

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

• YIL: 32 > KASIM - ARALIK 2025 • YEAR: 32 > NOVEMBER - DECEMBER 2025



ALLFETT®

MERKEZİ YAĞLAMA SİSTEM VE EKİPMANLARI

ALLFETT MEKANİK ve ELEKTRONİK SİSTEMLER SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.
Topçular Mahallesi, Topçular caddesi No:1/1 34055 Eyüp / İSTANBUL.
Tel: +90 212 501 32 01, +90 533 956 08 57 - 58



www.allfett.net
info@allfett.net

BETON SANTRALLERİ,
BETON MİKSERLERİ,
BETON POMPALARI
VE İŞ MAKİNALARI İÇİN
MERKEZİ YAĞLAMA SİSTEMLERİ VE EKİPMANLARI



ÇEVRE DOSTU
EN FAZLA ÜRÜN SEÇENEĞİNE SAHİP ÜRETİCİ
60 ÜLKEYE İHRACAT
YÜKSEK TEKNOLOJİ VE YÜKSEK KALİTE
DÜNYANIN HER YERİNE ÜCRETSİZ YEDEK PARÇA
2 YIL SERVİS GARANTİSİ
%100 KENDİ PATENTLERİMİZ İLE ÜRETİM



Beton Santrali ve Kirma Eleme Tesisi Konusunda Tüm İhtiyaçlarınızda
110'dan Fazla Ülkede 4500'den Fazla Tesis Kurma Tecrübemizle

Üretim gücünüzü artırıyoruz



Yeni beton
santrali yatırımı
yapacaksınız



Mevcut tesisinizin
kapasitesini
artırmak veya
yenilemek için
mikser değişimi
yapacaksınız



Otomasyon, fiber
besleme, santral
bileşenlerinde
ve teknik
serviste en iyisini
istiyorsanız

- Sektörün en gelişmiş Ar-Ge merkezi,
- Türkiye'nin Ar-Ge'ye en fazla kaynak ayıran ilk 250 firması içerisinde olmanın gücü,
- Halka açık bir firma olmanın sorumluluğu,
- Güçlü satış sonrası hizmetler,
- Sektör liderleriyle çalışma tecrübesi,
- ABD'den Norveç'e, Fransa'dan Jamaika'ya 110'dan fazla ülkede memnun müşteriler ile

MEKA HER ZAMAN YANINIZDA

MEKA

www.mekaglobal.com

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

Alağözler Beton

Zonguldak: 0372 615 84 16

Alton Beton

İstanbul: 0216 484 65 70

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

Bempa Mıdır Beton

Kocaeli: 0262 335 15 00

Betonsa

İstanbul: 0216 571 30 00
Amasya, Balıkesir, Bursa,
Çanakkale, Edirne, İzmir,
Kırklareli, Kocaeli, Samsun,
Tekirdağ, Tokat

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, Elâziğ,
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

Elâziğ: 0424 247 20 42
Malatya

Danış Beton

İstanbul: 0216 471 34 34

Evlilyaoğlu Beton

İzmir: 444 77 04

Genç Manisa Beton

Ankara: 0312 427 20 20
Manisa

Göлтаş

İsparta: 0246 237 14 51
Antalya, Burdur

Gür Beton

İstanbul: 0212 880 44 73
Kırklareli, Tekirdağ

Hacıoğulları Beton

İstanbul: 0216 446 71 00
Kocaeli

Hamak İnşaat

İstanbul: 0216 731 31 28

İnci Beton

Sakarya: 0264 276 61 00

İsmail Demirtaş Beton

İstanbul: 0216 378 66 66

İston

İstanbul: 0212 537 82 00

Haydaroğlu Hazır Beton

Kocaeli: 0532 699 06 41

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

Nas Beton

Hatay: 0326 221 32 00

Nuh Beton

İstanbul: 0216 564 00 00
Bursa, Kocaeli, Sakarya

Onur Beton

İstanbul: 0212 798 21 13

Orbetaş

Ordu: 0452 233 28 16

Oyak Çimento

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 Hazır Beton

Afyonkarahisar: 0272 221 10 30
Antalya

Selka Hazır Beton

Eskişehir: 0222 237 62 62
Kütahya

Sinop Beton

Sinop: 0368 613 33 39

Taçım

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, Kırkkale, 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

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



Hazır Beton, Çimento ve Agrega Sektörleri için
“KAYNAKLARIN SORUMLU KULLANIMI SİSTEMİ”



Sistemle ilgili bilgi almak için

0216 322 96 70

www.thbb.org



ROTAMİKS

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



Üretim

Revizyon

Yedek Parça

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

HER GÜVENLİ
YAPIDA
İMZAMIZ VAR



www.thbb.org

H40-5RZ

KESİNTİSİZ OPERASYON,
MAKSİMUM
PERFORMANS!



www.betonstar.com

0(232) 868 56 00 | info@betonstar.com

BETONSTAR
BETON EKİPMANLARI

Bozkurt A.Ş. İştirakidir.

İçindekiler : contents :

10 **Başkan'ın Gözüyle**
President's Opinion
Sürdürülebilirlik, kalite ve dönüşüm odaklı çalışmalarımızla sektöre yön veriyoruz
We are leading the sector with our sustainability, quality and transformation-focused efforts

28

Haberler News

Aralık ayında yıllık enflasyon %30,89 oldu
Annual inflation becomes 30,89% in December

12 **Etkinlikler**
Activities
THBB, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Eskişehir ve İzmir il müdürlerini ziyaret etti
THBB visits Provincial Directorates of the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change in Eskişehir and İzmir

40

İnovasyon Innovation

Yeni Malzemeler: Yapay zekâ milyarlarca atomu eş zamanlı olarak simüle edebiliyor
Discovering New Materials: AI Can Simulate Billions of Atoms Simultaneously

İLAN İNDEKSİ ADVERTISEMENT INDEX

ALLFETT	Ön kapak içi	CSC	s > 4	GÜVEN	s > 13
MEKA	Ön kapak içi karşısı	ROTA	s > 5	HİDROMEK	s > 15
THBB ÜYELER	s > 2	THBB	s > 6	İMPES	s > 17
PUTZMEISTER	s > 3	BETONSTAR	s > 7	GÜRİŞ	s > 19

ISSN:1300-8390



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 Aydınöğlü
Prof. Dr. Bülent Baradan
Prof. Dr. Zekai Çelep
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 Daniş
Ali Kemal Çelik

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

İlan Sorumlusu
Advertising
Pınar Taşkın

Kapak Fotoğrafı: Leo Huang, GCCA Concrete in Life Photography Competition 2023

55 **Sürdürülebilirlik**
Sustainability
Beton ve çimentoyu daha iklim dostu hâle getirebilecek yeni bir malzeme
Scientists develop new material that could make concrete and cement more climate-friendly

59 **Tasarım**
Design
Brezilya'da bir gökdelen betondan dış iskelele sarıldı
Concrete exoskeleton wraps skyscraper in Brazil by Triptyque and Architects Office

61 **Makale**
Article
Ultra Yüksek Performanslı Betonlar; Mekanik Özellikleri, Davranışları ve Eğilme Elemanlarında Kullanımı
Ultra High Performance Concrete; Mechanical Properties, Behavior, and Applications in Bending Members

76 **Basında THBB**
THBB at Press

KOLUMAN	s > 21	AKÇANSA	s > 31	KGS	Arka kapak içi karşısı
BMS	s > 23	NT MAKİNE	s > 33	EKAN KİMYA	Arka kapak içi
GÖKER	s > 25	İMER L&T	s > 35	CHRYSO	Arka kapak
DOĞUŞ TEKNİK MAKİNA	s > 27	THBB LAB	s > 60		

Teknik Editörler
Technical Editors

Dr. Aslı Özbora - İnş. Müh.
Koray Saçlıtöre - Y. Jeoloji Mühendisi
Dr. Hasan Yavuz Ersöz - Yük. İnş. Müh.

İngilizce Çeviri

Translation
Edda Çeviri

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: 23 Ocak 2026

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



Sürdürülebilirlik, kalite ve dönüşüm odaklı çalışmalarımızla sektöre yön veriyoruz

Yavuz Işık

THBB Yönetim Kurulu Başkanı

President

Birliğimiz tarafından ülkemize tanıtılan Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) Belgelendirme Sistemi kapsamında belgelendirmelerimize devam ediyoruz. Konseyin Belgelendirme Kurulu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Limak Çimento Güvercinlik Tesisi "Altın" seviyesinde belgelendirildi. Böylece tesis, Türkiye'de bu seviyede belgeye sahip olan ilk 6 hazır beton tesisinden biri oldu. İstanbul Büyükşehir Belediyesinin iştiraki İSTON'un Tuzla Fabrikası, "Gümüş" seviyesinde yeniden belgelendirildi. Sürdürülebilirlik odaklı çalışan İSTON'un Hadımköy Tesisi ise "Platin" seviyesinde CSC Sertifikasıyla hizmet veriyor. Değerli üyemiz Limak Çimento'yu ve İSTON'u kutluyorum. Bu vesileyle, çevreye duyarlı üretim yapan ve sürdürülebilirlik odaklı çalışan hazır beton, çimento, agrega ve prefabrik sektörlerindeki tüm firmaları bir kez daha bu sisteme dâhil olmaya davet ediyorum.

Üçüz Dönüşüm projemizle sektörde bir ilke daha imza attık. Üçüz Dönüşüm Projemizle yeşil dönüşüm, dijital dönüşüm ve insani/kültürel dönüşümü bir araya getirdik. Lojistik odaklı üçüz dönüşüm yaklaşımı, hem kolay uygulanabilir yapısıyla hem de işletme verimliliğini önemli ölçüde artırmasıyla öne çıkmaktadır. Hazır beton, çimento ve agrega sektörlerinde faaliyet gösteren firmalarımız bu projeyi hayata geçirdiklerinde; enerji ve maliyet tasarrufu, verimlilik artışı, dijital izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik alanlarında önemli kazanımlar elde etmektedir.

Hazır beton sektöründe bir ilk olan

"THBB Üçüz Dönüşüm Danışmanlığı" programımıza üyemiz Sinop Beton ile başladık. Değerli üyemiz Sinop Beton'a güven ve iş birliği için teşekkür ederiz.

THBB olarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Eskişehir İl Müdürü Hikmet Çelik ile İzmir İl Müdürü Aytaç Yalçinkaya'yı aralık ayında ziyaret ettik. Görüşmelerimizde, Birliğimizin faaliyetleri ile güvenli ve standartlara uygun beton üretiminin sağlanabilmesi açısından THBB Kalite Güvence Sisteminin önemini vurguladık; ayrıca sahadaki Piyasa Gözetim Denetimi (PGD) uygulamaları ve hazır beton sektörünü ilgilendiren bazı sorunlar hakkında görüş alışverişinde bulduk.

Beton, dünyanın en yaygın kullanılan yapı malzemesi olmasına rağmen hâlâ bazı yanlış teknik bilgilerle değerlendiriliyor. Bu bilgi kirliliğini gidermek amacıyla kapsamlı bir teknik çalışma yayımladık. "Beton Hakkında Yanlış Bilinenler ve Gerçekler" adlı yayınımla yol gösteriyoruz. Yayınımız, sektörde sıkça karşılaşılan 50 yanlış teknik bilgiyi bilimsel temelde ele

alarak açıklığa kavuşturuyor. Birliğimizin web sitesinden ulaşarak inceleyebileceğiniz yayınımla büyük fayda sağlayacaktır.

Mesleki yeterlilik sınavlarımıza uygun bir şekilde devam ediyoruz. Kasım ve aralık aylarında THBB MYM olarak Beton Pompa Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı; Nuh Beton'un Kocaeli İzmit tesisinde, Akçansa'nın Kocaeli Gebze tesisinde, İnci Beton'un Sakarya Hendek tesisinde ve Akçansa'nın Samsun İlkadım tesisinde yaptık. Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı Limak Beton'un Bursa Nilüfer tesisinde ve İSTON'un İstanbul Tuzla tesisinde düzenledik. Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı ise İSTON'un İstanbul Tuzla tesisinde yaptık. İş güvenliğine uyumlu, nitelikli ve sorunsuz çalışma koşulları gereği per-

We are leading the sector with our sustainability, quality and transformation-focused efforts

We continue our certifications under the Certification System of the Concrete Sustainability Council (CSC), which was implemented in Türkiye by our association. As a result of the audits conducted by KGS, the Certification Body of the Concrete Sustainability Council, Limak Çimento Güvercinlik Plant was certified at the 'Gold' level. This makes the plant one of the first six ready-mixed concrete plants in Türkiye to hold this level of certification. The Tuzla Plant of İSTON, a subsidiary of the Istanbul Metropolitan Municipality, has been recertified at the 'Silver' level. İSTON's Hadımköy Plant, which operates with a focus on sustainability, serves with a CSC Certificate at the 'Platinum' level. I congratulate our valued member Limak Çimento and İSTON. On this occasion, I once again invite all companies in the ready-mixed concrete, cement, aggregate and precast sectors that produce in an environmentally conscious manner and focus on sustainability to join this system.

sonelinizin Beton Pompa Operatörlüğü ve Beton Santral Operatörlüğü Mesleki Yeterlilik Belgesi alması için THBB MYM'ye başvurularını bekliyoruz.

Ülkemizin örnek sektörel öz denetim kuruluşlarından biri olarak 1995 yılından bu yana çalışmalarına devam eden Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulunun 64. Toplantısını ve KGS 53. İcra Komitesi toplantısını ocak ayında İstanbul KGS Kavacık Ofisi'nde hibrit olarak yaptık. Beton ile ilgili kamu ve özel nitelikte bütün tarafların ve akademinin katılımı ile oluşturulan KGS Kurulu, periyodik olarak toplanarak KGS'nin yönetimini sürdürmektedir.

Uluslararası toplantılarda ülkemizi ve sektörümüzü temsil etmeye devam ediyoruz. Kasım ayında Madrid'de yapılan Avrupa Hazır Beton Birliğinin (ERMCO) Yönetim Kurulu toplantısına telekonferans yöntemiyle katıldık. Üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğumuz Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) aralık ayında yapılan Yönetim Kurulu ile Bölgesel Sistem Operatörleri Yuvarlak Masa Toplantısı toplantılarına katılarak ülkemizi ve Birliğimizi temsil ettik.

Her fırsatta sektörü ve Birliğimizi tanıtmaya devam ediyor, halkımızı ve tüm paydaşlarımızı bilgilendiriyoruz. Aralık ayında Bloomberg HT'nin canlı yayınına konuk olarak inşaat ve hazır beton sektörleriyle ilgili değerlendirmelerimi paylaştım.

Son dönemdeki çalışmalarımızın ardından ekonomik değerlendirmelerimi paylaşmak istiyorum.

TÜİK konut satış istatistiklerine göre kasım 2025'te Türkiye genelinde 141 bin 100 konut satıldı. Bu rakam önceki yılın aynı ayına göre yüzde 7,8'lik sınırlı bir azalışa işaret ederken, Ocak-Kasım döneminde toplam satışlar yüzde 13,3 artışla 1 milyon 434 bin adedin üzerine çıktı. Ekim 2025'te ise 164 bini aşkın konut satışıyla yıllık bazda yüzde 0,5 azalırken, ilk on ayda satışlar yüzde 16'yı aşan oranlarda yükselmişti.

İnşaat sektöründeki gidişatı gösterdiği için ilk el konut satışları önemlidir. Türkiye genelinde ilk el konut satış sayısı kasım ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %5,4 oranında azalarak 46 bin 589 oldu. Bir önceki aya göre ise %15,1 düşüş gösterdi. Toplam konut satışları içinde ilk el konut satışının payı %33 oldu. İlk el konut satışları Ocak-Kasım döneminde ise bir önceki yılın aynı dönemine göre %8,9 oranında artarak 444 bin 96 olarak gerçekleşti.

Veriler, toplam talebin görece canlı kalmasına rağmen artış hızının yavaşladığını, özellikle faiz oranları ve krediye erişim koşullarındaki sıkılığın "erişilebilirlik" sorununu gündemde tuttuğunu göstermektedir. İpotekli satışlarda yıl genelinde güçlü artışlar görülmesine karşın, yüksek faiz düzeyi ve pe-

With our Triple Transformation project, we have achieved another first in the sector. Our Triple Transformation Project brings together green transformation, digital transformation, and human/cultural transformation. The logistics-focused triple transformation approach stands out both for its easy applicability and for significantly increasing operational efficiency. Our companies operating in the ready-mixed concrete, cement, and aggregate sectors achieve significant gains in energy and cost savings, increased efficiency, digital traceability, and sustainability when they implement this project.

şinat yükü, konut talebini daha çok üst-orta gelir grupları ve kurumsal yatırımcı tarafında yoğunlaştırmaktadır.

Yılın geneline ilişkin verilere baktığımızda, genel görünüm itibarıyla 2025 yılı sonunda inşaat sektörü üretim tarafında görece dirençli kalırken, güven ve beklenti cephesindeki kırılma sürmektedir.

Aralık ayındaki makroekonomik değişkenler incelendiğinde, aralık 2025 itibarıyla TÜFE yıllık enflasyon yüzde 30,89 seviyesine gerileyerek bir önceki aya göre yaklaşık %0,89 düşüş gösterdi. Enflasyondaki yavaşlamada sıkı para politikası, döviz kurundaki görece istikrar ve iç talepteki dengelenme kadar, baz etkisi ve bazı temel emtia fiyat-

larındaki küresel gevşeme de rol oynamaktadır.

Konut grubu aralık ayında enflasyona en yüksek katkıyı yaparken, gıda ve ulaştırma onu takip etti. Üretici fiyatlarındaki yıllık artışın yüzde 27,57 seviyesinde kalması, tüketici enflasyonu ile üretici enflasyonu arasındaki farkın daraldığını ve maliyet baskılarının görece hafiflediğini göstermektedir.

Türkiye ekonomisindeki büyüme için ayrı bir başlık açmak gerekir. 2025'in üçüncü çeyreğinde Türkiye ekonomisi yüzde 3,7 büyürken, zincirlenmiş hacim endeksine göre inşaat sektörü aynı dönemde yıllık yüzde 13,9 artışla büyümeye en güçlü katkıyı veren sektör oldu. İnşaat sektörü 12 çeyrek süren büyüme trendini korudu. Yılın ikinci ve üçüncü çeyreklerinde inşaat çift haneli büyüme oranları kaydedilerek, deprem bölgesi yeniden inşa çalışmaları, kentsel dönüşüm ve altyapı projeleri sektörü ekonominin lokomotiflerinden biri hâline getirdi.

Bu performans, uzun süre daralma yaşayan sektörde taban seviyelerden güçlü bir toparlanmaya işaret ederken, sektör temsilcileri üçüncü çeyrekteki ivmeyi hem kamu yatırımlarına hem de özel konut üretimindeki artışa bağlamaktadır.

2026 yılında, enflasyonun kademeli gerilemesi ve para politikasında 2026'dan itibaren beklenen kontrollü gevşeme ile konut talebi ve arzında yeni bir canlanma dalgası bekliyoruz; ancak bu durumun "konut için altın yıl" boyutunda olup olmayacağını hep birlikte göreceğiz. Deprem bölgesinin yeniden inşası, büyükşehirlerde hızlanan kentsel dönüşüm, altyapı ve ulaştırma yatırımları ile yeşil ve enerji verimli binalara yönelik talep, inşaat sektörü için orta vadede güçlü bir iş hacmi potansiyeli sunmaktadır.

Buna karşılık, düşük faiz düzeyine ne kadar hızlı ulaşılacağı, hane halkı gelirlerinin reel olarak ne ölçüde artacağı ve makro ihtiyati önlemlerin konut kredilerine etkisi sektörün hızını belirleyecek ana risk başlıkları olmaya devam edecektir.

THBB, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Eskişehir ve İzmir il müdürlerini ziyaret etti



Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Eskişehir İl Müdürü Hikmet Çelik ile İzmir İl Müdürü Aytaç Yalçinkaya'yı ziyaret etti.

THBB öncelikle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Eskişehir İl Müdürü Hikmet Çelik'i ziyaret etti. 25 Aralık 2025 tarihinde yapılan ziyarette, THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez, THBB Teknik Danışmanı Yasin Engin ve THBB üyesi Selka Beton'un Genel Müdür Yardımcısı Çağla Akçay yer aldı.

Görüşmede, THBB'nin faaliyetleri ile güvenli ve standartlara uygun beton üretiminin sağlanabilmesi açısından THBB Kalite Güvence Sisteminin önemi vurgulandı; ayrıca sahadaki Piyasa Gözetim Denetimi (PGD) uygulamaları ve hazır beton sektörünü ilgilendiren bazı sorunlar hakkında görüş alışverişinde bulunuldu. Görüşme sonunda THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez, günün anısına Hikmet

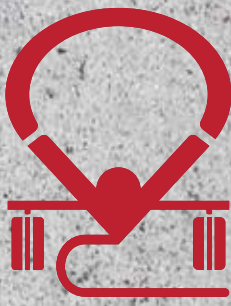
THBB visits Provincial Directorates of the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change in Eskişehir and İzmir

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) visited Hikmet Çelik, Provincial Director of the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change in Eskişehir, and Aytaç Yalçinkaya, Provincial Director in İzmir.

Çelik'e bir şilt takdim etti.

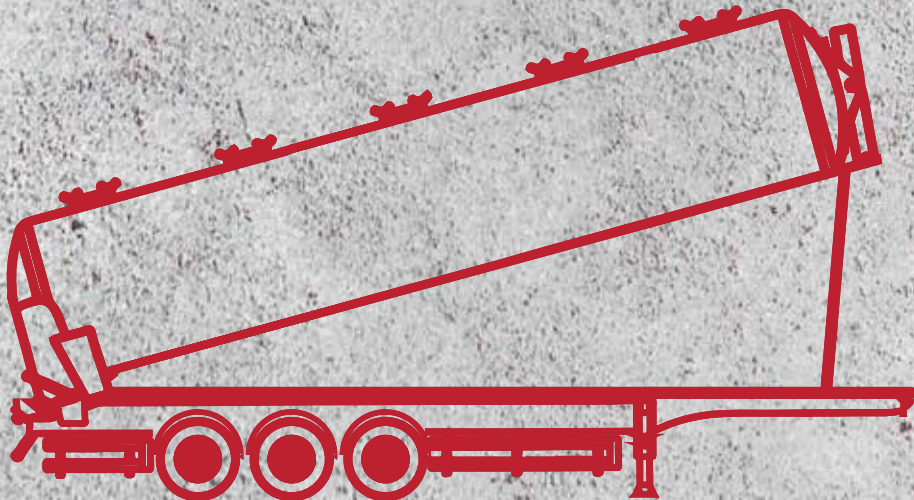
THBB daha sonra Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İzmir İl Müdürü Aytaç Yalçinkaya'yı ziyaret etti. 26 Aralık 2025 tarihinde yapılan ziyarette, THBB Yönetim Kurulu Üyeleri Beton-taş Hazır Beton Genel Müdürü İrfan Kadiroğlu, Batıbeton Hazır Beton Direktörü Erdem Öz; THBB üyesi Çimbeton'un Hazır Beton Direktörü Dr. İrfan Coşkun, THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez ve THBB Teknik Danışmanı Yasin Engin yer aldı.

THBB'nin hazır beton sektöründeki faaliyetlerinden bahsedildi. Güvenli ve kaliteli beton için THBB üyeliğinin ön şartı olan her hazır beton tesisinin KGS Belgesi sahibi olması gerektiğinin altı çizildi. Görüşmede ayrıca sektörle ilgili sahada yaşanan bazı konular hakkında görüş alışverişinde bulunuldu. Görüşme sonunda günün anısına Aytaç Yalçinkaya'ya bir şilt takdim edildi.



GÜVEN

LİDER SILOBAS ÜRETİCİSİ
www.guvenmak.com.tr



Kalite Güvence Sistemi (KGS) toplantıları yapıldı

Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulunun 64. Toplantısı ve KGS 53. İcra Komitesi toplantısı 7 Ocak 2026 tarihinde İstanbul'da yapıldı.

KGS'nin yönetimini sürdüren Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulunun 64. Toplantısı ve KGS 53. İcra Komitesi toplantısı 7 Ocak 2026 tarihinde İstanbul'da KGS ofisinde hibrit olarak düzenlendi. Beton ile ilgili kamu veya özel nitelikte bütün tarafların katılımı ile oluşturulan bir kurul olan KGS Kurulu toplantısında bir önceki toplantı kararlarının değerlendirilmesinin ardından gündemdeki diğer maddelerin görüşülmesine geçildi. Toplantıda, 2025 yılına ait denetim ve belgelendirme faaliyetleri, mali veriler ve bütçe planlamaları, KGS Komitelerinin çalışmaları, tarafsızlık mekanizmasının etkinliği, CSC

Belgelendirme süreci, ürün denetimlerinde elde edilen performans göstergeleri, belge iptal/askıya alma verileri, coğrafi denetim dağılımları ve yeni başvuru istatistikleri ve kurumun kalite çitasını daha da yükseltecek adımlar görüşüldü.

Toplantıda, teknoloji altyapısının yenilenmesi, kurumsal tanıtım faaliyetlerinin güçlendirilmesi, denetim ekibinin genişletil-

Meetings of the KGS held in İstanbul

The 64th meeting of the Quality Assurance System (KGS) Board and the 53rd meeting of the KGS Executive Committee were held in a hybrid format on 7 January 2026, at the KGS Kavacık Office in İstanbul. The Quality Assurance System (KGS) Board is a board constituted through the participation of all public and private parties in relation to concrete. The KGS Board continues the management of KGS by convening every 3-4 months since 20 July 2004.

mesi ve uluslararası denetim faaliyetlerinin artırılması yönünde kararlar alındı.

Beton ile ilgili kamu veya özel nitelikte bütün tarafların katılımı ile oluşturulan Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulu, 20 Temmuz 2004 tarihinden bu yana her 3-4 ayda bir toplanarak KGS'nin yönetimini sürdürmektedir. KGS Kurulunda; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, T.C. Ticaret Bakanlığı, Türkiye Belediyeler Birliği, TÜBİTAK, İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, TMMOB Mimarlar Odası, Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası,

Türkiye Hazır Beton Birliği, Beton ve Harç Kimyasal Katkı Maddeleri Üreticileri Derneği, Agregat Üreticileri Birliği Derneği ve Türkiye Prefabrik Birliği temsilcileri yer almaktadır. Hiçbir ilgili tarafın çoğunluk olmadığı, bağımsız ve tarafsız bir yapıyla faaliyet gösteren KGS Kurulu, birçok kurum tarafından da örnek model olarak alınmaktadır.





GÜÇ:
321 HP



KOVA KAPASİTESİ:
4,2 M³



ÇALIŞMA AĞIRLIĞI:
26.300 KG



**HMK 640 WL'NİN YÜKSEK BOŞALTMA VE
OPTİMUM YAKLAŞMA MESAFELERİYLE
MAKSİMUM ÜRETKENLİK!**



HİDROMEK®

Birlikte Daha Güçlüyüz

THBB, “Üçüz Dönüşüm” projesiyle sektörde bir ilke daha imza attı



Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), “Üçüz Dönüşüm Projesi” ile yeşil dönüşüm, dijital dönüşüm ve insani/kültürel dönüşümü bir araya getirdi. Proje, hem kolay uygulanabiliyor hem de işletme verimliliğini önemli ölçüde artırıyor. Beton, çimento ve agrega firmalarının bu projeyi hayata geçirmesi durumunda sağlayacakları kazanımların yüksek olması hedefleniyor.

THBB, hazır beton sektöründe verimlilik, sürdürülebilirlik ve güvenlik standartlarını aynı anda güçlendirmeyi hedefleyen Üçüz Dönüşüm Danışmanlığı programını duyurdu. Program, yeşil dönüşüm, dijitalleşme ve sosyal dönüşümün aynı çatı altında ele alınmasıyla, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında geliştirilen dönüşüm vizyonunun ileri bir uygulaması niteliğinde konumlanıyor.

THBB'nin bu kapsamda odağa aldığı dijital lojistik modeli; transmiksör, pompa, silobas, kamyon, loader ve santral ünitelerinin GPS, IoT sensörleri, yapay zekâ ve bulut tabanlı veri analitiğiyle gerçek zamanlı izlenmesini mümkün kılıyor. Sistem sayesinde araç rotaları optimize edilerek yakıt tüketimi ve karbon ayak izi azaltılırken, üretim-teslimat zamanlamasında

THBB Breaks New Ground in the Industry with “Triple Transformation” Project

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has brought together green transformation, digital transformation, and human/cultural transformation under its “Triple Transformation Project.”

eşgüdüm sağlanarak taze beton kalitesi güvence altına alınıyor.

Yeni modelin dikkat çeken bileşenlerinden biri de araç kontrol süreçlerinin tamamen dijital ve manipülasyona kapalı hâle getirilmesi oldu. Sürücülerin günlük kontrol adımları, zaman koridoru tabanlı bir doğrulama sistemiyle kayıt altına alınıyor; hızlı doldurulan formlar geçersiz sayılarak sistem otomatik uyarı oluşturuyor. Ayrıca lastik diş derinliği ölçümü, araç sağlık trendi analizi, sürüş davranış raporlaması ve bakım planlaması gibi kritik veriler tek ekrandan takip edilebiliyor.

THBB'nin dijital eğitim altyapısı ise sürücü performansının sürdürülebilir gelişimini hedefliyor. Güvenli sürüş, ekonomik kullanım ve ekipman bilgisi eğitimleri platform üzerinden izlenebilirken, sürücülerin eğitim süreleri, test performansları ve gelişim raporları işverenlere düzenli olarak iletiliyor.

Projeyle, yakıt tasarrufunun yüzde 5-10 aralığında artabileceği, kaza ve bakım kaynaklı iş kaybının ise önemli ölçüde azaltılabileceği belirtiliyor. Ayrıca her üç

ayda bir gerçekleştirilecek bağımsız araç denetimleri ile filo ömrünün uzatılması ve operasyonel maliyetlerin düşürülmesi hedefleniyor.

Sektörde ilk kez bu ölçekte uygulanan entegre dijital filo yönetimi modelinin, hazır beton lojistiğinde yeni bir standart oluşturması bekleniyor.

Üçüz Dönüşüm Projesi hakkında bilgi almak ve başvurmak için 0216 322 96 70 - 0534 087 82 36 numaralı telefonlardan THBB ile iletişime geçebilirsiniz.

Sektöründe 35 Yıllık Uzman Deneyim!

İMPES; kurucu İsmail LODOS'un 1986'dan beri gelen köklü geçmişi ve sektördeki deneyimiyle, 2000'li yılların başında Ankara'da faaliyete başlamış olup; Türkiye'nin en hızlı büyüyen transmikser üreticisi olma konumuna ulaşmıştır. Beton pompaları, beton mikserleri başta olmak üzere portföyünde müşteri ihtiyaçlarına uygun ürünler yer almaktadır. Ürünlerinin üretimini bünyesinde bulundurduğu CNC plazma, lazer kesim, Abkant büküm, silindir tezgahları ve robotik kaynak makineleri ile büküm ve kaynak montaj işlemlerini gerçekleştirerek temel amaç olarak; herkesin İMPES kalitesi ve güvenilirliğindeki transmikserlere en uygun fiyatlarla ulaşabilmesini sağlamaktır.



www.impesmak.com

Merkez/Satış-Servis: İvedik OSB. 1473. Sokak No:93 • Yenimahalle/ANKARA

Fabrika 1: Susuz Mah. Dempa San. Sitesi 3795. Cadde No:2 • Yenimahalle/ANKARA • Tel: 0 552 323 78 30

Fabrika 2: Susuz Mah. Dempa San. Sitesi 3791. Cadde No:23-25 • Yenimahalle/ANKARA • Tel: 0 530 770 08 64

Limak Çimento Güvercinlik Tesisi, “Altın” Seviyede CSC Sertifikası aldı



Güvercinlik Hazır Beton Tesisi

Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından ülkemize tanıtılan Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin belgelendirmeleri devam ediyor. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Limak Çimento Güvercinlik Tesisi “Altın” seviyesinde belgelendirildi. Böylece tesis, Türkiye’de bu seviyede belgeye sahip olan ilk 6 hazır beton tesisinden biri oldu.

Türkiye’de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için 37 yıldır uğraş veren THBB, “Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi”nce belgelendirilmek üzere başvuran firmalara yönelik çalışmalarına yoğun bir şekilde devam ediyor.

Bu çerçevede, Limak Çimento, Güvercinlik Tesisinin belgelendirilmesi için başvuruda bulundu. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Limak Çimento Güvercinlik Tesisi 3 Kasım 2025 tarihinde “Altın” seviyesinde belgelendirildi. Tesis bu belgelendirmeye, Türkiye’de “Altın” CSC Sertifikasına sahip olan ilk 6 hazır beton tesisinden biri oldu.

Limak Cement Güvercinlik Plant successfully achieved the prestigious CSC certification at the level “Gold”

The Concrete Sustainability Council certification system, which was implemented in Türkiye by the Turkish Ready Mixed Concrete Association, is ongoing. Following the independent audits conducted by the Economic Enterprise of KGS, the Certification Body of the Concrete Sustainability Council, was awarded with the “CSC Certificate” at the level “Gold” for its Güvercinlik Plant. With this achievement, the plant becomes one of the first 6 ready mixed concrete plants in Türkiye to hold certification at this level.

CSC Belgelendirme Kuruluşları tarafından yapılan denetimler sonucunda başarılı olan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor ve CSC Sertifikaları üç yıl süreyle geçerli oluyor.

Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (The Concrete Sustainability Council), beton ve beton bileşenleri için bütün dünyada kabul gören bir ürün “Belgelendirme Sistemi” getirmektedir. Konsey; beton, agrega, çimento ve prefabrik üreticilerinin sürdürülebilirlik odaklı çalışmalarının, güvenilir, bağımsız, verilere dayanan bir belgelendirme sistemi ile ödüllendirilmesi imkânı sunmaktadır. CSC Belgelendirme Sistemi, üreticileri Yönetim, Çevre, Ekonomi, Sosyal ana başlıkları altında sürdürülebilirlik yönünden incelemektedir. Böylece üreticilerin sürdürülebilirlik açısından yüksek standartlara ulaşması sağlanmaktadır. Bu belgeyi almaya hak kazanan üreticiler, özellikle son yıllarda sürekli artarak önem kazanan Yeşil Bina Derecelendirme sistemlerinde de büyük avantaj sağlamaktadır.



İnşaat sektöründe kasım ayı durgun geçti

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), her ay merakla beklenen inşaat ile bağlantılı imalat ve hizmet sektörlerindeki mevcut durum ile beklenen gelişmeleri gösteren "Hazır Beton Endeksi" 2025 Kasım Ayı Raporu'nu açıkladı.

Hazır Beton Endeksi 2025 Kasım Ayı Raporu'na göre, tüm endeksler yılın büyük bölümünde eşik değerinin altında dalgalı bir seyir izledikten sonra son aylarda eşik değere doğru sınırlı bir toparlanma göstermiştir. Kasım ayında endeks değerleri, bir önceki aya göre çok belirgin bir değişim göstermemiş, seviyeler birbirine oldukça yakın gerçekleşmiştir. Güven Endeksi, yıl içinde gösterdiği düşük seviyelerden toparlanmış olsa bile hâlâ diğer alt endekslerin gerisinde kalmıştır. Faaliyet Endeksi yaz aylarında belirgin bir yükseliş kaydettikten sonra son aylarda eşik değerinin hemen altında dengelenmiş durumdadır. Beklenti Endeksi ise yıl boyunca görece daha istikrarlı seyretmiş, son aylarda sınırlı bir artışla eşik değere yakınlaşmıştır. Tüm bunlara bakıldığında Hazır Beton Endeksi, alt endekslerdeki bu sınırlı toparlanmaya paralel olarak yataya yakın bir görünüm sergilemiş, kritik eşik seviyesine yaklaşmış ancak üzerine çıkamamıştır.

Geride bıraktığımız kasım ayında Güven Endeksi hariç endekslerin tamamı, bir önceki aya kıyasla sınırlı da olsa artış göstermiştir. Faaliyet Endeksi yüzde 0,6 ile en güçlü artış kaydederken, Hazır Beton Endeksi ile Beklenti Endeksi yüzde 0,3 oranında yükselmiştir. Güven Endeksi ise diğerlerinden ayrılarak yüzde 0,1 oranında gerilemiş ve tek negatif endeks olmuştur. Tüm endekslerin hareketi, aktivitede ve beklentilerde temkinli bir iyileşmeye işaret ederken, özellikle Güven Endeksi'nde hafif bozulma sektörün temkinli duruşunun sürdüğünü göstermektedir. Bu tablo, inşaat sektörünün kasım ayında önceki yılın aynı dönemine kıyasla daha olumlu bir noktaya geldiğini ancak iyileşmenin düşük oranlı ve kırılğan bir nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır.

Raporun sonuçlarını değerlendiren THBB Başkanı Yavuz Işık, "Hazır Beton Endeksi, alt endekslerdeki bu sınırlı toparlanmaya paralel olarak yataya yakın bir görünüm sergilemiş, kritik eşik seviyesine yaklaşmış ancak üzerine çıkamamıştır.

