ve düşük klinker içerikli bağlayıcı sistemlerin tasarımına yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine ışık tutabilir. Bu çalışma, antik mühendislik tekniklerinin incelenmesinin günümüz için ne kadar önemli bilimsel kazanımlar sağlayabileceğini göstermektedir. Roma betonunun dayanıklılığının ardındaki sırları çözerek, gelecekte daha sürdürülebilir modern altyapı sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı umuyoruz." diyerek anlatıyor.

Monteiro'nun yanı sıra, UC Berkeley'den çalışmaya katkı sağlayan diğer ortak yazarlar; İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü'nden Sejung Rosie Chae, Chengyao Liang, Qi Zheng ve Ascanio Modena Altieri, Kimya Mühendisliği Bölümünden Stuart McElhany ve Yer ve Gezegen Bilimleri Bölümünden Hans-Rudolf Wenk'tir.

Araştırma, ABD Enerji Bakanlığı tarafından desteklenmiş; ayrıca University of Illinois Urbana-Champaign, University of Michigan, Lawrence Berkeley National Laboratory, Beijing University of Technology ve İtalya Kültür Bakanlığına bağlı Istituto Autonomo Villa Adriana e Villa d'Este araştırmacılarının katkılarıyla yürütülmüştür.

> Having survived nearly two millennia, Roman concrete structures are widely regarded as outstanding examples of durable ancient engineering. Researchers have often attributed this longevity to the pozzolanic reaction, a chemical process that occurs when volcanic ash, water and highly reactive lime are combined to create powerful binding agents that harden and strengthen the concrete. But new research reveals that there might be more to the story.
>
> Now, a team led by Paulo Monteiro of UC Berkeley and Xiaohong Zhu, currently at Beijing University of Technology, has shown that another process — carbonation — may also contribute in important ways to the durability of Roman concrete. Carbonation is a slow, ongoing chemical reaction between atmospheric carbon dioxide (CO_2) and calcium compounds in the concrete. Prior to this study, researchers had no way to evaluate its effects over thousands of years.
>
> As reported today in Science Advances, researchers performed a comprehensive analysis of a concrete latrine in Hadrian's Villa — a site in Tivoli, Italy, that dates to the second century A.D. — to uncover the mechanisms behind the resilience of these structures. Using advanced 3D imaging techniques, including multi-scale spectroscopy and tomography, they showed how the calcium carbonate networks formed through mineralized carbonation helped bind and densify ancient Roman concrete over time.

Kaynak: https://engineering.berkeley.edu/news/2026/07/researchers-shed-new-light-on-ancient-concretes-extraordinary-durability/

Hoover Barajı Betonu

Hoover Barajı kolonlar hâlinde döküldü, çünkü tek parça hâlindeki inşa edilseydi ortam sıcaklığına ulaşması 125 yıl sürerdi.



Barajın orta bölümündeki bir bloğa beton dökülüyor; işlem, havai bir kablo hattıyla taşınan 6 metreküplük bir kova ile gerçekleştiriliyor. Bureau of Reclamation fotoğrafı; ABD Ulusal Arşivleri (NARA 293921) aracılığıyla, kamu malı.

6 metreküp beton taşıyan bir kova, bir halat yardımıyla Black Kanyonu üzerinde taşındı, kalıbın içine indirildi ve açıldı. Ardından yedi adam ellerinde kürekler, lastik çizmeler ve pnömatik vibratörlerle içeri girdi; vinç operatörü yavaş davransa daha kovanın içindeyken ilk prizini (donma başlangıcını) alacak kadar kuru olan karışımı yaymaya başladılar. Kalıbın içine yerleştirilmiş ve beklemekte olan bir inçlik çelik boru bobinleri de oradaydı.

Boruların orada olmasının nedeni, Bureau of Reclamation mühendislerinin barajın bilinen yöntemle (tek parça hâlinde) inşa edilmesi durumunda neler olacağını hesaplamış olmalarıydı. Bu hesaplama, kurumun inşaat sürecini anlattığı kendi kayıtlarında yer almaktadır. Rapora göre, tek ve kesintisiz bir döküm o kadar ısınırdı ki, betonun çevresindeki hava sıcaklığına düşecek kadar soğuması 125 yıl sürerdi. Ortaya çıkan gerilmeler barajda çatlaklara yol açar ve yapının ufalanıp dağılmasına neden olurdu. Bu yüzden baraj, her biri donma sürecindeyken içeriden soğutulan ayrı kolonlar hâlinde yükseltildi.

Hoover Dam was cast in columns because one solid pour would take 125 years to reach air temperature

A bucket holding eight cubic yards of concrete swung out over Black Canyon on a cable, dropped into a form, and opened. Seven men went in after it with shovels, rubber boots and pneumatic vibrators, spreading a mix so dry that it would take its initial set inside the bucket if the crane operator was slow. Threaded through the form, waiting, were coils of one-inch steel pipe.

Gidecek yeri olmayan ısı

Beton kurumaz, kimyasal reaksiyona girer ve bu reaksiyon sırasında ısı açığa çıkar. İnce bir beton plakasında bu ısı, oluştuğu hızla dışarı atılır, ancak Hoover Barajı büyüklüğündeki devasa bir kütlede ısının gidecek hiçbir yeri yoktur. Geniş bir dökümün merkezi, yüzey soğuduktan çok sonra bile sıcak kalır; aynı bloğun iki kısmı farklı oranlarda genleşip büzülmeye çalışır ve beton kendi kendine çatlar. Reclamation (ABD Islah Bürosu), ortaya çıkan ısının boyutunu, okuyucuların zihninde somutlaşabilecek bir ölçü birimiyle ifade ediyor. Kuruma sürecindeki betonun açığa çıkardığı ısı bir fırında toplansaydı, bu ısının üç yıl boyunca günde 500.000 somun ekmek pişirmeye yeteceği belirtiliyor.

Barajın inşasında yaklaşık 2,5 milyon metreküp beton kullanılmış ve bu betonun yapımında beş milyon varilden fazla Portland çimentosu harcanmıştır. İnşaat sırasında günlük çimento ihtiyacı 7.500 ila 10.800 varil arasında değişmiştir. Reclamation, bir kıyaslama yapmak amacıyla kendi kurumsal geçmişinden bir veri sunmuş: 30 Haziran 1932'den önceki 27 yıllık inşaat çalışmaları boyunca kurumun tamamı toplamda 5.862.000 varil çimento kullanmıştı.

Dikey kolonlar hâlinde inşa edilen bir baraj

Çözüm, barajı tek bir bütün olarak ele almaktan vazgeçmekti. Baraj, yaklaşık 1,5 metrelik katmanlar hâlinde yükselen, yamuk biçimli ve birbirinden bağımsız kolonlar dizisi şeklinde inşa edildi. Reclamation'ın inşaat kayıtlarına göre blokların boyutları, barajın su tarafındaki (memba) yüzünde yaklaşık 18 metre karelerden, suyun akış yönündeki (mansap) yüzünde yaklaşık 7,5 metrekarelere kadar değişiklik gösteriyordu. Tamamlanan yapı, tahminen 215 bloktan oluşuyordu.

Herhangi bir bloğa beton dökme işlemi, 72 saatlik bir süre zarfında yaklaşık 1,5 metrelik yükseklikle sınırlandırılmıştı. Bu, hacimsel bir sınırlamadan ziyade bir hız kuralıydı; yani barajın herhangi bir bölümüne ne hızla ısı eklenebileceğini kontrol altında tutuyordu. Reclamation, baraja yapılan beton döküm hızını aylık ortalama 122.000 metreküp olarak belirtiyor. En yüksek dökümün yapıldığı günde 8.000 metreküp (bu rakama su giriş kuleleri ve elektrik santraline dökülen betonlar da dâhildir) beton dökülmüş; en yoğun ayda ise bu miktar 210.000 metreküpü biraz aşmıştır.

Yan yana gelen kolonlar sadece üst üste dizilmekle kalmamış, aynı zamanda birbirine kenetlenecek şekilde tasarlanmıştı. Radyal (merkezden çevreye uzanan) eklem yerleri boyunca dikey, çevresel eklem yerleri boyunca ise yatay kenetleme dişleri yerleştirilmiş, ayrıca her bir bloğun su tarafındaki ve akış yönündeki yüzleri, birbirine geçebilen oluklarla biçimlendirilmişti. Reclamation, bu düzeni tarif ederken devasa bir Lego setine benzetiyor.

Hiç inşa edilmemiş bir barajla ilgili bir sayı

Bu hikâyede en sık dile getirilen rakam 125 yıldır, ancak bu rakamın ifade ettiği şey, anlatılarda yansıtılandan daha sınırlı bir kapsama sahiptir. Bu süre, barajın çevredeki hava sıcaklığına kadar soğumasını tanımlar. Çimento içindeki kimyasal reaksiyonun ne zaman sona ereceğine dair hiçbir bilgi vermez, oysa bu ikisi, farklı zaman çizelgeleriyle işleyen ayrı süreçlerdir.

Bu aynı zamanda bir hesaplamadır. Hiç kimse Hoover Barajı'nı tek bir seferde döküp soğumasını beklememiştir. ABD Islah Bürosu mühendisleri, şayet böyle bir şey yapılsaydı neler olacağını hesaplamış ve işi kimsenin böyle bir yönteme başvurmasına gerek kalmayacak şekilde tasarlamışlardır. ABD Islah Bürosunun inşaat kayıtları, barajın soğuma sürecinin mart 1935'te tamamlandığını göstermektedir. Bu tarih, ilk betonun 6 Haziran 1933'te dökülmesinden yaklaşık 21 ay sonrasına ve son betonun yerleştirildiği 29 Mayıs 1935'ten iki ila üç ay öncesine denk gelir. Söz konusu zamanlama, ABD Islah Bürosunun verileri üzerinden yaptığımız hesaplamaya dayanmaktadır.

Bu durum, söz konusu olgunun etrafında oluşan gelişmeler nedeniyle önem taşımaktadır.

Hoover Barajı'ndaki betonun bugün hâlâ priz almaya (sertleşmeye) devam ettiği iddiası yaygın olarak dolaşmaktadır, ancak ABD Islah Bürosunun bahsi geçen iki sayfasında da böyle bir iddia yer almamaktadır. İnşaatla ilgili bilgiler soğutma sürecinin mart 1935'te sona erdiğini belirtirken, inşaat sürecini anlatan metinde herhangi bir tamamlanma tarihi verilmemekte ve her iki sayfada da betonun bu noktadan sonraki durumu ele alınmamaktadır.

ABD Islah Bürosunun kendi verileri arasında, aynı sayfada yer almalarına rağmen birbiriyle uyuşmayan iki rakam bulunmaktadır. Yanıtlardan biri baraj, elektrik santrali ve ilgili yapılarda toplam 3.333.000 metreküp beton kullanıldığını belirtirken, birkaç satır aşağıda yer alan bir diğer yanıt, dökülen beton miktarını 3.364.000 metreküp olarak vermektedir. Aradaki fark 31.000 metreküptür ve her iki yanıt da aynı kapsamı ifade etmemektedir. Sayfada bu veriler arasındaki uyumsuzluk giderilmemiştir, bu nedenle yukarıda daha dar kapsamlı ve tutarlı olan veri yani barajın bizzat kendisinde kullanılan 2,5 milyon metreküp esas alınmıştır.

Üçüncü bir veri de bu hesaplamalarla örtüşmemektedir. ABD Islah Bürosunun baraj için verdiği 2,5 milyon metreküp hacim ve 6 Haziran 1933 ile 29 Mayıs 1935 arasındaki döküm tarihleri dikkate alındığında, kurumun belirttiği ayda yaklaşık 122.000 metreküplük hızın aslında 105.000 metreküp civarında olduğu görülmektedir. 105.000 rakamı bizim yaptığı-

mız aritmetik işlemin sonucudur, aradaki fark ise ABD Islah Bürosuna aittir.

"215" rakamı, ilk bakışta göründüğünden daha muğlak bir nitelik taşımaktadır. ABD Islah Bürosu, barajın "dikey blok kolonları" hâlinde inşa edildiğini belirtip tahminen 215 bloktan söz ederken, inşaat sürecini anlatan metinde sütunların 1,5 metrelik katmanlar (lift) hâlinde yükseldiği ifade edilmektedir. Her iki sayfada da 215 rakamının tam olarak neyi ifade ettiği tanımlanmamıştır, ancak bu rakamın 1,5 metrelik katmanların sayısını göstermesi mümkün değildir, zira 218 metre yüksekliğindeki tek bir sütun bile tek başına bu katmanlardan yaklaşık 145 tanesini gerektirmektedir. Her iki sayfada da son güncelleme tarihi olarak 12 Mart 2015 yer alıyor.

İnce çelik boru içinde buzlu su

Barajın bloklara bölünmesi ısı yayılımını yavaşlatsa da geriye kalan ısı miktarı hâlâ dikkate alınması gereken düzeydeydi. Her bir kalıp, ince cidarlı ve bir inç çapındaki çelik borulardan oluşan soğutma serpantinlerini de içeriyordu. ABD Islah Bürosunun inşaat verilerine göre, gömülü boruların toplam uzunluğu yaklaşık 937 km'yi aşıyordu.

Soğutma işlemi iki aşamada gerçekleştiriliyordu. Bir blok ilk döküldüğünde, serpantinlerin içinden nehir suyu dolaştırılıyordu, metinde bu aşama "ilk soğutma" olarak adlandırılıyor. Bu işlem tamamlandıktan sonra, süreci nihayete erdirmek amacıyla, alt kısımdaki geçici baraj (koferdam) üzerine kurulan bir soğutma tesisinden sağlanan soğutulmuş su aynı serpantinlerden geçiriliyordu. ABD Islah Bürosu kayıtlarına göre bu tesis, 24 saatte 1.000 ton buz üretebiliyordu.

Belirtilen 937 km'lik mesafe, yapıya gömülen boruların toplam uzunluğunu ifade ediyordu. Serpantinler blok bazında çalıştırılıp devre dışı bırakılıyordu, ABD Islah Bürosunun tarif ettiği iş akışına göre, her bir bloğun inşası tamamlandığında ilgili serpantinler devre dışı kalıyordu. Sayfalarda, tüm ağın aynı anda faaliyette olup olmadığına dair bir bilgi yer almıyor.

Betonun kendisi de yine aynı sorunun dayattığı bir hızda işlenmek zorundaydı. İstenen mukavemete ulaşmak için çok az su içeren (kuru kıvamlı) bir beton karışımı gerekiyordu, bu da karışımın beton santralinden alınıp kalıba dökülmesi için çok kısıtlı bir süre tanıyordu. İşlem çok uzun sürdüğünde beton taşıma kovalarının içinde donuyor ve elle kırılarak çıkarılması gerekiyordu. İşte bu nedenle, kovaları yerlerine taşıyan vinçleri kullanan operatörler, saatte 1,25 dolarlık ücretleriyle şantiyedeki en yüksek maaşlı çalışanlar arasındaydı. Üç ve altı metreküp kapasiteli, altı açılır beton taşıma kovaları dokuz ayrı kablo hattı (teleferik sistemi) ile taşınıyordu; bunlardan beşi hareketli kulelere asılmıştı, böylece gerektiğinde barajın farklı bölümlerinde çalışmak üzere yerleri değiştirilebiliyordu.

Sistemi iki beton santrali besliyordu. Akıntı yönünde yaklaşık 1,2 km yukarıda, nehir seviyesinde kurulan santral 3 Mart 1932'de faaliyete geçti. Santralin ilk yıl ürettiği betonun neredeyse tamamı (yaklaşık 300.000 metreküp) derivasyon tünellerinin kaplamasında kullanıldı. Daha sonra kanyonun kenarında, her üç buçuk dakikada 18 metreküp üretebilen tam otomatik bir tesis, yaklaşık 300 metre seviyesinin üzerindeki her şeyi üretti.

20 bar basınç altında harç

Bir bloğu soğutmak onu küçültür ve büzülme kolonlar arasında boşluklar açar. Bu boşlukları kapatmak, kolonları tekrar bir baraja dönüştüren tasarımın bir parçasıydı.

Her blok soğumayı bitirdiğinde, bobinlerinin boruları kesildi ve pnömatik harç tabancalarıyla 20 bar basınçla kapatıldı. Daha sonra, soğuyan betonun büzülmesiyle kolonlar arasında açılan boşluklara çimento ve su karışımı dolduruldu ve ayrı bloklar ABD Islah Bürosunun monolitik yapı olarak adlandırdığı bir yapıya bağlandı. Derzlerdeki kilitler, harcın tutunabileceği bir yüzey sağladı.

Sonuç, su yükünü yerçekimi ve yatay kemer hareketiyle birlikte taşıyan beton kemer-ağırlık tipi barajıdır. 6.600.000 tondan fazla ağırlığa sahip olan baraj, temel kayasından tepe noktasındaki yola kadar 218 metre yüksekliğindedir ve ABD Islah Bürosunun jeolojik olarak andezit breş olarak adlandırdığı volkanik kökenli bir kaya üzerine oturmaktadır. Tabanında maksimum su basıncı metrekare başına 22 ton'dur.

Bu, insanlar tarafından inşa edilen ve Gize Büyük Piramidi'nin kütlesini aşan ilk yapıdır.

Yüklenicilere, 20 Nisan 1931'den itibaren yedi yıllık bir süre tanınmıştı. Barajda beton dökme işlemi 29 Mayıs 1935'te tamamlandı ve tüm yapı unsurları 1 Mart 1936 itibarıyla bitirildi. İnşaat sahasında toplamda 21.000 kişi çalıştı; bu sayı, aynı anda ortalama 3.500, Haziran 1934'teki bir günde ise en yüksek seviye olan 5.218 kişiydi.

ABD Islah Bürosunun soğutma işlemine dair kayıtları, boru serpantinlerinin kesilip blok blok harçla kapatıldığı ve henüz son betonun dökülmediği aşama olan Mart 1935'te sona ermektedir. 91 yıl sonra baraj, tabanındaki 310 Megapaskala ulaşan maksimum su basıncına rağmen andezit zemini üzerinde varlığını sürdürmekte ve borular hâlâ yapının içinde bulunmaktadır. Böylesi devasa bir beton kütlesi gerçekten hiç tam anlamıyla bitmiş sayılabilir mi?

Kaynak: https://spacedaily.com/s-hoover-dam-was-cast-in-columns-because-one-solid-pour-would-take-125-years-to-reach-air-temperature/

Uzay inşaatı için Ay ve Mars regoliti

Ay ve Mars regolit simülantları, bağlayıcı potansiyellerini değerlendirmek için analiz edildi. Simülantlar test edilen koşullar altında az miktarda bağlayıcı reaktivitesi gösterse de, inert dolgu maddeleri olarak potansiyel gösterdiler. npj Space Exploration'da yayımlanan bu bulgular, gelecekteki Mars ve Ay yaşam alanları için yerinde kaynaklara dayalı inşaat malzemelerinin geliştirilmesi için önemli bir rehber niteliğindedir.



Gezegen regolitinin inşaat potansiyelini anlamak

Ay ve Mars'ta kalıcı altyapı inşa etmek, yerinde bulunan inşaat malzemeleri gerektirecektir, çünkü çimentoyu Dünya'dan taşımak aşırı pahalı ve büyük ölçekli inşaat için pratik değildir. Sonuç olarak, araştırmacılar gezegen regolitini yerel bir inşaat malzemesi olarak kullanmanın yollarını araştırıyorlar.

Regolit, Ay ve Mars'ı kaplayan gevşek kaya parçaları ve mineral parçacıklarından oluşan bir tabakadır. Araştırmacılar, jeopolimerlerde, betonda ve diğer çimento bazlı malzemelerde kullanımını araştırmışlardır, ancak çimento bazlı sistemlerdeki rolü belirsizliğini korumaktadır.

Mevcut çalışmalar, regolitin çimento hidratasyonuna aktif olarak katılıp katılmadığını veya sadece inert bir dolgu maddesi olarak işlev görüp görmediğini ortaya koymamıştır. Bu belirsizlik, gelecekteki uzay görevleri için bağlayıcı seçimi, malzeme işleme ve inşaat stratejilerini etkiler. Reaktif bir regolit, üretilmesi veya Dünya'dan taşınması gereken bağlayıcı miktarını azaltabilir.

Bu çalışmada, araştırmacılar, bağlayıcılık potansiyellerini belirlemek için yaygın olarak incelenen altı farklı ay ve Mars regolit simülatörünü değerlendirdiler. Ayrıca, termal aktivasyon ve mekanik öğütmenin performanslarını iyileştirip iyileştiremeyeceğini de araştırdılar.

Son olarak, simülatörleri Portland çimentosuna (OPC) kattıktan sonra hidratasyon davranışını ve basınç dayanımını değerlendirdiler. Çalışma, yerinde kaynaklara dayalı gelecekteki inşaat malzemelerinin tasarımı için değerli bir rehber sağlamaktadır.

Lunar and martian regolith simulants tested for space construction

Lunar and Martian regolith simulants have been analyzed to assess their cementitious potential. Though the simulants exhibited little cementitious reactivity under tested conditions, they did show potential as inert fillers.