November was stagnant in the construction sector

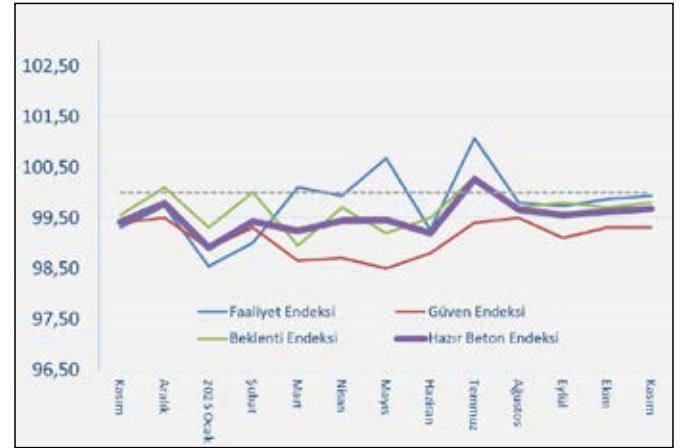
The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) announced its "Ready-Mixed Concrete Index" November 2025 Report, which is eagerly anticipated each month and shows the current status and expected developments in manufacturing and service sectors related to construction. After fluctuating below the threshold for most of the year, all indices have shown a limited recovery towards the threshold in recent months.

Rapor inşaat sektörünün kasım ayında önceki yılın aynı dönemine kıyasla daha olumlu bir noktaya geldiğini ancak iyileşmenin düşük oranlı ve kırılğan bir nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır." dedi.

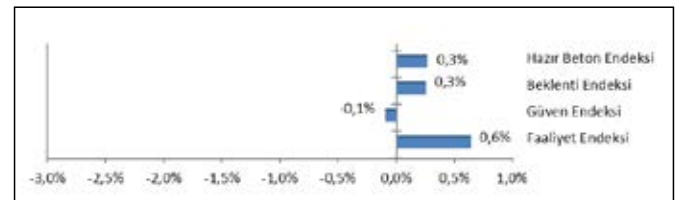
Ekonomik gelişmelerle ilgili değerlendirmelerde bulunan THBB Başkanı Yavuz Işık, "TÜİK'in Konut Satış İstatistikleri bültenine göre Türkiye'de ekim 2025'te 164 bin 306 konut satılmıştır ve bu rakam 2025 yılının en yüksek aylık satışına işaret etmektedir. Kasım ayında konut satışlarının 141 bin 100 adetle geçen yılın aynı ayına göre yüzde 7,8 gerileme-

si, satış ivmesinin yavaşladığını göstermektedir. Yıllık bazda bu hafif gerileme, hâlâ yüksek faiz haddi ve artan maliyetler nedeniyle talebin bir miktar baskılandığını, bundan sonraki dönemde satışların kredi koşulları ve gelir beklentilerindeki değişime duyarlı olacağını işaret etmektedir." dedi.

Grafik 1: Endeks Değerleri



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



KOLUMAN

" Tüm Büyük Yapıların Temelinde Biz Varız "



- ✓ Kalite
- ✓ Güvenilirlik
- ✓ Performans
- ✓ Ekonomi



Uygulama Mağazalarında

KOLUMAN

Google play App Store



Şahin Mah., Sait Polat Bulvarı, No:386/C
Tarsus - MERSİN / TÜRKİYE



@koluman_ticari
@kolumanotomotiv

SOD System Manual
Youtube Channel QR



koluman-otomotiv.com.tr



0324 651 0020 (pbx)



0324 651 4602



0850 840 9933

İSTON Tuzla Tesisi, CSC Sertifikasını “Gümüş” seviyede yeniledi

Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (Concrete Sustainability Council - CSC) Bölgesel Sistem Operatörü olan Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından ülkemize tanıtılan CSC'nin belgelendirmeleri devam ediyor. İstanbul Büyükşehir Belediyesinin iştiraki İSTON'un Tuzla Fabrikası, “Gümüş” seviyesinde yeniden belgelendirildi. Sürdürülebilirlik odaklı çalışan İSTON'un Hadımköy Tesisi ise “Platin” seviyesinde CSC Sertifikasıyla hizmet veriyor.

Beton ve çimento sektöründe faaliyet gösteren uluslararası kuruluşlar, sorumlu kaynak kullanımı belgelendirme sisteminin geliştirilmesi için 2013 yılında bir araya geldi. Bunun sonucunda, 2016 yılında İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (The Concrete Sustainability Council) kuruldu. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), 2017'de Konseyin üyesi ve “Bölgesel Sistem Operatörü” olmayı başardı. Beraberinde betonun kalite denetiminde etkin kurum olan Kalite Güvence Sistemi (KGS) de “Belgelendirme Kuruluşu” olarak atandı.

CSC Belgelendirme Sistemi; beton, çimento, agrega ve prefabrik üreticileri için dünya genelinde kabul gören, güvenilir ve bağımsız bir sürdürülebilirlik değerlendirme modeli sunuyor. Bu sistem; üreticilerin yönetim, çevre, ekonomi ve sosyal ana başlıkları altında sürdürülebilirlik performanslarını analiz eder ve bu alanlardaki güçlü uygulamaları belgelendiriyor.

CSC Sertifikası, üreticilere yalnızca uluslararası alanda tanınırlık kazandırmakla kalmıyor; aynı zamanda giderek daha fazla önem kazanan Yeşil Bina

Focusing on Sustainability, İSTON Recertifies Tuzla Plant at CSC “Silver” Level

İstanbul Metropolitan Municipality's subsidiary, İSTON, has successfully renewed the Concrete Sustainability Council (CSC) certification for its Tuzla Plant at the “Silver” level. The certificate has been issued by the Economic Enterprise of KGS, Certification Body of the Concrete Sustainability Council. İSTON's commitment to sustainability is further highlighted by its Hadımköy Plant, which operates with a “Platinum” level CSC certification.

Derecelendirme Sistemleri açısından da önemli avantajlar sağlıyor. Bu sayede üreticiler, çevresel ve toplumsal sorumluluklarını yerine getirirken sektördeki rekabet güçlerini de artırıyor.

Türkiye'de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için çalışan THBB, sürdürülebilirlik konusundaki gelişmelere öncülük ediyor. Bu kapsamda başvuruda bulunan İSTON Tuzla Tesisi, KGS tarafından yapılan denetimler sonucunda, 3 Kasım 2025 tarihinde “Gümüş” seviyesinde yeniden belgelendirildi.

CSC Belgelendirme Kuruluşları tarafından yapılan denetimler sonucunda başarılı olan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor ve CSC Sertifikaları üç yıl süreyle geçerli oluyor.





BMS
BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.

37 YIL
27 YIL
1998 - 2025

#BuildWithBMS

EVERDIGM Beton Pompaları

Hyundai / G. Kore
Takas Desteği Ayrıcalığı ile

KEŞFEDİN



BMS BETON POMPALARI

Since 1998



BMS
BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.
Since 1998

☎ 0212 206 54 00

www.bmservis.com

info@bmservis.com

✉ info@bmsservis.com

/// www.betonpompasi.com.tr

/// info@betonpompasi.com.tr

İşıklar İstanbul Caddesi No:53

İşıklar Köyü Göktürk - Eyüp

İSTANBUL / TÜRKİYE

THBB, “Beton Hakkında Yanlış Bilinenler ve Gerçekler” yayınıyla yol gösteriyor



Beton, dünyanın en yaygın kullanılan yapı malzemesi olmasına rağmen hâlâ bazı yanlış bilgilerle değerlendiriliyor. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), bu bilgi kirliliğini gidermek amacıyla kapsamlı bir teknik çalışma yayımladı. “Beton Hakkında Yanlış Bilinenler ve Gerçekler” yayını, sektörde sıkça karşılaşılan 50 yanlış bilgiyi bilimsel temelde açıklığa kavuşturuyor.

Öne çıkan bazı örnekler şöyle:

Yayında, betonun yalnızca basınca çalışan ve tamamen

gevrek bir malzeme olduğu yönündeki yaygın inanışların gerçeği yansıtmadığı belirtiliyor. Betonun yarı-gevrek davranış gösterdiği, mikro çatlak ilerlemelerinde enerji soğurduğu ve bu nedenle belirli bir süneklik kapasitesine sahip olduğu aktarılıyor. Öte yandan, betonun yaşlandıkça otomatik olarak güçlendiği yönündeki kabullerin de geçerliliği bulunmuyor; hidrasyon sürecinin zamanla yavaşladığı, karbonatlaşma etkisinin ise donatı korozyonu riskini artırabildiği vurgulanıyor.

Çalışma, yüksek dayanım değerine sahip betonların her koşulda yüksek kalite anlamına gelmediğinin altını çiziyor. Düşük gözenekliliğe rağmen yüksek dayanım sınıflarında termal çatlama ve gevrek kırılma riskinin artabileceği ifade ediliyor.

Aynı şekilde, betonun mutlak su geçirimsiz bir malzeme olduğu yönündeki yaygın görüşe de bilimsel açıklık getiriliyor; gözenek sistemi ve mikro çatlak yapısının su ve iyon geçişine belirli ölçüde izin verdiği hatırlatılıyor.

Rehberde öne çıkan örnekler arasında mineral katkıların beton performansını düşürdüğü yönündeki yanlış algıların aksine, uçucu kül ve yüksek fırın cürufu gibi puzolanik katkıların uzun vadeli dayanıklılığı artırdığı bilgisi yer alıyor. Ayrıca sürdürülebilir beton tasarımlarının hem karbon ayak izi hem maliyet açısından avantaj sağlayabildiği ve düşük klinker oranlı sistemlerin giderek daha stratejik bir gereklilik haline geldiği ifade ediliyor.

Türkiye Hazır Beton Birliğinin referans niteliğindeki Beton Hakkında Yanlış Bilinenler ve Gerçekler yayını için www.thbb.org/teknik-bilgiler/rehberler/ adresi ziyaret edilebilir.

THBB Provides Guidance with “Common Misconceptions and Facts About Concrete” Publication

Although concrete is the most widely used construction material in the world, it continues to be evaluated based on various misconceptions. To address this misinformation, the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has published a comprehensive technical study. The publication, titled “Common Misconceptions and Facts About Concrete,” clarifies 50 widespread misunderstandings in the sector on a scientific basis.

 **göker**

 **SERMAC**

**İTALYAN KALİTESİ SERMAC,
50 YILLIK GÖKER TECRÜBESİYLE
BULUŞUYOR**



www.goker.com.tr

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 MYM tarafından Beton Pompa Operatörü Mesleki Ye-

THBB continues Professional Competence Certifications

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).

terlilik Sınavları 19 Kasım 2025 tarihinde Nuh Beton'un Kocaeli İzmit tesisinde, 13 Aralık 2025 tarihinde Akçansa'nın Kocaeli Gebze tesisinde, 20 Aralık 2025 tarihinde İnci Beton'un Sakarya Hendek tesisinde, 22 Aralık 2025 tarihinde Akçansa'nın Samsun İlkadım tesisinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavları, 4 Kasım 2025 tarihinde Limak Beton'un Bursa Nilüfer tesisinde, 10 Aralık 2025 tarihinde İston'un İstanbul Tuzla tesisinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik 10-11 Aralık 2025 tarihlerinde İston'un İstanbul Tuzla

tesisinde yapıldı.

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



X AIJER

YENİ TREND BETON POMPALARI



**DOĞUŞ TEKNİK MAKİNA GÜVENCESİYLE
TÜRKİYE'DE YENİ BİR MARKA DOĞUYOR.**

X AIJER BETON POMPALARI



43-5Z Advantages At A Glance

Adres: Yeşilbayır Mahallesi, Şimşir Sokak, No:21/A, Hadımköy, 34555, Arnavutköy, İstanbul, Türkiye

Tel : 0090 212 6719640 - 0090 212 7715242 Faks : 0090 212 6719641

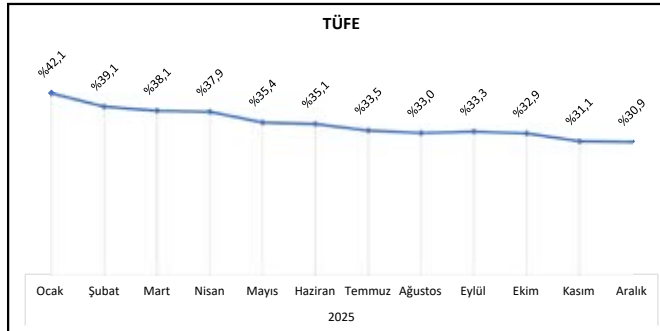
info@dogusteknikmakina.com www.dogusteknikmakina.com

Aralık ayında yıllık enflasyon %30,89 oldu

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) aralık ayına ilişkin Tüketici ve Üretici Fiyat Endekslerini açıkladı. Buna göre Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) aralık ayında önceki yılın aynı ayına göre %30,89 arttı. Kasım ayında Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (Yİ-ÜFE) ise yıllık %27,37 yükseldi.

Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) yıllık %30,89, aylık %0,89 arttı

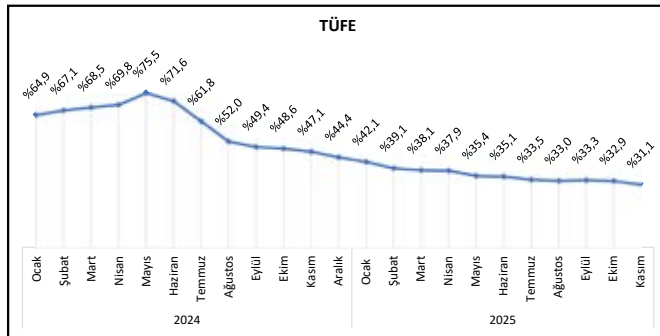
TÜFE'deki (2003=100) değişim 2025 yılı aralık ayında bir önceki aya göre %0,89 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %30,89 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %30,89 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %34,88 artış olarak gerçekleşti.



Kaynak: TÜİK

Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (Yİ-ÜFE) yıllık %27,67, aylık %0,75 arttı

Yİ-ÜFE (2003=100) 2025 yılı aralık ayında bir önceki aya göre %0,75 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %27,67 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %27,67 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %25,36 artış gösterdi.



Kaynak: TÜİK

Annual inflation becomes 30,89% in December

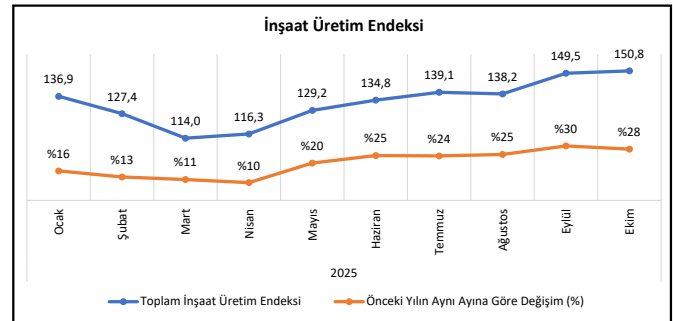
Turkish Statistical Institute (TÜİK) has announced the consumer and producer price indices for December. Accordingly, the Consumer Price Index (CPI) increased by 30,89 % year-on-year.

Ekonomik Güven Endeksi 99,5 değerinde aynı kaldı

Ekonomik Güven Endeksi aralık ayında aynı düzeyde kalarak 99,5 değerini aldı. Bir önceki aya göre aralık ayında tüketici güven endeksi %1,8 oranında azalarak 83,5 değerini, reel kesim (imalat sanayi) güven endeksi %0,5 oranında artarak 103,7 değerini, hizmet sektörü güven endeksi %0,4 oranında artarak 112,3 değerini, perakende ticaret sektörü güven endeksi %1,1 oranında artarak 115,4 değerini, inşaat sektörü güven endeksi %0,5 oranında azalarak 84,5 değerini aldı.

İnşaat üretimi yıllık %28 arttı, aylık %0,1 azaldı

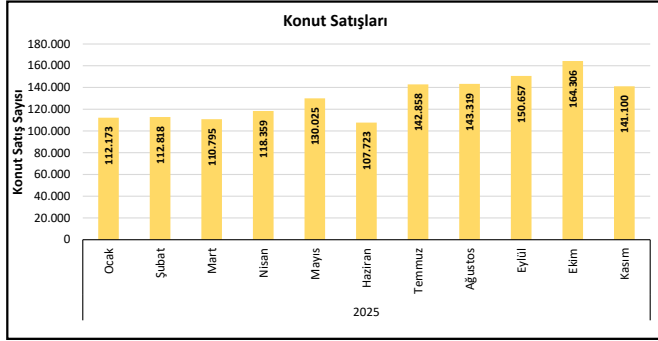
İnşaatın alt sektörleri (2021=100 referans yılı) incelendiğinde, 2025 yılı ekim ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %28,8 arttı, bina dışı yapıların inşaatı sektörü endeksi %21,8 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %29,9 arttı. İnşaatın alt sektörleri incelendiğinde, 2025 yılı ekim ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki aya göre %0,2 azaldı, bina dışı yapıların inşaatı sektörü endeksi %1,4 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %0,6 azaldı.



Kaynak: TÜİK

Türkiye genelinde kasım ayında 141 bin 100 konut satıldı

Türkiye genelinde konut satışları kasım ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %7,8 oranında azalarak 141 bin 100 oldu. Konut satışları Ocak-Kasım döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre %13,3 oranında artarak 1 milyon 434 bin 133 olarak gerçekleşti.



Kaynak: TÜİK

İlk el konut satış sayısı 46 bin 589 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ilk el konut satış sayısı kasım ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %5,4 oranında azalarak 46 bin 589 oldu. Toplam konut satışları içinde ilk el konut satışının payı %33,0 oldu. İlk el konut satışları Ocak-Kasım döneminde ise bir önceki yılın aynı dönemine göre %8,9 oranında artarak 444 bin 96 olarak gerçekleşti.

Dönem	İlk El Satış	İkinci El Satış	Toplam Konut Satışı (adet)	İpotekli Satış Oranı (%)
2024 (Ocak-Kasım)	407.832	857.556	1.265.388	%10,7
2025 (Ocak-Kasım)	444.096	990.037	1.434.133	%14,5
Kasım 24	49.274	103.740	153.014	%14,2
Aralık 24	76.629	136.008	212.637	%10,9
Ocak 25	32.785	79.388	112.173	%14,9
Şubat 25	33.784	79.034	112.818	%14,9
Mart 25	33.307	77.488	110.795	%16,4
Nisan 25	34.633	83.726	118.359	%14,8
Mayıs 25	39.546	90.479	130.025	%14,9
Haziran 25	33.569	74.154	107.723	%13,4
Temmuz 25	43.984	98.874	142.858	%12,9
Ağustos 25	43.916	99.403	143.319	%13,8
Eylül 25	47.117	103.540	150.657	%14,1
Ekim 25	54.866	109.440	164.306	%14,3
Kasım 25	46.589	94.511	141.100	%15,2

Kaynak: TÜİK

İnşaat maliyet endeksi yıllık %23,93, aylık %1,14 arttı

İnşaat maliyet endeksi, 2025 yılı kasım ayında bir önceki aya göre %1,14 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %23,93 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %1,70 arttı, işçilik endeksi %0,12 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %20,48 arttı, işçilik endeksi %30,98 arttı.

Bina inşaatı maliyet endeksi yıllık %23,50, aylık %1,14 arttı

Bina inşaatı maliyet endeksi, bir önceki aya göre %1,14 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %23,50 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %1,69 arttı, işçilik endeksi %0,17 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %20,03 arttı, işçilik endeksi %30,37 arttı.

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi yıllık %25,33, aylık %1,14 arttı

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi, bir önceki aya göre %1,14 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %25,33 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %1,72 arttı, işçilik endeksi %0,04 azaldı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %21,90 arttı, işçilik endeksi %33,14 arttı.

Sanayi üretimi yıllık %2,4, aylık %2,5 arttı

Sanayinin alt sektörleri (2021=100 referans yıllı) incelendiğinde, 2025 yılı kasım ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %0,2 arttı, imalat sanayi sektörü endeksi %2,7 arttı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %2,0 azaldı. Sanayinin alt sektörleri incelendiğinde, 2025 yılı kasım ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki aya göre %4,8 azaldı, imalat sanayi sektörü endeksi %3,1 arttı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %0,5 azaldı.

Toplam ciro yıllık %37,3, aylık %3,7 arttı

Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2025 yılı kasım ayında yıllık %37,3 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2025 yılı kasım ayında yıllık sanayi sektörü ciro endeksi %34,6 arttı, inşaat ciro endeksi %47,6 arttı, ticaret ciro endeksi %36,8 arttı, hizmet ciro endeksi %39,3 arttı. Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2025 yılı kasım ayında aylık %3,7 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2025 yılı kasım ayında aylık sanayi sektörü ciro endeksi %5,5 arttı, inşaat ciro endeksi %8,0 arttı, ticaret ciro endeksi %2,6 arttı, hizmet ciro endeksi %2,6 arttı.

Mevsim etkisinden arındırılmış işsizlik oranı %8,6 seviyesinde gerçekleşti

Hanehalkı İşgücü Araştırması sonuçlarına göre; 15 ve daha yukarı yaşta kişilerde işsiz sayısı 2025 yılı kasım ayında bir önceki aya göre 54 bin kişi artarak 3 milyon 98 bin kişi oldu. İşsizlik oranı ise 0,1 puan artarak %8,6 seviyesinde gerçekleşti. İşsizlik oranı erkeklerde %7,0 iken kadınlarda %11,8 olarak tahmin edildi.

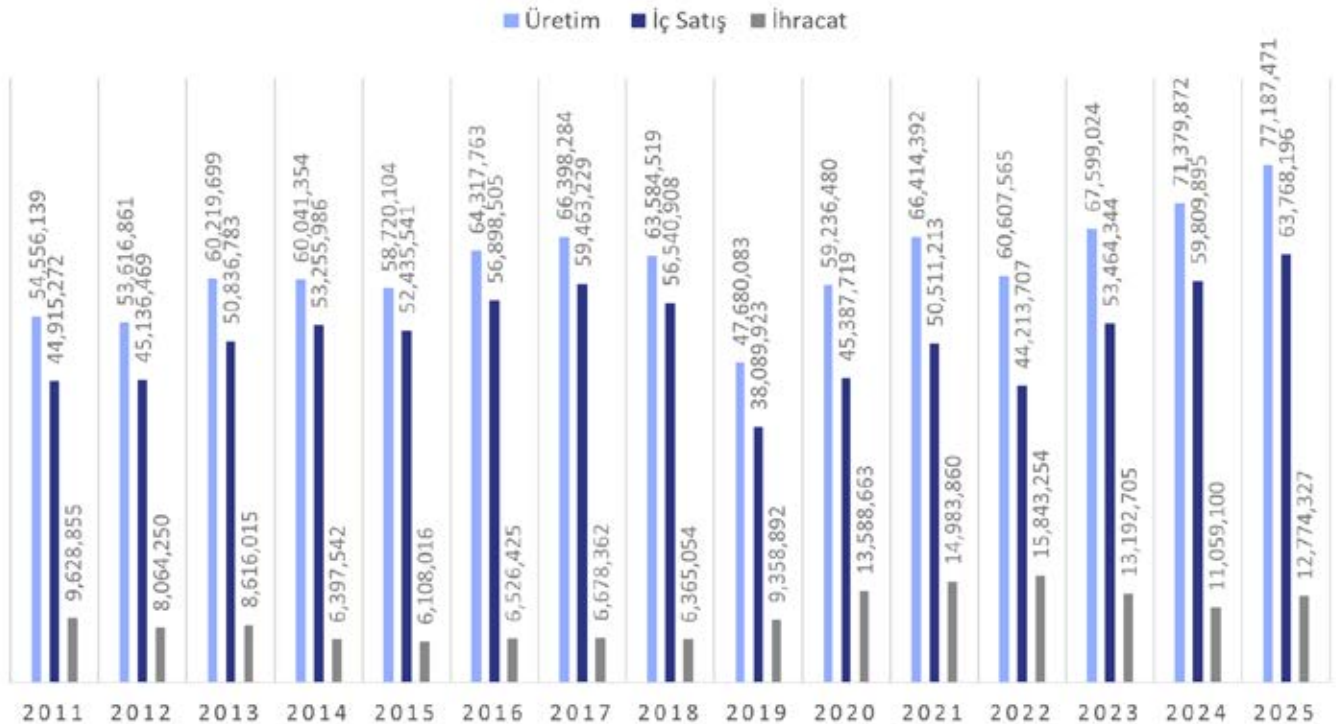
Ücretli çalışan sayısı yıllık %1 arttı

Sanayi, inşaat ve ticaret-hizmet sektörleri toplamında ücretli çalışan sayısı 2025 ekim ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %1,0 arttı. Ücretli çalışan sayısı bir önceki yılın aynı ayında 15 milyon 860 bin 31 kişi iken, 2025 yılı ekim ayında 16 milyon 20 bin 394 kişi oldu. Ücretli çalışanların alt detaylarına bakıldığında; 2025 ekim ayında ücretli çalışan sayısı yıllık olarak sanayi sektöründe %3,5 azaldı, inşaat sektöründe %6,2 arttı ve ticaret-hizmet sektöründe %2,5 arttı.

Çimento iç satışı 2025 yılı Ocak-Ekim döneminde %8,73 arttı

2025 yılı Ocak-Ekim döneminde çimento üretimde, geçen yıla oranla %8,1'lik bir artış yaşanmıştır. Yine 2025 yılı ilk 10 aylık dönemde üretilen çimentonun yaklaşık %16,6'sı ihracata konu olmuştur. 2025 yılı Ocak-Ekim döneminde önceki yıla göre iç satışlarda %6,6, çimento ihracatında ise %15,5'lik artış gerçekleşmiştir. Sektör, yaklaşık %9 büyümeye yaşadığı 2024 yılından sonra 2025 yılına da, hem iç piyasada hem de ihracatta artış ile başlamıştır ancak şubat ve mart aylarında, baz etkisiyle birlikte üretim ve iç satışlarda düşüş gerçekleşmiştir. Satışlar nisan ayında toparlanmıştır. Mayıs ayında tarihin en yüksek iç satış miktarına ulaşılmıştır. Sektör sonraki 5 ayda da büyümeye devam etmiştir. Bölgesel bazda, Marmara ve Ege Bölgelerinde iç satışlarda düşüş yaşanmıştır.

2011- 2025 Ocak-Ekim Çimento Verileri (ton)



Kaynak: TürkÇimento

Betondafarkındalık.com yeniden yayında!

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

Keşfetmek için web sitemizi ziyaret edin.



Hemen Keşfedin!

B Betonda **Farkındalık**

Avrupa Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu toplantısı yapıldı



Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) Yönetim Kurulu toplantısı 27 Kasım 2025 tarihinde Madrid'te yapıldı. Toplantıya, Türkiye Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık ve THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora telekonferans yöntemiyle katıldı.

ERMCO'nun 33. Dönem Yönetim Kurulunun 3. toplantısı 27 Kasım 2025 tarihinde Madrid'te İspanya Standartları Birliği (UNE) merkezinde yapıldı. Toplantı, ERMCO Başkan Yardımcısı Marco Borroni'nin toplantı gündemini ve önceki toplantı kararlarını onaya sunmasıyla başladı.

ERMCO'nun Eylül-Kasım 2025 dönemi çalışmalarının paylaşıldığı toplantıda, Birliđin yeni organizasyon yapısına ilişkin bilgilendirme yapıldı. ERMCO Teknik Müdürü pozisyonuna yönelik görev tanımı görüşülürken 2024 yılı istatistikleri ve ERMCO'nun yeni intranet alanıyla ilgili bilgiler aktarıldı.

ERMCO Strateji ve Gelişim Komitesi (ESD) çalışmalarının paylaşıldığı toplantı, Yapı Malzemeleri Yönetmeliđi (CPR) 2024 ve CE işareti (Avrupa uygunluk işareti) konusundaki gelişmeler, eylül-kasım 2025 dönemine ilişkin özet değerlendirme, Avrupa Standartlar Komitesinden (CEN) gelen yazı, 6 Kasım'da yapılan Acquis Group 26 toplantısı ve Alman İnşaat Malzemeleri Birliği ile Alman müteahhitlerin ortak mektubunun görüşülmesiyle devam etti.

ERMCO Teknik Komite (ETC) kapsamında, 7 Ekim 2025 tarihinde Brüksel'de yapılan toplantıda görüşülen konular değerlendirilirken ERMCO Sürdürülebilirlik Komitesi (ESC) kapsamında ise 8 Ekim 2025 tarihinde yapılan toplantıda görüşülen konular ele alındı.

Diğer birlikler ve etkinlikler bölümünde, Avrupa Yapı Ürünleri Birliği (CPE) üyeliği konusu görüşüldü. Beton Avrupanın (Concrete Europe) faaliyetleri kapsamında, 2025 Venedik Bienali çalışmaları, Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) düşük karbon ayak izi bilgilendirme notu, Avrupa Konut İnşaatı Stratejisindeki güncel gelişmeler ve döngüsel ekonomi kapsamında yürütölen kamuoyu araştırmasına Beton Avrupa'nın yanıtı değerlendirildi.

Beton ve çimento sektöründeki kadınların rolünü ve cinsiyet eşitliğini teşvik eden "Women in CemCo" etkinliğine

ERMCO'nun katılımıyla ilgili bilgilerin paylaşıldığı toplantıda Türkiye Hazır Beton Birliğinin TG Expo iş birliğiyle düzenlediği BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi hakkında ERMCO değerlendirme raporu sunuldu. "Düşük Karbon Hedefinde Hazır Beton" paneline ERMCO'yu temsilen ERMCO Teknik Danışmanı Jean-Marc Potier ve ERMCO Başkanlık Komite Üyesi Richard Kershaw konuşmacı olarak katılmıştı.

Toplantı, ERMCO Temsilciler Toplantısının 18-19 Haziran 2026 tarihlerinde Roma'da yapılmasına karar verilmesiyle sona erdi.

ERMCO Board of Directors meeting

European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO) Board of Directors meeting was held in Madrid on November 27, 2025. On behalf of the Turkish Ready Mixed Concrete Association, Yavuz Işık, President of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB); and Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinator, attended the meeting via teleconference.

3 KİTADA 40'A YAKIN ÜLKEDE

DÜNYANIN HARCINI TAŞIYORUZ!

Dünya standartlarına uygun sertifikalı olarak ürettiğimiz transmikserler ile inşaat firmalarının kullanım yerlerine kaliteli beton taşımalarına imkan sağlar. Standart olarak ; 5 m³ 'ten 15 m³ 'e kadar farklı kapasitelerde imal edilmektedirler.



CSC Bölgesel Sistem Operatörleri Yuvarlak Masa Toplantısı yapıldı



Türkiye Hazır Beton Birliğinin (THBB) üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğu Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (The Concrete Sustainability Council) Bölgesel Sistem Operatörleri Yuvarlak Masa Toplantısı 9 Aralık 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantıda ülkemizi THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

9 Aralık 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapılan CSC Bölgesel Sistem Operatörleri Yuvarlak Masa Toplantısı gündemin onaylanmasıyla başladı. 2025 yılı eylül ayındaki bir önceki toplantının değerlendirilmesiyle devam eden toplantıda Genel Kurul sonrasında kaydedilen gelişmelere ilişkin kısa bilgilendirmeler, BTB, FEDERBETON, NRMCA, THBB, FIHP, FEDBETON, BETONHUIS, GREY MATTERS ve GVTB tarafından sunularla aktarıldı.

Toplantıda konuşan THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora, 12-15 Kasım 2025 tarihlerinde İstanbul'da

düzenlenen BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi kapsamında yürütülen CSC çalışmaları hakkında bilgi verdi. Son iki yılda sertifika alan tesislere yönelik CSC Sertifika Takdim Töreni, CSC Sürdürülebilirlik Yöneticisi ve Koordinatörü Cynthia Imesch'in konuşmacı olduğu "Dünyada Hazır Beton Sektörünün Geleceği ve Sürdürülebilirlik" paneli ile Türkiye'de CSC sürdürülebilirlik çalışmalarının geliştirilmesi amacıyla kamu ve özel sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelere ilişkin değerlendirmelerde bulundu.

Toplantının iletişim başlığını aktaran CSC Sürdürülebilirlik Yöneticisi ve Koordinatörü Cynthia Imesch, sürdürülen iletişim faaliyetlerine ilişkin güncellemeleri paylaştı. CSC Sekreteri ve Teknik Müdürü Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, ISEAL Topluluk Üyeliği Başvurusu kapsamında alınan geri bildirimleri aktardı. Andreas Tuan Phan'ın (BTB-CSC) ise küresel ölçekte CSC sertifika sahipleri ve potansiyel kullanıcıların görüşlerini toplamak amacıyla uygulanacak standart pazar araştırması çalışmalarına yönelik hazırlıkları anlattı.

CSC Regional System Operators Roundtable Meeting held

The Concrete Sustainability Council (CSC) Regional System Operators Roundtable Meeting, of which the Turkish Ready-Mixed Concrete Association (THBB) is a member and Regional System Operator, was held on 9 December 2025 via teleconference. Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinator, represented Türkiye at the meeting.

CSC Sürüm 3.0 kapsamında yapılan son teknik güncellemeleri aktaran Andreas Tuan Phan (BTB-CSC), Sürdürülebilir Beton Değerlendirme Aracı kapsamında sertifikasyon süreçlerinde yeni bildirim altyapısının devreye alınması ve çeviri süreçlerindeki güncellemelerin tamamlanmasıyla ilgili bilgi verdi.

Toplantıda 2026 yılında gerçekleştirilecek oturumların planlaması görüşüldü. Bu kapsamda Latin Amerika, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Türkiye ve

Asya bölgelerinde sistemin finansman iş birlikleriyle yaygınlaştırılması, CSC'nin ulusal ve Avrupa Birliği düzeyindeki kamu alımları mevzuatında yeşil satın alma kriterleri kapsamına dâhil edilmesi, ortak eğitim ve webinar programlarının hazırlanması ve iletişim materyallerinin geliştirilmesi değerlendirildi.

Betonun Yolculuđu Bizimle Başlar...

The Journey of Concrete
Begins With Us...



Limak Çimento'nun yenilikçi ürünü "Dijital Ürün Pasaportu" aldı

Limak Çimento, Kilis Fabrikası'nda ürettiği CEM PLUS+ çimento ürünü için Dijital Ürün Pasaportu (DPP) uygulamasını hayata geçirdi. Dijital Ürün Pasaportu operatörü DÜPAŞ'ın açıklamasına göre, bu uygulama çimento sektöründe dünyada bir ilki temsil ediyor.

Avrupa Birliği'nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile uyumlu olarak geliştirilen Dijital Ürün Pasaportu sayesinde; ürüne ait teknik özellikler, çevresel etkiler, kimyasal bileşim, performans göstergeleri ve yaşam döngüsü verileri dijital ortamda erişilebilir hâle getiriliyor.

Kilis Fabrikası'nda uygulamaya alınan CEM PLUS+ Dijital Ürün Pasaportu, ürünlerin karbon ayak izi ve çevresel performans verilerinin şeffaf biçimde sunulmasına, tedarik zinciri boyunca veri paylaşımının standartlaştırılmasına ve yeşil pazarlara erişimde güvenilirliğin artırılmasına katkı sağlıyor.

Özel olarak oluşturulan QR kod aracılığıyla, ürünlere ait doğrulanmış bilgiler; izlenebilirlik, şeffaflık ve veri bütünlüğü ilkeleri doğrultusunda paydaşların erişimine sunuluyor. Sistem, ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi standartlarına uygun bir altyapı üzerinde çalışıyor ve siber güvenlik açısından bağımsız testlerden geçirilmiş bulunuyor. QR kodun harici bağlantılara yönlendirme yapmaması, dijital güvenlik risklerini en aza indiriyor. Bu dijital mimari, ürün verilerinin değer zinciri boyunca tek, güvenilir ve doğrulanabilir bir referans kaynağı olarak yönetilmesini mümkün kılıyor.

Limak Çimento Global CEO'su Erkam Kocakerim, konuyla ilgili değerlendirmesinde şunları söyledi: "Avrupa Birliği Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, ESPR ve CBAM gibi regülasyon çerçeveleri geliştikçe, Dijital Ürün Pasaportları sanayi rekabetçiliğinin temel gerekliliklerinden biri haline gelecek. CEM PLUS+ için hayata geçirdiğimiz Dijital Ürün Pasapor-

Limak Çimento's innovative product has received "Digital Product Passport".

Limak Çimento has implemented the Digital Product Passport (DPP) application for its CEM PLUS+ cement product, manufactured at its Kilis factory. According to DÜPAŞ, the operator of the Digital Product Passport, this application represents a first step in the global cement industry.

tu, bu dönüşüme verdiğimiz proaktif bir yanittir. Doğrulanmış çevresel, teknik ve yaşam döngüsü verilerini güvenli bir dijital altyapıya entegre ederek, üretimden nihai kullanıma kadar değer zincirinin tamamında tam şeffaflık sağlıyoruz. Bu yaklaşım, bizi geleceğin regülasyonlarına hazır hâle getirirken Limak Çimento'yu küresel çimento sektöründe dijital ve sürdürülebilir sanayi uygulamalarının öncülerinden biri konumuna taşıyor."

Avrupa Birliği'nin Sürdürülebilir Ürünler için Ekotasarım Tüzüğü (ESPR) kapsamında, inşaat malzemelerinin 2027-2030 döneminde öncelikli olarak DPP kapsamına alınması öngörülmüyor. Bu çerçevede mevcut Çevresel Ürün Beyanı (EPD) verileri, Dijital Ürün Pasaportu'nun temel veri setini oluştururken; sistemin Karbon Sınırdaki Düzenleme Mekanizması (CBAM) ile uyumlu yapısı, Avrupa Birliği'ne yönelik çimento ihracatında DPP'yi stratejik bir gereklilik hâline getiriyor.

Limak Çimento, daha önce de Türkiye'de Çevresel Ürün Beyanı (EPD) alan ilk çimento üreticisi olmuştu.



Beton Sürdürülebilirlik Konseyi Yönetim Kurulu toplantısı yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliğinin (THBB) üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğu Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (The Concrete Sustainability Council) Yönetim Kurulu toplantısı 17 Kasım 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantıda ülkemizi THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

17 Kasım 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapılan CSC Yönetim Kurulu toplantısı, CSC Başkanı Christian Artelt'in (Heidelberg Materials) konuşmasıyla başladı. Yönetim konularının görüşülmesiyle devam eden toplantıda, Christian Artelt'in

CSC personel değişiklikleri ve güncel gelişmeler, yönetim dokümanlarının durumunu paylaşmasının ardından CSC Başkan Yardımcısı Michael Scharpf (Holcim) ABD'deki faaliyetlere ilişkin güncel bilgiler aktardı. Toplantıda, CSC Sekreteri ve Teknik Müdürü Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari CSC markasının Türkiye'de tesciliyle ilgili gelişmeleri paylaştı.

Finansal konuların değerlendirildiği toplantıda, Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, 2025 yılında satılan lisans hakları ve 2025 yılında gerçekleşen belgelendirmelerle ilgili bilgi verirken Michael Scharpf ise 2025 yılı bütçesinin güncel durumunu paylaştı.

Yeşil bina değerlendirme sistemleri ve programlarının görüldüğü toplantıda, ISEAL ve Envision programlarına ilişkin bilgiler Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari tarafından aktarıldı. Suudi Arabistan Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi (Mottadam) hakkında güncel durum CSC Sürdürülebilirlik Yöneticisi ve Koordinatörü Cynthia Imesch tarafından paylaşıldı.

CSC belgelendirme sistemi başlığı altında, Andreas Tuan Phan (BTB-CSC), R-Module 5-Stars (Reuse) çalışmalarıyla ilgili bilgi verdikten sonra Beton Değerlendirme Aracı'yla ilgili çözümlen sorunlara ve geliştirme aşamasındaki konulara değindi.

Sürdürülebilirlik, pazarlama ve iletişim faaliyetlerinin paylaşıldığı toplantıda, Cynthia Imesch, haberler, katıldıkları etkinlikler ve İletişim Komitesi faaliyetleri hakkında güncel geliş-

Executive Committee meeting of the Concrete Sustainability Council

Executive Committee meeting of the Concrete Sustainability Council (CSC), in which Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) acts as a member and Regional System Operator, was held via teleconference on 17 November 2025. Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, THBB General Coordinator, represented Türkiye at the meeting.

meleri aktardı.

Bölgesel sistem operatörlerinin haberlerinin yayımlanmasının görüldüğü toplantıda, ABD, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Avusturya adına CSC Sürdürülebilirlik Yöneticisi ve Koordinatörü Cynthia Imesch, İtalya adına Michela Pola, Hollanda adına Remco Kerkhoven (Betonhuis-VOBN), Belçika adına Johan Baeten (FEDBETON) ve Almanya adına Olaf Aßbrock ile Andreas Tuan Phan (BTB) bilgi verdi. Türkiye adına gelişmeleri paylaşan THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora, 12-15 Kasım 2025 tarihlerinde İstanbul'da

düzenlenen BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi kapsamında düzenlenen CSC Sertifika Takdim Törenine, Cynthia Imesch'in konuşmacı olduğu "Dünyada Hazır Beton Sektörünün Geleceği ve Sürdürülebilirlik" paneline ve Türkiye'de CSC sürdürülebilirlik çalışmalarının geliştirilmesi amacıyla kamu ve özel sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelere ilişkin değerlendirmelerde bulundu.



Bursa Uludağ Üniversitesi 3B Yazdırılabilir Beton Laboratuvarı açıldı



Bursa Uludağ Üniversitesi (BUÜ) Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde kurulan 3B Yazdırılabilir Beton Laboratuvarı düzenlenen törenle faaliyete başladı.

30 Aralık 2025 tarihinde yapılan açılış törenine İnegöl Belediye Başkanı Alper Taban, Gemlik Belediye Başkanı Şükrü Deviren, Nilüfer Belediye Başkanı Vekili Emrah Mutlu, Bursa Büyükşehir Belediye Başkanvekili Mustafa Orkun Gazioğlu, THBB üyesi Bursa Beton Kalite Kontrol Müdürü Hilmi Aytaç, İMO Bursa Şubesi Başkanı Atilla Erdem, Yapı Denetim Kuruluşları Birliği Bursa Şube Başkanı Esra Yıldız İnanlı, Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Adem Akpınar, İnşaat Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Adem Doğançün ile birlikte çok sayıda akademisyen ve sektör temsilcisi katıldı. Türkiye Hazır Beton Birliğini ise THBB Deney Laboratuvarı Müdürü Dr. Hasan Yavuz Ersöz temsil etti.

3B Yazdırılabilir Beton Laboratuvarı girişinde 3B beton yazıcı kullanılarak

üretilen kent mobilyaları ve yapı elemanları konukların incelemesine sunuldu. Törende konuşan BUÜ Rektörü Prof. Dr. Ferudun Yılmaz açılış törenine katılan tüm konuklara teşekkür ederek Laboratuvarın üniversiteye hayırlar getirmesi ve akademik çalışmaların artarak devam etmesi temennisinde bulundu. Kurdele kesiminin ardından açılış töreninin yapılacağı salona geçildi.

Açılış töreninde konuşan Prof. Dr. Ali Mardani tüm katılımcılara teşekkür ederek sözlerine başladı. Üniversite-sanayi iş birliğinin önemini vurgulayan Prof. Dr. Ali Mardani; "Laboratuvarımız, üniversitemizin BAP Birimi tarafından desteklenen bir proje kapsamında hayata geçirilmiş olup ekonomik, ekolojik ve inovatif yaklaşımlar doğrultusunda 3 boyutlu yazdırılabilir yapı malzemeleri ve yüzey sistemleri üzerine nitelikli araştırmalar

yürütmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, 3B baskı yapı ve kent mobilyaları, geçirgen yapı malzemeleri, fotokatalitik ve kendi kendini temizleyebilen yüzeyler, hava kalitesini iyileştiren malzeme sistemleri ve yapay resif uygulamaları başlıca çalışma alanları arasında yer almaktadır. Üniversite-yerel yönetim-sanayi iş birliklerini güçlendirmeyi hedefleyen laboratuvarımız kapsamında, sanayi ortaklığı

iki proje hâlihazırda TÜBİTAK değerlendirme sürecindedir. Bu projelerle, bilimsel bilginin uygulamaya ve ticarileşmeye dönüştürülmesi hedeflenmektedir." dedi.

Açılış törenine verdikleri katkılardan dolayı başta BAP Birimi ve üniversite yönetimi olmak üzere tüm paydaşlara teşekkür edildi. Açılış töreni hazırlık aşamalarına sponsor olan THBB üyesi Yaşar Cihan Beton (Cihan Grup), Kalekim- Lyksor Kimya ve Jet Robotik temsilcilerine plaket takdim edilmesinin ardından program sona erdi.

Bursa Uludağ University Opens 3D Concrete Printing Laboratory

The 3D Concrete Printing Laboratory, established within the Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Bursa Uludağ University (BUÜ), was officially opened following an inauguration ceremony. At the opening ceremony held on 30 December 2025, the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) was represented by Dr. Hasan Yavuz Ersöz, Director of the THBB Testing Laboratory.

Mercedes-Benz Türk'ten "5 Yılda 5 Bin Kadın Sürücü" Projesine anlamalı destek



Mercedes-Benz Türk, lojistik ve taşımacılık sektöründe kadınların daha güçlü temsil edilmesini desteklemek amacıyla, Lojistik ve Taşımacılık Enstitüsü (CILT - The Chartered Institute of Logistics and Transport) Türkiye çatısı altında faaliyet gösteren Kadın Çalışmaları Kanadı WiLAT iş birliğiyle yürütülen "5 Yılda 5 Bin Kadın Sürücü" projesine dâhil oldu.

Şirket, proje kapsamında kamyon ve otobüs segmentlerinde kadın sürücü istihdamının artırılmasına yönelik eğitimden istihdama uzanan somut destekler sunmayı hedefliyor.

Mercedes-Benz Türk, müşterileriyle iş birliği içinde 10 kadın kamyon sürücüsü ve 10 kadın otobüs sürücüsünün sürücü kursu, ehliyet, SRC belgesi, psikoteknik değerlendirme ve ilgili yasal süreçlerine destek sağlıyor. Bunun yanı sıra kadın sürücü adayları için ileri sürüş teknikleri eğitimleri düzenlenirken, ehliyetlerini tamamlayan adayların filo şirketlerine yönlendirilmesi ve istihdam süreçlerinin takibi de proje kapsamında yürütülüyor. Proje süresince gerçekleştirilecek lansman ve mezuniyet törenleri, deneyim paylaşımları ve iletişim çalışmalarıyla

kadın sürücülerin sektördeki görünürlüğünün artırılması hedefleniyor. Tüm iletişim faaliyetleri, "Benzersiz Kadınlar" ana sloganı altında yıl boyunca sürdürülecek.

Kadın sürücü istihdamını sektörün geleceğine yapılan bir yatırım olarak gördüklerini belirten Mercedes-Benz Türk 2. El Kamyon ve Otobüs Satış Direktörü Didem Daphne Özensel, "Benzersiz Kadınlar" projesiyle, kadınların bu alana adım atmalarını desteklemenin ötesine geçerek; meslekte kalıcı olmalarını sağlayacak, bilgiyle, eğitimle ve doğru yönlendirmeyle güçlenen bir ekosistemin parçası olmayı hedefliyoruz. Bu projede sunduğumuz destek, yalnızca bugün için değil; uzun vadede sektörün nitelikli iş gücü ihtiyacına katkı sağlayacak bir yatırım niteliği taşıyor. Mercedes-Benz Türk olarak, bu dönüşümün bir parçası olmaktan ve kadın sürücülerin sektörde daha güçlü şekilde yer almasına katkı sağlamaktan memnuniyet duyuyoruz." dedi.

CILT Türkiye Yönetim Kurulu Başkanı Berna Akyıldız; bu yaklaşımın yalnızca bir sosyal sorumluluk perspektifiyle değil, sektörel bir dönüşüm vizyonu ile ele alınması gerektiğine dikkat çekerek; "Bu seferberlik, sadece bir sosyal sorumluluk

yaklaşımı değil; taşımacılık sektörünün nitelikli iş gücü ihtiyacına yanıt verecek bir dönüşüm hareketidir. Mercedes-Benz Türk ile yürüttüğümüz iş birliğinin, kadın sürücü adaylarının mesleğe hazırlanmasını destekleyen güçlü bir örnek oluşturacağına inanıyoruz." dedi.

CILT'nin Türkiye Yönetim Kurulu Üyesi Semra Özcan ise, projeye sahadaki etki açısından yaklaşıklarını vurgulayarak şunları kaydetti: "WiLAT olarak odağımız; kadınların bu alanda sadece başlaması değil, meslekte kalıcı olmasını sağlayacak destek mekanizmalarının kurulması. Bu iş birliğiyle kadın sürücü adaylarının mesleki gelişimlerini güçlendirecek, rol model etkisi yaratacak ve sektörün dönüşümüne katkı sunacak bir yapı hedefliyoruz."

Mercedes-Benz Türk Lends Meaningful Support to "5,000 Women Drivers in Five Years" Project

Mercedes-Benz Türk has joined the "5,000 Women Drivers in Five Years" project, carried out in cooperation with WiLAT (Women in Logistics and Transport), the Women's Forum operating under CILT Türkiye (The Chartered Institute of Logistics and Transport), with the aim of strengthening women's representation in the logistics and transportation sector. Within the scope of the project, the company plans to provide concrete support—from training to employment—to increase the number of female drivers in the truck and bus segments.

Yeni Malzemeler: Yapay zekâ milyarlarca atomu eş zamanlı olarak simüle edebiliyor



Evlerimizdeki ve köprülerimizdeki betonun, yalnızca zamanın ve orman yangınlarının yoğun ısı gibi doğal afetlerin tahribatına dayanmakla kalmayıp, aynı zamanda aktif olarak kendi kendini iyileştirdiğini veya atmosferden karbondioksit yakaladığını hayal edin. Şimdi, USC Viterbi Mühendislik Fakültesindeki araştırmacılar, milyarlarca atomun davranışını aynı anda simüle edebilen ve benzeri görülmemiş ölçeklerde malzeme tasarımı ve keşfi için yeni olanaklar sunan devrim niteliğinde bir yapay zekâ modeli geliştirdiler.

Dünya ikliminin mevcut durumu çok kötü. Acımasız kuraklıklar, buharlaşan buzullar ve daha da feci kasırgalar, sağanak yağışlar ve orman yangınları her yıl bizi mahvediyor. Küresel ısınmaya en büyük katkılardan biri, atmosfere sürekli karbon-

Discovering New Materials: AI Can Simulate Billions of Atoms Simultaneously

Imagine the concrete in our homes and bridges not only withstanding the ravages of time and natural disasters like the intense heat of wildfires, but actively self-healing or capturing carbon dioxide from the atmosphere.

dioksit salımıdır.

USC Viterbi'de bilgisayar bilimi, fizik ve astronomi ile nicel ve hesaplamalı biyoloji profesörü olan Aiichiro Nakano, Los Angeles'teki Oocak ayındaki orman yangınlarının ardından bu konuya yoğunlaştı. Bu nedenle, 20 yılı aşkın süredir birlikte çalıştığı USC Viterbi'de kimya mühendisliği ve malzeme bilimi uygulamaları profesörü olan uzun süreli ortağı Ken-Ichi Nomura ile iletişime geçti. Durumu birlikte tartışmak, yeni projelerinin, yapay zekâ destekli bir simülasyon

modeli olan Allegro-FM'in ortaya çıkmasına yardımcı oldu. Allegro-FM, şaşırtıcı bir teorik keşifte bulundu: Beton yapım sürecinde salınan karbondioksiti geri yakalamak ve onu betonun üretimine yardımcı olduğu betona geri yerleştirmek mümkün.

Nakano, "CO₂'i betonun içine koyabilirsiniz ve bu da karbon nötr bir beton elde etmenizi sağlar." dedi. Nakano ve Nomura, USC Viterbi kimya mühendisliği ve malzeme bilimi profesörü Priya Vashishta ve USC fizik ve astronomi profesörü Rajiv Kalia ile birlikte, "CO₂ sekestrasyonu" veya karbondioksiti geri yakalama ve depolama süreci olarak adlandırdıkları zorlu bir süreç üzerinde araştırmalar yürütüyorlar.

Allegro-FM, milyarlarca atomu aynı anda simüle ederek, pahalı gerçek dünya deneylerinden önce farklı beton bileşimlerini sanal olarak test edebiliyor.

Bu, yalnızca bir karbon kaynağı değil, aynı zamanda bir karbon yutağı görevi gören betonun geliştirilmesini hızlandırabilir. Beton üretimi çimento kaynaklı olarak şu anda küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturuyor.

Çığır açan gelişme, modelin ölçeklenebilirliğinde yatıyor. Mevcut moleküler simülasyon yöntemleri binlerce veya milyonlarca atom içeren sistemlerle sınırlıyken, Allegro-FM, Argonne Ulusal Laboratuvarı'ndaki Aurora süper bilgisayarında dört milyardan fazla atomu simüle ederken %97,5 verimlilik gösterdi. Bu, geleneksel yaklaşımlardan yaklaşık 1.000 kat daha büyük hesaplama kapasitelerini temsil ediyor. Model ayrıca 89 kimyasal elementi kapsıyor ve çimento kimyasından karbon depolamaya kadar çeşitli uygulamalar için moleküler davranışı tahmin edebiliyor.

Nomura, "Beton aynı zamanda oldukça karmaşık bir malzemedir. Birçok elementten, farklı faz ve arayüzlerden oluşur. Bu nedenle, geleneksel olarak beton malzemeyle ilgili olayları simüle etmenin bir yolu yoktu ancak şimdi bu Allegro-FM'i mekanik özellikleri ve yapısal özellikleri simüle etmek için kullanabiliyoruz." dedi.

Beton yangına dayanıklı bir malzemedir ve bu da onu orman yangınlarına karşı ideal bir yapı seçeneği haline getiriyor ancak beton üretimi aynı zamanda büyük bir karbondioksit emisyonuna da neden oluyor. Simülasyonlarında, Allegro-FM'in karbon nötr olduğu ve bu nedenle diğer betonlardan daha iyi bir seçim olduğu gösterildi. Bu çığır açan gelişme yalnızca tek bir sorunu çözmüyor. Modern beton ortalama olarak yalnızca yaklaşık 100 yıl dayanırken, antik Roma betonu 2.000 yıldan fazla dayanıyordu ancak CO₂'in geri kazanılması da buna yardımcı olabilir.

Nakano, "CO₂'i, yani 'karbonat tabakasını' eklerseniz, daha dayanıklı hale gelir." dedi. Başka bir deyişle, Allegro-FM, günü-

Now, researchers at the USC Viterbi School of Engineering have developed a revolutionary AI model that can simulate the behavior of billions of atoms simultaneously, opening new possibilities for materials design and discovery at unprecedented scales.

The current state of the world's climate is a dire one. Brutal droughts, evaporating glaciers, and more disastrous hurricanes, rainstorms and wildfires devastate us each year. A major contributor to global warming is the constant emission of carbon dioxide into the atmosphere.

müzde tipik olarak 100 yıl dayanabilen betondan çok daha uzun süre dayanabilen karbon nötr bir beton simüle edebilir. Artık tek mesele onu inşa etmek.

Perde Arkası

Profesörler, yapay zekânın karmaşık çalışmalarını nasıl hızlandırdığını takdir ederek Allegro-FM'in geliştirilmesine öncülük ettiler. Normalde, atomların davranışını simüle etmek için profesörlerin kesin bir matematiksel formüller dizisine veya Nomura'nın dediği gibi "derin kuantum mekaniği fenomenlerine" ihtiyaçları olurdu ancak son iki yıl, bu iki araştırmacının

araştırma yöntemlerini değiştirdi.

Nomura, "Şimdi, bu makine öğrenimi yapay zekâ atılımı sayesinde, araştırmacılar tüm bu kuantum mekaniğini sıfırdan üretmek yerine, bir eğitim seti oluşturup ardından makine öğrenimi modelinin çalışmasına izin verme yaklaşımını benimliyorlar." dedi. Bu, profesörlerin sürecini çok daha hızlı hâle getiriyor.

Allegro-FM, atomlar arasındaki "etkileşim fonksiyonlarını", yani atomların birbirleriyle nasıl tepki verip etkileşime girdiğini doğru bir şekilde tahmin edebilir. Normalde, bu etkileşim fonksiyonları çok sayıda bireysel simülasyon gerektirirdi ancak bu yeni model bunu değiştiriyor. Başlangıçta, periyodik tabloda ki her bir element için farklı denklemler ve bu elementler için çeşitli benzersiz fonksiyonlar vardı. Yapay zekâ ve makine öğrenmesinin yardımıyla, artık bu etkileşim fonksiyonlarını ayrı formüllere gerek kalmadan neredeyse tüm periyodik tabloyla aynı anda simüle edebiliyoruz.

Nomura, "Geleneksel yaklaşım, belirli bir malzeme kümesini simüle etmektir. Örneğin, silika camı simüle edebilirsiniz, ancak bunu örneğin bir ilaç molekülüyle simüle edemezsiniz. Bu yeni sistem, teknoloji açısından da çok daha verimli; yapay zekâ modelleri, eskiden büyük bir süper bilgisayar tarafından yapılan birçok hassas hesaplamayı gerçekleştirerek görevleri basitleştiriyor ve süper bilgisayarın kaynaklarını daha ileri düzey araştırmalar için serbest bırakıyor. Yapay zekâ, çok daha küçük bilgi işlem kaynaklarıyla kuantum mekaniksel doğruluk elde edebilir." diyor.

Nomura ve Nakano, "Çalışmalarının henüz bitmediğini ekleyerek, daha karmaşık geometriler ve yüzeyler oluşturarak bu somut çalışma araştırmasına kesinlikle devam edeceğiz." diyor.

Kaynak: viterbischool.usc.edu/news/2025/07/discovering-new-materials-ai-can-simulate-billions-of-atoms-simultaneously/

Himalayalar'da 3D baskılı beton



Simpliforge, Himalayalar'da yerinde üretilen dünyanın en yüksek 3D baskılı yapısıyla küresel bir standart belirledi. Savunma altyapısı ve inşaat teknolojisinde büyük bir sıçrama yapan Simpliforge Creations ve IIT Hyderabad, Arun Krishnan (aynı zamanda IIT-Hyderabad'da doktora öğrencisi) tarafından temsil edilen Hindistan Ordusu ile iş birliği yaparak, PRABAL Projesi kapsamında Leh'te deniz seviyesinden 11.000 fit yükseklikte Hindistan'ın ilk yerinde üretilmiş 3D baskılı koruyucu askeri yapısını başarıyla teslim etti. Bu, aşırı yüksek irtifa ve düşük oksijen (HALO) koşullarında gerçekleştirilen, dünyanın şimdiye kadarki en yüksek

Simpliforge Sets Global Benchmark with World's Highest On-Site 3D Printed Structure in Himalayan Range

This marks the world's highest-ever in-situ 3D construction printing feat, accomplished under the extreme high altitude and low oxygen (HALO) conditions.

New Delhi: In a monumental leap for defense infrastructure and construction technology, Simpliforge Creations and IIT Hyderabad, in collaboration with Indian Army represented by Arun Krishnan (who is also a PhD student at IIT-Hyderabad), have successfully delivered India's first on-site 3D printed protective military structure at a staggering altitude of 11,000 feet above sea level in Leh under Project PRABAL.

yerinde 3D inşaat baskı başarısıdır.

IIT-Haydarabad'dan Prof. K.V.L. Subramaniam'ın rehberliğinde, Simpliforge Creations ve IIT-Haydarabad ekipleri, aşırı çevre koşullarında çalışabilen özel bir 3D baskı teknolojisi geliştirdi. Bu yenilik, yerel kaynaklı malzemeler kullanılarak, toplam on dört saatlik bir baskı süresinde tamamlanan, form optimizasyonlu bir koruyucu sığınacağın inşasını mümkün kıldı.

PRABAL girişimi, yerel teknolojinin ve akademi-sanayi iş birliğinin inşaat biliminin sınırlarını nasıl zorlayabileceğini gösteriyor. Bu 3D baskılı sığınacağın konuşlandırılması, Hindistan'da türünün ilk örneği olmakla kalmıyor, aynı za-

manda zorlu arazilerde hızlı, yerinde ve konuşlandırılabilir bir altyapı için de zemin hazırlıyor ve ülkenin savunma hazırlığını daha da güçlendiriyor.

Konuyla ilgili konuşan Simpliforge Creations CEO'su Dhruv Gandhi, "Bu projeyi Ladakh'ın yüksek irtifalı, düşük oksijenli ortamında yürütmek hem ekibimiz hem de makinelerimiz için büyük bir operasyonel zorluktu. Robotik yazıcı sistemi, çevikliğini ve mobilitesini kanıtlayarak 24 saatten kısa sürede kurulup devreye alındı. Düşük oksijen seviyeleri, normalde olduğundan daha düşük enerji çıkışı sağlayan güç sistemlerinin performansından insan verimliliğine kadar her şeyi etkiledi. Düşük nem ve yüksek UV, inşa edilen malzemenin bütünlüğü açısından zorluklar yarattı. Bu kısıtlamalara rağmen, üretim hedeflerimize ulaşarak 5 günlük rekor bir sürede sağlam bir yapı teslim edebildik." dedi.

Prof. KVL Subramaniam - IIT Haydarabad, "Bu projenin en kritik yönlerinden biri, zorlu çevre koşullarında performans gösterecek şekilde özel olarak tasarlanmış malzemelerin geliştirilmesiydi. Düşük oksijen seviyeleri, düşük nem ve önemli termal değişimlerin olduğu yüksek irtifalarda çalışmak, yalnızca yapısal inovasyon değil, aynı zamanda en üst düzeyde malzeme bilimi de gerektiriyordu. IIT Haydarabad'daki ekibimiz, Simpliforge Creations ile iş birliği içinde, üstün mekanik performans, dayanıklılık ve esneklik sunarken şantiyede 3 boyutlu olarak basılabilen bir beton karışımı tasarladı. Kullanıma sunulmadan önce, IIT Haydarabad'ın gelişmiş tesislerinde, bölgeden temin edilen yerel kum ve agregalar ve karışımın reolojisi üzerinde kapsamlı çalışmalar da dâhil olmak üzere kapsamlı testler gerçekleştirdik. Simüle edilmiş çevresel şartlar altında malzeme davranışını anlamak, karışım tasarımını şantiyede kullanıma uygun hâle getirmemizi sağladı. Bu malzeme inovasyonu, böylesine zorlu bir ortamda istenen mukavemet ve yapısal bütünlüğe ulaşmak için temel önem taşıyordu." dedi.

Arun Krishnan, "Proje Prabal, Hindistan Teknoloji Enstitüsü Haydarabad'daki Yüksek Lisans programım sırasında kavramsallaştırılıp başlatıldı. Birkaç ekip ve şirket, 3 boyutlu



yazıcıyla üretilen yapıyı Leh'in yüksek rakımlı arazisine taşımaya çalışmıştı, ancak Ladakh'ın zorlu koşulları zorlu bir meydan okuma oldu. Yazıcıyla üretilen yapı, zorlu testlerden

geçti." Simpliforge Creations'tan Dr. Hari Krishna Jeedipalli, "Hindistan'ın ilk 3 boyutlu yazıcıyla basılmış köprüsünden, dünyanın ilk 3 boyutlu yazıcıyla basılmış ibadethanesine ve Hindistan Ordusu'nun ilk yerinde inşasına kadar 2022'den beri eklemeli inşaatın sınırlarını zorluyoruz." dedi.

Yerel olarak temin edilebilen malzemeler kullanılarak 3 boyutlu yazıcıyla basılmış tıbbi tesis. Her proje ileriye doğru bir sıçramaydı ve Ladakh'taki bu sığınak, dünya dışı yaşama yolculuğumuzda önemli bir dönüm noktası teşkil ediyor.

Dr. Hari Krishna, "İleriye baktığımızda, bu teknolojiyi uzak arazi uygulamaları için ticarileştirmeyi ve bunu Dünya'nın ötesine, Ay ve Mars'taki uzay yaşam alanlarına doğru genişletmeyi öngörüyoruz. Ladakh'ın aşırı açık koşullarında baskı yapmak, dünya dışı ortamlarda çalışmak için bize hayati bilgiler ve doğrulamalar sağladı. Bu, inşaattan çok daha fazlası;

uzay derin teknolojisine yolculuğumuzda bir basamak taşı." diye ekledi.

Kaynak: www.deccanchronicle.com/amp/technology/simpliforgesets-global-benchmark-with-worlds-highest-on-site-3d-printed-structure-in-himalayan-range-1873458

This marks the world's highest-ever in-situ 3D construction printing feat, accomplished under the extreme high altitude and low oxygen (HALO) conditions.

Under the guidance of Prof. K.V.L. Subramaniam of IIT-Hyderabad, Simpliforge Creations and IIT-Hyderabad Teams developed specialized 3D printing technology capable of operating under extreme environmental conditions. This innovation enabled the construction of a form-optimized protective bunker using locally sourced materials, completed over a total printing time of fourteen hours.

The PRABAL initiative showcases how home-grown technology and academic-industry collaboration can push the boundaries of construction science. The deployment of this 3D printed bunker is not only a first-of-its-kind in India but also sets the stage for rapid, on-site, deployable infrastructure in challenging terrains, further strengthening the country's defense preparedness. This groundbreaking project marks a convergence of engineering innovation, military utility, and the Make-in-India spirit—paving the way for future-forward infrastructure solutions.

Kaya atıkları ve lif donatı kullanarak beton üretimi

Yakın zamanda yapılan bir çalışma, tüneller kazılarak elde edilen atık kayayı bazalt lifler veya çelik liflerle takviye ederek uygun maliyetli, yüksek performanslı beton üretmek için pratik bir yöntem ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, inşaat sektöründeki artan malzeme kıtlığı ve çevresel endişeleri ele alırken, israf olacak kaynakları da değerlendirmektedir.



Neden önemli?

Beton üretimi büyük ölçüde doğal kum ve iri agregaya dayanmaktadır, ancak bu kaynaklar giderek azalmaktadır. Aynı zamanda, altyapı projeleri özellikle de otoyol tünelleri genellikle atılan büyük miktarlarda atık kaya üretmektedir. Örneğin Çin'de, çoğunlukla kireç taşı ve dolomitik kireç taşından oluşan bu kazı malzemesinin çoğu, taş ocaklarında kullanılmadan kalmaktadır.

Bu araştırma, kırılmış atık kayanın doğal agregaların yerine kullanılıp kullanılmayacağını ve lif eklemenin betonun dayanımı ve işlenebilirliğinde ortaya çıkan

Using Waste Rock and Fiber Reinforcement to Produce Efficient, High-Performance Concrete

A recent study has demonstrated a practical method for producing cost-effective, high-performance concrete by using waste rock from tunnel excavation, reinforced with basalt or steel fibers. This approach addresses growing material shortages and environmental concerns in the construction industry, while making use of resources that would otherwise go to waste.

değişiklikleri telafi edip edemeyeceğini araştırmaktadır.

Yaklaşım ve malzemeler

Bu fikri test etmek için araştırmacılar, çimento ve uçucu külden yapılmış bir bağlayıcı kullanarak beton karışımları hazırladılar. İri ve ince agregalar, Luxi-Qubei-Guangnan-Funing Otoyolu boyunca uzanan bir tünel projesinden toplanan kırılmış atık kayadan oluşuyordu ve kireç taşı/dolomitik kireç taşı oranı 16:9'du. Karışımın kıvamını iyileştirmek ve büzülmeyi azaltmak için polikarboksilik bir süper akışkanlaştırıcı eklendi.

Çalışmanın temel değişkeni lif takviyesiydi. İki farklı tür lif test edildi:

1, 2 ve 3 kg/m³ oranlarında eklenen bazalt lifler (24 mm) (BF01, BF02, BF03 olarak etiketlenmiştir)

20, 40 ve 60 kg/m³ oranlarında eklenen çelik lifler (35 mm, kancalı uçlar) (SF20, SF40, SF60 olarak etiketlenmiştir)

Tüm karışımlar C50 beton dayanımına ulaşmak üzere tasarlanmıştır. Lif içermeyen bir kontrol karışımı (JF50) referans beton olarak kullanılmıştır.

Hazırlandıktan sonra, taze beton işlenebilirliğin temel bir ölçüsü olan çökme açısından değerlendirilmiştir. 7 ve 28 günlük kürlenmenin ardından sertleştirilmiş numuneler aşağıdaki açılardan test edilmiştir:

- Basınç dayanımı
- Yarmada çekme dayanımı
- Eğilme dayanımı
- İç yoğunluk ve bütünlüğü değerlendirmek için P dalgası hızı

Malzemenin mikroskobik düzeyde davranışını anlamak için, betonun iç yapısını ve lifler ile matris arasındaki etkileşimi incelemek üzere taramalı elektron mikroskobu da (SEM) kullanılmıştır.

Temel bulgular

Bu çalışma, özellikle lif takviyesiyle birleştirildiğinde, atık kayanın beton- da doğal agregaların tam ikamesi olarak kullanılmasının performansını, maliyet etkinliğini ve yapısal uygulanabilirliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, farklı lif türlerinin ve dozajlarının işlenebilirliği, dayanımı ve uzun vadeli dayanıklılığı nasıl etkilediğini, genel ekonomik ve çevresel etkilerini vurgulamaktadır.

Beton karışımına lif eklenmesi, çökme değerlerinde bir azalmaya yol açarak daha düşük işlenebilirliğe işaret etmektedir. Buna rağmen, tüm karışımlar yapısal uygulamalar için kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır. Hem bazalt hem de çelik lifler, optimum bir doza kadar mekanik performansın iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bir noktadan sonra, muhtemelen zayıf lif dağılımı ve kümelenmesi nedeniyle performans düşüşü gözlenmiştir. İlginç bir şekilde, bazalt lif karışımlarındaki basınç dayanımı, test edilen en yüksek dozajda bile artmaya devam etmiştir.

Her lif türünün davranışı, çatlakların nasıl oluştuğunu ve yayıldığını da etkiledi. Bazalt lifler homojen bir şekilde dağıldı ve çatlama dirençli ağ benzeri bir takviye oluşturmaya yardımcı oldu. Daha uzun ve kancalı uçları olan çelik lifler, gerilim altındaki çatlakları köprülemede özellikle etkiliydi. Her iki lif türü de çimento matrisine iyi bağlanarak betonun iç kohezyonunu artırdı.

Maliyet analizi, atık kaya kullanmanın açık bir avantajını ortaya koydu. Doğal agregaların değiştirilmesi, toplam malzeme maliyetlerini %25,5 oranında düşürdü. Lif eklenmesine

rağmen, lif bakımından en zengin bazalt karışımı (BF03), kontrole göre %12,6'lık bir maliyet avantajını korudu. Tüm kombinasyonlar arasında, BF02 karışımı (2 kg/m³ bazalt lif), birim mukavemet başına maliyeti %7,3 (yarmada çekme) ve %5,2 (eğilme) oranında azaltarak en iyi performans-maliyet oranını sağlamıştır.

Buna karşılık, çelik lif karışımları önemli ölçüde daha pahalıydı. En düşük çelik lif dozajı (SF20) maliyetleri yaklaşık %40 artırırken, SF40 gibi orta seviye dozajlar birim mukavemet başına maliyeti iki katından fazla artırmıştır. Bu sonuçlar, bazalt lifin daha pratik ve ölçeklenebilir bir seçenek olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır.

İç yapı analizleri mekanik bulguları desteklemiştir. SEM görüntülemeleri, bazalt liflerin hidrasyonu artırdığını ve matris yoğunluğunu iyileştirerek, özellikle BF02 karışımında daha iyi dayanıklılık ve uzun vadeli performans katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Son değerlendirme

Özetle, çalışma, atık kayanın fiber takviyeyle birlikte kullanıldığında yapısal betondaki doğal agregaların yerini etkili bir şekilde alabileceğini doğrulamaktadır. Çelik lifler daha yüksek tepe dayanımları sağlarken, bazalt lifler dayanım, dayanıklılık ve maliyet açısından daha dengeli bir sonuç sunmuştur. 2 kg/m³ bazalt lif dozu, en verimli ve sürdürülebilir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Bu yaklaşım, sınırlı doğal kaynaklara ve yüksek hacimli hafriyat atığına sahip bölgeler için cazip bir çözüm sunmaktadır.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23787

Why This Matters

Concrete production depends heavily on natural sand and gravel, but these resources are becoming increasingly scarce. At the same time, infrastructure projects - especially highway tunnels - generate large volumes of waste rock that are typically discarded. In China, for instance, most of this excavated material, composed mainly of limestone and dolomitic limestone, ends up unused in quarries.

This research investigates whether crushed waste rock can serve as a substitute for natural aggregates, and whether adding fibers can compensate for the resulting changes in concrete strength and workability.

Approach and Materials

To test this idea, the researchers prepared concrete mixes using a binder made of cement and fly ash.

Karayolu tünellerinde hızla çözünen beton



Deniz suyu, karayolu tünellerindeki betona nüfuz ettiğinde, betonu parçalayan bir biyofilm oluşur. Bu durum, yüksek maliyetlere ve tünel tavanından taş ve beton düşmesi durumunda hasar riskine yol açabilir. İsveç'teki Chalmers Teknoloji Üniversitesindeki bir araştırma ekibi tarafından yürütülen yeni bir çalışmada, bu bozulmanın ardındaki mekanizmalar ve beklenmedik bir şekilde hızlı ilerlemesi ortaya konmuştur.

Taşıt tünelleri kaya içinden inşa edildiğinde, düzgün bir yüzey tabakası oluşturmak ve taşların gevşeyip yola düşmesini önlemek için tavan ve duvarlara beton püskürtülür. Örneğin Oslofjord'da olduğu gibi, tüneller deniz suyuyla çevrili olduğunda, iyi bili-

Concrete in Road Tunnels Decomposes Unexpectedly Fast

When seawater penetrates concrete in road tunnels, a biofilm is formed that breaks down the concrete. This can lead to high costs and the risk of damage if stone and concrete drop from the tunnel roof. In a new study, led by a team of researchers at Chalmers University of Technology in Sweden, research reveals the mechanisms behind the degradation, and its unexpectedly rapid progression.

nen ve sorunlu bir olgu olan "tuzlu su girişi" meydana gelir. Bu, bakterileri tünel ortamına taşıyan ve bakterilerin beton yüzeyinde koloniler (biyofilmler) oluşturmasına neden olan bir süreçtir. Bakteriler betondaki maddelerle beslenir ve yüzeye saldırarak hasara ve gözenekliliğe yol açar. Son bilimsel yayında, araştırmacılar bozulmanın ardındaki mikrobiyolojik süreçler hakkında yeni bilgiler keşfettiler.

Chalmers Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümünde Moleküler Biyoloji ve

Mikrobiyal Ekoloji Doçenti Frank Persson, "2014'ten beri Oslofjord tüneline ölçümler yapıyoruz ve bakterilerin beton yüzeyine yılda bir santimetreye kadar nüfuz ettiğini görebili-



yoruz. Tuzlu su girişi olan yerlerde bir koloniler oluşuyor ve kaplana alanda beton yavaş yavaş çözünüyor.” diyor.

Biyofilm kirlenmesi sadece norveç tünellerine özgü değil

Püskürtme beton, 1990'lardan beri karayolu tünellerinde daha geniş ölçekte kullanılıyor ve o zamandan beri araştırmacılar bu koloni kirlenmesini gözlemleyebiliyor. Buna rağmen, şu anda deniz ortamlarındaki su altı tünellerinde biyokorozyonla ilgili çok az benzer çalışma bulunmaktadır.