Çoklu reaktivite testleri kullanarak regolit değerlendirmesi

Araştırmacılar, iki ay ortamını ve dört Mars jeolojik ortamını temsil eden altı ticari olarak temin edilebilen regolit simülatörü seçtiler. Ay simülatörleri yüksek arazi ve deniz bölgelerini temsil ederken, Mars malzemeleri bazaltik yüzeyleri, hidratlı kil yataklarını, polihidratlı sülfat yataklarını ve Jezero Krateri'nden gelen tortuları temsil ediyordu.

Her bir simülatörü işlenmemiş hâlde ve termal aktivasyon ve mekanik öğütme işleminden sonra değerlendirerek, karşılaştırma için 18 farklı malzeme koşulu oluşturdular.

Ekip, bağlayıcılık ve puzolanik reaktiviteyi değerlendirmek için çeşitli karakterizasyon teknikleri kullandı. İzotermal kalorimetri, su ve potasyum hidroksit çözeltilerinde hidratasyon sırasında açığa çıkan ısıyı ölçerek hidrolik aktiviteye dair kanıt sağladı.

Araştırmacılar ayrıca, termal ve mekanik işlemlerin malzeme özelliklerini nasıl etkilediğini belirlemek için partikül boyutu analizi, termogravimetrik analiz ve kimyasal karakterizasyon gerçekleştirdiler.

Ardından araştırmacılar, OPC'nin bir kısmını işlenmemiş, yakılmış veya öğütülmüş regolit simülatörleriyle değiştirerek karışım çimento karışımları hazırladılar. Kalorimetri kullanarak hidratasyon kinetiğini izlediler ve 28 günlük kürlemeden sonra basınç dayanımını ölçtüler.

Hidratasyon ve mekanik verileri birleştirerek, simülatörlerin mukavemet gelişimine aktif olarak katkıda bulunup bulunmadığını veya öncelikle çimento matrisi içinde inert dolgu maddeleri olarak işlev görüp görmediğini belirlediler.

Sınırlı bağlayıcılık aktivitesi regolitin rolünü şekillendiriyor

Çalışma, işlenmemiş tüm ay ve Mars regolit simülatörlerinin çok sınırlı bağlayıcılık reaktivitesine sahip olduğunu gösterdi.

Hidratasyon sırasında açığa çıkan ısı, hidrolik veya puzolanik malzemeler için beklenen seviyelerin çok altında kaldı. Elektriksel iletkenlik testleri de ay simülatörlerinin, geleneksel bağlayıcılar gibi kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girmediğini doğruladı.

Bu sonuçlar birlikte, test edilen regolitlerin incelenen koşullar altında çimento hidratasyonuna aktif olarak katılmadığını göstermektedir.

Araştırmacılar daha sonra termal aktivasyonun veya mekanik öğütmenin reaktiviteyi iyileştirip iyileştiremeyeceğini incelediler.

Özellikle öğütme işleminden sonra, kümülatif ısı salımında küçük artışlar meydana geldi, ancak iyileşmeler reaktif ek çimentomsu malzemeler için kabul edilen eşiğin çok altında kaldı. Bu bulgular, 1000 °C'nin altındaki orta dereceli ısıtmanın ve kısa süreli öğütmenin, test edilen simülatörlerin bağlayıcı davranışını önemli ölçüde iyileştirmediğini göstermektedir.

Simülatörler az kimyasal reaktivite gösterse de, çimento bazlı sistemlerde dolgu maddesi olarak iyi performans gösterdi. Karışımlar, OPC'ye benzer hidratasyon modellerini izledi; bu da regolitin çimento hidratasyonunu bozmadığını gösteriyor. Basınç dayanımları, simülatöre ve işleme yöntemine bağlı olarak 11,2 ile 29,8 MPa arasında değişti.

Araştırmacılar ayrıca, Dünya bazlı simülatörlerin gerçek ay ve Mars regolitinin minerolojisini, radyasyon geçmişini ve yüzey kimyasını tam olarak yeniden üretememesi gibi önemli sınırlamaları da vurguladılar.

Ayrıca, deneyler gezegen yüzeylerinde bulunan vakum, düşük yerçekimi, radyasyona maruz kalma ve aşırı sıcaklık dalgalanmaları gibi faktörlerin aksine, karasal laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu faktörler gerçek regolit davranışını etkileyebilir ve araştırmacılar bunun gelecekteki çalışmalarda incelenmesi gerektiğini öne sürmektedir.

Dünya dışındaki gelecek inşaatları desteklemek

Bu çalışma, ay ve Mars regolit simülatörlerinin bağlayıcı davranışının en kapsamlı değerlendirmelerinden birini sunmaktadır. Bulgular, bu malzemelerin incelenen koşullar altında reaktif bağlayıcılar yerine öncelikle inert dolgu maddeleri olarak işlev gördüğünü göstermektedir.

İncelenen koşullar altında, işlenmemiş regolit doğrudan çimento yerine geçemez. Bununla birlikte, yerel olarak mevcut bir dolgu maddesi olarak inşaat malzemelerine katkıda bulunabilir. Bu bilgiler, mühendislerin yerinde kaynak kullanımına dayalı daha pratik inşaat sistemleri tasarlamalarına yardımcı olacaktır.

Çalışma ayrıca gelecekteki araştırmalar için çeşitli fırsatlar da belirlemektedir. Araştırmacılar ayrıca çekme dayanımı, kayma direnci, yorulma davranışı ve ay depremleri ve Mars depremlerinin neden olduğu tekrarlanan yükleme altındaki performansı da değerlendirmelidir.

Düşük basınç altında, radyasyona maruz kalma ve aşırı termal döngü altında yapılacak testler, bu malzemelerin uzay ortamlarında nasıl performans gösterdiğine dair anlayışımızı daha da geliştirecektir.

Genel olarak, çalışma gelecekteki uzay yapımı için önemli bir temel oluşturmaktadır. İşlenmemiş regolitin çimento bazlı malzemelerdeki rolünü aydınlatırken, performansını iyileştirmek için gereken işleme stratejilerini de belirlemektedir.

Yerinde kaynak kullanım teknolojileri gelişmeye devam ettikçe, bu bulgular, Ay ve Mars'ın sürdürülebilir insanlı keşfi için dayanıklı, kaynak verimli altyapının geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=24116

İnşaat atıklarının yeni binalarda kullanımı



Şehirler büyüdükçe beton moloz, demir donatı, kırık tuğla ve kazılmış toprak yığınları birikir. Bu malzemeler ölçülebilir bir değere sahiptir ve hükûmetler bunları artık atık yerine ham madde olarak değerlendirmeye başlamıştır.

Bu sınıflandırma değişikliği, inşaat atıklarının yoğun Asya başkentlerinden yerleşik Kuzey Amerika şehirlerine kadar çok farklı kentsel bağlamlarda döngüsel ekonomileri nasıl mümkün kıldığının merkezinde yer almaktadır.

Turning Construction Waste Into Materials for New Buildings

Concrete rubble, bent rebar, broken brick, and piles of excavated soil accumulate wherever cities grow. These materials carry measurable value, and a growing number of governments now treat them as feedstock rather than refuse.

Döngüsel ekonomi, bir projenin çıktılarının bir sonraki projenin girdileri hâline gelmesini sağlayarak, doğal bir ekosistemdeki döngüyü yansıtır. Binalara uygulandığında, bu fikir ocak taşı, çimento ve yeni eritilmiş metal talebini azaltabilir.

Malzeme akışının ölçeği

İnşaat ve yıkım atıklarını ayırma ve geri

dönüştürme tesisleri işletmekte, karışık molozları yeniden kullanılabilir agregalara ve geri kazanılmış malzemelere dönüştürmektedir.

İnşaat ve yıkım atıkları, dünya çapında üretilen tüm katı atıkların yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır. Bu büyüklük, geri kazanım çabalarına olağanüstü bir kaldıraç sağlamaktadır çünkü mütevazı yüzdesel kazanımlar milyonlarca tonun aktif inşaat arzına yeniden yönlendirilmesine dönüşmektedir.

Bu malzemenin çoğu hâlâ kullanılmadan kalmaktadır. Bazı tahminlere göre, dünya genelinde inşaat atıklarının %75'inden fazlası, kalan değerine rağmen ne yeniden kullanılıyor ne de geri dönüştürülüyor. Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 600 milyon ton atık üretiliyor, bunun yaklaşık 145 milyon tonu çöplüğe atılıyor ve atık akışının yaklaşık %90'ı yeni inşaat işlerinden ziyade yıkım faaliyetlerinden kaynaklanıyor.

Hızlı altyapı programları sorunu daha da kötüleştiriyor. Hanoi'de günlük atık üretimi, çevre yolları, köprüler ve metro hatlarının ilerlemesiyle 2025'te yaklaşık 2.000 tondan, 2026'nın başlarında yaklaşık 10.000 tona yükseldi. İşleme kapasitesi günde yaklaşık 1.670 ton olup, günlük toplamın beşte birinden azını oluşturuyor ve geri kalanı boş arazilerde birikiyor.

Ayrıştırma işlemi her şeyi belirliyor

Geri kazanım için ekonomik gerekçe, yıkım sahasında belirleniyor. Beton, alçı, kereste ve topraktan oluşan karışık atıklar, işlenmeden önce pahalı yeniden ayrıştırma gerektiriyor ve bu da geri dönüştürücülerin bağlı olduğu kâr marjlarını azaltıyor. Seçici yıkım, işin ilk saatinden itibaren akışları ayrı tutar ve zorunlu yerinde ayıklama, işleme maliyetlerini düşürürken geri kazanım oranlarını artırır.

Kontrolsüz yıkım sırasında meydana gelen kirlenme, bileşenlerin yeniden kullanım potansiyelini de ortadan kaldırır. Başka bir binaya hizmet edebilecek ahşap kirişler, çelik profiller ve pencere üniteleri ezilir, tozla kaplanır veya spesifikasyonların ötesinde hasar görür, bu nedenle çöplüğe giderler. Dikkatli söküm ve yıkım hem fiziksel durumu hem de birçok ikinci el bileşen alıcısının gerektirdiği belgelenmiş özellikleri korur.

Lojistik de sonuçları etkiler. Yıkım alanlarında konumlandırılmış mobil kırma tesisleri, ağır yükleri şehir genelinde taşımadan sıvayı ve betonu kullanılabilir agregaya dönüştürür. Büyük projelerin yakınındaki geçici işleme alanları, kamyon trafiğini azaltır, toz emisyonlarını düşürür, merkezi tesisleri rahatlatır ve aceleci müteahhitler için yasa dışı dökümü cazip kılan birçok kolaylığı ortadan kaldırır.

> That move in classification sits at the center of how construction waste is enabling circular economies across very different urban contexts, from dense Asian capitals to established North American cities. The circular economy closes material loops so outputs from one project become inputs for the next, mirroring how nutrients cycle in a natural ecosystem. Applied to buildings, the idea reduces demand for quarried stone, virgin cement, and newly smelted metal.1,2
>
> The Scale of the Material Stream
>
> Construction and demolition waste accounts for roughly 30% of all solid waste generated worldwide. This magnitude gives recovery efforts unusual leverage, since modest percentage gains translate into millions of tons redirected into active construction supply.3
>
> Most of that material still goes unused. Some estimates suggest that more than 75% of construction waste worldwide is neither reused nor recycled despite retaining residual value. In the United States, roughly 600 million tons are generated annually, with about 145 million tons landfilled and close to 90% of the stream originating from demolition activity rather than new building work.1

Molozlar agrega yerine geçiyor

Kalite kontrolü tutarlı bir şekilde uygulandığında kırılmış beton, yol alt temellerinde, kaldırımlarda, parklarda ve yapısal karışımlarda agrega olarak iyi performans gösterir. Uçucu kül, silis dumanı ve öğütülmüş cüruf dâhil olmak üzere endüstriyel yan ürünler, Portland çimentosuna ikame olarak kullanılabilir, bu da ortaya çıkan karışımın karbon ayak izini düşürürken üretim sırasında daha az enerji tüketir ve atık üzerindeki baskıyı azaltır.

Maliyet karşılaştırmaları, daha uzun vadeli geri kazanımı destekler. Ek çimentolu malzeme içeren karışımlar, özel katkı maddeleri nedeniyle bazen daha yüksek başlangıç fiyatlarına sahip olabilir, ancak iyileştirilmiş dayanıklılıkları, bir yapının hizmet ömrü boyunca bakım harcamalarını azaltır.

Bazı durumlarda, depolama ücretleri, taşıma mesafeleri ve ocakta kırılmış agregaya olan talep de azalır ve bu da ek tasarruf sağlar.

Örnek olarak metaller, doğru bir döngünün neler sunabileceğini gösteriyor. Kapalı döngü çelik geri dönüşümü yılda yaklaşık 1085 milyon ton işliyor, yaklaşık 950 milyon ton karbondioksit emisyonunu önlüyor, yaklaşık bir milyar ton demir cevherini koruyor ve yaklaşık 280 milyon ton kömür yakmaya eş değer enerji tasarrufu sağlıyor. Bu rakamlar, mineral fraksiyonlarının nihayetinde neler başarabileceğine dair pratik bir ölçüt oluşturuyor.

Politika pazarı yaratıyor

Geri dönüştürülmüş malzeme, yatırım çekmeden önce alıcılara ihtiyaç duyar. Yollarda, kaldırımlarda ve parklarda geri

dönüştürülmüş içerik gerektiren kamu alım kuralları, istikrarlı bir talep yaratır, bu da ikincil malzemelere olan güveni artırır. Geri dönüşüm hedefleri, yeşil finansman ve düşük faizli krediler, ekipman alımlarını değerlendiren kurumlar için bu sinyali güçlendirir.

Uygulama, istekli olmak kadar önemlidir. San Francisco, inşaat ve yıkım atıklarının %65'lik minimum geri dönüşüm oranını zorunlu kılıyor ve bir yapıyı yıkan herkesin beklenen malzemeleri ve çöplüğe atılmaması gereken payı listeleyen bir plan sunmasını şart koşuyor. Kurallara uymama, bir yüklenicinin faaliyetlerine devam etmek için ihtiyaç duyduğu lisans ve izinlerin askıya alınmasına yol açabiliyor. Yasal boşluklar başka yerlerde ilerlemeyi engelliyor. Bir tahmine göre Ürdün, çöplük alanlarına ulaşan 30 milyon ton inşaat atığı üretiyor ve ülkenin yıkım ve inşaat atıklarının neredeyse yarısı gayriresmî olarak dökülüyor. Atık çerçeve yasası, büyük üreticilerin yönetim planları hazırlamasını zorunlu kılarken, inşaat ve yıkım atıklarını bu gereklilikten muaf tutuyor, böylece en büyük atık akışı planlama yükümlülüklerinden kaçıyor.

> Rapid infrastructure programs sharpen the problem. Ha Noi saw daily generation climb from around 2000 tons in 2025 to about 10,000 tons in early 2026 as ring roads, bridges, and metro lines advanced. Treatment capacity stands near 1670 tons per day, less than one-fifth of the daily total, leaving the remainder to accumulate on vacant land.4
>
> Sorting Decides Everything Downstream
>
> The economic case for recovery is settled at the demolition site. Mixed loads of concrete, gypsum, timber, and soil require expensive re-sorting before processing, eroding the margins recyclers depend on. Selective demolition keeps streams separate from the first hour of work, and mandatory on-site sorting lowers processing costs while raising recovery rates.4
>
> Contamination during uncontrolled demolition also strips components of their reuse potential. Timber beams, steel sections, and window units that could serve another building are crushed, coated in dust, or damaged beyond specification, so they enter the landfill stream instead. Careful dismantling preserves both the physical condition and the documented provenance that many buyers of second-hand components require.3

Dijital kayıtlar yeniden kullanımı sağlıyor

Yeniden kullanım, bir binanın ne içerdiğini bilmeye bağlıdır. Dijital ürün pasaportları, geri kazanım ve yeniden satış planlamasına yardımcı olan bileşim, kalite ve tedarik zincirleri hakkında veriler içerir. Bina bilgi modelleri ve lazer taramaları gibi araçlar bu bilgileri toplamaya yardımcı olur.

Takip sistemleri ayrıca dolaşım hâlindeki malzeme akışlarını da izler. Çin şehirleri, atık taşıma kamyonlarına, uygun taşımayı doğrulayan, kalabalık alanlardan uzaklaştırmayı hızlandıran ve yetkisiz alanlara yönlendirilmesini engelleyen dijital izleme sistemleri takıyor. Ulusal beş yıllık planlama, ölçümü hesap verebilirlikle birleştirerek %60'lık belediye geri dönüşüm oranı hedefleri belirledi.

Bu tür sistemler, etkili atık yönetimi için bildirilen geri dönüşüm çabalarının gerçek araç faaliyetleriyle eşleşmesini sağlamaya yardımcı olur.

Tanımlamalardaki karışıklık, bir engel olmaya devam etmektedir. Yapılı çevrede döngüsellik üzerine yapılan araştırmalar, kapalı bir döngünün ne gerektirdiğine dair farklı yorumları, ortak çerçevelerin yokluğunu ve binaların nadiren daha sonra sökülmek üzere tasarlandığını ortaya koymaktadır. Ortak standartlar, müteahhitlerin, düzenleyicilerin ve malzeme alıcılarının, farklı yetki alanlarında aynı beklentilere göre döngüsel performansı ölçmelerine olanak tanır.

Kurtarılan malzemelerden yerel değer üretmek

Binalar yıkıldığında, ayrıştırma çalışmaları yeni iş imkânları yaratır. Yapıları dikkatlice yıkan kurumlar, malzemeleri yeniden işleyen ve yeniden üreten işletmeleri desteklemeye yardımcı olabilir. Birçok insan zaten armatürler, kablolar ve demir donatıları satarak para kazanmaktadır. Ayrıştırmaya uygun malzemelerin kullanılması maliyetleri düşürür, yerel pazarı güçlendirir ve enkazı üreten mahallelerde değeri korur.

Bu konunun benimsenmesinin neden gerçekleştiğine dair araştırmalar, ekonomik faktörlerin büyük rol oynadığını göstermektedir. Döngüsel stratejiler, siyasi, ekonomik, sosyal, teknolojik, yasal ve çevresel kaldıraçların birlikte hareket etmesiyle, çöplüklere gönderilen büyük miktardaki inşaat atığının yükünü ele alabilir. Bu kategoriler genelinde koordineli baskı, izole önlemlerden daha kalıcı bir değişim yaratır.

Enkazlarını envanterleyen, kaynağında ayıran, yakındaki bir yerde işleyen ve sonuç üreten şehirler, bertaraf yükümlülüğünü bir tedarik zincirine dönüştürür. Hanoi, San Francisco, Amman ve çeşitli Çin belediyeleri bu modelin parçalarını test ediyor ve biriken kanıtlar, düzenleme, tedarik ve kayıt tutmanın tek başına değil, birlikte çalıştığını gösteriyor.

Kaynak: www.azobuild.com/article.aspx?ArticleID=8813

Hazır Beton, Çimento ve Agrega Sektörleri için

“KAYNAKLARIN SORUMLU KULLANIMI SİSTEMİ”



Sistemle ilgili bilgi almak için

0216 322 96 70

www.thbb.org

Hava koşulları ve düşük karbonlu beton tasarımı

Yağışlı Bergen'deki bir beton yapı, tropikal Manaus'taki bir yapıdan çok farklı bir iklimle karşı karşıyadır. Yine de Avrupa dayanıklılık standartları uyarınca, her ikisi de tekrarlanan ıslanma ve kurumaya maruz kalan betonlar için aynı çevresel etki sınıfı kapsamına girebilir. Yeni araştırmalar, bu ayrımın önemli sonuçlar doğurabileceğini öne sürüyor: Yerel hava koşulları, donatı korozyonunu beton karışımının kendisi kadar, hatta ondan daha fazla etkileyebilir.



Çalışma: İklim verilerine dayalı korozyon modellemesi yoluyla düşük karbonlu betonlar için beton dayanıklılığının yeniden değerlendirilmesi. Görsel Kaynağı: Erman Gunes/Shutterstock.com

Nature Communications'ta yakın zamanda yayımlanan bir çalışma, hava durumu verilerini, nem iletimini ve çelik korozyon davranışını birleştiren, iklim verilerine dayalı bir korozyon modelini tanımladı. Elde edilen sonuçlar, karbonatlaşma süreci donatı çevresindeki koruyucu tabakayı ortadan kaldırdıktan sonra yerel iklimin korozyonu güçlü bir şekilde etkilediğini gösteriyor. Bazı durumlarda iklimin, öngörülen çelik kaybı üzerindeki etkisi, incelenen beton karışımları arasındaki farkların etkisinden daha fazla olabiliyor.

Local Weather Could Be a Blind Spot in Low-Carbon Concrete Design

A concrete structure in rain-soaked Bergen faces a very different climate from one in tropical Manaus.

Bu bulgu, geleneksel dayanıklılık değerlendirmelerinde potansiyel bir kör noktaya işaret ediyor. Donatı çeliği, yalnızca yapıya atanan çevresel etki sınıfına değil, çevresindeki yağmura, neme ve kuruma koşullarına da hassasiyet gösterir.