Frank Persson ve meslektaşları, İsveç Ulaştırma İdaresinin Norveçli muadili olan Norveç Kamu Yolları İdaresi ile bağlantılı projelerde Oslofjord tüneli ni incelediler, ancak araştırmacılara göre bu fenomen muhtemelen dünya genelindeki benzer ortamlarda da meydana geliyor.

Tünellerde duvarlara ve tavanlara püskürtülen taze betonun pH değeri yüksektir, ancak betonun yaşı ilerledikçe doğal bir kimyasal bozulma meydana gelir ve bu da betonun pH değerinin düşmesine ve ortamı bakteriler için daha elverişli hâle getirmesine neden olur. Bakteriler, betondaki demir, manganez, kükürt ve azotu metabolize ederek beton donatısının korozyonunu ve dolayısıyla beton kaplamanın kendisinin bozulmasını daha da hızlandırır. Araştırmacılar, bu etkileşimli bozulmanın yerel olarak nispeten hızlı olabileceğini gözlemlediler. Aşırı koşullar altında, bakteriler beş yılda 10 cm'ye kadar nüfuz edebilir.

Chalmers Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümü Çevre ve Atıksu Mühendisliği Profesörü Britt-Marie Wilén, “Bu tür bir koloni oldukça açık bir uyarı sinyalidir. Su akışını ve koloninin yayılmasını izlemeniz ve gerekirse tekrar beton püskürtmek için gevşek ve hasarlı betonu tespit etmeniz gerekir.” diyor.

Araştırmacılar, bu koloniye rağmen yol tünellerinin genellikle güvenli olduğunu ve Norveç yetkilileri tarafından izlendiğini vurguluyor. Çalışmalara dayanarak önerileri, betonun pH değerini sürekli ölçmek, kayadan yer altı suyu akışını incelemek ve biyofilmin yayılımını izlemektir. Yer altı suyu akışı, özellikle koloninin pH değerinin daha düşük olduğu düşük akışlarda koloni büyümesini etkiler ve bu da kolonideki asidi nötrleten daha yüksek yer altı suyu akışına kıyasla betonun daha hızlı bozulmasına katkıda bulunur.

When vehicle tunnels are constructed through rock, the roof and walls are sprayed with concrete to create an even surface layer and prevent stones from loosening and falling onto the road. When the tunnels are surrounded by seawater, as in the Oslofjord, for example, a well-known and problematic phenomenon occurs, 'saltwater intrusion'. This is a process which carries bacteria into the tunnel environment and these bacteria then form colonies - biofilms - on the surface of the concrete. The bacteria feed on substances in the concrete and attack the surface, which becomes damaged and porous as a result. In a recent scientific publication, the researchers have discovered new insights about the microbiological processes behind the degradation, and that is happening relatively fast.

Britt-Marie Wilén'e göre, “Mevcut araştırma Norveç'teki Oslofjord tüneline yürütülmüştür, ancak tatlı suyun betona sızabildiği benzer tünellerde de betonun benzer şekilde bozulması muhtemeldir. Deniz suyunun nüfuz ettiği ortamlarda sorun daha büyüktür; çünkü deniz suyu bakteri üremesi için elverişlidir, aynı zamanda tuz da donatıdaki korozyonu hızlandırır. İklim değişikliği okyanusları da ısıtıyor ve daha sıcak suyla birlikte pH değeri daha da düşerek korozyon oranını artırabilir.” diyor.

Chalmers araştırmacıları, Oslofjord tünelineki mikrobiyal toplulukları haritaladı ve daha önce bilinmeyen

yeni mikroorganizmalar keşfedildi. DNA dizileme ve veri işleme için yeni teknikler, bulunanları yorumlamak ve anlamak için yepyeni fırsatlar da sundu.

Kaynak:www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23771

Yapay zekâ ile beton dayanımının tahmini

Araştırmacılar, yapay zekâ ve gömülü sensörler kullanarak betonun erken basınç dayanımını doğru bir şekilde tahmin eden ve geleneksel laboratuvar testlerine göre daha hızlı ve daha güvenilir bir alternatif sunan gerçek zamanlı bir sistem geliştirdiler.



Arka Plan

Betonarme, mukavemeti, dayanıklılığı ve çok yönlülüğü nedeniyle modern inşaatın merkezinde yer almaya devam ediyor.

Performans ölçütleri arasında basınç dayanımı en kritik olanlardan biridir, bir yapının ne kadar yük taşıyabileceğini ve zaman içinde ne kadar iyi dayanabileceğini doğrudan yansıtır.

Tarihsel olarak, bu dayanım standart laboratuvar testleri ile değerlendirilmiştir. Etkili olsalar da bu yöntemler kapsamlı numune hazırlama ve kürleme gerektirir ve bu da proje gecikmelerine yol açabilir, ayrıca malzeme, çevre koşulları veya test uygulamalarındaki farklılıklar nedeniyle değişkenliğe de açıktırlar.

Bu sınırlamalar nedeniyle, daha akıllı ve daha duyarlı yaklaşımlara olan ilgi artmaktadır. Yapay zekâ ve sensör teknolojisindeki son gelişmeler, bu noktada umut verici bir çözüm

sunmaktadır. Sürekli veri toplamayı öngörücü modellemeyle entegre ederek, inşaat ekipleri doğruluğu artırabilir, bekleme sürelerini azaltabilir ve sahada daha hızlı kararlar alabilir.

Araştırmacılar, kürlemenin erken aşamalarında beton dayanımını tahmin etmek için gerçek zamanlı izleme ve özel bir yapay zekâ modelini birleştiren bir sistemi sunmaktadır.

Yöntemler

Bu fikri hayata geçirmek için araştırma ekibi, sensörler ve bağlı cihazlardan oluşan bir ağ etrafında oluşturulmuş

New AI System Accurately Predicts Concrete Strength in Real Time Using Sensor Data

Researchers have developed a real-time system that uses AI and embedded sensors to accurately predict the early compressive strength of concrete, offering a faster, more reliable alternative to traditional lab testing.

Workers work on concrete concreting floors of buildings in construction site, Concept pouring cement build house.

bir izleme sistemi tasarladı. Kurulum, sıcaklık sensörleri, kablosuz iletişim modülleri, merkezi bir veri tabanı sunucusu ve analizleri gerçekleştirecek bir bilgi işlem birimi içeriyordu. Her bileşen belirli bir rol oynadı. Sensörler, hidrasyon sırasında sıcaklık verilerini yakalamak için beton kalıba yerleştirildi veya doğrudan malzemeye gömüldü. İletişim modülleri, verilerin sunucuya güvenilir bir şekilde iletilmesini sağladı. Sunucuya ulaştıktan sonra, merkezi bilgi işlem birimi bilgileri gerçek zamanlı olarak işledi.

Sistemi gerçek bir şantiyede uygulamadan önce, ekip hem laboratuvar hem de saha koşullarında test etti. Bu denemeler, sensörün dayanıklılığını, veri iletim kararlılığını test etmeyi ve bilgi işlem altyapısının gerçek zamanlı işlemeyi hatasız bir şekilde gerçekleştirebileceğini doğrulamayı sağladı.

Donanım doğrulandıktan sonra ekip, tahmine dayalı modeli geliştirmeye geçti. İş akışının bu kısmı dört aşamadan oluşuyordu, sensörlerden ham veri toplama, bilgileri ön işleme tabi tutma, derin öğrenme modellerini eğitime ve son olarak tüm sistemi çalışan bir inşaat ortamına yerleştirmek.

Sonuçlar ve tartışma

Sistem, sürekli sıcaklık verilerini kullanarak betonun erken basınç dayanımını doğru bir şekilde tahmin ederek güçlü bir performans gösterdi. Yapay zekâ modeli, yüksek bir regresyon katsayısı ($R^2 = 0,996$) elde ederek, tutarlı bir şekilde hassas tahminler sunabileceğini gösterdi.

Bu yeteneğin temelinde, gelen sıcaklık verilerini gerçek zamanlı olarak analiz etmek üzere eğitilmiş derin bir sinir ağı yatıyordu. Beton kürlenirken, gömülü sensörler sürekli bir veri akışı sağladı ve yapay zekâ modeli bu veriyi anında mukavemet değerlerini hesaplamak için kullandı. Bu durum, laboratuvar sonuçlarını bekleme ihtiyacını ortadan kaldırarak, malzeme performansı hakkında anında geri bildirim sağladı.

Doğruluğun ötesinde, sistem aynı zamanda uyarlanabilir olacak şekilde tasarlandı. Modüler yapısı, projeye göre ölçeklendirilmesine olanak tanır. Binalar veya yol betonları gibi daha küçük yapılar için daha az sensörlü minimal bir kurulum yeterli olabilir. Tünel veya yüksek yapılar gibi daha büyük ve daha karmaşık projeler için sistem, daha geniş bir sensör ağı ve daha gelişmiş analizler içerecek şekilde genişletilebilir.

Yapay zekâ modelinin kendisi de özelleştirilebilir. Yerel koşulları, benzersiz beton karışımlarını ve değişen çevresel faktörleri hesaba katmak için projeye özgü verilerle yeniden eğitilebilir. Bu, sistemin tek tip olmadığı anlamına gelir, farklı inşaat bağlamlarının taleplerini karşılayacak şekilde gelişebilir ve hem güvenilirliği hem de değeri artırabilir.

Sırada ne var?

Araştırmacılar, yapay zekâ ve gerçek zamanlı algılamayı birleştirerek, erken kürlenme sırasında beton dayanımını tahmin etmek için pratik bir yöntem geliştirdiler. Sistem yalnızca doğruluğu artırmakla kalmıyor, aynı zamanda inşaat iş akışlarını kolaylaştırabilecek ve belirsizliği azaltabilecek anında içgörüler de sunuyor.

İleriye baktığımızda, sistemi daha da geliştirmek için fırsatlar var. Özellikle karmaşık saha ortamlarında kablosuz iletişimin dayanıklılığını artırmak, kesintisiz veri akışının sağlanmasına yardımcı olacaktır. Düşük güçlü iletişim protokollerinin kullanılması da pil ömrünü uzatılması sistemi uzun vadede daha sürdürülebilir hâle getirebilir.

Enerji yönetimi de odaklanılan bir diğer konudur. Güneş panelleri, enerji toplama cihazları veya uzun ömürlü piller gibi doğru çözümlerle, sensörler zorlu veya uzak yerlerde bile çalışır durumda kalabilir.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23796

Study: Real-time prediction of early concrete compressive strength using AI and hydration monitoring. Image Credit: Parilov/Shutterstock.com

Background

Reinforced concrete remains central to modern construction because of its strength, durability, and versatility. Among its performance measures, compressive strength is one of the most critical - it directly reflects how much load a structure can bear and how well it holds up over time.

Historically, this strength has been assessed through standardized lab tests. While effective, these methods require extensive sample preparation and curing, which can lead to project delays. They're also vulnerable to variability due to differences in materials, environmental conditions, or testing practices.

Because of these limitations, there's growing interest in smarter, more responsive approaches.

This is where recent advances in AI and sensor technology offer a promising solution. By integrating continuous data collection with predictive modeling, construction teams can improve accuracy, reduce wait times, and make faster decisions on-site.

In this study, the researchers present one such system, combining real-time monitoring and a custom AI model to predict concrete strength during the early stages of curing.

Öngörücü Bakımın Beton Transmikser Operasyonlarındaki Rolü



Veri ve teknolojiyi öngörücü bakım için kullanmak, beton operasyonları için paha biçilmez olabilir.

Öngörücü bakım, inşaat sektöründe filo yönetiminin görünümünü hızla dönüştürüyor. Özellikle çalışma süresi, güvenilirlik ve verimliliğin kritik öneme sahip olduğu beton sektöründe, öngörücü bir bakım stratejisi uygulamak önemli faydalar sağlayabilir. Öngörücü bakım, ekipman veya

6 Ways Predictive Maintenance Impacts Concrete Truck Ops

Leveraging data and technology for predictive maintenance can be invaluable for concrete operations.

Predictive maintenance is rapidly transforming the landscape of fleet management across the construction industry.

makinelerin ne zaman bakıma ihtiyaç duyacağını öngörmek için veri ve teknolojiden yararlanır. Bu yaklaşım, özellikle bir transmikser filosunun sıkışık programlarda kritik yükler taşıdığı, yoğun ve sürekli kullanımda olduğu beton operasyonları için değerlidir.

Öngörücü bakımın bir beton işletmesinin günlük operasyonlarını olumlu yönde etkileyerek operasyonel verimliliği, güvenliği, maliyet tasarrufunu ve müşteri memnuni-

yetini artırabileceği 6 yol aşağıda verilmiştir.

Gelişmiş operasyonel verimlilik

Öngörücü bakım, beton transmikserlerine takılı sensör ve telematik cihazlardan gelen verilere dayanır. Bu cihazlar, motor sıcaklığı, yağ basıncı, lastik basıncı ve diğer temel parametreler gibi ölçümleri izler. Filo yöneticileri, bunları gerçek zamanlı olarak izleyerek transmikserin operasyonel durumu hakkında bilgi edinir ve arızalara tepki vermek yerine proaktif bir şekilde bakım planlaması yapabilirler.

Beton operasyonlarında, duruşlar doğrudan gelir ve verimlilik kaybına yol açar. Beton transmikserlerinin betonu zamanında taşımak ve teslim etmek için belirli bir programa uyması gerekir. Diğer teslimat malzemelerinin aksine,

betonun optimum kaliteyi sağlamak için belirli bir zaman dilimi içinde kullanılması gerekir, bu nedenle herhangi bir arıza veya gecikme yük israfına neden olabilir. Öngörücü bakım, filo yöneticilerinin potansiyel sorunları kritik hâle gelmeden önce ele almalarına olanak tanıyarak plansız duruşları en aza indirir ve transmikserlerin ihtiyaç duyulduğunda çalışır durumda kalmasını ve betonun taze ve zamanında ulaşmasını sağlar.

Düşük bakım maliyetleri

Öngörücü bakımın önemli bir avantajı, maliyet tasarrufu potansiyelidir. Geleneksel olarak bakım, önleyici veya reaktiftir. Önleyici bakım, transmikserlerin belirli bir programa göre bakımını içerir, ancak çoğu zaman bir transmikserde bakım öncesinde bilinmeyen birden fazla sorun ortaya çıkar ve bu da uzun onarım sürelerine ve duruşlara yol açar. Reaktif bakım ise arıza sonrasında ortaya çıkan sorunları ele alır ve genellikle pahalı onarımlara ve verimlilik kaybına neden olur.

Öngörücü bakım, bir parçanın ne zaman arızalanabileceğini tahmin etmek için verileri kullanarak denge kurarken, aynı zamanda bu araçların ve teknisyenlerin içinde çalıştığı hızlı tempolu ortam nedeniyle genellikle gözden kaçan sorunları da ortaya çıkarır. Bu, parçaların yalnızca gerektiğinde değiş-

In the concrete industry specifically, where uptime, reliability, and efficiency are crucial, implementing a predictive maintenance strategy can provide substantial benefits. Predictive maintenance leverages data and technology to anticipate when equipment or machinery are in need of servicing. This approach is especially valuable for concrete operations, where a fleet of trucks is often under heavy and continuous use, carrying critical loads on tight schedules.

Here are six ways predictive maintenance can positively impact the daily operations of a concrete business, enhancing operational efficiency, safety, cost savings, and customer satisfaction.

Enhanced Operational Efficiency

Predictive maintenance relies on data from sensors and telematics devices installed on concrete trucks, which track metrics such as engine temperature, oil pressure, tire pressure, and other essential parameters. By monitoring these in real time, fleet managers gain insights into the truck's operational health, allowing them to schedule maintenance proactively instead of reacting to breakdowns.

tirilmesi, böylece erken aşınmanın önlenmesi ve bileşenlerin ömrünün uzatılması anlamına gelir. Zamanla, öngörücü bakım, büyük arızaları önleyerek, tekrarlanan atölye ziyaretlerinin sıklığını azaltarak ve onarımlarla ilişkili işçilik maliyetlerini optimize ederek genel bakım maliyetlerini düşürür.

Uzun ömür ve daha yüksek varlık kullanımı

Beton transmikserleri ve pompaları, her türlü işletme için önemli bir yatırımdır ve kullanım ömürlerini en üst düzeye çıkarmak, iyi bir yatırım getirisi sağlamak için kritik öneme sahiptir. Kestirimci bakım, motorlarda, şanzimanlarda ve diğer kritik bileşenlerde aşırı aşınma ve yıpranmayı önleyerek beton transmikserlerinin çalışma ömrünü uzatabilir. Transmikserler, gerçek kullanım ve gerçek

zamanlı koşullara göre yalnızca ihtiyaç duyulduğunda bakım gördüğünde, daha az arıza yaşar, daha az arızaya maruz kalır ve yolda daha uzun süre kalırlar.

Ayrıca, öngörücü bakım, filo ve inşaat yöneticilerinin tutarlı ve verimli bir transmikser rotasyonu sürdürmesini sağlayarak daha iyi varlık kullanımı sağlar. Daha fazla aracın çalışır durumda tutulması, operasyonların potansiyel arıza sürelerini karşılamak için ek bir transmikser havuzu bulundurmaktan zordur kalmadan talep dalgalanmalarını daha etkili bir şekilde karşılayabilmesini ve genel maliyetleri düşürmesini sağlar.

Artan müşteri memnuniyeti ve güvenilirlik

Güvenilirlik, her sektör için müşteri memnuniyetinin temel bir bileşenidir. İnşaat projeleri genellikle sıkı teslim tarihlerine tabidir ve gecikmiş bir beton teslimatı tüm projeyi geciktirecek maliyet artışlarına ve hayal kırıklığına neden olabilir. Arızaları en aza indirerek ve beton transmikserlerinin optimum durumda olmasını sağlayarak kestirimci bakım, teslimatların zamanında ve güvenilir olmasını sağlamaya yardımcı olur.

Öngörücü bakım aynı zamanda güven de yaratabilir. Bir şirketin filosunun bakımlı olduğunu ve kesinti yaşama olasılığının daha düşük olduğunu bilmek, müşterilere şirketin hizmetlerine güven verebilir. Şirketler güvenilirlik konusunda itibar

kazandıkça, tekrarlayan işlerden ve olumlu kulaktan kulağa tavsiyelerden faydalanarak pazar konumlarını daha da güçlendirebilir.

Optimize edilmiş envanter ve parça yönetimi

Öngörücü bakımın sıklıkla gözden kaçan faydalarından biri, envanter yönetimi üzerindeki etkisidir. Geleneksel olarak, şirketler beklenmedik arızalara hazırlıklı olmak için parça stoklayabilirler ancak, büyük bir parça stoku tutmak bütçeleri zorlayabilir ve atölye alanını işgal edebilir. Öte yandan öngörücü bakım, şirketlerin gerçek zamanlı verilere dayanarak belirli parça ihtiyaçlarını tahmin etmelerini sağlar.

Örneğin, belirli bir parti transmikseri dizel partikül filtresi değişimleriyle ilgili sorun eğilimleri gösteriyorsa, bir filo yöneticisi yedek parçaları önceden sipariş ederek tam ihtiyaç duyulduğunda hazır olmalarını sağlayabilir. Bu yaklaşım yalnızca envanter maliyetlerini optimize etmekle kalmaz, aynı zamanda kritik parçaların kolayca bulunabilmesini sağlayarak onarım süresini kısaltır.

Sürdürülebilirlik etkisi

Günümüz dünyasında, şirketlerin sürdürülebilir uygulamaları benimsemeleri giderek daha fazla beklenmektedir. Öngörücü bakım, gereksiz bakım faaliyetlerini azaltması yoluyla bu hedeflerle uyumludur. Bakımı iyi yapılmış bir transmikser daha verimli çalışır, daha az yakıt tüketir ve daha az kirletici madde yayar.

Daha az arıza yaşayan transmikserler ayrıca onarımlar sırasında daha az rölantide kalır, bu da çevresel ayak izlerini ve yakıt maliyetlerini daha da azaltır. Bir beton şirketi, bakımı optimize ederek sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunabilir, çevresel etkisini azaltabilir ve potansiyel olarak çevreye duyarlı müşterileri çekebilir.

Öngörücü bakım, özellikle beton transmikserlerinin yöneti-

Reduced Maintenance Costs

A significant advantage of predictive maintenance is its cost-saving potential. Traditionally, maintenance is either preventive or reactive. Preventive maintenance involves servicing trucks on a set schedule, but many times there are multiple issues occurring on a truck that are not known prior to servicing, leading to extended repair and downtimes. Reactive maintenance, on the other hand, addresses issues after a breakdown, often resulting in expensive repairs and lost productivity.

Predictive maintenance strikes a balance by using data to predict when a part is likely to fail, but also surfacing issues commonly overlooked due to the fast-paced environment these vehicles and technicians operate in. This means only replacing parts when necessary, thus avoiding premature wear and extending the lifespan of components. Over time, predictive maintenance reduces overall maintenance costs by preventing major breakdowns, lowering the frequency of repeat shop visits, and optimizing labor costs associated with repairs.

Extended Lifespan and Higher Asset Utilization
Concrete mixers and pumps represent a substantial investment for any operation, and maximizing their lifespan is critical for ensuring a good return on investment. Predictive maintenance can extend the operational life of concrete trucks by preventing excessive wear and tear on engines, transmissions, and other critical components. When trucks are maintained only as needed, based on actual usage and real-time conditions, they experience less downtime, endure fewer breakdowns, and remain on the road longer.

minde dönüştürücü faydalar sunar. Reaktif ve önleyici bakımdan öngörücü stratejilere geçiş yaparak, beton şirketleri daha yüksek operasyonel verimlilik, maliyet tasarrufu ve gelişmiş güvenlik elde edebilir. Bu yaklaşım, değerli varlıkların ömrünü uzatmanın yanı sıra zamanında ve güvenilir teslimatlar sağlayarak müşterileri memnuniyetini de artırır. Dahası, öngörücü bakım sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyerek, genel bakım harcamalarını azaltmak isteyen şirketler için değerli bir varlık hâline gelir. Teknoloji gelişmeye devam ettikçe, öngörücü bakımın inşaat sektöründe filo yönetiminin önemli bir parçası hâline gelmesi ve beton işletmelerinin ve yüklenicilerin zorlu ve hızlı tempolu bir pazarda rekabet gücünü korumasına yardımcı olması muhtemeldir.

Öngörücü bakım uygulaması: somut operasyonlar için pratik adımlar

Öngörücü bakımın değeri açıktır; öngörücü bakım stratejilerini uygulamak zahmetsizdir.

Telematik sistemleri: Öngörücü bakım sistemleri, araçlara hâlihazırda takılı cihazlardan gelen mevcut telematik verilerini kullanır, herhangi bir donanım gerektirmez.

İş emri yönetim sistemleri: Öngörücü bakım sağlayıcıları, mevcut iş emri yönetim sisteminizle entegre olarak

operasyonel verimliliği artırır ve yeni stratejiyi filo genelinde sorunsuz bir şekilde uygular.

Filo yöneticilerine ve formenlere eğitim: Geleneksel bakımdan öngörücü bakıma geçiş, sunulan verilerin ne kadar açıklayıcı olması nedeniyle minimum eğitim gerektirir.

Verilere dayalı bakım protokolleri: Toplanan verilerden elde edilen bilgileri kullanarak yeni bakım programları ve protokolleri oluşturmak mümkündür.

Kaynak: www.forconstructionpros.com/concrete/equipment-products/technology-services/article/22928371/uptake-6-benefits-of-concrete-truck-predictive-maintenance

Dünyanın en yüksek 3D baskılı binası



Dünyanın en yüksek 3D baskılı binası olan 30 metrelik Tor Alva (Beyaz Kule), İsviçre'de benzersiz bir robotik inşaat tekniği kullanılarak tamamlandı. Nüfusun az olduğu dağ köyü Mulegns'te inşa edilen yapı, ETH Zürih araştırmacıları ve Origen Kültür Vakfı arasındaki bir iş birliği projesiydi.

Beyaz Kule, dört kat boyunca yükselen ve kule yukarı doğru uzadıkça incelen ve daha dallı hâle gelen 32 adet beyaz beton sütundan oluşuyor. Dallar, tepede kubbeli bir alan oluşturmak için bir ağaç gibi yelpaze gibi açılıyor.

Geleneksel beton kalıplar yerine, inşaat ekibi, endüstriyel bir robotun betonu herhangi bir destekleyici döküm kalıbı olmadan katman katman serbest formlu elemanlara uyguladığı bir eklemeli üretim sürecini tercih etti. Tasarım, dekoratif ve yapısal unsurları aynı anda üreten karmaşık algoritmalara dayanıyor.

World's tallest 3D-printed building completed using robot construction technique

The world's tallest 3D-printed building, the 30-metre Tor Alva (White Tower), has been completed in Switzerland using a unique robotic construction technique.

Built in the sparsely populated mountain village of Mulegns, the project was a collaboration between researchers at ETH Zurich and cultural foundation Origen.

Proje için özel bir beton türü geliştirildi. Bu tür hassas yapıları birbirine bağlayacak kadar yumuşak olmalı, sonraki katmanları destekleyecek kadar hızlı sertleşmeliydi. Beton basınçlı nozuldan çıkmadan hemen önce, karışıma iki katkı maddesi eklenerek kolonlarda damlacık benzeri bir desen elde edildi.

ETH araştırmacılarına göre, yapı benzersiz çünkü 3 boyutlu yazdırılmış elemanlar yalnızca bir kabuk görevi görmekle kalmıyor, aynı zamanda yük taşıyıcı görevi de görüyor. Şimdiye kadar, 3 boyutlu yazdırılmış betonu etkili bir şekilde güçlendirmek için uygun bir yöntem bulunmuyordu.

Bir robot betonu katmanlar hâlinde uygularken, ikincisi yeni yapıya her 20 cm'de bir halka şeklinde bir donatı yerleştirildi. Halka şeklindeki bu yatay donatı, baskıdan sonra eklenen uzunlamasına donatılarla destekleniyor. Araştırmacılar ayrıca, 3 boyutlu yazdırılmış betonun yük taşıma kapasitesinin güvenilir bir şekilde hesaplanmasını sağlayan yeni bir test yöntemi de geliştirdiler. Bu yöntem, bu tür binaların gelecekte güvenli bir şekilde test edilebilmesi için temel bir gerekliliktir.

ETH Hönggerberg Kampüsündeki kolonların basımı beş ay sürdü. Bileşenler daha sonra Savognin'de monte edildi ve

bir araçla Mulegns'e teslim edildi. Açılış töreninde konuşan Origen'in kurucusu Giovanni Netzer, "Dijital tasarım, gelecekteki işçilik, kültürel hafıza ve sanatsal biçim arasındaki etkileşimden çok etkilendim. Beyaz Kule teknik bir zaferden çok daha fazlası, inşaat sektörüne ilham veriyor, sürdürülebilir turizmi teşvik ediyor ve yeni bir kültürel alan sunuyor. Aynı zamanda yok olmaya yüz tutmuş bir köye yeni bir şans veriyor. Bu olağanüstü." dedi.

Mimar Michael Hansmeyer ve ETH dijital yapı teknolojileri profesörü Benjamin Dillenburger tarafından tasarlanan

Kule, rehberli turlar için her gün açık olacak ve sahneli performanslara ev sahipliği yapacak. Kulenin, sökülüp başka bir yerde yeniden inşa edilmeden önce yaklaşık beş yıl boyunca Mulegns'te kalması planlanıyor.

Kaynak: eandt.theiet.org/2025/05/23/worlds-tallest-3d-printed-building-completed-using-robot-construction-technique

Soğuk hava betonu için farklı bir yöntem



Drexel Üniversitesi mühendisleri, soğuk havalarda yavaşça ısınmak üzere tasarlanmış bir beton karışımının, dış mekânlarda zararlı donma-çözülme döngülerini azaltabileceğini ve soğuk iklimler için daha uzun ömürlü zemin kaplama betonları sağlayabileceğini gösterdi. Mühendislik Fakültesinin Gelişmiş Altyapı Malzemeleri Laboratuvarı tarafından yürütülen çalışma, Philadelphia kışlarında laboratuvar dışında performansı doğrulamış ve ekibin kendi kendini ısıtan, buz çözücü betonunu geliştirdi.

Araştırmacılar, betona düşük sıcaklıkta faz değişim malzemesi eklemenin iki yolunu karşılaştırdılar. Bir karışımda, sıvı parafin hafif agregaların gözeneklerine çekiliyor, böylece her taş küçük bir ısı pili gibi davranıyor. Diğerinde ise parafin mikroskobik polimer kapsüllerin içine kapatılıyor ve betona karıştırılarak daha hızlı ve daha çabuk azalan bir ısı dalgası oluşturuluyor.

Laboratuvarın yöneten İnşaat, Mimarlık ve Çevre Mühendisliği Profesörü Dr. Amir Farnam, "Parafini gözenekli hafif agregaya yüklediğimizde, gözenekler mikro rezervuarlar gibi davranır. Bu gözenek sınırlaması, kılcal basınç fenomeni nedeniyle parafinin normal katılma noktasının birkaç derece altında sıvı hâlde kalmasını sağlar, böylece ısıyı bir anda de-

ğil, birkaç saat boyunca kademeli olarak salar. Bu daha geniş zaman aralığı, sıradan döşemelerde gördüğümüz donma-çözülme döngüsünü engeller." diyor.

Ekip, birkaç kış boyunca açık hava test döşemelerini izledi ve eş zamanlı olarak çevre odası deneyleri yürüttü. Gözenekli agregaya karışımı, soğuma dönemlerinde yüzeyini sürekli olarak donma noktasının birkaç derece üzerinde tuttu ve hafif kar yağışı oluşur oluşmaz eritmeye başladı. Mikro kapsül karışımı, geçiş sıcaklığına yakın daha kısa ve daha keskin bir yükseliş üretti.

Enstrümantasyon ve veri analizine öncülük eden doktora adayı ve ortak yazar Sharaniya Visvalingam, "Gerçek döşemelerde asla düzgün, tekrarlanabilir sıcaklık artışları görülmez. Alan verilerimizde, agregaya bazlı faz değişim malzemesi, düşen sıcaklıklarda daha erken tepki verdi ve yüzeyi saatlerce donma noktasının birkaç derece üzerinde tuttu. Bu tampon görevi görmesi, küçük çatlaklara neden olan ve suyun içeri girmesine yol açan donma-çözülme dalgalarını azaltır." diyor.

Drexel Engineers' Cold-Weather Concrete Delivers in Large-scale Outdoor Tests

Drexel University engineers have shown that a concrete mix designed to gently warm itself in cold weather can cut damaging freeze-thaw cycles outdoors, pointing to longer-lasting pavements for cold climates. Led by the College of Engineering's Advanced Infrastructure Materials Lab, the study validates performance outside the lab in Philadelphia winters and advances the team's self-heating, de-icing concrete.

The researchers compared two ways of adding low-temperature phase-change material to concrete. In one mix, liquid paraffin is drawn into the pores of lightweight aggregate so each stone acts like a small heat battery. In the other, paraffin is sealed inside microscopic polymer capsules and blended into concrete, creating a quicker heat pulse that tapers sooner.

Dayanıklılık sonuçları da aynı yöne işaret ediyor. Agregada faz değişim malzemesi bulunan numuneler, suyu daha yavaş emdi, referans ve mikro kapsül karışımlarına göre daha düşük bir genel nem seviyesini korudu. Mekanik testler, agregaya karışımı için geleneksel betonla aynı düzeyde dayanıklılık gösterdi.

Ortak yazar Robin Deb, "Küçük kar ve soğuk hava dalgaları sırasında yeterince sıcak kalan kaldırımlar, buz oluşumunu azaltabilir, tuz ihtiyacını azaltabilir ve yolları ve kaldırımları kış boyunca daha iyi durumda tutabilir. Bu, daha güvenli seyahat ve daha az yıkıcı onarım anlamına gelir. Ek olarak, nemi betondan uzak tutmak, uzun vadede soğuk iklimde betonun dayanıklılığını artıracak ve betona daha uzun yıllar boyunca umut vadeden işlevsellikler kazandıracaktır." dedi.

Kaynak: drexel.edu/engineering/news-events/news/archive/2025/November/cold-weather-concrete-outdoor-tests/

Beton ve çimentoyu daha iklim dostu hâle getirebilecek yeni bir malzeme



Ağırlığının yarısı kadar karbondioksit tutan bu malzeme, sera gazını hapsederken beton ve diğer inşaat malzemelerinde kumun yerini alabilir.

Yenilikçi bir süreç, CO₂'i karbonu hapseden katı ve dayanıklı malzemelere dönüştürüyor. Northwestern Üniversitesi'ndeki bilim insanları, deniz suyu, elektrik ve karbondioksit (CO₂) kullanarak yeni bir karbon negatif yapı malzemesi geliştirdiler.

İklim ısınmaya devam ederken, dünya çapındaki araştırmacılar atmosferden CO₂ yakalayıp yer altında depolamanın yollarını arıyor. Bu yöntem çeşitli iklim avantajları sunsa da atmosferdeki CO₂'in potansiyel değerinden tam olarak yararlanamıyor.

Northwestern'in yeni yaklaşımı, CO₂'i kalıcı olarak hapsederek onu beton, çimento, alçı ve boya üretiminde kullanılabilen faydalı malzemelere dönüştürerek bu sorunu çözüyor. Bu süreç aynı zamanda ulaşım da dâhil olmak üzere çeşitli uygulamalara sahip temiz bir yakıt olan hidrojen gazı da üretiyor.

Çalışmaya liderlik eden Northwestern'dan Alessandro Rotta Loria, "Deniz suyunu kullanarak karbon negatif inşaat malzemeleri üretmemizi sağlayan yeni bir yaklaşım geliştirdik. Çimento, beton, boya ve alçılar genellikle kalsiyum ve magnezyum bazlı minerallerden oluşur veya bunlardan türetilir; bu mineraller genellikle agregalardan, yani kum gibi maddelerden elde edilir. Şu anda kum, dağlardan, nehir yataklarından, kıyılardan ve okyanus tabanından madencilik yoluyla elde ediliyor. Biz kum kaynağına alternatif bir yaklaşım geliştirdik ve toprağı kazarak değil, elektrik ve CO₂ kullanarak deniz suyunda kum benzeri malzemeler geliştiriyoruz." dedi.

Deniz kabuğundan ilham alan bilim

Rotta Loria, Northwestern Üniversitesi McCormick Mühendislik Fakültesinde İnşaat ve Çevre Mühendisliği alanında Louis Berger Yardımcı Doçenti olarak görev yapmaktadır.

Yeni çalışma, Rotta Loria'nın laboratuvarında betonda uzun süreli CO₂ depolamak ve deniz suyunu elektrikleştirerek deniz tabanını çimentolamak için kullanılan önceki çalışmalara dayanıyor. Şimdi, laboratuvarında deniz suyuna elektrik uygularken CO₂ enjekte ederek bu iki projeden edindiği bilgilerden yararlanıyor.

Rotta Loria, "Araştırma grubumuz, inşaat ve endüstriyel süreçleri yenilemek için elektrikten yararlanmaya çalışıyor ayrıca deniz suyunu kullanmayı seviyoruz çünkü doğal olarak bol bulunan bir kaynak. Tatlı su gibi kıt değil." diyor.

Karbon negatif malzemeyi üretmek için araştırmacılar, deniz suyuna elektrotlar yerleştirip elektrik akımı uygulayarak başladılar. Düşük elektrik akımı, su moleküllerini hidrojen gazı ve hidroksit iyonlarına ayırabiliyor. Araştırmacılar, elektrik

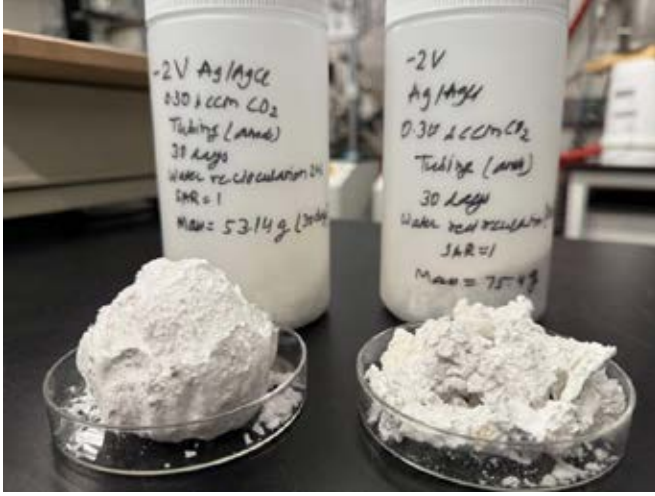
akımını açık tutarken deniz suyundan CO₂ gazı geçirdiler. Bu işlem, suyun kimyasal bileşimini değiştirerek bikarbonat iyonlarının konsantrasyonunu artırdı.

Scientists Develop New Material That Could Make Concrete and Cement More Climate-Friendly

An innovative process converts CO₂ into solid, durable materials that trap carbon.

Using seawater, electricity, and carbon dioxide (CO₂), scientists at Northwestern University have developed a new carbon-negative building material.

As the climate continues to warm, researchers around the world are searching for ways to capture CO₂ from the atmosphere and store it underground. While this method offers several climate benefits, it does not fully capitalize on the potential value of atmospheric CO₂.



Ağırlığının yarısı kadar karbondioksit tutan bu malzeme, sera gazını hapsederken beton ve diğer inşaat malzemelerinde kumun yerini alabilir.

Son olarak, hidroksit iyonları ve bikarbonat iyonları, deniz suyunda doğal olarak bulunan kalsiyum ve magnezyum gibi diğer çözülmüş iyonlarla reaksiyona girdi. Bu reaksiyon, kalsiyum karbonat ve magnezyum hidroksit de dâhil olmak üzere katı mineraller üretti. Kalsiyum karbonat doğrudan bir karbon yutağı görevi görürken, magnezyum hidroksit, CO₂ ile daha fazla etkileşime girerek karbonu hapseder.

Rotta Loria, bu süreci, çözülmüş iyonları kalsiyum karbonata dönüştürmek için metabolik enerjiyi kullanan mercan ve yumuşakçaların kabuklarını oluşturmak için kullandıkları tekniğe benzetiyor. Araştırmacılar, süreci başlatmak için metabolik enerji yerine elektrik enerjisi kullanarak, CO₂ enjeksiyonuyla mineralizasyonu artırdılar.

Çifte Keşif

Araştırmacılar, deneyler yoluyla iki önemli keşifte bulundular. Mineralleri kuma dönüştürdüler, ancak aynı zamanda deneysel faktörleri kontrol ederek bu malzemelerin bileşimini de değiştirebildiler. Bunlar arasında elektrik voltajı ve akımı, CO₂ enjeksiyonunun akış hızı, zamanlaması, süresi ve reaktördeki deniz suyu devridaiminin akış hızı, zamanlaması ve süresi de vardı.

Koşullara bağlı olarak ortaya çıkan maddeler, daha pullu ve daha gözenekli veya daha yoğun ve daha serttir, ancak her zaman esas olarak kalsiyum karbonat ve/veya magnezyum hidroksitten oluşurlar. Araştırmacılar, malzemeleri bir elekt-

rot etrafında veya doğrudan çözelti içinde büyütebilirler.

Rotta Loria, "Bu malzemeleri ürettiğimizde, kimyasal bileşim, boyut, şekil ve gözeneklilik gibi özelliklerini tamamen kontrol edebileceğimizi gösterdik. Bu bize farklı uygulamalara uygun malzemeler geliştirme konusunda biraz esneklik sağlıyor." dedi.

Bu malzemeler, betonda kum ve/veya çakıl yerine kullanılabilir ve her yerde bulunan bu yapı malzemesinin %60-70'ini oluşturan önemli bir bileşendir. Bir diğer alan ise inşa edilmiş çevrede temel kaplama malzemeleri olan çimento, sıva ve boya üretiminde kullanılabilir.

Yapılarda karbon depolama

Mineral oranına bağlı olarak, malzeme ağırlığının yarısından fazlasını CO₂ olarak tutabilir. Örneğin, yarı kalsiyum karbonat ve yarı magnezyum hidroksitten oluşan bu malzemenin 1 tonu, yarım tondan fazla CO₂ depolama kapasitesine sahiptir.

Rotta Loria, ayrıca malzemenin kum veya toz yerine kullanılması durumunda beton veya çimentonun mukavemetini zayıflatmayacağını da belirtiyor.

Rotta Loria, endüstrinin ekosistemleri ve deniz yaşamını rahatsız etmemek için bu tekniği doğrudan okyanusa değil, son derece ölçeklenebilir, modüler reaktörlerde uygulayabileceğini öngörüyor. "Bu yaklaşım, su kaynaklarının ve su atıklarının kimyasının tam kontrolünü sağlayacak ve bunlar yalnızca yeterli arıtma ve çevresel

doğrulamalardan sonra açık deniz suyuna yeniden enjekte edilecek." diyor.

Dünya Ekonomik Forumu'na göre, küresel CO₂ emisyonlarının %8'inden sorumlu olan çimento endüstrisi, dünyanın dördüncü en büyük karbon salıncısıdır. Beton üretimiyle birleştirildiğinde bu rakam daha da yükselmektedir. Rotta Loria, bu CO₂'in bir kısmını beton ve çimentoya geri vererek inşaat ve imalat için daha sürdürülebilir malzemeler üretmeyi öngörüyor.

Rotta Loria, "CO₂'i kaynağında hapsederek bir döngüsellik yaratabiliriz. Beton ve çimento fabrikaları kıyı şeritlerinde yer alırsa, hemen yanlarındaki okyanusu, CO₂'in temiz elektrikle inşaat sektöründe sayısız uygulamada kullanılacak malzemelere dönüştürüldüğü özel reaktörleri beslemek için kullanabiliriz. Böylece bu malzemeler gerçek anlamda karbon yutakları haline gelir." dedi.

Kaynak: scitechdaily.com/scientists-develop-new-material-that-could-make-concrete-and-cement-more-climate-friendly/

Northwestern's new approach tackles this issue by permanently locking away CO₂ and converting it into useful materials that can be used to manufacture concrete, cement, plaster, and paint. The process also produces hydrogen gas, a clean fuel with a range of applications, including transportation. The study will be published on March 19 in the journal *Advanced Sustainable Systems*.

Yapay zekâ, sürdürülebilir beton karışımlarını optimize ediyor

Araştırmacılar, mukavemet, maliyet ve sürdürülebilirliği dengeleyerek gerçek zamanlı olarak çevre dostu beton karışımları tasarlayan yeni bir yapay zekâ destekli yöntem geliştirdiler.



Scientific Reports dergisinde yayımlanan yeni bir çalışma, çevre dostu beton karışımları tasarlamak için derin sinir ağlarını (DNN'ler) çok amaçlı parçacık sürü optimizasyonu (MOPSO) birleştiren veri odaklı bir çerçeve sunuyor. Optimize edilmiş formülasyonlar, çimento içeriğini %25'e kadar azaltırken 50 MPa'nın üzerinde basınç dayanımları elde etti. Bu da geleneksel tasarımlara kıyasla yaklaşık %15'lik bir toplam maliyet tasarrufu anlamına geliyor.

Arka plan

Geleneksel beton karışım tasarımı genellikle deneme-yanılma yöntemlerine

AI-Powered Framework Optimizes Sustainable Concrete Mixes

Researchers have developed a novel AI-driven framework that designs eco-friendly concrete mixes by balancing strength, cost, and sustainability in real time.

A new study published in Scientific Reports introduces a data-driven framework that combines deep neural networks (DNNs) with multi-objective particle swarm optimization (MOPSO) to design environmentally conscious concrete mixes.

dayanır ve bu da özellikle dayanım, maliyet ve sürdürülebilirlik arasında denge kurarken zaman alıcı ve verimsiz olabilir. Hesaplamalı modellemedeki son gelişmelerle birlikte, daha sistematik ve veriye dayalı yaklaşımlar uygulanabilir hâle gelmiştir.

Makine öğrenimi ve özellikle derin öğrenme, bileşen oranları ve kürlenme süresi gibi girdi değişkenleri ile basınç dayanımı ve dayanıklılık gibi performans ölçütleri arasındaki karmaşık, doğrusal olmayan ilişkileri modelleme olanağı sunar. Aynı zamanda, optimizasyon algoritmaları, rekabet eden hedefler arasın-

da optimum dengeleri bularak sürdürülebilirlik endişelerini gidermek için kullanılmaktadır.

Bu çalışma, bütünlük bir yaklaşım sunmaktadır. Derin öğrenme modeli beton basınç dayanımını tahmin ederken, çok amaçlı bir optimizasyon rutini dayanımı en üst düzeye çıkarmayı, çimento içeriğini en aza indirmeyi ve genel maliyeti düşürmeyi amaçlamaktadır. Sistem, geçmiş verilerden öğrenmek için DNN'leri kullanır ve tasarım alanında verimli bir şekilde gezinmek için MOPSO'yu uygular.

Yöntemler

Önerilen metodoloji birkaç aşamadan oluşmaktadır; veri ön işleme, model geliştirme, hiperparametre ayarlama, değerlendirme ve doğrulama, çok amaçlı optimizasyon, özellik önem analizi ve gerçek zamanlı kullanım için bir grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) oluşturma.

DNN mimarisi, bir giriş katmanı, ReLU aktivasyon fonksiyonlarına sahip birden fazla gizli katman ve basınç dayanımını tahmin eden tek bir çıktı düğümünden oluşur. Modelin hiperparametrelerini ince ayarlamak için Bayes optimizasyonu kullanıldı ve kök ortalama karesel hata (RMSE) en aza indirildi.

Modelin doğruluğu, RMSE, ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) ve R2 gibi bir dizi metrik kullanılarak daha önce görülmemiş veriler üzerinde test edildi. Optimizasyon için DNN'nin tahminleri, bileşen kütlelerinin ağırlıklı toplamına dayalı bir maliyet fonksiyonuyla eşleştirildi ve üçüncü bir kriter çimento içeriğini açıkça en aza indirdi. Performans yöntemleri kullanılarak yapılan bir özellik önem analizi, temel performans etkenlerini belirledi. Son olarak, ekip sistemi pratik kullanım için daha erişilebilir hâle getirmek amacıyla MATLAB tabanlı bir grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) geliştirdi.

Sonuçlar ve tartışma

Eğitilen DNN, çimento, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, süperakışkanlaştırıcı ve su gibi birincil karışım bileşenleri arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri etkili bir şekilde modelledi. 0,936'lık ortalama R2 ve 5,71 MPa'lık RMSE ile vurgulanan güçlü çapraz doğrulama sonuçları, modelin sağlamlığını doğruladı.

Araştırmacılar, MOPSO kullanarak gerçekçi kısıtlamalar (örneğin, toplam hacim, su-çimento oranı, malzeme sınırları) dâhilinde bir dizi uygulanabilir karışım tasarımı araştırdı. Optimize edilmiş sonuçlar, maliyet, dayanım ve sürdürülebilirlik arasında pratik dengeler sundu. Özellikle, bazı tasarımlar 50 MPa basınç dayanımını korurken çimento kullanımını %25 ve maliyetleri %15 oranında azaltmıştır.

Önemlilik analizi, çimento içeriği ve kürlenme yaşının basınç dayanımı üzerinde en etkili faktörler olduğunu, uçucu kül, süper akışkanlaştırıcı ve cüruf gibi diğer girdilerin de önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur.

Genel olarak, çerçeve, çevresel etkiyi ve maliyetleri azaltırken performans standartlarını karşılayan beton karışımları geliştirmek için güvenilir bir araç görevi görmektedir. Kullanıcı dostu bir grafiksel kullanıcı arayüzünün (GUI) eklenmesi, teori ve yerinde uygulama arasındaki boşluğu kapatarak inşaat ortamlarında daha hızlı ve veriye dayalı karar alma süreçlerini mümkün kılmaktadır.

Sonuç ve gelecek çalışmalar

Bu entegre çerçeve, DNN'lerin ve MOPSO'nun maliyet, dayanım ve çevresel faktörleri dengeleyerek sürdürülebilir, yüksek performanslı beton karışımları üretmek için nasıl birlikte çalışabileceğini göstermektedir.

Yazarlar, gelecekteki çalışmaların, ham madde kaynakları, çevre koşulları ve işlenebilirlik ve uzun vadeli dayanıklılık gibi ek performans ölçütlerindeki değişiklikleri hesaba katacak şekilde veri setinin genişletilmesini içerebileceğini öne sürmektedir.

Ayrıca, doğruluk ve optimizasyon kapsamını artırmak için gelişmiş aktivasyon fonksiyonları, hassasiyet analizi ve alternatif metasezgisel algoritmalar kullanılmaktadır.

Standart MOPSO'nun karmaşık veya yüksek boyutlu problemlerle başa çıkmakta zorlanabileceği göz önüne alındığında, gelecekteki yinelemeler, çözüm kümesindeki çeşitliliği ve sağlamlığı artırmak için ayrıştırılmaya dayalı stratejileri içerebilir.

Özetle, bu yaklaşım, yapay zekâ destekli optimizasyonun sürdürülebilir inşaat uygulamalarına entegre edilmesi için pratik ve uyarlanabilir bir yol haritası sunmaktadır.

Kaynak: www.azobuild.com/news.aspx?newsID=23802

The optimized formulations achieved compressive strengths above 50 MPa while reducing cement content by up to 25% - translating to a total cost savings of approximately 15% compared to conventional designs.

Background

Traditional concrete mix design often relies on trial-and-error methods, which can be time-intensive and inefficient, especially when balancing strength, cost, and sustainability. With recent advances in computational modeling, more systematic and data-informed approaches have become feasible.

Brezilya'da bir gökdelen betondan dış iskelele sarıldı



Fransız-Brezilyalı mimarlık stüdyosu Triptyque ve São Paulo merkezli mimarlık ofisi Architects Office, Brezilya'da yük taşıyıcı beton "dış iskelete" sahip bir konut gökdeleni olan AGE360'ı tamamladı. Curitiba'nın Mossunguê semtinde bulunan 124 metre yüksekliğindeki 36 katlı gökdelen, sağlıklı yaşam tesislerinin yanı sıra 34 daire içeriyor.

Triptyque ve Architects Office (AO), kulenin tasarımını basit, brüt beton bir ızgaraya dayandırdı ve proje daha sonra alanın planlama, iklim ve program gereksinimlerine göre konikleştirildi, açılı hâle getirilerek ayarlandı.

Triptyque'nin kurucu ortağı Olivier Raffaëlli, Dezeen'e verdiği demeçte, "Projenin temel konsepti, brüt beton ve büyük pencerelerden oluşan yük taşıyıcı bir ızgara veya dış iskelet etrafında tasarımın ilk aşamalarından gelen bir düşünceye dayanıyor. Basit ızgara, yapıya benzersiz bir form kazandırmak için açılı ve kavisli bir yapıya sahip. Esnek olacak şekilde tasarlanan bu ızgara hem iç mekân programatik unsurlarının hem de aydınlatma, rüzgâr ve bağlamin yasal ve kentsel kısıtlamaları gibi dış kuvvetlerin etkisi

altında deforme oluyor. Bu deformasyon oyunu, ham sadelik ve işlevsel verimlilik fikrine sadık kalırken tepki verebilen ve uyum sağlayabilen bir mimari yaratıyor." diyor.

Gökdelendeki yapısal beton ızgara

Yapısal beton dış kısımda açıkta bırakıldı. Merdiven boşluğu ve asansörler içeren yük taşıyıcı bir çekirdekle birlikte beton dış iskelet, iç kolonlara olan ihtiyacı ortadan kaldırarak geniş dairelerin şehrin 360 derecelik kesintisiz manzarasının keyfini çıkarmasını sağlıyor.

Kule genelinde, "sağlığa adanmış" sakinler için spor salonu, bakım merkezi, spa ve meditasyon alanları da dâhil olmak üzere çeşitli ortak alanlar bulunuyor.

Tamamen cam trendine karşı çıkan bir gökdelen

Oturma alanı ve yüzme havuzu bulunan bir dizi geniş teras ve kulenin yarısında ağaçlarla kaplı basamaklı oturma alanlarına sahip geniş bir açık kat bulunuyor.

Rafaëlli, Dezeen'e verdiği demeçte, "Ara iç kolonlar olmadan bir dış iskelet ve yük taşıyıcı bir çekirdek seçimi, bir pencere ızgarası ve bir su tahliye sistemiyle birlikte, her katın tamamen özgürce düzenlenmesini sağlıyor. Sadece ortak alanları barındıran şebekedeki kesintiler, tasarım ilkesinin genel homojenliğini bozan, zor ve kısıtlayıcı noktalar yaratıyor." dedi.

Heykelsi Brezilya gökdeleni için dış mekânlar

Cephe boyunca dış mekânlar için geniş boşluklar bırakıldı. AGE360'ın iç mekânları, tam boy pencerelerden görünen manzaraya sade ve minimal bir fon sağlayan taş zeminler ve ahşap panellerle tamamlandı.

Kulenin tabanında, kuleyi hem çevredeki şehirle hem yakındaki yolla hem de komşu ormanlık alanla bütünleştirmek için çevresi ağaçlarla çevrili bir meydan bulunuyor.

Kaynak: www.dezeen.com/2025/04/08/triptyque-architects-office-exoskeleton-skyscraper-brazil/

Concrete exoskeleton wraps skyscraper in Brazil by Triptyque and Architects Office

French-Brazilian architecture studio Triptyque and São Paulo firm Architects Office have completed AGE360 in Brazil, a residential skyscraper with a load-bearing concrete "exoskeleton".

Located in the Mossunguê neighbourhood of Curitiba, the 124-metre-tall, 36-storey skyscraper contains 34 apartments alongside wellness facilities and was completed for developer AG7 Realty.



Yapı Malzemeleri LABORATUVARI

Güvenilir Sonuçlar Güvenli Yapılar



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



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

ULTRA YÜKSEK PERFORMANSLI BETONLAR; MEKANİK ÖZELLİKLERİ, DAVRANIŞLARI VE EĞİLME ELEMANLARINDA KULLANIMI*

Abdussamet Arslan¹

Özet

Yaşadığımız son trajik depremler de göstermiştir ki, betonarme binalardaki göçmelerin büyük çoğunluğu beton kalite/sizliğinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda Türkiye’de beton, özellikle de hazır beton sektöründeki gelişmeler betonarme bina inşaatlarında kullanılan betona dolayısıyla da binalara büyük bir kalite getirmiştir. Geleneksel betondaki dayanım anlamında karşımıza çıkan kalitedeki gelişimin yanında Ultra Yüksek Performanslı Beton üretimindeki gelişmelerin de Deprem Bölgelerinde yapılan binalarda uygulanması için farkındalık yaratılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Özellikle göçme kriterine göre tasarlanan yapılarda maksimum dayanım-sonrası (post-peak) beton davranış özelliği çok daha fazla önem kazanmaktadır. Sunulan çalışmada Ultra Yüksek Performanslı Betonların Kırılma davranışları ve betonarme kiriş davranışları incelenerek eğilme etkisi altındaki yüksek performanslı betonarme elemanların özellikleri tartışılmaktadır.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi Yüksek dayanımlı beton ve yüksek performanslı beton eş anlamlı değildir çünkü betonun dayanımı ve performansı betonun farklı özellikleridir. Yüksek dayanımlı beton, belirli yaştaki basınç dayanımına göre tanımlanırken, yüksek performanslı beton, yüksek dayanıklılık, yüksek dayanım, yüksek işlenebilirlik gibi rutin olarak her zaman elde edilemeyen performans kriterlerine göre tanımlanır. Öte yandan klasik betonarme hesaplarda beton dayanımı ve maksimum

Ultra High Performance Concrete; Mechanical Properties, Behavior, and Applications in Bending Members

The recent tragic earthquakes that we have experienced have shown that the majority of collapses in reinforced concrete buildings are due to the quality of the concrete. In recent years, developments in the concrete industry in Turkey, especially in the field of ready-mix concrete, have brought significant improvements in the quality of concrete used in the construction of reinforced buildings. Alongside the improvements in strength found in traditional concrete, there is a need to raise awareness for the application of developments in Ultra High Performance Concrete in earthquake-prone areas. In structures designed based on collapse criteria, the post-peak behavior of concrete becomes even more important.

This study aims to discuss the characteristics of high-performance reinforced concrete members under bending by examining the fracture behavior of Ultra High Performance Concrete and the behavior of reinforced concrete beams.

birim deformasyon değeri dışında özellikle betonun tokluğuna, sünekliğine dair bir parametre kullanılmamaktadır. Bu bağlamda Yüksek Dayanım ve Yüksek Tokluk, kısaca daha sünek bir Ultra Yüksek Performanslı Betonlar, bu betonların çarpma etkisi (dinamik yükler) altındaki davranışları ve bu davranış parametreleri dikkate alınarak da betonarme kesit hesaplarının nasıl yapılması gerektiği tartışılmıştır.

Yüksek performanslı beton, geleneksel bileşenler ve normal karıştırma, yerleştirme ve kütleme uygulamaları kullanıldığında rutin olarak her zaman elde edilemeyen performans ve homojenlik gerekliliklerinin özel kombinasyonlarını karşılayan beton olarak tanımlanır.

Yüksek performanslı beton, geleneksel bileşenler ve normal karıştırma, yerleştirme ve kütleme uygulamaları

kullanılarak her zaman rutin olarak elde edilemeyen özel performans ve homojenlik gereksinimleri kombinasyonunu karşılayan bir beton olarak tanımlanır. Yüksek dayanımlı beton ise, ACI Kodu’na göre basınç dayanımı 55MPa veya daha yüksek olan beton olarak tanımlanır.

Yüksek performanslı beton kullanımı, daha az dayanıklılık, daha zayıf geçiş bölgesi (agrega-çimento arayüzü), kimyasal ataklara karşı düşük direnç ve onarım ve güçlendirme işlerinde zorluk gibi geleneksel betonda görülen birçok sorunun üstesinden gelmiştir. Birçok yapının yapımında, elemanların boyutunu küçültmek, ölü yükü azaltmak ve maliyeti ve inşaat malzemelerini azaltmak için yüksek dayanımlı beton kullanılmıştır.

¹ aarslan@gazi.edu.tr, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. Böl. Ankara

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen BETON 2023 Hazır Beton Kongresi’nde sunulmuştur.

2. BETONARME ELEMANLARIN EĞİLMEYE GÖRE TASARIMI

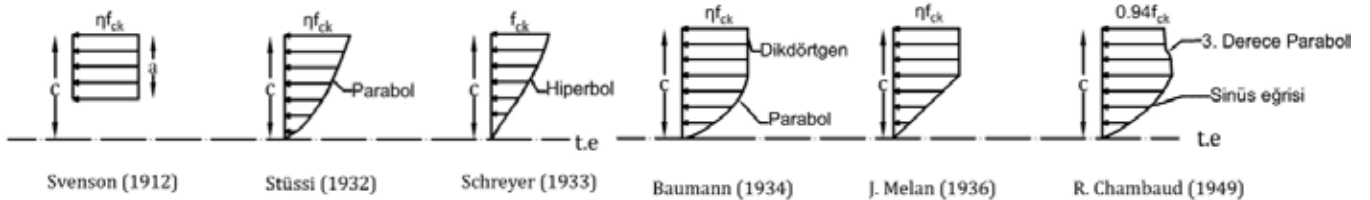
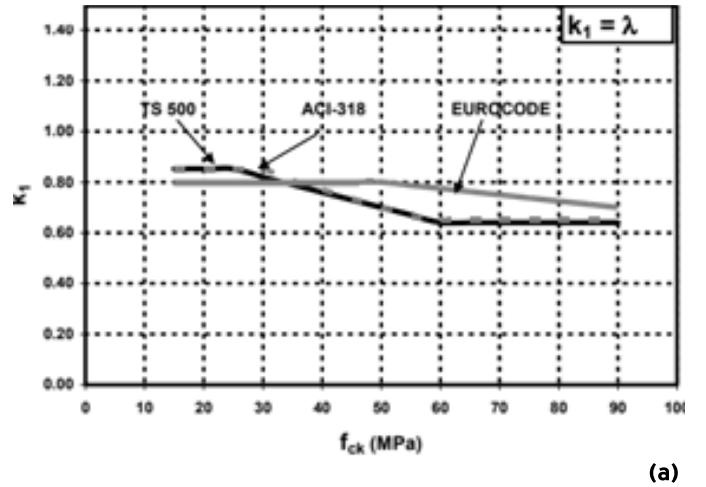
Sunulan çalışmada mekanik davranış açısından yüksek performanslı betonların davranışı ve tasarımı ile ilgili bilgiler verilmektedir. Çok sayıda çalışma yapılmış olmakla birlikte betonarme eğilme davranışı ili ilgili olan kısım üzerinde durulacaktır.

Deneysel çalışmada, tek donatılı yüksek performanslı betonarme kirişlerin eğilme yükleri altında taşıma yükü kapasitelerinin hesabı için yeni bir hesap yöntemi önerisi sunulmuştur. Bunun için toplamda 27 adet betonarme kiriş eleman dört noktali eğilme altında test edilmiştir. Deneysel çalışmada beton basınç dayanımı, donatı oranı ve çelik lif içeriğinin betonarme kirişlerin eğilme davranışına etkileri incelenmiştir. Deney elemanlarının yüzeylerinde oluşan deformasyonların hesabı için iki boyutlu dijital görüntü korelasyon yöntemi (2D-DIC) kullanılmıştır. Deney öncesinde betonarme kiriş yüzeyleri önce tozlardan arındırılmış ve daha sonra kireçle beyaza boyanmıştır. Beyaz yüzey üzerinde mat sprej boya yardımıyla rastgele siyah noktasal örüntü oluşturulmuştur. Kiriş yüzeyine belirli bir mesafeden dik açıyla yerleştirilen bir fotoğraf makinesi yardımıyla deney esnasında deforme olan kiriş yüzeyinden belirli aralıklarla görüntü alınmıştır. Deney sonrasında elde edilen görüntülerin analizleri yapılarak kiriş yüzeyindeki deformasyonlar elde edilmiştir.

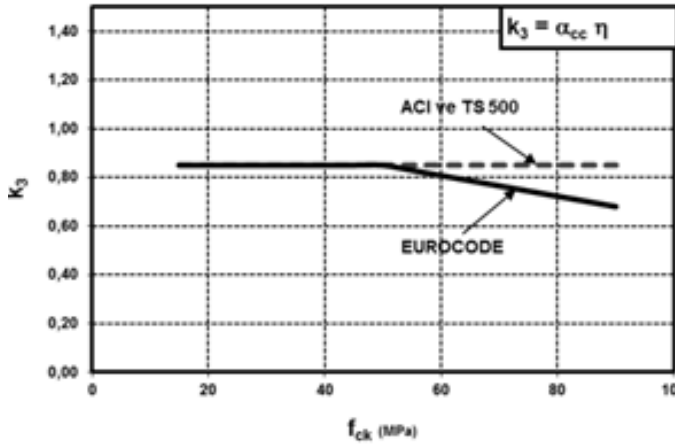
Betonarme eleman tasarımında kullanılan taşıma gücü yönteminin temeli, 1930 yılında Illinois Üniversitesi, Lehigh Üniversitesi ve Amerikan Beton Enstitüsü (ACI) tarafından kolonlar üzerinde yapılan deneysel bir çalışmaya dayanmaktadır. Basınç bölgesindeki betonun lineer olmayan gerilme-şekil değiştirme davranışı önerilen taşıma gücü yönteminde dikdörtgen gerilme blokuna dönüştürülür. Bu gerilme dönüşümü için k_1 , k_2 ve k_3 katsayıları kullanılmaktadır. k_1 ve k_2 katsayıları sırasıyla eş değer dikdörtgen gerilme blokunun yüksekliği ve bu alanın ağırlık merkezi ile ilgilidir. k_3 katsayısı ise, dikdörtgen gerilme blokundaki ortalama gerilmenin tek eksenli yüklemeye altında oluşan maksimum gerilmeye oranını ifade etmektedir. Bu tasarım katsayılarının belirlenmesi için, parabolik ve dikdörtgen gerilme bloku alanlarının ve bu alanların geometrik merkezlerinin eşitliği ilkelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca Şekil 2.1'de görüldüğü üzere, günümüzde sıklıkla kullanılan dikdörtgen gerilme blokundan farklı olarak, farklı araştırmacılar

tarafından önerilen çeşitli gerilme bloku modelleri literatürde mevcuttur.

Gerilme dağılımındaki farklı varsayımlar, betonun heterojen olan iç yapısından dolayı ortaya çıkan doğal bir sonuçtur çünkü betonun eksenel yük altındaki gerilme-birim deformasyon davranışı, beton üretiminde kullanılan bileşenlere ve bunların oranlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Agregada dağılımı, maksimum agrega çapı, ince/kaba agrega oranı ve özellikle su/çimento oranı sertleşmiş betonun dayanımını ve davranışını belirleyen değişkenlerin başında yer almaktadır. Bunlara ilave olarak yüklemeye hızı ve yüklemeye tipi de, betonun gerilme-birim şekil değiştirme eğrisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle beton için sabit bir davranış eğrisinden ve dolayısıyla sabit tasarım katsayılarından bahsedilemez. Taşıma gücü hesabında kullanılan tasarım katsayıları, çeşitli standartlarda basınç dayanımının bir fonksiyonu şeklinde ifade edilmiştir [2-4]. ACI Committee 318 ve TS 500'de dikdörtgen basınç bloku gerilmesi $k_3 \cdot f_{ck}$ ve etki yüksekliği de $k_1 \cdot c$ ile temsil edilmektedir [2, 4]. Buradaki k_3 katsayısı sabit bir değer olup (0.85) basınç dayanımındaki değişimlerden etkilenmemektedir ancak k_1 katsayısı, yaklaşık 27,5 MPa basınç değerine kadar sabitken daha yüksek dayanımlarda 0,65 değerine kadar azalmaktadır. Diğer taraftan Eurocode2'de k_1 ve k_3 katsayılarının her ikisi de basınç dayanımıyla ilişkilendirilmiştir [3].



Şekil 2.1. Basınç bölgesindeki beton gerilme dağılımı için çeşitli öneriler [1]



(b)

Şekil 2.2. Farklı yönetmeliklere göre a) k_1 ve b) k_3 tasarım katsayılarının değişimi [1]

Belirtilen yönetmeliklere göre tasarım katsayılarının basınç dayanımı ile değişimi Şekil 2.2'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Şekil 2.2'den görüldüğü üzere, hem k_1 hem de k_3 katsayılarının değişimleri standartlara göre farklılık göstermektedir. Ayrıca Eurocode2 tarafından önerilen katsayılar yaklaşık 90 MPa karakteristik beton basınç dayanımına kadar geçerliken, ACI 318 ve TS 500 tarafından önerilen katsayılar 60 MPa beton dayanımına kadar geçerlidir.

3. LİFLİ VE YÜKSEK PERFORMANSLI BETONARME ELEMANLARIN EĞİLME TASARIMI

3.1. Klasik Eğilme Tasarımı

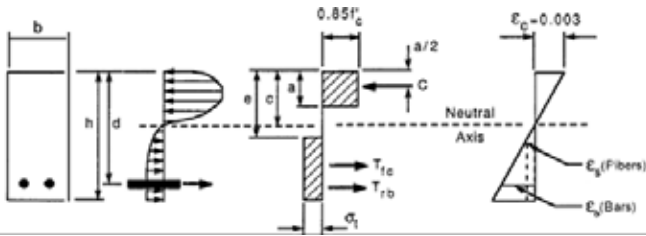
Gelişen beton teknolojisiyle birlikte yüksek dayanımlı betonların üretimi kolaylaşmakta ve kullanım alanları da genişlemektedir. Yüksek dayanımlı betonlar, yapısal eleman boyutlarının küçültülmesinde ve böylece toplam yapı ağırlığının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca normal betona göre daha kompakt bir içyapıya sahip olduğundan, üstün dayanıklılık özellikleri de göstermektedir. Bu nedenle yüksek katlı yapılar, nükleer santraller, askeri sığınaklar ve uzun açıklıklı köprüler gibi modern yapılarda tasarımcılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Kullanım alanlarındaki genişlemeye rağmen, yüksek ve ultra yüksek dayanımlı betonların tasarımı mevcut yönetmeliklerin kapsamı dışında kalmaktadır [2-4]. Bu ihtiyacı karşılamak adına, geçmiş yıllarda yüksek dayanımlı betonlarda tasarım parametrelerinin belirlenmesi üzerine çeşitli deneysel ve analitik çalışmalar yapılmıştır [5-10]. Yönetmelikler ve literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, hem normal hem de yüksek dayanımlı betonların taşıma gücü hesabı için önerilen modellerde dikdörtgen gerilme

bloku parametrelerinin birbirlerinden oldukça farklı olduğu ortaya çıkmaktadır. Ho ve Peng, tasarım parametrelerindeki farklılıkların sadece beton basınç dayanımından kaynaklanmadığı, farklı faktörlerin de tasarımda etkili olduğunu ifade etmişlerdir [11]. Yaptıkları deneysel çalışmada, normal dayanımlı kolonlar üzerinde aksel ve eksantrik yük uygulayarak eleman eğriliğinin tasarım katsayıları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deneysel sonuçlarına göre eleman eğriliğinin özellikle k_3 tasarım katsayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan Yi vd., boyut etkisi ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için C tipi elemanlar üzerinde deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir [12]. Araştırmacılar k_3 tasarım katsayısının eleman boyutuna bağımlı olduğunu, ancak k_2 katsayısının boyut etkisinden bağımsız olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla basınç dayanımına ek olarak eleman eğriliği ve boyut etkisi gibi faktörlerin de tasarım katsayıları üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Buna göre betonun heterojen yapısından kaynaklanan basınç gölgesindeki farklı gerilme dönüşümleri, eleman eğriliği ve boyut etkisinin de dikkate alınmasıyla oldukça karmaşık hale dönüşecektir.

Mevcut taşıma gücü yöntemlerinde betonun çekme gerilmesi dikkate alınmamaktadır ancak lifli betonlarda oluşan artık çekme gerilmesi ihmal edilemeyecek boyutlarda olduğunda, tasarımda dikkate alınması gerekir. Yüksek dayanımlı betonlar normal dayanımlı betonlara göre daha iyi dayanım ve dayanıklılık özelliklerine sahiptir ancak daha gevrek bir yapıya sahip olduklarından dolayı yüksek dayanımlı betonların enerji yutma kapasiteleri düşüktür. Dış yükler altında gelişen çatlakların açılmasını yavaşlatmak ve böylece yüksek dayanımlı betonun enerji yutma kapasitesini artırmak için başvurulan yöntemlerden en yaygın olanı, beton karışımı içerisine çelik lif eklenmesidir. Köksal vd., karışımdaki çelik lif miktarı ve liflerin narinlik oranlarının yüksek dayanımlı betonlar üzerindeki etkisini deneysel olarak araştırmışlardır [13]. Deneysel sonuçlarına göre, çelik lif kullanımıyla birlikte yüksek dayanımlı betonda tokluğun ciddi oranda arttığını belirtmişlerdir. Wafa ve Ashour, çelik lif içeriğinin yüksek dayanımlı betonların mekanik özelliklerine etkisini deneysel olarak incelemişlerdir [14]. Beton karışımında kullanılan çelik liflerin sertleşmiş betonun silindir yarma ve eğilmede çatlama dayanımını sırasıyla %159,8 ve %67 oranında artırdığı, ancak basınç dayanımında ciddi artışa neden olmadığı ifade edilmiştir.

Diğer taraftan, çelik lifler betonarme elemanların mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla boyuna donatıyla birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan çelik liflerin, normal ve yüksek dayanımlı betonarme

elemanların hem taşıma yükünü hem de ilk çatlak sonrasındaki eleman rijitliğini artırdığı ifade edilmektedir [15-19]. Taşıma gücündeki bu artış, çatlak yüzeyindeki liflerden kaynaklı artık gerilme ile sağlanmaktadır. Lifli betonların taşıma gücü hesabında liflerin etkisini dikkate almamızda, aynı yükün taşınabilmesi için gereğinden fazla boyuna donatı kullanılması veya daha büyük kesit seçimi gerekmektedir. Bu durum tasarım açısından ekonomik olamamaktadır. Henager ve Doherty, çelik lif içeren normal dayanımlı betonarme elemanların taşıma gücü için basit bir yöntem geliştirmiştir [19]. Daha sonra ACI Committee 544 [20] tarafından da kullanılan model Bernoulli-Navier hipotezine dayanmaktadır. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, lineer olmayan basınç ve çekme gerilmeleri eşdeğer dikdörtgen gerilme blokuna dönüştürülerek çözüm yapılmaktadır. Basınç bölgesindeki lineer olmayan gerilme dağılımının dikdörtgen gerilme blokuna dönüşümü ACI, TS 500 ve Eurocode2'de belirtildiği gibi yapılabilir. Buna ek olarak çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme bloku düşümü için gerekli olan yükseklik (h-e) ve betonun artık çekme gerilmesi (σ_t) değerleri, Henager ve Doherty [19] tarafından açıklanmıştır. Buna göre lif katkılı normal dayanımlı betonlar için artık çekme gerilmesi $0.00772 * l_f / d_f * p_f * F_f$ denklemiyle belirlenmektedir. Buradaki l_f / d_f , p_f ve F_f ifadeleri sırasıyla lifin narinlik oranını, yüzde hacimsel lif oranını ve lif aderans faktörünü temsil etmektedir.



Şekil 3.1. Tek donatılı lifli betonların taşıma gücü hesabı [19]

Artık çekme gerilmenin değerini veren eşitlikler hem normal dayanımlı betonlar [21-23] hem de yüksek dayanımlı betonlar [24-27] için literatürde mevcuttur ancak literatürde belirtilen eşitlikler arasında, lifin sıyrılma dayanımı ve ampirik katsayılarından kaynaklı farklılıklar bulunmaktadır çünkü çelik liflerin beton ortamından sıyrılma dayanımı, hem sertleşmiş betonun hem de lifin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Naaman ve Najm, çelik liflerin betondan sıyrılma dayanımını incelemek için kapsamlı deneysel bir çalışma yapmış, sıyrılma dayanımının lif geometrisine ve beton dayanımına bağlı olarak 1 MPa ile 9.8 MPa arasında değerler alabileceğini ifade etmiştir [28]. Yoo vd., ultra yüksek dayanımlı lifli betonların mekanik özellikleri üzerine deneysel bir çalışma yapmışlardır [29]. Buna göre, beton karışımındaki lif miktarının lifin sıyrıl-

ma dayanımını etkilediği ve hacimce %2 lif oranında en iyi sıyrılma dayanımının elde edildiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak, artık çekme dayanımının lif miktarına, lif geometrisine, lifin beton içerisindeki yönelmesine, lif ile beton arasındaki etkileşime ve beton dayanımına bağlı olarak değiştiğinin söylemek mümkündür [30, 31].