Düşük karbonlu beton için dayanıklılığın yeniden değerlendirilmesi

Portland çimentosu klinkerinin bir kısmının tamamlayıcı çimento malzemeleriyle değiştirilmesi, betonun karbon ayak izini azaltabilir. Bu durum önemlidir, zira Global Alliance for Buildings and Construction (Küresel Binalar ve İnşaat İttifakı) verilerine göre çimento üretimi, küresel karbondioksit emisyonlarının yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır ancak, daha az klinker içeren malzemeler, donatı korozyonunu kontrol eden özellikleri de değiştirebilir.

> Yet under European durability standards, both can sit within the same broad exposure class for concrete exposed to repeated wetting and drying. New research suggests this distinction could have major consequences: local weather may influence reinforcement corrosion as much as, or even more than, the concrete mix itself.

Karbonatlaşma, dayanıklılık açısından önemli bir sorundur. Karbondioksit betona nüfuz eder, çimento hidratlarıyla reaksiyona girer ve malzemenin alkaliliğini kademeli olarak azaltır. Karbonatlaşma derinliği donatıya ulaştığında, çeliği çevreleyen koruyucu pasif tabakayı bozarak korozyonun başlamasına yol açabilir.

Çoğu dayanıklılık değerlendirme yöntemi, karbonatlaşmanın donatıya ne zaman ulaşacağını öngörmeye odaklanır ancak bu yöntemler, çevresel etkileri genellikle konumlar veya mevsimler arasındaki hava durumu farklılıklarını tam olarak yansıtmayan geniş kategorilerle ifade eder.

Ayrıca, çelik koruyucu tabakasını kaybettikten sonra neler olduğuna da daha az önem verebilirler. Karbonatlaşma korozyona zemin hazırlar ancak korozyonun ne hızla ilerleyeceğini veya ne zaman ciddi hasara yol açacağını göstermez. Bu hızı belirleyen temel unsurlardan biri, donatı çevresindeki nem koşullarıdır.

Bu çalışma; yağış, nem, nem iletimi ve beton özelliklerinin korozyonu etkilemek üzere nasıl etkileşime girdiğini inceleyerek söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. İklim verilerine dayalı bu yaklaşım, farklı iklim koşulları altında düşük karbonlu betonlardaki donatı korozyonuna dair daha gerçekçi bir değerlendirme sunabilir.

Beton testlerinin iklim temelli modelleme ile birleştirilmesi

Araştırmacılar üç farklı beton sistemini inceledi: 0,6 su/bağlayıcı oranına sahip CEM I; 0,5 oranına sahip CEM II B-LL ve 0,6 oranına sahip CEM II B-LL.

Daha basit bir ifadeyle çalışma, geleneksel bir Portland çimentosu betonunu, farklı kalitelerdeki iki kireç taşı katkılı betonla karşılaştırdı. Bu karışımlar, ekibin çimento bileşimi ve beton gözenekliliğinin nem hareketi ile korozyon davranışı üzerindeki etkilerini incelemesine olanak tanıdı.

Modelde, birbirinden çok farklı iklimlere sahip dört bölgeden (Huailai/Çin, Zürih/İsviçre, Manaus/Brezilya ve Bergen/Norveç) alınan saatlik hava durumu verileri kullanıldı.

Farklı hava durumu modellerine sahip olmalarına rağmen, bu dört bölgenin tamamı Avrupa dayanıklılık standartlarında kullanılan geniş kapsamlı XC4 çevresel etki sınıfı içinde yer almaktadır. XC4 sınıfı, döngüsel olarak ıslak ve kuru koşullara maruz kalan betonları kapsar.

Bu karşılaştırma, araştırmacıların geniş kapsamlı maruziyet kategorilerinin önemli bir kısıtını incelemelerine olanak sağladı. Zira iki farklı bölge, yağış miktarı, nem seviyesi ve kuruma süreçleri açısından büyük farklılıklar gösterse bile aynı sınıflandırmaya dâhil edilebilmektedir.

Araştırmacılar, değişen nem koşulları altında beton içindeki sıvı su ve su buharı hareketini simüle etmek için iki aşamalı bir nem iletim modeli kullandılar. Model, yağış ve kuruma döngülerinin malzeme içindeki nem seviyelerini nasıl değiştirdiğini ortaya koydu. Simüle edilen nem koşulları daha sonra, nicel bir nem-korozyon ilişkisi kullanılarak korozyon oranlarıyla ilişkilendirildi.

Araştırmacılar, Faraday'ın korozyon akımını kümülatif çelik kaybına dönüştürme yasasını uyguladılar. Son olarak, hizmet ömrü değerlendirmesi, karbonatlaşma başlangıç dönemini takip eden korozyon yayılma dönemiyle birleştirdi. Araştırmacılar, yapısal arızanın evrensel bir tanımı yerine, örnek bir sınır durum olarak 100 mikrometrelik kümülatif çelik kaybını kullandılar.

İklim koşulları korozyon gelişimini güçlü bir şekilde etkiliyor

Model, yağmurun betondaki nem seviyelerini hızla artırabileceğini, kurumanın ise genellikle nemi daha yavaş azalttığını gösterdi. Bu değişiklikler, tahmin edilen korozyon oranını doğrudan etkiledi.

Korozyon zirveleri, karşılık gelen nem değişikliklerinden daha keskin oldu çünkü nem içeriği ile korozyon oranı arasındaki ilişki güçlü bir şekilde doğrusal değildir. Bu nedenle, nemdeki nispeten küçük bir değişiklik, korozyonda daha belirgin bir değişikliğe neden olabilir. Bu bulgu, basit ıslak veya kuru çevresel etki sınıflandırmalarının bir sınırlamasını vurgulamaktadır.

Dört konum arasındaki karşılaştırma, iklimle ilgili açık farklılıkları ortaya koydu. Yağmur ve kuruma modellerindeki varyasyonlar, betonda farklı nem koşulları ve korozyon oranları üretti. Birkaç durumda, iklim, üç beton karışımı arasındaki

farklılıklardan daha fazla kümülatif korozyonu etkiledi.

Bu, beton karışımının önemsiz olduğu anlamına gelmez. İklim, beton yüzeyini güçlü bir şekilde etkiler, burada nem seviyeleri yağmur ve kuruma ile daha doğrudan etkileşime girer. Daha gözenekli beton ayrıca nemin daha kolay hareket etmesine izin vererek, donatıya yakın yerlerde uzun süreli ıslak koşulların olasılığını artırır ve daha yüksek öngörülen korozyon oranlarına neden olur.

Bulgular, dayanıklılığı değerlendirirken beton geçirgenliğinin yerel iklimle birlikte dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır.

> A recent study published in Nature Communications described a climate-informed corrosion model that combines weather data, moisture transport, and steel corrosion behavior.1 Their results show that local climate strongly influences corrosion after carbonation removes the protective layer around reinforcement. In several cases, climate had a greater effect on predicted steel loss than the differences between the concrete mixtures studied.

Çimento sistemlerinin karşılaştırılması başka bir önemli bulgu ortaya koymuştur. Su-bağlayıcı oranı 0,6 olan CEM I ve oranı 0,5 olan CEM II B-LL, incelenen koşullar altında benzer kümülatif çelik kaybı göstermiştir.

Bu, su-bağlayıcı oranını azaltmanın ve dolayısıyla daha az gözenekli beton üretmenin, daha düşük klinkerli çimentonun daha yüksek karbonatlaşma duyarlılığını kısmen telafi edebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bulgu incelenen belirli karışımlar ve koşullar için geçerlidir. Beton tasarımı için evrensel bir formül olarak ele alınmamalıdır.

Karbonlaşma, hizmet ömrünün tamamını anlatmaz

Korozyon yayılımı da değerlendirmeye dâhil edildiğinde, hizmet ömrü tahminleri de değişti.

Yalnızca karbonatlaşmanın başlaması esas alınarak yapılan değerlendirmeler, düşük klinkerli bazı beton sistemlerinin 50 yıllık hizmet ömrüne ulaşamayabileceğini göstermiştir ancak modelde hem karbonatlaşmanın başlaması hem de korozyonun ilerlemesi dikkate alındığında, çoğu sistemin yaklaşık 30 milimetrelik beton örtü kalınlığı ile 50 yıllık ömre ulaşabileceği öngörülmüştür.

Bunun tek istisnası, Bergen'de su/bağlayıcı oranı 0,6 olan CEM II B-LL tipi betondu, bu durumda model, yaklaşık 40 milimetrelik bir örtü kalınlığı gerektiriyordu.

Bu değerler model sonuçlarıdır, yeni tasarım önerileri değildir. Araştırmacılar, örnek bir eşik değeri olarak 100 mikrometrelik çelik kaybını esas almışlardır ve modelin rutin mühendislik uygulamalarında kullanılabilmesi için daha fazla doğrulamaya ihtiyacı vardır.

Yine de bu karşılaştırma, korozyonun başlaması ile korozyon hasarı arasındaki ayrımın neden önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Karbonatlaşma, donatının ne zaman savunmasız hâle geldiğini gösterir; ancak korozyonun yapının hizmet ömrünü tehdit edecek bir seviyeye ne zaman ulaşacağını her zaman göstermez.

İklim koşullarına göre beton dayanıklılığı tasarımı

Bulgular, beton dayanıklılığının değerlendirilmesinde daha kapsamlı bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. İklim, nem iletimi ve korozyonun ilerlemesi; yalnızca karbonatlaşmanın ötesinde, düşük karbonlu betonun performansını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, beton özellikleri ve örtü kalınlığının yanı sıra yerel yağış ve kuruma düzenleri de dikkate alınmalıdır.

Çalışma, karbonatlaşmanın göz ardı edilebileceğini veya düşük klinkerli betonun her zaman geleneksel beton kadar iyi performans göstereceğini öne sürmemektedir. Bunun yerine çalışma, karbonatlaşmanın otomatik olarak hizmet ömrünün sonu kabul edilmesi yerine, olası bir korozyon sürecinin başlangıcı olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır.

Bulguların pratik sınırları da mevcuttur. Araştırmacılar, üç beton sistemini ve dört örnek konumu ele almışlardır, oysa gerçek yapılar çatlama, yapım kalitesi, yüzey yönelimi, korunaklılık durumu ve diğer maruziyet biçimlerinden etkilenebilir. Modelin rutin tasarım kararlarını veya dayanıklılık standartlarındaki değişiklikleri destekleyebilmesi için daha fazla test edilmesi, doğrulanması ve basitleştirilmesi gerekecektir.

Yine de bu çalışma, düşük karbonlu yapılaşma açısından önemli bir konuya dikkat çekmektedir. Genel çevresel etki sınıfları yararlı olsa da bu sınıflar münferit yapıların maruz kaldığı hava koşullarındaki büyük farklılıkları maskeleyebilir. İklim koşullarını daha fazla dikkate alan bir yaklaşım, zamanla daha isabetli dayanıklılık tahminlerini destekleyebilir. Böylece mühendislerin, beton yapıların ve altyapının ömrünü kısaltmadan karbon yoğun klinker kullanımını azaltmalarına yardımcı olabilir.

Temel mesaj şudur: Betonun maruz kaldığı hava koşulları, mevcut sınıflandırmaların işaret ettiğinden daha önemli olabilir.

***Önemli not:** Bu haber, kabul edilmiş bir makalenin düzenlenmemiş bir versiyonuna dayanmaktadır ve nihai düzenleme aşamasındadır. Bu nedenle, makale kesin bir sonuç veya yerleşik bir bilgi olarak kabul edilmemelidir.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=24133

Düşük karbonlu çimento için alternatifler

Portland çimento üretimi, küresel karbon emisyonlarının %8'inden fazlasını oluşturuyor ve talebin 2050 yılına kadar yaklaşık %25 artması bekleniyor.



Kaynak: Cung kediro/Shutterstock.com

Bu karbonun yaklaşık yarısı yakıttan ziyade kimyasal tepkimeden kaynaklanıyor ve kireç taşı fırın içinde kirece ayrıştığında açığa çıkıyor. Bu nedenle düşük karbonlu çimento çalışmaları, fırın kadar ham maddeyi de hedef almaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı, 2022 yılında küresel klinker-çimento oranını 0,71'e yakın olarak belirlemiş ve net sıfır hedefine ulaşma yolunda 2050 yılına kadar 0,57'ye doğru bir düşüş modellemiştir. Bu rakama ulaşmak, beton dökülen her bölgede endüstriyel hacimlerde klinkerin yapısal rolünü yerine getiren bağlayıcı malzemeler bulmak anlamına gelir.

Low-Carbon Cement: Which Alternatives Are Gaining Ground?

Portland cement production accounts for more than 8% of global carbon emissions, and demand is expected to climb by roughly 25% by 2050.1

About half of that carbon comes from chemistry rather than from fuel, and is released when limestone breaks down into lime inside the kiln. Low-carbon cement work therefore targets the raw material as firmly as the furnace.

Cüruf ve uçucu külün sınırları

Düşük karbonlu betona giden yerleşik yol, klinkerin bir kısmının esas olarak öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu veya toz hâline getirilmiş uçucu kül gibi ek çimentolu malzemelerle değiştirilmesini içerir. Her ikisi de mukavemet ve dayanıklılık davranışları iyi belgelenmiş endüstriyel yan ürünlerdir, bu da mühendislerin neden öncelikle bunlara yöneldiğini açıklar.

Tedarik, sınırlamayı belirler. Küresel cüruf bulunabilirliği, çimento üretiminin yalnızca %5 ila %10'unu oluştururken, uçucu kül de benzer bir aralıktadır ve kömür santrallerinin kapanması ve çelik geri dönüşümünün genişlemesiyle her iki üründe de tedarik hacmi azalmaktadır.

Coğrafya sorunu daha da karmaşık hâle getiriyor. Cüruf üretimi birkaç demir üreten ülkede yoğunlaşırken, çimento talebi her ekonomiye yayılıyor. Gerçekten ilerleme kaydeden alternatifler, yıllık milyarlarca ton çimento üretimine kıyasla ölçülen miktarlarda yaygın olarak bulunan ham maddelere ihtiyaç duyar.

Kireç taşı kalsine kil çimento

LC3 olarak bilinen kireç taşı kalsine kil çimento, şu anda Portland çimentosunun dışındaki alternatifler arasında en güçlü konuma sahiptir. Kaolinit bakımından zengin killer, klinker yanma sıcaklığının oldukça altında olan 700 °C ile 850 °C arasında ısıtıldığında oldukça reaktif hâle gelir ve bu aşamada karbonat karbonu salmazlar. %50 klinker, %30 kalsine kil, %15 kireç taşı ve %5 alçı karışımı, yedi günden itibaren geleneksel CEM-I çimentosunun mekanik performansına eş değerdir, dayanıklılığı yüksektir ve CO_2 emisyonları yaklaşık %30 daha düşüktür.

Küba ve Hindistan'daki pilot projeler, laboratuvar dışında da bu formülü onaylıyor, Jhansi'deki bir ev 15,5 ton karbon tasarrufu sağladı.

Heliyon'da yayımlanan bir rapor, LC3 yayınlarında istikrarlı bir artışa ve Avrupa, Asya ve Latin Amerika'daki araştırma toplulukları arasında güçlü bir iş birliği sağlıyor, bu da bir malzemenin yenilik aşamasını geçip mühendislik pratiğine girdiğinin erken bir göstergesidir.

Son çalışmalar ayrıca LC3'ü geri dönüştürülmüş agregalarla eşleştiriyor. Scientific Reports'ta bildirilen testler, LC3'ün birim maliyetini ve karbon emisyonlarını azaltırken faydalı mekanik performansı koruyabileceğini ortaya koydu.

Geri dönüştürülmüş agregalar, malzeme yeniden kullanımını destekledi, ancak çevresel faydaları büyük ölçüde agrega kalitesine ve taşıma mesafesine bağlıdır. Bu, agrega yeniden kullanımının zaten yaygın bir uygulama olduğu yıkım ağırlıklı pazarlar için önemlidir.

Alkali aktif malzemeler ve jeopolimerler

Alkali aktif malzemeler farklı bir kimyasal yol izler. Alüminosilikat tozu, güçlü bir alkali aktivatörle reaksiyona girer ve Portland klinkeri olmadan yük taşıyan bir bağlayıcıya dönüşür.

Öncü ham madde az miktarda kalsiyum içerdiğinde, ürüne genellikle jeopolimer denir ve alüminosilikat ağı, portland çimentosunda bulunan kalsiyum hidratların yerini alır.

Uygun öncü ham maddeler yaygındır. Güney Avrupa, And Dağları ve Orta Doğu'daki volkanik kayalar, tropik bölgelerdeki lateritik topraklar ve her kıtadaki kaolin bakımından zengin killer, gerekli silika ve alüminayı, portland çimentosunda bulunan kalsiyum hidratların çok ötesinde miktarlarda sağlar.

Metakaolin, klinker içermeyen sistemler için en iyi incelenen öncü ham madde hâline gelmiştir. Araştırmalar, metakaolin bazlı alkali ile aktive edilmiş ve jeopolimer betonun yüksek basınç dayanımına ve rafine edilmiş gözenek yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, farklı kil kaynaklarında işlenebilirlik kontrolü, aktivatör kullanımı ve karışım tutarlılığı konusunda bazı zorluklar mevcuttur.

Ticari ilerleme istikrarsızdır. Cemfree ve Vertua gibi ürünler İngiltere pazarına ulaşmıştır, ancak öncü madde olarak cürufa bağımlıdır ve bunlar da aynı tedarik sıkıntısını yaşamaktadır. Kuzey İrlandalı bir üretici, 2019 yılında ticari nedenlerle kapanmadan önce %75 daha düşük emisyon iddiasıyla kalsine kil jeopolimeri üretmiştir.

Klinker kimyasının yeniden inşası

Üçüncü bir alternatif grubu, kirecin kendisinin nasıl yapıldığını değiştirir. Örneğin Sublime Systems, reaktif kalsiyumu çıkarmak için ortam sıcaklığında çalışan bir elektrokimyasal hücre kullanır ve fırını süreçten tamamen çıkarır. Şirket, Massachusetts'te bir pilot tesis işletmekte ve Holyoke'de ilk ticari tesisini geliştirmektedir.

Brimstone, kalsiyumu kireç taşı yerine kalsiyum silikat kayalarından alıyor, bu da karbonat ayrışmasını önlüyor ve satılabilir bir yan ürün olarak alümina üretiyor. Her iki yaklaşım da geleneksel beton uygulamalarında Portland çimentosunun yerini alabilecek daha düşük karbonlu malzemeler üretmeyi amaçlıyor.

Standartlar ve pazar erişimi

Kodlar, mühendislerin neleri belirtebileceğine karar veriyor. Avrupa standartları, klinker içeriği %65'e kadar olan CEM II B-M gibi üçlü karışımlara zaten izin veriyor ve önerilen bir uzantı bu eşiği %50'ye düşürüyor, ancak kalsine kil henüz bu revizyonda onaylanmış bir bileşen olarak görünmüyor.

Üretim kapasitesi ikinci kapıyı oluşturuyor. Kalsine kilin bulunabilirliği, ham kil rezervleri neredeyse sınırsız olmasına rağmen, endüstrinin hâlâ Portland klinkerine göre yapılandırılması nedeniyle talebin çok gerisinde kalmaktadır. Fırınların dönüştürülmesi ve kil kalsinasyon hatlarının inşası yıllarca süren kararlı yatırımlar gerektirir.

Uluslararası Enerji Ajansı, yalnızca klinker ikamesinin net sıfır gereksinimlerini karşılamadığını belirterek, karbon yakalama ve karbonat içermeyen klinker kaynaklarını paralel önlemler olarak işaret etmektedir. Bu nedenle, azaltılmış klinker oranları ve yeni bağlayıcılar, aynı azaltma payı için rekabet etmek yerine birlikte çalışır.

Momentum nerede

LC3 hızlı bir şekilde ilerleme kaydediyor. Bol miktarda malzeme kullanıyor, mevcut tesis ekipmanının değiştirilmiş bir versiyonuna uyuyor, doğrulanmış %30 emisyon azaltımı sağlıyor ve yapı mühendislerinin makul bir güvenle belirtebileceği kadar saha denemesini başarıyla tamamlamış bulunuyor.

Alkali ile aktive edilen sistemler bir sonraki kademede yer alıyor. Kimyaları kanıtlanmış ve ham maddeleri ulaşılabilirdir, ancak aktivatör tedarik zincirleri, standardizasyon ve kalite kontrolü, büyük yapısal uygulamaların rutin hale gelmesinden önce sürekli geliştirme gerektirmektedir.

Elektrokimyasal ve kalsiyum silikat yöntemleri en büyük potansiyel azalmayı ve en yüksek uygulama riskini taşımaktadır. Bu yöntemlerin gidişatı, finansmana, prim ödemeye istekli alıcılardan alınan alım anlaşmalarına ve yılda yüz binlerce tonla ölçülen tesis ölçeklerine ulaşılmasına bağlıdır.

Mühendisler, hangi alternatiflerin ilerleyeceği konusunda pratik bir etkiye sahiptir. 2050'nin çimento endüstrisi muhtemelen yerel olarak bol bulunan, düşük karbonlu minerallerden elde edilen bölgesel bağlayıcılar ailesiyle çalışacaktır.