Özetlemek gerekirse, belirtilen deneysel ve analitik çalışmalar dikkate alındığında, basınç ve çekme bölgesindeki gerilme bloku parametreleri için uygunluk ve denge denklemleri yardımıyla birbirinden farklı modellerin geliştirildiği görülmektedir. Beton basınç dayanımının dikdörtgen basınç bloku parametreleri üzerindeki etkisi yaygın bir şekilde bilinmesine rağmen, literatürdeki çalışma ve standartlardaki tasarım parametrelerinin birbirlerinden çok farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca elemanların boyut etkisinin ve yükleme tipinden kaynaklı eleman eğriliğinin de tasarım katsayıları üzerinde etkili olduğu ifade edilmesine rağmen, geliştirilen modellerde bu faktörleri temsil eden ifadeler mevcut değildir. Diğer taraftan, lifli betonlar için geliştirilen taşıma gücü hesabında çekme bölgesindeki artık gerilmeyi veren eşitlikler, mevcut modellerde birbirinden oldukça farklıdır. Bunun yanında, artık çekme dayanımının bağlı olduğu parametre sayısının fazlalığı da dikkate alındığında, elemanların taşıma gücü hesabı oldukça karmaşık hâle gelmektedir. Bu nedenle daha basit ve daha doğru bir kapasite hesabı için yeni bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır.

Geliştirilen yeni model diğer modeller gibi uygunluk ve denge denklemlerine bağlı olarak değil, enerji denklemlerine bağlıdır çünkü enerji denklemleriyle oluşturulacak bir model, betonun heterojen yapısını bütüncül olarak temsil etmeli ve boyut etkisini ortadan kaldırmalı, dolayısıyla gerçeğe daha yakın sonuçlar elde etmemizi sağlamalıdır. Lineer elastik kırılma mekanizması (LEFM) esaslarını temel olarak geliştirilen model, basınç bölgesindeki gerilme dağılımından bağımsız olarak betonarme elemanın çekme bölgesindeki çatlak oluşumları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu sayede basınç bölgesindeki gerilme dönüşümü katsayılarındaki karmaşadan sıyrılan; normal dayanımlı betonlar, yüksek dayanımlı betonlar ve lifli betonlar için geçerli basit ve bütüncül bir denklem önermesi yapılmıştır.

Yüksek dayanımlı betonlar (HSC) basınç dayanımı ve dayanıklılık özellikleri gibi üstün performans gerektiren durumlarda ince bileşenler, düşük su/bağlayıcı oranı ve bazı kimyasal katkı maddeleri kullanılarak üretilir. Yüksek dayanım özelliklerinden dolayı tasarım mühendisleri tarafından yapısal elemanların boyutlarını ve dolayısıyla kendi ağırlıklarını azalt-

mak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece ekonomik ve mimari zorluklar açısından daha uygun bir çözüm elde edilebilmektedir. Son yıllarda, yüksek dayanımlı betonların yüksek binalar, nükleer santraller, askeri yapılar ve geniş açıklıklı köprüler gibi modern yapılarda kullanılması giderek yaygınlaşan bir duruma gelmiştir ancak yüksek dayanımlı betonlar, normal dayanımlı betonlara kıyasla daha az enerji sönümleme kapasitesine sahiptir ve bu nedenle uygulanan dış yükler altında daha kırılğan bir özellik gösterir.

Yapısal elemanların sünekliğini arttırmanın en yaygın yöntemi, beton karışımında çelik liflerin kullanılmasıdır. Çelik lif uygulamasının temel amacı, betonun birim deformasyon kapasitesi aşıldıktan hemen sonra oluşan çekme veya eğilme çatlaklarını köprülemektir. Bu nedenle, çelik lif uygulamasıyla yalın betona göre daha yüksek yük taşıma kapasitesi elde edilebilir çünkü kanca uçlu çelik liflerin yüksek dayanımlı betonlara katılmasıyla daha yüksek eğilme dayanımı ve dolaylı çekme dayanımı (silindir yarma dayanımı) elde edilebilmektedir [14]. Ayrıca yüksek dayanımlı betonlarda enerji sönümleme kapasitelerinin çelik lif içeriğine oldukça bağlı olduğu bilinmektedir [13]. Bu önemli etkiler dikkate alındığında farklı boy, çap ve şekillerdeki çelik liflerin betonarme elemanların üretiminde yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir [15-19]. Yapılan çalışmalarda çelik liflerin normal ve yüksek dayanımlı betonarme elemanların taşıma kapasitelerini artırdığı görülmüştür. Bu nedenle çelik liflerin betonarme elemanların taşıma kapasitelerine katkısını, tasarım aşamasında dikkate almak gerekmektedir.

Arslan, Schlangen E. ve J.G.Mier [32], kırılma kriteri ve porozitenin, betonun çekme yumuşaması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır çünkü betondaki kırılmalar, genellikle mikro boşluklar ve ya agreg-a-harç ara yüzeyindeki başlangıç kusurları etrafında yoğunlaşan gerilmelerden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada zayıf olan agreg-a-harç ara yüz elemanlarının yumuşama davranışı üzerindeki etkileri meso boyutlu kafes model kullanılarak incelenmiştir. Kafes elemanın gerilme-birim deformasyon şekli, yumuşama davranışını etkileyen bir diğer parametre olarak incelenmiştir. Çekme dayanımı aşıldıktan sonraki çatlak büyümesi, kafes elemanların elastisite modülündeki ardışık azaltmalarla modellenmiştir. İki yüzünde köşe çentiği bulduran ve eksenel çekmeye maruz bırakılan bir eleman, önerilen yöntemle de analiz edilmiştir. Sayısal modelden elde edilen sonuçlar deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış ve genel yumuşama eğrisinde dikkate değer bir iyileşme elde edildiği ifade edilmiştir.

Arslan, İnce ve Karihaloo [33], gelişmiş bir düzenli kafes ağırları modeli önerisi sunmuş ve beton elemanlarda kırılma de-

neyleriyle önerilen modelin doğruluğunu göstermişlerdir. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran yenilikler; (i) matris fazı için çekme yumuşaması davranışını dikkate alması ve (ii) yapısal davranışın yük artırımlarıyla değil deformasyon artırımlarıyla sağlanmasıdır. Bu çalışmada hesaplama adımlarını hızlandırmak amacıyla üçgen kafes eleman modeli yerine düzenli dörtgen kafes eleman modeli tercih edilmiştir. Önerilen modeldeki yenilikler, kiriş elemanların kırılma kriterindeki keyfi ölçek parametresi kullanma ihtiyacını ortadan kaldırmıştır. Önerilen modelin doğruluğunu kontrol için çentikli beton elemanlarda üç nokta deneyi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, geliştirilen modelin yük-deformasyon ve enerji sönümleme mekanizmalarını elde etme bakımından yeterli olduğu ifade edilmiştir.

İnce, Arslan ve Karihaloo [34], yalın beton elemanların dayanımlarındaki boyut etkisini araştırmak amacıyla, daha önceki çalışmalarında geliştirdikleri kafes model tekniğini kullanmışlardır. Literatürdeki mevcut boyut etkisi modellerinin doğruluğunu kontrol etmek açısından, farklı boyutlardaki çentikli kirişler üzerinde üç noktalı eğilme deneylerinin yük-deformasyon eğrileri önerilen kafes model ile oluşturulmuştur. Kafes simülasyonundan elde edilen sonuçlara göre mikro çatlakların, çatlak dallanmalarının, çatlak tutulmalarının ve dolayısıyla göçme anına kadarki çatlak gelişmesinin elde edilmesi mümkündür. Önerilen kafes modelden elde edilen yapısal davranış eğrisinin, deneysel olarak elde edilen eğri ile mükemmel bir uyum içinde olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Boyut etkisi açısından, en küçük boyutlu elemanların dışında diğer elemanlardaki simülasyondan elde edilen nominal dayanımların, deneysel olarak elde edilen nominal dayanımlara çok yakın olduğu ifade edilmiştir ancak deneysel sonuçlara göre, bir boyut etkisi modelinin diğer bir boyut etkisi modeline göre üstünlüğü hakkında bir bulgu yoktur. Diğer bir ifadeyle, deneysel sonuçlar incelenen boyut etkisi modelleriyle aynı ölçüde ve iyi bir şekilde temsil edilmiştir.

3.1. Teorik Kapasite Hesabı

Bu kısımda betonarme eğilme elemanlarının kapasite hesabında sıklıkla kullanılan ACI-318 ve ACI-544 [2, 20] modellerinden ve bu yöntemlerden farklı olarak kırılma mekaniği yaklaşımıyla elde edilen enerji esaslı bir yöntemden bahsedilecektir.

3.1.1. ACI Taşıma Gücü Hesabı

Bu bölümde elemanların taşıma gücü için önerilen ve yaygın olarak kullanılan, lifsiz betonlar için ACI-318 ve lifli betonlar için ACI-544 modelleri tanıtılacaktır [2, 20]. ACI-318'de [2] yalın betonun çekme dayanımının olmadığı, çekme bölge-

sindeki bütün yükü donatının aldığı kabul edilir. Ayrıca eğilmeden önce düzlem olan kesitler, eğilmeden sonra düzlem kalır (Navier-Bernoulli hipotezi) kabulü yapılarak uygunluk denklemleri oluşturulur. İlk adımda iç kuvvet dengesini sağlayacak tarafsız eksen derinliğinin hesabı aşağıda verilen Eş. 3.1'e göre yapılır.

$$k_3 f_{cd} b k_1 c - A_s f_{yd} = 0 \quad (3.1)$$

Buradaki f_{cd}, b, c, A_s ve f_{yd} sembolleri sırasıyla beton tasarım dayanımını, kesit genişliğini, tarafsız eksen derinliğini, donatı alanını ve donatı tasarım akma dayanımını ifade etmektedir.

Denklemdaki k_3 katsayısı sabit ve 0,85 olup basınç dayanımındaki değişimlerden etkilenmemektedir. Ancak k_1 katsayısı basınç dayanımıyla orantılı olarak 0,85'ten 0,65'e kadar azalmakta ve sonra sabit kalmaktadır. Tarafsız eksenin derinliği hesaplandıktan sonra elemanın taşıma gücü faydalı yükseklığe (d) bağlı olarak aşağıda verilen Eş. 3.2 yardımıyla hesaplanır.

$$M = A_s f_y (d - 0.5 k_1 c) \quad (3.2)$$

Diğer taraftan, sadece çekme bölgesinde donatı bulduran tek donatılı lifli betonlar için ACI-544 [20] Standardı tarafından önerilen taşıma gücü hesabı, Henager ve Doherty [19] tarafından yapılan çalışmaya dayanmaktadır. Buna göre, hesap yöntemindeki ilk adımda tarafsız eksenin yerini belirlemek amacıyla kuvvet denge denklemi yazılır (Eş.3.3).

$$k_3 f_{cd} b k_1 c - A_s f_{yd} - \sigma_t b (h - e) = 0 \quad (3.3)$$

Lifli betonarme kirişlerde çatlak yüzeyindeki gerilmeler sürekli. Bu gerilmeler agrega kenetlenmesi ve daha da önemlisi kullanılan çelik lifler ile çatlak yüzeyi boyunca aktarılır. Bu nedenle lifli betonlarda çatlamış yüzeyde gerilme olmadığı kabulü yapmak doğru bir varsayım olmaz. Tasarım sırasında kullanılan ve çatlamış kesitte aktarılan bu gerilme, artık gerilme olarak isimlendirilmekte ve beton ile lif arasındaki aderansa bağlı olarak değişmektedir. Üstelik aktarılan bu gerilmeler genellikle, çatlak ağız açılma değeriyle doğrusal olmayan bir ilişki gösterir ancak hesaplarda kolaylık olması açısından, ACI-544 tarafından önerilen kapasite hesabında, çatlak yüzeyleri arasında aktarılan artık gerilme dağılımı tıpkı basınç bölgesinde olduğu gibi dikdörtgen gerilme blokuna dönüştürülür. Şekil 3.1'de gösterilen çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme blokunun üst noktası ile basınç bölgesinin üst noktası arasındaki mesafe (e) aşağıda verilen Eş. 3.4 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$e = (\epsilon_f + 0.003) \frac{c}{0.003} \quad (3.4)$$

Buradaki ϵ_f lifteki birim şekil değiştirmeyi temsil etmektedir. Lif birim şekil değiştirmesi aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanabilir ancak doğrudan çekme altında elde edilen birim şekil değiştirmeden küçük olmasına dikkat edilmelidir.

$$\epsilon_f = \frac{2\tau_f}{E_f} \left(\frac{l_f}{d_f} \right) \leq \sigma_{fy} / E_f \quad (3.5)$$

Buradaki τ_f , E_f ve σ_{fy} sırasıyla lifin beton matris fazdan sıyrılma direncini, elastisite modülünü ve akma gerilmesini ifade etmektedir.

Eş. 3.3 yardımıyla tarafsız eksenin yeri belirlendikten sonra, eğilme elemanı taşıma gücü aşağıdaki Eş.3.6 yardımıyla hesaplanır.

$$M = A_s f_y (d - 0.5a) + 0.5\sigma_t b (h - e)(h + e - a) \quad (3.6)$$

Buradaki σ_t lifli betonun artık çekme gerilmesini ifade etmektedir ve normal dayanımlı betonlar için aşağıdaki Eş.3.7 yardımıyla hesaplanmaktadır. a ise basınç bölgesindeki dikdörtgen gerilme dağılımının yükseklliğini ifade etmektedir ve $k_1 c$ 'ye eşittir.

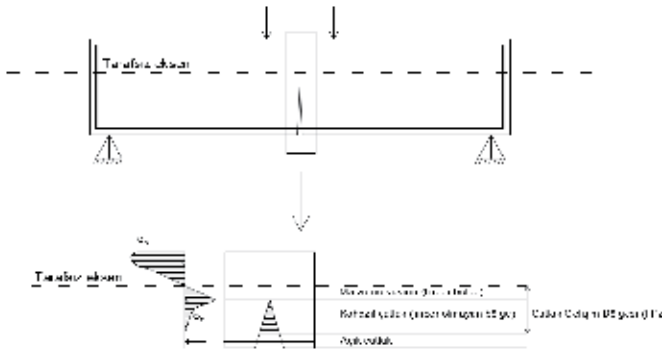
$$\sigma_t = 0.00772 \left(\frac{l_f}{d_f} \right) \rho_f F_f \quad (3.7)$$

Eş. 3.7'de verilen 0.00772 değeri yaklaşık olarak 2.3 MPa sıyrılma direncine sahip normal dayanımlı lifli betonlar için türetilmiş bir ampirik katsayıdır. Ayrıca eşitlikte bulunan ρ_f ve F_f ifadeleri de sırasıyla yüzde hacimsel lif oranını ve lif aderans faktörünü temsil etmektedir. Kanca uçlu çelik lifler için lif aderans faktörü 1.2 olarak alınmaktadır ancak, yapılan araştırmalar sonucunda lifin mekanik ve geometrik özelliklerinin yanında, beton basınç dayanımının da lif aderansını etkilediği belirtilmiştir [28]. Literatürde yüksek dayanımlı ve lif katkılı betonarme elemanların taşıma kapasitelerinin hesaplanmasıyla ilgili çalışmalar mevcuttur [24-27]. Bu çalışmada, normal ve yüksek dayanımlı lifli betonların taşıma kapasitelerinin hesabı için Eş. 3.7'de verilen eşitliğin katsayısı sıyrılma direncine bağlı olarak modifiye edilmiş, Imam vd. [27] tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi, ve Eş. 3.8'de verilmiştir. Beton ile donatı arasındaki sıyrılma direnci (τ_f) beton basınç dayanımına bağlı olarak $0.66*(f_c)^{0.5}$ olarak alınabilir [...].

$$\sigma_t = 0.00772 \left(\frac{l_f}{d_f} \right) \rho_f F_f (\tau_f / 2.3) \quad (3.8)$$

3.1.2. Kırılma Mekanikçi Yaklaşımı

Geleneksel taşıma gücü hesaplarında Navier-Bernoulli hipotezi kullanılmaktadır ve çatlama kesitte çekme gerilmesi ihmal edilmektedir ancak betonarme eleman davranışı çatlak oluşum ve ilerleme mekanizmalarının detaylı olarak anlaşılmasıyla mümkündür. İnce-kaba agregası, çimento ve bazı durumlarda liflerden oluşan beton karmaşık ve heterojen bir yapıya sahiptir. Ayrıca beton içerisinde bulunan mikro boşluklar yüzünden gerilme dağılımındaki doğrusallık bozulmakta ve kusur kenarlarında gerilme yığılımları oluşmaktadır. Ayrıca, makro çatlaklardaki agregası kenetlenmesi ve lif köpürülmesi gibi mekanizmalar sayesinde, gerilmelerin doğrusal olmadan değiştiği Şekil 3.2'de verilen kohezif bölgeler oluşmaktadır. Bu bölgedeki gerilme dağılımını maksimum agregası çapına, lif miktarına, liflerin mekanik ve geometrik özelliklerine, beton dayanımına, boyuna donatı oranına ve kiriş boyutlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle çatlak mekanizmasını tam olarak anlamadan betonarme bir elemanın davranışını ifade etmek oldukça zor ve karmaşıktır. Çatlama kesitlerde enerji aktarımları ve çatlak davranışlarını inceleyen kırılma mekanikçi bilim dalı, bize beton gibi yarı gevrek malzemelerin yük altındaki davranışlarını açıklamamızda yardımcı olmaktadır.



Şekil 3.2. Çatlak mekanizması ve gerilme dağılımı

Betonun kırılma mekanikçisinde kavramlar, modeller ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi konularını içeren ACI-446 [78] Standardı'nda, beton yapıların tasarımına kırılma mekanikçisinin dâhil edilmesi için gerekli gördüğü beş neden şöyle sıralanmıştır;

1. Kırılma enerjisi: Çatlak oluşumu her ne kadar gerilme kriterine bağlı olsa da, fiziksel açıdan bakıldığında bir çatlak oluşması için belirli bir enerji gerekmektedir.
2. Hesap yönteminin bağımsızlığı: Özellikle sonlu eleman hesap yöntemlerinde karşılaşılan ve seçilen ağ büyüklüğüne bağlı olarak değişen maksimum yük ve sonrasındaki eleman

davranışı, birim uzunluktaki çatlak veya çatlak bandı oluşumu için gerekli enerji hesabıyla boyuttan bağımsız hâle getirilmektedir.

3. Akma bölgesinin olmaması: Metal gibi düktil malzemelerde görülen akma bölgesi sayesinde hasarlı bölgede eş zamanlı göçme oluşmaktadır ancak beton gibi yarı gevrek malzemelerde pik yükten sonra görülen yumuşama bölgesi nedeniyle, kusurlu bölgede sürekli ilerleyen ve eş zamanlı olmayan göçme mekanizması oluşmaktadır. Yapı elemanının boyutlarındaki artışla birlikte, pik yükten sonra görülen yumuşama eğrisinde ani düşüşler görülmekte ve plastik analiz ile elde edilen taşıma yükleri gerçeği yansıtmamaktadır.

4. Enerji tutma kapasitesi ve süneklik: Yük-deplasman eğrisi altında kalan bölge, deformasyon boyunca eleman tarafında tüketilen enerjiyi ifade etmektedir. Özellikle dinamik yüklemeler için büyük önem taşıyan bu deformasyon enerjisi ile eleman sünekliği arasında bir ilişki bulunmaktadır ancak plastik limit analiz, maksimum yükten sonra oluşan yumuşama bölgesini dikkate alınmadığından bu bölgedeki enerji kapasitesi hakkında bilgi içermez.

5. Boyut etkisi: Pik yükte elde edilen maksimum nominal gerilmenin eleman boyutuna bağlı olarak değişmesi boyut etkisi olarak tanımlanmaktadır. Elastik analiz veya plastik limit analiz yöntemlerinde nominal dayanım boyuttan bağımsız ve sabittir ancak, nominal dayanım ve eleman boyutu arasında logaritmik ölçekte doğrusal olmayan bir değişimin olduğu bilinmektedir.

Kırılma mekanikçisinin temelleri 1921 yılında Griffith tarafından yayımlanan bir makaleye dayanmaktadır [34]. Griffith teorik mukavemetin deneysel olarak elde edilenden daha büyük olduğunu ve bu durumun malzemenin iç yapısındaki kusurlardan kaynaklandığını belirtmiştir. Irwin, Griffith'in çalışmalarını genişleterek Gerilme Şiddet Faktörü (K) adını verdiği, çatlak gelişimi için yeni bir öneri sunmuştur [35]. Mod I, Mod II ve Mod III olarak tanımladığı ve sırasıyla açılma, kayma ve burulmaya karşılık gelen durumlar için çatlakın hemen öndeki gerilme şiddet faktörlerini Eş. 3.9'da olduğu gibi gerilme ve çatlak boyuna (l_a) bağlı olarak ifade etmiştir.

$$\begin{aligned} K_I &= \sigma \sqrt{\pi l_a} \\ K_{II} &= \tau \sqrt{\pi l_a} \\ K_{III} &= \tau \sqrt{\pi l_a} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Gerilme şiddet faktörü, geometriye ve yükleme durumuna bağlı olarak değişmektedir. En sık karşılaşılan çatlak şekli açılma modudur (Mod I). Mod I durumunda lineer elastik bir malzemenin K_I değeri; J-integrali, Kompliyans tekniği,

R-eğrisi ve şekil fonksiyonları yardımıyla hesaplanabilmektedir. Eğer herhangi bir çatlak geometrisine uygun şekil fonksiyonu biliniyorsa, gerilme şiddet faktörü (K_I) eleman üzerine uygulanan yükten dolayı oluşan gerilme dağılımı ile şekil fonksiyonunun çatlak boyunca integrasyonu ile kolayca elde edilebilir. Çeşitli yükleme ve çatlak konfigürasyonlarına göre oluşturulan şekil fonksiyonları Tada vd. [...] tarafından yayımlanan kitapta bulunmaktadır. Bunun yanında gerilme şiddet faktörü (K_I) değerinin lifli betonlar için deneysel olarak elde edilmesine dair örnekler literatürde mevcuttur. Çentikli beton eleman üzerinde yapılan üç noktalı eğilme deneyleri ve lineer elastik kırılma mekaniği (LEFM) yardımıyla kritik gerilme şiddet faktörü (K_{IC}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$K_{IC} = \frac{3PS}{bh^{1.5}} \sqrt{\pi\xi} F(\xi) \quad (3.10)$$

Buradaki P, S ve ξ sırasıyla kirişin elastik durumda taşıyabildiği maksimum yükü, mesnet ile yükleme noktası arası mesafeyi (kesme açıklığı) ve çatlak boyunun kesit yüksekliğine oranını (l_a/h) yani normalize çatlak boyunu temsil etmektedir. Ayrıca $F(\xi)$ ise, normalize çatlak boyuna bağlı olarak değişen şekil fonksiyonudur ve Eş. 3.11 yardımıyla herhangi bir normalize çatlak boyu için %0,5 hassasiyetle elde edilebilir.

$$F(\xi) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{1.99 - \xi(1 - \xi)(2.15 - 3.93\xi + 2.7\xi^2)}{(1 + 2\xi)(1 - \xi)^{3/2}} \quad (3.11)$$

Lineer Elastik Kırılma Mekaniğinin betona uygulanması 1961 yılında Kaplan tarafından olmuştur [37]. Kaplan Griffith tarafından ortaya atılan kritik çatlak yayılma hızı (G_c) kavramının, beton gibi yarı gevrek malzemeler için de uygun olabileceğini ifade etmiştir. Kırılma mekaniğinin betonarmeye uygulaması ise Bazant ve Kim tarafından eğilme donatılı kirişlerin kesme kırılmasında boyut etkisi çalışması ile başlamıştır [38]. Bosco vd. yüksek dayanımlı betonarme kirişlerde minimum donatı oranını kırılma mekaniği ile belirlemeye çalışmıştır [39]. Hillerborg kırılma mekaniği yaklaşımını ile betonarme kirişlerin kapasite hesabı üzerine çalışmıştır [40]. Kırılma mekaniği yaklaşımının betonarme kirişlerin kapasite hesabında kullanılmasına ilişkin diğer benzer çalışmalar da literatürde mevcuttur [41-45].

Betonun kırılma mekaniğine en önemli katkılardan biriside Hillerborg tarafından önerilen fiktif çatlak modelidir [46]. Şekil 3.2'de gösterilen çatlak gelişim bölgesi (FPZ), fiktif çatlak modelinde hayali bir çatlak ile temsil edilir. Bu hayali çatlakın ucunda gerilme yığılmasının olmadığı ve çatlak ağ-

zının açılma davranışının burada bulunan kohezif kuvvetlerin kontrolünde olduğu kabul edilir. Fiktif çatlak modeli açılma modu (Mod I) ve düzlem gerilme kabulü koşullarında geçerlidir. Hillerborg, Eş. 3.12'de verilen beton için karakteristik boy (l_{ch}) kavramını geliştirmiştir [46].

$$l_{ch} = \frac{E_c G_F}{f_t^2} \quad (3.12)$$

Yukarıdaki eşitlikte verilen betonun karakteristik boyu kırılma enerjisi (G_F), çekme dayanımı (f_t) ve elastisite modülüne (E_c) bağlı olarak değişmektedir. Karakteristik boy arttıkça betonun sünekliliği artmaktadır. Karihaloo betonun karakteristik boyunun betonarme eleman tasarımı üzerindeki etkisini deneysel olarak araştırmıştır. Araştırma sonucunda, beton dayanımı farklı ancak farklı lif kullanım oranlarından dolayı karakteristik boyları aynı betonarme kirişlerin donatı ihtiyacının da aynı olduğu görülmüştür.

Lif katkılı kirişlerin kapasite hesabında fiktif çatlak modeli ve lineer elastik kırılma mekaniği yaklaşımı ile ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur [97-102]. Bu çalışmaların temelini oluşturan prensip, çatlak ucu gerilme şiddet faktörü (K_I) malzemenin kritik gerilme şiddet faktörüne (K_{IC}) eşit veya büyük olduğu durumda çatlak ilerlemesinin olacağı kabulüdür. Düzlem gerilme altında betonarme eğilme elemanlarında kritik gerilme şiddet faktörü, beton katkısından gelen gerilme şiddet faktörü (K_{IM}), çekme donatısından gelen gerilme şiddet faktörü (K_{IP}) ve çatlak gelişim bölgesinde yüzeyler arasında aktarılan gerilmeden kaynaklı gerilme şiddet faktörünün ($K_{I\sigma}$) süperpozisyonu ile aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi elde edilebilir.

$$K_{IC} = K_{IM} - K_{IP} - K_{I\sigma} \quad (3.13)$$

Beton, donatı ve liflerden kaynaklı artık gerilmenin neden olduğu gerilme şiddet faktörleri sırasıyla aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilir [81].

$$K_{IM} = \frac{6M}{bh^2} \sqrt{\pi l_a} F_M(\xi) \quad (3.14)$$

$$K_{IP} = \frac{2A_s f_{yk}}{b\sqrt{\pi l_a}} F_P(\psi, \xi) \quad (3.15)$$

$$K_{I\sigma} = \frac{2\sigma_t b l_a}{b\sqrt{\pi l_a}} F_P(\psi, \xi) \quad (3.16)$$

Buradaki M , f_{yk} , $F_M(\xi)$ ve $F_p(\psi, \xi)$ sırasıyla dört noktalı yükleme durumundaki eğilme kapasitesi, karakteristik donatı akma dayanımı, beton katkısı için şekil fonksiyonu ve tekil yük için şekil fonksiyonudur. Şekil 3.2'den de görüldüğü üzere, bir makro çatlakta oluşan gerilmeler çatlak boyunca doğrusal olmayan bir dağılım göstermektedir ancak, bu çalışmada işlem kolaylığı olması açısından çekme bölgesindeki gerçek gerilme dağılımı, Henager ve Doherty [19] tarafından yapılan şekilde dikdörtgen gerilme dağılımına dönüştürülmüştür. Diğer taraftan, çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme bloğunun yüksekliği ise çatlak boyuna eşit kabul edilmiştir [22]. Bu sayede lif katkısından gelen gerilme şiddet faktörü için çatlak boyunca uzun integral hesapları yerine, Eş. 3.16'da verilen sadeleştirilmiş eşitlik kullanılabilir. Beton katkısı için şekil fonksiyonu, herhangi bir normalize çatlak boyu (ξ) için %0,5 hassasiyetle aşağıdaki gibi elde edilebilir [36].

$$F_M(\xi) = \frac{\sqrt{\frac{2}{\pi\xi} \tan\left(\frac{\pi\xi}{2}\right)} \cdot 0.923 + 0.199 \left[1 - \sin\left(\frac{\pi\xi}{2}\right)\right]^4}{\cos\left(\frac{\pi\xi}{2}\right)} \quad (3.17)$$

Benzer şekilde $F_p(\psi, \xi)$ şekil fonksiyonu ise, eğilme altındaki kirişte çekme donatısı veya artık gerilme için şekil fonksiyonudur. Buradaki ψ sembolü birimsiz bir sayıdır ve d'/l_a ile hesaplanır. d' ise tekil kuvvetin çekme bölgesindeki en dış beton lifine uzaklığıdır. Donatı için d' kesit yüksekliği ile faydalı yüksekliğin farkına ($h-d$) eşitken, liflerden kaynaklı çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme dağılımında ($l_a/2$) olarak hesaplanır. Gerilme dağılımının tüm çatlak boyunca dikdörtgen olarak kabul edilmesi sonucunda, ψ değeri her zaman 0,5 olacaktır. Donatı veya artık gerilme için şekil fonksiyonu aşağıda verilen Eş. 3.18 ile hesaplanır [81].

$$F_p(\psi, \xi) = \frac{G(\psi, \xi)}{(1-\xi)^{3/2} \sqrt{1-(\psi)^2}} \quad (3.18)$$

Buradaki $G(\psi, \xi)$ fonksiyonu ise aşağıda verilen Eş. 3.19'daki denklem takımıyla hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} G(\psi, \xi) &= g_1(\xi) + g_2(\xi)(\psi) + g_3(\xi)(\psi)^2 + g_4(\xi)(\psi)^3 \\ g_1(\xi) &= 0.46 + 3.06(\xi) + 0.84(1-\xi)^5 + 0.66(\xi)^2(1-\xi)^2 \\ g_2(\xi) &= -3.52(\xi)^2 \\ g_3(\xi) &= 6.17 - 28.22(\xi) + 34.54(\xi)^2 - 14.39(\xi)^3 - (1-\xi)^{3/2} - 5.88(1-\xi)^5 - 2.64(\xi)^2(1-\xi)^2 \\ g_4(\xi) &= -6.63 + 25.16(\xi) - 31.04(\xi)^2 + 14.41(\xi)^3 + 2(1-\xi)^{3/2} + 5.04(1-\xi)^5 + 1.98(\xi)^2(1-\xi)^2 \end{aligned} \quad (3.19)$$

Lif katkılı betonarme eğilme elemanının servis yükleri altında ulaşacağı taşıma kapasitesi, Eş. 3.14, Eş. 3.15 ve Eş. 3.16'nın Eş. 3.13'te yerine yazılması ve gerekli düzenlemelerin yapıl-

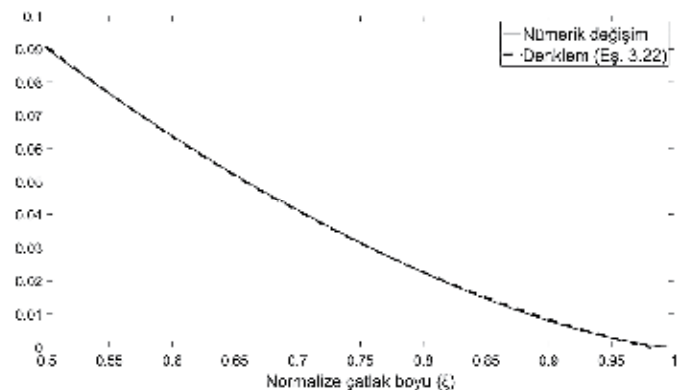
masıyla birlikte Eş. 3.20'de olduğu gibi elde edilebilir. Eşitlikten de görüldüğü üzere betonun, donatının ve liflerin katkısı ayrı bir şekilde ve şekil fonksiyonlarına bağlı boyutsuz katsayılar eşliğinde temsil edilmiştir ancak bir tasarımcı için Eş. 3.20'nin kullanımı biraz karmaşık olabilir çünkü şekil fonksiyonlarının hesaplanması uzun zaman gerektirmesinin yanında işlem kalabalığından dolayı bazı hataları da beraberinde getirebilir. Bu nedenle yapılacak tez çalışması kapsamında Eş. 3.20 sadeleştirilecektir.

$$M = bh^{1.5} K_{IC} \frac{1}{6F_M(\xi)\sqrt{\pi\xi}} + hA_s f_{yk} \frac{F_p(\psi, \xi)}{3\pi\xi F_M(\xi)} + \xi \sigma_t bh^2 \frac{F_p(\psi, \xi)}{3\pi\xi F_M(\xi)} \quad (3.20)$$

Şekil fonksiyonlarına bağlı katsayıların sadeleştirme işlemi nümerik olarak yapılacaktır. Şekil 3.2'de gösterildiği üzere, betonarme bir kirişte çatlak ucunun tarafsız eksene ulaşmasından kaynaklı olarak, toplam çatlak boyu (l_a) tarafsız eksenin çekme bölgesindeki boyuna eşittir. Bu nedenle normalize çatlak boyunun 0,5 ile 0,99 arasında değiştiği kabulü yanlış olmaz. Lif içermeyen betonarme bir elemanda, bu aralıktaki herhangi bir normalize çatlak boyu değeri için Eş. 3.20 aşağıdaki ifadeye dönüşmektedir.

$$M = bh^{1.5} K_{IC} \beta_1 + hA_s f_{yk} [\alpha_1 \psi^3 + \alpha_2 \psi^2 + \alpha_3 \psi + \alpha_4] [1 - \psi^2]^{-0.5} \quad (3.21)$$

Buradaki β_1 ve α katsayıları, nümerik olarak değişen normalize çatlak boyuna bağlı olan anlık katsayılardır. β_1 katsayısı tek bir şekil fonksiyonuna bağlı olduğundan dolayı, sadece normalize çatlak boyuna bağlı olarak değişmektedir. Aşağıdaki verilen Şekil 3.3'te, 0,5 ve 0,99 arasında değişen normalize çatlak boyları için nümerik olarak hesaplanan β_1 değerleri sunulmuştur.



Şekil 3.3. β_1 katsayısının normalize çatlak boyu ile değişimi

Normalize çatlak boyu ve β_1 katsayısı arasındaki doğrusal olmayan ilişki için regresyon analiziyle ikinci dereceden bir eğri türetilmiş ve Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Aşağıdaki Eş. 3.22'de verilen bu ikinci dereceden denklem için r^2 değeri 0,999 ol-

maktadır. Bu da bize türetilen eğri ile numerik olarak elde edilen eğrinin neredeyse aynı olduğunu göstermektedir.

$$\beta_1 = 0.21\xi^2 - 0.5\xi + 0.29 \quad (3.22)$$

Donatı katkısını temsil eden katsayı Eş. 3.20'den de görüldüğü üzere, hem donatı hem de beton katkısından gelen şekil fonksiyonuna bağlıdır. Bu katsayı, normalize çatlak boyunun herhangi bir değeri için Eş.3.21'deki tekil yük merkezinin çatlak boyuna oranına (ψ) bağlı bir polinoma dönüşmektedir. Dolayısıyla 0,5 ile 0,99 arasında değişen nümerik bir normalize çatlak boyuna bağlı olarak elde edilen Eş. 3.21'in de nümerik olarak sadeleştirilmesi gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, ψ değerinin 0 ile 0,5 arasında değişmesi gerektiğidir çünkü, çekme bölgesindeki donatı için hesaplanan ψ değerinin, liflerden kaynaklı çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme dağılımından kaynaklı ψ değerine göre küçük olması gerekmektedir. Bu durumda kritik ψ değeri, liflerden kaynaklı çekme gerilmesi merkezine göre hesaplanır ki bu da her durumda 0,5'tir. Dolayısıyla herhangi bir normalize çatlak boyu için elde edilen Eş. 3.21'de verilen ($\alpha_1 \psi^3 + \alpha_2 \psi^2 + \alpha_3 \psi + \alpha_4$)(1- ψ^2)^{0.5} ifadesi, 0 ile 0,5 arasında değişen ψ değerleri ile nümerik olarak elde edilir ve doğrusal regresyon analizi ile birinci dereceden eğriye dönüştürülebilir. Bu işlemi 0,5 ile 0,99 arasında 0,005 adım aralıklarında artan tüm normalize çatlak boyu için tekrar edildiğinde aşağıda verilen Eş. 3.23 ifadesi elde edilebilir.

$$M = bh^{1.5}K_{IC}\beta_1 + hA_s f_{yk} (\beta_2 \psi + \beta_3) \quad (3.23)$$

Nümerik olarak elde edilen β_2 ve β_3 katsayılarının çatlak boyu ile düzeli bir şekilde değiştiği yukarıda verilen şekillerden görülmektedir. Normalize çatlak boyu ve β_1 katsayısı arasındaki doğrusal olmayan ilişki için regresyon analiziyle bir eğri türetilmiştir. Aşağıda sırasıyla Eş. 3.24 ve Eş. 3.25'te verilen lineer olmayan bu denklemlerin her ikisi için de r^2 değeri 0,999 olmaktadır. Bu da bize türetilen eğri ile numerik olarak elde edilen eğrinin neredeyse aynı olduğunu göstermektedir.

$$\beta_2 = -0.777\xi^{1.578} - 0.217 \quad (3.24)$$

$$\beta_3 = 0.246\xi^{1.433} + 0.753 \quad (3.25)$$

Eş. 3.23'te verilen ifadeyi lifli betonları da kapsayacak şekilde genelleştirmek mümkündür. Burada dikkat edilmesi

gereken nokta çekme bölgesindeki dikdörtgen gerilme bloğunun ağırlık merkezidir. Dikdörtgen gerilme bloku tarafsız eksenden giriş altına kadar uzanmaktadır. Dolayısıyla ağırlık merkezinde oluşan tekil kuvvetin normalize konumu (ψ) her zaman 0,5'e eşit olacaktır. Böylece lif katkılı betonarme girişlerin kapasite hesabı için elde edilen genel denklem Eş. 3.26'da olduğu gibi elde edilir.

$$M = bh^{1.5}K_{IC}\beta_1 + \rho f_{yk} bh^2 (\beta_2 \psi + \beta_3) + \xi \sigma_t bh^2 (0.5\beta_2 + \beta_3) \quad (3.26)$$

Yukarıda kapasite hesabı için önerilen ve en genel hani verilen eşitlikte bilinmeyen sadece tarafsız eksenin konumudur (normalize çatlak boyu). Bu bağlamda yapılacak çalışma kapsamında betonarme eğilme elemanındaki tarafsız eksen konumunun lif içeriği, donatı oranı ve beton basınç dayanımına bağlı olarak değişimi analitik ve deneysel yöntemle incelenmiştir.