Kaynak: www.azobuild.com/article.aspx?ArticleID=8814

Yapı Malzemeleri LABORATUVARI

Güvenilir Sonuçlar
Güvenli Yapılar









TÜRKAK
Test
TS EN ISO/IEC 17025
AB-0767-T

TÜRKAK
Kalibrasyon
TS EN ISO/IEC 17025
AB-0131-K

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ YAPI MALZEMELERİ LABORATUVARI
Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü Teknoloji Geliştirme Bölgesi
(TeknoPark) B2 Blok No:101 Esenler – İstanbul / Türkiye
Tel: 0 212 483 73 68-69
Faks: 0 212 483 73 70
Web: www.thbb.org
Eposta: laboratuvar@thbb.org – kalibrasyon@thbb.org

SOĞUK HAVA KOŞULLARININ BETONA ETKİSİ VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER*



Giriş

TS 1248 Standardına göre art arda üç gün, günlük ortalama hava sıcaklığının +5°C'nin altında olması ve bu periyotta hiçbir yarım gün hava sıcaklığının +10°C'nin üstünde olmaması durumu "beton için soğuk hava" olarak tanımlanmaktadır [1].

Ortalama hava sıcaklığı, günlük en yüksek ve en düşük hava sıcaklığının ortalamasıdır. TS EN 206 Standardına göre en düşük taze beton sıcaklığı +5°C olmalıdır, ancak genelde beton sıcaklığının +10°C'nin altında olması tavsiye edilmez. Bu nedenle beton dökümü öncesinde, esnasında ve sonrasında beton sıcaklığı kontrol edilip kaydedilmelidir. Ayrıca, gerekli tedbirler önceden tespit edilerek alınmalıdır.

Şekil 1'de TS EN 206'ya göre en düşük, TS 13515'e göre en yüksek ve genel kabul olarak ideal taze beton sıcaklıkları belirtilmektedir.

Effects of Cold Weather Conditions on Concrete and Required Precautionary Measures

The document examines how cold weather conditions influence concrete production, placement, curing, and long-term performance, and outlines the technical measures required to mitigate associated risks. Cold temperatures slow down cement hydration, which delays setting, reduces early-age strength development, and extends construction schedules.



Şekil 1. En düşük, en yüksek ve ideal taze beton sıcaklıkları

2. Soğuk Havanın Betona Etkisi

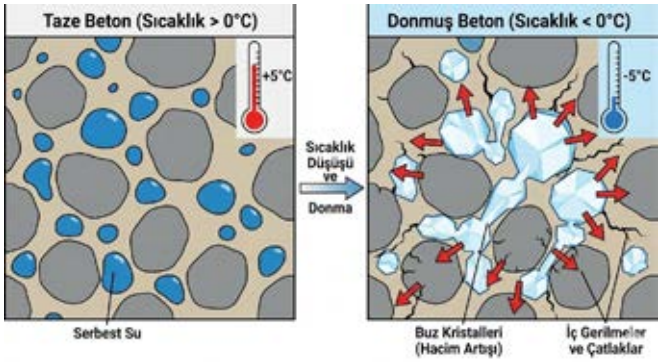
Soğuk havada başarılı bir şekilde beton üretimi ve uygulaması yapabilmek için soğuk havanın beton üzerindeki etkileri bilinmelidir. Aksi takdirde telafisi zor durumlarla karşılaşılabilir. Soğuk hava koşulları; betonun fiziksel, mekanik ve dayanıklılık performansı üzerinde önemli etkiler yaratabilmektedir.



Şekil 2. Soğuk havanın betona etkileri

2.1. Donma Riski

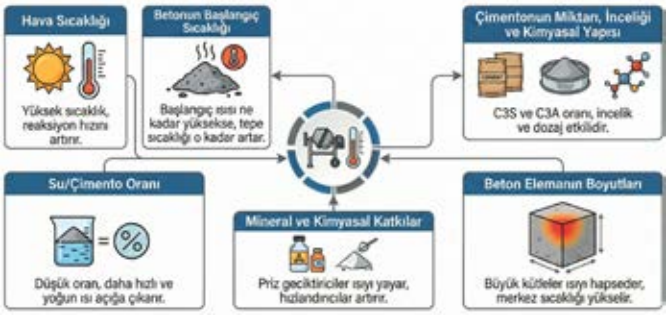
Hava sıcaklığının 0°C'nin altına düşmesi, yeterli dayanımı henüz kazanmamış taze beton içerisindeki serbest suyun donmasına neden olabilir. Suyun donması sırasında meydana gelen hacim artışı, beton bünyesinde iç gerilmeler oluşturur. Bu gerilmeler sonucunda mikro-çatlaklar oluşabilir ve betonun dayanım, dayanıklılık ve uzun vadeli performansı olumsuz yönde etkilenebilir. Erken yaşta meydana gelen bu hasarlar kalıcıdır.



Şekil 3. Beton bünyesindeki suyun donması sonucu çatlak oluşumu

2.2. Hidratasyon Süreci

Soğuk hava, hidratasyon hızını ve buna bağlı olarak betonun priz hızını yavaşlatır. Betonun sertleşmesi ve dayanım kazanması için gerekli olan kimyasal reaksiyonlar, düşük sıcaklıklarda daha yavaş ilerlediğinden, bu durum erken yaş dayanımının olumsuz etkilenmesine neden olur.



Şekil 4. Hidratasyon hızına ve ısısına etki eden faktörler

Betondaki dayanım gelişiminin temel kaynağı olan çimento hidratasyonu, çimento ile su arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda gerçekleşir ve bu süreçte ısı açığa çıkar. Tüm kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi, hidratasyon hızı da sıcaklığın düşmesiyle birlikte azalır. Betonun dayanım gelişimi; karışım tasarımı (çimento içeriği ve türü), çimento özellikleri ve sıcaklık başta olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir.

Özellikle ince kesitli betonarme elemanlar, büyük yüzey alanlarına sahip olmaları nedeniyle (döşemeler, perdeler, duvarlar vb.) ısı kaybına daha yatkındır. Bu nedenle, soğuk hava koşullarında bu tür elemanlarda dayanım gelişimi daha yavaş gerçekleşme eğilimindedir.

Hava sıcaklığının düşük olması ve bu nedenle beton sıcaklığının da düşük olması hidratasyon reaksiyonunu olumsuz etkiler ve bunun sonucunda priz ve dayanım kazanma hızı düşer. Örneğin Şekil 5'te görüleceği gibi hava sıcaklığındaki 10°C'lik bir düşüş (21°C à 10°C) priz süresini yaklaşık 2 kat arttırır (6 saat à 11 saat). Bu sürenin artması elbette kalıpların zamanında alınamamasına ve iş süresinin artmasına neden olur. Kısaca beton dayanımı ve dayanıklılığı etkilendiği gibi ekonomik olumsuzluklar da meydana gelmektedir.

If fresh concrete is exposed to temperatures below freezing before it gains sufficient strength, the water within the concrete can freeze, causing volumetric expansion, internal stresses, microcracking, and permanent loss of strength and durability. Special emphasis is placed on the freezing mechanism of concrete, noting that pore water typically begins to freeze between −2°C and −4°C, at which point hydration may completely stop. Early-age freezing can lead to strength losses of up to 50% and significantly reduce resistance to freeze–thaw cycles. Temperature differences between the concrete core and surface are also highlighted as a major cause of thermal cracking, particularly in mass concrete and thin structural elements.
The text discusses the importance of maintaining minimum concrete temperatures during mixing, transportation, placement, and early curing.



Şekil 5. Beton sıcaklığı – priz alma süresi ilişkisi

2.3. Sıcaklık Farkları

Döküm sırasında ve sonrasında dış ortam sıcaklığı ile beton sıcaklığı arasındaki fark, çatlama riskini artırabilir. Hızlı sıcaklık değişimleri, gerilmelere ve çatlaklara yol açabilir. Özellikle soğuk havalarda gerçekleşen kütle beton uygulamalarında merkez ve yüzey arasındaki sıcaklık farkı yüksek olabilmektedir. Bu durum Şekil 6'da bir örnekle belirtilmektedir.

TS 13515 Standardına göre en küçük kesit kalınlığı 100 cm'nin üzerinde olan yekpare (monolitik) yapılar kütle betonu olarak dikkate alınmaktadır. Belirli bir anda, beton yapı elemanının içerisindeki beton sıcaklığının en yüksek olduğu nokta (kütlenin merkezi gibi) ile beton örtü tabakasındaki beton sıcaklığı arasındaki ve yapı elemanı yüzeylerindeki beton örtü tabakası ile beton dış yüzeyi arasındaki (örtü altı vb.) sıcaklık farkının hiçbir durumda; donatılı betonda 25°C ve donatısız betonda 20°C'u aşmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Ayrıca, beton kütlenin merkezindeki sıcaklık, 70°C'nin üzerinde olmamalıdır.



Şekil 6. Sıcak ve soğuk hava koşullarında kütle betonlarda sıcaklık farkı oluşumuna dair örnek

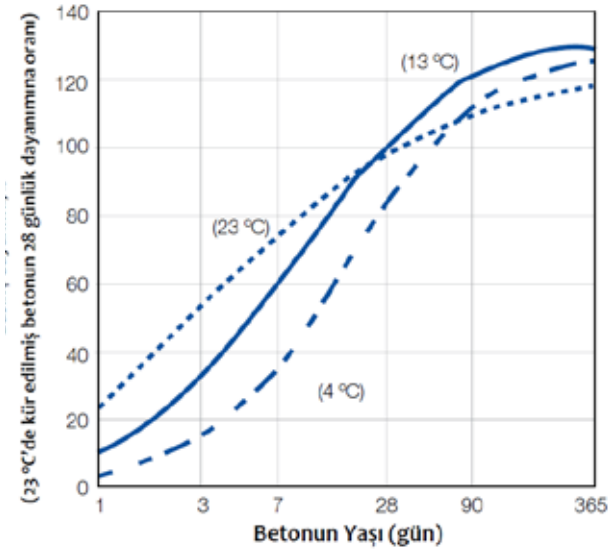
2.4. Kür Süreci

Soğuk hava koşullarında kür, düşük sıcaklığın hidratasyon hızını yavaşlatması ve özellikle taze betonun donma riski nedeniyle kritik hale gelir. Bu ortamda buharlaşma genellikle azalsa da temel hedef betonun erken yaşta yeterli dayanımı kazanması için gerekli sıcaklığı ve nemi korumaktır. Su kürü uygulaması pratikte zorlaşabildiğinden, uygun durumlarda kimyasal kür malzemeleri yüzey nem kaybını azaltmak için tercih edilebilir. Sulama veya kimyasal kür malzemeleri betonun sıcaklığını artırmadığından, don riskine karşı izolasyon/örtüleme ve gerekli ise ısıtma gibi koruyucu önlemler ile birlikte değerlendirilmelidir.

It explains how material temperatures, mixture proportions, cement type, water–cement ratio, and chemical admixtures affect concrete temperature and early performance. Practical measures such as heating mixing water and aggregates, insulating formwork, using curing compounds, and applying appropriate chemical admixtures are presented as essential strategies. Overall, the document provides a comprehensive technical framework for preventing frost damage, ensuring adequate early-age strength, and maintaining the long-term durability of concrete in cold weather conditions.

2.5. Erken Yaş Dayanımında Düşüş

Soğuk hava koşullarında betonun erken yaş dayanımı, beklenen seviyenin altında kalabilir. Bu durum, inşaat sürecinin aksamasına ve yapı güvenliğinin riske girmesine neden olabilir. Şekil 7'de görüleceği üzere düşük sıcaklıklarda erken yaş dayanımı standart küre (23°C) göre oldukça düşük olabilmektedir. Daha sonraki yaşlarda aradaki fark azalmaktadır.



Şekil 7. Beton sıcaklığının dayanıma etkisi [2]

2.6. Uzun Vadeli Etkiler

Soğuk hava koşullarında yeterince korunmayan beton yapılar, zamanla dayanıklılık sorunları yaşayabilir. Donma-çözülme döngülerine maruz kalan betonlar, çatlama ve hasar riskine daha açık hale gelir. Bunun sonucunda korozyon riski artar.

2.7. Görsel Problemler

Soğuk hava koşullarına ve özellikle don olayına maruz kalan beton yüzeylerde, pullanma ve dökülme meydana gelebilmektedir. Özellikle şiddetli donma-çözülme etkisine maruz kalan yüzeylerde Şekil 8'de görüldüğü gibi malzeme kopması, pullanma gibi kusurlar oluşmaktadır.



Şekil 8. Beton yüzeyinde donma-çözülme nedeniyle oluşan hasar

Betonun Donması

Taze beton veya suya doygun haldeyken sertleşmiş beton, çok düşük sıcaklıklarda donar. Beton, su içerdiği için sıcaklık donma noktasının altına düştüğünde hacimsel olarak genleşir ve bu genleşme betonun çatlamasına ve hasar görmesine neden olur.

Beton içerisindeki su, genellikle saf sudan farklı olarak daha düşük sıcaklıklarda donmaktadır. Saf su 0°C'de donar, ancak betonun içerisindeki suyun donma noktası, betonun bileşenleri ve çevre koşullarına bağlı olarak genellikle bu sıcaklıktan daha düşüktür. Beton içerisindeki serbest su, tipik olarak -2°C ila -4°C arasında donmaya başlar. Bir miktar su donduğunda donmamış sudaki iyon konsantrasyonu yükselir ve donma noktası düşer. -4°C'de yeterli miktarda su donar ve hidratasyon reaksiyonu tamamen durur. Suyun donması sonucu oluşan hacimsel genleşme betonda telafi edilemeyecek hasarlara neden olur.

Şekil 9'da görüldüğü gibi betonun bünyesindeki su donduğunda, yaklaşık %9 oranında hacimsel genleşmeye uğrar. Bu da betonun gözeneklerinde basınç oluşturur. Art arda gelen donma-çözülme döngülerinin birikimli etkisi ve çimento hamuru ile agrega arasındaki aderansın (bağın) bozulması sonucunda beton genleşir, çatlar, taşıma kapasitesi düşer ve özellikle yüzeyinde ufalanma oluşur.



Beton boşluklarındaki su

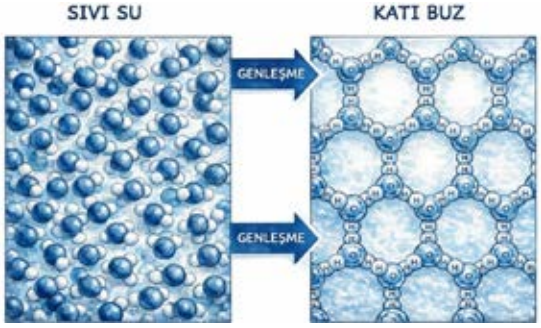
0°C sıcaklık altında boşluktaki suyun donması ve hacmin artmaya başlaması

Hacim artışının iç gerilmeye dolayısıyla çekme kuvvetine neden olması

Çekme dayanımının yeterli olmaması sonucu çatlak oluşumu

Şekil 9. Beton içindeki suyun donması

Su donduğunda hacminin artmasının nedeni, Şekil 10'da görüleceği gibi su molekülleri arasındaki bağ yapılarının donma sırasında değişmesidir.



Su sıvı halde iken su molekülleri zayıf hidrojen bağları ile birbirlerine oldukça yakın ve zayıftır.

Su katı hale geçtiğinde ise hidrojen bağları düzenli hale gelir ve su molekülleri birbirinden uzaklaşır.

Şekil 10. Suyun donması

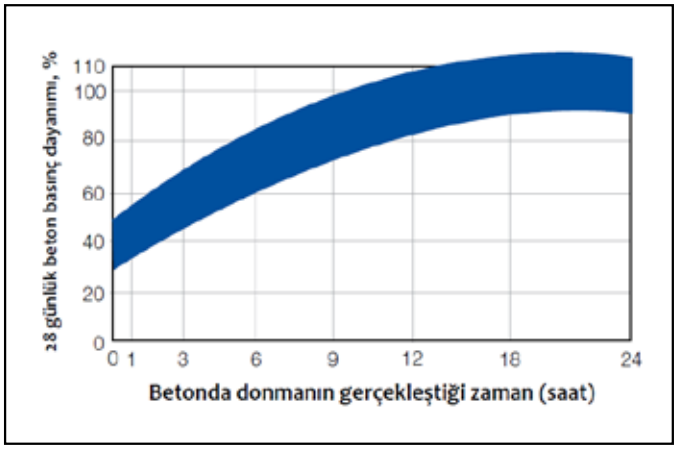
Bu sürecin daha ayrıntılı bir açıklaması aşağıda belirtilmektedir:

Moleküler Yapı

- **Sıvı Hal:** Su sıvı haldeyken, moleküller arasındaki bağlar (hidrojen bağları) daha gevşek ve dinamik bir yapıya sahiptir. Moleküller birbirine yakın, ancak serbestçe hareket edebilir.
- **Donma Süreci:** Sıcaklık düştüğünde ve su donmaya başladığında, moleküller arasındaki hidrojen bağları daha güçlü hale gelir. Moleküller, düşük sıcaklıklarda daha düzenli bir yapı oluşturarak kristal yapı (buz) oluşturur.
- **Kristal Yapı:** Buz kristalleri, moleküllerin belirli bir düzende ve daha uzak mesafede yerleşmesine neden olur. Bu düzenli yapıda, su molekülleri arasında daha fazla boşluk vardır.
- **Hacim Artışı:** Su donarken hacminin artmasının nedeni, bu düzenli kristal yapının moleküller arasındaki mesafeyi artırmasıdır. Sonuç olarak, donmuş su (buz) sıvı suya göre yaklaşık %9 daha fazla hacme sahiptir.

Eğer don olayı gerçekleşirse Şekil 11'de görüldüğü gibi 28 günlük beton basınç dayanımı %50 oranında azalabilir ve

beton dayanıklılığı (dürabilite) olumsuz etkilenir. TS 1248'e göre betonun en azından 4 MPa basınç dayanımına ulaşıncaya dek donması engellenmelidir. Bu dayanım değerine Tablo 1'de verilen sürelerde ulaşılabilir. Betonun su/çimento oranı, bağlayıcı tipi ve kür sıcaklığı betonu dondan korumak için gerekli süreyi etkiler. Soğuk havada beton uygulamasında ilk 24 saat (şiddetli durumlarda +48 saat) gerekli önlemler alınarak beton "don etkisinden" korunmalıdır. Ortalama sıcaklık, art arda üç gün süre ile +5°C'un üstüne çıkıncaya kadar, betona aynı hassas koruma devam ettirilmelidir.



Şekil 11. Betonun erken yaşta dona maruz kalması sonucu dayanım kaybı [3]

Tablo 1. Don olayının taze betona zarar vermemesi için gerekli beton yaşı [4]

Çimento Tipi	Su/çimento oranı	Kür sıcaklığına bağlı olarak taze betonun don etkisinden zarar görmemesi için gerekli süre, saat			
		5°C	10°C	15°C	20°C
Erken dayanımı düşük	0,4	35	25	15	12
	0,5	50	35	25	17
	0,6	70	45	35	25
Erken dayanımı yüksek	0,4	20	15	10	7
	0,5	30	20	15	10
	0,6	40	30	20	15

Don etkisi, yapıdaki yeni dökülmüş beton kadar şantiyede alınan taze beton numuneleri için de bir tehdittir. Alınan taze beton numuneleri standarda göre 16-72 saat süresince 20±5°C'lik ortamda muhafaza edilmelidir. Eğer saklama koşulları uygun değilse ve beton numuneleri dona maruz kalırsa sağlıksız yani gerçek beton performansını temsil etmeyen sonuçlar elde edilmektedir.

4. Beton Bileşenlerinin Beton Sıcaklığına Etkisi

Beton sıcaklığını arttırmak için karıştırma işleminden önce su

$$T = \frac{0,22\,(T_a.M_a + T_c.M_c) + T_s.M_s + T_{sa}.M_{sa}}{0,22\,(M_a + M_c) + M_s + M_{sa}}$$

ve agrega ısıtılabilir. Su sıcaklığının en fazla 60°C-65°C olması yeterlidir. Suyun daha sıcak olması durumunda ani priz ve çimentoda topaklanma görülebilir. Suyun ısıtılması yeterli değil ise agregalar da ısıtılabilir. Genelde agrega sıcak su buharı ile ısıtılır. Bu nedenle agregadaki nem oranı değişir. Karışım tasarımında bu detay mutlaka hesaba katılmalıdır. Beton sıcaklığı aşağıdaki formülle hesaplanır [5]:

T = Taze beton sıcaklığı, °C

T_a, T_c, T_s ve T_{sa} = Sırasıyla agrega, çimento, su ve agregadaki serbest su sıcaklıkları, °C

M_a, M_c, M_s ve M_{sa} = Sırasıyla agrega, çimento, su ve agregadaki serbest su kütleleri, kg

Betonun taşınması esnasında sıcaklık kaybı

Bu konu hakkında İsveç Çimento ve Beton Araştırma Enstitüsünün ACI 306R'de yer alan bir çalışması vardır. Bu çalışmaya göre transmikserle taşınan betonun 1 saat içindeki sıcaklık kaybı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [5]:

$$T = \alpha(t_r - t_a)$$

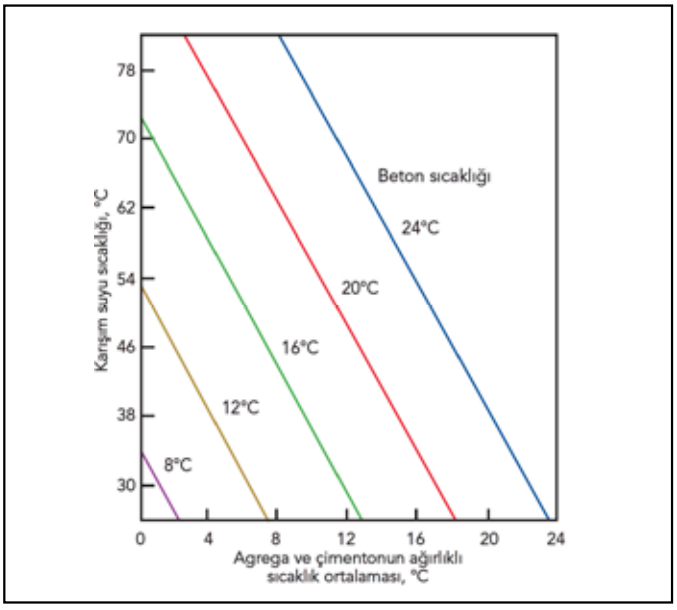
T: 1 saatlik taşıma esnasında sıcaklık düşüşü, °C

t_r: Sahada istenilen beton sıcaklığı, °C

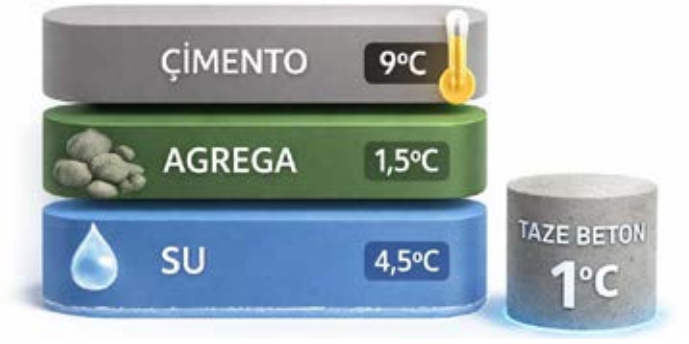
t_a: Hava sıcaklığı, °C

α: Transmikser ile taşımada 0,25, Üstü kapalı damperli kamyon ile taşımada 0,1, Üstü açık damperli kamyon ile taşımada 0,2

Beton bileşenlerinin taze beton sıcaklığına etkisi Şekil 12'de görülmektedir. Şekil 13'te ise taze beton **sıcaklığında** 1°C'lik değişim yapmak için çimento, agrega ve su bileşenlerinde gerçekleşmesi gereken sıcaklık değişimleri görülmektedir.



Şekil 12. Beton bileşen sıcaklıkları ve beton sıcaklığı ilişkisi [2]



Şekil 13. Betonda 1°C'lik değişim için malzeme sıcaklıklarında yapılması gereken değişim

5. Soğuk Havada Betonun Yerleştirilmesi

Ortalama hava sıcaklığının +5°C'den az olduğu zamanlarda, betonun yerleştirme sıcaklığı Tablo 2'de belirtilen değerlerden az olmamalı ve betonun bu sıcaklıklarda beton cinsine bağlı olarak Tablo 3'te gösterilen sürece korunması sağlanmalıdır.

Tablo 2, TS 1248 standardına göre soğuk hava koşullarında beton uygulamalarında tavsiye edilen beton sıcaklıklarını, hava sıcaklığı ve beton elemanının en küçük kesit boyutuna bağlı olarak tanımlamaktadır. Buna göre, beton dökümü anında ve koruma süresince beton sıcaklığının, kesit boyutuna bağlı olarak 5–13°C'nin altına düşmemesi gerekmektedir; küçük kesitli elemanlarda daha yüksek minimum sıcaklıkla öngörülürken, büyük kesitlerde bu sınırlar düşmektedir. Hava sıcaklığı azaldıkça, karışım anındaki minimum beton sıcaklığı da artırılmakta; örneğin t ≥ –1°C koşulunda 7–16°C, –1°C > t ≥ –18°C aralığında 10–18°C, t < –18°C durumunda ise 13–21°C arasında değişen değerler önerilmektedir. Ayrıca tabloda, koruma süresinin tamamlanmasını izleyen ilk 24 saat içinde betonda izin verilen en yüksek kademeli sıcaklık düşüşleri (11–28°C) verilerek, erken yaşta betonun ortalama iç sıcaklığı ile paspayı derinliğindeki yüzey sıcaklığı arasındaki farkın sınırlandırılması ve böylece termal gerilmeler ile çatlak oluşumu riskinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Tablo 3 ise bu sıcaklık koşullarının sağlanmasıyla birlikte, betonun soğukta ne kadar süreyle korunması gerektiğini maruz kalacağı şartlara göre ortaya koymaktadır. Buna göre, beton herhangi bir yüke ve donma etkisine maruz değilse normal beton için en az 2 gün, priz hızlandırıcı katkı kullanılmış beton için 1 gün koruma yeterli görülmektedir. Beton donma-çözülme etkisine maruz ancak yük altında değilse bu süreler sırasıyla 3 gün ve 2 gün, kısmi yükle birlikte donma-çözülmeye maruz kalması durumunda ise normal beton için 6 gün, priz hızlandırıcılı beton için 4 gün olarak artırılmaktadır. Böylece standart, hem erken yaş dayanım gelişiminin güvence altına alınmasını hem de donma hasarı ve dayanıklılık kayıplarının önlenmesini hedeşeyen bütüncül bir soğuk hava beton uygulama çerçevesi sunmaktadır.

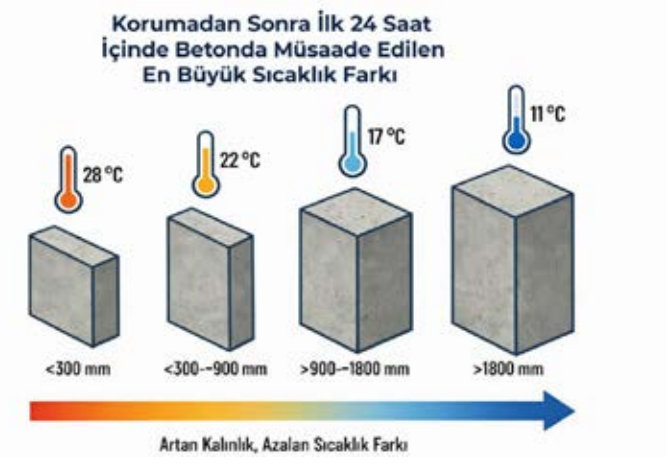
Tablo 2. Tavsiye edilen beton sıcaklıkları [1]n Sıcaklıkları

Hava Sıcaklığı (t)	Kesit ölçüsü (en küçük boyut)			
	< 300 mm	≥ 300 mm < 900 mm	≥ 900 mm ≤ 1800 mm	> 1800 mm
Dökülme anındaki ve koruma süresince en düşük beton sıcaklığı				
-	13°C	10°C	7°C	5°C
Belirtilen hava sıcaklığı için karışım anındaki en düşük beton sıcaklığı				
t > -1°C	16°C	13°C	10°C	7°C
-1°C ≤ t ≥ -18 °C	18°C	16°C	13°C	10°C
t < -18°C	21°C	18°C	16°C	13°C
Korumanın tamamlanmasını takiben ilk 24 saat içinde izin verilen tedrici en yüksek sıcaklık düşüşü*				
-	28°C	22°C	17°C	11°C
* Soğuk havalarda, karışım anındaki beton sıcaklığı ile taze betonun yerine yerleştirilmesi sırasında istenilen en küçük sıcaklık arasında, daha büyük fark sağlanmalıdır.				

Tablo 3. Soğukta yerleştirilen betonlar için koruma süreleri [1]

Betonun maruz kalacağı şartlar	Tablo 2 satır 1'de gün boyunca (24 saat) en düşük sıcaklıktaki koruma süreleri (gün)	
	Normal beton	Priz hızlandırıcı katılmış beton
Herhangi bir yük ve donma şartlarına maruz değil	2	1
Herhangi bir yüke maruz değil, donma ve çözülmeye maruz	3	2
Kısmi yük ile donma ve çözülmeye maruz	6	4

Özellikle soğuk havalarda beton yüzey sıcaklığı ile iç sıcaklığı arasında büyük farklar oluşabilmektedir. Yüksek sıcaklık farkı betonda iç gerilmelere ve dolayısıyla çatlaklara neden olur. Bu nedenle sıcaklık farkının 25°C'nin üzerinde olmaması önerilir. Betonu soğuk hava koşullarından korumak için kullanılan koruyucu malzemeler (battaniye, yalıtımlı membran vb.) kademeli bir şekilde kaldırılmalıdır, çünkü sıcaklık farkının aşırı değişimi betonda ciddi hasarlara neden olabilmektedir. Bu konuda Şekil 14'teki limit değerler referans alınabilir.



Şekil 14. Korumadan sonra ilk 24 saat içinde betonda müsaade edilen en büyük sıcaklık farkı [1]

Şantiyede beton dökümünden önce yukarıda belirtilen önlemlerden gerekli olanları alınmış olmalıdır. Öncelikle betonun en kısa sürede şantiyeye ulaşması sağlanmalıdır. Beton gelmeden önce zeminde don varsa çözülmelidir. Aksi takdirde zemin üzerine yerleştirilecek beton aniden ısı kaybedecektir. Ayrıca, kalıplar ve demirler kar ve dondan temizlenmelidir.

Betonun plastik halde iken yüzeyinin kuruması plastik rötre çatlaklarına neden olur. Sıcak hava koşullarında betonun su ile kürlenmesi uygun iken bu uygulama soğuk hava koşullarında uygun olmayabilir. Soğuk havada en iyi kür uygulaması beton yüzeyini su kaybından ve soğuktan koruyacak yalıtımlı malzemeler kullanılarak yapılmaktadır. Bu malzemeler çevre koşullarına, beton karakteristiğine ve yapıya etkiyen yük durumuna göre 1 ile 7 gün arasında beton yüzeyinde bulunmak zorundadır.

Beton dökülen yerin ısıtılması pratik ve ekonomik olmasa da etkili bir yöntemdir. Isıtıcının egzozu kesinlikle beton yüzeyini etkilememelidir. Çünkü, açığa çıkacak CO_2 taze betonda karbonatlaşmaya neden olabilir. Ayrıca, bu durum çalışanlar için de zararlı bir ortam yaratır.

Betonun korunması ve kürü, özellikle kış aylarında inşaat projeleri için kritik öneme sahiptir. Donma-çözülme döngüleri, betonda çatlaklara ve dayanıklılık kaybına neden olabilir. Bu nedenle betonun korunmasında aşağıda belirtilen yaklaşıma uyulması önerilmektedir:

1. Hava Sıcaklığı ve İklim Şartlarını Değerlendirme

- **Hava Durumunun Takip Edilmesi:** Beton dökümünden önce ve sonra hava durumu dikkatlice takip edilmelidir. Özellikle gece sıcaklıklarının düşmesi bekleniyorsa, önlemler alınmalıdır.
- **Donma Riski:** Betonun donma riski, çevresel sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü durumlarda artar. Bu nedenle, döküm sıcaklığı ve dış hava koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.
- **Karışım Tasarımı**
- **Sıcak Su Kullanımı:** Beton karışımında sıcak su kullanarak, başlangıç sıcaklığını artırmak mümkündür.
- **Özel Kimyasal Katkı Maddeleri:** Donma direncini artırmak için, kış şartlarına uygun kimyasal katkı maddeleri kullanılmalıdır.
- **Çimento:** Soğuk hava koşullarında hidratasyon hızını ve ısısını artırmak için çimento dozajının artırılması, su/çimento oranının düşürülmesi ve hidratasyon ısısı daha yüksek bağlayıcıların kullanılması faydalı olmaktadır.

Döküm Zamanı ve Yöntemi

- **Gün İçindeki Sıcak Saatler:** Beton dökümünü, günün sıcak saatlerinde yapmaya özen gösterilmelidir. Mümkünse, döküm işlemi öğle saatlerinde gerçekleştirilmelidir.
- **Hızlı Döküm: Döküm işlemi sırasında, betonun mümkün olan en hızlı şeki**lde yerleştirilmesi, sıcaklığın düşmeden kontrol altında tutulmasına yardımcı olabilir.

Betonun Bakımı ve Kürü

- **Kür:** Soğuk havada betonun kuruması sırasında aşırı su ile temasını önlemek önemlidir. Ancak, betonu tamamen kuru bırakmamak için gerektiğinde nemli tutmak da öneme sahiptir. Buharlaşma hızını hava sıcaklığı dışında rüzgârın da artırdığı unutulmamalıdır. Kürleme, istenen özelliklerin gelişebilmesi için betonun erken aşamalarında tatmin edici nem içeriğinin ve sıcaklığının korunmasıdır. Önerilen minimum kürleme süresi genelde 7 gündür. Bu süre betonarme eleman tipine ve koruma yöntemine göre değişebilmektedir. Kür için ise su yerine kimyasal kür malzemeleri tercih edilmelidir.
- **Isı Kaynağı Kullanımı:** Beton dökümünden sonra çevre sıcaklığını artırmak için ısıtıcılar kullanabilir.
- **Yalıtım Uygulamaları:** Betonun üzerini yalıtım malzemeleriyle (battaniye, polistiren levhalar) kaplamak, sıcaklığı korumaya yardımcı olur. Ayrıca, rüzgârlı havalarda, rüzgâr koruma önlemleri almak da önemlidir.
- **Koruma Süresi:** Betonun ilk 24 saatlik döneminde, düşük sıcaklık ve donma etkilerinden korumak için dikkatli olunmalıdır. Bu süreçte, betonun yüzeyinin korunması hayati öneme sahiptir.

Kalıp ve iskelelerin sökülmesi konusunda aşağıda belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Kalıp ve iskelelerin sökülmeleri için gerekli olan betonun yerindeki dayanım değeri, projeci tarafından verilmelidir.
- Betonun yapıdaki (yerindeki) dayanımı, tahribatsız yöntemlerle belirlenmelidir.
- Tahribatsız deney sonuçlarının, tasarım aşamasında gerçekleştirilen beton karışımı deney sonuçları ile korelasyonu yapılmalı ve şantiyede küre tabi tutulan deney numuneleri ile sonuçları doğrulanmalıdır.
- Beton dayanım deneylerine ait sonuçlarının değerlendirilmesi yöntemleri, önceden şartnamelerde belirlenmiş olmalıdır.
- Hava şartları ve ilgili diğer bilgiler de dâhil olmak üzere, bütün deney sonuçları kaydedilmelidir. Bu kayıtlar kalıp ve iskelelerin sökülmesine karar verilmesi hususunda mühendis tarafından kullanılmalıdır.
- Kalıp ve iskelenin bir üst kata kurulması, kalıp işçiliğinin en kritik işlemlerinden birisi olup, yetkili uzmanlar tarafından planlanmalı ve karar verilmelidir. Beton elemanların erken yaştaki dayanımı, kalıplar alındıktan sonra kendi ağırlığı ve diğer inşaat yüklerini taşıyacak durumda olmalıdır.

Özetle beton uygulamasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Don riski olan hava koşullarında beton dökümünden olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Beton dökümü öncesi kalıplar ve demir donatılar kontrol edilmelidir. Buzlu ve karlı kalıp yüzeylerine döküm yapılmamalıdır. Kalıp ve donatılarda eğer buz parçaları varsa temizlenmelidir.
- Beton dökümü öncesi zeminde don varsa çözülmelidir. Aksi takdirde zemin üzerine yerleştirilecek beton aniden ısı kaybedecektir.
- Beton belirli bir dayanıma ulaşıncaya dek korunmalıdır. Bu süre; yapı elemanının özellikleri, maruz kalacağı şartlar ve beton özelliklerine göre değişir.
- Betonun yerleştirme sıcaklığı; eleman kesitleri ve hava sıcaklığına bağlı olarak belirlenen sınır değerden yüksek olmalıdır.
- Çimentonun hidratasyonu sonucu ortaya çıkan ısının beton dışına yayılması önlenmelidir.
- Beton yüzeyi için koruyucu örtü (korugan) kullanılmalıdır.
- Şiddetli rüzgâr durumunda rüzgâr kırıcı perdeler/bariyerler kullanılmalıdır.
- Soğuk havalarda uzun priz sürelerini önlemek için kalıplar ya da uygulama alanı ısıtılabilir.
- Yalıtımlı kalıp kullanılmalıdır.
- İhtiyaç durumunda özellikle döşemelerde yalıtımlı battaniyeler kullanılmalıdır.
- Su ile kür uygulaması tercih edilmemelidir. Özellikle kolonlarda kimyasal kürleme yapılmalıdır.
- Mineral katkılı betonlar daha uzun süre korunmalıdır.
- Kalıp köşe ve kenarları gibi ısı kaybına daha fazla maruz kalan kritik bölgeler daha fazla korunmalıdır.

Soğuk Havada Çimento ve Mineral Katkı Kullanımı İçin Öneriler

- **Yüksek Oranda Çimento Kullanımı:** Soğuk havalarda çimento oranını artırmak, betonun erken dayanım kazanma hızını artırır. Daha fazla çimento, daha fazla ısıl enerji açığa çıkararak hidratasyon sürecini hızlandırabilir ve betonun donma riskini azaltabilir.
- **Yüksek Isı Üreten Çimentolar (C_3S Oranı Yüksek Çimentolar):** Yüksek oranda trikalsiyum silikat (C_3S) içeren çimentolar, hidratasyon sırasında daha fazla ısı açığa çıkararak betonun soğuk havada daha hızlı dayanım kazan-

masına yardımcı olur. Bu tip çimentolar, özellikle düşük sıcaklıklarda erken dayanım kazanımını artırır. (Not: Klorür etkisine maruz kalan yapılarda düşük C_3S oranı (<%5) uygun değildir.)

- **Çimentonun Priz Süresi:** Kısa priz süresine sahip çimentolar, soğuk havada hızlı sertleşme sağlar. Bu nedenle, kısa priz süresi olan çimentolar soğuk hava koşullarında daha uygundur.
- **Priz Hızlandırıcı Katkılar ile Uyum:** Soğuk havada hızlandırıcı katkı maddeleri ile uyumlu çimentolar kullanılmalıdır. Bu katkılar, betonun erken sertleşmesini hızlandırarak donma tehlikesini önler.
- **Mineral Katkı Kullanımı:** Her ne kadar uçucu kül ve yüksek fırın cürufu gibi mineral katkıların betonun dayanıklılığı üzerinde son derece olumlu etkileri olsa da, erken dayanımı düşürmeleri özellikle soğuk hava koşullarında bir handikap olmaktadır; ancak soğuk hava koşullarında bile uygun kimyasal katkılar kullanılarak (priz hızlandırıcı, erken yaş dayanımı artırıcı gibi) belirli oranda mineral katkı kullanımı son derece faydalıdır.

Yeterli küre tabi tutulan ve korunan, ancak dayanım gelişiminin seviyesini belirlemek için herhangi bir işlem yapılmayan durumlarda, basınç dayanımının geleneksel olarak belirlenmesi tavsiye edilir. Bu durumda çimento cinsi önem arz etmektedir. Tablo 4'te standart küre tabi tutulmuş 28 günlük dayanımların farklı oranlarını elde etmek amacıyla tavsiye edilen kür süresini belirlemek üzere (10°C ve 21°C sıcaklıkta) genel bilgiler verilmiştir.

7. Soğuk Hava Koşullarında Kullanılan Kimyasal Katkılar ve Faydaları

Soğuk hava koşullarında betonun donma riski, priz alma süresinin uzaması ve dayanım gelişiminin yavaşlaması gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. Bu nedenle, soğuk havalarda betonun performansını artırmak için kimyasal katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkılar, betonun soğuk koşullarda daha hızlı dayanım kazanmasını, donma riskinin azaltılmasını ve çalışma süresinin kontrol edilmesini sağlamaktadır.

7.1 Priz Hızlandırıcı Katkı Maddeleri

Priz hızlandırıcı katkı maddeleri, çimento hidratasyonunu hızlandırarak betonun daha hızlı priz almasını sağlar. Bu katkılar sayesinde, beton düşük sıcaklıklarda bile hızlıca sertleşir ve erken dayanım kazanır. Bu durum, betonun donma riskini azaltır ve kalıpların daha hızlı sökülmesine olanak tanır.

7.2 Antifriz Katkı Maddeleri

Antifriz katkılar TS 11746 Standardına göre şu şekilde tanımlanmaktadır: "Soğuk havada taze betonu ve harcı donmaya karşı koruyucu madde, soğuk hava şartlarında yapı harcına veya taze betona ilave edilerek, çimento başlangıç hidratasyon ısısını arttırma ve taze beton veya harç boşluklarındaki suyun donma derecesini düşürme yolu ile beton veya harcın korunma süresini ve korunma tedbirlerini azaltan, don etkisinden koruyan sıvı veya katı haldeki kimyasal katkı maddeleridir. Betonun içinde kalan suyun donma noktasını düşürerek donma riskini azaltır. Bu katkılar, betondaki serbest suyun daha düşük sıcaklıklarda donmasını önleyerek betonun dayanım kazanma sürecini olumsuz etkilemeden devam ettirir."