4. BETONARME KİRİŞ ELEMANLARIN DENEY SONUÇLARI

Bu bölümde betonarme giriş elemanlara ait deneysel sonuçlar verilmiştir. Betonarme elemanların deney sonuçları; (i) yük-deplasman davranışı, (ii) kritik yükleme anlarındaki giriş boyunca eğrilik değişimi, (iii) çekme bölgesindeki boyuna donatı hizasında oluşan birim şekil değiştirmelerin giriş boyunca değişimi, (iv) kritik kesitte oluşan birim şekil değiştirmenin giriş yüksekliği boyunca değişimi ve (v) kritik yükleme değerlerinde oluşan çatlak şekilleri bakımından ele alınmıştır.

Kirişlere ait yük-düşey deformasyon eğrileri, giriş ortasından uygulanan tekil yük ve bu yüke karşılık açıklık ortasında oluşan net düşey deformasyon değerleri kullanılarak elde edilmiştir. Açıklık ortasındaki net düşey deformasyon değerleri, bu noktada oluşan düşey deformasyon değerinden mesnet bölgelerinde oluşan düşey deformasyonların ortalama değerleri çıkarılarak elde edilmiştir.

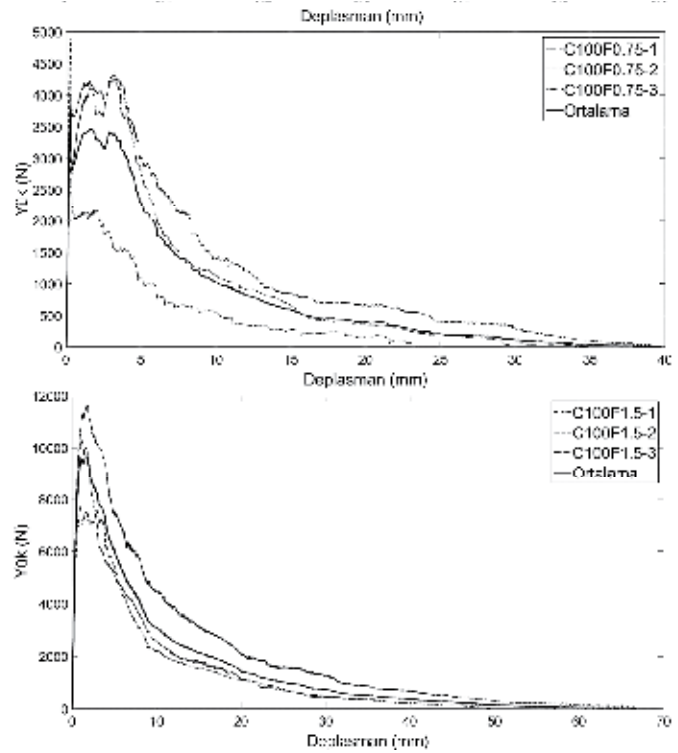
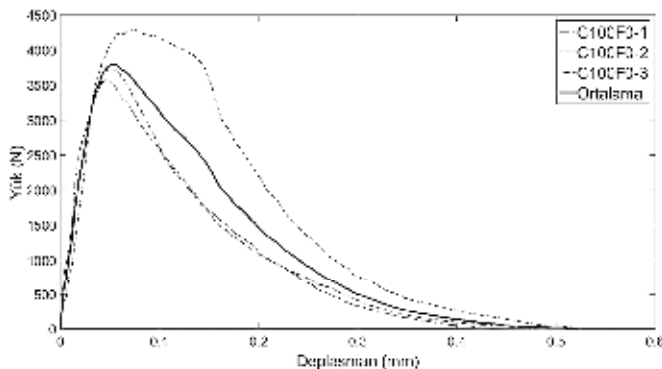
Yük-deplasman eğrisi üzerinde işaretlenen kritik noktalar sırasıyla akma yükünün yarısı, akma yükü, akma ve maksimum yükün toplamının yarısı ve maksimum yüke karşılık gelmektedir. Bu yükleme anlarında giriş boyunca oluşan eğrilik değerleri incelenmiştir. Herhangi bir kesitteki eğrilik, giriş alt ve üst yüzeylerinde oluşan birim şekil değiştirmelerin mutlak değerce toplamının kesit yüksekliğine bölünmesiyle elde edilmiştir.

Kiriş uzunluğu boyunca hesaplanan eğrilik ölçümlerinde kullanılan birim şekil değiştirmeler, kesiti orta noktası kabul

eden ve 100 mm'lik bir bant genişliği boyunca hesaplanan ortalama birim şekil değiştirme değerleridir. Benzer hesaplama yöntemi çekme donatısı seviyesinde kiriş yüzeyinde oluşan birim şekil değiştirmeler ve kritik kesitte yükseklik boyunca birim şekil değiştirme değerleri için de uygulanmıştır. Kritik kesit maksimum yükleme anında oluşan maksimum eğriliğin olduğu kesiti ifade etmektedir. Son olarak, kritik yükleme değerlerine karşı gelen ve kiriş yüzeyinde oluşan çatlak desenleri ayrı bir şekil üzerinde incelenmiştir. Şunu ifade etmek gerekir ki, çatlak deseni üzerinde gösterilen birim şekil değiştirme değerleri ile diğer şekillerdeki birim şekil değiştirme değerleri arasındaki fark 100 mm'lik bant genişliğindeki ortalamadan kaynaklanmaktadır.

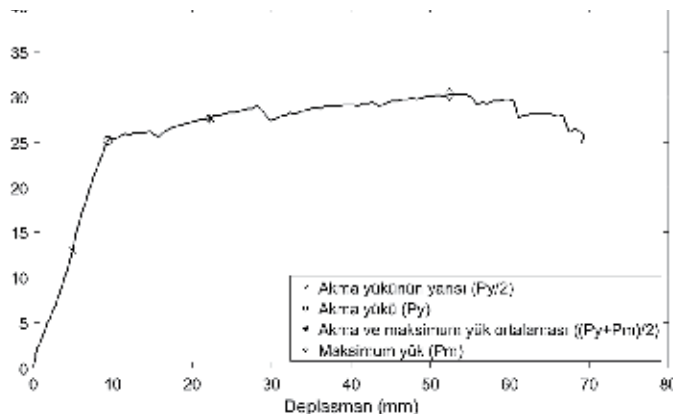
C100F1.5R0.4 kirişi; hedeflenen beton basınç dayanımı 100 MPa olan, hacimce %1,5 çelik lif içeren ve donatı oranı %0,4 olan deney elemanıdır. Deney elemanına ait yük-düşey deplasman eğrisi Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere deney elemanı 38.0 kN yük değerinde akma noktasına ve 43.8 kN değerinde eğilme kapasitesine ulaşmıştır. Maksimum yük değerinde betonun basınç altındaki sınır birim şekil değiştirme değerine ulaşılmasından dolayı bu noktadan itibaren artan deformasyon değerlerinde yük kapasitesinde azalma görülmüştür.

Deney elemanının eğrilik değişimi ve yük-düşey deformasyon davranışı arasında doğrusal bir ilişki görülmüştür. Akma yüküne kadar stabil bir eğilme davranışının oluşması, kesme bölgelerinde mesnetten itibaren yükleme noktalarına kadar doğrusal artan ve yükleme noktaları arasında sabit olan eğrilik değişiminden kaynaklanmaktadır. Çatlak gelişimi akma anına kadar stabil olduğundan eğrilik değişiminde ve dolayısıyla düşey deplasman davranışında ihmal edilebilir dalgalanmalar oluşmuştur ancak akma yükünden sonraki yük değerlerinde sağ yükleme noktası altında gelişen çatlaktan dolayı (çatlak lokalizasyonu), eğrilik değişimlerinde önemli dalgalanmalar ve dolayısıyla düşey deformasyon davranışında önemli eğim değişimi oluşmuştur.

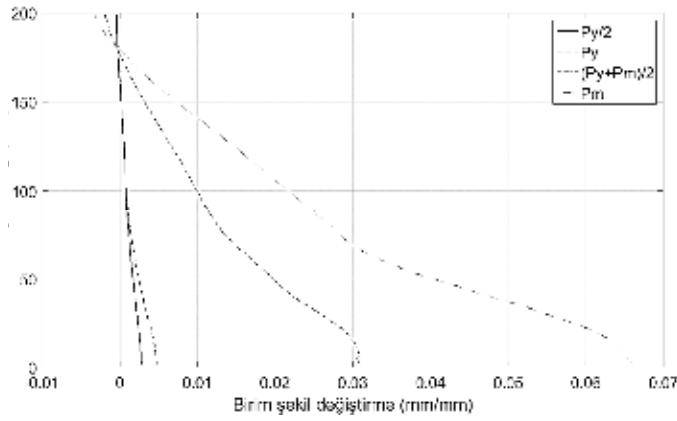


Şekil 4.1. C100 beton sınıfına ait çentikli elemanların eğilme davranışları

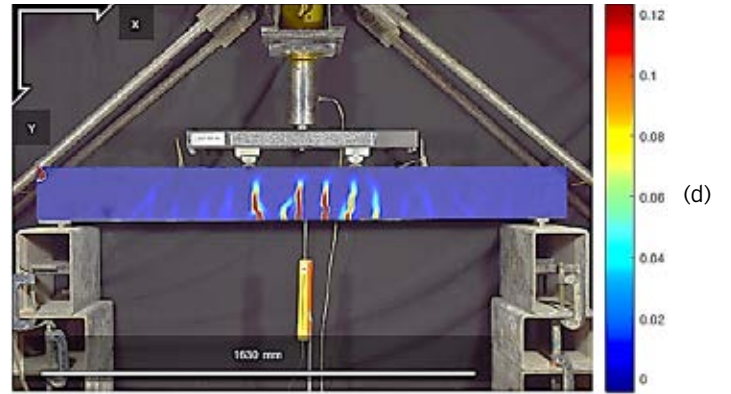
Deney elemanına ait kiriş yüksekliği boyunca birim şekil değiştirme eğrisi Şekil 4.3'te verilmiştir. Buna göre tüm yükleme adımlarında birim şekil değiştirmelerin en üst basınç lifinden itibaren kesit boyunca neredeyse doğrusal olarak değiştiği görülmüştür. Maksimum yükleme anında kritik kesitte betonda oluşan ezilme birim şekil değiştirme değeri 0,0023, çekme birim şekil değiştirme değeri de 0,081 olarak ölçülmüştür. Tarafsız eksenin konumunda akma anına kadar dikkate değer bir artış görülmüştür. Tarafsız eksen akma anında yaklaşık 144,9 mm ($\xi=0,725$) kesit yüksekliğine ulaşmıştır. Benzer şekilde akma yükünden itibaren maksimum yüke kadar tarafsız eksen konumunda önemli miktarda artış görülmüştür. Maksimum yükte tarafsız eksenin konumu yaklaşık olarak 187,7 mm ($\xi=0,939$) olarak ölçülmüştür.



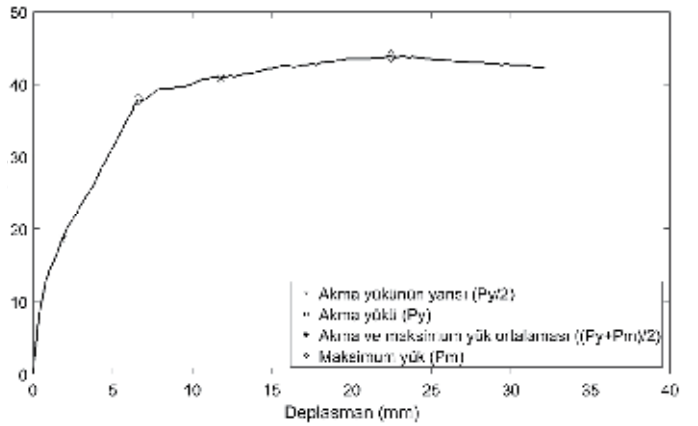
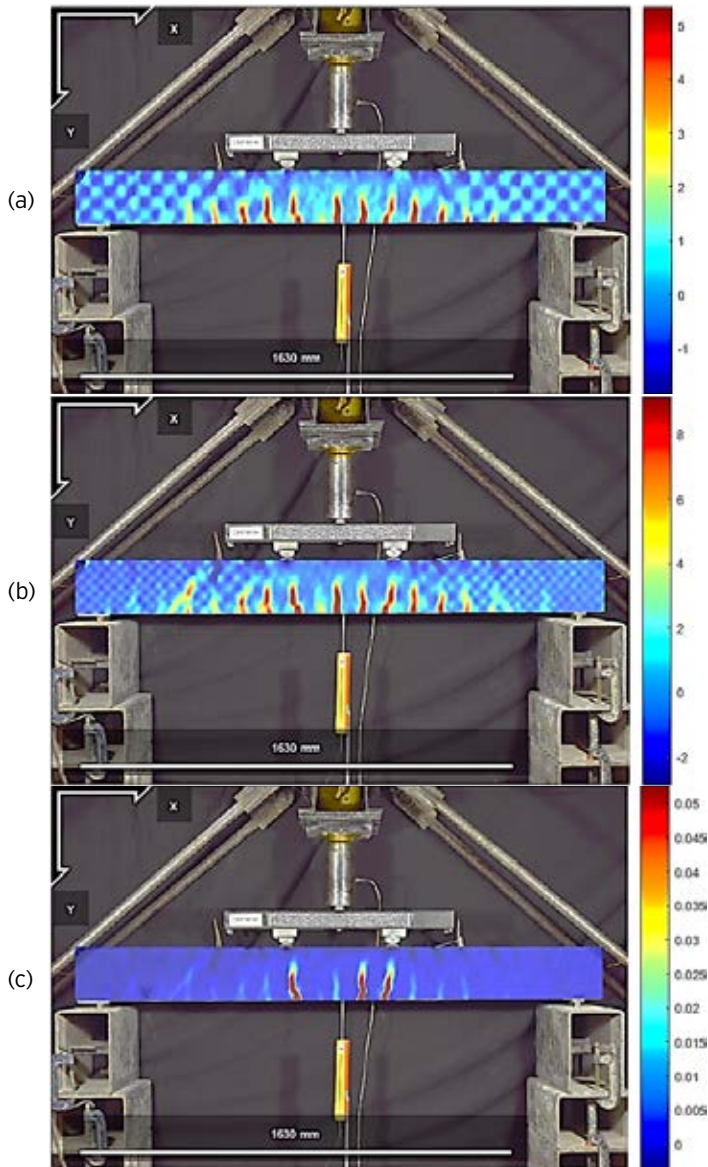
Şekil 4.2. C25F0R0.4 elemanı yük-deplasman eğrisi



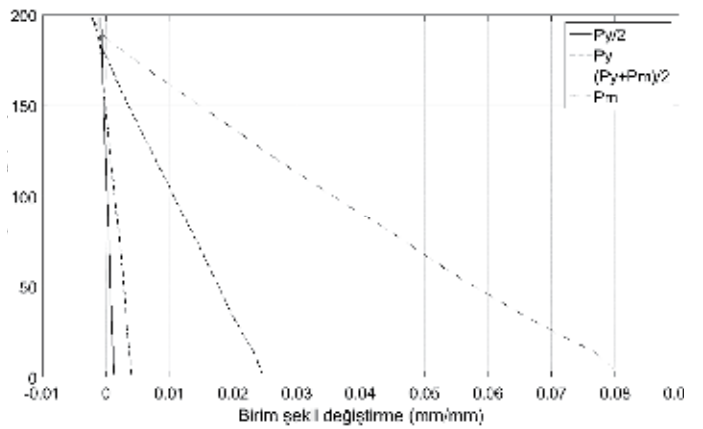
Şekil 4.3. C25F0R0.4 elemanı kritik kesitte yükseklik boyunca birim şekil değişimi



Şekil 4.4. C25F0R0.4 elemanı kritik yüklemelerde çatlak desenleri: a) $P_y/2$, b) P_y , c) $(P_y+P_m)/2$, d) P_m



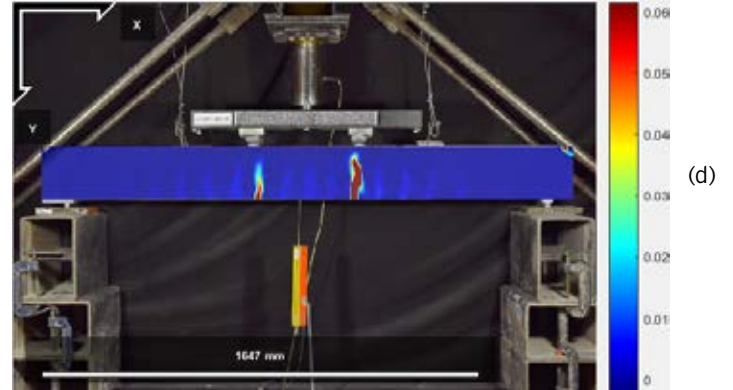
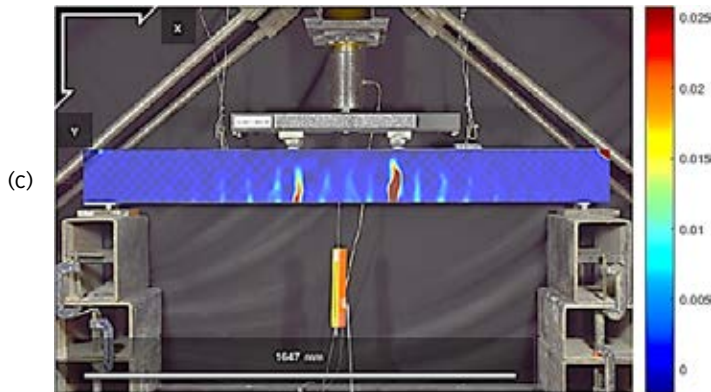
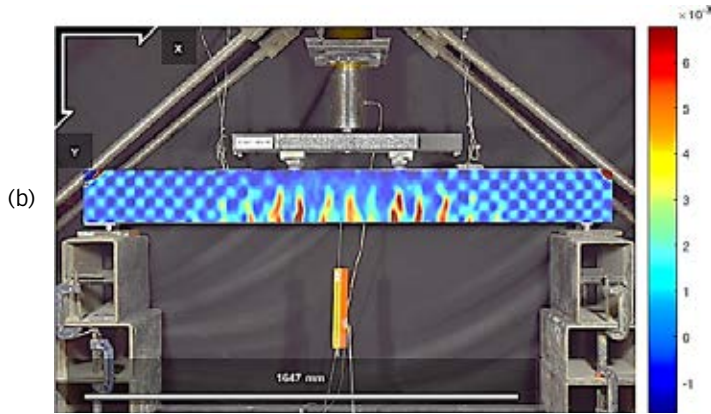
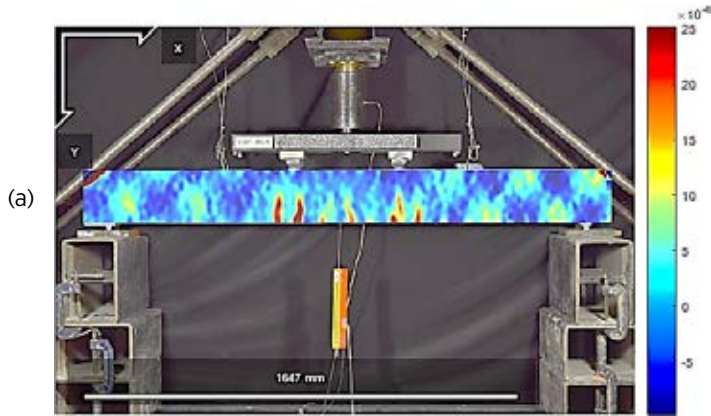
Şekil 4.5. C100F1.5R0.4 elemanı yük-deplasman eğrisi



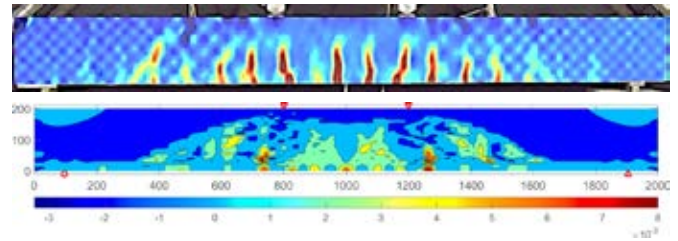
Şekil 4.6. C100F1.5R0.4 elemanı kritik kesitte yükseklik boyunca birim şekil değişimi

Yukarıda verilen düşey deplasman, kiriş uzunluğu boyunca eğrilik ve kesit boyunca birim şekil değiştirme davranışı aslında kiriş yüzeyinde farklı yüklemelerinde gelişen çatlaklarla ilişkilidir. Kritik yüklerde kiriş üzerinde oluşan çatlak

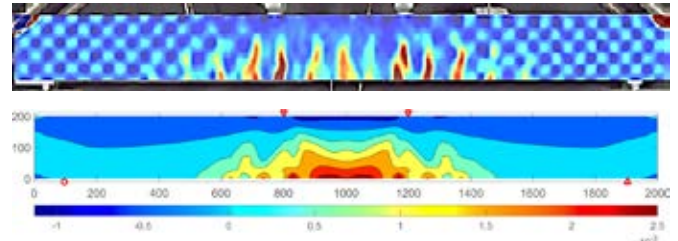
desenleri Şekil 4.7'de sunulmuştur. Şekil 4.7a ve Şekil 4.7b'ye göre, akma yüküne kadar çatlakların kesit boyunca yayılma çalıştığı gözlenmiştir. Çatlak genişliğinde önemli derecede artış olmaması ve çatlakların kiriş boyunca üniform olarak artması, akma öncesinde stabil bir davranışa yol açmıştır. Akma yükünden itibaren sağ yükleme noktası altındaki çatlak genişliğinde hızlı artış olması (çatlak lokalizasyonu), eğriliğin bu bölgede ani artışına neden olmuştur.



Şekil 4.7. C100F1.5R0.4 elemanı kritik yüklemelerde çatlak desenleri: a) $P_y/2$, b) P_y , c) $(P_y+P_m)/2$, d) P_m



Şekil 4.8 .C25F0R0.4 elemanı çatlak deseni



Şekil 4.9. C100F1.5R0.4 elemanı çatlak desenleri

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kapasite hesabı için önerilen yöntemde gerilme şiddet faktörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle betonarme kirişlerin üretimi esnasında kullanılan beton karışımları ile 100x100x500 mm boyutlarında donatı içermeyen küçük kiriş eleman üretimi yapılmıştır. Bu donatısız kirişlere, donatılı kirişler ile benzer ortamda ve sürede su kürü uygulanmıştır. Donatısız kirişlere ortasından 30 mm çentik açılmış ve ardından deformasyon kontrollü üç noktalı yükleme altında test edilmiştir. Kırılma mekaniğinde sıklıkla kullanılan şekil fonksiyonları yardımıyla beton karışımlara ait elastik bölgedeki gerilme şiddet faktörleri hesaplanmıştır. Son olarak, literatürdeki deneysel çalışma sonuçlarından elde edilen kiriş eğilme kapasiteleri, önerilen yöntemle ve sıklıkla kullanılan taşıma gücü yöntemi (ACI-318 ve ACI-544) elde edilen teorik kapasitelerle karşılaştırılmıştır.

Beton basınç dayanımındaki artışın betonarme elemanların taşıma kapasitesini artırdığı görülmüştür ancak bu artışın doğrusal olmadığı daha çok parabolik bir ilişkinin olduğu, dayanım artışıyla birlikte kapasitedeki artış hızının yavaşladığı görülmüştür. Benzer bir ilişkinin beton basınç dayanımı ve tarafsız eksenin konumu arasında da olduğu görülmüştür. Buna göre beton basınç dayanımının çatlak boyunu (tarafsız eksenin konumu) değiştirerek kapasiteye etki ettiği söylenebilir.

Betonarme kirişlerin çekme bölgesinde kullanılan donatı oranı ile taşıma kapasitesi ve tarafsız eksen konumu arasında doğrusal bir ilişki görülmüştür. Donatı oranındaki artış betonarme kirişlerin taşıma kapasitelerini artırmaktadır ancak, tarafsız eksen konumunun donatı oranındaki artışla birlikte ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Bunun nedeni donatı oranlarındaki artışla birlikte çatlak ağız açılmalarının ve dolayısıyla çatlak boylarının küçülmesidir.

Beton karışımında kullanılan çelik lif içeriğindeki artışın betonarme kirişlerin taşıma kapasiteleri ve tarafsız eksen konumları üzerindeki etkisi, çekme donatısı oranının etkisi ile benzerdir ancak donatı oranındaki doğrusal ilişkinin aksine, çelik lif miktarındaki artış kapasite ve tarafsız eksen arasındaki ilişki daha çok paraboliktir. Buna göre, hem donatının hem de çelik lif içeriğinin betonarme kirişlerin kapasitesine etkisinin, çatlak boyu (tarafsız eksenin konumu) üzerinden olduğu söylenebilir.

Beton dayanımı, donatı oranı ve çelik lif içeriğinin çatlak boyu üzerine olan etkisi kırılma mekaniği yaklaşımıyla incelenmiş ve normalize çatlak boyu için amprik bir eşitlik önerilmiştir. Kırılma mekaniğinde kullanılan şekil fonksiyonları nümerik yöntemle sadeleştirilerek tek donatılı betonarme kirişlerin taşıma kapasitesi için bir hesap yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemin mevcut diğer taşıma gücü yöntemlerinden farkı, kırılma mekaniği yaklaşımıyla geliştirilmesinden dolayı iç denge denklemlerine ve basınç bölgesindeki gerilme dönüşümüne ihtiyaç duyulmamasıdır.

Sunulan çalışmada kontrol elemanı üretilmediğinden dolayı, önerilen yöntemin yeterliliğini kontrol etmek için literatürdeki farklı deneysel çalışmalar kullanılmıştır. Bu çalışmalardan üç notalı yükleme türü, geniş donatı aralığı, ultra yüksek beton basınç dayanımı, düşük ve yüksek çelik lif oranı ve farklı çap/boy oranlarında lif içeriği gibi değişkenleri içeren toplam 68 adet betonarme kiriş eleman alınmıştır. Deneysel yük kapasiteleri, önerilen yöntem ve ACI modelleri ile elde edilen teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Buna göre önerilen yöntemin ve ACI modellerinin deneysel sonuçlara göre mutlak hata oranları sırasıyla %8,6 ve %9,5 olarak bulunmuştur. Ay-

rica toplam 47 elemanda (%69) önerilen yöntem deneysel sonuçlara daha yakın sonuç vermiştir.

Sonuç olarak yüksek performanslı betonların betonarme elemanlarda kullanılması hâlinde kesit tasarımında klasik iç-dış moment denge denklemlerinin kullanılması yetrli ve doğru tasarım sonucu vermemektedir. Şartnamelerde belirtilen mevcut bağıntı ve yöntemler yetersizdir. Sadece betonun dayanımlarını alarak tasarım yapmak yerine enerji dengesi hesapları ile kısaca Kırılma Mekaniği prensipleri kullanılarak yapılacak tasarımlar çok daha hassas ve doğru sonuçlar vermektedir.

Kaynaklar

1. ERSOY U. Yönetmeliklerdeki Taşıma Gücü Yöntemleri. Teknik Dergi 2016;27(2):7453-7467.
2. ACI_Committee_318, Building code requirements for structural concrete (aci 318-08) and commentary (aci 318r-08). 2008, American Concrete Institute: Farmington Hills, MI, USA.
3. Eurocode_2, Design of concrete structures, in part 1-1: General rules and rules for buildings. 2004, European Committee for Standardization: Brussels, Belgium.
4. TS_500. Requirements for design and construction of reinforced concrete structures 2000.
5. Ibrahim HHH, MacGregor JG. Modification of the ACI Rectangular Stress Block for High-Strength Concrete. Structural Journal 1997;94(1).
6. Attard MM, Stewart MG. A two parameter stress block for high-strength concrete. Acı Structural Journal 1998;95(3):305-317.
7. Bae S, Bayrak O. Stress block parameters for high-strength concrete members. Acı Structural Journal 2003;100(5):626-636.
8. Oztekin E, Pul S, Husem M. Determination of rectangular stress block parameters for high performance concrete. Engineering Structures 2003;25(3):371-376.
9. Ozbakkaloglu T, Saatcioglu M, Rectangular stress block for high-strength concrete. Vol. 101. 2004.
10. Mertol HC, Rizkalla S, Zia P, Mirmiran A. Characteristics of compressive stress distribution in high-strength concrete. Acı Structural Journal 2008;105(5):626-633.
11. Ho JCM, Peng J. Strain gradient effects on flexural strength design of normal-strength concrete columns. Engineering Structures 2011;33(1):18-31.
12. Yi ST, Kim J-H, Kim J-K, Effect of specimen sizes on ACI rectangular stress block for concrete flexural members. Vol. 99. 2002. 701-708.
13. Koksall F, Altun F, Yigit I, Sahin Y. Combined effect of silica fume and steel fiber on the mechanical properties of high strength concretes. Construction and Building Materials 2008;22(8):1874-1880.

14. Wafa FF, Ashour SA. Mechanical-Properties of High-Strength Fiber Reinforced-Concrete. *Acı Materials Journal* 1992;89(5):449-455.
15. Gümüş M, Arslan A. Effect of fiber type and content on the flexural behavior of high strength concrete beams with low reinforcement ratios. *Structures* 2019;20:1-10.
16. Dancygier AN, Berkover E. Cracking localization and reduced ductility in fiber-reinforced concrete beams with low reinforcement ratios. *Engineering Structures* 2016;111:411-424.
17. Yoo DY, Yoon YS. Structural performance of ultra-high-performance concrete beams with different steel fibers. *Engineering Structures* 2015;102:409-423.
18. Ashour SA, Wafa FF, Kamal MI. Effect of the concrete compressive strength and tensile reinforcement ratio on the flexural behavior of fibrous concrete beams. *Engineering Structures* 2000;22(9):1145-1158.
19. Henager CH, Doherty TJ. Analysis of Reinforced Fibrous Concrete Beams. *Journal of the Structural Division* 1976;102(1):177-188.
20. ACI_Committee_544, Design Consideration for steel fiber reinforced concrete (ACI 544.4R-88). 2009, American Concrete Institute: Farmington Hills, MI.
21. Campione G. Simplified Flexural Response of Steel Fiber-Reinforced Concrete Beams. *Journal of Materials in Civil Engineering* 2008;20(4):283-293.
22. Oh BH. Flexural Analysis of Reinforced Concrete Beams Containing Steel Fibers. *Journal of Structural Engineering* 1992;118(10):2821-2835.
23. Lim TY, Paramasivam P, Lee SL. Shear and Moment Capacity of Reinforced Steel-Fiber-Concrete Beams. *Magazine of Concrete Research* 1987;39(140):148-160.
24. Qi J, Wang J, Ma ZJ. Flexural response of high-strength steel-ultra-high-performance fiber reinforced concrete beams based on a mesoscale constitutive model: Experiment and theory. *Structural Concrete* 2018;19(3):719-734.
25. Khalil W, Tayfur YR. Flexural strength of fibrous ultra high performance reinforced concrete beams. Vol. 8. 2013. 200-214.
26. Beshara FBA, Shaaban IG, Mustafa TS. Nominal Flexural Strength of High Strength Fiber Reinforced Concrete Beams. *Arabian Journal for Science and Engineering* 2012;37(2):291-301.
27. Imam M, Vandewalle L, Mortelmans F. Shear-Moment Analysis of Reinforced High-Strength Concrete Beams Containing Steel Fibers. *Canadian Journal of Civil Engineering* 1995;22(3):462-470.
28. Naaman AE, Najm H. Bond-Slip Mechanisms of Steel Fibers in Concrete. *ACI Materials Journal* 1991;88(2):135-145.
30. Shah AA, Ribakov Y. Recent trends in steel fibered high-strength concrete. *Materials & Design* 2011;32(8-9):4122-4151.
31. Robins P, Austin S, Jones P. Pull-out behaviour of hooked steel fibres. *Materials and Structures* 2002;35(7):434-442.
32. Arslan A, Schlangen E, J.G.M V. Effect of Model Fracture Law and Porosity on Tensile Softening of Concrete. 1995.
33. Arslan A, Ince R, Karihaloo BL. Improved lattice model for concrete fracture. *Journal of Engineering Mechanics-Asce* 2002;128(1):57-65.
34. Ince R, Arslan A, Karihaloo BL. Lattice modelling of size effect in concrete strength. *Engineering Fracture Mechanics* 2003;70(16):2307-2320.
35. Irwin GR. Analysis of stresses and strains near the end of a crack transversing a plate. *Trans. ASME, Ser. E, J. Appl. Mech.* 1957;24:361-364.
36. Tada HP, P.C.; Irwin G.R., *The Stress Analysis of Cracks Handbook* 2000, New York: ASME Press.
37. Kaplan MF. Crack Propagation and the Fracture of Concrete. *ACI Journal Proceedings*;58(11).
38. Zdenek PB, Jin-Keun K. Size Effect in Shear Failure of Longitudinally Reinforced Beams. *ACI Journal Proceedings*;81(5).
39. Bosco C, Carpinteri A, Debernardi P. Minimum reinforcement in high-strength concrete. *Journal of Structural Engineering* 1990;116(2):427-437.
40. Hillerborg A. Fracture mechanics concepts applied to moment capacity and rotational capacity of reinforced concrete beams. *Engineering Fracture Mechanics* 1990;35(1):233-240.
41. Bosco C, Carpinteri A. Fracture behavior of beam cracked across reinforcement. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics* 1992;17(1):61-68.
42. Carpinteri A, Corrado M. Upper and lower bounds for structural design of RC members with ductile response. *Engineering Structures* 2011;33(12):3432-3441.
43. Bosco C, Carpinteri A. Discontinuous constitutive response of brittle matrix fibrous composites. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 1995;43(2):261-274.
44. Carpinteri A, Massabó R. Bridged versus cohesive crack in the flexural behavior of brittle-matrix composites. *International Journal of Fracture* 1996;81(2):125-145.
45. Yehia NAB. Fracture mechanics approach for flexural strengthening of reinforced concrete beams. *Engineering Structures* 2009;31(2):404-416.
46. Hillerborg A, Modéer M, Petersson PE. Analysis of crack formation and crack growth in concrete by means of fracture mechanics and finite elements. *Cement and Concrete Research* 1976;6(6):773-781.
47. Carpinteri A, Massabó R. Continuous vs discontinuous bridged-crack model for fiber-reinforced materials in flexure. *International Journal of Solids and Structures* 1997;34(18):2321-2338.
48. Ferro G. Multilevel bridged crack model for high-performance concretes. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics* 2002;38(2):177-190.
49. Carpinteri A, Ferro G, Ventura G. Size effects on flexural response of reinforced concrete elements with a nonlinear matrix. *Engineering Fracture Mechanics* 2003;70(7):995-1013.



Milliyet

'Beton Zirvesi'nde yeşil dönüşüme yoğun ilgi

EKONOMİ SERVİSİ

Türkiye Hızlı Beton Birliği'nin (THBB), TG Expo iş birliğiyle 12-15 Kasım tarihleri arasında İstanbul Fuar Merkezi'nde düzenlenen BETON 2025 Hızlı Beton Fuarı ve Zirvesi, gerçekleştiren yoğun katılımı oturumların ardından tamamlandı. Deprem sonrası yeniden yapılamaya ihtiyacı, Avrupa Yeşil Mutabakatı, Sürdürülebilirlik Mekanizması (SKDM) ve Türkiye'nin 2025 itibarıyla devreye aldığı ulusal emisyon ticaret sistemi gibi başlıkların gölgesinde düzenlenen Zirve, hazır beton sektörünün önümüzdeki dönemde nasıl bir yol izleyeceğine dair önemli mesajlar verdi. Bu yıl 'Sürdürülebilir, İnovatif Üretim, Düşük Karbon ve Dijital Dönüşüm' temasıyla yapılan



zirveye İstanbul Valiliği, Ticaret Bakanlığı, Yapı Denetim ve Deprem Mühendisleri Derneği, Türkiye IMSAD, Avrupa Hızlı Beton Birliği (ERMCO) ve Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (CSC) temsilcileri, akademisyenler, bankacılar ve çok sayıda yerli/yabancı sektör profesyoneli katıldı. Zirvenin en çok ilgi gören oturumlarından birinde ekonomist Prof. Dr. Özgür Demirtaş, çevre, enerji ve ekonomi başlıklarını bir arada ele alarak hazır beton sektörünün yeşil dönüşümde oynayabileceği rolü anlattı.

40 DÜNYA

Betonu sağlam yapıyoruz döküme dikkat etmiyoruz

Mikser ve pompa kullanan beton işçisinin mühendisten çok kazandığını belirten THBB Başkanı Yavuz Işık, sektörde yetişmiş personel sıkıntısı olduğunu söyledi. Işık, Türkiye'deki betonların depreme karşı sağlam olduğunu fakat döküme dikkat edilmediğini vurguladı.