Tablo 4. Standart küre tabi tutulmuş 28 günlük dayanımın belirli oranları için tavsiye edilen koruma süreleri

Standart küre tabi tutulmuş 28 günlük dayanımın oranı (%)	10°C, gün			21°C, gün		
	Çimento tipi			Çimento tipi		
	CEM I 42,5 N ve/veya R	CEM II 42,5 N ve/veya R	CEM I 42,5 R ve/veya CEM I 52,5 N ve/veya R	CEM I 42,5 N ve/veya R	CEM II 42,5 N ve/veya R	CEM I 42,5 R ve/veya CEM I 52,5 N ve/veya R
50	6	9	3	4	6	3
65	11	14	5	8	10	14
85	21	28	16	16	18	12
95	29	35	26	23	24	20

Antifriz, klorür içermeyen kimyasal bileşiklerinden oluşan, taze betonun priz ve sertleşme sürelerini kısaltan beton katkısıdır. Bu özelliği ile soğuk hava koşulları başta olmak üzere her türlü çevresel etki koşullarında betonun işlenebilirlik ve geç dayanımını düşürmeden, ilk dayanımlarını artırarak erken kalıp alma imkânı sağlar ve betonun dona maruz kalma riskini en aza indirir.

Betonda çimento ve su arasındaki hidratasyon reaksiyonu beton sıcaklığı 5°C'nin altına indiğinde çok yavaşlar. 0°C'nin altında ise beton içindeki suyun donması ile reaksiyon tamamen durur ve donma etkisi ile beton içinde çatlaklar oluşur. Bu aşamadan sonra betondan istenilen performansın elde edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle düşük hava sıcaklıklarında ve özellikle don etkisi riski olan durumlarda antifriz katkılı (priz hızlandırıcı) beton tercih edilmelidir, ancak bu önlem tek başına yeterli olmayabilir. Şantiyede beton uygulayıcısı standartta (TS 1248) anormal hava koşulları için belirtilen önlemleri almalıdır.

7.3 Süper Akışkanlaştırıcılar (Yüksek Oranda Su Azaltıcılar)

Süper akışkanlaştırıcılar, betonun işlenebilirliğini artırır ve düşük su/çimento oranıyla dahi kolayca yerleştirilebilmesini sağlar. Soğuk hava koşullarında daha az su kullanımı, betonun donma riskini azaltır ve daha hızlı dayanım kazanmasına yardımcı olur. Su miktarını azaltarak betonun dayanıklılığını artırır ve betonun geçirimsizliğini yükseltir. Bu da betonun içine suyun daha az girmesini sağlayarak donma riskini düşürür.

7.4 Hava Sürükleyici Katkılar

Hava sürükleyici katkılar, betonun içinde küçük hava boşlukları oluşturarak donma-çözülme döngülerine karşı betonun dayanıklılığını artırır. Bu küçük boşluklar, su donarken genişleyip beton içinde basınç oluşturduğunda, genleşen suyun bu boşluklara girerek betonun çatlamasını önler. Donma-çözülme döngülerine karşı direnci artırır ve betonun ömrünü uzatır. Soğuk havalarda, özellikle dış mekân betonları için önemli bir katkı maddesidir.

7.5 Kimyasal Kür Malzemeleri

Hidratasyon reaksiyonun devamlılığı için beton bünyesinde yeterli miktarda suyun olması şarttır. Kimyasal kür malzemeleri beton yüzeyinden suyun buharlaşmasını engelleyerek gerekli suyun beton içinde kalmasını sağlar. Özellikle soğuk hava koşullarında betonun su yerine kimyasal kür malzemeleri ile kür edilmesi çok daha avantajlıdır.

Soğuk Havalarda Kimyasal Katkı Maddeleri Kullanımı ile İlgili Öneriler

- **7.6 Katkıların Doğru Dozajlanması:** Soğuk hava koşullarında kimyasal katkıların doğru miktarda ve dengeli şekilde kullanılması, betonun dayanım kazanma sürecini optimize eder. Özellikle priz hızlandırıcı katkıların fazla kullanımı, çatlama riskini artırabilir.
- **Katkıların Birlikte Kullanımı:** Priz hızlandırıcı ve hava sürükleyici katkılar gibi katkı maddeleri bir arada kullanılabilir, ancak bunların birbiriyle uyumlu olması gereklidir.

8. Türkiye'nin İklimsel Özellikleri

Türkiye'de farklı coğrafi alanlarda çeşitli iklimler görülmektedir. Soğuk hava ve don riski açısından en riskli iklim karasal iklimdir. Karasal iklim İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde görülmektedir. Ayrıca, bu bölgelere yakın illerde de benzer iklim koşulları görülmektedir. Şekil 15'te, ülkemizdeki en soğuk dönem olan ocak ayı için uzun yıllara dayanan minimum sıcaklık dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 15. Türkiye'de uzun yıllar ocak ayı minimum sıcaklık dağılışı [6]

Şekil 16 ise 1971-2010 yılları arasındaki yıllık ortalama zirai don olaylı gün sayısını göstermektedir. Haritaya göre, özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Ardahan (189 gün), Kars (176 gün) ve Erzurum (167 gün) gibi illerde don olaylı gün sayısı yılda 150 günü aşmaktadır. İç Anadolu ve Doğu Anadolu'nun diğer kesimlerinde de yıllık 100 günün üzerinde don olayı görülürken, kıyı bölgelerde bu sayı belirgin şekilde düşüktür.



Şekil 16. Yıllık ortalama zirai don olaylı gün sayısı [7]

Kaynaklar

1. Türk Standartları Enstitüsü. (2025). Betonun hazırlanması, dökümü ve bakım kuralları - Anormal hava şartlarında (TS 1248). TSE.

2. Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2003). Design and control of concrete mixtures (14th ed.). Portland Cement Association.

3. American Concrete Institute. (1973). Behavior of concrete under temperature extremes (Special Publication SP-39). ACI Publishing.

4. Türkel, S. (2003). Soğuk hava koşullarında beton üretimi. Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı (ss. 32-45). Uşak.

5. ACI Committee 306. (2016). ACI 306R-16: Guide to Cold Weather Concreting (First printing, September 2016). American Concrete Institute, Farmington Hills, MI. ISBN 978-1-945487-15

6. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (t.y.). Aylık Sıcaklık Analizi (Ocak). Erişim tarihi: 07.01.2026. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx?ay=ocak

7. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (t.y.). Zirai Don Uyarı Sistemi – Türkiye Don Takvimi. Erişim tarihi: 07.01.2026. https://www.mgm.gov.tr/tarim/zirai-don-uyari-sistemi-harita.aspx?s=takvim

EK - Soğuk Havada Beton Uygulama Kontrol Listesi

Proje/Şantiye		Lokasyon	
Eleman		Kalınlık (mm)	
Döküm Tarihi	____ /____ /_____	Saat	____:____
Hava Tahmini (48–72 saat)	Tmin ____ °C / Tmaks ____ °C	Rüzgâr/Yağış	____ km/saat | Kar: E / H

A) DÖKÜM ÖNCESİ – PLANLAMA ve HAZIRLIK

A1) Hava, zamanlama ve karar

☐ Döküm zamanı ve ilk 48 saat için Tmin/Tmaks, rüzgâr ve yağış tahmini kontrol edildi; risk seviyesi belirlendi.

☐ Döküm mümkünse günün daha sıcak saatlerine planlandı (gece dökümü gerekiyorsa ek önlem planlandı).

☐ Kar/yağmur ve kuvvetli rüzgâr için üst örtü/rüzgâr kırıcı hazırlığı tamam.

☐ Zemin/kalıp sıcaklığı 0°C altında ise ön ısıtma/izolasyon planlandı (donmuş zemin üzerine döküm yapılmayacak).

☐ Erteleme kriterleri belirlendi (hedef beton sıcaklığı sağlanamıyorsa, altyapı yetersizse, şiddetli don riski varsa).

A2) Karışım, üretim ve lojistik

☐ Hedef yerleştirme beton sıcaklığı (°C): _____ | Santral çıkış hedefi (°C): _____

☐ Karışım tasarımı soğuk hava için gözden geçirildi (erken yaş dayanım hedefi, su/bağlayıcı oranı, çimento tipi).

☐ Katkı planı doğrulandı: ürün-doz-uyumluluk (priz/sertleşme hızı, hava sürükleme, işlenebilirlik).

☐ Karışım suyu/agrega ısıtma ihtiyacı değerlendirildi; uygulama yöntemi ve sınırları belirlendi.

☐ Nakliye mesafesi, bekleme ve pompa hattı beklemesi minimize edildi; ilave mikser devri/boşaltım planı hazır.

☐ Transmikser, pompa hattı ve bağlantı ekipmanı izolasyonu (gerekirse) sağlandı; yedek ekipman planlandı.

☐ Buzlu/çok soğuk malzeme (agrega, su) kullanımı engellendi; stok sahası ve bunker koşulları kontrol edildi.

A3) Şantiye hazırlığı (kalıp/donatı/zemin)

☐ Kalıp, donatı ve alt yüzey kar-buzdan arındırıldı; donmuş zemin üzerine döküm yapılmayacak şekilde önlem alındı.

☐ Kalıp sızdırmazlık ve ısı kaybı açısından kontrol edildi; kenar/köşe bölgeleri için ilave izolasyon hazır.

☐ Donatı üzerinde buz/kırağı temizlendi; ankraj/filiz bölgelerinde lokal don riski kontrol edildi.

☐ Yerleştirme bölgesinde rüzgâr etkisini azaltacak düzenleme yapıldı (rüzgâr kırıcı, perdeleme).

☐ Pompaj hattı ve ekipman (boru/dirsek) donma riskine karşı kontrol edildi; gerekli ise ısıtma/izolasyon yapıldı.

☐ Aydınlatma, erişim, yollar ve pompaj alanı karlı/ıslak koşullara karşı güvenli hale getirildi.

A4) Koruma-kür ve izleme planı

☐ Koruma yöntemi seçildi: ☐ izolasyon battaniyesi ☐ branda ☐ koruyucu çevreleme ☐ kontrollü ısıtma ☐ diğer

☐ Koruma süresi hedefi: min ____ saat (risk yüksekse 48 saat+). Kriter bazlı kaldırma uygulanacak.

☐ Sıcaklık ölçüm planı yapıldı: ☐ hava ☐ beton (boşaltım) ☐ yüzey ☐ merkez/derinlik.

☐ Sensör/ölçüm noktaları belirlendi (yüzey ve derinlik/merkez) ve kayıt aralığı: ____ saat.

☐ Sıcaklık farkı yönetimi: ←T (Merkez–Yüzey) ≤ 25°C; örtüler/ısıtma kademeli azaltılacak.

☐ Kür yöntemi belirlendi: ☐ kimyasal kür ☐ membran ☐

ıslak kür (don riski yoksa) ☐ diğer: _____

☐ Kür malzemesi, uygulama ekipmanı ve yedekleri sahada hazır; uygulama zamanı ve sorumlusu net.

A5) Numune alma, kür ve kalite kontrol

☐ Numune sayısı, tipi ve alınma zamanları belirlendi (dayanım/durabilite/erken yaş doğrulama).

☐ Numune ilk 16–72 saat 20±5°C koşullarında korunacak şekilde izole kutu/alan hazır; sıcaklık kaydı yapılacak.

☐ Taze beton kontrolleri planlandı: sıcaklık, kıvam, hava (varsa), birim hacim kütle ve gözlemsel kontroller.

☐ Erken yaş doğrulama yöntemi belirlendi (olgunluk, erken yaş numune kırımı vb.).

☐ Uygunsuzluk durumunda aksiyon planı hazır (beton sıcaklığı düşük, işlenebilirlik kaybı, soğuk derz riski vb.).

A6) İSG ve acil durum

☐ Isıtıcı/koruyucu çevreleme kullanımı için İSG önlemleri alındı (yangın, CO/CO_2, havalandırma, kablo/yanıcı malzeme).

☐ Kaygan zemin, buzlanma ve ekipman devrilme riskleri için saha önlemleri alındı; ekip bilgilendirildi.

☐ Acil durumda durdurma/erteleme yetkilisi ve iletişim bilgileri belirlendi.

B) DÖKÜM SIRASINDA – UYGULAMA ve KONTROL

B1) Sıcaklık ve taze beton kontrolleri (kayıt)

☐ Hava sıcaklığı (başlangıç): _____ °C | Saat: _____:_____ (kayıt edildi)

☐ Beton sıcaklığı (boşaltımda): _____ °C (hedefin altındaysa aksiyon: ☐ karışım ☐ izolasyon ☐ ertele/durdur)

☐ Beton sıcaklığı yerleştirme noktasında da kontrol edildi (pompa çıkışı/kalıp içine giriş): _____ °C (uygunsa).

☐ Taze beton kıvamı/kontrolü yapıldı; uygunsuzluk varsa kayıt altına alındı ve müdahale edildi.

☐ Döküm sırasında periyodik sıcaklık kontrolü yapıldı (aralık: _____ dk/saat).

B2) Yerleştirme, sıkıştırma ve bitirme

☐ Yerleştirme hızı ve tabaka kalınlığı soğuk derz oluşmayacak şekilde planlandı; ekip sayısı yeterli.

☐ Vibrasyon/sıkıştırma yeterliliği kontrol edildi (soğukta işlenebilirlik düşüşüne dikkat).

☐ Yüzey bitirme işlemleri için rüzgâr/kar etkisine karşı koruma sağlandı.

☐ Beton yüzeyinde buzlanma/serbest su donması gözlenirse işlem durduruldu ve önlem alındı.

☐ Aşırı su ilavesi ve yüzeyde su birikmesi engellendi; yüzey kalitesi kontrol edildi.

B3) Lojistik ve beklemeler

☐ Transmikser beklemeleri minimize edildi; pompaj hattında uzun bekleme olmadı.

☐ Gecikme yaşanırsa koruma seviyesi yükseltildi ve kayıt altına alındı.

☐ Döküm kesintisi olursa soğuk derz prosedürü uygulandı (temizleme, bağlayıcı/aderans önlemi vb.).

C) DÖKÜM SONRASI – KORUMA, KÜR ve İZLEME

C1) İlk koruma (hemen)

☐ Yüzey derhal korumaya alındı: ☐ izolasyon ☐ branda ☐ koruyucu çevreleme ☐ kontrollü ısıtma ☐ diğer: _____

☐ Kenar/köşe bölgeleri için ilave izolasyon uygulandı (en hızlı ısı kaybı bölgeleri).

☐ Rüzgâr ve yağışa karşı birleşim yerleri kapatıldı; ısıtma varsa güvenli çalışma koşulları doğrulandı.

C2) Kür uygulaması

☐ Kür yöntemi uygulandı: ☐ kimyasal kür ☐ membran ☐ ıslak kür (don riski yoksa) ☐ diğer: _____

☐ Kür uygulama zamanı, miktarı ve kapsama oranı kontrol edildi; eksik alanlar tamamlandı.

☐ Don riski varken yüzeyde serbest su oluşmasına izin verilmedi; gerekirse kür yöntemi revize edildi.

C3) Sıcaklık izleme, süre ve kaldırma kriteri

☐ İzleme kayıtları tutuluyor: hava + beton/yüzey/merkez sıcaklığı (zaman: 0-2-4-8-24 saat vb.).

☐ Koruma süresi: _____ saat. (Riski yüksek koşullarda 48 saat+ değerlendirilir.)

☐ Koruma kaldırma kriteri doğrulandı: ☐ basınç dayanımı ≥ 4 MPa ☐ ←T ≤ 25°C ☐ kademeli kaldırma planı uygulandı.

☐ Isıtma/koruma azaltma süreci kademeli yapıldı; ani soğuma/ısıl şok oluşturulmadı.

C4) Kalıp alma, yükleme ve erken yaş kontrol

☐ Kalıp alma zamanı erken yaş dayanım/olgunluk sonuçlarına göre doğrulandı; erken söküm yapılmadı.

☐ Erken yaş çatlak ve yüzey kusurları kontrol edildi; bulgular kayıt altına alındı.

☐ Gerekli görülen yerlerde ek koruma/onarım planlandı ve sorumlular atandı.

C5) Numune sevki ve dokümantasyon

☐ Numuneler uygun koşullarda laboratuvara sevk edildi; numune koşul kayıtları eklendi.

☐ Gün sonu raporu tamamlandı: sıcaklık kayıtları, koruma yöntemi/süresi, uygunsuzluklar ve aksiyonlar.

☐ Fotoğraf/yerleşim notları (koruma detayı, sensör konumu vb.) dosyalandı.

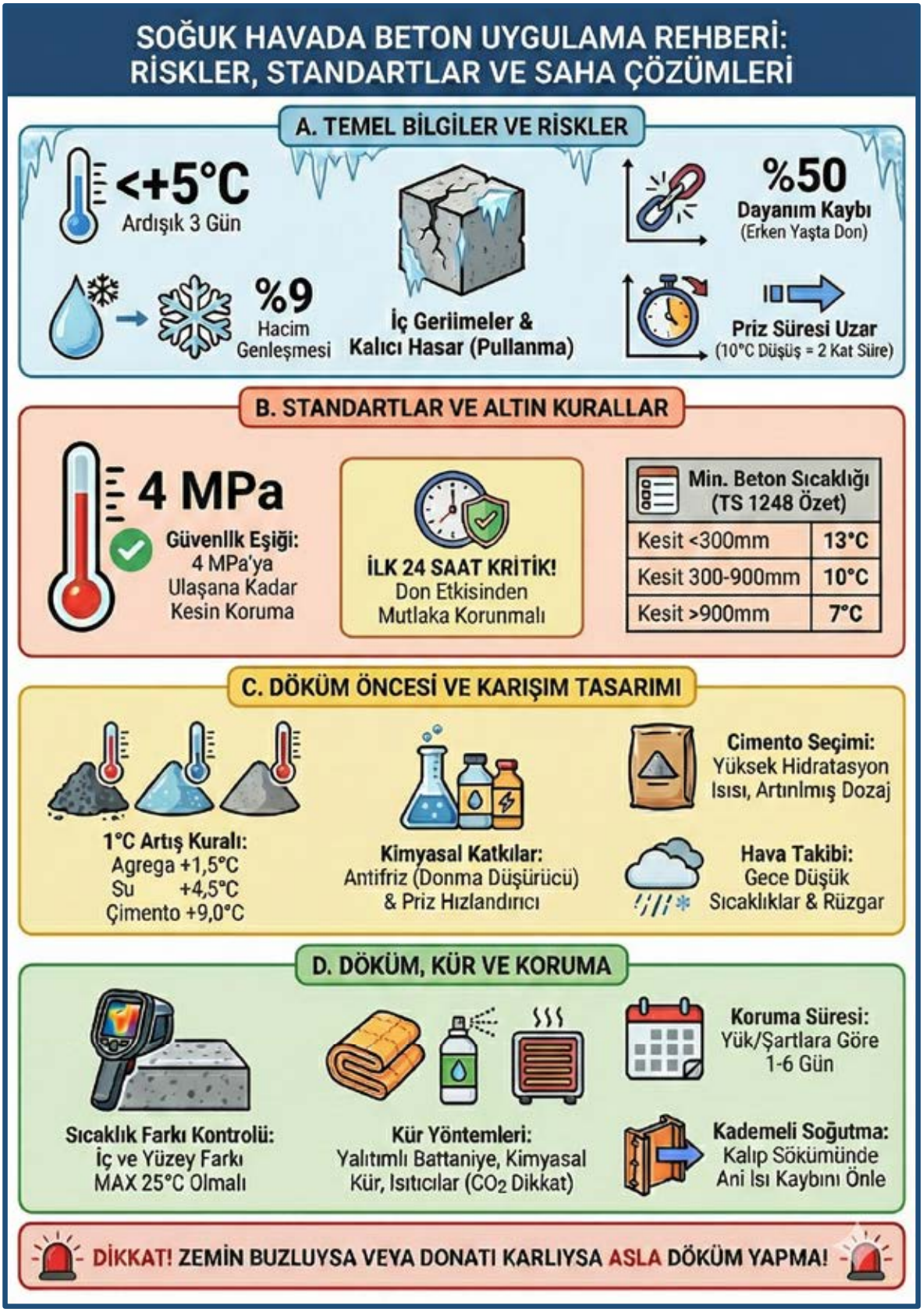
D) ÖZEL DURUMLAR – HATIRLATMALAR

☐ İnce elemanlarda (t < 200 mm) yüzey don riski için ek izolasyon/ısıtma ve hızlı yerleştirme planlandı.

☐ Kütle/kalın elemanlarda (t > 100 cm) iç sıcaklık ve ←T kontrolü için sensör yerleşimi ve kademeli kaldırma programı net.

☐ Don çözücü tuz/kimyasal temasının taze betona etkileri değerlendirildi; erken yaşta temas engellendi (varsa).

☐ Koruma malzemeleri kaldırılırken ani rüzgâr/soğuk hava girişi engellendi; açıklıklar kademeli açıldı.


SOĞUK HAVADA BETON UYGULAMA REHBERİ:
RİSKLER, STANDARTLAR VE SAHA ÇÖZÜMLERİ
A. TEMEL BİLGİLER VE RİSKLER
<+5°C
Ardışık 3 Gün
%50
Dayanım Kaybı
(Erken Yaşta Don)
%9
Hacim
Genleşmesi
İç Geriimeler &
Kalıcı Hasar (Pullanma)
Priz Süresi Uzar
(10°C Düşüş = 2 Kat Süre)
B. STANDARTLAR VE ALTIN KURALLAR
4 MPa
Güvenlik Eşiği:
4 MPa'ya
Ulaşana Kadar
Kesin Koruma
İLK 24 SAAT KRİTİK!
Don Etkisinden
Mutlaka Korunmalı
Min. Beton Sıcaklığı
(TS 1248 Özet)
Kesit <300mm 13°C
Kesit 300-900mm 10°C
Kesit >900mm 7°C
C. DÖKÜM ÖNCESİ VE KARIŞIM TASARIMI
1°C Artış Kuralı:
Agrega +1,5°C
Su +4,5°C
Çimento +9,0°C
Kimyasal Katkılar:
Antifriz (Donma Düşürücü)
& Priz Hızlandırıcı
Cimento Seçimi:
Yüksek Hidratasyon
Isısı, Artırılmış Dozaj
Hava Takibi:
Gece Düşük
Sıcaklıklar & Rüzgar
D. DÖKÜM, KÜR VE KORUMA
Sıcaklık Farkı Kontrolü:
İç ve Yüzey Farkı
MAX 25°C Olmalı
Kür Yöntemleri:
Yalıtımlı Battaniye, Kimyasal
Kür, Isıtıcılar (CO_2 Dikkat)
Koruma Süresi:
Yük/Şartlara Göre
1-6 Gün
Kademeli Soğutma:
Kalıp Sökümünde
Ani Isı Kaybını Önle
DİKKAT! ZEMİN BUZLUYSA VEYA DONATI KARLIYSA ASLA DÖKÜM YAPMA!

Sözcü

"HAZIR BETON ENDEKSİ"

İnşaatta zayıf seyir ağustosta da devam etti

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), inşaat ile bağlantılı imalat ve hizmet sektörlerindeki mevcut durum ile beklenen gelişmeleri gösteren "Hazır Beton Endeksi" Ağustos Ayı Raporu'nu açıkladı. Tüm endekslerin yıllık bazda negatif bölgede kalması, sektörde güçlü bir toparlanmanın henüz başlamadığını gösterdi. Yüksek borçlanma maliyetleri ve krediye erişimdeki sıkı finansal koşullar ise sektördeki faaliyeti ve yatırım iştahını kısıtlamaya devam etti. Yapılan açıklamada şöyle denildi: Yıllık bazda en belirgin gerileme %1,1 oranı ile Beklenti Endeksi'nde yaşanmış, bu durum sektör temsilcilerinin gelecek döneme ilişkin öngörülerinde temkinli yaklaşımın derinleştiğine işaret etmiştir. Güven Endeksi ve bileşik Hazır Beton Endeksi %0,8 oranında gerilerken, Faaliyet Endeksi ise %0,5'lik düşüş kaydetmiştir."

nasıl bir ekonomi

İnşaatta zayıf seyir sürüyor

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), inşaat ile bağlantılı imalat ve hizmet sektörlerindeki mevcut durum ile beklenen gelişmeleri gösteren "Hazır Beton Endeksi" 2026 Ağustos Ayı Raporu'nu açıkladı. Rapora göre Faaliyet Endeksi'ndeki düşüşün hız kesmesine karşın tüm endekslerin yıllık bazda negatif bölgede kalması, sektörde güçlü bir toparlanmanın henüz başlamadığını gösterdi. Yüksek borçlanma maliyetleri ve krediye erişimdeki sıkı finansal koşullar ise inşaat sektöründeki faaliyeti ve yatırım iştahını kısıtlayan en temel unsur olmaya devam etti. THBB Başkanı Yavuz Işık, hazır betonda tüm endekslerin yıllık bazda gerilerken, sektörde daralma baskısının sürdüğünü güçlü bir toparlanma için piyasa aktörlerinin temkinli bekleyişi devam ettiğini söyledi. Işık, " TCMB'nin dezenflasyon kısıtlayıcı para politikası duruşu ve politika faizini yüksek seviyelerde tutması, ipotekli konut satışları ile ticari gayrimenkul projelerinin ihtiyaç duyduğu uygun maliyetli finansmana erişimi engellemektedir" dedi.

BETON KALİTE VE DENETİMİ İÇİN PETROGRAFİK YÖNTEMLER

Gülden KESKİN GÜNGÖR[1], Yılmaz AKKAYA[2]

Özet

Petrografi doğal taş ve kayaların iç yapılarını detaylı olarak inceleyen petroloji biliminin bir dalıdır. Beton da endüstriyel kompozit bir malzeme olarak, yapay bir taş kabul edilebilir ve petrografi ile makro ve mikro yapısı incelenebilir. Özel tekniklerle hazırlanan numuneler incelenirken, üretimde kullanılan bileşenler ve teknolojilerin betona etkisini, agrega dağılımı, çatlak gelişimi, soğuk derz oluşumu, ara yüzeylerin boşluk yapısı, bağlayıcı taneciklerin ve kapiller boşlukların dağılımı hakkında edindiğimiz verileri değerlendirerek betonun kalitesi ile ilgili önemli sonuçlara varabiliriz. Beton petrografisi genellikle betonda tespit edilen hata ve kusurların nedenlerini araştırmak için talep edilir. Örneğin beton dayanım test sonucu beklenen değerinden düşükse, yüzeylerde kusurlar gözlemlendiyse, hava miktarı ile ilgili belirsizlikler varsa, standardın dışında bir uygulama yapılmışsa, yağmur altında beton dökümü yapılmışsa, beton genç yaştayken çatlaklar oluştuysa, bu ve benzeri sorunların nedenlerini ve sorumluları tespit etmek için betonun mikroyapısı incelenme ihtiyacı doğabilir.

Petrografik incelemede sıklıkla kullanılan tekniklerden biri floresanlı epoksi ve UV ışık altında kullanılan polarize mikroskop tekniğidir. Bu çalışmada bu teknik kullanılarak yapılan makro ve mikro analizler hakkında bilgi verilecektir.

Petrography Methods for The Quality and Inspection of Concrete

Petrography is a branch of petrology that studies microstructure of rocks in detail. Concrete, as a composite material, can also be treated as an artificial stone and its macro and micro structure can be examined by petrography methods. While examining the concrete samples, prepared with special techniques, important conclusions regarding the quality of the concrete can be made through evaluation of the clues obtained by examining aggregate distribution, crack development, cold joint formation, void structure and distribution of the binder phase and capillaries. Concrete petrography is generally requested to remove question marks regarding the observed defects. For example, microstructural examination might be required in such instances when the material did not confirm the required strength class, if a serious surface defect was observed, if there were uncertainties about the amount and distribution of air voids, if an application was made outside the standard, if concrete was poured under rain, if serious cracks occurred while the concrete was young and etc.

1. GİRİŞ

Petrografi, doğadaki kayaçların iç yapısını oluşturan minerallerin kimyasal bileşimlerini, yapı ve dokularını ve doğada bulunuş şekillerini ortaya koyarak, kayaçları tanımayı, sınıflamayı amaçlayan bir bilim dalıdır. Bu sınıflandırma, kayaçların mineralojik yapılarına dayanarak doğada varoluş süreçlerini anlamamıza yardımcı olur. Mühendisler petrografik incelemelerden elde edilen verileri kullanarak tasarladıkları yapılarda maruz kalınabilecek koşullara göre uygun malzeme seçiminde bulunabilirler veya yerel imkanlar dâhilinde ellerindeki mevcut malzeme niteliklerini esas alarak tasarım yapabilirler.

Endüstriyel olarak üretilmiş kompozit bir malzeme olan beton da yapay bir taş olarak kabul edilirse, petrografik yöntemler kullanılarak betonun mikro ve makro yapısını incelemek mümkündür. Beton üretiminde kullanılan malzeme kalitesi, karşım oranları, karıştırma performansı, dokum, yerleştirme, işçilik ve kur işlemlerinin betonun iç yapısındaki homojenliğe, stabiliteye, çatlak ve boşlukların morfolojik özelliklerine etkisi hakkında fikir sahibi olunabilir. Böylece betonun geçirimlilik ve durabilite özellikleri acısından değerlendirmelerde bulunulabilir.

Petrografi beton üretim surecinde gerçekleştirilen denetimin kalitesi ve betonun maruz kaldığı çevre koşullarının beton içyapısına etkisi hakkında da bilgi

1) Yüksek Jeoloji Mühendisi, keskingulden@gmail.com
2) İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL, akkayayil1@itu.edu.tr
(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen BETON 2023 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.

verebilir. Petrografinin diğer test yöntemlerine göre önemli bir üstünlüğü, dışarıdan yüzeysel bir bilgi edinmek yerine, beton elemanın derinliği boyunca bilgi edinmemize olanak sağlamasıdır.

Betonun petrografik incelemeleri genellikle mevcut bir beton yapının hasar ve bozulmaya uğraması veya yeni yapılmakta olan bir inşaat projesi sırasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle gerçekleştirilir. Problemlerin nedenini, zamanını ve kimin sorumlu olduğu hakkında fikir sahibi olmak için petrografik incelmeler yapılır. Petrografik incelemeler ayrıca, betonarme bir yapının onarımı, güçlendirilmesi veya yıkılması gerekip gerekmediğini incelemek de için kullanılabilir. Petrografik incelemeler, betonla ile ilgili problemlerin niteliği ve boyutlarının belirlenerek, uygun ve etkin tamirat malzeme ve yöntemlerinin geliştirilmesine de yardımcı olmaktadır.

> One of the most commonly used technique in petrographic examination is the fluorescent epoxy and UV-light technique with polarization microscopy. In this study, information will be given about macro and micro analyzes using this technique.

Petrografik incelemenin gerek duyulabileceği bazı beton problemleri şöyle sıralanabilir;

- Yüzeyde kabuk atmalar
- Ayrışma
- Kabarmalar ve dökülmeler
- Plastik rötre çatlakları
- Korozyon
- Düşük dayanım
- Tozlaşma
- Kuruma rötresi çatlakları
- Yükleme kaynaklı yapısal çatlaklar
- Kimyasal reaksiyonlar nedeniyle oluşan çatlaklar
- Alkali-agrega reaksiyonları
- Renk değişikliği
- Sülfat hasarı
- Asit hasarı
- Yangın hasarı
- Pirotit oksidasyonu

Petrografik gözlemlerin bu problemlerin çözümünde ve kusur kaynaklarının belirlenerek bertaraf edilmesinde bilgi veya veri sağlayabileceği bazı konular ise aşağıda listelenmiştir:

Agrega fazı:

Agrega türü ve mineralojisi

Agregaların boşluk oranı

Beton için potansiyel zararlı agregaların varlığı (opal, çört vb.)

Agrega reaksiyonlarının tanımlanması

Kirli ve zayıf agregaların varlığı

Agregaları homojen dağılımı

Bağlayıcı faz:

Çimento hamuru içeriği

Su/çimento oranı tahmini

Çimento hidratasyon derecesi

Uçucu külün, silis dumanı gibi katkıların varlığı ve dağılımı

Cüruflu çimento varlığı ve dağılımı

Kalsiyum hidroksit kristallerinin mevcudiyeti

Etrenjit kristallerinin mevcudiyeti

Hava Boşlukları:

Toplam hava boşluğu içeriği

Sürüklenmiş hava boşluklarının miktarı, boyutları ve dağılımı

Sıkışmış hava miktarı

İri agrega/çimento hamuru arayüzü

Hasar ve kusurlar:

Çatlakların miktarı, morfolojisi, genişliği, uzunluğu ve derinliği

Terleme

Ayrışma

Karbonatlaşma derinliği

Korozyon derinliği

Çatlak içinde mevcut yabancı faz ve yapıların tespiti

2. BETONUN PETROGRAFİK ANALİZİ

Sahadan kesilip alınan numuneler ya da laboratuvarda kür edilen numuneler, petrografik analiz için kesilip analiz edilmeden önce gözle ve elle muayene edilir. Numune üzerindeki belirgin kusur, çatlak, donatı, boşluk ya da jel oluşumu fotoğraflanarak kaydedilir. Bu gibi tespitler daha sonraki analizlerde için önemli veri olmaktadır. Daha sonra betonu petrografik olarak inceleyebilmek için sertleşmiş beton numunelerinden özel yöntemlerle düzlem kesit ve ince kesit numuneleri üretilmektedir. Beton numunesinin düzlem kesiti ve ince kesiti önce tıraşlanarak yüzeyleri düzeltilmekte ve daha sonra vakum altında floresanlı epoksi emdirilerek hazırlanmaktadır. Bu analizler için öncelikle numune tam ortasının yaklaşık 10 mm kadar solundan dikine ikiye kesilir. Daha ince olan kısım şahit numune olarak saklanmak üzere kaldırılır. Daha kalın olan kesimden 22 mm kalınlığında bir dilim kesilir, bu dilim düzlem kesit numunesi olacaktır. Geriye kalan büyük parçadan yaklaşık 45 mm derinliğinde 35 mm genişliğinde ve 40 mm kalınlığında bir parça kesilir, bu da ince kesit numunesi olacaktır.

Floresanlı epoksi tekniği, çok düşük viskoziteli bir epoksi içine floresans tozu karıştırılması ve bu malzemenin betona vakum altında emdirilmesine dayanmaktadır. Emdirme sırasında betondaki kılcal gözenekler, çatlaklar, boşluklar ve kusurlar epoksi ile dolar. Çimento hamuruna giren floresans tozu miktarı, beton içindeki boşluklara, dolayısıyla su/çimento oranına ve hidratasyon derecesine bağlıdır [1].

Şekil 1'de düzlem ve ince kesit üretim aşamaları ve beton numune üzerindeki şematik gösterimleri yer almaktadır. Standart bir Petrografi analizi için numuneler, beton olgunluğu en az 28 günlük iken hazırlanmalıdır. Petrografik analiz silindir, kup ve yerindeki yapıdan alinmiş karot numuneleri üzerinde veya tamirat ve pas payı gibi özel inceleme gerektiren bölgelerde yapılmaktadır.

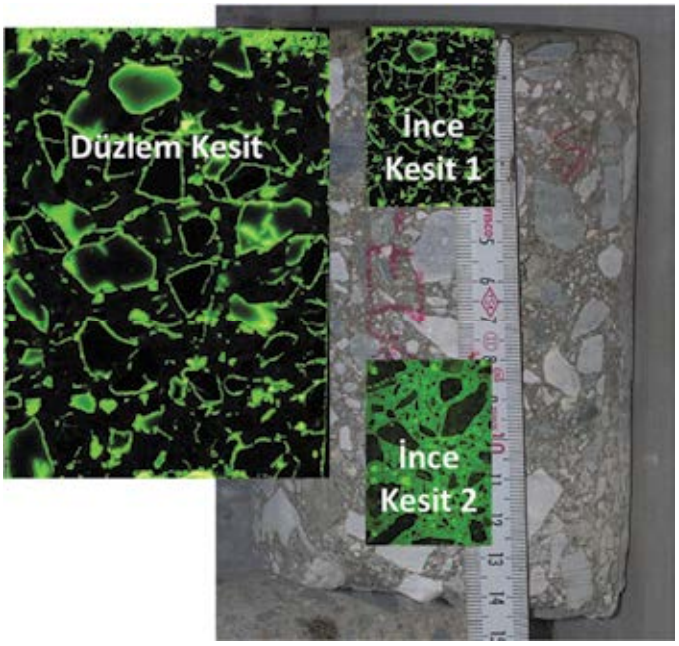
Düzlem Kesit Numunesinin Hazırlanması

Kesilen beton parçası 40°C etüvde kuruttuktan sonra önceden hazırlanan metal levha üzerine çabuk sertleşen özel beton yapıştırıcısıyla yapıştırıp tekrar kurumaya bırakılır. Daha sonra önceden havası alınmış desikatörün içerisinde numuneye floresans tozu karıştırılmış epoksi emprenye edilir.

Bu tekniğe ismini veren floresanlı epoksi laboratuvarda ağırlıkça 1/100 floresans tozu ve çok düşük viskoziteli sıvı epoksinin homojen şekilde karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Desikatörden çıkan numune 1 gün süreyle etüv içerisinde kurumaya bırakılır. Ertesi gün numunenin yüzeyi elmas başlıklı kesici ile kademe kademe tıraşlanır ve her kademenin hem normal ışık altında hem de morötesi ışık altında fotoğrafı çekilir. Tavsiye edilen tıraşlama derinliği öncelikle 0,25mm sonra 1 mm daha sonra 2 mm olmakla birlikte, betonun su/çimento oranına göre bu derinlikler değişebilir.

İnce kesit üretim aşamaları

Beton numuneleri 35 x 45 mm ölçülerinde küçük bloklar hâlinde kesilir. Bloklar, çok düşük viskoziteli sarı floresan epoksi kullanılarak vakumla emprenye edilir. Bu adımın amacı, betonun işlem sırasında zarar görmemesini sağlamaktadır. Sertleştirmeden sonra bloğun bir yüzü, işlem boyunca paralel olarak tıraşlama makinesi ile tıraşlanır. Tıraşlandıktan sonra, kılcal gözenekliliğin uygun şekilde emprenye edilmesini sağlamak için blok ikinci kez emprenye edilir. Sertleştikten sonra fazla epoksi ve emprenye yüzeyinin altındaki betonun 7 µm'si taşlanarak uzaklaştırılır. Daha sonra tamamen emprenye edilmiş betonun üzerine bir cam yapıştırılır ve blok, camın üzerinde yaklaşık 0,5 ila 1 mm emprenye edilmiş beton kalınlığı kalacak şekilde kesilir. Beton, hedeflenen 20-25 µm kalınlığa kadar tıraşlanır. Kalınlık kısmen mikrometre ile kontrol edilerek, aynı zamanda mikroskop ile kuvarsın renk değişiminin polarize mikroskop altında izlenmesiyle de manuel olarak kontrol edilmelidir. Son adım olarak kesitin üzerine lamel yapıştırılır ve analize hazır hâle getirilir [2].



Şekil 1: Karot numunesinden düzlem ve ince kesit üretim aşamaları ve beton numune üzerindeki şematik gösterimleri. Karotun dış yüzeyi üst taraftadır.

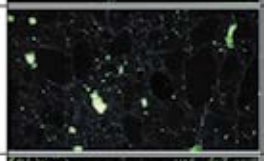
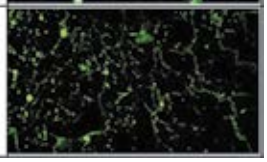
2.1 Çalışma Yöntemi

2.1. 1 Makro Analiz

Floresanlı epoksi kullanılarak hazırlanan düzlem kesitler çıplak göz ile düz ışıkta ve sarı ve mavi filtre kullanılarak ultraviyole ışık altında incelenmektedir. Üretim aşaması tamamlanmış düzlem kesit numunelerinin yüzeyden itibaren 0,25 mm,1 mm ve 2 mm tıraşlanır, temizlenir, düz ışık ve ultraviyole ışıkta fotoğrafı çekilir. Böylelikle beton yüzeyinden içine doğru agrega dağılımı, tane çapı, makro çatlak yapısı ve hava boşluklarının dağılımı hakkında nicel ve nitel tespitler yapılır ilk gözlemler elde edilir. Betonun dış yüzeyi işaretlenir. Dış yüzeyden iç yüzeye doğru oluşabilecek farklılıklar araştırılır. Yüzeyden itibaren tıraşlanmış düzlem kesit numunesi üzerinde görsel analiz programları ile kaba agrega sayısı belirlenerek kaba agrega hacmi hesaplanır.

2-5mm, 5-10 mm, > 10 mm hapsolmuş hava sayısı belirlenir ve hapsolmuş hava hacmi % olarak hesaplanır. Hava boşluğunun maksimum çapı belirlenir, varsa çatlak boyları gözlemlenir ve ölçülür. Tablo 2'de gözleme dayalı örnek beton sınıfları yer almaktadır. Tablo 2'ye göre beton sınıflandırılmaktadır.

Tablo 1: Gözleme dayalı örnek beton sınıfları.

Sınıf 0	Boşluk ve çatlak sistemi yok Kapiler boşluk sistemi yaygın değil	
Sınıf 1	Çok az boşluk ve çatlak sistemi var Çok az yaygın kapiler boşluk sistemi	
Sınıf 2	Biraz boşluklu ve çatlak sistemi var Biraz yaygın kapiler boşluk sistemi	

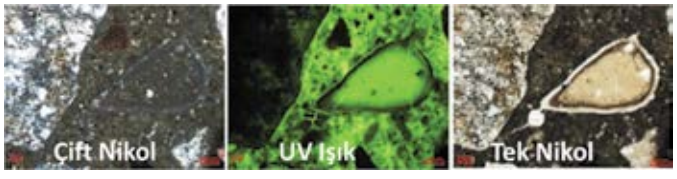
Düzlem kesitlerin analizi ile betonun iç stabilitesi, sıkışma derecesi, hamur-agrega arayüz kalitesi, döküm bağlantılarının, derz yüzeylerinin değerlendirilmesi, çatlak ve kusur araştırması hakkında önemli veriler elde edilmektedir.