Türkiye Hızlı Beton Birliği (THBB) Başkanı Yavuz Işık, 2000 yılından önce yapılan binaların tamamının hepsini kullanılabilecek demir malzeme hem de beton bakımından riskli olduğunu söyledi. Vatandaşın kendi eliyle yaptığı evlerin bile o dönemki beton kalitesi dükane alınıldığında riskli olduğunu dile getiren Işık, Türkiye'deki hazır beton üretimi ve pazarına ilişkin sorularına da hazır beton ve parçaları konusunda bilgi verirken, betonun kalitesi hakkında da bilgi verdi. "Binalarda yapı denetimi mekanizması olmalı. Nevirli çelik kullanılarak binaların yüzde 97'si sağlam. Biz hiçbir rubusunu yapıp beton vermiyoruz" dedi.

Betonu kötü alan bina yıkılıyor
Türkiye'deki hazır betonların sıkı denetimden geçtiğini anlatan Başkan Işık, "Bakanlık yolda giden herhangi bir silahten çevirip inceleme yapamaz. 7 gün ve 28 günlük test yapıyor. İstenen sonucu vermezse o inşaatın kararı alınmaz. Sorun çıkarırsa o inşaatı e-kararı yıkıyor. Böyle yıkılan çok bina var" bilgilerini paylaştı. Beton üretiminde standartların bulunduğu kaydeden Işık, betonun belli ölçülerde çimento ve diğer malzemelerin karışımı ile elde edildiğini daha sonra inşaat alanına gidilmeden de mikserde karışımın devamsız ettiğini söyledi. Beton imalatı sırasında dökülmenin uygulamasının çok önemli olduğunu belirten Başkan Işık, "Hazır betonun iyine su katılması sakınlıdır. Bir metreküp betonda yüzde 30 su yütünden mukavemet kaybı olur. Yukarıdan dökülürse segregasyon/ ayrışma olur, beton dağılır. Beton da içten dışı aşınabilir; bir üretilmiş işi uygulamaya" ifadelerini kullandı.

Ösüne gelen beton işçisi gremesini
Betondaki döküm işleminin ücreti kadar kritik olduğunu vurgulayan Başkan Işık, son dönemde sektörde mali yeterliliği olmayan beton firmalarının ürettiği ürünlerin karşılıklı hem denetim arduşunun hem de mali yeterlilik kriterleri getirilerek sektörde zafiyet oluşmasını önüne geçilmesi istedi. Vatandaşları da uyararak THBB Başkanı Işık, malı kalite güvencesi sistemi (KGS) denetimli beton kullanmasını önerdi ve birçok misal verildiğini firmasının



KGS denetimli olmayan betonun inşaatın içeri sokulmadığını netti. Sektörde iflas eden veya konkordato alan firmaların gerekçe mali yeterliliği olmayan firmaların olduğu dile getirilen Işık, "Bu bir sayıyıcılık işidir. Unvan verildiği olmaz. Kullanılan makineler pahalı. Bir beton pompası 25-30 milyon lira. Sektörde yüzde 4-5 kârlik kayıplarımız" dedi.

'Fay hatları her yarıyıladı'
"Her testte bir inşaat mühendisinin çalışması lazım" ifadelerini kullanan Işık, sektördeki mikser operatörleri ve pompa kullancılarının ücretlerinin mühendislerden fazla olduğunu dile getirdi. Işık, "Alttan yeni personel yetiştiriyor. Kasten oluşturdu bir meslek okulu var ama yeterli olmuyor. Yetkin personel sıkıntımız var" diye konuştu. Işık, şunları anlattı: "15 seneden beri söylüyorum depremin

değil çürük binalar insanları öldürüyor. İzmir'de ovalığa çok var. İstanbul'da da Avrular'da var. Mühendislik çözümleri ile depreme karşı önlemleri alırsanız; can ve mal kaybına sebebiyet vermezsiniz. Her çöküş depremden sonra yeni faylar oluşuyor; yarıya bir yarıya yarıya çatlıyor. Fay hatları Anadolu'nun her yanına yayıldı. Zemin etüdü yapıyor firmaların daha tedbirli olması lazım. Zemin kadar tasarruf da önemli. Zeminde uygun tasarruf yapılmış. İyi bir statik hesabın yapılması lazım. Betonun mukavemeti eksiğinden 14 mega paşal ile en pahalı 100 mega paşal. Nevirli çelidlerin çekme mukavemetleri var. Bundan sonra betonun çevresel etkilerden korunması lazım. Muhafaza etmek önemli, kalıtına ve artırma olmalıdır. Kolon köşeyi, depremin perdesini kırıp dükkan yapıyor; çöküş ölümlerine yol açıyor."

NEFES



Sahaya kontrolsüz beton bırakılmamalı

TÜRKİYE Hızlı Beton Birliği (THBB) tarafından, TG Expo iş birliğiyle düzenlenen BETON 2025 Hızlı Beton Fuarı ve Zirvesi, İstanbul Fuar Merkezi'nde başladı. Zirve açılışında yaptığı konuşmada sektördeki dönüşümün önemine dikkat çeken Türkiye Hızlı Beton Birliği Yürütme Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Sorun betonunda değil, plansız kentleşmede. Bizim görevimiz, bilime dayalı üretim ve denetim sistemlerini yaygınlaştırmaktır. Hedefimiz sahada kontrolsüz beton bırakılmamaktır. Düşük karbonlu üretim artık bir tercih olmaktan çıkıp zorunluluk haline gelmektedir" dedi. Işık, Avrupa yeşil mutabakatı kapsamında yürürlüğe giren karbon düzenlemelerinin Türkiye için aynı zamanda bir fırsat olduğunu dikkat çekti. Ekonomist Prof. Dr. Özgür Demirtaş ise yeşil dönüşümün artık çevre meselesi değil, doğrudan ekonomik sürdürülebilirlik meselesi olduğunu belirterek, "Düşük karbon ekonomisine geçiş için üretimin maliyetini artırmıyor" diye konuştu. NEFES

Zorla beton dökürüp pahalı diye Cimer'e şikayet eden bile var



Çelik binaların yüksek katlarda yapısına karşı mukavemetli olmadığını kaydeden THBB Başkanı Işık, "Yüksek katlarda beton dökülür 100 yıl" diye konuştu. Bazı vatandaşların uyarı anlamadığını ekonomik olmayan yerlere beton dökürmek istediğini ifade eden Işık, bunun da lojistik açıdan maliyeti artıracağını şu sözlerle anlattı: "Vatandaş gelip 'Ya da beton lazım' diyor. Firma 'yapıya beton gönderemem' diyor. Otobeyli araba sokuyor, basko altına alıyor, firma mecbur dökümeye razı oluyor. Fiyat 2 bin 500 ise 4 bine çıkıyor. Sonra Cimer'e şikayet ediyor. Orman içinde vs. karsal alana zorla beton istiyor. Bu kadar çok beton okulu vardı 2 bin 500 liralık ürünü 2 bin 550'ye satamazsınız. Ruhsat Kurulu emsallerde beza pişiriyor. Ticaret Bakanlığı fiyatları da ayarlamazlık kurarsa çok ciddi cezalar var."

Üretim tüm Avrupa'nın yarısından fazla

Türkiye'nin beton pazarının, transmakser var üretiyor. Türkiye tek başına 130 milyon metreküp üretim yapıyor. Sektörün ciroosu 7 milyar dolar. Türkiye'de 24 bin transmakser var hepsi kurulu. 5 bin 500 beton pompası var. 2 bin de beton sarrafı var. Sektörün yüzde 65'ini bizler yönetiyor. Toplam tesis sayısı 450. KGS denetimleri kapsamında başlıca kadar 20 bin kişiyle ilgili" bilgilerini paylaştı.

PARA

"İnşaatteki toparlanma kalıcı büyümeye dönüşebilir"

Yılın üçüncü çeyreğinde inşaat sektörü yüzde 13,8 ile tüm sektörlerin üzerinde bir performansa erişti. Konut satışları 2023'in ilk on ayında yüzde 18,2 artış gösterdi. (TÜİK) Özellikle ekim ayında beklenilen 150 bin aşkın konut satışı gerçekleşti. Bu tablo bize, yüksek faiz ortamına rağmen, talebin canlandığını göstermektedir. Para piyasalarında temmuz ayında ilk kez faiz oranı yüzde 40'den 43'e çekildi. Ekim ayında politika faizi yüzde 39,50 seviyesine düşürüldü. Faizlerin düşmesi inşaat sektörü için kritik önemdedir. Kred-



maliyetlerinin azalması, konut talebini artırarak sektörün canlanmasına yardımcı olacaktır. Enflasyonun 2025 yılı için İngiltere'deki enflasyon oranına yaklaşması halinde, bir süre sonra faizlerde ciddi düşüş olabileceği beklentisine sahiptir. 2025 yılında yalnızca faiz düşürmek değil, kredi büyümesi, döviz kuru ve finansal piyasaların durumu da karar vermede önemli olacaktır. Bu doğrultuda önümüzdeki toparlanma eğilimi, doğru politikalar ve fiyat artışlarının sürdürülebilirliği 2025'de kalıcı büyümeye dönüşebilir.

Yeni Şafak



Hazır beton sektörü gelecek rotasını çizdi

Türkiye Hazır Beton Birliği'nin (THBB), TG Expo iş birliğiyle 12-15 Kasım tarihleri arasında İstanbul Fuar Merkezi'nde düzenlenen Beton 2025 Hazır Beton Fuarı ve Zirvesi, gerçekleştirilen yoğun katılımı oturumların ardından tamamlandı. Zirve, hazır beton sektörünün önümüzdeki dönemde nasıl bir yol izleyeceği dair önemli mesajlar verdi.

HEDEFİMİZ SAHADADA DENETİMİ ARTTIRMAK
Bu yıl "Sürdürülebilir, İnovatif Üretim, Düşük Karbon ve Dijital Dönüşüm" temasıyla yapılan zirveye çok sayıda yerli-yabancı sektör profesyoneli katıldı. Zirve açılışında konuşan THBB Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, sektörün dönüşüm gündeminde deprem geçişi ve kentleşme politikaları üzerinden değeriştirildi.

Işık, "Sorun betonda değil, plansız kentleşmede. Bizim görevimiz, bilime dayalı üretim ve denetimi sistemlerini yaygınlaştırmak. Hedefimiz sahada kontrolsüz beton bırakılmaktır" sözleriyle hem üretim kalitesinin hem de denetim süreçlerinin önemini vurguladı.



Yavuz Işık

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ (THBB) BAŞKANI YAVUZ IŞIK: Enflasyonla mücadelenin başarılı olması konut talebini canlı tutacak

TÜİK'in son açıkladığı Ekim 2025 verilerine göre, yıllık enflasyon yüzde 32,8'e gerilemiş durumda. Aylık artış oranı ise düşük eşiklerinde. Enflasyonun kalıcı biçimde düşmesi, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'na politika faizinde alan yaratacak. Pek tali faizlerin düşmesi uygun kredi imkan yaratacağı için konutlara ve küçük ölçekli konutlara talebin daha da artmasını öngörüyoruz.

Türkiye hazır beton sektörü, 2024 yılında 130 milyon metreküpük üretimiyle Avrupa'nın en büyük üreticisi konumunda bulunmaktadır. 2025 verilerine göre Türkiye tek başına yılda 110 milyon metreküp beton üretiyor. Üçüncü sırada ise Almanya 42,3 milyon metreküp, sıra AB ülkelerinin toplamı ise 250 milyon metreküp beton üretiyor. Türkiye, tek başına tüm Avrupa'nın parası kadar üretim yapıyor. Hazır beton sektörü, 2000 milyar liralık ciro ve 45 bin kişilik doğrudan istihdam kapasitesine Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü açısından son derece önemli bir paya sahip.

Ekonomi son iki yılda güçlü dalgalanmalar yaşadı
Türkiye'de hazır beton üretiminin yaklaşık yüzde 95'i ihracatla karşılıyor. Bu nedenle Türkiye, dış pazarlara güçlü ihracat yapıyor. Oran oldukça yüksek olmasına rağmen, dış pazarlar da zorlanıyor. Güvendi yapılmaması sağlamsız iç pazarla ilgili tüm firmaların ihracatlarına zarar veriyor. Bunun yanı sıra önemli bir sorun, yapılmaması beton inşaat sektöründe de etkili. THBB üyesi şirketlerin buharlanması önemli bir sorun haline geldi.

Türkiye ekonomisi son iki yılda güçlü dalgalanmalar yaşadı.

bu yılın 2023'te imza konan 2024'de daha dengeli bir seyir izledi. Dünya Bankası ve uluslararası kuruluşların orta vadeli projeksiyonları Türkiye için 2025 ortasında yüzde 3'e yakın bir büyüme öngörüyor. Bu da ekonomiyi aktiften pasife iten sıkı bütçe politikaları bir rotada olabilmeye başlıyor. 2025'te, Türkiye ekonomisi ağırlıklı dengelenen bir yapıya geçiyor. TÜİK'in Eylül ayında tek başına 150 bin kişi işsiz kalarak satış yapıyor. Bu tablo, haliyle yüksek faiz oranına rağmen, talebin kalıcı olarak yeniden canlanmasını gösteriyor.

Bilindiği üzere, Türkiye'nin en önemli sorunlarından biri enflasyon oldu. TÜİK'in son açıkladığı Ekim 2025 verilerine göre, yıllık enflasyon yüzde 32,8 seviyesine geriledi. Aylık artış oranı ise düşük eşiklerinde. Bu, uzun vadede verilen uğraşlarımızın bir sonucu olarak. İnşaat firmaları yeni projeleri daha rahatlıkla başlatıyor. İnşaat sektörü, enflasyonla mücadele için güçlü bir şekilde hareket ediyor. Sektörün perden perdeye dönüşmesi, hazır beton, enflasyonla mücadele, faizlerin düşmesi ve konut satışlarının artması önemli bir adım olarak değerlendiriliyor.



Yavuz Işık

Fed'in faiz politikası Türkiye açısından küresel sermaye akımlarını ve bizim döviz kurlarımızı doğrudan etkiliyor. Eğer 2026'da küresel faizler düşer, Türkiye'de de enflasyon istikrarlı biçimde gerilecek, ülkemize yönelik yatırım ilgisi artar, kredi maliyetleri düşer ve inşaat sektörü için yeniden güçlü bir dönem başlayabilir.

Yavuz Işık, "Ekim 2025'te Fed'in faiz politikası Türkiye açısından küresel sermaye akımlarını ve bizim döviz kurlarımızı doğrudan etkiliyor. Eğer 2026'da küresel faizler düşer, Türkiye'de de enflasyon istikrarlı biçimde gerilecek, ülkemize yönelik yatırım ilgisi artar, kredi maliyetleri düşer ve inşaat sektörü için yeniden güçlü bir dönem başlayabilir."

Türkiye için pozitif bir senaryo öngörüyoruz

Özellikle yıl Türkiye özelinde pozitif bir senaryo bekliyoruz. Enflasyonun hızlı şekilde düşmesi veya beklenen ölçüde seyretilmesi, TCMB'nin faizlerde yapacağı ayarlamalarla büyük önem taşıyor. Bu senaryo, Türkiye için pozitif bir senaryo olarak değerlendiriliyor. Enflasyonun düşmesi, kredi maliyetlerini düşürüyor. Bu da inşaat sektörü için pozitif bir senaryo olarak değerlendiriliyor. Enflasyonun düşmesi, kredi maliyetlerini düşürüyor. Bu da inşaat sektörü için pozitif bir senaryo olarak değerlendiriliyor.

MILLİGAZETE

PARA



HAZIR BETON SEKTÖRÜNÜN EN BÜYÜK BULUŞMASI
54 ÜLKEDEN HEYET
Hazır beton ve inşaat sektörü, 54 ülkeden heyetlerle İstanbul'da düzenlenen Beton 2025 Fuarı ve Zirvesi'ne katıldı. Zirve, hazır beton sektörünün önümüzdeki dönemde nasıl bir yol izleyeceği dair önemli mesajlar verdi.

YATIRIM GEREKİYOR
Fuarın 15 binin üzerinde katılımcısı vardı. 3 bin yabancı sektör temsilcisi ve 54 ülkeden heyetlerin katılımıyla, Türkiye'nin hazır beton sektörüne yönelik yatırım fırsatları sunuldu.

"Üretim artıyor, talep artıyor fakat sürdürülebilir ve düşük karbon binaları inşa etmek için yatırım gerekiyor. Deprem bölgesinde ve büyük şehirlerde önümüzdeki 10 yıl boyunca yüksek beton talebi devam edecek" dedi.

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KASIM DURGUNLUĞU

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), "Hazır Beton Endeksi" 2025 Kasım Ayı Raporu'nu açıkladı. Tüm endeksler yılın büyük bölümünde eski değerlerin altında dalgalı bir seyir izledikten sonra son aylarda eski değerlere doğru sınırlı bir toparlanma gösterdi. Rapor, inşaat sektörünün Kasım ayında önceki yılın aynı dönemine kıyasla daha olumlu bir noktaya gelişimi ancak iyileşmenin düşük oranı ve kıvrımlı bir nitelik taşıdığını ortaya koydu.



"EN DÜŞÜK GÜVEN SEVİYESİNE SAHİP OLAN SEKTÖR İNŞAAT"
THBB Başkanı Yavuz Işık, "THBB tarafından hazırlanan Hazır Beton Endeksi, inşaat sektörünün Kasım ayında önceki yılın aynı dönemine kıyasla daha olumlu bir noktaya gelişimi ancak iyileşmenin düşük oranı ve kıvrımlı bir nitelik taşıdığını ortaya koydu."



130 milyon metreküp rekor kırdık, Avrupa'nın en büyük betoncusuyuz

GEÇEN hafta İstanbul'da düzenlenen (PWI) 15. Enflasyon raporuna katıldığı ve gerçekleştirilen "2025 Hazır Beton, Çimento, Agregası, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı" çerçevesinde düzenlenen Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Başkanı Yavuz Işık, söz verirken geçtiğimiz yılın 2023 yılında 130 milyon metreküp olan yılın beton üretimini 2024 yılında 130 milyon metreküple rekor kırdıklarını, Türkiye'nin Avrupa'nın en büyük beton üreticisi olduğunu belirtti.



Bu başarıya birinci sırada yer alan Almanya 42,3 milyar metreküple ikinci sırada AB ülkelerinin toplamı 239 milyar metreküp beton üretiyor. Türkiye, tek başına tüm Avrupa'nın yarısına kadar üretim yapıyor. Hazır beton sektörü, 200 milyar liralık ciro ve 45 bin kişilik doğrudan istihdam kapasitesiyle Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü açısından çok önemli bir yere sahip. Türkiye'de hazır beton üretiminin yaklaşık yüzde 65'i üyeleri tarafından gerçekleştirildiğini dile getiren Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Bu oran oldukça yüksek olmakla birlikte bunu yeterli görmüyoruz. Güvenli yapılaşmanın sağlanması için ülkemizdeki tüm firmaların üyemiz olmalarını hedefliyoruz. Bugün bazı önemli proje çarptırmalarında beton tedarikçisi ile ilgili THBB üyeliği öngörülünün bulunmasını memnuniyetle karşılıyoruz" dedi.

Enflasyonun 2026 yılı için öngörülen aralığa yönelmesi halinde, bir süre sonra faizlerde ciddi düşüş olabileceği beklentisine sahip olduklarının altını çizen Başkan Işık, sektörlerinin gelecekle ilgili şunları söyledi: "TC-MB mesajlarında 'talepte dengeleme, TL'nin reel değerlenmesi ve enflasyon beklentilerinde iyileşme ile deflasyon sürecini destekleyeceğiz' ifadelerini sıklıkla dile getiriyor. Buna göre 2026 yılında yalnızca faiz düşürmek değil, kredi büyümesi, döviz kuru ve finansal piyasaların durumu da karar vermede önemli olacak. Bu öngörülerimiz altında 2025'te inşaata başlayan toparlanma eğilimi, doğru para politikası ve fiyat istikrarının sürdürülmesiyle 2026'da kalıcı büyümeye dönüştürülebilir. İnşaat sektörü, tarihsel olarak ekonominin lokomotiflerinden biri oldu. Eğer enflasyonla mücadelede daha fazla zaman kaybetmeden hızlı adımlar atılır ve ka-



TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ YÖNETİM KURULU BAŞKANI YAVUZ IŞIK: "Güvenli yapılaşma için tüm firmalar üyemiz olmalı"

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, güvenli yapılaşmanın sağlanması için Türkiye'deki tüm firmaların dernek üyeliğini hedeflediklerini belirterek, 2026'ya ilişkin olarak şunları söyledi: "2025'te inşaat sektöründe başlayan toparlanma eğilimi, doğru para politikası ve fiyat istikrarının sürdürülmesi halinde 2026'da kalıcı büyümeye dönüştürülebilir."

MÜBERRA TAŞCI GÜRES

Türkiye hazır beton sektörü, 2024 yılındaki 130 milyon metreküplük üretimiyle Avrupa'nın en büyük üreticisi konumunda. 2023 verilerine göre Türkiye tek başına yılda 119 milyon metreküp beton üretirken, ikinci sıradaki Almanya 42,3 milyon metreküp, tüm AB ülkelerinin toplamı ise 239 milyon metreküp beton üretiyor. Türkiye, tek başına tüm Avrupa'nın yarısına kadar üretim yapıyor. Hazır beton sektörü, 200 milyar liralık ciro ve 45 bin kişilik doğrudan istihdam kapasitesiyle Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü açısından çok önemli bir yere sahip. Türkiye'de hazır beton üretiminin yaklaşık yüzde 65'i üyeleri tarafından gerçekleştirildiğini dile getiren Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Bu oran oldukça yüksek olmakla birlikte bunu yeterli görmüyoruz. Güvenli yapılaşmanın sağlanması için ülkemizdeki tüm firmaların üyemiz olmalarını hedefliyoruz. Bugün bazı önemli proje çarptırmalarında beton tedarikçisi ile ilgili THBB üyeliği öngörülünün bulunmasını memnuniyetle karşılıyoruz" dedi.

Enflasyonun 2026 yılı için öngörülen aralığa yönelmesi halinde, bir süre sonra faizlerde ciddi düşüş olabileceği beklentisine sahip olduklarının altını çizen Başkan Işık, sektörlerinin gelecekle ilgili şunları söyledi: "TC-MB mesajlarında 'talepte dengeleme, TL'nin reel değerlenmesi ve enflasyon beklentilerinde iyileşme ile deflasyon sürecini destekleyeceğiz' ifadelerini sıklıkla dile getiriyor. Buna göre 2026 yılında yalnızca faiz düşürmek değil, kredi büyümesi, döviz kuru ve finansal piyasaların durumu da karar vermede önemli olacak. Bu öngörülerimiz altında 2025'te inşaata başlayan toparlanma eğilimi, doğru para politikası ve fiyat istikrarının sürdürülmesiyle 2026'da kalıcı büyümeye dönüştürülebilir. İnşaat sektörü, tarihsel olarak ekonominin lokomotiflerinden biri oldu. Eğer enflasyonla mücadelede daha fazla zaman kaybetmeden hızlı adımlar atılır ve ka-



■ BETON 2025, 12 binden fazla misafir ağırlayacak

BETON 2025 Hazır Beton Fuarı hakkında da bilgi veren Işık, "Konumumuzu daha da güçlendirmek ve sahip olduğumuz bilgi birikimi ve tecrübe ile dünyada referans ülke konumuna ulaşma hedefimiz için sektörel diyalog ve iş birliğinin çok önemli olduğunu inanıyoruz. Bu doğrultuda, firmalar arası bilgi alışverişinin yanı sıra, sektörümüzün vizyonunu ve yol haritasını belirlemek açısından da çok önemli bir buluşma olan BETON 2025 Hazır Beton Fuarı'nı düzenlemek üzere yola çıktık. Türkiye Hazır Beton Birliği'nin, TG

Expo organizatörlüğünde düzenlediği "BETON 2025 Hazır Beton Fuarı, hazır beton, çimento, agrega ve inşaat sektörlerini bir araya getirecek. 12-15 Kasım 2025 tarihlerinde Yeşilköy'de İstanbul Fuar Merkezi'nde 12.sini düzenleyeceğimiz "BETON 2025 Hazır Beton, Çimento, Agregası, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı" 100'ün üzerinde katılımcısı ile Avrupa, Asya, Afrika ve Orta Doğu'dan 3.000'i yabancı olmak üzere toplamda 12.000'den fazla sektör profesyoneli ağırlayacak" diye konuştu.

rarlılık korunursa, faizlerde kontrollü bir gevşeme sağlansa, sektör yeniden hem büyümenin hem istihdamın itici gücü hâline gelebilir."

THBB, en üst düzey sürdürülebilirlik modelini Türkiye'ye getirdi

Türkiye Hazır Beton Birliği olarak İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyine üye olduklarına da vurgu yapan Başkan Işık, sözlerine şunları ekledi: "Birliğimize üye olacak şirketlerin bütün hazır beton tesislerinde standartlara uygun üretim yapması, Türkiye Hazır Beton Birliği Kalite Güvence Sistemi'nin (KGS) sürekli habersiz denetimleri-

ne tabi olarak KGS Uygunluk Belgesi alınması; uygun laboratuvar bulundurulması; teknik, çevre, iş sağlığı ve güvenliği, yasal ve etik kriterleri eksiksiz yerine getirmesi zorunludur. Ulusal ve uluslararası bütün platformlarda ülkemizi temsil ederek üyesi olduğumuz Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) ile sektörümüzü ilgilendiren gelişmeleri takip etmeyi ve politikalara yön vermeyi sürdürüyoruz. THBB olarak İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyine (The Concrete Sustainability Council) üye olduk ve sektörümüz açısından dünyadaki en üst seviye sürdürülebilirlik belgelendirmesi modelini ülkemize kazandırdık."

AKSAM



TÜRKİYE Hazır Beton Birliği'nin (THBB), TG Expo iş birliğinde İstanbul Fuar Merkezi'nde düzenlenen BETON 2025 Hazır Beton Fuarı ve Zirvesi'nin son gününde sınırdaki karbon uygulaması masasına oturdu. THBB Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki karbon düzenlemelerinin önemli bir fırsat olduğunu belirtti. Yavuz Işık, "Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında yürürlüğe giren karbon düzenlemeleri Türkiye için aynı zamanda bir fırsattır. BETON 2025 Zirvesi, sektörün yeni vizyonunu belirleyen bir dönüm noktasıdır" değerlendirmesinde bulundu.

İNŞAAT EKİM AYINDA YAVAŞ İLERLEDİ



3 ay

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), "Hazır Beton Endeksi" 2025 Ekim Ayı Raporunu açıkladı. Rapora göre, tüm endeksler ağustos ayından itibaren son 3 aydır eşik değerini altında yatıp bir hareket sergiledi. Ekim ayında endeks değerleri, Eylül ayına oldukça yakın seyretti. İnşaat sektörünün geride bıraktığımız ekim ayında geçen yıla kıyasla daha olumlu ancak beklenen performanstan hâlâ uzak olduğu görüldü.

AKSAM



Beton talebi arttı yatırım gerekiyor

TÜRKİYE hazır beton ve inşaat sektörü dün İstanbul Fuar Merkezi'nde kapılarını açan BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi'nde buluştu. Türkiye Hazır Beton Birliği Yürütme Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Türkiye Avrupa'nın en büyük hazır beton üreticisi. Üretim artıyor, talep artıyor fakat sürdürülebilirlik ve düşük karbon baskısı nedeniyle sektör yeni yatırımlar yapmak zorunda. Deprem bölgesinde ve büyük şehirlerde 10 yıl boyunca yüksek beton talebi sürecektir" dedi.

BETON 2025 FUARINDA 500 MİLYON DOLAR İŞ BAĞLANTISI HEDEFLENİYOR

Şehirlerde yüksek beton talebi 10 yıl devam edecek

Bu yıl 54 ülkeden alım heyetinin beklendiği Beton 2025 Fuarı kapılarını açtı. Fuarda, 200 satın alma delegasyonlarıyla ikili iş görüşmeleri gerçekleştirilerek 500 milyon doların üzerinde iş bağlantısı hedefleniyor. THBB Başkanı Yavuz Işık, "Deprem bölgesinde ve büyük şehirlerde önümüzdeki 10 yıl boyunca yüksek beton talebi devam edecek" dedi.

Deprem bölgesindeki inşaat etkisiyle üretim yüzde 9 arttı

THBB'nin 2024 sektör raporuna göre Türkiye'de hazır beton üretimi bir önceki yıla göre yüzde 9,2 artarak 130 milyon metreküp çıktı. Bu üretim hacmi, Avrupa Birliği ülkelerinin toplam üretiminin yarısına yaklaşıyor. Aynı yıl inşaat sektörü yüzde 9,3 büyürken, ülke ekonomisindeki büyüme yüzde 3,2 seviyesinde gerçekleşti. Raporda, 2023 depremleri sonrası hızlanan yeniden inşa ve kentsel dönüşüm süreçlerinin, beton talebini 2024 boyunca belirgin şekilde artırdığına işaret edildi.

"Betonun inşaatteki payı yüzde 8 seviyesindedir" Sektörün yapısız dönüşüm içinde olduğuna dikkat eden Yavuz Işık, Türkiye'de üretim ve talebin arttığını işaret ederek, "Fakat sürdürülebilirlik ve düşük karbon baskısı, ne-

Hamide HANGÜL

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) tarafından TG Expo Uluslararası Fuarlık A.Ş. iş birliğiyle düzenlenen BETON 2025 fuarı, kapılarını ziyaretçilere açtı. Bu yıl 54 ülkeden alım heyetinin beklendiği fuarın, 100'ün üzerinde firma 15 bin 708 metreküp alanda ürünlerini sergilemeye başladı. Fuar kapsamında, 15 binin üzerinde profesyonel ziyaretçi, 3 bin yabancı sektör temsilcisi ve Orta Doğu, Kuzey Afrika, Avrupa, Balkanlar, Rusya, Azerbaycan ve EDT ülkelerinden satın alma delegasyonu, fuar boyunca yüz yüze ikili iş görüşmeleri gerçekleştirecek. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Başkanı Yavuz Işık, fuar açılışında yaptığı konuşmada, sektöre yönelik bilgi ve deneyimlerini paylaşarak, "Hazır beton sektörü, 45 binin aşkın işte, 200 milyar liraya yaklaşan ciro ve yıllık 130 milyon metreküp üretimle Türkiye ekonomisinin güçlü bir aktörüdür. Avrupa ülkelerinin toplam üretiminin yarısına yaklaşıyoruz. Bu performansa, ağırlıklı olarak yeşil dönüşüm vizyonuyla birleştiğinde Türkiye'yi sadece bölge değil, küresel bir oyuncu haline getireceğiz"



denizle sektör yeni yatırımlar yapmak zorunda. Deprem bölgesinde ve büyük şehirlerde önümüzdeki 10 yıl boyunca yüksek beton talebi devam edecek" dedi. Işık, hazır betonun yapı maliyetindeki payının yüzde 8 seviyesinde olduğunu, buna karşılık üretim maliyetlerinin döviz, çimento ve enerji fiyatlarına son derece duyarlı olduğunu hatırlattı.

"Yeşil dönüşümün yatırım zorunluluğu"

Sektöre yönelik de değerlendirmelerde bulunan Yavuz Işık, Türkiye'nin, 2009'dan bu yana Avrupa'nın en büyük hazır beton üreticisi olduğunu işaret ederek, "Bu konum, yalnızca büyüklük değil, bilgi, teknoloji ve denetim altyapısının da bir sonucu. 2025 sonrası dönemde sektörümüz, düşük karbonlu üretim ve yeşil dönüşüm alanlarında yarıdan fazla artışla büyümeye odaklanacak" dedi. Işık, "Fakat sürdürülebilirlik ve düşük karbon baskısı, ne-

denizle sektör yeni yatırımlar yapmak zorunda. Deprem bölgesinde ve büyük şehirlerde önümüzdeki 10 yıl boyunca yüksek beton talebi devam edecek" dedi. Işık, hazır betonun yapı maliyetindeki payının yüzde 8 seviyesinde olduğunu, buna karşılık üretim maliyetlerinin döviz, çimento ve enerji fiyatlarına son derece duyarlı olduğunu hatırlattı.

İnşaat ekipmanları ihracatına %15 etki

Söz konusu görüşmelerde, hazır beton ekipmanlarından inşaat makinelerine, agregat teknolojilerinden iş makinelerine kadar geniş bir yelpazede doğrudan ticari anlaşmalar yapılmasının beklendiği de belirtildi. "BETON 2025, uluslararası bir iş birliği merkezine dönüşecek. Bu program, Türk üreticileri için yeni ihracat kanalları ve stratejik iş birlikleri yaratmak için bir ticaret platformu dönüşüyor. Hosted buyer programı kapsamında, 9

İstihdam 45 bin, üretim 130 milyon metreküp

- Hazır beton üretimi 130 milyon metreküp
- Kiri/bağcıma düşen üretim 1,52 metreküp
- Hazır betonun yapı maliyetine etkisi yüzde 8
- Toplam üretim kapasitesi 422 milyon metreküp
- İstihdam 45 bin
- Fuar sayısı 2 bin 200 (Türkiye'de hazır beton sektörü, 2024 yıla rakamları)

ülkeden 200'ün üzerinde satın alma yöneticisi İstanbul'a geliyor. Bu heyetlerin başında Zirveki Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan, Cezayir, Mısır, Romanya, Gürcistan, Kazakistan, Azerbaycan ve Rusya bulunuyor. Program, Türkiye'nin inşaat ekipmanları ihracatında %15 artış hedefiyle yürütülüyor."

40 DÜNYA

Karbon düzenlemesi Türkiye için de fırsatlar sunuyor

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Başkanı Yavuz Işık, deprem geçişi ve kentleşme politikalarına değindi. Işık, "Sorun betonda değil, plansız kentleşmede. Bizim görevimiz, bilime dayalı üretim ve denetim sistemlerini yaygınlaştırmaktır. Hedefimiz sahada kontrolüz beton bırakmamaktır" ifadelerini kullandı. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki karbon düzenlemelerinin, ilk bakışta sektör üzerinde baskı oluşturan tekniğin bir kısmı gibi algılanması da Türkiye açısından önemli bir fırsat olduğuna belirtti. "BETON 2025 Zir-



vesi, sektörün yeni vizyonunu belirleyen bir dönüm noktasıdır" dedi. BETON 2025 zirvesinde konuşan Kalkınma Finansmanı Uzmanı Nedim Mazıyab, Londra merkezli, yetmişten fazla ülkenin hissedar olduğu bir kalkınma bankası olarak kurulan fazla ülke-

de aktif olduklarını ve yıllık 16 milyar euroluk kalkınma odaklı finansman sağladıklarını ifade etti. Türkiye'nin hem ekip büyüklüğü hem de yıllık yaklaşık 2,6 milyar euroluğu yatırım hacmiyle bankanın önemli operasyon ülkelerinden biri olduğuna belirtti. Mazıyab, geleneksel kredi ürünlerinin yanı sıra doğrudan ortaklık, esanatin finansman ve uzun vadeli program bazlı finansman modelleriyle çalıştıklarını, bu nedenle yeşil dönüşüm projelerinde borç yerine bir finansör değil, uzun vadeli bir "col arkadaş" olarak konumlandıklarını belirtti.

Türkiye

IŞIK: PROBLEM BETONDA DEĞİL, PLANSIZ KENTLEŞMEDE

Sahada kontrolsüz beton bırakmayalım

Türkiye Hazır Beton Birliği'nin (THBB) TG Expo iş birliğiyle 12 Kasım tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenen BETON 2025 Zirvesi sona erdi. İnşaat sektörünün tüm kademelerinden katılımcıların görüşlerini paylaştığı zirvenin açılışında konuşan THBB Başkanı Yavuz Işık, hazır beton sektörünün deprem geçişi ve kentleşme politikaları üzerinden değerlendirildi. Işık, problem betonda değil, plansız kentleşmede olduğunu, üreticiler olarak bilime dayalı üretim ve denetim sistemlerini yaygınlaştırmamız bir görev olduğuna ifade etti. Zirvenin tekniğin oturur-



lanından birinde Beton Sürdürülebilirlik Konseyi adına sunum yapan Sürdürülebilirlik Koordinatörü Cynthia Imesch, üreticilerin sertifikasyonun önemine işaret etti. Bir başka uzman Jean-Marc Potier de bu sertifikasyonların Avrupa ile uyumunun güçlendirilmesi ge-

rektifine dikkat çekti. Avrupa Yatırım Bankası (EIB) adına konuşan Kalkınma Finansmanı Uzmanı Nedim Mazıyab da üreticilerin mimarlık olan eklenen evrede finansman konusunda harekete geçmesini halinde projelerin sağlıklı yürüyeceğini dile getirdi.



KGS 30. yıl

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ

"Bizim Standartlarımız

Sizin Güvenliğiniz... "

www.kgsii.com.tr

GÜCÜMÜZ REFERANSLARIMIZ

*“İz bırakan projelere **katkımız olsun**”*

Adapazarı
WPP Projesi
Sakarya / Türkiye



Yeni Ordu
Stadyumu
Ordu / Türkiye



Mordoğan Su
Arıtma Tesisi
İzmir / Türkiye



Kuzey Marmara
Otoyolu
İstanbul / Türkiye



İstanbul
Havalimanı
İstanbul / Türkiye



İstanbul Finans
Merkezi
İstanbul / Türkiye



Chryso® Convert C ile beton atıklarını geri dönüştürün!

Chryso® Convert C, geri dönen taze betonu agrega formuna dönüştürerek beton üretiminde yeniden kullanılmasını sağlar. Suda çözünebilen torbalar halinde ambalajlanan ürün, kullanım kolaylığı ve operasyonel verimlilik sunar. Bu sayede atık miktarı önemli ölçüde azaltılır ve sıfır atık hedeflerinize ulaşmanıza yardımcı olur.