2.1.2 Mikro Analiz

Floresanlı epoksi kullanılarak hazırlanan ince kesitler polarize mikroskop altında, çift nikol, tek nikol ve çift nikolde sarı ve mavi filtre kullanılarak 3 farklı ışıkta incelenmektedir. Mikro analizde öncelikle ince kesitin beton numunenin neresinden alındığı bilinmelidir. Beton numunesinin havayla temasta olduğu kısımlardaki fiziksel ve kimyasal farklılıklar araştırılmalıdır. Mikro analiz çalışmalarına ilişkin detaylar, aşağıda ele alınmaktadır.

2.1.2.1 Agregaların mineralojik özelliklerinin tanımlanması

Agrega tanelerin şekli, küreselliği ve yüzey şekli incelenmelidir. Boşluk yapısı araştırılmalıdır. Agregaların mineralojik özellikleri tanımlanmalıdır. Potansiyel olarak betona zarar verecek agregalar araştırılır. ASTM C 295'de opal, kalsedon, kristobalit, tridimit, basınç etkisinde kalmış kuvars, mikrokristalin kuvars ve volkanik cam içeren agregalar Alkali Silika Reaksiyonu açısından potansiyel reaktif olarak kabul edilmiştir. Bazı kil taşı, çamur taşı, kum taşı, gnays, şist, damar kuvars, kuvarsit, çört ile bazı asit veya asit-ortaç karakterli volkanik agregaların da potansiyel reaktif olduğu belirtilmiştir.

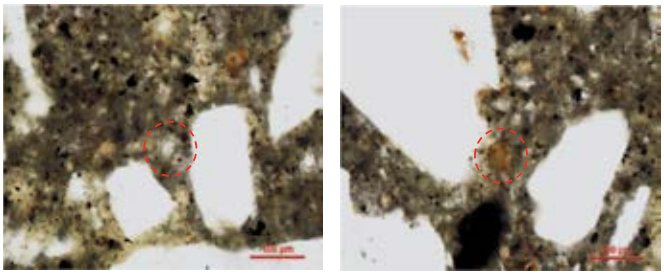


Şekil 2: Boşluklu volkanik kayaç parçasında Alkali Silika Reaksiyon (ASR) izi 50 büyütme ile görülmektedir.

Petrografik inceleme, agreganın kimyasal olarak kararsız mineraller (çözünür sülfatlar gibi) veya smektit (eskiden montmorillonit-saponit mineral grubu veya şişen kil olarak biliniyordu) gibi hacimsel olarak kararsız malzemeler içerip içermediğini belirlemelidir.

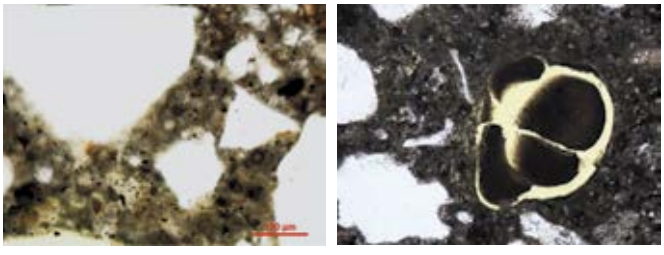
2.1.2.2 Çimento Tipinin ve Mineral Katkıların Dağılımının Belirlenmesi

Beton üzerinde yapılan Petrografik incelemelerle çimentonun temel bileşenleri olan alit ve belit kristallerini tespit etmek mümkündür. Alit taneciklerinin etrafındaki çeper kabinliği hidratasyon derecesiyle ilişkilidir ve hidratasyon ilerledikçe çeper kalınlığı artmaktadır. Alit ve belit taneciklerinin boyutlarının incelenmesi de çimentonun ne kadar iri veya ince öğütüldüğü hakkında fikir vermektedir. Çimento taneciklerinin hamur içinde dağılımları veya topaklanmaları gözlenebilmekte ve beton karıştırma süresi ve yönteminin kalitesi hakkında fikir vermektedir.



Sekil 3. Çimento hamuru içinde alit (solda) ve belit (sağda) kristalleri

Betonda veya katkılı çimentoda kullanılan uçucu kül ve yüksek fırın cürufu gibi mineral katkılar da petrografik inceleme sonrası tespit edilebilir. Özellikle silis dumanı gibi beton içinde homojen dağılması önem taşıyan puzolan katkıların topaklanması durumunda kendilerinden beklenen performans artışları elde edilemez.



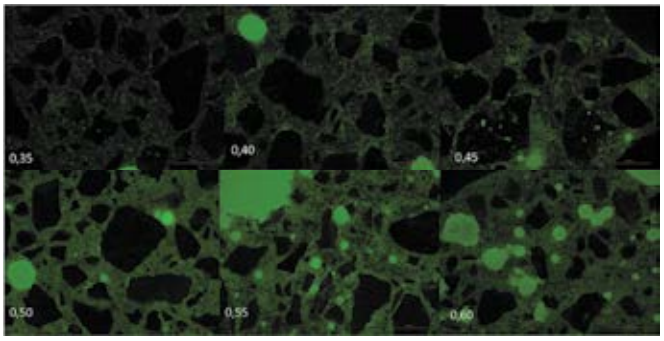
Sekil 4: Çimento hamuru içinde homojen değilmiş uçucu kül taneleri (solda) ve topaklanmış silis dumanı (sağda)

2.1.2.3 Su- Çimento Oranının Tahmin Edilmesi

Su-çimento (s/c) oranı, sertleşmiş betonun ve diğer çimento bazlı malzemelerin performansını kontrol eden kritik bir parametredir. Yüksek bir s/c oranı aşırı gözenekliliğe, düşük

mukavemete ve yetersiz dayanıklılığa neden olabilir. Düşük s/c oranı da zayıf sıkıştırmadan kaynaklanan aşırı boşluk ve otojen büzülmenin neden olduğu mikro çatlaklara neden olabilir. Bu nedenle, s/c oranı önemli bir tasarım parametresidir ve beton spesifikasyonunun anahtarıdır [1].

Karışım özellikleri aynı sadece w/c oranları değiştirilerek üretilen, s/c oranları 0,35 – 0,60 arasında değişen referans beton karışımı hazırlanarak aynı tasarım ile hazırlanmış beton numunelerinin s/c oranları belirlenebilmekte ve betona sınıf verilmektedir. Şekil 3'te de görüldüğü gibi karışımdaki su oranı arttıkça UV ışık altında incelenen ince kesitte boşlukları gösteren yeşil renk açık, su oranı azaldıkça koyu olacaktır [3].



Şekil 5: s/c oranları sağdan sola sırasıyla 0,35 – 0,60 arasında değişen 6 adet referans beton karışımı numuneden üretilen ince kesit numuneleri (UV ışık, x50)

Burada açık yeşil renk, yüksek kapiller boşluk nedeniyle emilen fazla miktardaki floresans tozunun UV ışık altındaki görüntüsünden kaynaklanmaktadır. Koyu renk ise floresans tozu emmeyen ve ışık geçirmeyen katı kısımdır (agregalar ve s/c oranı düşük çimento hamuru).

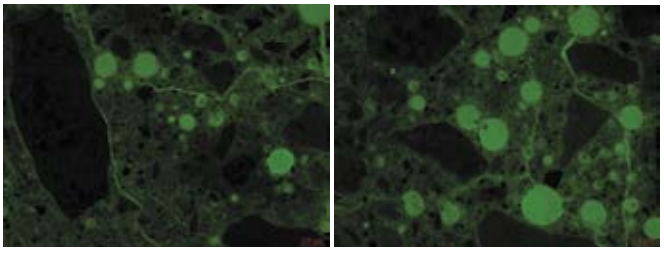
2.1.2.4 Beton Hamuru Kalitesi

Sertleşmiş betondaki çimento hamurunun kalitesi çimento, puzolan ve suyun kalitesine bağlıdır. Hamurun bileşimi, su-çimento oranı ve su-hamur oranı; beton bileşimi, karıştırma verimliliği ve çimento hamurunun nakliyeye, pompalanmaya, titreşime karşı stabilitesi tespit edilebilir.

Hamur kalitesi ayrıca karışımdaki kum miktarı ve türü gibi diğer parametrelerden de etkilenir. Çimento tanelerinin başlangıçtaki paketlenmesi kum içeriğinin artmasıyla daha da artar [4, 5, 6]. Bu, sertleşmiş çimento hamurunun kılcal gözenekliliğinin ve etkili su-çimento oranının, hamura kum eklendiğinde değiştiği anlamına gelir. Örneğin: Bir çimento hamurunun kılcal gözenekliliği ile aynı hamurdan yapılmış harcın kılcal gözenekliliği karşılaştırıldığında, harç içindeki hamurunun belirgin biçimde daha yoğun olduğu görülebilir. Bu farklılık mikro yapının gelişimi (olgunlaşma ve yaşlanma) sırasında da devam eder [3].

2.1.2.5 Mikro çatlak Analizi

Mikro çatlakların sayısı ve genişliği, birbirleriyle bağlantılı olup olmadıkları belirlenmektedir [7].



Şekil 6: x50 büyütmede UV ışık altındaki mikro çatlakların görünümü.

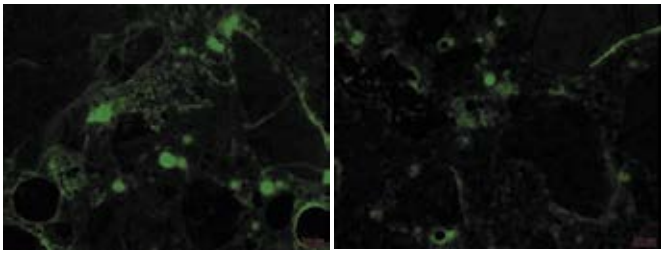
2.1.2.6 Hava Boşluğu Analizi

Betonda boşluk yapısı su-çimento oranına, kullanılan hammaddelerin özelliklerine, kür koşullarına ve sıkıştırma işlemleri gibi değişkenlere bağlıdır. Betonun geçirgenliği, beton içerisindeki boşluklar ile çimento hamuru agrega ara yüzeyindeki mikro çatlakların bir fonksiyonudur. Betonun boşluk yapısı, boşluklarının iç boyutlarının farklılığı, bunların ani olarak değişmesi, boşluk iç yüzeylerinin pürüzlülüğü, geçirimliliği önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir. Beton boşluğunun büyük olması geçirimliliği arttırmamaktadır.

Betonun boşluk yapısı, birbiriyle bağlantı durumu, sürüklenen ve hapsolmuş hava miktarı boyu ölçümü ve dağılımını mikroskopta analiz etmek betonu incelemek açısından çok önem taşımaktadır.

2.1.2.7 Agrega / Çimento Hamuru Arayüzeyi Analizi

Çimento hamuru/agrega arayüzünün beton sistemindeki en zayıf halkalardan birine karşılık geldiği iyi bilinmektedir. Yapışkan kir parçacıkları içeren agregalar kullanıldığında, arayüzey boyunca boşluklar toplandığında veya ayrıca betondaki terleme veya aşırı titreşim nedeniyle bir su tabakası hamur ile agrega arasındaki bağı bozabildiğinde bu bağın kalitesi bozulabilir.



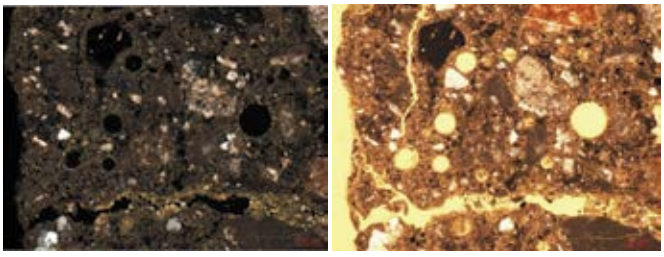
Şekil 7: x50 büyütmede UV ışık altındaki terleme zonları, kapiller boşluk ve aderansı iyi olmayan hamur / agrega arayüzeyi

2.1.2.8 Karbonatlaşma ölçümü

Karbonatlaşma atmosferde serbest durumda bulunan karbondioksit ile beton boşluklarındaki kalsiyum hidroksitlerin nemli ortamlarda reaksiyonu olarak tanımlanır. Bu reaksiyon çok uzun yıllar alabilen fizikokimyasal bir süreçtir. Karbonatlaşma-

nın oluşabilmesi için ortamda bazı bileşenlerin bulunması şarttır. Bunlar; çimentonun betondaki hidratasyonu sonucu oluşan ve fazla miktarda bulunan kalsiyum hidroksit, atmosferde serbest durumdaki karbondioksit ve bu iki maddenin reaksiyona girebilmesi için gerekli olan nemdir. Bu üç parametre olduğu sürece beton sürekli olarak karbonlaşacaktır. Karbonatlaşma beton yüzeyinden başlayarak iç kesimlere doğru hızı azalarak ilerler [8]. Betonun karbonatlaşması ile karbonatlaşan bölgedeki donatı korozyona açık hâle gelmektedir. Donatının korozyonu ise beton ile donatı arasındaki aderansın zayıflamasına betonun dayanımının düşmesine neden olmaktadır.

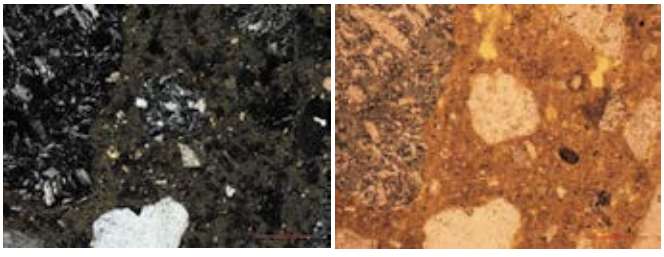
Numune dış yüzeyinden iç yüzeyine doğru karbonatlaşma derinlikleri ölçülmelidir ve oluşmuşsa karbonatlaşmadan kaynaklı çatlaklar incelenmelidir.



Şekil 8: Yüzeyde karbonatlaşma derinliği ~4mm. Karbonatlaşma çatlağı ~14mm. Fotoğraflar sırasıyla çift nikol ve tek nikolde çekilmiştir. (x 50)

2.1.2.9 Beton boşluk yapısında yer alabilecek kristallerin incelenmesi

Çimentonun hidratasyonuyla birlikte oluşan kalsiyum hidroksitin ($Ca(OH)_2$) varlığı araştırılır. Betonda genleşmelere ve dolayısıyla çatlama ve bozulmalara yol açan etrenjitin varlığı incelenir.



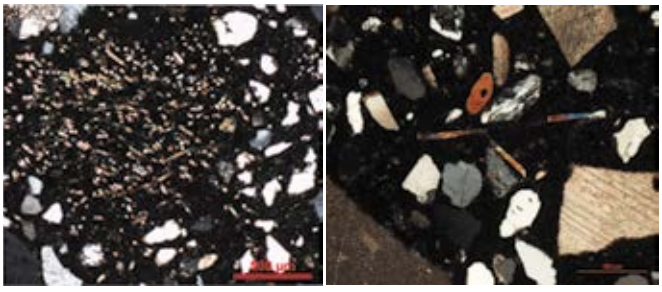
Şekil 9: Hamur içindeki mikro boşluklarda yer alan çubuksu kristaller. Fotoğraflar sırasıyla çift nikol ve tek nikolde (x50) çekilmiştir.

2.1.2.10 Beton yüzeyinde oluşan renk farklılıklarının incelenmesi

Beton karışımında kullanılan su ile birlikte yüzeye gelen kalsiyum hidroksit, havada bulunan karbondioksit ile tepkimeye girerek kalsiyum karbonatı oluşturur. Bu durum beton yüzeyinde kristaller hâlinde ince bir beyaz tabaka oluşturur. Çiçeklenme betonun özellikle estetik görünümünü etkiler.

2.1.2.11 Lifli Beton ve Harçların Analizi

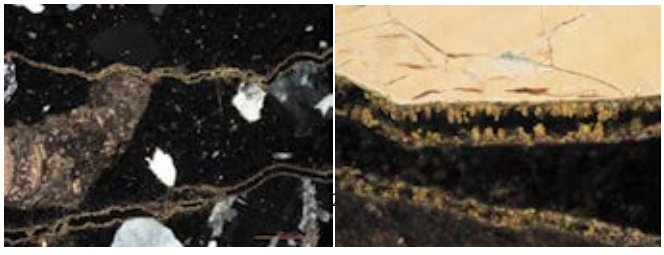
Beton, rötre çatlaklarına karşı veya tokluk artışı sağlamak amacıyla liflerle takviye edilebilir. Bu durumda liflerin beton içinde topaklanmaması ve homojen dağılması sağlanmalıdır. Kullanılan liflerin tipi, karıştırma süresi ve yöntemi gibi etkenlerin liflerin dağılım performansına etkisi petrografik yöntemlerle incelenebilir. Ayrıca liflerin çekme gerilmesi uygulanan yönde dizilmeleri de performansa önemli katkı sağlamaktadır.



Şekil 10: Lif topaklanması (solda, x50) ve lif yönelimlerinin belirlenmesi (sağda, x100)

2.1.2.12 Kristalize kimyasal katkılarla kendiliğinden çatlak onarımı

Kristalize katkılar ile beton çatlaklarının bir kısmının kendiliğinden onarımı mümkündür. Petrografik incelemeler yapılarak kristal katkı tipi ve miktarının, betona eklendiği aşamanın kendiliğinden çatlak onarım performansında ne kadar etkin olduğu tespit edilebilir.



Şekil 11: Çatlak içinde oluşan kristaller (x100, x200)

3. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Petrografik inceleme yöntemleri, beton ve bileşen malzemeler üzerinde gerçekleştirebilir. Bu incelemeler mevcut yapılarla ilgili durum değerlendirmelerinde veya yeni inşa edilmekte olan yapılarla ilgili kalite kontrol denetimlerinde etkin bir veri ve bilgi elde edilmesini sağlar.

Mevcut yapılardaki beton elemanlarda görülen kusur ve çatlakların nedenlerinin araştırılmasında petrografik analiz yöntemlerinin kullanılması, hasarın nedenlerinin mikroyapı ölçeğinde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Böylelikle oluşan hasarların kök nedenleri tahmin edilebilir ve sorumluları tes-

pit edilebilir. Bu incelemeler, hasarın niteliğine ve boyutlarına uygun olarak tamir yöntemlerinin belirlenmesini de sağlar.

Yapının üretim aşamasında denetim sürecinde gerçekleştirilecek, önceden planlanmış çalışmalar ve mikroyapısal incelemeler ise hasarın daha ön aşamalarında iken fark edilmesine ve gerekli tedbirlerin vakitlice alınarak, ekonomik kayıpların azalmasına yardımcı olur.

Kaynaklar

1. Jakobsen U. H., Makoubi K., Mitchinson A., P. Raybould . J., Strongman N. R., Buenfeld, Microscopy techniques for determining water–cement (w/c) ratio in hardened concrete: a round-robin assessment, 2020

2. Elsen, J., Lens, N., Aarre, T., Quenard, D., Smolej, Determination of the W/C ratio of Hardened Cement Paste and Concrete Samples On Thin Sections Using Automated Image Analysis Techniques, V. Cement and Concrete Research, 1995, Vol. 25, iss. 4, pp. 827 – 834.

3. Jakobsen, U., Laugesen, P. and Thaulow, N.: Determination of water to cement ratio in hardened concrete by optical fluorescence microscopy. ACI Fall Convention, Los Angeles, California 1998.

4. Laugesen, P., "Micro defects in slipformed concrete", Unpublished report, Dansk Beton Teknik A/S, July 1990.

5. Mayfield B., The Quantitative Evaluation of Impregnated Cement Paste Fluorescence Microscopy, Mag. of Con. Res. 1990, 42. No. 150, pp. 45-49.

6. Laugesen P., Effective W/C Ratio of Cement Paste in Concrete, Proceedings of the 4th Euroseminar on Microscopy applied to Building Materials, Visby, 1993.

7. Identification And Quantification Of Cracks In Concrete By Optical Fluorescent Microscopy, Agnieszka Litorowiczm Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warszawa, Poland.2006.

8. Akman, M. S., Betonlarda Karbonatlaşma ve Yeniden Alkalizasyon Süreçleri, Türkiye İnşaat Mühendisliği, 14. Teknik Kongresi, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Yayın No: 26, 1997.


KGS
TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ
"Bizim Standartlarımız
Sizin Güvenliğiniz..."
www.kgsii.com.tr

POLYTEC

Çimento ve Beton Kimyasalları

YAPI KİMYASINDA
DAHA İYİ BİR YARIN İÇİN

Güçlü Yapılar İçin Güvenilir Çözümler

Çimento ve beton kimyasallarında mühendislik gücümüzle, daha dayanıklı, daha sürdürülebilir ve daha yaşanabilir yapılar için güvenilir çözümler sunuyoruz.

- BETON KATKILARI
- DÜŞÜK KARBONLU BETON ÇÖZÜMLERİ
- ÖZEL ÇÖZÜMLER
- KÜR ŞANTİYE YARDIMCI ÜRÜNLERİ
- BETON DESTEK KATKILARI



HAZIR BETON ÜRETİMİ



PREFABRİK UYGULAMALAR



YÜKSEK PERFORMANSLI BETONLAR



KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETON (SCC)



ALTYAPI VE ÜSTYAPI PROJELERİ

polyteckimya.com



Beton üretiminde güvenilir katkı çözümleri

SAINT-GOBAIN